

Aanvraag watervergunning

Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Document	Aanvraag watervergunning
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.723
Projectcode	115018
Projectleider	
Projectdirecteur	
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	**INLEIDING**	**5**
1.1	Gegevens aanvrager	5
1.2	Gegevens adviseur	5
1.3	Gewenste vergunning	5
1.4	Aard van het project	6
1.5	Ligging van de planlocatie	6
1.6	Relatie met andere vergunningen	7
1.7	Leeswijzer	8
2	**VOORGENOMEN ACTIVITEIT**	**9**
2.1	Huidige situatie	9
2.2	Toekomstige situatie	9
2.3	Waterstaatskundige situatie	10
2.4	Beschrijving voorgenomen activiteiten	12
3	**EFFECTEN**	**17**
3.1	Bergend vermogen en lozing beheersgebied Rijkswaterstaat	17
3.2	Waterveiligheid primaire waterkering	17
3.2.1	Hoogte	17
3.2.2	Piping	18
3.2.3	Macrostabiliteit binnenwaarts	18
3.2.4	Macrostabiliteit buitenwaarts	19
3.2.5	Microstabiliteit	19
3.2.6	Bekledingen	19
3.2.7	Waterveiligheid bij de op- en afritten	19
3.2.8	Niet Waterkerende Objecten (NWO)	20
3.2.9	Voorstel leggerwijziging	21
3.3	Categorie-A Watergang	22
3.4	Scheepvaart	22
	Laatste pagina	22
	Bijlage(n)	**Aantal pagina's**
I	Detailtekeningen ontwerp	1

II	Beoordeling waterveiligheid	31
III	Analyse effect op de vaarweg Bergsche Diep	9
IV	Ontwerp overkluizingsconstructie	98
V	Ontwerp blusleiding	48
VI	Ontwerp hemelwaterafvoer	21
VII	Ontwerp bodembescherming en glooiingen	20
VIII	Verkennend geotechnisch advies bouwrijp maken	155
IX	Voorontwerp kadeconstructie	188
X	Voorontwerp kraanbaanfundering	243

1

INLEIDING

Aanvraag om een vergunning ingevolge de Keur Waterschap Brabantse Delta 2015

Aan: Dagelijks Bestuur van het Waterschap Brabantse Delta
Postbus 5520
4801 DZ Breda

Aanvraag om een vergunning ingevolge de Waterwet

Aan: Minister van Infrastructuur en Waterstaat
P/a Rijkswaterstaat Zuid-Nederland
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

1.1 Gegevens aanvrager

Naam	: Mepavex Logistics B.V.
Adres	: Blankenweg 11
Postcode/woonplaats	: 4612 RC Bergen op Zoom
Postadres:	: Postbus 72
	: 4600 AB Bergen op Zoom
Contactpersoon	:
Telefoonnummer	:
E-mailadres	:

1.2 Gegevens adviseur

Naam	: Witteveen+Bos
Postadres	: Postbus 3465
	: 4800 DL BREDA
Contactpersoon	:
Telefoonnummer	:
E-mailadres:	:
Berichtenbox:	: witteveenbos-vergunningen

1.3 Gewenste vergunning

De aanvrager verzoekt om een watervergunning:

- ingevolge artikel 6.5, onder c van de Waterwet voor het gebruik maken van een waterstaatswerk of een daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te

behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen;
- ingevolge artikel 6.2 van de Waterwet voor het lozen van afstromend hemelwater van de buitendijks gelegen containerterminal, zowel verhard oppervlak als bodembeschermende voorzieningen, op het Bergsche Diep;
- ingevolge artikel 3.1 van de Keur waterschap Brabantse Delta 2015 voor het gebruik maken van een oppervlaktewaterlichaam of bijbehorende beschermingszones of ondersteunende kunstwerken door daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder handelingen te verrichten, werken te behouden of vaste substanties of voorwerpen te laten staan, liggen of drijven;
- ingevolge artikel 3.3, lid 1, van de Keur waterschap Brabantse Delta 2015 voor het gebruik maken van een primaire waterkering of bijbehorende beschermingszone A, door daarin, daarop, daarboven of daaronder handelingen te verrichten, werken te behouden of vaste substanties of voorwerpen te laten staan of liggen;
- ingevolge artikel 3.5 van de Keur Brabantse Delta 2015 voor gebruik te maken van beschermingszone B behorende bij primaire waterkeringen;
- ingevolge artikel 3.6 van de Keur Brabantse Delta 2015. Het is verboden zonder vergunning neerslag door toename van verhard oppervlak of door afkoppelen van bestaand oppervlak, tot afvoer naar een oppervlaktewaterlichaam te laten komen;
- ingevolge artikel 3.7 van de Keur Brabantse Delta 2015 voor het lozen van hemelwater op oppervlaktewater afkomstig, zowel verharde oppervlak als bodembeschermende voorzieningen in de laadkuilen van Noordland 12 tot en met 16;
- voor het werken in het stormseizoen ten behoeve van de aanleg van de containerterminal, de weginfrastructuur en de objecten in de beschermingszone van Noordland 12 tot en met 16, dit in afwijking van de Waterwet en de Keur Brabantse Delta 2015.

Voor de gewenste vergunningen wordt één aanvraag ingediend bij het waterschap Brabantse Delta. Conform artikel 6.17 lid 2 van de Waterwet is het waterschap aangewezen als bevoegd gezag om de aanvraag in behandeling te nemen en hierover te beslissen. Rijkswaterstaat krijgt de gelegenheid advies te geven omtrent de aanvraag of het ontwerp van de op de aanvraag te nemen beschikking volgens het derde lid van artikel 6.17 Waterwet.

1.4 Aard van het project

Mepavex Logistics B.V. realiseert een nieuwe containerterminal genaamd Markiezaat Container Terminal (afgekort MCT) en een uitbreiding van de bedrijfslocaties 12-16 van Mepavex Logistics op het bedrijventerrein Noordland te Bergen op Zoom. Deze ontwikkelingen volgen uit de groeiende capaciteitsvraag. Om deze groeiende vraag te kunnen faciliteren is een uitbreiding van de havencapaciteit en faciliteiten noodzakelijk. Hierdoor kan de verwachte groei van bedrijvigheid en de bijbehorende vraag naar overslagcapaciteit opgevangen worden. Ook verminderen de hieruit voorvloeiende infrastructurele belemmeringen. De huidige Markiezaat Container Terminal in de Theodorushaven heeft de technisch maximale capaciteit bereikt. De beoogde buitenhaven dient ter vervanging en uitbreiding van de bestaande havencapaciteit en faciliteiten in de Theodorushaven.

In samenhang met de realisatie van de overslagcapaciteit wordt ook de opslagcapaciteit vergroot door de uitbreiding van de bestaande Noordland 12 locatie en de uitbreiding van Noordland 12 en 13 met nieuwbouw op locatie Noordland 14, 15 en 16. Dit alles leidt tot de inrichting bestaande uit Noordland 12, 13, 14, 15 en 16 en containerterminal MCT.

1.5 Ligging van de planlocatie

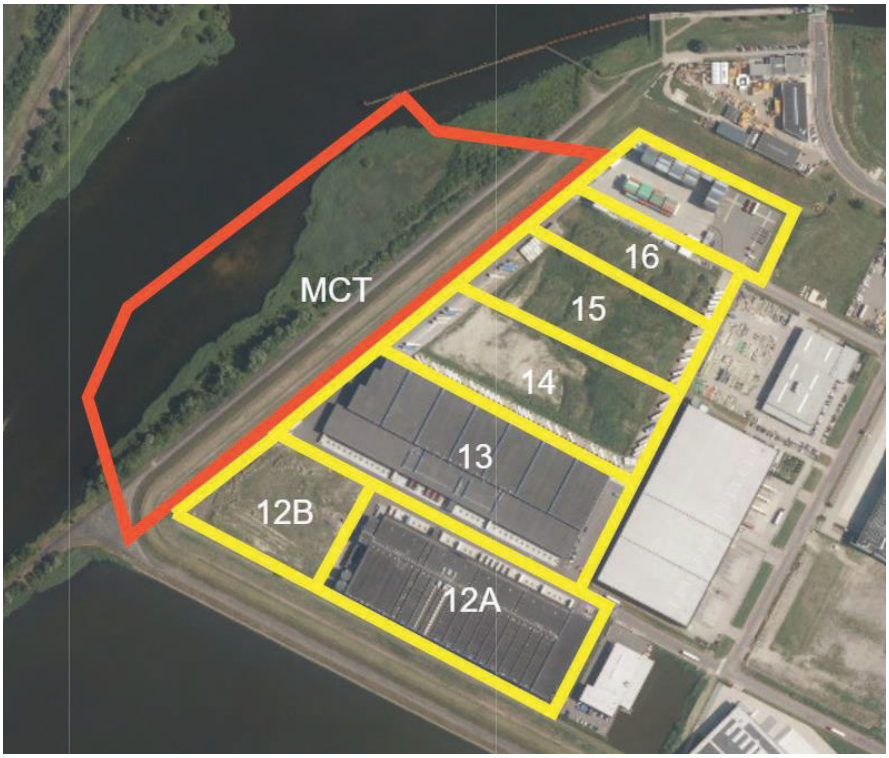
Het initiatief is om een containerterminal te bouwen langs de oever van het Bergsche Diep te Bergen op Zoom. De uitbreiding van opslaglocaties Noordland 12 t/m 16 vindt plaats op het naastgelegen

bedrijventerrein Noordland. Tussen de beoogde locatie van MCT en Noordland 12 tot en met 16 is een primaire waterkering, in beheer bij waterschap Brabantse Delta, gelegen. De doorgaande vaarroute in de huidige toegangsgeul tot de Theodorushaven blijft gehandhaafd. In afbeelding 1.1 en 1.2 is een indicatie van de locatie van het voornemen opgenomen.

Afbeelding 1.1 Globale ligging van project (met rood gemarkeerd)



Afbeelding 1.2 Locaties van Noordland 12 t/m 16 en MCT



1.6 Relatie met andere vergunningen

Naast deze watervergunning wordt ook een omgevingsvergunning voor de activiteiten milieu, bouwen, afwijken en uitrit aangevraagd. Deze activiteiten maken onderdeel uit van dezelfde integrale vergunningaanvraag. Deze aanvraag is ingediend bij de provincie Noord-Brabant.

Ten behoeve van deze aanvraag omgevingsvergunning is een milieueffectrapportage opgesteld. Voor de bouw van MCT en Noordland 12 t/m 16 wordt voldaan aan categorie C4 van het Besluit MER ('De aanleg, wijziging of uitbreiding van een haven voor de binnenscheepvaart'), waardoor een m.e.r.-plicht geldt. De activiteiten die vallen onder D25.1 ('De oprichting, wijziging of uitbreiding van een installatie bestemd voor de opslag van aardolie, petrochemische of chemische producten') worden ook in het MER opgenomen. Het MER wordt gelijktijdig ter inzage gelegd met het ontwerpbesluit voor de omgevingsvergunning bij de provincie Noord-Brabant.

In het kader van de Wet natuurbescherming is een aanvraag ontheffing voor verstoring van de wezel aangevraagd bij de provincie Noord-Brabant. Deze aanvraag is ingediend voorafgaand aan het indienen van de aanvraag omgevingsvergunning, waardoor geen sprake is van het aanhaken van deze procedure.

In het kader van de Wet natuurbescherming is een aanvraag voor een vergunning voor gebiedsbescherming ingediend bij de provincie Noord-Brabant. Deze aanvraag in ingediend voorafgaand aan het indienen van de aanvraag omgevingsvergunning, waardoor geen sprake is van het aanhaken van deze procedure.

Voor de aanleg van de terminal dient in het Bergsche Diep de waterbodem verlaagd te worden. Hiervoor wordt een ontgrondingenvergunning aangevraagd bij Rijkswaterstaat. Voor het deel wat in het droge oevergebied is gelegen, waarvoor de provincie Noord-Brabant bevoegd gezag is, is een vrijstelling van de vergunningplicht aan de orde.

1.7 Leeswijzer

In deze aanvraag wordt in hoofdstuk 2 het voornemen nader toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de effecten veroorzaakt door dit voornemen.

2

VOORGENOMEN ACTIVITEIT

2.1 Huidige situatie

Mepavex Logistics B.V. heeft momenteel de containerterminal in de Theodorushaven in gebruik, zie afbeelding 2.1 met rood gemarkeerd. Deze terminal beschikt over een kade van circa 110 m. De oppervlakte van de terminal is circa 1,9 hectare. Containers worden hier door middel van reachstackers van en op schepen geladen en tot zes hoog opgestapeld.

Daarnaast heeft Mepavex Logistics B.V. momenteel Noordland 12 (met blauw gemarkeerd) en Noordland 13 (met paars gemarkeerd) in gebruik, zie afbeelding 2.1. Noordland 12, in het nieuwe plan 12A geheten, bestaat uit 8 opslaghallen en 4 expeditieruimten, bestemd voor de (tijdelijke) opslag van stoffen, waaronder gevaarlijke stoffen. Noordland 12A kent een beschermingsniveau 1. Verder bestaat Noordland 12A uit een palletopslag, acculaadruimte, kantoor, kantine, twee technische ruimten en sanitaire voorzieningen. Noordland 13 bestaat uit 7 opslaghallen en 3 expeditieruimten, eveneens bestemd voor de (tijdelijke) opslag van stoffen, waaronder gevaarlijke stoffen. Noordland 13 kent een beschermingsniveau 3. Verder bestaat Noordland 13 uit acculaad- en technische ruimten, een kantoor en kantine.

Afbeelding 2.1 Overzicht van bestaande locaties (rood: Theodorushaven containerterminal) (paars: Noorland 13) (blauw: Noordland 12A)

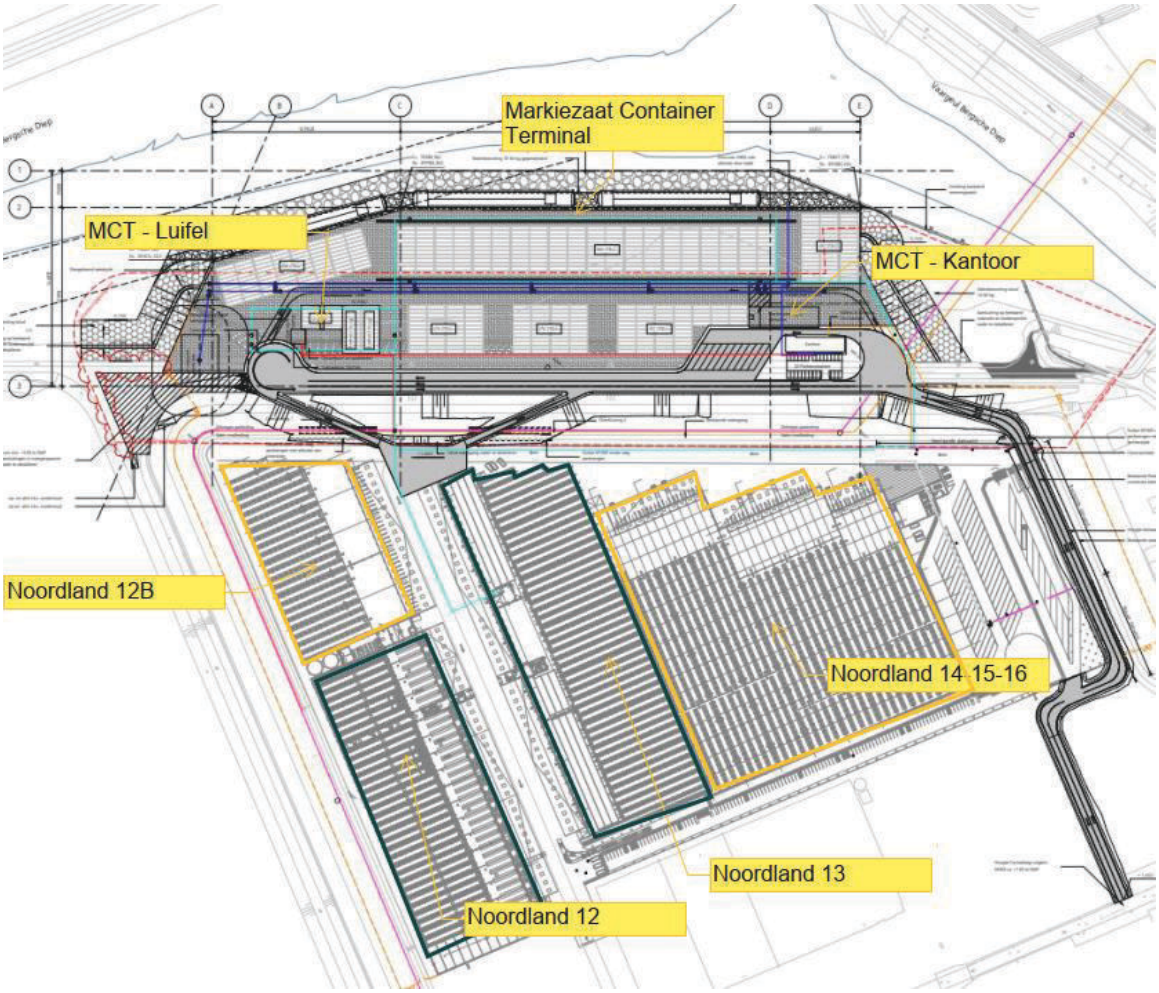


2.2 Toekomstige situatie

De nieuwe MCT is een terminal buiten de Theodorushaven met een kadelengte van circa 440 m. Een ontwerptekening van de gewenste situatie van Noordland 12A, 12B, 13, 14, 15 en 16 en MCT is te zien in afbeelding 2.2. Een meer gedetailleerd ontwerp is terug te vinden in Bijlage I. Onderdeel van de terminal vormen twee kranen die de containerschepen kunnen laden en lossen. De bouwhoogte van de terminal

(portaalkranen) is 40 m. Jaarlijks worden maximaal 165.000 containers (TEU) via de terminal overgeslagen. De opslagcapaciteit van de terminal is in totaal 2706 containers waarvan maximaal 2595 ADR containers. De inrichting is 7 dagen per week en 24 uur per dag in werking. Verwacht wordt dat gemiddeld 3 schepen per dag arriveren.

Afbeelding 2.2 Bovenaanzicht ontwerp Noordland 12 t/m 16 & Markiezaat Container Terminal. Voor meer detail, zie Bijlage I



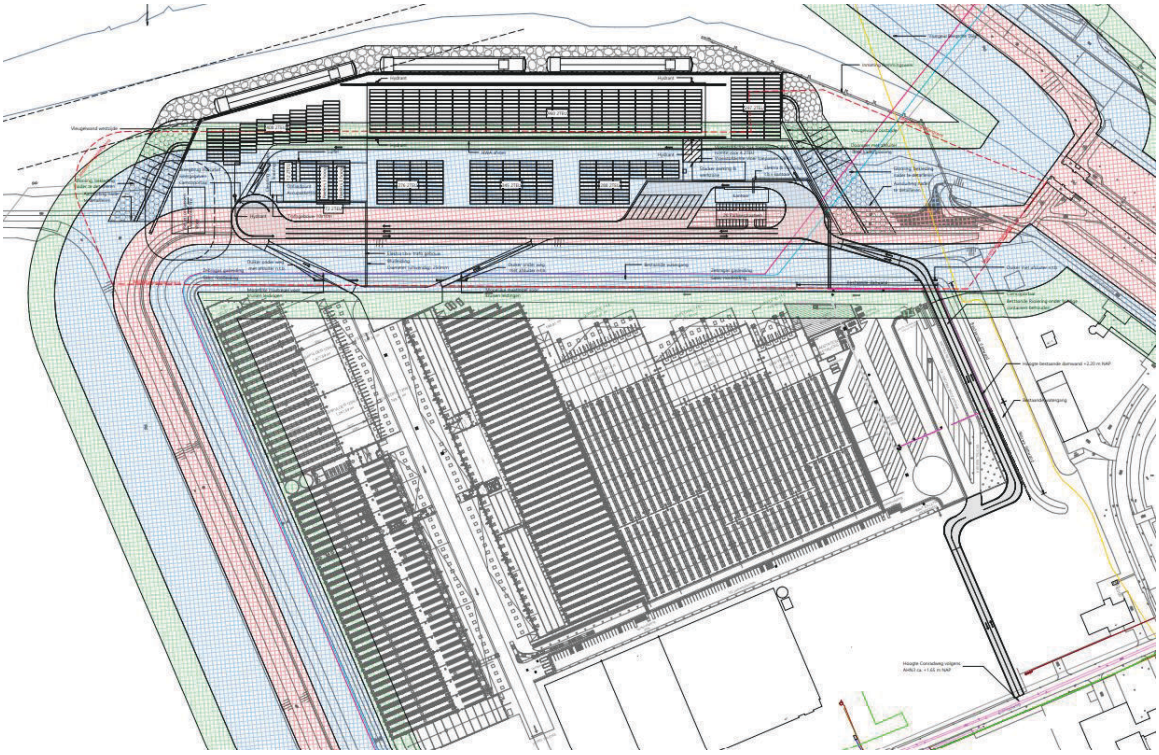
2.3 Waterstaatskundige situatie

Op de locatie van de voorgenomen activiteiten zijn diverse waterstaatswerken aanwezig in beheer van waterschap Brabantse Delta en Rijkswaterstaat. In afbeelding 2.3 is een uitsnede van de vastgestelde legger van waterschap Brabantse Delta ter plekke van de projectlocatie opgenomen. De Waterstaatswerken in beheer bij het waterschap bestaan uit de volgende onderdelen:

- een primaire waterkering (inclusief beschermingszone A en beschermingszone B);
- een categorie-A waterloop.

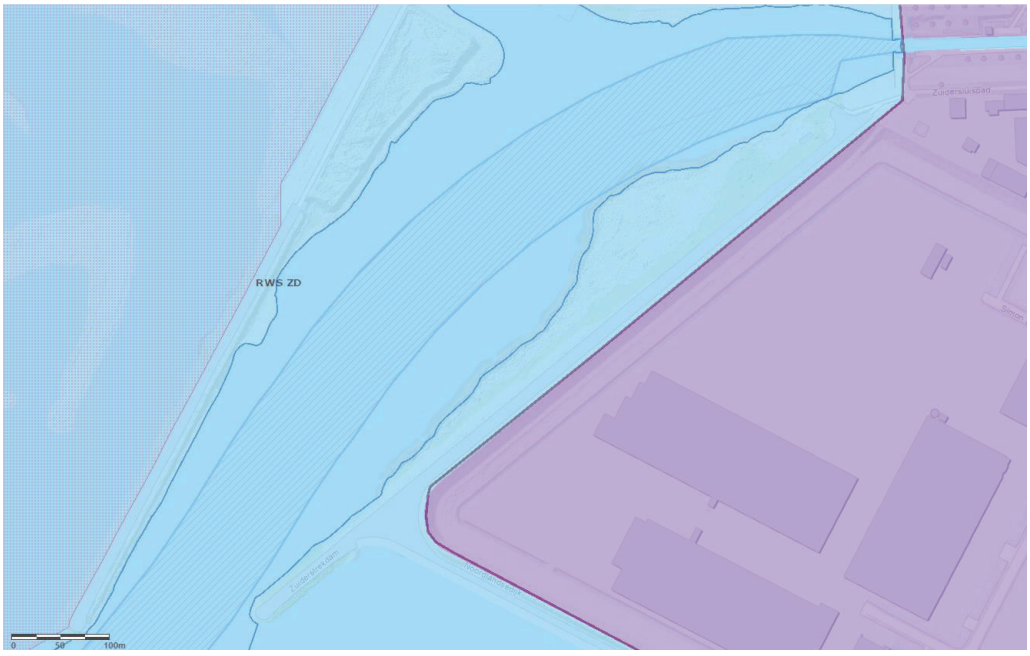
Afbeelding 2.3 geeft in rood weergegeven de kernzone van de primaire kering, in blauw weergegeven beschermingszone A van de kering en in groen weergegeven de beschermingszone B van de kering. De categorie-A waterloop ligt in de beschermingszone A, in het blauw, aan de binnenzijde van de kering.

Afbeelding 2.3 Uitsnede van de huidige legger van Waterschap Brabantse Delta met het ontwerp van de containerterminal



In afbeelding 2.4 is een uitsnede van de vastgestelde legger van Rijkswaterstaat ter plekke van de projectlocatie opgenomen. De waterstaatswerken Rijkswaterstaat bestaan uit:
- het oppervlaktewater in waterstaatkundigbeheer van Rijkswaterstaat (in blauw weergegeven);
- de genormeerde bodem van de Rijksvaarweg (zie blauw gestreepte zone).

Afbeelding 2.4 Uitsnede van de legger van Rijkswaterstaat



2.4 Beschrijving voorgenomen activiteiten

De voorgenomen activiteit voor de realisatie van Noordland 12 tot en met 16 en MCT bestaat uit de volgende deelactiviteiten[1] relevant voor deze aanvraag watervergunning:

1 realisatie van MCT in het Bergsche Diep hetgeen beheersgebied van Rijkswaterstaat is;
2 realisatie en gebruik MCT met de wegverbindingen naar Noordland 12 tot en met 16 en de nieuwe bouwwerken in Noordland 12B, 14, 15 en 16 ter plekke van de beschermingszone A en B van de primaire kering en oppervlaktewater;
3 aanleg kabels en leidingen door primaire kering en categorie A waterloop;
4 aanleg van verhardingen ter plekke van de categorie A waterloop door middel van dammen met duikers;
5 aanleg van overkluizingen ter plekke van de categorie A waterloop ten behoeve van de bescherming van de aanwezige gas- en rioolleiding;
6 het lozen van afstromend hemelwater van de buitendijks gelegen containerterminal, zowel verhard oppervlak als bodembeschermende voorzieningen, op het Bergsche Diep;
7 het lozen van hemelwater op oppervlaktewater afkomstig, zowel verharde oppervlak als bodembeschermende voorzieningen in de laadkuilen van Noordland 12 tot en met 16;
8 het werken in het stormseizoen ten behoeve van de aanleg van de containerterminal, de weginfrastructuur en de objecten in de beschermingszone van Noordland 12 tot en met 16;
9 afmeren van schepen in de zuidoostelijke vrijwaringszone van het Bergsche Diep;
10 aanbrengen hekwerken in de beschermingszone en het waterstaatswerk;
11 aanbrengen glooiingen en steenbekleding in de beschermingszone en het waterstaatswerk van de primaire waterkering;
12 aanleg Noordland 12B en de luifel bij Noordland 16 in de beschermingszone van de primaire waterkering.

De genoemde voorgenomen activiteiten worden hieronder nader toegelicht.

1. Realisatie MCT in Bergsche Diep

De nieuwe containerterminal wordt gerealiseerd in het Bergsche Diep hetgeen behoort tot het beheersgebied van Rijkswaterstaat. Een deel van de terminal is gelegen op de primaire waterkering, een deel op het droge oever gebied en voor een deel wordt oppervlaktewater gedempt. De nieuwe MCT is een terminal buiten de Theodorushaven met een lengte van circa 440 m en een breedte van circa 115 m. Een ontwerptekening van de gewenste situatie is te zien in afbeelding 2.2. Voor de kade van de terminal wordt een bodembescherming gerealiseerd bestaande uit (gepenetreerd) breuksteen met een omvang van 440 m lengte en 25 m breedte, voor het ontwerp hiervan, zie bijlage VII. Voor de aanleg van de terminal wordt circa 50.000 m^3 baggerspecie verwijderd. Daarnaast bevatten de werkzaamheden van de realisatie van de Markiezaat Container Terminal ook het bouwrijpmaken (zie bijlage VIII), het aanbrengen van een kademuur (zie bijlage IX) en het aanbrengen van een kraanbaanfundering (zie bijlage X).

2. Realisatie en gebruik MCT en Noordland 12-16 in relatie tot primaire kering en oppervlaktewater

De terminal is gelegen deels in de kernzone en deels in beschermingszone. In de kernzone is de wegenstructuur op het terminalterrein gelegen. Tevens zijn de drie op- en afritten gelegen in de kernzone en beschermingszone A. Eén verbinding is de hoofdontsluiting aan de noordoostelijke zijde van het terminalterrein, waarop al het vrachtverkeer van derden het terrein op komt en verlaat. Daarnaast zijn nog twee wegen aangelegd die het terminalterrein met Noordland 12-16 verbindt. Deze wegen worden vooral voor intern transport gebruikt. Noordland 12B, 14, 15 en 16 vallen deels binnen de buitenste beschermingszone (beschermingszone B) van de kering. Lichtmasten en lantaarnpalen zijn voorzien op het terrein en langs de wegen.

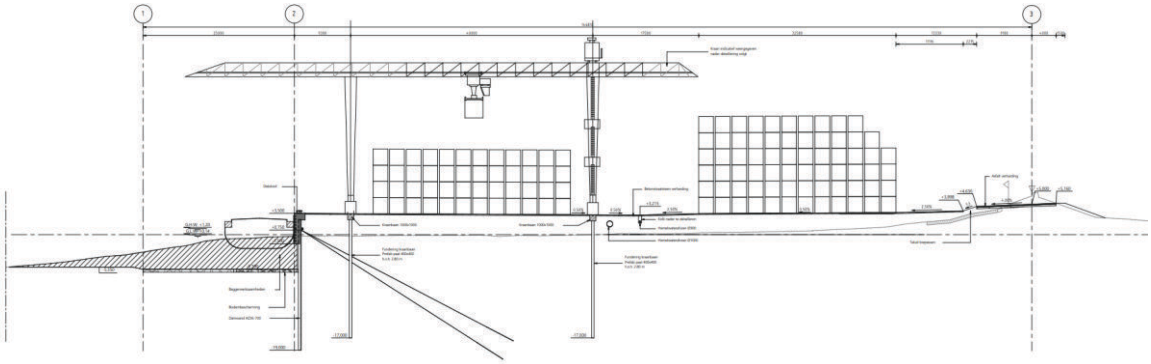
Buiten de kernzone staat de opslag van containers die onder de kraan tot 4 hoog worden gestapeld en buiten de kraan tot 6 hoog (met de laatste twee stapels in een rij aflopend naar 5 hoog en 4 hoog). Op de terminal staan ook twee kranen die de containerschepen kunnen laden en lossen. De kranen bewegen over twee kraanbanen die 40 m uit elkaar liggen. Deze kraanbanen (incl. fundering) zijn gelegen buiten de

kernzone van de primaire kering, maar binnen de beschermingszone B. Voor het ontwerp van de kraanbanen inclusief fundering, zie bijlage X. Naast de kranen zijn ook nog een bedrijfsgebouw aanwezig en een tankplaats. Deze zijn gelegen buiten de kernzone van de waterkering. Daarnaast wordt riolering tezamen met andere kabels en leidingen door de kering aangelegd.

De hoogte van het terminalterrein aan de kademuur is NAP +3,5 m en loopt onder een helling naar de huidige primaire kering met een hoogte van NAP +5,0 m. De terminal wordt aangelegd buiten de vrijwaringszone van de genormeerde vaarweg.

In afbeelding 2.5 is de dwarsdoorsnede van het terrein weergegeven. Deze tekening is tevens terug te vinden in bijlage I van deze aanvraag.

Afbeelding 2.5 Dwarsdoorsnede van het terrein



Op het Noordland terrein worden de magazijnen 12B, 14, 15 en 16 gerealiseerd in de beschermingszone B van de waterkering. De ligging van de gebouwen ten opzichte van de beschermingszone is opgenomen in afbeelding 2.3 en in bijlage II.

3. Aanleg kabels en leidingen door de primaire kering en categorie A waterloop

Om de activiteiten op de MCT mogelijk te maken zijn diverse kabel- en leidingverbindingen van Noordland 12-16 naar de MCT noodzakelijk. Hierbij gaat het om elektriciteitskabels, drinkwaterleidingen, bluswaterleidingen en afvalwaterleidingen. Deze kabels- en leidingen kruisen de primaire waterkering en categorie A waterloop op twee plekken. Deze leidingen worden middels een open ontgraving aangelegd conform NEN 3650, 3651 en de beleidsregels uit de Keur van het Waterschap Brabantse Delta.

De maatgevende leiding is hier de bluswaterleiding. Hier staat relatief gezien de meeste druk op en deze is maatgevend voor de doorsnede met de waterkering. De bluswaterleiding betreft een leiding van het materiaal HDPE en een uitwendige diameter van 250 mm. Op basis van de erosiekraterberekening wordt een afsluiter geplaatst op circa 22 m binnenwaarts van de binnenkruin van de waterkering en op circa 15 m buitenwaarts van de zonering waterstaatswerk. Hierbij is gekozen om geen aanvullende vervangende waterkering te ontwerpen, omdat een eventuele lekkage niet leidt tot het falen van de kade door het grote aanwezige voorland. Voor meer details over (het ontwerp van) de hydrantenleiding wordt er verwezen naar Bijlage V.

4. Aanleg van dammen en duikers ter plekke van beschermingszone categorie A waterloop

Voor de bereikbaarheid van de terminal voor wegverkeer worden wegverbindingen aangelegd over de primaire kering en over de categorie A watergang. Daar waar deze verbindingen zijn gelegen ter plekke van de categorie A waterloop wordt een dam met duiker aangelegd. Aan de noordoost zijde gaat het om een dam met duiker van diameter 1.000 mm en lengte ongeveer circa 12 m. Aan de zuidwest zijde gaat het om twee dam+duiker-combinaties van diameter 1.000 mm en elk een lengte van circa 60 m. De duiker aan de noordoostzijde bevat één afsluiter aan de noordoostkant. De meest zuidwest gelegen duiker bevat één afsluiter aan de zuidwest kant.

5. Aanleg van overkluizingen ten behoeve van de bescherming van de aanwezige gas- en rioolleiding

Voor de bereikbaarheid van de terminal voor wegverkeer worden wegverbindingen aangelegd over de primaire waterkering en over de categorie A watergang. Parallel aan de categorie A watergang liggen een gasleiding en een rioolleiding. Deze leidingen worden ontlast van de belastingen komende uit de wegverbindingen middels overkluizingen. De overkluizingen bestaan uit een set damwanden met een betonnen deksloof over een lengte van 60 m. Voor meer details over het ontwerp wordt er verwezen naar Bijlage IV.

6. Lozen afstromend hemelwater vanaf verhard oppervlakte van MCT

Het terrein van MCT wordt voorzien van een klinkerverharding en wegen zijn voorzien van asfalt. Deze verharding is gelegen onder afschot naar een centraal gelegen hemelwaterafvoerriolering. Het stelsel bestaat uit meerdere putten met bij iedere put een oliebezinkafscheider (OBAS). Deze komt uit op een tussengelegen leiding van circa 400 m lengte. Het hemelwater van het bedrijfsgebouw is zonder OBAS aangesloten op de centrale leiding. Deze centrale hemelwaterafvoerriolering loost aan de noordzijde van de terminal het water op het Bergsche Diep.

Ook zijn op het terrein drie bodembeschermende voorzieningen aanwezig, te weten een calamiteitenplaats, tankplaats en een locatie voor het be- en ontgassen van containers. Op de calamiteitenplaats worden containers geplaatst waar sprake is van lekkage. Op de tankplaats tanken de reachstackers. Zij dragen zorg voor het oppakken en verplaatsen van de containers op het terrein, naast de kraan. Deze bodembeschermende voorzieningen zijn aangesloten op een aparte oliebezinkafscheider (OBAS). Na het passeren van het hemelwater door deze afscheider wordt het water via de hemelwaterafvoerriolering geloosd op het oppervlaktewater. De OBAS wordt minimaal jaarlijks gereinigd en indien nodig vaker.

Het vuilwater van het bedrijfsgebouw wordt aangesloten op de riolering die afvoert naar Noordland 12-16 en vervolgens is aangesloten op de gemeente riolering.

In geval van lekkages en spills op de bodembeschermende voorzieningen kan de afvoer naar de hemelwaterafvoerriolering worden dichtgezet. Het vervuilde water verzamelt in het hemelwaterafvoerstelsel en kan vanuit daar apart afgevoerd worden naar een erkende verwerker. Daarnaast is ook absorberende middelen aanwezig zijn binnen de inrichtingen, zowel op MCT als bij de Noordland locaties.

Bij een lekkende container wordt deze container zo spoedig mogelijk op de calamiteitenplaats gezet. De lekkage kan dan gecontroleerd worden opgevangen. Bij grote calamiteiten op de terminal is het mogelijk om de gehele hemelafvoerleiding dicht te zetten, zodat geen lozing op het oppervlaktewater plaatsvindt. Het water wordt dan opgevangen in het hemelwaterafvoerstelsel en kan vanuit daar apart afgevoerd worden naar een erkende verwerker.

Voor het ontwerp van het hemelwaterafvoerstelsel zie bijlage I en bijlage VI.

7. Lozen afstromend hemelwater vanaf verhard oppervlakte Noordland 12-16

Hemelwaterafvoer van de daken gaat rechtstreeks naar de categorie A watergang in beheer bij het waterschap. Voor Noordland 12A en 13 vindt dit nu al zo plaats.

Het terrein van Noordland 12, 13, 14, 15 en 16 is voorzien van een asfaltverharding. Deze verharding is gelegen onder afschot naar een hemelwaterriolering. Deze hemelwaterriolering wordt geloosd via een OBAS op de categorie A watergang in beheer bij het waterschap. Voor Noordland 12A en 13 is dit nu ook al reeds aangelegd en vergund. De lozingspunten op de categorie A watergang dienen een afsluiter te bevatten.

Op het terrein zijn de laadkuilen van Noordland 12 tot en met 16 aangemerkt als bodembeschermende voorzieningen. Het hemelwater dat in de laadkuilen terecht komt, wordt middels een opvoerpomp geloosd via een OBAS op de categorie A waterloop. Voor Noordland 12A en 13 is dit nu ook al reeds aangelegd en vergund.

In geval lekkages en spills op deze bodembeschermende voorzieningen kan de opvoerpomp uitgeschakeld worden. Het vervuilde water verzamelt zich in de laadkuil en kan apart afgevoerd worden naar een erkende verwerker.

Bij de verschillende locaties achter de OBAS kan in de put die er achter zit een balg geplaatst worden om lozing op de categorie A watergang tegen te gaan in geval van een calamiteit.

De categorie A watergang kan op twee plaatsen afgesloten worden door balken in een dam te plaatsen. Een dam zit bij het begin van Noordland 12 en de andere dam zit bij de nieuwe entree van MCT.

Voor het ontwerp van de hemelwaterafvoer, zie bijlage I en bijlage VI.

8. Aanlegwerkzaamheden in het stormseizoen

Voor de aanleg van de terminal en de weginfrastructuur dienen grondwerkzaamheden plaats te vinden. Gezien de aanlegduur van twee jaar is het wenselijk dat de werkzaamheden ook gedurende het stormseizoen kunnen plaatsvinden. De werkzaamheden voor het realiseren van de terminal bestaan onder meer uit:

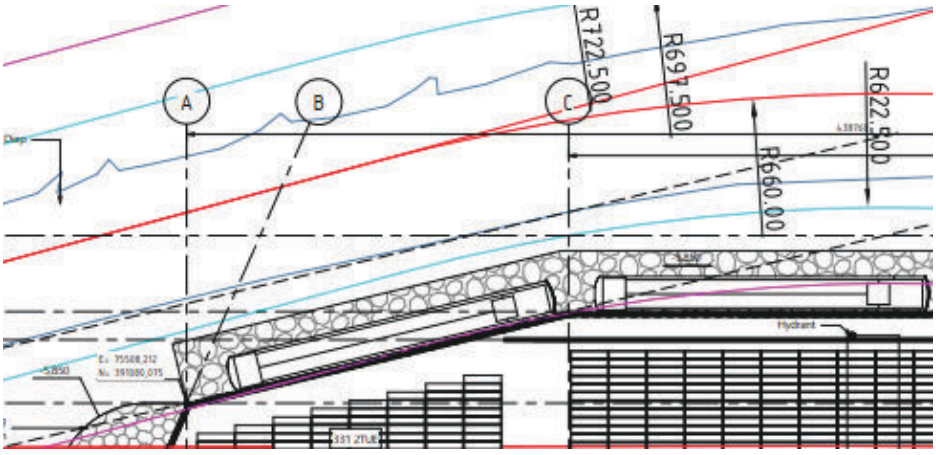
- aanbrengen kademuurconstructie inclusief verankeringen;
- baggeren aan de binnen- en buitenzijde van de kademuur en verwijderen vegetatie;
- aanvullen van grond aan binnenzijde kademuur;
- verwijderen huidige asfaltbekleding en aanwezige muraltmuur op de kering;
- aanbrengen kraanbaan inclusief fundaties en aanleggen stelsel hemelwaterafvoer;
- aanbrengen kabels en leidingen;
- aanbrengen diverse verhardingen.

Door het aanbrengen van de eerste kademuur en het aanvullen met grond is de waterveiligheid geborgd voordat de huidige kering deels wordt afgegraven en de kabels en leidingen worden aangebracht. Ten tijde van de realisatie wordt aan het waterschap een hoogwateractieplan overlegd zodra de daadwerkelijke uitvoeringswijze bekend is. Pas na goedkeuring van dit plan door het waterschap wordt gestart met de werkzaamheden in het keurgebied van de kering.

9. Afmeren van schepen in de vrijwaringszone van de vaargeul van het Bergsche Diep

Aan de kade van de terminal kunnen drie schepen afmeren. Een deel van deze schepen ligt in de vrijwarings-zone (paarse lijn) van de vaargeul van het Bergsche Diep, zie afbeelding 2.6. De vaargeul verbindt de Theodorushaven en het Schelde - Rijnkanaal met elkaar.

Afbeelding 2.6 Vaargeul van het Bergsche Diep



10. Plaatsen van hekwerken in de beschermingszone en in de zone waterstaatswerk

Om het terrein af te kunnen sluiten worden hekwerken geplaatst op de primaire kering. Deze hekwerken dienen als doel om passanten buiten het terrein te houden, maar bieden tegelijkertijd poorten om het beheer en onderhoud van de kering te kunnen blijven uitvoeren. De locatie van de hekwerken is weergegeven in bijlage I.

11. Aanbrengen glooiingen in de beschermingszone van de primaire waterkering

Op de kopse kanten van de terminal worden glooiingen gerealiseerd tegen de terminal en de huidige waterkering aan. Deze glooiingen hebben een talud van 1:3. Voor de zuidwestelijke zijde bestaat de bekleding uit een breuksteen gradering van 60-300 kg aangebracht op een geotextiel, een filterlaag van 0,20 m en een laagdikte van 0,85 m. Voor de noordoostelijke zijde bestaat de bekleding uit een breuksteen gradering van 10-60 kg aangebracht op een geotextiel en een laagdikte van 0,50 m. Meer ontwerpdetails zijn te vinden in bijlage VII.

12. Aanleg van Noordland 12B en luifel bij Noordland 14-15-16 in de beschermingszone

Op basis van afbeelding 2.3 is op te maken dat een gedeelte van Noordland 12B en de luifel van de laadkuilen van Noordland 14-15-16 in de beschermingszone van de primaire waterkering worden aangelegd. De aanleg van deze onderdelen wordt uitgevoerd zonder een afdichtende laag te plaatsen, door de benodigde palen trillingsvrij aan te brengen en geen palen met een verzwaarde voet toe te passen. De fundering van deze onderdelen wordt gelijk aan Noordland 13 middels een palenmatras en funderingspalen uitgevoerd.

3

EFFECTEN

In dit hoofdstuk worden de effecten van de aanleg en gebruik van de voorgenomen activiteiten beschouwd. De effecten die achtereenvolgens beschouwd worden, zijn de effecten op:
- bergend vermogen en lozing van beheersgebied Rijkswaterstaat;
- waterveiligheid van de primaire waterkering en beschermingszone A en B;
- categorie-A watergang;
- scheepvaart.

In bijlage II is de volledige onderbouwing waterveiligheid opgenomen.

3.1 Bergend vermogen en lozing beheersgebied Rijkswaterstaat

Door de aanleg van de containerterminal wordt 56.420 m^2 oppervlaktewater gedempt. Door het toevoegen van de terminal wordt ook het afvloeiend hemelwater geloosd op het Bergsche Diep. De verwachting is dat dit ongeveer 45.136 m^3 (56.420 m^2 * 0,8 l/m^2/jaar) per jaar is. Deze hoeveelheid vormt geen knelpunt voor het ontvangende oppervlaktewater en is tevens eenzelfde hoeveelheid die in de huidige situatie ook in dit buitendijksgebied valt.

Bij een spill of calamiteit op een bodembeschermende voorziening is voorzien in een protocol, dat zorgdraagt dat geen vervuiling in het oppervlaktewater komt. Dit wordt dan afgevoerd naar een erkende verwerker.

3.2 Waterveiligheid primaire waterkering

In deze paragraaf is het effect van MCT op de veiligheid van de primaire waterkering beschreven. De relevante faalmechanismen zijn beschouwd in paragrafen 3.2.1 tot en met 3.2.6. Deze paragraaf bevat een globale beschouwing van de verschillende faalmechanismen. Een gedetailleerde onderbouwing voor de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit is opgenomen in bijlage II van deze aanvraag. Voor de faalmechanismen macrostabiliteit buitenwaarts, bekledingen, waterveiligheid bij op- en afritten en niet waterkerende objecten is kwalitatieve beschouwing in deze aanvraag opgenomen.

Daarnaast worden de gebouwen Noordland 12B, 14, 15 en 16 gebouwd enkel in de beschermingszone B van de waterkering. Door het realiseren van deze bouwwerken vindt geen verslechtering van de waterkering plaats, waardoor in onderstaande paragrafen daar geen nadere analyse op is uitgevoerd.

3.2.1 Hoogte

De primaire waterkering waar de MCT wordt aangelegd was vroeger een oude zeedijk. Door verschillende ingrepen in het watersysteem, onder meer de Deltawerken, is de dijk nu hierdoor hoger dan benodigd. Om deze reden is in het ontwerp de kruinhoogte verlaagd tot NAP +5,0 m. Hiermee wordt voldaan aan de drie gestelde eisen door Waterschap Brabantse Delta:

1 de kruinhoogte mag niet verder worden verlaagd dan NAP +5,0 m. De bovenkant van de verharding van de weg over de kruin mag als kruinhoogte worden beschouwd;
2 de kruinhoogte moet hoger zijn dan het afgeleide hydraulische belastingniveau voor zichtjaar 2125 bij de aangescherpte norm. Dit is in het ondersteunend document ten behoeve van de watervergunningsaanvraag (zie Bijlage II) afgeleid op NAP +4,12 m;
3 de kruinhoogte moet hoger zijn dan het afgeleide hydraulische belastingniveau voor zichtjaar 2125 bij de conditionele norm. Dit is in het ondersteunend document ten behoeve van de watervergunningsaanvraag (zie Bijlage II) afgeleid op NAP +4,56 m.

Aan de gestelde eisen wordt voldaan. Ter hoogte van de terminal wordt de kruin verlaagd. Deze kruinverlaging loopt bij de kopse kanten van de terminal over in de huidige dijkhoogte. Deze overgang in kruinhoogte, in combinatie met de aansluiting van de nieuwe glooiingen, wordt op dusdanige wijze gerealiseerd dat de ook op de overgangslocaties de kruin voldoende hoog is. Daarnaast wordt eventuele bodemdaling, en daarmee daling van de kruin van de waterkering, opgevangen tijdens de toekomstige herstelwerkzaamheden van de weg.

3.2.2 Piping

Het faalmechanisme piping wordt veroorzaakt door stroming van water door de ondergrond ten gevolge van het waterstandsverschil tussen buitenwater enerzijds en polderpeil binnendijks. Dit stromende grondwater kan tot erosie van gronddeeltjes leiden. Deze erosie leidt tot reductie van de grondstabiliteit met mogelijk consequenties voor de veiligheid van het achter de waterkering liggende gebied.

Onderdeel van piping is het deelfaalmechanisme terugschrijdende erosie. Hierbij worden de gronddeeltjes meegevoerd en uitgespoeld, hierdoor vormt zich onder de dijk een open kanaal (‘pipe’). Deze pipes kunnen ontstaan in zandpakketten die ingesloten zijn tussen cohesieve (klei of veen) lagen. De grondopbouw op de locatie van de MCT bevat slappe lagen en ingesloten zandpakketten.

Wel kan worden gesteld dat de nieuwe situatie een verbetering is ten opzichte van de oude situatie, doordat een hoog voorland (terminalterrein) komt te liggen. De waterstand bij norm (NAP +3,1 m) is lager dan de hoogte van de nieuwe kademuur (NAP +3,5 m). Het intredepunt voor piping komt hiermee op grotere afstand van de dijk te liggen in de nieuwe situatie, de aanwezige kwelweglengte wordt hierdoor verlengd. De kans op piping is hiermee lager en is het effect van het faalmechanisme piping op de waterveiligheid lager.

Indien in de toekomst een maatregel nodig is om piping te voorkomen, is hier net als in de huidige situatie ruimte voor een ruimtebesparende maatregel (verticale oplossing) aan de binnenzijde (tussen dijk en sloot).

3.2.3 Macrostabiliteit binnenwaarts

Het afschuiven van een grondmoot aan de binnenzijde van de dijk is een mogelijk bezwijkmechanisme voor de dijk. De oorzaak van macro-instabiliteit is een verlies van evenwicht van een grondmassa doordat het aandrijvende gewicht groter wordt dan het tegenwerkende gewicht.

Voor de aanleg van MCT geldt dat in de nieuwe situatie de kruin circa 1 tot 1,5 m verlaagd wordt. Als gevolg kan worden gesteld, dat door de afname in hoogte het aandrijvende gewicht afneemt en de stabiliteit verhoogd. Tegelijkertijd wordt een weg aangelegd op de kruin, om deze reden moet rekening gehouden worden met een verkeersbelasting. Hierdoor neemt het aandrijvende gewicht toe en de stabiliteit wordt verlaagd. De aanleg van de MCT leidt dus tot een positief en negatief effect voor macrostabiliteit binnenwaarts.

Om deze effecten te kwantificeren is de binnenwaartse macrostabiliteit beschouwd middels een stabiliteitsberekening. Uit deze berekening blijkt dat in de huidige situatie de waterkering voldoet aan de

eisen voor macrostabiliteit binnenwaarts. In de nieuwe situatie voldoet de waterkering ook aan de eisen voor macrostabiliteit binnenwaarts. Gesteld kan worden dat de invloed van macrostabiliteit binnenwaarts op de waterveiligheid kleiner wordt door de aanleg van de containerterminal, de situatie verbetert dus op dit punt.

3.2.4 Macrostabiliteit buitenwaarts

Het afschuiven van een grondmoot aan de buitenzijde van de dijk is een mogelijk bezwijkmechanisme voor de waterkering. De oorzaak van macro-instabiliteit is een verlies van evenwicht van een grondmassa door dat het aandrijvende gewicht groter wordt dan het tegenwerkende gewicht. Door de aanleg van de MCT komt de buitenzijde ver van de huidige kering te liggen. Om deze reden is het faalmechanisme macrostabiliteit buitenwaarts als niet relevant beschouwd voor deze waterkering. Dit is door de aanwezigheid van een voorland (de containerterminal) van circa 115 m dat op hetzelfde niveau ligt als de kruinhoogte en onder een flauwe helling verloopt naar een kademuur met hoogte NAP +3,5 m.

3.2.5 Microstabiliteit

Micro-instabiliteit betreft het verlies van stabiliteit van grondlagen met zeer beperkte dikte aan het oppervlak van het binnentalud onder invloed van grondwater dat door het grondlichaam stroomt. Het toetsspoor microstabiliteit betreft dus het controleren of micro-instabiliteit binnen de duur van een hoogwater kan leiden tot kruinverlaging.

Micro-instabiliteit kan plaatsvinden als een langdurig hoogwater kan leiden tot hoge freatisch lijn in de dijkkern (tot aan het binnentalud). In de huidige situatie is de kering smal en bestaan uit een zandkern. Een zanddijk is gevoelig voor het faalmechanisme microstabiliteit. Daarnaast is onbekend of de binnenteen voldoende gedraineerd is om micro-instabiliteit te voorkomen in de huidige situatie. In de nieuwe situatie wordt een hoog voorland (MCT) gecreëerd met zand en om dezelfde argumenten kan niet worden gesteld of in deze situatie micro-instabiliteit wel of niet kan voorkomen.

Om deze reden is middels een berekening in de waterveiligheidsbeschouwing bepaald dat microstabiliteit niet kan plaatsvinden. Het lange en hoge voorland zorgt er voor dat ook tijdens een langdurig hoogwater niet voldoende water kan indringen om micro-instabiliteit te laten plaatsvinden. De nieuwe situatie verbeterd de waterkerende functie van de waterkering.

3.2.6 Bekledingen

In de nieuwe situatie blijft het binnentalud uit grasbekleding bestaan. De kruin en het opgehoogde voorland worden van een verharding voorzien. De hydraulische belastingenniveau zijn afgeleid voor een overslagdebiet van 0,1 l/m/s. Voor zichtjaar 2075 (zichtperiode voor ontwerp van bekledingen is 50 jaar) is het HBN +2,84 m voor een aangescherpte norm van 1/1.000 jaar. Dit niveau is substantieel lager dan de kademuurhoogte van NAP +3,5 m. Hierdoor is de faalkans van de bekledingen als niet relevant beschouwd voor de waterveiligheid van de waterkering.

3.2.7 Waterveiligheid bij de op- en afritten

Ten opzichte van de huidige situatie zullen er drie op- en afritten gecreëerd worden aan de binnenzijde van de waterkering. De invloed van deze op- en afritten op de verschillende faalmechanismen is hieronder opgesomd:

- hoogte: de kruinhoogte verandert niet door de aanleg van op- en afritten. Door de aanwezigheid van deze op- en afritten en de weg op de kruin zal door wegherstelwerkzaamheden de hoogte actief gemonitord worden;

- piping: door het verflauwen van de binnentaluds voor de op- en afritten zal een mogelijk uittredepunt voor piping lokaal verder naar het achterland verplaatsen. Hiermee neemt de aanwezige kwelweglengte toe en het verval af. Dit heeft een positieve invloed op het faalmechanisme piping;
- macrostabiliteit binnenwaarts: door het verflauwen van de binnentaluds voor de op- en afritten neemt de binnenwaartse stabiliteit toe (tegenwerkend gewicht neemt toe);
- macrostabiliteit buitenwaarts: de aanleg van de op- en afritten op het binnentalud heeft geen invloed op het faalmechanisme buitenwaartse macrostabiliteit;
- microstabiliteit: door het verflauwen van de binnentaluds voor de op- en afritten is het mogelijk dat de binnentaluds flauwer worden dan 1V:5H en dan kan micro-instabiliteit niet optreden op basis van de Schematiseringshandleiding Microstabiliteit. Tegelijkertijd kan door het hoge voorland het water niet ver genoeg indringen om van invloed te zijn;
- bekledingen: naast de opritten loopt de rijbaan over van de verharding in een grasbekleding. Dit verloop moet ervoor zorgen dat vrachtwagens die een bocht te scherp of ruim aansnijden de grasbekleding niet kapot maken.

3.2.8 Niet Waterkerende Objecten (NWO)

In deze paragraaf is de invloed van NWO's op de veiligheid van de waterkering beschouwd. De volgende NWO's zijn van toepassing:
- bebouwing;
- bestaande kabels, leidingen;
- nieuwe kabels en leidingen.

Bebouwing
Op de terminal komt een kantoorgebouw, kranen en een luifel te staan. Deze drie bebouwingselementen komen op grondverdringende palen te staan. De fundering van deze bebouwing blijft buiten de kernzone van de waterkering. Deze bebouwing is niet van invloed op de waterveiligheid van de waterkering.

Bestaande kabels en leidingen
Onder de projectlocatie lopen twee leidingstroken (zie afbeelding 3.1) waarin de volgende leidingen zijn gelegen:
- ter plekke van het voorland een Air Liquide stikstofleiding;
- in de binnenteen van de kering een combinatie van een Zebragas gasleiding en Sabic Rioolleiding.

De Air Liquide leiding is een stikstofleiding die buiten gebruik is gesteld, maar nog wel aanwezig is en wordt verwijderd tijdens de aanleg van de terminal.

De leidingen die zijn gelegen in de binnenteen van de kering blijven behouden. Deze leidingen worden gekruist door de nieuwe op- en afritten over de waterkering. De nieuwe leidingen tussen Noordland 12-16 en MCT worden boven de bestaande leidingen van Zebragas en Sabic aangelegd. Doormiddel van overkluizingen worden de aanwezige gas- en rioolleiding niet beïnvloed. Het ontwerp van de overkluizingen is opgenomen in IV.

Nieuwe kabels en leidingen
Op de projectlocatie dienen meerdere nieuwe kabels en leidingen aangelegd te worden vanuit Noordland 12-16 ten behoeve van:
- stroomvoorziening oplaadpunt reachstackers, kraan, kantoor en accupakketten;
- drinkwatervoorziening kantoor;
- blusleiding;
- riolering huishoudelijk afvalwater afkomstig van kantoor.

De kabels en leidingen die benodigd zijn om de nieuwe MCT van elektriciteit en water te voorzien worden door de dijk gelegd middels een open ontgraving. De kabel en leidingen kruisen de waterkering haaks. De leidingen hebben een minimale gronddekking van 1,0 m. De kabels en leidingen worden aangelegd conform

Beleidsregel hoofdstuk 16 uit Keur van Waterschap Brabantse Delta, NEN 3650 en NEN 3651. De nieuw aan te leggen kabels en leidingen worden aangesloten op de bestaande uitstroom- en verzamelputten op Noordland 12 tot en met 16, zie afbeelding 3.1. In bijlage V is een overzicht en een ontwerp voor de kruisende blusleiding en elektraleiding opgenomen. Dit ontwerp gaat in samenspraak met het ontwerp van de overkluizingen aan de zuidwest-zijde van de terminal, zie bijlage IV

Afbeelding 3.1 Bestaande kabels, leidingen, uitstroomput en verzamelputten



3.2.9 Voorstel leggerwijziging

Op basis van de wijzigingen, door aanleg van de container terminal bij de primaire waterkering, ten opzichte van de huidige situatie is er een voorstel gedaan voor een toekomstige leggerwijziging in de beschouwing van de waterveiligheid, zie bijlage II. De leggerwijziging kan als volgt worden beschreven:

- de zonering waterstaatswerk dient minimaal gelijk te zijn aan de ontwerp kruinbreedte (circa 13 m). Om de zone rondom de kruin te beschermen is er voor gekozen om de huidige breedte van het waterstaatswerk te behouden (circa 27 m);
- de beschermingszone A is bepaald met de 4H-regel door het verschil te nemen door de aan te leggen kruinhoogte (NAP +5,0 m) en de bodem voor de kademuur (circa NAP -5,85 m). De 'H' is hierdoor gelijk aan circa 11 m. Op basis van deze informatie is de breedte van beschermingszone A gelijk aan ca. 44 m. Dit is gelijk aan de huidige breedte van de beschermingszone A;
- de beschermingszone B is bepaald met een kwalitatieve analyse van de toetssporen piping en stabiliteit voorland. Daarnaast is er gesteld dat door een combinatie van controle op wat er gebeurd in de beschermingszones en de huidige bescherming van waterveiligheid, dat de beschermingszone B verlengd wordt tot aan de kademuur.

Voor een volledig overzicht van de analyse en het voorstel van de leggerwijziging wordt er verwezen naar bijlage II.

3.3 Categorie-A Watergang

Door de aanleg van de op- en afrit wordt de watergang-A op drie plaatsen doorkruist door een grondlichaam. Dit grondlichaam wordt op die drie plaatsten afzonderlijk voorzien van een duiker van minimaal rond 1.000 mm, zodat de vrije afstroming van het slootwater niet wordt gehinderd.

De doorkruising aan de oostelijke zijde betreft een duiker van minimaal 1.000 mm doorsnede en circa 12 m lengte. Bij de twee doorkruisingen aan de westelijke zijde worden twee duikers van minimaal 1000 mm doorsnede en ongeveer 60 m lengte geplaatst conform de beleidsregels van het waterschap waardoor de doorstroming gewaarborgd blijft en beheer en onderhoud uitgevoerd kan blijven worden. De duiker aan de oostelijke zijde bevat één afsluiter aan de meest oostelijke zijde. De meest westelijk gelegen duiker bevat een afsluiter aan de westkant.

Door het toevoegen van de verharding bij Noordland 12-16 wordt ook het afvloeiend hemelwater van verhardingen, bodembeschermende voorzieningen en het hemelwater van de daken geloosd op de watergang-A. De verwachting is dat dit ongeveer 111.958 m^3 (139.984 m^2 * 0.8 l/m^2/jaar) per jaar is. Deze hoeveelheid vormt geen knelpunt voor de watergang en de afvoer van dit water.

Bij een spill of calamiteit op een bodembeschermende voorziening is voorzien in een protocol, dat zorgdraagt dat de vervuiling niet in het oppervlaktewater komt. Dit wordt dan afgevoerd naar een erkende verwerker.

3.4 Scheepvaart

De ontwikkeling van de containerterminal langs de vaarweg tussen de Theodorushaven in Bergen op Zoom en het Schelde-Rijnkanaal moet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen 2020 (RVW2020).

Met de optimalisatie van de vaarweg (verkleinen van de genormeerde bodembreedte van 97,5 m naar 75 m) en het huidige ontwerp van de containerterminal, ligt de fysieke terminal buiten de vrijwaringszone van de vaarweg. De resterende breedte van de vaarweg is voldoende voor de classificatie van de vaarweg. De afgemeerde schepen en de gieken van de kranen liggen wel in de vrijwaringszone, maar dat is niet ongebruikelijk bij langshavens. Hiermee voldoet de ontwikkeling van de terminal aan de RVW2020. Een uitgebreide analyse is opgenomen in bijlage III.

Bijlage(n)

BIJLAGE: DETAILTEKENINGEN ONTWERP

II

BIJLAGE: BEOORDELING WATERVEILIGHEID



Beoordeling waterveiligheid

Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project	Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Document	Beoordeling waterveiligheid
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.444
Projectcode	115018
Projectleider	
Projectdirecteur	
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Aanleiding 5
1.2 Ligging plangebied 5
1.3 Doel 6
1.4 Leeswijzer 6

2 BESCHRIJVING PLANGEBIED 7

2.1 Huidige situatie 7
2.2 Toekomstige situatie 7
2.3 Aanleiding aanvraag watervergunning 8

3 UITGANGSPUNTEN 9

3.1 Algemene uitgangspunten 9
3.1.1 Norm dijktraject en ontwerpzichtjaar 9
3.1.2 Faalkansbegroting 9
3.1.3 Software 10
3.2 Geometrische uitgangspunten 10
3.2.1 Huidige geometrie 10
3.2.2 Nieuwe geometrie 12
3.2.3 Bodemdaling 12
3.3 Geotechnische uitgangspunten 13
3.3.1 Overzicht beschikbaar grond- en laboratoriumonderzoek 13
3.3.2 Globale bodemopbouw 13
3.3.3 Maatgevende grondopbouw 14
3.3.4 Geotechnische parameters 14
3.3.5 Dilatantiehoek (non-associatief gedrag) 16
3.4 Hydraulische en geohydrologische uitgangspunten 16
3.4.1 Hydraulische belastingenniveau (HBN) 16
3.4.2 Waterstand bij norm 18
3.4.3 Buiten waterstand dagelijkse situatie 18
3.4.4 Polderpeil 18
3.4.5 Freatische lijn - dagelijks 18
3.4.6 Freatische lijn - maatgevende situatie 18
3.4.7 Stijghoogte watervoerende pakket 18
3.4.8 Verloop waterspanningen 19

3.5 Verkeersbelasting 19
3.6 Partiële- en veiligheidsfactoren faalmechanisme macrostabiliteit 19

4 FAALMECHANISMEN 20

4.1 Hoogte 20
4.2 Piping 20
4.3 Macrostabiliteit binnenwaarts 21
4.4 Microstabiliteit 22

5 VOORSTEL LEGGERWIJZIGING 24

5.1 Kruin 24
5.2 Buitentalud 24
5.3 Beschermingszone A 25
5.4 Beschermingszone B 25

6 CONCLUSIES 27

7 REFERENTIES 28

Laatste pagina 28

Bijlage(n) Aantal pagina's

I (Analyse van) grondonderzoek 1
II Stabiliteitsberekening 1

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Mepavex Logistics B.V. realiseert een nieuwe containerterminal genaamd Markiezaat Container Terminal (afgekort MCT) en een uitbreiding van de bedrijfslocaties 12-16 van Mepavex Logistics op het bedrijventerrein Noordland te Bergen op Zoom. Deze ontwikkelingen volgen uit de groeiende capaciteitsvraag. Om deze groeiende vraag te kunnen faciliteren is een uitbreiding van de havencapaciteit en faciliteiten noodzakelijk. Hierdoor kan de verwachte groei van bedrijvigheid en de bijbehorende vraag naar overslagcapaciteit opgevangen worden. Ook verminderen de hieruit voorvloeiende infrastructurele belemmeringen. De huidige Markiezaat Container Terminal in de Theodorushaven heeft de technisch maximale capaciteit bereikt. De beoogde buitenhaven dient ter vervanging en uitbreiding van de bestaande havencapaciteit en faciliteiten in de Theodorushaven. In samenhang met de realisatie van de overslagcapaciteit wordt ook de opslagcapaciteit vergroot door de uitbreiding van de bestaande Noordland 12 locatie en de uitbreiding van Noordland 12 en 13 met nieuwbouw op locatie Noordland 14, 15 en 16. Dit alles leidt tot de inrichting bestaande uit Noordland 12, 13, 14, 15 en 16 en containerterminal MCT.

1.2 Ligging plangebied

Het initiatief is om een containerterminal te bouwen langs de oever van het Bergsche Diep te Bergen op Zoom. De uitbreiding van opslaglocaties Noordland 12 tot en met 16 vindt plaats op het naastgelegen bedrijventerrein Noordland. Tussen de beoogde locatie van MCT en Noordland 12 tot en met 16 is een primaire waterkering (traject 34-5) en een categorie-A watergang gelegen, in beheer bij waterschap Brabantse Delta. De doorgaande vaarroute in de huidige toegangsgeul tot de Theodorushaven blijft gehandhaafd. In afbeelding 1.1 en 1.2 is een indicatie van de locatie van het voornemen opgenomen.

Afbeelding 1.1 Globale ligging van project (met rood gemarkeerd)



Afbeelding 1.2 Locaties van Noorland 12 tot en met 16 en MCT



1.3 Doel

Het doel van voorliggende rapportage is het bepalen van de invloed van de realisatie van Noordland 12-16 en MCT op de waterveiligheid ten behoeve van het verkrijgen van een watervergunning. Dit document is de bijlage van deze aanvraag en beschrijft de uitgangspunten, berekeningen en kwantitatieve analyses ten behoeve van de waterveiligheid. In voorliggende beschouwing zijn de volgende faalmechanismen behandeld: hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit. De andere faalmechanismen worden kwalitatief behandeld in de aanvraag watervergunning. In aanvulling op de beschouwing van de faalmechanismen is in voorliggende rapportage een voorstel voor een leggerwijziging gedaan.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de oude en de toekomstige situatie omschreven. De uitgangspunten ten behoeve van de waterveiligheidsbeschouwing zijn opgenomen in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is de analyse van waterveiligheid op basis van de verschillende faalmechanismen opgenomen. In hoofdstuk 5 is een voorstel opgenomen voor een leggerwijziging. In hoofdstuk 6 is de conclusie van de beschouwing van de waterveiligheid opgenomen.

2

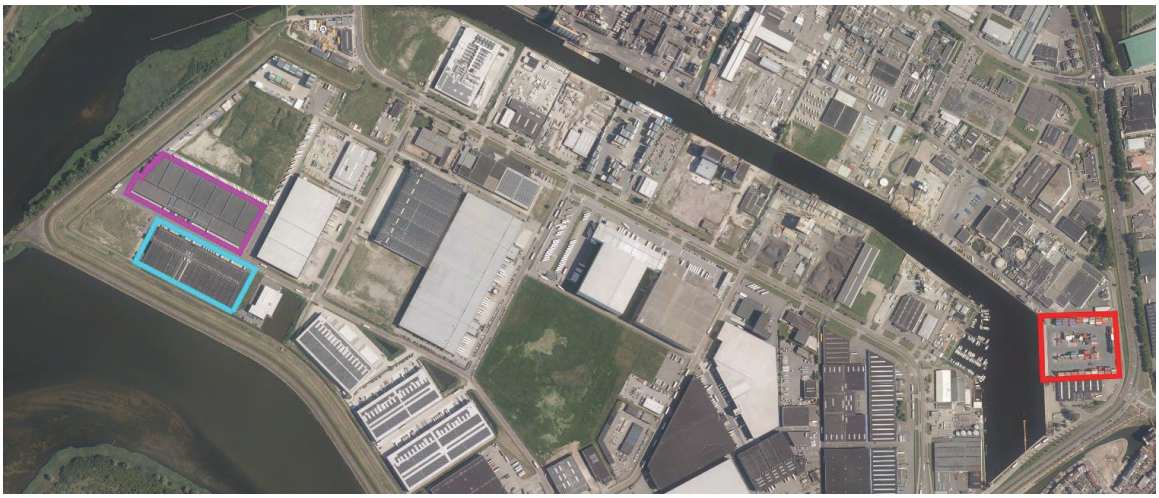
BESCHRIJVING PLANGEBIED

2.1 Huidige situatie

Mepavex Logistics B.V. heeft momenteel de containerterminal in de Theodorushaven in gebruik, zie afbeelding 2.1 met rood gemarkeerd. Deze terminal beschikt over een kade van circa 110 m. De oppervlakte van de terminal is circa 1,9 hectare. Containers worden hier door middel van reach stackers van en op schepen geladen en tot 5 hoog opgestapeld.

Daarnaast heeft Mepavex Logistics B.V. momenteel Noordland 12 (met blauw gemarkeerd) en Noordland 13 (met paars gemarkeerd) in gebruik, zie afbeelding 2.1. Noordland 12, in het nieuwe plan 12A geheten, bestaat uit 8 opslaghallen en 4 expeditieruimten, bestemd voor de (tijdelijke) opslag van stoffen, waaronder gevaarlijke stoffen. Noordland 12A kent een beschermingsniveau 1. Verder bestaat Noordland 12A uit een palletopslag, acculaadruimte, kantoor, kantine, 2 technische ruimten en sanitaire voorzieningen.
Noordland 13 bestaat uit 7 opslaghallen en 3 expeditieruimten, eveneens bestemd voor de (tijdelijke) opslag van stoffen, waaronder gevaarlijke stoffen. Noordland 13 kent een beschermingsniveau 3. Verder bestaat Noordland 13 uit acculaad- en technische ruimten, een kantoor en kantine.

Afbeelding 2.1 Overzicht van bestaande locaties (rood: Theodorushaven containerterminal) (paars: Noorland 13) (blauw: Noordland 12A)



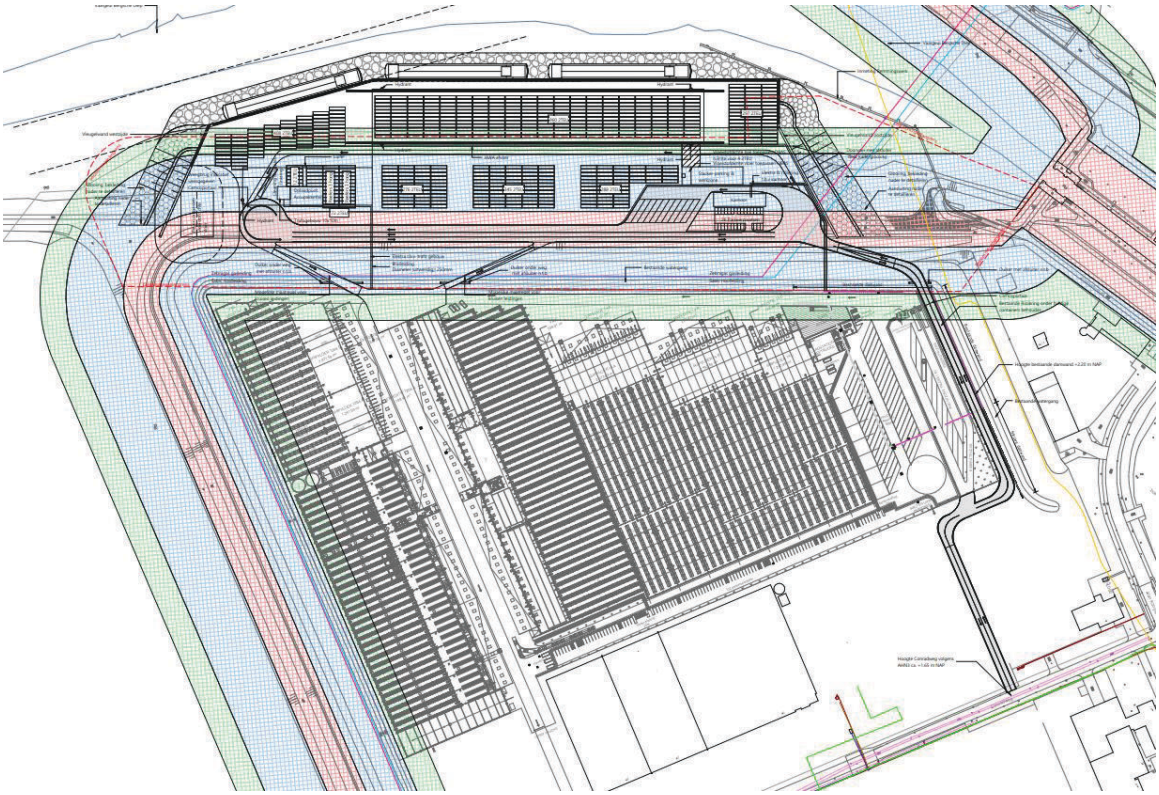
2.2 Toekomstige situatie

De nieuwe MCT is een terminal buiten de Theodorushaven met een kadelengte van circa 440 m. Een ontwerptekening van de gewenste situatie is te zien in afbeelding 2.2 (MCT grijs aangegeven). Onderdeel van de terminal vormen 2 kranen die de containerschepen kunnen laden en lossen. De bouwhoogte van de terminal (portaalkranen) is 40 m. Jaarlijks worden circa 46.000 containers (2 TEU) via de terminal

overgeslagen. De inrichting is 7 dagen per week en 24 uur per dag in werking. Verwacht wordt dat gemiddeld 3 schepen per dag arriveren.

Afbeelding 2.2 laat ook het ontwerp zien van Noordland 12A, 12B, 13, 14, 15 en 16 en MCT. Zoals te zien is in afbeelding 2.2 wordt Noordland 12A uitgebreid met Noordland 12B en is Noordland 13 reeds gerealiseerd. Noordland 14, 15 en 16 moeten nog gebouwd worden. De ligging van de primaire waterkering is met rood zichtbaar gemaakt op onderstaande afbeelding, zone A van de waterkering is met blauw gemarkeerd en zone B met groen.

Afbeelding 2.2 Bovenaanzicht ontwerp Noordland 12 tot en met 16 en MCT met in rood indicatief de kernzone van primaire waterkering, in blauw beschermingszone A en in groen beschermingszone B van de kering



2.3 Aanleiding aanvraag watervergunning

De nieuw te realiseren containerterminal komt buitendijks van een primaire kering te liggen. De waterkering is onderdeel van normtraject 34-5 lopend langs het gehele Schelde-Rijnkanaal. Voor MCT en de verbinding met Noordland 12-16 wordt in, op en om de waterkering nieuwe onderdelen gerealiseerd. Deze nieuwe onderdelen kunnen impact hebben op de waterveiligheid, waarvoor een beoordeling op dit aspect moet plaatsvinden. Dit document voorziet daarin.

Voor de effecten op de waterveiligheid is onder andere een watervergunning benodigd. Naast dit aspect zijn ook nog andere aanleidingen voor een watervergunning. Deze zijn in de aanvraag beschreven.

3

UITGANGSPUNTEN

3.1 Algemene uitgangspunten

De waterkering binnen normtraject 34-5 is van oudsher een zeedijk. Met de bouw van de Deltawerken is dit niet langer het geval, hierdoor zijn minder extreme hydraulische belastingen van toepassing dan in het verleden. Op de huidige kering bevindt zich ook een muur van circa 70 cm hoogte. In deze paragraaf worden de algemene uitgangspunten beschreven.

3.1.1 Norm dijktraject en ontwerpzichtjaar

De locatie van de MCT is buitendijks van de primaire waterkering welke onderdeel is van dijkring 34 en valt onder normtraject 34-5. Hierbij horen de volgende normgegevens conform de Waterwet en OI2014v4 [ref. 8]:

- signaleringswaarde: 1/300 per jaar;
- ondergrens: 1/100 per jaar;
- trajectlengte: 31.200 m.

De primaire waterkering betreft een groene dijk (geen constructie), daarom wordt een zichtperiode van 50 jaar gehanteerd. Het ontwerpzichtjaar 2075 is gehanteerd in de waterveiligheidsbeschouwing.

Waterschap Brabantse Delta heeft aangeven dat voor het faalmechanisme hoogte een andere eis gehanteerd wordt. Hier moet een aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar worden gehanteerd en het ontwerpzichtjaar 2125. Achterliggende gedachte hierbij is dat in de nieuwe situatie met containerterminal de hoogte van de dijk voldoende robuust is voor toekomstige veranderingen (bijvoorbeeld bij aanscherping van de norm). Daarnaast dient de hoogte te voldoen aan de conditionele norm van 1/14.300.

3.1.2 Faalkansbegroting

De standaard faalkansbegroting conform OI2014v4 [ref. 8] is aangehouden, zie tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faalkansruimtefactor per faalmechanisme voor dijken, conform OI2014v4

Faalmechanisme	Faalkansruimtefactor
overloop en golfoverslag	0,24
opbarsten en piping	0,24
macrostabiliteit binnenwaarts	0,04
beschadiging bekleding en erosie	0,10

3.1.3 Software

Binnen deze beschouwing is voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts het software programma D-Stability gebruikt. Hiervan is versie 2021.01 gebruikt.

3.2 Geometrische uitgangspunten

In deze paragraaf worden de huidige en nieuwe geometrische uitgangspunten beschreven.

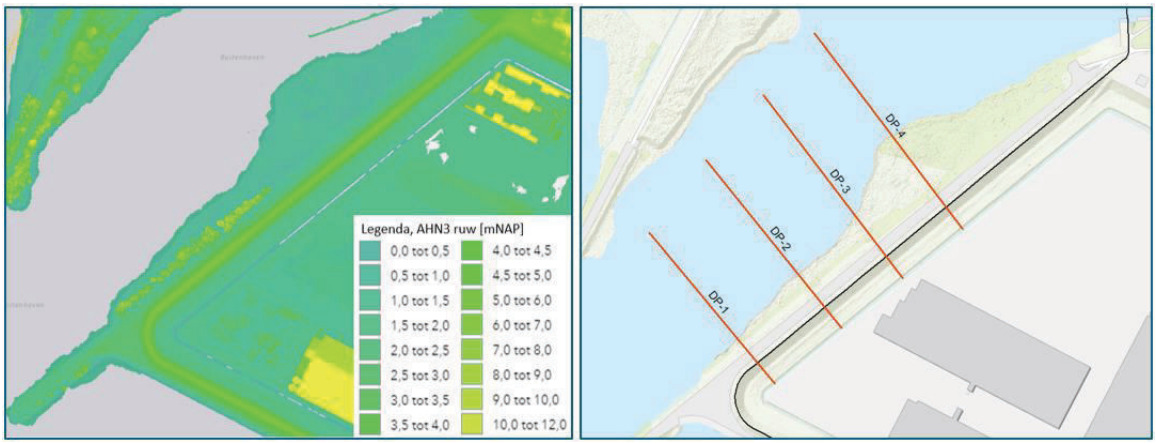
3.2.1 Huidige geometrie

De huidige terreinhoogte volgens AHN3 is weergegeven in afbeelding 3.1. In 2018 zijn 4 dwarsprofielen ingemeten van de waterkering en het voorland op de locatie van de te realiseren terminal [ref. 1]. De locaties van de ingemeten dwarsprofielen zijn weergegeven in afbeelding 3.1. In afbeelding 3.2 zijn de dwarsprofielen weergegeven behorende bij deze locaties weergegeven.

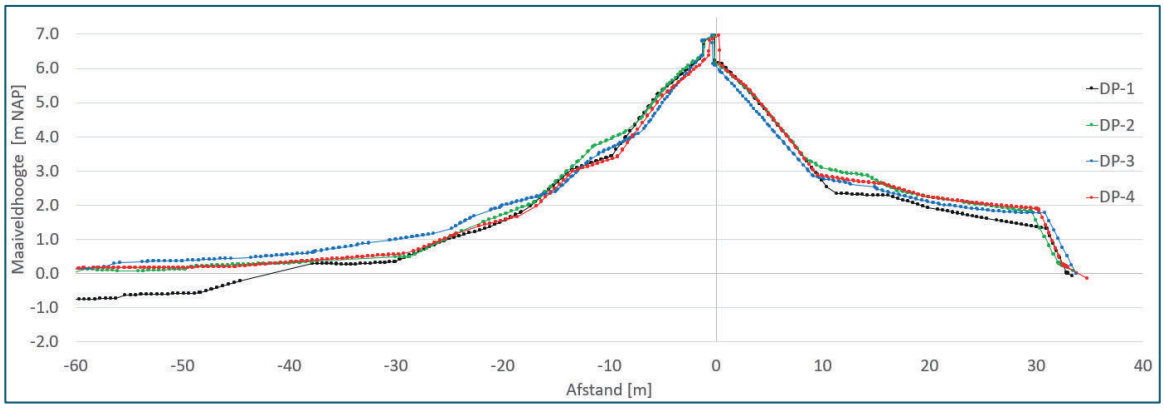
In de dwarsprofielen is te zien dat de kruinhoogte van de dijk circa NAP +6,9 m is inclusief de muur op de kruin. De kruinhoogte van de dijk zonder muur is circa NAP +6,0 m tot +6,5 m. De ingemeten profielen komen overeen met de kruinhoogte op basis van AHN3, zie afbeelding 3.1 en afbeelding 3.2. Op basis van de ingemeten profielen varieert de geometrie van de dijk slechts beperkt over de lengte van de strekking waar de terminal is voorzien.

DP-1 is als maatgevende profiel gehanteerd voor berekeningen voor macrostabiliteit binnenwaarts. DP-1 heeft de laagste binnenberm en de laagst gelegen binnenteen. De taluds zijn in alle profielen even steil.

Afbeelding 3.1 Hoogtekaart op basis van AHN3 (links) en de locaties van de ingemeten dwarsprofielen (rechts)



Afbeelding 3.2 Ingemeten dwarsprofielen

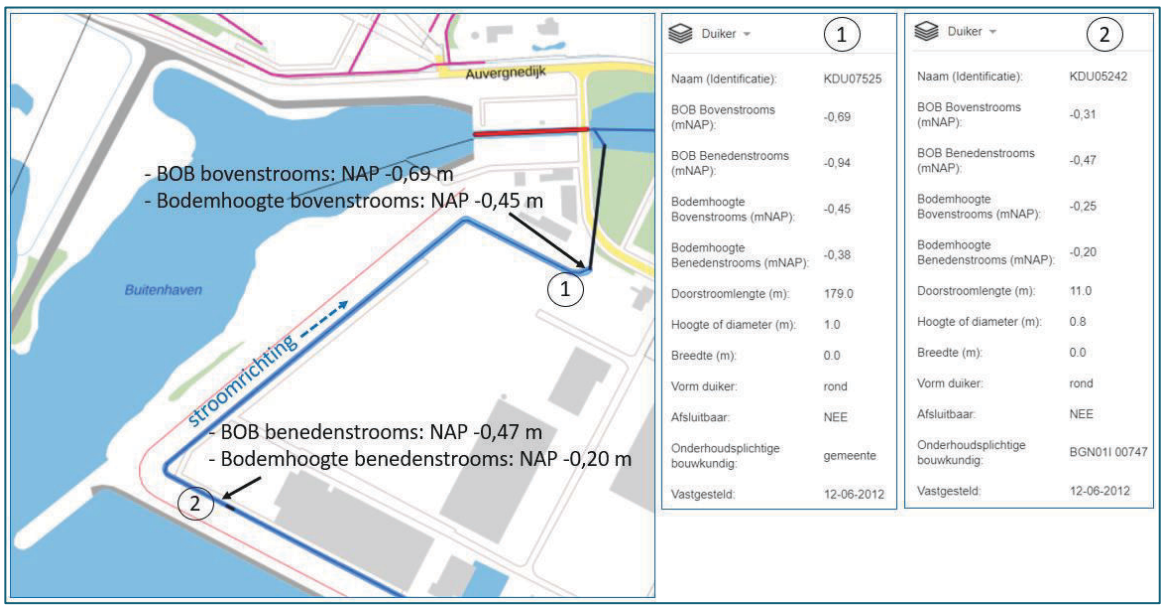


De profielen zijn ingemeten tot aan de sloot aan de binnenzijde van de waterkering. De geometrie van de sloot is daarom ingeschat op basis van AHN3 en de legger van waterschap Brabantse Delta voor Waterloop-A. De sloot bevindt zich op circa 20 m van de binnenteen van de kering, zie afbeelding 3.2. Tijdens de inmeting [ref. 1] is de sloot niet ingemeten. De slootdiepte opgenomen in het AHN3 is niet representatief. De slootdiepte is daarom bepaald middels de legger van het waterschap [ref. 3] en de informatie van de aanwezige duikers in het gebied:

- de legger waterschap Brabantse Delta voor Waterloop-A geeft weer dat de bodemhoogte benedenstrooms NAP -0,48 m bedraagt;
- de leggerinformatie betreffende aanwezige duikers geeft aan dat de bodem onderkant buis (BOB) van de duiker benedenstroom op NAP -0,69 m ligt.

Om deze reden is de bodemdiepte van de sloot aan de binnenzijde van de waterkering aangenomen op NAP -0,70 m op basis van de leggerinformatie [ref. 3]. Een overzicht van deze gegevens is opgenomen in afbeelding 3.3.

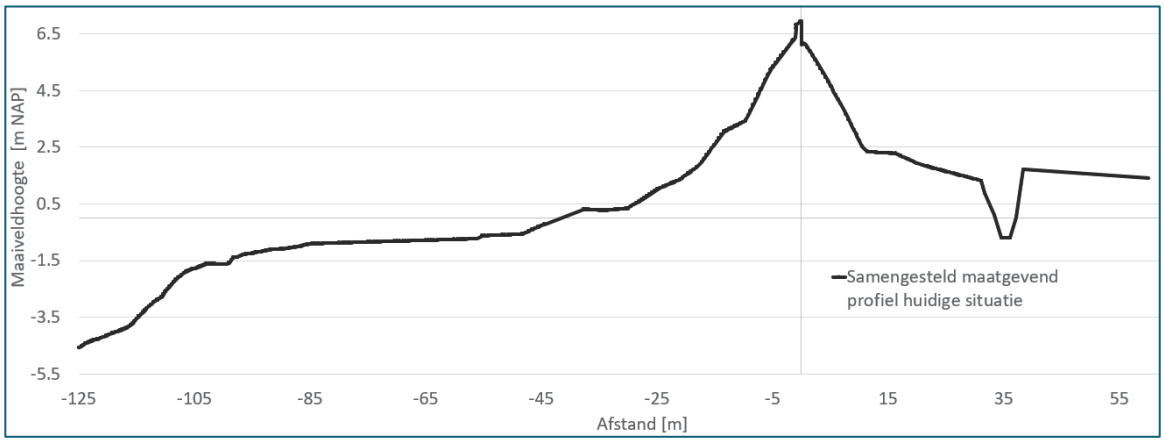
Afbeelding 3.3 Overzicht kenmerken volgens legger WSBD voor duikers bovenstrooms en benedenstrooms van projectlocatie



Maatgevend dwarsprofiel

Door het maatgevend profiel (DP-1) te koppelen aan het gedeelte met de diepste sloot ontstaat een gecombineerd profiel dat maatgevend is voor dijk en sloot, zie afbeelding 3.4. Dit maatgevende dwarsprofiel is als basis gebruikt voor de berekeningen voor macrostabiliteit.

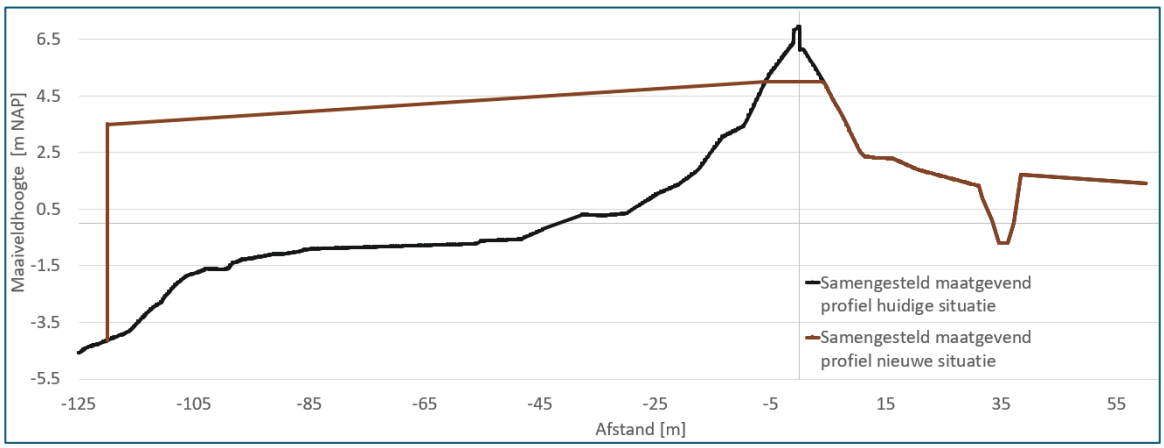
Afbeelding 3.4 Samengesteld maatgevend dwarsprofiel huidige situatie



3.2.2 Nieuwe geometrie

In de nieuwe situatie wordt het terrein buitendijks verhoogd. Hiermee komt het voorland op een minimale hoogte van NAP +3,5 m (hoogte van de kademuur) te liggen. Deze hoogte verloopt ter plaatse van de waterkering naar NAP +5,0 m, dit is de nieuwe kruinhoogte. Dit betekent dat de kruin van de waterkering wordt verlaagd. Aangezien de waterkering vroeger een oude zeedijk was, is de dijk substantieel hoger dan benodigd. De vereiste kruinhoogte betreft daarom een eis dat de dijkkruin niet verder verlaagd mag worden dan een minimale hoogte van NAP +5,0 m, zie ook paragraaf 4.1 voor het faalmechanisme hoogte. Aan de binnendijkse zijde blijft de geometrie onveranderd. De geometrie voor de nieuwe situatie is weergegeven in afbeelding 3.5.

Afbeelding 3.5 Samengesteld maatgevend profiel nieuwe situatie



3.2.3 Bodemdaling

Met het waterschap is afgestemd dat de aanleghoogte van de primaire kering op NAP +5,0 m komt te liggen. Om op deze aanleghoogte te komen, wordt een gedeelte van de kruin afgegraven. Middels een

vergelijking tussen AHN3 en AHN4 is opgemaakt dat er slechts minimale bodemdaling is geweest tussen de opname van de 2 hoogtebestanden. De kruinhoogte kan tegelijkertijd met wegonderhoud weer op de gewenste NAP +5,0 m worden gebracht indien benodigd.

3.3 Geotechnische uitgangspunten

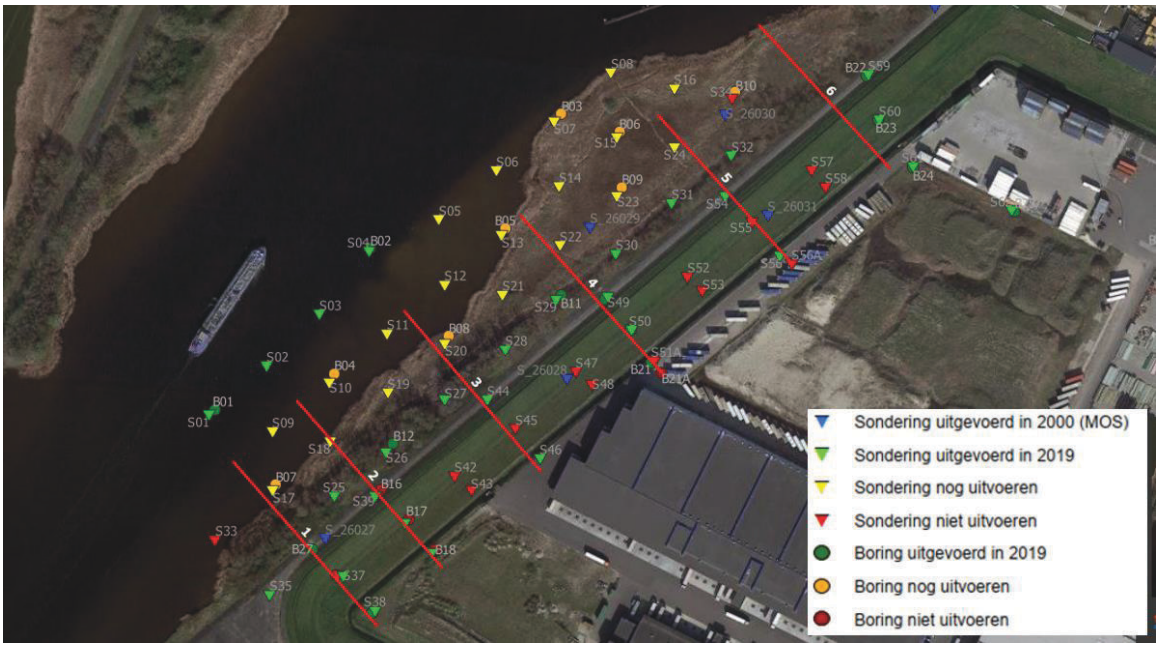
In deze paragraaf worden de geotechnische uitgangspunten beschreven.

3.3.1 Overzicht beschikbaar grond- en laboratoriumonderzoek

In het projectgebied zijn verschillende grond- en laboratoriumonderzoeken uitgevoerd. In afbeelding 3.6 zijn de locaties van het uitgevoerde grondonderzoek weergegeven. De volgende onderzoeken zijn beschikbaar:

- MOS 2019 grondonderzoek:
  - 30 sonderingen;
  - 14 boringen;
- MOS 2019 laboratoriumonderzoek:
  - 54 volumegewichten nat/droog;
  - 4 triaxiaal CD proeven;
  - 17 korrelverdelingen;
  - 1 samendrukkingsproef;
- MOS 2000 grondonderzoek:
  - 6 sonderingen.

Afbeelding 3.6 Overzicht locaties grondonderzoek en in rood de locaties van de geotechnische langsprofielen



3.3.2 Globale bodemopbouw

Over de gehele strekking van de waterkering langs het Noordlandterrein bestaat de dijkkern uit zand met een kleilaag. De ondergrond onder de dijkkern varieert echter. Zes geotechnische dwarsprofielen zijn ingetekend langs de kade (zie afbeelding 3.6). Langs locaties 1, 2 en 3 bestaat de bodembouw onder de dijkkern voornamelijk uit zandlagen met lokaal enkele dunne slecht doorlatende lagen. Bij locatie 4, 5 en 6 zijn slecht doorlatende lagen aanwezig vanaf de buitenteen tot in het achterland, dit pakket heeft een dikte

van circa 3 tot 6,5 m. De bovenkant van de slecht doorlatende lagen ligt op circa NAP +0,0 tot -1,0 m. Het voltallige grondonderzoek is toegevoegd in bijlage I.

3.3.3 Maatgevende grondopbouw

Op basis van de geotechnische dwarsprofielen is locatie 4 is als maatgevende grondopbouw beoordeeld. De maatgevende grondopbouw is gepresenteerd in afbeelding 3.7. De grondsoortnamen uit de proevenverzameling van waterschap Brabantse Delta zijn gehanteerd voor klei en veen [ref. 2].

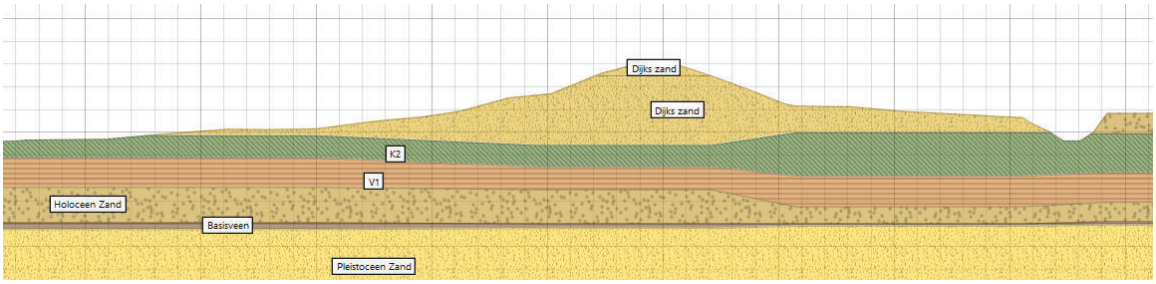
Voor de kleilaag tussen circa NAP 0,0 m en NAP -4,8 m is conservatief uitgegaan van kleisoort K2, omdat in de volumegewichten 2 monsters met lage volumegewichten zijn gevonden. De meeste monsters wijzen echter op de aanwezigheid van kleisoort K3. De volumieke gewichten volgen uit het uitgevoerde grondonderzoek en de analyse in bijlage I. In bijlage I is een overzicht gegeven van de volumegewichten per grondsoort en het berekende gemiddelde.

Voor de veenlaag tussen circa NAP -2,2 en -6,5 m is conservatief uitgegaan van V1. Uit het in december 2019 uitgevoerde laboratoriumonderzoek blijken de volumegewicht van het veen in deze grondlagen circa 10,1 kN/m^3 tot 10,5 kN/m^3 (7 monsters) te zijn. Dit volumegewicht ligt op de grens van grondsoorten V1 en V2. Om deze reden is gekozen voor een conservatieve waarde, dit is de veensoort V1.

Tabel 3.2 Maatgevende grondopbouw op basis van recent uitgevoerd grondonderzoek [ref. 2]

Beschrijving laag	Buitenteen (b.k. in m NAP)	Kruin (b.k. in m NAP)	Binnenteen (b.k. in m NAP)	Achterland (b.k. in m NAP)
Maatgevend grondonderzoek	**S30**	**S49**	**S50**	**S51**
dijksmateriaal, zand	mv	mv	mv	mv
K2 (klei)	-0,25	-1,1	0,0	-0,1
V1 (veen)	-2,2	-3,0	-3,8	-3,5
holoceen zand	-4,8	-5,0	-6,5	-6,1
basisveen	-7,9	-8,0	-8,0	-7,8
pleistoceen zand	-8,5	-8,4	-8,2	-8,1

Afbeelding 3.7 Schematisatie maatgevende grondopbouw met de geometrie van de huidige situatie



3.3.4 Geotechnische parameters

Tabel 3.3 presenteert de volumegewichten per grondsoort. Hierin zijn enkel de grondsoorten opgenomen die relevant zijn voor de maatgevende bodemopbouw. Daarnaast is ook de grondsoort ‘ophoogzand’ opgenomen in de tabel, want hiermee wordt de nieuwe terminal gerealiseerd. In bijlage I is een overzicht

gegeven van de volumegewichten per grondsoort en het berekende gemiddelde. De gemiddelde waarden van de volumegewichten uit proevenverzameling van WSBD [ref. 2] zijn aangehouden voor klei en veen.

Tabel 3.3 Overzicht volumegewichten per grondsoort

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	γnat [kN/m3]	γsat [kN/m3]	Toelichting
dijksmateriaal, zand	-	17	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit
ophoging, zand	-	17	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit
klei, zwak siltig	K2	15,65	15,65	gemiddelde waarde o.b.v. proevenverzameling WSBD [ref.3]
veen, mineraalarm, licht	V1	9,60	9,60	gemiddelde waarde o.b.v. proevenverzameling WSBD [ref.3]
basisveen	-	11,00	11,00	zie tabel 7.1 uit SH Macrostabiliteit, veen compact H_Vbv_v. Gemiddelde waarden aangehouden van gegeven bandbreedte
holoceen zand	-	18	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit
pleistoceen zand	-	21	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit

Sterkteparameters

Tabel 3.4 bevat de sterkteparameters en POP waarden voor de ongedraineerde grondsoorten. Tabel 3.5 bevat de sterkteparameters voor de gedraineerde grondsoorten.

Tabel 3.4 CSSM sterkteparameters ongedraineerde grondsoorten

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	S_{kar} [-]	m_{kar} [-]	POP_{kar}	Toelichting
klei, zwak siltig	K2	0,28	0,8	7	S o.b.v. proevenverzameling, POP en m o.b.v. tabel 7.6 SH macrostabiliteit
veen, mineraalarm, licht	V1	0,47	0,8	1	S o.b.v. proevenverzameling, POP en m o.b.v. tabel 7.6 SH macrostabiliteit
basisveen	-	0,31	0,8	15	S o.b.v. proevenverzameling, POP en m o.b.v. tabel 7.6 SH macrostabiliteit

Tabel 3.5 CSSM sterkteparameters gedraineerde grondsoorten

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	φ [°]	c [kN/m2]	Toelichting
holoceen zand	-	29,9	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabiliteit, tabel 7.4
pleistoceen zand	-	32,4	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabiliteit, tabel 7.4

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	φ [°]	c [kN/m2]	Toelichting
dijksmateriaal zand	-	29,0	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabiliteit, tabel 7.4
ophoog zand	-	29,9	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabiliteit, tabel 7.4

3.3.5 Dilatantiehoek (non-associatief gedrag)

Door het gebruik van grotere rekken dan voor de introductie van het CSSM-model voor waterkeringen wordt verondersteld dat er geen volumeverandering optreedt tijdens maximale rek. Dit wordt ook wel non-associatief gedrag genoemd. Dit betekent dat een dilatantiehoek (Psi) gelijk aan 0° wordt aangehouden bij het uitvoeren van de stabiliteitsberekeningen voor de grondlichamen.

3.4 Hydraulische en geohydrologische uitgangspunten

In deze paragraaf zijn de hydraulische en geohydrologische uitgangspunten opgenomen.

3.4.1 Hydraulische belastingenniveau (HBN)

Het hydraulische belastingenniveau is bepaald in 2 fases van het ontwerp. In de eerste fase is er een aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar aangehouden. In de vervolgfase is de aanvullende eis van de conditionele norm van 1/14.300 per jaar aangehouden. Waterschap Brabantse Delta heeft deze normen bepaald inclusief de bijbehorende uitganspunten om het HBN bij deze normen te berekenen. Beide berekeningen zijn opgenomen in voorliggende paragraaf.

Aangescherpte norm
Voor het afleiden van de minimaal vereiste kruinhoogte bij de aangescherpte norm zijn de volgende eisen gesteld door waterschap Brabantse Delta:
- HBN berekenen met de Hydra-NL versie 2.4.1 (test-modus);
- HBN bereken voor zichtjaar 2125 voor een aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar;
- overslagdebiet van 0,1 l/m/s;
- zeespiegel- en meerpeilstijging (ZMS) in 2125 van +2,56 m.

Het gebruik van Hydra-NL is gelimiteerd tot zeespiegel- en meerpeilstijging van maximaal 1,0 m, bij meer stijging is het model niet langer toepasbaar. Om deze reden kunnen enkel de HBNs voor de jaren 2050 en 2100 (onder klimaatscenario W+ conform de Hydra-NL handleiding [ref. 11]) worden bepaald met Hydra-NL, want hier blijft de zeespiegelstijging conform de Werkwijzer Bepaling Hydraulische Ontwerpvoorwaarden [ref. 9] onder de 1,0 m. Voor deze zichtjaren kan een zeespiegel- en meerpeilstijging van respectievelijk 0,27 m en 0,77 m worden gebruikt. Met deze waarden kan een HBN worden afgeleid voor de zichtjaren en verschillende normen, zie tabel 3.6.

Waterschap Brabantse Delta heeft echter de eis gesteld (zie paragraaf 3.2.2) om voor het ontwerp voor hoogte het zichtjaar 2125 te hanteren met een zeespiegel- en meerpeilstijging van +2,56 m. Deze stijging is op basis van de Deltares-rapportage: 'Mogelijke gevolgen van een versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma' [ref. 7]. Deze stijging kan niet opgenomen worden in een Hydra-NL berekening voor het HBN, omdat dit buiten de toepassingsvoorwaarden van het model valt. Om deze reden is middels een extrapolatie op basis van de gegevens (zowel HBN als zeespiegel- en meerpeilstijging) van zichtjaren 2050 en 2100 het HBN bepaald voor 2125, zie tabel 3.6 en onderstaande formule.

$$\mathrm{HBN2125} = \mathrm{HBN2100} + \frac{(\mathrm{HBN2100} - \mathrm{HBN2050})}{(\mathrm{ZMS2100} - \mathrm{ZMS2050})} \cdot (\mathrm{ZMS2125} - \mathrm{ZMS2100})$$

Tabel 3.6 HBN voor verschillende zichtjaren bij de aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar (doorsnede-eis is 1/8.333 per jaar) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m

Zichtjaar	Zeespiegel- en meerspiegelstijging [m]	HBN [m NAP]	Opmerking
2050	0,27	+ 2,67	resultaat Hydra-NL
2075	0,52	+ 2,83	lineaire interpolatie resultaten
2100	0,77	+ 2,99	resultaat Hydra-NL
2125	2,56	+ 4,14	extrapolatie resultaten

Conditionele norm

Voor het afleiden van de minimaal vereiste kruinhoogte zijn de volgende eisen gesteld door waterschap Brabantse Delta:

- HBN berekenen met de meest recente Hydra-NL versie 2.8.2 (ontwerp-modus);
- HBN berekenen voor zichtjaar 2125 voor de conditionele norm van 1/14.300 per jaar;
- overslagdebiet van 0,1 l/m/s;
- zeespiegel- en meerpeilstijging (ZMS) in 2125 van +2,56 m.

Het gebruik van Hydra-NL is gelimiteerd tot zeespiegel- en meerpeilstijging van maximaal 1,0 m, bij meer stijging is het model niet langer toepasbaar. Om deze reden kunnen enkel de HBNs voor de jaren 2050 en 2100 (onder klimaatscenario W+ conform de Hydra-NL handleiding [ref. 11]) worden bepaald met Hydra-NL, want hier blijft de zeespiegelstijging conform de Werkwijzer Bepaling Hydraulische Ontwerpvoorwaarden [ref. 9] onder de 1,0 m. Voor deze zichtjaren kan een zeespiegel- en meerpeilstijging van respectievelijk 0,25 m en 0,75 m worden gebruikt. Met deze waarden kan een HBN worden afgeleid voor de zichtjaren en verschillende normen, zie tabel 3.7.

Waterschap Brabantse Delta heeft echter de eis gesteld (zie paragraaf 3.2.2) om voor het ontwerp voor hoogte het zichtjaar 2125 te hanteren met een zeespiegel- en meerpeilstijging van +2,56 m. Deze stijging is op basis van de Deltares-rapportage: 'Mogelijke gevolgen van een versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma' [ref. 7]. Deze stijging kan niet opgenomen worden in een Hydra-NL berekening voor het HBN, omdat dit buiten de toepassingsvoorwaarden van het model valt. Om deze reden is middels een extrapolatie op basis van de gegevens (zowel HBN als zeespiegel- en meerpeilstijging) van zichtjaren 2050 en 2100 het HBN bepaald voor 2125, zie tabel 3.7 en onderstaande formule.

$$\mathrm{HBN2125} = \mathrm{HBN2100} + \frac{(\mathrm{HBN2100} - \mathrm{HBN2050})}{(\mathrm{ZMS2100} - \mathrm{ZMS2050})} \cdot (\mathrm{ZMS2125} - \mathrm{ZMS2100})$$

Tabel 3.7 HBN voor verschillende zichtjaren bij de conditionele norm van 1/14.300 per jaar (doorsnede-eis) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m

Zichtjaar	Zeespiegel- en meerspiegelstijging [m]	HBN [m NAP]	Opmerking
2050	0,25	+ 2,94	resultaat Hydra-NL
2075	0,50	+ 3,11	lineaire interpolatie resultaten
2100	0,75	+ 3,29	resultaat Hydra-NL
2125	2,56	+ 4,56	extrapolatie resultaten

3.4.2 Waterstand bij norm

De dijken langs het Volkerak-Zoommeer zijn in 2015 ontworpen met een ontwerppeil van NAP +3,1 m. De reden hiervoor is dat bij inzet van het Volkerak-Zoommeer, het meerpeil verhoogd wordt naar NAP +3,0 m (in 2050). De scheefstand is 0,1 m. Een waterstand bij norm van NAP +3,1 m moet daarom aangehouden worden, dit is een eis van waterschap Brabantse Delta.

3.4.3 Buiten waterstand dagelijkse situatie

Op basis van de waterinfo van Rijkswaterstaat bij de Bathse Spuikanaal Inloop is de buitenwaterstand regulier tussen NAP -0,10 m en NAP +0,20 m. Om deze reden wordt de buitenwaterstand in dagelijkse situatie gelijk gehouden aan NAP +0,05 m.

3.4.4 Polderpeil

Het peil in het gebied wordt niet beheerd door het waterschap, er is sprake van vrije afstroming. De slootpeilen in dagelijkse en hoogwater situatie zijn onbekend. Uit de uitgevoerde boringen in november 2019 nabij de sloot blijkt de grondwaterstand circa NAP +0,0 m te zijn. Dit peil is daarom aangehouden als polderpeil in dagelijkse situatie en tijdens hoogwater.

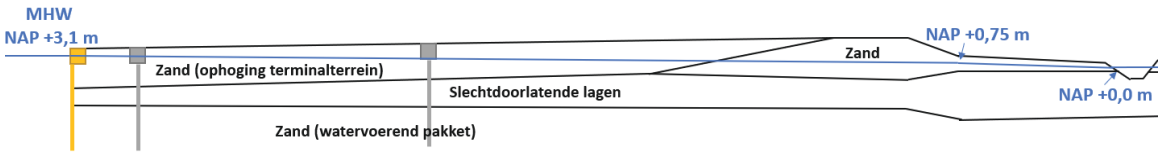
3.4.5 Freatische lijn - dagelijks

In dagelijkse situatie is de grondwaterstand ingeschat op NAP + 0,05 m zowel buitendijks, in de dijkkern als binnendijks. Voor de dijkkern is geen extra opbolling aangenomen ten gevolge van neerslag in de dagelijkse situatie, omdat zowel de dijkkern als de ophoging van de terminal uit zand bestaat.

3.4.6 Freatische lijn - maatgevende situatie

In maatgevende situatie verloopt het freatische niveau zoals weergegeven in afbeelding 3.8. De buitenwaterstand verloopt lineair tot 0,75 m boven het slecht doorlatende pakket bij de binnenteen [ref. 10]. Op basis van bijlage I van het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken is bepaald dat de situatie bij de MCT geschematiseerd kan worden conform Geval 2A (Zandkern en samendrukbare ondergrond met een open bekleding). Hierbij wordt het punt op de binnenteen bepaald door 0,25*h (NAP ≈ 0,75 m). De dijkkern bestaat voornamelijk uit zand en het opgehoogde voorland (nieuwe terminalterrein) bestaat ook uit zand.

Afbeelding 3.8 Schematisatie freatische lijn - maatgevende situatie



3.4.7 Stijghoogte watervoerende pakket

Uit de uitgevoerde sonderingen met waterspanningsmeters in het projectgebied blijkt de stijghoogte van het watervoerende pakket circa NAP +0,0 m te zijn. De stijghoogte in dagelijkse situatie is daarom op NAP +0,0 m vastgesteld.

Tijdens hoogwater is de stijghoogte gelijk aan de buitenwaterstand aangenomen. De demping van de stijghoogte binnendijks is onbekend, daarom is uitgegaan van geen demping (conservatief uitgangspunt).

3.4.8 Verloop waterspanningen

Voor de schematisatie van het verloop van de waterspanningen wordt uitgegaan van:
- freatisch grondwaterstand in de dijkkern;
- stijghoogte in watervoerende pakket;
- lineair interpoleren van waterspanningsverloop over slecht doorlatende grondlagen tussen dijkkern en watervoerend pakket.

3.5 Verkeersbelasting

Een verkeersbelasting van 13,3 kN/m^2 over een breedte 2,5 m op de meest maatgevende locatie op de kruin is aangehouden als meest maatgevende belasting. De meest maatgevende locatie (voor macrostabiliteit binnenwaarts) op de kruin is gelijk aan de binnenkruinlijn. Dit is een conservatief uitgangspunt, omdat de wegrand niet exact tegen de binnenkruinlijn aan komt te liggen.

De verkeersbelasting is geschematiseerd met een belastingspreiding van 20 graden en daarbij wordt aangenomen dat geen consolidatie (0 %) in de klei- en veenlagen plaatsvindt.

3.6 Partiële- en veiligheidsfactoren faalmechanisme macrostabiliteit

Voor het afleiden van de stabiliteitseis voor het toetsen van de stabiliteit van de primaire kering na aanleg van de containerterminal dienen stabiliteitsfactoren worden toegepast. De waarden van deze factoren worden in deze paragraaf vastgesteld.

Modelfactor
De modelfactor (γ_d) verdisconteert onzekerheden ten aanzien van het rekenmodel. De macrostabiliteit-berekeningen worden uitgevoerd met de methode Lift Van. Bij toepassing van het model Lift Van bedraagt de modelfactor γ_d = 1,06.

Schematiseringsfactor
De schematiseringsfactor (γ_b) is een partiële veiligheidsfactor die verband houdt met het schematiseren van de ondergrond. Deze is vastgesteld op γ_b = 1,20. Dit is op basis van het aanwezige grondonderzoek een conservatieve aanname.

Schadefactor
De schadefactor (γ_n) is afhankelijk van de veiligheidsnorm (doorsnede-eis = 1/53.980 per jaar) van de kade en bedraagt γ_n = 1,03.

Stabiliteitsfactor
Voor de controle op macrostabiliteit is de berekende stabiliteitsfactor vergeleken met de vereiste stabiliteitsfactor. Deze vereiste stabiliteitsfactor voor macrostabiliteit binnenwaarts is als volgt samengesteld:

$$\gamma_{eis} = \gamma_d \gamma_b \gamma_n = 1{,}31$$

4

FAALMECHANISMEN

In dit hoofdstuk wordt de waterveiligheid beoordeeld. Hiervoor worden achtereenvolgens de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit behandeld. De andere faalmechanismen worden kwalitatief behandeld in de aanvraag watervergunning.

4.1 Hoogte

De primaire waterkering was vroeger een oude zeedijk, de dijk is hierdoor substantieel hoger dan benodigd. De huidige kruinhoogte is circa 6,0 tot 6,5 m NAP (exclusief muurtje op kruin). In de nieuwe situatie met containerterminal wordt de kruinhoogte verlaagd tot NAP +5,0 m. Voor de vereiste kruinhoogte vanuit waterveiligheid heeft waterschap Brabantse Delta 3 eisen gesteld:

1 de kruinhoogte mag niet verder worden verlaagd dan NAP +5,0 m. De bovenkant van de wegfundering op de waterkering mag als kruinhoogte worden beschouwd;
2 de kruinhoogte moet hoger zijn dan het afgeleide hydraulische belastingniveau (HBN) voor zichtjaar 2125 bij de aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar (zie ook paragraaf 3.1.1) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. Het hierbij behorende HBN is NAP +4,14 m, zie paragraaf 3.4.1 en tabel 3.6;
3 de kruinhoogte moet hoger zijn dan het afgeleide hydraulische belastingniveau (HBN) voor zichtjaar 2125 bij de conditionele norm van 1/14.300 per jaar (zie ook paragraaf 3.1.1) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. Het hierbij behorende HBN is NAP +4,56 m, zie paragraaf 3.4.1 en tabel 3.7.

Met een kruinverlaging tot NAP +5,0 m wordt aan alle eisen van waterschap Brabantse Delta voldaan.

4.2 Piping

Bij de kans op het optreden van piping spelen 3 deelfaalmechanismen een rol: opbarsten, heave en terugschrijdende erosie. Indien 1 (of meer) van de deelfaalmechanismen een faalkans heeft die kleiner is dan de faalkanseis, dan is de weerstand tegen piping voldoende.

De waterkering en het achterland zijn in het verleden opgespoten met zand. Uit het grondonderzoek blijkt dat de grondopbouw varieert tussen stukken met doorlopende slecht doorlatende lagen in dwarsrichting van de waterkering afgewisseld met dwarsprofielen met voornamelijk zandondergrond, zie ook paragraaf 3.3. Het is daarom onduidelijk of voldoende druk opgebouwd kan worden (oftewel, of piping een relevant mechanisme is).

Er kan wel worden gesteld, dat de nieuwe situatie een verbetering is ten opzichte van de oude situatie doordat een hoog voorland (terminalterrein) ontstaat. De waterstand bij norm (NAP +3,1 m) is lager dan de hoogte van de nieuwe kade (NAP +3,5 m). Het intredepunt voor piping komt hiermee op grotere afstand van de waterkering te liggen in de nieuwe situatie, de aanwezige kwelweglengte wordt hierdoor verlengd.

Indien in de toekomst een maatregel nodig is om piping te voorkomen, dan is er net als in de huidige situatie ruimte voor een ruimtebesparende maatregel (verticale oplossing) aan de binnenzijde (tussen dijk en sloot).

Afbeelding 4.1 Indicatief de locatie voor een toekomstige maatregel tegen piping, tussen binnenteen en sloot aan de binnenzijde van de dijk

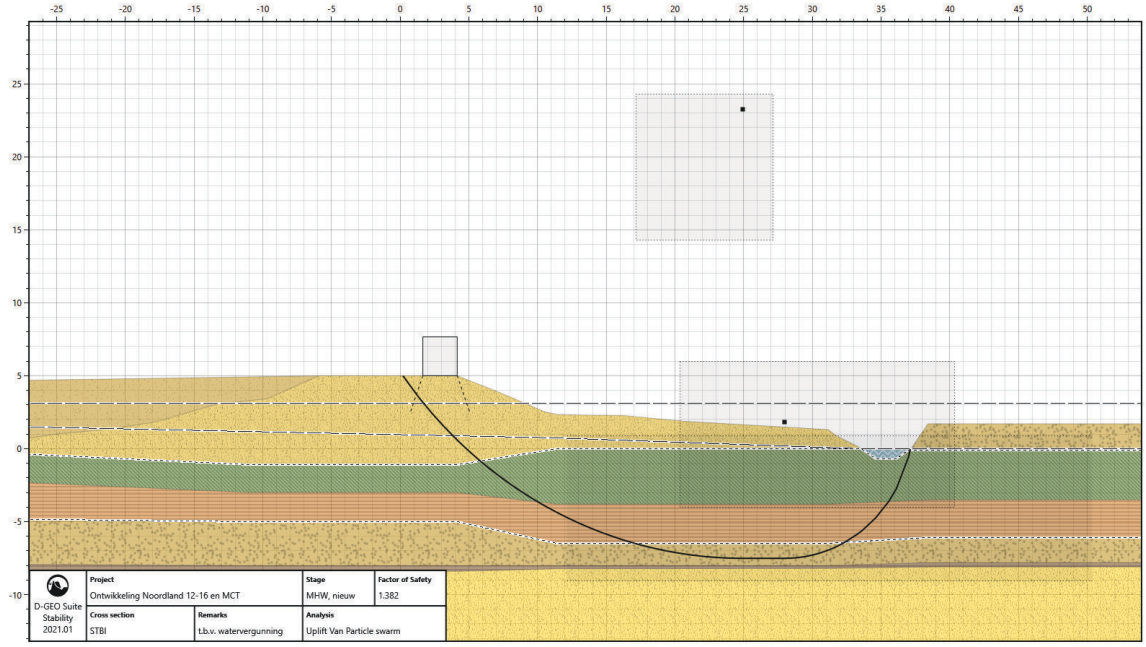


Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat de aanleg van de containerterminal geen negatieve invloed heeft op het faalmechanisme piping.

4.3 Macrostabiliteit binnenwaarts

Het afschuiven van een grondmoot aan de binnenzijde van de waterkering is een mogelijk bezwijkmechanisme voor de waterkering. In de nieuwe situatie is de kruin circa 1 tot 1,5 m verlaagd, hierdoor neemt de binnenwaartse macrostabiliteit van de dijk toe. Door het verwijderen van het muurtje van de kruin en het aanleggen van een verharding moet rekening gehouden worden met een verkeersbelasting tijdens de hoogwater situatie. De binnenwaarts stabiliteit is berekend door middel van een stabiliteitsberekening in D-Stability, de uitgangspunten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Het maatgevende glijvlak is weergegeven in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2 Resultaat stabiliteitsberekening macrostabiliteit binnenwaarts



De stabiliteitseis is vastgesteld op SF_{eis} = 1,31. Bovenstaande berekening laat zien dat in de nieuwe situatie de stabiliteitsfactor gelijk is aan SF = 1,382 voor een regulier glijvlak en SF = 1,339 voor een ondiep glijvlak. Om deze reden kan geconcludeerd worden dat in de nieuwe situatie de macrostabiliteit voldoet aan de eisen.

Tabel 4.1 Overzicht berekeningen

Som	SF eis	SF	Resultaat
huidige situatie (zonder verkeersbelasting, want groene kade), MHW	1,31	1,317	voldoet
nieuwe situatie, MHW	1,31	1,382	voldoet
nieuwe situatie, ondiep glijvlak, MHW	1,31	1,339	voldoet

4.4 Microstabiliteit

Het toetsspoor microstabiliteit betreft het controleren of micro-instabiliteit binnen de duur van een hoogwater kan leiden tot kruinverlaging. De primaire waterkering betreft een groene dijk met een zandkern. Het binnentalud is steiler dan 1V:5H. Naar verwachting is de doorlatendheid van het binnentalud verglijkbaar met de dijkkern. Daarnaast is het onbekend of de binnenteen in voldoende mate gedraineerd wordt om micro-instabiliteit te voorkomen. Hierdoor kan microstabiliteit niet worden uitgesloten op basis van de eenvoudige toets.

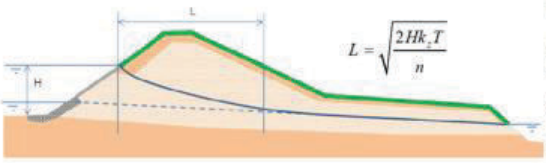
Voor het bepalen of de microstabiliteit voldoende is gebruik gemaakt van de eenvoudige conservatieve formule voor de indringing van een verhoogd freatische vlak in de dijk conform SH Microstabiliteit [ref. 6]. De schematisering hiervan is opgenomen in afbeelding 4.3.

Uitgaande van de eerder genoemde uitgangspunten en daarnaast:

- stormduur: 35 uur. Dit is op basis van SH Grasbekledingen [ref. 13] waar voor meren een stormduur wordt gehanteerd van 35 uur. Door de afsluiting van het buitenwater kan deze situatie als meer worden beschouwd;
- karakteristieke hoogte van het zandpakket waarover water in kan stromen, is de dikte van het zandpakket aan de buitenzijde van de terminal tot MHW, oftewel: circa 5,6 m.

Dit geeft een indringingslengte van ongeveer 33 m. Gezien het voorland (de terminal) van minimaal 100 m wordt ruim voldaan op basis van de eenvoudige conservatieve formule volgens SH Microstabiliteit [ref. 6]. Microstabiliteit heeft dus een verwaarloosbare invloed op de waterkerende functie van de waterkering.

Afbeelding 4.3 Schematisering microstabiliteit



Waarin:

L	**Indringingslengte [m].**
H	**Karakteristieke hoogte van het zandpakket waardoor het water naar binnen stroomt [m].**
k_z	**Doorlatendheid zandkern [m/s].**
T	**Periode hoogwater [s].**
n	**Porositeit zandkern [-].**

5

VOORSTEL LEGGERWIJZIGING

In dit hoofdstuk is er een voorstel gedaan voor een leggerwijziging in deeltraject 34-5. Door de grote wijziging in het voorland bij de primaire kering dienen de kernzone, beschermingszone A en beschermingszone B herdefinieerd te worden voor de buitenzijde van de primaire waterkering.

5.1 Kruin

De benodigde kruinhoogte is eerder in dit document behandeld (zie paragraaf 3.4). De minimale kruinhoogte is NAP+5,0 m. Dit is bepaald doormiddel van verschillende eisen van waterschap Brabantse Delta en HBN berekeningen middels Hydra-NL.

De kruinbreedte zoals opgenomen moet worden in de legger is de ontwerp kruinbreedte (gelijk aan wegbreedte). De ontwerp kruinbreedte is 13,1 m. Dit is de minimale breedte van het waterstaatswerk. Echter, de huidige breedte van het waterstaatswerk wordt in de legger gehandhaafd om de zone rondom de kruin te beschermen. Hiermee loopt de zonering ook vloeiend door op de zonering naast de containerterminal. De huidige breedte van het waterstaatswerk is circa 27 m.

5.2 Buitentalud

Het buitentalud van de legger is bepaald door een helling van 1:3 vanaf de kruin naar het minimale niveau van het voorland.

Het minimale niveau van het voorland is de waterstand bij norm bij zichtjaar 2125 bij een terugkeertijd van 1/14.300 per jaar. Dit is de gestelde conditionele norm zoals eerder toegepast in de bepaling van het hydraulisch belastingniveau in paragraaf 3.4.1. De waterstand bij norm dient te worden bepaald met het W+ klimaatscenario en de onzekerheden dienen te worden meegenomen. De resultaten hiervan zijn opgenomen in tabel 5.1. Uit de resultaten volgt een waterstand bij norm van NAP +3,47 m in zichtjaar 2025. Het minimale niveau van het voorland is NAP +3,5 m en daarmee wordt aan de eis voldaan.

Tabel 5.1 Waterstanden bij norm voor verschillende zichtjaren

Zichtjaar	Waterstand (minimaal niveau voorland)
2050	NAP +2,95 m
2100	NAP +3,29 m
2125	NAP +3,47 m

5.3 Beschermingszone A

De breedte van de beschermingszone A is bepaald met de 4H-regel. De 4H-zone is bepaald door de niveauverschillen tussen de kruinhoogte (NAP +5,0 m) en de hoogte van het vlakke maaiveld aan de voorzijde van de waterkering. Dit maaiveld is gedefinieerd als het aan te leggen voorland van minimaal NAP+3,5 m hoog. Dit zou resulteren in een beschermingszone A met een minimale breedte van 6 m.

Echter, het conservatieve uitgangspunt wordt gehanteerd met bodemniveau bij kademuur als referentieniveau voor het bepalen van H. De bodem tegen de kademuur aan ligt op circa NAP -5,85 m. Het verschil met de kruinhoogte (NAP +5,0 m) is daarmee ongeveer 11 m. Middels de 4H-regel kan dan de breedte van de Beschermingszone A worden bepaald op 44 m. Dit is gelijk aan de huidige breedte van Beschermingszone A. De huidige zonering van beschermingszone A blijft behouden.

5.4 Beschermingszone B

De breedte van beschermingszones A en B moet bij elkaar minimaal 10 m zijn. Daarnaast moet beschermingszone B voldoende voorland beschermen om in 2125 voldoende weerstand tegen piping en stabiliteit voorland te hebben. Hierbij dient te worden aangenomen dat de damwand niet aanwezig is of faalt, zodat aan de damwand geen waterkerende functie toegekend te worden.

Stabiliteit voorland

De stabiliteit van het voorland kan in het geding komen door 3 faalmechanismen: golfafslag voorland, afschuiving voorland, zettingsvloeiing voorland. Door de aanwezigheid van het brede (circa 125 m) bestraatte en voorbelaste voorland is de verwachting dat deze indirecte faalmechanismen geen risico vormen voor het falen van de primaire waterkering. Er is voldoende voorland en gepakt zand aanwezig om de primaire waterkering te beschermen.

Piping

Zoals beschreven in paragraaf 4.2 is het gezien de bodemopbouw twijfelachtig of piping een relevant mechanisme is op deze locatie. Indien piping relevant is, zorgt de nieuwe situatie voor een verbetering ten opzichte van de huidige situatie doordat een hoog voorland (terminalterrein) ontstaat. De waterstand bij norm (NAP +3,1 m) is lager dan de hoogte van de nieuwe kade (NAP +3,5 m). Het intredepunt voor piping komt hiermee op grotere afstand van de waterkering te liggen in de nieuwe situatie, de aanwezige kwelweglengte wordt hierdoor verlengd.

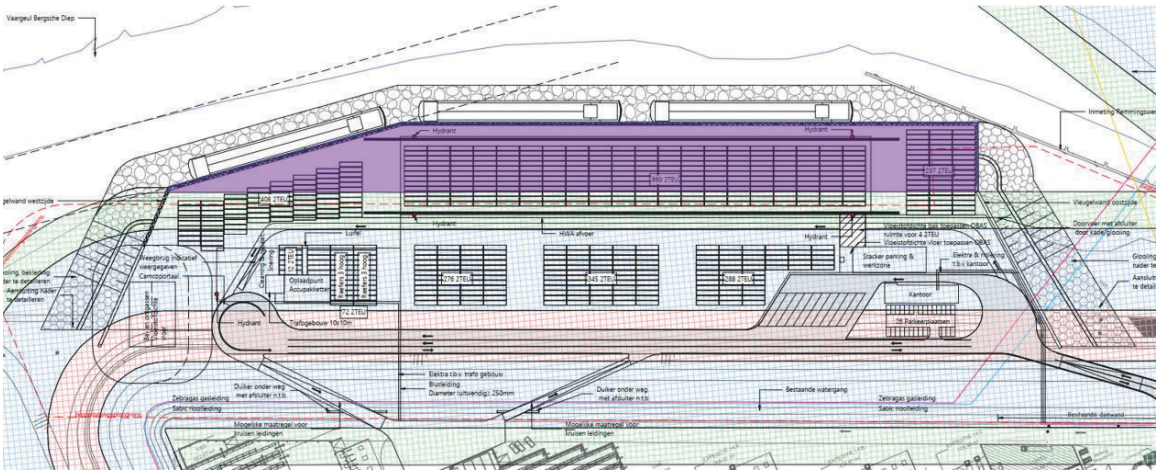
Indien in de toekomst een maatregel nodig is om piping te voorkomen, dan is net als in de huidige situatie ruimte voor een ruimtebesparende maatregel (verticale oplossing) aan de binnenzijde (tussen dijk en sloot).

Om deze reden is bescherming tegen piping niet maatgevend voor de bepaling van de breedte van beschermingszone.

Minimale breedte beschermingszone

De minimale breedte van de beschermingszone A en B moet 10 m zijn. Middels bovenliggende beschouwing is de minimale breedte van de beschermingszone A 44 m. Vanuit het oogpunt dat het waterschap controle houdt over wat er gebeurd in haar beschermingszones en de huidige bescherming tegen waterveiligheid is er gekozen om de beschermingszone B te verlengen tot aan de kademuur.

Afbeelding 5.1 Voorgestelde toekomstige legger voor normtraject 34-5 rondom de Markiezaat Container Terminal met in rood) het huidige en toekomstige waterstaatswerk, in blauw) de huidige en toekomstige beschermingszone A, in groen) de huidige beschermingszone B en in paars) de verlenging van de beschermingszone B



6

CONCLUSIES

Voorliggende rapportage dient als ondersteuning ten behoeve van een watervergunningsaanvraag voor de bouw van een buitendijkse containerterminal. De containerterminal komt te liggen aan de buitenzijde van een primaire waterkering binnen normtraject 34-5. In deze rapportage zijn de faalmechanismen besproken waar middels een kwantitatieve bepaling kan worden vastgesteld wat de invloed van de aanleg van de containerterminal op de waterveiligheid van de waterkering is. De behandelde faalmechanismen zijn hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit:

- de huidige kruinhoogte van circa NAP +6,5 m wordt verlaagd naar NAP +5,0 m. Dit is conform de eis van het waterschap. Tegelijkertijd is het maatgevende HBN in 2125 gelijk aan NAP +4,56 m (onder de conditionele norm) en gelijk aan NAP +4,14 m (onder de aangescherpte norm). Om deze reden voldoet de hoogte van de waterkering na de aanleg van de containerterminal nog aan alle eisen;
- een berekening op macrostabiliteit binnenwaarts laat zien dat door de aanleg van de containerterminal de stabiliteitsfactor hoger komt te liggen dan in de huidige situatie;
- een analyse van piping laat zien dat door het aanleggen van het hoge voorland de aanwezige kwelweglengte toe neemt ten opzichte van de huidige situatie. Door de aanleg van de containerterminal is het risico op piping kleiner dan in de huidige situatie;
- een berekening op microstabiliteit laat zien dat door de aanleg van de containerterminal er geen water kan uitstromen in het binnentalud. In de nieuwe situatie wordt dus voldaan aan het faalmechanisme microstabiliteit. Door de aanleg van de terminal is het risico kleiner geworden.

Op basis van bovenstaande resultaten kan worden gesteld dat de aanleg van de containerterminal geen negatieve invloed heeft op het waterkerend vermogen van de waterkering.

In aanvulling op de analyse op de waterveiligheid van de waterkering is er in voorliggende rapportage ook een voorstel gedaan voor de toekomstige legger. Hierin wordt voornamelijk de huidige legger gehandhaafd en beschermingszone B wordt verlengd tot aan de kademuur.

7

REFERENTIES

1 Bartels. Dwarsprofielen Meeus Container Terminal, Bergen op Zoom, d.d. 28 maart 2018.
2 HKV. Proevenverzameling - Sterktegegevens ondergrond - eindrapport, PR3478.10, d.d. oktober 2018.
3 Legger Brabantse Delta, URL: https://www.brabantsedelta.nl/legger.
4 WBI 2017. Schematiseringshandleiding piping, status: Definitief, d.d. 28 mei 2021.
5 WBI 2017. Schematiseringshandleiding macrostabiliteit, status: Definitief, d.d. 28 mei 2021.
6 WBI 2017. Schematiseringshandleiding microstabiliteit, status: Definitief, d.d. 29 november 2019.
7 Deltares. Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. September 2018.
8 OI2014v4. Handreiking ontwerpen met overstromingskans, status: Definitief, d.d. februari 2017.
9 OI2014v4. Werkwijzer bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden, d.d. 2016.
10 TAW. Technisch Rapport: Waterspanningen bij Dijken, status: Definitief, d.d. 1 september 2004.
11 HKV Lijn in Water. Gebruikershandleiding Hydra-NL versie 2.4.1.
12 MOS Grondmechanica. Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal te Bergen op Zoom. Kenmerk: R1901796-01 d.d. 6 november 2019.
13 WBI 2017. Schematiseringshandleiding grasbekledingen, status: Definitief, d.d. 28 mei 2021.

Bijlage(n)

BIJLAGE: (ANALYSE VAN) GRONDONDERZOEK

Zie bijgevoegde documenten:
- Analyse - volumieke gewichten.xlsx;
- R1901796-01.PDF;
- R1901796-02.PDF;
- 181017 rapport proevenverzameling Brabantse Delta.PDF.

II

BIJLAGE: STABILITEITSBEREKENING

Zie bijgevoegde bestand:
- MCT_STBI_watervergunning.stix.

III

BIJLAGE: ANALYSE EFFECT OP VAARWEG BERGSCHE DIEP

NOTITIE

Onderwerp	Aanpassingen vaarweg
Project	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Projectcode	115018
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.693
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	
Bijlage(n)	-
Aan	Mepavex Logistics B.V.
Kopie	

1 INLEIDING

Mepavex Logistics B.V. realiseert een nieuwe containerterminal genaamd Markiezaat Container Terminal (afgekort MCT) te Bergen op Zoom. Deze ontwikkeling volgt uit de groeiende capaciteitsvraag in de huidige Theodorushaven in Bergen op Zoom. Om deze groeiende vraag te kunnen faciliteren is een uitbreiding van de havencapaciteit en faciliteiten noodzakelijk. De nieuwe terminal wordt gelijktijdig gerealiseerd met een uitbreiding van de opslagcapaciteit van Mepavex op het Noordland bedrijventerrein.

De nieuwe containerterminal bevindt zich langs de vaarweg die scheepvaart van het Schelde-Rijnkanaal toegang geeft tot de Theodorushaven in Bergen op Zoom. De containerterminal bevindt zich aan de zuidzijde van de vaarweg ten westen van de sluis. De locatie is schetsmatig weergegeven in afbeelding 1.1.

Deze notitie bevat de analyse en onderbouwing van de realisatie van de containerterminal in relatie tot de aanwezige vaarweg tussen de Theodorushaven in Bergen op Zoom en het Schelde-Rijnkanaal. In deze notitie wordt getoetst aan de Richtlijnen Vaarwegen 2020 (RVW2020). Deze notitie is onderdeel van de aan te vragen watervergunning voor de realisatie van de containerterminal.

Deze notitie is als volgt opgebouwd. De gebruikte referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 2. De uitgangspunten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Vervolgens is de inpassing van de containerterminal langs de vaarweg opgenomen in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is de conclusie van de analyse opgenomen.

Afbeelding 1.1 Locatie containerterminal (blauw)



2 REFERENTIES

Deze notitie maakt gebruik van de volgende referenties:

1 Richtlijnen Vaarwegen 2020, Rijkswaterstaat WVL, 31 juli 2020, ISBN: 978-90-9033423-3.
2 Vaarweginformatie.nl, geraadpleegd op 04-01-2021.
3 Legger Rijkswaterstaatwerken, geraadpleegd 04-01-2021, https://maps.rijkswaterstaat.nl/geoweb55/index.html?viewer=LeggerRijkswaterstaatswerken.
4 E-mail [redacted] Gemeente Bergen op Zoom, donderdag 23 december 2021 16:24 uur, over scheepvaartintensiteit.

3 UITGANGSPUNTEN

Dit hoofdstuk beschrijft de bestaande situatie op de toekomstige locatie van de containerterminal en de relevante uitgangspunten. De locatie van de toekomstige containerterminal heeft raakvlakken met onder andere de vaarweg, de scheepvaart naar de Theodorushaven, de sluis en de kegelligplaats ten noorden van de vaarweg. Deze raakvlakken zijn hieronder per onderwerp kort beschreven.

Vaarwegklasse

Conform [ref. 2] is de vaarweg tussen het Schelde-Rijnkanaal en de Theodorushaven geclassificeerd als CEMT-klasse Va. Een maximale afmeting is niet benoemd, daarom wordt uitgegaan van een maximale scheepsafmeting van 135 x 11,4 meter die gelden voor CEMT-klasse Va conform [ref. 1].

De vaarwegbeheerder heeft aangegeven dat ook tweebaksduwstellen gebruik maken van de vaarweg (CEMT-klasse Vb). Deze combinaties worden ontkoppeld voor het passeren van het sluis. Bij de aanpassingen aan de vaarweg dient rekening gehouden te worden met de passage van deze duwstellen.

Vaarwegmarkering

De vaarweg is gemarkeerd met een lichtenlijn op de noordoever.

Genormeerde bodembreedte

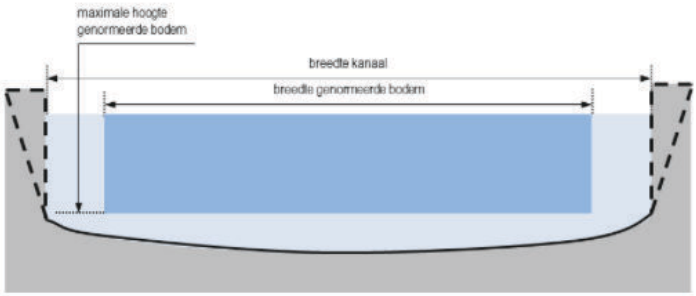
De genormeerde bodembreedte is opgenomen in de legger van Rijkswaterstaat. Afbeelding 3.1 bevat een opname uit die legger waarin de genormeerde bodembreedte met blauw is gearceerd. De kenmerken van het profiel ter plaatse van de toekomstige containerterminal zijn weergegeven in afbeelding 3.2. De genormeerde bodembreedte bij de toekomstige containerterminal bedraagt 97,5 meter.

Afbeelding 3.1 Bovenaanzicht genormeerde bodembreedte [ref. 3]



Afbeelding 3.2 Profielkenmerken ter plaatse van de containerterminal [ref. 3]

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Identificatie dwarsprofiel:	ZD_SCRI_2b
Type dwarsprofiel:	OW06
Oppervlaktewaterlichaam:	Schelde-Rijn verbinding
RWS-Dienst:	Rijkswaterstaat Zee en Delta
Breedte kanaal [m]:	243.4
Breedte genormeerde bodem [m]:	97.5
Maximale hoogte(-bereik) genormeerde bodem [m NAP]:	- 5.7
Opmerkingen:	-

Versie: 2.0
Status: Definitief
Datum: 13 oktober 2014

Legger Rijkswaterstaatswerken Waterwet

Vaarwegdiepte

Zoals aangegeven in de afbeelding 3.2 ligt in de huidige situatie nautisch gegarandeerde diepte op NAP -5,7 m Dit komt overeen met de minimale diepte voor schepen van CEMT-klasse Vb met een diepgang van 4,0 meter bij een waterstand van NAP -0,10 m. De containerschepen die van en naar de containerterminal varen hebben een kleinere diepgang dan 4,0 meter en zijn daarmee voor de vaarwegdiepte niet maatgevend. Voor de schepen die de containerterminal aan doen (CEMT-klasse Va) is

een nautisch gegarandeerde diepte van NAP -5,0 m voldoende uitgaande van een geladen diepgang van 3,5 meter.

Vrijwaringszone

De locatie van de toekomstige containerterminal bevindt zich in de binnenbocht van de vaarweg van en naar de sluis van de Theodorushaven. Langs vaarwegen geldt een vrijwaringszone en voor deze locatie in de binnenbocht heeft de vrijwaringszone een breedte van 25 meter conform opgave van de vaarwegbeheerder.

Sluis

Aan de zuidzijde van de sluis staat een geleidewerk en een remmingwerk waar schepen kunnen wachten voor de passage van de sluis. Deze voorzieningen moeten gehandhaafd blijven.

Kegelligplaats

Ten noorden van de vaarweg bevindt zich een kegelligplaats van Sabic. Deze kegelligplaats blijft gehandhaafd.

Scheepvaartintensiteit

In 2020 hebben circa 1.900 beroepsschepen en circa 2.000 recreatieschepen de Theodorushaven aangedaan [ref. 4]. Het aantal schepen per jaar dat naar de kegelligplaats gaat is onbekend. Op basis van de beschikbare gegevens kan de vaarweg getypeerd worden als zeer rustig (< 15.000 passages per jaar) conform de RVW2020.

Voor het berekenen van het aantal schepen dat jaarlijks de nieuwe terminal aandoet wordt uitgegaan van de volgende verdeling over het jaar:

- 120 dagen met 10 % capaciteit;
- 100 dagen met 100 % capaciteit;
- 145 dagen met 67 % capaciteit.

100 % staat voor drie schepen per dag. De toekomstige containerterminal zorgt daarmee voor een scheepvaartintensiteit van rond de 650 schepen per jaar ofwel 1.300 scheepvaartpassages per jaar. Op basis hiervan kan de vaarweg in de toekomstige situatie getypeerd blijven als zeer rustig tot rustig (< 15.000 passages per jaar) conform de RVW2020, ook wanneer rekening wordt gehouden met de huidige activiteiten in de Theodorushaven.

4 INPASSING CONTAINERTERMINAL LANGS VAARWEG

Dit hoofdstuk beschrijft de inpassing van de containerterminal langs de vaarweg tussen de Theodorushaven en het Schelde-Rijnkanaal.

Optimalisatie vaarweg

Gezien de vaarwegklasse van CEMT-klasse Va en de scheepvaartintensiteit (<15.000 schepen per jaar) volstaat een nauwere vaarweg dan de huidige breedte van 97,5 meter. Conform de RVW2020 [ref. 1] voldoet een krap profiel op dit traject, maar de vaarwegbeheerder heeft aangegeven een normaal profiel als minimum te willen hanteren. Dit betekent voor rechte vaarwegvakken een breedte van 45,6 meter en 14 meter zijwindtoeslag (uitgaande van kuststreek). In bochten moet hier een bochttoeslag bij worden opgeteld. Hiervoor wordt 13,5 meter aangehouden. De bochtstraal van circa 5L voldoet niet aan de minimale bochtstraal van 6L voor een normaalprofiel conform de RVW2020. Aangezien de bochtstraal van circa 5L een verbetering is ten opzichte van de huidige situatie, wordt dit acceptabel geacht. De toekomstige totale genormeerde bodembreedte komt hiermee op 73,1 meter, afgrond 75 meter. De huidige lichtenlijn kan gehandhaafd blijven.

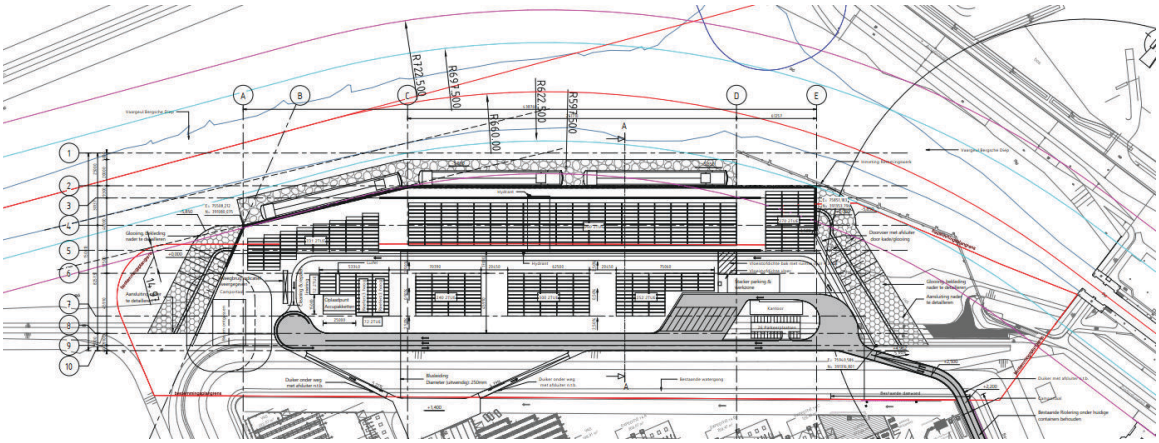
Met een toekomstige genormeerde bodembreedte van 75 meter overlapt de 50 meter contour van de kegelligplaats nog slechts circa 2 meter met de genormeerde bodembreedte. Dit is een verbetering ten opzichte van de huidige situatie.

Ligging containerterminal

De containerterminal is dusdanig ontworpen dat het westelijke deel van de containerterminal evenwijdig aan de vaarweg loopt. Hierdoor snijdt de terminal niet met de vrijwaringszone en de vaarweg. Dit is weergegeven in de onderstaande afbeelding. Hieronder volgt een korte toelichting.

De paarse lijn is de vrijwaringszone langs de vaarweg. De toekomstige containerterminal ligt geheel buiten de vrijwaringszone met uitzondering van het deel achter het remmingwerk bij de sluis. De afgemeerde schepen liggen wel in de vrijwaringszone, maar dat is niet ongebruikelijk bij langshavens. De afstand tussen de afgemeerde schepen en de vaarweg is tenminste één scheepsbreedte en dat is ruim voldoende volgens de RVW2020 [ref. 1]. Ook de gieken van de kranen kunnen zich ook in de vrijwaringszone bevinden, maar ook dit is niet ongebruikelijk bij langshavens.

Afbeelding 4.1 Terminal in relatie tot de vaarweg



Zwaaikom

In de huidige situatie, zonder de te realiseren terminal, kunnen de grotere schepen niet of nauwelijks draaien op het Bergse Diep. Dit heeft tot gevolg dat grotere schepen achteruit richting het Schelde-Rijnkanaal varen en daar in de buurt zwaaien om vervolgens het Schelde-Rijnkanaal op te varen. Dit is op dit moment al reeds ongewenst qua nautische veiligheid. De nieuw te realiseren terminal heeft geen effect op deze situatie en de locatie waar zwaaien mogelijk is.

In de huidige situatie is het reeds wenselijk dat een zwaaikom wordt gerealiseerd ten zuidwesten van de toekomstige containerterminal. Deze zwaaikom biedt schepen de mogelijk om te zwaaien voordat ze het Schelde-Rijnkanaal op draaien. De zwaaikom heeft een diameter van 162 meter (=1,2 x 135 meter) conform de RVW2020 [ref. 1]. Deze zwaaikom biedt de mogelijkheid voor de huidige schepen als de toekomstige schepen die de terminal bezoeken om te zwaaien. Het initiatief voor de realisatie van de zwaaikom ligt bij de vaarwegbeheerder. Mepavex ondersteunt dit initiatief.

5 CONCLUSIE

De ontwikkeling van de containerterminal langs de vaarweg tussen de Theodorushaven in Bergen op Zoom en het Schelde-Rijnkanaal moet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen 2020 (RVW2020).

Met de voorgestelde optimalisatie van de vaarweg (verkleinen van de genormeerde bodembreedte van 97,5 meter naar 75 meter) en het huidige ontwerp van de containerterminal, ligt de fysieke terminal buiten de vrijwaringszone van de vaarweg. De resterende breedte van de vaarweg is voldoende voor de classificatie van de vaarweg. De afgemeerde schepen en de gieken van de kranen liggen wel in de vrijwaringszone, maar dat is niet ongebruikelijk bij langshavens. Hiermee voldoet de ontwikkeling van de terminal aan de RVW2020.

Met het maken van een zwaaikom kan de nautische veiligheid van de huidige en toekomstige situatie sterk verbeterd worden. Het initiatief hiertoe ligt bij de vaarwegbeheerder.

IV

BIJLAGE: ONTWERP OVERKLUIZINGSCONSTRUCTIES

Witteveen + Bos



VO Overkluizings-constructies en duikers

Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal (MCT)

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project	VO Overkluizings-constructies en duikers
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Document	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal (MCT)
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.573
Projectcode	115018
Projectleider	
Projectdirecteur	
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Blaak 16
Postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
+31 (0)10 244 28 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Projectomschrijving 5
1.2 Doel van dit document 5
1.3 Leeswijzer 6
1.4 Afkortingen 6

2 CONTRACT- EN BINDENDE DOCUMENTEN 8

2.1 Referenties 8
2.2 Normen en richtlijnen 8

3 ONTWERP OVERKLUIZINGSCONSTRUCTIE 10

4 UITGANGSPUNTEN 12

4.1 Algemene uitgangspunten 12
4.2 Waterveiligheid uitgangspunten 13
4.3 Geotechnische uitgangspunten 14
4.3.1 Grondopbouw en grondparameters 14
4.3.2 Grondwaterstanden 16
4.4 Constructieve uitgangspunten 16
4.4.1 Soortelijk gewichten 16
4.4.2 Materiaalgegevens 16
4.4.3 Materiaalfactoren 17

5 BELASTINGEN 18

5.1 Permanente belastingen 18
5.2 Variabele belastingen 18
5.2.1 Verticale verkeersbelastingen 18
5.2.2 Maaiveldbelastingen 20
5.2.3 Horizontale verkeersbelastingen 20
5.2.4 Vermoeiing 20
5.3 Overige veranderlijke belastingen 21

6 BELASTINGFACTOREN EN COMBINATIES 22

6.1 Belastingfactoren Uiterste Grenstoestand (ULS) 22
6.2 Belastingfactoren Bruikbaarheids grenstoestand (SLS-FREQ) 22
6.3 Belastingcombinaties 23

7 CONSTRUCTIEVE BEREKENINGEN 24

7.1 Berekeningsaanpak 24
7.2 Modellering 24
7.3 Interactie bouwfasering met krachtswerking constructie 25
7.4 Belastingen 25
7.5 Berekeningsresultaten 25
7.5.1 Overkluizingsconstructie 26
7.5.2 Langswapening in platen en natte knopen 26
7.5.3 Dwarswapening in platen en natte knopen 27
7.5.4 Dwarskrachtwapening in platen en natte knopen 27
7.5.5 Vervormingen 27
7.5.6 Detaillering 28
7.6 Reactiekrachten damwanden 28
7.7 Deksloof 29

8 GEOTECHNISCHE BEREKENINGEN 30

9 KANSEN EN RISICO'S 32

Laatste pagina 33

Bijlage(n) Aantal pagina's

I Grondonderzoek 5
II Milieuklassen en dekking 1
III Belastingfactoren en -combinaties 1
IV SCIA model overkluizingsconstructie in-/uitvoer 22
V Belastingen en constructieve berekeningen 13
VI Berekening draagvermogen damwand 6

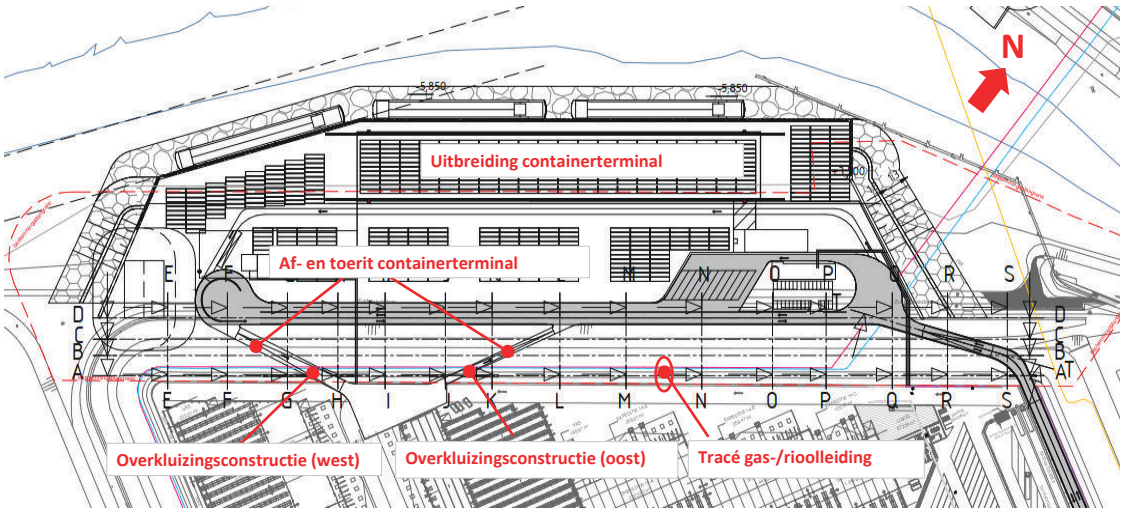
1

INLEIDING

1.1 Projectomschrijving

De bouw van de nieuwe Markiezaat Container Terminal, te Bergen op Zoom, is in voorbereiding door Mepavex Logistics B.V. Het betreft de aanleg van een buitenhaven gezien de buitendijkse ligging van de beoogde locatie, weergegeven in afbeelding 1.1 en afbeelding 1.2. De nieuwe containerterminal dient de op- en overslag van containers te voorzien.

Afbeelding 1.1 Overzicht uitbreiding MCT en locatie overkluizingsconstructies



De bereikbaarheid van de uitbreiding met het bestaande deel wordt onder andere voorzien door een nieuwe af- en toerit die de huidige dijk kruist (Zuiderstrekdam). Aan de binnendijkse teen ligt evenwijdig aan de dijk een leidingtrace (gas- en rioolleiding). De af- en toeritten kruisen dit leidingtracé. Om zettingen en bovenbelastingen op deze leidingen te voorkomen zijn een tweetal overkluizingsconstructies benodigd.
Dit VO betreft specifiek de toekomstige overkluizingsconstructies van de gas- en rioolpersleiding.
Door het toepassen van de ontlastconstructie worden de leidingen volledig ontlast en behoeven er om die reden geen sterkte berekeningen te worden verricht betreffende deze leidingen.

1.2 Doel van dit document

Dit rapport beschrijft het Voorlopig Ontwerp (VO) van de overkluizingsconstructies voor de gas en rioolpersleidingen ten behoeve van de aanleg van de af- en toeritten van de nieuwe containerterminal.

De volgende onderwerpen maken deel uit van deze VO rapportage:
- overzicht van de ontwerp bindende documenten, normen en richtlijnen;

- vaststellen van de geotechnische- en constructieve eisen en randvoorwaarden;
- vaststellen van eisen ten aanzien van realisatie overkluizing in nabijheid van de leidingen;
- beschrijving principe ontwerpoplossing;
- constructieve- en geotechnische berekening;
- kansen en risico's.

Afbeelding 1.2 Toekomstige locatie uitbreiding MCT (geel omkaderd terrein)



1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de referenties en van toepassing zijnde normen en richtlijnen gepresenteerd. Hoofdstuk 3 beschrijft het ontwerp van de overkluizingsconstructie. De algemene, geotechnische en constructieve uitgangspunten zijn opgenomen in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de verschillende belastingen en belastingfactoren uitgewerkt. Het ontwerp van de overkluizingsconstructies wordt toegelicht in hoofdstuk 6. De haalbaarheid en onderbouwing van het ontwerp door middel van constructieve en geotechnische berekeningen worden beschreven in hoofdstuk 7 en 8. In hoofdstuk 9 worden kansen en risico's benoemd.

1.4 Afkortingen

Afkorting	Betekenis
BGT	bruikbaarheids grens toestand
BOB	binnen onderkant buis
CUR	civieltechnisch centrum uitvoering research en regelgeving
IGT	incidentele grens toestand

Afkorting	Betekenis
TPvE	technisch programma van eisen
UGT	uiterste grens toestand
VO	voorlopig ontwerp

2

CONTRACT- EN BINDENDE DOCUMENTEN

2.1 Referenties

1 Markiezaat Container Terminal, Technisch Programma van Eisen, 115018, Witteveen+Bos, september 2019.
2 Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-01, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 6 november 2019.
3 Laboratorium onderzoek, Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-02, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 16 december 2019.
4 Verkeerskundige uitgangspunten Markiezaat Containerterminal, Witteveen+Bos, d.d. 27 oktober 2021.
5 Verhardingsadvies Markiezaat Container Terminal, 115018, Witteveen+Bos, december 2019.
6 KLIC melding, orientatieverzoek meld-/referentienummer 22O009012/115018 badd d.d. 24 januari 2022.
7 E-mail 'RE: U202200211RE: U202200142 RE: 22O009012 - Conradweg 18 4612PD Bergen op Zoom PG2022-00600' d.d. 10 februari 2022 Betreft verslag overleg PPS-Pipelines en Witteveen+Bos d.d. 10 februari 2022.
8 E-mail 'Verslag overleg concept aanvraag watervergunning Noordland 12-16+MCT', d.d. 02 maart 2022.
9 Overleg gasunie, Aanvraag watervergunning Noordland 12 tot en met 16 en Markiezaat Container Terminal (MCT), 115018/22-002.223 d.d. 15 februari 2022, Witteveen+Bos.
10 Tekening 'Beheerkaart leidingen, Aansluiting GOS Bergen op Zoom', A-671-03-KR-011/012, N.V. Nederlandse Gasunie, d.d. 01 januari 2021.
11 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Nieuwe situatie Bovenaanzicht', 115018_12_2000, concept, d.d. 13 januari 2022.
12 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Dwarsdoorsnedes dijklichaam', 115018_12_2002, concept, d.d. 13 januari 2022.
13 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie opgeschoond', 115018_12_2003, concept, d.d. 13 januari 2022.
14 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie inclusief zones dijklichaam', 115018_12_2004, concept, d.d. 13 januari 2022.
15 Witteveen+Bos, Aanvraag watervergunning - Noordland 12-16 en Markiezaatcontainerterminal - Concept 01 - 21 januari 2021. Referentie: 115018/22-000.647.

2.2 Normen en richtlijnen

Normen

16 NEN-EN 1990+A1+C2/NB:2019 Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp, december 2011.
17 NEN-EN 1991-1+C1+C11:2019/NB:2019 Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en gebruiksbelastingen voor gebouwen.
18 NEN-EN 1991-2+C1:2015/NB:2019 Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen.
19 NEN-EN 1992-1-1+C2/NB(NL) Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies -Deel 1 - 1: Algemene regels en regels voor gebouwen, november 2011.
20 NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2016 Ontwerp en berekening van betonconstructies - Betonnen bruggen - Regels voor ontwerp, berekeningen en detaillering.

21 NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016/NB:2016 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen.
22 NEN-EN 1993-5, Eurocode 3 Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 5: palen en damwanden, februari 2008.
23 NEN-EN 1997-1+C1+A1/NB(nl) Nationale bijlage bij Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels, juli 2019.
24 NEN 9997-1+C2 (nl): Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels, november 2017.
25 NEN 3650 Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemene eisen, 01 januari 2020.

Richtlijnen

26 SBRCURnet, 2012, Aanbeveling 166 damwandconstructies deel 1 en 2.
27 VELIN Richtlijn 2017/6 revisie September 2019 Algemene VELIN-voorwaarden voor grondroer en overige activiteiten.
28 CROW richtlijn 500 ‘Schade voorkomen aan kabels en leidingen’.

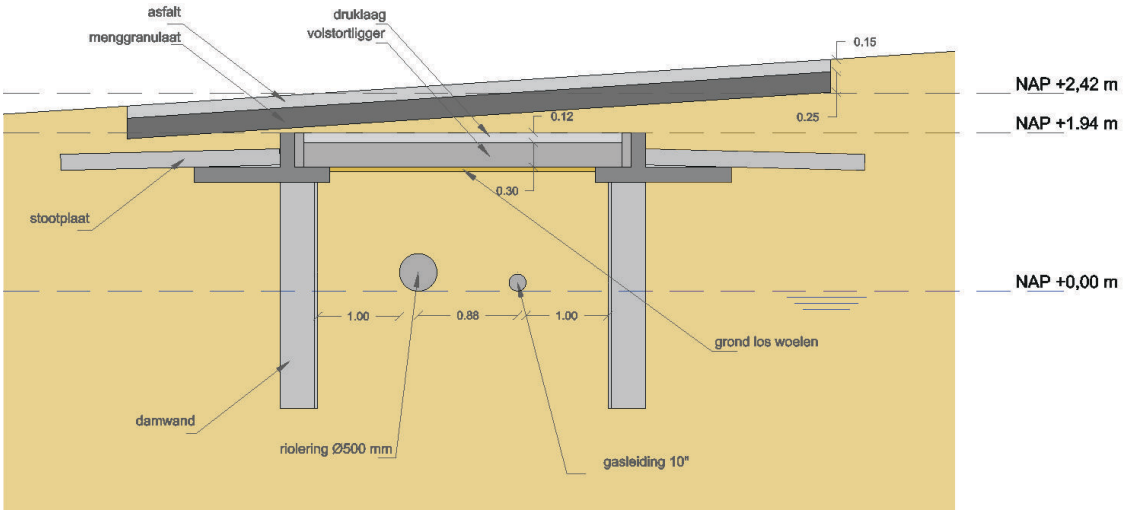
3

ONTWERP OVERKLUIZINGSCONSTRUCTIE

De overkluizingsconstructie ter plaatse van de gas- en rioolleiding bestaat uit prefab platen gefundeerd op damwanden (zie afbeelding 3.1). De overkluizing betreft de kruising van 1 rijbaan met een breedte van 3,5 m onder een hoek van 26 graden en aan weerszijden aanwezige redresseerstroken, buitenberm en taluds. De overkluizingsconstructies oost en west zijn qua opbouw gelijk.

Aan weerszijden van de leidingen worden op een minimale afstand van 1,0 m (exclusief uitvoeringstoleranties) damwanden tot in de draagkrachtige zandlaag aangebracht. De keuze voor damwanden is gebaseerd op het voorkomen van zettingen van de samendrukbare lagen onder de leidingen als gevolg van de aanleg van de aansluitende wegverhardingen en -fundering. Heien op zo'n korte afstand van de leidingen is vanwege risico op omgevingsbeïnvloeding niet toegestaan; de damwanden worden daarom gedrukt aangebracht (bij alternatief van een paalfundering in plaats van een damwand kan uitgegaan worden van een boorpaal systeem).

Afbeelding 3.1 Overzicht van constructie

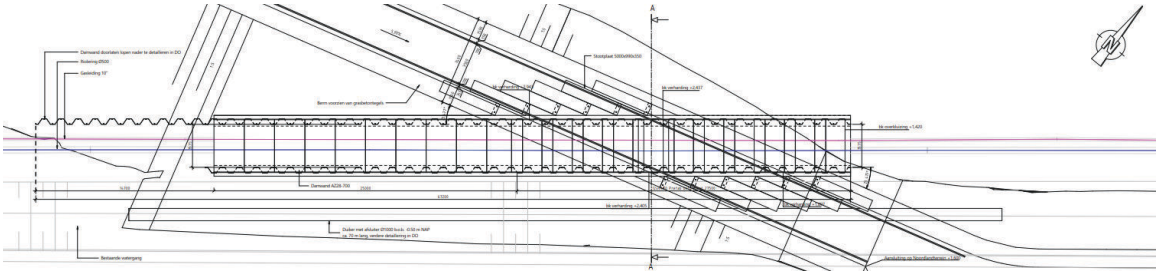


De dagmaat van de damwand en de leidingen bedraagt minimaal 1,0 m (exclusief uitvoeringstoleranties). De hart op hart afstand tussen de riolering en de gasleiding bedraagt 0,88 m. Voor uitvoeringstoleranties wordt een maat van 0,1 m aangehouden. Dit resulteert in minimale dagmaat tussen de beide damwanden van 3,5 m. Boven op damwanden worden gewapende betonnen deksloven gestort. Aan de buitenzijde van deze deksloven worden oplegnokken toegevoegd waarop de stootplaten worden geplaatst. Deze stootplaten liggen evenwijdig aan de wegas en staan daarmee onder hoek van circa 26° graden op de overkluizing (zie afbeelding 3.2). Om de stootplaten evenwijdig aan de weg te krijgen worden de nokken als een getand profiel aan weerzijde van de overkluizing gemaakt. De breedte van iedere stootplaat bedraagt 1,0 m. Omdat de stootplaten verspringend worden aangebracht zijn deze, ter voorkoming onderlinge zettingsverschillen tussen de stootplaten, extra lang uitgevoerd (definitieve lengte te bepalen in DO).

Aan de binnenzijde van de deksloven worden prefab platen (dikte 400 mm) geplaatst die ter plaatse van de rijbaan door middel met een 'natte knoop' met elkaar verbonden worden. De prefab platen onder de taluds worden met doken met elkaar verbonden (dwarskrachtverbinding). Het toepassen van een eenvoudig voegprofiel (zwelband) en geotextiel voorkomt uitspoeling en/of lekweg. Tussen onderkant dek van de overkluizingsconstructie en maaiveld dient een kleine ruimte te zijn aangebracht (circa 50 mm) om te voorkomen dat bij vervormingen tijdens de uitvoering een contactvlak ontstaat.

De verharding ligt niet direct op de overkluizing maar wordt gefundeerd op een puinfundering met een minimale dikte van 250 mm. Horizontaalkrachten (rem-/aanzetkrachten) worden op deze wijze via de wegverharding afgedragen en niet via de overkluizingsconstructie waarmee horizontale belasting op de leidingen zoveel mogelijk wordt vermeden.

Afbeelding 3.2 Bovenaanzicht overkluizing (west)



Keuze fundering

De overkluizingsconstructie wordt gefundeerd op damwanden, deze voorkomt ook de extra bovenbelasting op de leidingen door aanleg van de wegfundering en taluds. De damwand wordt gefundeerd in de draagkrachtige zandlaag (circa NAP-14,0 m).

Vanwege de beperkte afstand tot de (hoge) drukleidingen wordt uitgegaan van een trillingsvrij systeem. De damwanden zullen drukkend aangebracht worden.

Een alternatief is het funderen van de overkluizingsconstructie op een paalfundering. Vanwege het gegeven dat funderingselementen rondom de leidingen trillingsvrij aangebracht moeten worden zou een grondverdringende schroefpaal met verloren punt (type Fundex of gelijkwaardig) mogelijk zijn. Deze variant is niet verder uitgewerkt in dit VO.

Effect belasting ophoging grondlichaam

De belasting van het grondlichaam en de verkeersbelasting zal boven de leidingen via de overkluizing worden afgedragen naar de vaste zandlaag om zettingen te voorkomen. De ophoging naast de overkluizing kan via belastingspreiding toch nog tot zetting leiden. Afhankelijk van de geometrie van de constructie en de diepte van de zettingsgevoelige laag kan dit ook nog in zetting onder de leiding resulteren. De belastingspreiding die hierbij gehanteerd wordt in de zettings gevoelige laag is een hoek van 45 graden. Door de helling van toe- en afrit zal er een klein verschil zijn in horizontale belasting uit gronddrukken op de fundering. Dit verschil is echter minimaal en wordt in deze fase verwaarloosd.

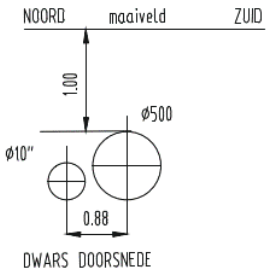
4

UITGANGSPUNTEN

4.1 Algemene uitgangspunten

- Ontwerplevensduur: 50 jaar.
- Risico-/gevolgklasse: CC2/RC2 (NEN-EN 1990/NB tabel 2.1).
- Aantal rijstroken per overkluizingsconstructie: 1 rijstrook.
- Wegbreedte: 3,5 m; breedte kantstrook: 0,1 m ; redresseerstrook : 0,35 m ; buitenberm : 1,5 m.
- Kruisingshoek: 26 graden.
- Helling afrit oostzijde-/westzijde: 5 %.
- Helling aansluitende taluds: 1:5 (1:5 aangehouden in verband met kruising onderhoudsvoertuigen).
- Ontwerpsnelheid af- en toeritten: 30 km/h.
- Minimale afstand riool- en gasleiding en toekomstige damwand (dagmaat): 1,0 m [ref. 27].
- Uitvoerings-/plaatsingstoleranties damwanden/paalfundering: ≥75 mm (CUR166).
- Gasleiding A-671-03 diameter 10' EN 10208 Grade L290, wanddikte 11.1 mm [ref. 10].
  Gasleiding A-671-03 (aanleg 1998) uitwendige diameter 273 mm, maximale bedrijfsdruk 79,9 bar [ref. 9].
- Afstand (horizontaal) gasleiding tot bovenkant sloot circa 2,26 m [ref. 10].
- Sabic riool persleiding (code) diameter 500 mm.
- Hart-op-hart afstand gasleiding - rioolpersleiding : 0,88 m (zie afbeelding 4.1) [ref. 10].
- Gronddekking rioolpersleiding circa 1 m (indicatief ivm verloop diepteligging/maaiveld) [ref. 10.]
- Toekomstige duikers watergang/sloot (3 stuks) diameter 1.000 mm.
- De meest oostelijke en westelijke (toekomstige) duikers dienen voorzien te worden van een afsluiter.

Afbeelding 4.1 Situatie leidingen [ref. 10]



Specifieke uitgangspunten (ontwerp/uitvoering) ten aanzien van activiteiten nabij gasleiding [ref. 27]:
- bij het heien of plaatsen van een damwand dient een afstand (dagmaat) van tenminste 1,0 m rondom de leiding te worden aangehouden, onder voorwaarde dat de leiding zichtbaar is;
- bij volledige ontgraving van de leiding moet de leiding worden aangevuld en verdicht in overleg met de leidingeigenaar in lagen van 0,30 m, met minimaal 0,30 m schoon zand rondom de leiding;
- het is verboden om op leidingen te lopen en te steunen. Daarnaast moeten de leidingen beschermd zijn tegen vallende voorwerpen;
- bij ontgraving van de leiding moet de coating beschermt worden tegen uitdroging, beschadiging en UV-straling;

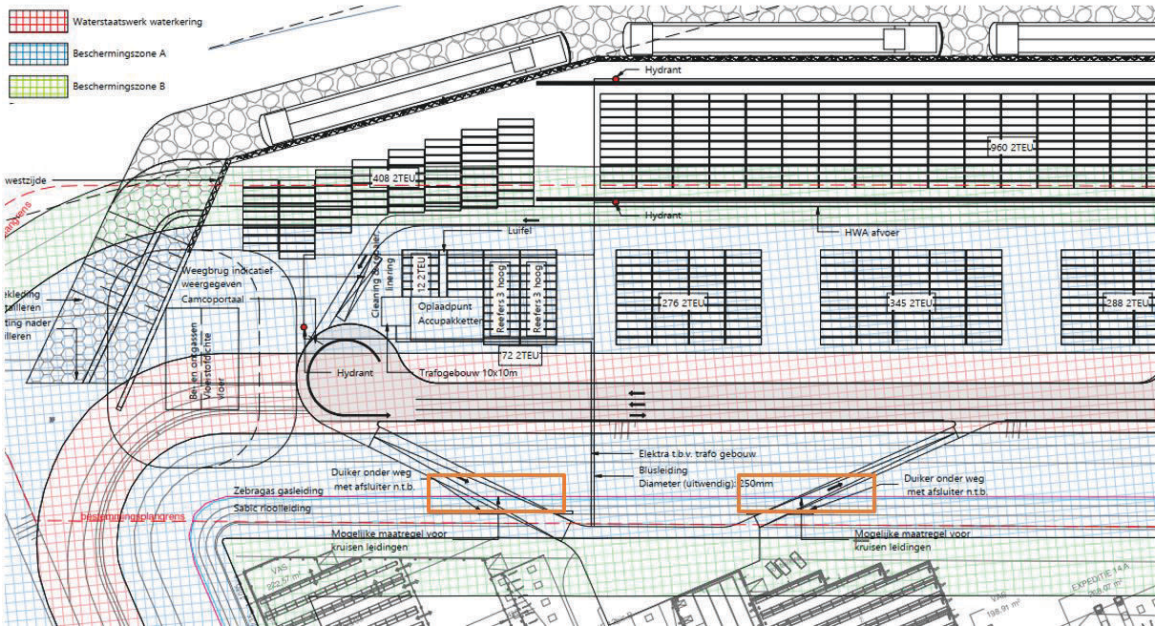
- kruisingen van kabels, mantelbuizen en/of andere leidingen, met leidingen van de netbeheerder dienen haaks te geschieden op een onderlinge afstand (dagmaat) van minimaal 0,50 m doormiddel van open ontgraving;
- bij het aanbrengen van een gesloten verharding boven de leiding moet in overleg met de netbeheerder een zettings- en/of sterkteberekening conform de NEN 3650 worden uitgevoerd.

Opmerking: bovenstaande lijst betreft de belangrijkste punten uit de VELIN-Richtlijn die van belang zijn voor het ontwerp en zijn derhalve niet uitputtend.

4.2 Waterveiligheid uitgangspunten

De overkluizingen komen aan de binnenzijde van de waterkering tussen de Markiezaat Container Terminal en het Noordlanterrein. De waterkering is onderdeel van het normtraject 34-5. De waterkering is in beheer bij waterschap Brabantse Delta. De zoneringen van de vastgestelde legger waterschap Brabantse Delta (https://wsbd.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fd76082880324620845b0001369d019a) zijn weergegeven in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2 Locaties van de constructie (met oranje markering) en bijbehorende leggerzoneringen



Uit afbeelding 4.2 blijkt dat de constructies zullen worden geplaatst in Beschermingszone A. Het is verboden om zonder vergunning gebruik te maken van de beschermingszone A en hier bouwwerken in te plaatsen. Om deze reden is voorliggende rapportage onderdeel van de watervergunningsaanvraag (en de omgevingsvergunningsaanvraag).

De constructies zijn benodigd om de aanwezige gas- en rioolleiding te ontlasten. De constructies worden gefundeerd middels damwanden van circa 14 m diepte en circa 60 m in lengte-richting. Het gebruik van deze damwanden heeft een mogelijk effect op de grondwaterstand en macrostabiliteit binnenwaarts rondom de primaire waterkering.

De grondwaterstand kan beïnvloed worden door het plaatsen van de damwanden, doordat er een waterdichte damwand zal worden geplaatst in de binnenteen. Echter is de lengte van de damwanden ten opzichte van de waterkering beperkt waardoor er een minimaal tot geen effect zal zijn op de

grondwaterstand in de omgeving. Om deze reden valt niet te verwachten dat de grondwaterstand en daarmee de waterveiligheid negatief beïnvloed zal worden door het plaatsen van de overkluizingen.

Uit de beoordeling waterveiligheid is gebleken dat de primaire waterkering in de nieuwe situatie (na aanleg terminal) voldoende veilig is tegen het mechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Het plaatsen van de overkluizingsconstructies zal er toe leiden dat er zowel extra gewicht aan de binnenzijde van de waterkering komt te liggen als dat er een damwand wordt geplaatst in langsrichting van de waterkering. Beide van deze effecten dragen positief bij aan de veiligheid tegen het faalmechanisme. Om deze reden valt niet te verwachten dat de overkluizingen het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts negatief beïnvloeden.

Daarnaast zal er tijdens de uitvoering voor een druk-methode worden gekozen voor de damwanden. Dit veroorzaakt weinig tot geen trillingen en zal daarom de waterkering niet tot nauwelijks negatief beïnvloeden.

Voor een meer uitgebreide beschouwing van de waterveiligheid wordt de lezer verwezen naar het aanvraagdocument watervergunning [ref. 15].

4.3 Geotechnische uitgangspunten

4.3.1 Grondopbouw en grondparameters

Afbeelding 4.3 geeft een overzicht weer van het beschikbare grondonderzoek en de indicatieve locaties van de 2 overkluizing constructies (in rood aangegeven). In het kader van dit onderdeel zijn er 3 sonderingen en 2 boringen beschikbaar.

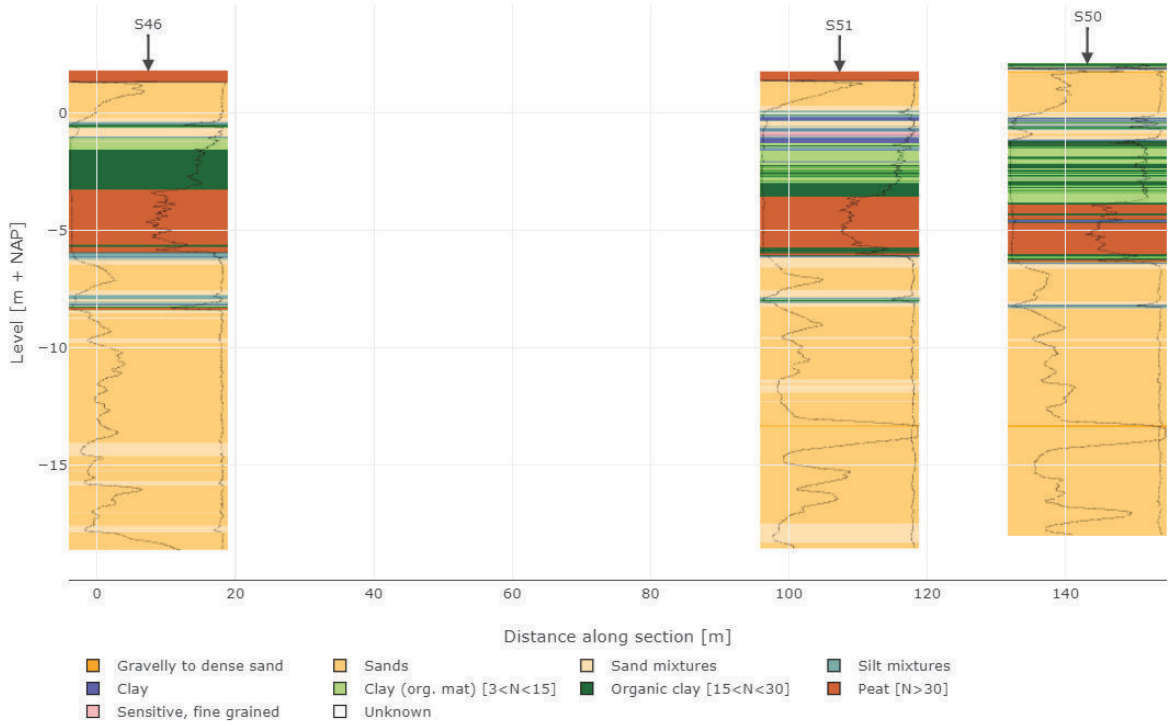
Afbeelding 4.3 Beschikbaar grondonderzoek en indicatieve locaties overkluizingen



In afbeelding 4.4 worden de grondlagen volgens de interpretatie op basis van methodiek R2010 SBT-NL weergegeven. Het algemene beeld van de grondopbouw is dat deze redelijk uniform is voor de beschikbare onderzoekspunten. Er is een zandige toplaag aanwezig waarna er klei- en veenlagen aanwezig zijn tot een diepte van ongeveer NAP -6,0 m. Hieronder is een matig vaste zandlaag aangetroffen. Sondering S46 is

gehanteerd als maatgevende sondering voor beide locaties van de overkluizing. In bijlage I zijn de beschikbare sonderingen en boringen opgenomen.

Afbeelding 4.4 Grondlagen van beschikbare grondonderzoek volgens R2010 SBT-NL



Tot op heden is er 1 samendrukkingsproef uitgevoerd, welke onvoldoende is om een lokale parameterset op te stellen. Om die reden zijn de representatieve zettingsparameters vastgesteld op basis van tabel 2b van NEN-9997-1 en zijn weergegeven in tabel 4.1. Voor de bepaling van de samendrukkingsparameters is uitgegaan van een CR/Cα en CR/RR verhouding van respectievelijk 20 en 6. De toplaag rekent met een Pre-Overburden Pressure (POP) van 10 kPa en de diepere lagen met een Over Consolidation Ratio (OCR) van 1,3. De voorgenoemde uitgangspunten zijn gangbare waardes voor samendrukkingsparameters.

Tabel 4.1 Grondopbouw en Grondparameters op basis van NEN-9997-1

Grondsoort	o.k laag (m+ NAP)	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m^3)	CR (-)	RR (-)	Cα (-)	OCR/POP (-)	POP (kPa)	φ' (°)	c (kPa)
zand schoon matig	-0,5	18/20	0,00380	0,00130	0	-	10	32,5	0
klei sterk zandig	-1,0	18/20	0,0920	0,03070	0,00370	-	10	27,5	0
klei zwak zandig slap	-2,0	15/15	0,2300	0,07670	0,00920	1,3	-	22,5	0
klei organisch slap	-3,0	13/13	0,3067	0,0511	0,01530	1,3	-	15,0	0

Grondsoort	o.k laag (m+ NAP)	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m^3)	CR (-)	RR (-)	Cα (-)	OCR/POP (-)	POP (kPa)	φ' (°)	c (kPa)
veen	-6,0	10/10	0,460	0,0767	0,023	1,3	-	15,0	1
zand schoon matig	n.v.t	18/20	0,00380	0,00130	0	1,3	-	32,5	0

4.3.2 Grondwaterstanden

Er is geen uitgebreide informatie beschikbaar van de grondwaterstand en de stijghoogte in het watervoerend pakket. Op basis van de uitgevoerde boringen in 2019 blijkt de grondwaterstand rond NAP 0,0 m te zijn. Dit peil is aangehouden als gemiddelde grondwaterstand. Peilbuismetingen in de omgeving welke in de watervoerende zandlaag zijn geplaatst laten een vergelijkbare waarde zien. Daarom is voor de stijghoogte hetzelfde niveau gehanteerd.

4.4 Constructieve uitgangspunten

4.4.1 Soortelijk gewichten

De volgende soortelijk gewichten worden aangehouden voor de geotechnische-/constructieve berekeningen:

- asfalt(verharding) 23 kN/m^3;
- menggranulaat (verdicht) 23 kN/m^3;
- water 10 kN/m^3;
- gewapend beton 25 kN/m^3;
- staal 78,5 kN/m^3;
- aanvulzand 18,0 kN/m^3 (droog) / 20 kN/m^3 (nat).

4.4.2 Materiaalgegevens

Materiaalgegevens beton

In de berekening wordt rekening gehouden met de parameters van beton conform onderstaande tabel. Voor in-situ beton wordt C30/37 aangehouden.

Tabel 4.2 Specifiek materiaaleigenschappen beton

Beton-sterkte klasse	f_{ck} [N/mm^2]	$f_{ck,cube}$ [N/mm^2]	f_{cd}[1] [N/mm^2]	f_{ctm} [N/mm^2]	f_{ctd} [N/mm^2]	ε_{c3} [‰]	ε_{cu3} [‰]	E_{cm} [N/mm^2]	E_{eff}[2] [N/mm^2]
C30/37	30	37	20,0	2,9	1,33	1,75	3,5	33.000	11.000
C35/45	35	45	23,3	3,2	1,47	1,75	3,5	34.000	11.300

Coëfficiënt thermische uitzetting αT = 1,00 10-5 K-1.

[1] f_{cd} en f_{ctd} zijn gegeven voor blijvende en tijdelijke belastingen. Voor buitengewone belastingen mogen deze een factor 1,25 (=1,5/1,2) hoger worden genomen.

[2] Ten behoeve van de berekening van de krachtswerking en de vervormingen wordt deze fictieve E-modulus inclusief scheurvorming en kruip aangehouden voor in-situ beton.

Milieuklassen en betondekking

De toe te passen milieuklassen zijn conform (EC2-1). De toegepaste milieuklassen en bijbehorende betondekking zijn weergeven in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Milieuklassen en betondekking

Onderdeel	Positie	Milieu klasse	Beton klasse	Constructie -klasse	Diameter beschouwde staaf Ø [mm]	Minimale dekking c_{min} [mm]	Toeslag op dekking Δc_{dev} [mm]	Nom. Dekking c_{nom} [mm]
druklaag	boven	XC4, XD3, XF4 ,XA1	C30/37	S3	16	35	5	40

Opmerking: de uiteindelijke betondekking (Ctoegepast) wordt bij de berekeningen definitief bepaald en kan van invloed zijn op de gunstige factor kx (kx = Ctoegepast/Cnom ≤ 2) en de toelaatbare (theoretische) scheurwijdtes.

Materiaalgegevens betonstaal

Voor de wapening wordt de staalsoort B500B toegepast, zie voor de eigenschappen tabel 4.4.

Tabel 4.4 Eigenschappen betonstaal

Staalsoort	f_{yk} [N/mm^2]	f_{yd} [N/mm^2]	ε_{uk} [‰]	E_s [N/mm^2]	α [K^{-1}]
B500B	500	435	5,00	200.000	10^{-5}

4.4.3 Materiaalfactoren

Voor de materiaalfactoren voor beton, betonstaal en voorspanstaal geldt tabel 2.1 N van (EC2-1). De van toepassing zijnde materiaalfactoren zijn opgenomen in tabel 4.5.

Tabel 4.5 Materiaalfactoren

Ontwerpsituatie	γ_c beton	γ_c betonstaal	γ_c voorspanstaal
blijvend en tijdelijk	1,5	1,15	1,1
buitengewoon	1,2	1,0	1,0
vermoeiing	1,5	1,15	1,1

5

BELASTINGEN

5.1 Permanente belastingen

Onder permanente belasting vallen statische lasten. Deze statische lasten zijn onder ander het eigen gewicht van de constructie en de op de constructie rustende blijvende elementen.

Eigen gewicht
Het eigen gewicht volgt uit de modellering en wordt automatisch meegenomen in SCIA Engineer.

Wegverharding (asfalt)
Er wordt gerekend met een asfaltdikte van 150 mm (Q_{asfalt} = 0,15 x 23 = 3,5 kN/m^2).

Wegfundering (verdicht puingranulaat)
De exacte dikte van de wegfundering hangt af van de hoogteligging van de weg en de bovenkant van de overkluizingsconstructie. De minimale dikte van de wegfundering op het kunstwerk bedraagt 250 mm.

Stootplaten
Het eigen gewicht van de stootplaten en de daarop liggende wegfundering en -verharding wordt meegenomen als permanente belasting. De stootplaten liggen aan 1 zijde op de overkluizingsconstructie (nokken) en aan de andere zijn deze op staal gefundeerd. Het statisch systeem van de stootplaten wordt geschematiseerd als een ligger op 2-steunpunten.

Horizontale en verticale grondruk
Afhankelijk van het type fundering en EEM-model worden de (verschil)gronddrukken meegenomen als belasting. Hierbij wordt ook rekening gehouden met eventuele opspaneffecten.

Krimp, kruip en relaxatie
Tijdsafhankelijke effecten (krimp/kruip en relaxatie) voor zover van invloed op de haalbaarheid van de ontwerplossing worden in deze fase worden geschematiseerd meegenomen. Gedetailleerde berekeningen worden in vervolgfasen beschouwd.

5.2 Variabele belastingen

De variabele belastingen betreft voornamelijk de verkeerbelasting.

5.2.1 Verticale verkeersbelastingen

De verkeersbelasting bestaat uit horizontale en verticale krachten. Deze belastinggegevens worden bepaald (EC1-2). De belastingmodellen voor verticale belastingen geven de effecten van het verkeer als volgt weer:
- belastingmodel 1 (BM1): geconcentreerde en gelijkmatig verdeelde belastingen, die het merendeel van de effecten van vracht- en personenautoverkeer afdekken. Dit model behoort te zijn gebruikt voor de algemene en lokale toetsingen;

- belastingmodel 2 (BM2): 1 enkele aslast met specifieke contactoppervlakten van de wielen, waardoor de dynamische effecten van gangbaar verkeer op gedrongen constructieve elementen worden afgedekt;
- belastingmodel 3 (BM3): ene stelsel van samenstellingen van aslasten, die model staan voor bijzondere voertuigen (bijvoorbeeld voor industriële transporten) die routes volgen waardoor uitzonderlijk belastingen zijn toegestaan. Het model is bestemd voor algemene en lokale toetsingen;
- belastingmodel 4 (BM4): belasting door een mensenmenigte, alleen bedoeld voor het uitvoeren van algemene toetsingen.

Belastingmodel 1 conform [EC1-2] art 4.3.2

De breedte van de rijweg w (gemeten tussen binnenzijden van voertuigkeringen) wordt onderverdeeld in theoretische rijstroken met ene breedte gelijk aan 3,0 m en een reststrook.

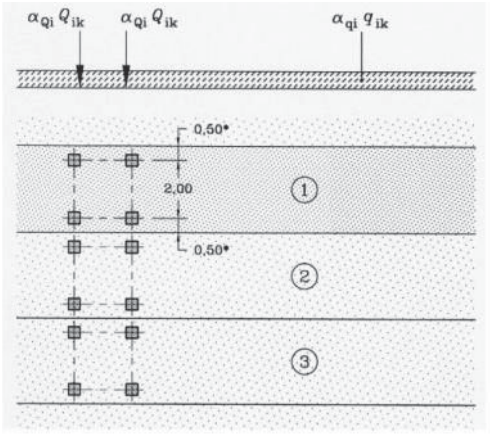
Per theoretische rijstrook worden de volgende belastingen in rekening gebracht:
- geconcentreerde dubbele aslasten (tandemstelsel TS): $\alpha_Q \times Q_k$;
- gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL stelsel): $\alpha_q \times q_k$.

In tabel 5.1 zijn de belastingen voor de diverse theoretische rijstroken weergeven.

Tabel 5.1 Verkeersbelastingen BM1

Positie	Tandemstelsel TS Aslast Q_k [kN]	α_Q	UDL stelsel Q_k [kN/m^2]	α_Q
rijstrook 1	300	1,00	9,0	1,15
rijstrook 2	200	1,00	2,5	1,40
rijstrook 3	100	1,00	2,5	1,40
overige rijstroken	0		2,5	1,40
reststrook	0		2,5	1,40

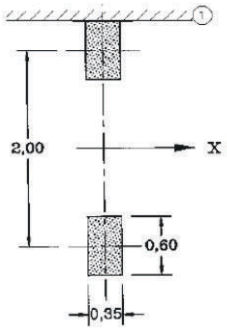
Afbeelding 5.1 Verkeersbelastingen BM-1



Belastingmodel 2 conform (UC1-2) art 4.3.3

Belastingmodel BM2 bestaat uit een enkele aslast Q_{ak} = 400 kN, die op iedere willekeurige positie van de rijweg behoort te zijn toegepast, de vergrotingsfactor voor dynamische effecten inbegrepen. Belastingmodel BM2 hoeft niet gecombineerd te worden met BM1, waardoor dit belastingmodel alleen van toepassing is voor de detailberekening van specifieke onderdelen.

Afbeelding 5.2 Verkeersbelasting BM-2



Verklaring

X Lengterichting van de brug
1 Stootrand

Belastingmodel 3 conform (EC1-2) artikel 4.3.4

Belastingmodel 3 zal niet worden meegenomen in het ontwerp.

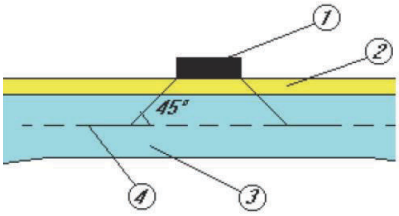
Belastingmodel 4 conform (EC1-2) artikel 4.3.5

Belastingmodel 4 zal niet worden meegenomen in het ontwerp.

Spreiding van geconcentreerde lasten conform (EC1-2) artikel 4.3.6

De belasting uit belastingmodel 1 en 2 mogen onder 45 graden gespreid worden tot art van de rijvloer. Bij een plaatviaduct met sparingen is belasting spreiding uitsluitend over de constructieve dekplaat.

Afbeelding 5.3 Lokale belastingspreiding BM-1 en BM-2



Verklaring

1 wielcontactdruk
2 slijtlaag
3 betonnen rijvloer
4 middenvlak van de betonnen rijvloer

5.2.2 Maaiveldbelastingen

Voor de overkluizingsconstructie niet gelegen onder de rijbaan en aansluitende bermen, wordt een uniforme maaiveldbelasting van 10 kN/m^2 aangehouden (onderhoudsvoertuigen).

5.2.3 Horizontale verkeersbelastingen

Rem- en aanzetkrachten

Bij de principeoplossing van de overkluizingsconstructie wordt aangenomen dat de wegverharding niet direct op de overkluizingsconstructie is gelegen. Horizontaalkrachten worden derhalve niet via de overkluizingsconstructie maar via de verharding afgedragen.

5.2.4 Vermoeiing

Vermoeiing wordt in dit VO niet beschouwd.

5.3 Overige veranderlijke belastingen

De volgende belastingen kunnen worden benoemd maar zijn niet van toepassing of worden niet in deze fase beschouwd.

- Thermische belastingen (dagelijks) : dagelijkse temperatuurwisselingen niet van toepassing (constructie ligt minimaal 0,4 m onder maaiveld).
- Thermische belastingen (jaarlijks) : niet meegenomen in VO fase.
- Windbelastingen : niet van toepassing constructie ligt onder maaiveld.
- Aardbevingen : niet van toepassing, geen aardbevingsgevoelig gebied.
- Incidentele belastingen
  - Explosiebelastingen : niet van toepassing.
  - Lekkage (ontgronding) : niet meegenomen in VO fase.

6

BELASTINGFACTOREN EN COMBINATIES

6.1 Belastingfactoren Uiterste Grenstoestand (ULS)

De belastingcombinatie STR/GEO wordt bepaald middels (EC0) artikel 6.4.3.2 (3) formules 6.10a en 6.10b (zie ook bijlage III).

$$\begin{cases} \sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_P P \text{ "+" } \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} & \text{(6.10a)} \\ \sum_{j\geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_P P \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} & \text{(6.10b)} \end{cases}$$

waarin:

"+" betekent "te combineren met"

Σ betekent "de gecombineerde uitkomst van"

ξ is een reductiefactor voor ongunstige, blijvende belastingen G.

De belastingsfactoren voor wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO zijn gegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Belastingsfactoren CC2

Gevolge klasse	β	G			verkeer (met ψ=1)	Overig veranderlijk (met ψ=1)
		$\gamma_{G,j,sup}$		$\gamma_{G,j,sup}$		
		6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b		
CC2	-	1,30	1,20	0,9	1,35	1,50

6.2 Belastingfactoren Bruikbaarheids grenstoestand (SLS-FREQ)

De bruikbaarheidsgrenstoestand voor betonconstructies (scheurwijdte) wordt berekend op basis van de frequente belastingcombinaties (formule 6.15b). Zie ook bijlage III.

Frequente combinatie:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \qquad \text{(6.15b)}$$

Tabel 6.2 SLS-combinaties

Combinatie	Blijvende belasting		Voorspanning	Veranderlijke belastingen Q	
	Ongunstig	Gunstig		Overheersend	Andere
karakteristiek	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}Q_{k,i}$
frequent	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
quasi-blijvend	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P0	$\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

6.3 Belastingcombinaties

Afbeelding 6.1 Belastingcombinaties Uiterste Grenstoestand (UGT)

	6.10a		6.10b											
belastingsgeval	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		S	
Eigen gewicht, rustend	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1)
LM1: TS	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM1: UDL	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM2: Enkele as	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,864	1,08	1,08	0	1,35	0	0	1,08	0,864	1,08	0,864	1,08	0	
Voetpaden	0,432	0,432	0,54	0	0,54	1,35	0	0	0,432	0,432	0,432	0,432	0	
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	2)
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	
Wind F_{wk}	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0	0,45	1,5	1,5	0,45	0,45	0	3) 4)
F^*_w	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0,45	0,45	0,45	0,45	1,5	1,5	0	
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	
A (Aanrijding, Aardbeving)														

[1] *Enkel combinaties met ongunstig werkend eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,sup}$) zijn getoond. Voor bijvoorbeeld de stabiliteit van landhoofden kan het eigen gewicht gunstig werken en gronddruk ongunstig. De combinaties met gunstig eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,inf}$) zijn door gebruiker nader te bepalen.*

[2] *LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden*

[3] *In combinaties waar verkeersbelasting dominant is moet voor wind de hoogste waarde van F^*_w en $\psi_0 F_{wk}$ zijn toegepast*

[4] *In combinaties waar windbelasting dominant is mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot F^*_w*

Afbeelding 6.2 Belastingcombinaties Bruikbaarheidsgrenstoestand

	6.15b (frequente combinaties)										
belastingsgeval	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		S
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	1	1	1		1		
LM1: TS	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4		
LM1: UDL	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4		
LM2: Enkele as	0	0,8	0	0	0	0	0		0		
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4		0,4		
Voetpaden	0,4	0	0,4	0,8	0	0	0,4		0,4		
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0,8	0	0		0		
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	1	0		0		
Wind F_{wk}	0	0	0	0	0	0	0,6		0		
F^*_w											
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3		0,8		
Sneeuw											
Aanrijding											

[1] *LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden*

7

CONSTRUCTIEVE BEREKENINGEN

7.1 Berekeningsaanpak

Voor de overkluizing is een rekenmodel opgesteld om de krachtsverdeling te bepalen op basis van de belastingen zoals in dit document zijn omschreven. In het rekenmodel worden de omhullende resultaten uitgelezen. Vervolgens worden de constructieve toetsingen uitgevoerd op basis van de omhullende krachten. Het rekenmodel is in SCIA engineer opgesteld. Hiervoor wordt verwezen naar bijlage IV.

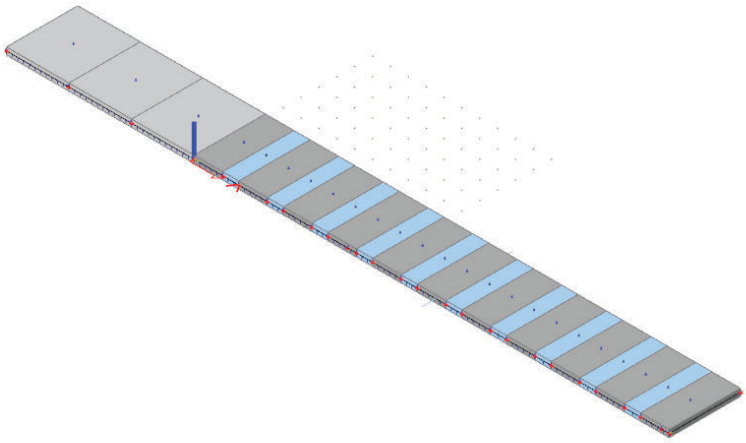
7.2 Modellering

Voor het ontwerp van de overkluizing is in Scia een rekenmodel van het eindsituatie opgezet. Het rekenmodel wordt opgebouwd uit 2D platen welke in afbeelding 7.1 zijn weergeven. Het model bestaat uit 2 gebieden. Het eerste gebied, gelegen onder de taluds, bestaat uit prefab platen (lichtgrijs) en bevinden zich buiten de invloedszone van het wegdek, verkeersbelasting op het wegdek wordt niet door deze platen afgedragen. Deze platen van 2,5 m breed zijn onderling scharnierend verbonden (doken) waarbij alleen overdracht van dwarskrachten mogelijk is. De platen zijn 400 mm dik en bestaan uit beton C30/37.

Het andere gebied is gelegen onder het wegdek en de aansluitende bermen en worden belast (inclusief spreiding) belast door verkeersbelasting. De prefab platen (donkergrijs) van 400 mm dik zijn verbonden doormiddel van natte knopen (blauw). Voor deze natte knopen zijn orthotrope platen gemodelleerd waarin de hoogte langsrichting bepaald is op 400 mm en in dwarsrichting op 300 mm.

In de berekening is een *E*-modulus in de langs- en dwarsrichting voor gescheurd beton aangehouden van 11.000 N/mm^2. De opleggingen van de prefab platen met de deksloof zijn gemodelleerd als een scharnierende ondersteuningen. De oplegdetail dient daarom de rotatie van de plaat niet verhinderen.

Afbeelding 7.1 Overzicht rekenmodel



7.3 Interactie bouwfasering met krachtswerking constructie

In de bouwfase van de overkluizingen worden damwanden aangebracht en verbonden met de betonnen deksloof. Vervolgens wordt voor de overkluizingconstructie onder de weg een massieve prefab betonplaten van 2,5 m naast elkaar op de deksloof gelegd. De platen worden met de deksloof middels een oplegnok (dook) gekoppeld. In deze fase is er nog geen krachtoverdracht tussen de prefab-platen en er is nog geen sprake van plaatwerking. De prefab-platen worden met elkaar gekoppeld met een 'natte knoop' waarbij de wapening in de langsrichting ter plaatse van de natte knoop elkaar overlappen. Het gewicht van het jonge beton van de natte knoop wordt door de vleugels van de prefab-platen ondersteund. Nadat de natte knopen zijn uitgehard is er een volledige krachtafdracht tussen de platen. De overkluizingsconstructie buiten de invloedszone van de weg bestaat uit prefab-platen met een dookverbinding (afschuiving) zonder druklaag.

Voor de gehele overkluizingsconstructie geldt dat deze slechts een beperkte stempelfunctie heeft (de gronddruk aan weerszijden van de damwanden is nagenoeg gelijk). Door toepassing van (lange) stootplaten wordt ook geen horizontale belasting op de damwanden uit de verticale verkeersbelasting verwacht. De overkluizingsconstructie wordt vooral in verticale richting belast door permanente belastingen en verkeer. Door de kleine overspanning van de overkluizing van circa 3,50 m zullen de verticale belastingen in de overspanningsrichting (hoofdrichting) afdragen. Voor overkluizingsconstructie onder de weg geldt door de natte knopen momentenspreiding in de langsrichting.

7.4 Belastingen

De belastingen zoals eerder in dit document omschreven zijn toegepast op dit model. De configuratie van deze belastingen staan omschreven in bijlage IV.

7.5 Berekeningsresultaten

In deze paragraaf zijn de toetsresultaten gegeven voor verschillende belastingsituaties. De overkluizingsconstructie wordt in paragraaf 2.1 getoetst. De maximale reactiekrachten op de damwanden worden in paragraaf 2.2 weergegeven.

7.5.1 Overkluizingsconstructie

De UGT en BGT toetsing van de overkluizing voor de belastingscombinaties volgens hoofdstuk 6 worden hieronder weergeven. De overkluizing wordt in SCIA-engineer gemodelleerd.

Tabel 7.1 Toelichting snedekrachten

Snedekracht	Toelichting
M_{yD-}	veldmoment in de langsrichting onderzijde plaat
M_{xD-}	veldmoment in de dwarsrichting onderzijde plaat
M_{yD+}	veldmoment in de langsrichting bovenzijde plaat
M_{xD+}	veldmoment in de dwarsrichting onderzijde plaat
N	normaalkracht
V_y	dwarskracht in langrichting
V_x	dwarskracht in dwarsrichting

7.5.2 Langswapening in platen en natte knopen

De toetsingen van de overkluizing voor de langswapening (=parallel aan de damwand) worden in Tabel 7.2 weergeven. Voor de wapeningsberekeningen wordt in de langsrichting eerst de benodigde hoeveelheid krimpwapening bepaald. Uitgangspunt is hierbij een verhinderingsgraad van 1,0 en er wordt een controle uitgevoerd of de krimpverkorting binnen de grens van een volledig ontwikkeld scheurpatroon blijft. Vervolgens wordt de krimpwapening in de langsrichting als basis voor de UGT en BGT-FRQ toetsen gebruikt. Voor de BGT toetsen wordt een additionele staalspanning berekend resulterend uit de opgelegde autogene krimpverkorting. Deze staalspanning wordt opgeteld bij de staalspanning als gevolg van de snedekrachten uit de frequente belastingcombinaties.

De uitdrogingskrimp wordt niet meegenomen aangezien het grootste aandeel uitdrogingkrimp tijdens de productie van de prefab-platen optreedt. De additionele staalspanningen door krimp wordt hieronder bepaald:

- ouderdom beton eindfase (met betrekking tot krimp): 365.000;
- autogene krimpverkorting (zie V) 0,10 ‰;
- E-modulus staal 210.000 N/mm^2;
- additionele staalspanning: 21 N/mm^2;
- toegepaste additionele staalspanning: 30 N/mm^2.

De vloer in de langsrichting ondervindt enkel neerwaartse momenten. De hoofdwapening in de langsrichting wordt in de eerste laag toegepast. Uit de berekening volgt een wapening Ø16-100 mm aan de boven-onderzijde als voldoende geacht. De scheurwijdte inclusief het effect van autogene krimp in de eindfase is 0,12 mm. De berekening is in V terug te vinden.

Tabel 7.2 Toetsingen langswapening

	Gekozen wapening	N [kN]	N_{ED} [kN]	M [kNm]	M_{ED} [kNm]	UC [-]	w [mm]	Conclusie
plaat	ø16 - 100	0	0	37	60	0,25	0,12	wapening voldoet
natte knoop	ø16 - 100	0	0	47	74	0,37	0,10	wapening voldoet

7.5.3 Dwarswapening in platen en natte knopen

De toetsingen van de overkluizing voor de dwarswapening (haaks op de damwand) worden in tabel 7.3 weergeven. Deze wapening ligt in de hoofddraagrichting en wordt in de tweede laag aangebracht. De opgelegde vervorming door autogene krimp wordt meegenomen als additionele staalspanning. De maatgevende krachteffecten zijn in bijlage IV gepresenteerd. De berekening is in bijlage V terug te vinden.

Tabel 7.3 Toetsingen langswapening

	Gekozen wapening	N [kN]	N_{ED} [kN]	M [kNm]	M_{ED} [kNm]	UC [-]	w [mm]	Conclusie
plaat	ø20 - 100	0	0	123	183	0,50	0,13	wapening voldoet
natte knoop	ø20 - 100	0	0	120	218	0,61	0,19	wapening voldoet

7.5.4 Dwarskrachtwapening in platen en natte knopen

De toetsingen van de overkluizing voor de dwarskrachtwapening worden in tabel 7.1 tabel 7.3weergeven. De toetsingsresultaten van de dwarskracht volgens NEN-EN1992-1-1 voor betonnen doorsnede zonder dwarskrachtwapeningen wordt hieronder uitgevoerd. De maatgevende dwarskrachten komen uit de EEM-berekeningen in bijlage IV. De dwarskrachttoets wordt voor snede op afstand ‘d’ vanuit het hart van de damwand. Bij het lezen van de dwarskracht op afstand ‘d’ vanuit de dag van de oplegvlak wordt een lagere dwarskracht gevonden. De berekening is dus conservatief.

Uit de toetsingsresultaten hieronder blijkt dat dwarskrachtwapening in de betonnen platen niet noodzakelijk is.

Tabel 7.4 Toetsingen dwarskrachtwapening

	Beugels	N_{ED} [kN]	V_{ED} [kNm]	UC [-]	Conclusie
plaat	0	0	170	0.70	beton voldoet, beugels niet noodzakelijk
natte knoop	0	0	100	0,75	beton voldoet, beugels niet noodzakelijk

7.5.5 Vervormingen

Tussen de onderkant van de prefab platen en het onderliggende maaiveld is, om bij vervormingen tijdens de aanleg en in de gebruiksfase het onderliggende maaiveld en de leidingen niet te belasten, een vrije ruimte van 50 mm aangehouden.

Definitieve vervormingen en de toetsing van de gestelde vrije ruimte van 50 mm worden in het DO definitief vastgesteld. Indien nodig kunnen de platen met een toog uitgevoerd worden of kan de gestelde vrije ruimte van 50 mm ruimer gekozen worden.

7.5.6 Detaillering

Overlappingslassen

Voor de overkluizingsconstructie onder de weg worden de betonnen prefab platen verbonden middels een natte knoop. De wapening in de langsrichting (=parallel aan de damwand) dienen voldoende overlappingslengte te hebben. De optredende staalspanningen ter plaatse van de overlapping zijn bepaald op basis de verschoven momentenlijn over een afstand 'd' (NEN-EN 1992-1-1 artikel 9.2.1.3).

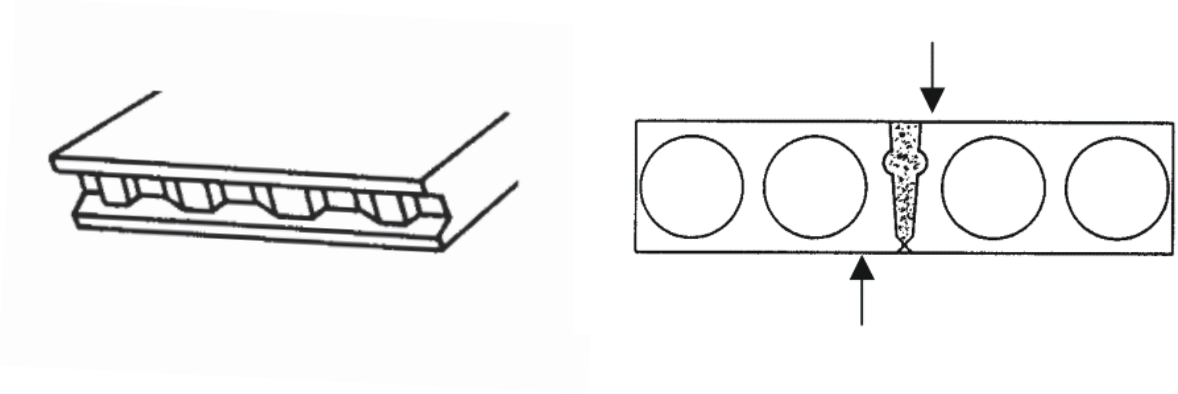
Tolerantie is meegenomen door in de lengte van de overlapping een additionele 50 mm toe te passen.

Koppeling massieve plaatvloer

Voor de overkluizingsconstructie buiten de invloedszone van de weg worden de massieve platen doorgekoppeld zodat overdracht van dwarskracht mogelijk is. De schuifkrachten kunnen overgedragen worden door wrijving in de voegranden, door insluiting door vertanding in de voegen of door doken.

De tanden werken als mechanische grendels en beletten elke verplaatsing van de voegranden. Er is geen horizontale krachten in de langsrichting aanwezig waardoor het opengaan van de tandverbinding geen risico is. In afbeelding 7.2 wordt het principe hiervan weergegeven. De volledige uitwerking vindt plaats in de volgende fase.

Afbeelding 7.2 Principe van vertande voeg met mechanische vertanding (links) en wrijving (rechts)



7.6 Reactiekrachten damwanden

De maximale reactiekrachten van de damwanden in de UGT- en BGT zijn in onderstaande tabel weergegeven. Tabel 7.3De maximale kracht uit het rekenmodel in bijlage IV wordt handmatig opgeteld met het eigengewicht, permanente en verkeersbelasting op de deksloof en/of stootplaten. De berekening is in bijlage V terug te vinden. De resulterende kracht is in de onderstaande tabel gepresenteerd.

Tabel 7.5 Reactiekracht op damwand

	Reactiekracht R_z [kN/m]
UGT	380
BGT	299

7.7 Deksloof

De afmetingen van de deksloof zijn bepaald door de geometrie en afmetingen van de aansluitende delen (prefab platen, stootplaten en damwand). Gezien de scherpe kruisingshoek is besloten om voor de stootplaten een oplegnok toe te passen. De afmetingen van de deksloof zijn dusdanig dat deze voldoende is om de krachten uit de bovenbouw op te nemen. Berekening en detaillering van de wapening vindt plaats in het DO.

8

GEOTECHNISCHE BEREKENINGEN

In deze paragraaf wordt de berekening van de verticale draagkracht van de damwand beschreven. Horizontale gronddrukverschillen over de damwand is in de gebruikssituatie beperkt (maximaal 1 m) en is niet maatgevend voor het ontwerp van de damwand en derhalve in deze fase niet beschouwd.

Als gevolg van een calamiteit zou ontgronding onder de overkluizing kunnen plaatsvinden, waarmee de damwand lokaal een kerende functie krijgt. Deze situatie wordt in het DO meegenomen maar zal gezien de afmeting van de damwand niet leiden tot andere resultaten.

Uit het grondonderzoek (zie 4.3 en bijlage I) worden de 3 naastgelegen sonderingen gebruikt welke de constructie omsluiten. Voor elke overkluizing constructie zijn 2 sonderingen relevant. De locaties van deze sonderingen worden getoond in afbeelding 4.3. Uitgaande van een niet-stijf bouwwerk worden de correlatiefactoren voor de berekening van karakteristieke waarden hieronder gegeven (n=1):

- ξ_3 = 1,39;
- ξ_4 = 1,39.

De draagkrachtige zandlaag is aanwezig vanaf ongeveer NAP -6,0m. Volgens CUR166 2^e deel kan de berekening van $q_{b,max}$ worden uitgevoerd conform hoofdstuk 7 van NEN 9997-1, waarbij wordt uitgegaan van:

- a_p = 0,7;
- β = 1;
- s = 0,61.

Bij de berekening van het draagvermogen worden partiële factoren van 1,2 toegepast in schacht- en puntweerstand.

Er zijn 3 berekeningen gemaakt van het draagvermogen per elke sondering om een inschatting te kunnen geven van de dimensies van de damwand.

In tabel 8.1 is het damwandontwerp opgenomen met de meest relevante berekeningsresultaten. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VI. Hieruit blijkt dat een damwand AZ-28-700 (S355) benodigd is met de punt op NAP -14,0 m.

Tabel 8.1 Resultaten paaldimensies en toetsing

Item	Resultaten
ontwerpbelasting (ULS)	380 kN
negatieve kleef (S46, S50 S51)	217 kN, 220 kN, 192 kN
type Damwand	AZ-28-700
installatieniveau	-14,0 m NAP
lengte	16,0 m
totale draagvermogen	663 kN

Item	Resultaten
UC	0,90
staalkwaliteit	S355
staaldoorsnede	200,2 cm2/m

Op basis van ervaring in andere projecten kan dit type damwand met deze lengte drukkend worden aangebracht.

9

KANSEN EN RISICO'S

Kansen

De volgende punten betreffen variaties op het ontwerp en/of kansen, ter discussie met de opdrachtgever:

- toepassen van paalfundering in plaats van damwanden:
  - het huidige ontwerp voorziet in damwanden teneinde de leidingen zoveel mogelijk te isoleren van eventuele invloeden, toename horizontale belastingen en/of zettingen afkomstig uit de aanleg van de overkluizing en aansluitende wegverharding (ophoging). Uit geotechnische berekeningen kan volgen dat het risico van deze invloeden beperkt is en/of dat deze binnen de capaciteit van leidingen valt;
- volledig in-situ dek overkluizing:
  - het huidige concept VO ontwerp bestaat uit prefab (voorgespannen) volstortliggers met een in-situ druklaag. Er kan gezien de (beperkte) overspanning ook gekozen worden voor een traditioneel gewapend betonnen in-situ gestort dek. Omdat de leiding tijdens de uitvoering niet belast mag worden, zal een dragende 'verloren' bekisting toegepast moeten worden. Hierbij kan gedacht worden aan een breedplaatvloer;
- aanbrengen mantelbuizen:
  - de overspanning is beperkt, de lengte van de constructie is echter zodanig dat toekomstige werkzaamheden onder de overkluizing niet mogelijk zijn. Zonder veel aanpassing aan het huidige ontwerp kunnen 1 of meerdere mantelbuizen binnen de overkluizing meegenomen worden zodat in de toekomst eventueel nog leidingen kunnen worden aangebracht;
- aanpassen taludhelling:
  - ten behoeve van het kruisen van onderhoudsvoertuigen hebben taluds een helling van 1:5. Dit heeft consequenties voor de lengte van de overkluizing en duiker(s). Een gunstiger alternatief zou zijn om voor de taluds een helling 1:3 aan te houden en buiten de invloedszone van de leidingen en lokaal door aanpassing van de taludhelling een overgang te realiseren voor kruising van onderhoudsvoertuigen.
- Optimalisatie ontwerp
  - Ter optimalisatie van het ontwerp kan er voor worden gekozen om de toe- en afrit al voor de overkluizing samen te laten komen en deze vervolgens loodrecht de overkluizing te laten kruizen. Hiermee zou er maar één overkluizingsconstructie benodigd zijn.

Risico's:

- onzekerheid aanwezige leidingen:
  - meer leidingen aanwezig dan nu blijkt uit beschikbare gegevens;
- hogere grondwaterstand(en):
  - de grondwaterstand ter plaatse van de toekomstige overkluizingsconstructie is op basis van slootpeil en meerdere boringen/peilbuizen vastgesteld op NAP 0,0 m. Lokale variatie zal beperkt zijn, fluctuatie tussen 0,0 en 0,1 m, en heeft daarmee geen invloed op stabiliteitsberekening leidingen (opdrijven);
- onjuiste informatie diepteligging leidingen:
  - door op de overkluizingsconstructie eerst een wegfundering (250 mm) en daarna de wegverharding (150 mm) aan te brengen worden horizontale (rem)krachten niet via de overkluizingsconstructie maar via de wegverharding opgenomen. Bij een ondiepere ligging van de leidingen is er mogelijk te weinig ruimte en zullen deze krachten wel via de constructie aan de ondergrond afgedragen moeten worden. Om de invloed van de horizontale krachten, via de funderingselementen, op leidingen en

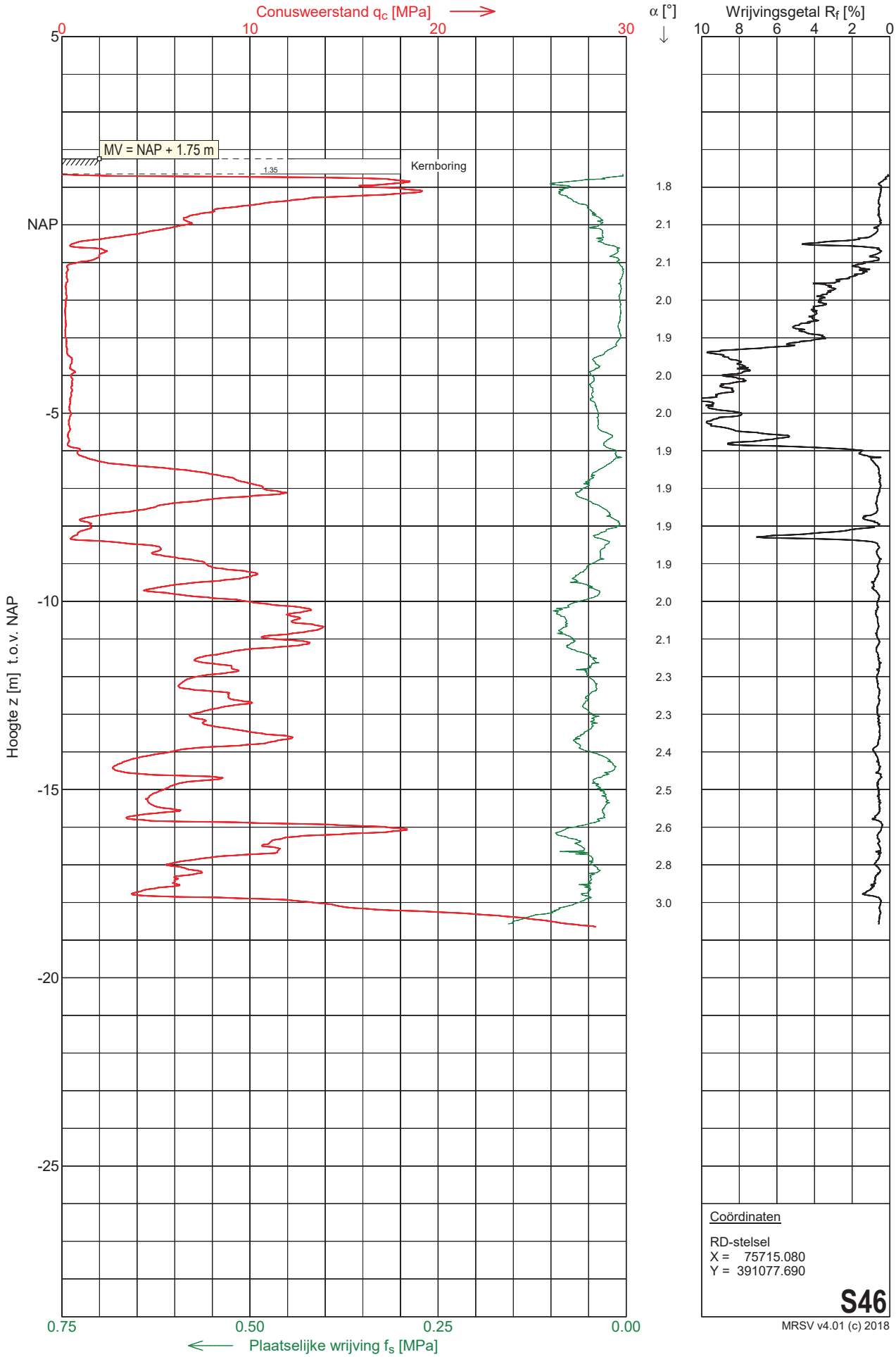
risico op schade te minimaliseren is mogelijk een grotere afstand (dagmaat) benodigd van de fundering tot leiding wat resulteert in een grotere overspanning (zwaardere constructie);

Bijlage(n)

BIJLAGE: GRONDONDERZOEK

Sondering S46

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75715.080
Y = 391077.690

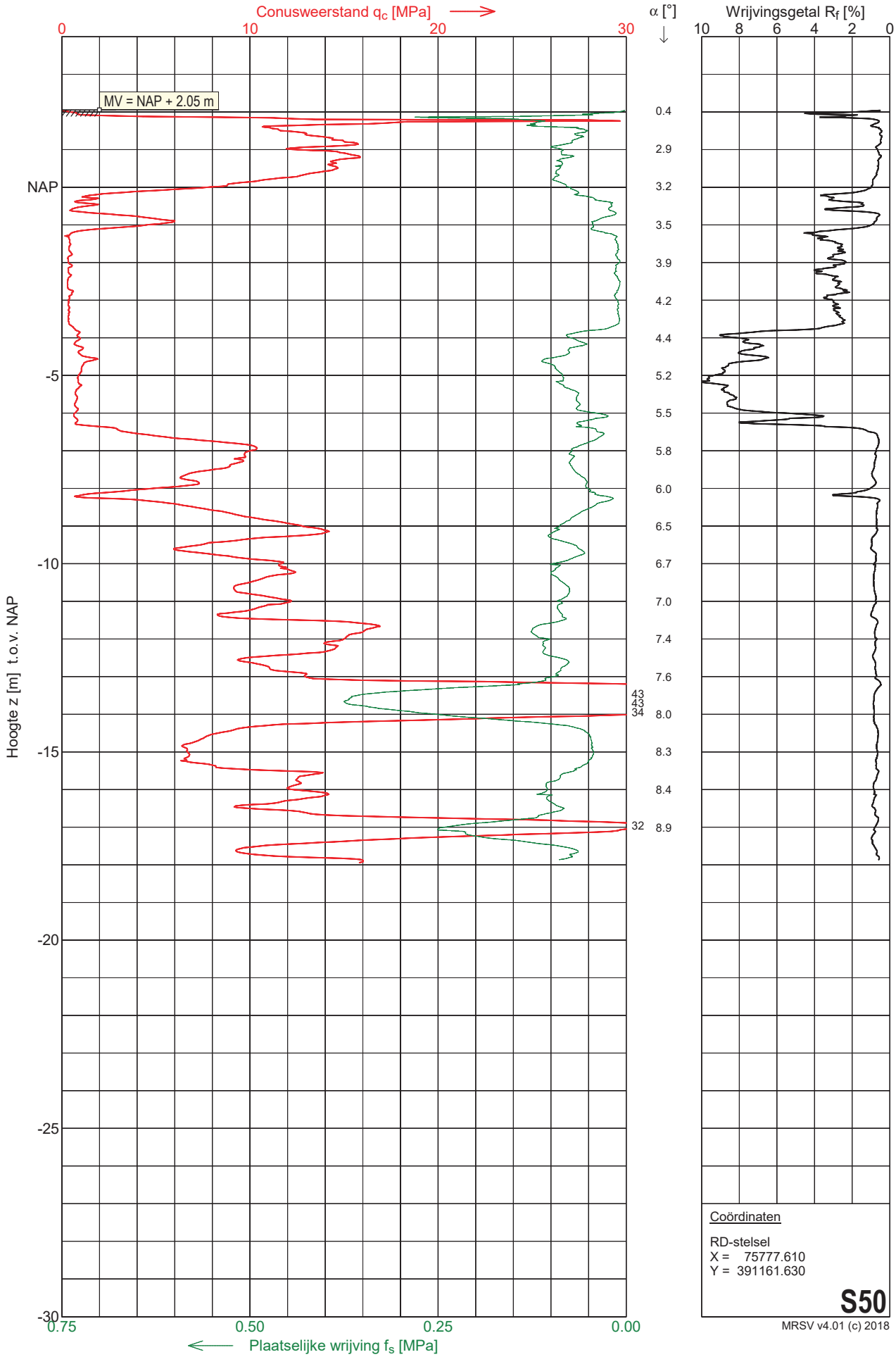
S46

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S50

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75777.610
Y = 391161.630

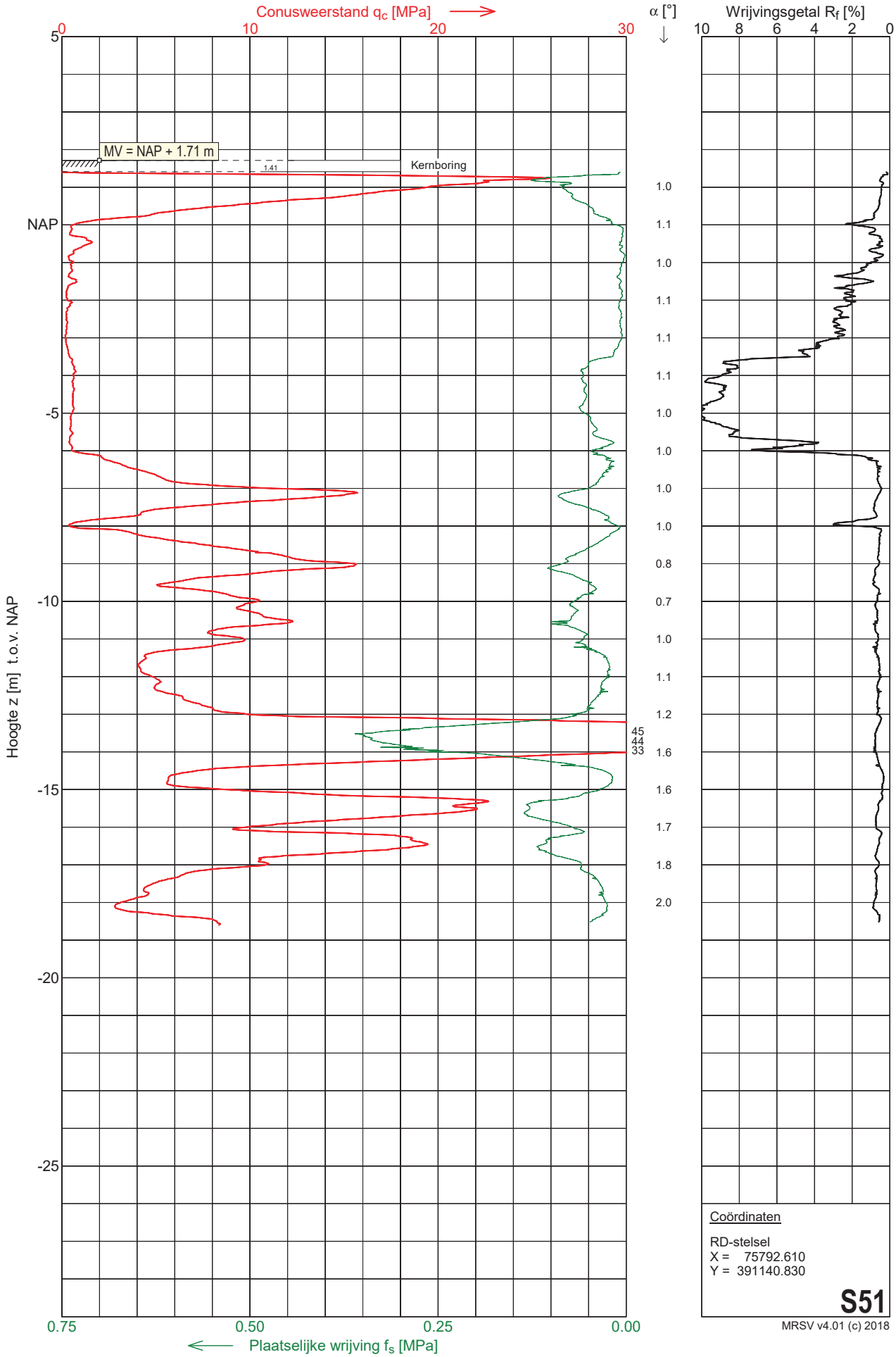
S50

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S51

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75792.610
Y = 391140.830

S51

MRSV v4.01 (c) 2018

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

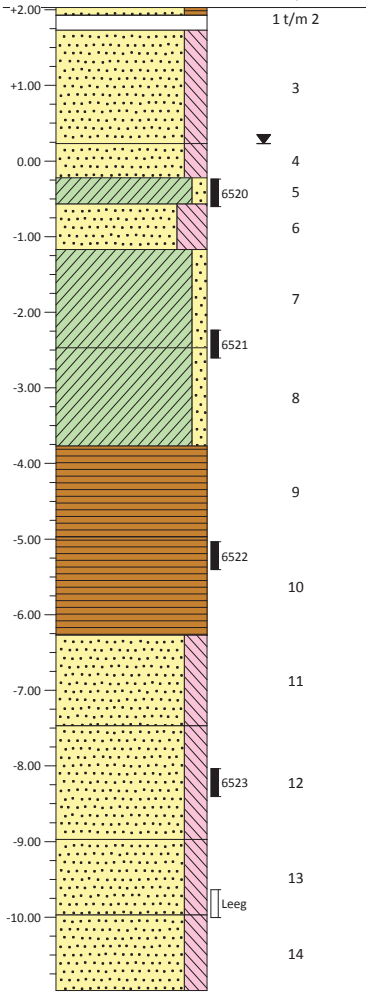
BOORBESCHRIJVING

Veldclassificatie

NEN5104

BORING : B20

Datum	: 17-10-2019	X	: 75776.690	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.23 m	Y	: 391160.920	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +2.03 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+2.03	+1.93	Zand (matig grof), matig humeus	bruin
2	+1.93	+1.73	Stenen, puin	bruin
3	+1.73	+0.23	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	+0.23	-0.22	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
5	-0.22	-0.57	Klei, zwak zandig (zeer fijn), zwak schelpengruishoudend	grijs
6	-0.57	-1.17	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
7	-1.17	-2.47	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	grijs
8	-2.47	-3.77	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	grijs
9	-3.77	-4.97	Veen, mineraalarm	bruin
10	-4.97	-6.27	Veen, mineraalarm	bruin
11	-6.27	-7.47	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-7.47	-8.97	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-8.97	-9.97	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
14	-9.97	-10.97	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.03	-6.47	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

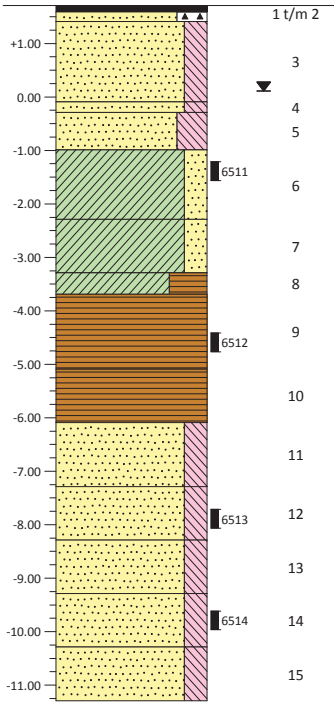
BOORBESCHRIJVING

Veldclassificatie

NEN5104

BORING : B21

Datum	: 15-10-2019	X	: 75790.120	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.11 m	Y	: 391138.860	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +1.71 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+1.71	+1.59	Asfalt	
2	+1.59	+1.41	Zand (matig fijn), sterk puinhoudend	bruin
3	+1.41	-0.09	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	-0.09	-0.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
5	-0.29	-0.99	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
6	-0.99	-2.29	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
7	-2.29	-3.29	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
8	-3.29	-3.69	Klei, uiterst humeus	bruin
9	-3.69	-5.09	Veen, mineraalarm	bruin
10	-5.09	-6.09	Veen, mineraalarm	bruin
11	-6.09	-7.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-7.29	-8.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-8.29	-9.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
14	-9.29	-10.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
15	-10.29	-11.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+0.71	-6.29	kleistop

II

BIJLAGE: MILIEUKLASSEN EN DEKKING

project: Markiezaat Container Terminal
onderdeel: Overkluizing
omschrijving: Druklaag

opgemaakt door:
datum opmaak: 21 maart 2022

CONSTRUCTIEKLASSE, MILEUKLASSEN EN DEKKING BETON VOLGENS EUROCODE 2

Dit rekenblad dient ter bepaling van de constructieklasse, milieuklassen en minimale betondekking op wapenings- en voorspanstaal voor een betonnen element. De bepaling is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1:2011 met NB:2020.

AANVULLENDE NORMEN

OVS van toepassing	=	nee
ROK van toepassing	=	nee

CONSTRUCTIEKLASSE

invloedsfactor				modificatie constructieklasse
ontwerplevensduur	=	50 jaar		4
sterkteklasse beton	=	C30/37		0
toepassing >4% luchtinsluiting	=	nee	NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	
element met plaatgeometrie	=	ja	NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	-1
kwaliteitsbeheersing gewaarborgd	=	nee	NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	
aanbevolen constructieklasse	=	S3	NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.3N	3
gekozen constructieklasse	=	S3		

MILIEUKLASSE

oorzaak corrosie/betonschade		invloed	milieu	milieuklasse
carbonatatie	=	ja	wisselend nat en droog	XC4
chloriden anders dan uit zeewater	=	ja		XD3
chloriden afkomstig uit zeewater	=	nee		
vorst/dooi wisselingen	=	ja	verzadigd met water, met zouten/zeewater	XF4
chemicaliën	=	ja	zwak aggressieve chemische omgeving	XA1
milieuklassen constructiedeel	=	XC4 XD3 XF4 XA1		

MINIMALE DEKKING

toeslag op minimale dekking

type stortvlak		=	normaal stortvlak		
toeslag m.b.t. mechanische slijtage	$\Delta c_{min,M}$	=	0	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2 (13)
nominale max. korreldiameter > 32 mm		=	ja		
toeslag m.b.t. duurzaamheid	$\Delta c_{dur,\gamma}$	=	0	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2 (6)
toeslag op minimale dekking	Δc_{min}	=	0	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2
toeslag m.b.t. uitvoeringstoleranties	Δc_{dev}	=	5	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.3 (1)P

nominale dekking op constructiestaal

diameter beschouwde staaf	$\varnothing$	=	16	mm	(of nominale diameter staafbundel)
min. dekking m.b.t. aanhechting	$c_{min;b}$	=	21	mm	= $\varnothing$+5
min. dekking m.b.t. duurzaamheid	$c_{min;dur}$	=	35	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.4N
minimale dekking constructiestaal	c_{min}	=	35	mm	= max{$c_{min;b}$; $c_{min;dur}$ + $\Delta c_{dur,\gamma}$; 10} + Δc_{min}
nominale dekking constructiestaal	c_{nom}	=	40	mm	= c_{min} + Δc_{dev}

nominale dekking op voorspanstaal

type voorspanning		=	nagerekt		
vorm voorspankanaal		=	cirkelvormig		
equivalente diameter voorspanstaal	$\varnothing$	=	77	mm	
min. dekking m.b.t. aanhechting	$c_{min;b}$	=	82	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 4.4.1.2 (3)
min. dekking m.b.t. duurzaamheid	$c_{min;dur}$	=	40	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB tabel 4.5N
minimale dekking voorspanstaal	c_{min}	=	82	mm	= max{$c_{min;b}$; $c_{min;dur}$ + $\Delta c_{dur,\gamma}$; 10} + Δc_{min}
nominale dekking voorspanstaal	c_{nom}	=	87	mm	= c_{min} + Δc_{dev}

SCHEURWIJDTE-EIS

max. scheurwijdte op wapening	$w_{max;dur}$	=	0,2	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 7.3.1
max. scheurwijdte op voorspanning	$w_{max;dur}$	=	0,1	mm	NEN-EN 1992-1-1/NB art. 7.3.1
waterdichtheid vereist		=	nee		

III

BIJLAGE: BELASTINGFACTOREN EN -COMBINATIES

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluizing

opgemaakt door:
datum opmaak: 21 maart 2022

BELASTINGCOMBINATIES VERKEERSBRUGGEN CONFORM NEN-EN 1990+A1+C2 (2011) +NB (2011), NEN-EN 1991-2+C1 (2015) +NB (2011), NEN 8700 (2011) EN RBK v1.1

UITERSTE GRENSTOESTANDEN (STR en FAT)

uitgangspunten toetsing

gevolgklasse constructie	CC2
betrouwbaarheidsniveau	nieuwbouw

belastingsfactoren permanent

ongunstig (6.10a: $\gamma_{G,j,sup}$)	1,30
ongunstig (6.10b: $\xi\gamma_{G,j,sup}$)	1,20
gunstig ($\gamma_{G,j,inf}$)	0,90

belastingsfactoren veranderlijk

verkeer ($\gamma_{Q,i}$)	1,35
wind ($\gamma_{Q,i}$)	1,50
overig ($\gamma_{Q,i}$)	1,50

legenda

- dominante belasting
- belangrijkste veranderlijke belasting
- belastingsgeval of -combinatie niet van toepassing

fundamentele combinaties

	6.10a		6.10b											
belastingsgeval	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		S	
Eigen gewicht, rustend	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1)
LM1: TS	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM1: UDL	1,08	0,864	1,35	0	1,08	0	0	1,08	1,08	0,864	1,08	0,864	0	
LM2: Enkele as	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,864	1,08	1,08	0	1,35	0	0	1,08	0,864	1,08	0,864	1,08	0	
Voetpaden	0,432	0,432	0,54	0	0,54	1,35	0	0	0,432	0,432	0,432	0,432	0	
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	2)
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	
Wind F_{wk}	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0	0,45	1,5	1,5	0,45	0,45	0	3) 4)
F^*_w	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0	0,45	0,45	0,45	0,45	1,5	1,5	0	
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	
A (Aanrijding, Aardbeving)														

[1] *Enkel combinaties met ongunstig werkend eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,sup}$) zijn getoond. Voor bijvoorbeeld de stabiliteit van landhoofden kan het eigen gewicht gunstig werken en gronddruk ongunstig. De combinaties met gunstig eigen gewicht / rustende belasting ($\gamma_{G,j,inf}$) zijn door gebruiker nader te bepalen.*

[2] *LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden*

[3] *In combinaties waar verkeersbelasting dominant is moet voor wind de hoogste waarde van F^*_w en ψ_0 F_{wk} zijn toegepast*

[4] *In combinaties waar windbelasting dominant is mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot F^*_w*

buitengewone combinaties en aardbeving

	6.11b		6.12b
belastingsgeval	aanrijding		aardbeving
Eigen gewicht, rustend	1	1	1
LM1: TS	0,8	0,64	0,4
LM1: UDL	0,8	0,64	0,4
LM2: Enkele as	0	0	0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,64	0,8	0,4
Voetpaden	0,32	0,32	0,4
LM4: Mensenmenigte	0	0	0
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0
Wind F_{wk}	0	0	0
F^*_w	0	0	0
Temperatuur	0	0	0
Sneeuw	0	0	0
A (Aanrijding, Aardbeving)	1	1	1

vermoeiingscombinaties beton (NEN-EN 1992-1-1 art. 6.8.3)

vermoeiingsbelasting	verkeer			wind	
belastingsgeval	hor.	W	T	LM1	
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	
LM_{FAT}: TS	1	1	1	0,8	
LM_{FAT}: UDL	1	1	1	0,8	
LM2: Enkele as	0	0	0	0	
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0,4	0,4	0,4	
Voetpaden	0,4	0,4	0,4	0,4	
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	
Wind F_{wk}	0	0,18	0	1	3)
F^*_w	0	0	0	0	
Temperatuur	0	0	0,8	0	
Sneeuw	0	0	0	0	
A (Aanrijding, Aardbeving)					

LM_{FAT} = belastingsmodel voor vermoeiing

[3] *Zie opmerking onder tabel 'fundamentele combinaties'*

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluizing

opgemaakt door:
datum opmaak: 21 maart 2022

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN

karakteristieke combinaties

	6.14b										
belastingsgeval	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W		T		S
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LM1: TS	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0
LM1: UDL	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0
LM2: Enkele as	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0	1	0	0	0,8	0,64	0,8	0,64	0,8	0
Voetpaden	0,4	0	0,4	1	0	0	0,32	0,32	0,32	0,32	0
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 [1]
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Wind F_{wk}	0,3	0	0,3	0	0	0,3	1	1	0,3	0,3	0 [2) 3)]
F^*_w	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aanrijding											

[1] *LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden*

[2] *In combinaties waar verkeersbelasting dominant is moet voor wind de hoogste waarde van F^*_w en $\psi_0 F_{wk}$ zijn toegepast*

[3] *In combinaties waar windbelasting dominant is mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot F^*_w*

frequente en quasi-blijvende combinaties

scheurwijdteberekening beton ja (Voor scheurwijdteberekeningen in beton geldt ψ_1 = 0,4 i.p.v. 0,8 voor voetgangersbelasting)

	6.15b (frequente combinaties)										6.16b
belastingsgeval	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W	T		S	quasi-blijvend
Eigen gewicht, rustend	1	1	1	1	1	1	1	1			1
LM1: TS	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4	0,4			0,4
LM1: UDL	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4	0,4			0,4
LM2: Enkele as	0	0,8	0	0	0	0	0	0			0
Rem-/aanzet, centrifugaal	0,8	0	0,8	0	0	0,8	0,4	0,4			0,4
Voetpaden	0,4	0	0,4	0,8	0	0	0,4	0,4			0,4
LM4: Mensenmenigte	0	0	0	0	0,8	0	0	0			0 [1]
LM3: Bijzonder voertuig	0	0	0	0	0	1	0	0			0
Wind F_{wk}	0	0	0	0	0	0	0,6	0			0
F^*_w											
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,8			0,3
Sneeuw											
Aanrijding											

[1] *LM4 is inclusief belasting op voet-/fietspaden*

IV

BIJLAGE: SCIA MODEL OVERKLUIZINGSCONSTRUCTIE IN-/UITVOER

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 1
2. Project 2
3. overzicht model 2
   3.1. Algemeen 2
   3.2. Rekenmodel 2
4. Materialen 2
5. 2D-elementen 3
6. Orthotropie 3
7. Belastingsgevallen 4
   7.1. Belastingsgevallen - BG1 4
      7.1.1. belasting 4
   7.2. Belastingsgevallen - BG2 5
      7.2.1. belasting 5
   7.3. Belastingsgevallen - BG3 6
      7.3.1. belasting 6
   7.4. Belastingsgevallen - BG4 7
      7.4.1. belasting 7
   7.5. Belastingsgevallen - BG5 8
      7.5.1. belasting 8
   7.6. Belastingsgevallen - BG6 9
      7.6.1. belasting 9
   7.7. Belastingsgevallen - BG7 10
      7.7.1. belasting 10
   7.8. Belastingsgevallen - BG8 11
      7.8.1. belasting 11
   7.9. Belastingsgevallen - BG9 12
      7.9.1. belasting 12
8. Belastinggroepen 13
9. Combinaties 13
10. Resultaten UGT 14
   10.1. Resultaten UGT - Alle UGT 14
      10.1.1. 2D-verplaatsing; u_z 14
      10.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 15
      10.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD- 15
      10.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+ 16
      10.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD- 16
      10.1.6. Interne 2D-krachten; v_x 17
      10.1.7. Interne 2D-krachten; v_y 17
      10.1.8. Reacties; R_z 18
11. Resultaten BGT 19
   11.1. Resultaten BGT - Alle BGT 19
      11.1.1. 2D-verplaatsing; u_z 19
      11.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 20
      11.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD- 20
      11.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+ 21
      11.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD- 21
      11.1.6. Reacties; R_z 22

2. Project

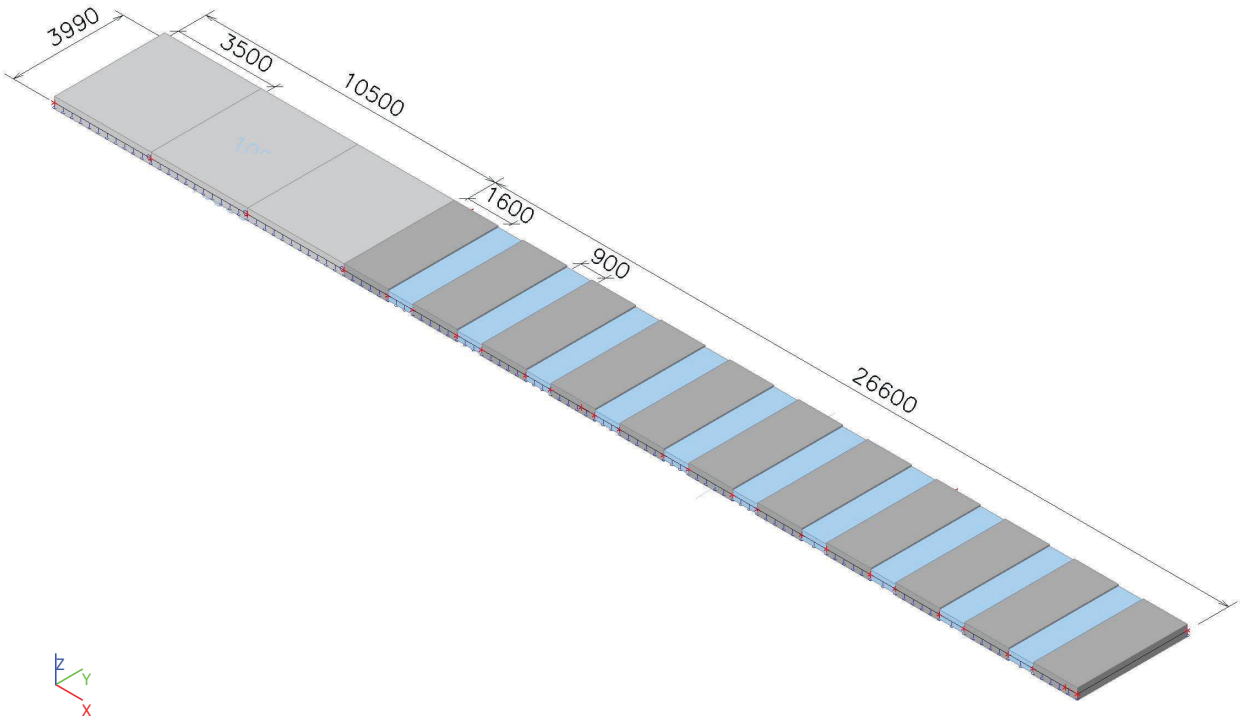
Licentienaam	Witteveen+Bos
Project	Overkluizing
Onderdeel	-
Omschrijving	-
Auteur	SPEB2
Datum	23. 03. 2022
Constructie	Plaat XY
Aantal knopen :	54
Aantal staven :	0
Aantal platen :	24
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	0
Aantal belastingsgevallen :	9
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. overzicht model

3.1. Algemeen

De overkluizing is gemodelleerd als een plaat-model in het XY-vlak. In het gedeelte wat zich onder de wegverharding bevindt zijn de platen (donker grijs) verbonden met natte knopen (blauw) welke hier gemodelleerd zijn als orthotrope platen. In het gebied wat zich niet onder de wegverharding bevindt zijn de platen (licht grijs) onderling scharnierend verbonden.

3.2. Rekenmodel



4. Materialen

Beton EN 1992-2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m^3]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]
C30/37(EN1992-2)	Beton	2500,00	1,1000e+04	0.2	4,5833e+03	0,01e-003

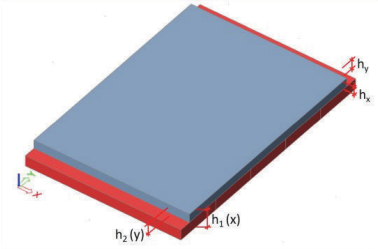
5. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E16	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E17	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E18	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E19	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E20	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E21	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E22	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E23	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E24	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E25	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E26	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E27	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E28	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E29	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E30	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E31	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E32	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E33	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E34	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E35	Natte knoop	vloer (111)	Standaard	C30/37		300
E36	smalle platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E37	brede platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E38	brede platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400
E39	brede platen	vloer (111)	Standaard	C30/37	constant	400

6. Orthotropie

OT1	
Type van orthotropie	Twee hoogtes
Materiaal	C30/37
Effectieve hoogte, h1 (x) [mm]	300
Effectieve hoogte, h2 (y) [mm]	400
Torsie reductie coeff.	1
Afschuiving reductie coeff.	1.2
D11 [MNm]	2,5781e+01
D22 [MNm]	6,1111e+01
D12 [MNm]	7,9386e+00
D33 [MNm]	1,5877e+01
D44 [MN/m]	1,1458e+03
D55 [MN/m]	1,5278e+03

Afbeelding

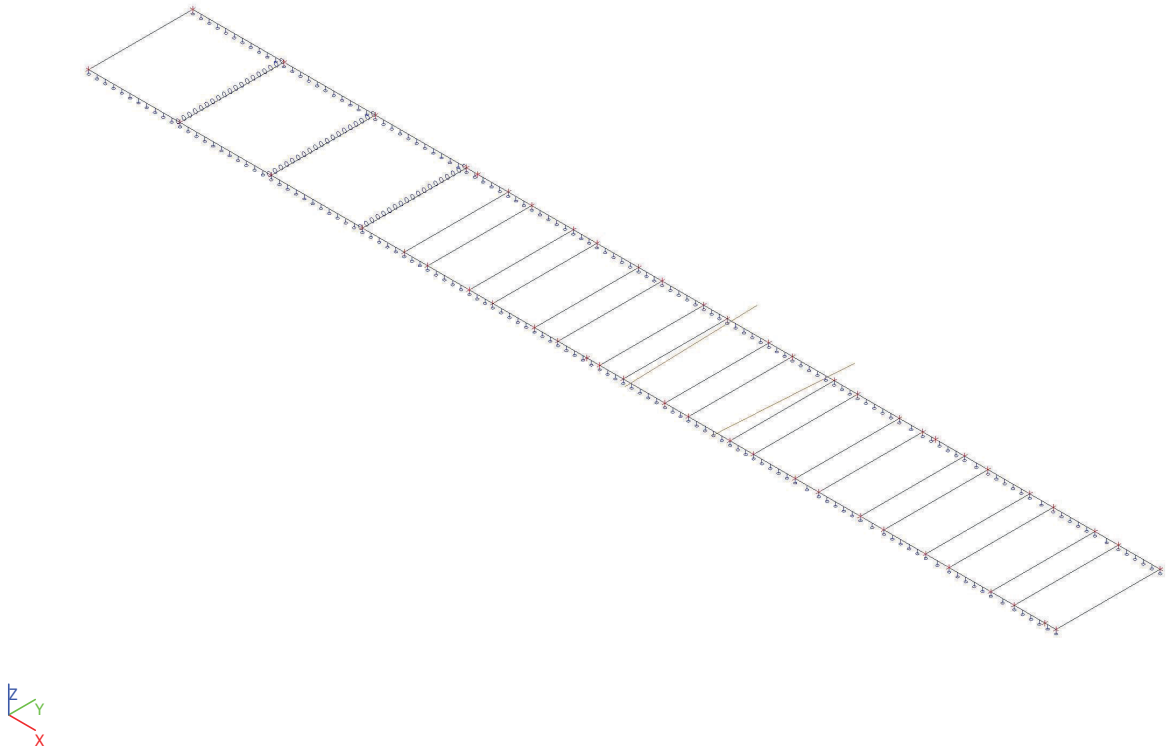


7. Belastingsgevallen

7.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
BG1	Eigen gewicht	Permanent	LG1	-Z
		Eigen gewicht		

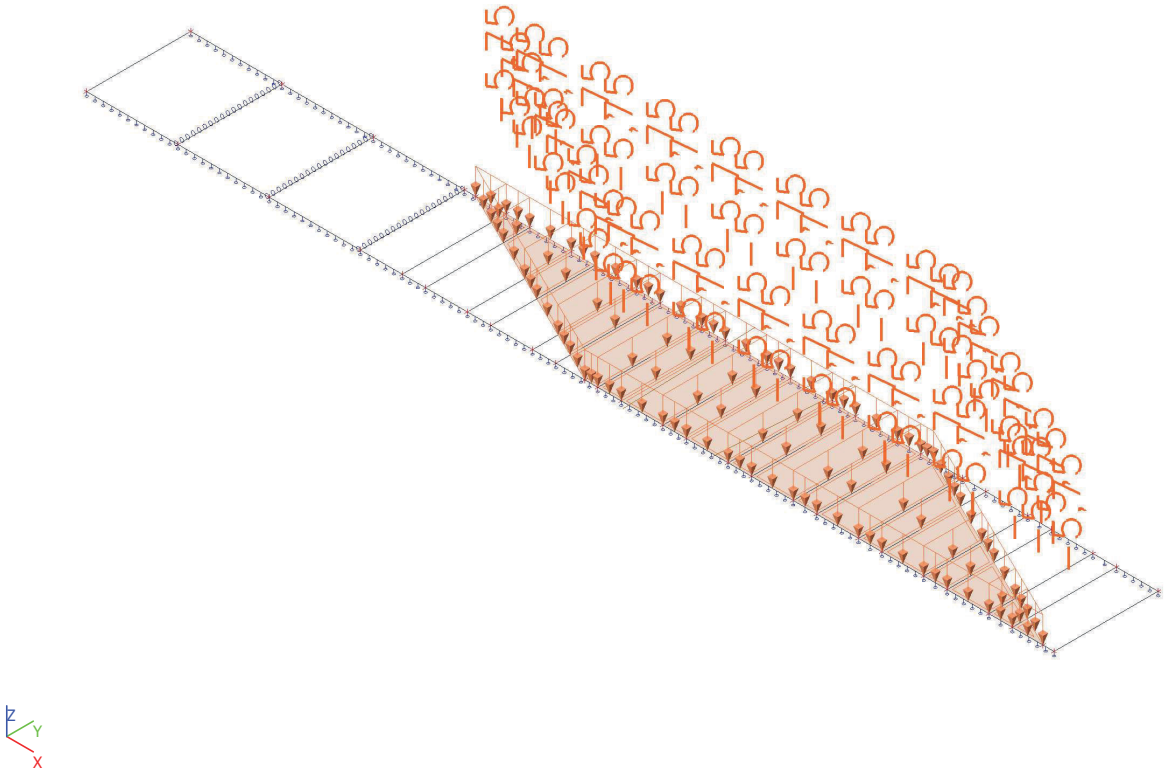
7.1.1. belasting



7.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	wegfundering	Permanent	LG1
		Standaard	

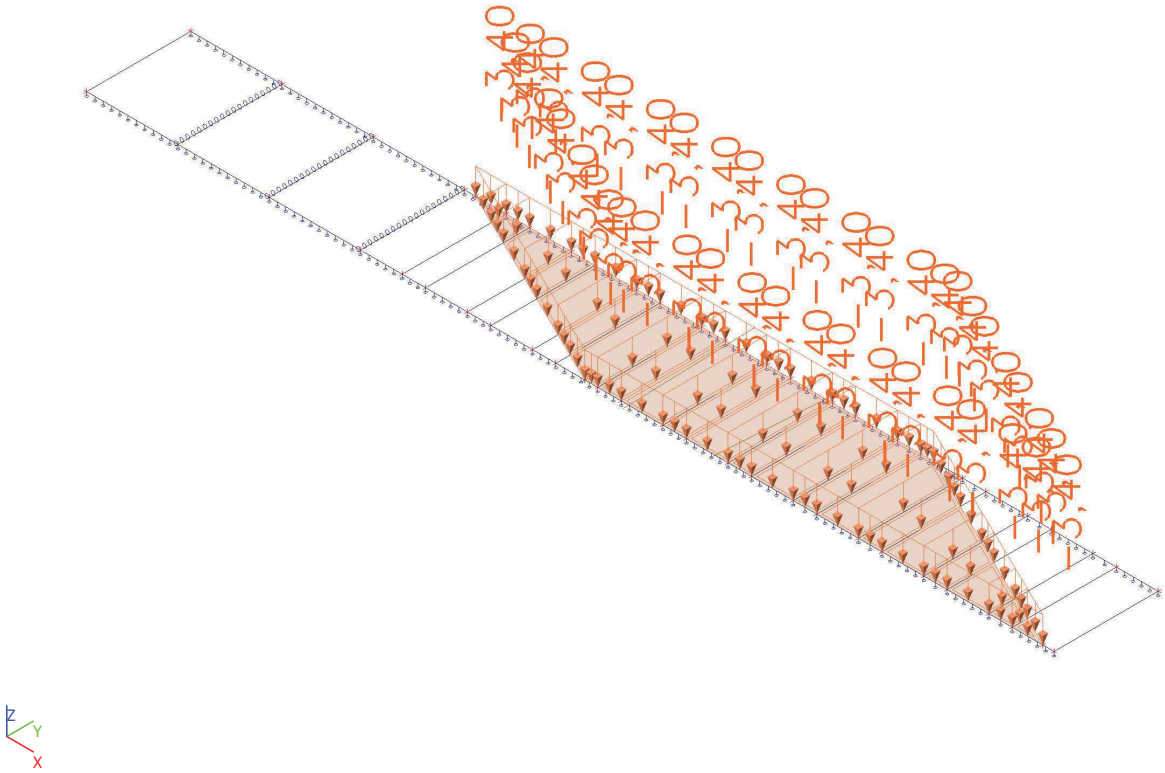
7.2.1. belasting



7.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG3	asfalt	Permanent	LG1
		Standaard	

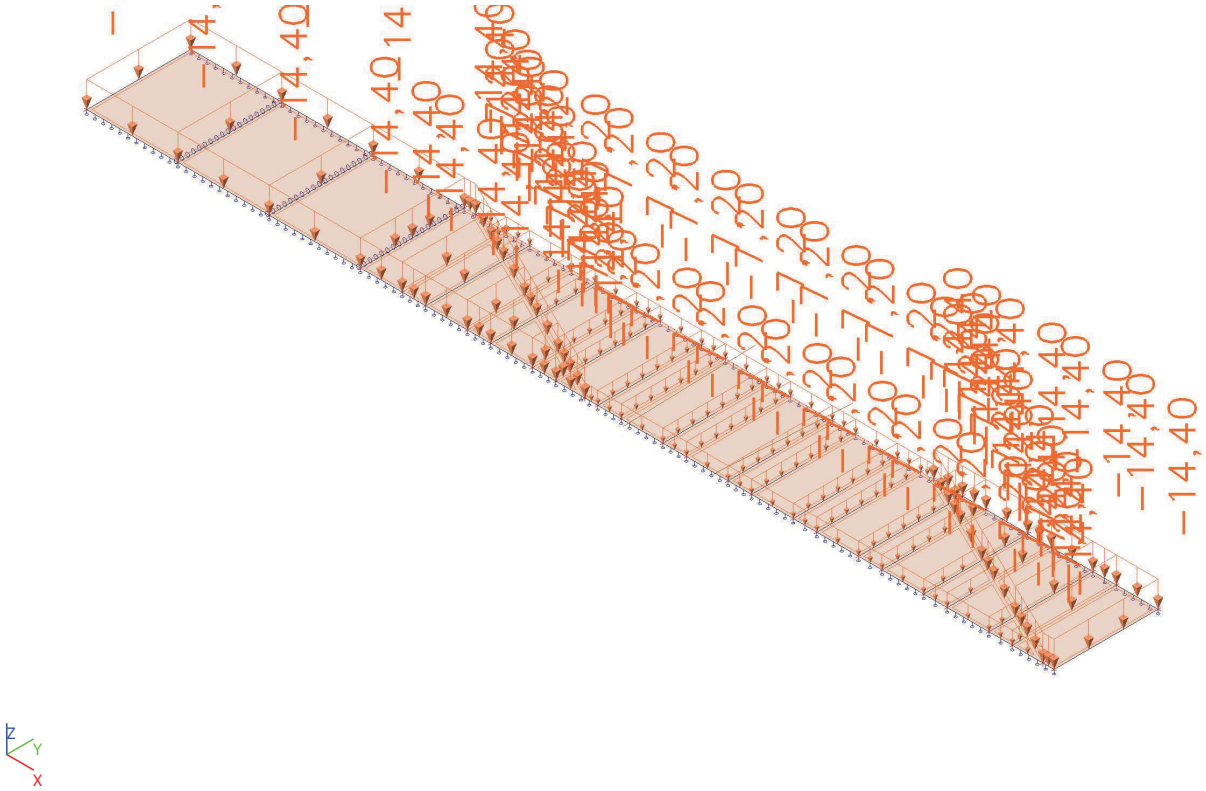
7.3.1. belasting



7.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG4	grondlichaam	Permanent	LG1
		Standaard	

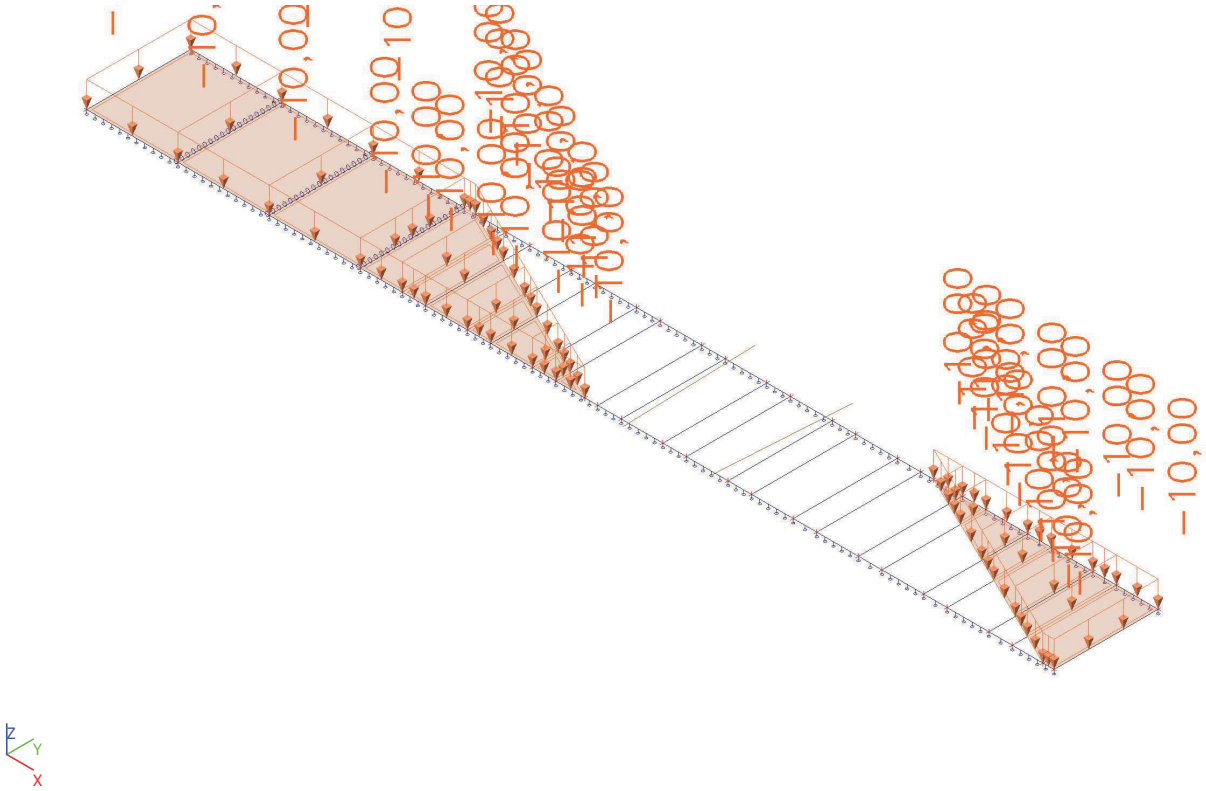
7.4.1. belasting



7.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG5	Maaiveld belasting	Permanent	LG1
		Standaard	

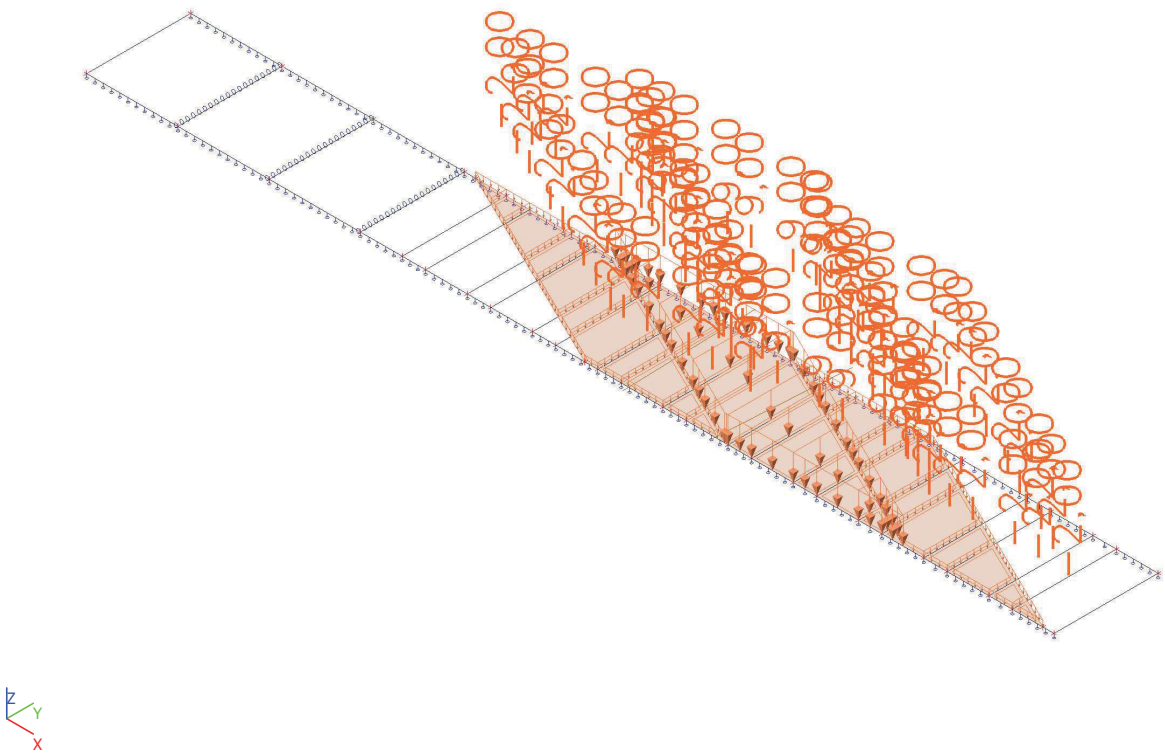
7.5.1. belasting


−10,00
−10,00
−10,00

7.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6	Verkeersbelasting - verdeelde belasting	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

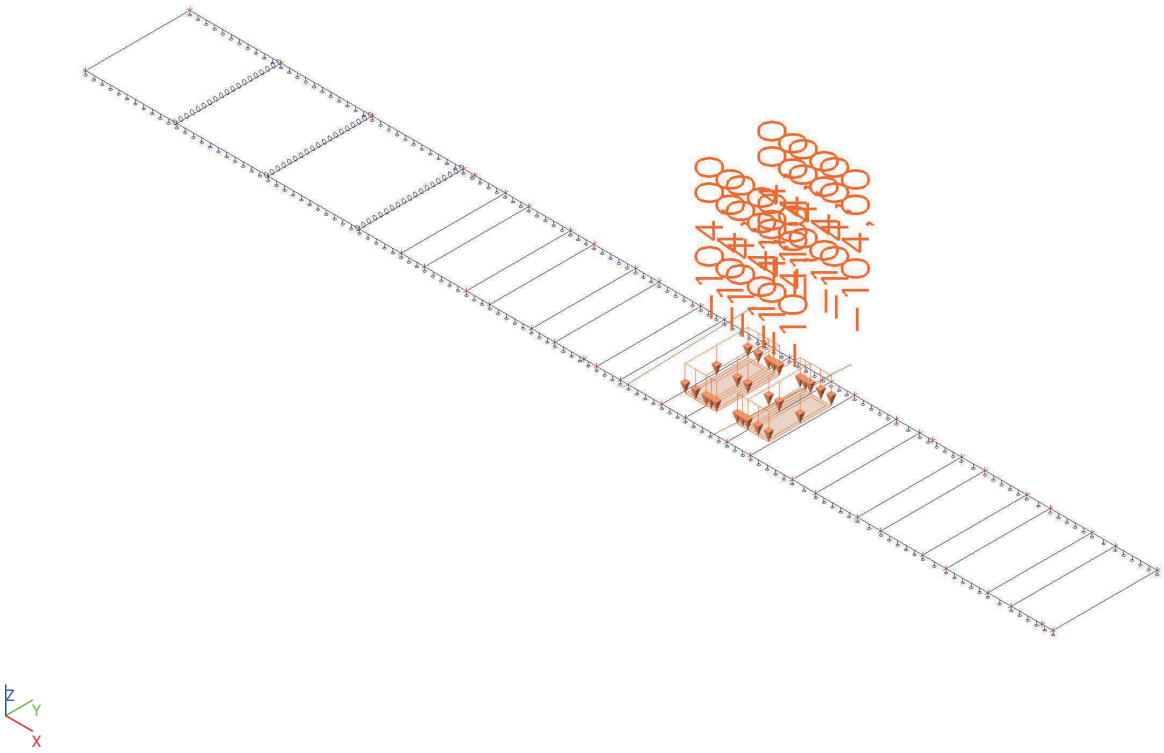
7.6.1. belasting



7.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG7	Verkeersbelasting - Aslast midden	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

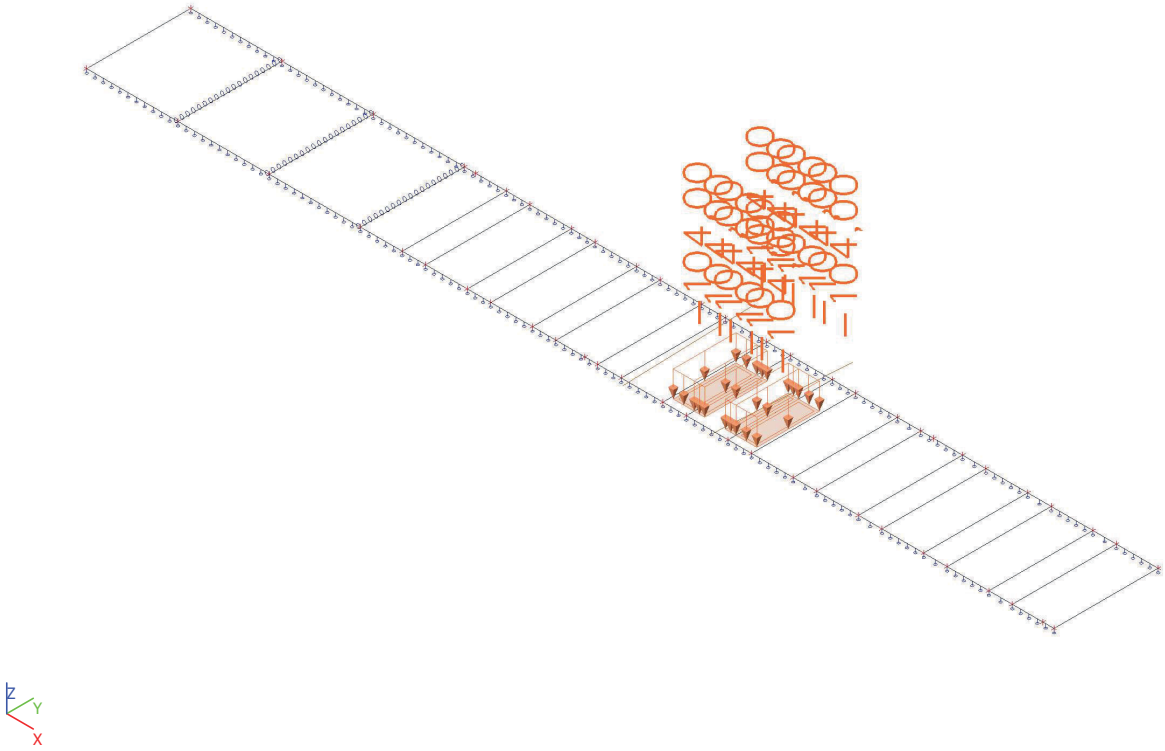
7.7.1. belasting


-104,00
-104,00
-104,00

7.8. Belastingsgevallen - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG8	Verkeersbelasting - Aslast rand	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

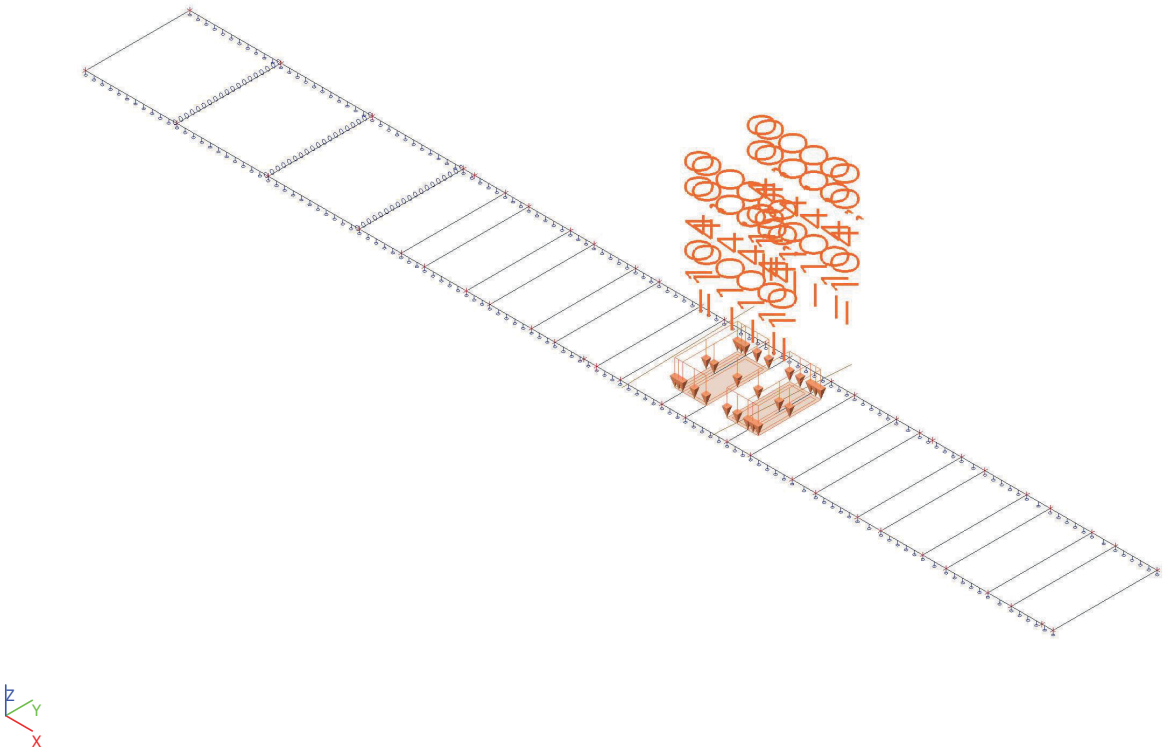
7.8.1. belasting


-1,104,00
-1,104,00
-1,104,00

7.9. Belastingsgevallen - BG9

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG9	Verkeersbelasting - op knoop	Variabel	LG3	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

7.9.1. belasting



8. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Cat A : Woning
LG3	Variabel	Exclusief	Cat A : Woning

9. Combinaties

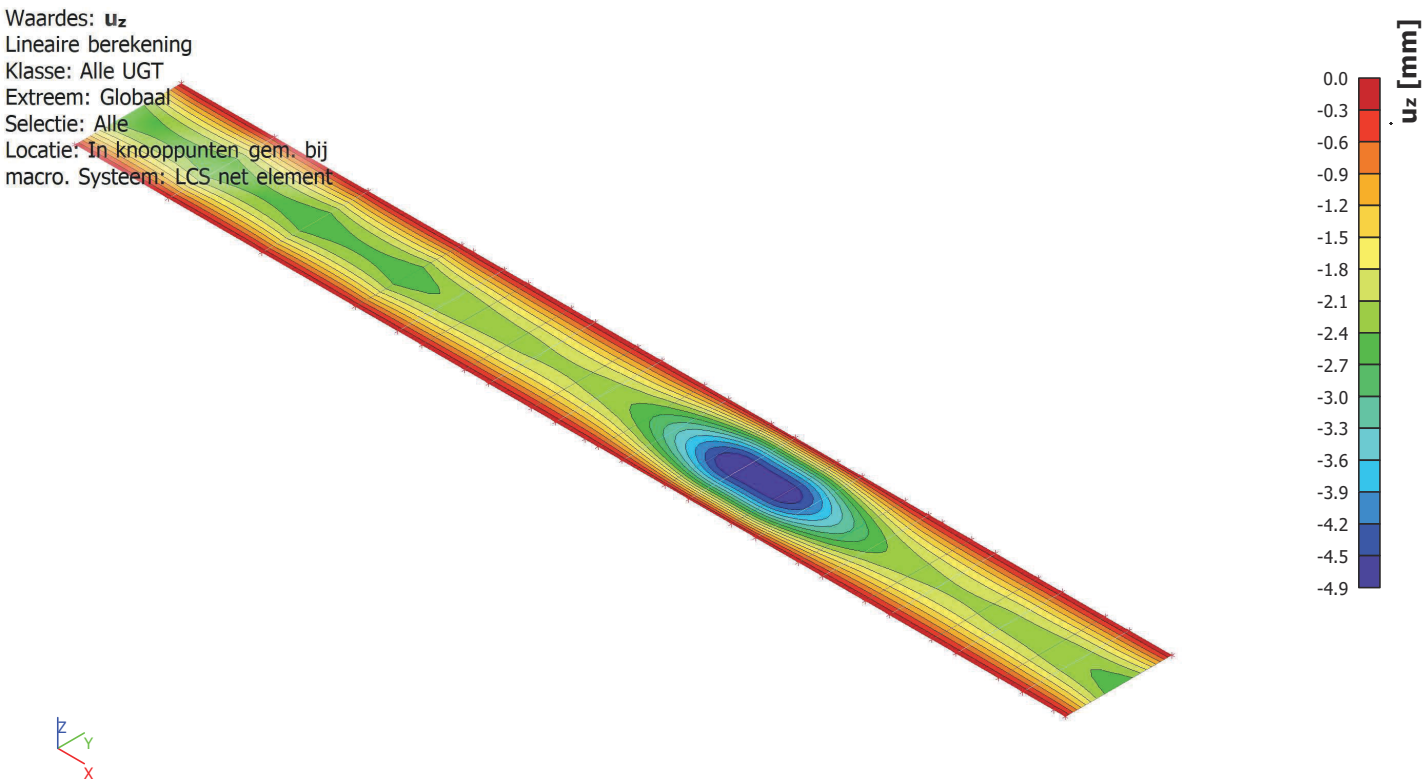
Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT 6.10 a		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,30
			BG2 - wegfundering	1,30
			BG3 - asfalt	1,30
			BG4 - grondlichaam	1,30
			BG5 - Maaiveld belasting	1,30
			BG6 - Verkeersbelasting - verdeelde belasting	1,08
			BG7 - Verkeersbelasting - Aslast midden	1,08
			BG8 - Verkeersbelasting - Aslast rand	1,08
			BG9 - Verkeersbelasting - op knoop	1,08
UGT 6.10 b		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,20
			BG2 - wegfundering	1,20
			BG3 - asfalt	1,20
			BG4 - grondlichaam	1,20
			BG5 - Maaiveld belasting	1,20
			BG6 - Verkeersbelasting - verdeelde belasting	1,35
			BG7 - Verkeersbelasting - Aslast midden	1,35
			BG8 - Verkeersbelasting - Aslast rand	1,35
			BG9 - Verkeersbelasting - op knoop	1,35
BGT		Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - wegfundering	1,00
			BG3 - asfalt	1,00
			BG4 - grondlichaam	1,00
			BG5 - Maaiveld belasting	1,00
			BG6 - Verkeersbelasting - verdeelde belasting	0,80
			BG7 - Verkeersbelasting - Aslast midden	0,80
			BG8 - Verkeersbelasting - Aslast rand	0,80
			BG9 - Verkeersbelasting - op knoop	0,80

10. Resultaten UGT

10.1. Resultaten UGT - Alle UGT

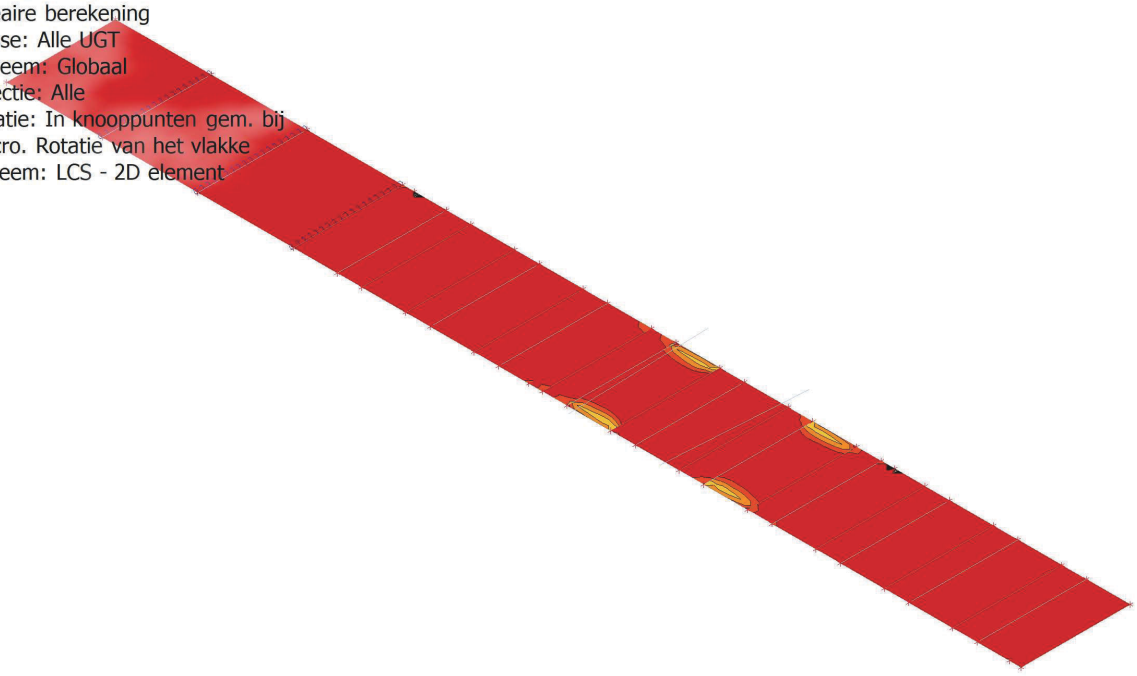
Naam	Lijst
Alle UGT	UGT 6.10 a - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10 b - Omhullende - uiterst

10.1.1. 2D-verplaatsing; u_z



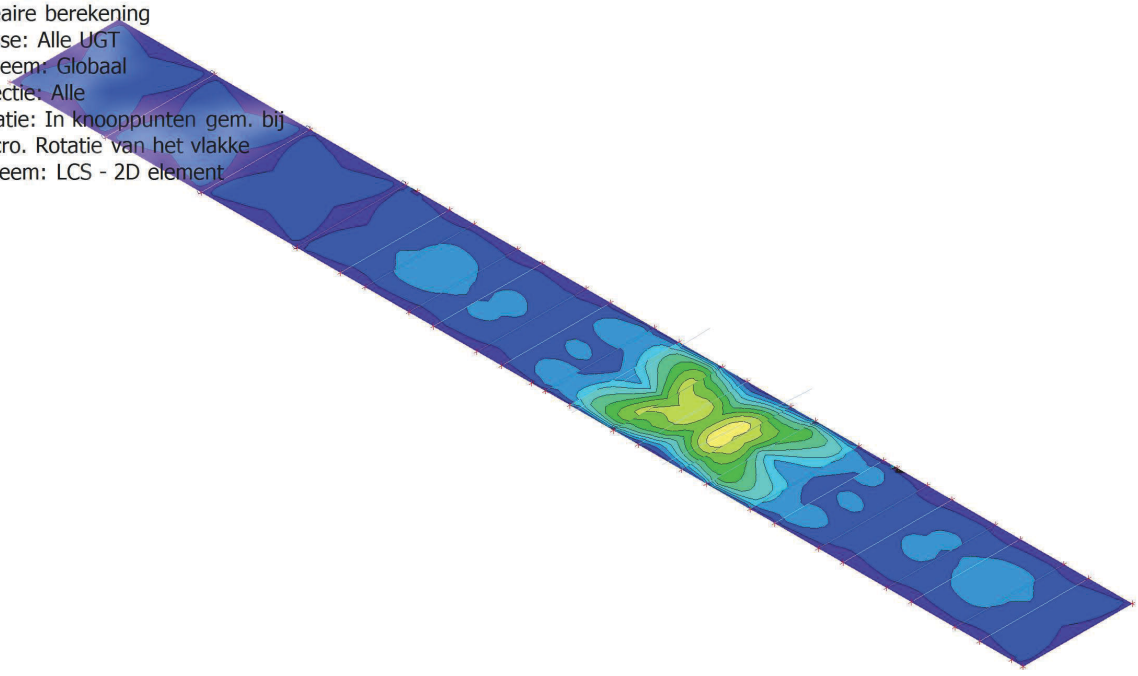
10.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



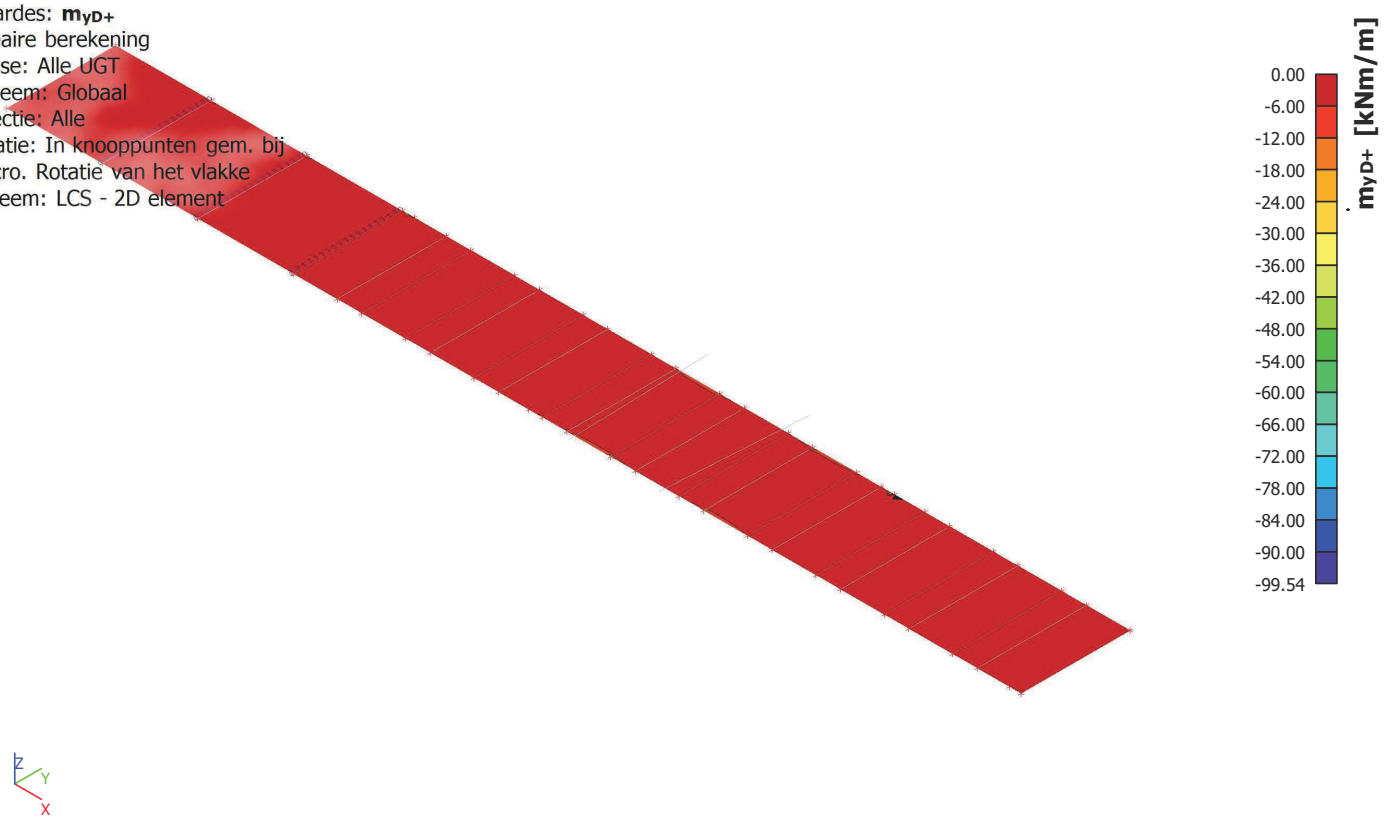
10.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



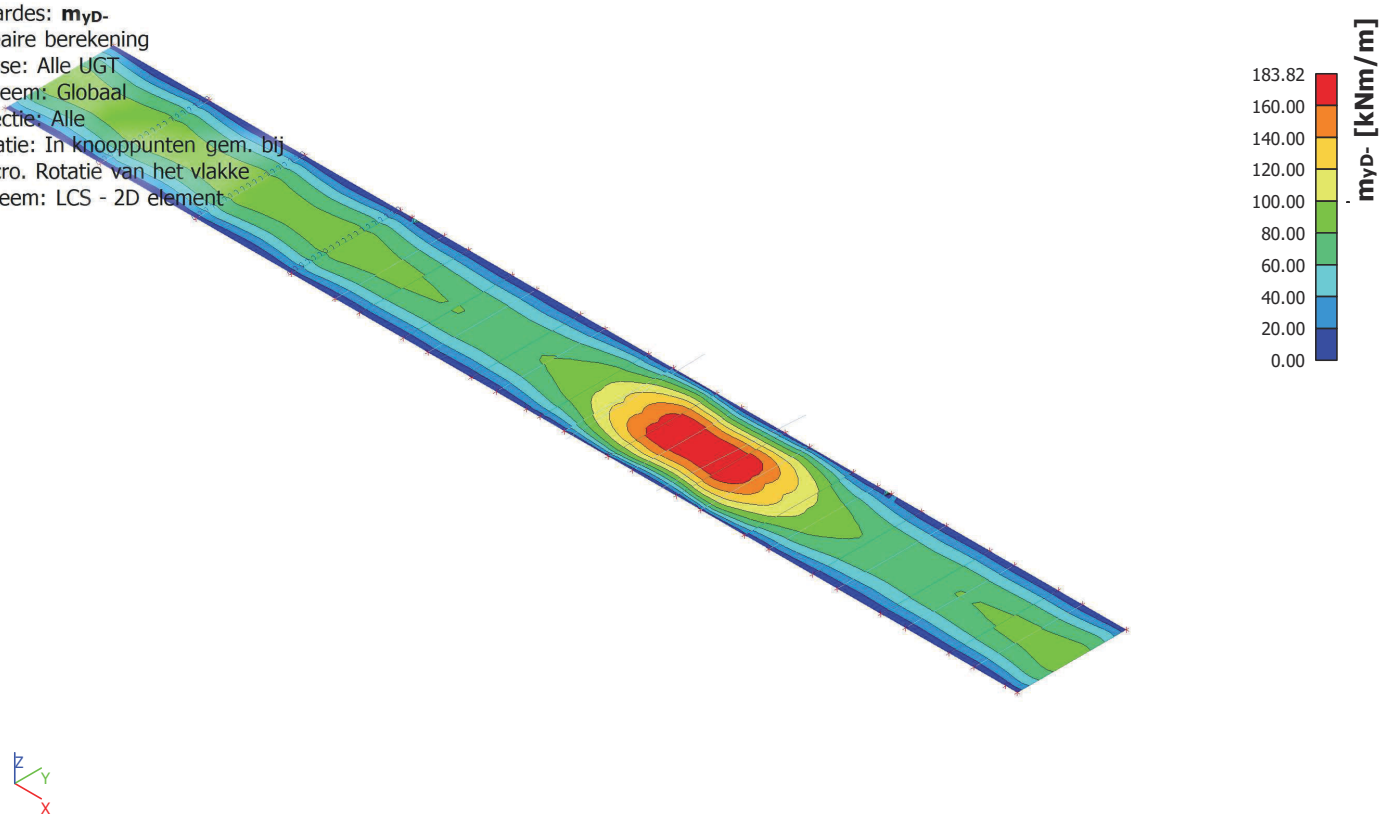
10.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



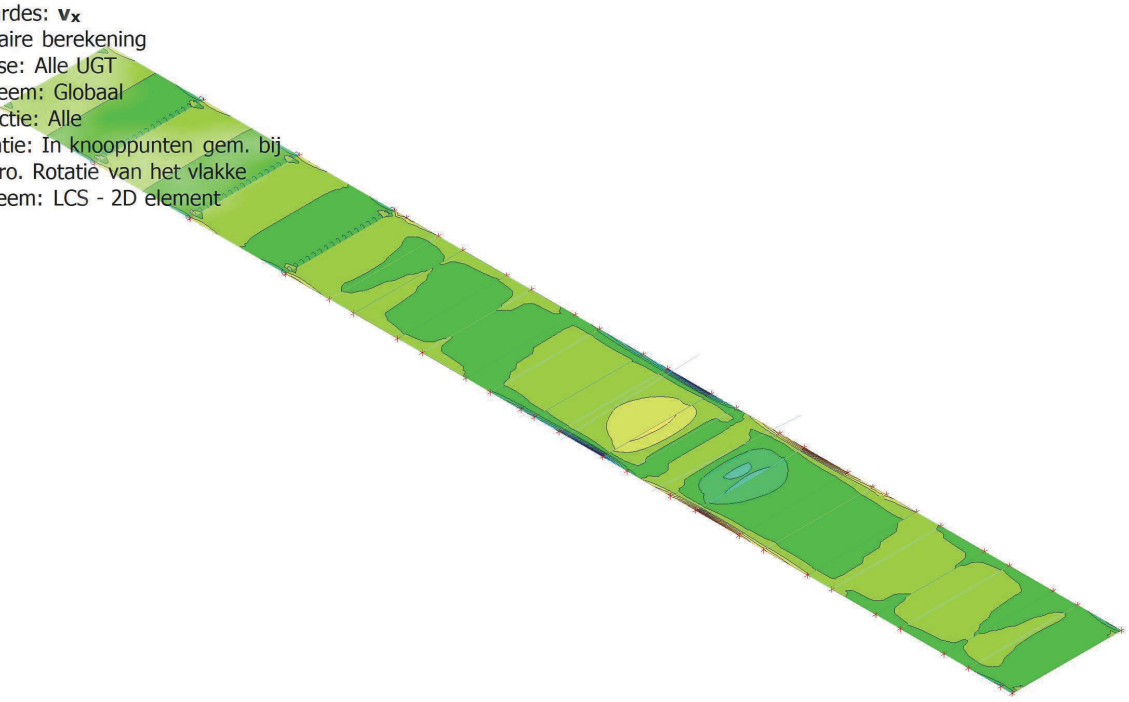
10.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



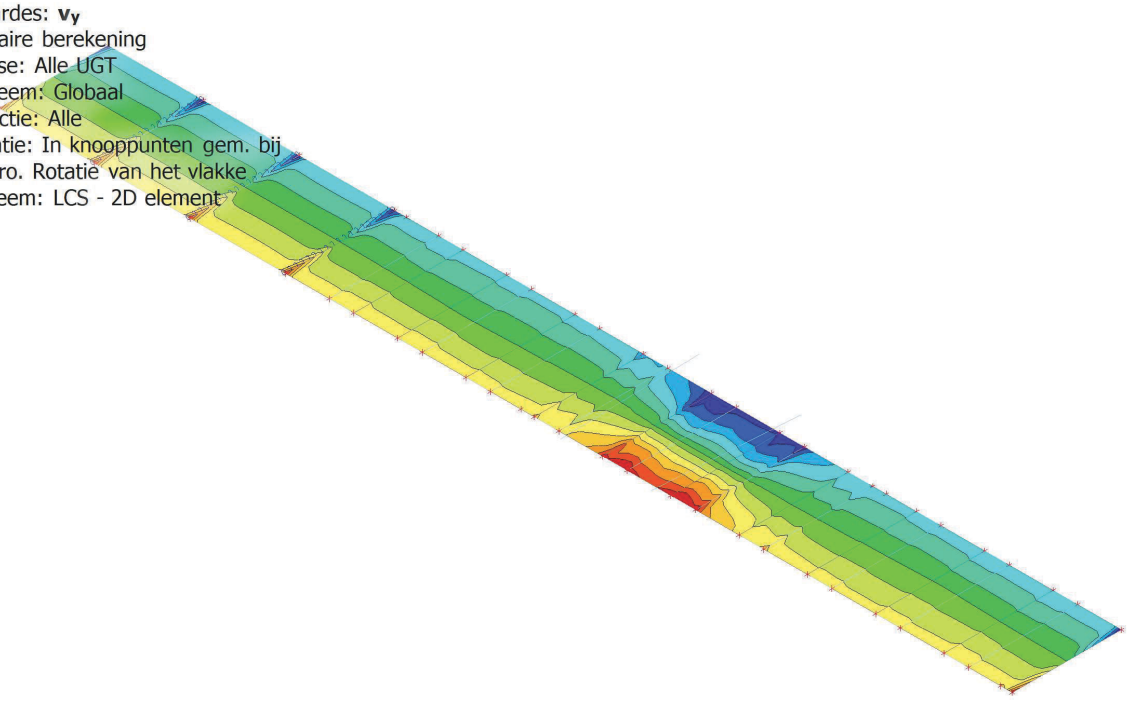
10.1.6. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



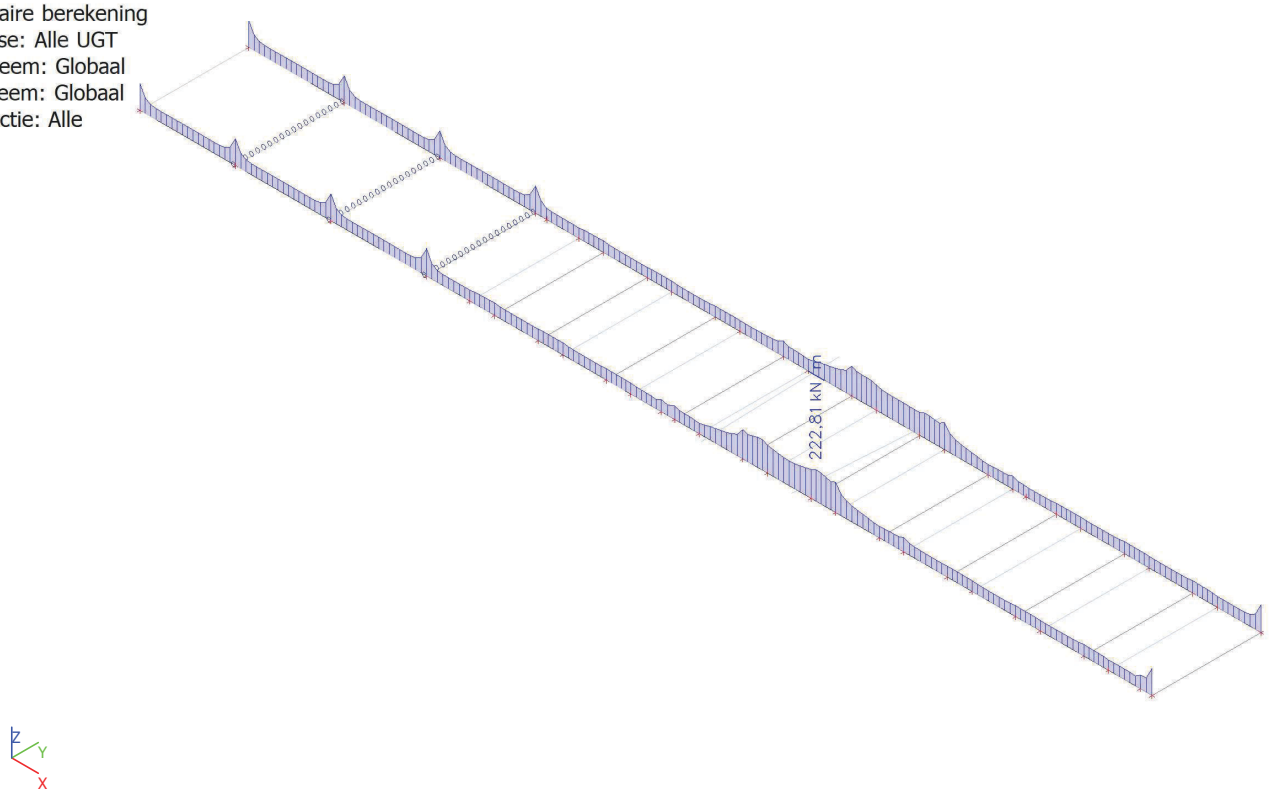
10.1.7. Interne 2D-krachten; v_y

Waardes: v_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



10.1.8. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



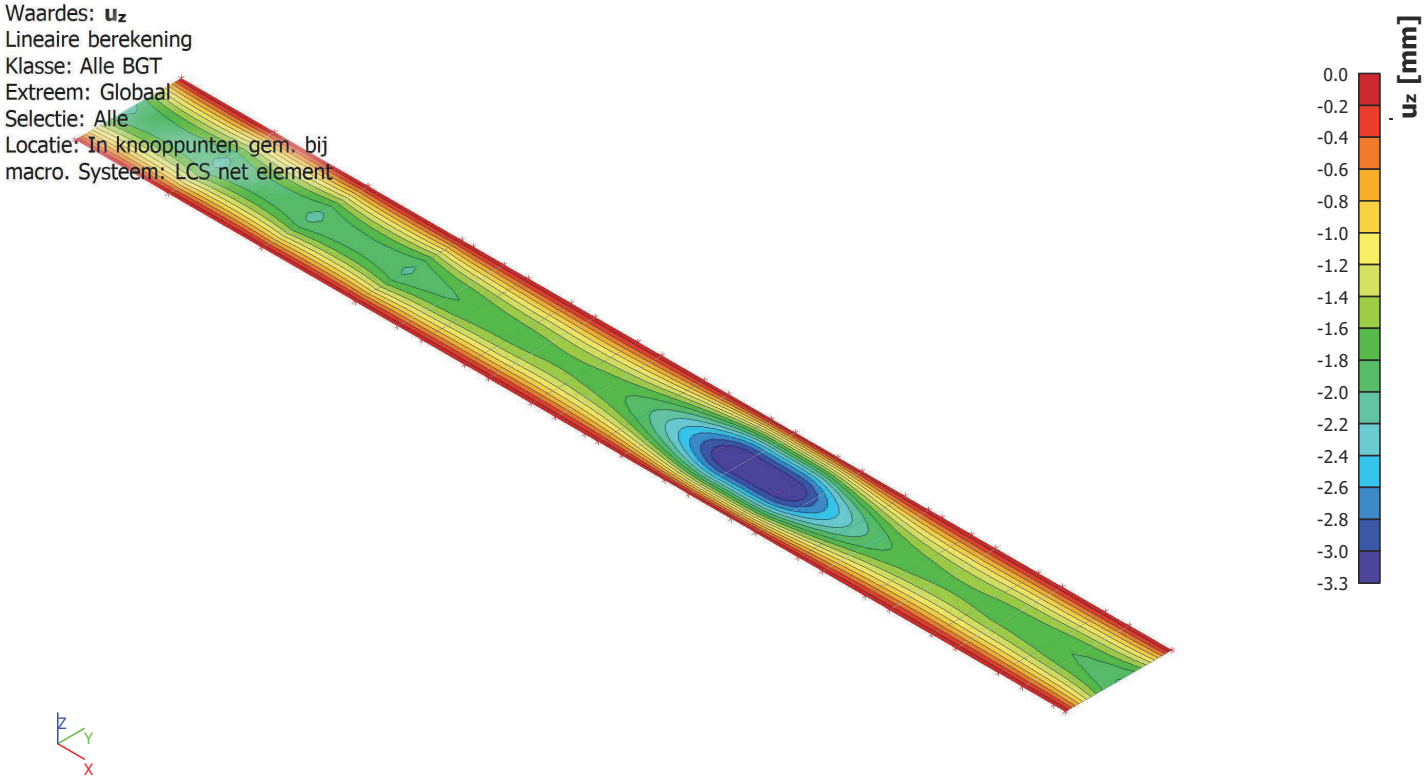
11. Resultaten BGT

11.1. Resultaten BGT - Alle BGT

Naam	Lijst
Alle BGT	BGT - Omhullende - bruikbaarheid

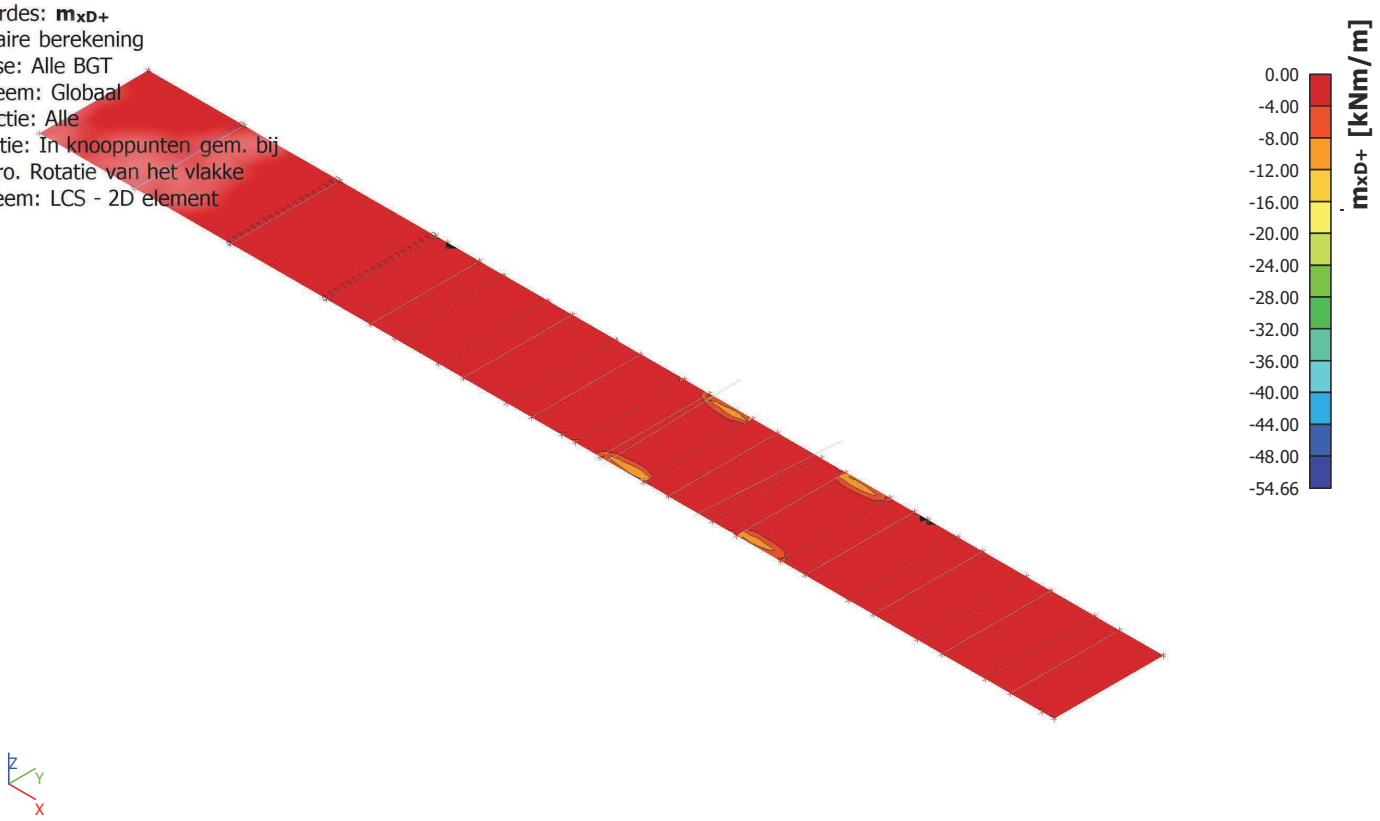
11.1.1. 2D-verplaatsing; u_z

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



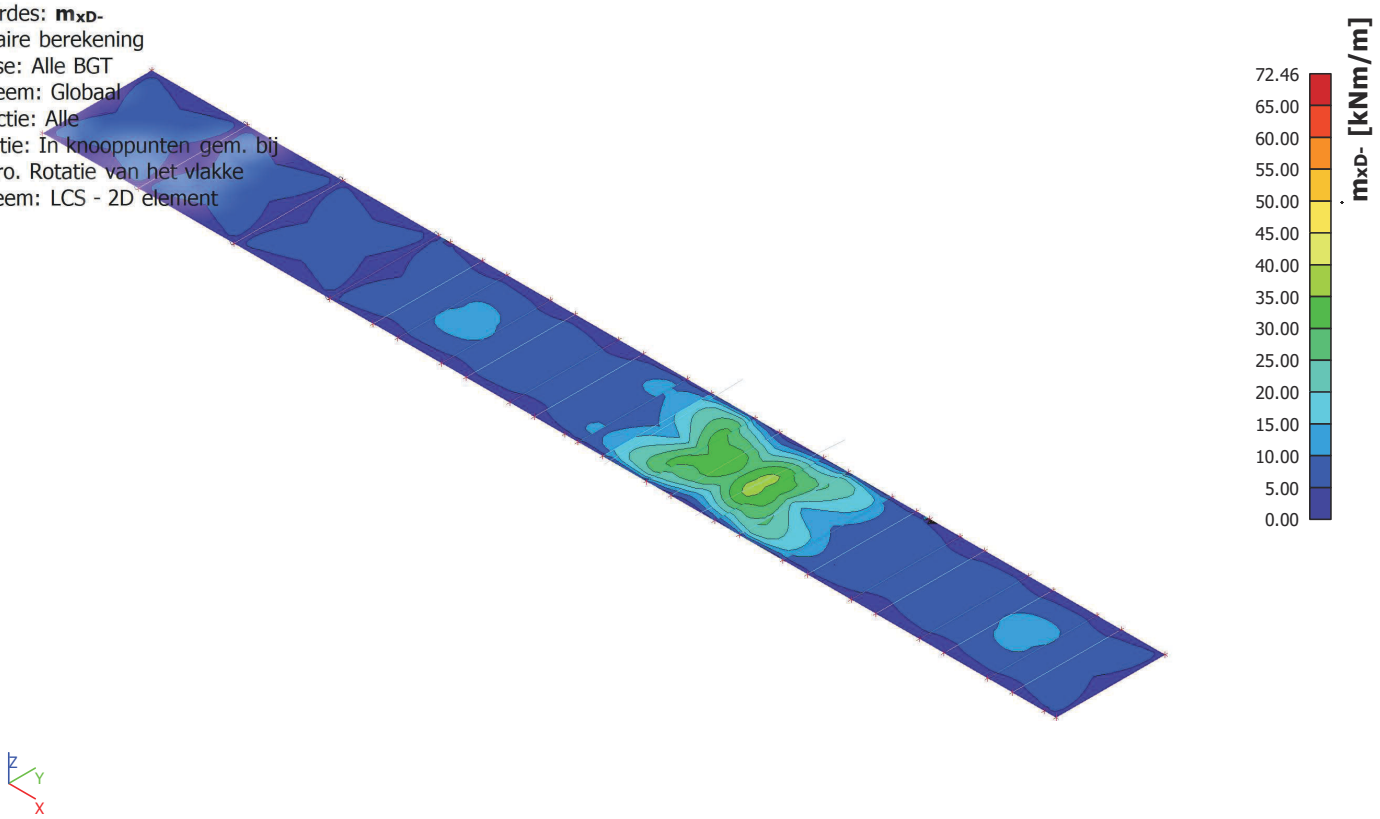
11.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



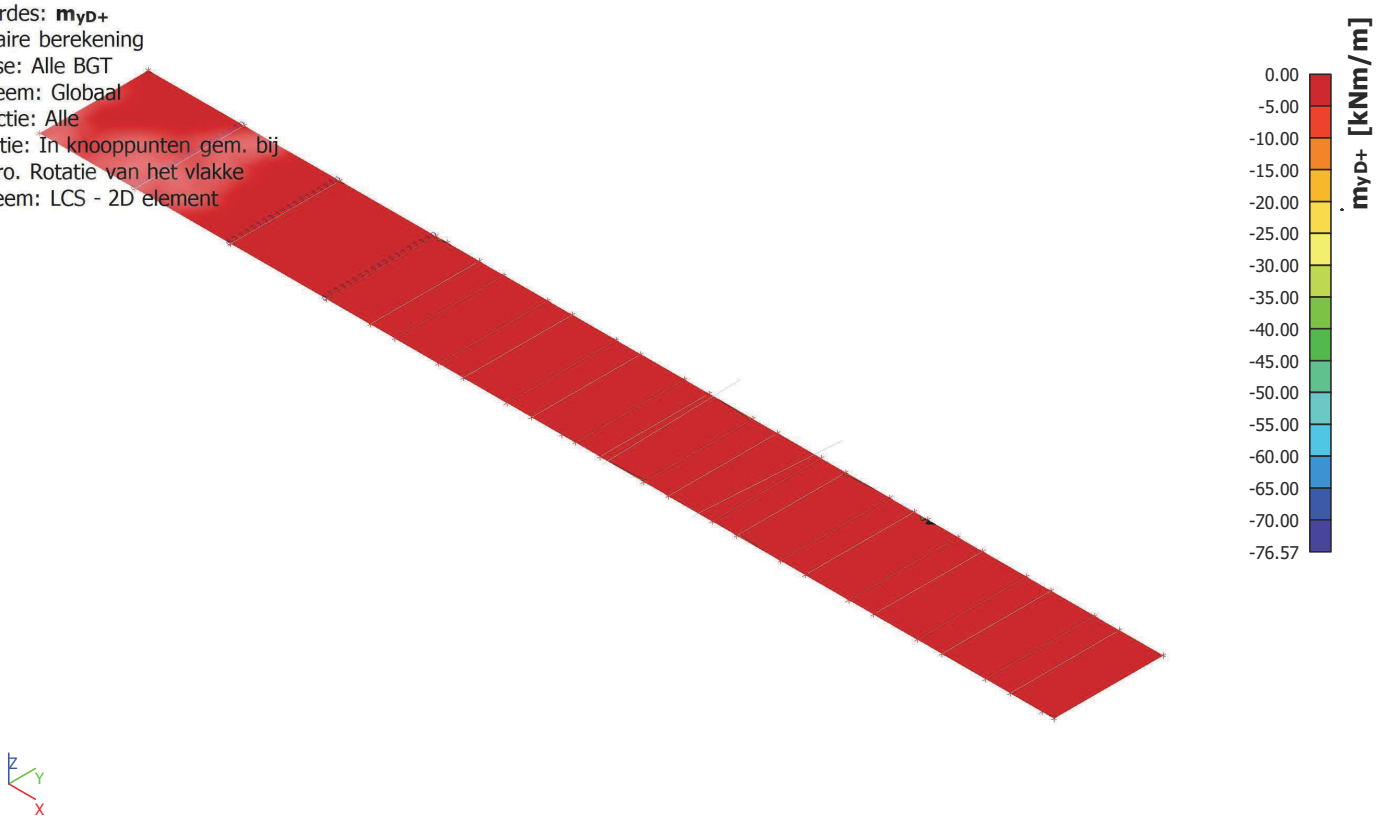
11.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



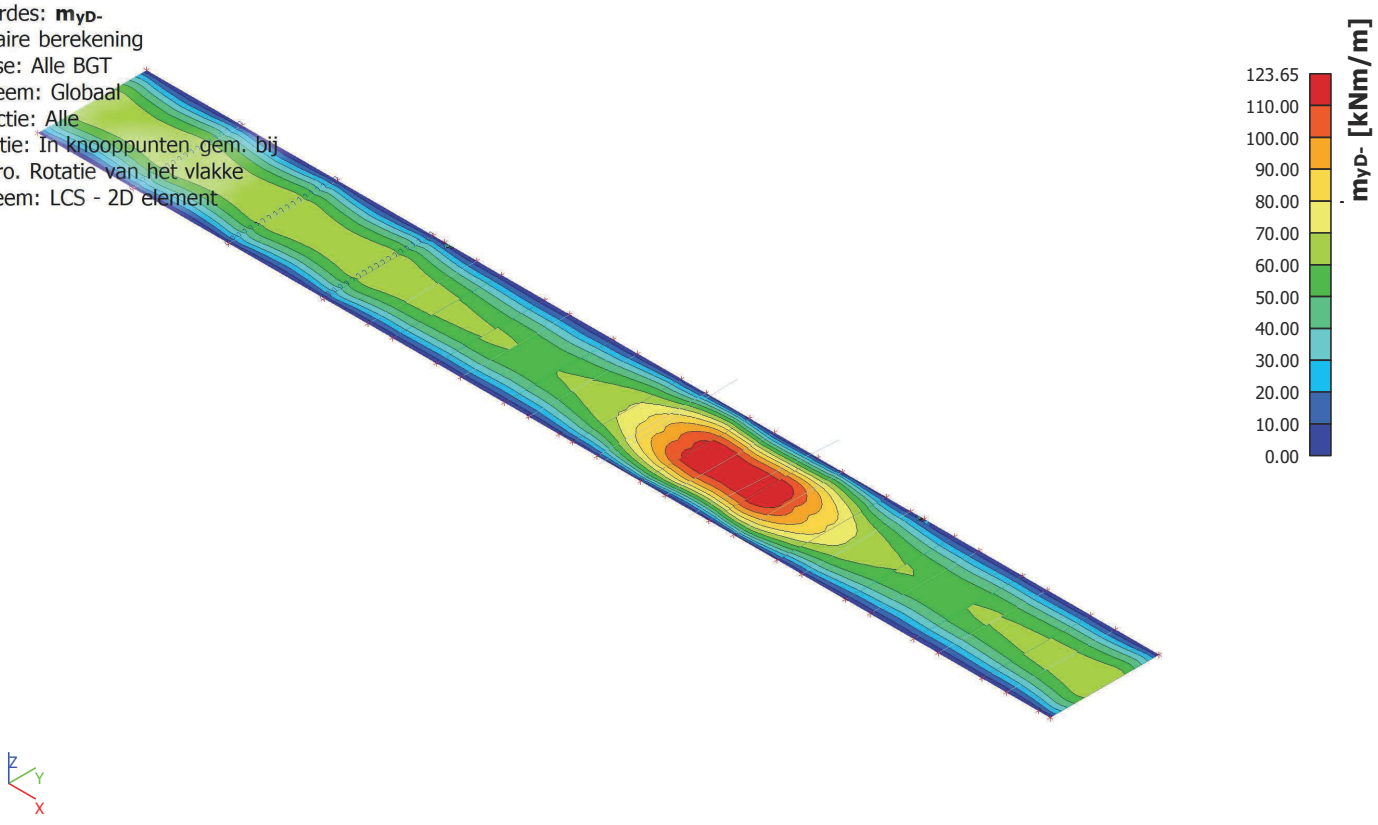
11.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



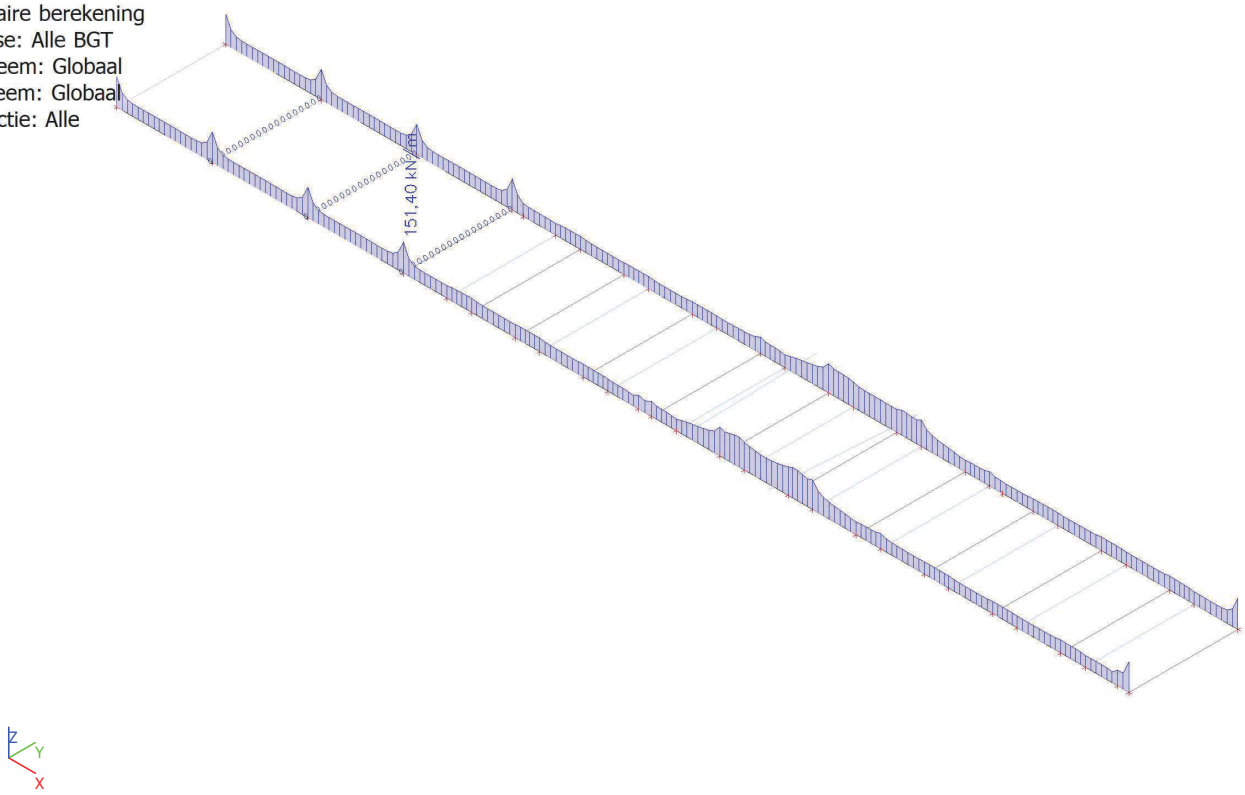
11.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Rotatie van het vlakke systeem: LCS - 2D element



11.1.6. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



V

BIJLAGE: BELASTINGEN EN CONSTRUCTIEVE BEREKENINGEN

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - Langswapening plaat**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²	

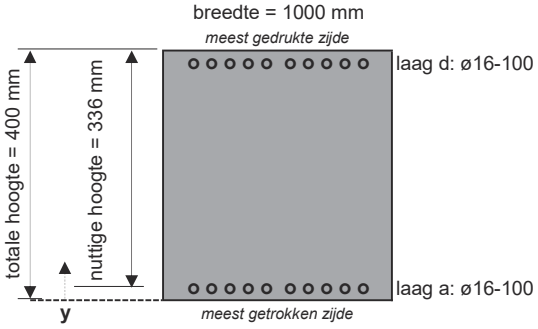
geometrie

hoogte doorsnede	=	**400** mm	constructietype: **plaat**
breedte doorsnede	=	**1000** mm	

belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**
normaalkracht N	=	**0** kN
normaalkracht N_{Ed}	=	**0** kN
buigend moment M	=	**36** kNm
buigend moment M_{Ed}	=	**57** kNm

δ = 1,00 (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)



wapening

constructietype	=	**S3**	
milieuklasse trekzijde	=	**XD3**	
profillering wapening	=	**geribd**	
nominale dekking c_{nom}	=	**40** mm	
gekozen dekking c_{app}	=	**40** mm	
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]	

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø16**	**- 100**			2011	**64**	336
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 100**			2011	**336**	64

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 16,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 336 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175 %
rek beton ε_{cu3}	=	0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	61 mm
breukmoment M_{Rd}	=	275 kNm
aanwezig moment M_{Ed}	=	57 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{57\ \text{kNm}}{275\ \text{kNm}} = 0,21 < 1,00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{61\ \text{mm}}{336\ \text{mm}} = 0,18 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 558 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	200 mm
scheurmoment M_r	=	90 kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	98 mm
max. staalsp. σ_s	=	60 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	30 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	2,10 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	2,10 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	90 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k	=	0,09 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$	=	327 mm

tabel 7.1N → w_{max} = 0,20 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,09\ \text{mm}}{1,00}$ = 0,09 mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 431 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - langswapening natte knoop**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materialen

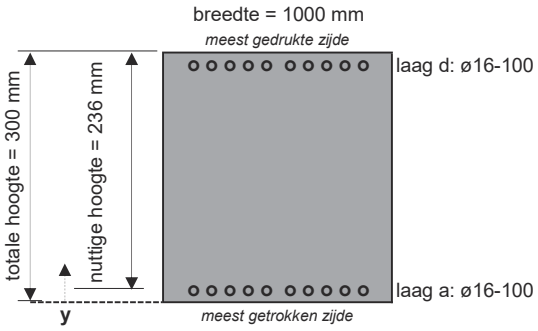
keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
ductiliteitsklasse staal = **B**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²

ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**

geometrie

hoogte doorsnede = **300** mm
breedte doorsnede = **1000** mm

constructietype: **plaat**



belastingen

duur van de belasting = **langdurend**
normaalkracht N = **0** kN
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
buigend moment M = **47** kNm
buigend moment M_{Ed} = **74** kNm

δ = 1,00 (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)

wapening

constructietype = **S3**
milieuklasse trekzijde = **XD3**
profillering wapening = **geribd**
nominale dekking c_{nom} = **40** mm
gekozen dekking c_{app} = **40** mm
$k_x = c_{app} / c_{nom}$ = 1,00 [-]

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø16**	**- 100**			2011	**64**	236
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 100**			2011	**236**	64

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 16,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 236 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = 20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = 33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = 17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = 2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3} = 0,175 %
rek beton ε_{cu3} = 0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.
vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = 435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = 200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk} = 5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$ = 4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl} = 0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = 61 mm
breukmoment M_{Rd} = 188 kNm
aanwezig moment M_{Ed} = 74 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{74\ \text{kNm}}{188\ \text{kNm}}$ = 0,39 < 1,00 → OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,73 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{61\ \text{mm}}{236\ \text{mm}}$ = 0,26 < 0,53 → OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 500 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = 150 mm
scheurmoment M_r = 50 kNm, ongescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep} = 81 mm
max. staalsp. σ_s = 114 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$ = 30 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	= 5,03 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ = 18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	= 5,03 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ = 14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	= 144 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ = 400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,14 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 289 mm
tabel 7.1N → w_{max} = 0,20 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,14\ \text{mm}}{1,00}$ = 0,14 mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 348 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - dwarswapening plaat**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

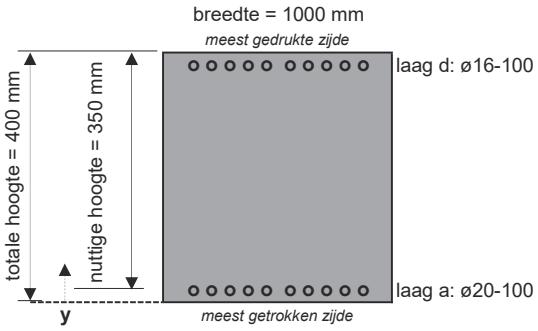
INVOER

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37	ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**
ductiliteitsklasse staal	=	**B**	
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²	

geometrie

hoogte doorsnede	=	**400** mm	constructietype: **plaat**
breedte doorsnede	=	**1000** mm	



belastingen

duur van de belasting	=	**langdurend**	
normaalkracht N	=	**0** kN	
normaalkracht N_{Ed}	=	**0** kN	
buigend moment M	=	**120** kNm	**δ = 1,00** (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)
buigend moment M_{Ed}	=	**218** kNm	

wapening

constructietype	=	**S3**	
milieuklasse trekzijde	=	**XD3**	
profillering wapening	=	**geribd**	
nominale dekking c_{nom}	=	**40** mm	
gekozen dekking c_{app}	=	**40** mm	
$k_x = c_{app} / c_{nom}$	=	1,00 [-]	

	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	$ø_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø20**	**- 100**			3142	**50**	350
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 100**			2011	**350**	50

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 20,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 350 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm}	=	33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c	=	17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm}	=	2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3}	=	0,175 %
rek beton ε_{cu3}	=	0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.

vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s	=	200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk}	=	5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0,9 \times \varepsilon_{uk}$	=	4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl}	=	0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u	=	67 mm	
breukmoment M_{Rd}	=	434 kNm	toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{218\text{ kNm}}{434\text{ kNm}} = 0,5 < 1,00 \rightarrow$ OK
aanwezig moment M_{Ed}	=	218 kNm	

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,7 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{67\text{ mm}}{350\text{ mm}} = 0,19 < 0,53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 584 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r	=	204 mm
scheurmoment M_r	=	99 kNm, gescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep}	=	118 mm
max. staalsp. σ_s	=	124 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$	=	30 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	=	5,34 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	=	5,34 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	=	154 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,13 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 238 mm (VARCE 10 niet maatgevend)
tabel 7.1N → w_{max} = 0,20 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0,13\text{ mm}}{1,00} = 0,13$ mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 422 mm² → OK

CONCLUSIE
► toets UGT: OK
► toets BGT: OK

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 3.4**
WAPENINGSBEREKENING

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing - dwarswapening natte knoop**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **SPEB2**
datum opmaak: 4-4-2022

WAPENINGSBEREKENING RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE VOOR BUIGING MET NORMAALKRACHT

De onderstaande berekening is uitgevoerd volgens de norm NEN-EN 1992-1-1:2011, inclusief NB:2011 en C2:2011.

INVOER

materialen

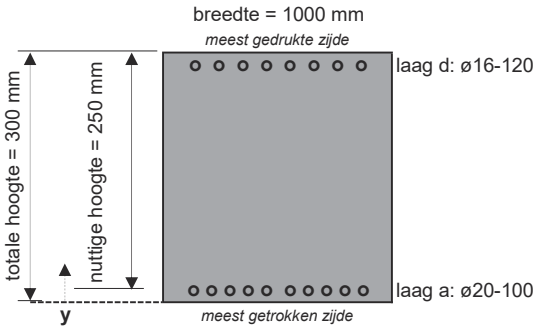
keuze betonkwaliteit = **C 30** / 37
ductiliteitsklasse staal = **B**
karakteristieke sterkte f_{yk} = **500** N/mm²

ontwerpsituatie: **blijvend/tijdelijk**

geometrie

hoogte doorsnede = **300** mm
breedte doorsnede = **1000** mm

constructietype: **plaat**



belastingen

duur van de belasting = **langdurend**
normaalkracht N = **0** kN
normaalkracht N_{Ed} = **0** kN
buigend moment M = **123** kNm
buigend moment M_{Ed} = **183** kNm

δ = 1,00 (t.b.v. herverdeling moment: 0,7 < δ < 1,0)

wapening

constructietype = **S3**
milieuklasse trekzijde = **XD3**
profillering wapening = **geribd**
nominale dekking c_{nom} = **40** mm
gekozen dekking c_{app} = **40** mm
$k_x = c_{app} / c_{nom}$ = 1,00 [-]

	ø$_{km}$ [mm]	s [mm]	ø$_{km}$ [mm]	s [mm]	A_s [mm²]	y [mm]	d_s [mm]
laag a	**ø20**	**- 100**			3142	**50**	250
laag b							
laag c							
laag d	**ø16**	**- 120**			1676	**250**	50

gemiddelde waarden buitenste trekwapening: $ø_{km}$ = 20,0 mm
s_r = 100 mm
gemiddelde waarde totale trekwapening: $d_{s;gem}$ = 250 mm

opgelegde vervorming

In rekening te brengen spanning ten gevolge van opgelegde vervorming.
additionele spanning $\Delta\sigma_s$ = **30** N/mm²

gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd} = 20 N/mm²
secans-elast.mod. E_{cm} = 33000 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_c = 17143 N/mm²
buigtreksterkte f_{ctm} = 2,9 N/mm²
rek beton ε_{c3} = 0,175 %
rek beton ε_{cu3} = 0,350 %

gegevens staal

Er wordt geen rekening gehouden met een hellende tak van het σ-ε diagram.
vloeigrens staal $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = 435 N/mm²
elasticiteitsmodulus E_s = 200000 N/mm²
karakteristieke rek ε_{uk} = 5,000 %
rekenwaarde rek $\varepsilon_{ud} = 0{,}9 \times \varepsilon_{uk}$ = 4,500 %
rek bij vloeien staal ε_{spl} = 0,217 %

UITERSTE GRENSTOESTAND

buigend moment - artikel 6.1

betondrukzone x_u = 69 mm
breukmoment M_{Rd} = 298 kNm
aanwezig moment M_{Ed} = 183 kNm

toets: $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{183\ \text{kNm}}{298\ \text{kNm}} = 0{,}61 < 1{,}00 \rightarrow$ OK

drukhoogte - artikel 5.5(4) en 5.6.3

gekozen herverdeling δ = 1,00 ≥ 0,74 → OK

rotatiecapaciteit - artikel 6.1(9)

toets: $\frac{x}{d} = \frac{69\ \text{mm}}{250\ \text{mm}} = 0{,}28 < 0{,}53 \rightarrow$ OK

minimum wapening - art. 9.2.1.1/NB

minimum wapening $A_{s;min}$ = 474 mm² → OK

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND

berekening scheurmoment M_r

betondrukzone x_r = 155 mm
scheurmoment M_r = 56 kNm, gescheurd

berekening staalspanning bij M_{rep}

betondrukzone x_{rep} = 97 mm
max. staalsp. σ_s = 182 N/mm²
additioneel $\Delta\sigma_s$ = 30 N/mm²

spanningsbeperking - artikel 7.2

(2) langsscheuren; σ_b	= 9,82 N/mm²	<	$k_1 \times f_{ck}$ =	18 N/mm²	Er zullen geen langsscheuren optreden.
(3) lin./niet-lin. kruip; σ_b	= 9,82 N/mm²	<	$k_2 \times f_{ck}$ =	14 N/mm²	Er mag rekening gehouden worden met lin. kruip.
(5) treksp. wap.; $\sigma_s + \Delta\sigma_s$	= 212 N/mm²	<	$k_3 \times f_{yk}$ =	400 N/mm²	Onaanvaardbare scheurvorming is vermeden.

scheurbeheersing - artikel 7.3 (incl. vraag 33 uit VARCE 10 - Cement 2013/NEN-EN1992-1-1 art. 7.3.4)

scheurwijdte w_k = 0,19 mm
max. scheurafstand $s_{r,max}$ = 209 mm (VARCE 10 niet maatgevend)
tabel 7.1N → w_{max} = 0,20 mm ≥ $\frac{w_k}{k_x} = \frac{0{,}19\ \text{mm}}{1{,}00} = 0{,}19$ mm → OK

minimum wapening - art. 7.3.2

minimum wapening $A_{s;min}$ = 336 mm² → OK

CONCLUSIE
► **toets UGT: OK**
► **toets BGT: OK**

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 2.1**
BEUGELWAPENING

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Dwarskracht wapening - plaat**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **opsteller**
datum opmaak: 4-4-2022

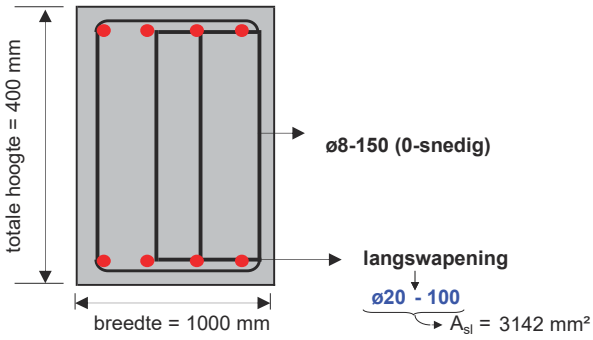
CONTROLE OP DWARSKRACHT RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE

De berekening is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1 + C2:2011, met NB:2011. Deze spreadsheet is niet geldig voor gedrongen constructies.

INVOER

algemeen

ontwerpsituatie	=	**blijvend/tijdelijk**
constructietype:	=	**plaat**



materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²
drukdiagonaal maatgevend?	=	**nee**

geometrie

hoogte doorsnede h	=	**400** mm
breedte doorsnede b	=	**1000** mm
nuttige hoogte d	=	332 mm

belastingen

normaalkracht N_{Ed}	=	**0** kN
dwarskracht V_{Ed}	=	**170** kN

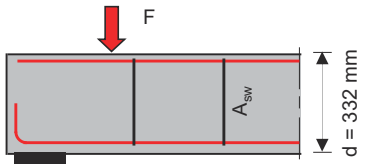
Staat een belasting F binnen een afstand van 0,5d < a < 2,0d van de rand van de oplegging? → **nee**

beugelwapening

aantal sneden beugel n	=	**0**
diameter beugel $Ø_{bgl}$	=	**ø8** mm
beugelafstand s_{bgl}	=	**150** mm
dekking op de beugel c	=	**50** mm

→ A_{sw} = 0 mm²

A_{bgls} = 0,00 mm²/mm



gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
betontreksterkte f_{ctd}	=	1,35 N/mm² (met α_{ct} = 1)

gegevens staal

rekenwaarde vloeigrens f_{ywd}	=	435 N/mm²
langswap. verhouding ρ_l	=	0,0095
helling van de beugel α	=	90° (verticale beugels)

UITVOER

capaciteit beton

coëfficiënt $C_{Rd,c}$	=	0,12 (met γ_c = 1,5)
coëfficiënt k_1	=	0,15 (artikel 6.2.2)
coëfficiënt $\nu_1 = \nu$	=	0,53 (artikel 6.2.3)

$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$ = 1,78

$\nu_{min} = 0{,}035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2}$ = 0,45

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / [b \times h]$ = 0,00 N/mm² → α_{cw} = 1,00

$\sigma_{cp;afgeperkt} = 0{,}2 \times f_{cd}$ = 4,00 N/mm²

De capaciteit van het beton wordt berekend conform artikel 6.2.2.

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 216 kN

$V_{Rd,c,min} = [\nu_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 151 kN

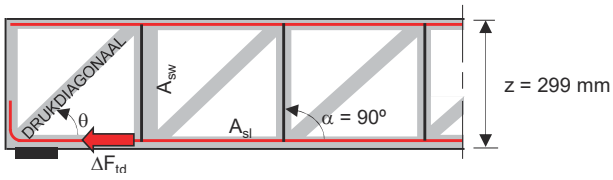
$V_{Rd,c,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times \nu_1 \times f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}$ = 1579 kN

$V_{Rd,c}$ = 216 kN

capaciteit staal

inwendige hefboomsarm z	=	299 mm
min. vereiste beugelwap.	=	0,00 mm²/mm (plaat)
hoek drukdiagonaal θ_{sw}	=	21,8 ° (van de gekozen beugelwap.)
gekozen drukdiagonaal θ_h	=	**45,0** ° (21,8° ≤ θ ≤ 45°)

$V_{Rd,s} = f_{ywd} \times \frac{A_{sw}}{s} \times z \times \cot\theta$ = 0 kN (vergelijking 6.13)



benodigde beugels $A_{ben} = \frac{V_{Ed}}{z \times \cot\theta \times f_{ywd}} = \frac{170\text{ kN}}{299\text{ mm} \times \cot(45°) \times 435\text{ N/mm}^2}$ = 1,31 mm²/mm

Voor de ongescheurde delen is de dwarskrachtcapaciteit begrensd door de treksterkte van het beton. Hierbij geldt α_l = 1.

$V_{Rd,c,ongescheurd} = \frac{I_y \times b_w}{S} \times \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_l \times \sigma_{cp} \times f_{ctd}}$ = 360 kN

CONCLUSIE

capaciteit beton van $V_{Rd,c}$ = 216 kN > 170 kN → Voldoet, beugels zijn niet strikt noodzakelijk.

capaciteit beugels $\frac{A_{ben}}{A_{bgls}} = \frac{\text{n.v.t.}}{0{,}00\text{ mm²/mm}}$

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{170\text{ kN}}{\text{n.v.t.}}$

bijkomende trekkracht ΔF_{td} = 0,5 x V_{Ed} x [cotθ - cotα] = 0 kN

Witteveen + Bos

spreadsheet **versie 2.1**
BEUGELWAPENING

project: **Markiezaat Container Terminal MCT**
projectcode: **115018**
onderdeel: **Overkluizing dwarskrachtwapening - natte knoop**

gevalideerd: ja rapport: ja
opgesteld door: **opsteller**
datum opmaak: 4-4-2022

CONTROLE OP DWARSKRACHT RECHTHOEKIGE BETONDOORSNEDE

De berekening is uitgevoerd volgens NEN-EN 1992-1-1 + C2:2011, met NB:2011. Deze spreadsheet is niet geldig voor gedrongen constructies.

INVOER

algemeen

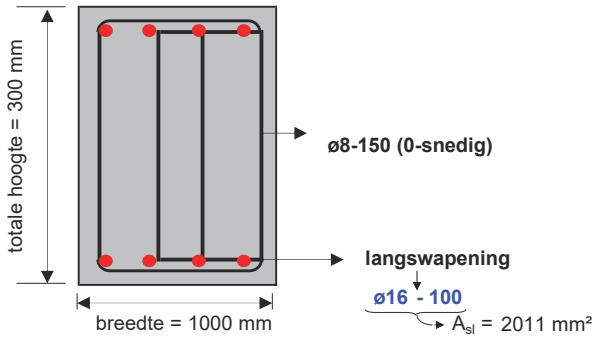
ontwerpsituatie	=	**blijvend/tijdelijk**
constructietype:	=	**plaat**

materialen

keuze betonkwaliteit	=	**C 30** / 37
karakteristieke sterkte f_{yk}	=	**500** N/mm²
drukdiagonaal maatgevend?	=	**nee**

geometrie

hoogte doorsnede h	=	**300** mm
breedte doorsnede b	=	**1000** mm
nuttige hoogte d	=	234 mm



belastingen

normaalkracht N_{Ed}	=	**0** kN
dwarskracht V_{Ed}	=	**100** kN

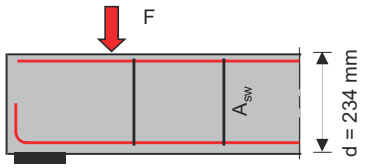
Staat een belasting F binnen een afstand van 0,5d < a < 2,0d van de rand van de oplegging? → **nee**

beugelwapening

aantal sneden beugel n	=	**0**
diameter beugel $Ø_{bgl}$	=	**ø8** mm
beugelafstand s_{bgl}	=	**150** mm
dekking op de beugel c	=	**50** mm

→ A_{sw} = 0 mm²

A_{bgls} = 0,00 mm²/mm



gegevens beton

cilinderdruksterkte f_{cd}	=	20 N/mm²
betontreksterkte f_{ctd}	=	1,35 N/mm² (met α_{ct} = 1)

gegevens staal

rekenwaarde vloeigrens f_{ywd}	=	435 N/mm²
langswap. verhouding ρ_l	=	0,0086
helling van de beugel α	=	90° (verticale beugels)

UITVOER

capaciteit beton

coëfficiënt $C_{Rd,c}$	=	0,12 (met γ_c = 1,5)
coëfficiënt k_1	=	0,15 (artikel 6.2.2)
coëfficiënt $\nu_1 = \nu$	=	0,53 (artikel 6.2.3)

$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$ = 1,92

$\nu_{min} = 0{,}035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2}$ = 0,51

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / [b \times h]$ = 0,00 N/mm² → α_{cw} = 1,00

$\sigma_{cp;afgeperkt} = 0{,}2 \times f_{cd}$ = 4,00 N/mm²

De capaciteit van het beton wordt berekend conform artikel 6.2.2.

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 160 kN

$V_{Rd,c,min} = [\nu_{min} + k_1 \times \sigma_{cp}] \times b_w \times d$ = 120 kN

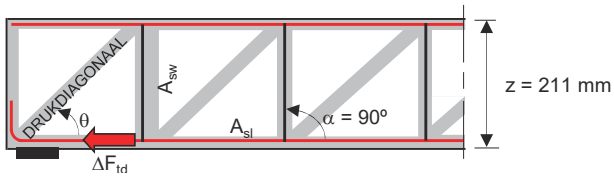
$V_{Rd,c,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times \nu_1 \times f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}$ = 1114 kN

$V_{Rd,c}$ = 160 kN

capaciteit staal

inwendige hefboomsarm z	=	211 mm
min. vereiste beugelwap.	=	0,00 mm²/mm (plaat)
hoek drukdiagonaal θ_{sw}	=	21,8 ° (van de gekozen beugelwap.)
gekozen drukdiagonaal θ_h	=	**45,0** ° (21,8° ≤ θ ≤ 45°)

$V_{Rd,s} = f_{ywd} \times \frac{A_{sw}}{s} \times z \times \cot\theta$ = 0 kN (vergelijking 6.13)



benodigde beugels $A_{ben} = \frac{V_{Ed}}{z \times \cot\theta \times f_{ywd}} = \frac{100\text{ kN}}{211\text{ mm} \times \cot(45°) \times 435\text{ N/mm}^2}$ = 1,09 mm²/mm

Voor de ongescheurde delen is de dwarskrachtcapaciteit begrensd door de treksterkte van het beton. Hierbij geldt α_l = 1.

$V_{Rd,c,ongescheurd} = \frac{I_y \times b_w}{S} \times \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_l \times \sigma_{cp} \times f_{ctd}}$ = 270 kN

CONCLUSIE

capaciteit beton van $V_{Rd,c}$ = 160 kN > 100 kN → Voldoet, beugels zijn niet strikt noodzakelijk.

capaciteit beugels $\frac{A_{ben}}{A_{bgls}} = \frac{\text{n.v.t.}}{0{,}00\text{ mm²/mm}}$

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{100\text{ kN}}{\text{n.v.t.}}$

bijkomende trekkracht ΔF_{td} = 0,5 x V_{Ed} x [cotθ - cotα] = 0 kN

Witteveen + Bos

spreadsheet
KRIMP DIKWANDIGE BETONCONSTRUCTIES

versie: 2.1

project:	Markiezaat Container Terminal MCT	gevalideerd:	ja
projectcode:	115018	validatierapport:	ja
onderdeel:	Overkluizing Krimp	opgemaakt door:	SPEB2
		datum opmaak:	4 april 2022

BEREKENING KRIMP DIKWANDIGE BETONCONSTRUCTIES

Voor deze berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1) Berekening conform Betonconstructies onder temperatuur- en krimpvervormingen, theorie en praktijk, Breugel, 1996;
2) Spreadsheet alleen geldig voor berekening van de benodigde wapening voor het beheersen van de scheurvorming in dikwandige betonconstructies uitgaande van een onvoltooid scheurenpatroon
3) Spreadsheet geldig voor opgelegde vervormingen alleen, dus geen combinatie van opgelegde vervormingen met uitwendige belastingen

INVOER

geometrie

dekking	c	40	*mm*	
breedte	b	1000	*mm*	
hoogte	h	400	*mm*	
geschatte verticale wapening in 1ste laag	f_{bgls}	0	*mm*	
geschatte horizontale wapening in 2de laag	$f_{hoofdwap}$	16	*mm*	
opgelegde rek	ε	0,0001		
factor treksterkte		0,6	*[-]*	

materiaalgegevens

staal FeB	500	E_s	200000	*N/mm²*	
beton	C30/37	$f_{ck,cube}$	37	*N/mm²*	
		$f_{cm,cube}$	45	*N/mm²*	
		$f_{ctm,\ cur\ 23}$	3,25	*N/mm²*	
		E_c	33000	*N/mm²*	
		α_e	6,1	*[-]*	

scheurwijdte

spreidingsfactor	γ_s	1,3		*Tabel 4.2*
factor kort/langdurende belasting	γ_∞	1,3		*Tabel 4.2*
maximaal toelaatbare scheurwijdte	w_{toe}	0,2	*mm*	

UITVOER

beton gescheurt?

spanning op moment van scheuren	σ_{cr}	1,95	*N/mm²*	*Formule 4.31*
optredende spanning in beton	$\sigma_{cr,optr}$	3,3	*N/mm²*	beton is gescheurd
conclusie				

berekening staalspanning in de scheur

gemiddelde scheurwijdte in onvoltooide scheurenpatroon	w_{mo}	0,12	*mm*	*Formule 4.52*
staalspanning in de scheur	$\sigma_{s,cr}$	230	*N/mm²*	*Formule 4.19a*

berekening benodigde wapening

scheurafstand	l_{st}	123,68	*mm*	*Formule 4.21*
effectieve hoogte	h_{eff}	200,00	*mm*	
effectieve betonoppervlakte	A_{eff}	200000	*mm²*	
benodigde wapening	A_s	1698	*mm²*	

gekozen wapening

basiswapening	ϕ 16 - 100	$A_{s,1}$	2011	*mm²/m*	
extra wapening	ϕ 0 - 0	$A_{s,2}$	0	*mm²/m*	+
		$A_{s,tot}$	2011	*mm²/m*	voldoet

controle scheurenpatroon

maximaal toegestane rek bij onvoltooid scheurenpatroon	ε_{fdc}	0,00061	*Formule 4.20*
opgelegde rek	ε	0,0001	onvoltooid scheurenpatroon, berekening voldoet

project:	Markiezaat Container Terminal	gevalideerd:	ja rapport: ja
projectcode:	115018	opgemaakt door:	SPEB2
onderdeel:	Overkluizing Check laslengte	datum opmaak:	31 maart 2022

OVERLAPPINGSLAS CONFORM EUROCODE NEN-EN-1992-1-1 + NB

Met behulp van deze spreadsheet wordt de verankeringlengte bepaald voor verschillende staafdiameters. Het betreft hier de 'standaard' verankeringslengte.
De bepaalde overlappingslengte is geldig voor type a, b, c en d conform figuur 8.1 NEN 1992-1-1 tot een maximale diameter van Ø55.

INVOER

Verankering conform figuur 8.1 :	**a**	Basisverankeringslengte van een trekstaaf voor elke vorm gemeten langs de hartlijn	
Staafvorm :	**rechte staaf**	Bundel of afwijkende diameter toepassen :	**nee**
Tunnel conform ROK 1.3 :	**nee**		
Bestaande constructie	**nee**		
Type belasting :	**blijvend en tijdelijk**		
Overlappingslas :	**ja**	Indicatie dwarswapening bepalen :	**nee**
Betonkwaliteit	**C30/37**	Staalkwaliteit **B500B**	**geribd**
			ja

Dekking op staaf	c	=	**40 mm**	Voor c_1 de waarde voor c aanhouden?	
H.o.h. afstand	s	=	**100 mm**		
$\sigma_{s;d}$		=	**270 N/mm²**	f_{ctd} =	1,35 N/mm²
$f_{y;d}$		=	435 N/mm²	f_{cd} =	20,00 N/mm²
Korreldiameter d_g		=	**32 mm**		
k_1		=	1 mm	k_2 =	5 mm
$\eta_{1;\text{figuur 8.2. type a en b}}$		=	1,00	$\eta_{1;\text{figuur 8.2. type c en d}}$ =	0,70

BEREKENING

	$l_{bd} = \alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3\ \alpha_4\ \alpha_5\ \alpha_6\ l_{b;rqd} >= l_{b;min}$	algemeen, toegepast
of	$l_{bd} = \alpha_1\ l_{b;rqd} >= l_{b;min}$	vereenvoudiging geldig voor staafvorm conform figuur 8.1b t/m 8.1d (niet toegepast)
of	$l_{bd} = \alpha_4\ l_{b;rqd} >= l_{b;min}$	vereenvoudiging geldig voor staafvorm conform figuur 8.1e (niet toegepast)
	$l_{b;rqd} = (ø/4) * (\sigma_{s;d} / f_{bd})$	
	$f_{bd} = 2{,}25\ \eta_1\ \eta_2\ f_{ctd}$	geribd staal
	$f_{bd} = 2{,}25\ \eta_1\ \eta_2\ \eta_3\ f_{ctd}$	glad, geprofileerd, gedeukt of getordeerd staal

INVOER OVERLAPPINGEN

percentage gelast	=	**100%**	α_6 = 1,50
t_{max} gebruiken	=	**ja**	t is de tussenruimte tussen de gelaste staven in een overlappingslas
			bij 'ja' wordt gerekend met t = (s-2ø)/2 indien hieruit volgt dat t > 4ø of 50mm

percentage gelast 100% : a = s-2Ø

OVERLAPPINGSLAS

DIAMETER	Geometrie toegestaan	OVERLAPPINGSLAS				STAAFAFSTANDEN art 8.2 en 8.7.2 (3)								
		goede aanhechting		overige gevallen		buiten lasgebied						binnen lasgebied		
[mm]		trekstaaf	drukstaaf	trekstaaf	drukstaaf	$a_{min.}$	$a_{toeg.}$	akk.	$s_{min.}$	$s_{toeg.}$	akk.	$a_{min.}$	$a_{toeg.}$	akk.
ø 6	ja	250 mm	250 mm	250 mm	330 mm	37	94	ja	43	100	ja	12	88	ja
ø 8	ja	250 mm	310 mm	310 mm	430 mm	37	92	ja	45	100	ja	16	84	ja
ø 10	ja	280 mm	380 mm	380 mm	520 mm	37	90	ja	47	100	ja	20	80	ja
ø 12	ja	280 mm	400 mm	400 mm	580 mm	37	88	ja	49	100	ja	20	76	ja
ø 14	ja	340 mm	470 mm	490 mm	670 mm	37	86	ja	51	100	ja	20	72	ja
ø 16	ja	420 mm	540 mm	590 mm	770 mm	37	84	ja	53	100	ja	20	68	ja
ø 20	ja	570 mm	670 mm	810 mm	960 mm	37	80	ja	57	100	ja	20	60	ja
ø 25	ja	770 mm	840 mm	1100 mm	1190 mm	37	75	ja	62	100	ja	20	50	ja
ø 28	ja	900 mm	940 mm	1280 mm	1340 mm	37	72	ja	65	100	ja	20	44	ja
ø 32	ja	1060 mm	1070 mm	1510 mm	1530 mm	37	68	ja	69	100	ja	20	36	ja
ø 40	ja	1450 mm	1450 mm	2070 mm	2070 mm	40	60	ja	80	100	ja	20	20	ja

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluizing
omschrijving: Reactiekrachten Damwand

opgemaakt door: SPEB2
datum opmaak: 4-4-2022

Reactiekracht damwand

Deze sheet bevat de berekening voor het bepalen van de reactiekracht op de damwand per strekende meter. Hierin worden de platen + opgelegde belastingen van de overkluizing beschouwd, de stootplaten + opgelegde belastingen en het effet van een tandemstelsel op de stootplaten (verspreid over 6 m).

INVOER

Bepaling reactiekrachten damwand per strekende meter

Onderdeel	omschrijving	Reactiekracht R_z [kN/m]
Permante belastingen brugdek*	output SCIA	69
Burgdek variabele belasting	output SCIA	20
gewicht stootplaat	= 0,35 m * 25 kN/m^3 * (5/2) m	22
gewicht wegverharding + fundering boven stootplaat	= 0,4 m * 25 kN/m^3 * (5/2) m	25
variabele belasting op stootplaat	= 9 kN/m^2 * (5/2) m	23
Belasting tandemstelsel	= 600 kN / 6 m	100
Eigengewicht deksloof + oplegnok	= (550 mm * 881 mm + 300 mm * 400 mm + 2250 mm* 450 mm) * 25 kN/m^3	40
	totaal:	299

* bevat: eigengewicht brug, wegverharding en wegfundering boven brugdek

Bepaling reactiekrachten damwand per strekende meter UGT (6.10 a)

Onderdeel	Reactiekracht R_z [kN/m]	Belastingsfactor [-]	Reactie in UGT (6.10a)
Permante belastingen brugdek*	69	1,3	90
Burgdek variabele belasting	20	1,08	22
gewicht stootplaat	22	1,3	28
gewicht wegverharding + fundering boven stootplaat	25	1,3	33
variabele belasting op stootplaat	23	1,08	24
Belasting tandemstelsel	100	1,08	108
Eigengewicht deksloof + oplegnok	40	1,3	53
		totaal:	357

Bepaling reactiekrachten damwand per strekende meter UGT (6.10 b)

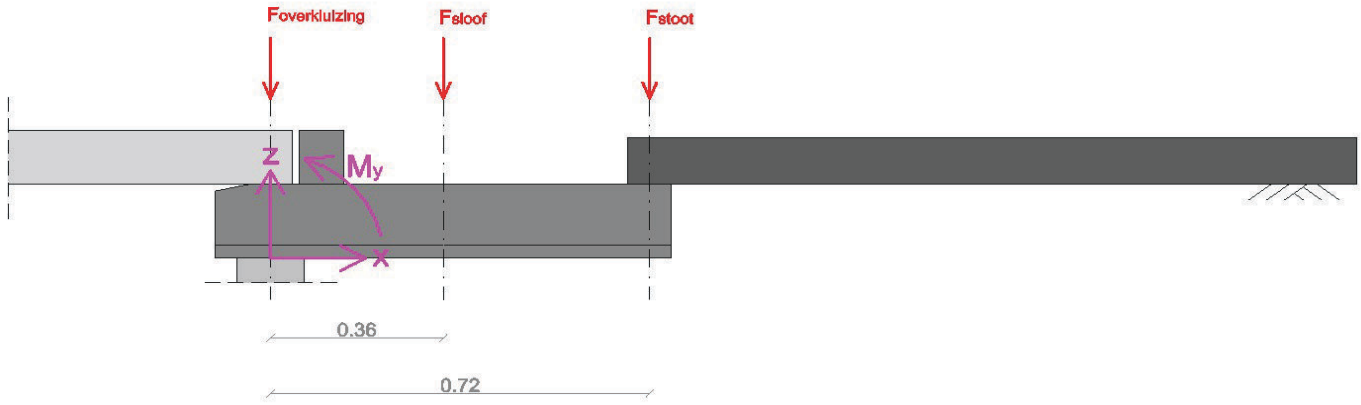
Onderdeel	Reactiekracht R_z [kN/m]	Belastingsfactor [-]	Reactie in UGT (6.10b)
Permante belastingen brugdek*	69	1,2	83
Burgdek variabele belasting	20	1,35	27
gewicht stootplaat	22	1,2	26
gewicht wegverharding + fundering boven stootplaat	25	1,2	30
variabele belasting op stootplaat	23	1,35	30
Belasting tandemstelsel	100	1,35	135
Eigengewicht deksloof + oplegnok	40	1,2	49
		totaal:	380

Conclusie

De reactiekracht van de damwand per strekkenede meter bedraagt	299	kN/m
In de UGT bedraagt de maximale oplegreactie	380	kN/m

Moment op damwand

Deze sheet bevat de berekening voor het bepalen van het moment op de damwand per strekende meter. Hierin wordt de kracht tgv de overkluizing, de deksloof en de stootplaat meegenomen. De verkeersbelastingen zijn hier enkel aan de stootplaten toegekend voor het meest maatgevende belastingsgeval.



Bepaling moment damwand per strekende meter UGT (6.10 a)

Moment tgv Overkluizing

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 a)	
F_{eigen}	= 0,4 m * 3,9 m * 25 kN/m^3 / 2	19,5	kN/m	1,3	25,4	kN/m
$F_{wegfundering}$	= 0,4 m * 3,9 m * 23 kN/m^3 / 2	17,9	kN/m	1,3	23,3	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 3,9 m * 18 kN/m^3 / 2	14,0	kN/m	1,3	18,3	kN/m
$F_{overkluizing}$					66,9	kN/m
$a_{overkluizing}$					-0,0005	m
$M_{overkluizing}$					-0,033	kNm/m

Moment tgv deksloof

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 a)	
F_{eigen}	= 0,67 m^2 * 25 kN/m^3	16,8	kN/m	1,3	21,8	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 1,1 m * 18 kN/m3	7,9	kN/m	1,3	10,3	kN/m
$F_{deksloof}$					32,1	kN/m
$a_{deksloof}$					0,36	m
$M_{deksloof}$					11,546	kNm/m

Moment tgv stootplaat

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 a)	
F_{eigen}	= 5,0 m * 0,35 m * 25 kN/m^3 /2	21,88	kN/m	1,3	28,4	kN/m
$F_{wegfundering}$	= 0,4 m * 5,0 m * 23 kN/m^3 / 2	23,00	kN/m	1,3	29,9	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 5,0 m * 18 kN/m^3 / 2	36,00	kN/m	1,3	58,3	kN/m
$F_{verkeer}$	= 5,0 m * 9 kN/m^2 / 2	22,50	kN/m	1,08	88,2	kN/m
F_{aslast}	= 600 kN / 6 m	100,00	kN/m	1,08	146,6	kN/m
F_{stoot}					351,5	kN/m
$a_{stootplaat}$					0,72	m
$M_{stootplaat}$					253,071	kNm/m

De UGT-waarde (6.10a) van het moment op de damwand is: 264,583 kNm/m

Bepaling moment damwand per strekende meter UGT (6.10 b)

Moment tgv Overkluizing

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 b)	
F_{eigen}	= 0,4 m * 3,9 m * 25 kN/m^3 / 2	19,5	kN/m	1,2	23,4	kN/m
$F_{wegfundering}$	= 0,4 m * 3,9 m * 23 kN/m^3 / 2	17,9	kN/m	1,2	21,5	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 3,9 m * 18 kN/m^3 / 2	14,0	kN/m	1,2	16,8	kN/m
$F_{overkluizing}$					61,8	kN/m
$a_{overkluizing}$					-0,0005	m
$M_{overkluizing}$					-0,031	kNm/m

Moment tgv deksloof

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 b)	
F_{eigen}	= 0,67 m^2 * 25 kN/m^3	16,8	kN/m	1,2	20,1	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 1,1 m * 18 kN/m3	7,9	kN/m	1,2	9,5	kN/m
$F_{deksloof}$					29,6	kN/m
$a_{deksloof}$					0,36	m
$M_{deksloof}$					10,657	kNm/m

Moment tgv stootplaat

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	UGT (6.10 b)	
F_{eigen}	= 5,0 m * 0,35 m * 25 kN/m^3 /2	21,88	kN/m	1,2	26,3	kN/m
$F_{wegfundering}$	= 0,4 m * 5,0 m * 23 kN/m^3 / 2	23,00	kN/m	1,2	27,6	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 5,0 m * 18 kN/m^3 / 2	36,00	kN/m	1,2	53,9	kN/m
$F_{verkeer}$	= 5,0 m * 9 kN/m^2 / 2	22,50	kN/m	1,35	81,5	kN/m
F_{aslast}	= 600 kN / 6 m	100,00	kN/m	1,35	135,3	kN/m
F_{stoot}					324,5	kN/m
$a_{stootplaat}$					0,72	m
$M_{stootplaat}$					233,604	kNm/m

De UGT-waarde (6.10a) van het moment op de damwand is: 244,231 kNm/m

project: Markiezaat Container Terminal
projectcode: 115018
onderdeel: Overkluizing
omschrijving: Moment op damwand

opgemaakt door: SPEB2
datum opmaak: 4-4-2022

Bepaling moment damwand per strekende meter BGT

Moment tgv Overkluizing

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	BGT	
F_{eigen}	= 0,4 m * 3,9 m * 25 kN/m^3 / 2	19,5	kN/m	1	19,5	kN/m
$F_{wegfundering}$	= 0,4 m * 3,9 m * 23 kN/m^3 / 2	17,9	kN/m	1	17,9	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 3,9 m * 18 kN/m^3 / 2	14,0	kN/m	1	14,0	kN/m
$F_{overkluizing}$					51,5	kN/m
$a_{overkluizing}$					-0,0005	m
$M_{overkluizing}$					-0,026	kNm/m

Moment tgv deksloof

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	BGT	
F_{eigen}	= 0,67 m^2 * 25 kN/m^3	16,8	kN/m	1	16,8	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 1,1 m * 18 kN/m3	7,9	kN/m	1	7,9	kN/m
$F_{deksloof}$					24,7	kN/m
$a_{deksloof}$					0,36	m
$M_{deksloof}$					8,881	kNm/m

Moment tgv stootplaat

Onderdeel	omschrijving	waarde		belastingsfactor	BGT	
F_{eigen}	= 5,0 m * 0,35 m * 25 kN/m^3 /2	21,88	kN/m	1	21,9	kN/m
$F_{wegfundering}$	= 0,4 m * 5,0 m * 23 kN/m^3 / 2	23,00	kN/m	1	23,0	kN/m
F_{grond}	= 0,4 m * 5,0 m * 18 kN/m^3 / 2	36,00	kN/m	1	44,9	kN/m
$F_{verkeer}$	= 5,0 m * 9 kN/m^2 / 2	22,50	kN/m	0,8	67,9	kN/m
F_{aslast}	= 600 kN / 6 m	100,00	kN/m	0,8	112,8	kN/m
F_{stoot}					270,4	kN/m
$a_{stootplaat}$					0,72	m
$M_{stootplaat}$					194,670	kNm/m

De BGT-waarde van het moment op de damwand is: **203,525** **kNm/m**

Toelichting Belastingen

In het rekenmodel zijn verschillende belastinggevallen gebruikt. Die toegekende waarde van deze worden in dit document toegelicht.

Wegfundering
Voor de wegfundering is een dikte van 0.25 m gehanteerd. Met een soortelijk gewicht van 23 kN/m^3 resulteert dit in een belasting van:

$q_{wegfundering}$ = 0.25 * 23 = 5.75 kN/m^2

Deze belasting is als gelijkmatig verdeeld toegekend aan het gedeelte van de overkluizing dat zich onder de wegverharding bevindt.

Asfalt
Voor het asfalt is een dikte van 0.15 m gehanteerd. Met een soortelijk gewicht van 23 kN/m^3 resulteert dit in een belasting van:

q_{asfalt} = 0.15 * 23 = 3.45 kN/m^2

Deze belasting is als gelijkmatig verdeeld toegekend aan het gedeelte van de overkluizing dat zich onder de wegverharding bevindt.

Grondlichaam
Voor het grondlichaam is een dikte van 0.4 m gehanteerd voor het gedeelte onder de wegverharding, en een dikte van 0.8 m voor het gedeelte zonder de wegverharding Met een soortelijk gewicht van 18 kN/m^3 resulteert dit in een belasting van:

$q_{grondlichaam}$ = 0.4 * 18 = 7.20 kN/m^2
$q_{grondlichaam}$ = 0.8 * 18 = 14.40 kN/m^2

Deze belasting is als gelijkmatig verdeeld toegekend.

Maaiveldbelasting
De maaiveldbelasting is enkel toegekend aan de gebieden die zich niet onder de wegverharding bevinden. Hiervoor is een gelijkmatig verdeelde belasting van 10 kN/m^2 gehanteerd

Verkeersbelasting - verdeelde belasting
De verdeelde verkeersbelasting is bepaald conform [EC1-2] art 4.3.2. Hieruit volgt een gelijkmatig verdeelde belasting van 9 kN/m^2 over een rijstrookbreedte van 3 m en een verdeelde belasting van 2 kN/m^2 voor het gebeid naast de rijstrook welke voor dit ontwerp aan beide zijden 2.35 m bedraagt.

Verkeersbelasting - aslast
De aslasten zijn bepaald conform [EC1-2] art 4.3.2. Voor de spreiding is een verdeling 1:1 gehanteerd wat resulteert in verdeling over 4 vlakken van 1,2 m x 1,2 m. De resulterende verdeelde belasting resulteert daarmee in 104 kN/m^2.

VI

BIJLAGE: BEREKENING DRAAGVERMOGEN DAMWAND

Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report:	4-4-2022
Time of report:	15:12:33
Date of calculation:	4-4-2022
Time of calculation:	15:12:16
Filename:	D:\Users\chak2\Documents\Projects\115018\Project1
Project identification:	
	D-Foundations Project1

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile S51 4
2.6.2 Soil Profile S50 4
2.6.3 Soil Profile S46 5
2.7 Pile Types 6
2.7.1 Pile type : AZ-28-700 6
2.8 Foundation Plan 6
2.8.1 View of Foundation Plan 7
2.9 Excavation Data 7
2.10 Totalized Loads (design values) 8
2.11 Requirements 8
2.12 Overruled Parameters 8
2.13 Model Options 8
2.14 Model Options 8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification 10
3.1 Errors and Warnings 10
3.2 Remarks 10
3.3 Calculation Parameters 10
3.3.1 Pile Factors 10
3.3.2 Pile type : AZ-28-700 10
3.4 Verification of Limit State STR 11
3.5 Verification of Limit State GEO 11
3.6 Verification of Serviceability limit state 11
3.7 Additional Information 11
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 12
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO 12

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	
Title 2 :	
Title 3 :	D-Foundations Project1
Number of project :	
Location of project :	

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure :	Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	3
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



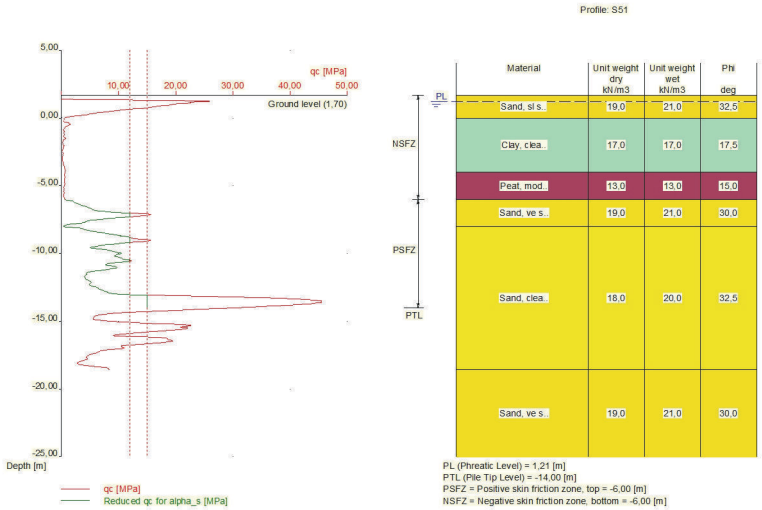
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: S51	-14,00	-6,00	-6,00	75792,61	391140,83
2: S50	-14,00	-6,00	-6,00	75777,61	391161,63
3: S46	-14,00	-6,00	-6,00	75715,08	391077,69

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 3

2.6.1 Soil Profile S51

Belonging to CPT	S51
Surface level in [m. reference level] :	1,70
Phreatic level in [m. reference level] :	1,21
Pile tip level in [m. reference level] :	-14,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-6,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-6,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	6

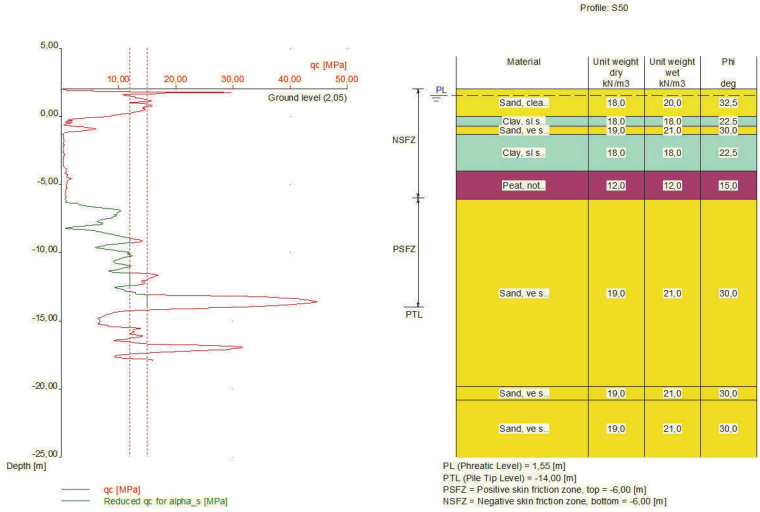


Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	1,700	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	0,000	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-4,000	13,00	13,00	15,00	Peat	--
4	-6,000	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
5	-8,000	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
6	-18,555	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile S50

Belonging to CPT	S50
Surface level in [m. reference level] :	2,05

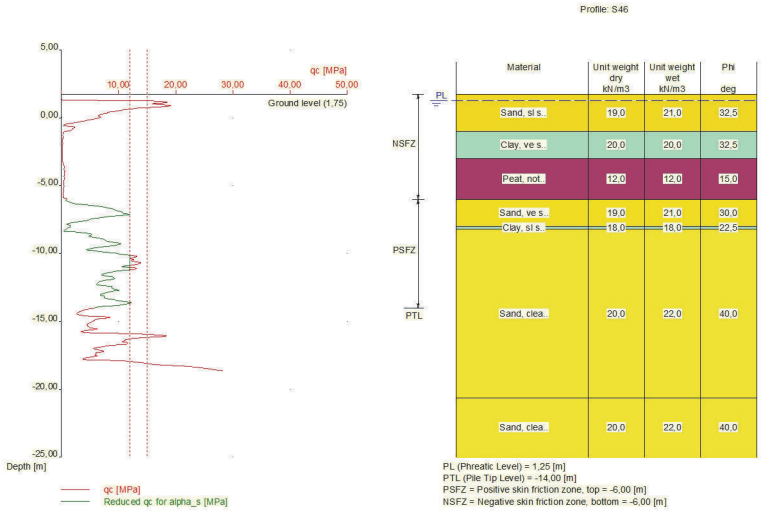
Phreatic level in [m. reference level] :	1,55
Pile tip level in [m. reference level] :	-14,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-6,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-6,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	8



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	2,050	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	0,000	18,00	18,00	22,50	Clay	--
3	-0,700	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
4	-1,300	18,00	18,00	22,50	Clay	--
5	-4,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
6	-6,100	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
7	-19,842	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
8	-20,842	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200

2.6.3 Soil Profile S46

Belonging to CPT	S46
Surface level in [m. reference level] :	1,75
Phreatic level in [m. reference level] :	1,25
Pile tip level in [m. reference level] :	-14,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-6,00
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-6,00
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	7



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	1,750	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	-1,000	20,00	20,00	32,50	Clay	--
3	-3,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
4	-6,000	19,00	21,00	30,00	Sand	0,200
5	-8,000	18,00	18,00	22,50	Clay	--
6	-8,200	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
7	-20,605	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : AZ-28-700

Pile type : Steel section

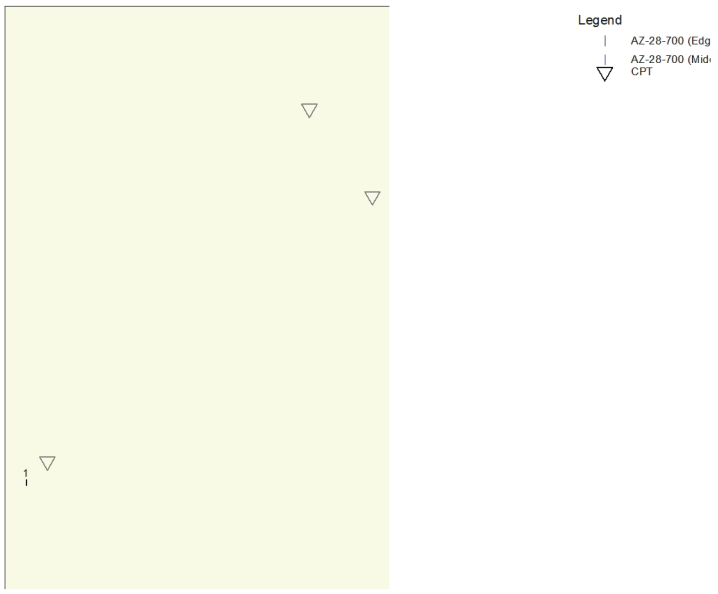
Materialtype for pile : Steel
Slip layer : None
Pile shape : Section
beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.
s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :
Smallest side pile tip [m] : 0,013
Largest side pile tip [m] : 1,380

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
Number of collaborating piles* : 1
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

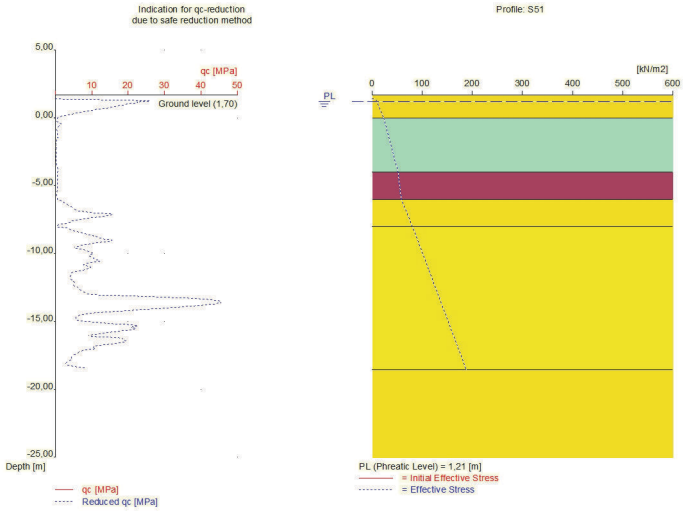
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	75710,08	391072,69	380,00	299,00	0,00	2,05

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 2,05
Reduction model : Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles
For limit state STR/GEO in [kN] : 380,00
For Serviceability limit state in [kN] : 299,00

2.11 Requirements

Limit state GEO
Maximum allowed settlement in [m] : 0,150
Maximum allowed (relative) rotation : 1 / 100
Serviceability Limit State
Maximum allowed settlement in [m] : 0,150
Maximum allowed (relative) rotation : 1 / 300

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1,39
User defined Factor xi4 [-] : 1,39
User defined gamma;b [-] : 1,20
User defined gamma;s [-] : 1,20

2.13 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

2.14 Model Options

Selected pile types :
-AZ-28-700

Selected profiles :
-S51

-S50
-S46

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;b (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor gamma;s (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Pile Type AZ-28-700:
Warning : the ratio between the smallest (a) and the largest (b) side of the crosssection of the pile base does not comply with the criterium set in NENN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(e): b<=1.5a. Following NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(e) Deq is set to a (Deq = a).
Warning : The depth of the CPT's does not meet the requirements as set by NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3.

The CPT's do not meet the requirements set by NEN 9997-1:2016
art. 3.2.3 because :
- The bearing capacity per CPT differs too much for this to be a valid calculation (Delta Rc;cal;max > 0.5 * Rc;cal;max;gem).
- Delta Rc;cal;max = 41,72 Rc;cal;max;gem = 31,37

ALL THE RESULTS OF THIS CALCULATION ARE INVALID.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are not met. The variation (76,24%) is too large (> 12%).
In fact, the CPT's should not be combined in one calculation as they differ too much to be able to obtain valid values for ksi 3 and ksi 4.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (Limit State STR/GEO, user defined) :	1,20
gamma;s (Limit State STR/GEO, user defined) :	1,20
xi3 (user defined) :	1,39
xi4 (user defined) :	1,39

Xi 4 has been used.

Even though it is possible, the pilegroup model has not been used to calculate the negative skin friction.

3.3.2 Pile type : AZ-28-700

Pile type :	Steel section
Materialtype for pile :	Steel
Slip layer :	None
Pile shape :	Section
beta (Shape factor: figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	1,00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	0,61

Pile dimensions :

Smallest side pile tip [m] : 0,013
Largest side pile tip [m] : 1,380

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
S51	0,0060	--	0,7000
S50	0,0060	0,0001	0,7000
S46	0,0060	0,0197	0,7000

3.4 Verification of Limit State STR

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: Ed <= Cd.
Non rigid superstructure, verify load per pile with bearing capacity per pile.

Fc;d = 380,000 [kN]
Rc;d = 633,024 [kN]

The requirements of limit state STR are met, limit state STR is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State STR. Its influence is incorporated in the tests for Limit State GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.
Purely indicative, the values for the negative skin friction vary from 192 [kN] to 220 [kN] per pile.

3.5 Verification of Limit State GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.

Sd = 0,010 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of limit state GEO are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.
For houses, the requirement is : Sreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Sd = 0,004 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

With only 1 pile rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state STR, GEO :sigma = 33,46 [N/mm2]
At Serviceability Limit Statesigma = 28,94 [N/mm2]

The maximum settlement was found at :
Limit state GEO
CPT name S46
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0,000 [m]
sb = 0,008 [m]
sel;d = 0,002 [m]

s2 = 0,000 [m]

Serviceability Limit State
CPT name S46
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0,000 [m]
sb = 0,003 [m]
sel;d = 0,002 [m]
s2 = 0,000 [m]

sneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : 0.02 < egls <= 0.10 meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, sneg = 0.

3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state GEO

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
S51	640,269	124,180	764,449
S50	771,427	119,475	890,902
S46	610,004	23,020	633,024

3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
S51	768,323	149,015	917,338
S50	925,712	143,371	1069,083
S46	732,005	27,624	759,629

End of Report

V

BIJLAGE: ONTWERP BLUSLEIDING

NOTITIE

Onderwerp	Uitgangspuntenrapport en hydraulische berekening Blusleiding Bergen op Zoom
Project	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Projectcode	115018
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.467
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	
Bijlage(n)	I Pompgrafiek II Sigma Erosiekraterberekening III Sterkteberekening SDR11 HDPE
Aan	Mepavex Logistics B.V.
Kopie	Witteveen+Bos

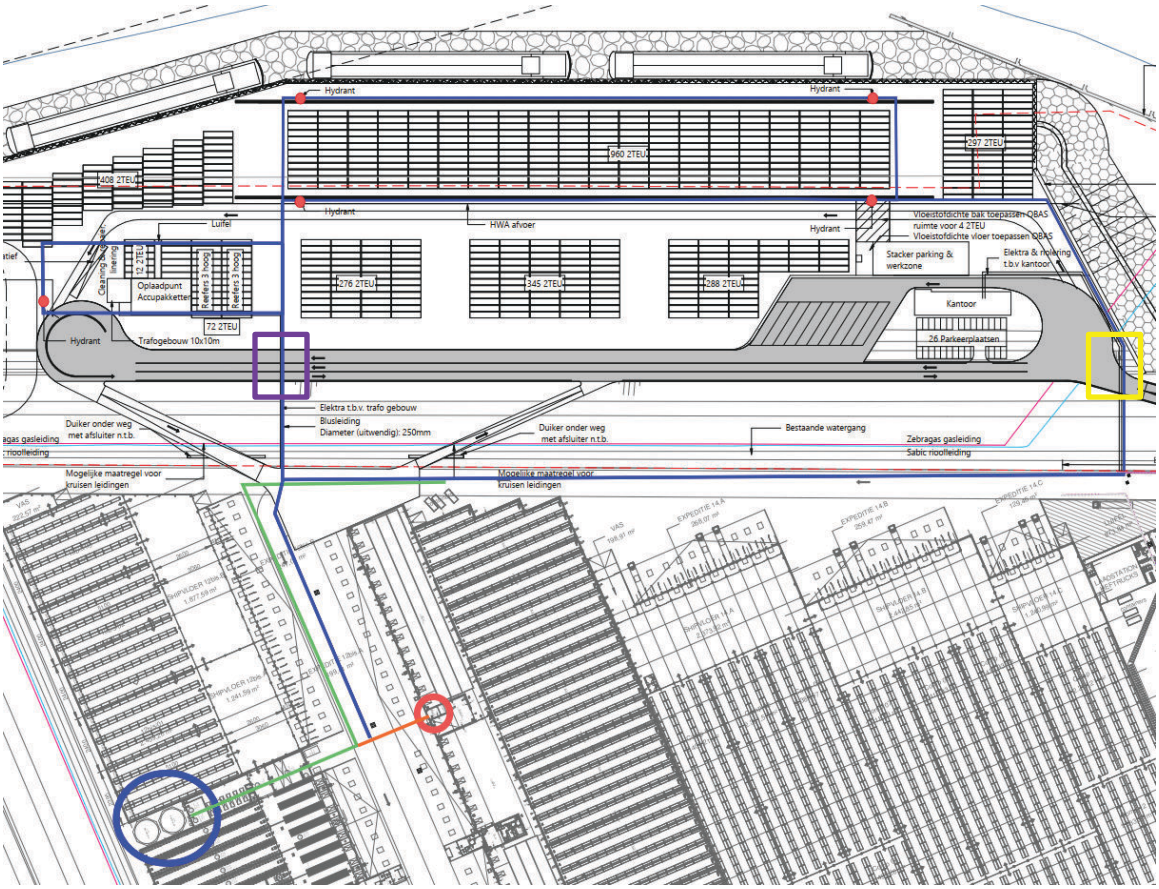
1 AANLEIDING

De bouw van de nieuwe Markiezaat Container Terminal, te Bergen op Zoom, is in voorbereiding door Mepavex Logistics B.V. Het betreft de aanleg van een buitenhaven gezien de buitendijkse ligging van de beoogde locatie, weergegeven in afbeelding 1.1. De nieuwe containerterminal dient de op- en overslag van containers te voorzien. Witteveen+Bos ontwerpt hier de blusleiding (ringleiding) grotendeels aan de buitenzijde van de primaire kering. Deze blusleiding kruist de waterkering aan de zuidwestzijde en noordoostzijde maar ligt ten dele ook parallel aan de kering. Als maatgevende berekening wordt alleen de zuidwestzijde kruising met de waterkering beschouwd (zie paars gemarkeerd). Alleen de uitvoering aan de noordoostzijde (geel gemarkeerd) verschilt van de zuidwestzijde.

In deze fase maakt Witteveen+Bos een opzet voor het leidingverloop en de locatie van de hydranten. Op basis van een Wanda hydraulische berekening wordt de benodigde diameter bepaald. Een sterkteberekening en erosiekrater berekening (Sigma) worden uitgevoerd om het voorkeursmateriaal (wanddikte) aan te bevelen alsook de locatie voor afsluiters.

De blusleiding sluit binnendijks aan op de locatie waar de rode cirkel is (zie afbeelding 1.1), omdat hier al een bestaand sprinkler systeem ligt (zie rode cirkel en oranje lijn). De locatie van het bestaande pompgebouw is in blauw aangegeven.

Afbeelding 1.1 Aansluitingsmogelijkheid bij de bestaande sprinklers systeem (rode cirkel en oranje lijn), tracé voorstel blusleiding (blauwe lijn) en bestaande waterleiding (groene lijn). Zuidwestelijke kruising met de waterkering aangegeven met het paarse vierkant, de noordoostelijke kruising weergegeven met het gele vierkant



2 UITGANGSPUNTEN EN GEGEVENS

2.1 Richtlijnen en normen

2.1.1 NEN-EN 14384: 2005

De brandweer (15/11/2021) heeft aangegeven dat de voorkeur is om bovengrondse hydranten toe te passen. De hydranten moeten voldoen aan NEN-EN 14384:2005 of gelijkwaardig.

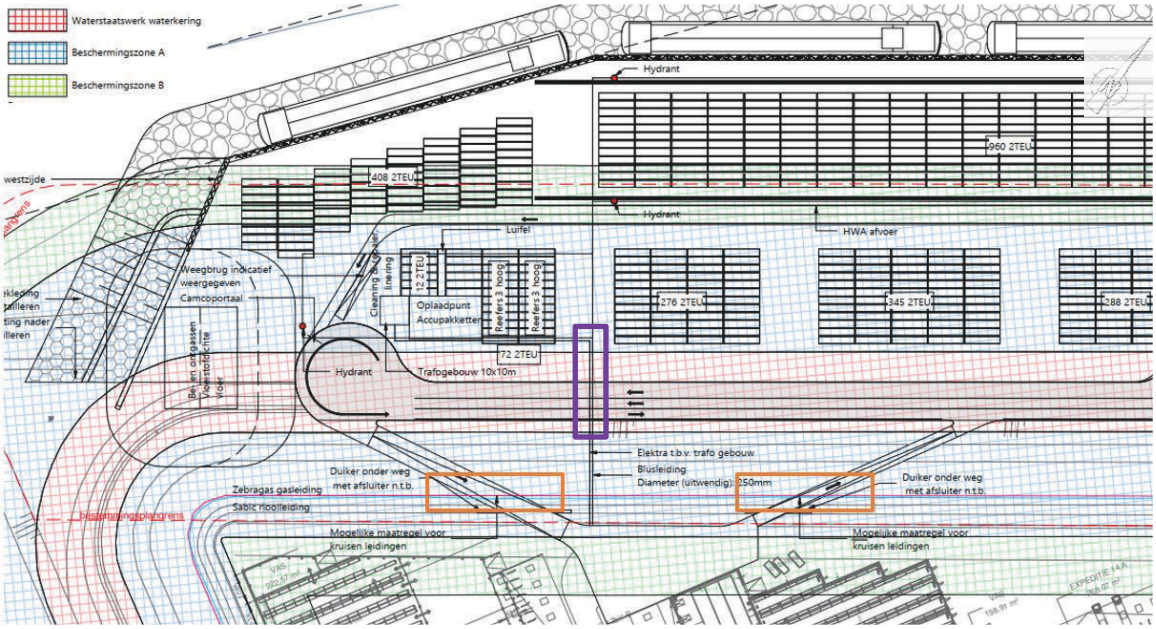
2.2 NEN 3650 en NEN3651

2.2.1 Dekking kruisen waterkering

De waterkering is onderdeel van het normtraject 34-5. De waterkering is in beheer bij waterschap Brabantse Delta. De zoneringen van de vastgestelde legger waterschap Brabantse Delta (https://arcg.is/15vSX10) zijn weergegeven in afbeelding 2.1.

In het algemeen moet de kruisende leidingstrekking zo in het dwarsprofiel worden geplaatst dat deze ook na zakking van de leiding boven de dijktafelhoogte ligt. De minimale gronddekking boven de leiding tussen de tenen van de dijk en in de veiligheidszones moet 1,0 m bedragen.

Afbeelding 2.1 Bijbehorende leggerzoneringen en kruising zuidwestzijde met paarse markering



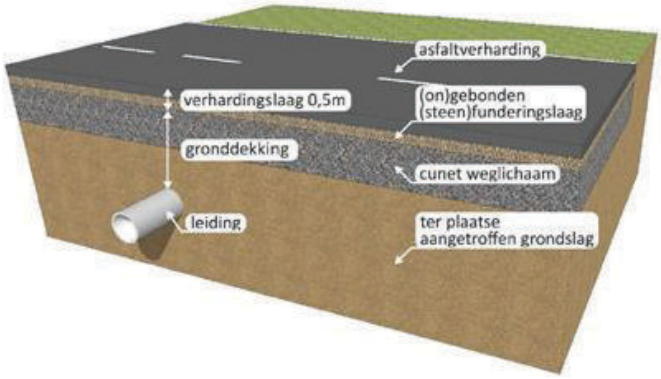
2.2.2 Dekking kruisen watergang/sloot

Voor kruisingen met watergangen/sloten, in beheer bij een waterschap, geldt een minimale gronddekking van 1,0 m onder de onderhoudsdiepte.

2.2.3 Dekking wegen

De gronddekking dient op elk punt van het tracé te voldoen aan gronddekking van tenminste 0,5 m exclusief verhardingslaag [ref. 6]:

Afbeelding 2.2 Schematische weergave van de gronddekking bij open ontgraving [ref. 6]



2.2.4 Dekking overig

Nieuwe ondergrondse buisleidingen die tot groep I (intrinsiek gevaarlijke stof) behoren moeten een minimale gronddekking van 100 cm hebben. Voor groep II-leidingen (druk ≤16 bar) geldt een minimale gronddekking van 80 cm. Voor de blusleiding geldt derhalve een minimale gronddekking van 80 cm.

2.3 Leidingeigenschappen

Uitgegaan wordt van HDPE SDR 11 met wanddikte 22,8 (diameter inwendig = 204,4 mm) en drukklasse PN16. Een wandruwheid (k) van 0,3 mm wordt aangehouden voor de Wanda hydraulische berekening. Bij het hanteren van een wandruwheid van 0,3 mm voor HDPE zijn de lokale verliezen van bochten, T-stukken, lasrillen en eventuele gasbelletjes al verdisconteerd; in werkelijkheid is het leidingmateriaal zelfs gladder. Dit is een conservatieve benadering waardoor er voldoende vermogen en waterdruk zal zijn.

Op basis van dit leidingmateriaal en de binnendiameter is bij elke hydrant en binnen het systeem de druk en snelheid bepaald. Ook de sterkteberekening wordt uitgevoerd op een maatgevende doorsnede van dit leidingmateriaal. De eigenschappen van de leiding voor de open sleuf aanleg zijn:

- leidingmateriaal HDPE;
- kwaliteit PE100 (PN16, SDR11);
- diameter (uitwendig) Ø250mm;
- diameter (inwendig) Ø204,4 mm;
- wanddikte 22,8 mm;
- lange duur treksterkte 10,0 N/mm^2;
- toelaatbare lange duur spanning 8,0 N/mm^2;
- materiaalfactor 1,25;
- elasticiteitsmodulus korte duur 975 N/mm^2;
- elasticiteitsmodulus lange duur 350 N/mm^2;
- uitzettingscoëfficiënt 0,00016 mm/(mmK);
- toelaatbare deflectie 8 %.

De wanddikte van 22,8 mm is als uitgangspunt gebruikt voor het bepalen van de maatgevende druk in het systeem en de stroomsnelheid, en daarmee ook de sterkte van de leiding en de grootte van de erosiekrater. In hoofdstuk 5 wordt getoetst of er een wanddikte (SDR 11) kan worden toegepast wat betreft de sterkte van de leiding.

2.4 Druk, debiet, stroomsnelheid blusleiding

2.4.1 Dynamische druk blusleiding

De dynamische druk dient minimaal 4 bar te bedragen bij elke hydrant.

2.4.2 Stroomsnelheid en debiet blusleiding

Uit ervaring met voorgaande projecten uitgevoerd door Witteveen+Bos weten we dat het optimum tussen aanlegkosten en operationele kosten ligt bij een maximale leidingsnelheid tussen 1,0 en 1,5 m/s. Stroomsnelheid tussen 1,0 m/s en 1,5 m/s dient te kunnen worden gehandhaafd, om deze reden is een leidingdiameter 250 mm (uitwendig) als uitgangspunt aangehouden. Alleen 2 hydranten zijn gelijktijdig in bedrijf met een debiet van 60 m^3/uur elk. Het maximale debiet is dus 120 m^3/uur.

2.4.3 Randvoorwaarden Wanda model: debiet en druk van bestaande systeem

In het Wanda model wordt gebruik gemaakt van de pompcurves van de huidige pompen, namelijk Diesel Firepack curve G-314.350.01.00 (zie bijlage I). In afbeelding 2.3 zijn het debiet, de opvoerhoogte en het toerental weergegeven die zijn gebruikt voor de pomp in Wanda.

Afbeelding 2.3 Pomp eigenschappen

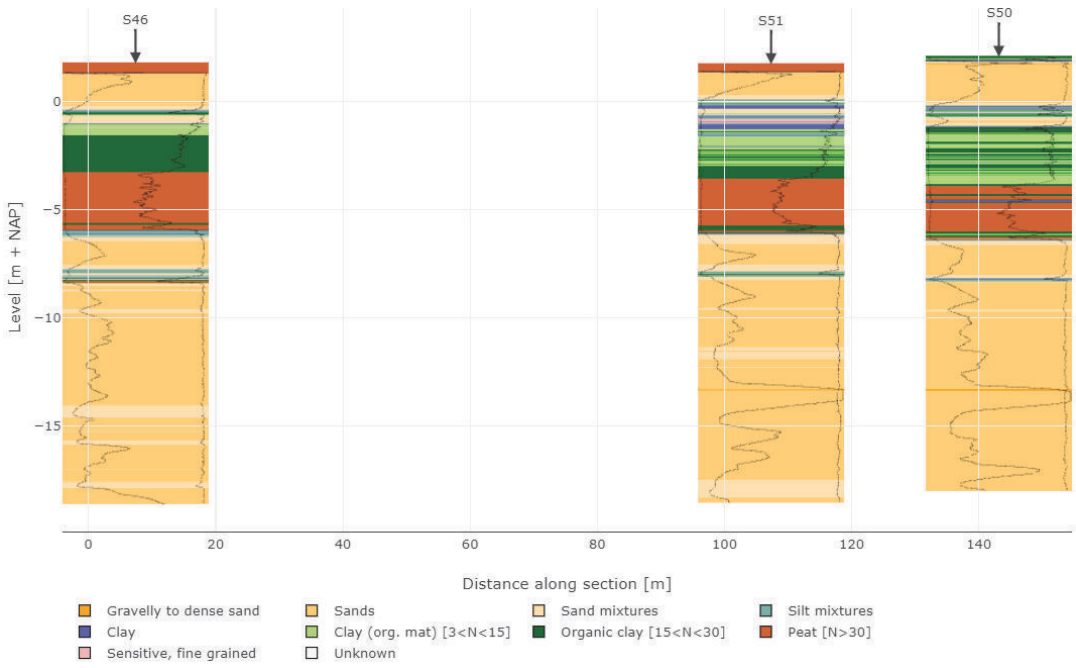
TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV			RAPPORT	31435001
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)				
rating	568 m³/h	9,30 bar	2100 rpm	volgens <FM>	
testdatum	19-02-2016	test engineer:		akkoord:	

2.5 Grondopbouw

In afbeelding 2.4 worden de grondlagen volgens de interpretatie op basis van methodiek R2010 SBT-NL weergegeven. Het algemene beeld van de grondopbouw is dat deze redelijk uniform is voor de beschikbare onderzoekspunten. Er is een zandige toplaag aanwezig waarna er klei- en veenlagen aanwezig zijn tot een diepte van ongeveer NAP -6,0 m. Hieronder is een matig vaste zandlaag aangetroffen. Sondering S46 is gehanteerd als maatgevende sondering voor beide locaties van de overkluizing en wordt gebruikt voor de sterkteberekening van de blusleiding.

Afbeelding 2.4 Grondlagen van beschikbare grondonderzoek volgens R2010 SBT-NL



In tabel 2.1 is de grondopbouw weergegeven die is afgeleid uit de sonderingen. De benaming van de grondlagen komt overeen met tabel 2.b uit NEN-EN9997-1.

Tabel 2.1 Grondopbouw en Grondparameters op basis van NEN-9997-1 [ref. 4]

Grondsoort	**o.k laag** (m + NAP)	**$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$** **(kN/m³)**	**φ'** (°)
zand schoon matig	-0,5	18/20	32,5
klei sterk zandig	-1,0	18/20	27,5
klei zwak zandig slap	-2,0	15/15	22,5

Grondsoort	o.k laag (m + NAP)	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m^3)	φ' (°)
klei organisch slap	-3,0	13/13	15,0
veen	-6,0	10/10	15,0
zand schoon matig	n.v.t	18/20	32,5

2.6 Grondwaterstand

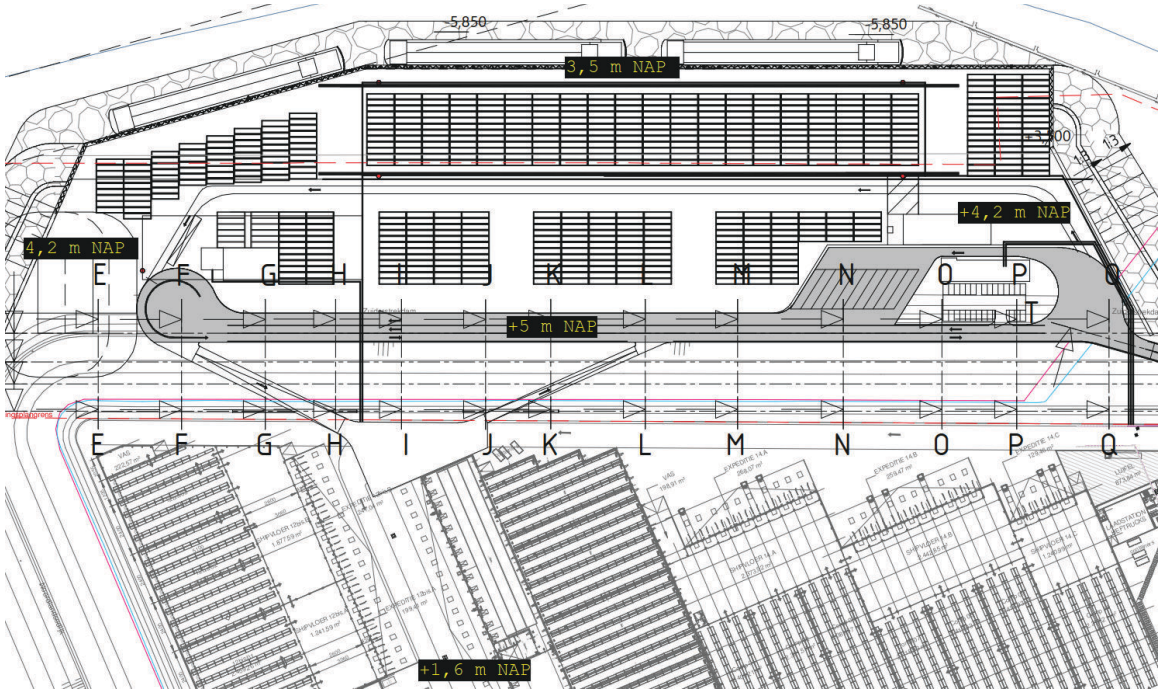
Er is geen uitgebreide informatie beschikbaar van de grondwaterstand en de stijghoogte in het watervoerend pakket. Op basis van de uitgevoerde boringen in 2019 blijkt de grondwaterstand rond NAP 0,0 m te zijn. Dit peil is aangehouden als gemiddelde grondwaterstand. Peilbuismetingen in de omgeving die in de watervoerende zandlaag zijn geplaatst laten een vergelijkbare waarde zien. Daarom is voor de stijghoogte hetzelfde niveau gehanteerd.

2.7 Maaiveld hoogtes, ontwerphoogtes en bodemhoogte sloot

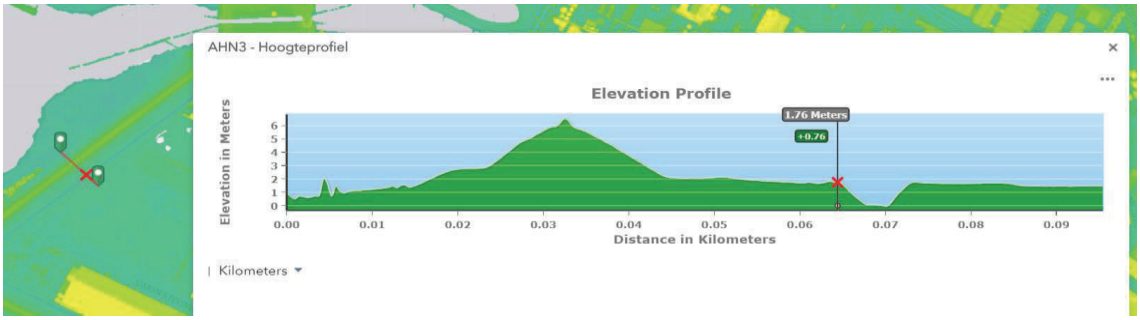
Het maaiveld ter plaatse van de blusleiding varieert tussen NAP +1,6 m en NAP +5 m, zie afbeelding 2.5:
- buitendijks NAP +3,5 m (bovenzijde vleugelwand westzijde alsook oostzijde);
- kruising kruin waterkering: NAP +5 m;
- aansluiting bestaande sprinkler systeem: NAP +1,6 m;
- kruising sloot (binnendijks): NAP +1,76 m (zie afbeelding 2.6);
- bodemhoogte sloot: NAP -0,7 m (zie afbeelding 2.7).

De hoogteliggingen zoals weergegeven in afbeelding 2.5 zullen worden gebruikt in de Wandaberekening.

Afbeelding 2.5 Maaiveld hoogtes en ontwerphoogtes [ref. 10]



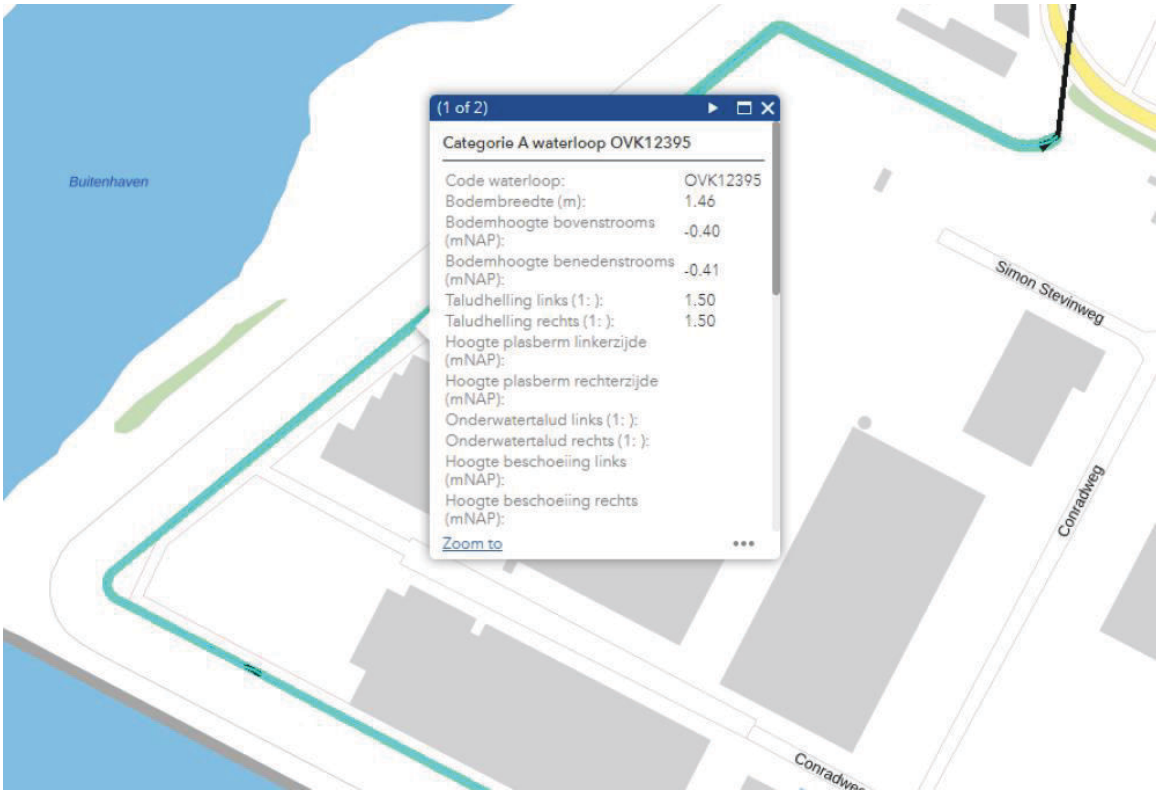
Afbeelding 2.6 Hoogteprofiel ter plaatse van kruising met sloot (geometrie ingeschat op basis van ANH3)



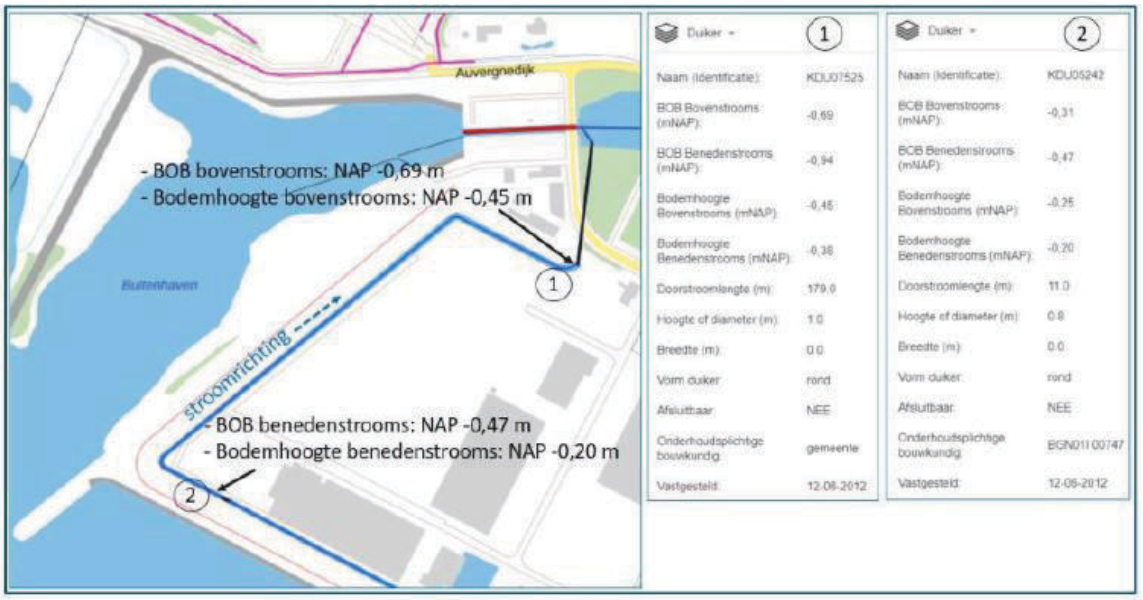
De sloot bevindt zich op circa 20 m van de binnenteen van de kering. De hoogte van de slootbodem is bepaald op NAP -0,7 m middels de legger van het waterschap en de informatie van de aanwezige duikers in het gebied:

- bodemhoogte benedenstrooms NAP -0,48 m;
- bodem onderkant buis van de duiker benedenstroom NAP -0,69 m.

Afbeelding 2.7 Bodemhoogte watergang (ingeschat op basis van de legger van waterschap Brabantse Delta voor Waterloop-A)



Afbeelding 2.8 Overzicht kenmerken volgens legger WSBD voor duikers bovenstrooms en benedenstrooms van projectlocatie

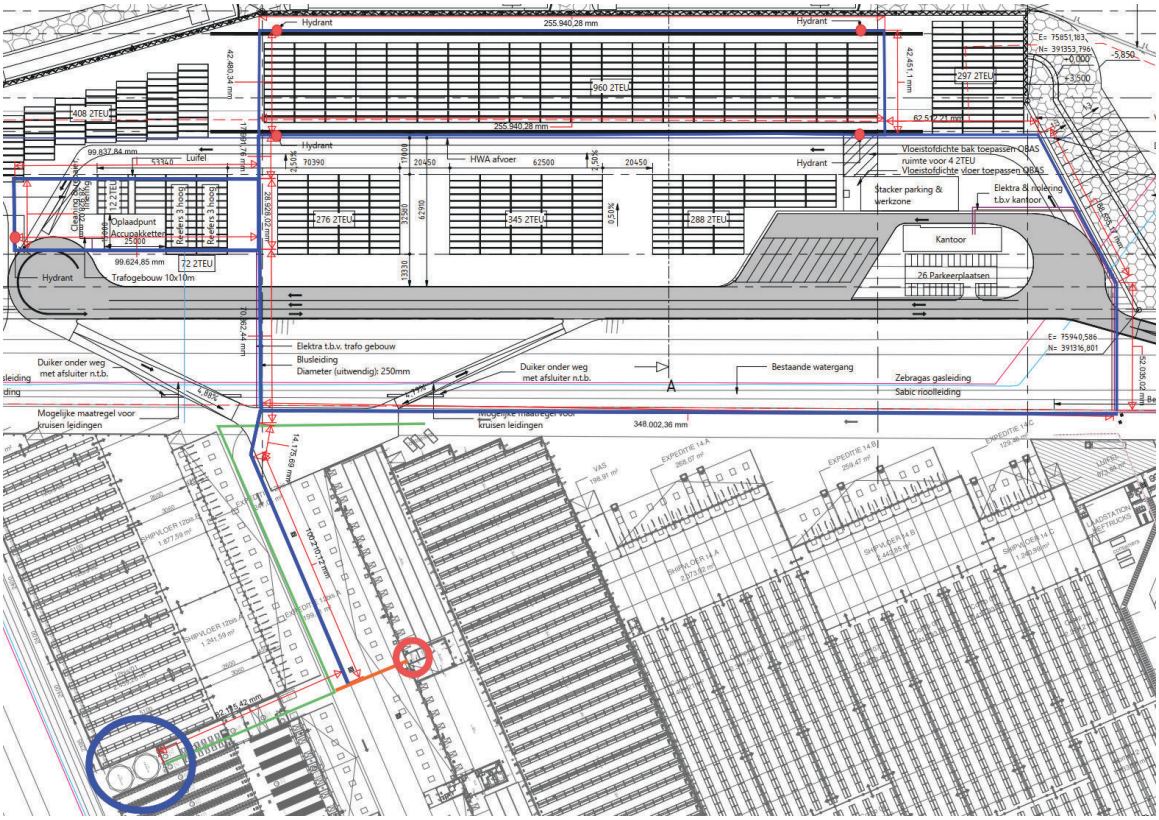


2.8 Tracéoverzicht

De blusleiding moet uitgevoerd worden als ringleiding, zie blauwe ringleiding in afbeelding 2.2.
Vijf hydranten zijn gemodelleerd in Wanda Engineering 4.6. De totale lengte van de blusleiding is circa 1.600 m. Hieronder zijn de uitgangspunten opgesomd voor het aanleggen van de blusleiding en de elektra-leiding bij het kruisen van de sloot en van de bestaande gasleiding en riolering:

- kruisingen van kabels, mantelbuizen en/of andere leidingen, met leidingen van de leidingbeheerder dienen haaks te geschieden op een onderlinge afstand (dagmaat) van minimaal 0,50 m door middel van open ontgraving [ref. 6];
- kabels met een spanning van 1 kV en hoger, moeten de leiding op een onderlinge afstand (dagmaat) van minimaal 1,0 m kruisen. Indien een neopreen slab, een PE-plaat of een mantelbuis met oversteek van 1,0 m wordt toegepast, kan deze afstand worden teruggebracht tot minimaal 0,50 m [ref. 6];
- tussen parallelle ondergrondse buisleidingen moet ten minste een vrije ruimte (‘dagmaat’) van 0,4 m worden aangehouden. Uit veiligheidsoverwegingen (bijvoorbeeld als er een reële kans bestaat op een kettingreactie bij falen van een van de leidingen) kan deze afstand groter worden gekozen [ref. 1];
- gasleiding A-671-03 diameter 10” EN 10208 Grade L290, wanddikte 11,1 mm [ref. 14].
  Gasleiding A-671-03 (aanleg 1998) uitwendige diameter 273 mm, maximale bedrijfsdruk 79,9 bar [ref. 15];
- afstand (horizontaal) gasleiding tot bovenkant sloot circa 2,26 m [ref. 14];
- Sabic riool persleiding diameter 500 mm;
- hart-op-hart afstand gasleiding - rioolpersleiding: 0,88 m [ref. 14];
- gronddekking rioolpersleiding circa 1 m (indicatief i.v.m. verloop diepteligging/maaiveld) [ref. 14];
- toekomstige duikers watergang/sloot (3 stuks) diameter 1.000 mm.

Afbeelding 2.9 Tracéoverzicht blusleiding [ref. 11]

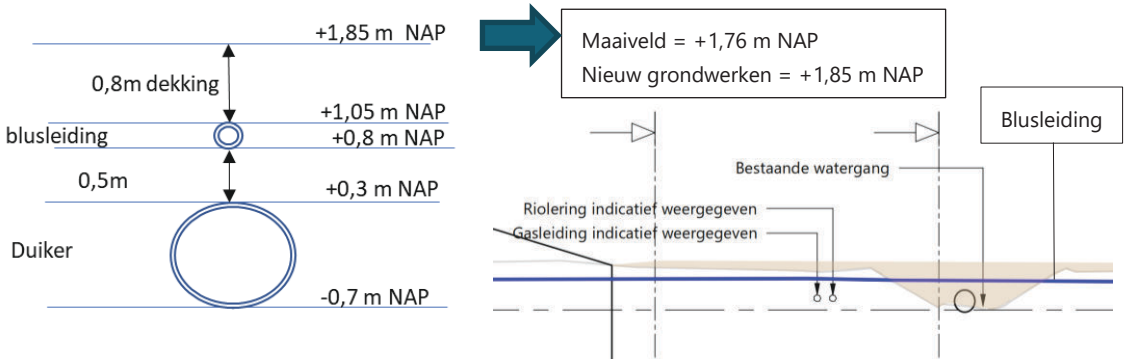


2.8.1 Kruising sloot en bestaande gasleiding en persriolering

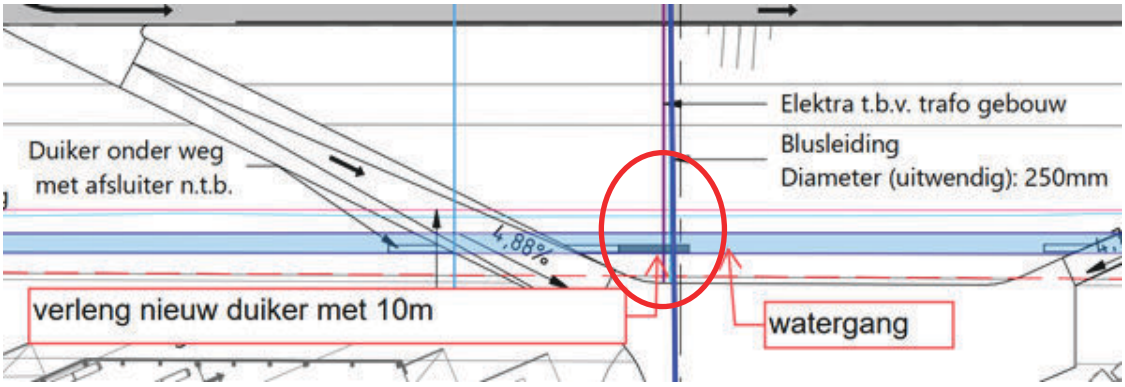
Kruising sloot en bestaande leidingen (zuidwestzijde)

De voorkeur is om de sloot boven de nieuw aan te leggen duiker te kruisen met zowel de hydrantenleiding als de elektrakabel, zie afbeelding 2.10 , afbeelding 2.11 en afbeelding 2.12. De nieuw aan te leggen duiker en overkluizingsconstructies zijn verder uitgewerkt in het rapportage 'VO Overkluizingsconstructies en duikers' met referentie 115018/22-005.061 en betreft specifiek de toekomstige overkluizingsconstructies van de gas- en rioolpersleiding.

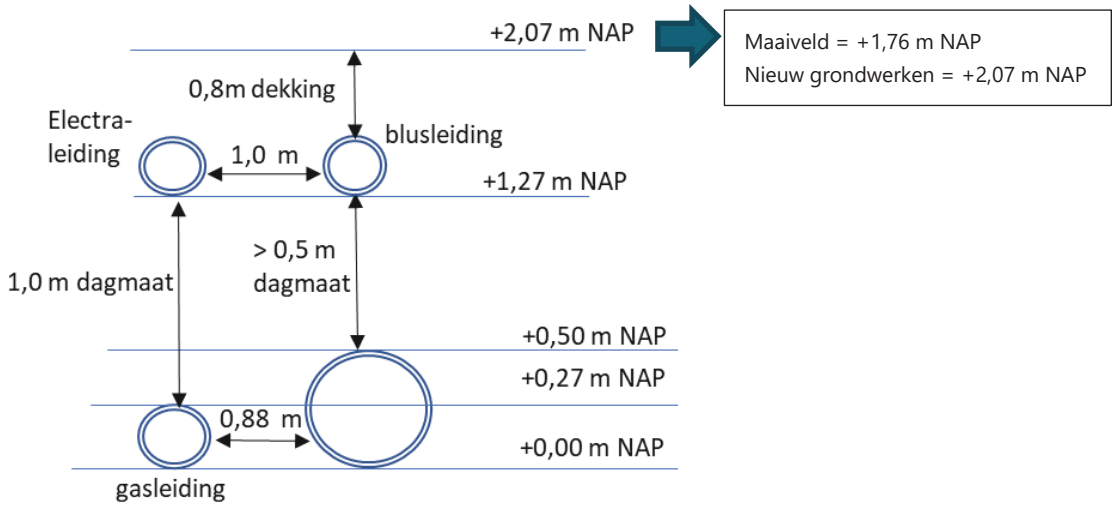
Afbeelding 2.10 Kruising blusleiding met nieuwe duiker (open sleuf)



Afbeelding 2.11 Kruising blusleiding met duiker en sloot alsook kruising met bestaande gasleiding en persriolering



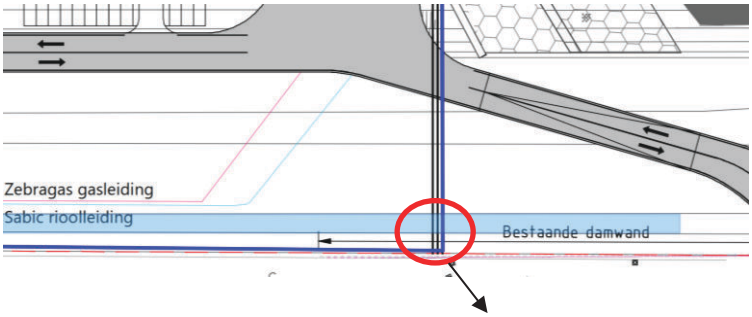
Afbeelding 2.12 Kruising blusleiding en elektraleiding met de bestaande gasleiding en rioolpersleiding

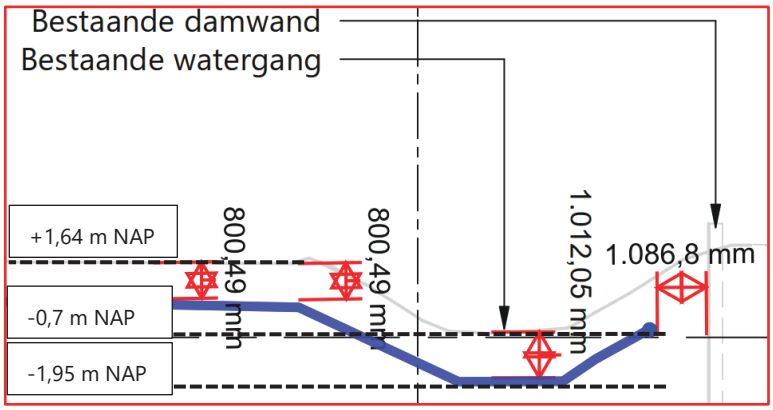


Kruising sloot (noordoostzijde)

De voorkeur is om de blusleiding in een open sleuf aan te leggen waarna de sleuf weer met grond wordt aangevuld en verdicht. Tijdens de ontgraving kan sprake zijn van een tijdelijk natuurlijk talud of er wordt gebruik gemaakt van een grondkerende constructie. Een ontgraving onder een natuurlijk talud vergt een groter ruimtebeslag en meer grondverzet dan een ontgraving waarbij gebruik gemaakt wordt van een grondkerende constructie, zoals een wand of sleufbekisting. Bij grote dieptes of als er sprake is van risico's op een onstabiel talud en/of schade aan nabij gelegen objecten wordt gebruik gemaakt van stalen damwanden, nader uit te werken in de DO fase. Voor de kruising met de sloot moet de blusleiding 1,0 m onder de bodem van de sloot liggen, zie afbeelding 2.13.

Afbeelding 2.13 Kruising blusleiding met sloot



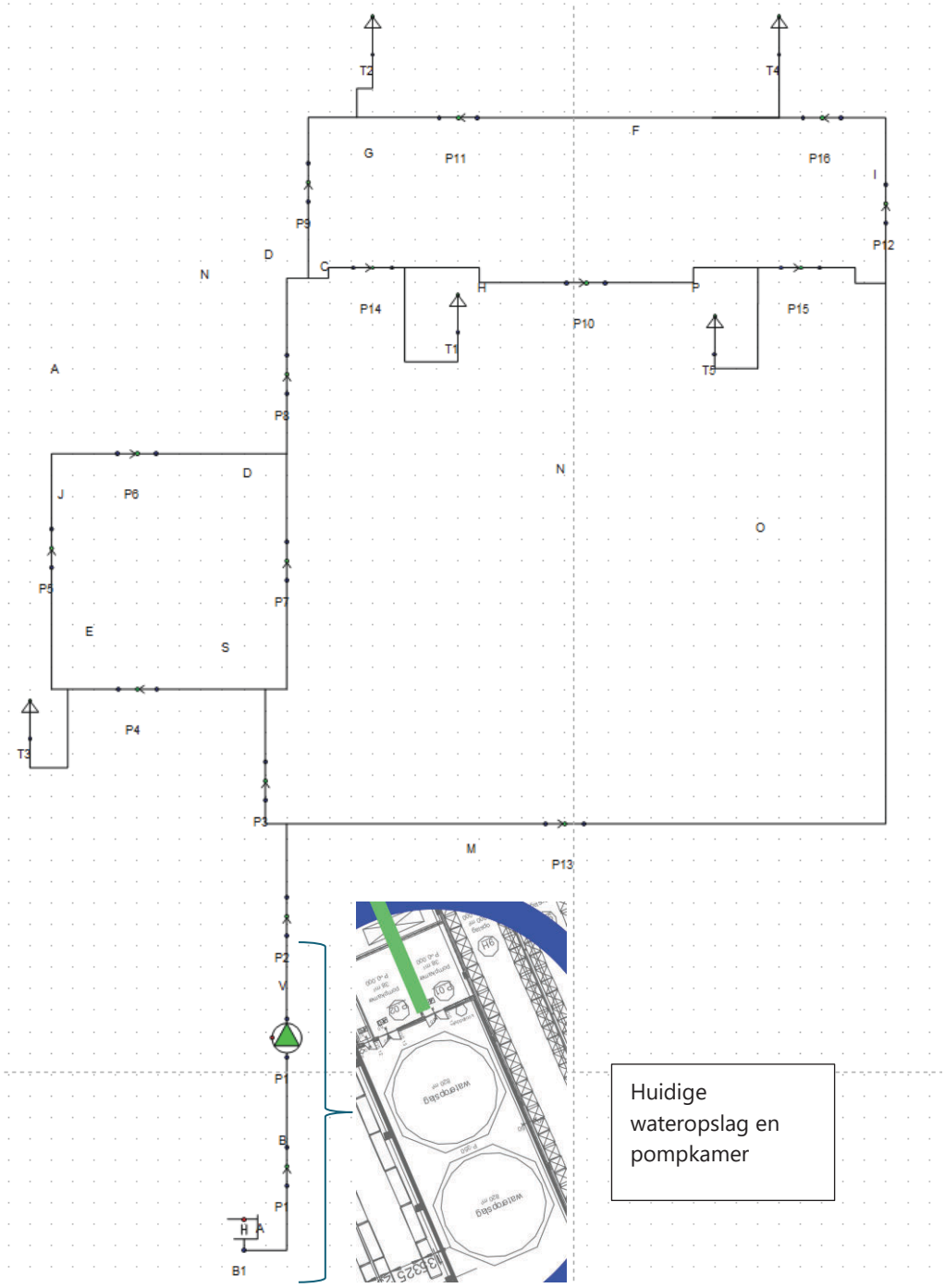


3 WANDA BEREKENING RESULTATEN

3.1 Hydraulische berekening

Het hydraulisch model van het beschouwde systeem is opgezet in Wanda Engineering 4.6. Met Wanda zijn de statische berekeningen uitgevoerd. In afbeelding 3.1 is 1 van de gebruikte modellen in Wanda Engineering weergeven. In tabel 3.1 zijn de verschillende onderdelen in het model toegelicht.

Afbeelding 3.1 Modelopzet Wanda



Tabel 3.1 De eigenschappen van de onderdelen in het Wanda model

Onderdeel	Symbool	Modellabel	Eigenschappen
reservoir		wateropslag	hoogteligging NAP +1,60
pomp		P1, pomp	pompcurves van huidige pomp (2x Diesel Firepack), zie bijlage I
leiding		P1, leiding	lengte, diameter, weerstand, elasticiteitsmodulus

Onderdeel	Symbool	Modellabel	Eigenschappen
hydrant		T1, terugslagklep pomp	geen terugstroming

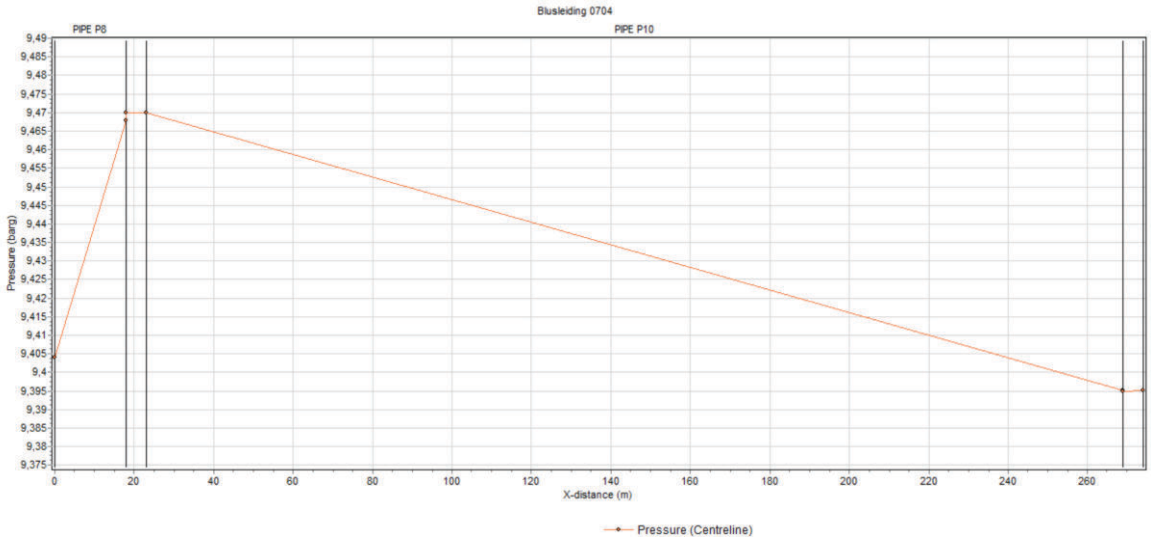
3.5 Resultaten stationaire berekeningen

In onderstaande tabel 3.2 zijn de resultaten van een stationaire berekening weergegeven voor een debiet van 120 m^3/h waarbij 2 hydranten (T1 en T3) gelijktijdig in bedrijf zijn. Voor andere combinaties van hydranten zijn de drukken vergelijkbaar, zie afbeelding 3.2 en afbeelding 3.3.

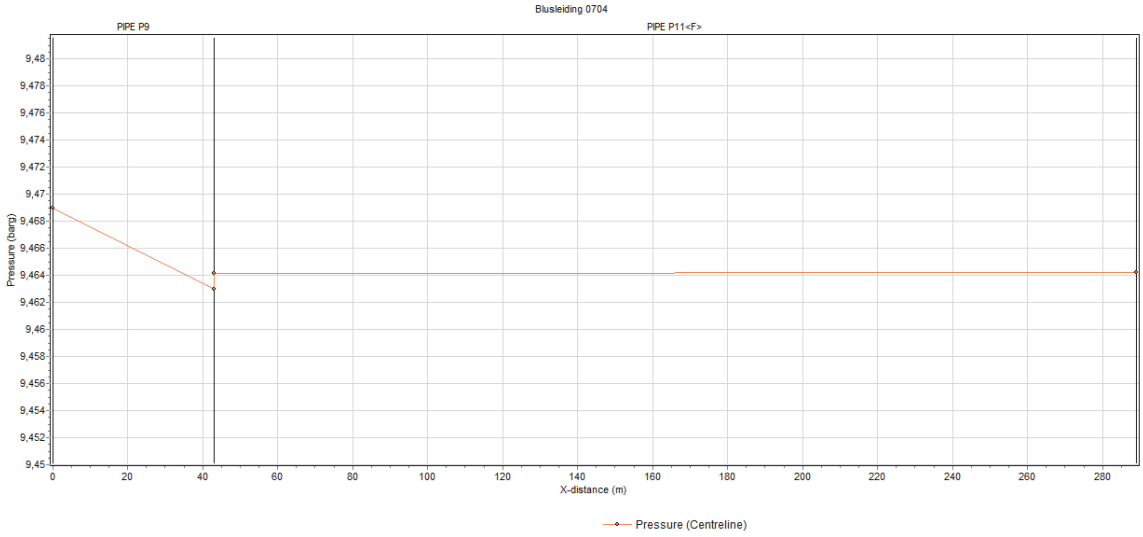
Tabel 3.2 Resultaten stationaire berekeningen Ø250 mm HDPE, SDR 11

Hydrant	Debiet Hydrant [m^3/uur]	Druk Hydrant [bar]
T1	60	9,47
T3	60	9,40

Afbeelding 3.2 Druk in ringleiding ter plaatse hydranten T1 en T5



Afbeelding 3.3 Druk in ringleiding ter plaatse hydrant T2



Tabel 3.3 Resultaten stationaire berekeningen pompgegevens

Toeren [rpm]	Debiet [m^3/uur]	Opvoerhoogte [m]	Efficiëntie [%]	Vermogen [kW]
2.000	120	97,48	26,64	119,7

De resultaten laten zien dat de huidige pompen een debiet van tenminste 120 m^3/h kunnen leveren en dat de minimale druk van 4 bar bereikt wordt bij iedere hydrant. Voor een leidingdiameter van Ø250 mm (HDPE SDR11) is de maximale stroomsnelheid 1,02 m/s bij een debiet van 120 m^3/h in het ringleiding systeem (P2).

4 EROSIEKRATERBEREKENING

4.1 Veiligheidszone

De blusleiding loopt gedeeltelijk parallel aan een waterkering en kruist de waterkering op 2 locaties. Indien een lek in de leiding ontstaat, kan dit zorgen voor een erosiekrater nabij deze waterkering. Appendages (afsluiters, pendelstukken, expansiestukken, pompen, etc.) moeten buiten de veiligheidszone van de waterkering worden geplaatst. Om de afstand (veiligheidszone) vast te kunnen stellen zal eerst een erosiekraterberekening moeten worden verricht.

Een uitgebreide beschouwing van de erosiekraters en beheersmaatregelen zijn opgenomen in bijlage II. Als deze erosiekrater binnen de stabiliteitszone van de waterkering ligt, dan kan dit de stabiliteit van de waterkering beïnvloeden. Dit is het geval langs zo'n 100 m van het tracé, gemarkeerd in afbeelding 4.1. Een samenvatting van de erosiekraterberekeningen wordt in tabel 4.1 weergegeven.

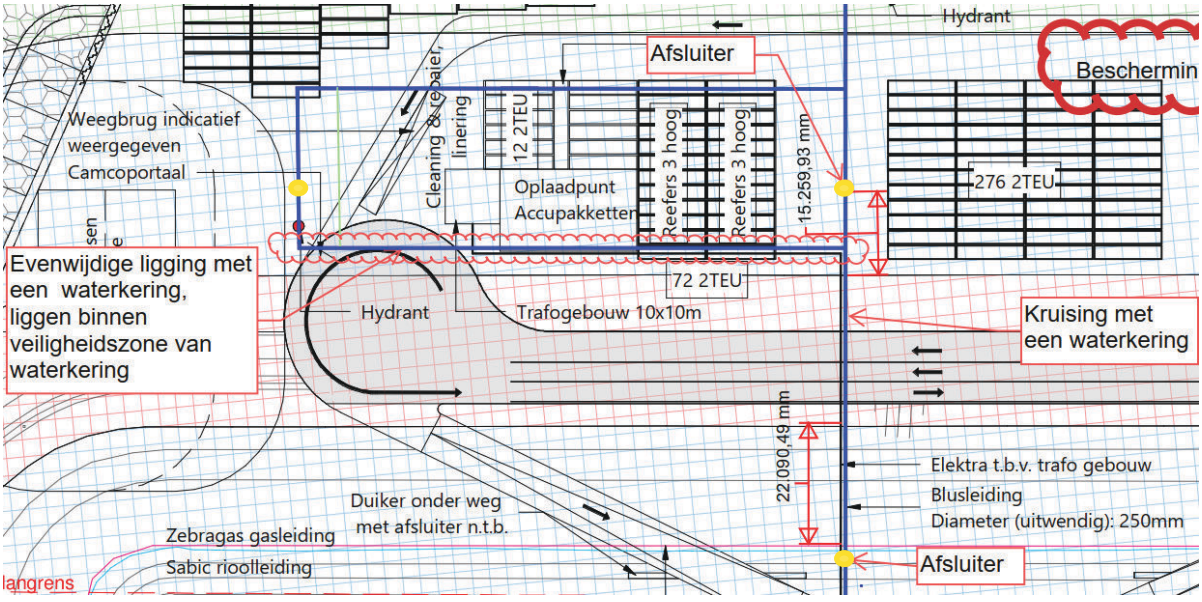
Tabel 4.1 Resultaten erosiekraterberekening (debiet 568 m^3/uur)

Gegevens	Ø250 mm HDPE (wanddikte 22,8 mm, SDR11)
Kruising met een waterkering: Buitendijks (niet-verheeld, verschil tussen kruinhoogte en maaiveld = 1,5 m)	
straal erosiekrater	9,26 m
diepte krater	1,50 m
veiligheidszone	15,26 m
Kruising met een waterkering: Binnendijks (niet verheeld, verschil tussen kruinhoogte en maaiveld = 3,2 m)	
straal erosiekrater	9,26 m
diepte krater	1,50 m
veiligheidszone	22,06
Evenwijdige ligging met een waterkering: Buitendijks (niet-verheeld, verschil tussen kruinhoogte en maaiveld = 1,5 m)	
straal erosiekrater	9,26 m
diepte krater	1,50 m
veiligheidszone	15,26 m

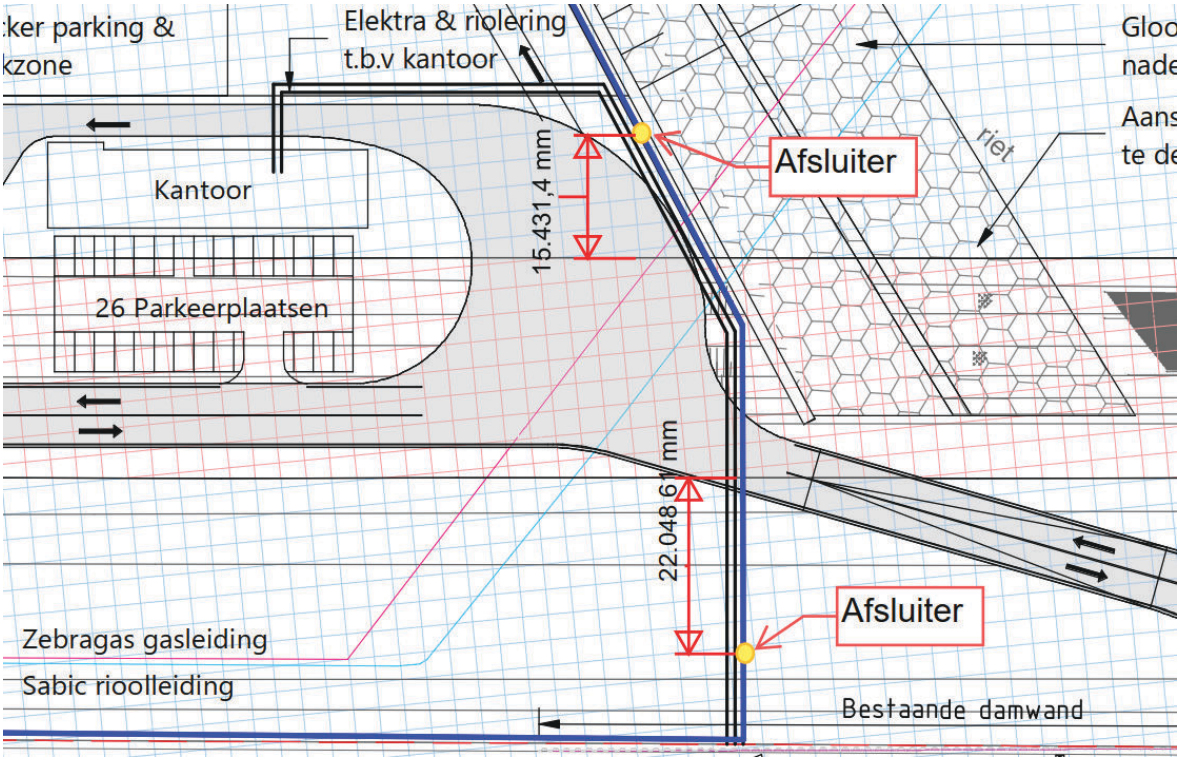
Afsluiters

Afsluiters zijn nodig om in geval van een (dreigende) calamiteit de kruising drukloos te maken en moeten derhalve altijd bedienbaar zijn, ook bijvoorbeeld tijdens een inundatie. Bij vloeistofleidingen moet met de situering van de afsluiters rekening worden gehouden met de geaccidenteerdheid van het terrein en het leidingtracé. De afsluiters dienen buiten de veiligheidszone van de waterkering te liggen, zie afbeelding 4.1.

Afbeelding 4.1 Locatie afsluiters zuidwestzijde (gele cirkel)



Afbeelding 4.2 Locatie afsluiters noordoostzijde (gele cirkel)



4.2 Veiligheidsmaatregel: damwanden

Bij leidingkruisingen met primaire waterkeringen moet als waterstaatkundige voorziening een onverankerde enkelvoudige stalen damwandconstructie worden aangebracht als vervangende waterkering. De functie van de damwandconstructie is beperking van het risico op falen van de waterkering als gevolg van erosie bij lekkage of breuk van de leiding. Daartoe worden er eisen gesteld aan de kerende hoogte, sterkte, stabiliteit, waterdichtheid en de breedte van de damwandconstructie. De noodzaak tot en de breedte van een voorziening met een damwandconstructie in primaire waterkeringen is aangegeven in tabel 4 van NEN3651. Echter, voor de voorliggende situatie is ingeschat dat een damwandconstructie niet van toepassing is. In het geval van het ontstaan van een erosiekrater ten gevolge van de blusleiding is er voldoende voorland aanwezig in combinatie met de inpassing van de glooiing om het achterland te beschermen. Met andere woorden, er ontstaat geen waterveiligheidsprobleem bij het ontstaan van een erosiekrater. Door het intensieve gebruik van de locatie zal een erosiekrater relatief snel opgemerkt kunnen worden en kan er direct worden gehandeld.

5 STERKTEBEREKENING VO+

5.1 Importantiefactor

Voor de importantiefactor is een waarde van 0,80 aangenomen [ref. 3]. De hoogte van de importantiefactor is afhankelijk van het risico van levensgevaar en het risico op materiële schade bepaald conform de NEN3651. Voor de berekening is uitgegaan van een personele risicofactor B (levensgevaar voor enkele mensen) en een materiele risicofactor F (schade aan de waterkering voor primaire waterkeringen, schade door inundatie voor belangrijke bebouwing/veel industrie). Volgens tabel B.3 conform NEN 3651 resulteert dat in een importantiefactor 0,8 (zie afbeelding 5.1).

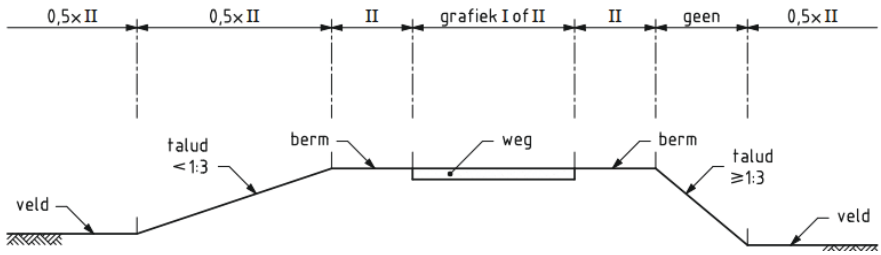
Afbeelding 5.1 Bepaling importantiefactor S [ref. 3]

Personele risicofactor	Materiële risicofactor		
	D	E	F
C	0,75	0,75	0,75
B	0,90	0,85	0,80
A	1,00	0,95	0,85

5.2 Verkeersbelasting

Er moet rekening gehouden worden met verkeersbelasting zoals voorgeschreven in de NEN3650-1 [ref. 1]. Hoofdstuk C.5 geeft richtlijnen conform de verkeersbelasting. Figuur C.17 geeft een overzicht van de te hanteren verkeersbelasting bij verschillende leidingdiameters en diepteliggingen. Figuur C.16 geeft een overzicht van de te hanteren grafiek voor verschillende horizontale afstanden naar de weg (zie afbeelding 5.2).

Afbeelding 5.2 Verkeersbelasting grafiek C.16 NEN3650-1 [ref. 1]



Ter plaatse van de kruin van de kering is grafiek I ('Load Model 3') toegepast in het kader dat hier zware vrachtwagen kunnen komen. Er mogen geen stacks van containers op de blusleiding worden geplaatst want dan zou de belasting verder toenemen.

5.3 Zettingen

Er zijn nog geen zettingsberekeningen van de ophogingen bepaald. In de sterkteberekening zijn we uitgegaan van de stadaard uitvoeringszakking en zettingen in Sigma. Omdat er sprake is van een ophoging treden er mogelijk grotere zettingen op waardoor de berekeningsresultaten mogelijk een te rooskleurig beeld geven. Het is daarom zaak om in deze fase voldoende marge aan te houden in het ontwerp.

5.4 Resultaten sterkteberekening open sleuf

De sterkteberekening is uitgevoerd conform NEN-3650 en NEN-3651 met Sigma 2020 V3.1.8. Resultaten wordt weergeven in tabel 5.1. In bijlage III zijn de uitgebreide resultaten weergeven, voor zowel de situatie met de opgegeven ontwerpdruk als de drukloze situatie.

De berekening is uitgevoerd conform de vereenvoudigde methode. Voor het voorontwerp is dit voldoende. Voor vloeistofleidingen geldt dat $H^3 \times D_i^5$ kleiner dan 40 m^8 moet zijn om de vereenvoudigde methode te mogen toepassen. Deze waarde is voor de blusleiding 104 m^8. Vanwege de hoge druk in de leiding dient ten behoeve van het DO en de vergunning een uitgebreide berekening te worden uitgevoerd. Gezien het grote voorland is een uitgebreide berekening in deze situatie niet uitgevoerd.

Tabel 5.1 Resultaten sterkteberekeningen HDPE SDR11 leiding met materiaalfactor 1,25

Termijn	Druk	Omtrekspanning [N/mm²]	Langsspanning [N/mm²]	Deflectie [%]	Resultaat
1e en 2e jaar	drukloos	2,12 < 6,40	0,03 < 6,40	0,63 < 6,4	voldoet
	9,5 bar	2,11 < 6,40	3,50 < 6,40	0,63 < 6,4	voldoet
na 2 jaar	drukloos	2,08 < 6,40	0,03 < 6,40	0,63 < 6,4	voldoet
	9,5 bar	2,06 < 6,40	3,50 < 6,40	0,63 < 6,4	voldoet

Conclusie

De resultaten laten zien dat de 250 mm Ø HDPE blusleiding met een wanddikte van 22,8 mm voldoet bij een maximaal aanlegniveau van de waterkering van NAP +5,0 m uitgaande alleen uitvoeringszakkingverschil van 5 mm en een dekking van 1,0 m. De toelaatbare spanning van 6,4 N/mm^2 en de toelaatbare deflectie van 6,4 % worden daarbij niet overschreden. Er is sprake van een marge van een factor 2 in de sterkteberekening zodat we niet verwachten dat de zettingsberekeningen tot en verzwaring van de leiding zullen leiden.

6 VERVOLGFASE

In de vervolgfase dienen de volgende berekeningen uitgevoerd worden:

1 de zettingsberekening op leidingniveau vanwege (30 cm) ophoging ter plaatse van de kruising met de sloot en bestaande gasleiding en persriolering. Op basis van deze berekening wordt een sterkteberekening voor de blusleiding maar ook een sterkteberekening voor de gasleiding en persriolering uitgevoerd;
2 het bepalen van het gastransport en locaties van ontluchters. Indien gas niet goed wordt meegevoerd, hoopt dit op in het systeem en zorgt dit voor grote hydraulische verliezen. Om dit te voorkomen moet een ontluchter worden geplaatst op punten in het tracé waar gas zich kan ophopen. Gasbelvorming treedt op indien de hydraulische gradiënt flauwer loopt dan de leidinggradiënt en de stroomsnelheid lager ligt dan een minimumsnelheid;
3 de sterkteberekening is uitgevoerd conform de vereenvoudigde methode. Voor het voorontwerp is dit voldoende. Voor vloeistofleidingen geldt dat $H^3 \times D_i^5$ kleiner dan 40 m^8 moet zijn om de vereenvoudigde methode te mogen toepassen. Deze waarde is voor de blusleiding 104 m8. Gezien het grote voorland is een uitgebreide berekening in deze situatie niet uitgevoerd;
4 voor optimalisatie kan in het DO mogelijk een ringleiding met een kleinere diameter (Ø160 mm) worden ontworpen.

7 REFERENTIES

1 NEN3650-1: 2020 eisen voor buisleidingsystemen - deel 1: Algemene eisen.
2 NEN3650-3: 2020 eisen voor buisleidingsystemen - deel 3: Aanvullende eisen voor leidingen van kunststof.
3 NEN3651: 2020 aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.
4 NEN9997-1+C2 (nl): geotechnisch ontwerp van constructies–deel 1: algemene regels, november 2017.
5 Richtlijn Boortechnieken, 2019, Rijkswaterstaat.
6 VELIN Richtlijn 2017/6 revisie September 2019 Algemene VELIN-voorwaarden voor grondroer en overige activiteiten.
7 Pompgrafiek/testgegevens De Groot Installatiegroep brandbeveiliging, DC Noordland, Bergen op Zoom, d.d. 7 oktober 2015.
8 Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-01, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 6 november 2019.

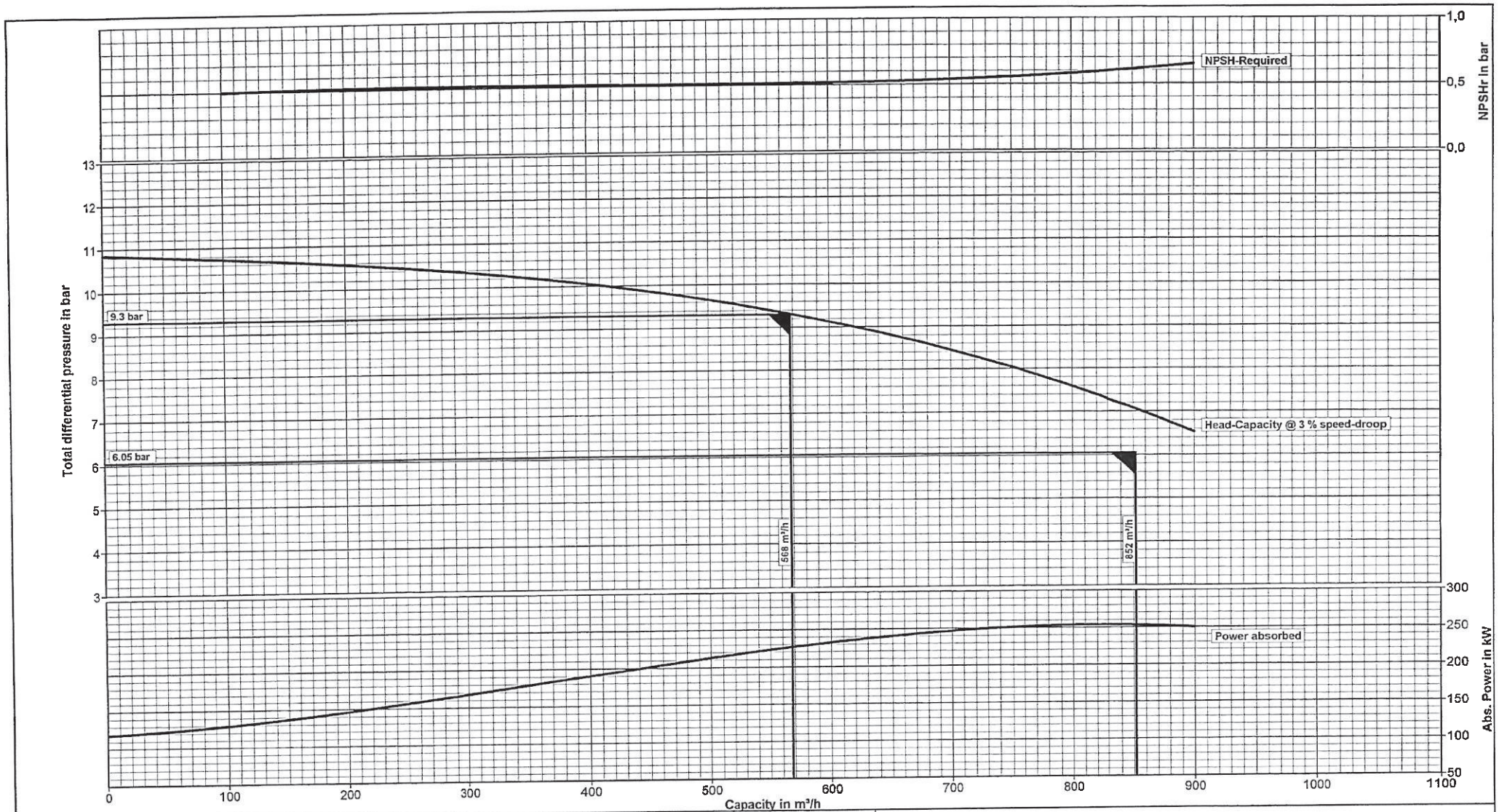
9 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Nieuwe situatie Bovenaanzicht', 115018_12_2000, concept, d.d. 13 januari 2022.
10 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Dwarsdoorsnedes dijklichaam', 115018_12_2002, concept, d.d. 13 januari 2022.
11 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie opgeschoond', 115018_12_2003, concept, d.d. 13 januari 2022.
12 Tekening Buitenhaven Bergen op Zoom, Voorlopig Ontwerp, Bovenaanzicht nieuwe situatie inclusief zones dijklichaam', 115018_12_2004, concept, d.d. 13 januari 2022.
13 KLIC melding, orientatieverzoek meld-/referentienummer 22O009012/115018 badd d.d. 24 januari 2022.
14 Tekening 'Beheerkaart leidingen, Aansluiting GOS Bergen op Zoom', A-671-03-KR-011/012, N.V. Nederlandse Gasunie, d.d. 01 januari 2021.
15 Overleg gasunie, Aanvraag watervergunning Noordland 12 tot en met 16 en Markiezaat Container Terminal (MCT), 115018/22-002.223 d.d. 15 februari 2022, Witteveen+Bos.

BIJLAGE: POMPGRAFIEK

De Groot Installatiegroep brandbeveiliging
DC Noordland - Bergen op Zoom
314.350

Hoofdstuk

Pompgrafiek / Testgegevens 2



CUSTOMER	De Groot Installatiegroep		
PROJECT	DC Noordland, Bergen op Zoom		
ITEM	2x Diesel Firepack	DATE	07-10-2015
WB REFERENCE	314.350	DRAWN BY	SvdS

VAN WIJK & BOERMA HOLLAND
WB FIREPACKS

TYPE	8-481-17B	<FM>-FIREPUMP	
MAKE	Aurora	REFERENCE	
IMPELLER Ø	381 mm	SPEED	~ 2100 RPM
MEDIUM	WATER/1.0 SG	CURVE No.	G-314.350.01.00

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
BTW Nr. 8040.39.458.B01
ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

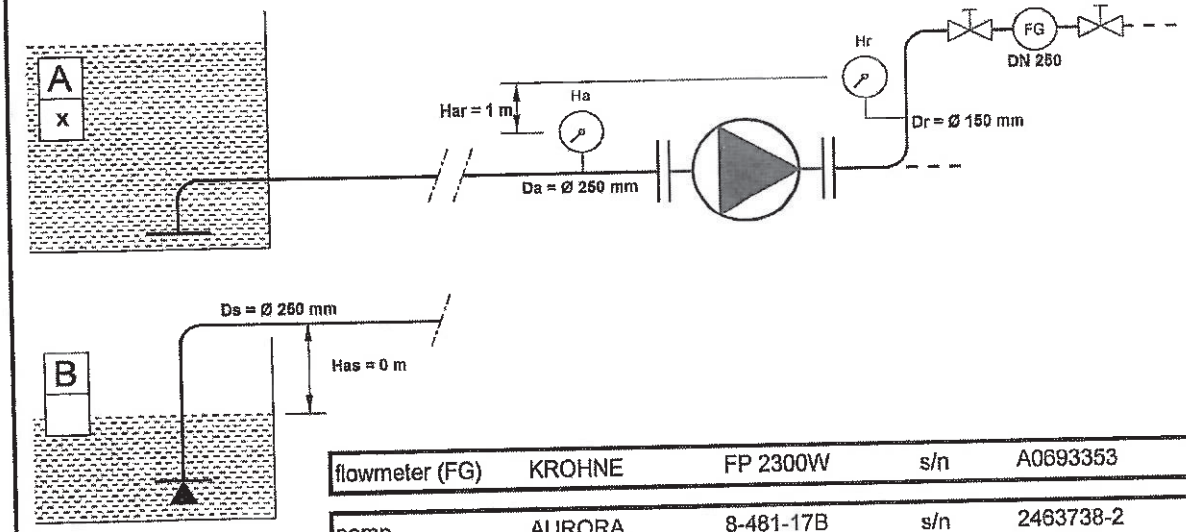
TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV		RAPPORT	31435001
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)			
rating	568 m³/h	9,30 bar	2100 rpm	volgens <FM>
testdatum	19-02-2016	test engineer:		akkoord:

		MEETWAARDEN				Q1		Q2	Qmax
capaciteit	%	0	25	50	75	100	125	150	107,4
capaciteit	m³/h	0	142	284	426	568	710	852	610
capaciteit	USgpm	0	625	1250	1875	2500	3125	3750	2685
persdruk Hr	bar	11,55	10,63	10,68	9,60	9,02	7,99	6,67	8,83
zuigdruk Ha	-/- bar	0,64	0,22	0,65	0,41	0,07	0,12	-0,07	0,20
(Vr²-Va²)/2g @ DN 150/250	bar	0,00	0,02	0,08	0,16	0,28	0,44	0,63	0,33
Har	bar	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
H-man	bar	11,01	10,53	10,21	9,45	9,33	8,41	7,47	9,06
speed droop	rpm	2108	2106	2098	2088	2078	2066	2066	2076
uitlaatgassentemp. na turbo	°C	354,2	359,6	371,6	378,8	380,1	385,5	390	381,8
turbodruk	bar	0,38	0,45	0,55	0,64	0,70	0,76	0,79	0,70

pompkamertemp.	12,5 °C	atm. druk	1028 mbar		Q1 Q2
koelwaterflow ~	16 m³/h	drukreduceer inst.	4,0 bar	koelwatertemp. in	9 °C
oliedruk (warm)	4,5 bar	motor KW temp.	75 °C	koelwatertemp. uit	16 °C

MEETOPSTELLING



flowmeter (FG)	KROHNE	FP 2300W	s/n	A0693353
pomp	AURORA	8-481-17B	s/n	2463738-2
	waaierdiameter	381 mm		
diesel	DE MAAS	DF12TiH	s/n	546875
vermogen	261 kW	@ 2100 rpm		<FM>

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
BTW Nr. 8040.39.458.B01
ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

Klant De Groot Installatiegroep, Hengelo RAPPORT 31435001

Bestemming DC Noordland, Bergen op Zoom

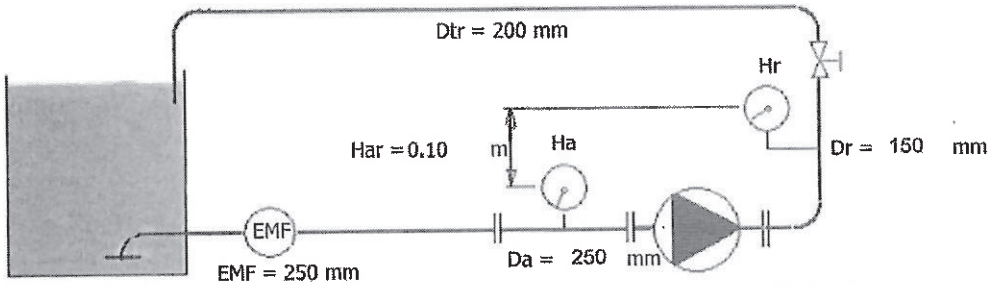
Rating 568.0 m³/h 9.3 bar 2100 opm volgens <FM>

Testdatum 19-2-2016 Testengineer: akkoord:

		MEETWAARDEN				Q1		Q2	Qmax
Te meten Capaciteit	m³/h	0.0	142.0	284.0	426.0	568.0	710.0	852.0	611.8
Te meten Q eff t.o.v. Q r	%	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	107.7
Capaciteit pomp Qp	m³/h	17.8	159.8	302.3	444.8	584.6	726.4	868.5	628.1
Koelwaterflow Qkw	m³/h	17.8	17.6	17.5	16.8	16.4	16.1	15.6	16.3
Capaciteit eff. Qeff=Qp-Qkw	m³/h	0.0	142.2	284.8	428.0	568.2	710.3	852.5	611.8
Gemeten Q eff t.o.v. Q r	%	0.2	25.0	50.1	75.4	100.0	125.0	150.1	107.7
Persdruk Hr	bar	11.55	10.63	10.68	9.90	9.02	7.99	6.67	8.83
Zuigdruk Ha	-/- bar	0.64	0.22	0.65	0.41	0.07	0.12	-0.07	0.20
$(Vr^2-Va^2)/2g$ @ DN 150 / 250	bar	0.0003	0.0213	0.0761	0.1647	0.2844	0.4392	0.6278	0.3284
Har	bar	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H-man	bar	11.01	10.53	10.21	9.75	9.33	8.41	7.47	9.06
Toerental / speed droop 2.0%	opm	2108	2106	2098	2088	2078	2066	2066	2076
Uitlaatgassentemp	°C	354.2	359.6	371.6	378.8	380.1	385.5	390.0	381.8
Turbodruk	bar	0.38	0.45	0.55	0.64	0.70	0.76	0.79	0.70

Pompkamertemp	12.5 °C	Atm Druk	1028	mbar	Temp bij flow	Q1	Q2
Kw- flow	16.0 m³/h	Drukreduceer inst	4.00	bar	Temp koelw in °C	9.2	9.5
Oliedruk (warm)	4.50 bar	Motor kw Temp	75.0	°C	Temp koelw uit °C	15.7	16.9

MEETOPSTELLING



Flowmeter EMF Krohne Optiflux FP 2300 W DN 250		s/n A06 93353
Ha E+H PMC131-A15F1A3E s/n		Tachometer s/n CH A3-05123
Hr E+H PMC131-A15F1A1T s/n		H102AF1617
Pomp	Aurora 8-481-17B	s/n 2463738-2
Waaierdiameter	381 mm	
Motor	Doosan DF12TiH	s/n 546875
Rating 261 kW @ 2100 opm		

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

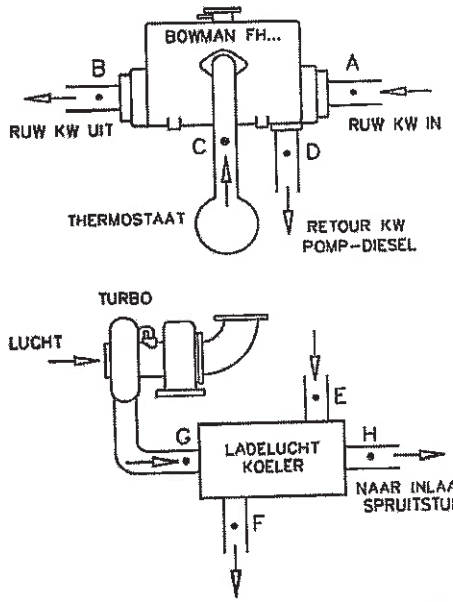
Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
BTW Nr. 8040.39.458.B01
ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT TEMPERATUURMETINGEN

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV			RAPPORT	**31435001**
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)				
rating	568 m^3/h	9,30 bar	2100 rpm	volgens	<FM>
testdatum		test engineer:		akkoord:	

MEETWAARDEN KOELWATERTEMPERATUURMETING (Q_1 & Q_2)

pomp	AURORA	8-481-17B
diesel	DE MAAS	DF12TIH



A	Ruw koelwater IN
B	Ruw koelwater UIT
C	Motor koelwater na thermostaat
D	Motor koelwater RETOUR naar motor
E	Motor koelwater ladeluchtkoeler IN
F	Motor koelwater ladeluchtkoeler UIT
G	Inlaatlucht na TURBO
H	Inlaatlucht na ladelucht koeler
NB	Alle metingen ca. 5 cm vanaf koelers

	Q_1	Q_2			Q_1	Q_2		Metingen m.b.v. stift / infra rood
A	9.8	9.5	°C	E	8.3	9.1	°C	
B	15.7	16.9	°C	F	15.7	24.4	°C	
C	91.7	92.8	°C	G	112.6	123.7	°C	
D	51.8	53.9	°C	H	31.8	32.3	°C	

MEETWAARDEN LAGERTEMPERATUURMETING (Q_1)

lagertemp. a.z.	23.4 °C	lagertemp. n.a.z.	34.6 °C	na ca. 30 min

MEETWAARDEN KOELSYSTEEM

	Q_1	Q_2			Q_1	Q_2	
drukreduceer instelling	4.0		bar	bij koelwaterflow			m^3/h
ruwkoelwaterdruk HOOFD systeem	1.8	1.7	bar	bij koelwaterflow	16.4	15.6	m^3/h
ruwkoelwaterdruk By-pass systeem	1.8	1.7	bar	bij koelwaterflow	16.4	15.6	m^3/h

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
BTW Nr. 8040.39.458.B01
ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

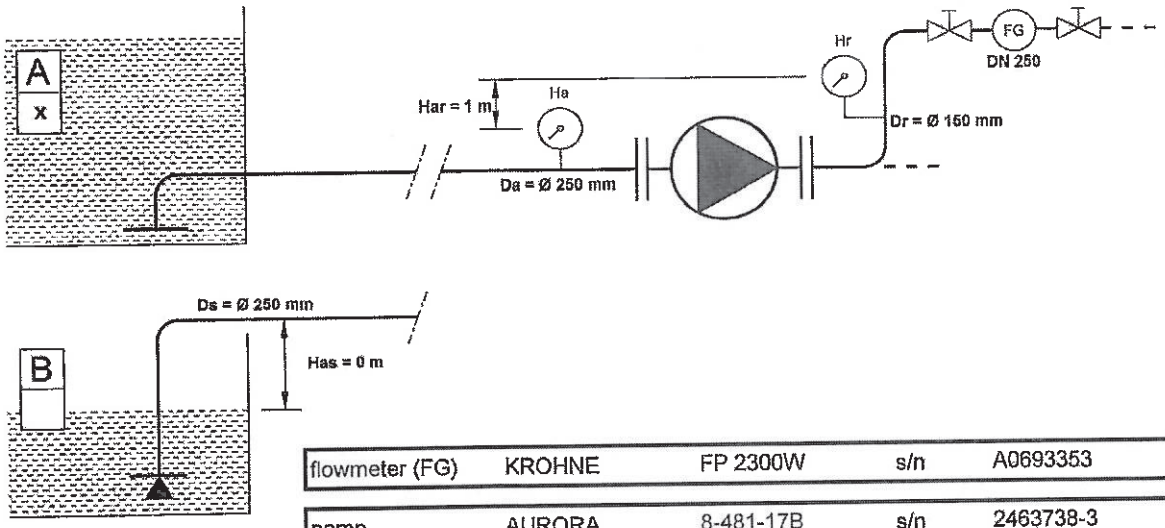
TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV	RAPPORT	31435002
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)		
rating	568 m^3/h 9,30 bar 2100 rpm	volgens	<FM>
testdatum	23-02-2016 test engineer:	akkoord:	

		MEETWAARDEN				Q1		Q2	Qmax
capaciteit	%	0	25	50	75	100	125	150	107,4
capaciteit	m^3/h	0	142	284	426	568	710	852	610
capaciteit	USgpm	0	625	1250	1875	2500	3125	3750	2685
persdruk Hr	bar	12,15	11,49	10,84	10,27	9,27	8,26	6,88	8,95
zuigdruk Ha	-/- bar	0,81	0,49	0,40	0,51	0,33	0,02	-0,09	0,20
$(Vr^2-Va^2)/2g$ @ DN 150/250	bar	0,00	0,02	0,08	0,16	0,28	0,44	0,63	0,33
Har	bar	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
H-man	bar	11,44	11,12	10,62	10,02	9,32	8,78	7,70	9,18
speed droop	rpm	2140	2139	2133	2110	2097	2091	2087	2097
uitlaatgassentemp. na turbo	°C	361,3	366,6	376,6	385,8	384,9	395,3	401,5	389,9
turbodruk	bar	0,38	0,43	0,53	0,60	0,68	0,73	0,77	0,69

pompkamertemp.	12,1 °C	atm. druk	1027 mbar		Q1 Q2
koelwaterflow ~	16 m^3/h	drukreduceer inst.	4,0 bar	koelwatertemp. in	10 °C
oliedruk (warm)	4,0 bar	motor KW temp.	75 °C	koelwatertemp. uit	17 °C

MEETOPSTELLING



flowmeter (FG)	KROHNE	FP 2300W	s/n	A0693353
pomp	AURORA	8-481-17B	s/n	2463738-3
	waaierdiameter	381 mm		
diesel	DE MAAS	DF12TiH	s/n	546922
vermogen	261 kW @	2100 rpm		<FM>

Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
BTW Nr. 8040.39.458.B01
ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT HORIZONTALE DIESEL FIREPACK

Klant De Groot Installatiegroep, Hengelo RAPPORT 31435002

Bestemming DC Noordland, Bergen op Zoom

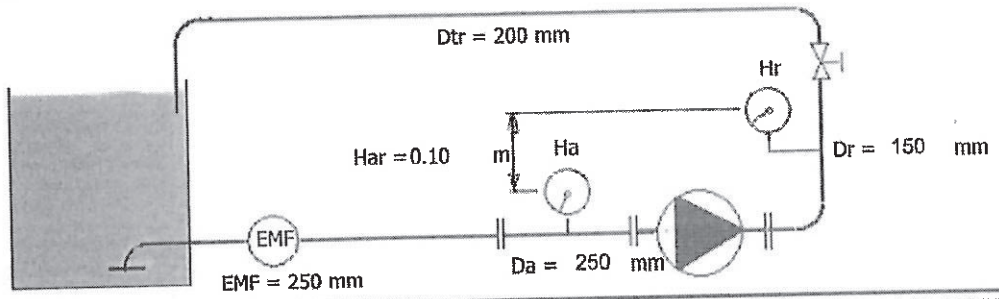
Rating 568.0 m^3/h 9.3 bar 2100 opm volgens <FM>

Testdatum 23-2-2016 Testengineer: akkoord:

		MEETWAARDEN				Q1		Q2	Qmax
Te meten Capaciteit	m^3/h	0.0	142.0	284.0	426.0	568.0	710.0	852.0	610.7
Te meten Q eff t.o.v. Q r	%	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	107.5
Capaciteit pomp Qp	m^3/h	17.3	159.4	301.5	443.6	584.6	726.8	867.8	627.0
Koelwaterflow Qkw	m^3/h	17.3	17.1	16.9	16.7	16.3	16.0	15.3	16.3
Capaciteit eff. Qeff=Qp-Qkw	m^3/h	0.0	142.3	284.6	426.9	568.0	710.8	852.5	610.7
Gemeten Q eff t.o.v. Q r	%	0.3	25.1	50.1	75.2	100.0	125.2	150.0	107.5
Persdruk Hr	bar	12.15	11.49	10.84	10.27	9.27	8.26	6.88	8.95
Zuigdruk Ha	-/- bar	0.81	0.49	0.40	0.51	0.33	0.02	-0.09	0.20
$(Vr^2-Va^2)/2g$ @ DN 150 / 250	bar	0.0003	0.0211	0.0757	0.1638	0.2844	0.4397	0.6268	0.3272
Har	bar	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
H-man	bar	11.44	11.12	10.62	10.02	9.32	8.78	7.70	9.18
Toerental / speed droop 2.5%	opm	2140	2139	2133	2110	2097	2091	2087	2097
Uitlaatgassentemp	°C	361.3	366.6	376.6	385.8	384.9	395.3	401.5	389.9
Turbodruk	bar	0.38	0.43	0.53	0.60	0.68	0.73	0.77	0.69

Pompkamertemp	12.1	°C	Atm Druk	1027	mbar	Temp bij flow	Q1	Q2
Kw - flow	16.0	m^3/h	Drukreduceer inst	4.00	bar	Temp koelw in °C	10.4	10.6
Oliedruk (warm)	4.00	bar	Motor kw Temp	75.0	°C	Temp koelw uit °C	16.9	18.5

MEETOPSTELLING



Flowmeter EMF Krohne Optiflux FP 2300 W DN 250 s/n A06 93363	
Ha E+H PMC131-A15F1A3E s/n	Tachometer s/n CH A3-05123
Hr E+H PMC131-A15F1A1T s/n	H102AF1617
Pomp Aurora 8-481-17B	s/n 2463738-3
Waaierdiameter 381 mm	
Motor Doosan DF12TiH	s/n 546922
Rating 261 kW @ 2100 opm	

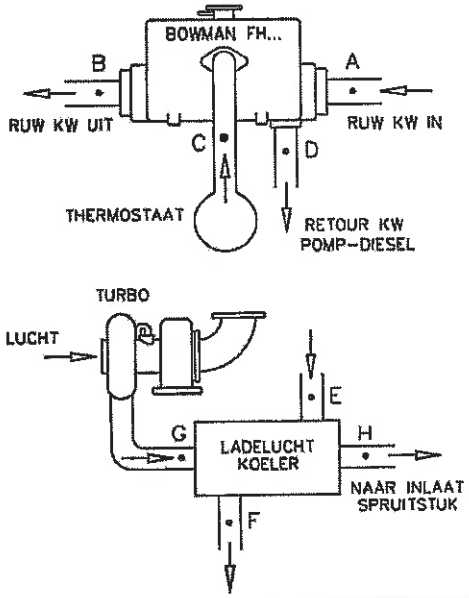
Van Wijk & Boerma Firepacks B.V.

Hoedemakersstraat 14 3334 KK Zwijndrecht - Holland
Postbus 1128 3330 CC Zwijndrecht - Holland
Tel.: 078-6231500 Fax: 078-6103078
KvK 23045822 E-mail: firepacks@firepacks.nl
BTW Nr. 8040.39.458.B01
ING Bank IBAN NL20 INGB 0656 6378 62 BIC: INGBNL2A

TESTRAPPORT TEMPERATUURMETINGEN

klant	De Groot Installatiegroep, HENGELO OV			RAPPORT	**31435002**
bestemming	DC Noordland, BERGEN OP ZOOM (NL)				
rating	568 m^3/h	9,30 bar	2100 rpm	volgens	<FM>
testdatum		test engineer:		akkoord:	

MEETWAARDEN KOELWATERTEMPERATUURMETING (Q_1 & Q_2)



pomp	AURORA	8-481-17B
diesel	DE MAAS	DF12TiH

A	Ruw koelwater IN
B	Ruw koelwater UIT
C	Motor koelwater na thermostaat
D	Motor koelwater RETOUR naar motor
E	Motor koelwater ladeluchtkoeler IN
F	Motor koelwater ladeluchtkoeler UIT
G	Inlaatlucht na TURBO
H	Inlaatlucht na ladelucht koeler
NB	Alle metingen ca. 5 cm vanaf koelers

	Q_1	Q_2			Q_1	Q_2		Metingen m.b.v. stift / infra rood
A	10.4	10.6	°C	E	9.2	10.7	°C	
B	16.9	18.5	°C	F	15.4	16.1	°C	
C	72.2	74.8	°C	G	117.5	129.5	°C	
D	52.3	57.3	°C	H	38.3	41.5	°C	

MEETWAARDEN LAGERTEMPERATUURMETING (Q_1)

lagertemp. a.z.	22.0 °C	lagertemp. n.a.z.	32.6 °C	na ca. 30 min

MEETWAARDEN KOELSYSTEEM

	Q_1	Q_2			Q_1	Q_2	
drukreduceer instelling	4.0	X	bar	bij koelwaterflow		X	m^3/h
ruwkoelwaterdruk HOOFD systeem	1.8	1.6	bar	bij koelwaterflow	16.3	15.3	m^3/h
ruwkoelwaterdruk By-pass systeem	1.8	1.6	bar	bij koelwaterflow	16.3	15.3	m^3/h

II

BIJLAGE: EROSIEKRATERBEREKENING

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 3.1 ©

Algemene gegevens

Naam van het project : Bergen op Zoom Blusleiding HDPE dia. 250
Projectonderdeel : Waterkering niet verheeld 1,5m

Gegevens van de leiding

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,65	N/mm^2
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m^3
Maximaal debiet	Q_m	= 568,0	m^3/uur
Maximale opvoerhoogte	H_m	= 93	mvk
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 250	mm
Wanddikte	d_n	= 22,8	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 204,4	mm

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: Niet Verheeld

Hoogteverschil kruin-maaiveld	H_{werk}	= 1,5	m

Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B

$Q = Q_m = 568{,}00/3.600 = 0{,}16$ m^3/s
$h = H_m = 93{,}00$ mvk
$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}16 \cdot 93{,}00 = 143.945{,}40$ W
$h > 50$ mvk $\rightarrow \mu = 0{,}5$

$$R_B = 7{,}8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$$

$$R_B = 7{,}8 \cdot 0{,}2044 \cdot \left(\frac{143.945{,}40}{1000 \cdot 9{,}81^{1,5} \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}2044^{3,5}} \right)^{0,243} = 9{,}26 \text{ m}$$

Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L

Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0{,}5 \cdot R_B = 4{,}63$ m
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 9{,}26$ m
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 18{,}52$ m

Berekening van de veiligheidszone

Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_B = 4 \cdot 1{,}50 + 9{,}26 = 15{,}26$ m

Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L1} = 4 \cdot 1{,}50 + 4{,}63 = 10{,}63$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L2} = 4 \cdot 1{,}50 + 9{,}26 = 15{,}26$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L3} = 4 \cdot 1{,}50 + 18{,}52 = 24{,}52$ m

Berekening van de diepte van de erosiekrater

$D_K = 1{,}2 \cdot (D_0 + H) = 1{,}2 \cdot (0{,}25 + 1) = 1{,}50$ m

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 3.1 ©

Algemene gegevens

Naam van het project : Bergen op Zoom Blusleiding HDPE dia. 250
Projectonderdeel : Waterkering niet verheeld 3,2m

Gegevens van de leiding

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p_d	= 0,65	N/mm^2
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m^3
Maximaal debiet	Q_m	= 568	m^3/uur
Maximale opvoerhoogte	H_m	= 93	mvk
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D_e	= 250	mm
Wanddikte	d_n	= 22,8	mm
Inwendige middellijn	D_i	= 204,4	mm

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: Niet Verheeld

Hoogteverschil kruin-maaiveld	H_{werk}	= 3,20	m

Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B

$Q = Q_m = 568{,}00/3.600 = 0{,}16$ m^3/s
$h = H_m = 93{,}00$ mvk
$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}16 \cdot 93{,}00 = 143.945{,}40$ W
$h > 50$ mvk $\rightarrow \mu = 0{,}5$

$$R_B = 7{,}8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$$

$$R_B = 7{,}8 \cdot 0{,}2044 \cdot \left(\frac{143.945{,}40}{1000 \cdot 9{,}81^{1,5} \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}2044^{3,5}} \right)^{0,243} = 9{,}26 \text{ m}$$

Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L

Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0{,}5 \cdot R_B = 4{,}63$ m
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 9{,}26$ m
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 18{,}52$ m

Berekening van de veiligheidszone

Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_B = 4 \cdot 3{,}20 + 9{,}26 = 22{,}06$ m

Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L1} = 4 \cdot 3{,}20 + 4{,}63 = 17{,}43$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L2} = 4 \cdot 3{,}20 + 9{,}26 = 22{,}06$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L3} = 4 \cdot 3{,}20 + 18{,}52 = 31{,}32$ m

Berekening van de diepte van de erosiekrater

$D_K = 1{,}2 \cdot (D_0 + H) = 1{,}2 \cdot (0{,}25 + 1) = 1{,}50$ m

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

	04-04-2022 22:47:15

III

BIJLAGE: STERKTEBEREKENING SDR11 HDPE Ø250

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 3.1 ©

Algemene gegevens

Naam van het project : Bergen op Zoom
Projectonderdeel : Blusleiding HDPE SDR11 dia. 250 Sterkteberekening open sleuf Druk 9,5 bar
Importantiefactor S : 0,8

Materiaalgegevens

Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm^2
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\overline{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm^2
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm^2
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm^2
Lineaire uitzettingscoefficiënt	α_g	= 16,0·10^{-5}	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%

Leidinggegevens

Uitwendige middellijn	D_e	= **250,00**	mm
Wanddikte	d_n	= **22,8**	mm
Geen bocht aanwezig			

Procesgegevens

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Maximale opvoerhoogte	H_m	= 93	mvk
Ontwerpdruk	p_d	= 0,95	N/mm^2
Maximaal debiet	Q_m	= 568	m^3/uur
Volumieke massa medium	ρ	= 1000	kg/m^3
Temperatuurverschil	Δt	= 10	°

Aanleggegevens

Ligging: Kruising met een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 15.852	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,0	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 70	°
Uitvoeringszakkingverschil	f_v	= 5,0	mm
Zettingsverschil	f_z	= 0	mm
Klinkpercentage	μ	= 0,02	%
Marstonfactor	f_m	= 0,3	-

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H_{werk}	= 3,2	m

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Grondmechanische gegevens

Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 15,0	kN/m^3
Inwendige wrijvingshoek grond	φ	= 22,5	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m^2
Ongedraineerde schuifsterkte	c_u	= 40	kN/m^2
Minimale verticale beddingconstante	$k_{v,min}$	= 0,0032	N/mm^3
Gemiddelde verticale beddingconstante	$k_{v,gem}$	= 0,005	N/mm^3
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 1,5	MN/m^2
Niet rekenen met horizontale steundruk			
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	

Verkeersbelasting

Grafiek I: Fatique Load Model 3

Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 106.064.835,12	mm^4
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm^3
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm^4/mm^1
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm^3/mm^1

2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan

Voor vloeistofleidingen geldt: $H^3 \cdot D_i^5$ moet kleiner dan 40 m^8 zijn.
H is de druk in meters vloeistofkolom.
Rekening houdende met g = 9,81 m/s^2 volgt:

$$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$$

$$H = \frac{950.000}{1.000 \cdot 9,81} = 96,84 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 96,84^3 \cdot 0,20^5 = 324,02 \text{ m}^8$$

3. Berekening van de veiligheidszone

$Q = Q_m = 568,00/3.600 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$
$h = H_m = 93,00$ mvk
$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,16 \cdot 93,00 = 143.945,40$ W
$h > 50$ mvk $\rightarrow \mu = 0,5$

$$R_B = 7,8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$$

$$R_B = 7,8 \cdot 0,2044 \cdot \left(\frac{143.945,40}{1000 \cdot 9,81^{1,5} \cdot 0,87 \cdot 0,2044^{3,5}} \right)^{0,243} = 9,26 \text{ m}$$

Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 4,63$ m
Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 9,26$ m
Indien er sprake is van niet-trekvaste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 18,52$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L1} = 4 \cdot 3,20 + 4,63 = 17,43$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L2} = 4 \cdot 3,20 + 9,26 = 22,06$ m
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + R_{L3} = 4 \cdot 3,20 + 18,52 = 31,32$ m

$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,25 + 1,0) = 1,50$ m

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3
© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk

$D_g/d_n = 227,20/22,80 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow$ Dikwandige leiding

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{125,00^2 + 102,20^2}{125,00^2 - 102,20^2} \cdot 0,95 = 4,78 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{y1} = \sigma_p = 4,78$ N/mm^2

$\sigma_{pl} = \upsilon \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 4,78 = 1,91$ N/mm^2

Toelaatbare spanning = $\overline{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,80 =$ **6,40** N/mm^2

5. Berekening reroundingfactor f_{rr}

$$f_{rr} = 1 / (1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w})$$

$$f_{rr} = 1 / (1 + \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 113,6^3 \cdot 0,102}{975 \cdot 987,70}) = 0,77$$

6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$

$q_n = 1,1 \cdot 15,0 \cdot 1,0 = 16,50$ kN/m^2

$Q_n = q_n \cdot D_o$

$Q_n = 16,50 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 4,13$ N/mm^1

7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p

$$q_p = q_n \cdot (1 + f_m \cdot \frac{H}{D_o})$$

$$q_p = 16,50 \cdot (1 + 0,3 \cdot \frac{1,0}{0,25}) = 36,30 \text{ kN/m}^2$$

$Q_p = q_p \cdot D_o$

$Q_p = 36,30 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 9,08$ N/mm^1

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$\kappa = 1 - \sin(\varphi) = 1 - \sin(22,5) = 0,617$

$$\upsilon = \frac{\kappa}{1+\kappa} = \frac{0,617}{1 + 0,617} = 0,38$$

$E_{100,norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,8} = 1,5 \cdot (16,50/100)^{0,8} = 0,35$ MN/m²

$$E_1 = E_{100,norm} / \frac{1 - \upsilon - 2\cdot\upsilon^2}{1 - \upsilon}$$

$$E_1 = 0,35 / \frac{1 - 0,38 - 2\cdot0,38^2}{1 - 0,38} = 0,67 \text{ MN/m}^2$$

$$z_{max} = 0,25 \cdot \frac{D_o}{E_1^{1,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{max} = 0,25 \cdot \frac{0,25}{0,67^{1,5} \cdot \sqrt{1,0/0,25}} = 0,057 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{max}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{max} \cdot k_{v,min}}}$$

$$q_k = 16,50 + \frac{\frac{0,02 \cdot 0,25}{0,057} \cdot (36,30 - 16,50)}{1 + \frac{36,30 - 16,50}{0,057 \cdot 0,0032 \cdot 10^6}} = 18,07 \text{ kN/m}^2$$

$Q_k = q_k \cdot D_o$

$Q_k = 18,07 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 4,52$ N/mm¹

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$q_v = 53,73$ kN/m²

$Q_v = q_v \cdot D_o$

$Q_v = 53,73 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 13,43$ N/mm¹

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{250 \cdot 0,005}{4 \cdot 975 \cdot 106.064.835,12}} = 0,0013 \text{ mm}^{-1}$$

11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1e en 2e jaar)

Zettingslengte L = 15.852 mm

$\lambda \cdot L = 0,0013 \cdot 15.852 = 20,90$

i = 0,900 (= 90,0 % inklemming)

$B_z = 0,000360$ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5)

$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$

$Q_z = 0,000360 \cdot 5,0 \cdot 250 \cdot 0,005 = 0,0022$ N/mm¹

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot (i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6})$$

$$Q_d = 0,0022 \cdot 0,0013 \cdot 15.852 \cdot (0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0013 \cdot 15.852}{6}) = 0,19 \text{ N/mm}^1$$

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$Q_z = B_z \cdot (f_v + 2{,}0 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$
$Q_z = 0{,}000360 \cdot (5{,}0 + 2{,}0 \cdot 0) \cdot 250 \cdot 0{,}005 = 0{,}0022$ N/mm^1

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot (i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6})$$

$$Q_d = 0{,}0022 \cdot 0{,}0013 \cdot 15.852 \cdot (0{,}900 + \frac{0{,}900 \cdot 0{,}0013 \cdot 15.852}{6}) = 0{,}19 \text{ N/mm}^1$$

13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen

Berekening evenwichtsdraagvermogen

$B = D_o = 0{,}25$ m
$B/L = 0{,}1$
$Z = h + D_o / 2 = 1{,}00 + 0{,}25 / 2 = 1{,}13$ m
$S_c = 0{,}2 \cdot B/L = 0{,}02$
$d_c = 0{,}4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0{,}4 \cdot \tan^{-1}(1{,}13/0{,}25) = 0{,}54$
$P_{we} = 0{,}85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$
$P_{we} = 0{,}85 \cdot 40 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0{,}02 + 0{,}54)$
$P_{we} = 272{,}86$ kN/m^2 $= 0{,}27$ N/mm^2
$P_{weDo} = P_{we} \cdot D_o = 0{,}27 \cdot 250{,}00 = 68{,}21$ N/mm^1

Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen

Situatie 1e en 2e jaar			*Conclusie:*
Q_k	= 4,52	N/mm^1	Geen aanpassing
Q_v	= 13,43	N/mm^1	van Q_d nodig
Q_d	= 0,19	N/mm^1 +	
Σ	= 18,14	N/mm^1	

Situatie na 2 jaar			*Conclusie:*
Q_n	= 4,13	N/mm^1	Geen aanpassing
Q_v	= 13,43	N/mm^1	van Q_d nodig
Q_d	= 0,19	N/mm^1 +	
Σ	= 17,75	N/mm^1	

14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1e en 2e jaar)

Moment t.g.v. Q_k en Q_v

$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$
$M_q = 0{,}177 \cdot (4{,}52 + 13{,}43) \cdot 113{,}60$
$M_q = 360{,}92$ Nmm/mm^1

Moment t.g.v. Q_d

$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$
$M_{qd} = 0{,}122 \cdot 0{,}19 \cdot 113{,}60$
$M_{qd} = 2{,}63$ Nmm/mm^1

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$
$\sigma_q = 0{,}77 \cdot (360{,}92 + 2{,}63) / 86{,}64 =$ **3,24** N/mm^2

15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)

Moment t.g.v. Q_n en Q_v

$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$
$M_q = 0{,}177 \cdot (4{,}13 + 13{,}43) \cdot 113{,}60$
$M_q = 353{,}03$ Nmm/mm^1

Moment t.g.v. Q_d

$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$
$M_{qd} = 0{,}122 \cdot 0{,}19 \cdot 113{,}60$
$M_{qd} = 2{,}63$ Nmm/mm^1

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$
$\sigma_q = 0{,}77 \cdot (353{,}03 + 2{,}63) / 86{,}64 =$ **3,17** N/mm^2

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0{,}0192 \cdot 5{,}0 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0{,}005}{22{,}8}} = \mathbf{0{,}04}\ \text{N/mm}^2$$

17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 2{,}0 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0{,}0192 \cdot (5{,}0 + 2{,}0 \cdot 0) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0{,}005}{22{,}8}} = \mathbf{0{,}04}\ \text{N/mm}^2$$

18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

$$\sigma_{ax} = \Delta_t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0{,}00016 \cdot 975 = \mathbf{1{,}56}\ \text{N/mm}^2$$

19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht

Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt:
$i_x = 1$, $i_y = 0$, $i_{xp} = 1$, $i_{yp} = 0$

20. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{987{,}70}{227{,}2^3} = 0{,}0821\ \text{N/mm}^2 = \mathbf{82{,}11}\ \text{kN/m}^2$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2** kN/m^2

21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$
Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1{,}5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \upsilon^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1{,}5 \cdot (1 - 0{,}4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975{,}00 \cdot 987{,}70}{227{,}20^3} = 1{,}56\ \text{N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0{,}4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350{,}00 \cdot 987{,}70}{227{,}20^3} = 0{,}28\ \text{N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07** m grondwater boven de leiding

22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

$$\delta_Y = \frac{(0{,}089 \cdot Q - 0{,}095 \cdot Q_{n;h} + 0{,}048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0{,}089 \cdot (Q_n + \tfrac{1}{2} \cdot Q_v) - 0{,}095 \cdot (1 - \sin\varphi) \cdot (Q_n + \tfrac{1}{2} \cdot Q_v) + 0{,}048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0{,}089 \cdot (4{,}13 + \tfrac{1}{2} \cdot 13{,}43) - 0{,}095 \cdot (1 - \sin(22{,}5°)) \cdot (4{,}13 + \tfrac{1}{2} \cdot 13{,}43) + 0{,}048 \cdot 0{,}19) \cdot 113{,}60^3}{350 \cdot 987{,}70} = \mathbf{1{,}43}\ \text{mm}\ (= 0{,}63\%)$$

Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · D_g = 0,08 · 0,8 · 227,20 = **14,54** mm

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1e en 2e jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

$\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 3,24 =$ **2,11** N/mm^2

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$

$\sigma_x = 1,91 + 0,65 \cdot 0,04 + 1,56 =$ **3,50** N/mm^2

Toelaatbare spanning = $\overline{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,80 =$ **6,40** N/mm^2

24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

$\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 3,17 =$ **2,06** N/mm^2

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$

$\sigma_x = 1,91 + 0,65 \cdot 0,04 + 1,56 =$ **3,50** N/mm^2

Toelaatbare spanning = $\overline{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,80 =$ **6,40** N/mm^2

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 3.1 ©

Algemene gegevens

Naam van het project : Bergen op Zoom
Projectonderdeel : Blusleiding HDPE SDR11 dia. 250 Sterkteberekening open sleuf Drukloos
Importantiefactor S : 0,8

Materiaalgegevens

Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm^2
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\overline{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm^2
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm^2
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm^2
Lineaire uitzettingscoefficiënt	α_g	= 16,0·10^{-5}	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%

Leidinggegevens

Uitwendige middellijn	D_e	= **250,00**	mm
Wanddikte	d_n	= **22,8**	mm

Geen bocht aanwezig

Procesgegevens

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos) = Drukloos

Aanleggegevens

Ligging: Kruising met een waterstaatswerk

Zettingslengte	L	= 15.852	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,0	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Uitvoeringszakkingverschil	f_v	= 5,0	mm
Zettingsverschil	f_z	= 0	mm
Klinkpercentage	μ	= 0,02	%
Marstonfactor	f_m	= 0,3	-

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: Niet Verheeld

Hoogteverschil kruin-maaiveld	H_{werk}	= 3,2	m

07-04-2022 08:51:57

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Grondmechanische gegevens

Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 15,0	kN/m^3
Inwendige wrijvingshoek grond	φ	= 22,5	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m^2
Ongedraineerde schuifsterkte	c_u	= 40	kN/m^2
Minimale verticale beddingconstante	$k_{v,min}$	= 0,0032	N/mm^3
Gemiddelde verticale beddingconstante	$k_{v,gem}$	= 0,005	N/mm^3
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 1,5	MN/m^2
Niet rekenen met horizontale steundruk			
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	

Verkeersbelasting

Grafiek I: Fatique Load Model 3

Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 106.064.835,12	mm^4
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm^3
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm^4/mm^1
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm^3/mm^1

2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan

Leiding is drukloos: Controle is niet mogelijk.

3. Berekening van de veiligheidszone

Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} = 4 \cdot 3,20 = 12,80$ m

4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk

Leiding is drukloos:
$\sigma_p = 0,00$ N/mm²

5. Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:
$f_{rr} = 1,00$

6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$
$q_n = 1,1 \cdot 15,0 \cdot 1,0 = 16,50$ kN/m²
$Q_n = q_n \cdot D_o$
$Q_n = 16,50 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 4,13$ N/mm¹

7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p

$$q_p = q_n \cdot \left(1 + f_m \cdot \frac{H}{D_o} \right)$$

$$q_p = 16,50 \cdot \left(1 + 0,3 \cdot \frac{1,0}{0,25} \right) = 36,30 \text{ kN/m}^2$$

$Q_p = q_p \cdot D_o$
$Q_p = 36,30 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 9,08$ N/mm¹

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$\kappa = 1 - \sin(\varphi) = 1 - \sin(22,5) = 0,617$

$$\upsilon = \frac{\kappa}{1+\kappa} = \frac{0,617}{1 + 0,617} = 0,38$$

$E_{100,norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,8} = 1,5 \cdot (16,50/100)^{0,8} = 0,35$ MN/m²

$$E_1 = E_{100,norm} / \frac{1 - \upsilon - 2\cdot\upsilon^2}{1 - \upsilon}$$

$$E_1 = 0,35 / \frac{1 - 0,38 - 2\cdot0,38^2}{1 - 0,38} = 0,67 \text{ MN/m}^2$$

$$z_{max} = 0,25 \cdot \frac{D_o}{E_1^{1,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{max} = 0,25 \cdot \frac{0,25}{0,67^{1,5} \cdot \sqrt{1,0/0,25}} = 0,057 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{max}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{max} \cdot k_{v,min}}}$$

$$q_k = 16,50 + \frac{\frac{0,02 \cdot 0,25}{0,057} \cdot (36,30 - 16,50)}{1 + \frac{36,30 - 16,50}{0,057 \cdot 0,0032 \cdot 10^6}} = 18,07 \text{ kN/m}^2$$

$Q_k = q_k \cdot D_o$

$Q_k = 18,07 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 4,52$ N/mm¹

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$q_v = 53,73$ kN/m²

$Q_v = q_v \cdot D_o$

$Q_v = 53,73 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 13,43$ N/mm¹

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{250 \cdot 0,005}{4 \cdot 975 \cdot 106.064.835,12}} = 0,0013 \text{ mm}^{-1}$$

11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1e en 2e jaar)

Zettingslengte L = 15.852 mm

$\lambda \cdot L = 0,0013 \cdot 15.852 = 20,90$

i = 0,900 (= 90,0 % inklemming)

$B_z = 0,000360$ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5)

$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$

$Q_z = 0,000360 \cdot 5,0 \cdot 250 \cdot 0,005 = 0,0022$ N/mm¹

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot (i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6})$$

$$Q_d = 0,0022 \cdot 0,0013 \cdot 15.852 \cdot (0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0013 \cdot 15.852}{6}) = 0,19 \text{ N/mm}^1$$

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$Q_z = B_z \cdot (f_v + 2{,}0 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$
$Q_z = 0{,}000360 \cdot (5{,}0 + 2{,}0 \cdot 0) \cdot 250 \cdot 0{,}005 = 0{,}0022$ N/mm^1

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot (i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6})$$

$$Q_d = 0{,}0022 \cdot 0{,}0013 \cdot 15.852 \cdot (0{,}900 + \frac{0{,}900 \cdot 0{,}0013 \cdot 15.852}{6}) = 0{,}19 \text{ N/mm}^1$$

13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen

Berekening evenwichtsdraagvermogen

$B = D_o = 0{,}25$ m
$B/L = 0{,}1$
$Z = h + D_o / 2 = 1{,}00 + 0{,}25 / 2 = 1{,}13$ m
$S_c = 0{,}2 \cdot B/L = 0{,}02$
$d_c = 0{,}4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0{,}4 \cdot \tan^{-1}(1{,}13/0{,}25) = 0{,}54$
$P_{we} = 0{,}85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$
$P_{we} = 0{,}85 \cdot 40 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0{,}02 + 0{,}54)$
$P_{we} = 272{,}86$ kN/m^2 $= 0{,}27$ N/mm^2
$P_{weDo} = P_{we} \cdot D_o = 0{,}27 \cdot 250{,}00 = 68{,}21$ N/mm^1

Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen

Situatie 1e en 2e jaar			*Conclusie:*
Q_k	= 4,52	N/mm^1	Geen aanpassing
Q_v	= 13,43	N/mm^1	van Q_d nodig
Q_d	= 0,19	N/mm^1 +	
Σ	= 18,14	N/mm^1	

Situatie na 2 jaar			*Conclusie:*
Q_n	= 4,13	N/mm^1	Geen aanpassing
Q_v	= 13,43	N/mm^1	van Q_d nodig
Q_d	= 0,19	N/mm^1 +	
Σ	= 17,75	N/mm^1	

14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1e en 2e jaar)

Moment t.g.v. Q_k en Q_v

$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$
$M_q = 0{,}138 \cdot (4{,}52 + 13{,}43) \cdot 113{,}60$
$M_q = 281{,}40$ Nmm/mm^1

Moment t.g.v. Q_d

$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$
$M_{qd} = 0{,}083 \cdot 0{,}19 \cdot 113{,}60$
$M_{qd} = 1{,}79$ Nmm/mm^1

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$
$\sigma_q = 1{,}00 \cdot (281{,}40 + 1{,}79) / 86{,}64 =$ **3,27** N/mm^2

15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)

Moment t.g.v. Q_n en Q_v

$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$
$M_q = 0{,}138 \cdot (4{,}13 + 13{,}43) \cdot 113{,}60$
$M_q = 275{,}24$ Nmm/mm^1

Moment t.g.v. Q_d

$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$
$M_{qd} = 0{,}083 \cdot 0{,}19 \cdot 113{,}60$
$M_{qd} = 1{,}79$ Nmm/mm^1

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$
$\sigma_q = 1{,}00 \cdot (275{,}24 + 1{,}79) / 86{,}64 =$ **3,20** N/mm^2

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0{,}0192 \cdot 5{,}0 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0{,}005}{22{,}8}} = \mathbf{0{,}04}\ \text{N/mm}^2$$

17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 2{,}0 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0{,}0192 \cdot (5{,}0 + 2{,}0 \cdot 0) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0{,}005}{22{,}8}} = \mathbf{0{,}04}\ \text{N/mm}^2$$

18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$\sigma_{ax} = \mathbf{0}$ N/mm^2

19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht

Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt:

$i_x = 1$, $i_y = 0$, $i_{xp} = 1$, $i_{yp} = 0$

20. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{987{,}70}{227{,}2^3} = 0{,}0821\ \text{N/mm}^2 = \mathbf{82{,}11}\ \text{kN/m}^2$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2** kN/m^2

21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1{,}5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \upsilon^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1{,}5 \cdot (1 - 0{,}4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975{,}00 \cdot 987{,}70}{227{,}20^3} = 1{,}56\ \text{N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0{,}4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350{,}00 \cdot 987{,}70}{227{,}20^3} = 0{,}28\ \text{N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07** m grondwater boven de leiding

22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

$$\delta_Y = \frac{(0{,}089 \cdot Q - 0{,}095 \cdot Q_{n;h} + 0{,}048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0{,}089 \cdot (Q_n + \tfrac{1}{2} \cdot Q_v) - 0{,}095 \cdot (1 - \sin\varphi) \cdot (Q_n + \tfrac{1}{2} \cdot Q_v) + 0{,}048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0{,}089 \cdot (4{,}13 + \tfrac{1}{2} \cdot 13{,}43) - 0{,}095 \cdot (1 - \sin(22{,}5°)) \cdot (4{,}13 + \tfrac{1}{2} \cdot 13{,}43) + 0{,}048 \cdot 0{,}19) \cdot 113{,}60^3}{350 \cdot 987{,}70} = \mathbf{1{,}43}\ \text{mm}\ (= 0{,}63\%)$$

Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · D_g = 0,08 · 0,8 · 227,20 = **14,54** mm

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1e en 2e jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

$\sigma_{y2} = 0{,}65 \cdot 3{,}27 =$ **2,12** N/mm^2

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$\sigma_x = \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx}$

$\sigma_x = 0{,}65 \cdot 0{,}04 =$ **0,03** N/mm^2

Toelaatbare spanning = $\overline{\sigma}_t \cdot S = 8{,}00 \cdot 0{,}80 =$ **6,40** N/mm^2

24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

$\sigma_{y2} = 0{,}65 \cdot 3{,}20 =$ **2,08** N/mm^2

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$\sigma_x = \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx}$

$\sigma_x = 0{,}65 \cdot 0{,}04 =$ **0,03** N/mm^2

Toelaatbare spanning = $\overline{\sigma}_t \cdot S = 8{,}00 \cdot 0{,}80 =$ **6,40** N/mm^2

3.1.8.0/05-2021/28-5534336-3

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

VI

BIJLAGE: ONTWERP HEMELWATERAFVOER

Witteveen + Bos



Voorontwerp HWA- en VWA-riool van NL12b, 14, 15 en 16 en MCT

Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics

15 april 2022

Project	Voorontwerp HWA- en VWA-riool van NL12b, 14, 15 en 16 en MCT
Opdrachtgever	Mepavex Logistics
Document	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.484
Projectcode	115018
Projectleider	
Projectdirecteur	
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Algemeen 5
1.2 Doelstelling 6
1.3 Leeswijzer 6

2 UITGANGSPUNTEN 7

2.1 Noordland 12-16 7
2.2 MCT 7
2.3 Riolering 7
2.4 Oliebezinkafscheider 8

3 MCT 9

3.1 Algemeen 9
3.2 Ontwerp HWA 9
3.3 Toetsing ontwerp HWA 11
3.4 Ontwerp VWA 12

4 NOORDLAND 12B EN NOORDLAND 14-15-16 13

4.1 Algemeen 13
4.2 Ontwerp HWA 13
4.2.1 Noordland 12B 14
4.2.2 Ontwerp Noordland 14, 15 en 16 16
4.3 Ontwerp VWA 18

5 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN 19

5.1 Conclusie 19
5.2 Aanbevelingen 19

Laatste pagina 19

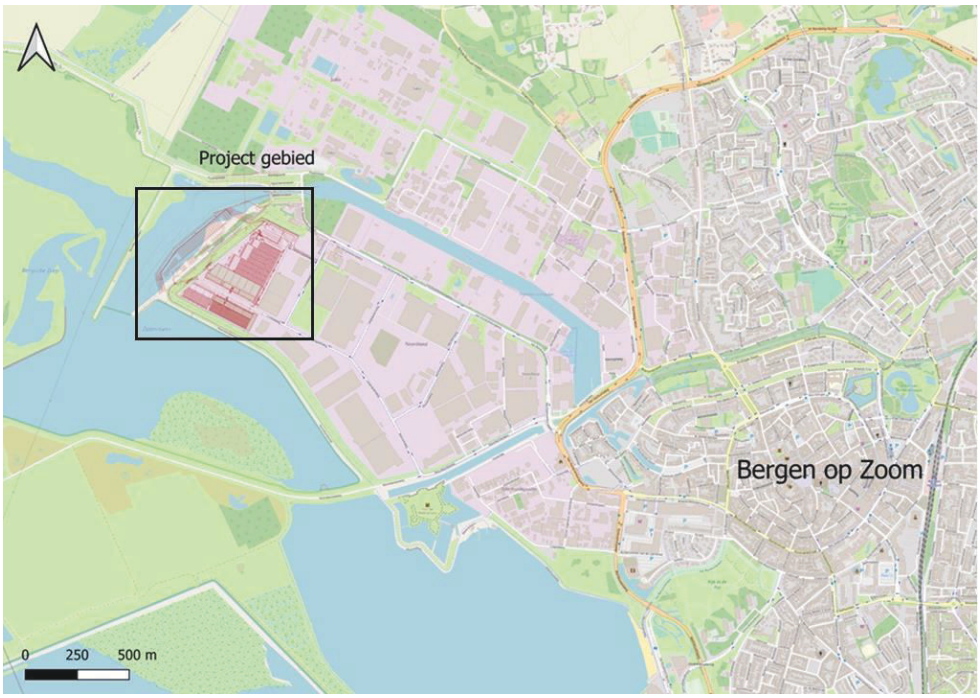
1

INLEIDING

1.1 Algemeen

Mepavex Logistics B.V. realiseert een nieuwe containerterminal genaamd Markiezaat Container Terminal (afgekort MCT) en een uitbreiding van de bedrijfslocaties 12-16 van Mepavex Logistics op het bedrijventerrein Noordland te Bergen op Zoom. Deze ontwikkelingen volgen uit de groeiende capaciteitsvraag. Om deze groeiende vraag te kunnen faciliteren is een uitbreiding van de havencapaciteit en faciliteiten noodzakelijk. Hierdoor kan de verwachte groei van bedrijvigheid en de bijbehorende vraag naar overslagcapaciteit opgevangen worden.

Afbeelding 1.1 Ligging projectgebied ten opzichte van Bergen op Zoom



Afbeelding 1.2 toont de inrichting van de terminal en bijbehorende magazijnen. Op de terminal is een kantoorgebouw en een portiersgebouw gepland. Daarnaast wordt bij de bestaande gebouwen Noordland 12 en 13 de gebouwen Noordland 12B, 14, 15 en 16 gepland. Voor de terminal en de nieuwbouw dient een hemelwater- (HWA) en een vuilwaterafvoer (VWA) ontworpen te worden. Om de bestaande gebouwen Noordland 12 en 13 is op dit moment al verharding en bijbehorend riool (HWA en VWA) aanwezig.

Afbeelding 1.2 Overzicht inrichting projectgebied



1.2 Doelstelling

Dit rapport beschrijft het ontwerp van het HWA- en VWA-riool behorende bij het project Markiezaat Container Terminal van Mepavex Logistics.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten bij het ontwerp uiteengezet. In hoofdstuk 3 is het ontwerp van de terminal beschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft het ontwerp van de gebouwen Noordland en hoofdstuk 5 presenteert de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

2

UITGANGSPUNTEN

2.1 Noordland 12-16

Voor Noordland 12-16 gelden de volgende uitgangspunten:
- ter plaatse van Noordland 12-16 ligt het maaiveld op circa NAP +1,5 m;
- in de polder is de waterstand niet bekend. Bij het veldonderzoek in november 2019 is een waterstand van NAP 0 m waargenomen;
- het van het terrein afstromend hemelwater dient via een oliebezinkafscheider (OBAS) af te voeren naar het oppervlaktewater. Dakwater mag direct afgevoerd worden op het oppervlaktewater;
- het dakwater van Noordland 12-16 mag rechtstreeks naar de nabijgelegen A-watergang afvoeren;
- de terreinafwatering van Noordland 12-16 en de laadkuilen dienen via een OBAS naar het oppervlaktewater afgevoerd te worden;
- de terreinafwatering is als geheel af te sluiten in het geval van een calamiteit;
- de vuilwaterafvoer dient op het gemeentelijk riool aangesloten te worden.

2.2 MCT

Voor de MCT gelden de volgende uitgangspunten:
- het terrein wordt voorzien van een klinkerverharding. De wegen zijn voorzien van asfalt;
- de terminal krijgt een minimale hoogte van NAP +3,28 m;
- de waterstand is maximaal NAP +1,2 m. In de dagelijkse situatie varieert het waterpeil tussen NAP -0,1 en NAP +0,2 m;
- de terminal krijgt een omgekeerd dakprofiel. Bij het laagste punt wordt het afstromend hemelwater opgevangen in een afwateringsgoot;
- de verhardingen krijgen een afschot van 1 %;
- het van het terrein afstromend hemelwater dient via een oliebezinkafscheider (OBAS) af te voeren naar het oppervlaktewater. Dakwater mag direct afgevoerd worden op het oppervlaktewater;
- MCT heeft drie bodembeschermende voorzieningen (calamiteitenplaats, tankplaats en een locatie voor het be- en ontgassen van containers). Deze voorzieningen voeren via een aparte OBAS af op het oppervlaktewater. De aparte afvoeren van deze vloeistofdichte vloeren dienen met een plaatafsluiter tijdens een incident afsluitbaar te zijn;
- de hemelwaterafvoer dient op de MCT een bergingscapaciteit van 400 m^3 te hebben. Hiertoe dient de afvoer afsluitbaar te zijn;
- op de MCT bevindt zich een kantoorgebouw. Het vuilwaterriool dient te worden aangesloten op het riool dat afvoert naar Noordland 12-16 en is vervolgens aangesloten op het gemeentelijk riool. De dakafvoer sluit aan op de hemelwaterafvoer van de MCT.

2.3 Riolering

Voor het rioolontwerp zijn de volgende uitgangspunten toegepast:
- leidingen met een diameter tot en met 315 mm wordt uitgevoerd in PVC. Grotere leidingen worden uitgevoerd in beton;

- rioolleidingen hebben een minimale dekking van 1 m;
- maximale putafstand is 100 m;
- putten worden geplaatst op iedere hoekverdraaiing;
- leidingen van de hemelwaterafvoer worden vlak aangelegd;
- leiding van de vuilwaterafvoer krijgen een afschot van 1:500;
- de hemelwaterafvoer heeft voldoende capaciteit om de standaardneerslaggebeurtenis 08 uit de Kennisbank Stedelijk Water geen water-op-straat te berekenen. De bui heeft een herhalingstijd van twee jaar.

2.4 Oliebezinkafscheider

De oliebezinkafscheider (OBAS) zorgt ervoor dat lichte minerale vloeistoffen gescheiden worden van het water. Hierdoor wordt voorkomen dat er restanten van olie, benzine, diesel, etc. in het milieu terecht kunnen komen. Een OBAS dient te voldoen aan de NEN-EN 858-1 en -2. Op basis van de rekentool beschikbaar gesteld door het Kenniscentrum InfoMil is de benodigde capaciteit van de OBAS bepaald. Hieruit komt naar voren dat een afvoercapaciteit van 150 l/s/ha benodigd is. De OBAS dient makkelijk bereikbaar te zijn voor controle, onderhoud en reiniging. Het leeghalen en reinigen gebeurt meestal met een grote vrachtwagen. Er zijn verschillende leveranciers van OBAS. Tabel 2.1 geeft veelvoorkomende capaciteiten.

Tabel 2.1 Overzicht kenmerken OBAS

Diameter put (mm)	Afvoercapaciteit (l/s)	Maximaal toestromend oppervlak o.b.v. 150 l/s/ha (m^2)
250	30	2.000
300	40	2.667
300	50	3.333
300	65	4.333
300	80	5.333
300	100	6.667
400	140	9.333

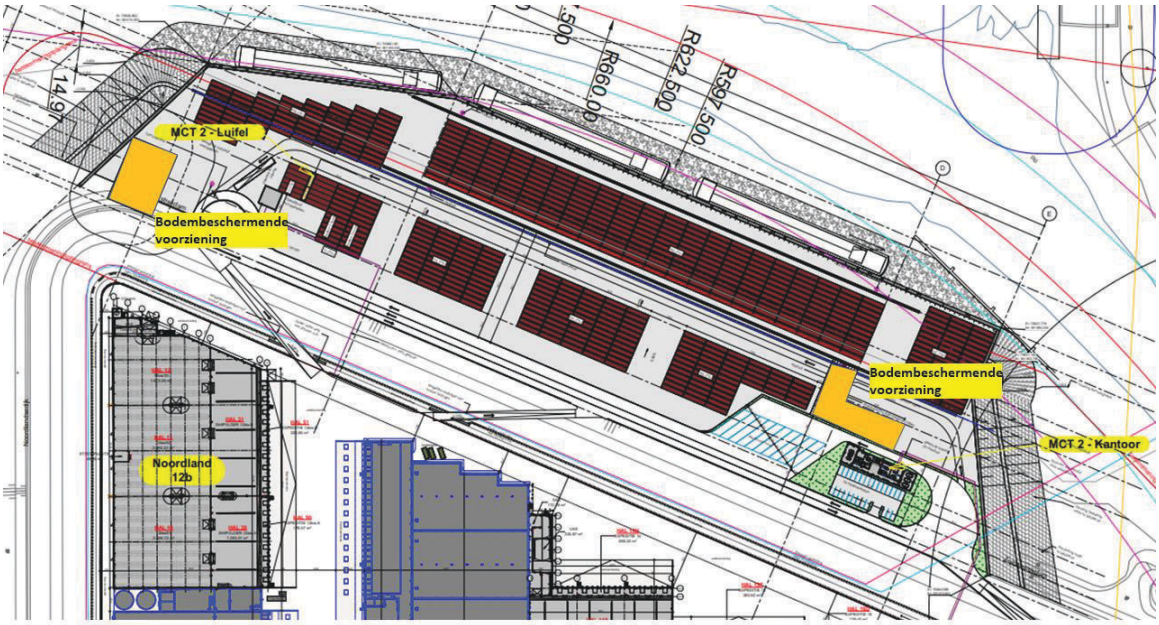
3

MCT

3.1 Algemeen

Afbeelding 3.1 toont een overzicht van de MCT. De afbeelding toont de locatie van de bodembeschermende voorzieningen en het kantoor. De terminal heeft een lengte van circa 450 m en een breedte van 110 m.

Afbeelding 3.1 Overzicht MCT



3.2 Ontwerp HWA

Afbeelding 3.1 toont het ontwerp van de HWA. De HWA bestaat uit een hoofdleiding met een diameter van 1.000 mm. Deze hoofdleiding voert het hemelwater af op het oppervlaktewater door middel van een doorvoer door de kademuur.

Parallel aan de hoofdleiding ligt een leiding met een diameter van 300 mm. Deze leidingen voeren af op de OBAS-installaties. De OBAS-installaties voeren af op de hoofdleiding;
- op vijf OBAS-installaties is een oppervlak van 9.200 m^2 aangesloten. Hierdoor dienen de installaties een capaciteit van 140 l/s te hebben;
- op één OBAS-installatie is 5.000 m^2 aangesloten. Deze installatie dient een capaciteit van 80 l/s te krijgen.

Verder worden in het stelsel twee plaatafsluiters geplaatst:
- ter plaatse van de bodembeschermende voorzieningen;

- ter plaatse van de uitstroom naar het oppervlaktewater.

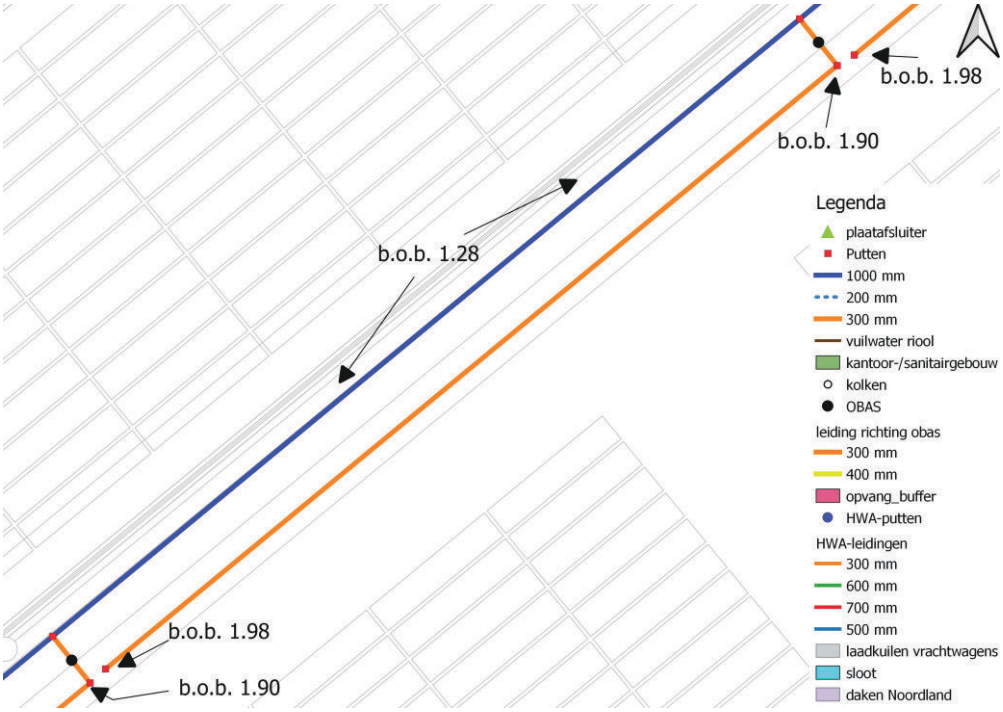
Afbeelding 3.2 Overzicht ontwerp HWA MCT



MCT dient een bluswateropvang van 400 m^3 te hebben. Hiervoor wordt de afvoerleiding ingezet. Door deze leiding een diameter van 1.000 mm te geven, krijgt de leiding voldoende bergingscapaciteit.

Afbeelding 3.3 toont hoe de parallel leiding via een OBAS aangesloten is. Dit principe is voor alle aansluitingen toegepast. Het maaiveld ter plaatse van de hoofdafvoerleiding ligt op NAP +3,28 m. Bij een dekking van 1 m heeft de leiding een b.o.b. van NAP +1,28 m. De parallelleiding ligt onder een afschot van 1:500. De bo.b. van deze leiding loopt van NAP +1,98 m naar NAP +1,90 m.

Afbeelding 3.3 Overzicht aansluiting parallel riool op hoofdafvoerleiding



Het dakwater van het kantoor dient op de hoofdafvoerleiding aangesloten te worden. Afbeelding 3.4 geeft de aansluiting weer. Ter plaatse van de kruising met de parallelleiding dient de dakafvoer verlaagd te worden.

Afbeelding 3.4 Aansluiting HWA van het kantoor op hoofdafvoerleiding



3.3 Toetsing ontwerp HWA

Om te bepalen of het ontwerp voldoet aan het uitgangspunt van geen water-op-straat bij standaardneerslaggebeurtenis 08 uit de Kennisbank Stedelijk Water zijn hydrodynamische berekeningen gemaakt in Infoworks ICM. Afbeelding 3.5 toont het toetsingsresultaat. Er wordt geen water-op-straat berekend. Het ontwerp voldoet daarmee aan dit uitgangspunt.

Afbeelding 3.5 Berekende stijghoogtes voor ontwerp HWA MCT bij standaard neerslaggebeurtenis 08



3.4 Ontwerp VWA

Afbeelding 3.6 toont de aansluiting van de VWA van het kantoor op de afvoerleiding naar de afvoerleiding van Noordland 12-16. Vooralsnog is het onduidelijk op welke locatie de VWA het kantoorgebouw verlaat. Dit dient in een later stadium nader beschouwd te worden.

Afbeelding 3.6 Overzicht aansluiting VWA op afvoerleiding naar Noordland 12-16



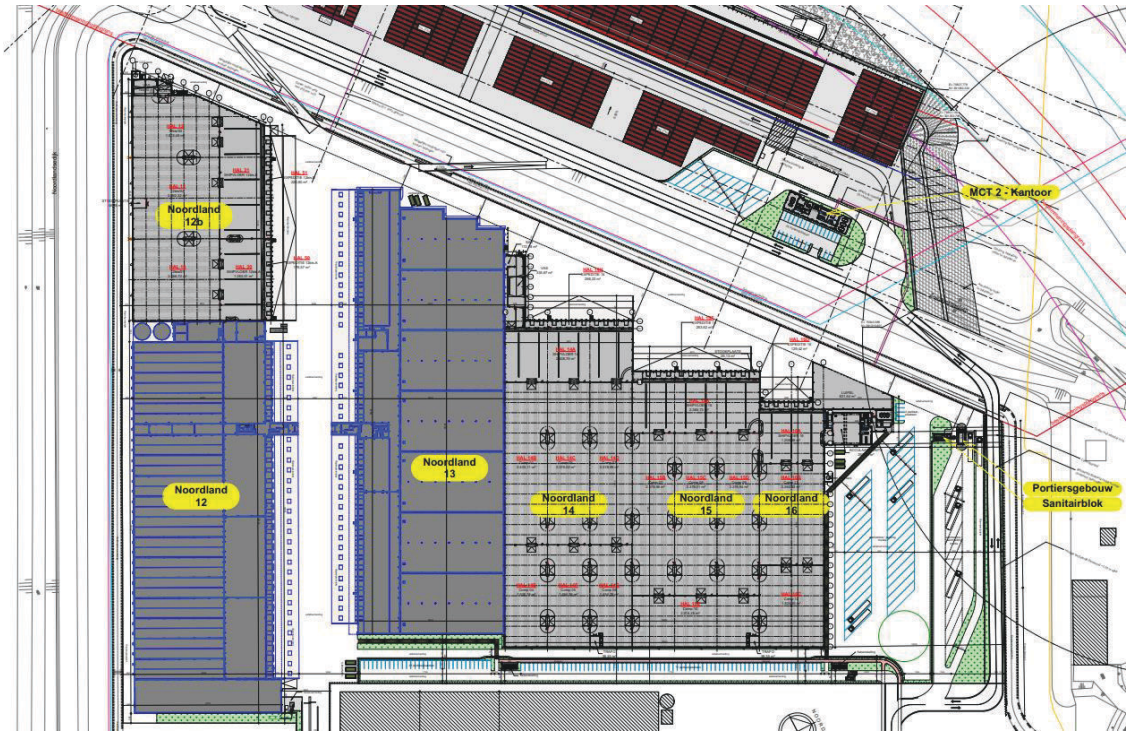
4

NOORDLAND 12B EN NOORDLAND 14-15-16

4.1 Algemeen

Afbeelding 4.1 toont de ligging van de logistieke gebouwen Noordland 12B en Noordland 14-15-16. De gebouwen Noordland 12 en 13 met bijbehorende terreinafwatering is reeds gerealiseerd. Om het terrein ligt een A-watergang. Deze watergang is in beheer bij het Waterschap Brabantse Delta. Het waterschap heeft aangegeven dat elke afvoer op de watergang een afsluiter dient te hebben.

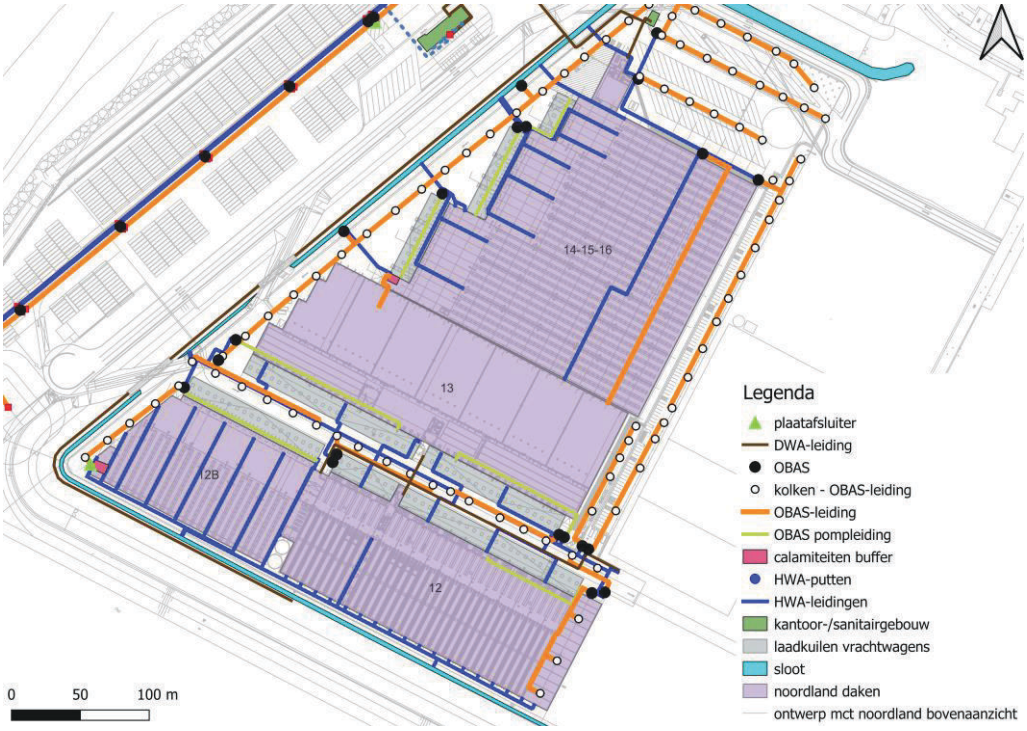
Afbeelding 4.1 Overzicht Noordland 12B en Noordland 14-15-16



4.2 Ontwerp HWA

Voor de logistieke gebouwen Noordland 12B en Noordland 14-15-16 en bijbehorende infrastructuur is de HWA ontworpen die in vorm aansluit op de bestaande stelsels van de gebouwen Noordland 12 en 13. Het dakwater kan direct afgevoerd worden naar de naastgelegen A-watergang. Het hemelwater van de loading docks en wegen voeren via OBAS af op de watergang.

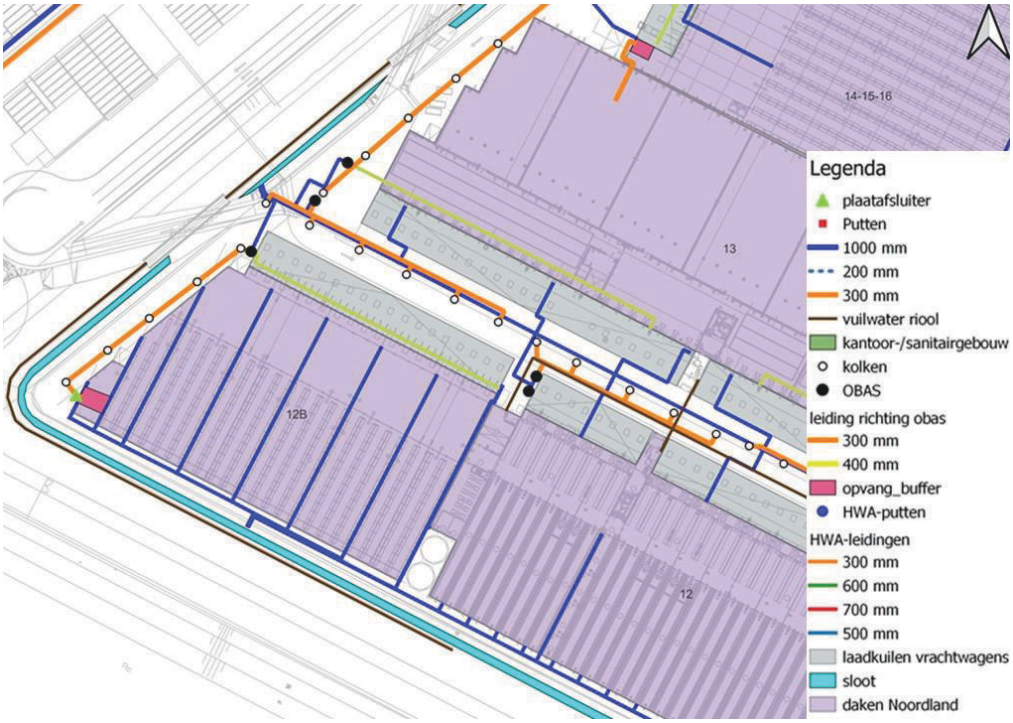
Afbeelding 4.2 Overzicht type leidingen van het ontworpen HWA-systeem



4.2.1 Noordland 12B

Afbeelding 4.3 toont het ontwerp voor Noordland 12B in meer detail. Bij het ontwerp is rekening gehouden met de HWA van Noordland 12 en 13. De loading docks voeren met een pomp af op een OBAS. De wegen zijn ook op een OBAS aangesloten. De OBAS-installaties sluiten aan op de afvoerleiding naar de naastgelegen watergang. De dakafvoeren sluiten direct op de watergang aan.

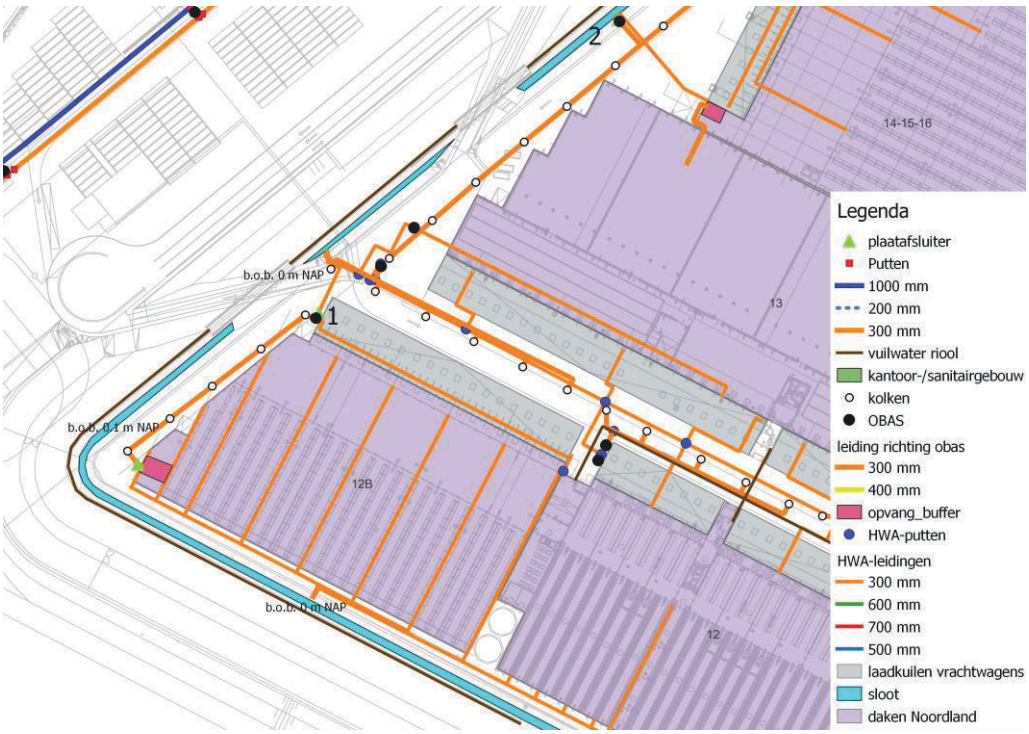
Afbeelding 4.3 Ontwerp HWA Noordland 12B



Afbeelding 4.4 toont de afmetingen van de leidingen. Alle HWA-leidingen hebben een diameter van 300 mm. Op de noordwesthoek van het Noordland 12B is een opvangbuffer. De buffer heeft een plaatafsluiter. In de afbeelding zijn meerdere bestaande OBAS-installaties aangegeven. Voor de nieuwe OBAS-installaties geldt:

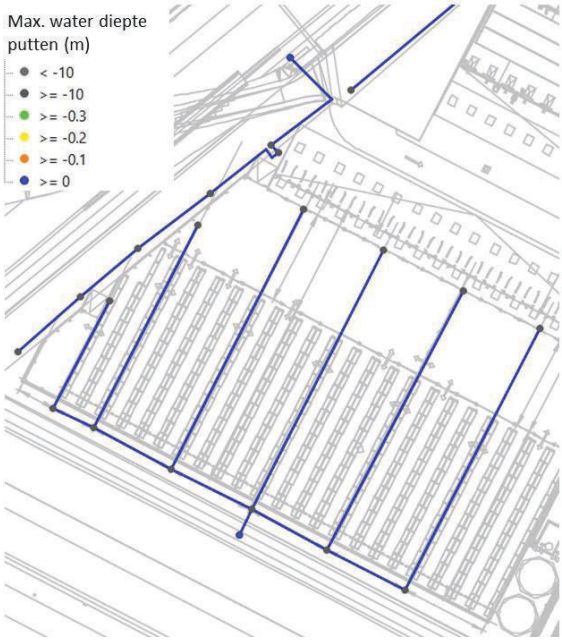
1 de OBAS op de noordhoek van Noordland 12B heeft een capaciteit van 50 l/s;
2 de OBAS in het uiterste noorden dient heeft capaciteit van 100 l/s.

Afbeelding 4.4 Dimensionering HWA Noordland 12B



Het ontwerp is getoetst met hydrodynamische berekeningen gemaakt in Infoworks ICM. Conform de uitgangspunten mag geen water-op-straat berekend worden bij standaard neerslaggebeurtenis 08. Afbeelding 4.5 toont het toetsingsresultaat. Er wordt bij de bui geen water-op-straat berekend.

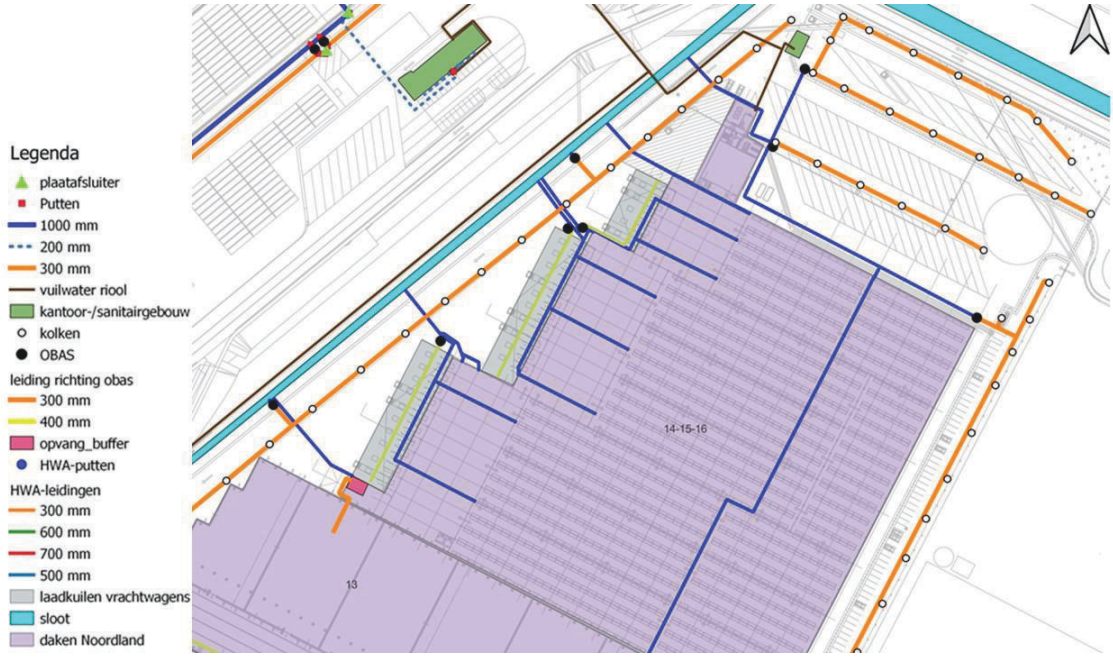
Afbeelding 4.5 Berekende stijghoogtes voor ontwerp HWA Noordland 12B bij standaard neerslaggebeurtenis 08



4.2.2 Ontwerp Noordland 14, 15 en 16

Afbeelding 4.6 toont het ontwerp voor Noordland 14-15-16 in meer detail. Het dakwater wordt direct naar de naastgelegen watergang afgevoerd. De loading docks en de wegen voeren via een OBAS af op de watergang. De loading docks voeren met een pompsysteem af op de OBAS.

Afbeelding 4.6 Ontwerp HWA rond Noordland 14-15-16



De HWA-leidingen van de wegen en loading docks hebben over het algemeen een diameter van 300 mm. De uitzondering hierop zijn:

- de dakafvoer heeft een diameter van 700 mm;

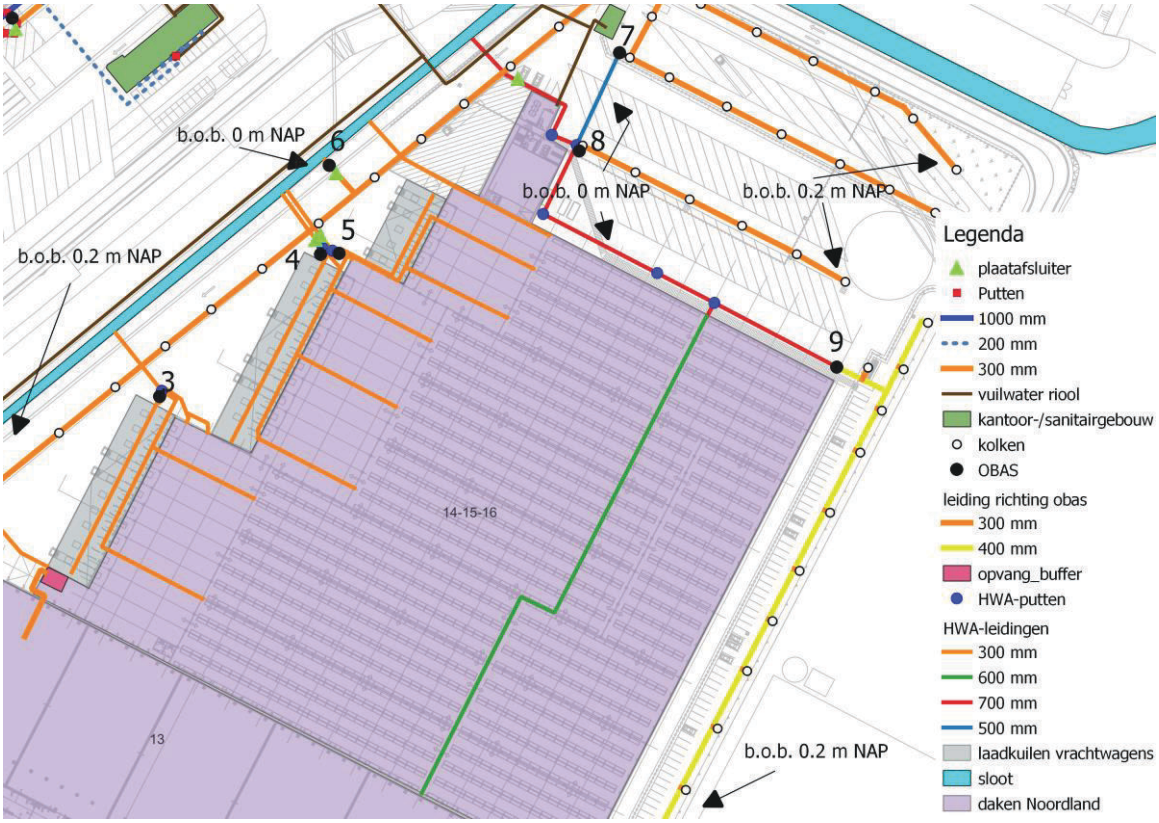
- in het oosten heeft de weg een diameter van 400 mm;
- de verbindingsbuis vanaf OBAS 7 heeft een diameter van 500 mm.

Tabel 4.1 geeft de benodigde capaciteit voor de OBAS-installaties.

Tabel 4.1 Benodigde capaciteit OBAS-installaties

OBAS	Capaciteit (l/s)
3	15
4	15
5	10
6	80
7	140
8	100
9	80

Afbeelding 4.7 Overzicht dimensionering ontwerp HWA Noordland 14-15-16



Het ontwerp is getoetst met hydrodynamische berekeningen gemaakt in Infoworks ICM. Conform de uitgangspunten mag geen water-op-straat berekend worden bij standaard neerslaggebeurtenis 08. Afbeelding 4.5 toont het toetsingsresultaat. Er wordt bij de bui geen water-op-straat berekend.

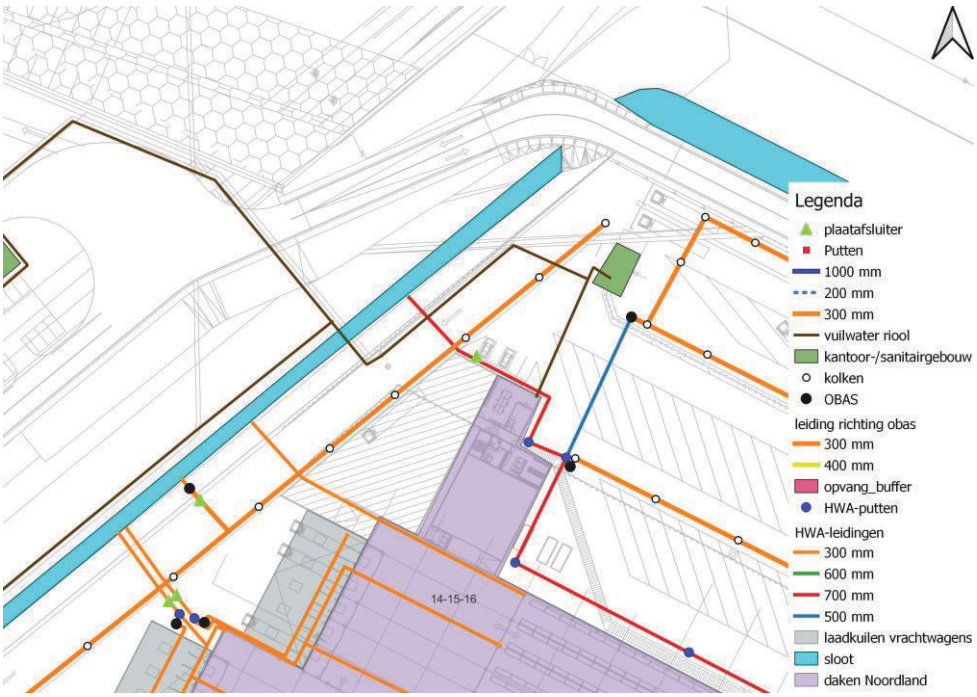
Afbeelding 4.8 Berekende stijghoogtes voor ontwerp HWA Noordland 14-15-16 bij standaard neerslaggebeurtenis 08



4.3 Ontwerp VWA

Het portiersgebouw (sanitairblok) en kantoordeel van 14-15-16 hebben een VWA-aansluiting. Deze is te zien in afbeelding 4.9. Ter hoogte van kruisende HWA-leidingen zal één van de twee leidingen lager gelegd moeten worden. Het Noordland 12B kent geen aansluiting op het VWA.

Afbeelding 4.9 Ontwerp VWA-leidingen



5

CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

5.1 Conclusie

In dit rapport is het ontwerp voor de hemelwater- en vuilwaterafvoer van Noordland 12B en 14-15-16 en de MCT beschreven. Het van het terrein afstromend hemelwater dient via een oliebezinkafscheider (OBAS) naar het oppervlaktewater gevoerd te worden. Het dakwater mag direct naar het oppervlaktewater afgevoerd worden.

Op de MCT bestaat de hemelwaterafvoer uit een hoofdafvoerleiding waarop de OBAS-installaties aangesloten zijn. De hoofdafvoerleiding kan afgesloten worden om bluswater tijdelijk te bergen. De vuilwaterafvoer van het kantoorgebouw op de MCT heeft een afvoerleiding naar Noordland 12-16.

De dakafvoer van Noordland 12B en Noordland 14-15-16 voert rechtstreeks af op de nabijgelegen A-watergang. De wegen en de loading docks voeren via een OBAS af op de watergang. Voor de loading docks wordt hierbij gebruik gemaakt van een pompinstallatie. Noordland 12B heeft geen vuilwaterafvoer en Noordland 14-15-16 sluit aan op het omliggende vuilwatersysteem.

5.2 Aanbevelingen

Bij de verdere uitwerking van het ontwerp dient het volgende aandacht te krijgen:
- de fundering van Noordland 12B is gepland bij de dakafvoer van Noordland 12. De dakafvoer lijkt geen functie te hebben. Dit dient bij de verdere uitwerking nader beschouwd te worden;
- de verharding dient voldoende afschot te hebben om er voor te zorgen dat het hemelwater goed af kan stromen naar de hemelwaterleiding en haar kolken. Een afschot van 1 % is hierbij voldoende, maar op locatie waar hoge zettingen worden verwacht wordt aanbevolen een groter afschot toe te passen. Dit maakt de kans dat de verharding in tegenschot komt te liggen kleiner;
- de VWA van het kantoorgebouw op MCT is vooralsnog niet meegenomen in het voorliggend ontwerp van de riolering. Er bestaat nog onduidelijkheid over het aansluitpunt voor het desbetreffende gebouw. Het definitieve tracé en dimensionering dient in de volgende fase nader gedetailleerd te worden.

VII

BIJLAGE: ONTWERP BODEMBESCHERMING EN GLOOIINGEN

NOTITIE

Onderwerp	Ontwerp bodem- en oeverbescherming
Project	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Projectcode	115018
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.489
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	
Bijlage(n)	I Berekening stromingsbelasting en benodigde sortering stortsteen II Rekenresultaten

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Mepavex Logistics B.V. realiseert een nieuwe containerterminal genaamd Markiezaat Container Terminal (afgekort MCT) en een uitbreiding van de bedrijfslocaties 12-16 van Mepavex Logistics op het bedrijventerrein Noordland te Bergen op Zoom. Deze ontwikkelingen volgen uit de groeiende capaciteitsvraag. Om deze groeiende vraag te kunnen faciliteren is een uitbreiding van de havencapaciteit en faciliteiten noodzakelijk.

Voor het ontwerp van de containerterminal is een bodembescherming gewenst. Daarnaast is voor de breuksteen glooiing aan weerszijde van de kadeconstructie een ontwerp opgesteld om de gradering van de stortsteen bekleding te bepalen. Deze notitie beschrijft het ontwerp van de bodembescherming en breuksteen bekleding en de daarbij gehanteerde uitgangspunten

1.2 Leeswijzer

De gehanteerde uitganspunten en ontwerpmethode is beschreven in hoofdstuk 2. De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in hoofdstuk 3, waarna een analyse en interpretatie van de resultaten is beschreven in hoofdstuk 4. De eindconclusie is opgenomen in hoofdstuk 5

2 UITGANSPUNTEN EN METHODIEK

2.1 Uitgangspunten

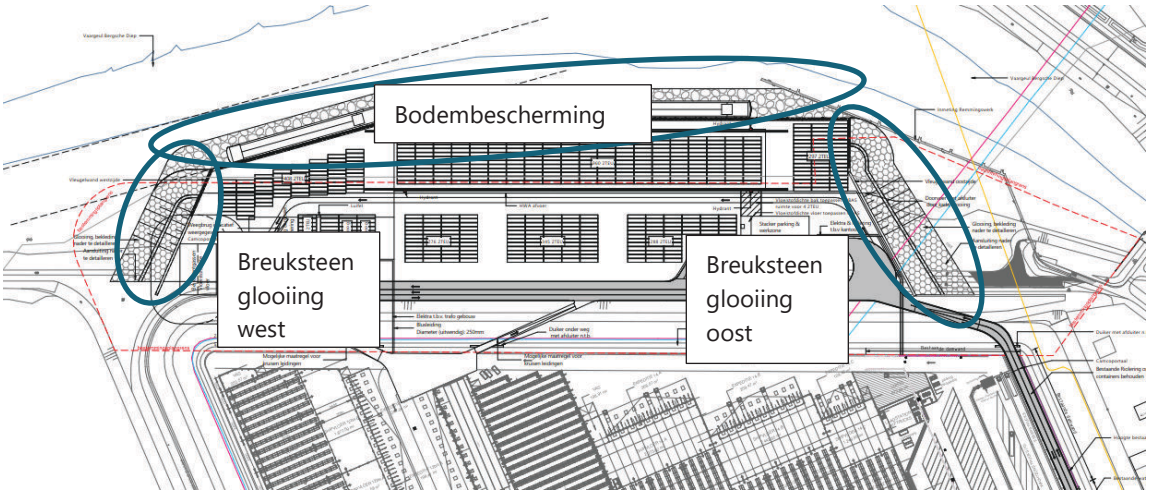
2.1.1 Locatie

De container terminal wordt uitgebreid richting het Bergsche Diep. Deze locatie is weergegeven in afbeelding 2.1. Het ontwerp van de container terminal is opgenomen in afbeelding 2.2 waarin ook de locatie van de bodembescherming is aangegeven. De breuksteen glooiingen zijn voorzien aan beide zijden van de kadeconstructie, en tevens aangegeven in afbeelding 2.2.

Afbeelding 2.1 Locatie uitbereiding container terminal



Afbeelding 2.2 Bovenaanzicht van het ontwerp van de container terminal inclusief de locatie van de bodembescherming en breuksteen glooiing



2.1.2 Nautische uitgangspunten

Voor de bepaling van de benodigde steensortering van de bodembescherming is uitgegaan van een stilliggend schip nabij de kadeconstructie. Daarbij is gekeken naar een aantal verschillende belastingen op de bodem:

- de schroefstraal belasting als gevolg van de hoofdschroef op maximaal vermogen;
- de schroefstraal belasting als gevolg van de boegschroef naar de kade gericht op vol vermogen;
- de schroefstraal belasting als gevolg van schuin naar de bodem gericht stuurrooster op vol vermogen.

Het uitganspunt wordt gehanteerd dat manoeuvrerende schepen hun motor vermogen volledig hanteren aangezien dit resulteert in de maatgevende belastingen op de bodem. In de praktijk hoeft deze belasting niet altijd op te treden, maar het is wel aannemelijk dat deze belasting regelmatig voorkomt. Voor de analyse is daarbij het grootst toegestane schip gehanteerd dat bij de container terminal aan kan leggen, een schip uit de scheepsklasse CEMT Va.

Daarbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd voor het maatgevende schip (CEMT Va), opgenomen in tabel 2.1

Tabel 2.1 Kenmerken en uitganspunten voor maatgevend schip in scheepsklasse CEMT Va

Kenmerk	Eenheid	Waarde
lengte	[m]	135
breedte	[m]	11,40
diepgang geladen/ongeladen	[m]	3,50/2,80
maximaal motor vermogen (hoofdschroef)	[kW]	1746
maximaal motor vermogen (boegschroef)	[kW]	706
diameter hoofdschroef	[m]	1,20
diameter boegschroef	[m]	1,00

Voor de dimensies van de kadeconstructie en schematisering van het onderwater profiel zijn de uitgangspunten aangehouden zoals opgenomen in tabel 2.2

Tabel 2.2 Kenmerken en uitganspunten van de condities voor de kadeconstructie

Kenmerk	Eenheid	Waarde
waterdiepte (hoog waterpeil)	[m + NAP]	1,20
waterdiepte (laag waterpeil)	[m + NAP]	-0,30
bodemniveau	[m + NAP]	-5,70
bodemniveau bij damwand	[m + NAP]	-5,70
taludhelling bodem	[1:x]	0 (horizontale bodem)

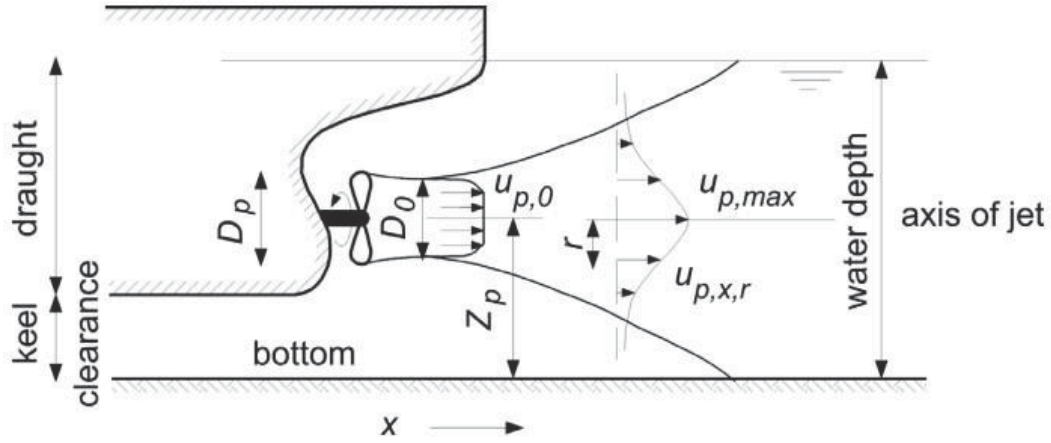
2.2 Bepaling hydraulische belasting

In deze paragraaf zijn de verschillende rekenmethodes die zijn toegepast toegelicht. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen de rekenmethodieken voor de belasting als gevolg van schroefstralen en de belasting door windgolven. De uitgebreide toelichting is opgenomen in bijlage I.

2.2.1 Hoofdschroef belasting

De belasting van de hoofdschroef op de bodem is bepaald conform de methode zoals beschreven in paragraaf 4.3.4.3 uit The Rock Manual [ref. 1]. Daarbij wordt de stroomsnelheid direct achter de hoofdschroef vertaald naar het dichtstbijzijnde punt op de bodem waar de schroefstraal de bodem raakt.

Afbeelding 2.3 Belasting op de bodem door de hoofdschroef voor een varend schip [ref. 1]



2.2.2 Boegschroef belasting

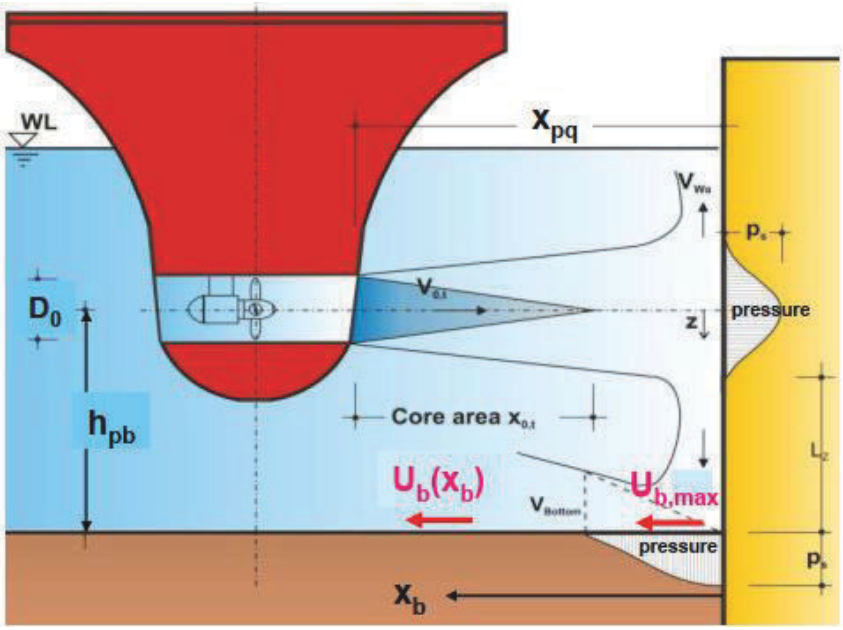
Voor de belastingen van de boegschroef op de bodem zijn twee verschillende methoden gehanteerd zoals beschreven in ontwerpmethodiek van bodembescherming van de Port of Rotterdam [ref. 3]. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

- horizontale boegschroeven in een straalbuis;
- schuin naar beneden gerichte stuurrooster.

Horizontaal gericht boegschroeven

Voor de belasting waarbij de schroefstraal van de boegschroef horizontaal uitstroomt is de methode zoals beschreven in paragraaf 3.7 gehanteerd. Daarbij wordt de stroomsnelheid bepaald bij de bodem als gevolg van het deflecteren van de stroombelasting door de kadeconstructie. De hoogste belasting treedt dan op in de hoek waar de bodem en verticale kadeconstructie bij elkaar komen. Vervolgens kan het verloop van de stroombelasting bepaald worden op verschillende afstanden van de kade.

Afbeelding 2.4 belasting op de bodem door boegschroef met horizontale uitstroom

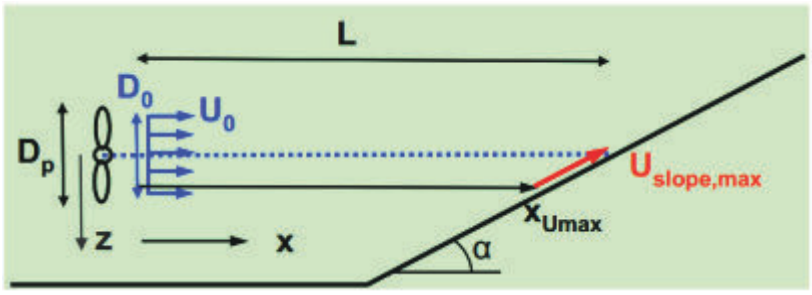


Voor de hoogte van de boegschroef ten opzichte van de bodem (h_{pb}) is aangenomen dat de boegschroef aan de onderkant van het schip zit. Daarmee komt de as van de boegschroef gelijk te liggen met de onderkant van het schip. Daarnaast is aangenomen dat de boegschroef in het midden van het schip zit. De afstand van de zijkant van het schip tot de kade is voor de berekeningen geschematiseerd op 1 m, waardoor de afstand van de boegschroef tot de kade (x_{pq}) 6,7 m is. Namelijk de helft van de breedte van het schip plus de afstand van het schip tot de kade.

Schuin naar beneden gericht stuurroosters

Voor de belastingsituatie waarbij de boegschroef onder een hoek richting de bodem uitstroomt is de methode gehanteerd zoals opgenomen in paragraaf 3.10.5 van [ref. 3].

Afbeelding 2.5 belasting schematisatie voor schuine uitstroom van de boegschroef richting de bodem



Daarbij wordt een hoek van 45 graden aangehouden voor de berekeningen omdat dit resulteert in de maatgevende belasting op de bodem.

2.2.3 Golfbelasting

De breuksteen bekleding naast de kadeconstructie wordt ook belast door golven boven op de stroombelasting. Daarom dient voor het breuksteen talud een aanvullende belasting gehanteerd te worden.

Voor het vaststellen van de breuksteen gradering op de aansluit glooiingen aan weerszijde van de kadeconstructie zijn daarom golfcondities afgeleid. De golfcondities en bijbehorende waterstand zijn afgeleid met een Hydra-NL analyse bij maatgevende stormcondities. Daaruit volgt een maatgevende significante golfhoogte van circa 1m met een bijbehorende spectrale golfperiode ($T_{m-1,0}$) van circa 3,5 s. De uitgangspunten die zijn gehanteerd in de ontwerpberekeningen zijn opgenomen in tabel 2.3.

Tabel 2.3 uitgangspunten voor de stortsteen bekleding

Kenmerk	Eenheid	Waarde
waterdiepte	[m]	5,75 (bij dagelijkse waterstand) 8,80 (bij maatgevende stormcondities)
taludhelling stortsteen bekleding	[1:x]	3
significante golfhoogte	[m]	1,0
golfperiode	[s]	3,5

2.3 Methodiek bodem- en oeverbescherming

Bodembescherming

De stabiele mediane steendiameter (D_{50}) van een doorgaande steenbestorting, belast door schroefstralen, wordt berekend met de formule van Izbash zoals nader toegelicht in bijlage I. Daarbij is een stabiliteitscoëfficiënt ($\beta_{Iz,cr}$) van 2,5 toegepast. Daarbij wordt uitgegaan dat de belasting van de boegschroeven overal kan optreden en niet enkel op één locatie optreedt. Daarbij kan enige verplaatsing van stenen optreden.

Gepenetreerd breuksteen

De stabiliteit van de betongepenetreerde breuksteenlaag onder stromingsbelasting is getoetst aan de hand van onderzoek van Römisch [ref. 4]. In deze methode is de stabiliteit van betongepenetreerde breuksteen voor verschillende steengroottes en betonvolumes beoordeeld. In zijn conclusie stelt Römisch over de maximale stroomsnelheden:

- U ≤ 8 m/s: op basis van de proeven en praktijkervaring is betongepenetreerde breuksteen stabiel;
- 8 < U < 12 m/s: betongepenetreerde breuksteen wordt bij deze snelheden stabiel geacht, maar hard bewijs hiervoor ontbreekt.

Ook in de ontwerpmethodiek van de haven van Rotterdam [ref. 3] is beschreven dat een gepenetreerde 10-60 kg breuksteen gradering met een laagdikte van circa 0,5 m hoge schroefstraal snelheden kan opnemen tot circa 8 m/s.

Oeverbescherming

Het stortsteen op de oever is berekend aan de hand van de optreden golfbelasting met de Van der Meer formules, zoals beschreven in het rapport van der Meer [ref. 5]. Daarbij is het uitgangspunt gehanteerd dat de bekleding moet worden ontworpen op een schadegetal van 2. Dit houdt in dat onder maatgevende stormcondities enkel het begin van schade mag optreden, en geen significante verplaatsing van stenen mag plaatsvinden. Verder is aangenomen dat golven loodrecht invallen op het talud. Dit is een conservatief uitgangspunt omdat in werkelijkheid de maatgevende golf zeer waarschijnlijk strijkend in komt vallen op het talud. Echter, omdat dit een VO ontwerp betreft is gekozen om een conservatief uitgangspunt te hanteren.

Een gedetailleerde toelichting op de formules is gegeven in bijlage I.

3 RESULTATEN

De resultaten van de berekening zijn opgedeeld in de resultaten van het stroombeeld dat wordt gegenereerd door het schip door zowel de hoofdschroef als de boegschroef. Vervolgens zijn de resultaten van de benodigde stortsteen diameter gepresenteerd

3.1 Bodembescherming

3.1.1 Hoofdschroef

De belasting van de hoofdschroef is voor de maatgevende situatie gepresenteerd in tabel 3.1. De maatgevende situatie betreft een geladen schip bij een lage waterstand. Voor de situatie wordt de belasting van de schroef zo dicht mogelijk bij de bodem gebracht. Dit is de maatgevende situatie voor alle belastingcombinaties.

Tabel 3.1 Belasting en resulterende steendiameter van de hoofdschroef

Beschrijving	Eenheid	Waarde
maximale stroomsnelheid bij de bodem	[m/s]	1,63
mediane steendiameter (D_{50})	[m]	0,21
nominale steendiameter (D_{n50})	[m]	0,18

3.1.2 Boegschroef

De belasting van de boegschroef is onderverdeeld in de belasting als gevolg van horizontale uitstroom van de straalas en de belasting van een schuine uitstroom.

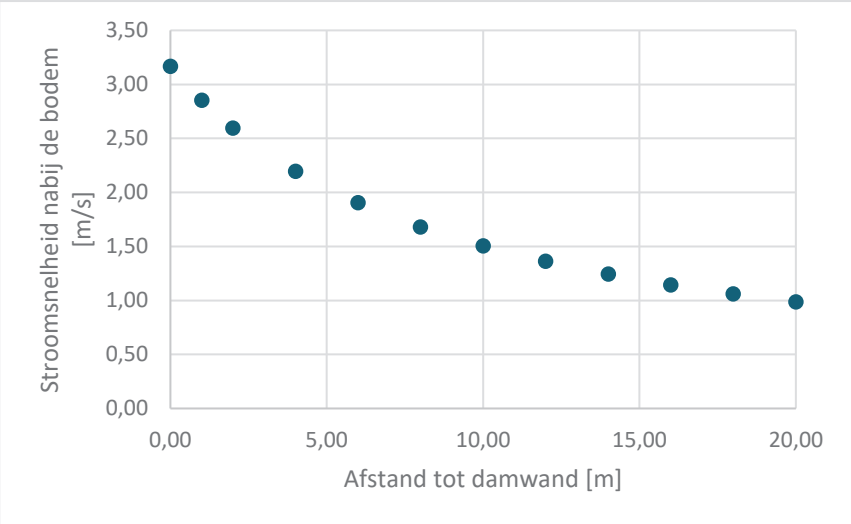
Horizontale uitstroom

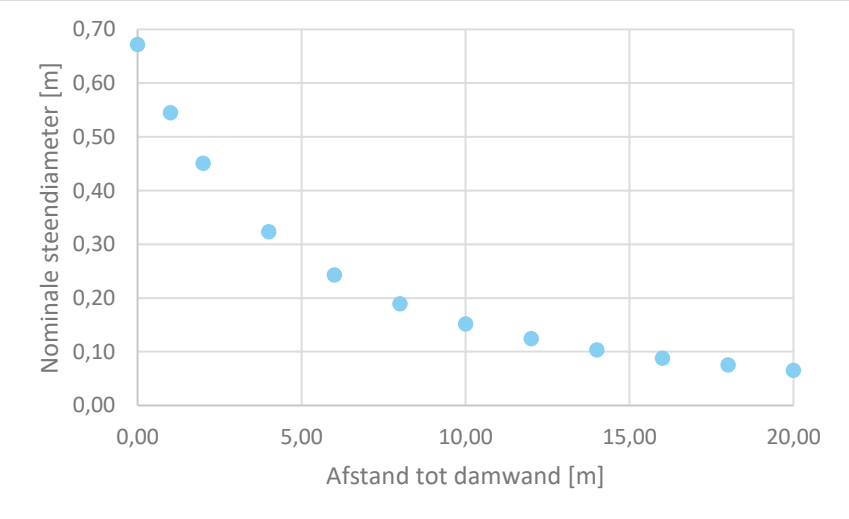
Voor de horizontale uitstroom tegen de damwand is het verloop van de afname van de stroomsnelheid op de bodem bepaald tot een afstand van 20 m naast de damwand. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 3.2. Daarnaast zijn de resultaten geplot in afbeelding 3.1.

Tabel 3.2 Belasting en resulterende steendiameter van de boegschroef met horizontale uitstroming

Beschrijving	Eenheid	Afstand tot de damwand [m]											
		0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
maximale stroomsnelheid bij de bodem	[m/s]	3,17	2,85	2,59	2,20	1,91	1,68	1,51	1,36	1,24	1,14	1,06	0,99
mediane steendiameter (D_{50})	[m]	0,80	0,65	0,54	0,38	0,29	0,23	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08
nominale steendiameter (D_{n50})	[m]	0,67	0,54	0,45	0,32	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07

Afbeelding 3.1 Snelheidsverloop vanaf de damwand (links) en bijbehorende benodigde steendiameter (rechts)





Schuine uitstroom

De belasting als gevolg van de schuin uittredende boegschroef is significant hoger dan de belasting van de horizontaal uitstromende boegschroef. Omdat het schip relatief dicht bij de bodem ligt onder maatgevende omstandigheden komt de schroefstraal met zeer hoge stroomsnelheid direct op de bodem terecht. De resulterende stroomsnelheid en bijhorende steendiameter zijn opgenomen in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Belasting en resulterende steendiameter van de boegschroef met schuine uitstroming

Beschrijving	Eenheid	Waarde
maximale stroomsnelheid bij de bodem	[m/s]	8,69
mediane steendiameter (D_{50})	[m]	6,01
nominale steendiameter (D_{n50})	[m]	5,05

Door de extreem hoge stroomsnelheid is de resulterende steendiameter enorm groot. De rekenmethode is daarmee ook niet meer geschikt om een correcte bodembescherming te dimensioneren. Daarom dient voor een dergelijke belasting een beton gepenetreerde breuksteen bekleding te worden aangebracht.

3.2 Taludbescherming

Op basis van de schematisatie van het profiel en de inkomende golfkarakteristieken wordt de formule van ‘surging waves’ klappende golven gehanteerd voor de ontwerpberekeningen van het talud. Met het conservatieve uitgangspunt waarbij zeer beperkte schade mag optreden aan het talud, en dat de golven loodrecht in komen vallen zijn de resultaten in tabel 3.4 opgenomen.

Tabel 3.4 Belasting en resulterende steendiameter van de windgolven op het breuksteen talud

Beschrijving	Eenheid	Waarde
significante golfhoogte	[m]	1,00
gemiddelde golfperiode	[s]	3,50
irribarren getal (ξ_m)	[-]	1,09
kritisch irribarren getal (ξ_{cr})	[-]	2,01
Schadegetal	[-]	2
nominale steendiameter (D_{n50})	[m]	0,39

De benodigde nominale steendiameter resulteert in een 60-300 kg gradering. Deze is enkel nodig op het talud ten westen van de kade omdat hier de golven kunnen optreden die zijn afgeleid voor dit ontwerp. Voor het breuksteen talud ten oosten van de kade zijn geen golfkarakteristieken bekend. Maar vanwege de positie van het talud ten opzichte van de omgeving kunnen hier nooit soortgelijke golven ontstaan. Daarom is het ten oosten van de kade voldoende om een 10-60 kg gradering toe te passen.

4 ONTWERPUITKOMST

4.1 Bodembescherming

4.1.1 Afmetingen bodembescherming

Voor de bodembescherming is een afweging gemaakt tot waar de bodembescherming moet komen opdat de er geen erosie ontstaat te dicht bij de kadeconstructie waardoor de stabiliteit van de kade in gevaar komt. De bodembescherming moet namelijk zodanig breed zijn dat tijdens de gebruiksduur van de kademuur geen verlies van grond optreedt uit de passieve grondwig. Dit is het deel van de grond dat nodig is voor de stabiliteit van de damwand. Ontgrondingen naast de bodembescherming resulteren in zakking van de rand van de bodembescherming. Deze zakking van de rand van de bodembescherming mag niet resulteren in verlies van grond uit de passieve grondwig. Dit betekent dat de vereiste breedte van de bodembescherming gelijk is aan de breedte van de passieve grondwig plus de breedte van de zakkingsstrook. Een veilig uitgangspunt voor de zakkingsstrook is 5 m [ref. 3]. Omdat op dit moment niet exact bekend is hoe groot de passieve grondwig is wordt een aanname gehanteerd dat de grondwig een minimale breedte heeft van 20 m. Dit resulteert in een minimale breedte van de bodembescherming van 25 m vanaf de kade. In de DO-fase dient de passieve wig bepaald te worden om deze aanname te verifiëren en indien nodig de beschermingszone aan te passen.

4.1.2 Breuksteen sortering

Daarnaast is bepaald welk type bodembescherming waar aangebracht dient te worden. Daarbij is aangenomen dat de belasting als gevolg van de schuin op de bodem gerichte schroefstraal enkel wordt toegepast wanneer het schip dicht bij de kant is (< 5 m). Omdat in de analyse is aangehouden dat de boegschroef halverwege de romp van het schip zit betekent dit dat de belasting van de schuine uitstraal enkel binnen ca. 10 m van de kade optreedt. Dit type belasting is altijd maatgevend, zoals te zien is bij de resultaten in hoofdstuk 3.

De belasting die verder optreedt vanaf 10 m afstand van de kade wordt gedomineerd de door horizontale uitstroom van de boegschroef, en de belasting van de hoofdschroef die optreedt bij het wegvaren van een schip. De benodigde D_{n50} als gevolg van de boegschroef op een afstand van 10 m is 0,15 m. De resulterende D_{n50} benodigd voor de belasting van de hoofdschroef is 0,18 m. Voor beide type belasting geld dat een 10-60 kg gradering voldoende is.

Alle belastingen gecombineerd resulteert dit in een bodembescherming met breuksteen van 10-60 kg over de volledige lengte van de container terminal met een breedte van minimaal 25 m. Daarvan is de eerste 10 m vanaf de kade gepenetreerd om de hogere belasting als gevolg van de schuine uitstraal, en de hoge belasting van de horizontale uitstraal van de boegschroef te weerstaan.

4.1.3 Gepenetreerd breuksteen

In het voorliggende ontwerp is de stroomsnelheid iets groter dan 8 m/s, zie tabel 3.3. Omdat in zowel het onderzoek van Römisch [ref. 4] en de conclusie van de haven van Rotterdam [ref. 3] is beschreven dat snelheden tot circa 8 m/s stabiel worden geacht is voor dit VO ontwerp een gepenetreerde breuksteen gradering ook voldoende geacht. Daarbij dient de breuksteen bekleding wel volledig te worden gepenetreerd (160 l/m^2).

4.2 Breuksteen taludbekleding

Naast de containerterminal is een tweetal breuksteen glooiingen aangebracht waarmee wordt aangesloten op de bestaande oever. Op basis van de berekeningen is een 60-300 kg gradering benodigd tegen de belasting van de windgolven. Voor dit ontwerp is daarbij een aantal conservatieve uitgangspunten gehanteerd, zoals een schadefactor van 2, loodrechte golfinval en een golfhoogte met bijbehorende golfperiode die zijn ontstaan met een lange strijklengte waarvan het onzeker is of deze in praktijk ook zullen ontstaan. In de DO-fase zou dit mogelijk geoptimaliseerd kunnen worden.

Deze belasting treedt alleen op aan de westzijde van de container terminal. Aan de oostzijde is de strijklengte veel korter en kan de maatgevende belasting die is aangehouden voor de analyse niet optreden. Voor de oostzijde is een 10-60 kg gradering daarom voldoende.

5 CONCLUSIE

5.1 Bodembescherming

De maatgevende belasting van de CEMT Va schepen resulteert in een bodembescherming voor de damwand met de volgende karakteristieken:

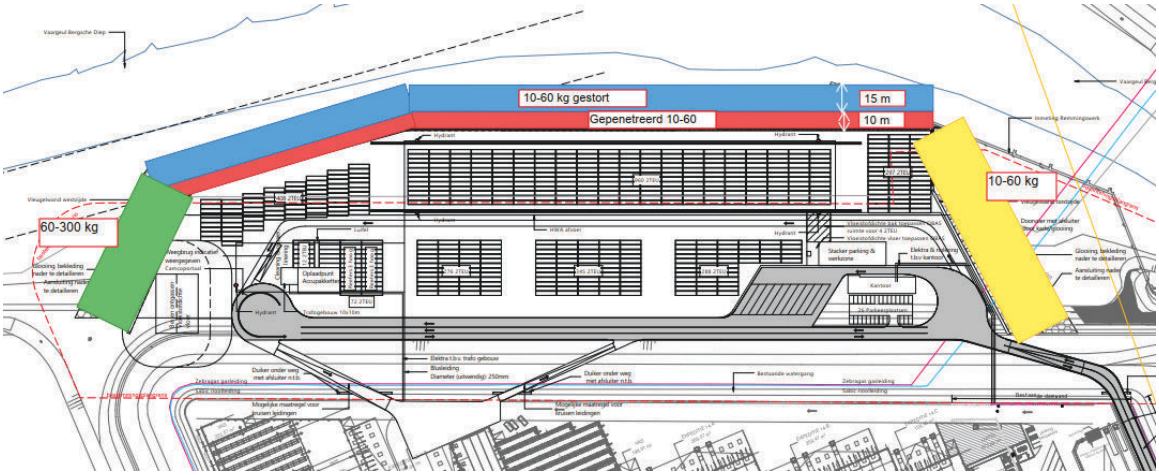
- van 0-10 m bescherming met 10-60 kg gradering;
  - laagdikte 0,50 m;
  - penetreren met 160 l/m^2 beton;
  - aanbrengen op een geotextiel;
- vanaf 10-25 m bescherming met 10-60 kg gradering;
  - laagdikte 0,50 m;
  - aanbrengen op een geotextiel.

5.2 Taludbescherming

Op basis van de golfbelasting is de volgende opbouw bepaald voor het talud:

- westelijke glooiing: 60-300 kg gradering;
  - laagdikte van 0,85 m;
  - filterlaag van 0,20 m;
  - aanbrengen op een geotextiel;
- oostelijke glooiing een 10-60 kg gradering;
  - laagdikte van 0,50 m;
  - aanbrengen op een geotextiel.

Afbeelding 5.1 Overzicht van het VO ontwerp voor de bodem- en oeverbescherming



6 REFERENTIES

1 CIRIA, CUR, CETMEF (2007): The Rock Manual, the use of rock in hydraulic engineering, (inclusief errata).
2 Marin (2010): Scheepskarakteristieken van nieuwe grote schepen.
3 Port of Rotterdam (2018). Standaardisatie Maritieme Infrastructuur Havenbedrijf Rotterdam.
4 Römisch, K. (1949). Stromungsstabilitat vergossener Steinschuttungen.
5 Van der Meer (1988). Rock Slopes and Gravel Beaches under Wave Attack.

BIJLAGE: BEREKENING STROMINGSBELASTING EN BENODIGDE SORTERING STORTSTEEN

I.1 Schroefbelasting hoofdschroef

Voor de belasting als gevolg van de hoofdschroef op de bodem is de methode gehanteerd zoals beschreven met formule 4.187 tot en met 4.190 in de Rock Manual [ref. 1].

Daarvoor dient eerst de stroomsnelheid direct achter de schroef bepaald te worden met:

$$U_{p,0} = 1{,}15\left(\frac{P}{(\rho_w D_0^2)}\right)^{1/3}$$

$$D_0 = 0{,}7 \cdot D$$

Waarin:
P = toegepaste vermogen
D_0 = Straaldiameter bij het begin van de schroefstraal
ρ_w = Dichtheid van water

De maximale stroomsnelheid bij de bodem is vervolgens gegeven met onderstaande formule, die tevens ook gebruikt wordt om de stroomsnelheid op de bodem te bepalen voor een horizontale vrije uitstroom van de boegschroef.

$$U_{p,\max bed} = c\, u_{p,0}\left(\frac{D_0}{z_p}\right)^n - 0{,}5V_s$$

Waarin voor de factoren "c" en "n" in Nederland specifieke waarden worden gehanteerd:
c = 0,3
n = 1
z_p = afstand tussen onderkant schip en de bodem.
V_s = vaarsnelheid

Door de stroomsnelheid te verminderen met de halve waarde van de vaarsnelheid wordt gerekend met een varend schip. De belasting voor een stilstaand schip ligt hoger, daarbij wordt de vaarsnelheid niet meegenomen in de berekeningen. Voor de analyse is uitgegaan van de belastingen voor een stil liggend schip aangezien deze belasting veel voorkomt en maatgevend is.

I.2 Schroefbelasting boegschroef (horizontale uitstroom)

Voor de belasting als gevolg van de boegschroef, die horizontaal uitstroomt tegen de damwand, op de bodem is de methode gehanteerd zoals beschreven met formule (9) uit de ontwerpmethodiek van de Port of Rotterdam [ref. 3]. Daarin wordt de stroomsnelheid op de bodem bepaald als een functie van de afstand van de damwand. Daarmee wordt inzicht verkregen van de afname van de stroomsnelheid naarmate de afstand tot de kade groter wordt.

$$U_{b(x_b)} = 2{,}8\frac{U_0\, D_0}{(x_{pk}+h_{pb}+x_b)}$$

Waarin:
U_0 = gelijk aan beschrijving voor $U_{p,0}$ zoals opgenomen bij de schroefbelasting van de hoofdschroef
x_{pk} = afstand van schroef tot de kademuur
h_{pb} = hoogte van de schroef-as ten opzichte van de bodem
x_b = afstand vanaf de kademuur over de bodem tot punt van interesse

I.3 Schroefbelasting hoofdschroef (schuine uitstroom)

Voor de belasting als gevolg van de boegschroef, die schuin uitstroomt tegen de damwand, op de bodem is de methode gehanteerd zoals beschreven met formule (15a) tot en met (15c) uit de ontwerpmethodiek van de Port of Rotterdam [ref. 3]

$$U_{slope,max} = f \cdot a\left(\frac{D_0}{L}\cdot\frac{L}{x_{Umax}}\right)^m \cdot U_0 \cdot exp\left(-b\cdot\left(\frac{\frac{L}{x_{Umax}}-1}{\cot(\alpha)}\right)^2\right)$$

$$\frac{x_{Umax}}{L} = K\cdot\left(\sqrt{1+\frac{2}{K}}-1\right)$$

$$K = \frac{b}{m\cdot(\cot\alpha)^2}$$

$$L = \frac{h_{pb}}{\sin\beta}$$

Waarin:
f = correctiefactor voor schuine straling op de bodem (=1,0)
a = coëfficiënt afhankelijk van het type schroef (=2,8)
b = coëfficiënt afhankelijk van het type schroef (=15,4)
m = coëfficiënt afhankelijk van het type schroef (=1)
L = afstand tussen schroef en bodem
h_{pb} = hoogte van de uitstroomopening van de schroef ten opzichte van de horizontale bodem
β = hoek van de straalas ten opzichte van het horizontale vlak
x_{Umax} = afstand tot maximale stroomsnelheid op de bodem
α = hoek van de straalas op de bodem (is gelijk aan β)

De correctiefactor is voor dit VO ontwerp op 1,0 gezet omdat een factor van 1,2 zeer conservatief is [ref. 3]. In de literatuur is ook aangegeven dat met een factor van 1,0 gerekend kan worden. De waarden van de coëfficiënten a, b en m zijn voor de standaard schroeven vastgesteld op de gegeven waarden.

I.4 Bepaling steendiameter voor schroefstralen

De toplaag van de bodembescherming bestaat uit breuksteen. De stabiele mediane steendiameter (D_{50}) van een doorgaande steenbestorting, belast door schroefstralen, wordt berekend met de formule van Izbash zoals beschreven in [ref. 3]

$$D_{50} = m_{tal}\cdot\beta_{Iz,cr}\cdot\frac{U_b^2}{2g\Delta}$$
$$\Delta = \frac{\rho_s-\rho_w}{\rho_w}$$

Waarin:
m_{tal} = factor voor invloed van de taludhelling of bodemhelling (=1 voor horizontale bodem)
$\beta_{Iz,cr}$ = kritieke stabiliteitscoëfficiënt bij begin van beweging (=2,5)
u_b = (tijd-gemiddelde) stroomsnelheid nabij de bodem
Δ = relatieve dichtheid breuksteen
ρ_s = dichtheid stortsteen
ρ_w = dichtheid water

De benodigde nominale steendiameter (D_{n50}) is vervolgens bepaald door de mediane steendiameter te vermenigvuldigen met een factor (0,84).

I.5 Van der Meer

Voor de bepaling van de breuksteen gradering op het talud van de glooiing aan weerszijde van de kadeconstructie zijn de Van der Meer formules gehanteerd zoals opgenomen in de Rock Manual [ref.1]. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen 'plunging waves' (klappende golven) en 'surging waves' (rollende golven). Gebasseerd op het irribarrengetal wordt de correcte formule gehanteerd.

Voor plunging waves ($\xi_m < \xi_{cr}$)

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl} P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0.2} \xi_m^{-0.5} \frac{H_s}{H_{2\%}}$$

Voor surging waves ($\xi_m \geq \xi_{cr}$)

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_s P^{-0.13} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}}\right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha}\, \xi_m^P \frac{H_s}{H_{2\%}}$$

$$\xi_m = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{2\pi}{g H_s} T_m^2}}$$

Waarin:

N= het aantal golven tijdens de stort (= 7500)
H_s = significante golfhoogte
$H_{2\%}$ = golfhoogte overschreden door 2% van de golven
ξ_m = irribarren getal
α = taludhelling
c_{pl}=coefficient voor plunging waves (= 8,7)
c_s = coefficient voor surging waves (= 1,4)
Δ = relatieve dichtheid breuksteen
P = permeabiliteitsfactor (= 0,1)
S_d = schadegetal (= 2)

Voor de berekening is uit conservatief oogpunt een maximaal aantal golven aangehouden van 7.500 en is een schadegetal van 2 gehanteerd. Daardoor is enkel de start van schade toegestaan bij de stortsteen bekleding.

II

BIJLAGE: REKENRESULTATEN

II.1 Bodembescherming

In deze bijlage zijn de rekenresultaten gegeven van de berekeningen die zijn gehanteerd voor de bodembescherming. Daarvoor is eerst een algemeen overzicht gepresenteerd van de gehanteerde uitgangspunten en tussen resultaten. Daarna zijn de resultaten weergegeven van het snelheidsverloop en de benodigde steendiameter.

Afbeelding II.1 Resultaten berekeningen van de schroefstraal van de hoofdschroef en boegschroef

Scheepsbelastingen container terminal

Randvoorwaarden

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid
B	breedte schip	11,4	[m]
L	lengte schip	135	[m]
D	diepgang geladen schip	3,5	[m]
P_h	motorvermogen hoofdschroef	1746	[kW]
P_b	motorvermogen boegschroef	706	[kW]
$D_{0,h}$	diameter hoofdschroef	1,2	
$D_{0,b}$	diameter boegschroef	1,00	[m]
h_w	waterniveau	-0,3	[m+NAP]
h_b	bodemniveau	-5,7	[m+NAP]
$h_{b,damwand}$	bodemniveau bij damwand	-5,7	[m+NAP]
cot(α)	taludhelling (1:x)	0,0	[-]
b_b	breedte vaargeul (bodembreedte)	97,5	[m]
y	positie varend schip uit as vaarweg (retourstroming)	42,10	[m]
z_{bs}	hoogte as boegschroef boven bodem	2,40	[m]
z_{bs}	hoogte as boegschroef boven bodem bij damwand	2,40	[m]
x_{pk}	afstand boegschroef afgemeerd schip tot kade	6,65	[m]
β	hoek van de straal-as	45	[°]
α	hoek van de straal-as op de bodem	45	[°]
f	correctiefactor	1,0	[-]
g	gravitatieconstante	9,81	[m/s^2]
ρ_w	dichtheid water	1000	[kg/m^3]

Tussenresultaten I

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid	formule Rock Manual
h	waterdiepte	5,4	[m]	
y_s	postitie schip vanaf zijkant	1,0	[m]	

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid	formule PoR
K		15,40	[-]	15c
L	Lengte vanaf boegschroef tot aan de bodem (schuine uitstraling)	3,39	[m]	
$X_{u,max}$	afstand tot maximale stroomsnelheid op de bodem	3,29	[m]	15b

Eindresultaten

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid	formule Rock Manual
u_0	stroomsnelheid achter boegschroef	10,24	[m/s]	4.187
u_{bmax}	maximum stroomsnelheid aan bed	1,28	[m/s]	4.190
$u_{b,max,damw}$	Maximale bodemsnelheid boegschroef bij damwand	3,17	[m/s]	4.188
$U_{slope,max}$	Maximale stroomsnelheid onder hoek van boegschroef	8,69		

Afbeelding II.2 Overzicht berekeningen stroomsnelheid op verschillende locaties vanaf de damwand als gevolg van boegschroef

Randvoorwaarden

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid
P_b	motorvermogen boegschroef	706	[m]
D_0	diameter boegschroef	1,00	[m]
z_{bs}	hoogte as boegschroef boven bodem	2,40	[m]
ρ_w	dichtheid water	1000	[kg/m^3]

Variabelen

x_{pk}	afstand boegschroef afgemeerd schip tot kade (aanname)	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	[m]
xb	afstand over de bodem	0,00	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	[m]

Eindresultaten

Symbool	Beschrijving	waarde													eenheid
u_0	stroomsnelheid achter boegschroef	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	[m/s]
u_{bmax}	maximum stroomsnelheid aan bed	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	[m/s]
$u_{b,max,damw}$	Maximale bodemsnelheid boegschroef bij damwand	3,17	2,85	2,59	2,20	1,91	1,68	1,51	1,36	1,24	1,14	1,06	0,99	0,92	[m/s]

Afbeelding II.3 Overzicht berekeningen D_{n50} op verschillende locaties vanaf de damwand als gevolg van boegschroef

Steendiameter conform Izbash

Vaste randvoorwaarden

Symbool	Beschrijving	eenheid	waarde	
Δ	relatieve dichtheid breuksteen in water	[-]	1,6	
$\beta_{Iz,cr}$	kritieke stabiliteitscoefficient bij begin van beweging	[-]	2,5	
m_{tal}	factor voor invloed van taludhelling bodemhelling	[°]	1	bodem horizontaal
g	gravitatieconstante	[m/s^2]	9,81	

Resultaat

Symbool	Beschrijving	eenheid	waarde												
xb	afstand over de bodem	[m]	0,00	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00
$u_{b,max,dam}$	Maximale bodemsnelheid boegschroef bij damwand	[m/s]	3,17	2,85	2,59	2,20	1,91	1,68	1,51	1,36	1,24	1,14	1,06	0,99	0,92
D50	Benodigde steendiameter	[m]	0,80	0,65	0,54	0,38	0,29	0,23	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07
Dn50	nominale steendiameter		0,67	0,54	0,45	0,32	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06

Afbeelding II.4 Overzicht berekening D_{n50} als gevolg van boegschroef met schuine uitstraal

Steendiameter conform Izbash

Vaste randvoorwaarden

Symbool	Beschrijving	eenheid	waarde
Δ	relatieve dichtheid breuksteen in water	[-]	1,6
$\beta_{Iz,cr}$	kritieke stabiliteitscoefficient bij begin van beweging	[-]	2,5
m_{tal}	factor voor invloed van taludhelling bodemhelling	[°]	1
g	gravitatieconstante	[m/s^2]	9,81
u_b			

Resultaat

Symbool	Beschrijving	eenheid	waarde	
$U_{slope,max}$	Maximale bodemsnelheid boegschroef bij damwand	[m/s]	8,69	
D50	Benodigde steendiameter	[m]	6,01	
Dn50	nominale steendiameter		5,05	

Afbeelding II.5 Overzicht berekening maximale stroomsnelheid op de bodem als gevolg van schroefstraal van de hoofdschroef

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid
Phs	motorvermogen hoofdschroef	**1746**	[kW]
Zp	afstand as schroef tot bodem	**2,40**	[m]
Dhs	diameter hoofdschroef	**1,20**	[m]

Tussenresultaten

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid	formule RM
D0		0,84	[m/s]	
u0		15,55	[m/s]	4.187

Resultaten

Symbool	Beschrijving	waarde	eenheid	formule RM
$u_{p,max\ bed}$	schroefstraalstroming aan de bodem	1,63	[m/s]	4,190

Afbeelding II.6 Overzicht berekening van de D_{n50} als gevolg van de hoofdschroef.

Steendiameter conform Izbash

Vaste randvoorwaarden

Symbool	Beschrijving	eenheid	waarde
Δ	relatieve dichtheid breuksteen in water	[-]	1,6
$\beta_{Iz,cr}$	kritieke stabiliteitscoefficient bij begin van beweging	[-]	2,5
m_{tal}	factor voor invloed van taludhelling bodemhelling	[°]	1
g	gravitatieconstante	[m/s^2]	9,81
u_b			

Resultaat

Symbool	Beschrijving	eenheid	waarde	
$u_{p,max\ bed}$	Maximale bodemsnelheid boegschroef bij damwand	[m/s]	1,63	
D50	Benodigde steendiameter	[m]	0,21	
Dn50	nominale steendiameter		0,18	

II.2 Breuksteen talud

In deze paragraaf is de berekening gepresenteerd voor de bepaling van de breuksteen gradering op het talud.

Afbeelding II.7 Overzicht Van der Meer berekening breuksteen talud

Randvoorwaarden

Symbool	beschrijving	eenheid	waarde
H_s	Significante golfhoogte	[m]	1,00
T_p	Piek golfperiode	[s]	3,85
T_m	Gemiddelde golfperiode	[s]	3,50
β	Hoek van inval golven	[°]	0,00
L_0	Diep water golflengte	[m]	19,11
cot α	Helling talud	[1:m]	3
ξ_m	Irribarren getal	[-]	1,46
	Bodemniveau	[m+NAP]	-5,7
HWN	Hoogwater niveau	[m+NAP]	0
d	Waterdiepte	[m]	5,7
	Bodemhelling	[1:m]	1000
ρ_s	Dichtheid steen	[kg/m^3]	2600
ρ_w	Dichtheid water	[kg/m^3]	1000

Bepaling H2%/Hs met Battjes & Groenendijk 2000

Symbool	beschrijving	eenheid	waarde
H_{tr}	Transitionele golfhoogte	[m]	2,03
m0	Variantie vrije oppervlak beweging	[m]	0,06
H_{rms}	Root mean squared golfhoogte	[m]	0,71
~H_{tr}	Verhouding Htr/Hrms	[-]	2,86
$H_{2\%}/H_{rms}$	Verhouding H2%/Hrms volgens Battjes	[-]	1,98
$H_{2\%}$	Golfhoogte overschreden door 2% v.d. golven	[m]	1,40
$H_{2\%}/H_s$	Verhouding H2%/Hs	[-]	1,40

Van der Meer

Symbool	beschrijving	eenheid	waarde
H_s	Significante golfhoogte	[m]	1,00
Δ	Relatieve dichtheid	[-]	1,60
c_{pl}	Coëficiënt voor 'plunging waves'	[-]	8,70
c_s	Coëficiënt voor 'surging waves'	[-]	1,40
P	Permeabiliteitsfactor	[-]	0,1
S_d	Schadegetal	[-]	2
T	Stormduur	[uur]	10
N	Aantal golven	[-]	7500
x_{cr}	kritische Irribarren waarde	[-]	2,56
	plunging		0,39
	surging		0,55
D_{n50}	Benodige nominale steendiameter	[m]	0,39
W50	Benodige gewicht overeenkomste met Dn50	[kg]	154,9

VIII

BIJLAGE: VERKENNEND GEOTECHNISCH ADVIES BOUWRIJP MAKEN

NOTITIE

Onderwerp	Verkennend Geotechnisch Advies Bouwrijp Maken Markiezaat
Project	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Projectcode	115018
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.580
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	
Bijlage(n)	I Interpretatie sondering S03 II Interpretatie sondering S04 III Interpretatie sondering S26029 IV Intepretatie sondering S50 V Gevoeligheidsanalyse terreinbelasting VI Resultaten S03 - 1 jaar wachttijd; terreinbelasting 35, 45 en 55 kPa VII Resultaten S03 - 2 jaar wachttijd; terreinbelasting 35, 45 en 55 kPa VIII Resultaten S04 - 1 jaar wachttijd; terreinbelasting 35, 45 en 55 kPa IX Resultaten S26029 - 1 jaar wachttijd; terreinbelasting 35, 45 en 55 kPa X Resultaten S26029 - 2 jaar wachttijd; terreinbelasting 35, 45 en 55 kPa XI Resultaten S50 - 1 jaar wachttijd; geen terreinbelasting
Aan	Mepavex Logistics B.V.
Kopie	-

1 INLEIDING

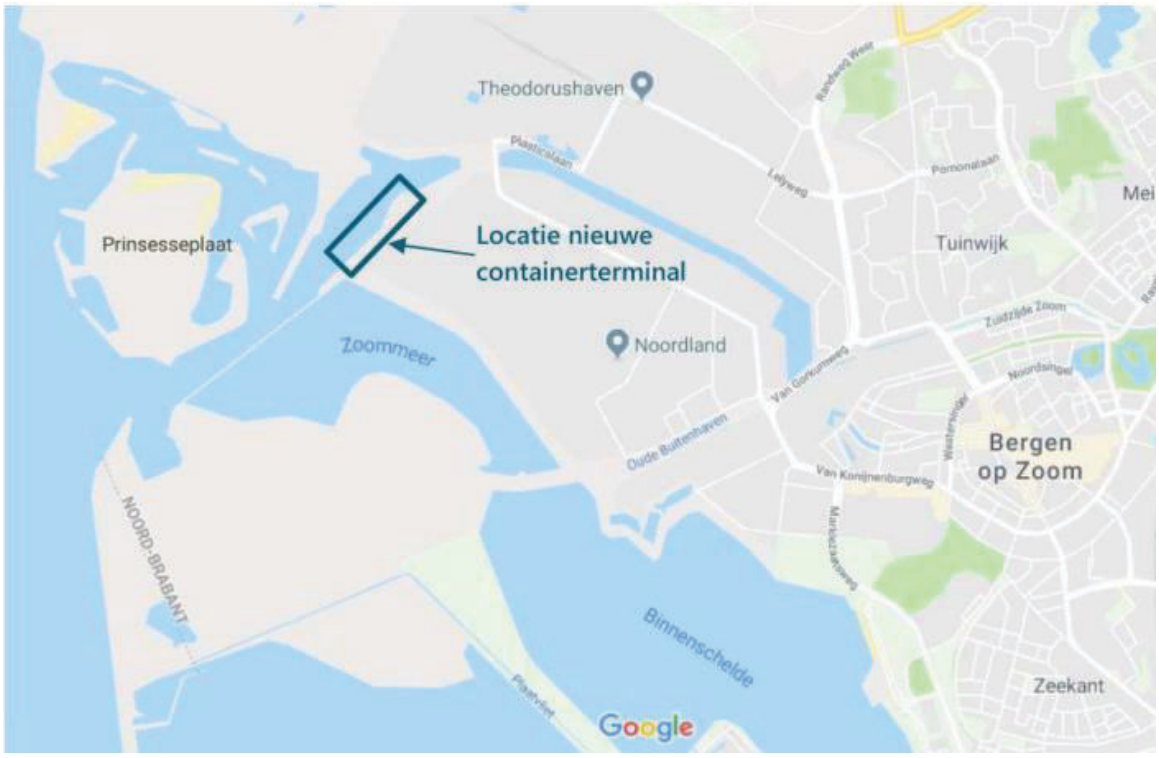
1.1 Opdrachtomschrijving

De bouw van de nieuwe Markiezaat Container Terminal, te Bergen op Zoom, is in voorbereiding door Mepavex Logistics B.V. Het betreft de aanleg van een buitenhaven gezien de buitendijkse ligging van de beoogde locatie, weergegeven in afbeelding 1.1. De nieuwe containerterminal dient de op- en overslag van containers te voorzien.

Witteveen+Bos onderzoekt welke maatregelen benodigd zijn om het terrein bouwrijp te maken. In deze notitie wordt een eerste inschatting gemaakt van de te verwachten (rest)zettingen welke zullen optreden als gevolg van voorbelasting. Dit is een verkennend onderzoek omdat nog niet alle gegevens van het

grondonderzoek beschikbaar zijn. Indien de berekende (rest)zettingen te groot zijn, worden de vervolgstappen besproken om tot een haalbaar ontwerp te komen.

Afbeelding 1.1 Overzichtskaart gebied en locatie nieuwe containerterminal



1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van de notitie beschrijft de gehanteerde uitgangspunten voor de zettingsanalyse. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten gepresenteerd en hoofdstuk 4 gaat in op de conclusie en aanbevelingen.

1.3 Referenties

1 MOS Grondmechanica B.V., Geotechnisch onderzoek, d.d. 16 december 2019, concept.
2 NEN 9997-1, Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1, d.d. juni 2016.
3 Witteveen+Bos, Markiezaat Container Terminal Technische Programma van Eisen (TPvE), 13 september 2019, concept.
4 SBRCURnet Publication, Quay Walls Second Edition, d.d. 2014.
5 Witteveen+Bos, Buitenhaven Bergen op Zoom Schetsontwerp - Dwarsdoorsnede A-A en B-B, 22 augustus 2019, concept.
6 Tekening Noordland 12, Bergen op Zoom, bedrijfsvloer op palen, d.d. 8-7-2015, abt.
7 Tekening Noordland 13, Bergen op Zoom, vloerpalenplan, d.d. 19-3-2019, Adviesbureau Markslag Beljaars bv.

2 UITGANGSPUNTEN

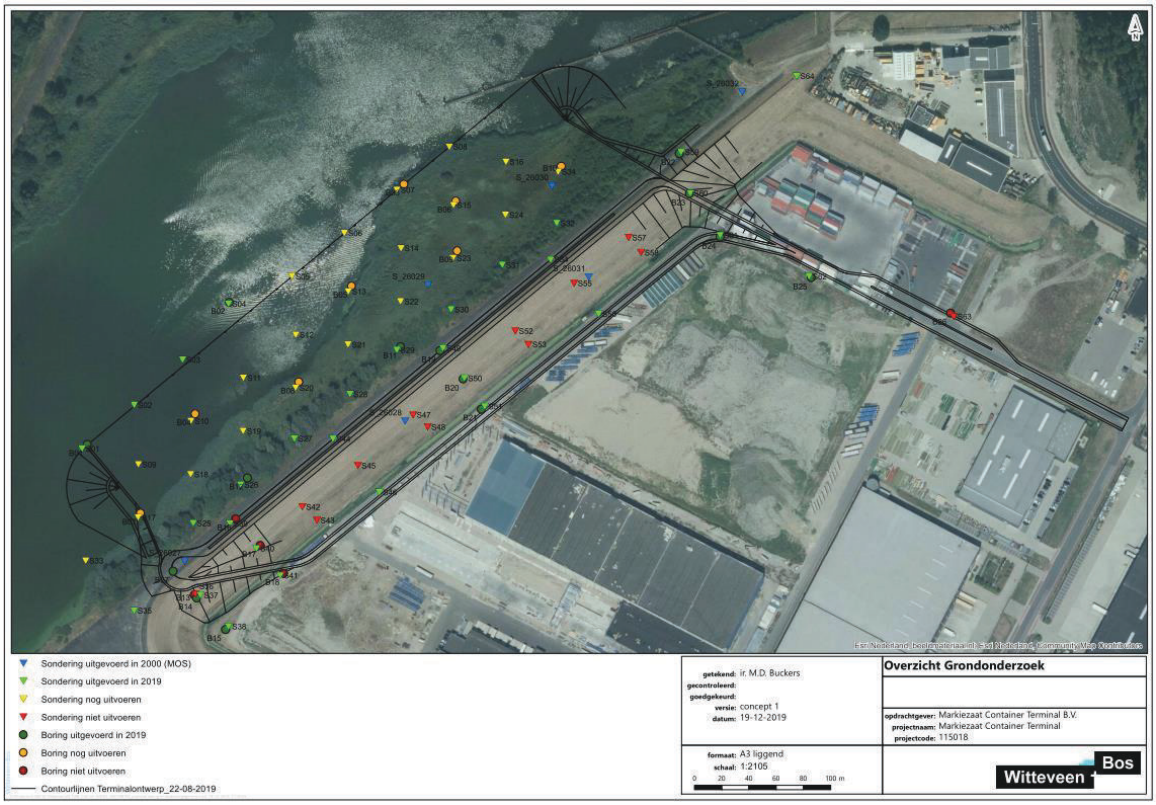
2.1 Bodemopbouw

Ten behoeve van de aanleg van de containerterminal is grondonderzoek uitgevraagd. Het uitgevraagde grondonderzoek betreft het uitvoeren van sonderingen (klasse 1 en 2), machinale en handboringen en laboratoriumonderzoek (i.e. korrelgrootteverdeling, volumieke massa, triaxiaalproeven en samendrukkingsproeven). Op het moment van schrijven is maar een beperkt deel van het onderzoek uitgevoerd, namelijk 30 van de 64 uitgevraagde sonderingen en 14 van de 27 boringen. Afbeelding 2.1 geeft een overzicht weer van het veldonderzoek. Verder is een deel van de boorstaten, volumegewichten, triaxiaalproeven, korrelverdeling en samendrukkingsproeven uitgevoerd [ref. 1]. Overige proeven worden momenteel voorbereid en worden zo spoedig mogelijk uitgevoerd.

De containerterminal komt buitendijks te liggen, waarbij het terrein verdeeld is in een deel onder water en een deel op het land. Het onderwatergedeelte heeft een bodemniveau van circa NAP -3,0 m en het droge gedeelte loopt vanaf de waterlijn op NAP +0,14 m tot de kruin van de kering op NAP +6,5 m.

Wat opvalt in de beschikbare sonderingen is dat er een groot verschil in de bodemopbouw is te zien, zelfs op korte afstand van elkaar (circa 25 m). In sommige sonderingen is de ondergrond vooral zandig en worden weinig zettingen verwacht, terwijl in andere sonderingen dikke samendrukbare veenpakketten zijn te zien. Om de bandbreedte aan zettingen te bepalen is de bodemopbouw bepaald voor een aantal maatgevende sonderingen. De sonderingen zijn geselecteerd aan de hand van de dikte van de samendrukbare lagen en locatie van de sonderingen. Sondering S04 is geselecteerd als maatgevende ondergrens en sonderingen S03 en S26029 als de maatgevende bovengrens sonderingen. Hierbij zijn sonderingen S03 en S04 vanaf het water uitgevoerd en sondering S26029 op het voorland. Tot slot is sondering S50 genomen als ongunstige sondering op de dijk. Op deze wijze kan onderscheid gemaakt worden tussen werkzaamheden op het voorland/water en werkzaamheden die gaan optreden op de kruin. De interpretatie van de beschouwde sonderingen zijn in de onderstaande tabellen weergegeven [ref. 1].

Afbeelding 2.1 Overzicht grondonderzoek



Tabel 2.1 Ongunstige grondopbouw - op water uitgevoerde sondering - S03 [ref. 1]

Omschrijving grondsoort Sondering S03	**Bovenkant laag (NAP +m)**
klei matig organisch	-1,8
veen	-2,9
zand schoon los	-5,9
veen	-8,2
zand schoon los	-8,6
zand schoon matig	-11,7
zand zwak siltig	-14,6
zand schoon vast	-17,0
klei zwak zandig vast	-26,0
zand schoon vast	-27,8

Tabel 2.2 Gunstige grondopbouw - op water uitgevoerde sondering - S04 [ref. 1]

Omschrijving grondsoort Sondering S03	**Bovenkant laag (NAP +m)**
zand sterk siltig kleiig	-2,7
zand schoon matig	-5,2
veen	-8,3
zand schoon matig	-8,7
zand schoon vast	-16,9
klei sterk zandig	-26,4
zand zwak siltig kleiig	-27,0
zand schoon vast	-29,0

Tabel 2.3 Ongunstige grondopbouw - op verhoogde terrein uitgevoerde sondering - S26029 [ref. 1]

Omschrijving grondsoort Sondering S03	**Bovenkant laag [NAP +m]**
klei organisch slap	0,10
veen	-2,8
zand schoon los	-5,9
veen	-7,5
zand schoon los	-8,0
zand zwak siltig	-14,5

Tabel 2.4 Ongunstige grondopbouw - op dijk uitgevoerde sondering - S50 [ref. 1]

Omschrijving grondsoort Sondering S50	**Bovenkant laag [NAP +m]**
zand antropogeen	2,1
zand schoon matig	-1,7
klei sterk zandig	-0,2
zand sterk siltig	-0,6
klei zwak zandig	-1,2
veen	-3,8
zand schoon vast	-6,3

2.2 Geotechnische Parameters

Tot op heden is er één samendrukkingsproef uitgevoerd, welke onvoldoende is om een lokale parameterset op te stellen. Om die reden zijn de representatieve zettingsparameters vastgesteld op basis van tabel 2b van NEN-9997-1 en zijn weergegeven in tabel 2.4. Voor de bepaling van de samendrukkingsparameters is uitgegaan van een CR/Cα en CR/RR verhouding van respectievelijk 20 en 6. De toplaag rekent met een Pre-Overburden Pressure (POP) van 10 kPa en de diepere lagen met een Over Consolidation Ratio (OCR) van 1,3. De voorgenoemde uitgangspunten zijn gangbare waardes voor samendrukkingsparameters.

Tabel 2.5 Samendrukkingsparameters op basis van NEN-9997-1 [ref. 2]

Grondsoort	**$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ (kN/m^3)**	**CR** (-)	**RR** (-)	**Cα** (-)	**C_v** (m^2/s)	**OCR/POP** **(-)**	**POP** (kPa)
klei organisch matig	15/15	0,230	0,0383	0,0115	5E-8	-	10
klei organisch slap	13/13	0,307	0,0511	0,0153	5E-8	-	10
klei schoon slap	14/14	0,329	0,0548	0,0131	5E-8	-	10
klei zwak zandig vast	20/20	0,0767	0,0128	0,00310	5E-8	1,3	-
veen	10/10	0,460	0,0767	0,023	1E-7	-	10
zand schoon los	17/19	0.0115	0.00192	0	drained	1,3	-
zand schoon matig	18/20	0,00380	0,000633	0	drained	1,3	-
zand zwak siltig	18/20	0,00510	0,000850	0	drained	1,3	-
zand schoon vast	19/21	0,00230	0,000383	0	drained	1,3	-

2.3 Waterstand

De gehanteerde waterstand is de gemiddelde stand op NAP +0,14 m conform technisch programma van eisen (TPvE) [ref. 3].

2.4 Bovenbelasting

Conform TPvE wordt van een stack van maximaal 4 volle containers [ref. 3] uitgegaan. In overeenstemming met Handboek kademuren is de terreinbelasting van de stack 55 kN/m^2 tijdens ingebruikname van de containerterminal [ref. 4].

Ter plaatse van de dijk zijn de containers niet aanwezig in opslag, dit deel van het terrein is namelijk bestemd voor vrachtverkeer. De toekomstige verkeersbelasting wordt in de zettingsprognose niet meegenomen aangezien het vrachtverkeer niet permanent aanwezig gaat zijn op de dijk. De kruin van de dijk wordt ontgraven tot NAP +5,0 m, het niveau waar vervolgens het vrachtverkeer zal plaatsvinden.

2.5 Schetsontwerp

In de dwarsdoorsnede van het schetsontwerp wordt op hoofdlijnen de toekomstige containerterminal weergegeven [ref. 5]. Het geeft een opleverhoogte aan van NAP +3,5 m ter plaatse van de kade en NAP +5,0 m op de kruin. Op de kruin vindt dus een afgraving plaatst tot NAP +5,0 m. De zettingsanalyse hanteert deze opleverhoogtes als netto ophoging.

2.6 Tijdelijke Overhoogte

Een veel gebruikte oplossing bij het bouwrijp maken van terreinen is het voorbelasten met een tijdelijke overhoogte in combinatie met verticale drainage om zodoende te voldoen aan (rest)zettingseisen. Deze oplossing zal ook hier worden beschouwd. De kering heeft een kruinhoogte van ongeveer NAP +6,5 m. Om de stabiliteit van de kering tijdens uitvoering te waarborgen wordt de tijdelijke overhoogte begrensd tot een maximale hoogte van NAP +6,0 m. Tot slot is er gerekend met verticale drainage, welke tot 1 m boven de eerste zandlaag is geplaatst.

2.7 Zettingseis

(Rest)zettingseisen zijn voor dit project niet opgesteld. Om de haalbaarheid van het voorbelastingsontwerp te kunnen toetsen wordt een restzettingseis van 0,30 m over een referentieperiode van 30 jaar gehanteerd. Voorgestelde restzettingseis is een gebruikelijke waarde bij wegverhardingen en wordt als toepasbaar geacht voor de containerterminal.

3 BEREKENINGSRESULTATEN

3.1 Resultaten zettingsberekeningen

De zettingsprognose bestaat uit een gunstige en ongunstige bodemopbouw om de bandbreedte aan zettingen van de containerterminal in kaart te brengen en vervolgens de benodigde maatregelen te bepalen.

Conform het schetsontwerp wordt de kademuur van de containerterminal opgeleverd op NAP +3,5 m. Deze opleverhoogte wordt aangehouden als netto ophoging in de analyse. Indien de restzettingseis van 0,30 m

over een referentieperiode van 30 jaar niet wordt gehaald, wordt tijdelijke overhoogte tot NAP +6,0 m toegepast.

Verder wordt met wegzakkende grondophoging rekening gehouden door zettingscompensatie toe te passen bij oplevering. Om inzichtelijk te krijgen wat het effect van de wachttijden is op de restzettingen is er gerekend met 1 en 2 jaar wachttijd. Wachttijden langer dan 2 jaar passen in principe niet in de planning en worden derhalve niet beschouwd. Tabel 3.1 geeft de resultaten weer op basis van bodemopbouw en voorgenoemde uitgangspunten.

Tabel 3.1 Resultaten zettingsprognose

Berekening	Huidig maaiveld niveau (m +NAP)	Dikte netto ophoging tot NAP +3,5 m (m)	Tijdelijke overhoogte (m)	Oplevering/ wachttijd (jaren)	Zetting bij oplevering (m)	Restzetting in 30 jaar na oplevering (m)
S03	-1,75	5,25	2,5	1,0	1,8	0,5
S03	-1,75	5,25	2,5	2,0	1,9	0,4
S04	-2,70	6.2	0,0	1,0	0,1	0,06
S50*	+2,05	n.v.t.	n.v.t.	1,0	0,2	0,2
S26029	0,14	3,36	2,5	1,0	2,0	0,7
S26029	0,14	3,36	2,5	2,0	2,1	0,6

* Geen verkeer- of containerbelasting van toepassing.

De berekeningen laten zien dat de bandbreedte aan (rest)zettingen aanzienlijk is. Enerzijds is in het meest gunstige geval voldoende om tot opleverhoogte van NAP +3,5 m op te hogen. De restzettingen zijn dan klein genoeg om de containerterminal snel te kunnen realiseren. Anderzijds treedt er, waar dikke samendrukbare lagen (circa 6 m) aanwezig zijn, duidelijk teveel restzetting op en is voorbelasten met tijdelijke overhoogte geen goede maatregel. Verder is een wachttijd van 2 jaar al vrij lang en langere wachttijden hebben weinig invloed op de zettingen bij oplevering. Bovendien past een langere voorbelastperiode niet in de planning.

3.2 Resultaten gevoeligheidsanalyse terreinbelasting

Resultaten laten zien dat een terreinbelasting van 55 kPa zeer ongunstig is voor de restzettingen, omdat de voorbelasting in dat geval weinig effectief is. De gehanteerde waarde uit het Handboek kademuren is gebaseerd op een hoge belasting voor een veilig ontwerp van kademuren op basis van sterkte. Bij zettingsberekeningen zal een meer gemiddelde belasting over een langere tijd realistischer zijn. Tijdens het gebruik zal de containerterminal niet voltijd bezet zijn en is een lagere terreinbelasting aannemelijker. Een gevoeligheidsanalyse is vervolgens gemaakt om de bandbreedte van de restzettingen te bepalen op basis van de terreinbelasting. Een terreinbelasting van 35 kPa en 45 kPa zijn aanvullend beschouwd, waarbij 35 kPa de gemiddelde gecombineerde belasting is van 20 en 40 ft containers en 45 kPa de gemiddelde belasting van enkel 20 ft containers. De belastingen zijn bepaald met behulp van de gegeven verdeling van gewichten in het Handboek kademuren en op basis van maximaal 4 stack containers, zie bijlage IV voor deze afleiding. Tabel 3.2 presenteert de gevoeligheidsanalyse. Hierbij wordt alsnog niet voldaan aan de restzettingseis, maar kan degelijk invloed hebben op de maatregelen. De te hanteren terreinbelasting dient nader bepaald te worden.

Tabel 3.2 Gevoeligheidsanalyse op basis van terreinbelasting

Berekening	Wachttijd (jaar)	Restzetting bij 35 kPa terreinbelasting (m)	Restzetting bij 45 kPa terreinbelasting (m)	Restzetting bij 55 kPa terreinbelasting (m)
S03	1	0,40	0,46	0,51
S03	2	0,32	0,37	0,43
S04	1	0,05	0,06	0,06
S50	1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
S26029	1	0,55	0,63	0,72
S26029	2	0,45	0,53	0,61

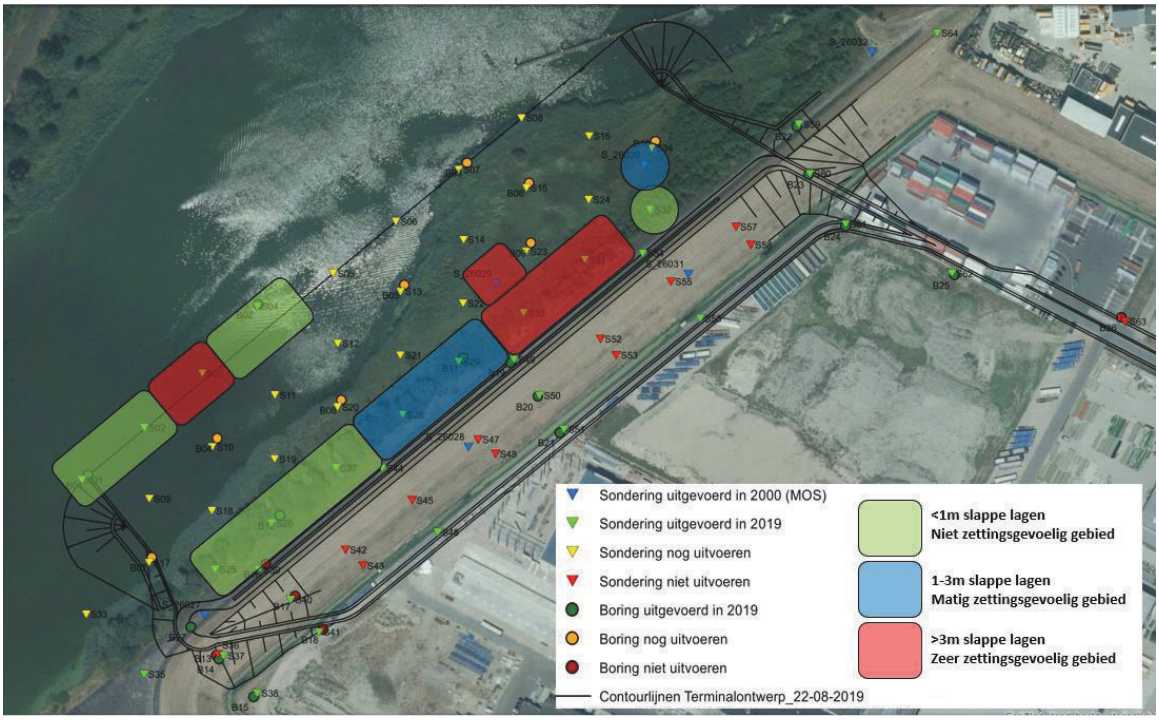
3.3 Quickscan zettingsgevoelige delen van het terrein

Tot slot is een quickscan uitgevoerd op de beschikbare sonderingen, kijkend naar de dikte van de slappe lagen. De quickscan verdeeld het terrein in 3 gebieden:
- niet zettingsgevoelig gebied, <1 m aan samendrukbare lagen;
- matig zettingsgevoelig gebied, 1-3 m aan samendrukbare lagen;
- zeer zettingsgevoelig gebied, >3 m aan samendrukbare lagen.

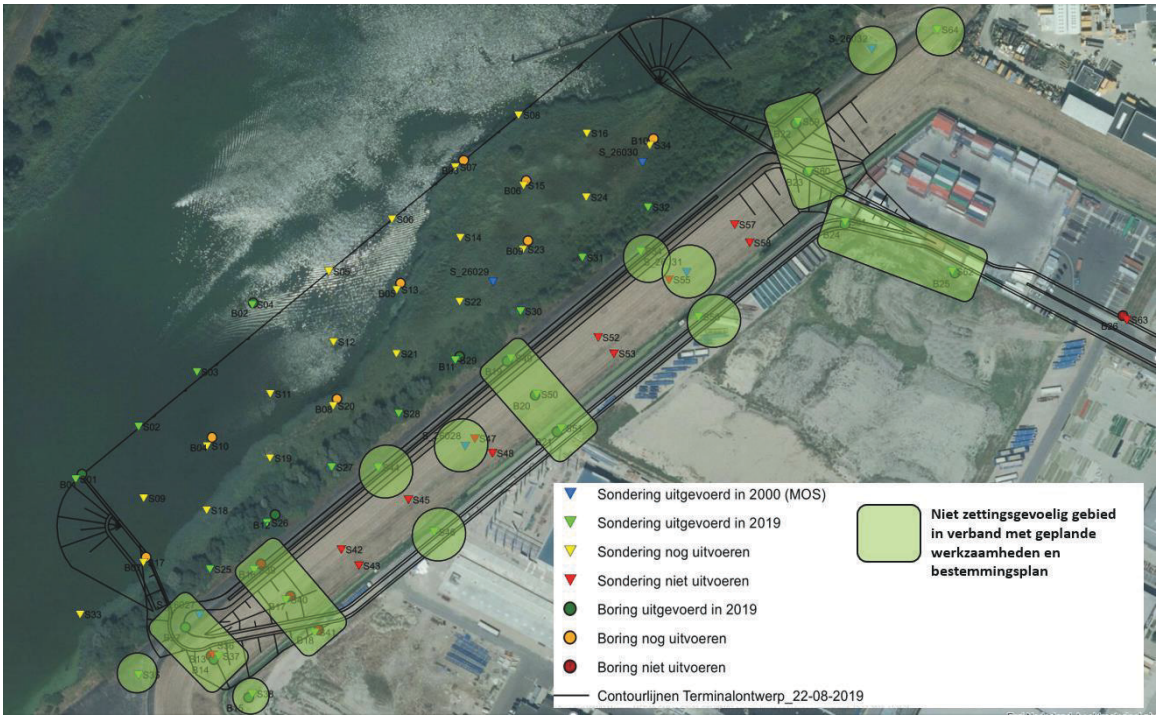
In afbeelding 3.1 en afbeelding 3.2 zijn de quickscans weergegeven ter plaatse van de kering en de toekomstige containerterminal. De quickscan geeft een overzicht weer van de uitgevoerde sonderingen. Deze zijn maar op een aantal locaties uitgevoerd, waarbij het overgrote deel van het gebied nog niet is onderzocht. Verder is in de quickscan een indicatief beeld te zien van de variabiliteit in de ondergrond, welke erg groot is, zelfs op korte afstand. Dit heeft als gevolg dat er grote verschillen in zettingen kunnen ontstaan. De kering in afbeelding 3.2 is als niet zettingsgevoelig ingedeeld vanwege de geplande werkzaamheden. Door ontgraving van de bestaande kruin en de afwezigheid van een hoge bovenbelasting wordt voldaan aan de restzettingseis, zoals aangetoond in tabel 3.1.

Vanwege de grote variabiliteit is het van belang de ondergrond beter in kaart te brengen. Hierbij is het alsnog uitvoeren van het geplande onderzoek van belang. Daarnaast kan worden gedacht aan aanvullende maatregelen. Tabel 3.3 geeft een prioriteringslijst weer van mogelijk te nemen maatregelen.

Afbeelding 3.1 Quickscan beschikbare sonderingen op basis van dikte samendrukbare lagen ter plaatse van de containerterminal



Afbeelding 3.2 Quickscan beschikbare sonderingen op basis van dikte samendrukbare lagen ter plaatse van de kering



Tabel 3.3 Prioritering maatregelen/oplossingen

Prioritering #	Maatregelen/Oplossingen	Oordeel
1	resterend onderzoek uitvoeren (Sonderingen en boringen conform tekening)	Bodemopbouw van het terrein voor het overgrote deel onbekend. Noodzakelijk om in beeld te krijgen om maatregelen te kunnen bepalen. Aanvullend laboratorium onderzoek lijkt op basis van informatie die nu beschikbaar is geen oplossing te bieden. Indien het nodig is voor het uitvoeren van het grondonderzoek om het groen te rooien en een zandaanvulling tot boven de waterlijn aan te brengen dan is dit een overweging voor de opdrachtgever omdat dit mogelijk beperkingen oplevert voor navolgende stappen.
2	ophogen i.c.m. verticale drainage	Indien blijkt dat er minder dan ca. 2,0 - 3,0 m samendrukbare lagen zijn, dan is ophogen i.c.m. verticale drainage het meest voor de hand liggende oplossing. Veel gebruikte en relatief goedkope oplossing.
3	grondverbetering (lokaal) (i.c.m. verticale drainage + ophogen)	Indien er blijkt dat er meer dan ca. 3,0 m samendrukbare lagen aanwezig zijn dan wordt grondverbetering aanbevolen. Met grondverbetering wordt bedoeld het verwijderen en vervangen van samendrukbare toplagen met bijvoorbeeld zand, wat zeer effectief is voor gebieden waar niet wordt voldaan aan de restzettingseis. Aandachtspunt hierbij is uitvoering. Als er al een eerste slag van zand is aangebracht (zie opmerking 1) dan is het niet efficiënt om alles af te graven maar kan wellicht gebruik worden gemaakt van grondverbetering met zandkolommen.
4	vacuümconsolidatie	Oplossing zeer effectief in dik pakket slappe lagen, echter in variabele grondopbouw met tussenzandlagen lijkt dit niet geschikt.
5	palenmatras	Oplossing zeer effectief, echter brengt hoge kosten met zich mee, minimale eisen verder verkend in paragraaf 3.4.
NB	licht ophoogmateriaal (BIMS, EPS)	Niet effectief vanwege hoge belasting van container terminal tijdens gebruik.

3.4 Schetsontwerp palenmatras

Er is een indicatieve berekening gemaakt van het bepalen van paalreacties om een inschatting te kunnen geven van de dimensies van de palen van het matras. Deze voorlopige berekening is gebaseerd op de ontwerptekeningen van de magazijnen van Noordland 12 & 13 [ref. 6, ref. 7]. De magazijnen daar zijn ook deels gefundeerd op een palenmatras en dienen dus als een goede referentie voor voorliggend vraagstuk. Verhoudingsgewijs is daarmee een inschatting gemaakt van de benodigde eigenschappen van het palenmatras.

Uit de tekening van Noordland 13 [ref. 7] wordt de volgende informatie gehaald over de eigenschappen van de palen:
- hart op hart afstand = 1,9 m x 2 m;
- paaldiameter = 0,219 m;
- grondverdringende paal met puntniveau variërend van NAP -13 m tot NAP -18 m;
- dek bovenkant NAP -2,0m.

Voor de beschouwing van een palenmatras voor de container terminal zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- dek bovenkant NAP -2,0 m;
- zand ophoging tot 3,5m NAP met volumiek gewicht = 20 kN/m^3;
- een terreinbelasting van 45 kPa, gelijk aan de beschouwing van de zettingen in het geval van voorbelasten.

Dit resulteert in een totale belasting van 75 kPa. Met een hart op hart afstand van 2 x 2 m is de belasting per paal gelijk aan 300 kN. Dat is vergelijkbaar met de kracht zoals gevonden in het ontwerp van Noordland 13. Bij wijze van eerste benadering moeten de palen van het paalmatras de volgende afmetingen hebben:
- hart op hart afstand = 2 m x 2 m;
- diameter = 0,219 m;
- puntniveau = NAP -20 m.

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze notitie is een indicatieve zettingsanalyse opgesteld om inzichtelijk te krijgen hoeveel tijdelijke voorbelasting benodigd is om het terrein bouwrijp te maken. De indicatieve zettingsprognoses laten zien dat bij een maximale ophoging tot NAP +6,0 m, oftewel een ophoging van circa 6 - 8 m hoog, alsnog een restzetting van circa 0,5 - 0,7 m wordt verwacht op de zettingsgevoelige locaties. Dit wordt als onacceptabel groot geacht voor een containerterminal. Indien er weinig samendrukbare lagen aanwezig zijn volstaat het om tot de opleverhoogte van NAP +3,5 m op te hogen. De berekeningen gaan ervan uit dat er verticale drains aanwezig zijn met wachttijden van 1 tot 2 jaar. Waarbij een langere wachttijd van 2 jaar weinig invloed heeft op de restzetting en dus niet efficiënt is.

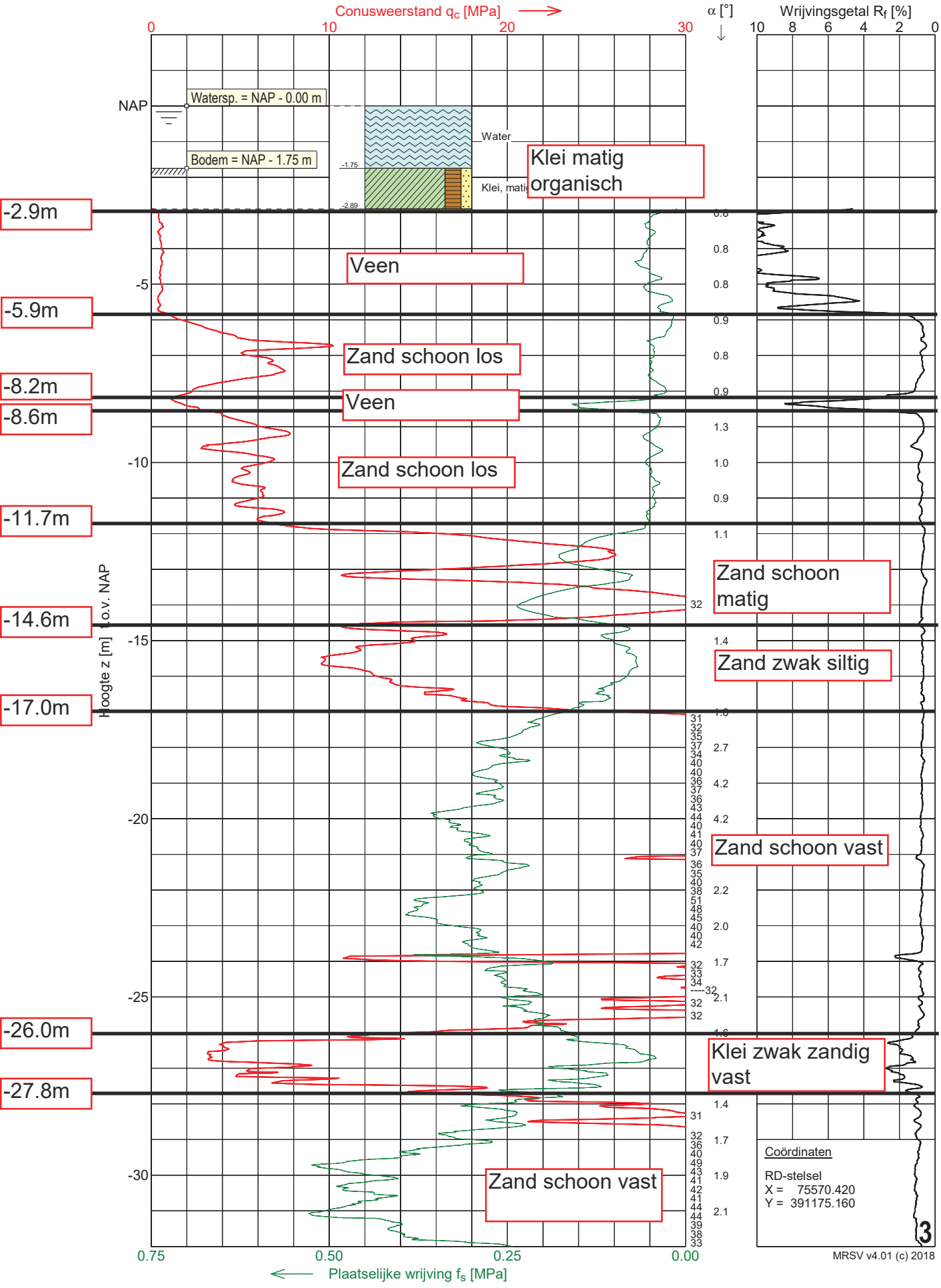
Bij deze indicatieve analyse dient er rekening mee gehouden te worden dat deze uitkomsten een eerste inschatting zijn. In het algemeen dient bij zettingsberekeningen in deze fase rekening te worden gehouden met een onzekerheidsmarge van 30 %. Op het moment van schrijven is niet al het grondonderzoek uitgevoerd (sonderingen en boringen) en zijn de gehanteerde uitgangspunten vrij conservatief ingeschat. Op basis van beschikbare sonderingen is de bodemopbouw zeer lokaal ongunstig, waardoor plaatselijke maatregelen mogelijk voldoende zijn om het terrein bouwrijp te maken. Dit dient echter eerst geverifieerd te worden. Om deze reden wordt aangeraden om de variabiliteit van de ondergrond beter in beeld te brengen. Ten eerste dienen alle uitgevraagde sonderingen en boringen uitgevoerd te worden. Resterend nog uit te voeren onderzoek bedraagt 34 sonderingen en 13 boringen. Hiervoor is een aardebaan tot boven de waterlijn benodigd om het groen te rooien en sonderingen in het water uit te voeren. Dit kan echter beperkingen veroorzaken voor navolgende stappen. Aanvullend laboratorium onderzoek lijkt op basis van informatie die nu beschikbaar is geen oplossing te bieden. Indien de bodemopbouw bekend is kan opgehoogd worden in combinatie met verticale drainage op locaties waar samendrukbare lagen kleiner zijn dan 2,0 à 3,0 m. Voor locaties met meer dan 3,0 m aan samendrukbare lagen wordt lokale grondverbetering in combinatie met ophogen en verticale drainage aanbevolen. Een aandachtspunt hierbij is uitvoering. Als er al een aardebaan van zand is aangebracht, dan is het niet efficiënt om de aardebaan af te graven. In dat geval kan gebruik worden gemaakt van grondverbetering met zandkolommen. Overige aandachtspunten zijn uitvoeringsstabiliteit bij grote ophogingen en de fasering van de ophoogslagen. Dit dient in een latere fase meer in detail te worden beschouwd.

Andere oplossingen zijn vacuümconsolidatie en palenmatras. Deze technieken zijn zeer effectief maar niet altijd toepasbaar (i.e. vacuümconsolidatie bij variabele grondopbouw met tussenzandlagen) en zeer prijzig. Op basis van het gehanteerde palenmatras voor Noordland 13 is een eerste grove analyse gemaakt van de benodigde eigenschappen voor het hanteren van een palenmatras op de Markiezaat Container Terminal. In een eerste beschouwing zou een palenmatras met een hart op hart afstand van 2x2 m en een paaldiameter van 0,219 m met een paalpuntniveau van NAP -20 m een alternatief kunnen zijn voor het voorbelasten van het terminalterrein.

BIJLAGE: INTERPRETATIE SONDERING S03

Sondering 3

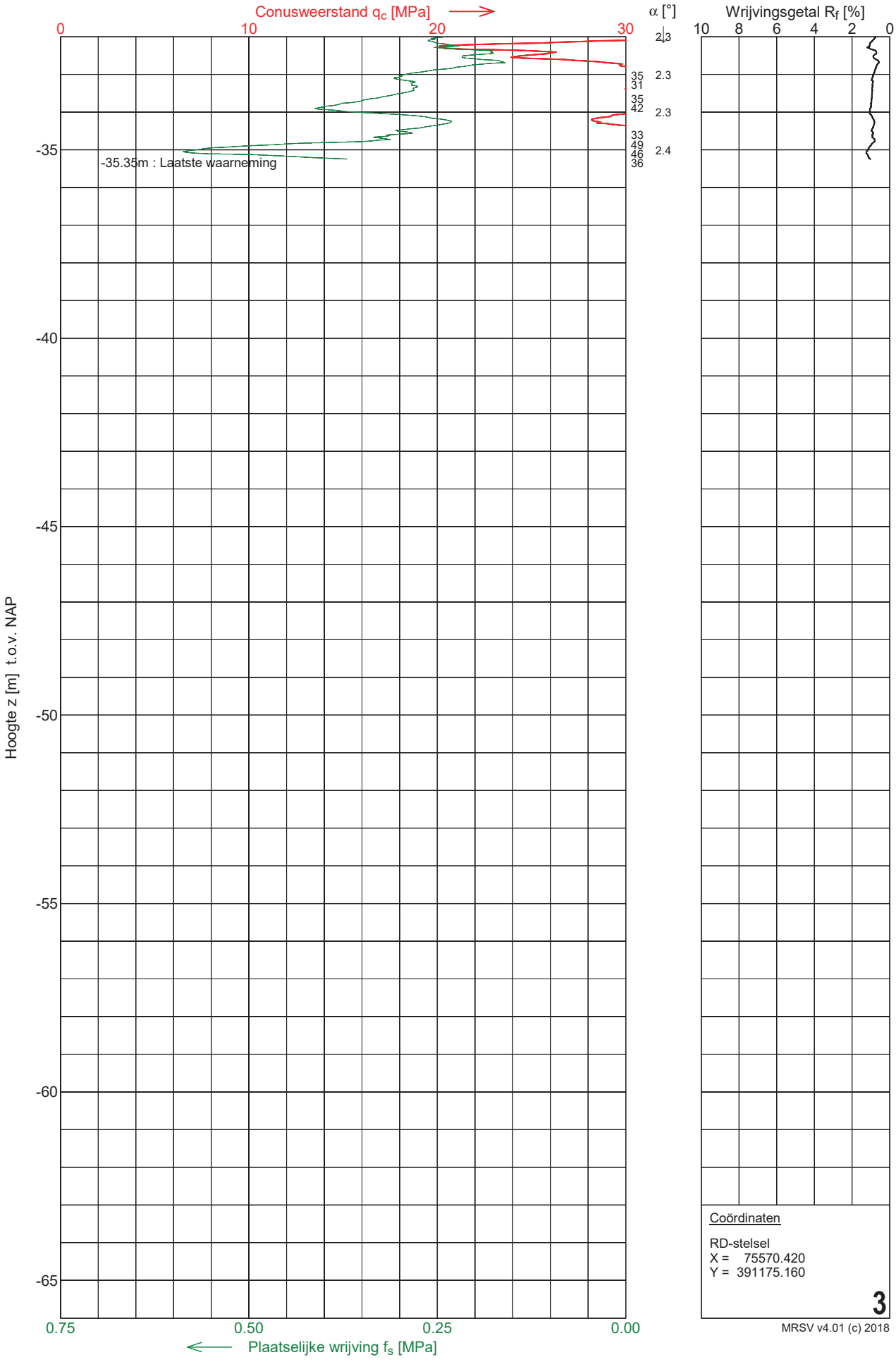
Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/140801	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 2



MOS GRONDMECHANICA

Sondering 3

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/140801	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 2 van 2



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75570.420
Y = 391175.160

3

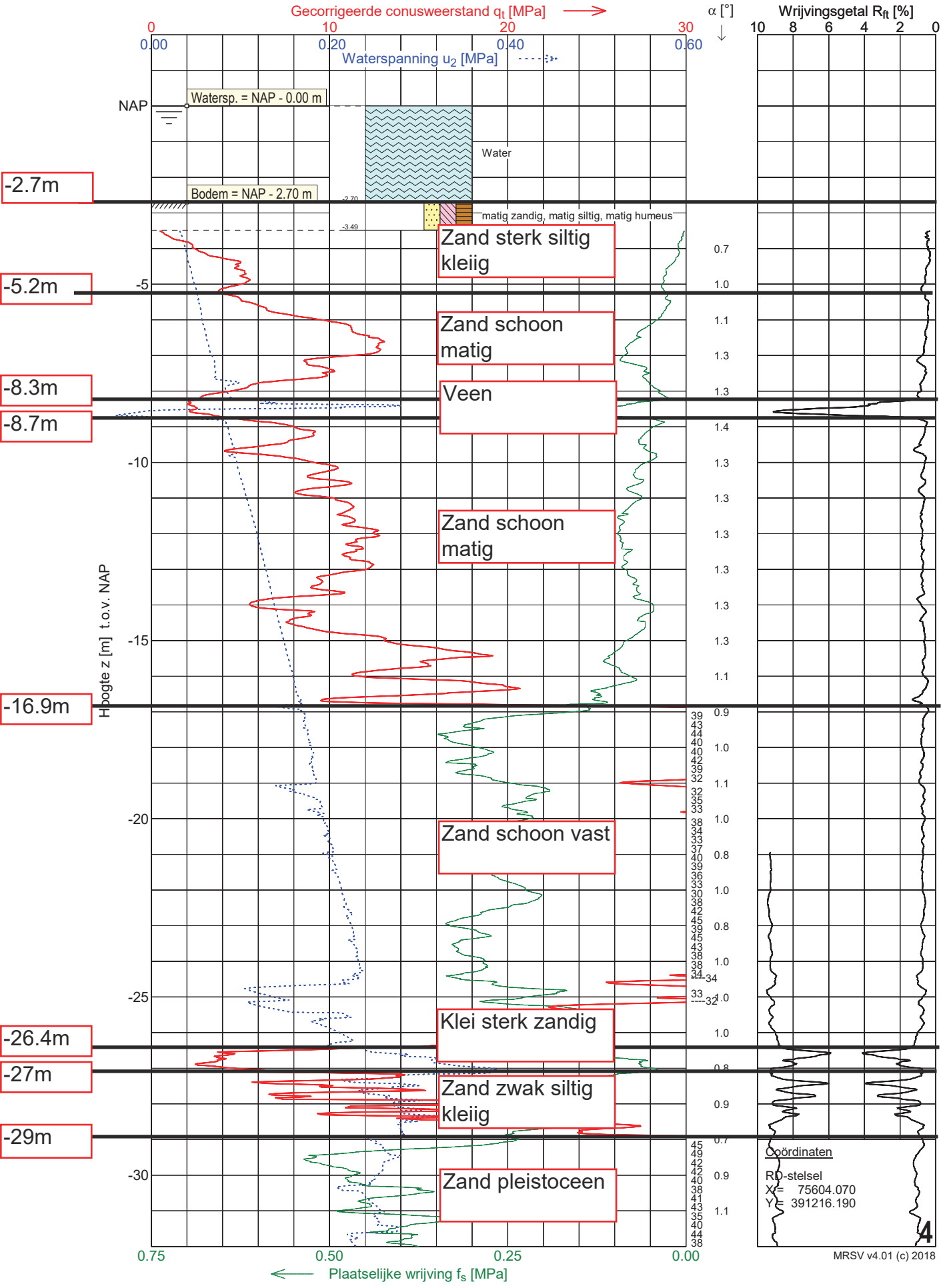
MRSV v4.01 (c) 2018

II

BIJLAGE: INTERPRETATIE SONDERING S04

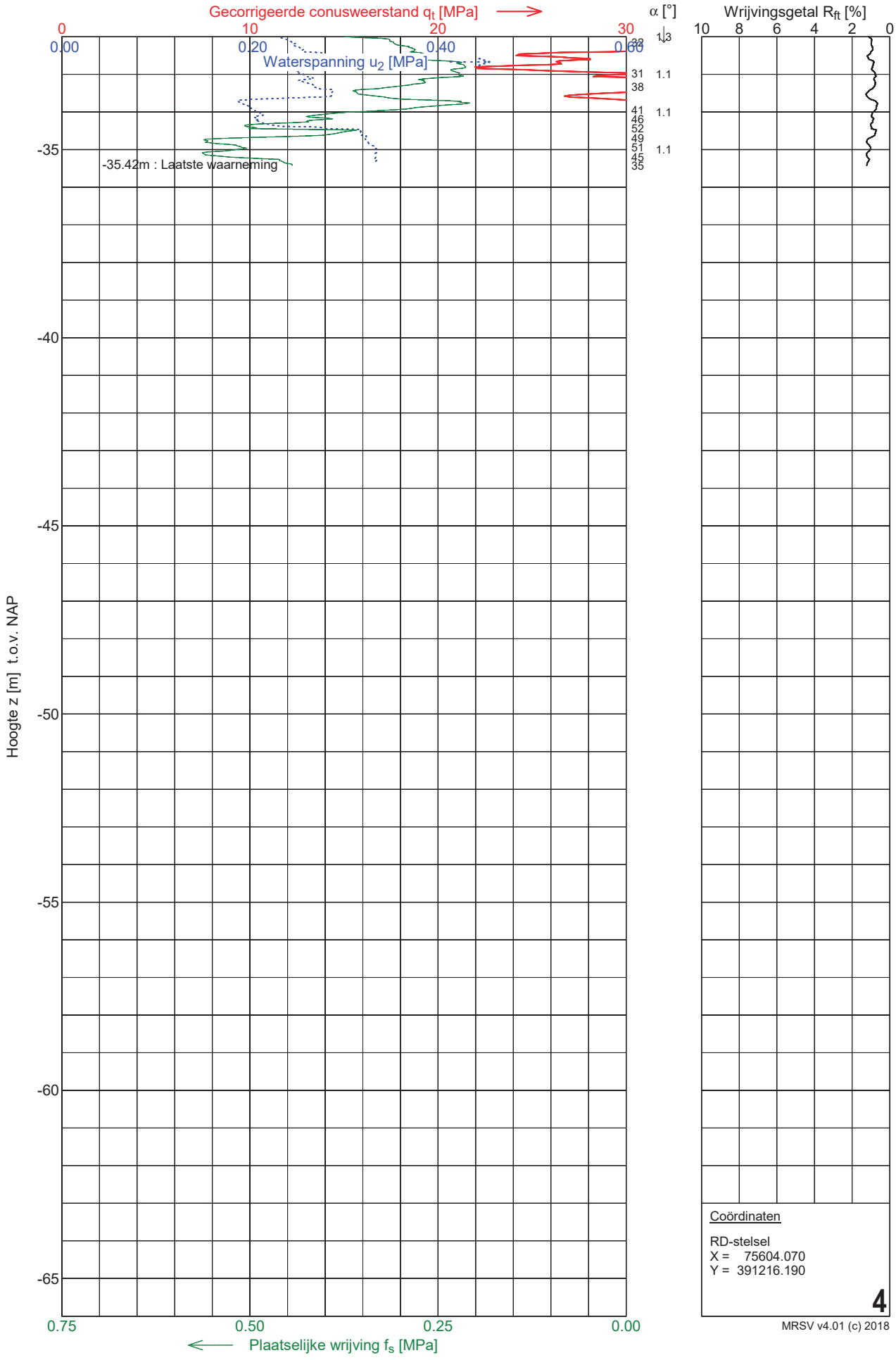
Sondering 4

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 140801C15	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 2



Sondering 4

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 140801C15	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 2 van 2



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75604.070
Y = 391216.190

4

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering 4

DISSIPATIETEST

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Datum : 12-09-2019
Project : Markiezaat Container Terminal

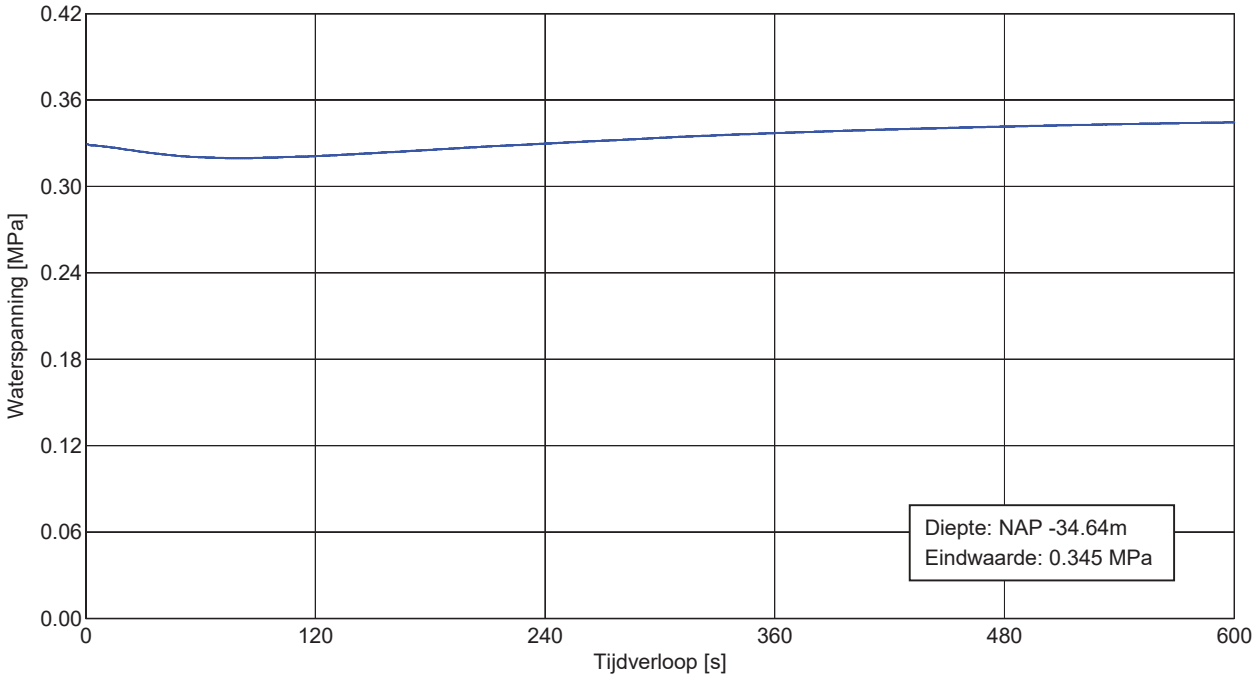
Conus nummer : 140801C15
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1500 mm^2

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE2
Sondeerunit : 65

TestNo : 1

X : 75604.070
Y : 391216.190

Bodem :NAP -2.70m



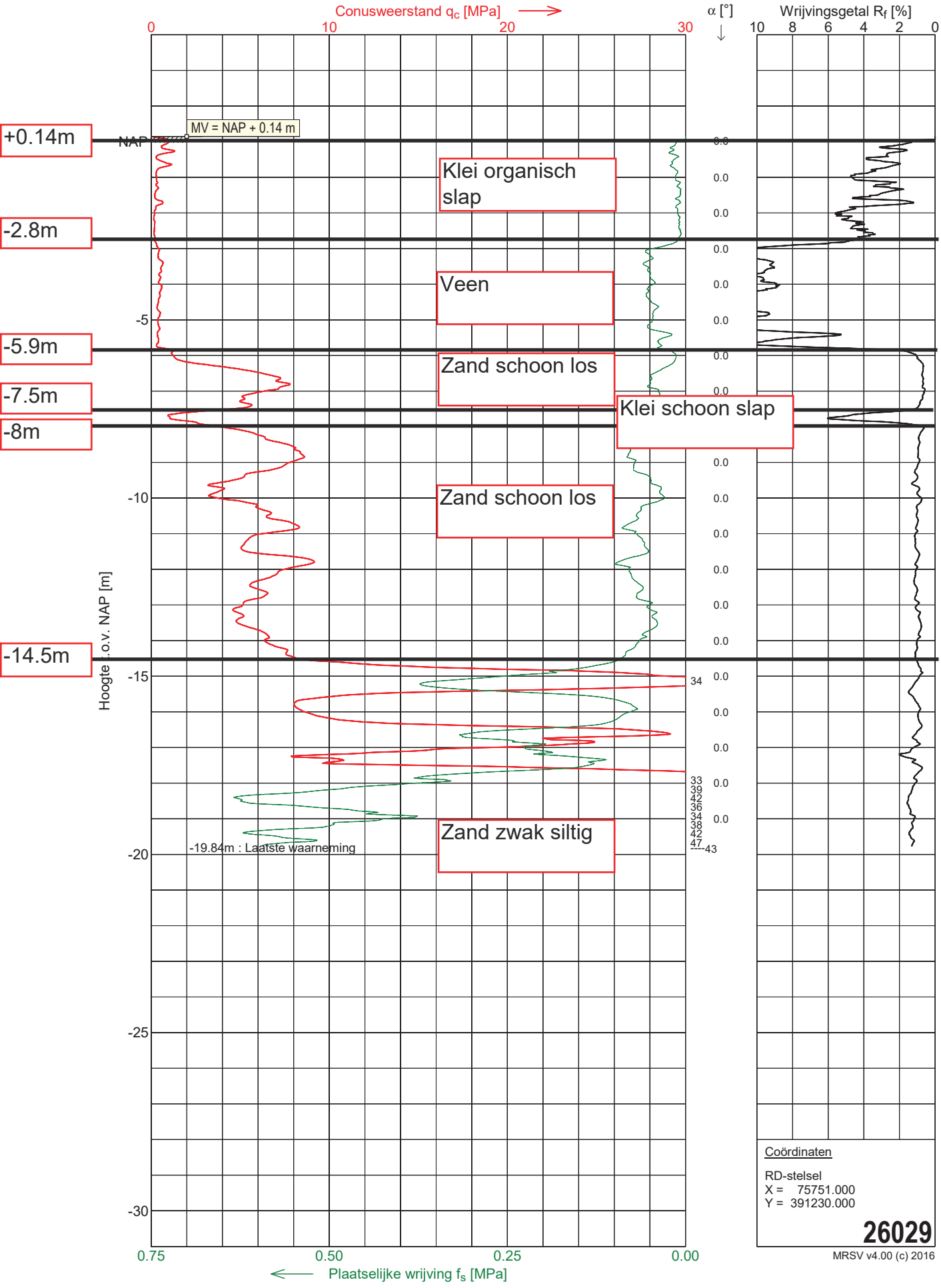
MOS GRONDMECHANICA

III

BIJLAGE: INTERPRETATIE SONDERING S26029

Sondering 26029

Opdracht	: 1701728	Conus nummer	: F7.5CKE/V	Norm	: NEN5140
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse	: 2
Datum	: 29-09-2000			Sondeerunit	: 200
Project	: N2- en O2-pijpleidingen			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75751.000
Y = 391230.000

26029

MRSV v4.00 (c) 2016

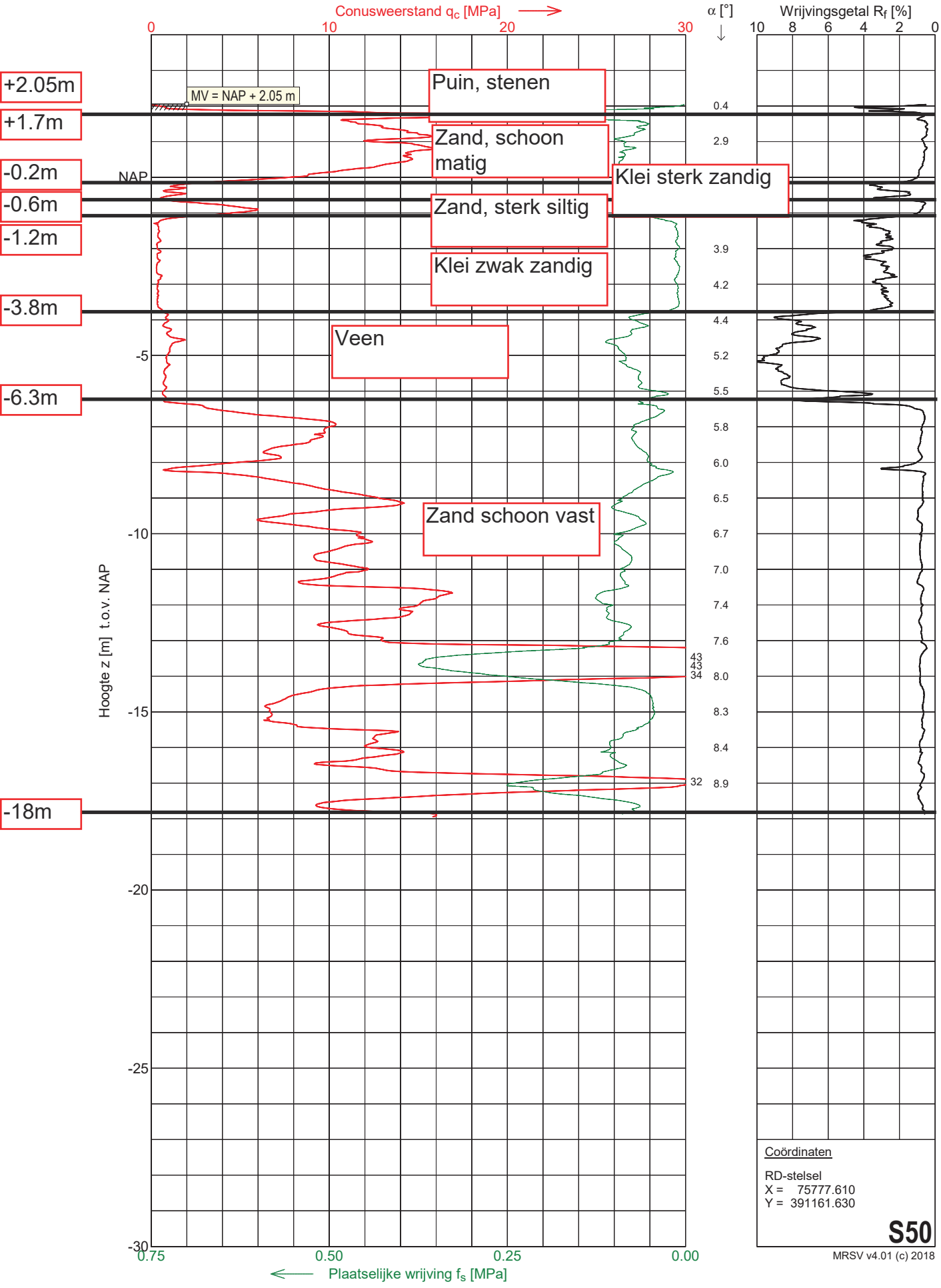
MOS GRONDMECHANICA

IV

BIJLAGE: INTERPRETATIE SONDERING S50

Sondering S50

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75777.610
Y = 391161.630

S50

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

V

BIJLAGE: GEVOELIGHEIDSANALYSE TERREINBELASTING

Percentage	Belasting [kN]	Product [kN]
0.17	30	5.10
0.01	40	0.40
0.01	50	0.50
0.01	60	0.60
0.015	70	1.05
0.015	80	1.20
0.0175	90	1.58
0.0225	100	2.25
0.02	110	2.20
0.0225	120	2.70
0.02	130	2.60
0.02	140	2.80
0.0225	150	3.38
0.0225	160	3.60
0.02	170	3.40
0.025	180	4.50
0.025	190	4.75
0.05	200	10.00
0.05	210	10.50
0.065	220	14.30
0.075	230	17.25
0.1	240	24.00
0.0825	250	20.63
0.05	260	13.00
0.0225	270	6.08
0.0175	280	4.90
0.01	290	2.90
0.0025	300	0.75

Dimensies 20ft container	
lengte	6.1
breedte	2.44

Dimensies 40ft container	
lengte	12.20
breedte	2.44

Oppervlakte 20ft container	14.88
Oppervlakte 40ft container	29.77

Som percentages	0.99
Gewogen gemiddelde [kN]	166.90
Oppervlakte belasting 20ft container [kN/m2]	11.21
Oppervlakte belasting 40ft container [kN/m2]	5.61

Stacks containers	Oppervlakte belasting 20 ft container [kN/m2]	Oppervlakte belasting 40 ft container [kN/m2]	Gemiddelde oppervlakte belasting 20 & 40 ft container [kN/m2]
1	11	6	8
2	22	11	17
3	34	17	25
4	45	22	34
5	56	28	42

VI

BIJLAGE: RESULTATEN S03 - 1 JAAR WACHTTIJD

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	14:54:29
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:31:59
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 35 kPa\S03 35kPa 1 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0.000	100.000			
10 - Y -	-1.750	-1.750			
9 - X -	0.000	100.000			
9 - Y -	-2.900	-2.900			
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-5.900	-5.900			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-8.200	-8.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.600	-8.600			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-11.700	-11.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-14.600	-14.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-17.000	-17.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-26.000	-26.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-27.800	-27.800			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-35.000	-35.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11335.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
10	Klei matig organisch	1	1
9	Veen	1	1
8	Zand schoon los	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Veen	1	1
6	Zand schoon los	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand zwak siltig	1	1
3	Zand schoon vast	1	1
2	Klei zwak zandig vast	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	10.00	10.00
8	Yes	17.00	19.00
7	No	10.00	10.00
6	Yes	17.00	19.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	18.00	20.00
3	Yes	19.00	21.00
2	No	20.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	-	1.30	-
7	10.00	-	-
6	-	1.30	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0383333	0.2300000	0.0115000	-	-	-
9	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
6	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
3	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
2	0.0127833	0.0767000	0.0031000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	365	-18.00	-20.00
4	375	18.00	20.00
5	385	35.00	35.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-1.75	3.50	3.50	-1.75		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.30	5.30	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.30	6.30	6.30	5.30		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50.000				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.750	129.890	0.140	129.889	2.218
-1.850	129.210	0.262	129.889	2.181
-1.950	128.661	0.371	129.888	2.148
-2.050	128.227	0.468	129.888	2.115
-2.150	127.894	0.555	129.887	2.084
-2.250	127.648	0.633	129.887	2.053
-2.325	127.516	0.686	129.887	2.030
-2.350	127.480	0.703	129.887	2.023
-2.450	127.380	0.766	129.886	1.993
-2.550	127.339	0.823	129.885	1.964
-2.650	127.350	0.875	129.885	1.936
-2.750	127.405	0.922	129.884	1.908
-2.900	127.557	0.986	129.883	1.867
-2.900	127.557	0.986	129.883	1.867
-3.700	127.802	0.975	129.878	1.436
-4.400	129.688	0.796	129.871	1.060
-5.100	132.739	0.498	129.862	0.681
-5.900	136.388	0.140	129.850	0.246
-5.900	136.388	0.140	129.850	0.246
-6.450	141.432	0.140	129.839	0.240
-7.050	146.933	0.140	129.826	0.233
-7.600	151.973	0.140	129.812	0.228
-8.200	157.470	0.140	129.794	0.223
-8.200	157.470	0.140	129.794	0.223
-8.400	157.498	0.140	129.787	0.146
-8.600	157.532	0.140	129.781	0.068
-8.600	157.532	0.140	129.781	0.068
-9.350	164.396	0.140	129.752	0.062
-10.150	171.711	0.140	129.715	0.057
-10.900	178.564	0.140	129.675	0.053
-11.700	185.866	0.140	129.626	0.049
-11.700	185.866	0.140	129.626	0.049
-12.450	193.455	0.140	129.572	0.048
-13.150	200.532	0.140	129.516	0.047
-13.900	208.106	0.140	129.447	0.046
-14.600	215.168	0.140	129.376	0.045
-14.600	215.168	0.140	129.376	0.045
-15.200	221.215	0.140	129.309	0.044
-15.800	227.256	0.140	129.237	0.043
-16.400	233.291	0.140	129.158	0.042
-17.000	239.320	0.140	129.073	0.041
-17.000	239.320	0.140	129.073	0.041
-17.900	249.251	0.140	128.933	0.041
-18.900	260.268	0.140	128.760	0.040
-19.900	271.265	0.140	128.567	0.040
-20.900	282.242	0.140	128.354	0.040
-21.500	288.818	0.140	128.216	0.039
-23.000	305.225	0.140	127.838	0.039
-25.000	327.026	0.140	127.258	0.038
-26.000	337.893	0.140	126.936	0.038
-26.000	337.894	0.140	126.936	0.038
-26.900	346.564	0.160	126.627	0.019
-27.800	355.600	0.140	126.300	0.001
-27.800	355.600	0.140	126.300	0.001
-29.600	375.037	0.140	125.595	0.001
-31.400	394.405	0.140	124.822	0.001
-33.200	413.709	0.140	123.983	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-35.000	432.951	0.140	123.083	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	-1.75	2.218

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	1.822	82.180	0.395
	385	1.819	82.041	0.398

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	14:55:18
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:26:28
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 45 kPa\S03 45kPa 1 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0.000	100.000			
10 - Y -	-1.750	-1.750			
9 - X -	0.000	100.000			
9 - Y -	-2.900	-2.900			
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-5.900	-5.900			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-8.200	-8.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.600	-8.600			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-11.700	-11.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-14.600	-14.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-17.000	-17.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-26.000	-26.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-27.800	-27.800			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-35.000	-35.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11335.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
10	Klei matig organisch	1	1
9	Veen	1	1
8	Zand schoon los	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Veen	1	1
6	Zand schoon los	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand zwak siltig	1	1
3	Zand schoon vast	1	1
2	Klei zwak zandig vast	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	10.00	10.00
8	Yes	17.00	19.00
7	No	10.00	10.00
6	Yes	17.00	19.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	18.00	20.00
3	Yes	19.00	21.00
2	No	20.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	-	1.30	-
7	10.00	-	-
6	-	1.30	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0383333	0.2300000	0.0115000	-	-	-
9	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
6	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
3	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
2	0.0127833	0.0767000	0.0031000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	365	-18.00	-20.00
4	375	18.00	20.00
5	385	45.00	45.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-1.75	3.50	3.50	-1.75		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.30	5.30	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.30	6.30	6.30	5.30		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50.000				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.750	139.428	0.140	139.427	2.277
-1.850	138.747	0.262	139.426	2.240
-1.950	138.198	0.371	139.426	2.205
-2.050	137.763	0.468	139.425	2.172
-2.150	137.428	0.555	139.425	2.140
-2.250	137.182	0.633	139.424	2.108
-2.325	137.049	0.686	139.424	2.085
-2.350	137.014	0.703	139.424	2.078
-2.450	136.913	0.766	139.423	2.047
-2.550	136.872	0.823	139.422	2.018
-2.650	136.882	0.875	139.422	1.989
-2.750	136.936	0.922	139.421	1.960
-2.900	137.088	0.986	139.420	1.918
-2.900	137.088	0.986	139.420	1.918
-3.700	137.333	0.976	139.413	1.476
-4.400	139.220	0.796	139.405	1.089
-5.100	142.270	0.498	139.395	0.701
-5.900	145.919	0.140	139.380	0.255
-5.900	145.919	0.140	139.380	0.255
-6.450	150.961	0.140	139.368	0.248
-7.050	156.460	0.140	139.353	0.242
-7.600	161.498	0.140	139.336	0.236
-8.200	166.991	0.140	139.316	0.231
-8.200	166.991	0.140	139.316	0.231
-8.400	167.019	0.140	139.308	0.151
-8.600	167.052	0.140	139.300	0.071
-8.600	167.052	0.140	139.300	0.071
-9.350	173.911	0.140	139.267	0.065
-10.150	181.221	0.140	139.225	0.060
-10.900	188.068	0.140	139.180	0.056
-11.700	195.364	0.140	139.123	0.051
-11.700	195.364	0.140	139.123	0.051
-12.450	202.946	0.140	139.063	0.050
-13.150	210.015	0.140	138.999	0.049
-13.900	217.581	0.140	138.922	0.048
-14.600	224.634	0.140	138.843	0.047
-14.600	224.634	0.140	138.843	0.047
-15.200	230.673	0.140	138.768	0.046
-15.800	236.706	0.140	138.686	0.045
-16.400	242.732	0.140	138.598	0.044
-17.000	248.751	0.140	138.504	0.043
-17.000	248.751	0.140	138.504	0.043
-17.900	258.667	0.140	138.348	0.043
-18.900	269.665	0.140	138.156	0.042
-19.900	280.641	0.140	137.943	0.042
-20.900	291.596	0.140	137.707	0.041
-21.500	298.158	0.140	137.556	0.041
-23.000	314.527	0.140	137.140	0.041
-25.000	336.272	0.140	136.504	0.040
-26.000	347.109	0.140	136.151	0.040
-26.000	347.109	0.140	136.151	0.040
-26.900	355.744	0.160	135.814	0.020
-27.800	364.756	0.140	135.457	0.001
-27.800	364.757	0.140	135.457	0.001
-29.600	384.130	0.140	134.688	0.001
-31.400	403.430	0.140	133.847	0.001
-33.200	422.661	0.140	132.936	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-35.000	441.827	0.140	131.960	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	-1.75	2.277

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	1.822	80.047	0.454
	385	1.819	79.912	0.457

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	14:56:19
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	11-12-2019
Time of calculation:	12:52:35
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 55 kPa\S03 55kPa 1 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0.000	100.000			
10 - Y -	-1.750	-1.750			
9 - X -	0.000	100.000			
9 - Y -	-2.900	-2.900			
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-5.900	-5.900			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-8.200	-8.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.600	-8.600			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-11.700	-11.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-14.600	-14.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-17.000	-17.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-26.000	-26.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-27.800	-27.800			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-35.000	-35.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11335.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
10	Klei matig organisch	1	1
9	Veen	1	1
8	Zand schoon los	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Veen	1	1
6	Zand schoon los	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand zwak siltig	1	1
3	Zand schoon vast	1	1
2	Klei zwak zandig vast	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	10.00	10.00
8	Yes	17.00	19.00
7	No	10.00	10.00
6	Yes	17.00	19.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	18.00	20.00
3	Yes	19.00	21.00
2	No	20.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	-	1.30	-
7	10.00	-	-
6	-	1.30	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0383333	0.2300000	0.0115000	-	-	-
9	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
6	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
3	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
2	0.0127833	0.0767000	0.0031000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	365	-18.00	-20.00
4	375	18.00	20.00
5	385	55.00	55.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-1.75	3.50	3.50	-1.75		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.30	5.30	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.30	6.30	6.30	5.30		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50.000				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.750	148.994	0.140	148.993	2.332
-1.850	148.312	0.262	148.992	2.295
-1.950	147.762	0.371	148.991	2.260
-2.050	147.326	0.468	148.991	2.226
-2.150	146.991	0.555	148.990	2.193
-2.250	146.744	0.633	148.990	2.161
-2.325	146.610	0.687	148.989	2.137
-2.350	146.575	0.704	148.989	2.129
-2.450	146.473	0.767	148.988	2.098
-2.550	146.431	0.824	148.987	2.068
-2.650	146.441	0.876	148.987	2.038
-2.750	146.495	0.923	148.986	2.009
-2.900	146.647	0.987	148.984	1.966
-2.900	146.647	0.987	148.984	1.966
-3.700	146.892	0.976	148.976	1.513
-4.400	148.778	0.797	148.967	1.117
-5.100	151.828	0.498	148.955	0.720
-5.900	155.477	0.140	148.939	0.264
-5.900	155.477	0.140	148.939	0.264
-6.450	160.518	0.140	148.925	0.256
-7.050	166.014	0.140	148.907	0.250
-7.600	171.050	0.140	148.888	0.244
-8.200	176.540	0.140	148.865	0.239
-8.200	176.540	0.140	148.865	0.239
-8.400	176.567	0.140	148.856	0.157
-8.600	176.599	0.140	148.847	0.074
-8.600	176.599	0.140	148.847	0.074
-9.350	183.454	0.140	148.810	0.068
-10.150	190.759	0.140	148.763	0.063
-10.900	197.600	0.140	148.712	0.058
-11.700	204.889	0.140	148.649	0.054
-11.700	204.889	0.140	148.649	0.054
-12.450	212.464	0.140	148.581	0.052
-13.150	219.526	0.140	148.510	0.051
-13.900	227.084	0.140	148.425	0.050
-14.600	234.128	0.140	148.337	0.049
-14.600	234.128	0.140	148.337	0.049
-15.200	240.159	0.140	148.254	0.048
-15.800	246.183	0.140	148.164	0.047
-16.400	252.200	0.140	148.067	0.046
-17.000	258.210	0.140	147.962	0.045
-17.000	258.210	0.140	147.962	0.045
-17.900	268.110	0.140	147.791	0.045
-18.900	279.089	0.140	147.580	0.044
-19.900	290.045	0.140	147.346	0.044
-20.900	300.977	0.140	147.089	0.043
-21.500	307.525	0.140	146.923	0.043
-23.000	323.857	0.140	146.469	0.042
-25.000	345.545	0.140	145.778	0.042
-26.000	356.351	0.140	145.394	0.041
-26.000	356.352	0.140	145.394	0.041
-26.900	364.952	0.161	145.027	0.021
-27.800	373.940	0.140	144.641	0.002
-27.800	373.940	0.140	144.641	0.002
-29.600	393.250	0.140	143.808	0.001
-31.400	412.482	0.140	142.899	0.001
-33.200	431.641	0.140	141.915	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-35.000	450.730	0.140	140.863	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	-1.75	2.332

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	1.822	78.142	0.510
	385	1.819	78.010	0.513

End of Report

VII

BIJLAGE: RESULTATEN S03 - 2 JAAR WACHTTIJD

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	14:58:34
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:32:44
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 35 kPa\S03 35kPa 2 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0.000	100.000			
10 - Y -	-1.750	-1.750			
9 - X -	0.000	100.000			
9 - Y -	-2.900	-2.900			
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-5.900	-5.900			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-8.200	-8.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.600	-8.600			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-11.700	-11.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-14.600	-14.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-17.000	-17.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-26.000	-26.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-27.800	-27.800			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-35.000	-35.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11700.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
10	Klei matig organisch	1	1
9	Veen	1	1
8	Zand schoon los	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Veen	1	1
6	Zand schoon los	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand zwak siltig	1	1
3	Zand schoon vast	1	1
2	Klei zwak zandig vast	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	10.00	10.00
8	Yes	17.00	19.00
7	No	10.00	10.00
6	Yes	17.00	19.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	18.00	20.00
3	Yes	19.00	21.00
2	No	20.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	-	1.30	-
7	10.00	-	-
6	-	1.30	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0383333	0.2300000	0.0115000	-	-	-
9	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
6	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
3	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
2	0.0127833	0.0767000	0.0031000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	730	-18.00	-20.00
4	740	18.00	20.00
5	750	35.00	35.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-1.75	3.50	3.50	-1.75		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.40	5.40	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.40	6.40	6.40	5.40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50.000				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.750	131.603	0.140	131.602	2.229
-1.850	130.923	0.262	131.602	2.192
-1.950	130.374	0.371	131.601	2.158
-2.050	129.940	0.468	131.601	2.126
-2.150	129.607	0.555	131.600	2.094
-2.250	129.361	0.633	131.600	2.063
-2.325	129.229	0.686	131.599	2.040
-2.350	129.193	0.703	131.599	2.033
-2.450	129.093	0.766	131.599	2.003
-2.550	129.052	0.823	131.598	1.974
-2.650	129.063	0.875	131.598	1.946
-2.750	129.118	0.922	131.597	1.918
-2.900	129.270	0.986	131.596	1.877
-2.900	129.270	0.986	131.596	1.877
-3.700	129.515	0.975	131.590	1.444
-4.400	131.401	0.796	131.583	1.065
-5.100	134.451	0.498	131.574	0.685
-5.900	138.100	0.140	131.561	0.248
-5.900	138.100	0.140	131.561	0.248
-6.450	143.143	0.140	131.550	0.241
-7.050	148.644	0.140	131.537	0.235
-7.600	153.684	0.140	131.522	0.230
-8.200	159.179	0.140	131.504	0.225
-8.200	159.179	0.140	131.504	0.225
-8.400	159.208	0.140	131.497	0.146
-8.600	159.241	0.140	131.490	0.068
-8.600	159.241	0.140	131.490	0.068
-9.350	166.104	0.140	131.460	0.063
-10.150	173.419	0.140	131.423	0.058
-10.900	180.270	0.140	131.382	0.053
-11.700	187.571	0.140	131.331	0.049
-11.700	187.571	0.140	131.331	0.049
-12.450	195.159	0.140	131.276	0.048
-13.150	202.234	0.140	131.218	0.047
-13.900	209.807	0.140	131.148	0.046
-14.600	216.867	0.140	131.076	0.045
-14.600	216.867	0.140	131.076	0.045
-15.200	222.913	0.140	131.007	0.044
-15.800	228.952	0.140	130.933	0.043
-16.400	234.986	0.140	130.852	0.043
-17.000	241.013	0.140	130.766	0.042
-17.000	241.013	0.140	130.766	0.042
-17.900	250.941	0.140	130.623	0.041
-18.900	261.955	0.140	130.446	0.041
-19.900	272.948	0.140	130.249	0.040
-20.900	283.921	0.140	130.032	0.040
-21.500	290.494	0.140	129.892	0.040
-23.000	306.895	0.140	129.507	0.039
-25.000	328.685	0.140	128.918	0.039
-26.000	339.547	0.140	128.590	0.038
-26.000	339.547	0.140	128.590	0.038
-26.900	348.213	0.159	128.275	0.019
-27.800	357.243	0.140	127.943	0.001
-27.800	357.243	0.140	127.943	0.001
-29.600	376.668	0.140	127.227	0.001
-31.400	396.025	0.140	126.441	0.001
-33.200	415.315	0.140	125.590	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-35.000	434.543	0.140	124.676	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	-1.75	2.229

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	1.918	86.078	0.310
	750	1.913	85.827	0.316

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:17:26
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:27:15
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 45 kPa\S03 45kPa 2 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0.000	100.000			
10 - Y -	-1.750	-1.750			
9 - X -	0.000	100.000			
9 - Y -	-2.900	-2.900			
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-5.900	-5.900			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-8.200	-8.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.600	-8.600			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-11.700	-11.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-14.600	-14.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-17.000	-17.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-26.000	-26.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-27.800	-27.800			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-35.000	-35.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11700.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
10	Klei matig organisch	1	1
9	Veen	1	1
8	Zand schoon los	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Veen	1	1
6	Zand schoon los	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand zwak siltig	1	1
3	Zand schoon vast	1	1
2	Klei zwak zandig vast	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	10.00	10.00
8	Yes	17.00	19.00
7	No	10.00	10.00
6	Yes	17.00	19.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	18.00	20.00
3	Yes	19.00	21.00
2	No	20.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	-	1.30	-
7	10.00	-	-
6	-	1.30	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0383333	0.2300000	0.0115000	-	-	-
9	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
6	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
3	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
2	0.0127833	0.0767000	0.0031000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	730	-18.00	-20.00
4	740	18.00	20.00
5	750	45.00	45.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-1.75	3.50	3.50	-1.75		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.40	5.40	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.40	6.40	6.40	5.40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50.000				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.750	141.147	0.140	141.146	2.287
-1.850	140.466	0.262	141.145	2.250
-1.950	139.917	0.371	141.145	2.215
-2.050	139.482	0.468	141.144	2.182
-2.150	139.147	0.555	141.144	2.150
-2.250	138.901	0.633	141.143	2.118
-2.325	138.768	0.686	141.143	2.095
-2.350	138.732	0.703	141.142	2.087
-2.450	138.631	0.766	141.142	2.057
-2.550	138.590	0.823	141.141	2.027
-2.650	138.600	0.875	141.140	1.998
-2.750	138.655	0.922	141.140	1.969
-2.900	138.807	0.986	141.139	1.927
-2.900	138.807	0.986	141.139	1.927
-3.700	139.051	0.976	141.131	1.483
-4.400	140.938	0.796	141.123	1.094
-5.100	143.988	0.498	141.112	0.704
-5.900	147.636	0.140	141.097	0.257
-5.900	147.636	0.140	141.097	0.257
-6.450	152.678	0.140	141.085	0.249
-7.050	158.176	0.140	141.069	0.243
-7.600	163.213	0.140	141.052	0.238
-8.200	168.706	0.140	141.031	0.233
-8.200	168.706	0.140	141.031	0.233
-8.400	168.733	0.140	141.023	0.152
-8.600	168.766	0.140	141.015	0.072
-8.600	168.766	0.140	141.015	0.072
-9.350	175.625	0.140	140.981	0.066
-10.150	182.934	0.140	140.938	0.061
-10.900	189.780	0.140	140.891	0.056
-11.700	197.074	0.140	140.834	0.052
-11.700	197.074	0.140	140.834	0.052
-12.450	204.655	0.140	140.772	0.050
-13.150	211.722	0.140	140.706	0.049
-13.900	219.287	0.140	140.628	0.048
-14.600	226.338	0.140	140.547	0.047
-14.600	226.338	0.140	140.547	0.047
-15.200	232.376	0.140	140.470	0.046
-15.800	238.407	0.140	140.387	0.045
-16.400	244.431	0.140	140.297	0.045
-17.000	250.448	0.140	140.201	0.044
-17.000	250.448	0.140	140.201	0.044
-17.900	260.361	0.140	140.042	0.043
-18.900	271.355	0.140	139.847	0.043
-19.900	282.328	0.140	139.629	0.042
-20.900	293.278	0.140	139.390	0.042
-21.500	299.838	0.140	139.235	0.042
-23.000	316.200	0.140	138.812	0.041
-25.000	337.934	0.140	138.166	0.040
-26.000	348.765	0.140	137.808	0.040
-26.000	348.765	0.140	137.808	0.040
-26.900	357.396	0.160	137.465	0.020
-27.800	366.402	0.140	137.102	0.001
-27.800	366.402	0.140	137.102	0.001
-29.600	385.763	0.140	136.322	0.001
-31.400	405.051	0.140	135.468	0.001
-33.200	424.269	0.140	134.544	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-35.000	443.421	0.140	133.553	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	-1.75	2.287

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	1.918	83.883	0.369
	750	1.913	83.638	0.374

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:17:56
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	11-12-2019
Time of calculation:	12:51:03
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 55 kPa\S03 55kPa 2 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 8
4.1 Settlements 8
4.2 Residual Times 8

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0.000	100.000			
10 - Y -	-1.750	-1.750			
9 - X -	0.000	100.000			
9 - Y -	-2.900	-2.900			
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-5.900	-5.900			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-8.200	-8.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.600	-8.600			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-11.700	-11.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-14.600	-14.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-17.000	-17.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-26.000	-26.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-27.800	-27.800			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-35.000	-35.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11700.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
10	Klei matig organisch	1	1
9	Veen	1	1
8	Zand schoon los	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Veen	1	1
6	Zand schoon los	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand zwak siltig	1	1
3	Zand schoon vast	1	1
2	Klei zwak zandig vast	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	No	15.00	15.00
9	No	10.00	10.00
8	Yes	17.00	19.00
7	No	10.00	10.00
6	Yes	17.00	19.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	18.00	20.00
3	Yes	19.00	21.00
2	No	20.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
10	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
9	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
8	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
7	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
10	10.00	-	-
9	10.00	-	-
8	-	1.30	-
7	10.00	-	-
6	-	1.30	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
10	Full	-	-
9	Full	-	-
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
10	0.0383333	0.2300000	0.0115000	-	-	-
9	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
6	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
3	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
2	0.0127833	0.0767000	0.0031000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight Unsaturated [kN/m³]	Unit weight Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	730	-18.00	-20.00
4	740	18.00	20.00
5	750	55.00	55.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-1.75	3.50	3.50	-1.75		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.40	5.40	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.40	6.40	6.40	5.40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	50.000				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-1.750	150.717	0.140	150.716	2.342
-1.850	150.036	0.262	150.716	2.304
-1.950	149.486	0.371	150.715	2.269
-2.050	149.050	0.468	150.715	2.235
-2.150	148.714	0.555	150.714	2.202
-2.250	148.467	0.633	150.713	2.170
-2.325	148.334	0.687	150.713	2.146
-2.350	148.298	0.704	150.712	2.138
-2.450	148.197	0.767	150.712	2.107
-2.550	148.154	0.824	150.711	2.077
-2.650	148.164	0.876	150.710	2.047
-2.750	148.218	0.923	150.709	2.017
-2.900	148.370	0.987	150.708	1.974
-2.900	148.370	0.987	150.708	1.974
-3.700	148.614	0.976	150.699	1.519
-4.400	150.501	0.797	150.690	1.122
-5.100	153.551	0.498	150.678	0.723
-5.900	157.199	0.140	150.661	0.265
-5.900	157.199	0.140	150.661	0.265
-6.450	162.239	0.140	150.646	0.258
-7.050	167.735	0.140	150.628	0.251
-7.600	172.770	0.140	150.609	0.246
-8.200	178.260	0.140	150.585	0.240
-8.200	178.260	0.140	150.585	0.240
-8.400	178.286	0.140	150.576	0.157
-8.600	178.318	0.140	150.567	0.075
-8.600	178.318	0.140	150.567	0.075
-9.350	185.172	0.140	150.528	0.069
-10.150	192.476	0.140	150.480	0.063
-10.900	199.316	0.140	150.428	0.059
-11.700	206.604	0.140	150.363	0.054
-11.700	206.604	0.140	150.363	0.054
-12.450	214.177	0.140	150.294	0.053
-13.150	221.238	0.140	150.222	0.052
-13.900	228.793	0.140	150.135	0.051
-14.600	235.836	0.140	150.045	0.050
-14.600	235.836	0.140	150.045	0.050
-15.200	241.865	0.140	149.960	0.049
-15.800	247.888	0.140	149.868	0.048
-16.400	253.903	0.140	149.769	0.047
-17.000	259.910	0.140	149.663	0.046
-17.000	259.910	0.140	149.663	0.046
-17.900	269.807	0.140	149.489	0.045
-18.900	280.782	0.140	149.274	0.045
-19.900	291.734	0.140	149.036	0.044
-20.900	302.663	0.140	148.774	0.044
-21.500	309.208	0.140	148.605	0.043
-23.000	325.532	0.140	148.144	0.043
-25.000	347.209	0.140	147.441	0.042
-26.000	358.010	0.140	147.052	0.042
-26.000	358.010	0.140	147.052	0.042
-26.900	366.605	0.161	146.680	0.021
-27.800	375.587	0.140	146.288	0.002
-27.800	375.587	0.140	146.288	0.002
-29.600	394.885	0.140	145.443	0.001
-31.400	414.104	0.140	144.521	0.001
-33.200	433.249	0.140	143.524	0.000

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-35.000	452.324	0.140	142.457	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	50.00	0.00	-1.75	2.342

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	1.918	81.918	0.423
	750	1.913	81.679	0.429

End of Report

VIII

BIJLAGE: RESULTATEN S04 - 1 JAAR WACHTTIJD

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:20:46
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:33:19
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 35 kPa\S04 35kPa

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-2.700	-2.700			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-5.200	-5.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.300	-8.300			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-8.700	-8.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-16.900	-16.900			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-26.400	-26.400			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-27.000	-27.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-29.000	-29.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11325.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
8	Zand sterk siltig kleiig	1	1
7	Zand schoon matig	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand schoon vast	1	1
3	Klei sterk zandig	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	No	18.00	20.00
7	Yes	18.00	20.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	19.00	21.00
3	No	18.00	20.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
8	Vert. cons.	1.00E-02	-	-	-
7	Vert. cons.	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	10.00	-	-
7	-	1.30	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
3	0.0153333	0.0920000	0.0030000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	365	18.00	20.00
3	375	35.00	35.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-2.70	3.50	3.50	-2.70		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	3.63	3.63	3.50		
3 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
3 - Y -	3.63	4.63	4.63	3.63		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2.700	117.170	1.200	117.169	0.169
-2.800	118.188	1.200	117.169	0.167
-2.900	119.207	1.200	117.169	0.166
-3.000	120.226	1.200	117.169	0.165
-3.100	121.244	1.200	117.168	0.163
-3.200	122.263	1.200	117.168	0.162
-3.300	123.282	1.200	117.168	0.161
-3.400	124.301	1.200	117.168	0.160
-3.500	125.319	1.200	117.167	0.159
-3.600	126.338	1.200	117.167	0.158
-3.700	127.357	1.200	117.167	0.157
-3.950	129.903	1.200	117.166	0.155
-4.600	136.524	1.200	117.163	0.149
-5.200	142.635	1.200	117.160	0.144
-5.200	142.635	1.200	117.160	0.144
-5.950	150.272	1.200	117.155	0.143
-6.750	158.417	1.200	117.147	0.141
-7.500	166.051	1.200	117.139	0.140
-8.300	174.191	1.200	117.127	0.139
-8.300	174.191	1.200	117.127	0.139
-8.500	174.222	1.200	117.123	0.081
-8.700	174.260	1.200	117.120	0.023
-8.700	174.260	1.200	117.120	0.023
-9.600	183.412	1.200	117.101	0.022
-10.600	193.575	1.200	117.074	0.020
-11.600	203.731	1.200	117.040	0.019
-12.600	213.879	1.200	116.998	0.018
-12.800	215.908	1.200	116.989	0.018
-13.700	225.031	1.200	116.941	0.017
-14.700	235.158	1.200	116.878	0.017
-15.700	245.273	1.200	116.803	0.016
-16.700	255.374	1.200	116.714	0.015
-16.900	257.393	1.200	116.695	0.015
-16.900	257.393	1.200	116.695	0.015
-17.450	263.492	1.200	116.639	0.015
-18.050	270.140	1.200	116.573	0.015
-19.050	281.207	1.200	116.451	0.014
-20.050	292.259	1.200	116.312	0.014
-21.050	303.293	1.200	116.156	0.014
-21.650	309.905	1.200	116.055	0.014
-23.200	326.956	1.200	115.761	0.013
-25.200	348.890	1.200	115.315	0.013
-26.400	362.013	1.200	115.010	0.013
-26.400	362.013	1.200	115.010	0.013
-26.700	364.972	1.202	114.929	0.007
-27.000	367.964	1.200	114.847	0.001
-27.000	367.964	1.200	114.847	0.001
-28.000	377.866	1.200	114.559	0.001
-29.000	387.748	1.200	114.251	0.001
-29.000	387.748	1.200	114.251	0.001
-30.900	408.371	1.200	113.613	0.001
-32.900	430.003	1.200	112.865	0.000
-34.500	447.256	1.200	112.214	0.000
-36.400	467.685	1.200	111.382	0.000
-38.400	489.124	1.200	110.441	0.000
-40.000	506.231	1.200	109.644	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	-2.70	0.169

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0.121	71.539	0.048
	375	0.122	72.075	0.047

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:21:08
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:27:47
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 45 kPa\S04 45kPa

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-2.700	-2.700			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-5.200	-5.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.300	-8.300			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-8.700	-8.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-16.900	-16.900			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-26.400	-26.400			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-27.000	-27.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-29.000	-29.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11325.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
8	Zand sterk siltig kleiig	1	1
7	Zand schoon matig	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand schoon vast	1	1
3	Klei sterk zandig	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	No	18.00	20.00
7	Yes	18.00	20.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	19.00	21.00
3	No	18.00	20.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
8	Vert. cons.	1.00E-02	-	-	-
7	Vert. cons.	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	10.00	-	-
7	-	1.30	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
3	0.0153333	0.0920000	0.0030000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	365	18.00	20.00
3	375	45.00	45.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-2.70	3.50	3.50	-2.70		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	3.63	3.63	3.50		
3 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
3 - Y -	3.63	4.63	4.63	3.63		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2.700	127.111	1.200	127.110	0.176
-2.800	128.128	1.200	127.109	0.175
-2.900	129.147	1.200	127.109	0.173
-3.000	130.166	1.200	127.109	0.172
-3.100	131.184	1.200	127.108	0.171
-3.200	132.203	1.200	127.108	0.170
-3.300	133.222	1.200	127.108	0.168
-3.400	134.240	1.200	127.107	0.167
-3.500	135.259	1.200	127.107	0.166
-3.600	136.278	1.200	127.107	0.165
-3.700	137.296	1.200	127.106	0.164
-3.950	139.842	1.200	127.105	0.162
-4.600	146.462	1.200	127.101	0.156
-5.200	152.572	1.200	127.097	0.151
-5.200	152.573	1.200	127.097	0.151
-5.950	160.208	1.200	127.091	0.149
-6.750	168.352	1.200	127.082	0.148
-7.500	175.983	1.200	127.071	0.146
-8.300	184.121	1.200	127.057	0.145
-8.300	184.121	1.200	127.057	0.145
-8.500	184.151	1.200	127.053	0.085
-8.700	184.189	1.200	127.049	0.025
-8.700	184.189	1.200	127.049	0.025
-9.600	193.337	1.200	127.026	0.023
-10.600	203.495	1.200	126.994	0.022
-11.600	213.645	1.200	126.954	0.021
-12.600	223.785	1.200	126.904	0.020
-12.800	225.812	1.200	126.893	0.020
-13.700	234.927	1.200	126.837	0.019
-14.700	245.044	1.200	126.764	0.018
-15.700	255.147	1.200	126.677	0.017
-16.700	265.236	1.200	126.576	0.016
-16.900	267.252	1.200	126.554	0.016
-16.900	267.253	1.200	126.554	0.016
-17.450	273.343	1.200	126.491	0.016
-18.050	279.982	1.200	126.415	0.016
-19.050	291.033	1.200	126.276	0.015
-20.050	302.066	1.200	126.119	0.015
-21.050	313.080	1.200	125.943	0.015
-21.650	319.679	1.200	125.829	0.015
-23.200	336.694	1.200	125.499	0.014
-25.200	358.576	1.200	125.001	0.014
-26.400	371.664	1.200	124.661	0.014
-26.400	371.664	1.200	124.661	0.014
-26.700	374.614	1.202	124.571	0.008
-27.000	377.596	1.200	124.479	0.002
-27.000	377.596	1.200	124.479	0.002
-28.000	387.467	1.200	124.160	0.001
-29.000	397.316	1.200	123.819	0.001
-29.000	397.316	1.200	123.819	0.001
-30.900	417.870	1.200	123.112	0.001
-32.900	439.426	1.200	122.288	0.001
-34.500	456.613	1.200	121.571	0.000
-36.400	476.959	1.200	120.656	0.000
-38.400	498.308	1.200	119.625	0.000
-40.000	515.339	1.200	118.752	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	-2.70	0.176

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0.121	68.481	0.056
	375	0.122	68.994	0.055

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:21:32
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	11-12-2019
Time of calculation:	11:00:10
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 55 kPa\S04 55kPa

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-2.700	-2.700			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-5.200	-5.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.300	-8.300			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-8.700	-8.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-16.900	-16.900			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-26.400	-26.400			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-27.000	-27.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-29.000	-29.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11325.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
8	Zand sterk siltig kleiig	1	1
7	Zand schoon matig	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand schoon vast	1	1
3	Klei sterk zandig	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	No	18.00	20.00
7	Yes	18.00	20.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	19.00	21.00
3	No	18.00	20.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
8	Vert. cons.	1.00E-02	-	-	-
7	Vert. cons.	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	10.00	-	-
7	-	1.30	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
3	0.0153333	0.0920000	0.0030000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	365	18.00	20.00
3	375	55.00	55.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-2.70	3.50	3.50	-2.70		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	3.63	3.63	3.50		
3 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
3 - Y -	3.63	4.63	4.63	3.63		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2.700	137.054	1.200	137.053	0.183
-2.800	138.071	1.200	137.052	0.182
-2.900	139.090	1.200	137.052	0.180
-3.000	140.109	1.200	137.052	0.179
-3.100	141.127	1.200	137.051	0.178
-3.200	142.146	1.200	137.051	0.176
-3.300	143.164	1.200	137.050	0.175
-3.400	144.183	1.200	137.050	0.174
-3.500	145.201	1.200	137.049	0.173
-3.600	146.220	1.200	137.049	0.172
-3.700	147.238	1.200	137.048	0.171
-3.950	149.785	1.200	137.047	0.168
-4.600	156.404	1.200	137.043	0.162
-5.200	162.513	1.200	137.038	0.157
-5.200	162.513	1.200	137.038	0.157
-5.950	170.148	1.200	137.030	0.155
-6.750	178.289	1.200	137.020	0.154
-7.500	185.919	1.200	137.007	0.152
-8.300	194.054	1.200	136.990	0.151
-8.300	194.054	1.200	136.990	0.151
-8.500	194.083	1.200	136.985	0.089
-8.700	194.120	1.200	136.980	0.027
-8.700	194.120	1.200	136.980	0.027
-9.600	203.264	1.200	136.953	0.025
-10.600	213.417	1.200	136.916	0.024
-11.600	223.561	1.200	136.870	0.023
-12.600	233.694	1.200	136.813	0.021
-12.800	235.719	1.200	136.800	0.021
-13.700	244.827	1.200	136.737	0.020
-14.700	254.933	1.200	136.653	0.019
-15.700	265.025	1.200	136.555	0.018
-16.700	275.101	1.200	136.441	0.018
-16.900	277.114	1.200	136.416	0.017
-16.900	277.114	1.200	136.416	0.017
-17.450	283.197	1.200	136.345	0.017
-18.050	289.826	1.200	136.260	0.017
-19.050	300.861	1.200	136.104	0.017
-20.050	311.875	1.200	135.929	0.016
-21.050	322.870	1.200	135.733	0.016
-21.650	329.456	1.200	135.606	0.016
-23.200	346.435	1.200	135.240	0.015
-25.200	368.264	1.200	134.689	0.015
-26.400	381.317	1.200	134.314	0.014
-26.400	381.318	1.200	134.314	0.014
-26.700	384.258	1.202	134.216	0.008
-27.000	387.232	1.200	134.115	0.002
-27.000	387.232	1.200	134.115	0.002
-28.000	397.070	1.200	133.763	0.002
-29.000	406.886	1.200	133.389	0.001
-29.000	406.886	1.200	133.389	0.001
-30.900	427.373	1.200	132.615	0.001
-32.900	448.851	1.200	131.713	0.001
-34.500	465.972	1.200	130.930	0.000
-36.400	486.237	1.200	129.934	0.000
-38.400	507.494	1.200	128.811	0.000
-40.000	524.449	1.200	127.862	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	-2.70	0.183

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0.121	65.801	0.063
	375	0.122	66.294	0.062

End of Report

IX

BIJLAGE: RESULTATEN S26029 - 1 JAAR WACHTTIJD

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:22:03
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:34:20
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 35 kPa\S26029 35kPa 1 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	0.140	0.140			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-3.800	-3.800			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-5.900	-5.900			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-7.500	-7.500			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-8.000	-8.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-14.500	-14.500			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-35.000	-35.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11335.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Klei organisch slap	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon los	1	1
4	Veen	1	1
3	Zand schoon los	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	No	13.00	13.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	17.00	19.00
4	No	10.00	10.00
3	Yes	17.00	19.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	10.00	-	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
7	0.0511167	0.3067000	0.0153000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
4	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
3	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	365	-18.00	-20.00
4	375	18.00	20.00
5	385	35.00	35.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	0.14	3.50	3.50	0.14		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.40	5.40	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.40	6.40	6.40	5.40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0.140	101.990	1.200	101.989	2.497
0.040	102.294	1.201	101.989	2.451
-0.060	102.600	1.203	101.989	2.408
-0.160	102.907	1.204	101.989	2.366
-0.260	103.216	1.205	101.989	2.325
-0.360	103.525	1.206	101.988	2.285
-0.460	103.835	1.207	101.988	2.245
-0.560	104.146	1.208	101.988	2.206
-0.660	104.458	1.208	101.988	2.168
-0.760	104.771	1.209	101.988	2.131
-0.860	105.084	1.210	101.987	2.093
-1.830	108.144	1.213	101.984	1.754
-2.800	111.231	1.213	101.979	1.441
-3.800	114.449	1.209	101.971	1.141
-3.800	114.449	1.209	101.971	1.141
-4.350	114.558	1.208	101.965	0.901
-4.850	114.655	1.207	101.959	0.684
-5.400	114.776	1.205	101.951	0.445
-5.900	114.910	1.200	101.942	0.227
-5.900	114.910	1.200	101.942	0.227
-6.700	122.246	1.200	101.926	0.220
-7.500	129.577	1.200	101.906	0.214
-7.500	129.577	1.200	101.906	0.214
-7.750	129.614	1.200	101.898	0.127
-8.000	129.657	1.200	101.891	0.039
-8.000	129.657	1.200	101.891	0.039
-8.850	137.439	1.200	101.861	0.034
-9.850	146.586	1.200	101.818	0.029
-10.850	155.725	1.200	101.767	0.024
-11.250	159.377	1.200	101.743	0.022
-12.100	167.133	1.200	101.687	0.019
-13.100	176.246	1.200	101.611	0.016
-14.100	185.348	1.200	101.522	0.012
-14.500	188.984	1.200	101.483	0.011
-14.500	188.985	1.200	101.483	0.011
-16.250	206.619	1.200	101.285	0.009
-17.250	216.676	1.200	101.152	0.008
-18.250	226.717	1.200	101.003	0.007
-20.250	246.751	1.200	100.657	0.006
-22.250	266.717	1.200	100.243	0.005
-24.250	286.614	1.200	99.760	0.003
-24.750	291.577	1.200	99.628	0.003
-26.500	308.915	1.200	99.134	0.002
-28.500	328.666	1.200	98.504	0.002
-30.500	348.351	1.200	97.809	0.001
-32.500	367.973	1.200	97.052	0.001
-34.500	387.537	1.200	96.236	0.000
-35.000	392.420	1.200	96.023	0.000
-35.000	392.420	1.200	96.023	0.000
-36.300	406.399	1.200	95.455	0.000
-37.500	419.284	1.200	94.912	0.000
-40.000	446.076	1.200	93.729	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	0.14	2.497

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	1.958	78.410	0.539
	385	1.950	78.096	0.547

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:22:23
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:30:19
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 45 kPa\S26029 45kPa 1 jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	0.140	0.140			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-3.800	-3.800			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-5.900	-5.900			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-7.500	-7.500			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-8.000	-8.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-14.500	-14.500			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-35.000	-35.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11335.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Klei organisch slap	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon los	1	1
4	Veen	1	1
3	Zand schoon los	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	No	13.00	13.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	17.00	19.00
4	No	10.00	10.00
3	Yes	17.00	19.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	10.00	-	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
7	0.0511167	0.3067000	0.0153000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
4	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
3	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	365	-18.00	-20.00
4	375	18.00	20.00
5	385	45.00	45.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	0.14	3.50	3.50	0.14		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.40	5.40	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.40	6.40	6.40	5.40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0.140	111.313	1.200	111.312	2.584
0.040	111.615	1.202	111.312	2.537
-0.060	111.920	1.203	111.312	2.492
-0.160	112.226	1.204	111.311	2.449
-0.260	112.533	1.205	111.311	2.407
-0.360	112.842	1.207	111.311	2.366
-0.460	113.151	1.207	111.311	2.325
-0.560	113.461	1.208	111.310	2.285
-0.660	113.773	1.209	111.310	2.246
-0.760	114.084	1.210	111.310	2.207
-0.860	114.397	1.210	111.310	2.169
-1.830	117.453	1.214	111.306	1.818
-2.800	120.540	1.214	111.300	1.496
-3.800	123.760	1.210	111.290	1.185
-3.800	123.760	1.210	111.290	1.185
-4.350	123.869	1.209	111.284	0.937
-4.850	123.966	1.208	111.276	0.711
-5.400	124.087	1.205	111.267	0.463
-5.900	124.225	1.200	111.257	0.238
-5.900	124.225	1.200	111.257	0.238
-6.700	131.557	1.200	111.238	0.231
-7.500	138.886	1.200	111.214	0.225
-7.500	138.886	1.200	111.214	0.225
-7.750	138.922	1.200	111.206	0.134
-8.000	138.964	1.200	111.197	0.043
-8.000	138.964	1.200	111.197	0.043
-8.850	146.741	1.200	111.163	0.037
-9.850	155.883	1.200	111.115	0.032
-10.850	165.014	1.200	111.056	0.027
-11.250	168.663	1.200	111.029	0.025
-12.100	176.412	1.200	110.966	0.021
-13.100	185.515	1.200	110.880	0.018
-14.100	194.606	1.200	110.780	0.014
-14.500	198.238	1.200	110.736	0.013
-14.500	198.238	1.200	110.736	0.013
-16.250	215.848	1.200	110.514	0.011
-17.250	225.889	1.200	110.365	0.010
-18.250	235.913	1.200	110.199	0.009
-20.250	255.908	1.200	109.814	0.007
-22.250	275.828	1.200	109.354	0.005
-24.250	295.673	1.200	108.819	0.004
-24.750	300.622	1.200	108.673	0.004
-26.500	317.908	1.200	108.126	0.003
-28.500	337.593	1.200	107.432	0.002
-30.500	357.207	1.200	106.666	0.002
-32.500	376.754	1.200	105.832	0.001
-34.500	396.237	1.200	104.935	0.000
-35.000	401.098	1.200	104.701	0.000
-35.000	401.098	1.200	104.701	0.000
-36.300	415.021	1.200	104.078	0.000
-37.500	427.854	1.200	103.482	0.000
-40.000	454.531	1.200	102.185	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	0.14	2.584

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	1.958	75.776	0.626
	385	1.950	75.473	0.634

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:22:47
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	11-12-2019
Time of calculation:	11:00:10
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 55 kPa\S04 55kPa

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 5
2.7 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	0.000	100.000			
8 - Y -	-2.700	-2.700			
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	-5.200	-5.200			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-8.300	-8.300			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-8.700	-8.700			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-16.900	-16.900			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-26.400	-26.400			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-27.000	-27.000			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-29.000	-29.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11325.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
8	Zand sterk siltig kleiig	1	1
7	Zand schoon matig	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon matig	1	1
4	Zand schoon vast	1	1
3	Klei sterk zandig	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	No	18.00	20.00
7	Yes	18.00	20.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	18.00	20.00
4	Yes	19.00	21.00
3	No	18.00	20.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
8	Vert. cons.	1.00E-02	-	-	-
7	Vert. cons.	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	10.00	-	-
7	-	1.30	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
8	0.0019167	0.0115000	0.0000000	-	-	-
7	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
4	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-
3	0.0153333	0.0920000	0.0030000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	365	18.00	20.00
3	375	55.00	55.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	-2.70	3.50	3.50	-2.70		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	3.63	3.63	3.50		
3 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
3 - Y -	3.63	4.63	4.63	3.63		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-2.700	137.054	1.200	137.053	0.183
-2.800	138.071	1.200	137.052	0.182
-2.900	139.090	1.200	137.052	0.180
-3.000	140.109	1.200	137.052	0.179
-3.100	141.127	1.200	137.051	0.178
-3.200	142.146	1.200	137.051	0.176
-3.300	143.164	1.200	137.050	0.175
-3.400	144.183	1.200	137.050	0.174
-3.500	145.201	1.200	137.049	0.173
-3.600	146.220	1.200	137.049	0.172
-3.700	147.238	1.200	137.048	0.171
-3.950	149.785	1.200	137.047	0.168
-4.600	156.404	1.200	137.043	0.162
-5.200	162.513	1.200	137.038	0.157
-5.200	162.513	1.200	137.038	0.157
-5.950	170.148	1.200	137.030	0.155
-6.750	178.289	1.200	137.020	0.154
-7.500	185.919	1.200	137.007	0.152
-8.300	194.054	1.200	136.990	0.151
-8.300	194.054	1.200	136.990	0.151
-8.500	194.083	1.200	136.985	0.089
-8.700	194.120	1.200	136.980	0.027
-8.700	194.120	1.200	136.980	0.027
-9.600	203.264	1.200	136.953	0.025
-10.600	213.417	1.200	136.916	0.024
-11.600	223.561	1.200	136.870	0.023
-12.600	233.694	1.200	136.813	0.021
-12.800	235.719	1.200	136.800	0.021
-13.700	244.827	1.200	136.737	0.020
-14.700	254.933	1.200	136.653	0.019
-15.700	265.025	1.200	136.555	0.018
-16.700	275.101	1.200	136.441	0.018
-16.900	277.114	1.200	136.416	0.017
-16.900	277.114	1.200	136.416	0.017
-17.450	283.197	1.200	136.345	0.017
-18.050	289.826	1.200	136.260	0.017
-19.050	300.861	1.200	136.104	0.017
-20.050	311.875	1.200	135.929	0.016
-21.050	322.870	1.200	135.733	0.016
-21.650	329.456	1.200	135.606	0.016
-23.200	346.435	1.200	135.240	0.015
-25.200	368.264	1.200	134.689	0.015
-26.400	381.317	1.200	134.314	0.014
-26.400	381.318	1.200	134.314	0.014
-26.700	384.258	1.202	134.216	0.008
-27.000	387.232	1.200	134.115	0.002
-27.000	387.232	1.200	134.115	0.002
-28.000	397.070	1.200	133.763	0.002
-29.000	406.886	1.200	133.389	0.001
-29.000	406.886	1.200	133.389	0.001
-30.900	427.373	1.200	132.615	0.001
-32.900	448.851	1.200	131.713	0.001
-34.500	465.972	1.200	130.930	0.000
-36.400	486.237	1.200	129.934	0.000
-38.400	507.494	1.200	128.811	0.000
-40.000	524.449	1.200	127.862	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	-2.70	0.183

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0.121	65.801	0.063
	375	0.122	66.294	0.062

End of Report

X

BIJLAGE: RESULTATEN S26029 - 2 JAAR WACHTTIJD

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:23:29
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:33:54
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 35 kPa\S26029 35kPa 2jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	0.140	0.140			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-3.800	-3.800			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-5.900	-5.900			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-7.500	-7.500			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-8.000	-8.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-14.500	-14.500			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-35.000	-35.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11700.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Klei organisch slap	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon los	1	1
4	Veen	1	1
3	Zand schoon los	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	No	13.00	13.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	17.00	19.00
4	No	10.00	10.00
3	Yes	17.00	19.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	10.00	-	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
7	0.0511167	0.3067000	0.0153000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
4	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
3	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	730	-18.00	-20.00
4	740	18.00	20.00
5	750	35.00	35.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	0.14	3.50	3.50	0.14		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.50	5.50	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.50	6.50	6.50	5.50		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0.140	103.665	1.200	103.664	2.513
0.040	103.968	1.201	103.663	2.467
-0.060	104.274	1.203	103.663	2.423
-0.160	104.581	1.204	103.663	2.381
-0.260	104.889	1.205	103.663	2.340
-0.360	105.199	1.206	103.663	2.299
-0.460	105.509	1.207	103.662	2.260
-0.560	105.820	1.208	103.662	2.221
-0.660	106.132	1.208	103.662	2.182
-0.760	106.444	1.209	103.662	2.145
-0.860	106.757	1.210	103.661	2.107
-1.830	109.817	1.213	103.658	1.765
-2.800	112.904	1.213	103.653	1.451
-3.800	116.122	1.209	103.645	1.149
-3.800	116.122	1.209	103.645	1.149
-4.350	116.231	1.208	103.639	0.908
-4.850	116.327	1.207	103.632	0.688
-5.400	116.448	1.205	103.624	0.448
-5.900	116.583	1.200	103.615	0.229
-5.900	116.583	1.200	103.615	0.229
-6.700	123.918	1.200	103.598	0.222
-7.500	131.249	1.200	103.577	0.216
-7.500	131.249	1.200	103.577	0.216
-7.750	131.285	1.200	103.570	0.128
-8.000	131.328	1.200	103.562	0.040
-8.000	131.328	1.200	103.562	0.040
-8.850	139.109	1.200	103.531	0.034
-9.850	148.256	1.200	103.488	0.029
-10.850	157.392	1.200	103.434	0.024
-11.250	161.044	1.200	103.410	0.023
-12.100	168.799	1.200	103.353	0.019
-13.100	177.911	1.200	103.275	0.016
-14.100	187.010	1.200	103.184	0.013
-14.500	190.646	1.200	103.144	0.011
-14.500	190.646	1.200	103.144	0.011
-16.250	208.276	1.200	102.942	0.009
-17.250	218.330	1.200	102.806	0.008
-18.250	228.368	1.200	102.654	0.008
-20.250	248.395	1.200	102.301	0.006
-22.250	268.353	1.200	101.878	0.005
-24.250	288.240	1.200	101.386	0.004
-24.750	293.201	1.200	101.252	0.003
-26.500	310.529	1.200	100.748	0.003
-28.500	330.268	1.200	100.107	0.002
-30.500	349.941	1.200	99.399	0.001
-32.500	369.549	1.200	98.628	0.001
-34.500	389.099	1.200	97.797	0.000
-35.000	393.977	1.200	97.581	0.000
-35.000	393.978	1.200	97.581	0.000
-36.300	407.947	1.200	97.003	0.000
-37.500	420.822	1.200	96.451	0.000
-40.000	447.594	1.200	95.247	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	0.14	2.513

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	2.075	82.567	0.438
	750	2.065	82.162	0.448

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:23:44
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	23-12-2019
Time of calculation:	12:29:02
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 45 kPa\S26029 45kPa 2jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	0.140	0.140			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-3.800	-3.800			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-5.900	-5.900			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-7.500	-7.500			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-8.000	-8.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-14.500	-14.500			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-35.000	-35.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11700.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Klei organisch slap	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon los	1	1
4	Veen	1	1
3	Zand schoon los	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	No	13.00	13.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	17.00	19.00
4	No	10.00	10.00
3	Yes	17.00	19.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	10.00	-	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
7	0.0511167	0.3067000	0.0153000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
4	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
3	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	730	-18.00	-20.00
4	740	18.00	20.00
5	750	45.00	45.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	0.14	3.50	3.50	0.14		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.50	5.50	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.50	6.50	6.50	5.50		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0.140	112.997	1.200	112.996	2.599
0.040	113.299	1.202	112.995	2.551
-0.060	113.603	1.203	112.995	2.506
-0.160	113.909	1.204	112.995	2.463
-0.260	114.216	1.206	112.995	2.421
-0.360	114.525	1.207	112.995	2.379
-0.460	114.834	1.208	112.994	2.339
-0.560	115.144	1.208	112.994	2.299
-0.660	115.455	1.209	112.994	2.259
-0.760	115.767	1.210	112.993	2.220
-0.860	116.079	1.211	112.993	2.182
-1.830	119.135	1.214	112.989	1.829
-2.800	122.222	1.214	112.983	1.505
-3.800	125.442	1.210	112.973	1.192
-3.800	125.442	1.210	112.973	1.192
-4.350	125.551	1.209	112.966	0.942
-4.850	125.647	1.208	112.959	0.715
-5.400	125.768	1.205	112.949	0.466
-5.900	125.906	1.200	112.939	0.240
-5.900	125.906	1.200	112.939	0.240
-6.700	133.238	1.200	112.919	0.233
-7.500	140.566	1.200	112.895	0.226
-7.500	140.566	1.200	112.895	0.226
-7.750	140.602	1.200	112.886	0.135
-8.000	140.644	1.200	112.877	0.043
-8.000	140.644	1.200	112.877	0.043
-8.850	148.420	1.200	112.842	0.038
-9.850	157.561	1.200	112.793	0.032
-10.850	166.690	1.200	112.732	0.027
-11.250	170.339	1.200	112.705	0.025
-12.100	178.086	1.200	112.640	0.022
-13.100	187.188	1.200	112.552	0.018
-14.100	196.276	1.200	112.450	0.014
-14.500	199.907	1.200	112.405	0.013
-14.500	199.907	1.200	112.405	0.013
-16.250	217.513	1.200	112.179	0.011
-17.250	227.551	1.200	112.027	0.010
-18.250	237.571	1.200	111.857	0.009
-20.250	257.558	1.200	111.464	0.007
-22.250	277.470	1.200	110.996	0.006
-24.250	297.305	1.200	110.451	0.004
-24.750	302.252	1.200	110.303	0.004
-26.500	319.528	1.200	109.746	0.003
-28.500	339.201	1.200	109.040	0.002
-30.500	358.802	1.200	108.260	0.002
-32.500	378.334	1.200	107.413	0.001
-34.500	397.802	1.200	106.501	0.000
-35.000	402.660	1.200	106.263	0.000
-35.000	402.660	1.200	106.263	0.000
-36.300	416.573	1.200	105.630	0.000
-37.500	429.396	1.200	105.024	0.000
-40.000	456.053	1.200	103.706	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	0.14	2.599

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	2.075	79.847	0.524
	750	2.065	79.455	0.534

End of Report

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	23-12-2019
Time of report:	15:24:13
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	11-12-2019
Time of calculation:	10:58:31
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 55 kPa\S26029 55kPa 2jaar

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
2.8 Vertical Drain 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m) 6
4 Settlements 7
4.1 Settlements 7
4.2 Residual Times 7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	100.000			
7 - Y -	0.140	0.140			
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	-3.800	-3.800			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-5.900	-5.900			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-7.500	-7.500			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-8.000	-8.000			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-14.500	-14.500			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-35.000	-35.000			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-40.000	-40.000			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	1.200	1.200			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11700.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Klei organisch slap	1	1
6	Veen	1	1
5	Zand schoon los	1	1
4	Veen	1	1
3	Zand schoon los	1	1
2	Zand zwak siltig	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	No	13.00	13.00
6	No	10.00	10.00
5	Yes	17.00	19.00
4	No	10.00	10.00
3	Yes	17.00	19.00
2	Yes	18.00	20.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]	Vertical permeability [m/s]	Ratio hor/vert permeability [-]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	5.00E-08	1.000	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
5	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1.00E-07	1.000	-	-	-	-
3	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
2	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	1.000	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	-	1.30	-
4	10.00	-	-
3	-	1.30	-
2	-	1.30	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
7	0.0511167	0.3067000	0.0153000	-	-	-
6	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
5	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
4	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
3	0.0019200	0.0115000	0.0000000	-	-	-
2	0.0008500	0.0051000	0.0000000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	18.00	20.00
2	0	18.00	20.00
3	730	-18.00	-20.00
4	740	18.00	20.00
5	750	55.00	55.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
1 - Y -	0.14	3.50	3.50	0.14		
2 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
2 - Y -	3.50	6.00	6.00	3.50		
3 - X -	0.00	100.00				
3 - Y -	3.50	3.50				
4 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
4 - Y -	3.50	5.50	5.50	3.50		
5 - X -	0.00	0.00	100.00	100.00		
5 - Y -	5.50	6.50	6.50	5.50		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	49.694				

Discretisation = 100

2.8 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	0.000
Horizontal range "To"	[m]	100.000
Bottom position	[m]	-4.900
Center to center distance	[m]	1.500
Width	[m]	0.100
Thickness	[m]	0.003
Grid		Triangular
Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0.000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 49.69 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
0.140	122.373	1.200	122.372	2.679
0.040	122.674	1.202	122.372	2.630
-0.060	122.977	1.203	122.372	2.584
-0.160	123.282	1.205	122.372	2.540
-0.260	123.588	1.206	122.371	2.497
-0.360	123.895	1.207	122.371	2.454
-0.460	124.203	1.208	122.371	2.412
-0.560	124.513	1.209	122.370	2.371
-0.660	124.823	1.210	122.370	2.331
-0.760	125.134	1.211	122.370	2.291
-0.860	125.446	1.212	122.369	2.251
-1.830	128.498	1.215	122.364	1.889
-2.800	131.584	1.215	122.357	1.555
-3.800	134.806	1.211	122.346	1.233
-3.800	134.806	1.211	122.346	1.233
-4.350	134.915	1.210	122.338	0.975
-4.850	135.011	1.209	122.329	0.741
-5.400	135.134	1.206	122.318	0.484
-5.900	135.274	1.200	122.307	0.250
-5.900	135.274	1.200	122.307	0.250
-6.700	142.604	1.200	122.284	0.243
-7.500	149.929	1.200	122.257	0.236
-7.500	149.929	1.200	122.257	0.236
-7.750	149.962	1.200	122.247	0.141
-8.000	150.004	1.200	122.237	0.047
-8.000	150.004	1.200	122.237	0.047
-8.850	157.776	1.200	122.198	0.041
-9.850	166.910	1.200	122.142	0.035
-10.850	176.033	1.200	122.074	0.029
-11.250	179.678	1.200	122.044	0.028
-12.100	187.417	1.200	121.972	0.024
-13.100	196.509	1.200	121.874	0.020
-14.100	205.586	1.200	121.760	0.016
-14.500	209.212	1.200	121.710	0.015
-14.500	209.212	1.200	121.710	0.015
-16.250	226.794	1.200	121.460	0.012
-17.250	236.816	1.200	121.292	0.011
-18.250	246.819	1.200	121.105	0.010
-20.250	266.766	1.200	120.672	0.008
-22.250	286.631	1.200	120.157	0.006
-24.250	306.414	1.200	119.559	0.005
-24.750	311.346	1.200	119.397	0.005
-26.500	328.569	1.200	118.788	0.004
-28.500	348.177	1.200	118.015	0.003
-30.500	367.706	1.200	117.165	0.002
-32.500	387.161	1.200	116.240	0.001
-34.500	406.548	1.200	115.246	0.001
-35.000	411.384	1.200	114.988	0.000
-35.000	411.385	1.200	114.988	0.000
-36.300	425.241	1.200	114.298	0.000
-37.500	438.011	1.200	113.639	0.000
-40.000	464.553	1.200	112.206	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	49.69	0.00	0.14	2.679

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	730	2.075	77.466	0.604
	750	2.065	77.086	0.614

End of Report

XI

BIJLAGE: RESULTATEN S50 - 1 JAAR WACHTTIJD

Report for D-Settlement 19.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report:	24-3-2020
Time of report:	17:54:25
Report with version:	19.1.1.23743
Date of calculation:	24-3-2020
Time of calculation:	15:46:38
Calculated with version:	19.1.1.23743
File name:	D:\..\Berekeningen\Revisie 35 kPa\S50 1 jaar tot kruin.v2
Project identification:	Container Terminal Markiezaat Sondering S50

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 Pl-lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 3
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
3 Results per Vertical 6
3.1 Results for Vertical 1 (X = 20.00 m; Z = 0.00 m) 6
3.2 Results for Vertical 2 (X = 34.00 m; Z = 0.00 m) 6
3.3 Results for Vertical 3 (X = 44.00 m; Z = 0.00 m) 7
3.4 Results for Vertical 4 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m) 8
4 Settlements 10
4.1 Settlements 10
4.2 Residual Times 10
5 Warnings and errors 11

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	0.000	34.000	47.500	52.500	66.000
7 - Y -	2.000	2.000	6.500	6.500	2.000
7 - X -	100.000				
7 - Y -	2.000				
6 - X -	0.000	100.000			
6 - Y -	1.700	1.700			
5 - X -	0.000	100.000			
5 - Y -	-0.200	-0.200			
4 - X -	0.000	100.000			
4 - Y -	-0.600	-0.600			
3 - X -	0.000	100.000			
3 - Y -	-1.200	-1.200			
2 - X -	0.000	100.000			
2 - Y -	-3.800	-3.800			
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	-6.300	-6.300			
0 - X -	0.000	100.000			
0 - Y -	-16.300	-16.300			

2.2 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	100.000			
1 - Y -	0.140	0.140			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by Pl-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	11335.00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1.000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0.10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1.00 [m]
- Trapeziform Loads :	1.00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	Pl-line top	Pl-line bottom
7	Zand antropogeen	1	1
6	Zand schoon matig	1	1
5	Klei sterk zandig	1	1
4	Zand sterk siltig	1	1
3	Klei zwak zandig slap	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand schoon vast	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	Yes	18.00	20.00
6	Yes	18.00	20.00
5	No	18.00	18.00
4	Yes	18.00	20.00
3	No	15.00	15.00
2	No	10.00	10.00
1	Yes	19.00	21.00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
7	Vert. cons.	-	-	-	-
6	Vert. cons.	-	-	-	-
5	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	5.00E-08	-	-	-
2	Vert. cons.	1.00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
7	10.00	-	-
6	10.00	-	-
5	10.00	-	-
4	-	1.30	-
3	-	1.30	-
2	10.00	-	-
1	-	1.30	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor[-]	Unloading stress ratio[-]
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
7	0.0001920	0.0115000	0.0230000	-	-	-
6	0.0006333	0.0038000	0.0000000	-	-	-
5	0.0153000	0.0920000	0.0037000	-	-	-
4	0.0001920	0.0011500	0.0000000	-	-	-
3	0.0383000	0.2300000	0.0092000	-	-	-
2	0.0766667	0.4600000	0.0230000	-	-	-
1	0.0003833	0.0023000	0.0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	0	-18.00	-20.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	43.00	47.50	52.50	57.00		
1 - Y -	5.00	5.00	5.00	5.00		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 4	20.000	34.000	44.000	50.000	

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = 20.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
2.000	0.000	2.000	-0.001	0.215
1.900	1.799	1.900	-0.001	0.207
1.850	2.699	1.850	-0.001	0.203
1.800	3.599	1.800	-0.001	0.199
1.700	5.399	1.700	-0.001	0.190
1.700	5.399	1.700	-0.001	0.190
1.600	7.199	1.600	-0.001	0.190
1.500	8.999	1.500	-0.001	0.190
1.400	10.799	1.400	-0.001	0.190
1.300	12.598	1.300	-0.002	0.190
1.200	14.398	1.200	-0.002	0.190
1.100	16.198	1.100	-0.002	0.190
1.000	17.998	1.000	-0.002	0.190
0.750	22.497	0.750	-0.003	0.190
0.140	32.055	0.140	-1.425	0.190
-0.200	35.519	0.140	-1.426	0.190
-0.200	35.519	0.140	-1.426	0.190
-0.400	37.155	0.140	-1.427	0.189
-0.600	38.793	0.140	-1.428	0.188
-0.600	38.793	0.140	-1.428	0.188
-0.900	41.848	0.140	-1.430	0.188
-1.200	44.903	0.140	-1.432	0.188
-1.200	44.903	0.140	-1.432	0.188
-1.900	48.444	0.149	-1.438	0.179
-2.500	51.496	0.154	-1.444	0.171
-3.100	54.568	0.158	-1.452	0.164
-3.800	58.182	0.159	-1.464	0.155
-3.800	58.182	0.159	-1.464	0.155
-4.450	58.307	0.157	-1.476	0.115
-5.050	58.442	0.154	-1.490	0.078
-5.700	58.608	0.148	-1.507	0.038
-6.300	58.780	0.140	-1.524	0.000
-6.300	58.780	0.140	-1.524	0.000
-7.300	69.936	0.140	-1.557	0.000
-8.300	81.088	0.140	-1.596	0.000
-9.300	92.235	0.140	-1.639	0.000
-10.300	103.376	0.140	-1.687	0.000
-11.300	114.514	0.140	-1.740	0.000
-12.300	125.648	0.140	-1.796	0.000
-13.300	136.779	0.140	-1.855	0.000
-14.300	147.907	0.140	-1.917	0.000
-15.300	159.033	0.140	-1.980	0.000
-16.300	170.158	0.140	-2.045	0.000

3.2 Results for Vertical 2 (X = 34.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
2.000	-0.023	2.000	-0.024	0.206
1.900	1.773	1.900	-0.027	0.198
1.850	2.671	1.850	-0.029	0.193
1.800	3.570	1.800	-0.030	0.189
1.700	5.366	1.700	-0.034	0.180

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
1.700	5.366	1.700	-0.034	0.180
1.600	7.162	1.600	-0.038	0.180
1.500	8.958	1.500	-0.042	0.180
1.400	10.753	1.400	-0.047	0.180
1.300	12.549	1.300	-0.051	0.180
1.200	14.343	1.200	-0.057	0.180
1.100	16.138	1.100	-0.062	0.180
1.000	17.932	1.000	-0.068	0.180
0.750	22.416	0.750	-0.084	0.180
0.140	32.003	0.140	-1.477	0.180
-0.200	35.434	0.140	-1.511	0.180
-0.200	35.434	0.140	-1.511	0.180
-0.400	37.049	0.140	-1.533	0.179
-0.600	38.665	0.140	-1.556	0.178
-0.600	38.665	0.140	-1.556	0.178
-0.900	41.684	0.140	-1.594	0.178
-1.200	44.699	0.140	-1.636	0.178
-1.200	44.699	0.140	-1.636	0.178
-1.900	48.138	0.149	-1.745	0.169
-2.500	51.091	0.154	-1.852	0.162
-3.100	54.054	0.157	-1.970	0.155
-3.800	57.532	0.158	-2.118	0.147
-3.800	57.532	0.158	-2.118	0.147
-4.450	57.524	0.157	-2.263	0.109
-5.050	57.533	0.153	-2.402	0.074
-5.700	57.561	0.147	-2.555	0.035
-6.300	57.606	0.140	-2.698	0.000
-6.300	57.606	0.140	-2.698	0.000
-7.300	68.560	0.140	-2.933	0.000
-8.300	79.522	0.140	-3.162	0.000
-9.300	90.495	0.140	-3.379	0.000
-10.300	101.483	0.140	-3.581	0.000
-11.300	112.487	0.140	-3.767	0.000
-12.300	123.508	0.140	-3.936	0.000
-13.300	134.547	0.140	-4.086	0.000
-14.300	145.604	0.140	-4.220	0.000
-15.300	156.677	0.140	-4.337	0.000
-16.300	167.766	0.140	-4.438	0.000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 44.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
5.333	0.001	5.333	0.000	0.493
5.233	1.800	5.233	0.000	0.485
5.133	3.600	5.133	0.000	0.476
5.033	5.400	5.033	0.000	0.468
4.933	1.200	4.933	-6.000	0.459
4.833	3.000	4.833	-6.000	0.451
4.733	4.797	4.733	-6.003	0.442
4.633	6.590	4.633	-6.010	0.434
4.533	8.377	4.533	-6.023	0.425
4.433	10.156	4.433	-6.044	0.416
4.333	11.926	4.333	-6.074	0.407
3.517	26.124	3.517	-6.576	0.333
2.600	41.841	2.600	-7.359	0.250
1.700	57.304	1.700	-8.096	0.167
1.700	57.304	1.700	-8.096	0.167
0.750	73.766	0.750	-8.734	0.167
0.140	83.181	0.140	-10.299	0.167
-0.200	86.494	0.140	-10.450	0.167

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-0.200	86.494	0.140	-10.450	0.167
-0.400	88.051	0.140	-10.530	0.166
-0.600	89.618	0.140	-10.603	0.164
-0.600	89.618	0.140	-10.603	0.164
-0.900	92.578	0.140	-10.700	0.164
-1.200	95.551	0.140	-10.783	0.164
-1.200	95.551	0.140	-10.783	0.164
-1.900	98.876	0.157	-10.929	0.160
-2.500	101.812	0.167	-11.005	0.157
-3.100	104.828	0.173	-11.041	0.154
-3.800	108.444	0.175	-11.041	0.150
-3.800	108.444	0.175	-11.041	0.150
-4.450	108.628	0.172	-11.006	0.111
-5.050	108.863	0.166	-10.949	0.076
-5.700	109.182	0.154	-10.866	0.037
-6.300	109.532	0.140	-10.772	0.000
-6.300	109.532	0.140	-10.772	0.000
-7.300	120.906	0.140	-10.588	0.000
-8.300	132.305	0.140	-10.378	0.000
-9.300	143.721	0.140	-10.153	0.000
-10.300	155.145	0.140	-9.919	0.000
-11.300	166.574	0.140	-9.680	0.000
-12.900	184.859	0.140	-9.299	0.000
-14.900	207.700	0.140	-8.837	0.000
-16.300	223.674	0.140	-8.529	0.000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 50.00 m; Z = 0.00 m)

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
6.500	0.001	6.500	0.000	0.568
6.400	1.800	6.400	0.000	0.559
6.300	3.600	6.300	0.000	0.551
6.200	5.400	6.200	0.000	0.542
6.100	7.200	6.100	0.000	0.533
6.000	9.000	6.000	0.000	0.524
5.900	10.800	5.900	0.000	0.515
5.800	12.600	5.800	0.000	0.506
5.700	14.400	5.700	0.000	0.497
5.600	16.200	5.600	0.000	0.488
5.500	18.000	5.500	0.000	0.479
4.800	3.600	4.800	-27.000	0.418
4.100	16.229	4.100	-26.971	0.358
3.300	30.874	3.300	-26.726	0.287
2.300	49.682	2.300	-25.918	0.197
1.700	61.198	1.700	-25.202	0.143
1.700	61.198	1.700	-25.202	0.143
0.750	79.646	0.750	-23.854	0.143
0.140	90.505	0.140	-23.975	0.143
-0.200	94.498	0.140	-23.447	0.143
-0.200	94.498	0.140	-23.447	0.143
-0.400	96.445	0.140	-23.136	0.142
-0.600	98.395	0.140	-22.826	0.141
-0.600	98.395	0.140	-22.826	0.141
-0.900	101.914	0.140	-22.364	0.141
-1.200	105.428	0.140	-21.907	0.141
-1.200	105.428	0.140	-21.907	0.141
-1.900	109.947	0.155	-20.870	0.141
-2.500	113.808	0.166	-20.021	0.141
-3.100	117.657	0.173	-19.214	0.140
-3.800	122.139	0.177	-18.326	0.139

Depth [m]	Effective Stress [kPa]	Hydraulic head [m]	Loading [kPa]	Settlement [m]
-3.800	122.139	0.177	-18.326	0.139
-4.450	123.056	0.175	-17.555	0.104
-5.050	123.903	0.168	-16.888	0.071
-5.700	124.824	0.156	-16.210	0.035
-6.300	125.679	0.140	-15.625	0.000
-6.300	125.679	0.140	-15.625	0.000
-7.300	137.765	0.140	-14.728	0.000
-8.300	149.762	0.140	-13.922	0.000
-9.300	161.680	0.140	-13.194	0.000
-10.300	173.528	0.140	-12.536	0.000
-11.300	185.314	0.140	-11.940	0.000
-12.900	204.062	0.140	-11.096	0.000
-14.900	227.339	0.140	-10.198	0.000
-16.300	243.548	0.140	-9.655	0.000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	20.00	0.00	2.00	0.215
2	34.00	0.00	2.00	0.206
3	44.00	0.00	5.33	0.493
4	50.00	0.00	6.50	0.568

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0.070	32.320	0.146
2	365	0.064	31.113	0.142
3	365	0.244	49.519	0.249
4	365	0.292	51.492	0.275

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

1 Non-uniform load [1]: Co-ordinate (2) lies below surface

2 Non-uniform load [1]: Co-ordinate (3) lies below surface

End of Report

IX

BIJLAGE: VOORONTWERP KADECONSTRUCTIE



Voorontwerp kadeconstructie

Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project	Noordland 12-16 & Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Document	Voorontwerp kadeconstructie
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.679
Projectcode	115018
Projectleider	
Projectdirecteur	
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 6

1.1 Doel van dit rapport 6
1.2 Toelichting van het project 6
1.3 Kadeconstructie 7
1.4 Leeswijzer 7
1.5 Afkortingen 7

2 OMSCHRIJVING VAN DE KADEMUUR 8

2.1 Geometrie kademuur 8

3 UITGANGSPUNTEN 9

3.1 Referenties 9
3.2 Normen en richtlijnen 9
3.3 Geometrie 9
3.4 Waterniveaus 10
3.5 Veiligheidsfilosofie en ontwerplevensduur 10
3.6 Geotechnische parameters 11
3.7 Materiaaleigenschappen 12
3.7.1 Constructiestaal 12
3.7.2 Beton 13
3.8 Milieuklasse en betondekking 14
3.9 Conservering en corrosie 14
3.10 Belastingen geotechnisch ontwerp 15
3.11 Belastingen constructief ontwerp 16
3.11.1 Deksloof 16
3.11.2 Gording 16
3.12 Belastingcombinaties 18
3.12.1 Damwandconstructie 18
3.12.2 Belastingcombinaties gording 19
3.13 Software 19

4 GEOTECHNISCH ONTWERP 20

4.1 Ontwerp hoofdwand 20
4.1.1 Verankering hoofdwand 20
4.1.2 Fasering 21
4.1.3 Resultaten damwand berekening 22
4.2 Ontwerp vleugelwanden 24
4.2.1 Eigenschappen grondkerende constructie - vleugelwand 24
4.2.2 Verankering vleugelwand 25
4.2.3 Fasering vleugelwand 25
4.2.4 Resultaten vleugelwand berekening 26
4.2.5 Getrapt verloop vleugelwand 27
4.3 Gording 27
4.3.1 Model 27
4.3.2 Resultaten 28

5 CONSTRUCTIEF ONTWERP 29

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 30

Laatste pagina 30

Bijlage(n) Aantal pagina's

I Hoofdwand 92
II Vleugelwand 31
III SCIA-rapport Gording 28

REVISIEBEHEER

De onderstaande tabel geeft een overzicht de revisies van het voorliggende document.

Tabel 1.1 Overzicht met revisies

Status	Revisie	Datum	Wijzigingen
Concept	01	11 maart 2020	Eerste uitgave

1

INLEIDING

1.1 Doel van dit rapport

Dit rapport beschrijft het voorontwerp van de kademuur behorende bij het project Markiezaat Container Terminal. De container terminal zal in Bergen op Zoom worden aangelegd. Het rapport bevat het voorontwerp van de hoofdwand en vleugelwanden en de bijbehorende verankering en ook het voorontwerp van de gording en de betonkesp.

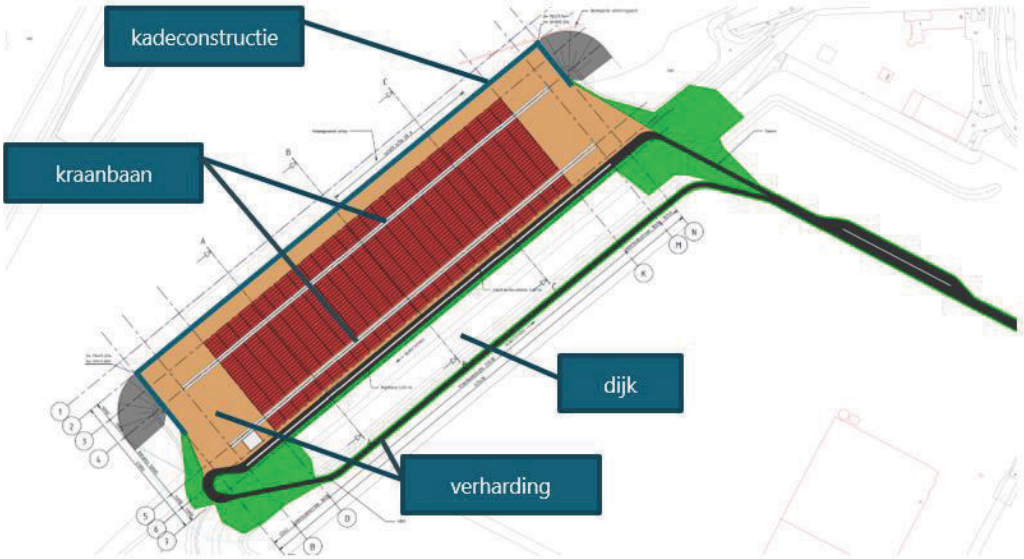
1.2 Toelichting van het project

Mepavex Logistics is voornemens een nieuwe containerterminal aan te leggen met een ruimte voor circa 3.000 2TEU containers in Bergen op Zoom. Binnen het ontwerp kunnen de volgende onderdelen worden onderscheiden:

- kadeconstructie;
- kraanbaan;
- verharding;
- waterkering (dijk).

Deze onderdelen zijn schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Schematische weergave projectonderdelen



1.3 Kadeconstructie

De kade zal worden uitgevoerd als een verankerde damwand met een betonschort tot NAP -1,40 m. De kademuur heeft een lengte van circa 425 m (exclusief vleugelwanden), afmeren zal langs de gehele kade kunnen. De terminal neemt niet de functie als primaire waterkering over. Deze functie zal behouden blijven aan de achterliggende dijk.

1.4 Leeswijzer

Dit document bestaat uit de volgende onderdelen:
- een omschrijving van de kademuur (hoofdstuk 2);
- een overzicht van de randvoorwaarden en uitgangspunten (hoofdstuk 3);
- de VO-berekeningsresultaten van de damwandconstructie (hoofdstuk 4);
- het constructief ontwerp van de deksloof (hoofdstuk 5);
- conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten (hoofdstuk 6).

1.5 Afkortingen

Tabel 1.1 Afkorting en betekenis

Afkorting	Betekenis
BGT	Bruikbaarheids Grens Toestand
CUR	Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving
IGT	Incidentele Grens Toestand
NGD	Nautisch Gegarandeerde Diepte
TPvE	Technisch Programma van Eisen
UGT	Uiterste Grens Toestand

2

OMSCHRIJVING VAN DE KADEMUUR

2.1 Geometrie kademuur

De 425 m lange kademuur bestaat een verankerde damwandconstructie met aan de voorzijde een betonschort. Er is ook gekeken naar de optie van een verankerde combiwand. Deze optie zou echter duurder uitpakken dan een damwand en is daarom niet verder uitgewerkt in dit rapport.

De damwand bestaat uit damwandplanken van het type AZ36-700N (S355). De bovenkant van de kademuur (bovenkant deksloof) bevindt zich op NAP +3,50 m. Het puntniveau van de damwandplanken is vastgesteld op NAP -19,00 m. Tot een niveau van NAP -1,40 m zal de wand worden voorzien van een betonnenschort. Hiermee krijgt de kade eenzelfde uitstraling als de bestaande kademuur in de Theodorushaven. Het betonschort zorgt tevens voor corrosiebescherming in de zuurstofrijke zone van de damwand.
Om het betonschort tegen aanvaring te beschermen zal deze voorzien worden van UHMW-PE-panelen. Voor de veiligheid worden drenkelingenladders aangebracht, h.o.h. circa 30 m. Voor het afmeren dienen er bolders met een capaciteit van 600 kN worden toegepast met een h.o.h. afstand van 15 m, op een afstand van minimaal 0,5 m vanaf de voorkant van de kade.

Het ankersysteem bestaat uit groutankers met een doorsnede Ø82,5 x 20,0 mm met een h.o.h. afstand van 2,80 m. De krachtswerking tussen de damwand en de groutankers wordt ingeleid door een gording van het type HEB500 staalkwaliteit S355.

Het constructieve deel van de betonnen kesp heeft een vierkante doorsnede met een hoogte en breedte van minimaal 800 mm. In het DO zal worden bepaald of er meer ruimte nodig is om alle kademeubilair op te kunnen nemen, waarbij opgemerkt wordt dat een grotere breedte gunstig is voor de constructieve uitwerking van de deksloof.

Opgemerkt dient te worden dat er bij het verschijnen van dit VO nog geen volledig grondonderzoek beschikbaar was. Het in dit rapport gepresenteerde ontwerp is gebaseerd op het beschikbare onderzoek. In de Definitief Ontwerp (DO) fase zal een nadere analyse uitgevoerd moeten worden op de aanvullende gegevens, waardoor het risico bestaat dat het ontwerp wijzigt.

3

UITGANGSPUNTEN

3.1 Referenties

1 Markiezaat Container Terminal, Technisch Programma van Eisen, 115018, Witteveen+Bos, september 2019.
2 Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796, Mos Grondmechanica b.v., d.d. 6 november 2019.
3 Verhardingsadvies Markiezaat Container Terminal, 115018, Witteveen+Bos, december 2019.

3.2 Normen en richtlijnen

Normen

4 NEN-EN 1990+A1+C2/NB(NL) Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp, december 2011.
5 NEN-EN 1992-1-1+C2/NB(NL) Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies -Deel 1 - 1: Algemene regels en regels voor gebouwen, november 2011.
6 NEN-EN 1993-1-1+C2/NB(NL) Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen.
7 NEN-EN 1993-1-6, Eurocode 3 Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 1-6: sterkte en stabiliteit van schaalconstructies.
8 NEN-EN 1993-5, Eurocode 3 Ontwerp en berekening van staalconstructies, Deel 5: palen en damwanden, februari 2008.
9 NEN-EN 1997-1+C1+A1/NB(nl) Nationale bijlage bij Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels, juli 2019.
10 NEN 9997-1+C2 (nl): Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels, november 2017.

Richtlijnen

11 SBRCURnet, 2012, Aanbeveling 166 damwandconstructies deel 1 en 2.
12 SBRCURnet, 2013, Publication 211E, Quay Walls, second edition.

3.3 Geometrie

Het huidige bodemniveau ter plekke van de kademuur varieert van circa, NAP -2 m tot -4 m. Conform het TPvE wordt de Nautisch Gegarandeerde Diepte NAP -4,85 m [ref. 1]. In onderstaande tabel 3.1 is de constructiediepte voor een situatie met bodembescherming en een situatie zonder bodembescherming bepaald.

Tabel 3.1 Bepaling constructiediepte

Opbouw constructiediepte	Met bodembescherming [m]	Zonder bodembescherming [m]
NGD (Nautisch Gegarandeerde Diepte)	NAP -4,85	NAP -4,85

Opbouw constructiediepte	Met bodembescherming [m]	Zonder bodembescherming [m]
onderhoudsmarge	0,50	0,50
toleranties bodembescherming	0,50	-
bovenkant bodembescherming	NAP -5,85	-
dikte bodembescherming (aanname)	0,50	-
baggerdiepte	-	0,50
baggertolerantie		0,50
ontgronding (erosie)	-	2,00
roergrens	NAP -6,35	NAP -8,35
marge tot constructiediepte	0,50	0,50
constructiediepte	NAP -6,85	NAP -8,85 (NAP -9,50)*

Er wordt gerekend met een constructiediepte van NAP -6,85 m bij toepassing van bodembescherming. Uit de beschikbare grondgegevens blijkt dat er een veenlaag aanwezig is op een diepte variërend van circa NAP -8,00 m tot NAP -9,50 m [ref. 2]. Indien er wordt gekozen om geen bodembescherming toe te passen zal deze laag mogelijk opdrijven of wegspoelen. Er wordt daarom gerekend met een constructiediepte van NAP -9,50 m voor een constructie zonder bodembescherming.

3.4 Waterniveaus

De onderstaande tabel bevat een overzicht van de waterstanden en hun over-/onderschrijdingsfrequentie.

Tabel 3.2 Waterstanden in het Tienjarig Overzicht 1981-1990, RWS

Over-/onderschrijdingsfrequentie	Waterstand
hoogste*	NAP + 1,20 m
gemiddeld	NAP + 0,14 m
laagste	NAP 0,0 m (NAP -0,3 m**)

* In de toekomst wordt het Volkerak-Zoommeer mogelijk ingezet als waterberging waardoor de hoogste waarde kan worden overschreden.

** Voorafgaand aan inzet van het Volkerak-Zoommeer als waterberging zal het peil minimaal NAP - 0,30 m worden.

3.5 Veiligheidsfilosofie en ontwerplevensduur

De ontwerplevensduur van de nieuwe kadeconstructie bedraagt 50 jaar, zonder groot preventief en correctief onderhoud. Aangezien de kadeconstructie niet als primaire waterkering zal functioneren valt de grondkerende constructie in gevolgklasse CC2.

Grondkerende constructies dienen te worden ontworpen conform Eurocode 7, RC2. Bijhorende partiële factoren voor de grondparameters zoals gebruikt in D-Sheet Piling zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Partiële factoren voor grondparameters [NEN 9997-1 tabel A.4b]

Grondparameters		Partiële veiligheidsfactor
hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,175*
effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	1,25
stijfheid	γ_E	1,30

* Factor toegepast op tanφ.

Voor de belastingen op de damwand zijn de partiele factoren zoals aangegeven in tabel 3.4 toegepast.

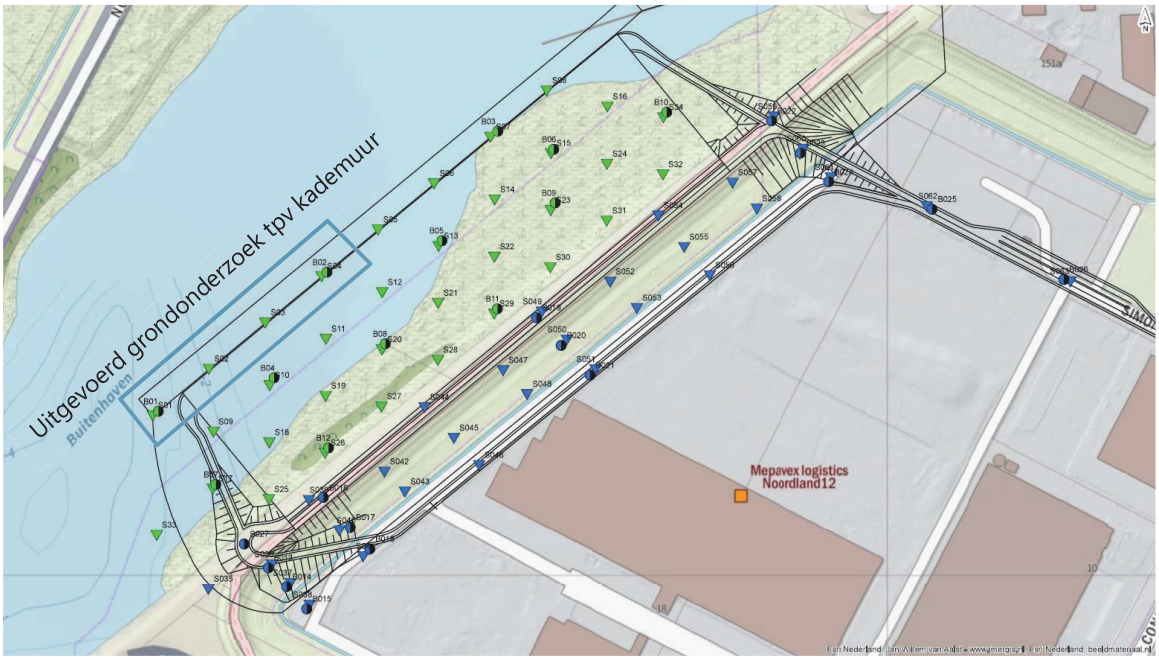
Tabel 3.4 Partiële factoren belastingen [NEN 9997-1 tabel A.3]

Belasting		Symbool	Waarde
permanent	ongunstig	$\gamma_{G;ongunstig}$	1,00
	gunstig	$\gamma_{G;gunstig}$	1,00
veranderlijk	ongunstig	$\gamma_{Q;ongunstig}$	1,10
	gunstig	$\gamma_{Q;gunstig}$	0,00

3.6 Geotechnische parameters

De in de berekeningen gehanteerde grondprofielen zijn gebaseerd op het geotechnisch onderzoek dat is uitgevoerd door MOS Grondmechanica. Door beperkte toegang tot het terrein is het (nog) niet mogelijk geweest het gehele grondonderzoek uit te voeren. Momenteel zijn enkel de sonderingen en boringen zoals aangegeven in afbeelding 3.1 beschikbaar.

Afbeelding 3.1 Status uitgezet grondonderzoek



Dit geotechnische bodemonderzoek is uitgevoerd in september tot oktober 2019 en bestaat uit verschillende sonderingen en boringen, waarvan de sonderingen S01 tot S04 en boringen B01 en B02 ter plaatse van de geprojecteerde locatie van de kademuur zijn uitgevoerd [ref. 2]. In de sondering S04 is een dik pakket los gepakte zandlagen te zien tussen NAP -3,5 m en NAP -15 m. Omdat sonderingen S01 tot en met S03 een aanzienlijk betere pakking laten zien in deze zone, is ervoor gekozen de grondopbouw zoals verkregen uit sondering S04 als maatgevend aan te houden.

Opgemerkt dient te worden dat in sondering S03 een veenlaag van bijna 3 m dik te zien is tussen NAP -3 m en -6 m. Gezien de te realiseren waterdiepte in de toekomst, zal dit geen gevolgen hebben voor de passieve weerstand uit de ondergrond, echter door ophoging van het maaiveld aan de actieve (land) zijde van de wand zal deze laag mogelijk lokaal tot zettingen kunnen leiden. Omdat de exacte aanpak met betrekking tot zettingen nog niet is bepaald én er slechts heel beperkt grondonderzoek beschikbaar is, is deze veenlaag in het VO nog buiten beschouwing gelaten. In de DO-fase zal geanalyseerd moeten worden of er lokaal maatregelen nodig zijn om zettingsverschillen te voorkomen.

De gehanteerde grondparameters behorend bij het grondprofiel afgeleid uit sondering S04 zijn opgenomen in tabel 3.5. Uit het grondonderzoek blijkt dat er een veenlaag aanwezig is op een diepte variërend tussen NAP -8,00 m en NAP -9,50 m. Voor het DO zal de rest van het grondonderzoek uit moeten worden gevoerd om een correcte inschatting te kunnen maken van het verloop van deze veenlaag en eventuele gevolgen met betrekking tot (verschil) zettingen.

Tabel 3.5 Karakteristieke eigenschappen van de grondlagen ter plaatse van de sondering 4

Laag	Omschrijving	Bovenkant laag [NAP m]	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ [kN/m^2]	φ' [°]	δ' [°]	c' [kPa]	$k_{h1}/k_{h2}/k_{h3}$ [MN/m^3]
00	zand, ophoging, matig (boven GWS)	maaiveld	18/20	32,5	21,7	0	20/10/5
01	zand, ophoging, los (onder GWS)	+0,14	17/19	30	20	0	12/6/3
03	zand, los	-3,49	17/19	30	20	0	12/6/3
04	Veen, matig	-8,20	12/12	15	0	2,5	2/0,8/0,5
05	zand, los	-8,80	17/19	30	20	0	12/6/3
06	zand, matig	-15,00	18/20	32,5	21,7	0	20/10/5
07	zand, vast	-16,80	19/21	35	23,3	0	40/20/10
08	klei. vast	-26,30	19/19	17,5	11,7	13	6/4/2
09	klei, zwak zandig, vast	-27,00	20/20	22,5	15	13	6/4/2
10	zand, vast	-28,40	19/21	35	23,3	0	40/20/10

3.7 Materiaaleigenschappen

3.7.1 Constructiestaal

Damwandplanken

- staalsoort S355;
- vloeigrens (fyd) 355 N/mm^2;
- treksterkte 470 N/mm^2;
- E-modulus (E) 2,1·10^5 N/mm^2;
- volumieke gewicht (γ) 78,5 kN/m^3;
- uitzettingscoëfficiënt (α) 1,2 ·10^{-5} K^{-1}.

Groutankers

- taalsoort E-470;
- vloeigrens (fyd) 515 N/mm^2;
- treksterkte 720 N/mm^2;
- E-modulus (E) 2,1·10^5 N/mm^2;
- volumieke gewicht (γ) 78,5 kN/m^3;
- uitzettingscoëfficiënt (α) 1,2 ·10^{-5} K^{-1}.

Gording

- staalsoort S355;
- vloeigrens (fyd) 355 N/mm^2;
- treksterkte 470 N/mm^2;
- E-modulus (E) 2,1·10^5 N/mm^2;
- volumieke gewicht (γ) 78,5 kN/m^3;
- uitzettingscoëfficiënt (α) 1,2 ·10^{-5} K^{-1}.

3.7.2 Beton

Voor het betonschort is beton met een sterkteklasse C30/C37 aangenomen in combinatie met wapeningsstaal van de sterkteklasse B500B. Onderstaand staan de materiaaleigenschappen van beide materialen.

Betonkesp

- sterkteklasse C30/37;
- karakteristieke cilinderdruksterkte (fck) 30 N/mm^2;
- karakteristieke kubusdruksterkte (fck,cube) 37 N/mm^2;
- E-modulus ongescheurd (Ecm) 32.800 N/mm^2;
- E-modulus gescheurd (E) 10.933 N/mm^2;
- volumegewicht (γ) 25 kN/m^3;

Materiaalfactoren volgens NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel 2.1N:

- Blijvend en tijdelijk γ_S = 1,5;
- Buitengewoon γ_S = 1,2.

Betonstaal

De eigenschappen van het betonstaal volgens tabel C.1 van de NEN-EN 1992-1-1+C2 worden toegepast [ref. 5]. De toegepaste staalkwaliteit voor het betonstaal is B500B. De belangrijkste fysische eigenschappen van de toe te passen wapening zijn vermeld in tabel 3.6.

Tabel 3.6 Eigenschappen betonstaal

Elgenschap	Staalkwaliteit B500B
f_{yk}	500 N/mm^2
f_{yd}	435 N/mm^2
ε_{uk}	5,0 %, bij de horizontale tak hoeft deze niet gecontroleerd te worden
ε_{ud}	4,5 %, bij de horizontale tak hoeft deze niet gecontroleerd te worden
E_s	2,0·10^5 N/mm^2
soortelijk gewicht	78,5 kN/m^3
uitzettingscoëfficiënt	1,0*10^{-5} K^{-1}

Materiaalfactoren volgens NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel 2.1N:
- blijvend en tijdelijk: γ_S = 1,15;
- buitengewoon: γ_S = 1,0.

3.8 Milieuklasse en betondekking

De minimale dekking is als volgt bepaald:

c_{min}	=	$max\{c_{min,b};c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};10\}$	
$c_{min,dur}$			*(Op basis van NEN-EN 1992-1-1 tabel 4.4 NB)*
$\Delta c_{dur,\gamma}$	=	*0mm*	*(art. 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1)*
$\Delta c_{dur,st}$	=	*0mm*	*(art. 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1)*
$\Delta c_{dur,add}$	=	*0mm*	*(art. 4.4.1.2. van de EN 1992-1-1)*

In de onderstaande tabel is aangegeven welke milieuklasse, constructieklasse, dekking en toegepaste dekking van toepassing zijn voor de betonnen kesp.

Tabel 3.7 Betonsterkte, milieuklasse en betondekking

Locatie	Betonsterkte-klasse	Milieuklasse	Constructie-klasse	C_{min} [mm]	ΔC_{dev} [mm]	C_{nom} [mm]	C_{toep} [mm]
kesp waterzijde	C30/37	XC4 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50
kesp bovenzijde	C30/37	XC4 XD3 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50
kesp onderzijde	C30/37	XC4 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50
kesp achterzijde	C30/37	XC4 XD3 XS3 XF4 XA2	S4	40	5	45	50

De toelaatbare scheurwijdte voor de verschillende beton elementen hangt af van de milieuklasse.
De maximale toelaatbare scheurwijdte volgens tabel 7.1N van NEN-EN 1992-1-1/NB:2016 voor alle beton elementen is gelijk aan 0,2 mm.

3.9 Conservering en corrosie

Om de benodigde dikte van de damwandplanken te bepalen is er rekening gehouden met reductie van de wanddikte door corrosie. De totale reductie is per deel bepaald aan de hand van de zone waarin het deel zich bevind en de beoogde levensduur.

In de berekeningen wordt er van uit gegaan dat er aan de waterzijde van de constructie, ter hoogte van het betonschort, geen corrosie optreedt. Onder het betonschort zal een glasvezelversterkte coating worden aangebracht tot 2 m onder constructieniveau (NAP -6,85 m) met een minimale levensduur van vijftien jaar. Gedurende deze eerste vijftien jaar zal er geen corrosie optreden aan de waterzijde van de kademuur. Over de overige periode van 35 jaar zal corrosie optreden in de permanente onderwaterzone met 0,05 mm/jaar. In de grond zone wordt er gerekend met een corrosietoeslag van 0,02 mm/jaar en aan de landzijde is rekening gehouden met 0,02 mm/jaar over de gehele hoogte van de wand. Deze verwachte afname door corrosie is gebaseerd op de CUR211 (lage waarden) [ref. 12]. In tabel 3.8 wordt een samenvatting gegeven van de toegepaste wanddikte reducties.

Tabel 3.8 Corrosietoeslag per zone damwand

Zone	o.k. zone [m+NAP]	Corrosiesnelheid waterzijde	Corrosiesnelheid landzijde	Totaal wanddikte reductie
betonschort	-1,40	0	0,02 mm/jaar 1,0 mm totaal	1,0 mm
permanent onderwaterzone	-8,85	0,05 mm/jaar 1,75 mm totaal	0,02 mm/jaar 1,0 mm totaal	2,75 mm
in de grond zone	ppn	0,02mm/jaar 1,0mm totaal	0,02 mm/jaar 1,0 mm totaal	2 mm

3.10 Belastingen geotechnisch ontwerp

Terreinbelasting

Voor de grondkerende constructie wordt gerekend met een gelijkmatig verdeelde terreinbelasting van 40 kN/m^2 tot aan de eerste rij containers, in overeenstemming met het TPvE [ref. 1]. Voor de stacks, beginnend vanaf circa 12,5 m vanaf de kade, wordt gerekend met 55 kN/m^2.

Bolderbelasting

Voor de bolderbelasting wordt gerekend met een horizontale belasting van 600 kN per bolder (Safe Working Load van de bolders: 60ton). Hoewel de bolders een h.o.h. afstand hebben van 15 m wordt er conservatief gerekend met een horizontale lijnbelasting van 60 kN/m (de bolderbelasting zal dan door de deksloof gespreid moeten worden over een lengte van 10m) die 0,50 m boven de bovenkant van de kademuur aangrijpt.

Reachstacker

Er dient rekening gehouden te worden met het gebruik van reachstackers van het type DRG450-60S5XE.

Voor het ontwerp van de damwand zijn twee situaties beschouwd:
- reachstacker met de voorste as op de deksloof;
- reachstacker met de voorste as net achter de deksloof.

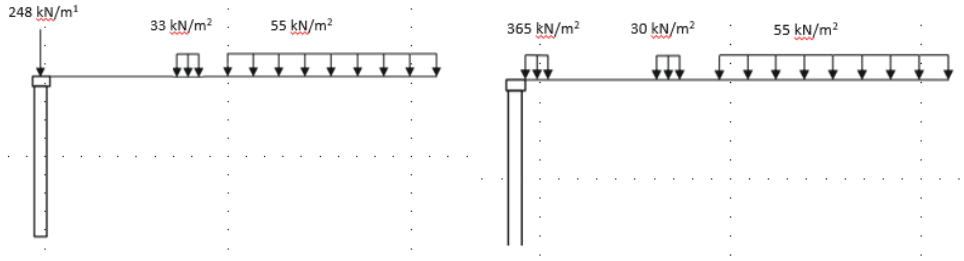
De maximale belasting op de vooras bedraagt 1.029 kN [ref. 3]. De vooras heeft een breedte van 4,15 m en de banden hebben contactoppervlakbreedte (loodrecht op de as-richting) van 0,516 m. Dit komt neer op een vlaklast van 480 kPa. Voor de situaties waarin de aslast niet aangrijpt in het hart van de damwand is spreiding van de last naar de damwand toegestaan. Dit is bepaald aan de hand van de volgende formule:

$$q_{eff} = \frac{q * L}{(L + 2d)}$$

Met:
q_{eff}: vlaklast opgenomen door strekkende meter wand [kPa];
q: last direct onder de as van de reachstacker [kPa];
L: lengte steunpunt [m];
d: afstand tussen wand en as reachstacker [m].

De lasten behorend bij de beschouwde situaties zijn weergegeven in afbeelding 3.2. In het geval van een reachstacker belasting wordt uitgegaan dat er niet gelijktijdig een terreinbelasting kan optreden tot aan de eerste rij containers.

Afbeelding 3.2 1) Reachstacker met vooras op deksloof (links) en 2) reachstacker net achter de deksloof (rechts)



Belasting tijdens bouwfase
Voor de grondkerende constructie wordt tijdens de bouw gerekend met een geschatte belasting van 13 kN/m^2. Deze belasting bevindt zich op 1 tot 4 m van de kademuur.

3.11 Belastingen constructief ontwerp

3.11.1 Deksloof

Eigen gewicht
Het eigen gewicht van de betonnen deksloof is meegenomen in het SCIA-model en berekend met behulp van het volumieke gewicht van gewapend beton, 2.500 kg/m^3.

Gronddruk
De gronddruk achter de deksloof moet in SCIA worden gemodelleerd als een horizontale lijnbelasting.

Krimp
De krimp van het beton wordt veroorzaakt door de uitdrogingskrimp en de autogene krimp. De krimp moet berekend worden overeenkomstig aan NEN-EN 1992-1-1 [ref. 5].

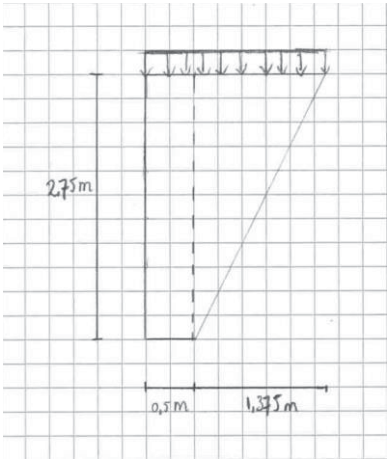
De overige belastingen op de deksloof worden verder uitgewerkt in de DO-fase.

3.11.2 Gording

Eigen gewicht
Het eigen gewicht van de gording is meegenomen in het SCIA-model en berekend met het volumieke gewicht van staal, 7.850 kg/m^3.

Gronddruk
Het gewicht van de grond boven de gording is meegenomen als belasting in het SCIA-model. De in rekening te brengen breedte van de grondmoot is bepaald met een spreiding van 1:2. Zie onderstaande afbeelding 3.3 voor de bepaling van de in rekening te brengen breedte.

Afbeelding 3.3 In rekening te brengen breedte voor de verticale belasting op de gording



De totale verticale belasting door het gewicht van de grond is:
$q_v = (0{,}5 \cdot 2{,}75 + 0{,}5 \cdot 1{,}38 \cdot 2{,}75) \cdot 20 \frac{kN}{m^3} = 65{,}31\ kN/m$

Terreinbelasting

De in rekening te brengen breedte van de terreinbelasting is gelijk aan die van de grond. De totale verticale belasting door de terreinbelasting is:
$q_v = (0{,}5 + 1{,}38) \cdot 40 \frac{kN}{m^2} = 75\ kN/m.$

Aangezien de terreinbelasting een variabele belasting is, is deze gemodelleerd in SCIA als een schaakbord belasting.

Ankerkrachten - UGT

De capaciteit van de gording is getoetst voor de UGT-ankerkrachten in overeenstemming met NEN-EN 1993-1-1. Uit de D-sheet berekeningen is gebleken dat ankerkrachten voor de ongecorrodeerde damwand maatgevend zijn. De maximale horizontale belasting per anker is 1.178 kN. In het SCIA-model is deze kracht ingevoerd als een horizontale lijnbelasting met een waarde van:

$q_{anker} = \frac{1161 \cdot 1{,}1}{2{,}80} = 456\ kN/m.$

Ankerkrachten - IGT

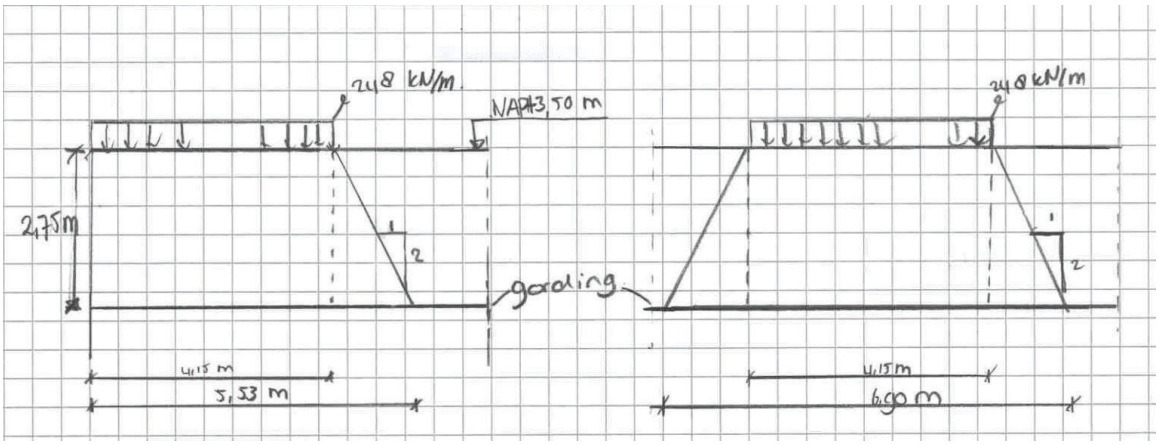
De gording is beschouwd voor ankeruitval (IGT). Uit de D-Sheet berekeningen is gebleken dat de karakteristieke horizontale belasting per anker 982 kN is. De horizontale lijnlast in het SCIA-model voor de IGT-ankerkracht is gelijk aan:

$q_{anker} = \frac{967 \cdot 1{,}0}{2{,}80} = 345\ kN/m$

Reachstacker

De maatgevenede reachstacker belasting op de gording is voor de situatie wanneer de reachstacker met zijn vooras boven de gording staat met een belasting van 248 kN/m[1] over de lengte van de voorste as van 4,15 m. Een horizontale spreiding van de belasting op de gording van 1:2 is toegepast. Zie afbeelding 3.4 voor de spreiding wanneer de reachstacker op de hoek van de kade staat (links) en wanneer de reachstacker niet op de hoek van de kade staat (rechts).

Afbeelding 3.4 Horizontale spreiding reachstacker-belasting op hoek van de kade (links) en midden op de kade (rechts)



Wanneer de reachstacker op de hoek van de kade staat resulteert dit in een belasting gelijk aan:

$$q_{reachstacker} = 248\ kN/m \cdot \frac{4{,}15}{(4{,}15 + 1{,}375)} = 186{,}3\ kN/m$$

Wanner de reachstacker niet op de hoek van de kade staat resulteert dit in een belasting gelijk aan:

$$q_{reachstacker} = 248\ kN/m \cdot \frac{4{,}15}{(4{,}15 + 2{,}75)} = 149{,}2\ kN/m$$

In het geval van een reachstacker belasting wordt uitgegaan dat er niet gelijktijdig een terreinbelasting kan optreden tot aan de eerste rij containers. Aangezien de reachstacker belasting een variabele belasting is, is de belasting in SCIA ingevoerd als een schaakbord belasting.

3.12 Belastingcombinaties

De grondkerende constructie dient alle combinaties van voorkomende belastingen zoals die onder meer volgen uit het eigengewicht, gronddruk, natuurlijke belastingen, scheepsbelastingen en terreinbelastingen te kunnen opnemen gedurende de gehele ontwerplevensduur.

3.12.1 Damwandconstructie

In de berekening voor de damwand is rekening gehouden met verschillende fases. Deze fases zijn omschreven in hoofdstuk 4.1.2. Voor de gebruiksfases (de definitieve situatie en bij inzet van het Volkerak-Zoommeer als waterberging) is in dit voorontwerp rekening gehouden met een terreinbelasting, een bolderbelasting en reachstacker-belasting. Wanneer meerdere belastingen worden gecombineerd, worden de combinatiefactoren ψ_0 toegepast, conform tabel 3.10. De damwand is getoetst aan de belastingcombinaties weergegeven in tabel 3.11.

Tabel 3.9 Belastingcombinaties damwand

Belasting-combinatie	Grenstoestand	Terreinbelasting	Bolderkracht	Reachstacker op deksloof	Reachstacker achter deksloof
BC1a	BGT/UGT	1,0			
BC1b	BGT/UGT	1,0	0,7		
BC2	BGT/UGT	0,7	1,0		

Belasting-combinatie	Grenstoestand	Terreinbelasting	Bolderkracht	Reachstacker op deksloof	Reachstacker achter deksloof
BC2_1	BGT/UGT	0,7	1,0	0,6	
BC2_2	BGT/UGT	0,7	1,0		0,6
BC3b_1	BGT/UGT	0,7	0,7	1,0	
BC3b_2	BGT/UGT	0,7	0,7		1,0

Tabel 3.10 Overzicht ψ - factoren

Belastinggeval	ψ_0	ψ_1	ψ_2
ankeruitval	1,0	1,0	1,0
bolderbelasting	0,7	0,3	0
reachstackers	0,6	0,4	0
terreinbelasting	0,7	0,5	0,3

3.12.2 Belastingcombinaties gording

De gording is getest in de UGT en de IGT, waarbij de IGT de toestand bij ankeruitval is. De toegepaste belastingcombinaties zijn opgesteld conform NEN-EN 1990+A1+C1 en zijn weergegeven in tabel 3.11. De ψ-waarden zijn weergegeven in tabel 3.10

Tabel 3.11 Belastingcombinaties volgens NEN-EN 1990+A1+C1

Belastingcombinatie	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belasting gelijktijdig met de overheersende	
	ongunstig	gunstig		belangrijkste (indien aanwezig)	andere
vergelijking 6.10a (UGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,35	0,9	-	1,5 ($\psi_{0,1}$)	1,5 ($\psi_{0,i}$)
vergelijking 6.10b (UGT)	$\xi\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,20	0,9	1,50	-	1,5 ($\psi_{0,i}$)
vergelijking 6.11 (IGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,0	1,0	1,0 ($\psi_{1,1}$)	-	1,0 ($\psi_{2,i}$)

3.13 Software

De volgende software programma's zijn gebruikt:
- D-Sheet Piling 19.1;
- SCIA Engineer 19, versie 19.0.60;
- Office 365.

4

GEOTECHNISCH ONTWERP

Het ontwerp van de grondkerende constructie wordt in dit hoofdstuk toegelicht. De berekeningen zijn gemaakt voor een ontwerp met bodembescherming.

Indien er wordt gekozen voor de optie zonder bodembescherming zal de constructiediepte NAP -9,50 m zijn, wat invloed heeft op het benodigde wandtype. Voor de hoofdwand zal in dat geval een AZ44-700N profiel met een diepte van NAP -20,00 m nodig zijn. Het ankersysteem zal uit groutankers van het type Ø101,6 x 17,5 mm of gelijkwaardig bestaan. Naast fors zwaardere ankers en wand, zal de wand ook een grotere verplaatsing ondergaan en zal de ligging van de bodem regelmatig gecontroleerd moeten worden om te grote ontgrondingskuilen te voorkomen. Vanuit deze argumenten wordt geadviseerd voor de wand een bodembescherming aan te leggen. In dit hoofdstuk is een kademuur met bodembescherming nader uitgewerkt.

4.1 Ontwerp hoofdwand

De voorgestelde kadermuur bestaat uit een verankerde damwand met een betonschort tot NAP -1,40 m. De damwand is opgebouwd met damwandplanken type AZ36-700N en een staalkwaliteit type S355. De bovenkant van de wand bevindt zich op NAP +3,50 m en de onderkant van de wand in de vaste zandlaag, op NAP -19,00 m. De eigenschappen van de damwandplanken zijn weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Eigenschappen damwandplanken AZ36-700N

Eigenschap	Symbool	Waarde	Eenheid
top level		+3,50	NAP m
puntniveau		-19,00	NAP m
lengte	L	22,50	m
staalkwaliteit		S355	-
buigstijfheid (initieel)	EI	$1,88 \times 10^5$	kNm^2/m

4.1.1 Verankering hoofdwand

Het ankersysteem bestaat uit groutankers type Ø82,5 x 20,0 mm en een hart op hart afstand van 2,80 m. De bovenkant van het groutlichaam bevindt zich in de matig gepakte zandlaag op NAP -16,50 m (q_c= 15 MPa). Aangezien de onderkant van het groutlichaam zich in de vaste zandlaag bevindt (q_c= 38 MPa) is er voor de berekening van het groutlichaam gerekend met een geschatte gemiddelde conusweerstand van de zandlaag van 20 MPa. Als er uit later grondonderzoek blijkt dat de vaste zandlaag hoger of lager zit, moet er een nieuwe gemiddelde conusweerstand worden bepaald en moet de lengte van het groutlichaam hierop worden aangepast. De eigenschappen van de groutankers zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Eigenschappen groutankers Ø82,5x20,0 mm

Eigenschap	Symbool	Waarde	Eenheid
anker			
verankeringsniveau		0,75	NAP m
hoek t.o.v. maaiveld		30,0	°
h.o.h.		2,80	m
staalkwaliteit		E-470	-
buitendiameter ankerstaaf	Ø	82,5	mm
wanddikte	t	20,0	mm
groutlichaam			
diameter schroefblad	D_{keuze}	350	mm
overpersing	D_{extra}	20	mm
bovenkant groutlichaam		-16,50	NAP m
lengte groutlichaam	L_A	6,0	m

4.1.2 Fasering

De volgende fasering is aangehouden in de berekening van de verankerde damwand. Voor de definitieve situatie is de damwand berekend voor de belastingcombinaties uit tabel 3.9. De situatie waarbij het Volkerak-Zoommeer wordt ingezet als waterberging is berekend voor alleen belastingcombinatie BC1a.

Tabel 4.3 fasering gebruikt in berekeningen

Fase	Maaiveld waterzijde [NAP m]	Maaiveld landzijde [NAP m]	Waterniveau waterzijde [NAP m]	Waterniveau landzijde [NAP m]	Terreinbelasting [kN/m^2]	Belastingcombinatie
1 - installeren wand	aflopend tot -5,50	oplopend van -3,49 tot 0	0	0	0	-
2 - aanvullen tot NAP +1,00	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
3 - aanbrengen en voorspannen anker	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
4 - aanvullen tot NAP +3,50	aflopend tot -5,50	+3,50	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
5 - ontgraven tot constructiediepte	-6,85	+3,50	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand	-
6 t/m 12 - definitieve situatie - Toepassen belastingcombinaties	-6,85	+3,50	0	+0,50	-	
13 - inzet Volkerak-Zoommeer als waterberging - BC1a	-6,85	+3,50	-0,30	+0,20	-	BC1a

4.1.3 Resultaten damwand berekening

De geotechnische berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN-EN 1997/NB:2016 [ref. 9].

Damwand
De berekeningen zijn uitgevoerd voor de ongecorrodeerde doorsnede en voor de gecorrodeerde doorsnede voor zowel de damwand als de verankering. De ongecorrodeerde doorsnede leidt tot de maatgevende normaalkracht, dwarskracht, ankerkracht en moment, terwijl de gecorrodeerde doorsnede maatgevend is voor de verplaatsing. In de gecorrodeerde doorsnede is de doorsnedecapaciteit van de damwand echter ook verlaagd. Hierdoor zal de doorsnedecontrole per zone een hogere unity check opleveren wanneer de wand gecorrodeerd is.

Voor het bepalen van de eigenschappen van de doorsnedes is de wand opgedeeld in de zelfde drie zones als de corrosiezones. De zone verdeling van de damwand en de bijbehorende eigenschappen zijn gepresenteerd in de onderstaande tabel 4.4.

Tabel 4.4 Gereduceerde capaciteit na 50 jaar (AZ36-700N, S355)

i	Zone	B.K. sectie [NAP m]	O.K. sectie [NAP m]	EI* [kNm²/m']	W* [cm³/m']	f_{yd} [N/mm²]	M_{Rd} [kNm/m]	M_{Rd}* [kNm/m]
1	betonschort zone	+3,50	-1,40	1,77 x 10^5	3.375	355	1.459	1.366
2	permanent onderwater zone	-1,40	-8,85	1,57 x 10^5	2.995	355	1.459	1.063
3	in de grond zone	-8,85	-19,00	1,66 x 10^5	3.158	355	1.459	1.274

* Gecorrodeerde doorsnede.

De uitgebreide resultaten van de D-sheet berekeningen zijn in bijlage I gepresenteerd. De resultaten voor de ongecorrodeerde damwand en de gecorrodeerde doorsnedes per zone zijn samengevat in tabel 4.5 en tabel 4.6.

Aan de hand van deze resultaten is damwand is getoetst conform NEN-EN 1993-5 [ref. 8].

Het moment en de dwarskracht voor de maatgevende snede zijn direct af te lezen uit de D-Sheet uitvoer. De normaalkracht in de damwand is een combinatie van de ankerkracht, de verticale belasting door de actieve gronddruk en de normaalkracht door de bovenbelasting (wanneer een reachstacker direct op het betonschort staat). De verticale belasting door de actieve gronddruk is berekend met een schaduwberekening in D-Sheet, waaruit volgt dat de verticale belasting door de actieve gronddruk maximaal 180 kN/m bedraagt. In de toetsing van de damwand is er conservatief gerekend met een verticale belasting door actieve gronddruk van 200 kN/m in alle fases.

Tabel 4.5 Resultaten D-Sheet berekening voor de ongecorrodeerde damwand

Constructie	Kenmerken	Zone	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Ed}	U.C.* (≤1,00)	Fase bij maximale U.C
damwand	AZ36-700N, S355	-	643	255	410	0,67	6 (step 6.3)

* Alleen maatgevende Unity Check gepresenteerd.

Tabel 4.6 Resultaten D-Sheet berekening voor de gecorrodeerde damwand

Constructie	Kenmerken	Zone	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Ed}	U.C.* (≤1,00)	Fase bij maximale U.C
damwand	AZ36-700N, S355	1	319	198	421	0,42	12 (step 6.3)
		2	616	222	391	0,86	6 (step 6.3)
		3	435	219	435	0,54	13 (step 6.4)

*Alleen maatgevende Unity Check gepresenteerd.

Verankering

De maatgevende ankerkrachten voor het ongecorrodeerde anker en de verificatie daarvan is weergegeven in tabel 4.7. De hart-op-hart afstand van de ankers is 2,80 m. De volledige verificatie van het anker is weergegeven in bijlage I.

Tabel 4.7 Resultaten D-Sheet berekening voor de ongecorrodeerde ankers

Constructie	Kenmerken	Belasting [kN]	Toelaatbaar [kN]	U.C. (≤1,00)
ankerstaaf	Ø 82,5 x 20,0 mm hoek 30°	1.341	1.618	0,83
		1.676*	2.022*	0,83*
groutlichaam	Ø 370 mm, L = 6,0 m bovenkant NAP -16,50 m	1.341	1.550	0,86
		1.676*	2.092*	0,80*

* Voor de capaciteit controle bij ankeruitval.

De maatgevende ankerkrachten voor het gecorrodeerde anker en de verificatie daarvan is weergegeven in tabel 4.8. De volledige verificatie van het anker is weergegeven in bijlage I.

Tabel 4.8 Resultaten D-Sheet berekening voor gecorrodeerde ankers

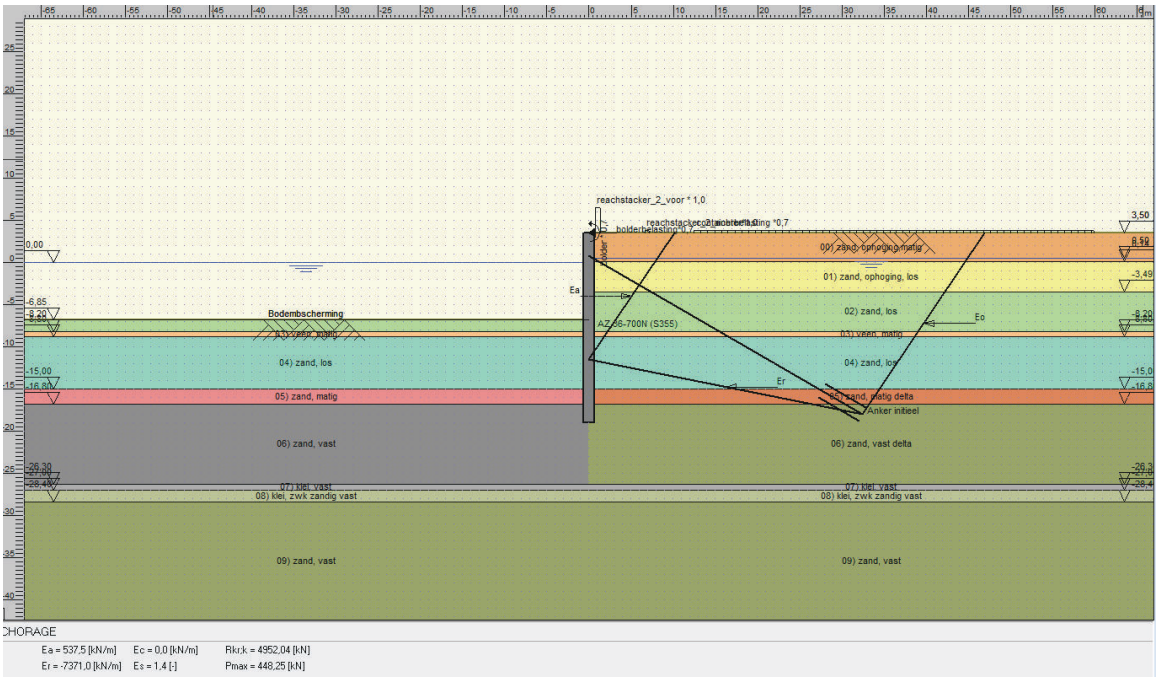
Constructie	Kenmerken	Belasting [kN]	Toelaatbaar [kN]	U.C. (≤1,00)
ankerstaaf	Ø 82,5 x 20,0 mm hoek 30°	1.340	1.512	0,89
		1.675*	2.891*	0,89*
groutlichaam	Ø 370 mm, L = 6,0 m bovenkant NAP -16,50 m	1.340	1.550	0,86
		1.675*	2.092*	0,80*

* Voor de capaciteit controle bij ankeruitval.

Kranz stabiliteit

De Kranz stabiliteit van de ongecorrodeerde damwand is geverifieerd met behulp van het D-Sheet Piling model. Uit de berekeningen blijkt dat fase 12 hiervoor maatgevend is. De maximaal toelaatbare ankerkracht is 4.952 kN/m[1]. De maximaal toelaatbare ankerkracht is hoger dan 1,5 maal de optredende maximale ankerkracht, 672 kN/m[1].

Afbeelding 4.1 Verificatie van de Kranz-stabiliteit met D-Sheet Piling



Verticaal draagvermogen

De damwand komt met de teen in de vaste zandlaag, waardoor geen problemen met het draagvermogen worden voorzien. In de D-sheetpiling berekening is een controle op verticale stabiliteit uitgevoerd, deze is voldoende.

4.2 Ontwerp vleugelwanden

De vleugelwanden vormen de overgang van hoofdwand naar talud en bevinden zich ten noordoosten en ten zuidwesten van de hoofdwand.

In deze paragraaf wordt de berekening van de vleugelwanden toegelicht. Hierbij is 1 snede berekend bij een constructiediepte voor de wand van NAP -5,00 m.

Vanaf de hoofdwand tot snede 1 zal hetzelfde type damwand en ankersysteem worden toegepast als bij de hoofdwand (AZ36-700N). Dit leidt er wel toe dat het ankersysteem van de vleugelwand en het ankersysteem van de hoofdwand door elkaar komen te liggen. In het DO moet worden gekeken hoe dit beide aangelegd kan worden zonder dat de ankers elkaar raken.

Er is rekening gehouden met een talud met een helling van 1:3 verlopend naar NAP -6,85 m.

4.2.1 Eigenschappen grondkerende constructie - vleugelwand

De vleugelwand is vanaf snede 1 opgebouwd met damwandplanken type AZ26-700N met een staalkwaliteit S355. De bovenkant van de vleugelwand bevindt zich op NAP +3,60 m en de onderkant op NAP -15,00 m in de snede 1.

Zoals in paragraaf 3.9 gepresenteerd, is bij het ontwerp van de wand rekening gehouden met capaciteitsreductie ten gevolge van corrosie. In de onderstaande tabellen zijn per zone de gereduceerde capaciteiten weergegeven voor damwandplanken van het type AZ26-700N.

Tabel 4.9 Gereduceerde capaciteit na 50 jaar (AZ26-700N, S355), snede 1

i	Zone	B.K. sectie [NAP m]	O.K. sectie [NAP m]	EI* [kNm²/m']	W* [cm³/m']	f_{yd} [N/mm²]	M_{Rd} [kNm/m]	M_{Rd}* [kNm/m]
1	betonschort	+3,60	-1,40	1,17 x 10^5	2.422	355	1.071	993
2	permanent onderwater zone	-1,40	-7,00	1,02 x 10^5	2.109	355	1.071	858
3	in de grond zone	-7,00	-15,00	1,08 x 10^5	2.243	355	1.071	916

4.2.2 Verankering vleugelwand

Snede 1

Het ankersysteem bestaat uit groutankers met een doorsnede Ø82,5 x 17,50 mm met een hart op hart afstand van 2,80 m. De bovenkant van het groutlichaam bevindt zich in de matige zandlaag op NAP -16,50 m. De eigenschappen van de groutankers zijn weergegeven in tabel 4.10.

Tabel 4.10 Eigenschappen groutankers 82,5x17,5

Eigenschap	Symbool	Waarde	Eenheid
anker			
verankeringsniveau		0,75	NAP m
hoek t.o.v. maaiveld		30,0	°
h.o.h.		2,80	m
staalkwaliteit		E-470	-
buitendiameter ankerstaaf	Ø	82,5	mm
wanddikte	t	17,5	mm
groutlichaam			
diameter schroefblad	D_{keuze}	350	mm
overpersing	D_{extra}	20	mm
bovenkant groutlichaam		-16,50	NAP m
lengte groutlichaam	L_A	5,50	m

4.2.3 Fasering vleugelwand

De volgende fasering is aangehouden in de berekening van de vleugelwanden. Aangezien er aan de vleugelwanden geen schepen zullen aanmeren, zijn de bolder- en reachstacker belasting niet meegenomen in de berekening voor de vleugelwand. In de gebruiksfase treedt alleen de terreinbelasting op.

Tabel 4.11 Fasering gebruikt in berekeningen

Fase	Maaiveld waterzijde [NAP m]	Maaiveld landzijde [NAP m]	Waterniveau waterzijde [NAP m]	Waterniveau landzijde [NAP m]	Terrein belasting [kN/m^2]
1 - installeren wand	aflopend tot -5,50	oplopend van -3,49 tot 0	0	0	0
2 - aanvullen tot NAP +1,00	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
3 - aanbrengen en voorspannen anker	aflopend tot -5,50	+1,00	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
4 - aanvullen tot NAP +3,60	aflopend tot -5,50	+3,60	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
5 - ontgraven tot constructiediepte	talud van -5,00 naar -6,85	+3,60	0	0	13 op 1 tot 4 m van de damwand
6 - definitieve situatie	talud van -5,00 naar -6,85	+3,60	0	+0,50	40 tot 12,5 m van de damwand, daarna 55
7 - inzet Volkerak-Zoommeer als waterberging	talud van -5,00 naar -6,85	+3,60	-0,30	+0,20	40 tot 12,5 m van de damwand, daarna 55

4.2.4 Resultaten vleugelwand berekening

De berekening van de vleugelwand in snede 1 is uitgevoerd voor de gecorrodeerde doorsnede voor zowel de damwand als de verankering. Voor het bepalen van de eigenschappen van de doorsnedes is de wand opgedeeld in de zelfde 3 zones als de corrosiezones, gepresenteerd in tabel 4.9.

Vleugelwand - snede 1

De resultaten van de D-Sheet berekening voor snede 1 is weergegeven in tabel 4.12. Het D-Sheet rapport met de resultaten van de berekeningen bij de vleugelwand in snede 1 is weergegeven in bijlage II.

Tabel 4.12 Resultaten D-sheet berekening voor de gecorrodeerde damwand - snede 1

Constructie	Kenmerken	Zone	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Ed}	U.C.* (≤1,00)	Fase bij maximale U.C
Vleugelwand	AZ26-700N, S355	1	276	219	383	0,47	7 (step 6.3)
		2	454	134	383	0,81	7 (step 6.3)
		3	285	138	360	0,52	7 (step 6.4)

*Alleen maatgevende Unity Check gepresenteerd.

Verankering - snede 1

De maatgevende ankerkracht in snede 1 en de verificatie daarvan is weergegeven in tabel 4.13. De hart-op-hart afstand van de ankers is 2,80 m. De volledige verificatie van het anker is weergegeven in bijlage II.

Tabel 4.13 Resultaten D-Sheet berekening voor gecorrodeerde ankers - snede 1

Constructie	Kenmerken	Belasting [kN]	Toelaatbaar [kN]	U.C. (≤1,00)
ankerstaaf	Jetmix 82,5x17,50 hoek 30°	943	1.367	0,69
		883*	1.709*	0,52*
groutlichaam	Ø 370 mm, L = 5,50 m bovenkant NAP -16,50 m	943	1.421	0,66
		883*	1.918*	0,46*

* Voor de capaciteit controle bij ankeruitval.

4.2.5 Getrapt verloop vleugelwand

Aangezien de kerende hoogte van de vleugelwand ook na snede 1 nog afneemt kan de vleugelwand naarmate de kerende hoogte kleiner wordt, voldoen met een mindere diepte ofwel zonder verankering. Zo kan de vleugelwand bij een constructiediepte van NAP -3,50 m al voldoen met een p.p.n. op een diepte van NAP -12,00 m. Een eventueel getrapt verloop moet in het definitieve ontwerp worden uitgewerkt.

4.3 Gording

De krachtswerking tussen de damwand en de groutankers wordt ingeleid door een gording van het type HEB500 staalkwaliteit S355. De gording is in SCIA Engineer gemodelleerd als een 1D-staafmodel. In dit model zijn de optredende ankerkrachten berekend met de D-Sheet berekeningen meegenomen, alsmede de verticale belasting die de grond uitoefent op de gording, het eigen gewicht, de terreinbelasting en de reachstacker belasting.

4.3.1 Model

De gording is gemodelleerd als een ligger waarin de ankers geschematiseerd zijn tot verende opleggingen, zoals weergegeven in onderstaande afbeelding.

Afbeelding 4.2 SCIA- staafmodel voor de gording



De aangehouden veerstijfheden door de ankers (in y-richting) is hierin gelijk aan:

$$k_{rod} = \frac{EA}{l}\sin(\alpha)$$

Waarin α de hoek van het anker met de horizontaal is. Voor de veerstijfheid in z-richting is een waarde van 100 MN/m aangehouden welke door de stijfheid van de damwand wordt geleverd. Om de onzekerheden in de veerstijfheden te dekken zijn er 3 modellen van de gording gemaakt. Namelijk een model voor de ondergrens-, de verwachtings- en de bovengrenswaardes van de veerstijfheden. De veerwaardes zoals gebruikt in het SCIA-model zijn weergegeven in onderstaande tabel tabel 4.14.

Tabel 4.14 veerstijfheden per strekkende meter

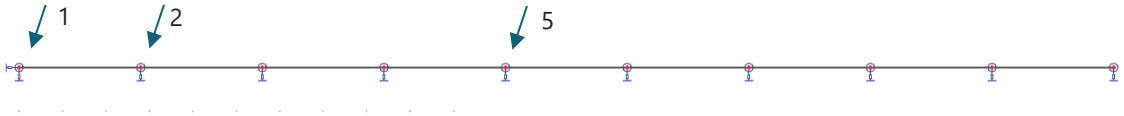
	Translatieveer y-richting [MN/m]	Translatieveer z-richting [MN/m]
karakteristieke veer	11,00	100,00
bovengrens ($\cdot\sqrt{2}$)	15,55	141,41
ondergrens ($/\sqrt{2}$)	7,78	70,71

Ankeruitval

De capaciteit van de gording is getoetst voor de UGT-ankerkrachten in overeenstemming met NEN-EN 1993-1-1. Ook is de gording beschouwd voor ankeruitval (IGT).

Om de gording te testen op ankeruitval, zijn er drie berekeningen gemaakt waarin drie verschillende ankers uitvallen. De beschouwde ankers zijn weergegeven in onderstaande afbeelding 4.3.

Afbeelding 4.3 berekening gemaakt voor uitgevallen ankers



4.3.2 Resultaten

Uit de berekening volgt dat een gording van het type HEB500 voldoet. Onderstaande tabel tabel 4.15 geeft een samenvatting van de constructieve berekening van de doorsnede. Uit de SCIA-berekening blijkt dat er ook aan de algehele eenheidscontrole wordt voldaan met een U.C van 0,78 voor de UGT en 0,86 voor de IGT. Voor de volledige berekening van de gording wordt verwezen naar bijlage III.

Tabel 4.15 samenvatting verificatie van de gording (HEB500)

belasting	N_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	U.C.*
UGT	0	270	1.023	8.470	459	1.840	0,78
IGT	0	1.385	990	8.470	.1709	1.840	0,85

* Alleen kritische doorsnedecontrole.

5

CONSTRUCTIEF ONTWERP

De minimale breedte van de betonkesp wordt bepaald door de hoogte van de damwandplanken. De hoogte van de voorschreven damwandplanken van de grondkerende constructie bedraagt ongeveer 500 mm. Aan de voor- en achterzijden van de planken wordt 150 mm extra voorzien, wat resulteert in een minimale breedte van 800 mm voor de kesp. In het DO zal worden bepaald of er een grotere breedte nodig is om alle kademeubilair op te kunnen nemen. Voor de hoogte van de betonkesp zijn geen eisen gesteld in het TPvE, dus wordt er een vierkante doorsnede aangenomen; h=800 mm. In het definitieve ontwerp moet worden gecheckt of deze hoogte ook groot genoeg is voor de verankering van de bolders. De wapening en detaillering van de kesp worden in het definitieve ontwerp berekend.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In de voorliggende rapportage zijn de hoofdonderdelen van de kadeconstructie behorende bij het project 'Markiezaat Container Terminal' doorgerekend op VO-niveau. Naar aanleiding hiervan zijn de volgende conclusies en aanbevelingen gevormd:

- in eerste instantie is er gekeken naar een verankerde combiwand als grondkerende constructie. Uit de berekeningen is gebleken dat dit duurder zou uitpakken dan een verankerde damwand. Om deze reden is in dit rapport alleen een verankerde damwand uitgewerkt;
- een damwandconstructie bestaande uit AZ36-700N (S355-)profielen met een verankering door middel van groutankers Ø82,5 x 20,0 mm voldoet om te worden toegepast als grondkerende constructie. Dit is gebaseerd op sondering 4 [ref. 2];
- de h.o.h. afstand tussen de ankers is 2,80 m. Een HEB500 gording met staalsoort S355 voldoet en kan de ankerkrachten ook bij ankeruitval verdelen;
- het ontwerp is gemaakt voor een situatie waarin bodembescherming wordt toegepast. Er is ook gekeken naar een situatie zonder bodembescherming. De damwand zou dan ten minste een AZ44-700N-profiel moeten hebben met een diepte tot NAP -20,00 m en een zwaarder anker. De optie met bodembescherming wordt daarom aanbevolen;
- wanneer er meer grondgegevens beschikbaar zijn moeten de hoofd- en vleugelwanden nogmaals geverifieerd worden;
- de vleugelwand zal bestaan uit damwandplanken type AZ36-700N (vanaf de hoofdwand tot snede 1) en type AZ26-700N (stuk vanaf snede 1 tot einde damwand). Het ankersysteem vanaf snede 1 kan voldoen met een doorsnede Ø82,5 x 17,5 mm;
- in het DO moet het ankersysteem van de vleugelwanden verder uitgewerkt worden om conflicten met de verankering van de hoofdwand te voorkomen;
- de vleugelwanden kunnen geoptimaliseerd worden door het toepassen van een getrapt verloop in het talud. Ook kan er gekeken worden vanaf welk punt er geen ankers meer nodig zijn. Dit moet worden uitgewerkt in het DO;
- het constructief ontwerp voor de betonnen kesp zal in het DO worden uitgewerkt;
- uit de beschikbare grondgegevens blijkt dat er een veenlaag zit op tussen circa NAP -8,0 m tot NAP -9,5. M Bij het baggeren zou deze laag kunnen opdrijven. Als dit gebeurt zal dit moeten worden aangevuld. Aangezien de veenlaag niet overal de zelfde diepte heeft is dit mogelijk niet een probleem over de hele lengte van de kade. Dit zal blijken uit de additionele grondgegevens.

Bijlage(n)

BIJLAGE: HOOFDWAND

1 D-sheet rapport ongecorrodeerde damwand.
2 Verificatie ongecorrodeerde damwand.
3 Verificatie ongecorrodeerde groutankers.
4 D-Sheet rapport gecorrodeerd.
5 Excelsheet damwand - betonschort zone.
6 Excelsheet damwand - perm onder water zone.
7 Excelsheet damwand - in de grond zone.
8 Excelsheet ankers gecorrodeerd.

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report:	3/12/2020
Time of report:	1:28:04 PM
Report with version:	19.1.1.23942
Date of calculation:	3/12/2020
Time of calculation:	1:21:23 PM
Calculated with version:	19.1.1.23942
File name:	P:\..\Hoofdwand\initieel\berekening damwand en ankers initieel AZ36
Project identification:	Markiezaat Container Terminal Hoofdwand (AZ36-700N) Ongecorrodeerd

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Anchors and Struts 4
2.3 Overall Stability per Stage 4
2.4 Warnings 5
2.5 CUR Verification Steps 6
3 Input Data for all Stages 7
3.1 General Input Data 7
3.2 Sheet Piling Properties 7
3.2.1 General Properties 7
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 7
3.2.3 Maximum Allowable Moments 7
3.2.4 Properties for Vertical Balance 7
3.3 Calculation Options 7
4 Outline Stage 1: Initiele situatie 15
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m 16
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen 17
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m 18
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte 19
9 Outline Stage 6: Definitieve situatie - BC1a 20
10 Step 6.3 Stage 6: Definitieve situatie - BC1a 21
10.1 Calculation Results 21
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 21
10.1.2 Moments, Forces and Displacements 21
10.1.3 Charts of Stresses 23
10.1.4 Stresses 23
10.1.5 Percentage Mobilized Resistance 24
10.1.6 Vertical Force Balance 24
10.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 25
10.1.8 Anchors/Struts 25
11 Outline Stage 7: Definitieve situatie - BC1b 26
12 Outline Stage 8: Definitieve situatie - BC2 27
13 Outline Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1 28
14 Outline Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2 29
15 Outline Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1 30
16 Outline Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2 31
17 Outline Stage 13: Inzet waterberging - BC1a 32

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		28,48	-10,59	0,0	13,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		27,14	10,09	0,0	13,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,5	-4,43	3,24	0,0	9,3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-5,32	3,89			
2	EC7(NL)-Step 6.3		299,64	80,40	0,0	19,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		291,53	-82,73	0,0	19,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-38,4	150,39	49,12	0,0	12,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		180,47	58,95			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-190,61	-170,22	16,0	18,5	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		-164,66	-170,22	16,1	18,8	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	-15,1	-169,93	-169,90	11,3	13,2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-203,92	-203,88			
4	EC7(NL)-Step 6.3		-170,32	-163,87	19,5	22,7	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		-147,95	-152,07	19,5	22,9	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	-16,9	-158,96	-162,58	13,6	16,1	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-190,76	-195,10			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-430,62	-175,24	26,1	29,8	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-394,22	-169,48	26,6	30,6	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	-28,7	-244,59	-133,76	17,4	20,1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-293,51	-160,52			
6	EC7(NL)-Step 6.3		**-642,54**	-254,80	31,3	36,0	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-616,57	-246,76	31,7	36,6	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	-42,1	-373,99	-177,67	19,3	22,4	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-448,79	-213,21			
7	EC7(NL)-Step 6.3		-583,39	-262,03	32,3	37,0	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.4		-555,15	-256,98	32,0	36,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	-42,5	-334,70	-188,69	19,4	22,5	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-401,64	-226,43			
8	EC7(NL)-Step 6.3		-480,39	-240,56	30,2	34,6	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.4		-459,53	-236,82	30,2	34,7	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5	-42,1	-322,70	-189,03	18,9	22,0	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-387,24	-226,84			
9	EC7(NL)-Step 6.3		-379,73	-194,68	31,2	35,5	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.4		-359,54	-191,00	31,0	35,4	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5	-41,4	-310,92	-185,77	19,5	22,8	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-373,10	-222,93			
10	EC7(NL)-Step 6.3		322,24	-191,89	28,9	32,9	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.4		322,24	-189,98	28,8	32,8	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5	-41,9	281,30	-174,34	19,6	22,8	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		337,56	-209,21			
11	EC7(NL)-Step 6.3		-380,41	-195,71	31,3	35,7	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.4		-357,91	-193,44	31,1	35,6	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5	-41,8	-281,27	-173,27	19,6	22,8	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-337,52	-207,92			
12	EC7(NL)-Step 6.3		321,78	-200,57	29,5	33,5	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.4		321,78	-198,43	29,3	33,3	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5	**-48,8**	279,24	-175,01	19,9	23,1	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		335,09	-210,01			
13	EC7(NL)-Step 6.3		-567,52	**-266,40**	33,2	37,7	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.4		-536,16	-262,92	**33,3**	**38,1**	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5	-48,6	-306,99	-195,34	20,8	24,3	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-368,39	-234,41			

Max		**-48,8**	**-642,54**	**-266,40**	**33,3**	**38,1**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker initieel	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.3	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	240,00	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	218,42	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	206,31	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	255,80	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	281,22	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	275,24	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	276,09	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	380,81	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	362,72	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	333,93	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	419,78	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	413,94	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	382,83	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.3	405,72	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.4	401,40	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	396,67	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.3	342,87	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.4	336,98	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	392,81	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.3	404,20	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.4	401,99	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	431,14	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.3	370,44	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.4	368,75	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	427,03	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.3	448,25	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.4	445,78	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	468,70	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.3	465,88	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.4	463,41	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	**478,75**	Elastic
Max		**478,75**	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

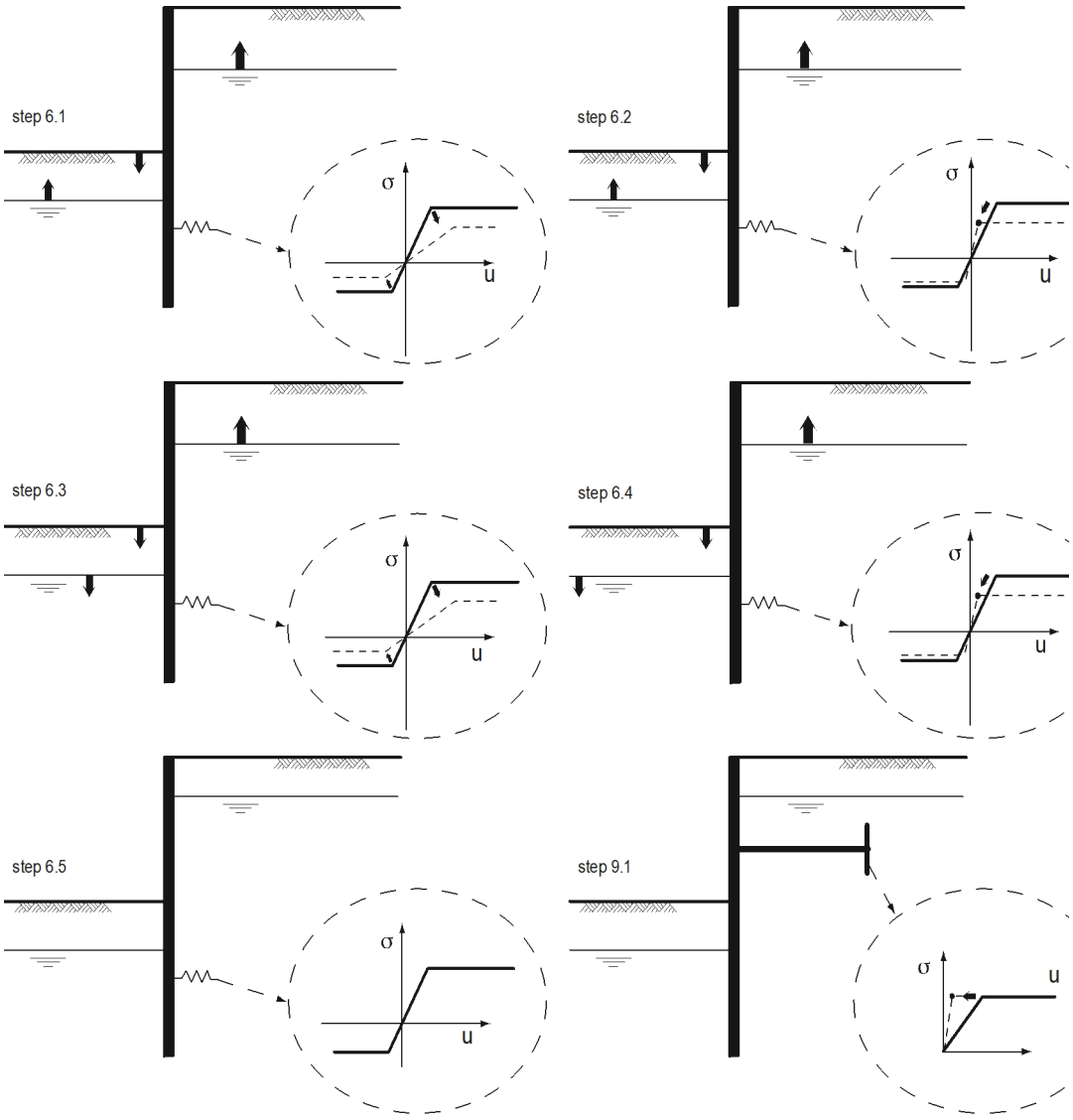
2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initiele situatie	11,03
Aanvullen tot NAP+1m	5,92
Aanbrengen ankers en opspannen	5,92
Aanvullen tot NAP+3,50m	3,65
Ontgraven tot constructiediepte	2,62
Definitieve situatie - BC1a	2,14
Definitieve situatie - BC1b	2,13
Definitieve situatie - BC2	2,25
Definitieve situatie - BC2_1	2,26
Definitieve situatie - BC2_2	2,28
Definitieve situatie - BC3b_1	2,26
Definitieve situatie - BC3b_2	2,30
Inzet waterberging - BC1a	2,23

2.4 Warnings

* Phi values
  In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
  Profile(s):
  - Initieel L
  - Initieel
  - aanvullen tot NAP+1m
  - aanvullen tot NAP+1m -d
  - aanvullen tot NAP+3,5m -d
  - aanvullen tot NAP+3,5m L
  - aanv. tot NAP+3,5m dw -d
  - aanv. tot NAP+3,5m dw -d7
  - aanv. tot NAP+3,5m dw -d9

2.5 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	13
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	22,50 m
Level top side	3,50 m
Number of sections	1
q_b;max	10,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 36-700N (S3...	-19,00	3,50	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 36-700N (S3...	1,8818E+05	1,00	1,8818E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 36-700N (S3...	1459,03	1,00	1,00	1,00	1459,03

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
AZ 36-700N (S3...	-19,00	3,50	500,00	1,35	170,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Initiele situatie
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000

Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	2: Aanvullen tot NAP+1m
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	

- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	3: Aanbrengen ankers en opspannen
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	4: Aanvullen tot NAP+3,50m
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	

- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	5: Ontgraven tot constructiediepte
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	6: Definitieve situatie - BC1a
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m

Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	7: Definitieve situatie - BC1b
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	8: Definitieve situatie - BC2
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	

- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	9: Definitieve situatie - BC2_1
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	10: Definitieve situatie - BC2_2
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25

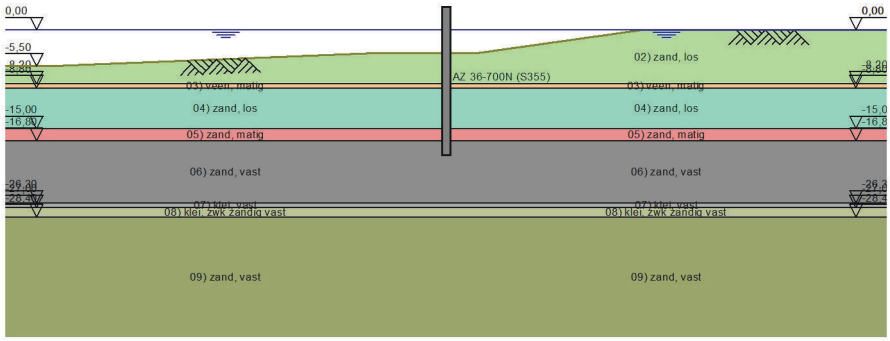
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	11: Definitieve situatie - BC3b_1
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	12: Definitieve situatie - BC3b_2
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00

- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	13: Inzet waterberging - BC1a
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

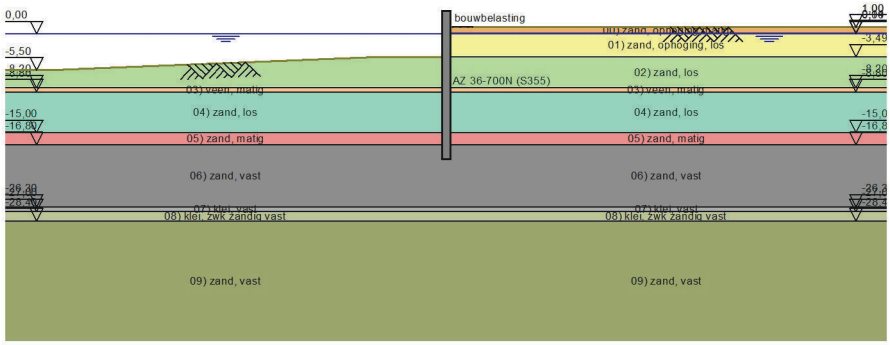
4 Outline Stage 1: Initiele situatie

Outline - Stage 1: Initiele situatie



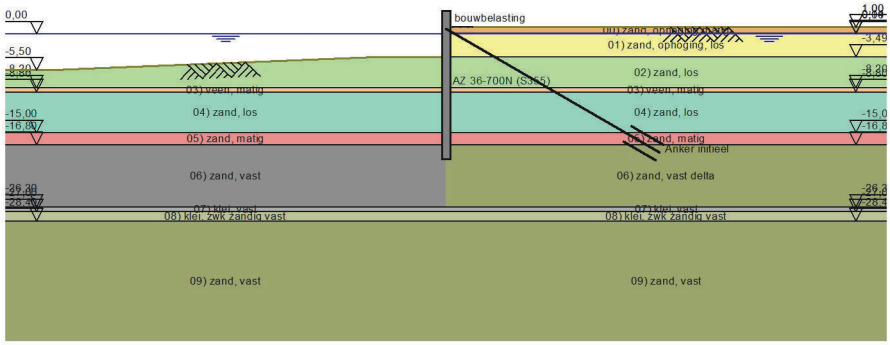
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m

Outline - Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m



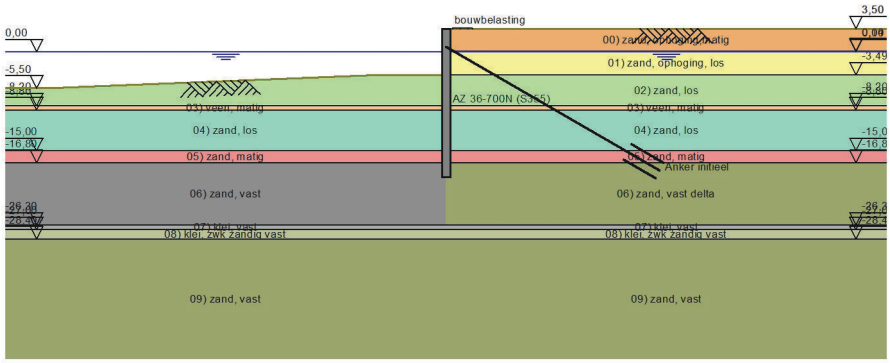
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen

Outline - Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen



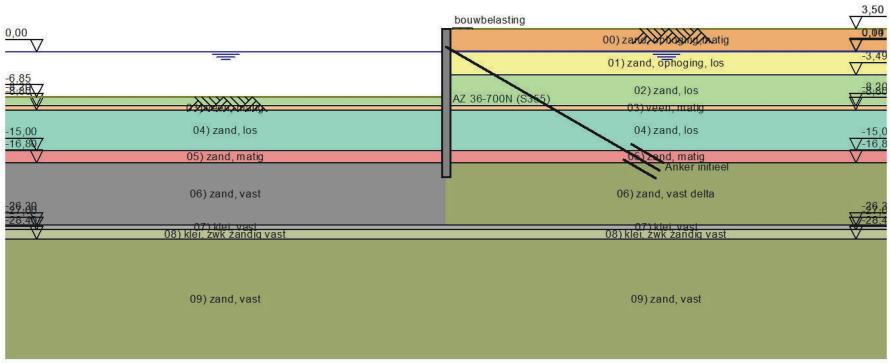
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m

Outline - Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m



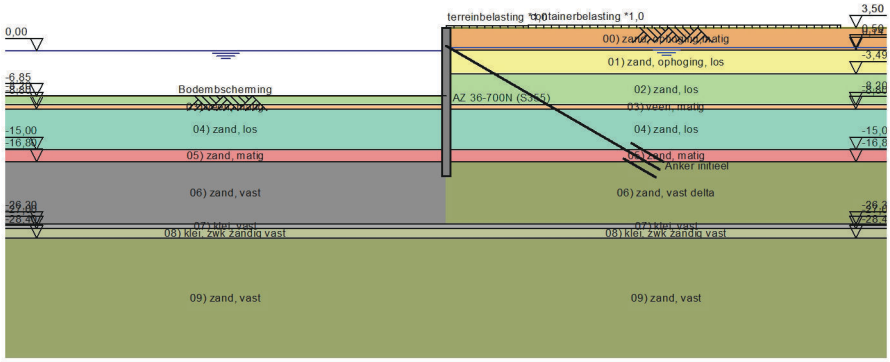
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte

Outline - Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte



9 Outline Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

Outline - Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

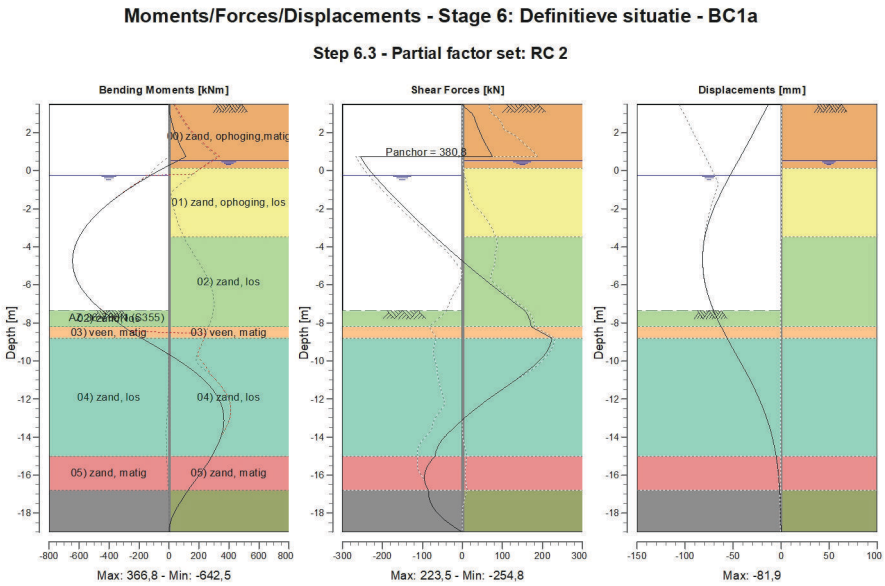


10 Step 6.3 Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

10.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

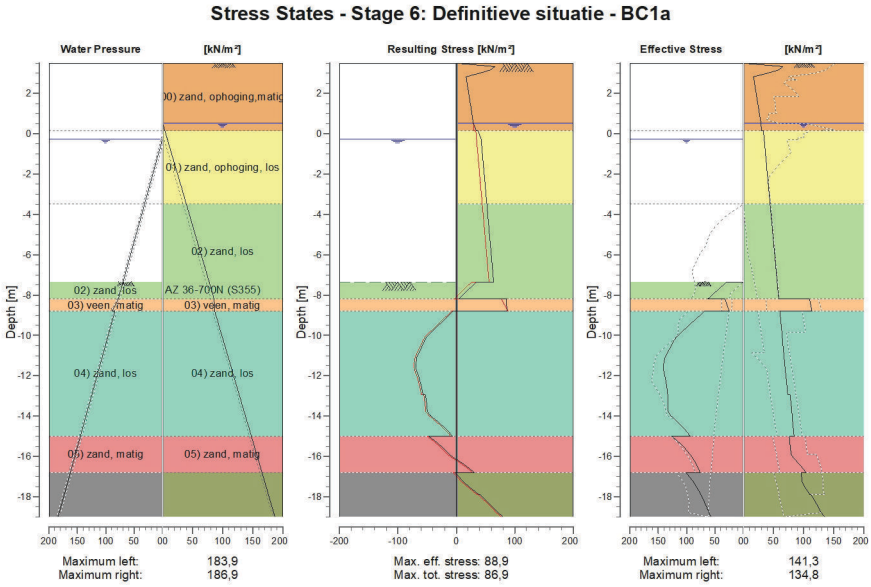


10.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	-0,03	0,57	-13,3
1	2,67	15,31	31,97	-21,9
2	2,67	15,26	31,59	-21,9
2	1,83	48,21	48,12	-30,6
3	1,83	48,20	47,93	-30,6
3	1,00	96,32	68,19	-39,5
4	1,00	96,32	68,19	-39,5
4	0,75	114,21	74,99	-42,2
5	0,75	114,21	**-254,80**	-42,2
5	0,55	63,81	-249,11	-44,4
6	0,55	63,81	-249,11	-44,4
6	0,50	51,39	-247,65	-44,9
7	0,50	51,39	-247,65	-44,9
7	0,20	-21,51	-238,19	-48,3
8	0,20	-21,51	-238,18	-48,3
8	0,14	-35,74	-236,15	-48,9
9	0,14	-35,74	-236,15	-48,9
9	0,00	-68,43	-230,81	-50,5
10	0,00	-68,43	-230,81	-50,5
10	-0,25	-124,88	-220,63	-53,2
11	-0,25	-124,88	-220,63	-53,2
11	-0,30	-135,85	-218,51	-53,8
12	-0,30	-135,88	-218,41	-53,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,36	-343,51	-171,53	-64,7
13	-1,36	-343,48	-171,46	-64,7
13	-2,43	-499,36	-121,16	-73,6
14	-2,43	-499,36	-121,20	-73,6
14	-3,49	-599,99	-67,47	-79,5
15	-3,49	-599,98	-67,59	-79,5
15	-4,61	-642,28	-7,29	**-81,9**
16	-4,61	**-642,29**	-7,36	**-81,9**
16	-5,73	-615,00	56,73	-80,0
17	-5,73	-614,99	56,60	-80,0
17	-6,85	-513,95	124,48	-74,0
18	-6,85	-513,95	124,48	-74,0
18	-7,35	-443,86	156,01	-70,2
19	-7,35	-443,85	155,99	-70,2
19	-8,20	-302,65	171,92	-62,5
20	-8,20	-302,65	171,90	-62,5
20	-8,80	-184,08	223,49	-56,3
21	-8,80	-184,08	223,47	-56,3
21	-9,83	37,41	198,80	-44,9
22	-9,83	37,41	198,77	-44,9
22	-10,87	215,19	141,90	-33,7
23	-10,87	215,22	141,77	-33,7
23	-11,90	325,66	71,60	-23,7
24	-11,90	325,64	71,54	-23,7
24	-12,93	366,21	8,53	-15,6
25	-12,93	366,20	8,48	-15,6
25	-13,97	347,62	-43,42	-9,4
26	-13,97	347,60	-43,55	-9,4
26	-15,00	286,27	-68,59	-5,3
27	-15,00	286,27	-68,52	-5,3
27	-15,90	210,83	-93,87	-3,0
28	-15,90	210,84	-93,94	-3,0
28	-16,80	127,52	-84,67	-1,6
29	-16,80	127,55	-84,70	-1,6
29	-17,90	40,38	-66,18	-0,6
30	-17,90	40,36	-66,23	-0,6
30	-19,00	0,00	-0,02	0,1
Max		**-642,29**	**-254,80**	**-81,9**
Max, minor nodes incl.		-642,54	-254,80	-81,9

10.1.3 Charts of Stresses



10.1.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	P	
1	2,67	0,00	0,00	-		17,60	0,00	A	
2	2,67	0,00	0,00	-		17,60	0,00	A	
2	1,83	0,00	0,00	-		22,08	0,00	A	
3	1,83	0,00	0,00	-		22,07	0,00	A	
3	1,00	0,00	0,00	-		26,56	0,00	A	
4	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
4	0,75	0,00	0,00	-		27,90	0,00	A	
5	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
5	0,55	0,00	0,00	-		28,97	0,00	A	
6	0,55	0,00	0,00	-		28,97	0,00	A	
6	0,50	0,00	0,00	-		29,12	0,49	A	
7	0,50	0,00	0,00	-		29,12	0,49	A	
7	0,20	0,00	0,00	-		30,03	3,43	A	
8	0,20	0,00	0,00	-		30,03	3,43	A	
8	0,14	0,00	0,00	-		30,21	4,02	A	
9	0,14	0,00	0,00	-		33,28	4,02	A	
9	0,00	0,00	0,00	-		33,70	5,40	A	
10	0,00	0,00	0,00	-		33,70	5,40	A	
10	-0,25	0,00	0,00	-		34,47	7,85	A	
11	-0,25	0,00	0,00	-		34,47	7,85	A	
11	-0,30	0,00	0,49	-		34,62	8,34	A	
12	-0,30	0,00	0,49	-		34,61	8,34	A	
12	-1,36	0,00	10,92	-		37,87	18,77	A	
13	-1,36	0,00	10,92	-		37,82	18,77	A	
13	-2,43	0,00	21,35	-		41,10	29,20	A	
14	-2,43	0,00	21,35	-		41,04	29,20	A	
14	-3,49	0,00	31,78	-		44,33	39,63	A	
15	-3,49	0,00	31,78	-		44,25	39,63	A	
15	-4,61	0,00	42,77	-		47,72	50,62	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
16	-4,61	0,00	42,77	-		47,63	50,62	A	
16	-5,73	0,00	53,76	-		51,11	61,61	A	
17	-5,73	0,00	53,76	-		51,02	61,61	A	
17	-6,85	0,00	64,75	-		54,50	72,59	A	
18	-6,85	0,00	64,75	-		54,43	72,59	A	
18	-7,35	0,00	69,65	-		55,99	77,50	A	
19	-7,35	29,75	69,65	P		55,93	77,50	A	
19	-8,20	62,96	77,99	P		58,57	85,84	A	
20	-8,20	32,17	77,99	3	98	109,82	85,84	A	
20	-8,80	24,84	88,79	P		113,74	86,81	A	
21	-8,80	68,72	83,88	P		60,55	86,81	A	
21	-9,83	109,19	94,01	P		63,75	96,95	A	
22	-9,83	108,96	94,01	P		63,68	96,95	A	
22	-10,87	133,87	104,15	3	90	66,87	107,09	A	
23	-10,87	133,83	104,15	3	90	66,81	107,09	A	
23	-11,90	139,17	114,29	2	73	69,99	117,22	A	
24	-11,90	139,17	114,29	2	73	70,33	117,22	A	
24	-12,93	133,41	124,42	2	58	73,52	127,36	A	
25	-12,93	133,41	124,42	2	58	77,59	127,36	A	
25	-13,97	128,42	134,56	1	47	80,95	137,50	A	
26	-13,97	128,42	134,56	1	47	80,76	137,50	A	
26	-15,00	93,59	144,70	1	30	84,10	147,64	A	
27	-15,00	126,14	144,70	1	34	76,14	147,64	A	
27	-15,90	94,02	153,53	1	22	79,05	156,46	A	
28	-15,90	94,02	153,53	1	22	79,39	156,46	A	
28	-16,80	76,24	162,36	1	16	104,04	165,29	1	
29	-16,80	101,39	162,36	1	21	95,60	165,29	A	
29	-17,90	74,87	173,15	1	14	110,46	176,08	1	
30	-17,90	74,87	173,15	1	14	112,39	176,08	1	
30	-19,00	57,37	183,94	1	9	134,79	186,88	1	

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

10.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1151,8	1385,1
Water	1725,9	1823,2
Total	2877,7	3208,3

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3197,09 kN
Mobilized passive effective resistance	1151,85 kN
Percentage mobilized resistance	36,0 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51354,28 kNm
Mobilized passive moment	16093,83 kNm
Percentage mobilized moment	31,3 %

10.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-252,17
Vertical force passive	371,80
Vertical anchor force (*)	-209,45
Resulting vertical force (no dead weight)	-89,82
Vertical toe capacity Rb;d	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (90 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-252,17
Vertical force passive	371,80
Vertical anchor force (*)	-209,45
Resulting vertical force (no dead weight)	-89,82
Vertical toe capacity Rb;d	2997,60
Vertical toe capacity is sufficient (90 <= 2998)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

10.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

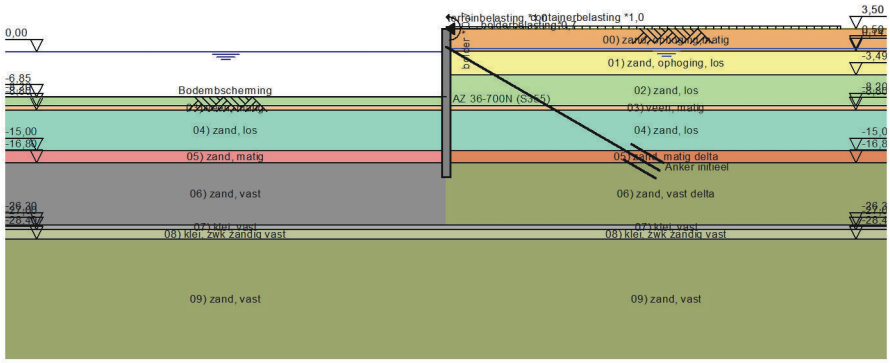
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-31,97
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-44,25
-8,80	04) zand, los	236,82	-3,49	02) zand, los	-76,10
-15,00	05) zand, matig	59,81	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	62,79	-8,80	04) zand, los	-139,45
			-15,00	05) zand, matig	-52,45
			-16,80	06) zand, vast ...	92,05

10.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker initieel	0,75	2,100E+08	380,81	Elastic	Right	Anchor

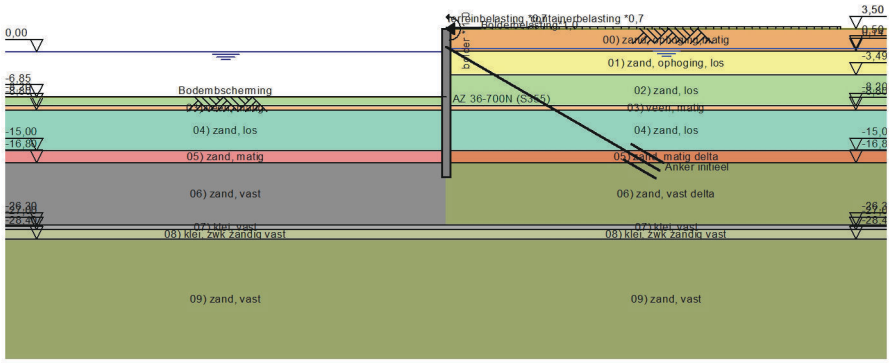
11 Outline Stage 7: Definitieve situatie - BC1b

Outline - Stage 7: Definitieve situatie - BC1b



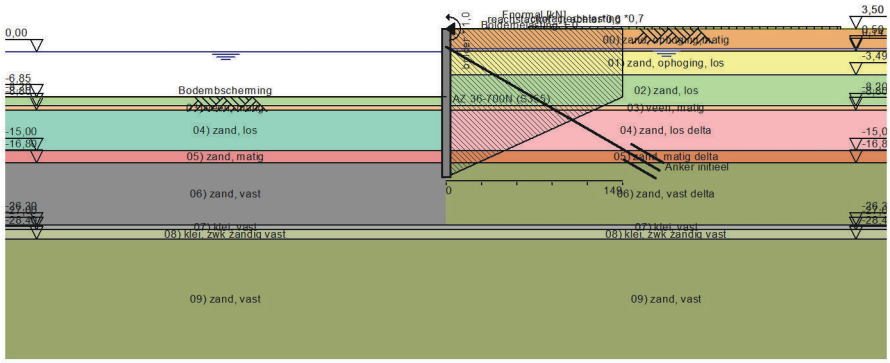
12 Outline Stage 8: Definitieve situatie - BC2

Outline - Stage 8: Definitieve situatie - BC2



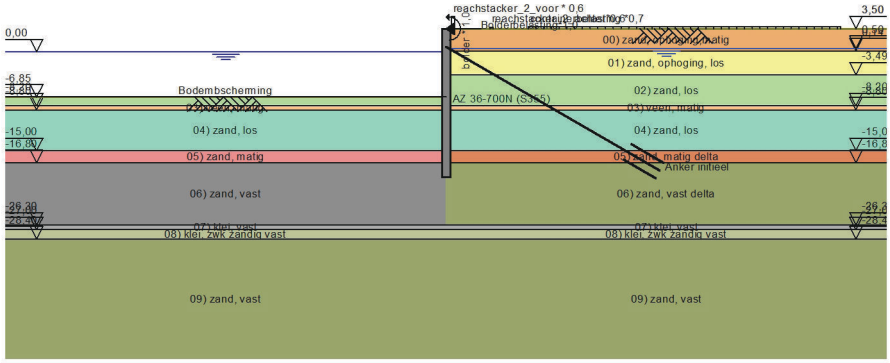
13 Outline Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1

Outline - Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1



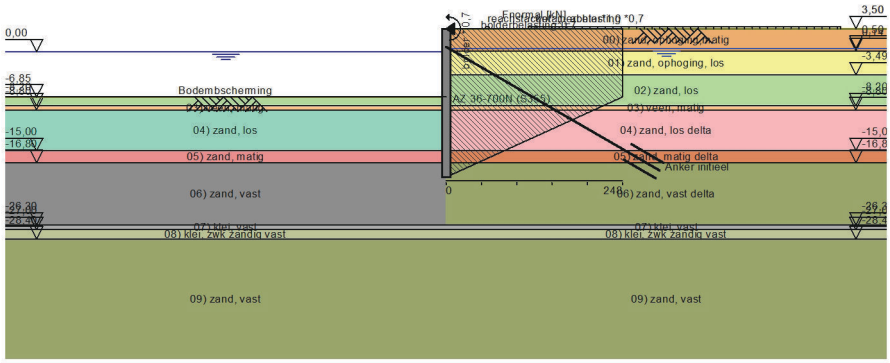
14 Outline Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2

Outline - Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2



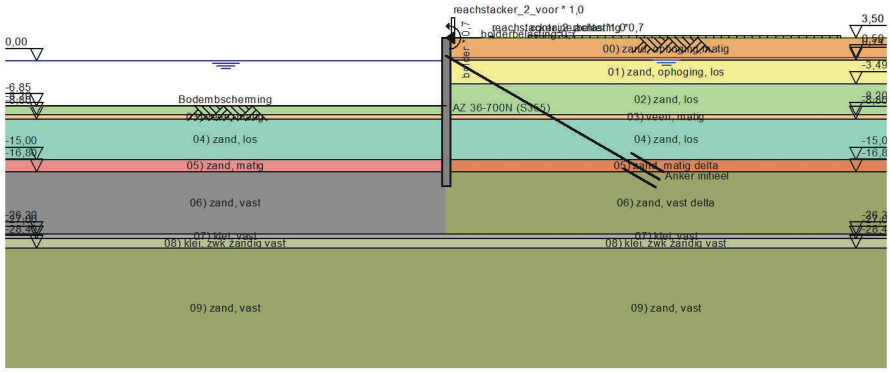
15 Outline Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1

Outline - Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1



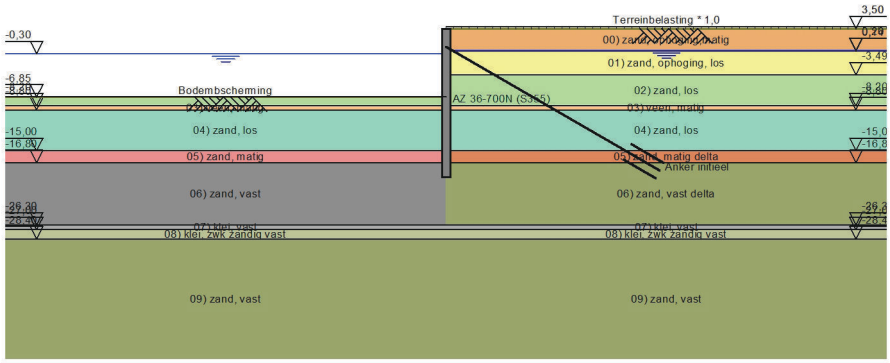
16 Outline Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

Outline - Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2



17 Outline Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

Outline - Stage 13: Inzet waterberging - BC1a



End of Report

SPREADSHEET

DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING

versie 0.60

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - ongecorrodeerd**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

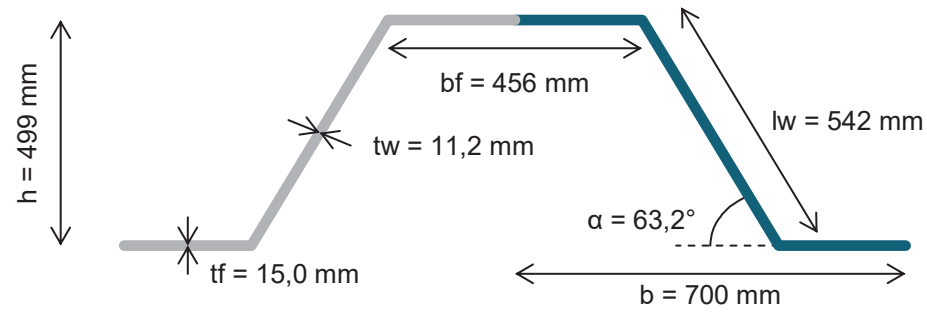
algemeen

taal		=	**NL**

sheet pile properties

type damwand **AZ 36-700N**

profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	499	mm
flensdikte	t_f	=	15,0	mm
lijfdikte	t_w	=	11,2	mm
hoek lijf	α	=	63,2	°
weerstandsmoment	W	=	3590	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,47	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	456	mm
lijflengte	l_w	=	542	mm



corrosie eigenschappen

berekening corrosie		=	**absoluut**
levensduur	T	=	**50** jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**0** mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**0** mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	0 mm/50 jaar

staal eigenschappen

E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen

buigend moment	M_{Ed}	=	**642,54**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**254,8**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**409,89**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**13,9**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00**	-
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10**	-
--				--
--				--

BEREKENINGEN

eigenschappen

			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	215,9	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	3590	3590	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	4110	4110	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	89610	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	188181	188181	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	4533900	4533900	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	2	-

reductie factor corrosie		=	**1,00** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	643	$M_{c;Rd}$	1459	1459	**0,44**	**0,44**
dwarskracht	V_{Ed}	255	$V_{pl;Rd}$	1587	1587	**0,16**	**0,16**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	643; 255	$M_{V;Rd}$	1459	1459	**0,44**	**0,44**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	255	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
normaalkracht	N_{Ed}	410	$N_{pl;Rd}$	7664	7664	**0,05**	**0,05**
knik	N_{Ed}; $1.15 \cdot M_{Ed}$	410; 739	$\chi \cdot N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	4022; 1459	4022; 1459	**0,67**	**0,67**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	643; 410	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	643; 255; 410	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,67**	**0,67**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - ongecorrodeerd**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	37,3	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	33,1	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1459	1459	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,44**	**0,44**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	7744	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1587	1587	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,16**	**0,16**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1459	1459	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,44**	**0,44**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	542	542	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	59,5	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	nee	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	n.v.t.	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	7664	7664	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,05**	**0,05**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	9613	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,043	0,043	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	ja	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,893	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,162	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,525	-
buckling check (≤ 1)		=	**0,67**	**0,67**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

SPREADSHEET
GROUTINJECTIEANKERS

versie 2.30

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Toetsing groutankers hoofdwand - ongecorrodeerd**
Adviseur	+
Datum	**12-3-2020**

TITEL

Berekening van groutinjectieankers conform CUR 166, 6e druk, deel 1+2, 2012
Berekening van de gording conform EN 1993-1-1+C2:2011
Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1+C2:2017

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal	=	**NL**	
refentieniveau	=	**NAP**	
maatgevende sondering	=	**4**	

belasting per strekkende meter

richting ingevoerde belasting		=	**onder hoek**	-
CUR stap 6.1-6.4	$P_{max\ (6.1\text{-}6.4)}$	=	**466**	kN/m¹
CUR stap 6.5	P_k	=	399	kN/m¹
CUR stap 6.5 x 1,2	P_k x 1,2	=	**479**	kN/m¹
MAX($P_{max\ (6.1\text{-}6.4)}$; P_k x 1,2)	P_{max}	=	479	kN/m¹

belasting per anker

horizontaal (BGT)	$P_{k;hor}$	=	967	kN/anker
horizontaal (UGT)	$P_{max;hor}$	=	1161	kN/anker
onder hoek (BGT)	P_k	=	1117	kN/anker
onder hoek (UGT)	P_{max}	=	1341	kN/anker

veiligheidsfactoren en benodigde controles

veiligheidsklasse	=	**RC2**
tijdelijke of permanente constructie?	=	**permanent**
controle op ankeruitval benodigd?	=	ja
controleproef op ieder anker benodigd?	=	ja

corrosie

berekening corrosie	=	**per jaar**	

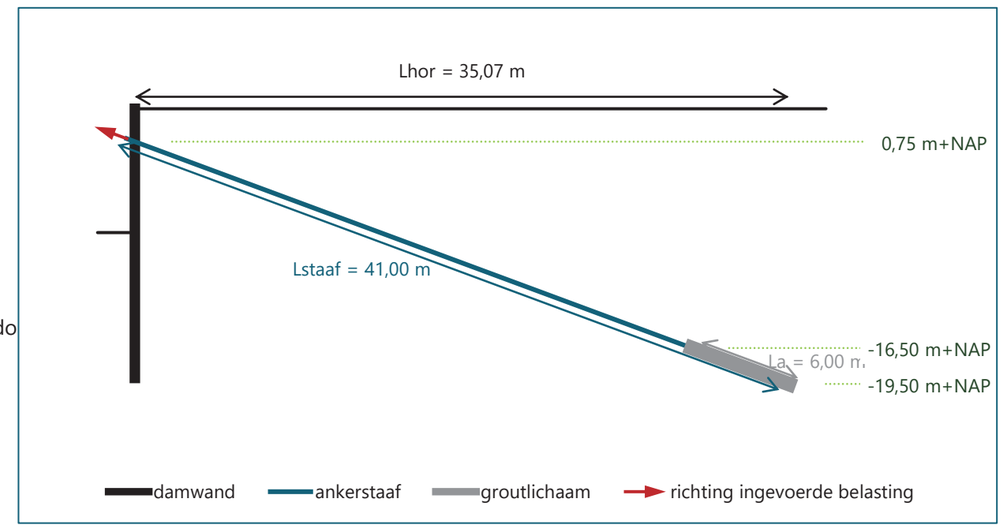
		ankerstaaf	gording	
corrosie per jaar	=	**0,000**	**0,000**	mm/jaar rondom
levensduur	=	**50**	**50**	jaar
corrosie tijdens levensduur	=	0,00	0,00	mm rondom

geometrie algemeen

maaiveldniveau actieve zijde		=	**3,50**	m+NAP
maaiveldniveau passieve zijde		=	**-6,85**	m+NAP
bovenkant damwand		=	**3,50**	m+NAP
onderkant damwand		=	**-19,00**	m+NAP

geometrie verankering

anker zijde		=	**rechts**	-
hoek ankers met horizontaal	α	=	**30**	°
hart-op-hart afstand	a	=	**2,80**	m
overlengte ankerstang	L_{over}	=	**0,50**	m
verankeringsniveau		=	**0,75**	m+NAP
bovenkant groutlichaam		=	-16,50	m+NAP
onderkant groutlichaam		=	-19,50	m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	=	6,00	m
lengte ankerstang	L_{staaf}	=	41,00	m
horizontale lengte achter damwand	L_{hor}	=	35,07	m



BEREKENING VAN ANKERSTAAF, GROUTLICHAAM EN GORDING

ankerstaaf

type ankerstaaf: **Jetmix 82,5 x 20,0 mm**

buitendiameter	D_o	=	82,5	mm
binnendiameter	D_i	=	42,5	mm
wanddikte	t	=	20	mm
--		=	--	
--		=	--	
oppervlakte doorsnede	A_{mtq}	=	3927	mm²
oppervlakte doorsnede met corrosie	$A_{mtg;corr}$	=	3927	mm²
staalkwaliteit		=	E-470	
vloeisspanning ankerstaal	f_y	=	515	N/mm²
breukspanning ankerstaal	f_{ua}	=	720	N/mm²

controle ankerstaaf

partial material factor yield	γ_{M0}	=	1,00	-
partial material factor thread	γ_{M2}	=	1,25	-
reduction factor thread	k_t	=	0,90	-
yield strength anchor rod	$F_{tq;Rd}$	=	2022	kN
tensile strength anchor rod	$F_{tt;Rd}$	=	2036	kN
total strength anchor rod	$F_{t;Rd}$	=	2022	kN
conversiefactor NL	γ_{NL}	=	1,25	-
rekenwaarde sterkte ankerstaaf	$R_{t;d}$	=	1618	kN
ontwerpbelasting ankerstaaf	$E_{ULS;d}$	=	1341	kN
controle sterkte ankerstaaf (unity check ≤ 1)			**0,83**	-

groutlichaam

standaard diameter schroefblad	$D_{stand.}$	=	350	mm
toegepaste diameter schroefblad	D_{keuze}	=	**350**	mm
overpersing diameter	D_{extra}	=	**20**	mm
diameter groutlichaam	D_{totaal}	=	370	mm
omtrek groutlichaam	O	=	1162	mm
bovenkant groutlichaam		=	**-16,50**	m+NAP
onderkant groutlichaam		=	-19,50	m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	=	**6,00**	m
schachtwrijvingsfactor	α_t	=	**0,015**	-
gemiddelde conusweerstand	$q_{c;gem}$	=	**20,0**	MPa
karakteristieke houdkracht per meter	$r_{ULS;m}$	=	348,7	kN/m

controle groutlichaam

correlatiefactor	ξ_{ULS}	=	1,00	-
partiële materiaalfactor	$\gamma_{a;ULS}$	=	1,35	-
gemeten weerstand groutlichaam	$R_{ULS;m}$	=	2092	kN
karakterisitieke weerstand groutlichaam	$R_{ULS;k}$	=	2092	kN
rekenwaarde weerstand groutlichaam	$R_{ULS;d}$	=	1550	kN
rekenwaarde kracht groutlichaam	$E_{ULS;d}$	=	1341	kN
controle houdkracht groutlichaam (unity check ≤ 1)			**0,86**	-

SPREADSHEET

GROUTINJECTIEANKERS

versie 2.30

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Toetsing groutankers hoofdwand - ongecorrodeerd**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

SAMENVATTING

verificatie	type	situatie	belasting	weerstand	eenheid	unity check	check
verificatie ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 20,0 mm; L = 41,00 m	standaard	1341	1618	kN	0,83	**ok**
	hart-op-hart afstand = 2,80 m	ankeruitval	1676	2022	kN	0,83	**ok**
verificatie groutlichaam	D = 370 mm; L = 6,00 m;	standaard	1341	1550	kN	0,86	**ok**
	van -16,50 tot -19,50 m+NAP	ankeruitval	1676	2092	kN	0,80	**ok**

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report:	3/12/2020
Time of report:	1:39:20 PM
Report with version:	19.1.1.23942
Date of calculation:	3/12/2020
Time of calculation:	10:24:33 AM
Calculated with version:	19.1.1.23942
File name:	P:\..\berekening damwand en ankers gecorrodeerd AZ36_FOUM_MASM
Project identification:	Markiezaat Container Terminal Hoofdwand (AZ36-700N) Gecorrodeerd

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		28,24	-10,46	0,0	13,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		26,95	-10,08	0,0	13,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,5	-4,05	3,04	0,0	9,3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-4,86	3,65			
2	EC7(NL)-Step 6.3		298,13	80,61	0,0	19,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		291,07	-86,23	0,0	19,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-44,1	149,61	49,07	0,0	12,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		179,53	58,88			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-186,43	-170,22	16,0	18,5	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		-161,42	-170,22	16,1	18,8	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	-18,0	-166,46	-169,91	11,3	13,3	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-199,75	-203,89			
4	EC7(NL)-Step 6.3		-163,00	-162,51	19,5	22,8	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		-141,17	-150,94	19,5	22,9	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	-20,4	-154,98	-162,02	13,7	16,1	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-185,97	-194,42			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-412,53	-172,53	26,1	29,8	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-378,64	-167,35	26,7	30,7	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5	-32,5	-231,91	-130,26	17,4	20,1	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-278,29	-156,32			
6	EC7(NL)-Step 6.3		**-616,27**	-251,56	31,3	36,0	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-592,22	-244,15	31,7	36,7	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5	-47,2	-357,14	-175,25	19,3	22,5	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-428,56	-210,30			
7	EC7(NL)-Step 6.3		-564,49	-258,25	32,3	36,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.4		-537,69	-253,45	32,0	36,9	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	-47,5	-322,37	-186,39	19,4	22,6	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-386,84	-223,67			
8	EC7(NL)-Step 6.3		-464,14	-237,31	30,2	34,6	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.4		-443,76	-233,66	30,2	34,8	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5	-47,1	-310,89	-187,08	18,9	22,1	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-373,07	-224,49			
9	EC7(NL)-Step 6.3		-364,76	-192,34	31,2	35,5	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.4		-345,13	-188,70	30,9	35,4	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5	-46,4	-300,71	-184,43	19,5	22,8	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-360,85	-221,32			
10	EC7(NL)-Step 6.3		321,34	-189,16	28,9	32,9	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.4		321,34	-187,42	28,8	32,7	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5	-47,9	289,56	-173,55	19,6	23,0	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		347,48	-208,26			
11	EC7(NL)-Step 6.3		-364,60	-193,12	31,3	35,7	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.4		-343,08	-190,99	31,1	35,6	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5	-46,9	-267,48	-171,85	19,7	23,0	Upwards
11	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-320,97	-206,22			
12	EC7(NL)-Step 6.3		319,46	-197,59	29,5	33,5	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.4		319,46	-195,54	29,3	33,3	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5	**-54,5**	283,26	-174,57	20,0	23,4	Sufficient
12	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		339,92	-209,48			
13	EC7(NL)-Step 6.3		-545,07	**-264,33**	33,1	37,7	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.4		-515,95	-261,37	**33,2**	**38,0**	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5	-53,9	-290,86	-193,29	20,9	24,4	Sufficient
13	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-349,03	-231,95			
Max		**-54,5**	**-616,27**	**-264,33**	**33,2**	**38,0**	Sufficient

1.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker gecorrodeerd	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.3	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	200,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	240,00	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	217,89	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	206,08	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	254,99	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	282,04	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	277,19	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	276,04	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	382,07	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	364,85	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	333,70	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	414,82	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	409,28	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	379,33	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.3	401,47	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.4	397,26	Elastic
8	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	393,74	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.3	340,38	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.4	334,28	Elastic
9	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	390,15	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.3	399,75	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.4	397,74	Elastic
10	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	434,30	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.3	368,55	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.4	366,80	Elastic
11	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	430,16	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.3	442,48	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.4	440,11	Elastic
12	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	468,82	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.3	470,85	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.4	469,25	Elastic
13	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	**478,65**	Elastic

Max		**478,65**	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

1.3 Overall Stability per Stage

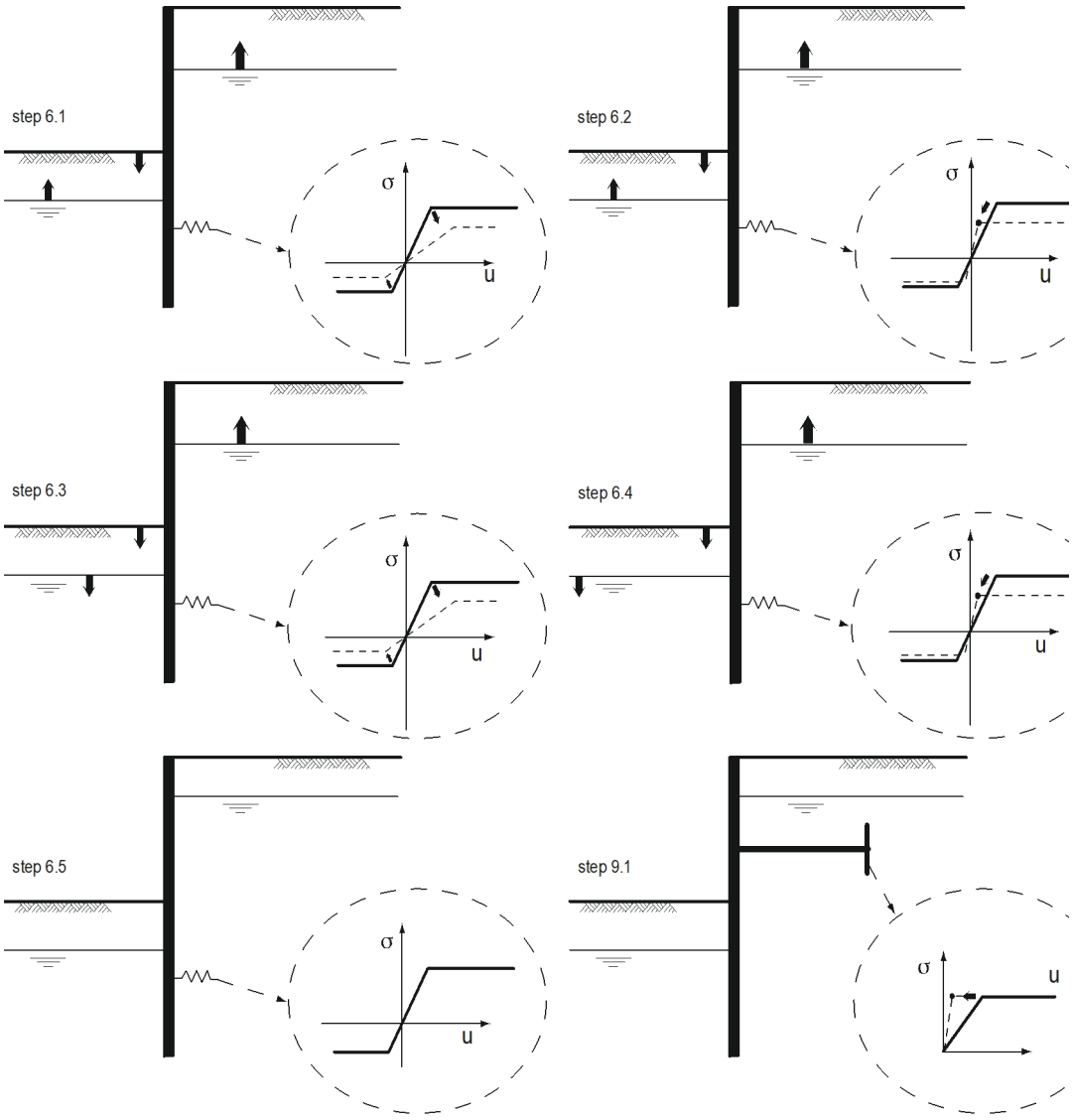
Stage name	Stability factor [-]
Initiele situatie	11,03
Aanvullen tot NAP+1m	5,92
Aanbrengen ankers en opspannen	5,92
Aanvullen tot NAP+3,50m	3,65
Ontgraven tot constructiediepte	2,62
Definitieve situatie - BC1a	2,14
Definitieve situatie - BC1b	2,13
Definitieve situatie - BC2	2,25
Definitieve situatie - BC2_1	2,26
Definitieve situatie - BC2_2	2,28
Definitieve situatie - BC3b_1	2,26
Definitieve situatie - BC3b_2	2,30
Inzet waterberging - BC1a	2,23

1.4 Warnings

* Phi values
  In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
  Profile(s):
  - Initieel L
  - Initieel
  - aanvullen tot NAP+1m
  - aanvullen tot NAP+1m (-d)
  - aanvullen tot NAP+3,5m -d
  - aanvullen tot NAP+3,5m L
  - aanv tot NAP+3,5m dw -d
  - aanv tot NAP+3,5m dw -d (
  - aanv tot NAP+3,5m dw -d 9

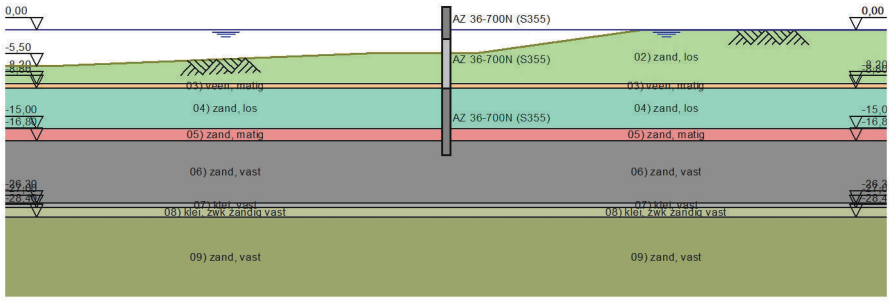
According to article 5.2.1(2) of Eurocode 3 (Design of steel structures - Part 5: Piling), if a plastic global analysis of sheet piling is performed, the rotation capacity shall be checked (see Table 5-1 of Eurocode 3). This check is not done by D-Sheet Piling.

1.5 CUR Verification Steps



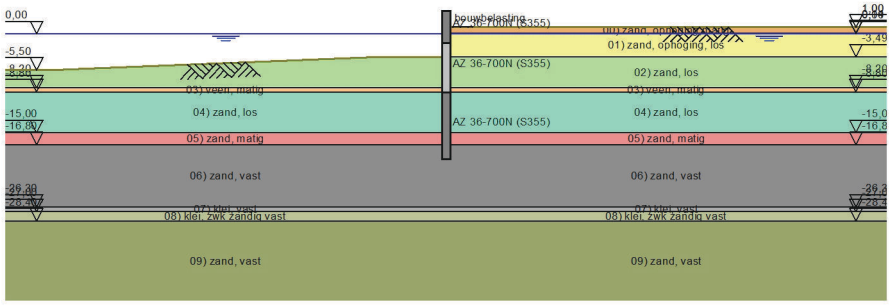
2 Outline Stage 1: Initiele situatie

Outline - Stage 1: Initiele situatie



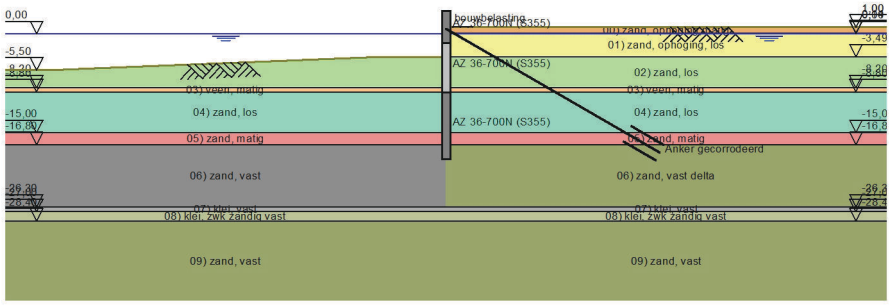
3 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m

Outline - Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m



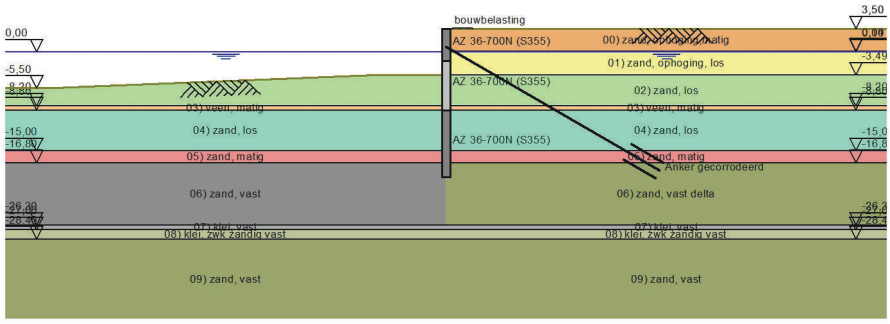
4 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen

Outline - Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen



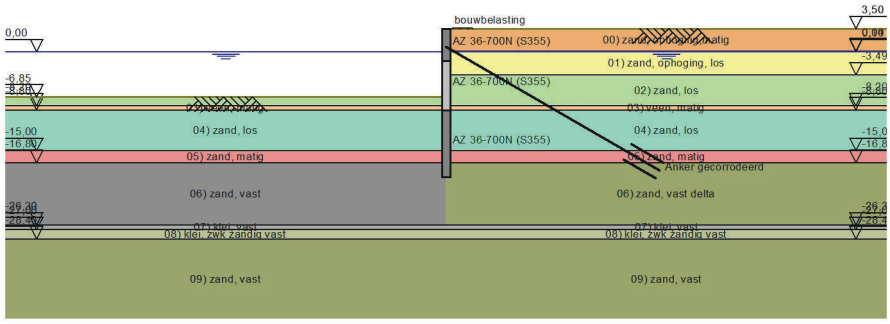
5 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m

Outline - Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,50m



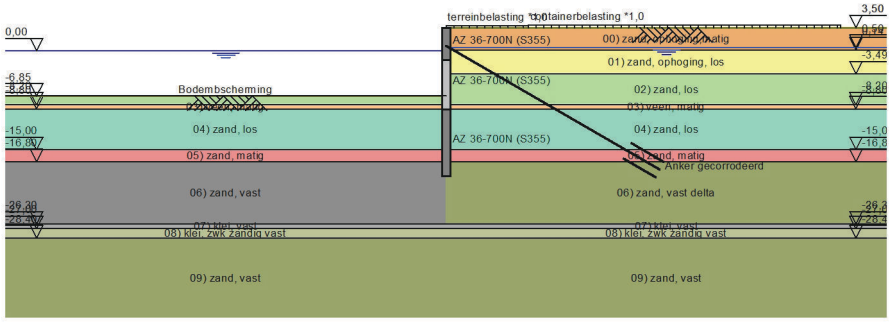
6 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte

Outline - Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte



7 Outline Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

Outline - Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

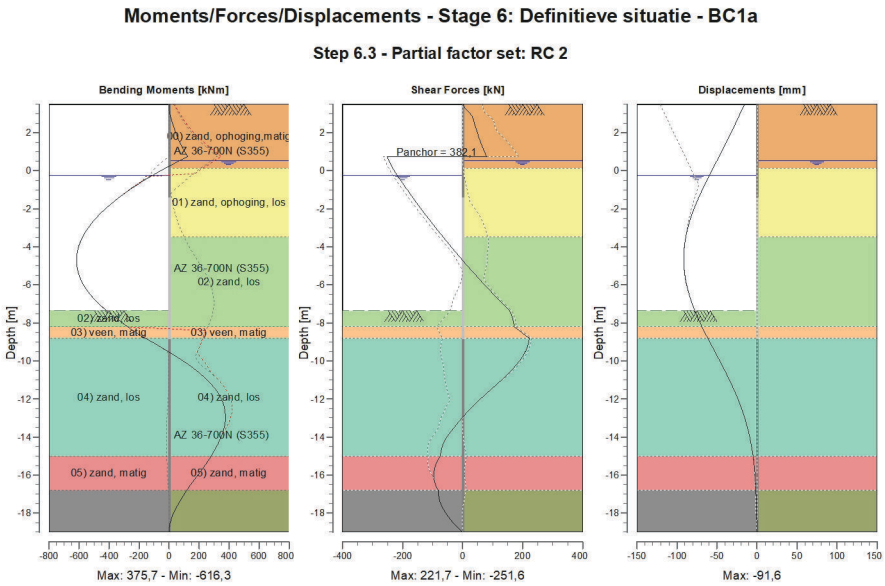


8 Step 6.3 Stage 6: Definitieve situatie - BC1a

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



8.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	-0,03	0,54	-15,5
1	3,29	0,58	7,69	-17,8
2	3,29	0,61	8,26	-17,8
2	3,08	3,70	20,79	-20,2
3	3,08	3,70	20,83	-20,2
3	2,88	9,33	31,90	-22,6
4	2,88	9,36	31,37	-22,6
4	2,67	16,49	36,58	-25,0
5	2,67	16,47	36,06	-25,0
5	2,46	24,37	39,84	-27,4
6	2,46	24,37	39,84	-27,4
6	2,25	33,08	43,86	-29,7
7	2,25	33,08	43,86	-29,7
7	2,04	42,66	48,11	-32,1
8	2,04	42,67	47,93	-32,1
8	1,83	53,12	52,41	-34,5
9	1,83	53,11	52,23	-34,5
9	1,63	64,48	56,95	-37,0
10	1,63	64,48	56,95	-37,0
10	1,42	76,85	61,90	-39,4
11	1,42	76,85	61,90	-39,4
11	1,21	90,28	67,08	-41,9
12	1,21	90,28	67,08	-41,9

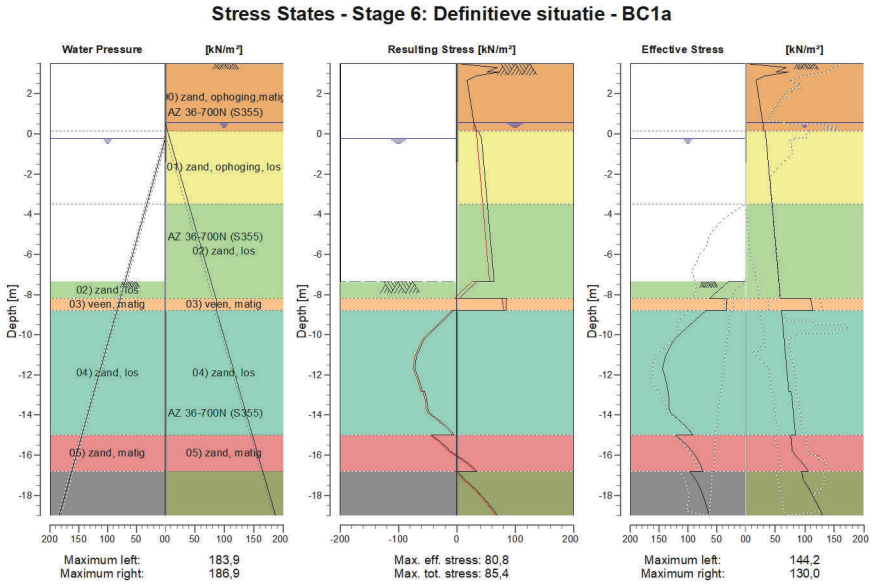
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	1,00	104,82	72,49	-44,3
13	1,00	104,82	72,49	-44,3
13	0,88	114,09	75,85	-45,8
14	0,88	114,09	75,85	-45,8
14	0,75	123,78	79,29	-47,3
15	0,75	123,78	**-251,56**	-47,3
15	0,55	74,03	-245,88	-49,8
16	0,55	74,03	-245,84	-49,8
16	0,50	61,78	-244,37	-50,4
17	0,50	61,78	-244,36	-50,4
17	0,35	25,47	-239,77	-52,2
18	0,35	25,47	-239,77	-52,2
18	0,20	-10,14	-234,89	-54,1
19	0,20	-10,14	-234,89	-54,1
19	0,14	-24,17	-232,86	-54,8
20	0,14	-24,17	-232,86	-54,8
20	0,00	-56,40	-227,51	-56,5
21	0,00	-56,40	-227,51	-56,5
21	-0,13	-84,53	-222,52	-58,1
22	-0,13	-84,53	-222,52	-58,1
22	-0,25	-112,02	-217,34	-59,6
23	-0,25	-112,02	-217,34	-59,6
23	-0,30	-122,84	-215,22	-60,2
24	-0,30	-122,84	-215,22	-60,2
24	-0,52	-169,15	-205,80	-62,8
25	-0,52	-169,15	-205,80	-62,8
25	-0,74	-213,38	-196,24	-65,4
26	-0,74	-213,39	-196,12	-65,4
26	-0,96	-255,47	-186,41	-68,0
27	-0,96	-255,46	-186,29	-68,0
27	-1,18	-295,36	-176,43	-70,4
28	-1,18	-295,36	-176,44	-70,4
28	-1,40	-333,08	-166,44	-72,8
29	-1,40	-333,08	-166,46	-72,8
29	-1,61	-366,86	-156,82	-75,0
30	-1,61	-366,86	-156,86	-75,0
30	-1,82	-398,63	-147,09	-77,1
31	-1,82	-398,63	-147,13	-77,1
31	-2,03	-428,35	-137,22	-79,0
32	-2,03	-428,35	-137,26	-79,0
32	-2,24	-455,99	-127,23	-80,9
33	-2,24	-455,99	-127,27	-80,9
33	-2,44	-481,53	-117,10	-82,6
34	-2,44	-481,53	-117,15	-82,6
34	-2,65	-504,94	-106,84	-84,2
35	-2,65	-504,94	-106,89	-84,2
35	-2,86	-526,19	-96,46	-85,6
36	-2,86	-526,19	-96,50	-85,6
36	-3,07	-545,26	-85,93	-86,9
37	-3,07	-545,26	-85,97	-86,9
37	-3,28	-562,11	-75,27	-88,1
38	-3,28	-562,11	-75,36	-88,1
38	-3,49	-576,73	-64,53	-89,1
39	-3,49	-576,73	-64,70	-89,1
39	-3,71	-589,91	-52,94	-89,9
40	-3,71	-589,91	-53,15	-89,9
40	-3,94	-600,48	-41,24	-90,6
41	-3,94	-600,48	-41,47	-90,6
41	-4,16	-608,42	-29,41	-91,1
42	-4,16	-608,42	-29,64	-91,1
42	-4,39	-613,70	-17,43	-91,5
43	-4,39	-613,70	-17,65	-91,5
43	-4,61	**-616,27**	-5,29	**-91,6**
44	-4,61	**-616,27**	-5,54	**-91,6**
44	-4,83	-616,11	6,98	-91,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
45	-4,83	-616,11	6,73	-91,5
45	-5,06	-613,19	19,39	-91,2
46	-5,06	-613,19	19,16	-91,2
46	-5,28	-607,46	31,98	-90,7
47	-5,28	-607,46	31,75	-90,7
47	-5,51	-598,90	44,72	-90,1
48	-5,51	-598,90	44,49	-90,1
48	-5,73	-587,47	57,61	-89,2
49	-5,73	-587,46	57,30	-89,2
49	-5,95	-573,15	70,57	-88,1
50	-5,95	-573,15	70,25	-88,1
50	-6,18	-555,91	83,67	-86,9
51	-6,18	-555,91	83,44	-86,9
51	-6,40	-535,71	97,01	-85,5
52	-6,40	-535,71	96,77	-85,5
52	-6,63	-512,50	110,50	-83,9
53	-6,63	-512,50	110,25	-83,9
53	-6,85	-486,25	124,13	-82,2
54	-6,85	-486,25	124,01	-82,2
54	-7,02	-464,71	134,44	-80,8
55	-7,02	-464,71	134,44	-80,8
55	-7,18	-441,43	144,95	-79,3
56	-7,18	-441,43	144,96	-79,3
56	-7,35	-416,39	155,55	-77,7
57	-7,35	-416,39	155,45	-77,7
57	-7,56	-382,64	161,87	-75,6
58	-7,56	-382,65	161,73	-75,6
58	-7,78	-347,74	166,53	-73,4
59	-7,78	-347,74	166,46	-73,4
59	-7,99	-312,00	169,63	-71,1
60	-7,99	-312,00	169,57	-71,1
60	-8,20	-275,77	171,11	-68,7
61	-8,20	-275,78	171,07	-68,7
61	-8,40	-239,86	188,03	-66,4
62	-8,40	-239,86	188,03	-66,4
62	-8,60	-200,56	204,90	-64,0
63	-8,60	-200,56	204,90	-64,0
63	-8,80	-157,90	221,69	-61,6
64	-8,80	-157,90	221,69	-61,6
64	-8,85	-146,83	221,36	-61,0
65	-8,85	-146,83	221,36	-61,0
65	-9,07	-98,45	218,89	-58,2
66	-9,07	-98,45	218,89	-58,2
66	-9,29	-50,80	214,72	-55,5
67	-9,29	-50,79	214,68	-55,5
67	-9,51	-4,26	208,79	-52,7
68	-9,51	-4,26	208,74	-52,7
68	-9,73	40,79	201,13	-49,9
69	-9,73	40,79	201,12	-49,9
69	-9,95	83,96	191,77	-47,1
70	-9,95	83,96	191,76	-47,1
70	-10,17	124,90	180,68	-44,4
71	-10,17	124,90	180,64	-44,4
71	-10,39	163,23	168,23	-41,7
72	-10,39	163,23	168,19	-41,7
72	-10,61	198,73	154,95	-39,0
73	-10,61	198,73	154,93	-39,0
73	-10,83	231,24	140,97	-36,4
74	-10,83	231,24	140,95	-36,4
74	-11,05	260,60	126,24	-33,9
75	-11,05	260,60	126,13	-33,9
75	-11,27	286,64	110,88	-31,5
76	-11,27	286,63	110,77	-31,5
76	-11,49	309,26	95,27	-29,1
77	-11,49	309,26	95,20	-29,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
77	-11,71	328,46	79,51	-26,8
78	-11,71	328,45	79,45	-26,8
78	-11,93	344,19	64,00	-24,6
79	-11,93	344,19	63,99	-24,6
79	-12,14	356,61	49,20	-22,5
80	-12,14	356,61	49,19	-22,5
80	-12,36	365,85	35,00	-20,5
81	-12,36	365,85	34,99	-20,5
81	-12,58	372,02	21,32	-18,7
82	-12,58	372,03	21,24	-18,7
82	-12,80	375,23	8,03	-16,9
83	-12,80	375,23	7,95	-16,9
83	-13,02	375,65	-4,03	-15,2
84	-13,02	375,65	-4,03	-15,2
84	-13,24	373,50	-15,52	-13,7
85	-13,24	373,50	-15,52	-13,7
85	-13,46	368,86	-26,74	-12,3
86	-13,46	368,86	-26,74	-12,3
86	-13,68	361,77	-37,76	-10,9
87	-13,68	361,78	-37,89	-10,9
87	-13,90	352,28	-48,49	-9,7
88	-13,90	352,27	-48,62	-9,7
88	-14,12	340,55	-57,74	-8,6
89	-14,12	340,55	-57,73	-8,6
89	-14,34	327,07	-64,69	-7,5
90	-14,34	327,07	-64,68	-7,5
90	-14,56	312,28	-69,67	-6,6
91	-14,56	312,28	-69,66	-6,6
91	-14,78	296,59	-72,89	-5,8
92	-14,78	296,59	-72,88	-5,8
92	-15,00	280,37	-74,54	-5,0
93	-15,00	280,37	-74,52	-5,0
93	-15,20	264,67	-82,18	-4,4
94	-15,20	264,67	-82,16	-4,4
94	-15,40	247,62	-88,04	-3,9
95	-15,40	247,62	-88,02	-3,9
95	-15,60	229,56	-92,33	-3,4
96	-15,60	229,57	-92,31	-3,4
96	-15,80	210,79	-95,23	-2,9
97	-15,80	210,79	-95,30	-2,9
97	-16,00	191,58	-96,47	-2,5
98	-16,00	191,58	-96,54	-2,5
98	-16,20	172,33	-95,61	-2,2
99	-16,20	172,33	-95,59	-2,2
99	-16,40	153,47	-92,65	-1,9
100	-16,40	153,47	-92,63	-1,9
100	-16,60	135,39	-87,93	-1,6
101	-16,60	135,39	-87,91	-1,6
101	-16,80	118,40	-81,66	-1,4
102	-16,80	118,40	-81,66	-1,4
102	-17,02	100,51	-80,76	-1,2
103	-17,02	100,51	-80,83	-1,2
103	-17,24	82,97	-78,39	-1,0
104	-17,24	82,97	-78,44	-1,0
104	-17,46	66,14	-74,24	-0,9
105	-17,46	66,14	-74,21	-0,9
105	-17,68	50,45	-68,11	-0,7
106	-17,68	50,45	-68,09	-0,7
106	-17,90	36,30	-60,31	-0,6
107	-17,90	36,30	-60,29	-0,6
107	-18,12	24,03	-51,00	-0,5
108	-18,12	24,04	-51,01	-0,5
108	-18,34	13,96	-40,33	-0,4
109	-18,34	13,96	-40,35	-0,4
109	-18,56	6,40	-28,24	-0,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
110	-18,56	6,40	-28,24	-0,2
110	-18,78	1,64	-14,75	-0,1
111	-18,78	1,64	-14,75	-0,1
111	-19,00	0,00	0,00	0,0
Max		**-616,27**	**-251,56**	**-91,6**
Max, minor nodes incl.		-616,27	-251,56	-91,6

8.1.3 Charts of Stresses



8.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	P	
1	3,29	0,00	0,00	-		68,66	0,00	1	28
2	3,29	0,00	0,00	-		68,73	0,00	1	28
2	3,08	0,00	0,00	-		51,58	0,00	1	20
3	3,08	0,00	0,00	-		73,13	0,00	1	28
3	2,88	0,00	0,00	-		33,14	0,00	1	
4	2,88	0,00	0,00	-		32,39	0,00	1	
4	2,67	0,00	0,00	-		17,60	0,00	A	
5	2,67	0,00	0,00	-		17,60	0,00	A	
5	2,46	0,00	0,00	-		18,72	0,00	A	
6	2,46	0,00	0,00	-		18,72	0,00	A	
6	2,25	0,00	0,00	-		19,84	0,00	A	
7	2,25	0,00	0,00	-		19,84	0,00	A	
7	2,04	0,00	0,00	-		20,96	0,00	A	
8	2,04	0,00	0,00	-		20,96	0,00	A	
8	1,83	0,00	0,00	-		22,08	0,00	A	
9	1,83	0,00	0,00	-		22,07	0,00	A	
9	1,63	0,00	0,00	-		23,20	0,00	A	
10	1,63	0,00	0,00	-		23,19	0,00	A	
10	1,42	0,00	0,00	-		24,31	0,00	A	
11	1,42	0,00	0,00	-		24,31	0,00	A	
11	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
12	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	
12	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,55	0,00	0,00	-		28,97	0,00	A	
16	0,55	0,00	0,00	-		28,97	0,00	A	
16	0,50	0,00	0,00	-		29,12	0,49	A	
17	0,50	0,00	0,00	-		29,12	0,49	A	
17	0,35	0,00	0,00	-		29,58	1,96	A	
18	0,35	0,00	0,00	-		29,57	1,96	A	
18	0,20	0,00	0,00	-		30,03	3,43	A	
19	0,20	0,00	0,00	-		30,03	3,43	A	
19	0,14	0,00	0,00	-		30,21	4,02	A	
20	0,14	0,00	0,00	-		33,28	4,02	A	
20	0,00	0,00	0,00	-		33,70	5,40	A	
21	0,00	0,00	0,00	-		33,70	5,40	A	
21	-0,13	0,00	0,00	-		34,09	6,62	A	
22	-0,13	0,00	0,00	-		34,08	6,62	A	
22	-0,25	0,00	0,00	-		34,47	7,85	A	
23	-0,25	0,00	0,00	-		34,47	7,85	A	
23	-0,30	0,00	0,49	-		34,62	8,34	A	
24	-0,30	0,00	0,49	-		34,62	8,34	A	
24	-0,52	0,00	2,65	-		35,29	10,50	A	
25	-0,52	0,00	2,65	-		35,29	10,50	A	
25	-0,74	0,00	4,81	-		35,96	12,65	A	
26	-0,74	0,00	4,81	-		35,95	12,65	A	
26	-0,96	0,00	6,97	-		36,63	14,81	A	
27	-0,96	0,00	6,97	-		36,62	14,81	A	
27	-1,18	0,00	9,12	-		37,30	16,97	A	
28	-1,18	0,00	9,12	-		37,29	16,97	A	
28	-1,40	0,00	11,28	-		37,96	19,13	A	
29	-1,40	0,00	11,28	-		37,96	19,13	A	
29	-1,61	0,00	13,33	-		38,60	21,18	A	
30	-1,61	0,00	13,33	-		38,59	21,18	A	
30	-1,82	0,00	15,38	-		39,23	23,23	A	
31	-1,82	0,00	15,38	-		39,22	23,23	A	
31	-2,03	0,00	17,43	-		39,87	25,28	A	
32	-2,03	0,00	17,43	-		39,85	25,28	A	
32	-2,24	0,00	19,48	-		40,50	27,33	A	
33	-2,24	0,00	19,48	-		40,49	27,33	A	
33	-2,44	0,00	21,53	-		41,13	29,38	A	
34	-2,44	0,00	21,53	-		41,12	29,38	A	
34	-2,65	0,00	23,58	-		41,77	31,43	A	
35	-2,65	0,00	23,58	-		41,75	31,43	A	
35	-2,86	0,00	25,63	-		42,40	33,48	A	
36	-2,86	0,00	25,63	-		42,39	33,48	A	
36	-3,07	0,00	27,68	-		43,03	35,53	A	
37	-3,07	0,00	27,68	-		43,02	35,53	A	
37	-3,28	0,00	29,73	-		43,66	37,58	A	
38	-3,28	0,00	29,73	-		43,65	37,58	A	
38	-3,49	0,00	31,78	-		44,30	39,63	A	
39	-3,49	0,00	31,78	-		44,28	39,63	A	
39	-3,71	0,00	33,98	-		44,98	41,83	A	
40	-3,71	0,00	33,98	-		44,96	41,83	A	
40	-3,94	0,00	36,18	-		45,65	44,03	A	
41	-3,94	0,00	36,18	-		45,64	44,03	A	
41	-4,16	0,00	38,38	-		46,33	46,22	A	
42	-4,16	0,00	38,38	-		46,31	46,22	A	
42	-4,39	0,00	40,57	-		47,01	48,42	A	
43	-4,39	0,00	40,57	-		46,99	48,42	A	
43	-4,61	0,00	42,77	-		47,69	50,62	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
44	-4,61	0,00	42,77	-		47,67	50,62	A	
44	-4,83	0,00	44,97	-		48,37	52,82	A	
45	-4,83	0,00	44,97	-		48,35	52,82	A	
45	-5,06	0,00	47,17	-		49,04	55,01	A	
46	-5,06	0,00	47,17	-		49,03	55,01	A	
46	-5,28	0,00	49,36	-		49,72	57,21	A	
47	-5,28	0,00	49,36	-		49,70	57,21	A	
47	-5,51	0,00	51,56	-		50,40	59,41	A	
48	-5,51	0,00	51,56	-		50,38	59,41	A	
48	-5,73	0,00	53,76	-		51,08	61,61	A	
49	-5,73	0,00	53,76	-		51,06	61,61	A	
49	-5,95	0,00	55,96	-		51,75	63,80	A	
50	-5,95	0,00	55,96	-		51,74	63,80	A	
50	-6,18	0,00	58,15	-		52,43	66,00	A	
51	-6,18	0,00	58,15	-		52,41	66,00	A	
51	-6,40	0,00	60,35	-		53,11	68,20	A	
52	-6,40	0,00	60,35	-		53,09	68,20	A	
52	-6,63	0,00	62,55	-		53,79	70,40	A	
53	-6,63	0,00	62,55	-		53,77	70,40	A	
53	-6,85	0,00	64,75	-		54,46	72,59	A	
54	-6,85	0,00	64,75	-		54,45	72,59	A	
54	-7,02	0,00	66,38	-		54,97	74,23	A	
55	-7,02	0,00	66,38	-		54,95	74,23	A	
55	-7,18	0,00	68,02	-		55,47	75,86	A	
56	-7,18	0,00	68,02	-		55,46	75,86	A	
56	-7,35	0,00	69,65	-		55,97	77,50	A	
57	-7,35	29,75	69,65	P		55,96	77,50	A	
57	-7,56	38,06	71,74	P		56,62	79,58	A	
58	-7,56	38,06	71,74	P		56,60	79,58	A	
58	-7,78	46,36	73,82	P		57,26	81,67	A	
59	-7,78	46,36	73,82	P		57,24	81,67	A	
59	-7,99	54,66	75,90	P		57,90	83,75	A	
60	-7,99	54,66	75,90	P		57,89	83,75	A	
60	-8,20	62,96	77,99	P		58,55	85,84	A	
61	-8,20	32,21	77,99	P		109,80	85,84	A	
61	-8,40	33,16	79,95	P		111,11	86,16	A	
62	-8,40	32,50	79,95	P		111,12	86,16	A	
62	-8,60	33,17	81,91	3	99	112,43	86,49	A	
63	-8,60	32,80	81,91	3	99	112,45	86,49	A	
63	-8,80	33,01	83,88	3	98	113,76	86,81	A	
64	-8,80	69,10	83,88	P		60,59	86,81	A	
64	-8,85	71,06	84,37	P		60,74	87,30	A	
65	-8,85	70,90	84,37	P		60,73	87,30	A	
65	-9,07	79,53	86,52	P		61,41	89,46	A	
66	-9,07	79,36	86,52	P		61,40	89,46	A	
66	-9,29	87,97	88,68	P		62,08	91,61	A	
67	-9,29	87,86	88,68	P		62,06	91,61	A	
67	-9,51	96,46	90,83	P		62,74	93,77	A	
68	-9,51	96,39	90,83	P		62,72	93,77	A	
68	-9,73	104,98	92,98	P		63,40	95,92	A	
69	-9,73	104,93	92,98	P		63,39	95,92	A	
69	-9,95	113,52	95,14	P		64,07	98,08	A	
70	-9,95	113,49	95,14	P		64,05	98,08	A	
70	-10,17	122,07	97,29	P		64,73	100,23	A	
71	-10,17	122,05	97,29	P		64,72	100,23	A	
71	-10,39	126,98	99,45	3	97	65,40	102,39	A	
72	-10,39	126,97	99,45	3	97	65,38	102,39	A	
72	-10,61	130,91	101,60	3	94	66,06	104,54	A	
73	-10,61	130,90	101,60	3	94	66,05	104,54	A	
73	-10,83	134,90	103,76	3	91	66,72	106,70	A	
74	-10,83	134,90	103,76	3	91	66,71	106,70	A	
74	-11,05	138,96	105,91	3	89	67,39	108,85	A	
75	-11,05	138,95	105,91	3	89	67,37	108,85	A	
75	-11,27	141,12	108,07	3	86	68,05	111,01	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
76	-11,27	141,12	108,07	3	86	68,04	111,01	A	
76	-11,49	142,63	110,22	3	82	68,72	113,16	A	
77	-11,49	142,63	110,22	3	82	68,70	113,16	A	
77	-11,71	144,19	112,38	2	79	69,38	115,32	A	
78	-11,71	144,19	112,38	2	79	69,37	115,32	A	
78	-11,93	141,72	114,53	2	74	70,04	117,47	A	
79	-11,93	141,72	114,53	2	74	70,03	117,47	A	
79	-12,14	139,55	116,69	2	70	70,71	119,62	A	
80	-12,14	139,55	116,69	2	70	70,70	119,62	A	
80	-12,36	137,67	118,84	2	66	71,37	121,78	A	
81	-12,36	137,67	118,84	2	66	71,36	121,78	A	
81	-12,58	136,09	121,00	2	63	72,03	123,93	A	
82	-12,58	136,09	121,00	2	63	72,02	123,93	A	
82	-12,80	134,82	123,15	2	60	72,70	126,09	A	
83	-12,80	134,81	123,15	2	60	76,46	126,09	A	
83	-13,02	133,85	125,31	2	57	77,17	128,24	A	
84	-13,02	133,85	125,31	2	57	77,94	128,24	A	
84	-13,24	133,18	127,46	2	55	78,66	130,40	A	
85	-13,24	133,18	127,46	2	55	78,61	130,40	A	
85	-13,46	132,81	129,61	2	53	79,33	132,55	A	
86	-13,46	132,81	129,61	2	53	79,29	132,55	A	
86	-13,68	132,73	131,77	2	51	80,00	134,71	A	
87	-13,68	132,73	131,77	2	51	79,96	134,71	A	
87	-13,90	130,30	133,92	1	49	80,67	136,86	A	
88	-13,90	130,30	133,92	1	49	80,63	136,86	A	
88	-14,12	120,62	136,08	1	44	81,34	139,02	A	
89	-14,12	120,62	136,08	1	44	81,30	139,02	A	
89	-14,34	111,91	138,23	1	39	82,02	141,17	A	
90	-14,34	111,91	138,23	1	39	81,98	141,17	A	
90	-14,56	104,13	140,39	1	35	82,69	143,33	A	
91	-14,56	104,13	140,39	1	35	82,65	143,33	A	
91	-14,78	97,22	142,54	1	32	83,36	145,48	A	
92	-14,78	97,22	142,54	1	32	83,32	145,48	A	
92	-15,00	91,14	144,70	1	29	84,03	147,64	A	
93	-15,00	122,05	144,70	1	33	76,16	147,64	A	
93	-15,20	113,32	146,66	1	30	76,81	149,60	A	
94	-15,20	113,32	146,66	1	30	76,79	149,60	A	
94	-15,40	105,60	148,62	1	27	77,43	151,56	A	
95	-15,40	105,60	148,62	1	27	77,41	151,56	A	
95	-15,60	98,83	150,58	1	25	78,06	153,52	A	
96	-15,60	98,83	150,58	1	25	78,04	153,52	A	
96	-15,80	92,94	152,55	1	22	78,68	155,48	A	
97	-15,80	92,94	152,55	1	22	78,98	155,48	A	
97	-16,00	87,86	154,51	1	21	84,23	157,45	1	
98	-16,00	87,86	154,51	1	21	84,12	157,45	1	
98	-16,20	83,50	156,47	1	19	90,59	159,41	1	
99	-16,20	83,50	156,47	1	19	90,48	159,41	1	
99	-16,40	79,79	158,43	1	18	96,30	161,37	1	
100	-16,40	79,79	158,43	1	18	96,19	161,37	1	
100	-16,60	76,67	160,39	1	17	101,43	163,33	1	
101	-16,60	76,67	160,39	1	17	101,32	163,33	1	
101	-16,80	74,06	162,36	1	16	106,04	165,29	1	
102	-16,80	97,04	162,36	1	20	94,84	165,29	A	
102	-17,02	91,18	164,51	1	18	95,74	167,45	A	
103	-17,02	91,18	164,51	1	18	96,13	167,45	A	
103	-17,24	86,25	166,67	1	17	97,67	169,61	1	
104	-17,24	86,25	166,67	1	17	97,99	169,61	1	
104	-17,46	82,09	168,83	1	16	102,73	171,77	1	
105	-17,46	82,09	168,83	1	16	103,04	171,77	1	
105	-17,68	78,54	170,99	1	15	107,24	173,93	1	
106	-17,68	78,54	170,99	1	15	107,54	173,93	1	
106	-17,90	75,46	173,15	1	14	111,34	176,08	1	
107	-17,90	75,46	173,15	1	14	111,62	176,08	1	
107	-18,12	72,71	175,30	1	13	115,12	178,24	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
108	-18,12	72,71	175,30	1	13	115,40	178,24	1	
108	-18,34	70,19	177,46	1	12	118,71	180,40	1	
109	-18,34	70,19	177,46	1	12	119,49	180,40	1	
109	-18,56	67,80	179,62	1	11	122,69	182,56	1	
110	-18,56	67,80	179,62	1	11	123,42	182,56	1	
110	-18,78	65,47	181,78	1	11	126,58	184,72	1	
111	-18,78	65,47	181,78	1	11	126,85	184,72	1	
111	-19,00	63,16	183,94	1	10	130,00	186,88	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

8.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1153,0	1390,8
Water	1724,4	1823,2
Total	2877,4	3213,9

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3199,70 kN
Mobilized passive effective resistance	1152,98 kN
Percentage mobilized resistance	36,0 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51378,78 kNm
Mobilized passive moment	16080,10 kNm
Percentage mobilized moment	31,3 %

8.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-255,24
Vertical force passive	371,28
Vertical anchor force (*)	-210,14
Resulting vertical force (no dead weight)	-94,10
Vertical toe capacity Rb;d	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (94 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-255,24
Vertical force passive	371,28
Vertical anchor force (*)	-210,14
Resulting vertical force (no dead weight)	-94,10
Vertical toe capacity Rb;d	2991,61
Vertical toe capacity is sufficient (94 <= 2992)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

8.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-33,54
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-44,25

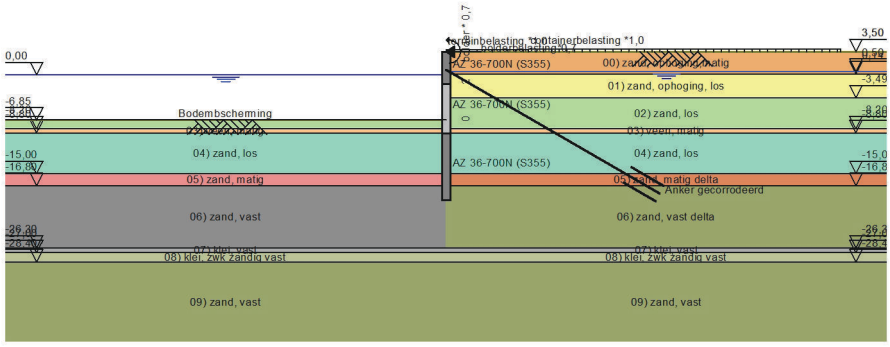
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-8,80	04) zand, los	237,96	-3,49	02) zand, los	-76,10
-15,00	05) zand, matig	57,63	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	63,31	-8,80	04) zand, los	-139,45
			-15,00	05) zand, matig	-53,36
			-16,80	06) zand, vast ...	91,47

8.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	382,07	Elastic	Right	Anchor

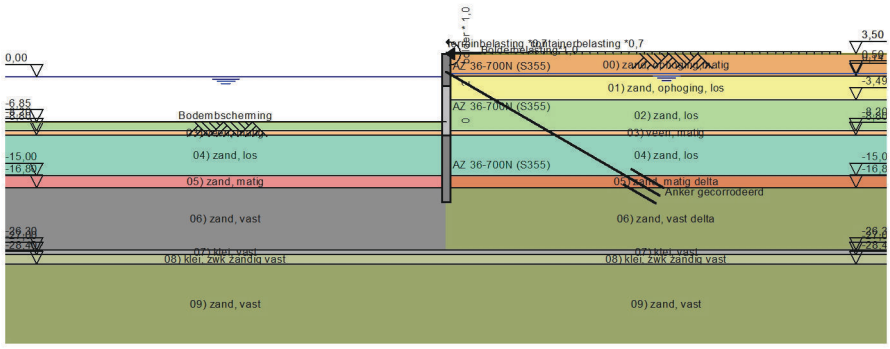
9 Outline Stage 7: Definitieve situatie - BC1b

Outline - Stage 7: Definitieve situatie - BC1b



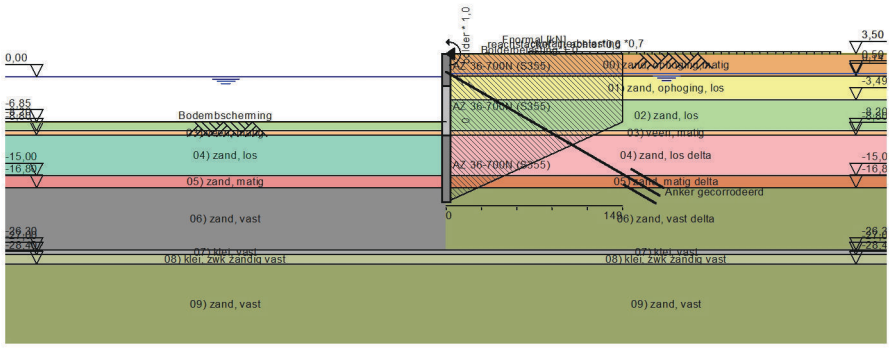
10 Outline Stage 8: Definitieve situatie - BC2

Outline - Stage 8: Definitieve situatie - BC2



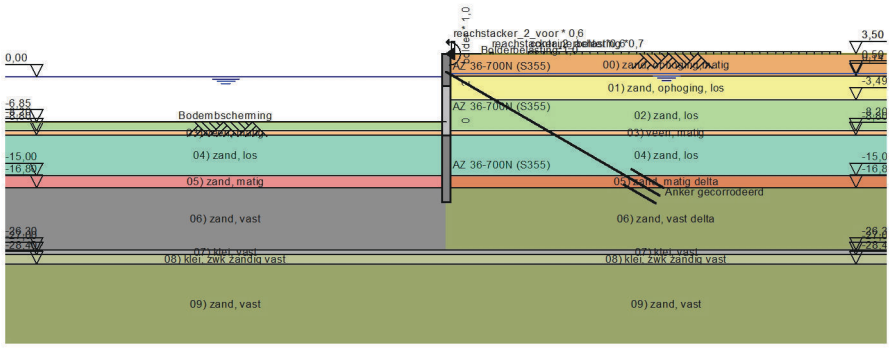
11 Outline Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1

Outline - Stage 9: Definitieve situatie - BC2_1



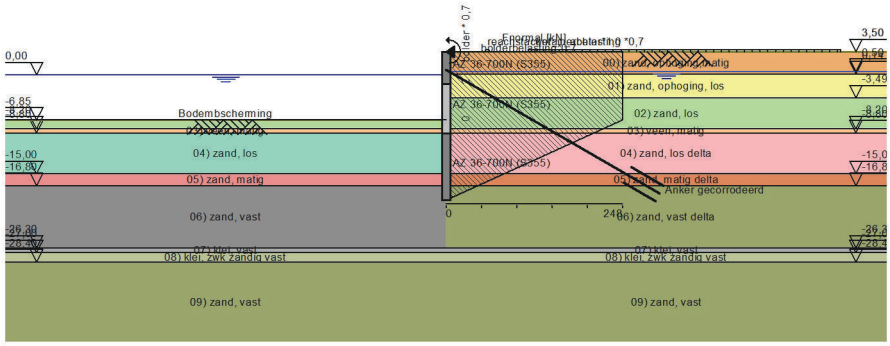
12 Outline Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2

Outline - Stage 10: Definitieve situatie - BC2_2



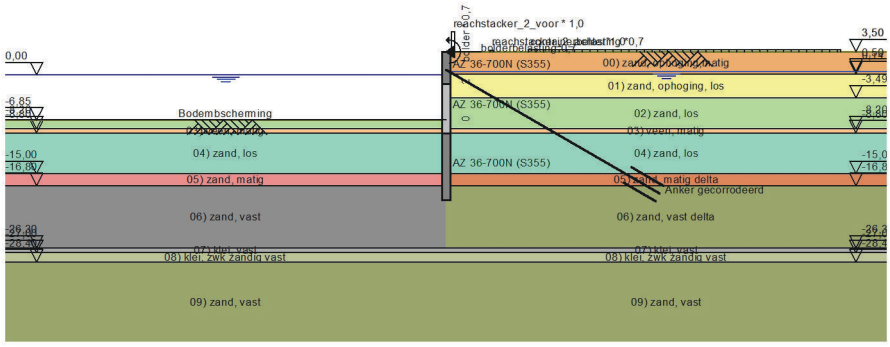
13 Outline Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1

Outline - Stage 11: Definitieve situatie - BC3b_1



14 Outline Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

Outline - Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

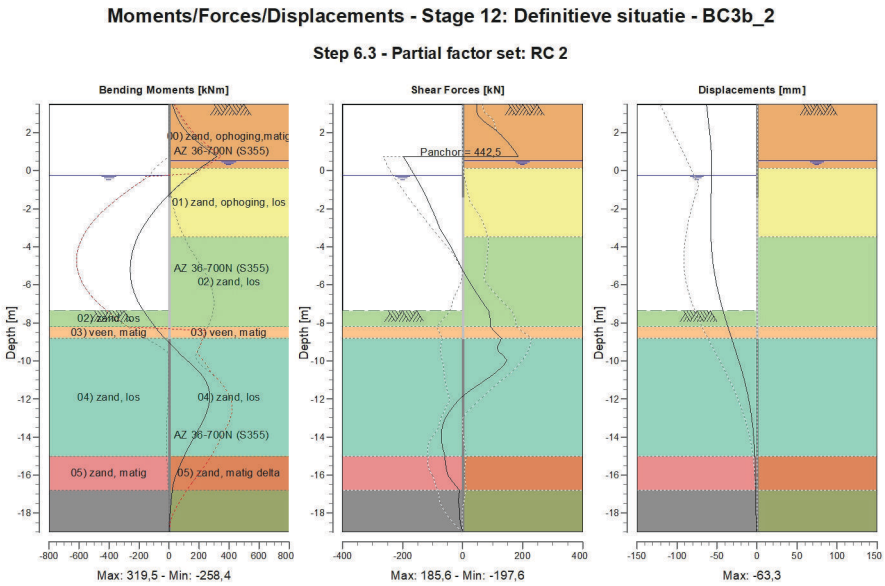


15 Step 6.3 Stage 12: Definitieve situatie - BC3b_2

15.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



15.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	20,99	46,57	**-63,3**
1	3,29	30,67	46,74	-62,7
2	3,29	30,68	46,97	-62,7
2	3,08	40,46	47,36	-62,1
3	3,08	40,46	47,42	-62,1
3	2,88	50,78	52,46	-61,5
4	2,88	50,78	52,49	-61,5
4	2,67	62,97	65,71	-60,9
5	2,67	62,98	65,52	-60,9
5	2,46	78,33	82,84	-60,3
6	2,46	78,32	82,65	-60,3
6	2,25	97,38	101,07	-59,7
7	2,25	97,38	101,07	-59,7
7	2,04	120,06	117,18	-59,2
8	2,04	120,07	117,00	-59,2
8	1,83	145,89	131,20	-58,7
9	1,83	145,88	131,01	-58,7
9	1,63	174,46	143,69	-58,2
10	1,63	174,46	143,68	-58,2
10	1,42	205,56	155,12	-57,8
11	1,42	205,56	155,11	-57,8
11	1,21	238,93	165,53	-57,4
12	1,21	238,93	165,52	-57,4

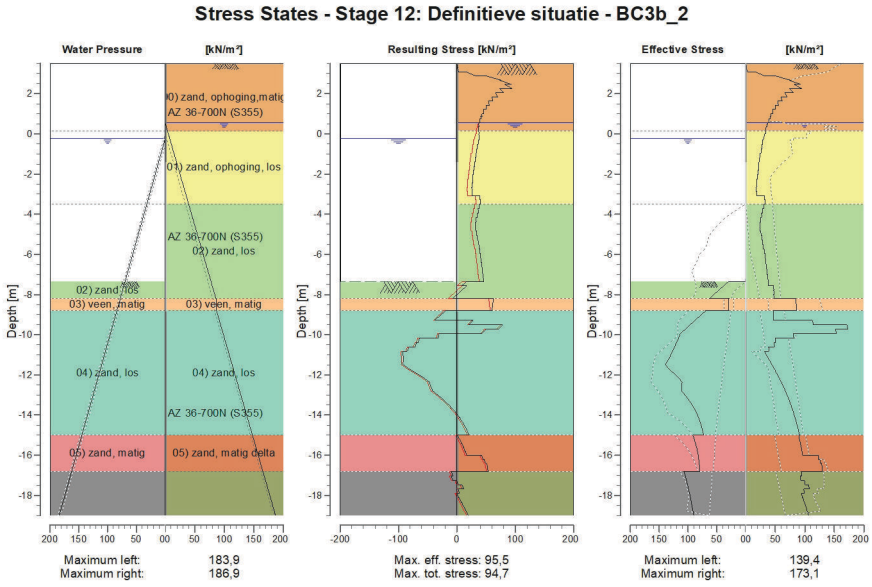
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	1,00	274,39	175,07	-57,1
13	1,00	274,39	175,07	-57,1
13	0,88	296,59	180,45	-57,0
14	0,88	296,59	180,44	-57,0
14	0,75	**319,46**	185,59	-56,8
15	0,75	**319,46**	**-197,59**	-56,8
15	0,55	280,70	-189,79	-56,7
16	0,55	280,70	-189,76	-56,7
16	0,50	271,26	-187,87	-56,7
17	0,50	271,26	-187,86	-56,7
17	0,35	243,48	-182,25	-56,6
18	0,35	243,48	-182,26	-56,6
18	0,20	216,55	-176,71	-56,6
19	0,20	216,55	-176,71	-56,6
19	0,14	206,01	-174,49	-56,6
20	0,14	206,01	-174,50	-56,6
20	0,00	181,94	-169,17	-56,6
21	0,00	181,94	-169,17	-56,6
21	-0,13	161,08	-164,42	-56,6
22	-0,13	161,08	-164,43	-56,6
22	-0,25	140,81	-159,67	-56,6
23	-0,25	140,81	-159,68	-56,6
23	-0,30	132,87	-157,78	-56,7
24	-0,30	132,88	-157,79	-56,7
24	-0,52	99,04	-149,70	-56,8
25	-0,52	99,04	-149,71	-56,8
25	-0,74	66,94	-141,98	-56,9
26	-0,74	66,94	-141,88	-56,9
26	-0,96	36,53	-134,48	-57,0
27	-0,96	36,54	-134,38	-57,0
27	-1,18	7,75	-127,27	-57,2
28	-1,18	7,75	-127,28	-57,2
28	-1,40	-19,51	-120,43	-57,4
29	-1,40	-19,51	-120,46	-57,4
29	-1,61	-44,03	-114,17	-57,5
30	-1,61	-44,03	-114,22	-57,5
30	-1,82	-67,27	-108,12	-57,6
31	-1,82	-67,27	-108,17	-57,6
31	-2,03	-89,26	-102,25	-57,8
32	-2,03	-89,26	-102,31	-57,8
32	-2,24	-110,04	-96,54	-57,8
33	-2,24	-110,04	-96,60	-57,8
33	-2,44	-129,65	-90,98	-57,9
34	-2,44	-129,64	-91,04	-57,9
34	-2,65	-148,10	-85,55	-57,9
35	-2,65	-148,10	-85,61	-57,9
35	-2,86	-165,43	-80,24	-57,9
36	-2,86	-165,43	-80,27	-57,9
36	-3,07	-181,64	-74,80	-57,9
37	-3,07	-181,64	-74,83	-57,9
37	-3,28	-196,41	-66,54	-57,7
38	-3,28	-196,41	-66,62	-57,7
38	-3,49	-209,45	-58,16	-57,6
39	-3,49	-209,46	-58,29	-57,6
39	-3,71	-221,55	-49,68	-57,3
40	-3,71	-221,55	-49,81	-57,3
40	-3,94	-231,79	-41,64	-57,0
41	-3,94	-231,79	-41,79	-57,0
41	-4,16	-240,29	-34,03	-56,6
42	-4,16	-240,29	-34,17	-56,6
42	-4,39	-247,11	-26,76	-56,2
43	-4,39	-247,11	-26,89	-56,2
43	-4,61	-252,34	-19,78	-55,6
44	-4,61	-252,34	-19,95	-55,6
44	-4,83	-256,01	-12,77	-55,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
45	-4,83	-256,01	-12,92	-55,0
45	-5,06	-258,06	-5,38	-54,3
46	-5,06	-258,06	-5,51	-54,3
46	-5,28	-258,41	2,37	-53,5
47	-5,28	-258,41	2,24	-53,5
47	-5,51	-257,00	10,42	-52,6
48	-5,51	-257,00	10,28	-52,6
48	-5,73	-253,75	18,76	-51,7
49	-5,73	-253,75	18,53	-51,7
49	-5,95	-248,62	27,28	-50,6
50	-5,95	-248,63	27,04	-50,6
50	-6,18	-241,57	36,05	-49,5
51	-6,18	-241,57	35,89	-49,5
51	-6,40	-232,50	45,14	-48,3
52	-6,40	-232,50	44,98	-48,3
52	-6,63	-221,37	54,46	-47,1
53	-6,63	-221,37	54,30	-47,1
53	-6,85	-208,12	64,01	-45,7
54	-6,85	-208,12	63,93	-45,7
54	-7,02	-196,86	71,29	-44,7
55	-7,02	-196,86	71,27	-44,7
55	-7,18	-184,36	78,75	-43,6
56	-7,18	-184,36	78,73	-43,6
56	-7,35	-170,61	86,33	-42,5
57	-7,35	-170,61	86,24	-42,5
57	-7,56	-151,98	88,89	-41,0
58	-7,56	-151,98	88,82	-41,0
58	-7,78	-132,80	91,56	-39,5
59	-7,78	-132,80	91,54	-39,5
59	-7,99	-113,21	92,58	-38,0
60	-7,99	-113,21	92,57	-38,0
60	-8,20	-93,60	91,82	-36,4
61	-8,20	-93,60	91,81	-36,4
61	-8,40	-74,00	104,22	-34,9
62	-8,40	-74,00	104,23	-34,9
62	-8,60	-51,93	116,49	-33,4
63	-8,60	-51,93	116,49	-33,4
63	-8,80	-27,43	128,60	-31,9
64	-8,80	-27,43	128,60	-31,9
64	-8,85	-21,02	127,60	-31,5
65	-8,85	-21,02	127,58	-31,5
65	-9,07	6,42	122,04	-29,8
66	-9,07	6,41	122,01	-29,8
66	-9,29	32,42	114,60	-28,1
67	-9,29	32,43	114,56	-28,1
67	-9,51	58,20	119,93	-26,5
68	-9,51	58,20	119,92	-26,5
68	-9,73	86,36	136,26	-24,8
69	-9,73	86,36	136,29	-24,8
69	-9,95	117,43	146,50	-23,2
70	-9,95	117,43	146,51	-23,2
70	-10,17	148,86	139,64	-21,5
71	-10,17	148,86	139,63	-21,5
71	-10,39	177,96	125,30	-20,0
72	-10,39	177,96	125,28	-20,0
72	-10,61	203,79	109,85	-18,5
73	-10,61	203,79	109,83	-18,5
73	-10,83	225,92	91,53	-17,0
74	-10,83	225,92	91,51	-17,0
74	-11,05	243,78	71,21	-15,7
75	-11,05	243,79	71,08	-15,7
75	-11,27	257,18	50,91	-14,3
76	-11,27	257,18	50,74	-14,3
76	-11,49	266,11	30,57	-13,1
77	-11,49	266,11	30,50	-13,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
77	-11,71	270,67	11,42	-11,9
78	-11,71	270,67	11,40	-11,9
78	-11,93	271,31	-5,09	-10,9
79	-11,93	271,31	-5,10	-10,9
79	-12,14	268,63	-18,86	-9,9
80	-12,14	268,63	-18,87	-9,9
80	-12,36	263,20	-30,26	-8,9
81	-12,36	263,20	-30,26	-8,9
81	-12,58	255,45	-40,30	-8,1
82	-12,58	255,45	-40,39	-8,1
82	-12,80	245,54	-49,79	-7,3
83	-12,80	245,53	-49,91	-7,3
83	-13,02	233,66	-57,89	-6,6
84	-13,02	233,66	-57,90	-6,6
84	-13,24	220,26	-63,82	-6,0
85	-13,24	220,26	-63,80	-6,0
85	-13,46	205,77	-67,87	-5,4
86	-13,46	205,77	-67,85	-5,4
86	-13,68	190,57	-70,27	-4,9
87	-13,68	190,57	-70,24	-4,9
87	-13,90	175,02	-71,18	-4,5
88	-13,90	175,02	-71,16	-4,5
88	-14,12	159,42	-70,78	-4,0
89	-14,12	159,42	-70,76	-4,0
89	-14,34	144,03	-69,22	-3,7
90	-14,34	144,03	-69,20	-3,7
90	-14,56	129,10	-66,64	-3,4
91	-14,56	129,10	-66,62	-3,4
91	-14,78	114,83	-63,17	-3,1
92	-14,78	114,83	-63,16	-3,1
92	-15,00	101,41	-58,92	-2,9
93	-15,00	101,41	-58,91	-2,9
93	-15,20	89,67	-58,39	-2,7
94	-15,20	89,67	-58,41	-2,7
94	-15,40	78,11	-57,11	-2,5
95	-15,40	78,11	-57,13	-2,5
95	-15,60	66,88	-55,15	-2,3
96	-15,60	66,88	-55,14	-2,3
96	-15,80	56,10	-52,58	-2,2
97	-15,80	56,10	-52,57	-2,2
97	-16,00	45,89	-49,44	-2,1
98	-16,00	45,89	-49,43	-2,1
98	-16,20	36,88	-40,67	-2,0
99	-16,20	36,88	-40,66	-2,0
99	-16,40	29,70	-31,09	-1,9
100	-16,40	29,70	-31,09	-1,9
100	-16,60	24,51	-20,74	-1,8
101	-16,60	24,51	-20,74	-1,8
101	-16,80	21,41	-10,16	-1,7
102	-16,80	21,41	-10,17	-1,7
102	-17,02	18,96	-11,99	-1,6
103	-17,02	18,96	-12,00	-1,6
103	-17,24	16,11	-13,85	-1,5
104	-17,24	16,11	-13,84	-1,5
104	-17,46	13,08	-13,62	-1,4
105	-17,46	13,08	-13,61	-1,4
105	-17,68	10,32	-11,37	-1,3
106	-17,68	10,32	-11,37	-1,3
106	-17,90	7,89	-10,63	-1,2
107	-17,90	7,89	-10,63	-1,2
107	-18,12	5,57	-10,29	-1,2
108	-18,12	5,57	-10,31	-1,2
108	-18,34	3,43	-9,06	-1,1
109	-18,34	3,43	-9,07	-1,1
109	-18,56	1,65	-6,93	-1,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
110	-18,56	1,65	-6,93	-1,0
110	-18,78	0,44	-3,90	-0,9
111	-18,78	0,44	-3,90	-0,9
111	-19,00	0,00	0,00	-0,9
Max		**319,46**	**-197,59**	**-63,3**
Max, minor nodes incl.		319,46	-197,59	-63,3

15.1.3 Charts of Stresses



15.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	3,29	0,00	0,00	-		1,57	0,00	A	
2	3,29	0,00	0,00	-		0,81	0,00	A	
2	3,08	0,00	0,00	-		2,88	0,00	A	
3	3,08	0,00	0,00	-		15,99	0,00	A	
3	2,88	0,00	0,00	-		32,37	0,00	A	
4	2,88	0,00	0,00	-		50,85	0,00	A	
4	2,67	0,00	0,00	-		76,05	0,00	A	
5	2,67	0,00	0,00	-		73,36	0,00	A	50
5	2,46	0,00	0,00	-		92,95	0,00	A	50
6	2,46	0,00	0,00	-		82,13	0,00	A	46
6	2,25	0,00	0,00	-		94,66	0,00	A	46
7	2,25	0,00	0,00	-		74,02	0,00	A	43
7	2,04	0,00	0,00	-		80,71	0,00	A	43
8	2,04	0,00	0,00	-		66,39	0,00	A	35
8	1,83	0,00	0,00	-		70,03	0,00	A	35
9	1,83	0,00	0,00	-		59,84	0,00	A	29
9	1,63	0,00	0,00	-		61,88	0,00	A	29
10	1,63	0,00	0,00	-		54,30	0,00	A	25
10	1,42	0,00	0,00	-		55,49	0,00	A	25
11	1,42	0,00	0,00	-		49,62	0,00	A	21
11	1,21	0,00	0,00	-		50,36	0,00	A	21

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
12	1,21	0,00	0,00	-		45,63	0,00	A	18
12	1,00	0,00	0,00	-		46,14	0,00	A	18
13	1,00	0,00	0,00	-		42,95	0,00	A	16
13	0,88	0,00	0,00	-		43,19	0,00	A	16
14	0,88	0,00	0,00	-		41,09	0,00	A	
14	0,75	0,00	0,00	-		41,31	0,00	A	
15	0,75	0,00	0,00	-		38,86	0,00	A	
15	0,55	0,00	0,00	-		39,18	0,00	A	
16	0,55	0,00	0,00	-		37,47	0,00	A	
16	0,50	0,00	0,00	-		37,43	0,49	A	
17	0,50	0,00	0,00	-		36,21	0,49	A	
17	0,35	0,00	0,00	-		36,10	1,96	A	
18	0,35	0,00	0,00	-		34,36	1,96	A	
18	0,20	0,00	0,00	-		34,27	3,43	A	
19	0,20	0,00	0,00	-		33,17	3,43	A	
19	0,14	0,00	0,00	-		33,14	4,02	A	
20	0,14	0,00	0,00	-		33,39	4,02	A	
20	0,00	0,00	0,00	-		33,29	5,40	A	
21	0,00	0,00	0,00	-		32,03	5,40	A	
21	-0,13	0,00	0,00	-		31,95	6,62	A	
22	-0,13	0,00	0,00	-		30,85	6,62	A	
22	-0,25	0,00	0,00	-		30,78	7,85	A	
23	-0,25	0,00	0,00	-		30,04	7,85	A	
23	-0,30	0,00	0,49	-		30,02	8,34	A	
24	-0,30	0,00	0,49	-		28,96	8,34	A	
24	-0,52	0,00	2,65	-		28,89	10,50	A	
25	-0,52	0,00	2,65	-		27,27	10,50	A	
25	-0,74	0,00	4,81	-		27,24	12,65	A	
26	-0,74	0,00	4,81	-		25,79	12,65	A	
26	-0,96	0,00	6,97	-		25,79	14,81	A	
27	-0,96	0,00	6,97	-		24,44	14,81	A	
27	-1,18	0,00	9,12	-		24,47	16,97	A	
28	-1,18	0,00	9,12	-		23,26	16,97	A	
28	-1,40	0,00	11,28	-		23,32	19,13	A	
29	-1,40	0,00	11,28	-		22,21	19,13	A	
29	-1,61	0,00	13,33	-		22,28	21,18	A	
30	-1,61	0,00	13,33	-		21,29	21,18	A	
30	-1,82	0,00	15,38	-		21,38	23,23	A	
31	-1,82	0,00	15,38	-		20,45	23,23	A	
31	-2,03	0,00	17,43	-		20,54	25,28	A	
32	-2,03	0,00	17,43	-		19,69	25,28	A	
32	-2,24	0,00	19,48	-		19,80	27,33	A	
33	-2,24	0,00	19,48	-		18,99	27,33	A	
33	-2,44	0,00	21,53	-		19,10	29,38	A	
34	-2,44	0,00	21,53	-		18,35	29,38	A	
34	-2,65	0,00	23,58	-		18,47	31,43	A	
35	-2,65	0,00	23,58	-		17,76	31,43	A	
35	-2,86	0,00	25,63	-		17,89	33,48	A	
36	-2,86	0,00	25,63	-		18,22	33,48	A	
36	-3,07	0,00	27,68	-		18,36	35,53	A	
37	-3,07	0,00	27,68	-		31,67	35,53	A	
37	-3,28	0,00	29,73	-		31,92	37,58	A	
38	-3,28	0,00	29,73	-		32,48	37,58	A	
38	-3,49	0,00	31,78	-		32,76	39,63	A	
39	-3,49	0,00	31,78	-		30,48	39,63	A	
39	-3,71	0,00	33,98	-		30,77	41,83	A	
40	-3,71	0,00	33,98	-		28,49	41,83	A	
40	-3,94	0,00	36,18	-		28,77	44,03	A	
41	-3,94	0,00	36,18	-		26,69	44,03	A	
41	-4,16	0,00	38,38	-		26,96	46,22	A	
42	-4,16	0,00	38,38	-		25,13	46,22	A	
42	-4,39	0,00	40,57	-		25,39	48,42	A	
43	-4,39	0,00	40,57	-		23,76	48,42	A	
43	-4,61	0,00	42,77	-		24,01	50,62	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
44	-4,61	0,00	42,77	-		24,07	50,62	A	
44	-4,83	0,00	44,97	-		24,33	52,82	A	
45	-4,83	0,00	44,97	-		25,69	52,82	A	
45	-5,06	0,00	47,17	-		25,97	55,01	A	
46	-5,06	0,00	47,17	-		27,17	55,01	A	
46	-5,28	0,00	49,36	-		27,48	57,21	A	
47	-5,28	0,00	49,36	-		28,54	57,21	A	
47	-5,51	0,00	51,56	-		28,87	59,41	A	
48	-5,51	0,00	51,56	-		29,82	59,41	A	
48	-5,73	0,00	53,76	-		30,16	61,61	A	
49	-5,73	0,00	53,76	-		31,02	61,61	A	
49	-5,95	0,00	55,96	-		31,38	63,80	A	
50	-5,95	0,00	55,96	-		32,16	63,80	A	
50	-6,18	0,00	58,15	-		32,53	66,00	A	
51	-6,18	0,00	58,15	-		33,25	66,00	A	
51	-6,40	0,00	60,35	-		33,63	68,20	A	
52	-6,40	0,00	60,35	-		34,29	68,20	A	
52	-6,63	0,00	62,55	-		34,69	70,40	A	
53	-6,63	0,00	62,55	-		35,29	70,40	A	
53	-6,85	0,00	64,75	-		35,70	72,59	A	
54	-6,85	0,00	64,75	-		36,19	72,59	A	
54	-7,02	0,00	66,38	-		36,50	74,23	A	
55	-7,02	0,00	66,38	-		36,89	74,23	A	
55	-7,18	0,00	68,02	-		37,21	75,86	A	
56	-7,18	0,00	68,02	-		37,58	75,86	A	
56	-7,35	0,00	69,65	-		37,90	77,50	A	
57	-7,35	29,75	69,65	P		38,30	77,50	A	
57	-7,56	38,06	71,74	P		38,72	79,58	A	
58	-7,56	38,06	71,74	P		46,99	79,58	A	
58	-7,78	46,36	73,82	P		47,51	81,67	A	
59	-7,78	46,36	73,82	P		47,32	81,67	A	
59	-7,99	54,66	75,90	P		47,84	83,75	A	
60	-7,99	54,66	75,90	P		47,20	83,75	A	
60	-8,20	62,96	77,99	P		47,71	85,84	A	
61	-8,20	29,98	77,99	3	93	84,52	85,84	A	
61	-8,40	29,98	79,95	3	90	85,51	86,16	A	
62	-8,40	29,61	79,95	3	91	85,03	86,16	A	
62	-8,60	29,60	81,91	3	89	86,02	86,49	A	
63	-8,60	29,29	81,91	3	89	85,56	86,49	A	
63	-8,80	29,26	83,88	3	87	86,55	86,81	A	
64	-8,80	69,10	83,88	P		47,09	86,81	A	
64	-8,85	71,06	84,37	P		47,21	87,30	A	
65	-8,85	70,90	84,37	P		46,82	87,30	A	
65	-9,07	79,53	86,52	P		47,33	89,46	A	
66	-9,07	79,36	86,52	P		46,70	89,46	A	
66	-9,29	87,97	88,68	P		47,21	91,61	A	
67	-9,29	87,86	88,68	P		113,05	91,61	A	11
67	-9,51	96,46	90,83	P		114,29	93,77	A	11
68	-9,51	96,39	90,83	P		171,21	93,77	A	21
68	-9,73	104,98	92,98	P		173,07	95,92	A	21
69	-9,73	104,93	92,98	P		151,94	95,92	A	19
69	-9,95	113,52	95,14	P		153,59	98,08	A	19
70	-9,95	113,49	95,14	P		80,39	98,08	A	
70	-10,17	116,55	97,29	3	95	81,25	100,23	A	
71	-10,17	116,54	97,29	3	95	49,80	100,23	A	
71	-10,39	119,92	99,45	3	92	50,33	102,39	A	
72	-10,39	119,91	99,45	3	92	48,21	102,39	A	
72	-10,61	123,42	101,60	3	89	48,72	104,54	A	
73	-10,61	123,41	101,60	3	89	38,76	104,54	A	
73	-10,83	126,98	103,76	3	86	39,16	106,70	A	
74	-10,83	126,97	103,76	3	86	31,43	106,70	1	
74	-11,05	130,63	105,91	3	84	35,46	108,85	1	
75	-11,05	130,62	105,91	3	84	35,79	108,85	1	
75	-11,27	134,43	108,07	3	82	39,77	111,01	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
76	-11,27	134,43	108,07	3	82	40,16	111,01	1	
76	-11,49	139,45	110,22	3	80	44,13	113,16	1	
77	-11,49	139,44	110,22	3	80	44,51	113,16	1	
77	-11,71	133,00	112,38	2	73	48,36	115,32	1	
78	-11,71	133,00	112,38	2	73	48,71	115,32	1	
78	-11,93	124,17	114,53	2	65	52,43	117,47	1	
79	-11,93	124,17	114,53	2	65	52,77	117,47	1	
79	-12,14	116,13	116,69	2	58	56,34	119,62	1	
80	-12,14	116,13	116,69	2	58	56,67	119,62	1	
80	-12,36	110,21	118,84	2	53	60,07	121,78	1	
81	-12,36	110,21	118,84	2	53	60,38	121,78	1	
81	-12,58	111,07	121,00	2	51	63,61	123,93	1	
82	-12,58	111,06	121,00	2	51	63,92	123,93	1	
82	-12,80	111,28	123,15	1	49	66,97	126,09	1	
83	-12,80	111,28	123,15	1	49	67,26	126,09	1	
83	-13,02	104,61	125,31	1	45	70,13	128,24	1	
84	-13,02	104,61	125,31	1	45	70,42	128,24	1	
84	-13,24	98,70	127,46	1	41	73,11	130,40	1	
85	-13,24	98,70	127,46	1	41	73,38	130,40	1	
85	-13,46	93,51	129,61	1	37	75,89	132,55	1	
86	-13,46	93,51	129,61	1	37	76,16	132,55	1	
86	-13,68	88,99	131,77	1	34	78,50	134,71	1	
87	-13,68	88,99	131,77	1	34	78,75	134,71	1	
87	-13,90	85,08	133,92	1	32	80,93	136,86	1	
88	-13,90	85,08	133,92	1	32	81,18	136,86	1	
88	-14,12	81,74	136,08	1	30	83,20	139,02	1	
89	-14,12	81,74	136,08	1	30	83,44	139,02	1	
89	-14,34	78,91	138,23	1	28	85,32	141,17	1	
90	-14,34	78,91	138,23	1	28	85,55	141,17	1	
90	-14,56	76,54	140,39	1	26	87,31	143,33	1	
91	-14,56	76,54	140,39	1	26	87,53	143,33	1	
91	-14,78	74,59	142,54	1	25	89,16	145,48	1	
92	-14,78	74,59	142,54	1	25	89,38	145,48	1	
92	-15,00	73,01	144,70	1	23	90,91	147,64	1	
93	-15,00	91,83	144,70	1	25	89,80	147,64	A	
93	-15,20	89,26	146,66	1	23	90,61	149,60	A	
94	-15,20	89,26	146,66	1	23	91,18	149,60	A	
94	-15,40	87,09	148,62	1	22	92,21	151,56	1	
95	-15,40	87,09	148,62	1	22	92,73	151,56	A	
95	-15,60	85,26	150,58	1	21	93,56	153,52	A	
96	-15,60	85,26	150,58	1	21	93,92	153,52	A	
96	-15,80	83,74	152,55	1	20	94,75	155,48	A	
97	-15,80	83,74	152,55	1	20	95,41	155,48	A	
97	-16,00	82,46	154,51	1	19	96,25	157,45	A	
98	-16,00	82,46	154,51	1	19	122,27	157,45	A	20
98	-16,20	81,40	156,47	1	19	123,34	159,41	A	20
99	-16,20	81,40	156,47	1	19	125,33	159,41	A	20
99	-16,40	80,51	158,43	1	18	126,42	161,37	A	20
100	-16,40	80,51	158,43	1	18	128,36	161,37	A	21
100	-16,60	79,76	160,39	1	18	129,46	163,33	A	21
101	-16,60	79,76	160,39	1	18	128,84	163,33	A	20
101	-16,80	79,12	162,36	1	17	129,94	165,29	A	20
102	-16,80	107,15	162,36	1	22	94,29	165,29	A	
102	-17,02	104,83	164,51	1	21	95,25	167,45	A	
103	-17,02	104,83	164,51	1	21	91,98	167,45	A	
103	-17,24	102,73	166,67	1	20	92,91	169,61	A	
104	-17,24	102,73	166,67	1	20	99,35	169,61	A	
104	-17,46	100,81	168,83	1	19	100,35	171,77	A	
105	-17,46	100,81	168,83	1	19	106,64	171,77	A	
105	-17,68	99,04	170,99	1	18	107,70	173,93	A	
106	-17,68	99,04	170,99	1	18	98,13	173,93	A	
106	-17,90	97,39	173,15	1	18	99,09	176,08	A	
107	-17,90	97,39	173,15	1	18	94,09	176,08	1	
107	-18,12	95,83	175,30	1	17	96,34	178,24	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
108	-18,12	95,83	175,30	1	17	96,71	178,24	1	
108	-18,34	94,34	177,46	1	16	98,94	180,40	1	
109	-18,34	94,34	177,46	1	16	99,31	180,40	1	
109	-18,56	92,88	179,62	1	16	101,52	182,56	1	
110	-18,56	92,88	179,62	1	16	101,87	182,56	1	
110	-18,78	91,44	181,78	1	15	104,08	184,72	1	
111	-18,78	91,44	181,78	1	15	104,42	184,72	1	
111	-19,00	90,01	183,94	1	15	106,63	186,88	1	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

15.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1071,3	1313,2
Water	1724,4	1823,2
Total	2795,7	3136,4

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3199,70 kN
Mobilized passive effective resistance	1071,25 kN
Percentage mobilized resistance	33,5 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51378,78 kNm
Mobilized passive moment	15135,64 kNm
Percentage mobilized moment	29,5 %

15.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-122,76
Vertical force passive	348,43
Vertical anchor force (*)	-243,37
Resulting vertical force (no dead weight)	-17,70
Vertical toe capacity Rb;d	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (18 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-122,76
Vertical force passive	348,43
Vertical anchor force (*)	-243,37
Resulting vertical force (no dead weight)	-17,70
Vertical toe capacity Rb;d	2991,61
Vertical toe capacity is sufficient (18 <= 2992)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

15.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-55,71
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-27,94

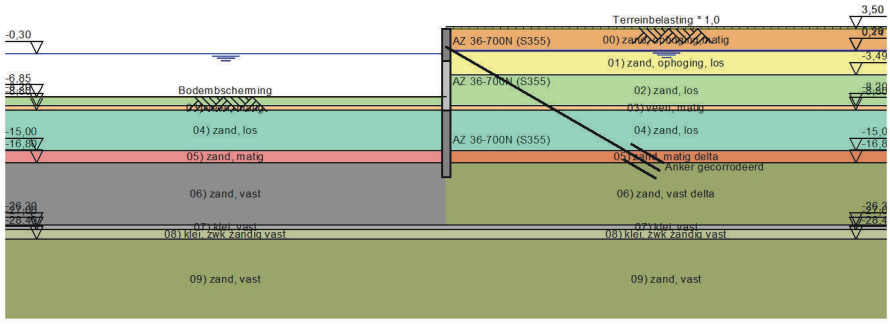
Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-8,80	04) zand, los	203,62	-3,49	02) zand, los	-48,74
-15,00	05) zand, matig	52,01	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	80,43	-8,80	04) zand, los	-139,16
			-15,00	05) zand, matig...	66,98
			-16,80	06) zand, vast ...	81,82

15.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	442,48	Elastic	Right	Anchor

16 Outline Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

Outline - Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

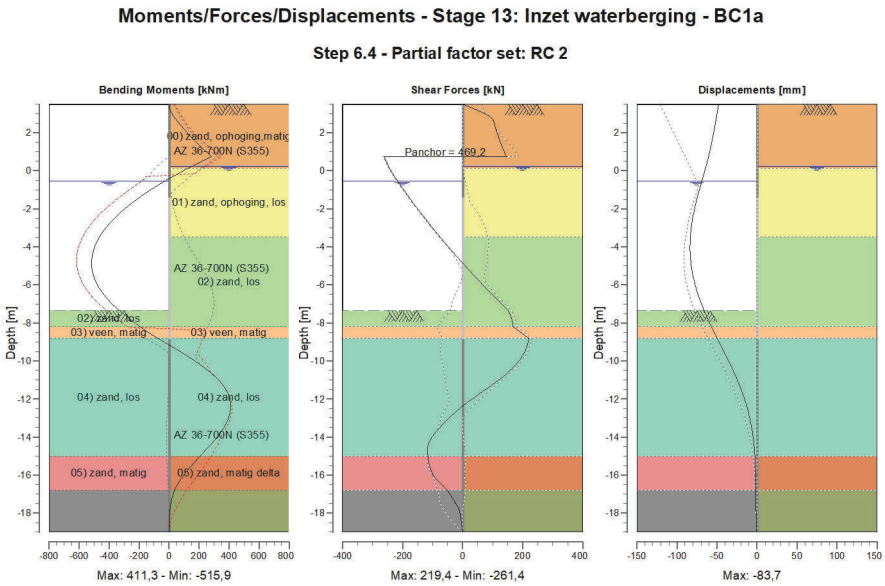


17 Step 6.4 Stage 13: Inzet waterberging - BC1a

17.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



17.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,50	-0,01	0,38	-48,0
1	3,29	3,46	32,86	-48,8
2	3,29	3,47	33,08	-48,8
2	3,08	13,50	63,10	-49,7
3	3,08	13,45	63,97	-49,7
3	2,88	29,45	88,41	-50,5
4	2,88	29,49	89,26	-50,5
4	2,67	49,68	102,63	-51,4
5	2,67	49,75	101,31	-51,4
5	2,46	71,47	106,95	-52,3
6	2,46	71,40	105,63	-52,3
6	2,25	93,79	109,65	-53,1
7	2,25	93,79	109,64	-53,1
7	2,04	117,05	113,89	-54,0
8	2,04	117,06	113,70	-54,0
8	1,83	141,18	118,19	-55,0
9	1,83	141,17	117,99	-55,0
9	1,63	166,21	122,71	-56,0
10	1,63	166,21	122,70	-56,0
10	1,42	192,26	127,65	-57,0
11	1,42	192,26	127,64	-57,0
11	1,21	219,37	132,82	-58,0
12	1,21	219,37	132,81	-58,0

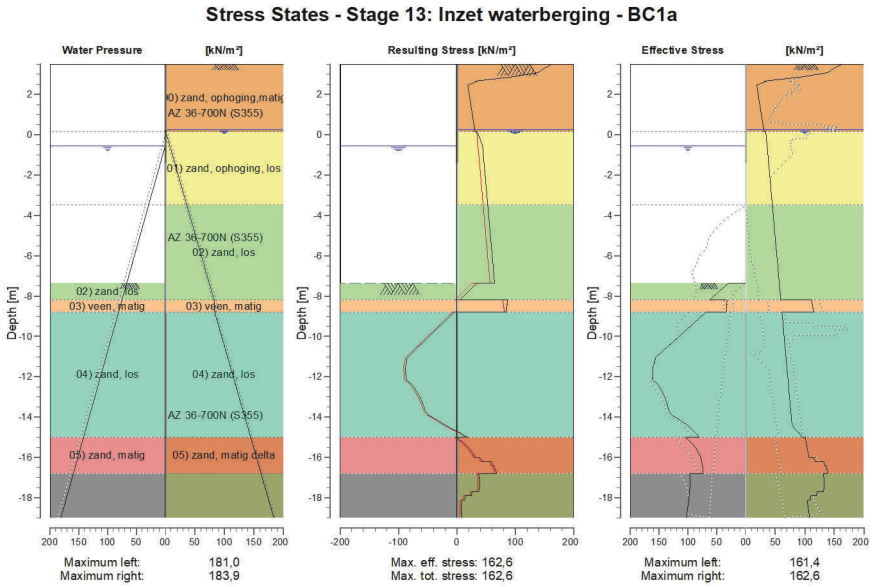
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	1,00	247,57	138,23	-59,2
13	1,00	247,57	138,22	-59,2
13	0,88	265,05	141,58	-59,8
14	0,88	265,05	141,57	-59,8
14	0,75	282,95	145,02	-60,6
15	0,75	282,95	**-261,37**	-60,6
15	0,63	250,49	-257,84	-61,3
16	0,63	250,49	-257,85	-61,3
16	0,50	218,47	-254,23	-62,1
17	0,50	218,47	-254,24	-62,1
17	0,38	186,91	-250,54	-62,9
18	0,38	186,91	-250,54	-62,9
18	0,25	155,82	-246,76	-63,7
19	0,25	155,82	-246,77	-63,7
19	0,20	143,52	-245,22	-64,0
20	0,20	143,52	-245,22	-64,0
20	0,14	128,85	-243,33	-64,4
21	0,14	128,85	-243,33	-64,4
21	0,00	95,13	-238,28	-65,3
22	0,00	95,13	-238,29	-65,3
22	-0,15	59,80	-232,61	-66,3
23	-0,15	59,80	-232,61	-66,3
23	-0,30	25,34	-226,64	-67,3
24	-0,30	25,34	-226,64	-67,3
24	-0,42	-2,67	-221,44	-68,2
25	-0,42	-2,67	-221,45	-68,2
25	-0,55	-30,02	-216,05	-69,0
26	-0,55	-30,02	-216,15	-69,0
26	-0,76	-74,96	-206,73	-70,5
27	-0,76	-74,97	-206,82	-70,5
27	-0,97	-117,91	-197,26	-71,9
28	-0,97	-117,91	-197,36	-71,9
28	-1,19	-158,83	-187,67	-73,3
29	-1,19	-158,83	-187,87	-73,3
29	-1,40	-197,71	-178,04	-74,6
30	-1,40	-197,71	-178,17	-74,6
30	-1,61	-233,93	-168,37	-75,9
31	-1,61	-233,93	-168,41	-75,9
31	-1,82	-268,10	-158,48	-77,1
32	-1,82	-268,10	-158,54	-77,1
32	-2,03	-300,19	-148,47	-78,2
33	-2,03	-300,18	-148,56	-78,2
33	-2,24	-330,17	-138,37	-79,2
34	-2,24	-330,17	-138,44	-79,2
34	-2,44	-358,03	-128,11	-80,2
35	-2,44	-358,03	-128,19	-80,2
35	-2,65	-383,73	-117,72	-81,0
36	-2,65	-383,73	-117,80	-81,0
36	-2,86	-407,25	-107,20	-81,8
37	-2,86	-407,25	-107,24	-81,8
37	-3,07	-428,54	-96,51	-82,4
38	-3,07	-428,54	-96,55	-82,4
38	-3,28	-447,59	-85,69	-82,9
39	-3,28	-447,59	-85,78	-82,9
39	-3,49	-464,37	-74,79	-83,3
40	-3,49	-464,37	-74,84	-83,3
40	-3,71	-479,80	-62,91	-83,6
41	-3,71	-479,80	-62,90	-83,6
41	-3,94	-492,54	-50,82	**-83,7**
42	-3,94	-492,54	-50,82	**-83,7**
42	-4,16	-502,56	-38,59	**-83,7**
43	-4,16	-502,56	-38,60	**-83,7**
43	-4,39	-509,82	-26,21	-83,5
44	-4,39	-509,82	-26,22	-83,5
44	-4,61	-514,29	-13,68	-83,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
45	-4,61	-514,29	-13,71	-83,1
45	-4,83	**-515,95**	-1,03	-82,6
46	-4,83	**-515,95**	-1,05	-82,6
46	-5,06	-514,75	11,79	-81,9
47	-5,06	-514,75	11,80	-81,9
47	-5,28	-510,65	24,79	-81,0
48	-5,28	-510,65	24,80	-81,0
48	-5,51	-503,63	37,94	-80,0
49	-5,51	-503,63	37,95	-80,0
49	-5,73	-493,65	51,25	-78,9
50	-5,73	-493,64	51,18	-78,9
50	-5,95	-480,68	64,62	-77,5
51	-5,95	-480,68	64,55	-77,5
51	-6,18	-464,71	78,14	-76,0
52	-6,18	-464,71	78,15	-76,0
52	-6,40	-445,67	91,90	-74,4
53	-6,40	-445,67	91,91	-74,4
53	-6,63	-423,53	105,81	-72,6
54	-6,63	-423,53	105,82	-72,6
54	-6,85	-398,26	119,87	-70,7
55	-6,85	-398,26	119,88	-70,7
55	-7,02	-377,41	130,44	-69,2
56	-7,02	-377,41	130,44	-69,2
56	-7,18	-354,79	141,08	-67,6
57	-7,18	-354,79	141,09	-67,6
57	-7,35	-330,39	151,81	-66,0
58	-7,35	-330,38	151,71	-66,0
58	-7,56	-297,42	158,30	-63,8
59	-7,56	-297,43	158,15	-63,8
59	-7,78	-263,27	163,12	-61,5
60	-7,78	-263,27	163,05	-61,5
60	-7,99	-228,25	166,38	-59,2
61	-7,99	-228,25	166,31	-59,2
61	-8,20	-192,70	168,01	-56,8
62	-8,20	-192,70	167,97	-56,8
62	-8,40	-157,39	185,23	-54,5
63	-8,40	-157,39	185,23	-54,5
63	-8,60	-118,63	202,37	-52,2
64	-8,60	-118,63	202,37	-52,2
64	-8,80	-76,46	219,37	-49,8
65	-8,80	-76,46	219,37	-49,8
65	-8,85	-65,50	219,09	-49,2
66	-8,85	-65,49	219,05	-49,2
66	-9,07	-17,61	216,75	-46,5
67	-9,07	-17,61	216,67	-46,5
67	-9,29	29,56	212,67	-43,9
68	-9,29	29,57	212,54	-43,9
68	-9,51	75,65	206,82	-41,3
69	-9,51	75,64	206,65	-41,3
69	-9,73	120,24	199,21	-38,7
70	-9,73	120,24	199,05	-38,7
70	-9,95	162,98	189,87	-36,1
71	-9,95	162,98	189,67	-36,1
71	-10,17	203,47	178,76	-33,5
72	-10,17	203,47	178,53	-33,5
72	-10,39	241,32	165,89	-31,1
73	-10,39	241,32	165,62	-31,1
73	-10,61	276,14	151,24	-28,7
74	-10,61	276,14	150,94	-28,7
74	-10,83	307,55	134,82	-26,4
75	-10,83	307,55	134,48	-26,4
75	-11,05	335,16	116,63	-24,1
76	-11,05	335,17	116,11	-24,1
76	-11,27	358,61	97,31	-22,0
77	-11,27	358,60	96,75	-22,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
77	-11,49	377,76	77,64	-20,0
78	-11,49	377,76	77,23	-20,0
78	-11,71	392,59	57,89	-18,0
79	-11,71	392,59	57,51	-18,0
79	-11,93	403,11	38,24	-16,2
80	-11,93	403,11	37,87	-16,2
80	-12,14	409,32	18,72	-14,6
81	-12,14	409,33	18,27	-14,6
81	-12,36	411,32	0,20	-13,0
82	-12,36	411,31	-0,21	-13,0
82	-12,58	409,44	-16,63	-11,5
83	-12,58	409,45	-16,99	-11,5
83	-12,80	404,02	-32,27	-10,2
84	-12,80	404,02	-32,64	-10,2
84	-13,02	395,26	-46,94	-9,0
85	-13,02	395,26	-47,22	-9,0
85	-13,24	383,40	-60,67	-7,9
86	-13,24	383,40	-60,90	-7,9
86	-13,46	368,61	-73,66	-6,9
87	-13,46	368,61	-73,87	-6,9
87	-13,68	351,04	-86,06	-6,0
88	-13,68	351,05	-86,43	-6,0
88	-13,90	330,81	-97,74	-5,3
89	-13,90	330,80	-98,08	-5,3
89	-14,12	308,20	-107,25	-4,6
90	-14,12	308,20	-107,36	-4,6
90	-14,34	283,87	-113,72	-4,0
91	-14,34	283,88	-113,92	-4,0
91	-14,56	258,41	-117,51	-3,5
92	-14,56	258,40	-117,65	-3,5
92	-14,78	232,46	-118,04	-3,1
93	-14,78	232,46	-117,97	-3,1
93	-15,00	206,80	-115,29	-2,7
94	-15,00	206,80	-115,22	-2,7
94	-15,20	183,80	-114,51	-2,4
95	-15,20	183,80	-114,57	-2,4
95	-15,40	161,11	-112,11	-2,2
96	-15,40	161,11	-112,18	-2,2
96	-15,60	139,04	-108,32	-2,0
97	-15,60	139,04	-108,29	-2,0
97	-15,80	117,86	-103,29	-1,8
98	-15,80	117,87	-103,27	-1,8
98	-16,00	97,79	-97,34	-1,7
99	-16,00	97,79	-97,31	-1,7
99	-16,20	79,15	-88,96	-1,6
100	-16,20	79,15	-88,93	-1,6
100	-16,40	62,56	-76,87	-1,5
101	-16,40	62,56	-76,85	-1,5
101	-16,60	48,48	-63,89	-1,4
102	-16,60	48,48	-63,88	-1,4
102	-16,80	37,05	-50,41	-1,4
103	-16,80	37,05	-50,33	-1,4
103	-17,02	26,89	-42,04	-1,3
104	-17,02	26,88	-41,88	-1,3
104	-17,24	18,62	-33,25	-1,3
105	-17,24	18,62	-33,08	-1,3
105	-17,46	12,29	-24,49	-1,2
106	-17,46	12,29	-24,32	-1,2
106	-17,68	7,87	-15,93	-1,2
107	-17,68	7,87	-15,80	-1,2
107	-17,90	5,02	-10,21	-1,1
108	-17,90	5,02	-10,13	-1,1
108	-18,12	3,13	-7,06	-1,1
109	-18,12	3,14	-7,08	-1,1
109	-18,34	1,79	-5,25	-1,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
110	-18,34	1,78	-5,33	-1,1
110	-18,56	0,80	-3,60	-1,0
111	-18,56	0,80	-3,61	-1,0
111	-18,78	0,20	-1,84	-1,0
112	-18,78	0,20	-1,81	-1,0
112	-19,00	0,00	-0,02	-1,0
Max		**-515,95**	**-261,37**	**-83,7**
Max, minor nodes incl.		-515,95	-261,37	-83,7

17.1.3 Charts of Stresses



17.1.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,50	0,00	0,00	-		162,62	0,00	2	73
1	3,29	0,00	0,00	-		149,21	0,00	2	62
2	3,29	0,00	0,00	-		149,21	0,00	2	62
2	3,08	0,00	0,00	-		138,91	0,00	2	53
3	3,08	0,00	0,00	-		138,58	0,00	2	53
3	2,88	0,00	0,00	-		96,07	0,00	1	34
4	2,88	0,00	0,00	-		96,07	0,00	1	34
4	2,67	0,00	0,00	-		32,27	0,00	1	11
5	2,67	0,00	0,00	-		35,37	0,00	1	12
5	2,46	0,00	0,00	-		18,72	0,00	A	
6	2,46	0,00	0,00	-		18,72	0,00	A	
6	2,25	0,00	0,00	-		19,84	0,00	A	
7	2,25	0,00	0,00	-		19,84	0,00	A	
7	2,04	0,00	0,00	-		20,96	0,00	A	
8	2,04	0,00	0,00	-		20,96	0,00	A	
8	1,83	0,00	0,00	-		22,08	0,00	A	
9	1,83	0,00	0,00	-		22,08	0,00	A	
9	1,63	0,00	0,00	-		23,19	0,00	A	
10	1,63	0,00	0,00	-		23,19	0,00	A	
10	1,42	0,00	0,00	-		24,31	0,00	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
11	1,42	0,00	0,00	-		24,31	0,00	A	
11	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	
12	1,21	0,00	0,00	-		25,43	0,00	A	
12	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	1,00	0,00	0,00	-		26,55	0,00	A	
13	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,88	0,00	0,00	-		27,22	0,00	A	
14	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,75	0,00	0,00	-		27,89	0,00	A	
15	0,63	0,00	0,00	-		28,56	0,00	A	
16	0,63	0,00	0,00	-		28,56	0,00	A	
16	0,50	0,00	0,00	-		29,24	0,00	A	
17	0,50	0,00	0,00	-		29,24	0,00	A	
17	0,38	0,00	0,00	-		29,91	0,00	A	
18	0,38	0,00	0,00	-		29,91	0,00	A	
18	0,25	0,00	0,00	-		30,58	0,00	A	
19	0,25	0,00	0,00	-		30,58	0,00	A	
19	0,20	0,00	0,00	-		30,73	0,49	A	
20	0,20	0,00	0,00	-		30,73	0,49	A	
20	0,14	0,00	0,00	-		30,91	1,08	A	
21	0,14	0,00	0,00	-		34,05	1,08	A	
21	0,00	0,00	0,00	-		34,47	2,45	A	
22	0,00	0,00	0,00	-		34,48	2,45	A	
22	-0,15	0,00	0,00	-		34,93	3,92	A	
23	-0,15	0,00	0,00	-		34,93	3,92	A	
23	-0,30	0,00	0,00	-		35,39	5,40	A	
24	-0,30	0,00	0,00	-		35,39	5,40	A	
24	-0,42	0,00	0,00	-		35,77	6,62	A	
25	-0,42	0,00	0,00	-		35,77	6,62	A	
25	-0,55	0,00	0,00	-		36,15	7,85	A	
26	-0,55	0,00	0,00	-		36,15	7,85	A	
26	-0,76	0,00	2,08	-		36,79	9,93	A	
27	-0,76	0,00	2,08	-		36,80	9,93	A	
27	-0,97	0,00	4,17	-		37,44	12,02	A	
28	-0,97	0,00	4,17	-		37,44	12,02	A	
28	-1,19	0,00	6,25	-		38,08	14,10	A	
29	-1,19	0,00	6,25	-		38,09	14,10	A	
29	-1,40	0,00	8,34	-		38,73	16,19	A	
30	-1,40	0,00	8,34	-		38,73	16,19	A	
30	-1,61	0,00	10,39	-		39,36	18,24	A	
31	-1,61	0,00	10,39	-		39,37	18,24	A	
31	-1,82	0,00	12,44	-		40,00	20,29	A	
32	-1,82	0,00	12,44	-		40,00	20,29	A	
32	-2,03	0,00	14,49	-		40,63	22,34	A	
33	-2,03	0,00	14,49	-		40,63	22,34	A	
33	-2,24	0,00	16,54	-		41,26	24,39	A	
34	-2,24	0,00	16,54	-		41,27	24,39	A	
34	-2,44	0,00	18,59	-		41,90	26,44	A	
35	-2,44	0,00	18,59	-		41,90	26,44	A	
35	-2,65	0,00	20,64	-		42,53	28,49	A	
36	-2,65	0,00	20,64	-		42,53	28,49	A	
36	-2,86	0,00	22,69	-		43,16	30,54	A	
37	-2,86	0,00	22,69	-		43,16	30,54	A	
37	-3,07	0,00	24,74	-		43,80	32,59	A	
38	-3,07	0,00	24,74	-		43,80	32,59	A	
38	-3,28	0,00	26,79	-		44,43	34,64	A	
39	-3,28	0,00	26,79	-		44,43	34,64	A	
39	-3,49	0,00	28,84	-		45,06	36,69	A	
40	-3,49	0,00	28,84	-		45,06	36,69	A	
40	-3,71	0,00	31,04	-		45,74	38,89	A	
41	-3,71	0,00	31,04	-		45,74	38,89	A	
41	-3,94	0,00	33,24	-		46,42	41,08	A	
42	-3,94	0,00	33,24	-		46,42	41,08	A	
42	-4,16	0,00	35,43	-		47,09	43,28	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
43	-4,16	0,00	35,43	-		47,09	43,28	A	
43	-4,39	0,00	37,63	-		47,77	45,48	A	
44	-4,39	0,00	37,63	-		47,77	45,48	A	
44	-4,61	0,00	39,83	-		48,45	47,68	A	
45	-4,61	0,00	39,83	-		48,45	47,68	A	
45	-4,83	0,00	42,03	-		49,13	49,87	A	
46	-4,83	0,00	42,03	-		49,13	49,87	A	
46	-5,06	0,00	44,22	-		49,81	52,07	A	
47	-5,06	0,00	44,22	-		49,81	52,07	A	
47	-5,28	0,00	46,42	-		50,48	54,27	A	
48	-5,28	0,00	46,42	-		50,48	54,27	A	
48	-5,51	0,00	48,62	-		51,16	56,47	A	
49	-5,51	0,00	48,62	-		51,16	56,47	A	
49	-5,73	0,00	50,82	-		51,84	58,66	A	
50	-5,73	0,00	50,82	-		51,84	58,66	A	
50	-5,95	0,00	53,01	-		52,52	60,86	A	
51	-5,95	0,00	53,01	-		52,52	60,86	A	
51	-6,18	0,00	55,21	-		53,19	63,06	A	
52	-6,18	0,00	55,21	-		53,19	63,06	A	
52	-6,40	0,00	57,41	-		53,87	65,26	A	
53	-6,40	0,00	57,41	-		53,87	65,26	A	
53	-6,63	0,00	59,61	-		54,55	67,45	A	
54	-6,63	0,00	59,61	-		54,55	67,45	A	
54	-6,85	0,00	61,80	-		55,23	69,65	A	
55	-6,85	0,00	61,80	-		55,23	69,65	A	
55	-7,02	0,00	63,44	-		55,73	71,29	A	
56	-7,02	0,00	63,44	-		55,73	71,29	A	
56	-7,18	0,00	65,07	-		56,23	72,92	A	
57	-7,18	0,00	65,07	-		56,23	72,92	A	
57	-7,35	0,00	66,71	-		56,74	74,56	A	
58	-7,35	29,75	66,71	P		56,74	74,56	A	
58	-7,56	38,06	68,79	P		57,38	76,64	A	
59	-7,56	38,06	68,79	P		57,38	76,64	A	
59	-7,78	46,36	70,88	P		58,02	78,73	A	
60	-7,78	46,36	70,88	P		58,02	78,73	A	
60	-7,99	54,66	72,96	P		58,67	80,81	A	
61	-7,99	54,66	72,96	P		58,67	80,81	A	
61	-8,20	62,96	75,05	P		59,31	82,89	A	
62	-8,20	32,21	75,05	P		111,30	82,89	A	
62	-8,40	33,16	77,01	P		112,58	83,22	A	
63	-8,40	32,50	77,01	P		112,63	83,22	A	
63	-8,60	33,44	78,97	P		113,91	83,55	A	
64	-8,60	32,88	78,97	P		113,95	83,55	A	
64	-8,80	33,80	80,93	P		115,23	83,87	A	
65	-8,80	69,10	80,93	P		61,36	83,87	A	
65	-8,85	71,06	81,42	P		61,51	84,36	A	
66	-8,85	70,90	81,42	P		61,51	84,36	A	
66	-9,07	79,53	83,58	P		62,17	86,52	A	
67	-9,07	79,36	83,58	P		62,17	86,52	A	
67	-9,29	87,97	85,73	P		62,84	88,67	A	
68	-9,29	87,86	85,73	P		62,84	88,67	A	
68	-9,51	96,46	87,89	P		63,50	90,83	A	
69	-9,51	96,39	87,89	P		63,50	90,83	A	
69	-9,73	104,98	90,04	P		64,17	92,98	A	
70	-9,73	104,93	90,04	P		64,17	92,98	A	
70	-9,95	113,52	92,20	P		64,83	95,13	A	
71	-9,95	113,49	92,20	P		64,83	95,13	A	
71	-10,17	122,07	94,35	P		65,49	97,29	A	
72	-10,17	122,05	94,35	P		65,49	97,29	A	
72	-10,39	130,63	96,51	P		66,16	99,44	A	
73	-10,39	130,62	96,51	P		66,16	99,44	A	
73	-10,61	139,20	98,66	P		66,82	101,60	A	
74	-10,61	139,19	98,66	P		66,82	101,60	A	
74	-10,83	147,77	100,82	P		67,49	103,75	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
75	-10,83	147,76	100,82	P		67,49	103,75	A	
75	-11,05	156,34	102,97	P		68,15	105,91	A	
76	-11,05	156,33	102,97	P		68,15	105,91	A	
76	-11,27	157,69	105,12	3	96	68,82	108,06	A	
77	-11,27	157,69	105,12	3	96	68,82	108,06	A	
77	-11,49	160,43	107,28	3	92	69,48	110,22	A	
78	-11,49	160,43	107,28	3	92	69,48	110,22	A	
78	-11,71	161,18	109,43	3	89	70,14	112,37	A	
79	-11,71	161,18	109,43	3	89	70,14	112,37	A	
79	-11,93	161,13	111,59	3	85	70,81	114,53	A	
80	-11,93	161,12	111,59	3	85	70,81	114,53	A	
80	-12,14	161,42	113,74	3	81	71,47	116,68	A	
81	-12,14	161,42	113,74	3	81	71,47	116,68	A	
81	-12,36	152,63	115,90	2	73	72,14	118,84	A	
82	-12,36	152,63	115,90	2	73	72,14	118,84	A	
82	-12,58	147,72	118,05	2	68	72,80	120,99	A	
83	-12,58	147,72	118,05	2	68	72,80	120,99	A	
83	-12,80	143,58	120,21	2	64	73,46	123,15	A	
84	-12,80	143,58	120,21	2	64	73,46	123,15	A	
84	-13,02	140,09	122,36	2	60	74,13	125,30	A	
85	-13,02	140,09	122,36	2	60	74,13	125,30	A	
85	-13,24	137,24	124,52	2	57	74,79	127,45	A	
86	-13,24	137,24	124,52	2	57	74,79	127,45	A	
86	-13,46	135,02	126,67	2	54	75,46	129,61	A	
87	-13,46	135,02	126,67	2	54	75,46	129,61	A	
87	-13,68	133,42	128,83	2	51	76,12	131,76	A	
88	-13,68	133,42	128,83	2	51	76,12	131,76	A	
88	-13,90	128,36	130,98	1	48	76,79	133,92	A	
89	-13,90	128,36	130,98	1	48	76,79	133,92	A	
89	-14,12	115,27	133,14	1	42	77,45	136,07	A	
90	-14,12	115,27	133,14	1	42	77,45	136,07	A	
90	-14,34	104,11	135,29	1	37	78,11	138,23	A	
91	-14,34	104,11	135,29	1	37	78,11	138,23	A	
91	-14,56	94,76	137,45	1	32	82,17	140,38	1	
92	-14,56	94,76	137,45	1	32	82,42	140,38	1	
92	-14,78	87,04	139,60	1	29	89,87	142,54	1	
93	-14,78	87,04	139,60	1	29	90,11	142,54	1	
93	-15,00	80,81	141,75	1	26	96,34	144,69	1	
94	-15,00	104,83	141,75	1	28	100,94	144,69	A	
94	-15,20	96,65	143,72	1	25	101,78	146,65	A	
95	-15,20	96,65	143,72	1	25	102,20	146,65	A	
95	-15,40	90,10	145,68	1	23	103,29	148,62	1	
96	-15,40	90,10	145,68	1	23	103,46	148,62	A	
96	-15,60	84,97	147,64	1	21	104,31	150,58	A	
97	-15,60	84,97	147,64	1	21	104,71	150,58	A	
97	-15,80	81,09	149,60	1	20	105,56	152,54	A	
98	-15,80	81,09	149,60	1	20	105,95	152,54	A	
98	-16,00	78,25	151,56	1	18	106,81	154,50	A	
99	-16,00	78,25	151,56	1	18	114,88	154,50	1	
99	-16,20	76,30	153,53	1	18	117,34	156,46	1	
100	-16,20	76,30	153,53	1	18	132,08	156,46	1	
100	-16,40	75,07	155,49	1	17	134,06	158,43	1	
101	-16,40	75,07	155,49	1	17	135,82	158,43	1	24
101	-16,60	74,42	157,45	1	16	137,31	160,39	1	24
102	-16,60	74,42	157,45	1	16	138,15	160,39	1	25
102	-16,80	74,22	159,41	1	16	139,26	162,35	1	25
103	-16,80	97,36	159,41	1	20	131,43	162,35	1	21
103	-17,02	96,59	161,57	1	19	132,00	164,51	1	21
104	-17,02	96,59	161,57	1	19	132,77	164,51	1	21
104	-17,24	96,43	163,73	1	19	132,80	166,67	1	21
105	-17,24	96,43	163,73	1	19	132,87	166,67	1	21
105	-17,46	96,72	165,89	1	18	132,50	168,83	1	21
106	-17,46	96,72	165,89	1	18	132,50	168,83	1	21
106	-17,68	97,30	168,05	1	18	131,87	170,98	1	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
107	-17,68	97,30	168,05	1	18	120,59	170,98	1	
107	-17,90	98,07	170,20	1	18	119,67	173,14	1	
108	-17,90	98,07	170,20	1	18	110,09	173,14	1	
108	-18,12	98,96	172,36	1	18	108,98	175,30	1	
109	-18,12	98,96	172,36	1	18	105,01	175,30	1	
109	-18,34	99,91	174,52	1	17	104,60	177,46	A	
110	-18,34	99,91	174,52	1	17	104,94	177,46	1	
110	-18,56	100,89	176,68	1	17	105,76	179,62	A	
111	-18,56	100,89	176,68	1	17	105,99	179,62	A	
111	-18,78	101,89	178,84	1	17	106,92	181,77	A	
112	-18,78	101,89	178,84	1	17	107,14	181,77	A	
112	-19,00	102,89	180,99	1	17	108,07	183,93	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

17.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	1214,3	1533,6
Water	1669,7	1766,0
Total	2884,0	3299,7

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	3199,70 kN
Mobilized passive effective resistance	1214,35 kN
Percentage mobilized resistance	38,0 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	51378,78 kNm
Mobilized passive moment	17063,46 kNm
Percentage mobilized moment	33,2 %

17.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-148,88
Vertical force passive	392,83
Vertical anchor force (*)	-258,08
Resulting vertical force (no dead weight)	-14,13
Vertical toe capacity Rb;d	101,92
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 102)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-148,88
Vertical force passive	392,83
Vertical anchor force (*)	-258,08
Resulting vertical force (no dead weight)	-14,13
Vertical toe capacity Rb;d	2991,61
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 2992)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

17.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-7,35	02) zand, los	12,38	3,50	00) zand, opho...	-56,41
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-45,13
-8,80	04) zand, los	247,86	-3,49	02) zand, los	-77,24
-15,00	05) zand, matig	51,42	-8,20	03) veen, matig	0,00
-16,80	06) zand, vast	81,17	-8,80	04) zand, los	-139,34
			-15,00	05) zand, matig...	71,92
			-16,80	06) zand, vast ...	97,32

17.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	469,25	Elastic	Right	Anchor

End of Report

SPREADSHEET
DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING
versie 0.60

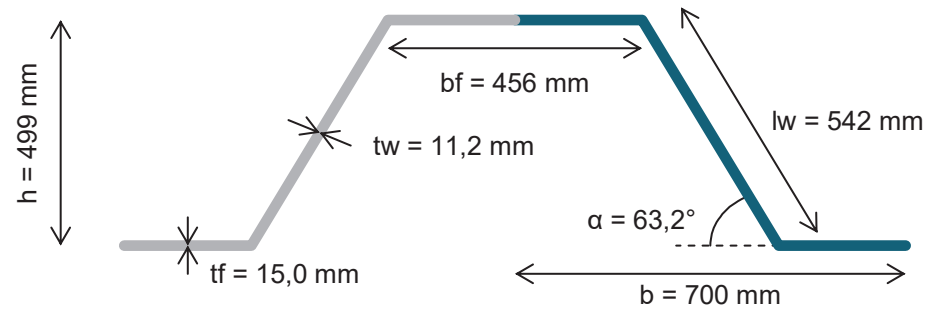
Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - betonschort zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL
Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN
algemeen
taal		=	**NL**

sheet pile properties
type damwand **AZ 36-700N**

profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	499	mm
flensdikte	t_f	=	15,0	mm
lijfdikte	t_w	=	11,2	mm
hoek lijf	α	=	63,2	°
weerstandsmoment	W	=	3590	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,47	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	456	mm
lijflengte	l_w	=	542	mm



corrosie eigenschappen
berekening corrosie		=	**absoluut**
levensduur	T	=	**50** jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**0** mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**1** mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	1 mm/50 jaar

staal eigenschappen
E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen
buigend moment	M_{Ed}	=	**319,46**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**197,59**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**421,24**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**13,9**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren
partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00**	-
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10**	-
--				--
--				--

BEREKENINGEN
eigenschappen
			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	201,2	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	3590	3375	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	4110	3849	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	84231	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	188181	176885	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	4533900	4225200	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	2	-

reductie factor corrosie = **0,94** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	319	$M_{c;Rd}$	1459	1366	**0,22**	**0,23**
dwarskracht	V_{Ed}	198	$V_{pl;Rd}$	1587	1445	**0,12**	**0,14**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	319; 198	$M_{V;Rd}$	1459	1366	**0,22**	**0,23**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	198	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
normaalkracht	N_{Ed}	421	$N_{pl;Rd}$	7664	7143	**0,05**	**0,06**
knik	N_{Ed}; 1.15·M_{Ed}	421; 367	χ·$N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	4022; 1459	3764; 1366	**0,39**	**0,42**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	319; 421	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	319; 198; 421	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,39**	**0,42**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - betonschort zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	40,0	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	36,3	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1459	1366	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,22**	**0,23**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	7053	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1587	1445	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,12**	**0,14**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1459	1366	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,22**	**0,23**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	542	542	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	65,3	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	nee	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	n.v.t.	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	7664	7143	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,05**	**0,06**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	9036	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,044	0,047	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	ja	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,889	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,157	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,527	-
buckling check (≤ 1)		=	**0,39**	**0,42**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

SPREADSHEET

DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING

versie 0.60

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - Permanent onderwater zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

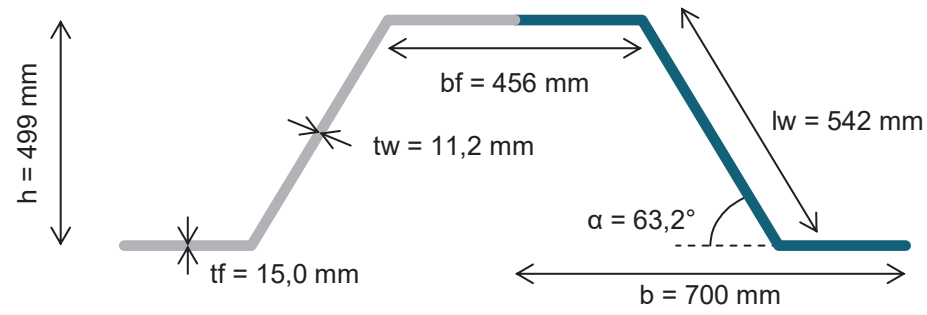
algemeen

taal		=	**NL**

sheet pile properties

type damwand **AZ 36-700N**

profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	499	mm
flensdikte	t_f	=	15,0	mm
lijfdikte	t_w	=	11,2	mm
hoek lijf	α	=	63,2	°
weerstandsmoment	W	=	3590	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,47	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	456	mm
lijflengte	l_w	=	542	mm



corrosie eigenschappen

berekening corrosie		=	**absoluut**	
levensduur	T	=	**50**	jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**1,75**	mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	2,75	mm/50 jaar

staal eigenschappen

E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen

buigend moment	M_{Ed}	=	**616,27**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**221,69**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**391,04**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**13,9**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00**	-
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10**	-
--				--
--				--

BEREKENINGEN

eigenschappen

			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	175,5	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	3590	2995	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	4110	3392	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	74767	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	188181	157010	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	4533900	3684975	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	3	-

reductie factor corrosie = **0,83** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	616	$M_{c;Rd}$	1459	1063	**0,42**	**0,58**
dwarskracht	V_{Ed}	222	$V_{pl;Rd}$	1587	1197	**0,14**	**0,19**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	616; 222	$M_{V;Rd}$	1459	1063	**0,42**	**0,58**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	222	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	1091	**n.v.t.**	**0,20**
normaalkracht	N_{Ed}	391	$N_{pl;Rd}$	7664	6229	**0,05**	**0,06**
knik	N_{Ed}; $1.15 \cdot M_{Ed}$	391; 709	$\chi \cdot N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	4022; 1459	3310; 1063	**0,64**	**0,86**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	616; 391	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	616; 222; 391	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,64**	**0,86**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - Permanent onderwater zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	45,7	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	3	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	43,9	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1459	1063	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,42**	**0,58**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	5843	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1587	1197	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,14**	**0,19**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1459	1063	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,42**	**0,58**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	542	542	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	78,9	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	ja	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,91	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	187	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	1091	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,20**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	7664	6229	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,05**	**0,06**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	8020	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,041	0,049	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	ja	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,881	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,147	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,531	-
buckling check (≤ 1)		=	**0,64**	**0,86**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

SPREADSHEET
DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING
versie 0.60

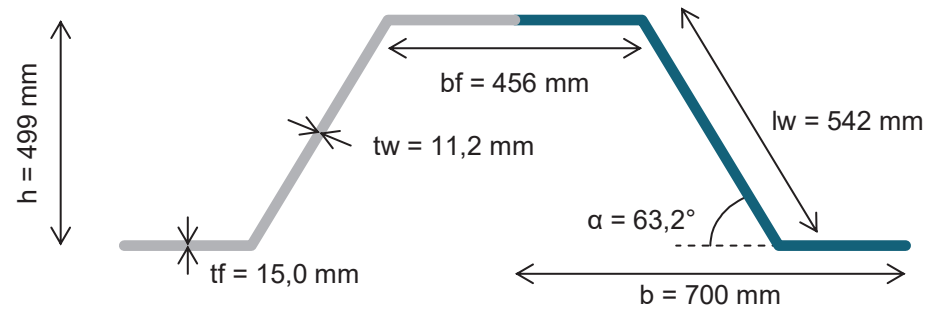
Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - in de grond zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL
Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN
algemeen
taal		=	**NL**

sheet pile properties
type damwand **AZ 36-700N**

profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	499	mm
flensdikte	t_f	=	15,0	mm
lijfdikte	t_w	=	11,2	mm
hoek lijf	α	=	63,2	°
weerstandsmoment	W	=	3590	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,47	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	456	mm
lijflengte	l_w	=	542	mm



corrosie eigenschappen
berekening corrosie		=	**absoluut**	
levensduur	T	=	**50**	jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	2	mm/50 jaar

staal eigenschappen
E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen
buigend moment	M_{Ed}	=	**411,32**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**219,09**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**434,63**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**13,9**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren
partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00**	-
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10**	-
--				--
--				--

BEREKENINGEN
eigenschappen
			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	215,9	186,5	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	3590	3158	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	4110	3588	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	89610	78831	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	188181	165545	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	4533900	3916500	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	2	-

reductie factor corrosie = **0,88** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING
toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	411	$M_{c;Rd}$	1459	1274	**0,28**	**0,32**
dwarskracht	V_{Ed}	219	$V_{pl;Rd}$	1587	1304	**0,14**	**0,17**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	411; 219	$M_{V;Rd}$	1459	1274	**0,28**	**0,32**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	219	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	1293	**n.v.t.**	**0,17**
normaalkracht	N_{Ed}	435	$N_{pl;Rd}$	7664	6621	**0,06**	**0,07**
knik	N_{Ed}; $1.15 \cdot M_{Ed}$	435; 473	$\chi \cdot N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	4022; 1459	3505; 1274	**0,48**	**0,54**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	411; 435	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	411; 219; 435	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,48**	**0,54**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Hoofdwand - in de grond zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	37,3	43,1	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	33,1	40,3	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1459	1274	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,28**	**0,32**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	7744	6361	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1587	1304	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,14**	**0,17**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1459	1274	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,28**	**0,32**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	542	542	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	59,5	72,4	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	ja	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,84	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	203	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	1293	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,17**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	7664	6621	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,06**	**0,07**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	9613	8456	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,045	0,051	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	ja	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	0,893	0,885	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	0,76	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	1,162	1,152	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	0,525	0,529	-
buckling check (≤ 1)		=	**0,48**	**0,54**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

SPREADSHEET
GROUTINJECTIEANKERS

versie 2.30

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Toetsing groutankers hoofdwand (gecorrodeerd)**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL

Berekening van groutinjectieankers conform CUR 166, 6e druk, deel 1+2, 2012
Berekening van de gording conform EN 1993-1-1+C2:2011
Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1+C2:2017

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal	=	**NL**	
refentieniveau	=	**NAP**	
maatgevende sondering	=	**4**	

belasting per strekkende meter

richting ingevoerde belasting		=	**onder hoek**	-
CUR stap 6.1-6.4	$P_{max\ (6.1-6.4)}$	=	**471**	kN/m¹
CUR stap 6.5	P_k	=	399	kN/m¹
CUR stap 6.5 x 1,2	P_k x 1,2	=	**479**	kN/m¹
MAX($P_{max\ (6.1-6.4)}$; P_k x 1,2)	P_{max}	=	479	kN/m¹

belasting per anker

horizontaal (BGT)	$P_{k;hor}$	=	967	kN/anker
horizontaal (UGT)	$P_{max;hor}$	=	1161	kN/anker
onder hoek (BGT)	P_k	=	1117	kN/anker
onder hoek (UGT)	P_{max}	=	1340	kN/anker

veiligheidsfactoren en benodigde controles

veiligheidsklasse	=	**RC2**
tijdelijke of permanente constructie?	=	**permanent**
controle op ankeruitval benodigd?	=	ja
controleproef op ieder anker benodigd?	=	ja

corrosie

berekening corrosie	=	**per jaar**	

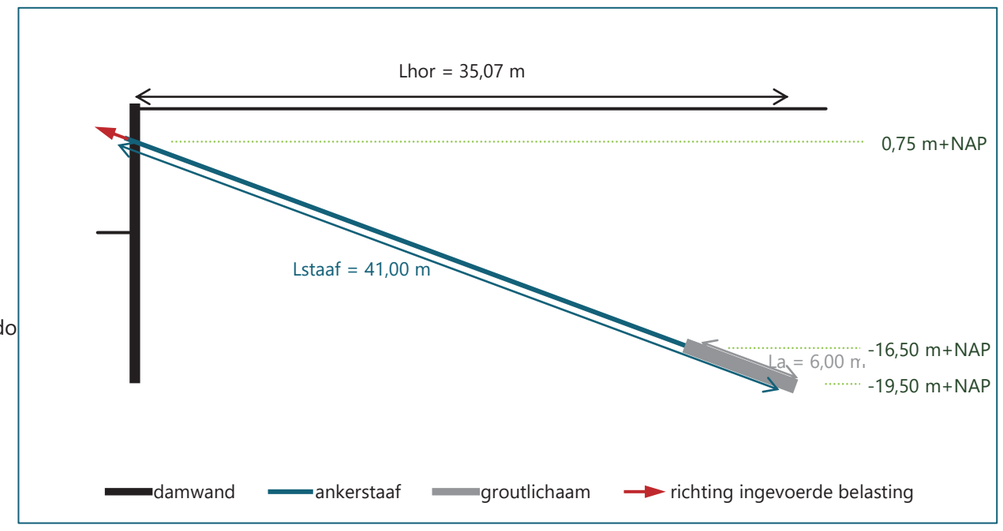
		ankerstaaf	gording	
corrosie per jaar	=	**0,020**	**0,000**	mm/jaar rondom
levensduur	=	**50**	**50**	jaar
corrosie tijdens levensduur	=	1,00	0,00	mm rondom

geometrie algemeen

maaiveldniveau actieve zijde		=	**3,50**	m+NAP
maaiveldniveau passieve zijde		=	**-6,85**	m+NAP
bovenkant damwand		=	**3,50**	m+NAP
onderkant damwand		=	**-19,00**	m+NAP

geometrie verankering

anker zijde		=	**rechts**	-
hoek ankers met horizontaal	α	=	**30**	°
hart-op-hart afstand	a	=	**2,80**	m
overlengte ankerstang	L_{over}	=	**0,50**	m
verankeringsniveau		=	**0,75**	m+NAP
bovenkant groutlichaam		=	-16,50	m+NAP
onderkant groutlichaam		=	-19,50	m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	=	6,00	m
lengte ankerstang	L_{staaf}	=	41,00	m
horizontale lengte achter damwand	L_{hor}	=	35,07	m



BEREKENING VAN ANKERSTAAF, GROUTLICHAAM EN GORDING

ankerstaaf

type ankerstaaf: **Jetmix 82,5 x 20,0 mm**

buitendiameter	D_o	=	82,5	mm
binnendiameter	D_i	=	42,5	mm
wanddikte	t	=	20	mm
--		=	--	
--		=	--	
oppervlakte doorsnede	A_{mtq}	=	3927	mm²
oppervlakte doorsnede met corrosie	$A_{mtg;corr}$	=	3671	mm²
staalkwaliteit		=	E-470	
vloeisspanning ankerstaal	f_y	=	515	N/mm²
breukspanning ankerstaal	f_{ua}	=	720	N/mm²

groutlichaam

standaard diameter schroefblad	$D_{stand.}$	=	350	mm
toegepaste diameter schroefblad	D_{keuze}	=	**350**	mm
overpersing diameter	D_{extra}	=	**20**	mm
diameter groutlichaam	D_{totaal}	=	370	mm
omtrek groutlichaam	O	=	1162	mm
bovenkant groutlichaam		=	**-16,50**	m+NAP
onderkant groutlichaam		=	-19,50	m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	=	**6,00**	m
schachtwrijvingsfactor	α_t	=	**0,015**	-
gemiddelde conusweerstand	$q_{c;gem}$	=	**20,0**	MPa
karakteristieke houdkracht per meter	$r_{ULS;m}$	=	348,7	kN/m

controle ankerstaaf

partial material factor yield	γ_{M0}	=	1,00	-
partial material factor thread	γ_{M2}	=	1,25	-
reduction factor thread	k_t	=	0,90	-
yield strength anchor rod	$F_{tq;Rd}$	=	1891	kN
tensile strength anchor rod	$F_{tt;Rd}$	=	1903	kN
total strength anchor rod	$F_{t;Rd}$	=	1891	kN
conversiefactor NL	γ_{NL}	=	1,25	-
rekenwaarde sterkte ankerstaaf	$R_{t;d}$	=	1512	kN
ontwerpbelasting ankerstaaf	$E_{ULS;d}$	=	1340	kN
controle sterkte ankerstaaf (unity check ≤ 1)			**0,89**	-

controle groutlichaam

correlatiefactor	ξ_{ULS}	=	1,00	-
partiële materiaalfactor	$\gamma_{a;ULS}$	=	1,35	-
gemeten weerstand groutlichaam	$R_{ULS;m}$	=	2092	kN
karakterisitieke weerstand groutlichaam	$R_{ULS;k}$	=	2092	kN
rekenwaarde weerstand groutlichaam	$R_{ULS;d}$	=	1550	kN
rekenwaarde kracht groutlichaam	$E_{ULS;d}$	=	1340	kN
controle houdkracht groutlichaam (unity check ≤ 1)			**0,86**	-

SPREADSHEET

GROUTINJECTIEANKERS

versie 2.30

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Toetsing groutankers hoofdwand (gecorrodeerd)**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

SAMENVATTING

verificatie	type	situatie	belasting	weerstand	eenheid	unity check	check
verificatie ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 20,0 mm; L = 41,00 m	standaard	1340	1512	kN	0,89	**ok**
	hart-op-hart afstand = 2,80 m	ankeruitval	1675	1891	kN	0,89	**ok**
verificatie groutlichaam	D = 370 mm; L = 6,00 m;	standaard	1340	1550	kN	0,86	**ok**
	van -16,50 tot -19,50 m+NAP	ankeruitval	1675	2092	kN	0,80	**ok**

II

BIJLAGE: VLEUGELWAND

1 D-Sheet rapport snede 1.
2 Excelsheet snede 1 - betonschort zone.
3 Excelsheet snede 1 - perm onder water zone.
4 Excelsheet snede 1 - in de grond zone.
5 Excelsheet groutankers voor bij snede 1.

Report for D-Sheet Piling 19.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report:	3/12/2020
Time of report:	1:55:00 PM
Report with version:	19.1.1.23942
Date of calculation:	3/12/2020
Time of calculation:	11:46:13 AM
Calculated with version:	19.1.1.23942
File name:	P:\..\1. Berekeningen\Vleugelwand\berekening vleugelwand snede 1 AZ26
Project identification:	Markiezaat Container Terminal Vleugelwand snede 1 Gecorrodeerd

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Supports 3
2.3 Anchors and Struts 3
2.4 Overall Stability per Stage 4
2.5 Warnings 4
2.6 CUR Verification Steps 5
3 Input Data for all Stages 6
3.1 Sheet Piling Properties 6
3.1.1 General Properties 6
3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 6
3.1.3 Maximum Allowable Moments 6
3.1.4 Properties for Vertical Balance 6
4 Outline Stage 1: Initiele situatie 7
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m 8
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen 9
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,60m 10
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte 11
9 Outline Stage 6: Definitieve situatie 12
10 Outline Stage 7: Inzet waterberging 13
11 Step 6.3 Stage 7: Inzet waterberging 14
11.1 Calculation Results 14
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 14
11.1.2 Moments, Forces and Displacements 14
11.1.3 Charts of Stresses 16
11.1.4 Stresses 16
11.1.5 Percentage Mobilized Resistance 17
11.1.6 Vertical Force Balance 17
11.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 18
11.1.8 Anchors/Struts 18
12 Step 6.4 Stage 7: Inzet waterberging 19
12.1 Calculation Results 19
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
12.1.2 Moments, Forces and Displacements 19
12.1.3 Charts of Stresses 21
12.1.4 Stresses 21
12.1.5 Percentage Mobilized Resistance 22
12.1.6 Vertical Force Balance 22
12.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 23
12.1.8 Anchors/Struts 23

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		27,65	10,18	0,0	16,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		26,51	-10,43	0,0	16,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,5	-2,49	1,81	0,0	10,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-2,99	2,17			
2	EC7(NL)-Step 6.3		294,71	80,57	0,0	26,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		289,92	-94,74	0,0	27,4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	**-60,8**	145,99	49,29	0,0	16,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		175,19	59,15			
3	EC7(NL)-Step 6.3		115,25	-83,61	22,2	25,2	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.4		137,70	-83,61	22,4	25,6	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5	-48,5	137,91	-83,30	14,6	16,9	Sufficient
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		165,50	-99,96			
4	EC7(NL)-Step 6.3		110,88	-84,54	28,5	32,5	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.4		139,92	-79,22	28,7	33,0	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5	-51,2	134,77	-74,34	18,5	21,4	Sufficient
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		161,73	-89,21			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-275,23	-139,49	49,3	54,0	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.4		-249,82	-132,56	49,7	54,9	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5	-48,8	131,08	-88,86	29,0	33,0	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		157,30	-106,63			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-451,90	-216,70	59,0	64,0	Sufficient
6	EC7(NL)-Step 6.4		-426,76	-206,23	60,7	66,1	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5	-56,4	-208,10	-132,48	32,6	37,0	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-249,72	-158,98			
7	EC7(NL)-Step 6.3		**-455,10**	**-218,68**	59,7	64,8	Sufficient
7	EC7(NL)-Step 6.4		-428,28	-210,08	**61,4**	**66,7**	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	-57,0	-212,93	-133,74	33,0	37,4	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-255,51	-160,49			
Max		**-60,8**	**-455,10**	**-218,68**	**61,4**	**66,7**	Sufficient

2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support at 3,50 [m]		Support at 2,67 [m]	
		Force [kN]	Moment [kNm]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
3	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
4	EC7(NL)-Step 6.4	0,22	-0,01	-0,05	0,01
5	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
6	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-
7	EC7(NL)-Step 6.4	-	-	-	-

2.3 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Anker gecorrodeerd 82,5..	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.3	100,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	100,00	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	120,00	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	132,07	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	123,59	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	135,78	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.3	217,00	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.4	205,34	Elastic
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	175,38	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.3	330,86	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.4	308,60	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	251,05	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	**336,66**	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	320,73	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,20	253,26	Elastic
Max		**336,66**	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

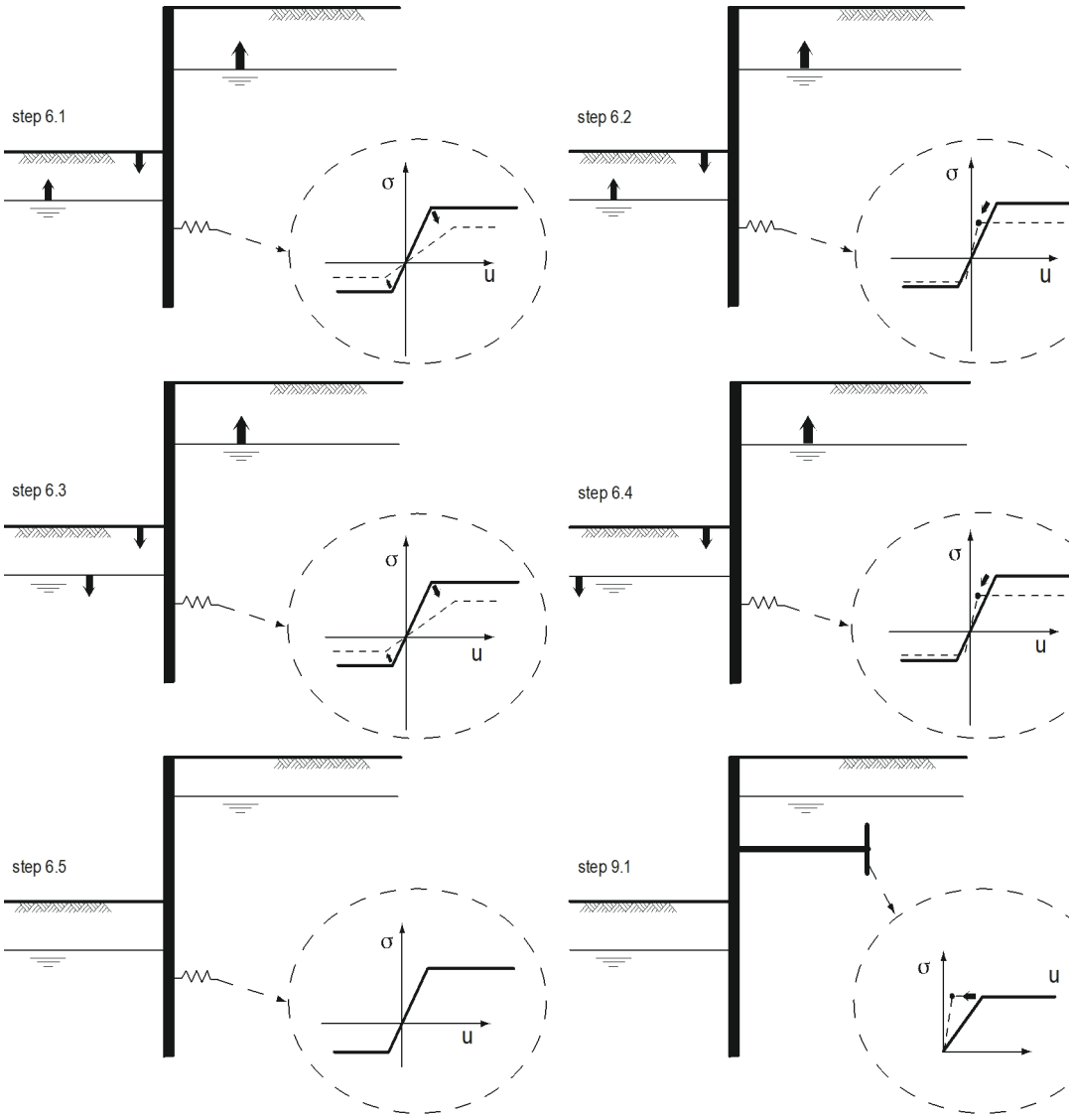
2.4 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Initiele situatie	8,47
Aanvullen tot NAP+1m	4,14
Aanbrengen ankers en opspannen	4,14
Aanvullen tot NAP+3,60m	2,59
Ontgraven tot constructiediepte	1,86
Definitieve situatie	1,55
Inzet waterberging	1,54

2.5 Warnings

* Phi values
  In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
  Profile(s):
  - Initieel L
  - Initieel
  - aanvullen tot NAP+1m
  - aanvullen tot NAP+3,5m
  - aanvullen tot NAP+3,5m -d
  - aanvullen tot NAP+3,5m L

2.6 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 Sheet Piling Properties

Length	18,60 m
Level top side	3,60 m
Number of sections	3
q_b;max	10,00 MPa
Xi factor	1,39

3.1.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26-700N (S3...	-1,40	3,60	Steel	1,00
AZ 26-700N (S3...	-7,00	-1,40	Steel	1,00
AZ 26-700N (S3...	-15,00	-7,00	Steel	1,00

3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 26-700N (S3...	1,1697E+05	1,00	1,1697E+05	
AZ 26-700N (S3...	1,0184E+05	1,00	1,0184E+05	
AZ 26-700N (S3...	1,0834E+05	1,00	1,0834E+05	

3.1.3 Maximum Allowable Moments

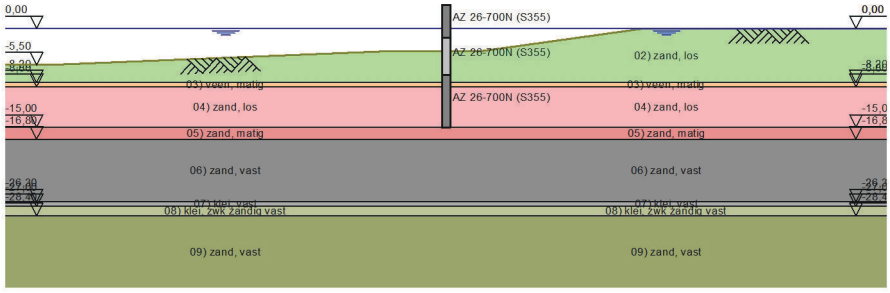
Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26-700N (S3...	993,27	1,00	1,00	1,00	920,53
AZ 26-700N (S3...	857,65	1,00	1,00	1,00	689,31
AZ 26-700N (S3...	915,77	1,00	1,00	1,00	915,77

3.1.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
AZ 26-700N (S3...	-1,40	3,60	460,00	1,37	163,00
AZ 26-700N (S3...	-7,00	-1,40	460,00	1,37	139,00
AZ 26-700N (S3...	-15,00	-7,00	460,00	1,37	149,00

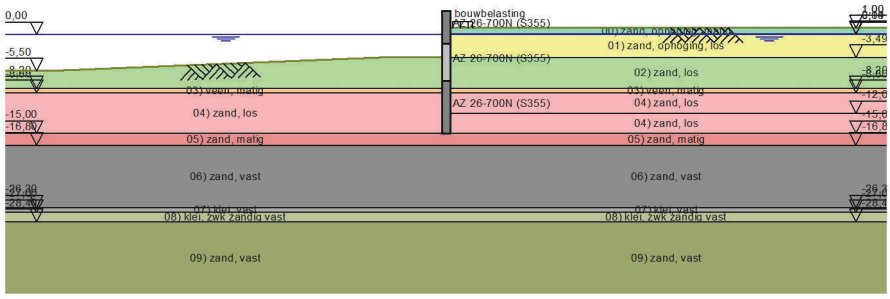
4 Outline Stage 1: Initiele situatie

Outline - Stage 1: Initiele situatie



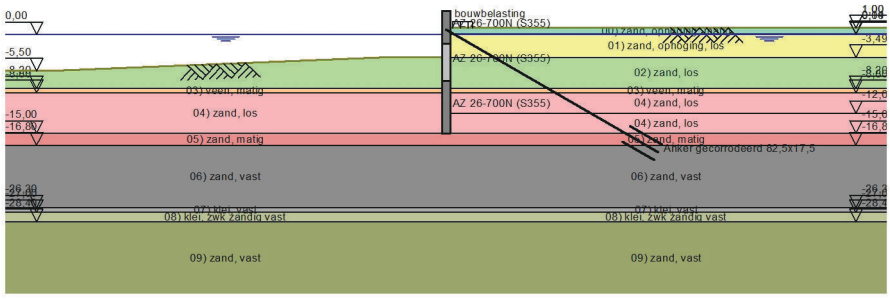
5 Outline Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m

Outline - Stage 2: Aanvullen tot NAP+1m



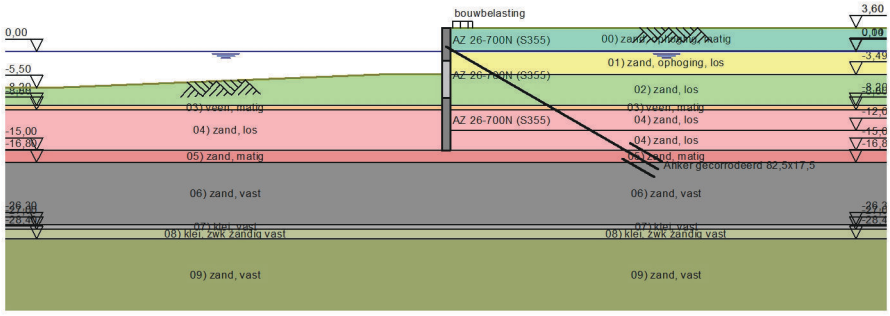
6 Outline Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen

Outline - Stage 3: Aanbrengen ankers en opspannen



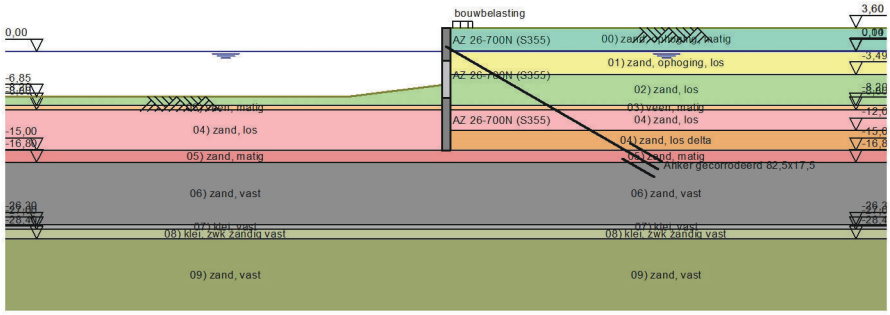
7 Outline Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,60m

Outline - Stage 4: Aanvullen tot NAP+3,60m



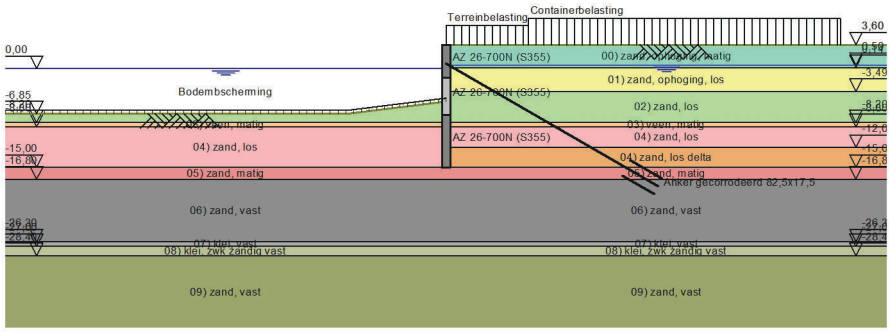
8 Outline Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte

Outline - Stage 5: Ontgraven tot constructiediepte



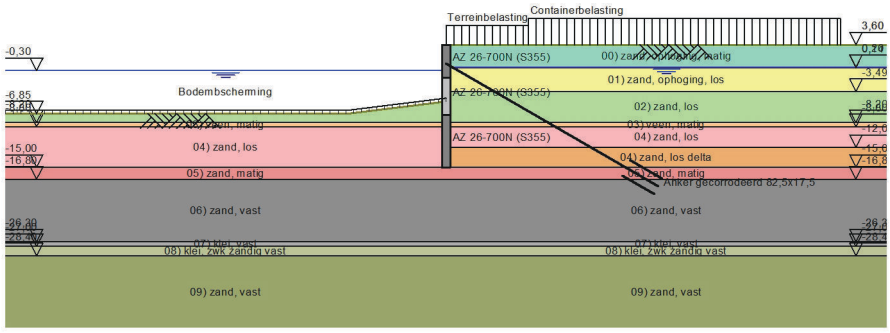
9 Outline Stage 6: Definitieve situatie

Outline - Stage 6: Definitieve situatie



10 Outline Stage 7: Inzet waterberging

Outline - Stage 7: Inzet waterberging

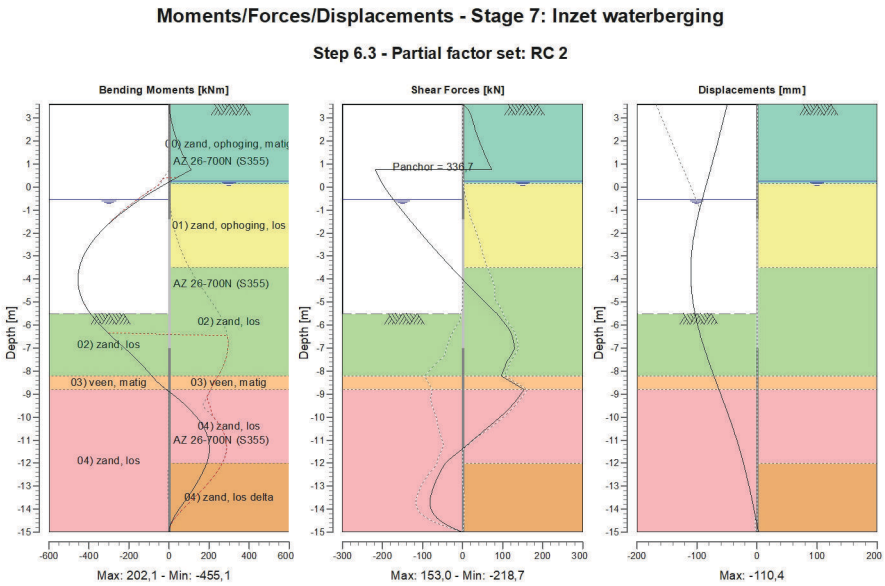


11 Step 6.3 Stage 7: Inzet waterberging

11.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

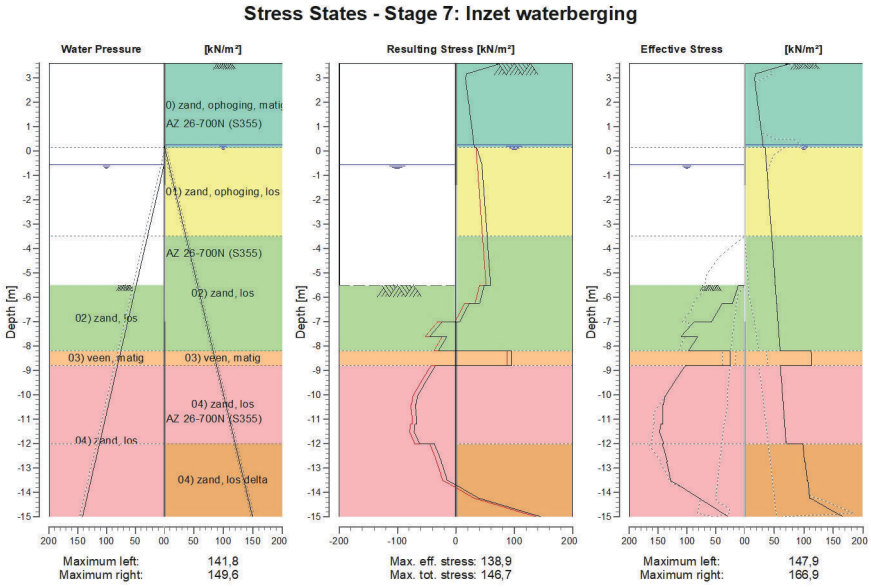


11.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,60	0,00	0,01	-49,6
1	3,50	0,30	6,35	-50,5
2	3,50	0,34	6,21	-50,5
2	2,67	17,36	28,78	-58,5
3	2,67	17,29	28,24	-58,5
3	1,83	47,64	45,22	-66,6
4	1,83	47,64	45,22	-66,6
4	1,00	93,70	65,93	-75,0
5	1,00	93,70	65,93	-75,0
5	0,75	111,04	72,87	-77,6
6	0,75	111,04	**-218,68**	-77,6
6	0,50	57,27	-211,40	-80,2
7	0,50	57,27	-211,39	-80,2
7	0,25	5,37	-203,78	-82,9
8	0,25	5,37	-203,78	-82,9
8	0,20	-4,78	-202,21	-83,4
9	0,20	-4,78	-202,21	-83,4
9	0,14	-16,85	-200,28	-84,1
10	0,14	-16,85	-200,28	-84,1
10	0,00	-44,54	-195,15	-85,6
11	0,00	-44,54	-195,15	-85,6
11	-0,30	-101,33	-183,32	-88,8
12	-0,30	-101,33	-183,32	-88,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,55	-145,84	-172,57	-91,4
13	-0,55	-145,83	-172,58	-91,4
13	-1,40	-276,11	-133,59	-99,6
14	-1,40	-276,12	-133,60	-99,6
14	-2,10	-357,58	-100,01	-104,9
15	-2,10	-357,58	-100,02	-104,9
15	-2,79	-415,13	-64,95	-108,6
16	-2,79	-415,13	-64,97	-108,6
16	-3,49	-447,76	-28,44	**-110,3**
17	-3,49	-447,76	-28,43	**-110,3**
17	-4,25	**-453,76**	12,83	-109,7
18	-4,25	**-453,76**	12,80	-109,7
18	-5,00	-427,98	55,78	-106,6
19	-5,00	-427,98	55,75	-106,6
19	-5,50	-392,79	85,16	-103,3
20	-5,50	-392,78	85,24	-103,3
20	-6,25	-315,94	118,70	-96,4
21	-6,25	-315,95	118,81	-96,4
21	-7,00	-221,95	129,82	-87,9
22	-7,00	-221,95	129,82	-87,9
22	-7,60	-149,56	109,40	-80,1
23	-7,60	-149,56	109,38	-80,1
23	-8,20	-87,57	95,77	-71,9
24	-8,20	-87,57	95,76	-71,9
24	-8,80	-12,96	152,95	-63,4
25	-8,80	-12,96	152,96	-63,4
25	-9,60	96,07	116,91	-52,0
26	-9,60	96,08	116,88	-52,0
26	-10,40	170,06	66,25	-41,2
27	-10,40	170,05	66,17	-41,2
27	-11,20	201,10	11,79	-31,3
28	-11,20	201,11	11,74	-31,3
28	-12,00	188,18	-42,93	-22,6
29	-12,00	188,17	-43,02	-22,6
29	-12,75	146,71	-65,99	-15,5
30	-12,75	146,71	-66,10	-15,5
30	-13,50	91,12	-80,87	-9,1
31	-13,50	91,12	-80,89	-9,1
31	-14,25	31,60	-70,96	-3,2
32	-14,25	31,62	-70,97	-3,2
32	-15,00	0,00	-0,25	2,5
Max		**-453,76**	**-218,68**	**-110,3**
Max, minor nodes incl.		-455,10	-218,68	-110,4

11.1.3 Charts of Stresses



11.1.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,60	0,00	0,00	-		0,00	0,00	P	
1	3,50	0,00	0,00	-		64,37	0,00	1	28
2	3,50	0,00	0,00	-		64,51	0,00	1	28
2	2,67	0,00	0,00	-		18,14	0,00	A	
3	2,67	0,00	0,00	-		18,14	0,00	A	
3	1,83	0,00	0,00	-		22,62	0,00	A	
4	1,83	0,00	0,00	-		22,61	0,00	A	
4	1,00	0,00	0,00	-		27,09	0,00	A	
5	1,00	0,00	0,00	-		27,09	0,00	A	
5	0,75	0,00	0,00	-		28,43	0,00	A	
6	0,75	0,00	0,00	-		28,43	0,00	A	
6	0,50	0,00	0,00	-		29,78	0,00	A	
7	0,50	0,00	0,00	-		29,77	0,00	A	
7	0,25	0,00	0,00	-		31,12	0,00	A	
8	0,25	0,00	0,00	-		31,11	0,00	A	
8	0,20	0,00	0,00	-		31,27	0,49	A	
9	0,20	0,00	0,00	-		31,27	0,49	A	
9	0,14	0,00	0,00	-		31,45	1,08	A	
10	0,14	0,00	0,00	-		34,64	1,08	A	
10	0,00	0,00	0,00	-		35,07	2,45	A	
11	0,00	0,00	0,00	-		35,06	2,45	A	
11	-0,30	0,00	0,00	-		35,98	5,40	A	
12	-0,30	0,00	0,00	-		35,98	5,40	A	
12	-0,55	0,00	0,00	-		36,74	7,85	A	
13	-0,55	0,00	0,00	-		36,73	7,85	A	
13	-1,40	0,00	8,34	-		39,34	16,19	A	
14	-1,40	0,00	8,34	-		39,31	16,19	A	
14	-2,10	0,00	15,17	-		41,45	23,02	A	
15	-2,10	0,00	15,17	-		41,41	23,02	A	
15	-2,79	0,00	22,01	-		43,57	29,86	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
16	-2,79	0,00	22,01	-		43,52	29,86	A	
16	-3,49	0,00	28,84	-		45,68	36,69	A	
17	-3,49	0,00	28,84	-		45,62	36,69	A	
17	-4,25	0,00	36,25	-		47,97	44,10	A	
18	-4,25	0,00	36,25	-		47,91	44,10	A	
18	-5,00	0,00	43,65	-		50,25	51,50	A	
19	-5,00	0,00	43,65	-		50,20	51,50	A	
19	-5,50	0,00	48,56	-		51,76	56,41	A	
20	-5,50	11,09	48,56	P		51,70	56,41	A	
20	-6,25	21,14	55,92	P		54,04	63,77	A	
21	-6,25	39,01	55,92	P		53,97	63,77	A	
21	-7,00	57,59	63,27	P		56,30	71,12	A	
22	-7,00	87,72	63,27	P		56,25	71,12	A	
22	-7,60	110,38	69,16	P		58,11	77,01	A	
23	-7,60	81,19	69,16	P		58,06	77,01	A	
23	-8,20	97,87	75,05	P		59,92	82,89	A	
24	-8,20	25,01	75,05	P		112,38	82,89	A	
24	-8,80	25,76	80,93	P		113,32	88,78	A	
25	-8,80	103,06	80,93	P		60,31	88,78	A	
25	-9,60	125,85	88,78	P		62,78	96,63	A	
26	-9,60	125,35	88,78	P		62,73	96,63	A	
26	-10,40	141,20	96,63	3	95	65,20	104,48	A	
27	-10,40	142,40	96,63	3	96	65,15	104,48	A	
27	-11,20	142,38	104,48	3	83	67,62	112,32	A	
28	-11,20	145,47	104,48	3	83	67,57	112,32	A	
28	-12,00	140,27	112,32	2	70	70,03	120,17	A	
29	-12,00	143,10	112,32	2	69	98,17	120,17	A	
29	-12,75	133,82	119,68	2	58	101,40	127,53	A	
30	-12,75	135,33	119,68	2	58	102,54	127,53	A	
30	-13,50	128,38	127,04	2	50	105,81	134,89	A	
31	-13,50	129,22	127,04	1	50	106,82	134,89	A	
31	-14,25	77,46	134,40	1	27	110,11	142,25	A	
32	-14,25	78,01	134,40	1	27	112,26	142,25	A	
32	-15,00	28,04	141,75	1		166,91	149,60	1	30

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

11.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	925,6	1101,4
Water	1024,2	1140,7
Total	1949,8	2242,1

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1429,15 kN
Mobilized passive effective resistance	925,60 kN
Percentage mobilized resistance	64,8 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	17959,78 kNm
Mobilized passive moment	10722,52 kNm
Percentage mobilized moment	59,7 %

11.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-114,61
Vertical force passive	286,08
Vertical anchor force (*)	-185,16
Resulting vertical force (no dead weight)	-13,69
Vertical toe capacity Rb;d	89,33
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 89)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-114,61
Vertical force passive	286,08
Vertical anchor force (*)	-185,16
Resulting vertical force (no dead weight)	-13,69
Vertical toe capacity Rb;d	2757,79
Vertical toe capacity is sufficient (14 <= 2758)	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

11.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-5,50	02) zand, los	50,73	3,60	00) zand, opho...	-31,64
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-45,80
-8,80	04) zand, los	235,35	-3,49	02) zand, los	-78,12
-15,00	05) zand, matig	0,00	-8,20	03) veen, matig	0,00
			-8,80	04) zand, los	-65,54
			-12,00	04) zand, los d...	106,49
			-15,00	05) zand, matig	0,00

11.1.8 Anchors/Struts

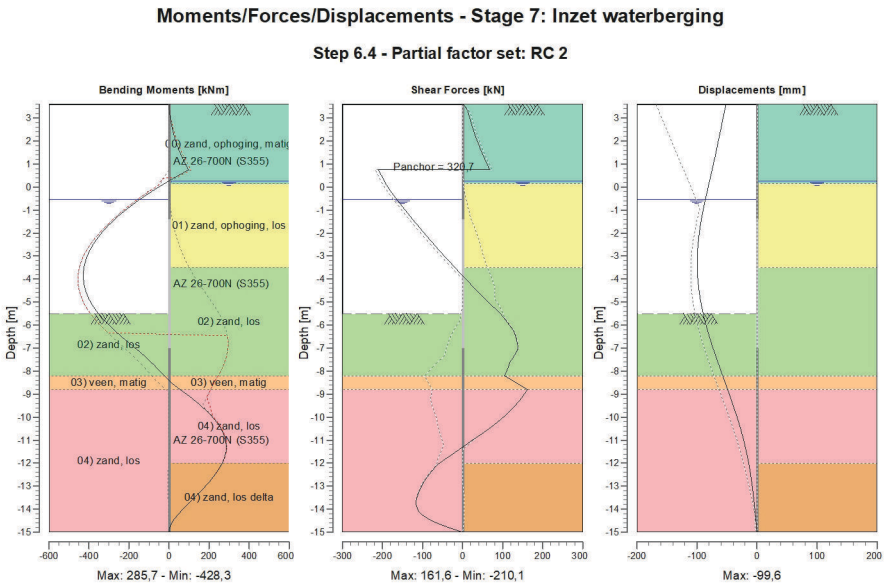
Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	336,66	Elastic	Right	Anchor

12 Step 6.4 Stage 7: Inzet waterberging

12.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

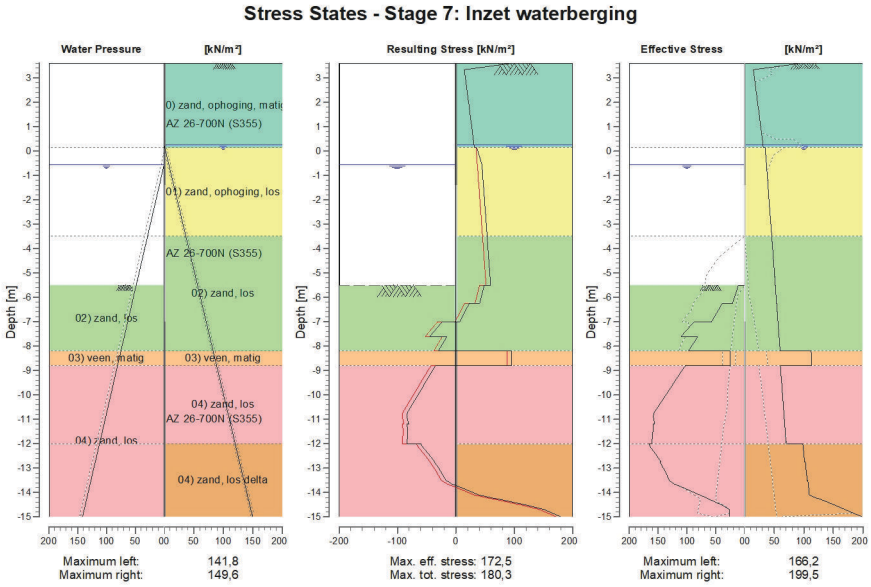


12.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	3,60	0,00	0,02	-51,9
1	3,50	0,34	7,14	-52,7
2	3,50	0,43	5,81	-52,7
2	2,67	13,82	23,30	-59,2
3	2,67	13,81	23,05	-59,2
3	1,83	39,83	40,03	-65,8
4	1,83	39,83	40,03	-65,8
4	1,00	81,56	60,74	-72,7
5	1,00	81,56	60,74	-72,7
5	0,75	97,60	67,68	-74,8
6	0,75	97,60	**-210,08**	-74,8
6	0,50	45,98	-202,81	-77,0
7	0,50	45,98	-202,79	-77,0
7	0,25	-3,77	-195,18	-79,2
8	0,25	-3,77	-195,18	-79,2
8	0,20	-13,49	-193,61	-79,6
9	0,20	-13,49	-193,61	-79,6
9	0,14	-25,05	-191,68	-80,2
10	0,14	-25,05	-191,68	-80,2
10	0,00	-51,53	-186,55	-81,4
11	0,00	-51,53	-186,55	-81,4
11	-0,30	-105,75	-174,72	-84,0
12	-0,30	-105,75	-174,72	-84,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,55	-148,10	-163,97	-86,1
13	-0,55	-148,10	-163,99	-86,1
13	-1,40	-271,07	-124,99	-92,6
14	-1,40	-271,07	-125,01	-92,6
14	-2,10	-346,55	-91,41	-96,6
15	-2,10	-346,55	-91,42	-96,6
15	-2,79	-398,11	-56,35	-99,0
16	-2,79	-398,11	-56,38	-99,0
16	-3,49	**-424,75**	-19,84	**-99,5**
17	-3,49	**-424,75**	-19,83	**-99,5**
17	-4,25	-424,26	21,42	-97,7
18	-4,25	-424,26	21,40	-97,7
18	-5,00	-391,99	64,38	-93,6
19	-5,00	-391,99	64,35	-93,6
19	-5,50	-352,50	93,76	-89,7
20	-5,50	-352,49	93,83	-89,7
20	-6,25	-269,20	127,30	-82,2
21	-6,25	-269,21	127,40	-82,2
21	-7,00	-168,77	138,42	-73,2
22	-7,00	-168,77	138,41	-73,2
22	-7,60	-91,22	118,00	-65,4
23	-7,60	-91,22	117,98	-65,4
23	-8,20	-24,07	104,37	-57,2
24	-8,20	-24,07	104,36	-57,2
24	-8,80	55,69	161,55	-49,0
25	-8,80	55,69	161,56	-49,0
25	-9,60	171,60	125,51	-38,3
26	-9,60	171,61	125,49	-38,3
26	-10,40	252,31	73,56	-28,7
27	-10,40	252,31	73,47	-28,7
27	-11,20	285,39	8,48	-20,5
28	-11,20	285,39	8,46	-20,5
28	-12,00	265,59	-57,96	-14,0
29	-12,00	265,60	-58,18	-14,0
29	-12,75	207,20	-94,44	-9,3
30	-12,75	207,20	-94,60	-9,3
30	-13,50	127,92	-114,38	-5,6
31	-13,50	127,94	-114,70	-5,6
31	-14,25	43,27	-100,94	-2,7
32	-14,25	43,22	-100,75	-2,7
32	-15,00	-0,03	-0,54	0,1
Max		**-424,75**	**-210,08**	**-99,5**
Max, minor nodes incl.		-428,28	-210,08	-99,6

12.1.3 Charts of Stresses



12.1.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	3,60	0,00	0,00	-		0,00	0,00	P	
1	3,50	0,00	0,00	-		64,36	0,00	1	28
2	3,50	0,00	0,00	-		64,50	0,00	1	28
2	2,67	0,00	0,00	-		18,14	0,00	A	
3	2,67	0,00	0,00	-		18,14	0,00	A	
3	1,83	0,00	0,00	-		22,62	0,00	A	
4	1,83	0,00	0,00	-		22,61	0,00	A	
4	1,00	0,00	0,00	-		27,09	0,00	A	
5	1,00	0,00	0,00	-		27,09	0,00	A	
5	0,75	0,00	0,00	-		28,43	0,00	A	
6	0,75	0,00	0,00	-		28,43	0,00	A	
6	0,50	0,00	0,00	-		29,78	0,00	A	
7	0,50	0,00	0,00	-		29,77	0,00	A	
7	0,25	0,00	0,00	-		31,12	0,00	A	
8	0,25	0,00	0,00	-		31,11	0,00	A	
8	0,20	0,00	0,00	-		31,27	0,49	A	
9	0,20	0,00	0,00	-		31,27	0,49	A	
9	0,14	0,00	0,00	-		31,45	1,08	A	
10	0,14	0,00	0,00	-		34,64	1,08	A	
10	0,00	0,00	0,00	-		35,07	2,45	A	
11	0,00	0,00	0,00	-		35,06	2,45	A	
11	-0,30	0,00	0,00	-		35,98	5,40	A	
12	-0,30	0,00	0,00	-		35,98	5,40	A	
12	-0,55	0,00	0,00	-		36,74	7,85	A	
13	-0,55	0,00	0,00	-		36,73	7,85	A	
13	-1,40	0,00	8,34	-		39,34	16,19	A	
14	-1,40	0,00	8,34	-		39,31	16,19	A	
14	-2,10	0,00	15,17	-		41,45	23,02	A	
15	-2,10	0,00	15,17	-		41,41	23,02	A	
15	-2,79	0,00	22,01	-		43,57	29,86	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
16	-2,79	0,00	22,01	-		43,52	29,86	A	
16	-3,49	0,00	28,84	-		45,68	36,69	A	
17	-3,49	0,00	28,84	-		45,62	36,69	A	
17	-4,25	0,00	36,25	-		47,97	44,10	A	
18	-4,25	0,00	36,25	-		47,91	44,10	A	
18	-5,00	0,00	43,65	-		50,25	51,50	A	
19	-5,00	0,00	43,65	-		50,20	51,50	A	
19	-5,50	0,00	48,56	-		51,76	56,41	A	
20	-5,50	11,09	48,56	P		51,70	56,41	A	
20	-6,25	21,14	55,92	P		54,04	63,77	A	
21	-6,25	39,01	55,92	P		53,97	63,77	A	
21	-7,00	57,59	63,27	P		56,30	71,12	A	
22	-7,00	87,72	63,27	P		56,25	71,12	A	
22	-7,60	110,38	69,16	P		58,11	77,01	A	
23	-7,60	81,19	69,16	P		58,06	77,01	A	
23	-8,20	97,87	75,05	P		59,92	82,89	A	
24	-8,20	25,01	75,05	P		112,38	82,89	A	
24	-8,80	25,76	80,93	P		113,32	88,78	A	
25	-8,80	103,06	80,93	P		60,31	88,78	A	
25	-9,60	125,85	88,78	P		62,78	96,63	A	
26	-9,60	125,35	88,78	P		62,73	96,63	A	
26	-10,40	148,10	96,63	P		65,20	104,48	A	
27	-10,40	147,89	96,63	P		65,15	104,48	A	
27	-11,20	156,08	104,48	3	91	67,62	112,32	A	
28	-11,20	159,18	104,48	3	91	67,57	112,32	A	
28	-12,00	161,27	112,32	3	81	70,03	120,17	A	
29	-12,00	166,17	112,32	3	80	98,17	120,17	A	
29	-12,75	145,38	119,68	2	63	101,40	127,53	A	
30	-12,75	146,89	119,68	2	63	102,54	127,53	A	
30	-13,50	130,80	127,04	2	51	105,81	134,89	A	
31	-13,50	131,65	127,04	2	51	106,82	134,89	A	
31	-14,25	63,54	134,40	1	23	123,51	142,25	1	
32	-14,25	64,09	134,40	1	22	125,66	142,25	1	
32	-15,00	27,02	141,75	A		199,49	149,60	1	35

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

12.1.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	952,7	1115,5
Water	1024,2	1140,7
Total	1976,9	2256,3

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	1429,15 kN
Mobilized passive effective resistance	952,71 kN
Percentage mobilized resistance	66,7 %
Position single support	0,75 m
Maximum passive moment	17959,78 kNm
Mobilized passive moment	11021,76 kNm
Percentage mobilized moment	61,4 %

12.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	10,000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-107,32
Vertical force passive	294,60
Vertical anchor force (*)	-176,40
Resulting vertical force (no dead weight)	10,88
Vertical toe capacity Rb;d	89,33
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-107,32
Vertical force passive	294,60
Vertical anchor force (*)	-176,40
Resulting vertical force (no dead weight)	10,88
Vertical toe capacity Rb;d	2757,79
Resultant goes up	

(*) The vertical anchor force includes a factor of 1.1 as prescribed by art. 9.7.5(a) of Eurocode NEN 9997-1:2016.

12.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
-5,50	02) zand, los	50,73	3,60	00) zand, opho...	-30,16
-8,20	03) veen, matig	0,00	0,14	01) zand, opho...	-45,80
-8,80	04) zand, los	243,86	-3,49	02) zand, los	-78,12
-15,00	05) zand, matig	0,00	-8,20	03) veen, matig	0,00
			-8,80	04) zand, los	-65,54
			-12,00	04) zand, los d...	112,30
			-15,00	05) zand, matig	0,00

12.1.8 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker gecorrod...	0,75	2,100E+08	320,73	Elastic	Right	Anchor

End of Report

SPREADSHEET

DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING

versie 0.60

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Vleugelwand - betonschort zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL

Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN

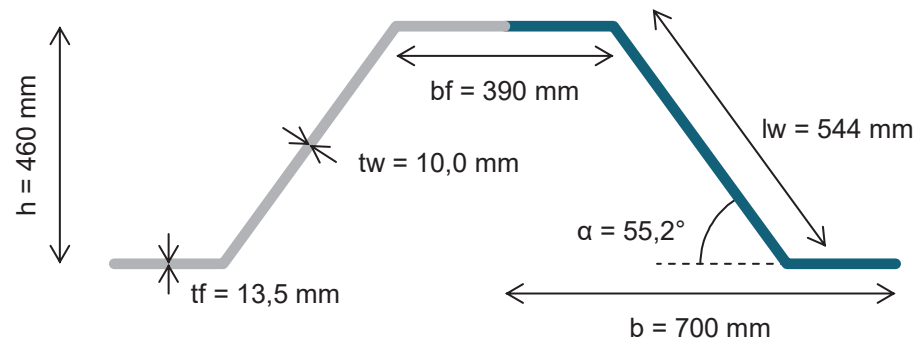
algemeen

taal		=	**NL**

sheet pile properties

type damwand **AZ 26-700N**

profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	460	mm
flensdikte	t_f	=	13,5	mm
lijfdikte	t_w	=	10,0	mm
hoek lijf	α	=	55,2	°
weerstandsmoment	W	=	2600	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	59790	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	176,4	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,37	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	390	mm
lijflengte	l_w	=	544	mm



corrosie eigenschappen

berekening corrosie		=	**absoluut**	
levensduur	T	=	**50**	jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**0**	mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	1	mm/50 jaar

staal eigenschappen

E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen

buigend moment	M_{Ed}	=	**276,11**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**218,68**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**383,33**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**11,025**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren

partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00** -
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10** -
--			--
--			--

BEREKENINGEN

eigenschappen

			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	176,4	162,7	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	2600	2422	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	3016	2798	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	59790	55698	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	125559	116966	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	3704400	3416700	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	2	-

reductie factor corrosie		=	**0,93** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	276	$M_{c;Rd}$	1071	993	**0,26**	**0,28**
dwarskracht	V_{Ed}	219	$V_{pl;Rd}$	1307	1177	**0,17**	**0,19**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	276; 219	$M_{V;Rd}$	1071	993	**0,26**	**0,28**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	219	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	1138	**n.v.t.**	**0,19**
normaalkracht	N_{Ed}	383	$N_{pl;Rd}$	6262	5776	**0,06**	**0,07**
knik	N_{Ed}; $1.15 \cdot M_{Ed}$	383; 318	$\chi \cdot N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	n.v.t.	3420; 993	**n.v.t.**	**0,47**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	276; 383	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	276; 219; 383	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,26**	**0,47**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Vleugelwand - betonschort zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	35,5	38,3	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	31,7	35,2	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1071	993	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,26**	**0,28**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	6379	5741	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1307	1177	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,17**	**0,19**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1071	993	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,26**	**0,28**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	544	544	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	66,8	74,3	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	ja	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,86	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	198	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	1138	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,19**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	6262	5776	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,06**	**0,07**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	10195	9497	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,038	0,040	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	nee	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	n.v.t.	0,780	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	n.v.t.	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	n.v.t.	1,024	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	n.v.t.	0,592	-
buckling check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,47**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

SPREADSHEET
DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING
versie 0.60

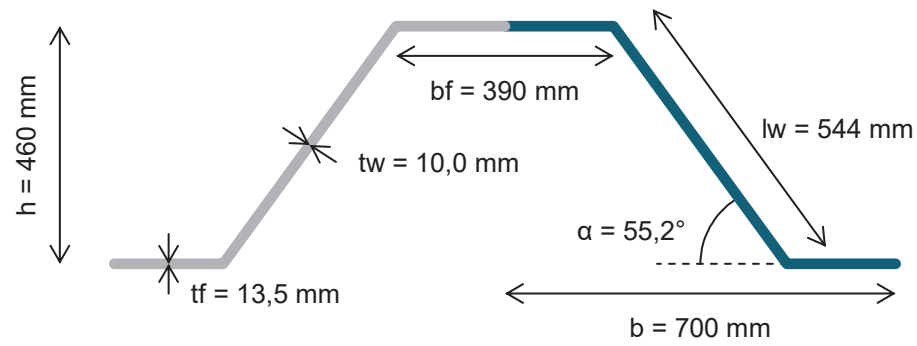
Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Vleugelwand - Permanent onder water zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL
Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN
algemeen
taal = **NL**

sheet pile properties
type damwand **AZ 26-700N**

profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	460	mm
flensdikte	t_f	=	13,5	mm
lijfdikte	t_w	=	10,0	mm
hoek lijf	α	=	55,2	°
weerstandsmoment	W	=	2600	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	59790	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	176,4	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,37	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	390	mm
lijflengte	l_w	=	544	mm



corrosie eigenschappen
berekening corrosie		=	**absoluut**	
levensduur	T	=	**50**	jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**1,75**	mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	2,75	mm/50 jaar

staal eigenschappen
E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen
buigend moment	M_{Ed}	=	**453,76**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**133,6**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**383,33**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**11,025**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren
partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00**	-
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10**	-
--				--
--				--

BEREKENINGEN
eigenschappen
			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	176,4	138,7	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	2600	2109	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	3016	2416	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	59790	48495	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	125559	101841	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	3704400	2913225	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	2	-

reductie factor corrosie = **0,81** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	454	$M_{c;Rd}$	1071	858	**0,42**	**0,53**
dwarskracht	V_{Ed}	134	$V_{pl;Rd}$	1307	948	**0,10**	**0,14**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	454; 134	$M_{V;Rd}$	1071	858	**0,42**	**0,53**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	134	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	739	**n.v.t.**	**0,18**
normaalkracht	N_{Ed}	383	$N_{pl;Rd}$	6262	4925	**0,06**	**0,08**
knik	N_{Ed}; 1.15·M_{Ed}	383; 522	χ·$N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	n.v.t.	2941; 858	**n.v.t.**	**0,81**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	454; 383	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	454; 134; 383	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,42**	**0,81**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Vleugelwand - Permanent onder water zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	35,5	44,6	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	31,7	43,7	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1071	858	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,42**	**0,53**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	6379	4624	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1307	948	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,10**	**0,14**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1071	858	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,42**	**0,53**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	544	544	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	66,8	92,2	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	ja	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	1,07	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	160	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	739	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,18**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	6262	4925	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,06**	**0,08**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	10195	8269	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,038	0,046	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	nee	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	n.v.t.	0,772	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	n.v.t.	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	n.v.t.	1,015	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	n.v.t.	0,597	-
buckling check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,81**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

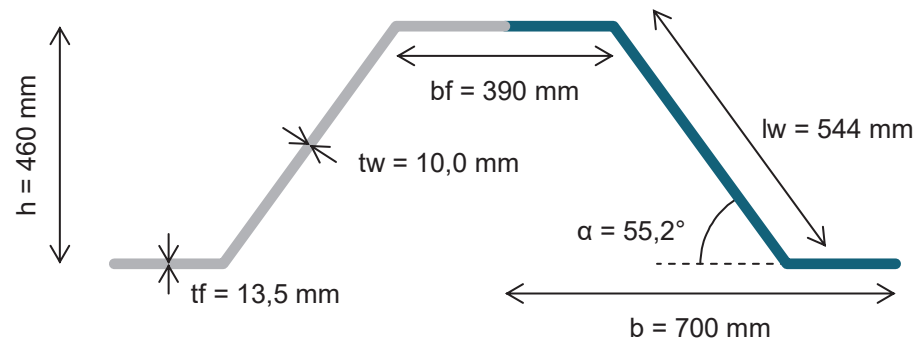
SPREADSHEET
DAMWAND EIGENSCHAPPEN & DOORSNEDE TOETSING
versie 0.60

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Vleugelwand - In de grond zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL
Berekening van (on)gecorrodeerde eigenschappen van een damwand en volledige doorsnede toetsing conform NEN-EN 1993-5.

UITGANGSPUNTEN
algemeen
taal		=	**NL**

sheet pile properties
type damwand			**AZ 26-700N**	
profiel type [Z / U]		=	Z	
profiel breedte	b	=	700	mm
profiel hoogte	h	=	460	mm
flensdikte	t_f	=	13,5	mm
lijfdikte	t_w	=	10,0	mm
hoek lijf	α	=	55,2	°
weerstandsmoment	W	=	2600	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	59790	cm^4/m^1
doorsnede oppervlakte	A	=	176,4	cm^2/m^1
verfoppervlak (eenzijdig)	A_c	=	1,37	m^2/m
flensbreedte	b_f	=	390	mm
lijflengte	l_w	=	544	mm



corrosie eigenschappen
berekening corrosie		=	**absoluut**	
levensduur	T	=	**50**	jaar
corrosie voorzijde	$u_{c;1}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie achterzijde	$u_{c;2}$	=	**1**	mm/50 jaar
corrosie totaal	$u_{c;tot}$	=	2	mm/50 jaar

staal eigenschappen
E-modulus	E	=	**2,10E+08**	kN/m^2
volumiek gewicht	γ	=	**7850**	kg/m^3
staalkwaliteit		=	**S355 GP**	-
vloeigrens	f_y	=	355	N/mm^2

belastingen
buigend moment	M_{Ed}	=	**285,39**	kNm/m^1
dwarskracht	V_{Ed}	=	**138,41**	kN/m^1
normaalkracht	N_{Ed}	=	**360,37**	kN/m^1
kniklengte	*l*	=	**11,025**	m
waterdrukverschil	w	=	**0,5**	m

factoren
partiële factor weerstand dwarsdoorsnede	γ_{M0}	=	**1,00** -
partiële factor voor instabiliteit	γ_{M1}	=	**1,10** -
--			--
--			--

BEREKENINGEN
eigenschappen
			intiëel	gecorrodeerd	
doorsnede oppervlakte	A	=	176,4	149,0	cm^2/m^1
elastisch weerstandsmoment	W_{el}	=	2600	2243	cm^3/m^1
plastisch weerstandsmoment	W_{pl}	=	3016	2580	cm^3/m^1
traagheidsmoment	I	=	59790	51589	cm^4/m^1
buigstijfheid	EI	=	125559	108337	$kN/m^2/m^1$
axiale stijfheid	EA	=	3704400	3129000	kN/m^1
doorsnedeklasse	klasse		2	2	-

reductie factor corrosie		=	**0,86** -

SAMENVATTING DOORSNEDE TOETSING

toetsing	belasting		weerstand			unity check	
belasting(combinatie)	*symbool*	*waarde*	*symbool*	*intiëel*	*gecorrodeerd*	*intiëel*	*gecorrodeerd*
buigend moment	M_{Ed}	285	$M_{c;Rd}$	1071	916	**0,27**	**0,31**
dwarskracht	V_{Ed}	138	$V_{pl;Rd}$	1307	1046	**0,11**	**0,13**
buigend moment + dwarskracht	M_{Ed}; V_{Ed}	285; 138	$M_{V;Rd}$	1071	916	**0,27**	**0,31**
dwarskracht plooi	V_{Ed}	138	$V_{b;Rd}$	n.v.t.	899	**n.v.t.**	**0,15**
normaalkracht	N_{Ed}	360	$N_{pl;Rd}$	6262	5290	**0,06**	**0,07**
knik	N_{Ed}; 1.15·M_{Ed}	360; 328	χ·$N_{pl;Rd}$; $M_{c;Rd}$	n.v.t.	3147; 916	**n.v.t.**	**0,52**
buigend moment + normaalkracht	M_{Ed}; N_{Ed}	285; 360	$M_{N;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
buigend moment + normaalkracht + dwarskracht	M_{Ed}; N_{Ed}; V_{Ed}	285; 138; 360	$M_{N;V;Rd}$	n.v.t.	n.v.t.	**n.v.t.**	**n.v.t.**
						↓	↓
					maatgevende unity check =	**0,27**	**0,52**

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Vleugelwand - In de grond zone**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

VOLLEDIGE DOORSNEDE TOETSING

doorsnedeklasse			intiëel	gecorrodeerd	
factor afhankelijk van vloeigrens	ε	=	0,814	0,814	-
slankheid flens	$(b_f/t_f)/\varepsilon$	=	35,5	41,6	-
doorsnedeklasse	klasse	=	2	2	-
gereduceerde vloeigrens om klasse 3 te krijgen*	$f_{y;red}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2

* alleen voor klasse 4 damwanden

lokale effecten door waterdruk			intiëel	gecorrodeerd	
dimensieloze factor slankheid profiel	$(b/t_{min})\varepsilon$	=	31,7	39,6	-
reductiefactor voor verschil waterdruk	ρ_p	=	1,000	1,000	-
gereduceerde vloeigrens voor waterdruk	$f_{y;red}$	=	355	355	N/mm^2

toetsing buigend moment			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde momentcapaciteit	$M_{c;Rd}$	=	1071	916	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,27**	**0,31**	-

toetsing dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
afschuifoppervlakte lijf	A_v	=	6379	5103	mm^2/m
rekenwaarde dwarskrachtcapaciteit	$V_{pl;Rd}$	=	1307	1046	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,11**	**0,13**	-

toetsing buigend moment + dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	nee	nee	-
reductiefactor door dwarskracht	ρ	=	0,000	0,000	-
gereduceerde momentcapaciteit	$M_{V;Rd}$	=	1071	916	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,27**	**0,31**	-

toetsing plooi dwarskracht			intiëel	gecorrodeerd	
schuine lengte van lijf	c	=	544	544	mm
slankheid lijf	$(c/t_w)/\varepsilon$	=	66,8	83,5	-
controle dwarskracht plooiweerstand?	$(c/t_w)/\varepsilon$ > 72	=	nee	ja	-
relatieve slankheid lijf	λ_w	=	n.v.t.	0,97	-
dwarskracht plooi sterkte	f_{bv}	=	n.v.t.	176	N/mm^2
dwarskracht plooi capaciteit	$V_{b;Rd}$	=	n.v.t.	899	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,15**	-

toetsing normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
rekenwaarde normaalkracht capaciteit	$N_{pl;Rd}$	=	6262	5290	kN/m^1
unity check (≤ 1)		=	**0,06**	**0,07**	-

toetsing knik			intiëel	gecorrodeerd	
kritische normaalkracht	N_{cr}	=	10195	8797	kN/m^1
unity check kritische normaalkracht	N_{Ed}/N_{cr}	=	0,035	0,041	-
controle knik?	N_{Ed}/N_{cr} > 0.04	=	nee	ja	-
slankheid dwarsdoorsnede	λ	=	n.v.t.	0,775	-
imperfectiefactor (knikkromme d)	α	=	n.v.t.	0,76	-
factor $\Phi = 0.5[1+\alpha(\lambda - 0.2)+\lambda^2]$	Φ	=	n.v.t.	1,019	-
reductiefactor voor knikvorm	χ	=	n.v.t.	0,595	-
buckling check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**0,52**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht			intiëel	gecorrodeerd	
normaalkracht verwaarlozen?		=	ja	ja	-
(gereduceerde) momentcapaciteit	$M_{N;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

toetsing buigend moment + normaalkracht + shear force			intiëel	gecorrodeerd	
reductie door dwarskracht nodig?	V_{Ed} > 50% $V_{pl;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	-
(gereduceerde) vloeigrens (door V)	$f_{y;V}$	=	n.v.t.	n.v.t.	N/mm^2
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V)	$M_{c;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
(gereduceerde) normaalkracht capaciteit (door V)	$N_{pl;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kN/m^1
(gereduceerde) momentcapaciteit (door V+N)	$M_{N;V;Rd}$	=	n.v.t.	n.v.t.	kNm/m^1
unity check (≤ 1)		=	**n.v.t.**	**n.v.t.**	-

SPREADSHEET
GROUTINJECTIEANKERS

versie 2.30

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Toetsing groutankers vleugelwand**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

TITEL

Berekening van groutinjectieankers conform CUR 166, 6e druk, deel 1+2, 2012
Berekening van de gording conform EN 1993-1-1+C2:2011
Veiligheidsfactoren conform NEN 9997-1+C2:2017

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal	=	**NL**	
refentieniveau	=	**NAP**	
maatgevende sondering	=	**4**	

belasting per strekkende meter

richting ingevoerde belasting		=	**onder hoek**	-
CUR stap 6.1-6.4	$P_{max\ (6.1\text{-}6.4)}$	=	**337**	kN/m¹
CUR stap 6.5	P_k	=	210	kN/m¹
CUR stap 6.5 x 1,2	P_k x 1,2	=	**252**	kN/m¹
MAX($P_{max\ (6.1\text{-}6.4)}$; P_k x 1,2)	P_{max}	=	337	kN/m¹

belasting per anker

horizontaal (BGT)	$P_{k;hor}$	=	510	kN/anker
horizontaal (UGT)	$P_{max;hor}$	=	816	kN/anker
onder hoek (BGT)	P_k	=	589	kN/anker
onder hoek (UGT)	P_{max}	=	943	kN/anker

veiligheidsfactoren en benodigde controles

veiligheidsklasse	=	**RC2**
tijdelijke of permanente constructie?	=	**permanent**
controle op ankeruitval benodigd?	=	ja
controleproef op ieder anker benodigd?	=	ja

corrosie

berekening corrosie	=	**per jaar**	

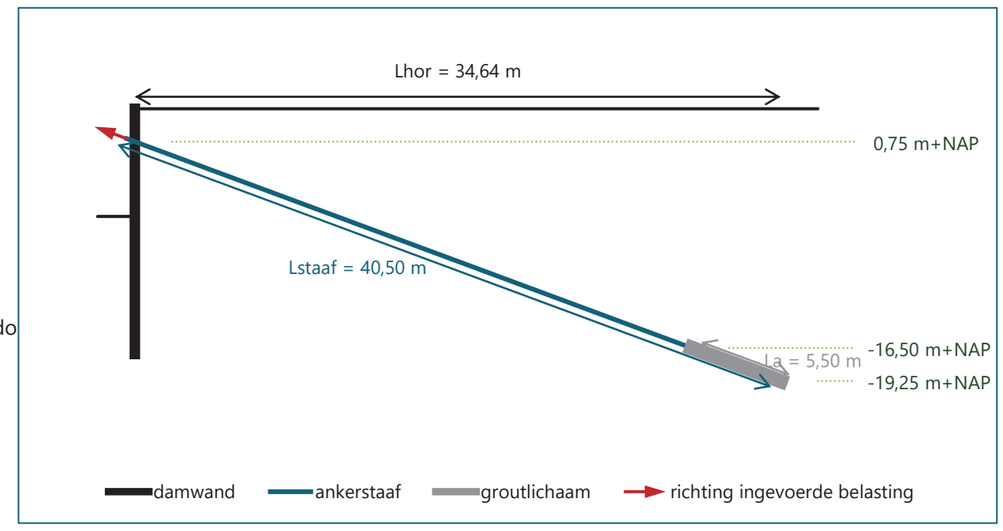
		ankerstaaf	gording	
corrosie per jaar	=	**0,020**	**0,000**	mm/jaar rondom
levensduur	=	**50**	**50**	jaar
corrosie tijdens levensduur	=	1,00	0,00	mm rondom

geometrie algemeen

maaiveldniveau actieve zijde		=	**3,50**	m+NAP
maaiveldniveau passieve zijde		=	**-5,50**	m+NAP
bovenkant damwand		=	**3,50**	m+NAP
onderkant damwand		=	**-17,00**	m+NAP

geometrie verankering

anker zijde		=	**rechts**	-
hoek ankers met horizontaal	α	=	**30**	°
hart-op-hart afstand	a	=	**2,80**	m
overlengte ankerstang	L_{over}	=	**0,50**	m
verankeringsniveau		=	**0,75**	m+NAP
bovenkant groutlichaam		=	-16,50	m+NAP
onderkant groutlichaam		=	-19,25	m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	=	**5,50**	m
lengte ankerstang	L_{staaf}	=	40,50	m
horizontale lengte achter damwand	L_{hor}	=	34,64	m



BEREKENING VAN ANKERSTAAF, GROUTLICHAAM EN GORDING

ankerstaaf

type ankerstaaf: **Jetmix 82,5 x 17,5 mm**

buitendiameter	D_o	=	82,5	mm
binnendiameter	D_i	=	47,5	mm
wanddikte	t	=	17,5	mm
--		=	--	
--		=	--	
oppervlakte doorsnede	A_{mtq}	=	3574	mm²
oppervlakte doorsnede met corrosie	$A_{mtg;corr}$	=	3318	mm²
staalkwaliteit		=	E-470	
vloeisspanning ankerstaal	f_y	=	515	N/mm²
breukspanning ankerstaal	f_{ua}	=	720	N/mm²

groutlichaam

standaard diameter schroefblad	$D_{stand.}$	=	350	mm
toegepaste diameter schroefblad	D_{keuze}	=	**350**	mm
overpersing diameter	D_{extra}	=	**20**	mm
diameter groutlichaam	D_{totaal}	=	370	mm
omtrek groutlichaam	O	=	1162	mm
bovenkant groutlichaam		=	**-16,50**	m+NAP
onderkant groutlichaam		=	-19,25	m+NAP
lengte groutlichaam	L_A	=	**5,50**	m
schachtwrijvingsfactor	α_t	=	**0,015**	-
gemiddelde conusweerstand	$q_{c;gem}$	=	**20,0**	MPa
karakteristieke houdkracht per meter	$r_{ULS;m}$	=	348,7	kN/m

controle ankerstaaf

partial material factor yield	γ_{M0}	=	1,00	-
partial material factor thread	γ_{M2}	=	1,25	-
reduction factor thread	k_t	=	0,90	-
yield strength anchor rod	$F_{tq;Rd}$	=	1709	kN
tensile strength anchor rod	$F_{tt;Rd}$	=	1720	kN
total strength anchor rod	$F_{t;Rd}$	=	1709	kN
conversiefactor NL	γ_{NL}	=	1,25	-
rekenwaarde sterkte ankerstaaf	$R_{t;d}$	=	1367	kN
ontwerpbelasting ankerstaaf	$E_{ULS;d}$	=	943	kN
controle sterkte ankerstaaf (unity check ≤ 1)			**0,69**	-

controle groutlichaam

correlatiefactor	ξ_{ULS}	=	1,00	-
partiële materiaalfactor	$\gamma_{a;ULS}$	=	1,35	-
gemeten weerstand groutlichaam	$R_{ULS;m}$	=	1918	kN
karakterisitieke weerstand groutlichaam	$R_{ULS;k}$	=	1918	kN
rekenwaarde weerstand groutlichaam	$R_{ULS;d}$	=	1421	kN
rekenwaarde kracht groutlichaam	$E_{ULS;d}$	=	943	kN
controle houdkracht groutlichaam (unity check ≤ 1)			**0,66**	-

SPREADSHEET

GROUTINJECTIEANKERS

versie 2.30

Project	**Markiezaat Container Terminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**Toetsing groutankers vleugelwand**
Adviseur	
Datum	**12-3-2020**

SAMENVATTING

verificatie	type	situatie	belasting	weerstand	eenheid	unity check	check
verificatie ankerstaaf	Jetmix 82,5 x 17,5 mm; L = 40,50 m	standaard	943	1367	kN	0,69	**ok**
	hart-op-hart afstand = 2,80 m	ankeruitval	883	1709	kN	0,52	**ok**
verificatie groutlichaam	D = 370 mm; L = 5,50 m;	standaard	943	1421	kN	0,66	**ok**
	van -16,50 tot -19,25 m+NAP	ankeruitval	883	1918	kN	0,46	**ok**

III

BIJLAGE: SCIA-RAPPORT GORDING

1. Project

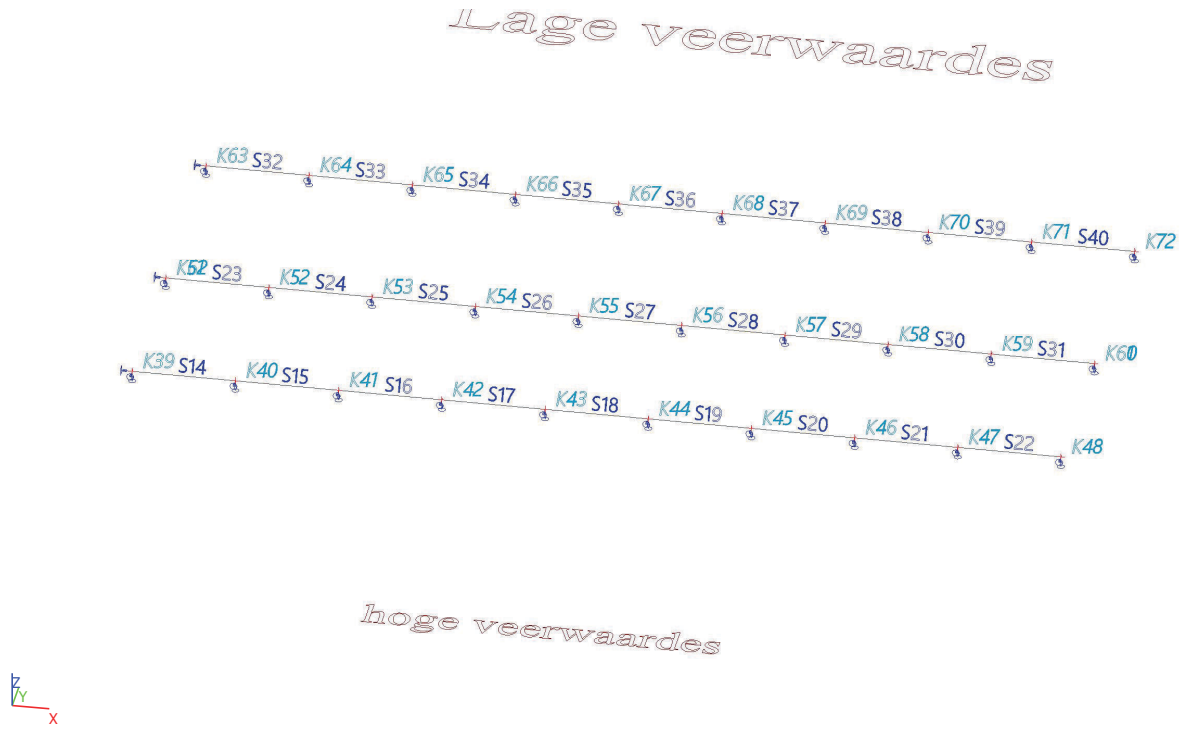
Licentienaam	Witteveen+Bos
Project	Markiezaat Container Terminal
Onderdeel	Gording bij kademuur
Omschrijving	UGT + IGT
Auteur	Witteveen+Bos
Datum	12-03-2020
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	122
Aantal staven :	108
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	10
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

2. Inhoudsopgave

1. Project 1
2. Inhoudsopgave 1
3. Invoer 2
3.1. Constructiemodel 2
3.2. Materialen 2
3.3. Doorsneden 2
3.4. Ondersteuningen 3
3.4.1. lage veerwaardes 3
3.4.2. Karakteristieke veerwaardes 4
3.4.3. Hoge veerwardes 4
3.5. Belastingsgevallen 5
3.5.1. Belastingsgevallen - eigen gewicht 5
3.5.2. Belastingsgevallen - gewicht van de grond 5
3.5.3. Belastingsgevallen - ankerkracht UGT 6
3.5.4. Belastingsgevallen - ankerkracht IGT 7
3.5.5. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 1 8
3.5.6. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 2 9
3.5.7. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 3 10
3.5.8. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 1 11
3.5.9. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 2 12
3.5.10. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 3 13
3.6. ankerkracht IGT / Totale waarde 14
4. Resultaten 15
4.1. UGT 15
4.1.1. Interne 1D-krachten 15
4.1.2. Interne 1D-krachten; V_y 16
4.1.3. Interne 1D-krachten; V_z 16
4.1.4. Interne 1D-krachten; M_y 17
4.1.5. Interne 1D-krachten; M_z 17
4.2. IGT 18
4.2.1. Interne 1D-krachten 18
4.2.2. Interne 1D-krachten; V_y - ankeruitval 1,2,5 18
4.2.3. Interne 1D-krachten; V_z ankeruitval 1 19
4.2.4. Interne 1D-krachten; V_z ankeruitval 2 19
4.2.5. Interne 1D-krachten; V_z - ankeruitval 5 20
4.2.6. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 1 20
4.2.7. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 2 21
4.2.8. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 5 21
4.2.9. Interne 1D-krachten; M_z - ankeruitval 1,2,5 22
5. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole 22
6. Staalcontrole IGT 25

3. Invoer

3.1. Constructiemodel



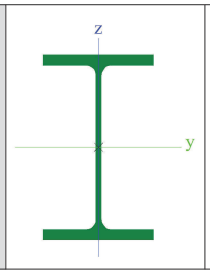
3.2. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05	0.3	0	40	355,0	490,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0	

3.3. Doorsneden

CS5		
Type	HEB500	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	S 355	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	a	b
A [m^2]	2,3860e-02	
A_y [m^2], A_z [m^2]	1,6161e-02	7,4905e-03
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	2,1300e+00	2,1244e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	150	250
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	1,0720e-03	1,2620e-04
i_y [mm], i_z [mm]	212	73
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	4,2870e-03	8,4160e-04
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	4,8150e-03	1,2920e-03
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	2e+06	2e+06
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	5e+05	5e+05
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	5,3840e-06	7,0177e-06
β_y [mm], β_z [mm]	0	0

Afbeelding	

Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Flensbreedte t - Flensdikte s - Lijfdikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet a - Flenshelling W - Interne boutafstand wm - Welving van eenheid bij flensvoet
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$c_{Y.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$c_{Z.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{YZ.LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen	
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
$W_{el.y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el.z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl.y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl.z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl.y.+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl.y.-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl.z.+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl.z.-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d_z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I_t	Torsie constante
I_w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

3.4. Ondersteuningen

3.4.1. lage veerwaardes

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn21	K63	Verend	Verend	Verend	Vast	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn22	K64	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn23	K65	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn24	K66	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn25	K67	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn26	K68	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn27	K69	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn28	K70	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn29	K71	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01
Sn30	K72	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	7,78e+00	7,07e+01

3.4.2. Karakteristieke veerwaardes

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn11	K51	Verend	Verend	Verend	Vast	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn12	K52	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn13	K53	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn14	K54	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn15	K55	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn16	K56	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn17	K57	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn18	K58	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn19	K59	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02
Sn20	K60	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,10e+01	1,00e+02

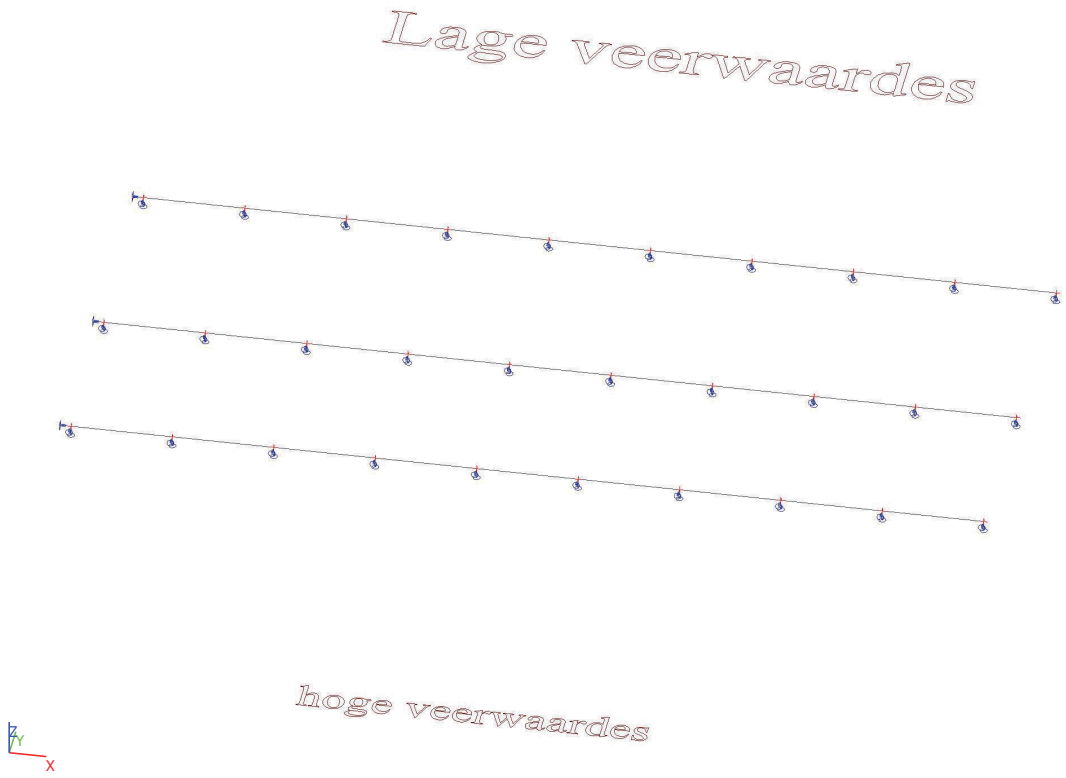
3.4.3. Hoge veerwardes

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn1	K39	Verend	Verend	Verend	Vast	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn2	K40	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn3	K41	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn4	K42	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn5	K43	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn6	K44	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn7	K45	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn8	K46	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn9	K47	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02
Sn10	K48	Vrij	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,56e+01	1,41e+02

3.5. Belastingsgevallen

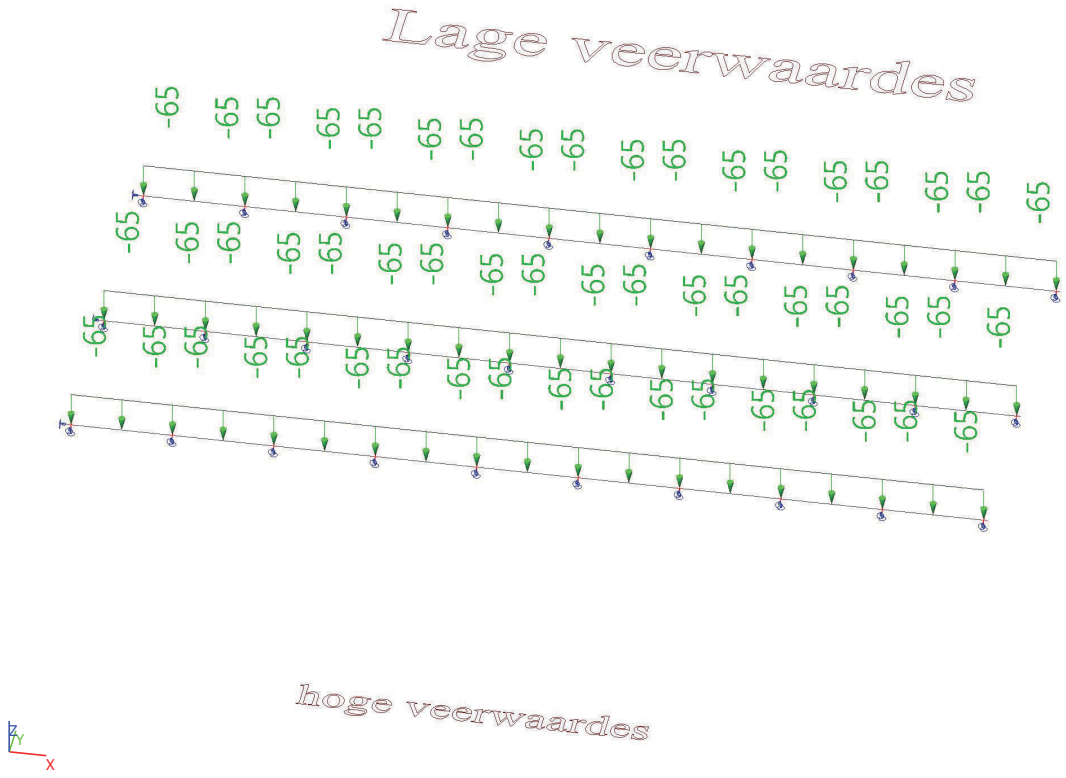
3.5.1. Belastingsgevallen - eigen gewicht

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
eigen gewicht		Permanent	Permanente belasting	-Z
		Eigen gewicht		



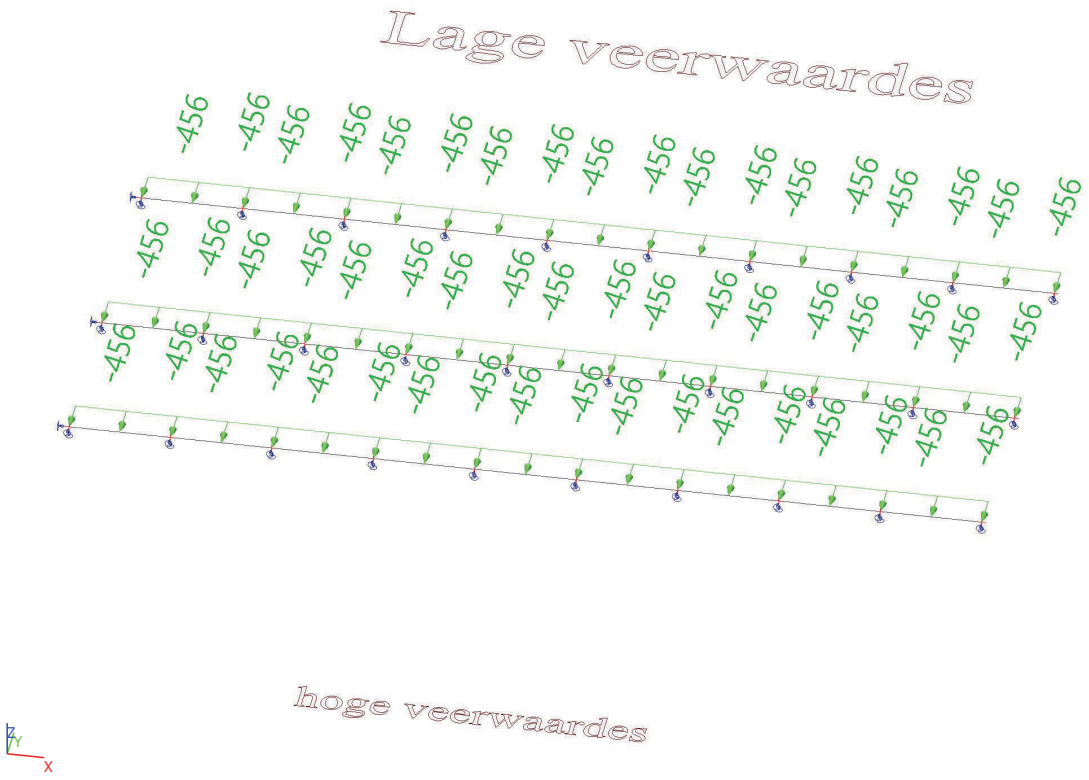
3.5.2. Belastingsgevallen - gewicht van de grond

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
gewicht van de grond		Permanent	Permanente belasting
		Standaard	



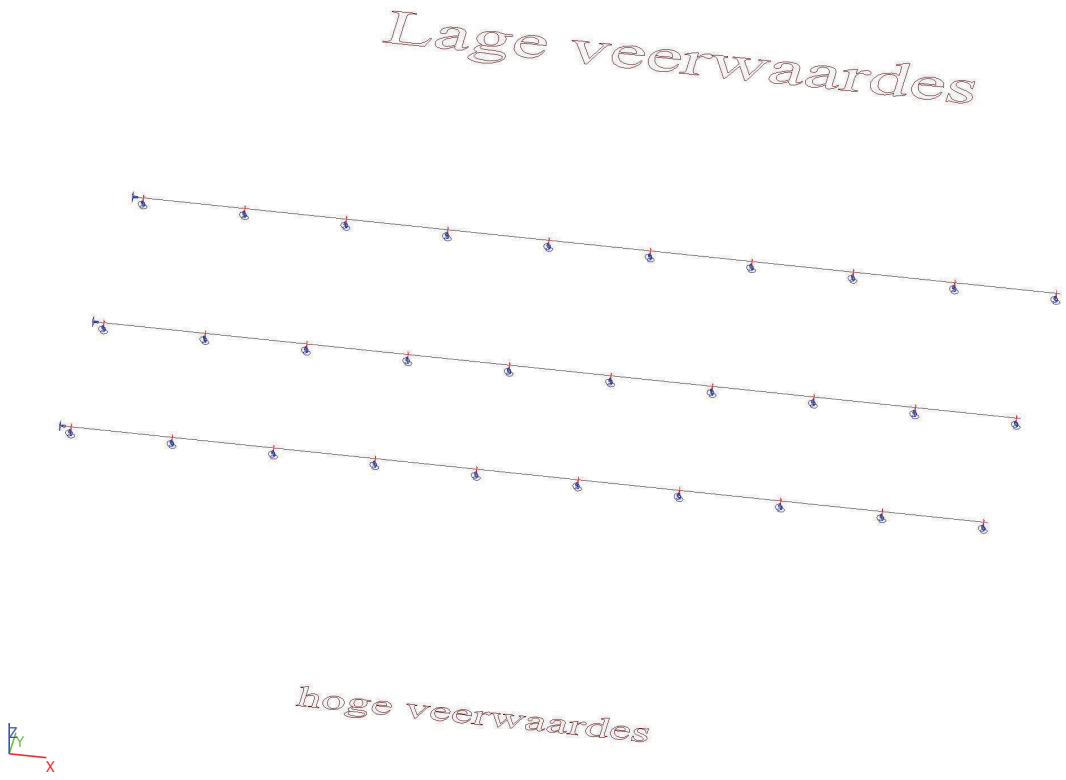
3.5.3. Belastingsgevallen - ankerkracht UGT

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
ankerkracht UGT		Permanent	Permanente belasting
		Standaard	



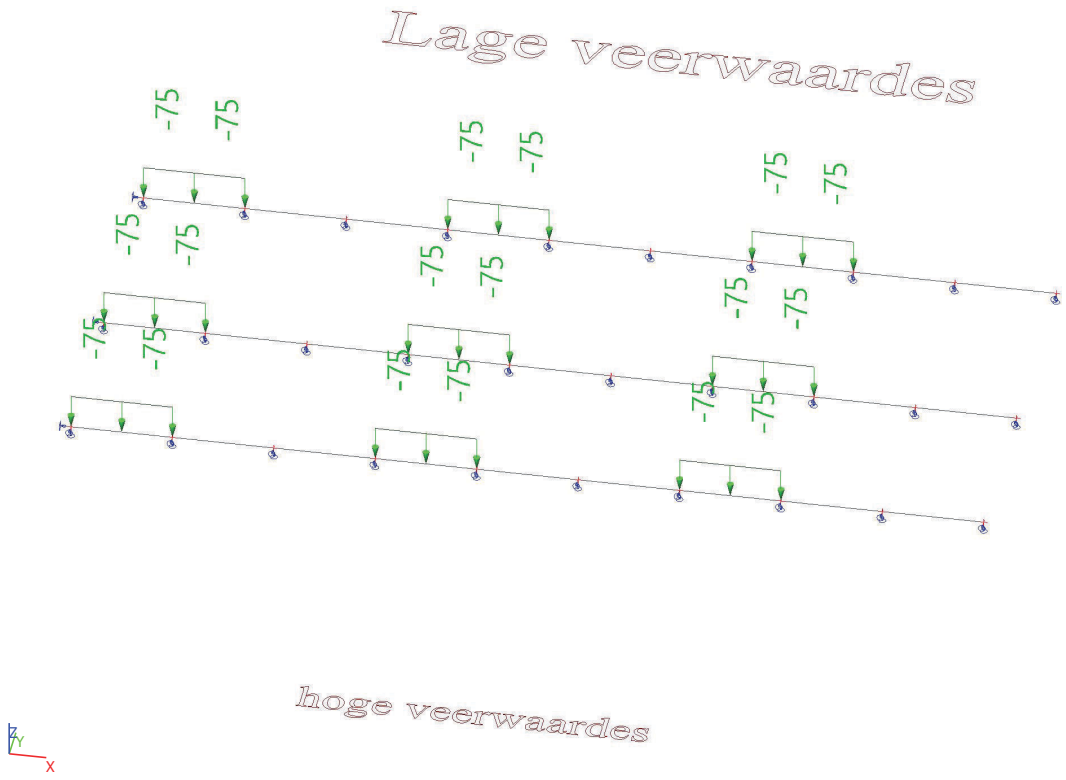
3.5.4. Belastingsgevallen - ankerkracht IGT

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
ankerkracht IGT		Permanent	Permanente belasting
		Standaard	



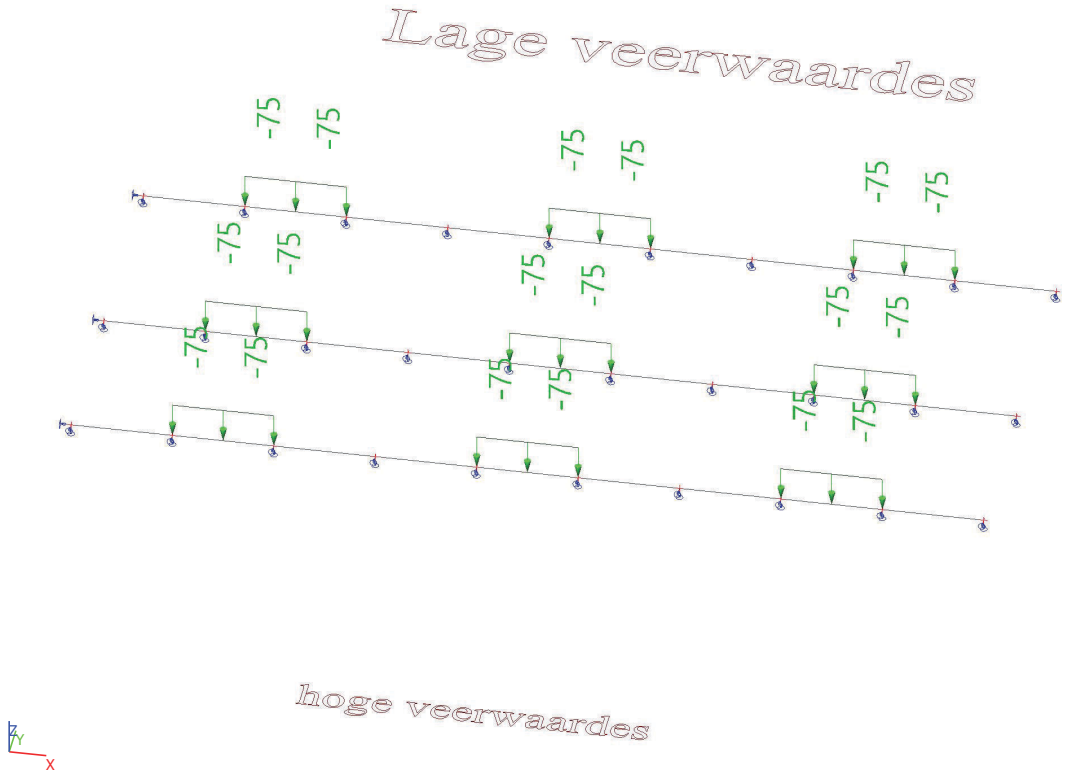
3.5.5. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Terreinbelasting 1		Variabel	VB1	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



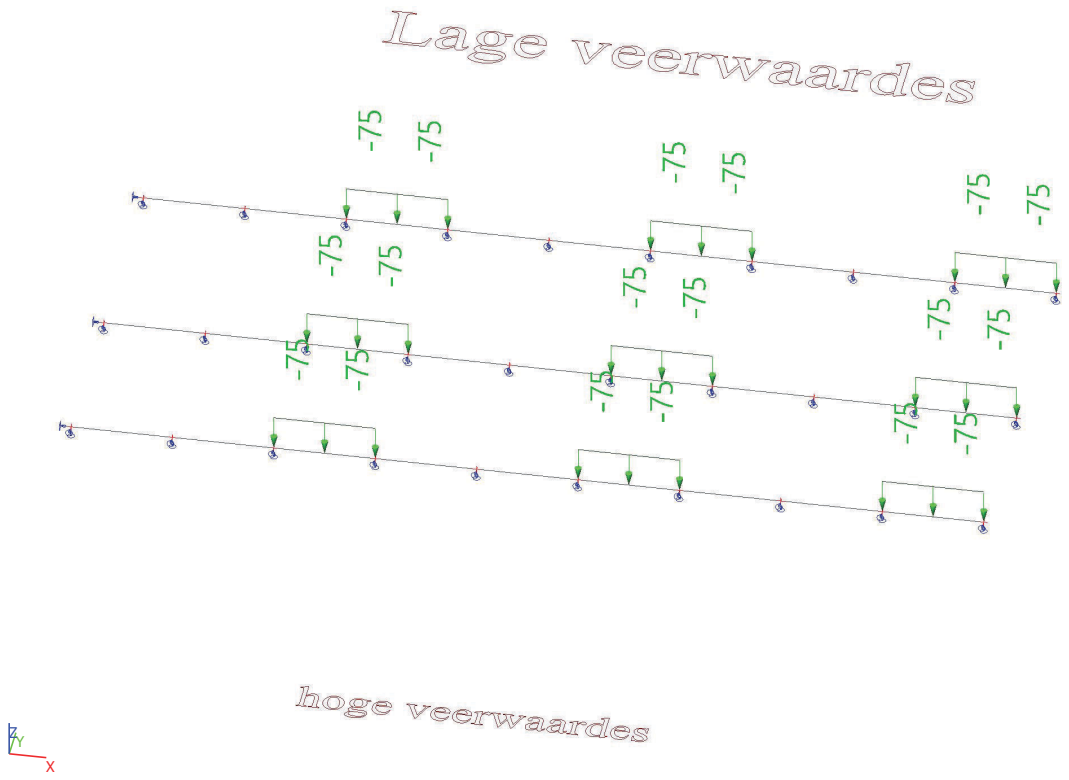
3.5.6. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Terreinbelasting 2		Variabel	VB1	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



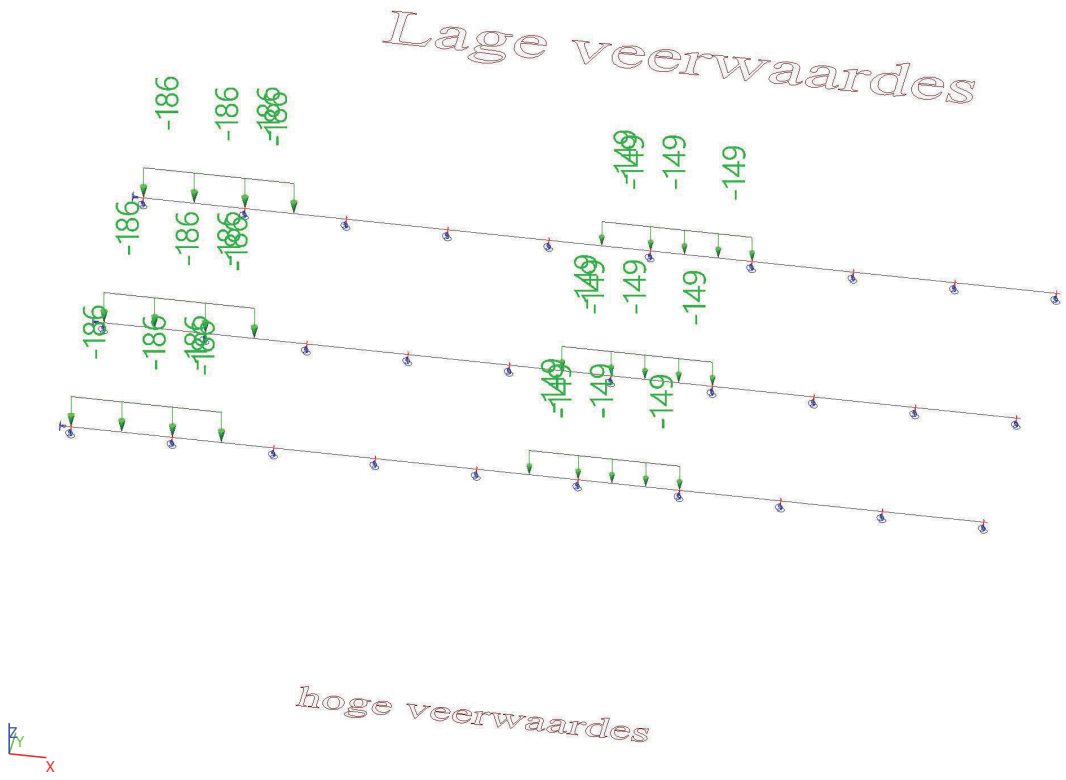
3.5.7. Belastingsgevallen - VB Terreinbelasting 3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Terreinbelasting 3		Variabel	VB1	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



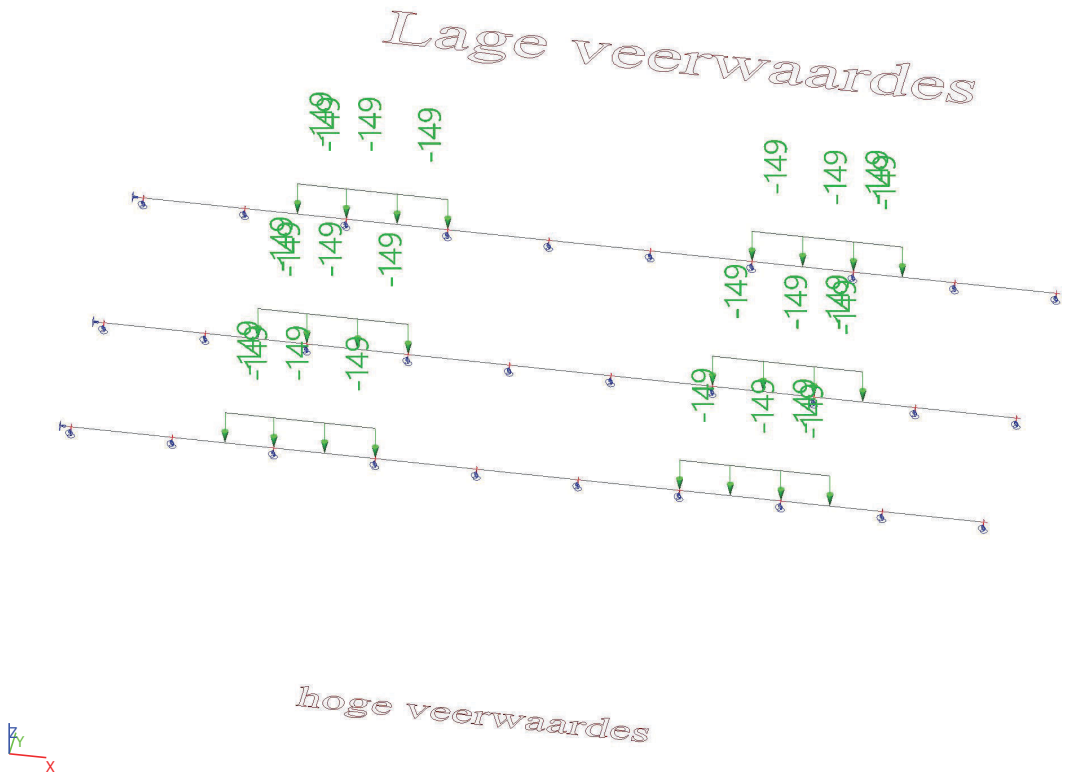
3.5.8. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Reachstacker 1		Variabel	VB2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



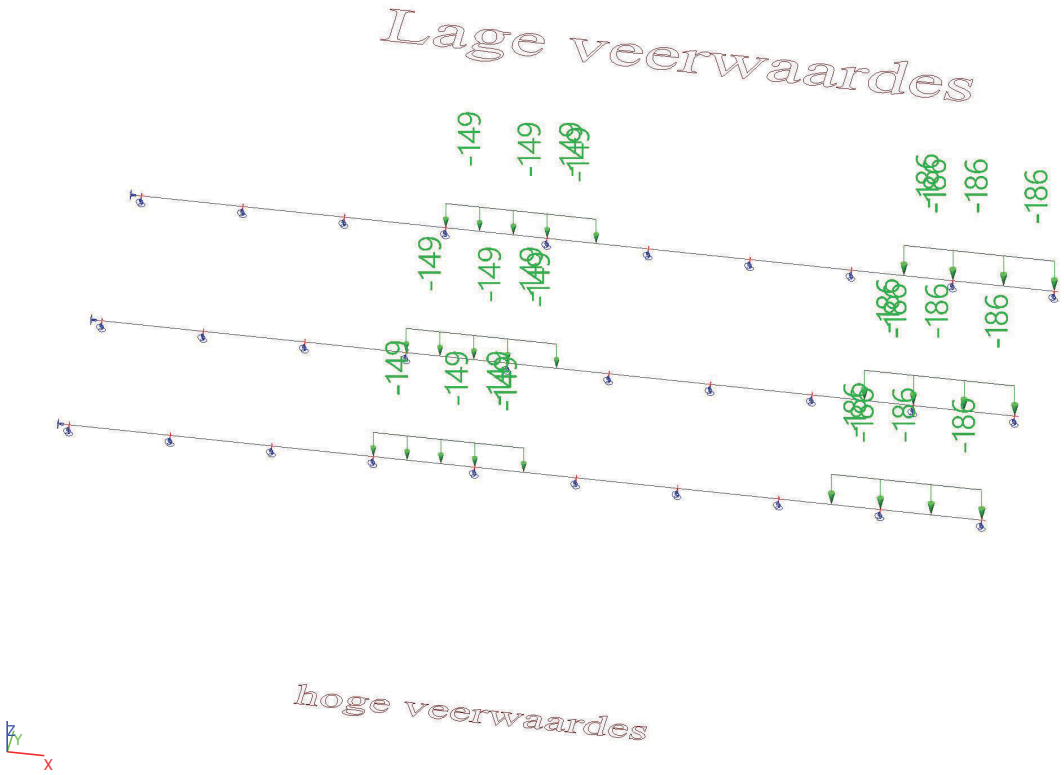
3.5.9. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Reachstacker 2		Variabel	VB2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

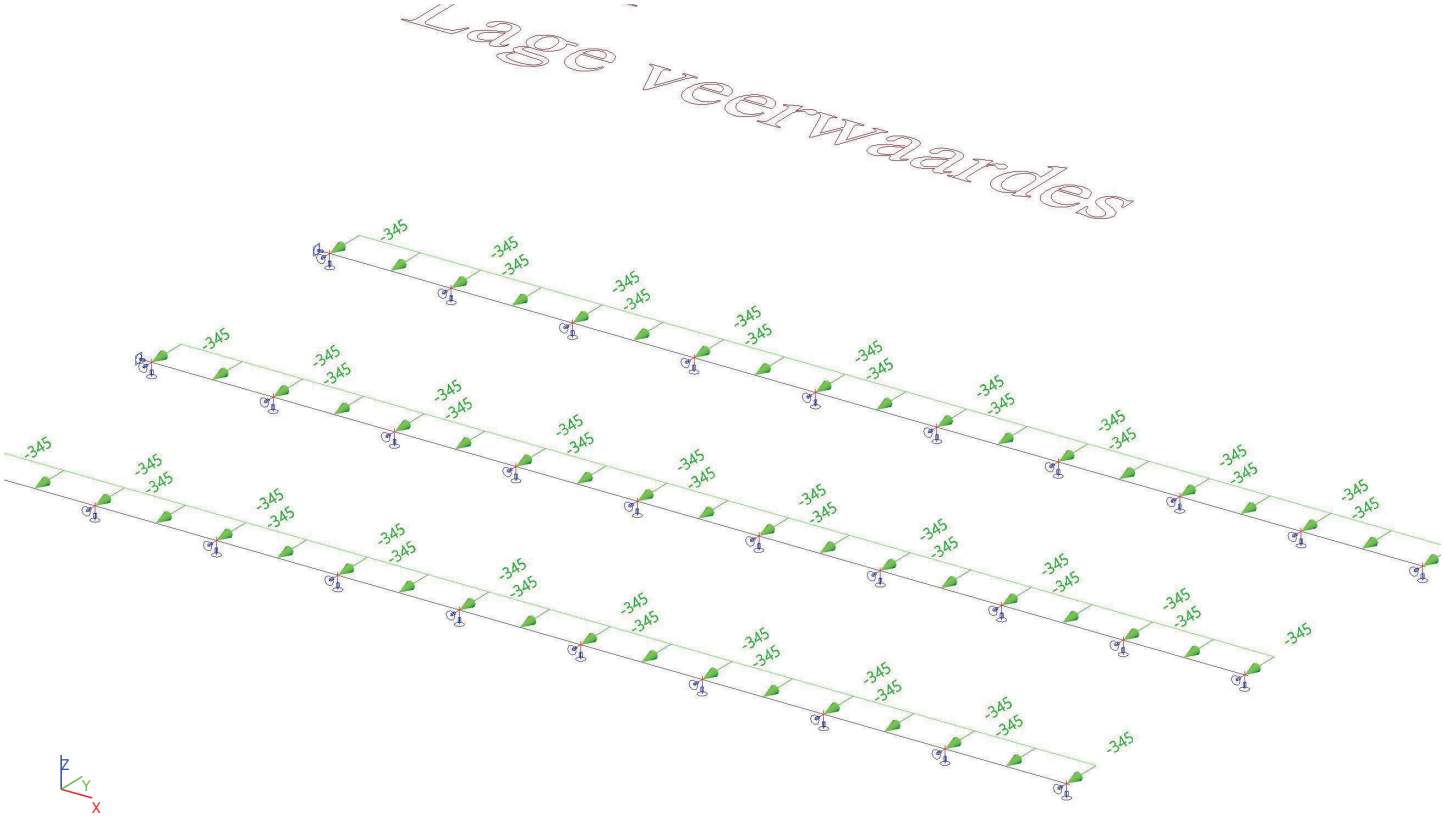


3.5.10. Belastingsgevallen - VB Reachstacker 3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
VB Reachstacker 3		Variabel	VB2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



3.6. ankerkracht IGT / Totale waarde



4. Resultaten

4.1. UGT

4.1.1. Interne 1D-krachten

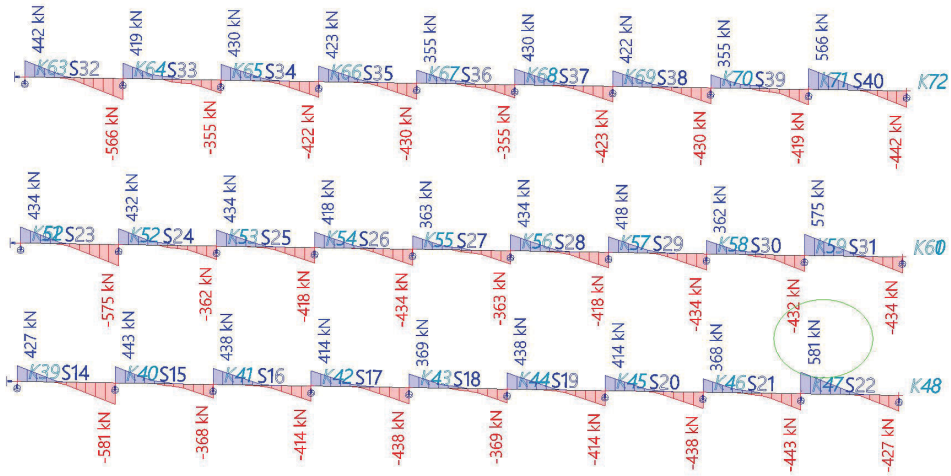
Lineaire berekening
Klasse: UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - UGT

Naam	dx [m]	BG	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S22	0	UGT 6.10b (1.2)/1	**0**	**581**	-681	**0**	-239	-217
S32	0	UGT 6.10a (1.1)/2	0	106	**-1023**	0	0	0
S40	3	UGT 6.10a (1.1)/2	0	-106	**1023**	0	0	0
S33	1	UGT 6.10a (1.1)/2	0	25	-73	0	**-918**	25
S17	3	UGT 6.10a (1.1)/2	0	-127	903	0	**442**	-59
S14	3	UGT 6.10b (1.2)/3	0	**-581**	681	0	-239	**-217**
S32	1	UGT 6.10b (1.2)/3	0	39	-296	0	-675	**270**

Naam	Combinatiesleutel
UGT 6.10b (1.2)/1	1.20*eigen gewicht + 1.20*gewicht van de grond + 1.20*ankerkracht UGT + 1.50*VB Reachstacker 3
UGT 6.10a (1.1)/2	1.35*eigen gewicht + 1.35*gewicht van de grond + 1.35*ankerkracht UGT
UGT 6.10b (1.2)/3	1.20*eigen gewicht + 1.20*gewicht van de grond + 1.20*ankerkracht UGT + 1.50*VB Reachstacker 1

4.1.2. Interne 1D-krachten; V_y

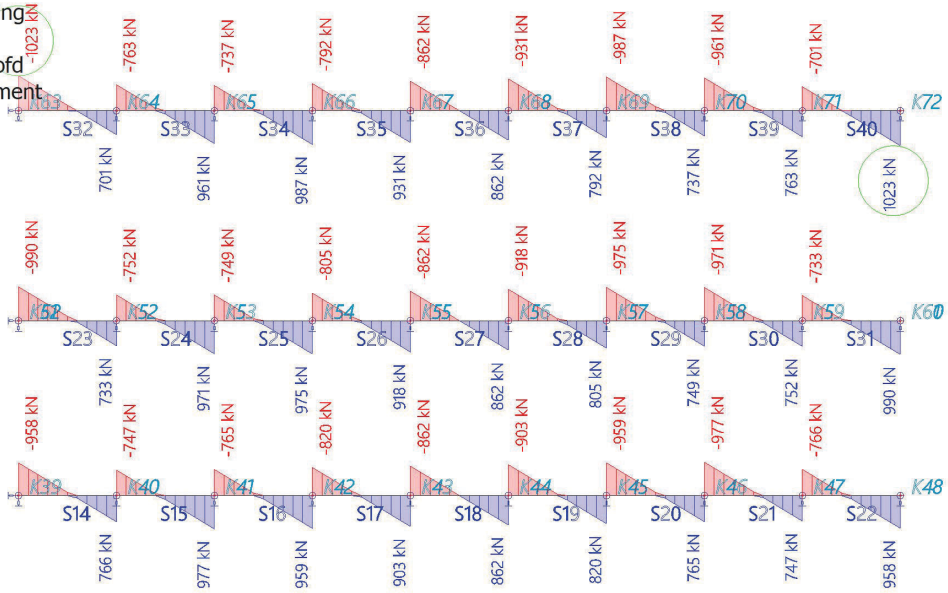
Waardes: **V_y**
Lineaire berekening
Klasse: UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



hoge veerwaardes

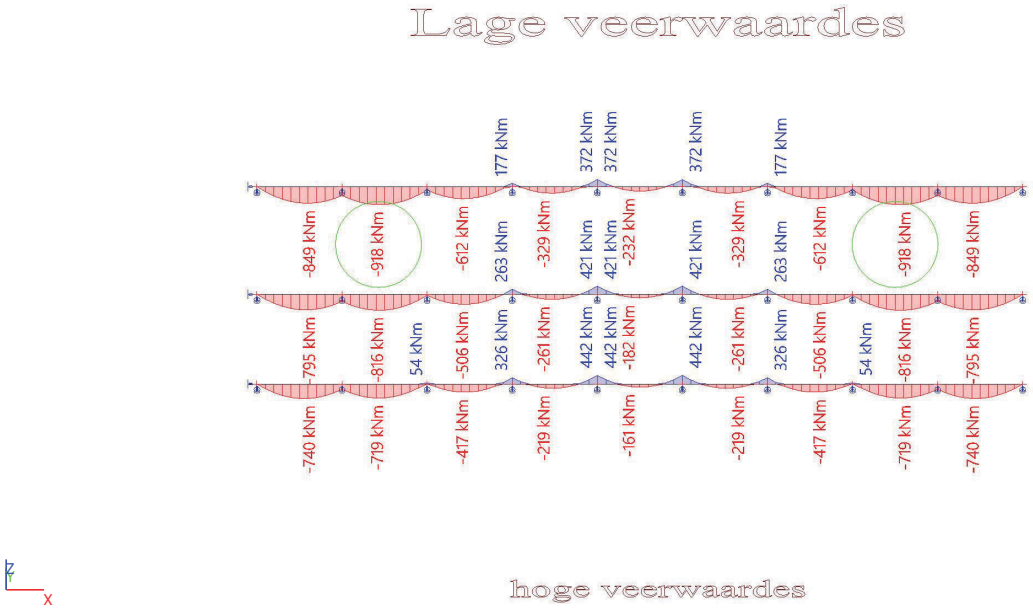
4.1.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Klasse: UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



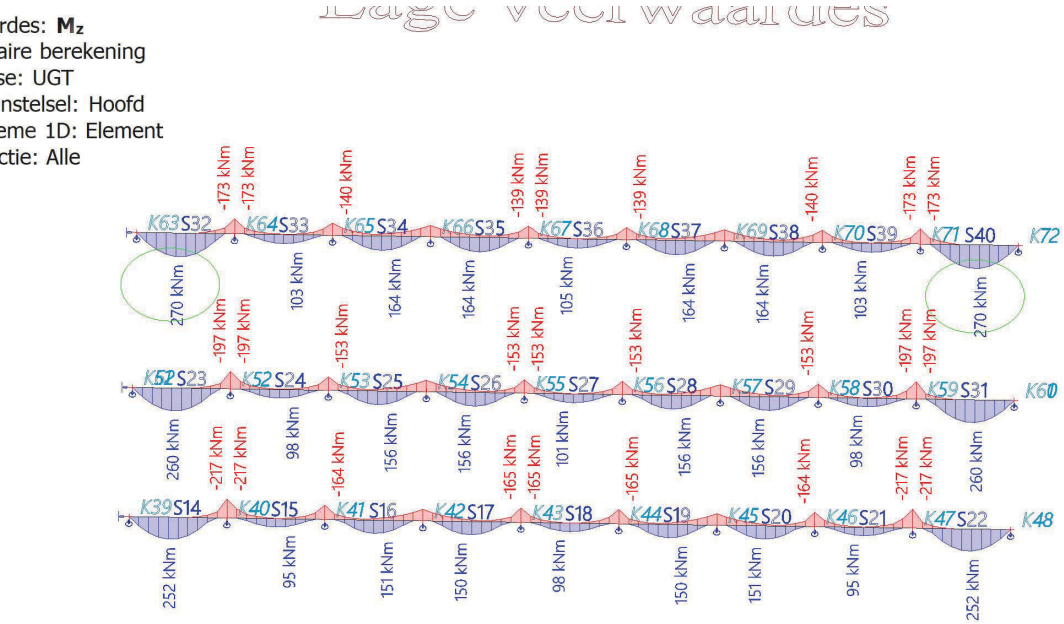
4.1.4. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Klasse: UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Benoemde selectie - UGT



4.1.5. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: **M_z**
Lineaire berekening
Klasse: UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



4.2. IGT

4.2.1. Interne 1D-krachten

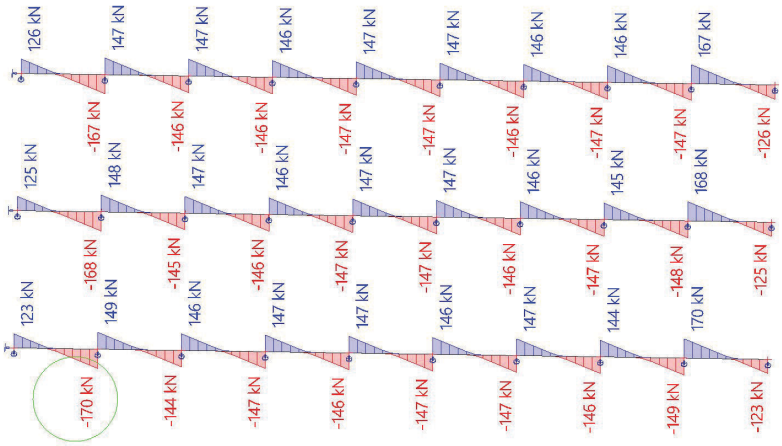
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - IGT

Naam	dx [m]	BG	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S49	0	IGT 1/1	**0**	**170**	-449	**0**	-95	-65
S113	0	IGT 1/2	0	78	**-978**	0	0	0
S96	3	IGT 1/2	0	-92	**990**	0	134	-43
S113	3	IGT 1/2	0	-110	-12	0	**-1385**	-44
S68	3	IGT 1/2	0	-112	966	0	**1352**	-49
S41	3	IGT 1/3	0	**-170**	484	0	3	**-65**
S59	1	IGT 1/3	0	9	-121	0	-352	**76**

Naam	Combinatiesleutel
IGT 1/1	eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT + 0.50*VB Terreinbelasting 3
IGT 1/2	eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT
IGT 1/3	eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT + 0.50*VB Terreinbelasting 1

4.2.2. Interne 1D-krachten; V_y - ankeruitval 1,2,5

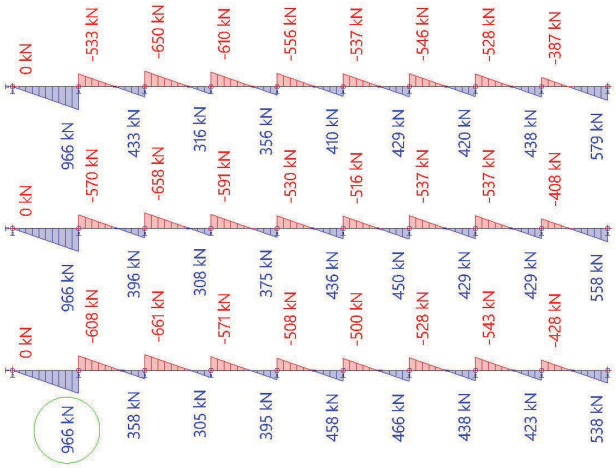
Waardes: V_y
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



4.2.3. Interne 1D-krachten; V_z ankeruitval 1

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle

Lage veerwaardes



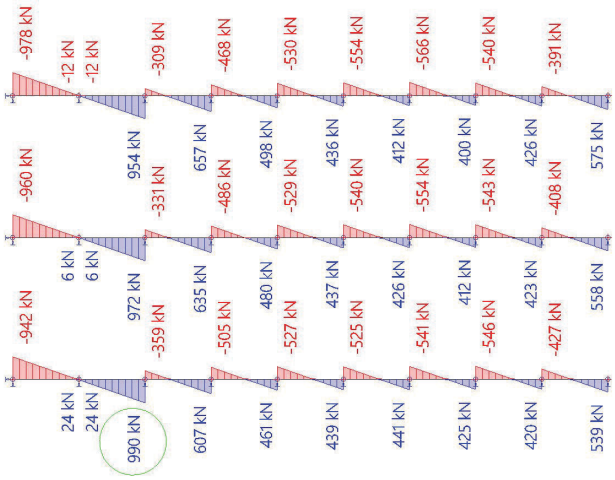


hoge veerwaardes

4.2.4. Interne 1D-krachten; V_z ankeruitval 2

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle

Lage veerwaardes



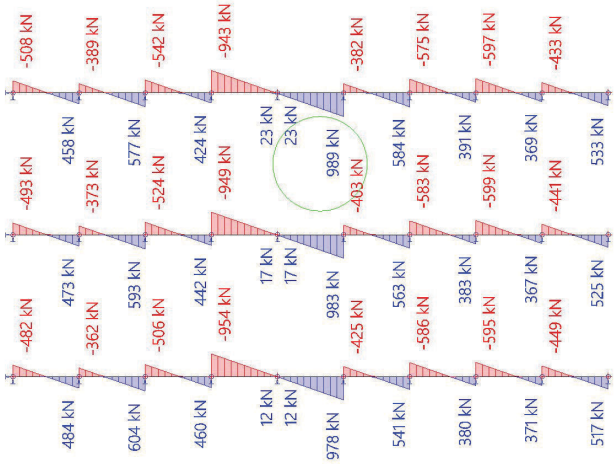


hoge veerwaardes

4.2.5. Interne 1D-krachten; V_z - ankeruitval 5

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle

Lage veerwaardes



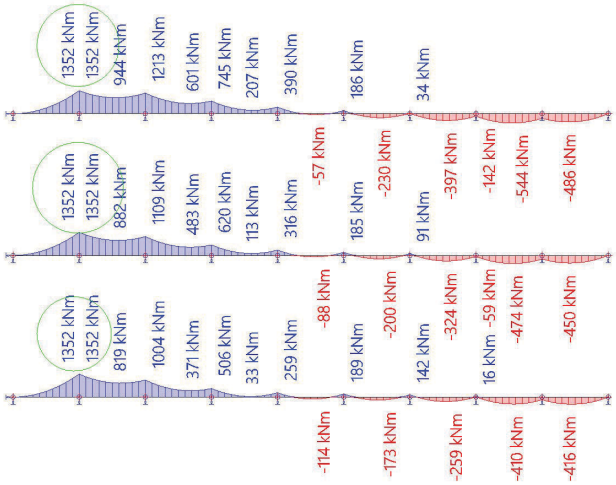


hoge veerwaardes

4.2.6. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 1

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle

Lage veerwaardes





hoge veerwaardes

4.2.7. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 2

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle

Lage veerwaardes



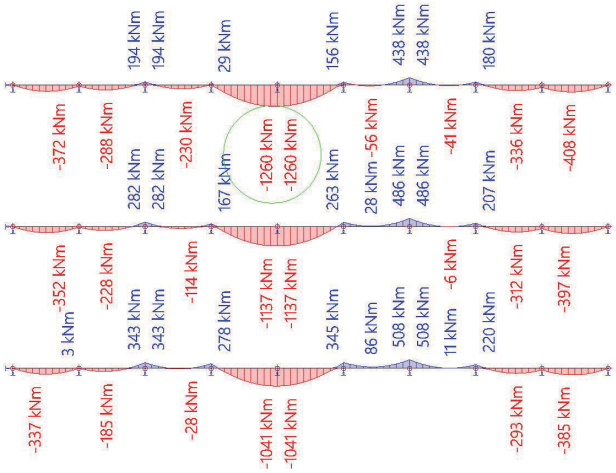


hoge veerwaardes

4.2.8. Interne 1D-krachten; M_y ankeruitval 5

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle

Lage veerwaardes

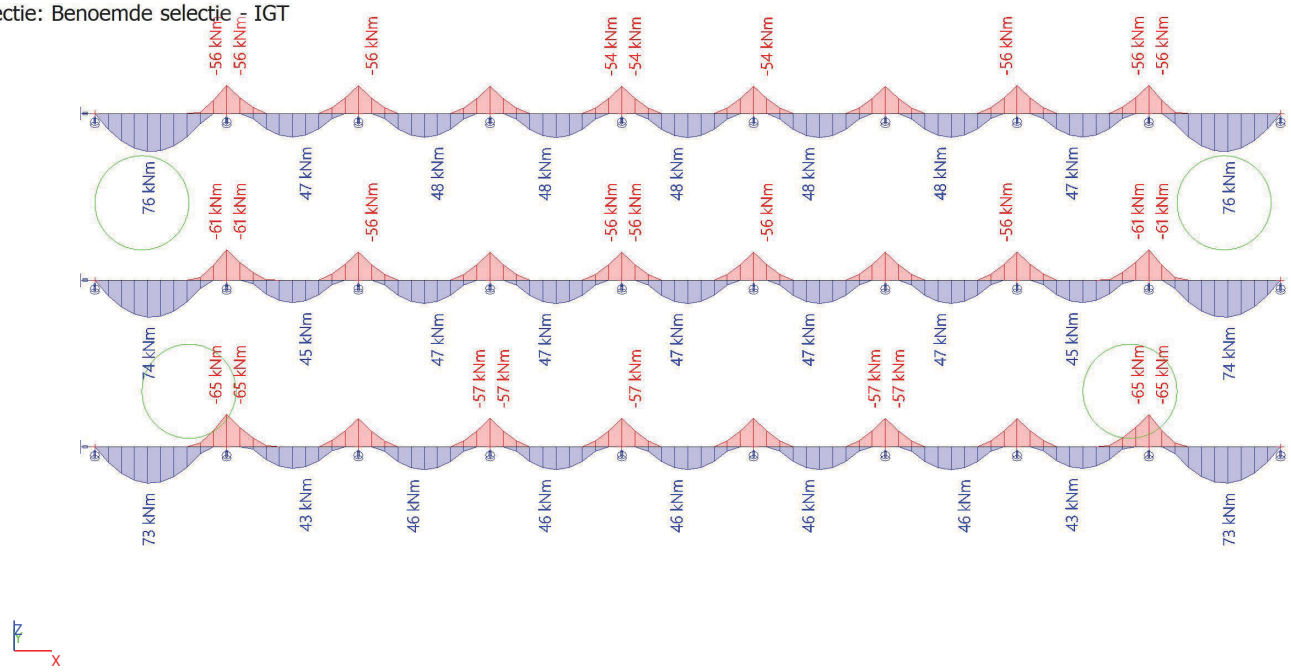




hoge veerwaardes

4.2.9. Interne 1D-krachten; M_z - ankeruitval 1,2,5

Waardes: **M_z**
Lineaire berekening
Combinatie: IGT 1
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Element
Selectie: Benoemde selectie - IGT



5. EC-EN 1993 UGT: staalcontrole

Lineaire berekening
Klasse: UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - UGT

EN 1993-1-1 Normcontrole
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S40	**1,400 / 2,800 m**	**HEB500**	**S 355**	**UGT**	**0,78 -**

Combinatiesleutel
UGT / 1.20*eigen gewicht + 1.20*gewicht van de grond + 1.20*ankerkracht UGT + 1.50*VB Reachstacker 3

Partiële veiligheidsfactoren	
γ_{M0} voor weerstand van doorsneden	1,00
γ_{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
γ_{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte f_y	355,0	MPa
Uiterste sterkte f_u	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDECONTROLE::...

De kritische controle is op positie 1,400 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N_{Ed}	0	kN
$V_{y,Ed}$	62	kN
$V_{z,Ed}$	143	kN
T_{Ed}	0	kNm
$M_{y,Ed}$	-736	kNm
$M_{z,Ed}$	267	kNm

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m^2]	σ_2 [kN/m^2]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	9e+04	-2e+05	-2	24	0	4	33	37	83	1
3	SO	116	28	2e+05	5e+05	0	0	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	1e+05	-1e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-9e+04	2e+05	-1	1	1	4	12	13	14	1
7	SO	116	28	-2e+05	-5e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.
De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

Controle buigend moment voor M_y
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	4,8150e-03	m^3
$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
Eenheidscontrole	0,43	-

Controle buigend moment voor M_z
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	1,2920e-03	m^3
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
Eenheidscontrole	0,58	-

Dwarskrachtcontrole voor V_y
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	1,7402e-02	m^2
$V_{pl,y,Rd}$	3567	kN
Eenheidscontrole	0,02	-

Dwarskrachtcontrole voor V_z
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	8,9780e-03	m^2
$V_{pl,z,Rd}$	1840	kN
Eenheidscontrole	0,08	-

Controle voor gecombineerde buiging, axiale kracht en Dwarskracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 en formule (6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
α	2,00	
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
β	1,00	

Eenheidscontrole (6.41) = 0,19 + 0,58 = 0,77 -

Opmerking: Aangezien de dwarskrachten minder dan de helft van de plastische dwarskrachtweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden
genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 1,400 m
Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2

Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m^2]	σ_2 [kN/m^2]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	9e+04	-2e+05	-2	24	0	4	33	37	83	1
3	SO	116	28	2e+05	5e+05	0	0	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	1e+05	-1e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-9e+04	2e+05	-1	1	1	4	12	13	14	1
7	SO	116	28	-2e+05	-5e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.
De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

Kipcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.1 & 6.3.2.3 en formule (6.54)

Kip parameters		
Methode voor Kipcurve	Alternatief geval	
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m^3
Elastisch kritisch moment M_{cr}	9727	kNm
Relatieve slankheid $\lambda_{rel,LT}$	0,42	
Limietslankheid $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Opmerking: De slankheid of het buigend moment is zo dat de kipeffecten genegeerd kunnen worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB lengte l_{LT}	2,800	m
Vorklengte L_g	2,800	m
Invloed van lastpositie	geen invloed	
Factor α	1952,48	
Reductie factor k_{red}	1,00	
Coëfficiënt C	8,02	
Factor S	1841	mm
Kip moment factor C_1	1,11	
Kip moment factor C_2	0,00	

Opmerking: M_{cr} is berekend volgens de Nederlandse NEN-EN NA.

Gecombineerde buig- en axiale drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.3 en formule (6.61),(6.62)

Buig- en axiale drukcontrole paramaters		
Interactie methode	alternatieve methode 2	
Oppervlakte van de doorsnede A	2,3860e-02	m^2
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m^3
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,z}$	1,2920e-03	m^3
Ontwerpdrukkracht N_{Ed}	0	kN
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-755	kNm
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{z,Ed}$	270	kNm
Karakteristieke drukweerstand N_{Rk}	8470	kN
Karakteristieke momentweerstand $M_{y,Rk}$	1709	kNm
Karakteristieke momentweerstand $M_{z,Rk}$	459	kNm
Reductie factor χ_y	1,00	
Reductie factor χ_z	1,00	
Gewijzigde reductiefactor $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interactiefactor k_{yy}	0,90	
Interactiefactor k_{yz}	0,55	
Interactiefactor k_{zy}	0,54	
Interactiefactor k_{zz}	0,92	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is afgeleid van balk S40 positie 1,120 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is afgeleid van balk S40 positie 1,680 m.

Interactie methode 2 parameters		
Methode voor interactiefactoren	Tabel B.1	
Zijdelings flexibel type y	Zijdelings flexibel	
Equivalente moment factor C_{my}	0,90	
Resulterend belastingtype z	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,z}$	-173	kNm
Veldmoment $M_{s,z}$	267	kNm

Interactie methode 2 parameters		
Factor $a_{h,z}$	-0,65	
Ratio van uiteinde momenten ψ_z	0,00	
Equivalente moment factor C_{mz}	0,92	
Resulterend belastingtype LT	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,LT}$	-400	kNm
Veldmoment $M_{s,LT}$	-736	kNm
Factor $a_{h,LT}$	0,54	
Ratio van uiteinde momenten ψ_{LT}	0,00	
Equivalente moment factor C_{mLT}	0,98	

Eenheidscontrole (6.61) = 0,00 + 0,40 + 0,32 = 0,72 -
Eenheidscontrole (6.62) = 0,00 + 0,24 + 0,54 = 0,78 -

Plooicontrole
Volgens EN 1993-1-5 artikel 5 & 7.1 en formule (5.10) & (7.1)

Plooiparameters		
Knik veldlengte a	2,800	m
Lijf	niet-verstijfd	
Lijfhoogte h_w	444	mm
Lijfdikte t	15	mm
Materiaal coefficiënt ε	0,81	
Correctiefactor voor dwarskracht η	1,20	

Plooiverificatie	
Lijf slankheid h_w/t	30,62
Lijfslankheid limiet	48,82

Opmerking: De slankheid van het lijf is zo dat de Plooi effecten kunnen worden genegeerd volgens EN 1993-1-5 artikel 5.1(2).

De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.

6. Staalcontrole IGT

Lineaire berekening
Klasse: IGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - IGT

EN 1993-1-1 Normcontrole
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Element S113	2,800 / 2,800 m	HEB500	S 355	IGT	0,85 -

Combinatiesleutel
IGT / eigen gewicht + gewicht van de grond + ankerkracht IGT + 0.40*VB Reachstacker 1

Partiële veiligheidsfactoren	
γ_{M0} voor weerstand van doorsneden	1,00
γ_{M1} voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
γ_{M2} voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte f_y	355,0	MPa
Uiterste sterkte f_u	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDECONTROLE::...

De kritische controle is op positie 2,800 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N_{Ed}	0	kN
$V_{y,Ed}$	-226	kN
$V_{z,Ed}$	-12	kN
T_{Ed}	0	kNm
$M_{y,Ed}$	-1385	kNm
$M_{z,Ed}$	-76	kNm

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m^2]	σ_2 [kN/m^2]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	3e+05	4e+05	1	0	1	4	7	8	11	1
3	SO	116	28	3e+05	2e+05	1	1	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	3e+05	-3e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-3e+05	-4e+05								
7	SO	116	28	-3e+05	-2e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.
De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

Controle buigend moment voor M_y
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	4,8150e-03	m^3
$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
Eenheidscontrole	0,81	-

Controle buigend moment voor M_z
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	1,2920e-03	m^3
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
Eenheidscontrole	0,17	-

Dwarskrachtcontrole voor V_y
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	1,7402e-02	m^2
$V_{pl,y,Rd}$	3567	kN
Eenheidscontrole	0,06	-

Dwarskrachtcontrole voor V_z
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

η	1,20	
A_v	8,9780e-03	m^2
$V_{pl,z,Rd}$	1840	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle voor gecombineerde buiging, axiale kracht en Dwarskracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 en formule (6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	1709	kNm
α	2,00	
$M_{pl,z,Rd}$	459	kNm
β	1,00	

Eenheidscontrole (6.41) = 0,66 + 0,17 = 0,82 -

Opmerking: Aangezien de dwarskrachten minder dan de helft van de plastische dwarskrachtweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden
genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 2,800 m
Classificatie volgens EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Classificatie van interne en uitkragende onderdelen volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1 en 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m^2]	σ_2 [kN/m^2]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limiet klasse 1 [-]	Limiet klasse 2 [-]	Limiet klasse 3 [-]	Klasse
1	SO	116	28	3e+05	4e+05	1	0	1	4	7	8	11	1
3	SO	116	28	3e+05	2e+05	1	1	1	4	7	8	12	1
4	I	390	15	3e+05	-3e+05	-1		1	27	59	68	101	1
5	SO	116	28	-3e+05	-4e+05								
7	SO	116	28	-3e+05	-2e+05								

Opmerking: De classificatielimieten zijn ingesteld volgens Semi-Comp+.
De doorsnede is geclassificeerd als klasse 1

Kipcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.1 & 6.3.2.3 en formule (6.54)

Kip parameters		
Methode voor Kipcurve	Alternatief geval	
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m^3
Elastisch kritisch moment M_{cr}	11558	kNm
Relatieve slankheid $\lambda_{rel,LT}$	0,38	
Limietslankheid $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Opmerking: De slankheid of het buigend moment is zo dat de kipeffecten genegeerd kunnen worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB lengte l_{LT}	2,800	m
Vorklengte L_g	2,800	m
Invloed van lastpositie	geen invloed	
Factor α	1952,48	
Reductie factor k_{red}	1,00	
Coëfficiënt C	9,53	
Factor S	1841	mm
Kip moment factor C_1	1,32	
Kip moment factor C_2	0,00	

Opmerking: M_{cr} is berekend volgens de Nederlandse NEN-EN NA.

Gecombineerde buig- en axiale drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.3 en formule (6.61),(6.62)

Buig- en axiale drukcontrole paramaters		
Interactie methode	alternatieve methode 2	
Oppervlakte van de doorsnede A	2,3860e-02	m^2
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,y}$	4,8150e-03	m^3
Plastische doorsnedemodulus $W_{pl,z}$	1,2920e-03	m^3
Ontwerpdrukkracht N_{Ed}	0	kN
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-1385	kNm
Ontwerp buigend moment (maximum) $M_{z,Ed}$	103	kNm
Karakteristieke drukweerstand N_{Rk}	8470	kN
Karakteristieke momentweerstand $M_{y,Rk}$	1709	kNm
Karakteristieke momentweerstand $M_{z,Rk}$	459	kNm
Reductie factor χ_y	1,00	
Reductie factor χ_z	1,00	
Gewijzigde reductiefactor $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interactiefactor k_{yy}	0,90	
Interactiefactor k_{yz}	0,55	
Interactiefactor k_{zy}	0,54	
Interactiefactor k_{zz}	0,91	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is afgeleid van balk S113 positie 2,800 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is afgeleid van balk S113 positie 1,120 m.

Interactie methode 2 parameters		
Methode voor interactiefactoren	Tabel B.1	
Zijdelings flexibel type y	Zijdelings flexibel	
Equivalente moment factor C_{my}	0,90	
Resulterend belastingtype z	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,z}$	-76	kNm
Veldmoment $M_{s,z}$	101	kNm
Factor $\alpha_{h,z}$	-0,76	
Ratio van uiteinde momenten ψ_z	0,00	

Interactie methode 2 parameters		
Equivalente moment factor C_{mz}	0,91	
Resulterend belastingtype LT	lijnlast q	
Uiteinde moment $M_{h,LT}$	-1385	kNm
Veldmoment $M_{s,LT}$	-1030	kNm
Factor $\alpha_{s,LT}$	0,74	
Ratio van uiteinde momenten ψ_{LT}	0,00	
Equivalente moment factor C_{mLT}	0,80	

Eenheidscontrole (6.61) = 0,00 + 0,73 + 0,12 = 0,85 -
Eenheidscontrole (6.62) = 0,00 + 0,44 + 0,20 = 0,64 -

Plooicontrole
Volgens EN 1993-1-5 artikel 5 & 7.1 en formule (5.10) & (7.1)

Plooiparameters		
Knik veldlengte a	2,800	m
Lijf	niet-verstijfd	
Lijfhoogte h_w	444	mm
Lijfdikte t	15	mm
Materiaal coefficiënt ε	0,81	
Correctiefactor voor dwarskracht η	1,20	

Plooiverificatie	
Lijf slankheid h_w/t	30,62
Lijfslankheid limiet	48,82

Opmerking: De slankheid van het lijf is zo dat de Plooi effecten kunnen worden genegeerd volgens EN 1993-1-5 artikel 5.1(2).

De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.

X

BIJLAGE: VOORONTWERP KRAANBAANFUNDERING



Voorontwerp Kraanbaan

Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project	Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever	Mepavex Logistics B.V.
Document	Voorontwerp Kraanbaan
Status	Definitief
Datum	15 april 2022
Referentie	115018/22-005.687
Projectcode	115018
Projectleider	
Projectdirecteur	
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Doel van dit rapport 5
1.2 Toelichting van het project 5
1.3 Leeswijzer 6
1.4 Afkortingen 6

2 NORMEN EN RICHTLIJNEN 7

3 GEOMETRIE 8

4 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN 9

4.1 Levensduur en veiligheidsklasse 9
4.2 Materialen 9
4.2.1 Beton 9
4.3 Geotechnische parameters 10
4.4 Waterstanden 11
4.5 Ontwerpkranen 12
4.6 Voorzieningen 13
4.7 Aanwezige kabels en leidingen 13
4.8 Vervormingen 13

5 BELASTINGEN 14

5.1 Permanente belasting 14
5.1.1 Eigen gewicht 14
5.1.2 Rustende belasting 14
5.1.3 Krimp 14
5.2 Variabele belasting 14
5.2.1 Belasting kraan 14
5.2.2 Veranderlijke belasting maaiveld 15
5.2.3 Temperatuur belasting funderingsbalk 16
5.3 Partiele belastingfactoren 16

6 VO - BEREKENINGEN 18

6.1 Rekenmodel 18

6.2 Veerwaardes 19

6.2.1 Verticale veerwaardes 19
6.2.2 Horizontale veerwaardes 19

6.3 Berekeningsresultaten 21

6.3.1 Betonnen ligger 21
6.3.2 Betonpalen 23

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 26

Laatste pagina 26

Bijlage(n) Aantal pagina's

I Bijlage I - Sonderingen 67

II Bijlage II - Belastingen 4

III Bijlage III - Bepaling verticale veerwaarden + Draagvermogen (D-foundations) 10

IV Bijlage IV - Bepaling horizontale veerwaarden 1

V Bijlage V - In- uitvoer SCIA 72

VI Bijlage VI - In- uitvoer IDEA 41

VII Bijlage VII - Bepaling trekvermogen 10

1

INLEIDING

1.1 Doel van dit rapport

Dit rapport beschrijft het voorontwerp van de kraanbaan behorende bij het project Markiezaat Container Terminal. De container terminal zal in Bergen op Zoom worden aangelegd. Het rapport bevat het voorontwerp van de kraanbaan en de bijbehorende fundering.

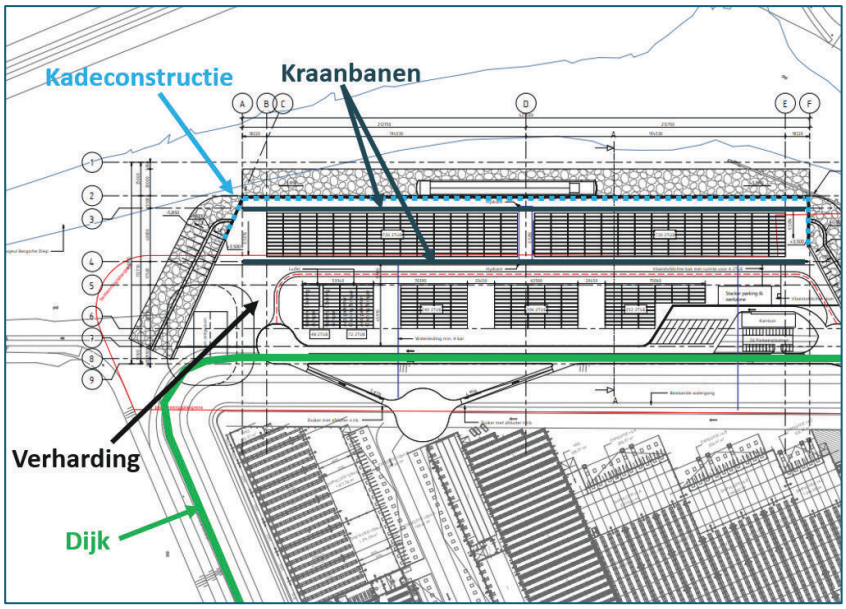
1.2 Toelichting van het project

Mepavex Logistics is voornemens een nieuwe containerterminal aan te leggen in Bergen op Zoom. Het ontwerp bestaat onder andere uit de volgende onderdelen:

- kadeconstructie;
- kraanbaan;
- verharding;
- waterkering (dijk).

Deze onderdelen zijn schematisch weergegeven in afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Schematische weergave projectonderdelen



1.3 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit de volgende onderdelen:
- normen, richtlijnen en overige referenties (hoofdstuk 2);
- een beschrijving van de geometrie van de kraanfundatiebalken (hoofdstuk 3);
- een overzicht van de randvoorwaarden en uitgangspunten (hoofdstuk 4);
- een overzicht van de belastingen (hoofdstuk 5);
- de VO-berekeningen van de kraanbalk (hoofdstuk 6);
- conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten (hoofdstuk 7).

1.4 Afkortingen

In de rapportage wordt gebruik gemaakt van afkortingen. In de onderstaande tabel staat een overzicht van deze afkortingen en hun betekenis.

Tabel 1.1 Overzicht toegepaste afkortingen

Afkorting	Betekenis
CUR	civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving
BGT	bruikbaarheidstoestand
UGT	uiterste grenstoestand
ppn	paalpuntniveau
DO	definitief ontwerp
VO	voorlopig ontwerp

2

NORMEN EN RICHTLIJNEN

Voor het VO-ontwerp is er gebruik gemaakt van de volgende vigerende normen, richtlijnen en overige referenties:

Normen

1 NEN-EN 1990+A1+C2/NB(NL) Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp, december 2011.
2 NEN-EN 1991-1-1+A1+C2/NB(NL) Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen, december 2011.
3 NEN-EN 1991-1-4 Eurocode 1: Belastingen op constructies. Deel 1-4: Algemene belastingen - Windbelasting.
4 NEN-EN 1991-1-5 Eurocode 1: Belastingen op constructies. Deel 1-5: Algemene belastingen - Thermische belasting.
5 NEN-EN 1991-2+C1/NB(NL) Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen.
6 NEN-EN 1991-3+C1/NB(NL) Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 3: Belastingen veroorzaakt door kranen en machines.
7 NEN-EN 1992-1-1+C2/NB(NL) Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies -Deel 1 - 1: Algemene regels en regels voor gebouwen, november 2011.
8 NEN-EN 1992-2 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies. Deel 2: Bruggen.
9 NEN 9997-1+C2 (NL): Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.
10 ISO 12488-1:2012, Hijskranen - toleranties voor wielen en kraanbanen voor rijden en traverseren - deel 1: algemeen.

Richtlijnen

11 Rijkswaterstaat 2017, Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK) 1.4.
12 SBRCURnet, 2013, Publication 211E, Quay Walls, second edition.

Overige referenties

13 MOS Grondmechanica B.V., 6 november 2019, Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal, kenmerk: R1901796-01.
14 KÜNZ, 4 april 2021, '9601' - Wheel Load Diagram Rev.2'.
15 FRATEUR, 13 april 2021, 'Opbouw kraanbaan met type rail A120-Model2'.
16 Witteveen+Bos, 19 juni 2019, 'Schetsontwerp excl. Kadastrale gegevens en beschermingszones', tekeningnummer 1001.
17 Witteveen+Bos, 13 september 2019, 'Markiezaat Container Terminal - Technisch Programma van Eisen, projectcode 115018.

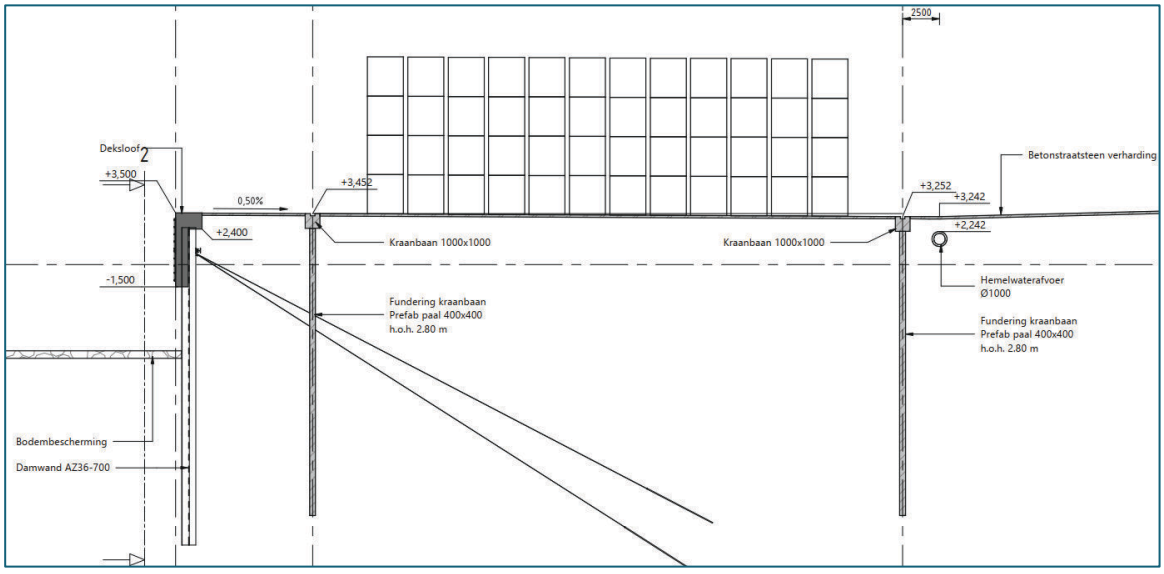
3

GEOMETRIE

Gekozen is om de betonnen kraanbaan te funderen op palen om de zakkingen te minimaliseren, dwarsdoorsnede van de kraanbaanfundatie is weergegeven in afbeelding 3.1. De constructie bestaat uit een betonnen ligger met een breedte van 1,0 m en een (effectieve) hoogte van 1,0 m met een betonkwaliteit van C30/37. De palen hebben een hart-op-hart afstand van 2,8 m en een lengte van 19 m, tot NAP -17,0 m. Er wordt gebruik gemaakt van prefab beton palen (400 mm x 400 mm) met een betonkwaliteit C30/37. Bij het ontwerp van het palenplan van de kraanfundatiebalk is rekening gehouden met de toekomstige ankers van de kadeconstructie. Deze ankers hebben ook een hart-op-hart afstand van 2,8 m. De prefab betonpalen van de kraanbaan worden in het midden tussen 2 ankers geplaatst, dus met een hart-op-hart afstand van 1,4 m tussen anker en prefab betonpaal.

De lengte van de kraanbaan is ± 314 m. Omwille van de belastingen en de maakbaarheid is er voor gekozen om de balk op te delen in moten met een lengte van 30,8 m. De dwarskracht wordt overgedragen middels een dookverbinding.

Afbeelding 3.1 Dwarsdoorsnede kraanbaan



4

UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

4.1 Levensduur en veiligheidsklasse

De ontwerplevensduur van de nieuwe kraanbaan bedraagt 50 jaar, zonder groot preventief en correctief onderhoud. De kraanbaan bevindt zich op een terminal gelegen voor een dijk, wat als primaire waterkering fungeert. Om die reden valt de kraanbaan in gevolgklasse CC2.

4.2 Materialen

4.2.1 Beton

Voor het ontwerp van de kraanbanen wordt gerekend met een betonklasse van C30/37 met wapeningstaal van sterkteklasse B500B. Voor de prefab palen wordt eveneens een sterkte klasse aangehouden van C30/37. In tabel 4.1 worden enkele materiaaleigenschappen van de betonmaterialen weergegeven [ref. 7]. In tabel 4.2 zijn enkele materiaaleigenschappen van het wapeningsstaal opgenomen.

Tabel 4.1 Eigenschappen beton

Parameter		C30/37	
karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck}	30,0	N/mm^2
karakteristieke kubusdruksterkte	$f_{ck,cube}$	37,0	N/mm^2
E-modulus ongescheurd	E_{cm}	32.800	N/mm^2
E-modulus gescheurd	$E_{cm,gescheurd}$	11.000	N/mm^2
volumegewicht	γ	25,0	kN/m^3

Tabel 4.2 Eigenschappen wapeningsstaal

Parameter		B500B	
karakteristieke treksterkte	f_{tk}	540	N/mm^2
karakteristieke vloeigrens	f_{yk}	500	N/mm^2
rekenwaarde vloeigrens	f_{yd}	435	N/mm^2
E-modulus	E_s	2,0 * 10^5	N/mm^2

Milieuklasse en betondekking

De wapening in het beton dient voldoende beschermd te worden tegen corrosie om de levensduur te garanderen. De wapening wordt niet voorzien van kathodische bescherming, dus er moet voldoende

betondekking aanwezig zijn. De minimale betondekkingen en de toegestane scheurwijdten worden bepaald volgens NEN-EN 1992-1-1+NB [ref. 7].

De minimale dekking is als volgt bepaald:

c_{min}	=	$\max\{c_{min,b};c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};10\}$;	
$c_{min,dur}$	=	*(tabel 4.2)*	*(op basis van NEN-EN 1992-1-1 tabel 4.4 NB);*
$\Delta c_{dur,\gamma}$	=	*0mm*	*(artikel 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1);*
$\Delta c_{dur,st}$	=	*0mm*	*(artikel 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1);*
$\Delta c_{dur,add}$	=	*0mm*	*(artikel 4.4.1.2. van de NEN-EN 1992-1-1).*

In tabel 4.3 is aangegeven welke milieuklasse, constructieklasse, dekking en toegepaste dekking van toepassing zijn voor de betonnen constructie.

Tabel 4.3 Betonklasse, Milieuklasse en betondekking

Locatie	Betonsterkte-klasse	Milieuklasse	Constructie-klasse	C_{min} [mm]	ΔC_{dev} [mm]	C_{nom} [mm]	C_{toep} [mm]	w_{max}
bovenzijde balk	C30/37	XC4, XD3, XS1, XF4	S3[a]	35	5	40	50	0,20
onderzijde balk	C30/37	XC4, XF2	S3[a]	25	5	30	50	0,30
funderings palen	C30/37	XC4, XF2	S3[b]	25	5	30	50	0,30

[a] Conform, 4.4.1.2 (5) [ref. 8], indien de hoofdafmeting van de balk groter (breder) is dan 1,0 m, mag de constructie als plaat-element worden beschouwd en conform artikel tabel 4.3 N.

[b] Conform 4.4.1.2 (5) [ref. 8], indien de specifieke kwaliteitsbeheersing van de betonproductie kan worden gewaarborgd, mag er 1 constructieklasse lager worden gehanteerd (tabel 4.3N).

Materiaalfactoren

In tabel 4.4 zijn de partiele factoren weergegeven voor beton(staal), conform tabel 2.1 van NEN-EN 1992-1-1 [ref. 7].

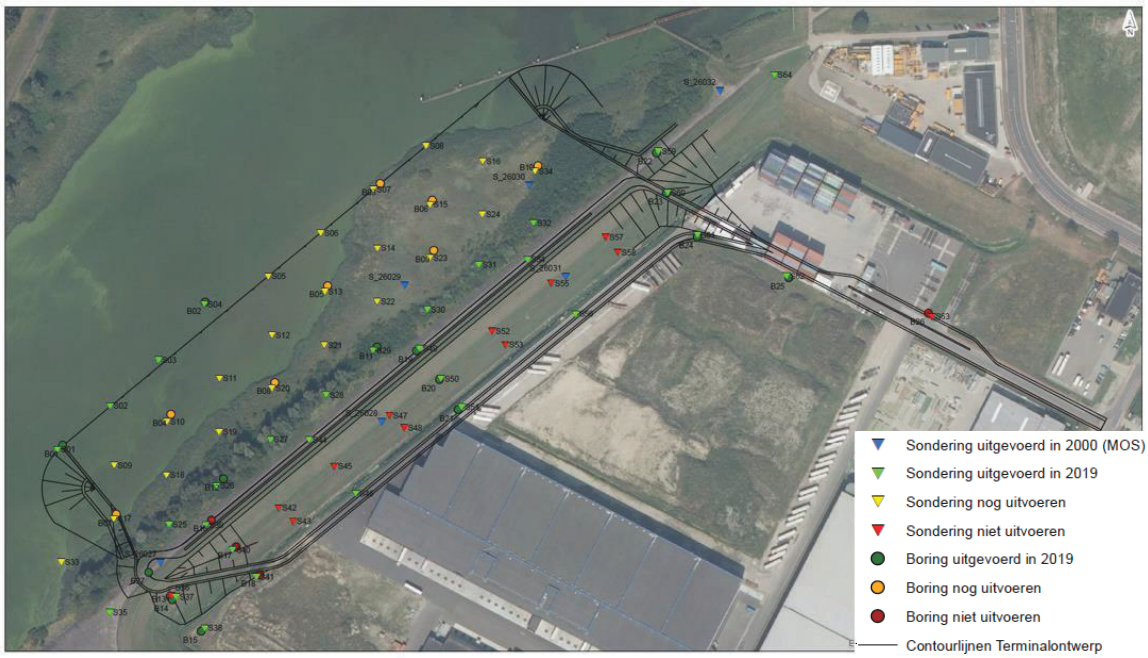
Tabel 4.4 Partiele factoren beton [ref. 7]

Ontwerpsituatie	γc voor beton	γc voor staal
blijvend en tijdelijk	1,5	1,15
buitengewoon	1,2	1,0

4.3 Geotechnische parameters

De in de berekeningen gehanteerde grondprofielen zijn gebaseerd op het geotechnisch onderzoek dat is uitgevoerd door MOS Grondmechanica. Door beperkte toegang tot het terrein is het (nog) niet mogelijk geweest het gehele grondonderzoek uit te voeren. Momenteel zijn enkel de sonderingen en boringen zoals aangegeven in afbeelding 4.1 beschikbaar.

Afbeelding 4.1 Status uitgezet grondonderzoek



Dit geotechnische bodemonderzoek is uitgevoerd in september tot oktober 2019 en bestaat uit verschillende sonderingen en boringen, waarvan de sonderingen S01 t/m S04 bestudeerd ten behoeve van dit rapport. [ref. 13]. Van deze sonderingen laat sondering S04 de meest zwakke pakking zien. Om die reden wordt de grondopbouw zoals in S04 als maatgevend aangehouden. Zie tabel 4.5 voor een overzicht van de grondlagen.

Tabel 4.5 Bodemopbouw o.b.v. sondering S04

Laag	Omschrijving	Boven-kant laag [NAP m]	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ [kN/m^2]	q_c [MPa]	φ' [°]	c' [kPa]
1	zand, ophoging, matig (boven GWS)	maaiveld	18/20	15	32,5	0
2	zand, ophoging, los (onder GWS)	+0,14	17/19	5	30	0
3	zand, los	-3,49	17/19	7,5	30	0
4	veen, matig	-8,20	12/12	2,0	15	2,5
5	zand, los	-8,80	17/19	9,0	30	0
6	zand, matig	-15,00	18/20	15,0	32,5	0
7	zand, vast	-16,80	19/21	36,0	35	0
8	klei, vast	-26,30	19/19	4,0	17,5	13
9	klei, zwak zandig, vast	-27,00	20/20	10,0	22,5	13
10	zand, vast	-28,40	19/21	40,0	35	0

4.4 Waterstanden

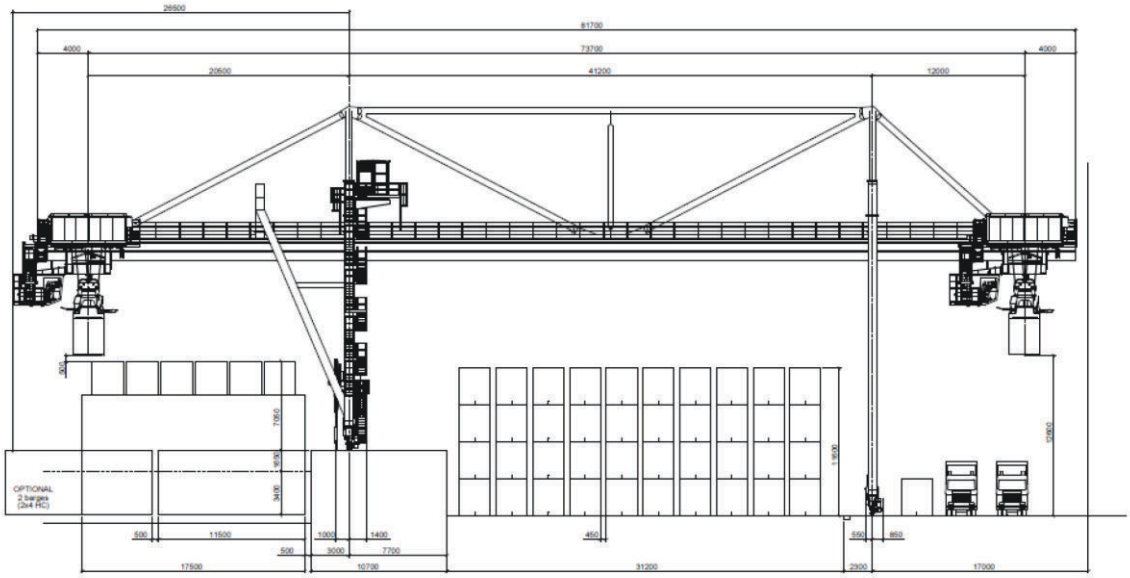
Momenteel bestaat het terrein uit een drassig gebied dat deels onder water staat, zie ook afbeelding 4.1. De grondwaterstand bevindt zich ter hoogte van NAP.

4.5 Ontwerpkranen

Conform opgave opdrachtgever wordt er uitgegaan van een Künz 9601 gantry crane, zie afbeelding 4.2. Zoals te zien staat deze kraan aan de landzijde op een verhoogde constructie. Voor de MCT terminal zal de ondersteuning van de kraan aan zowel de landzijde als aan de waterzijde ter hoogte van het maaiveld zijn.

De kraan staat op 4 hoeken en de railafstand is gelijk aan 41,20 m. Voor de hoeken aan de waterzijde zijn er per hoek 6 wielen en voor de hoeken aan de landzijde zijn er per hoek 4 wielen. De wielen zijn opgedeeld in paren van 2, met een onderlinge afstand tussen 0,80 m tussen de 2 wielen in éénzelfde paar.
De onderlinge afstand tussen 2 verschillende wielparen is gelijk aan 1,0 m [ref. 10]

Afbeelding 4.2 Vooraanzicht KÜNZ 9601 gantry crane



De kraanrails zijn van het type A120 van fabrikant Frateur De Pourcq [ref.15]. De specificaties van deze rail zijn samengevat in tabel 4.6.

Tabel 4.6 Specificaties kraanrail

Parameter	Waarde	Eenheid
massa	100,0	kg/m
hoogte	105,0	mm
voet	220,0	mm
doorsnede	127.5	cm^2
treksterkte	690	N/mm^2

4.6 Voorzieningen

Om voldoende ruimte te hebben in de betonconstructie wordt een minimale breedte van 1,0 m aangehouden. Deze ruimte is benodigd voor voorzieningen die mogelijk dienen te worden geplaatst in de kraanbaan, zoals:

- remplaten;
- remstoelen;
- stormpotten;
- vijzelpunten;
- sensoren.

4.7 Aanwezige kabels en leidingen

Ter hoogte van de locatie van de nieuwe containerterminal bevinden zich momenteel 3 soorten leidingen [ref. 16]:

- een niet-operationele leiding gevaarlijke inhoud van Airliquide;
- een gasleiding van Zebragas;
- een rioolleiding van Sabic.

De leidingen komen alle 3 aan de noordoostzijde het gebied van de nieuwe terminal binnen en gaan parallel aan de kadeconstructie het terrein over. De gas- en rioolleiding bevinden onder de dijk die als primaire waterkering fungeert (afbeelding 1.1). De niet-operationele gevaarlijke inhoud leiding van Airliquide is meer noordelijk gelegen en bevindt zich op een afstand van ongeveer 40 m van de toekomstige kadeconstructie. Gezien de afmetingen van de kraan (paragraaf 4.5), de locatie van de kraanbaan ten opzichte van de kadeconstructie en de parallelle ligging van de aanwezige leidingen, is aangenomen dat de kraanbaan geen hinder ondervind van de aanwezigheid van de bovengenoemde kabels en leidingen.

4.8 Vervormingen

De maximale toleranties voor de kraanbaan volgen uit de ISO 12488-1 norm [ref. 10]. De maximale horizontale verplaatsing in het horizontale vlak is gelijk aan ± 10,0 mm en in het verticale vlak gelijk aan ± 20,0 mm. Hierbij is aangenomen dat de referentiekraan (paragraaf 4.5) onder tolerantie klasse 2 valt volgens tabel 1 van ISO 12488-1 [ref. 10].

5

BELASTINGEN

5.1 Permanente belasting

5.1.1 Eigen gewicht

Voor het beton wordt een gewicht van 25 kN/m3 aangehouden. Het eigengewicht van de kraanrail (type A120) is aangenomen op 1,25 kN/m.

5.1.2 Rustende belasting

De rustende belasting bestaat uit grondvulling aan beide zijden van de balk. Doordat deze belasting aan weerszijden gelijk is, vallen ze tegen elkaar weg. Zodoende wordt deze belasting niet in rekening gebracht.

5.1.3 Krimp

De krimpverkorting wordt bepaald aan de hand van NEN-EN 1992-1-1 [ref. 7] artikel 3.1.4 (6). De totale krimpverkorting ε_{cs} is de som van de uitdrogingskrimp ε_{cd} en de autogene krimp ε_{ca}. De krimp is ingevoerd als een constante temperatuurdaling ($\Delta T_{\varepsilon cs}$) en is gelijk aan -25,2 °C. Voor de volledige berekening van de krimpbelasting wordt doorverwezen naar bijlage II.

5.2 Variabele belasting

5.2.1 Belasting kraan

De kraanbelasting kan worden onderverdeeld in verticale, horizontale en accidentele belastingen, conform NEN-EN 1991-3 [ref. 6]. De grootte van de belastingen volgt uit de berekeningen afkomstig van de kraanleverancier KÜNZ. [ref. 14]. Een overzicht van de belastingen is weergegeven in tabel 5.1.

Verticale belasting
De verticale belasting is ten gevolgen van:
- het eigen gewicht van de kraan;
- het gewicht van de last.

Horizontale belasting
De horizontale belasting is ten gevolgen van:
- het versnellen en afremmen van de kraan (kracht in langsrichting);
- windbelasting, waarbij er onderscheid is gemaakt tussen windbelasting tijdens kraanactiviteiten, en stormbelasting waarbij de kraan buitengebruik is;
- het schranken van de kraan.

Conform artikel 2.5.2.2 (2) [ref. 6] hoeft enkel de maatgevende, horizontale belasting te worden beschouwd. Uit de gegeven belastingen blijkt dat enkel de windbelasting is berekend. In deze fase van het ontwerp wordt uitgegaan dat de windbelasting als maatgevend kan worden gezien. Aanbevolen wordt om dit te verifiëren bij de kraanleverancier.

Belastinggevallen

De belastinggevallen zijn als volgt gedefinieerd. Zie tabel 5.1 voor een overzicht van de optredende wiellasten per belastinggeval [ref. 14].

- Belastinggeval A: reguliere belastingen.
- Belastinggeval B: incidentele belastingen.
- Belastinggeval C: uiterste belastingen.

Tabel 5.1 Overzicht wiellasten per belastinggeval

nr.	Belastinggeval	Waterzijde			Landzijde		
		Krachtcomponenten [kN]			Krachtcomponenten [kN]		
		F_X[a]	F_Y[b]	F_Z[c]	F_X	F_Y	F_Z
1	max. in belastinggeval A	±12	±93	298	±9	±67	322
2	max. in belastinggeval B (+ voorwind)	±26	±192	313	±15	±131	337
3	max. in belastinggeval C - III (+ zijwind) [d]	±35	±273	225	±24	±107	169
4	max. in belastinggeval C - IV (test load)	N/A	N/A	298	N/A	N/A	323
5	max. in belastinggeval C - V (buffer) [e]	N/A	N/A	356	N/A	N/A	385

[a] Kracht per wiel loodrecht op kraanrails

[b] Kracht per set wielen evenwijdig aan kraanrails

[c] Kracht per wiel verticaal op de kraanrails

[d] F_Y werkt over de railklem op de rails of over de borgpen op de borgbeugel

[e] F_Y werkt over op de eindstop

Per hoek zijn er aan de waterzijde 6 wielen aanwezig. Aangenomen is dat de belastingen evenredig zijn verdeeld over deze 6 wielen, zowel de horizontale als de verticale belastingen. Dit geldt hetzelfde voor de krachtafdracht aan de landzijde, waar is aangenomen dat deze evenredig is verdeeld over de 4 wielen per hoek aan deze zijde. Omdat de totale belasting aan de waterzijde groter is dan aan de landzijde (6 versus 4 wielen) zijn tijdens het ontwerp van de kraanbaan enkel de krachten aan de waterzijde beschouwd.

Conform NEN-EN 1991-3 [ref. 6] zullen de belastingen van de verticale- en horizontale belastingen worden beschouwd als karakteristieke waarden.

5.2.2 Veranderlijke belasting maaiveld

De veranderlijke belasting is gelijk aan 55 kN/m2 [ref. 17]. Er is aangenomen dat het niet aannemelijk is dat deze veranderlijke belasting maaiveld op de kraanbaan komt te staan. De belasting kan wel direct naast de kraanbaan voorkomen. Om die reden ontstaat er een extra horizontale belasting die werkt op de kraanbaan.

Er wordt uitgegaan van een neutrale gronddruk met een gronddrukfactor van ½. Dit resulteert in een horizontale gronddruk van ½ * 55 kN/m^2 = 27,5 kN/m^2. Deze horizontale belasting is via een schaakbord mechanisme toegevoegd in het SCIA-model.

5.2.3 Temperatuur belasting funderingsbalk

De betonconstructie bevindt zich grotendeels ondergronds en derhalve mogen beperkte thermische effecten verwacht worden. Enkel de bovenzijde van de funderingsbalk wordt direct door de zon beschenen. De Eurocode voor thermische belastingen NEN-EN 1991-1-5 [ref. 4] geeft geen gerichte invulling aan de betreffende situatie, daarom wordt de ROK 1.4 [ref. 11] gebruikt.

Jaarlijkse temperatuurverschillen
Voor de funderingsbalk wordt een temperatuurverschil tussen de boven- en grondzijde in rekening gebracht, conform artikel 5.5 [ref. 11].

Dagelijkse temperatuur
Voor de dagelijkse temperatuur wordt ook de ROK 1.4 aangehouden conform figuur 5.3 [ref. 11].

Temperatuurbelasting kraanrail
Tussen de stalen kraanrail en de onderliggende betonbalk kan een temperatuurverschil optreden. In de zomer wordt voor de rail een maximum temperatuur aangehouden van 55°C en in de winter een minimum temperatuur van -20°C. Het temperatuurverschil tussen de kraanrail en de betonbalk genereert een normaalkracht tussen de kraanrail en het beton. Deze normaalkracht wordt vervolgens omschreven naar een lineair temperatuurverschil over de betonbalk.

Totale temperatuurbelasting
Hierdoor kan het effect van de opwarming van de kraanbaan worden gecombineerd met de dagelijkse en jaarlijkse temperatuurverschillen. Voor de volledige afleiding van de temperatuurbelastingen, wordt doorverwezen naar bijlage II. Zie tabel 5.2 voor beknopt overzicht.

Tabel 5.2 Overzicht temperaturen boven- en onderzijde fundatiebalk

Periode	Type	Temperatuur bovenzijde [°C]	Temperatuur onderzijde [°C]
zomer	jaarlijks[a]	+20,0	-2,0
	dagelijks	+9,0	-3,0
	rails	+19,6	-9,8
	totaal	**+48.6**	**-14,8**
winter	jaarlijks[a]	-30,0	-12,0
	dagelijks	-3,6	+1,2
	rails	-4,9	+2.2
	totaal	**-38,5**	**-8,6**

[a] Jaarlijkse temperatuurverschil ten opzichte van referentietemperatuur (T=15°C).

5.3 Partiele belastingfactoren

De volgende combinaties- en belastingfactoren worden beschouwd, conform NEN-EN 1990+A1+A1/C2+NB [ref. 1], tabel NB.16 - A2.4(B).

Tabel 5.3 Partiële belastingfactoren UGT/BGT (STR/GEO) - Groep B - RC2

Belastingcombinatie	Blijvende belastingen		Dominante veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de dominante	
	ongunstig	gunstig		belangrijkste (indien aanwezig)	andere
vergelijking 6.10a (UGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,3	0,9	-	1,5 ($\psi_{0,1}$)	1,5 ($\psi_{0,i}$)
vergelijking 6.10b (UGT)	$\xi \cdot \gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,2	0,9	1,5 1,35[a]	-	1,5 ($\psi_{0,i}$)
vergelijking 6.11 (IGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{A,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,0	1,0	1,0	1,0 ($\psi_{1,1}$)	1,0 ($\psi_{2,i}$)
vergelijking 6.15b (BGT)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,i}$
	1,0	1,0	1,0 ($\psi_{1,1}$)	-	1,0 ($\psi_{2,i}$)

[a] Alleen van toepassing op kraanbelasting, conform tabel A.1 [ref. 6].

De Ψ-factoren zijn weergegeven in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Overzicht Ψ –factoren

Belastinggeval	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Norm
variabele belasting (terreinbelasting)	0,7	0,5	0,3	CUR 211
temperatuur	0,3	0,8	0,3	NEN-EN 1990
kraanbelasting	1,0	0,9	0,0	NEN-EN-1991-3

Tabel 5.5 Overzicht belastingcombinaties

Combinatie	EG	PB-KR	VB-K	VB-MV	TE
UGT-1	1,2	0[a]	1,35	1,05	0[a]
UGT-2	1,2	0[a]	1,35	1,5	0[a]
UGT-3	0,9	0[a]	1,35	1,05	0[a]
UGT-4	0,9	0[a]	1,35	1,5	0[a]
BGT-1	1,0	1,0	0,9	0,3	0,3
BGT-2	1,0	1,0	0,0	0,8	0,3
BGT-3	1,0	1,0	0,0	0,3	0,5
IGT-1	1,0	0[a]	1,0	0.5	0[a]
IGT-2	1,0	0[a]	0,9	1,0	0[a]

[a] Krimp- en temperatuurbelasting hoeven enkel te worden beschouwd in de BGT-situatie.

6

VO - BEREKENINGEN

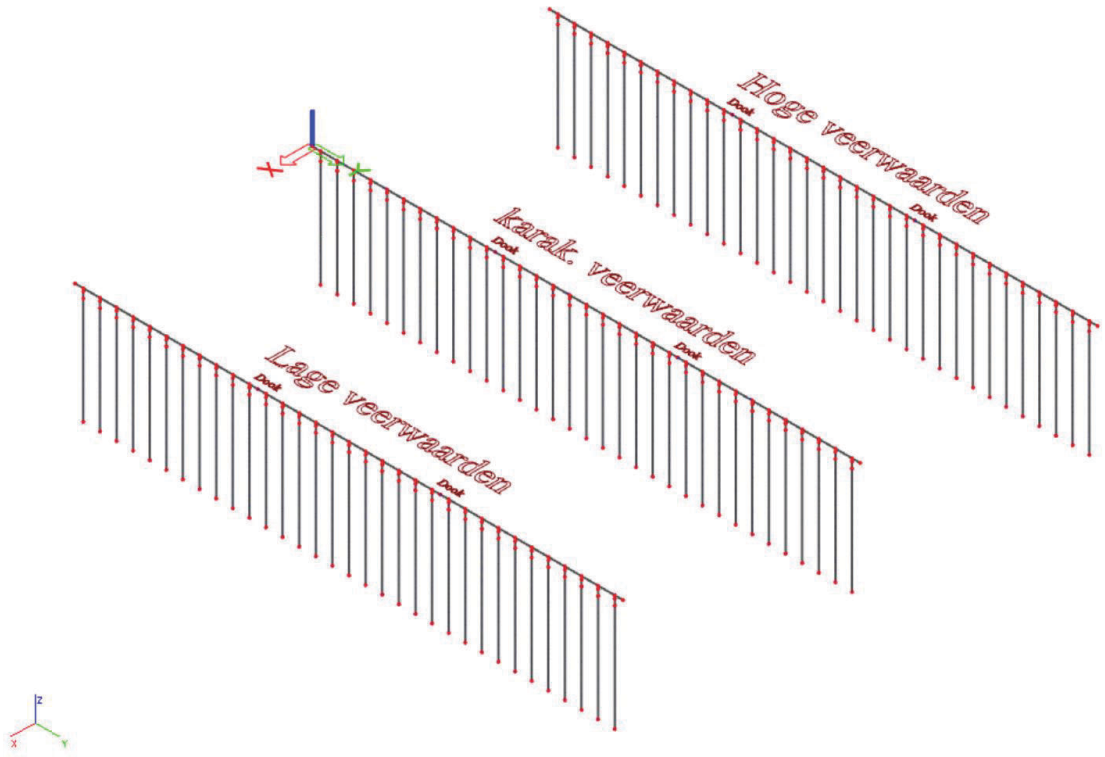
6.1 Rekenmodel

De betonnen kraanfundatiebalk is gemodelleerd met behulp van SCIA-engineer 20. De fundatiebalk en de betonpalen zijn gemodelleerd als 1D-staafelementen (afbeelding 6.1). Met behulp van het model kunnen de interne krachten van de ligger worden bepaald. Daarnaast kunnen de krachten worden bepaald in de betonnen palen en de dookverbinding. Voor de volledige in- en uitvoer van het SCIA-model wordt verwezen naar bijlage V.

De stijfheid van de palen is meegenomen met behulp van translatieveren. De stijfheden zijn bepaald met behulp van de software uit D-serie, namelijk D-foundation. Om de onzekerheid van de veerstijfheden mee te nemen, zijn er 3 modellen voor de ligger gemaakt:

1 een model voor de ondergrenswaarde van de veerstijfheden (lage veerwaardes);
2 een model met de verwachtingswaarde van de veerstijfheden (karakteristieke veerwaardes);
3 een model voor de bovengrenswaarde van de veerstijfheden (hoge veerwaardes).

Afbeelding 6.1 SCIA-model kraanfundatiebalk



Voor de afleiding van deze stijfheden is gerefereerd naar paragraaf 6.2.

De kraanbaan bestaat uit verschillende moten van 30,8 m. Voor de eenvoud van de berekeningen zijn enkel 3 moten beschouwd. De moten zijn scharnierend met elkaar verbonden.

6.2 Veerwaardes

6.2.1 Verticale veerwaardes

De verticale veerstijfheid is bepaald met behulp van de software D-foundations. Een enkele paal, met een totale lengte van 19,0 m is gemodelleerd en vervolgens belast met de BGT-belasting. Deze BGT belasting is afkomstig uit het SCIA-model (bijlage V). Met behulp van D-foundations kan vervolgens de paalpunt zakking (s_b), de zakking ten gevolgen van de paalelasticiteit (s_{el}), en de groepszakking (s_2) worden bepaald. De zakking ten gevolgen van de paalelasticiteit wordt automatisch meegenomen door het SCIA-model, aangezien de gehele paal wordt gemodelleerd. De stijfheid is vervolgens als volgt bepaald:

$$K_{v;kar} = \frac{F}{S_b + \frac{1}{3}S_2}$$

Om de verticale veerstijfheid te bepalen is er een D-foundations model opgezet. De resultaten van deze berekening is samengevat in tabel 6.1. Voor de volledige in- en output wordt verwezen naar bijlage III. Uit de resultaten blijkt dat de paalpunt zakking (s_b) gelijk is aan 2,0 mm bij een belasting van 913 kN. Dit resulteert in een karakteristieke veerstijfheid van 457 MN/m. Om de hoge en lage veerstijfheid te bepalen wordt de karakteristieke veerstijfheid vermenigvuldigd en gedeeld door √2, respectievelijk.

Tabel 6.1 Overzicht berekening verticale stijfheid

Sondering	F [kN]	S_b [mm]	K_{kar} [MN/m]	$R_{y,Ed}$ [kN]	R_v [kN]
04	913	2,0	457	2.500	3.000

$$k_{v;hoog} = 457 * \sqrt{2} = 646\ MN/m$$
$$k_{v;kar} = 457\ MN/m$$
$$k_{v;laag} = \frac{457}{\sqrt{2}} = 323\ MN/m$$

6.2.2 Horizontale veerwaardes

De horizontale veerwaardes worden bepaald aan de hand van methode van Ménard, waarbij de stijfheid $E_{Ménard}$ afhankelijk is van de conusweerstand [q_c]. Voor het bepalen de veerwaardes zijn de conusweerstanden uit sondering S04 gebruikt.

$$E_{Ménard} = q_c * \beta$$

De waarde voor de Ménard-constanten α en β is afhankelijk van het type grondsoort. De Ménard-constanten voor zand, klei en veen zijn gegeven in tabel 6.2, voor de lage- en hoge geotechnische parameters.

Tabel 6.2 Overzicht Ménard-constanten

Grondsoort	α –factor	β –factor	
		Laag	Hoog
zand	1/3	0,7	1,0
klei	2/3	2,0	3,0
veen	1	3,0	4,0

Vervolgens kan de horizontale veerstijfheid worden bepaald via de onderstaande formule:

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m}\left[1.3R_0(2.65\frac{R}{R_0})^{\alpha} + \alpha R\right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} * \frac{4(2.65)^{\alpha}}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

Waarin:

K_h	=	horizontale bedding per grondlaag;
E_m	=	elasticiteitsmodulus volgens Ménard;
R	=	straal paal (= ½ * breedte paal);
R_0	=	referentiediameter (= 0.3 m);
α	=	Ménard constante (tabel 6.2).

Voor de fundering van de kraanbaan zijn vierkante prefab beton palen gekozen met een afmetingen van 400 x 400 mm.
De waarden van de horizontale veerstijfheden zijn weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Waarden E_m voor verschillende grondsoorten in S04

Laag	Omschrijving	Boven-kant laag [NAP m]	$\gamma_{dry}/\gamma_{sat}$ [kN/m^2]	q_c [MPa]	φ' [°]	c' [kPa]	$k_{h,pile,low,d}$, [MN/m^2] [a] [b]	$k_{h,pile,avg,d}$ [MN/m^2] [a]	$k_{h,pile,high,d}$ [MN/m^2] [a] [c]
1	zand, ophoging, matig (boven GWS)	maaiveld	18/20	15	32.5	0	22,2	35,1	41,3
2	zand, ophoging, los (onder GWS)	+0.14	17/19	5	30	0	7,4	11,7	13,8
3	zand, los	-3.49	17/19	7,5	30	0	11,1	17,6	20,7
4	veen, matig	-8.20	12/12	2,0	15	2.5	6,1	9,3	10,6
5	zand, los	-8,80	17/19	9,0	30	0	13,3	21,1	24,8
6	zand, matig	-15.00	18/20	15,0	32.5	0	22,2	35,1	41,3
7	zand, vast	-16.80	19/21	36,0	35	0	53,4	84,3	99,2
8	klei, vast	-26.30	19/19	4,0	17.5	13	11,5	18,6	22,4
9	klei, zwak zandig, vast	-27.00	20/20	10,0	22.5	13	28,7	46,6	55,9
10	zand, vast	-28.40	19/21	40,0	35	0	59,3	93,6	110,2

[a] Horizontale bedding per grondlaag x breedte paal
[b] Voor het bepalen van $k_{h,pile,low,d}$ is een partiele factor $\gamma_{kh;low}$ = 1.3 gebruikt (NEN 9997-1 tabel A.4c)
[c] Voor het bepalen van $k_{h,pile,high,d}$ is een partiele factor $\gamma_{kh;high}$ = 1.0 gebruikt (NEN 9997-1 tabel A.4c)

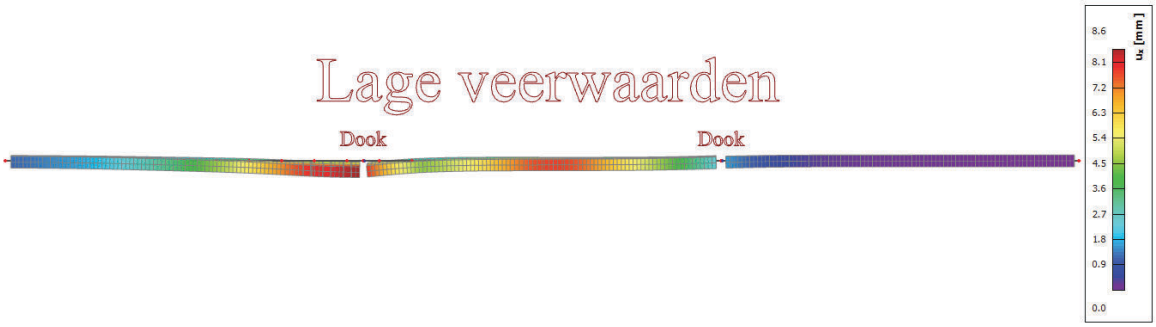
6.3 Berekeningsresultaten

6.3.1 Betonnen ligger

Vervormingen

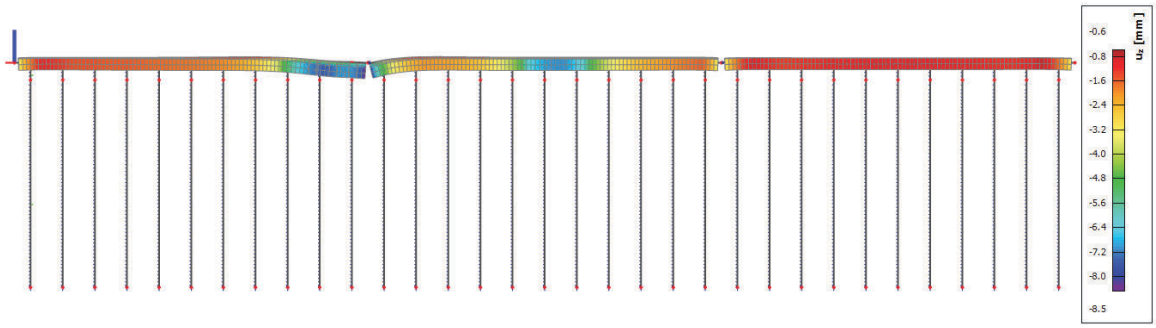
De belangrijkste vervormingseisen voor de kraanfundatiebalk zijn de horizontale (dwars)verplaatsingen en de zakkingen. Uit de SCIA-berekeningen blijkt dat de maximale dwarsverplaatsingen en zakkingen optreden rondom de dookverbindingen. De maximale dwarsverplaatsing is gelijk is aan 8,6 mm (paragraaf 13.1.3, bijlage V). Deze valt dus binnen de eis van 10,0 mm (paragraaf 4.8). Zie afbeelding 6.2.

Afbeelding 6.2 Overzicht dwarsverplaatsingen kraanfundatiebalk



De maximale zakking is gelijk aan 8,5 mm (paragraaf 13.1.3, bijlage V) en voldoet aan de gestelde norm van 20,0 mm (paragraaf 4.8). In afbeelding 6.3 zijn de zakkingen weergegeven.

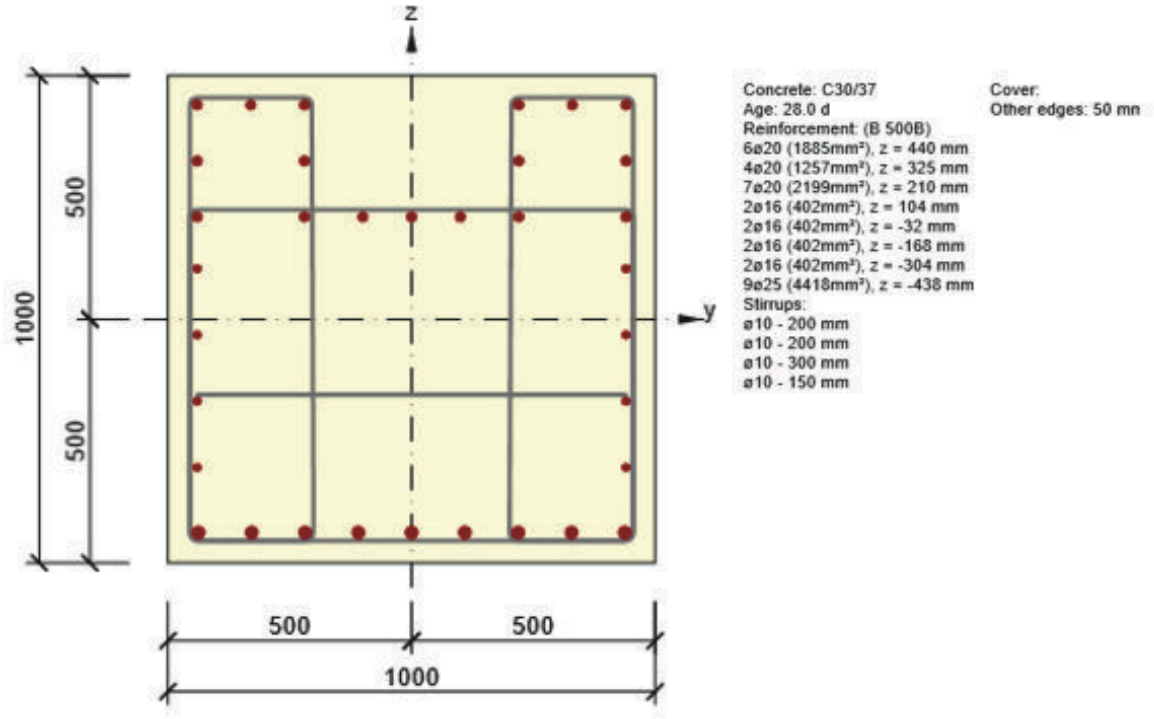
Afbeelding 6.3 Overzicht zakkingen kraanfundatiebalk



Wapeningsconfiguratie

De maatgevende interne krachten in de kraanfundatiebalk volgen uit het SCIA-model (bijlage V). Vervolgens is de gewapende doorsnede gemodelleerd met behulp van IDEA. Waarbij de wapening is getoetst in de UGT en BGT combinatie, conform NEN-EN 1992-1 [ref. 7]. Voor de volledige in en uitvoer van de berekeningen wordt verwezen naar bijlage VI. Een overzicht van de wapeningsconfiguratie is gegeven in afbeelding 6.4. De resultaten van de toetsingen is weergegeven in tabel 6.4 en tabel 6.5 voor de langs wapening en in tabel 6.6 voor de beugels.

Afbeelding 6.4 Overzicht wapeningsconfiguratie kraanfundatiebalk



Tabel 6.4 Overzicht resultaten scheurwijdte toetsingen

Toets	Wapening	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	k_x [-]	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC [-]
onderzijde	9Ø25	111	681	94	1,2	0,230	0,240	0,96
bovenzijde	10Ø20	0	524	73	1.2	0,219	0,240	0,91
flank	8Ø16	218	134	116	1.2	0.099	0.240	0,41

Tabel 6.5 Overzicht resultaten UGT-toetsingen langswapening

Toets	Wapening	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	UC_1[a] [-]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	T_{Ed} [kNm]	UC_2[b] [-]
onderzijde	9Ø25	0	778	109	0,39	78	578	0	0,77
bovenzijde	10Ø20	97	288	133	0,13	51	761	92	0,79
flank	8Ø16	57	92	69	0,05	78	912	15	0,73

[a] UGT-toetsing langswapening.

[b] UGT-toetsing interactie langswapening + beugelwapening.

Tabel 6.6 Overzicht resultaten UGT-toetsingen beugelwapening

Toets	Wapening	N_{ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	UC1[a] [-]	UC2[b] [-]
$V_{z,max}$	8Ø16 - BGLS 13x300	78	912	15	0,74	0,73
$V_{y,max}$	10Ø20 - BGLS 13x300	166	686	42	0,60	0,67
$M_{x,max}$	9Ø25 - BGLS 13x150	54	25	214	0,04	0,68

[a] UGT-toetsing langswapening.

[b] UGT-toetsing interactie langswapening + beugelwapening.

6.3.2 Betonpalen

Draagvermogen

Met behulp van D-foundations kan tevens de totale draagkracht van de paal worden bepaald voor de UGT [$R_{V,Ed}$] en BGT [R_V] worden bepaald (zie tabel 6.1). De partiële factoren voor de bepaling van het verticaal draagvermogen zijn afhankelijk van het type paal en de wijze van installatie [tabel 7.c, ref. 9] en zijn weergegeven in tabel 6.7. De kraanbaan wordt gefundeerd op prefab betonnen heipalen.

Voor het DO wordt er aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. Om deze reden wordt de ξi-factor afgeleid op basis van 10 grondproeven [tabel A.10a ref. 9].

Tabel 6.7 Overzicht gebruikte partiële factoren voor de bepaling van het verticale draagvermogen

Factor	Parameter	Waarde
installatiefactor wrijvingsweerstand	α_s	0,010
paalklasse factor	α_s	0,70
correlatiefactor variatie grondkarakteristieken (op gemiddelde waarde)	ξ_3	1,25
correlatiefactor variatie grondkarakteristieken (op minimale waarde)	ξ_4	1,00
last-zakkingslijn	-	1

De verticale reactiekrachten volgend uit het SCIA-model dienen te worden getoetst aan het verticaal draagvermogen. Dit draagvermogen is bepaald met behulp van het software programma D-foundations en de resultaten zijn weergegeven in tabel 6.8. De in- en output van deze berekeningen zijn terug te vinden in bijlage III. Uit de berekening blijkt dat de paaldraagvermogen gelijk is aan 3.000 kN in de UGT en 2.500 kN in de BGT. De maximale optredende drukkrachten volgen uit het SCIA-model (bijlage V). De resultaten van de toetsing zijn weergegeven in tabel 6.8.

Tabel 6.8 Overzicht resultaten toetsing draagvermogen

Toetsing	R_z [kN]	$R_{z,druk,Rd}$ [kN]	UC
UGT	1313	2.500	0,53
BGT	913	3.000	0,30

Trekcapaciteit

Uit de berekeningen blijkt dat er een trekkracht kan ontstaan in de palen. Daarom is de trekweerstand van de palen gecontroleerd met behulp van D-foundation. De in- en output van de berekeningen zijn terug te vinden in bijlage VII. Een overzicht van de resultaten is weergeven in tabel 6.9.

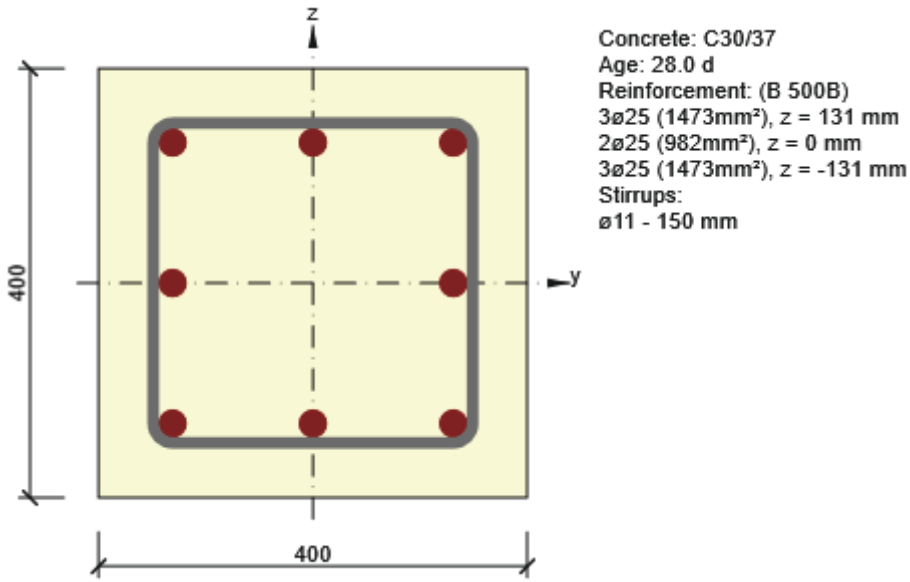
Tabel 6.9 Overzicht resultaten toetsing trekvermogen

Toetsing	R_z [kN]	$R_{z,trek,Rd}$ [kN]	UC
enkele paal (UGT)	-20	554	0.04

Paalwapening

In deze paragraaf wordt de paalwapening bepaald voor de prefab betonpalen (400 x 400 mm). Deze wapening is gebaseerd op de interne krachten volgend uit het SCIA-model (bijlage V). De paalkopwapening bestaat uit 8Ø16 staven met beugels van Ø10-150 (afbeelding 6.5). In tabel 6.10, tabel 6.11 en tabel 6.12 zijn de resultaten van de berekeningen samengevat. Voor de volledige berekeningen wordt verwezen naar bijlage VI, bij deze berekeningen is geen rekening gehouden met voorspanning in de palen.

Afbeelding 6.5 Wapeningsconfiguratie paalkoppen



Tabel 6.10 Toets scheurwijdte langs wapening paalkop

Toets	Wapening	N[a] [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
N_{trek}	8Ø25	81	0	15	0	0.500	0.00
M_z	8Ø25	-373	13	145	0.351	0.500	0.70
M_y	8Ø25	-330	20	100	0.191	0.500	0.38
Combi	8Ø25	-120	0	108	0.248	0.500	0.50

[a] Een drukkracht is negatief

Tabel 6.11 UGT-toets langswapeling paalkop

Toets	Wapening	N_{Ed}[a] [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	UC
M_z	8Ø16	-689	20	93	0.61
M_y	8Ø16	-885	154	7	0.45

Toets	Wapening	N_{Ed}[a] [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	UC
Combi	8Ø16	-536	99	41	0.70

[a] Een drukkracht is negatief

Tabel 6.12 Toets beugels paalkop

Toets	Wapening	N_{Ed}[a] [kN]	V_{Ed} [kNm]	$V_{Rd,s}$ [kNm]	UC
V	BGLS Ø10-150	-536	99	41	0.69

[a] Een drukkracht is negatief

7

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit rapport is het constructief ontwerp (VO) gepresenteerd van de nieuwe kraanbaanfundatie voor de MCT Container Terminal. De fundatie bestaat uit een in-situ ligger (1.000 x 1.000 mm h*b) met een lengte van 30,8 m. De ligger is gefundeerd op prefab betonnen palen (400 x 400 mm) met een lengte van 19,0 m (NAP -17,0). De palen hebben een onderlinge hart-op-hart afstand van 2,8 m.

Voor de volgende fasen van het ontwerp zijn er de volgende aanbevelingen:

DO:
- de detaillering van de wapeningsberekeningen voor de dookverbinding;
- de geotechnische berekeningen zijn gebaseerd op enkel 1 (maatgevend slappe) sondering, er dient ook onderzocht te worden wat de invloed is van de overige en nog te verkrijgen sonderingen;
- de geotechnische berekeningen zijn gebaseerd op de lage waarde van de grondparameters. Ook dient te worden onderzocht wat een karakteristieke- en ondergrens van de grondparameters voor invloed heeft op de constructie;
- uit de eerste berekeningen blijkt dat de maatgevende snede zich bevindt rondom de dookverbinding, er wordt geadviseerd om het palenplan eventueel te optimaliseren; Hierbij moet rekening worden gehouden met de locaties van de ankers van de kadeconstructie;

Uitvoeringsontwerp:
- Het uitdetailleren van de dook-, kraanbaan- en paalkopwapening;
- de benodigde (voorspan)wapening van de palen ter behoeve van transport en installatie bepalen.

Bijlage(n)

BIJLAGE: SONDERINGEN

Betreft	:	Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal te BERGEN OP ZOOM
Opdrachtgever	:	Witteveen + Bos Postbus 2397 3000 CJ ROTTERDAM NL
Behandeld door	:	
Kenmerk	:	R1901796-01
Datum	:	6 november 2019

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres:	Albert Plesmanweg 47 3088 GB Rotterdam		Telefoonnummer: +31(0)88-5130200	
Hoofdkantoor Rotterdam	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam	
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond	
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo	
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam	
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname	Tel. +597-488188

1. ONDERZOEKSOPDRACHT

Ten behoeve van bovengenoemd project hebben wij in uw opdracht een grondonderzoek uitgevoerd. De opdracht omvatte de volgende werkzaamheden:

- Bureauwerkzaamheden waaronder KLIC-melding en interpretatie.
- 90 locaties uitzetten en waterpassen t.o.v. RD en NAP.
- 52 klasse 2 sonderingen op het land, tot een diepte van maaiveld – 20 meter, inclusief meting van de plaatselijke wrijving.
- 7 boringen op het land tot een diepte van maximaal maaiveld -15 meter.
- 9 boringen op het land tot een diepte van maximaal maaiveld -30 meter.
- 11 klasse 2 sonderingen op het water, tot een diepte van maximaal NAP -35 meter, inclusief meting van de plaatselijke wrijving, waarvan 7 met waterspanning.
- 3 boringen op het water tot een diepte van maximaal NAP -30 meter.
- Het steken van 95 ongeroerde monsters volgens booropgave opdrachtgever.
- 8 geotechnische handboringen tot in het grondwater, of tot een diepte van maximaal maaiveld -6 meter.
- Laboratorium onderzoek .

2. UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Landmeten

Voor de uitvoering van dit onderzoek heeft de opdrachtgever ons een tekening ter beschikking gesteld.

Aan de hand van de verstrekte tekening heeft Mos Grondmechanica een KLIC-melding gedaan. De onderzoekslocaties zijn met behulp van GPS-RTK apparatuur in het veld uitgezet en gewaterpast. De onderzoekslocaties zijn op tekening weergegeven en in dit rapport opgenomen.

Sonderen

In de periode 11 september 2019, 8 t/m 10 oktober 2019 en 22 t/m 31 oktober 2019 zijn de sonderingen met de nummers S01, S02, S03, S04, S25 t/m S32, S35, S37 t/m S41, S46, S49, S50, S51, S54, S56, S59 t/m S62 en S64 uitgevoerd tot dieptes variërend van circa maaiveld -20 meter tot circa maaiveld -34 meter.

De sonderingen met de nummers S01, S02, S03 en S04 zijn met een daarvoor speciaal ingericht vaartuig, met een drukcapaciteit van 200 kN, uitgevoerd. Bij elke sondering is per 20 mm de tijd, de diepte, de conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijving (f_s) en de helling (i) gemeten en als data opgeslagen. Tevens is het berekende wrijvingsgetal gepresenteerd. Bij sonderingen S01, S02 en S04 is tevens de waterspanning gemeten en, op einddiepte, een dissipatietest uitgevoerd.

De sonderingen met de nummers S25 t/m S32 zijn met een sondeerunit met een drukcapaciteit van 150 kN uitgevoerd. Bij elke sondering is per 20 mm de tijd, de diepte, de conusweerstand (q_c), de

plaatselijke wrijving (f_s) en de helling (i) gemeten en als data opgeslagen. Tevens is het berekende wrijvingsgetal gepresenteerd. Bij sonderingen S26, S29, S31 is tevens de waterspanning gemeten en, op einddiepte, een dissipatietest uitgevoerd.

In verband met de slechte bereikbaarheid van sonderingen S25 t/m S32 zijn er, in overleg met de opdrachtgever, door een externe partij, houtopstanden verwijderd en zijn de locaties bereikbaar gemaakt.

De sonderingen met de nummers S35, S37 t/m S41, S46, S49, S50, S51, S54, S56, S59 t/m S62 zijn met een sondeerunit met een drukcapaciteit van 200 kN uitgevoerd. Bij elke sondering is per 20 mm de tijd, de diepte, de conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijving (f_s) en de helling (i) gemeten en als data opgeslagen. Tevens is het berekende wrijvingsgetal gepresenteerd. Bij sonderingen S26, S29, S31, S40, S41, S59 en S60 is tevens de waterspanning gemeten en, op einddiepte, een dissipatietest uitgevoerd.

Het wrijvingsgetal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. Voor de in Nederland meest voorkomende, normaal geconsolideerde, grondsoorten kunnen indicatief de volgende wrijvingsgetallen worden aangehouden:

Zand: 0,5 % - 1,5 % Klei / Leem: 2% - 4% Veen: 8% - 10 %

De sonderingen zijn conform toepassingsklasse 2, type TE1 en TE2 van de NEN-EN-ISO-22476-1 uitgevoerd.

Handboren

De handboringen worden, in overleg met de opdrachtgever, in een volgende fase uitgevoerd.

Machineboren

Op 13 september 2019, 16 september 2019 en 14 oktober t/m 4 november 2019 zijn er 14 boringen uitgevoerd tot dieptes variërend van maaiveld -13 meter tot circa maaiveld -34 meter. De boringen zijn ter plaatse van sonderingen S01, S02, S11, S12, S14, S15, S19 t/m S25 en S27 uitgevoerd. Tevens zijn er, volgens opgave van de opdrachtgever, 63 ongeroerde monsters gestoken.

De boringen zijn conform NEN-EN-ISO 22475-1 uitgevoerd en conform NEN 5104 in het veld beschreven.

De grondopbouw ter plaatse is in de vorm van een boorstaat met schaal 1:½√2 ten opzichte van NAP geplot in dit rapport opgenomen.

Grondwaterstanden

Tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek is het grondwater aangetroffen op dieptes variërend van circa maaiveld -0,30 meter tot circa maaiveld -2,80 meter. Hierbij wordt opgemerkt dat deze grondwaterstanden tijdens het boren zijn gemeten en slechts momentopnames zijn en dat onder invloed van spanningswater, lagenopbouw, lokale omstandigheden en seizoensafhankelijke factoren, de waardes hiervan sterk kunnen afwijken.

Kernboringen

In verband met de gesloten verhardingen zijn in totaal 15 kernboringen met een diameter van 150 mm en 250 mm uitgevoerd tot dieptes variërend van verharding -0,25 meter tot -0,40 meter . Onder de asfaltlaag is repac aangetroffen.

Laboratorium

De (on)geroerde grond monsters worden, na opgave door de opdrachtgever, in ons geotechnisch laboratorium beproefd.

Opgesteld door: Gecontroleerd door:

Rotterdam, 6 november 2019

Mos Grondmechanica B.V.

Inhoud:

- Sonderingen

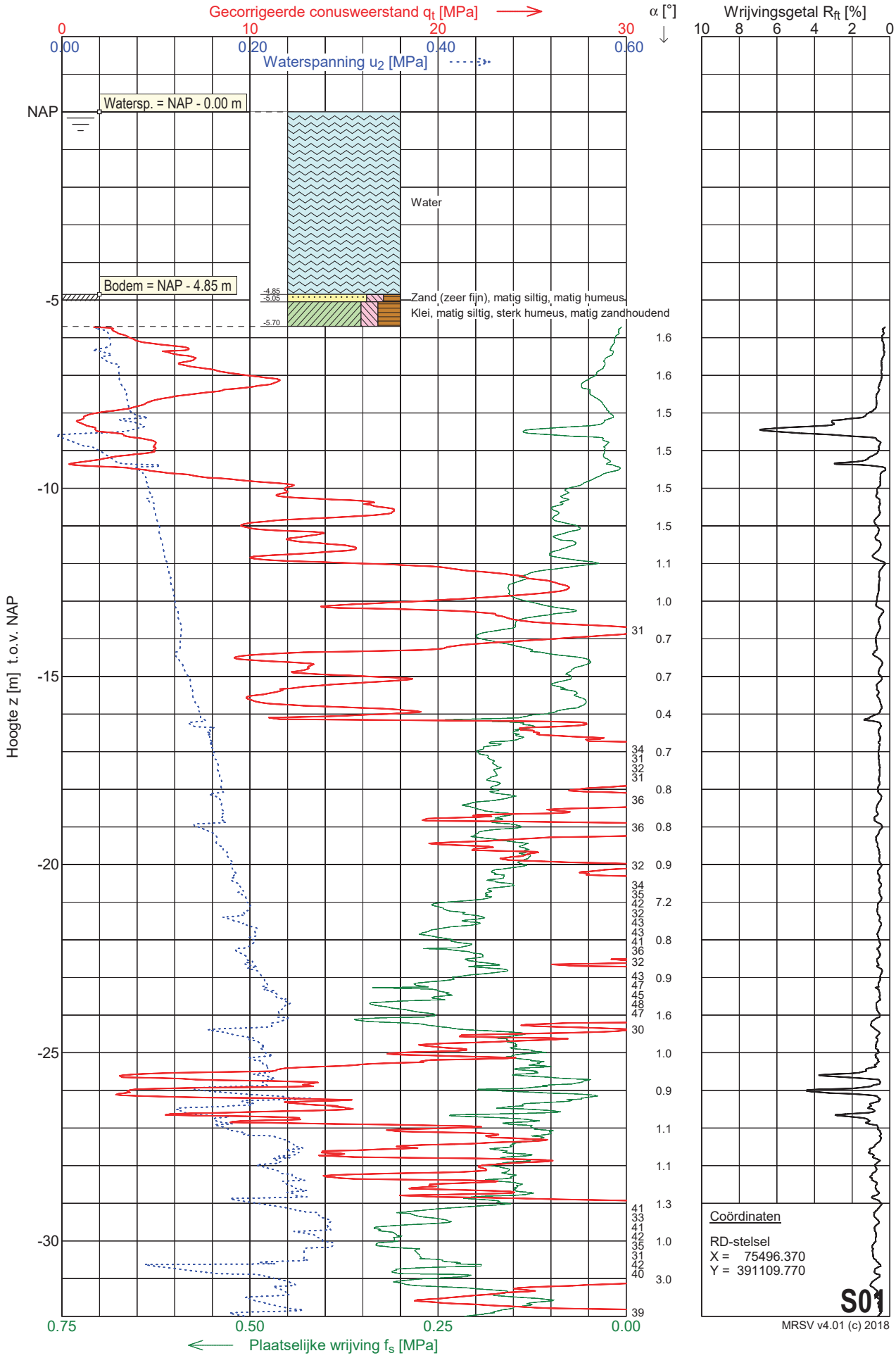
- Boringen

- Coördinatenlijst

- Situatietekening

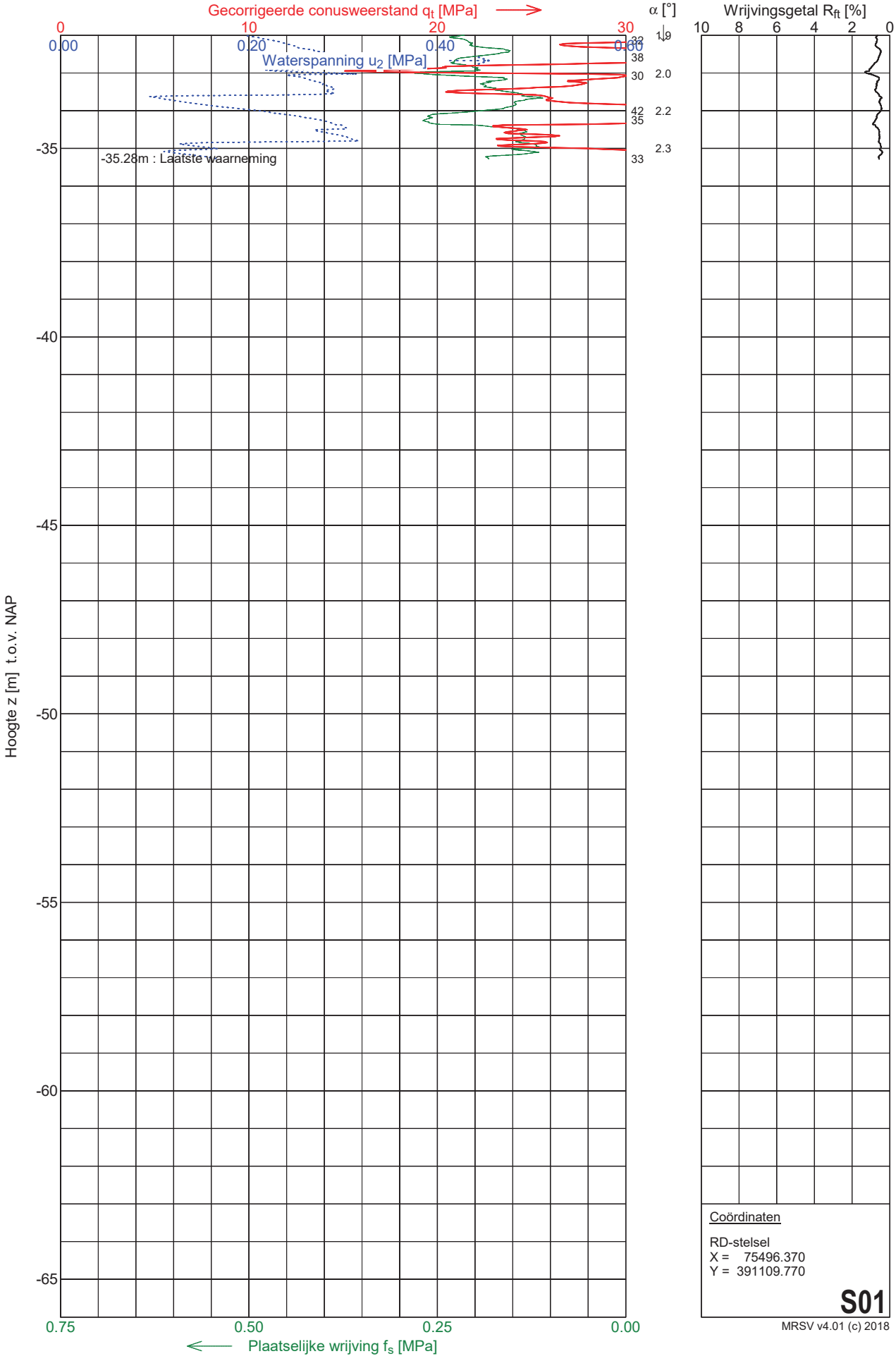
Sondering S01

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 060313C10	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 11-09-2019	Opp. conuspunt	: 1000 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 2



Sondering S01

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 060313C10	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 11-09-2019	Opp. conuspunt	: 1000 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 2 van 2



Coördinaten

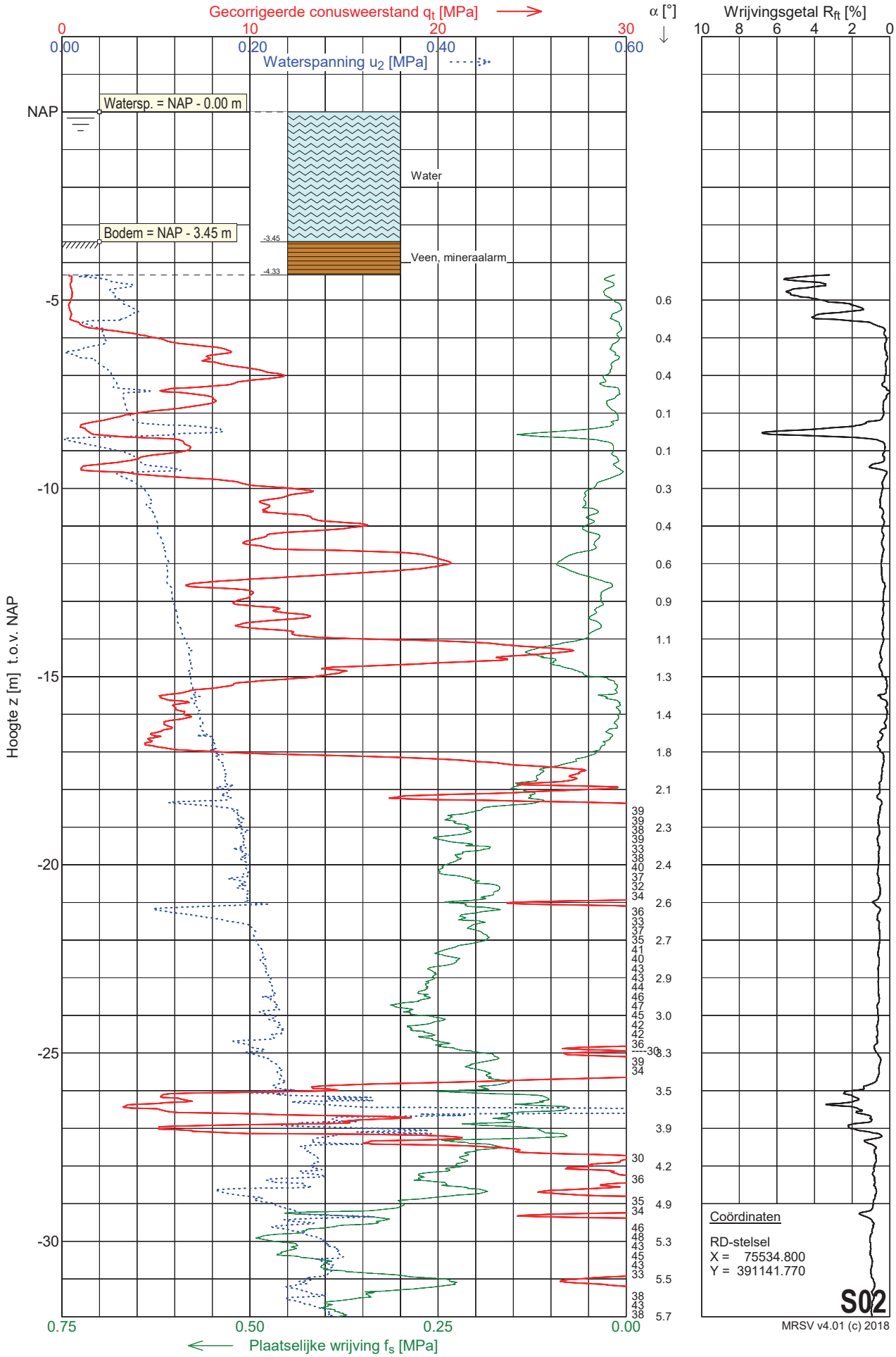
RD-stelsel
X = 75496.370
Y = 391109.770

S01

MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering S02

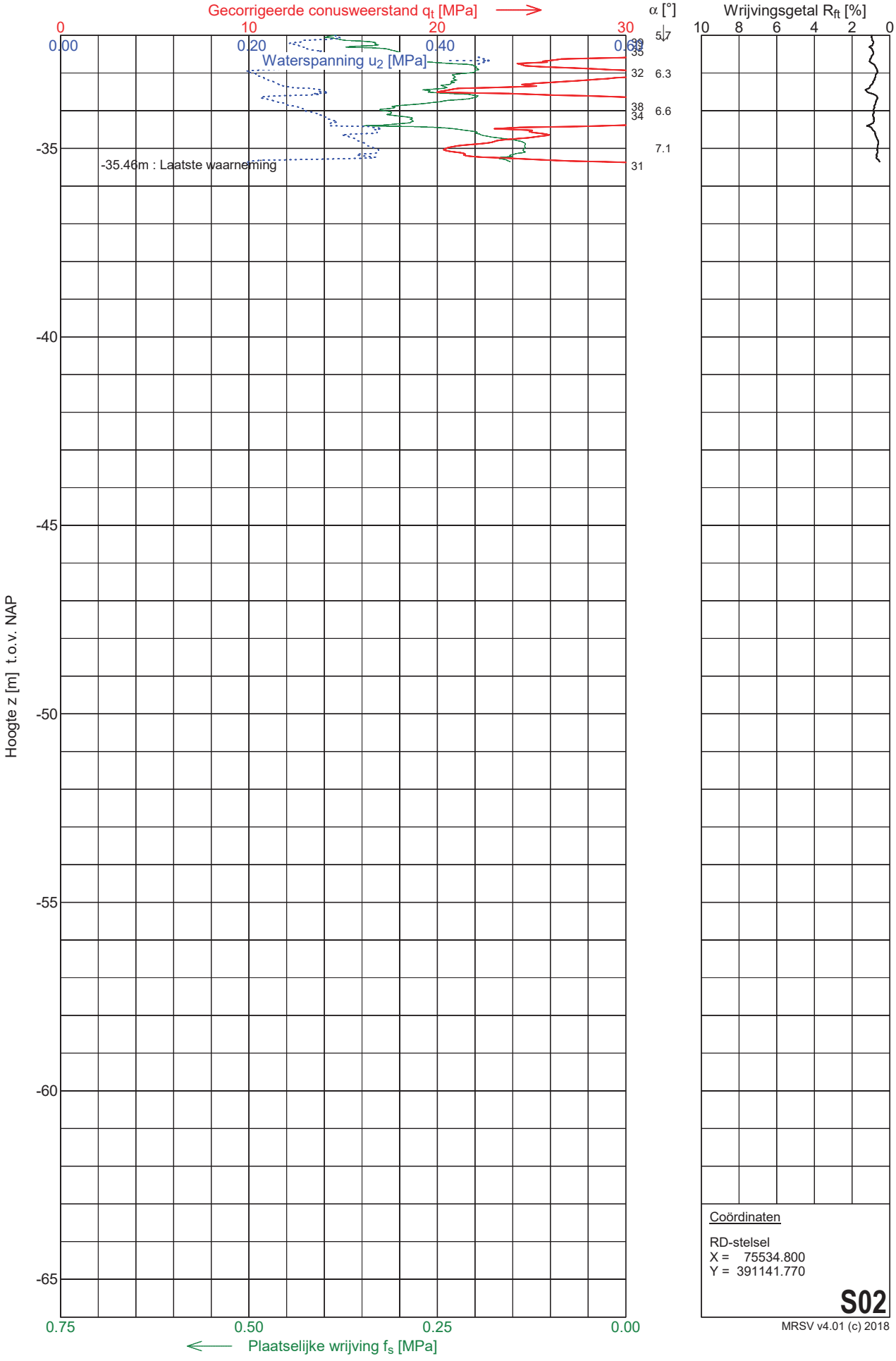
Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/180921	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 11-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 2



MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering S02

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/180921	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 11-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 2 van 2



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75534.800
Y = 391141.770

S02

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S02

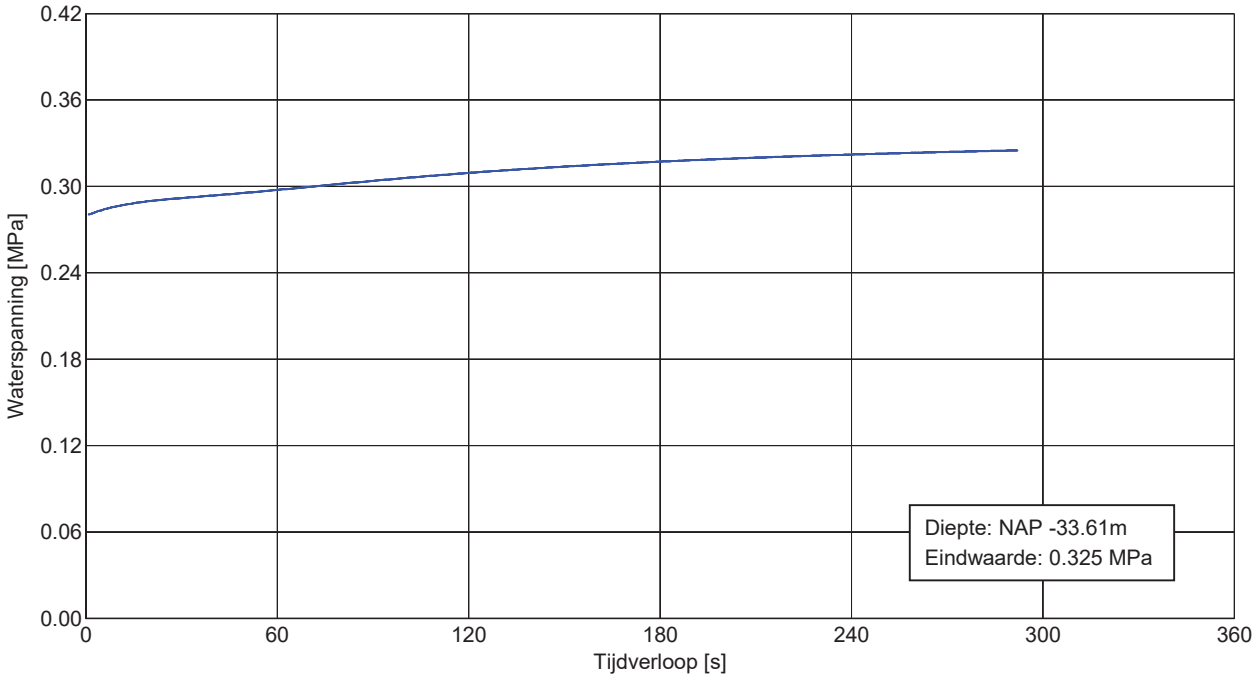
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/180921	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 11-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : 65	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75534.800
Y : 391141.770

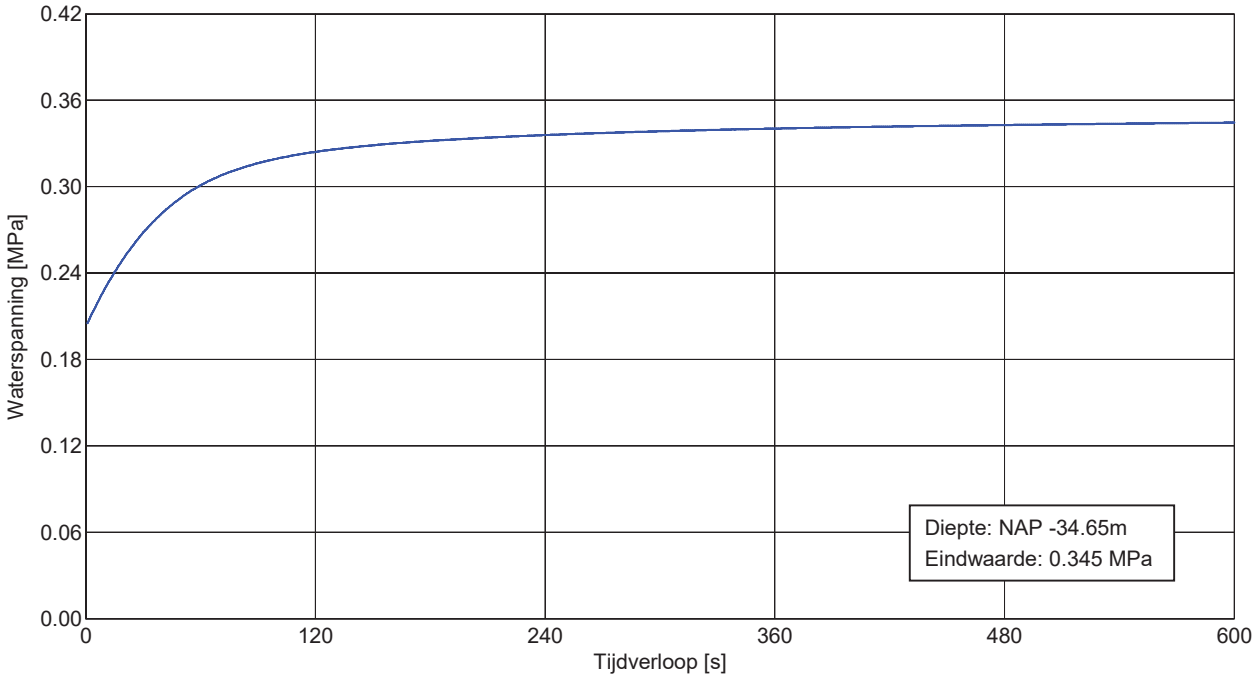
Bodem :NAP -3.45m



TestNo : 2

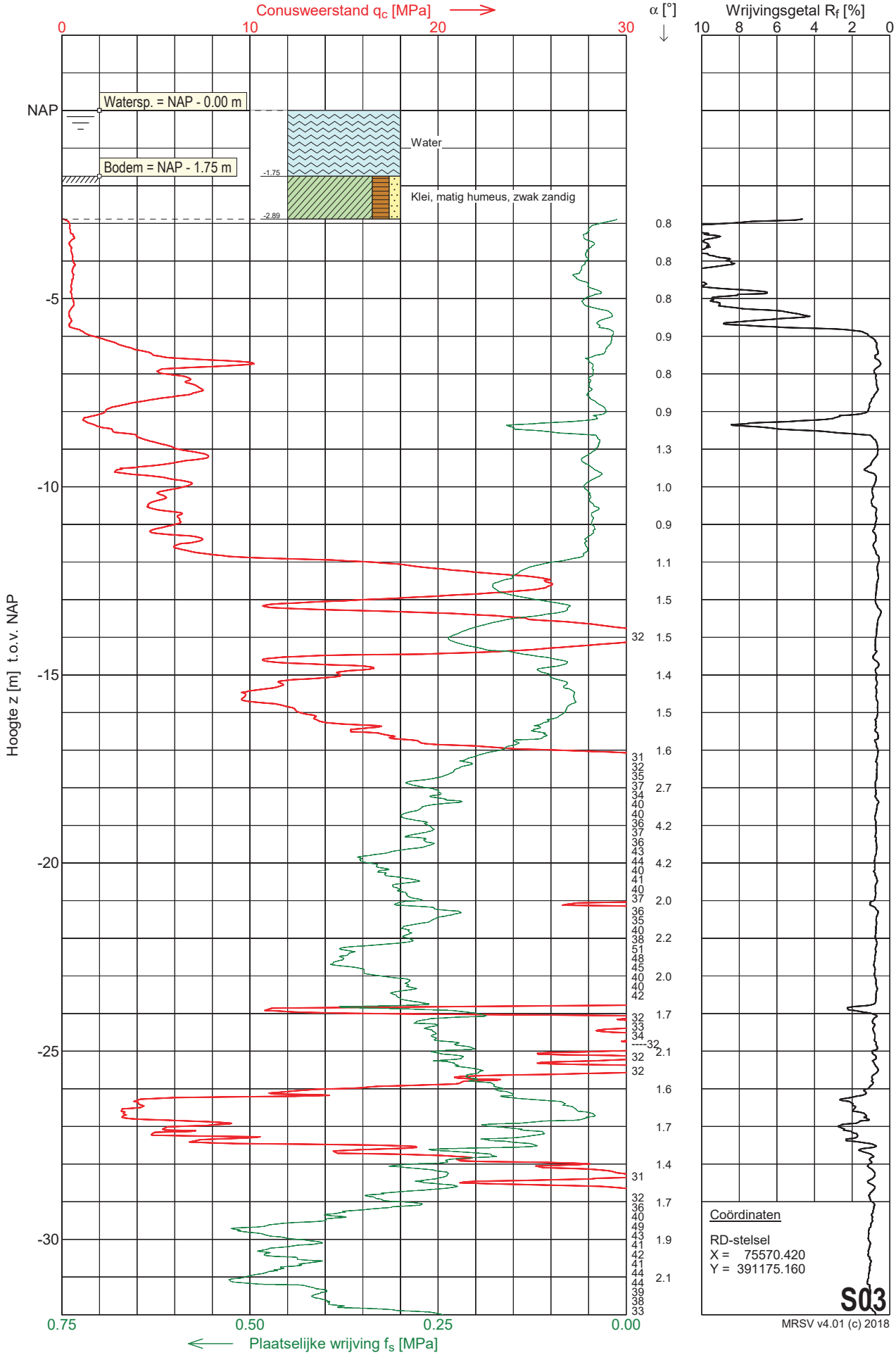
X : 75534.800
Y : 391141.770

Bodem :NAP -3.45m



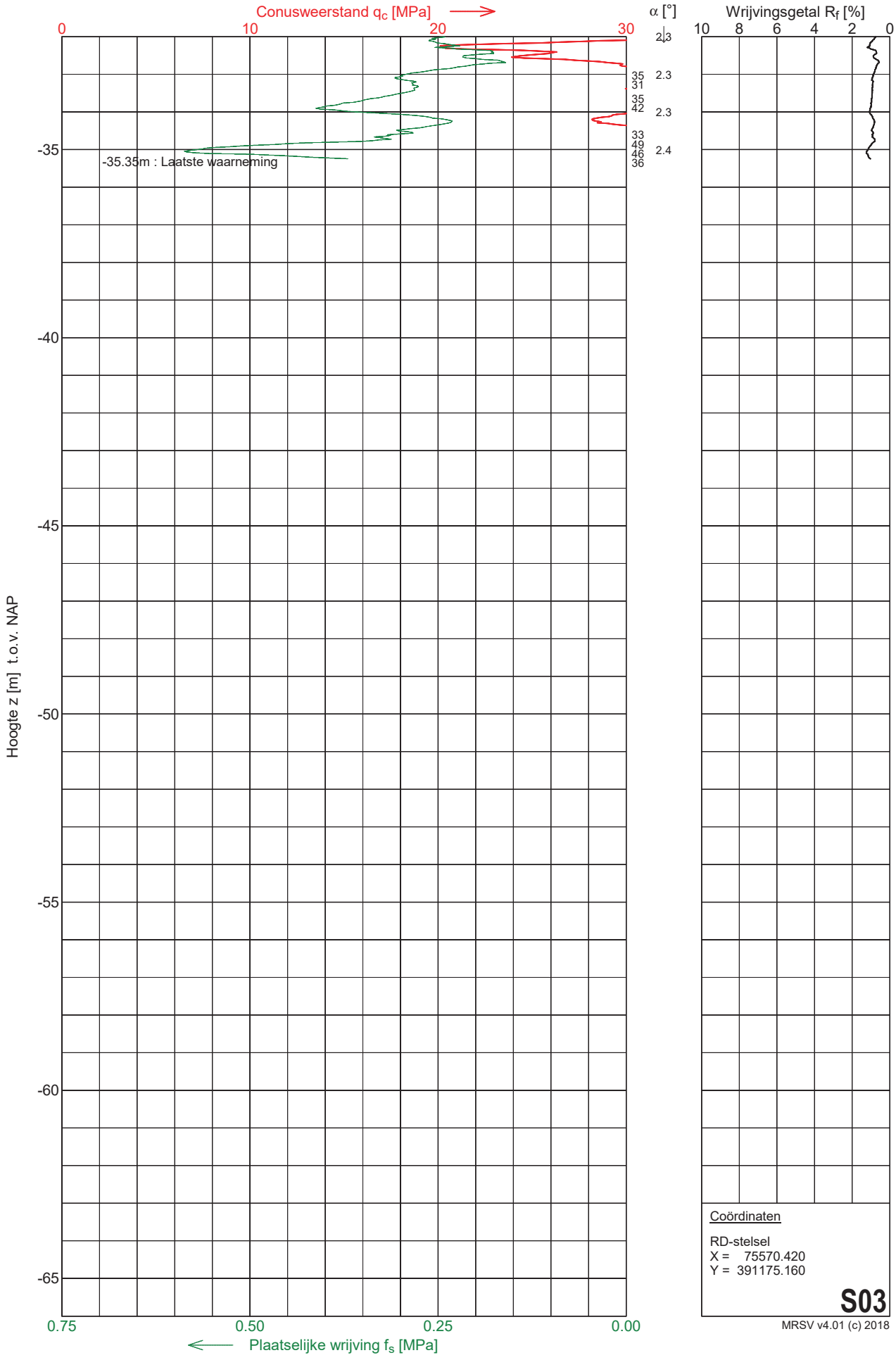
Sondering S03

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/140801	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 2



Sondering S03

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: I-CFXYP20-15/140801	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 2 van 2



Coördinaten

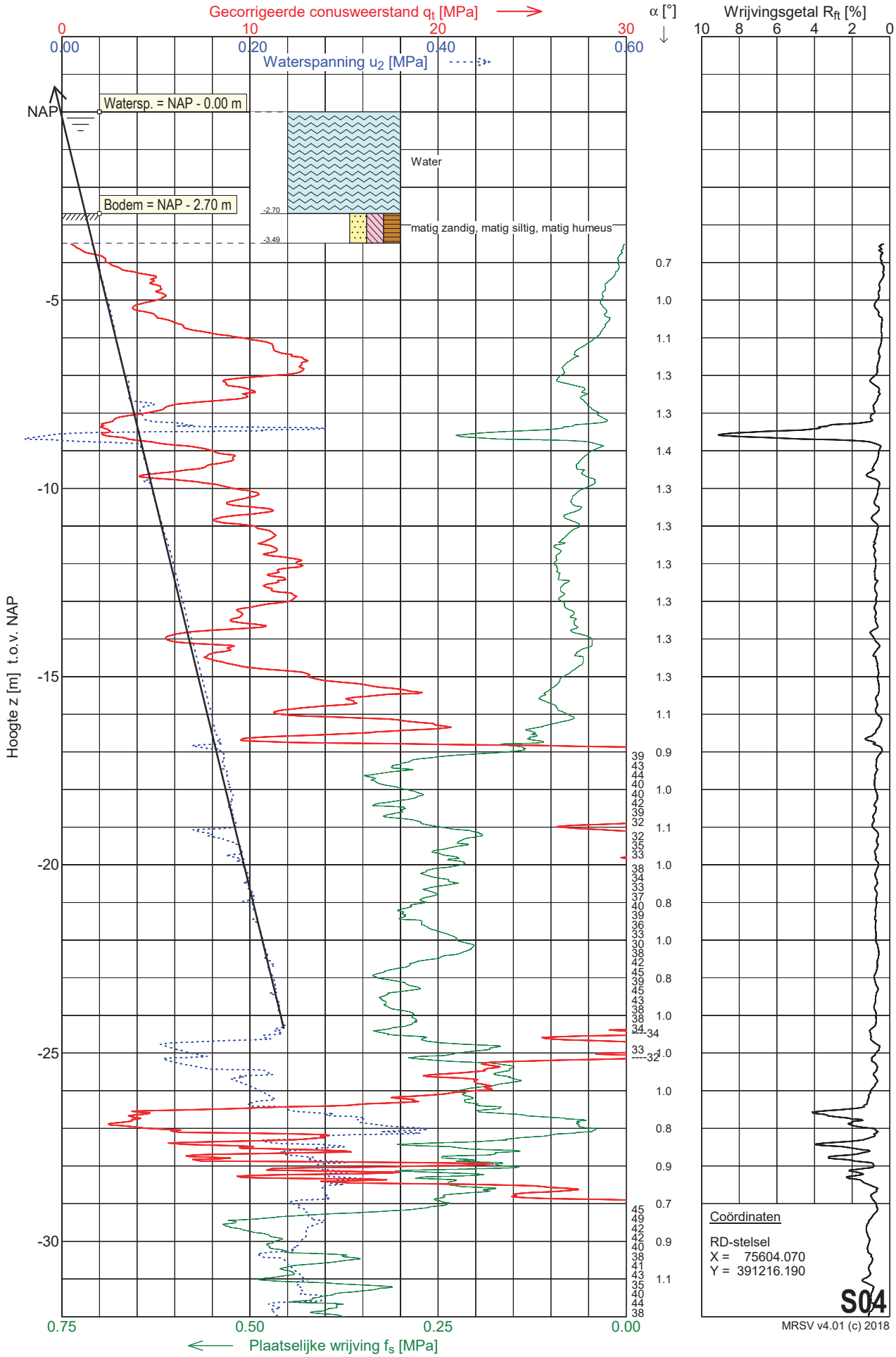
RD-stelsel
X = 75570.420
Y = 391175.160

S03

MRSV v4.01 (c) 2018

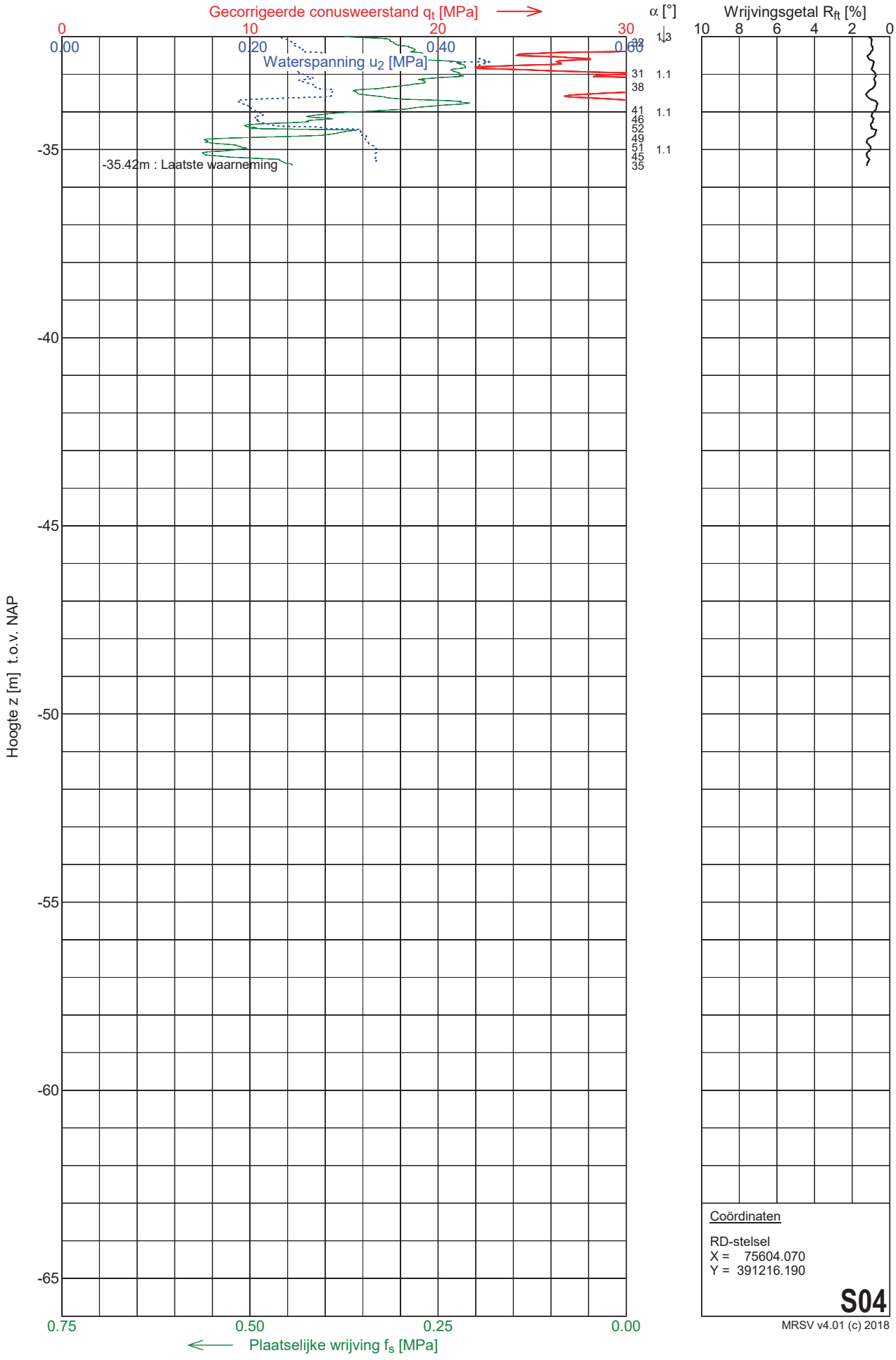
Sondering S04

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 140801C15	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 2



Sondering S04

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 140801C15	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: 65
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 2 van 2



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75604.070
Y = 391216.190

S04

MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering S04

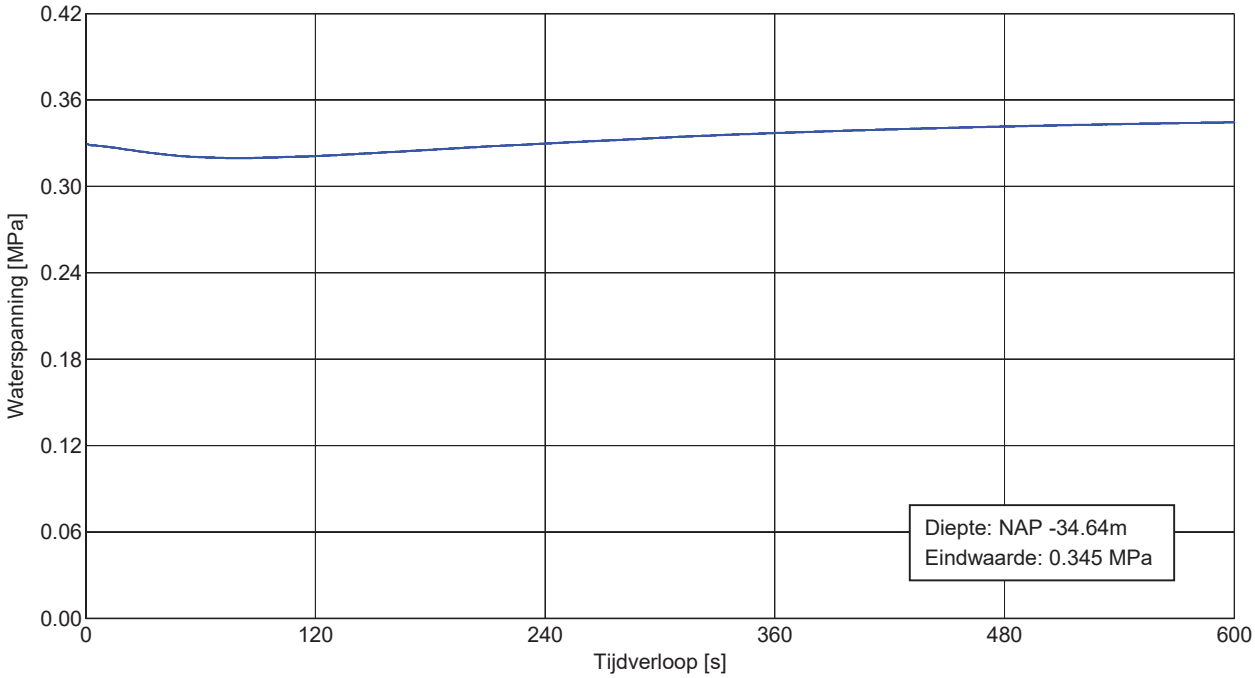
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: 140801C15	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 12-09-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : 65	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75604.070
Y : 391216.190

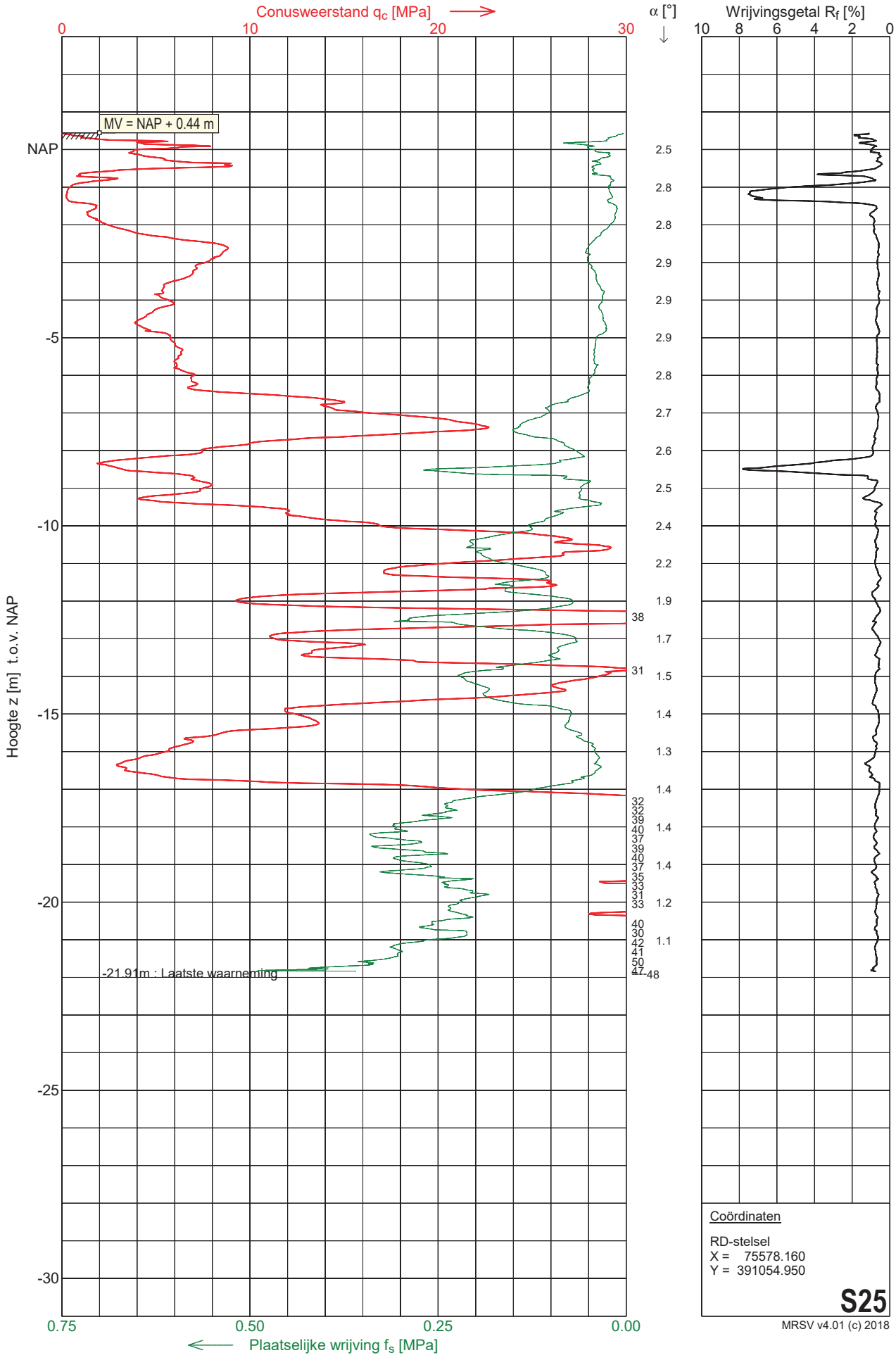
Bodem :NAP -2.70m



MOS GRONDMECHANICA

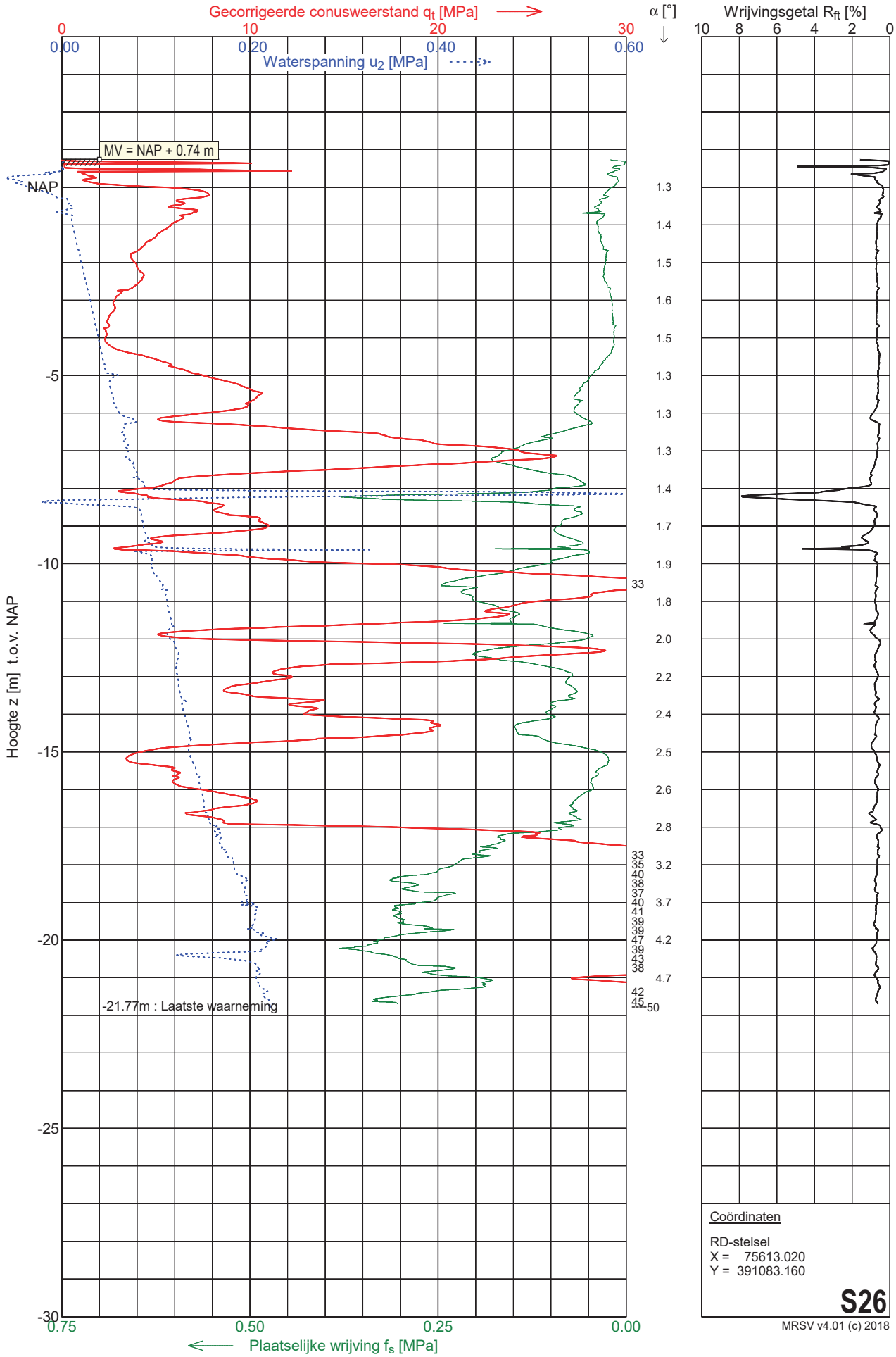
Sondering S25

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Sondering S26

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1255	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75613.020
Y = 391083.160

S26

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S26

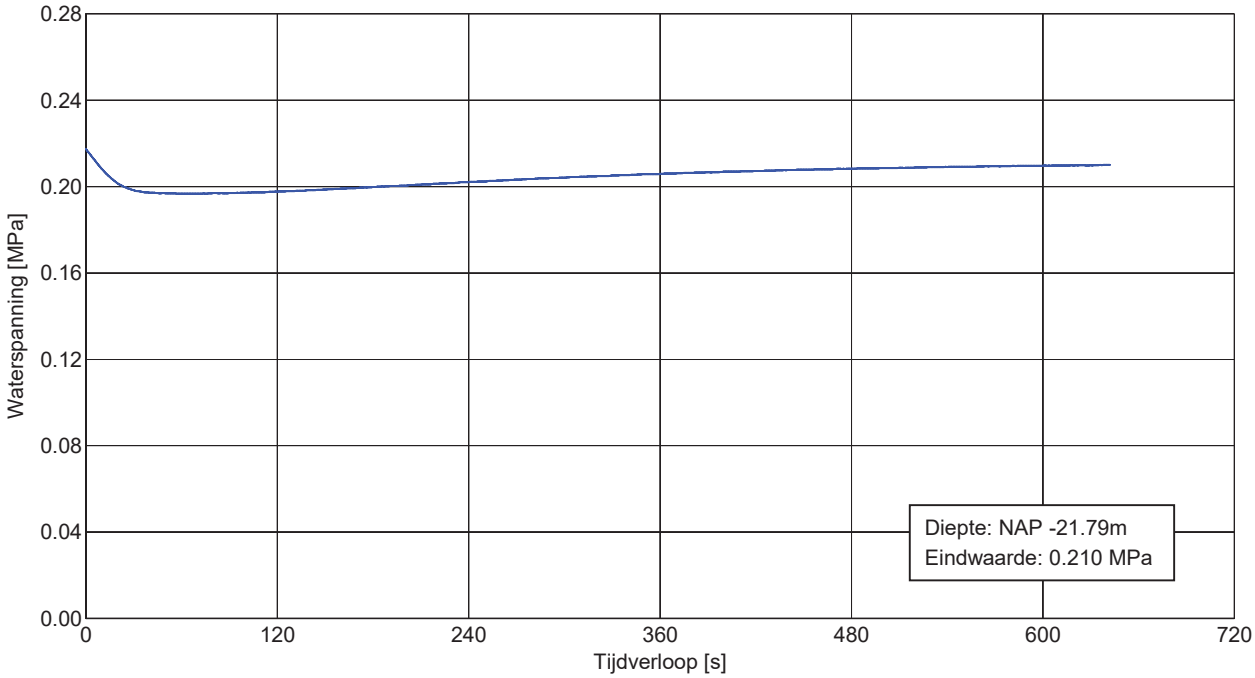
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1255	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SR16	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75613.020
Y : 391083.160

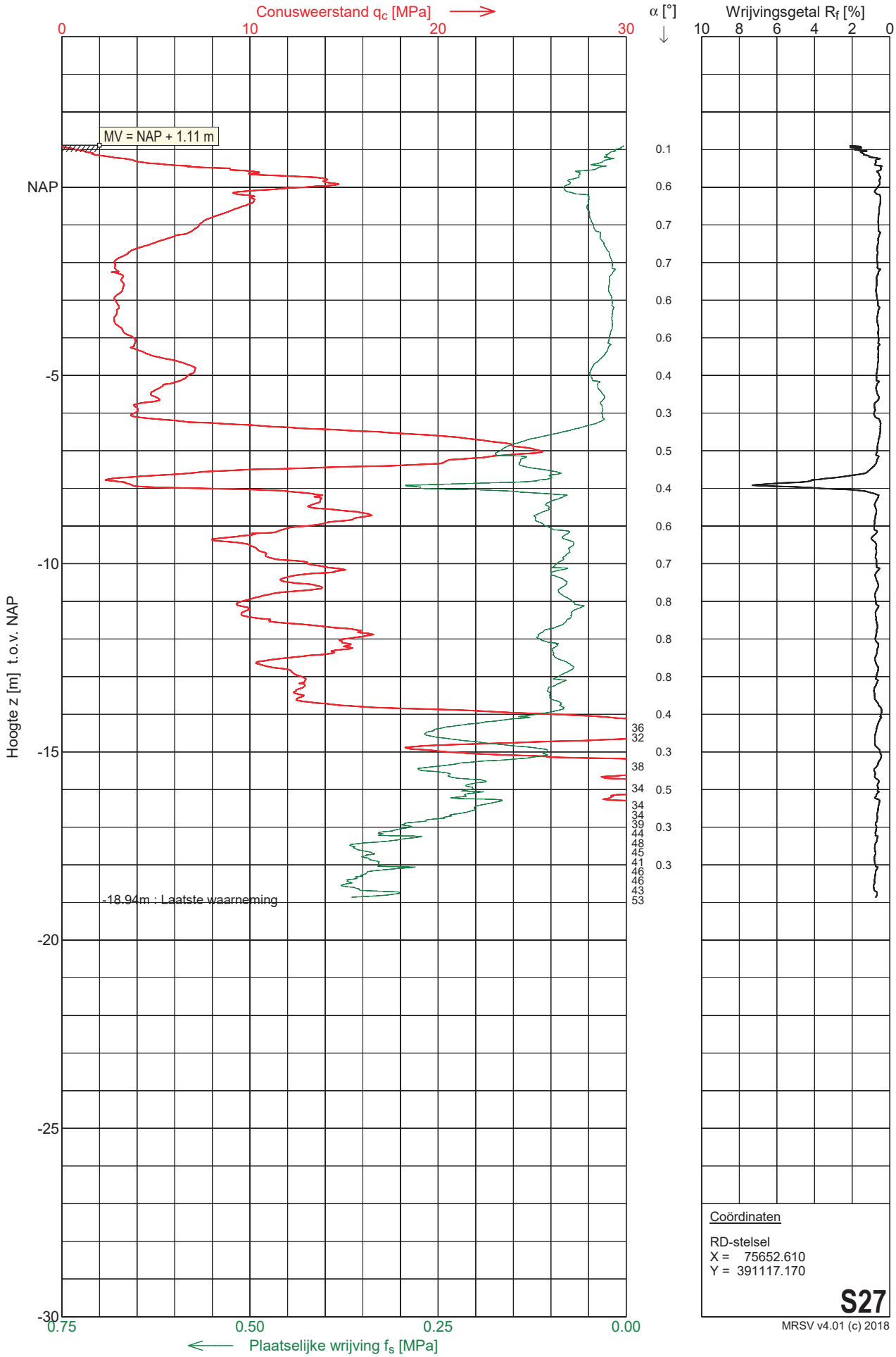
MV : NAP +0.74m



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S27

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75652.610
Y = 391117.170

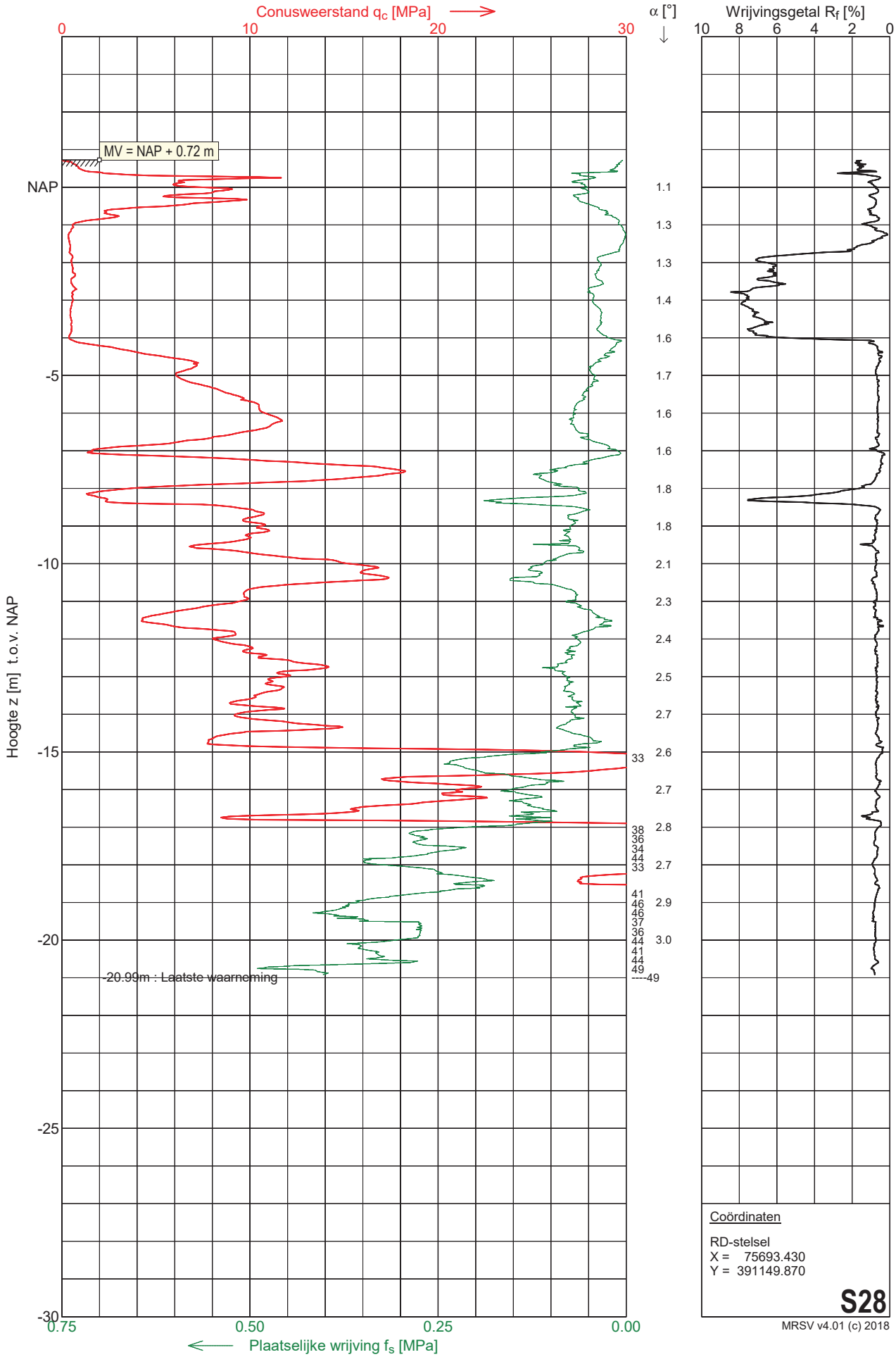
S27

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S28

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75693.430
Y = 391149.870

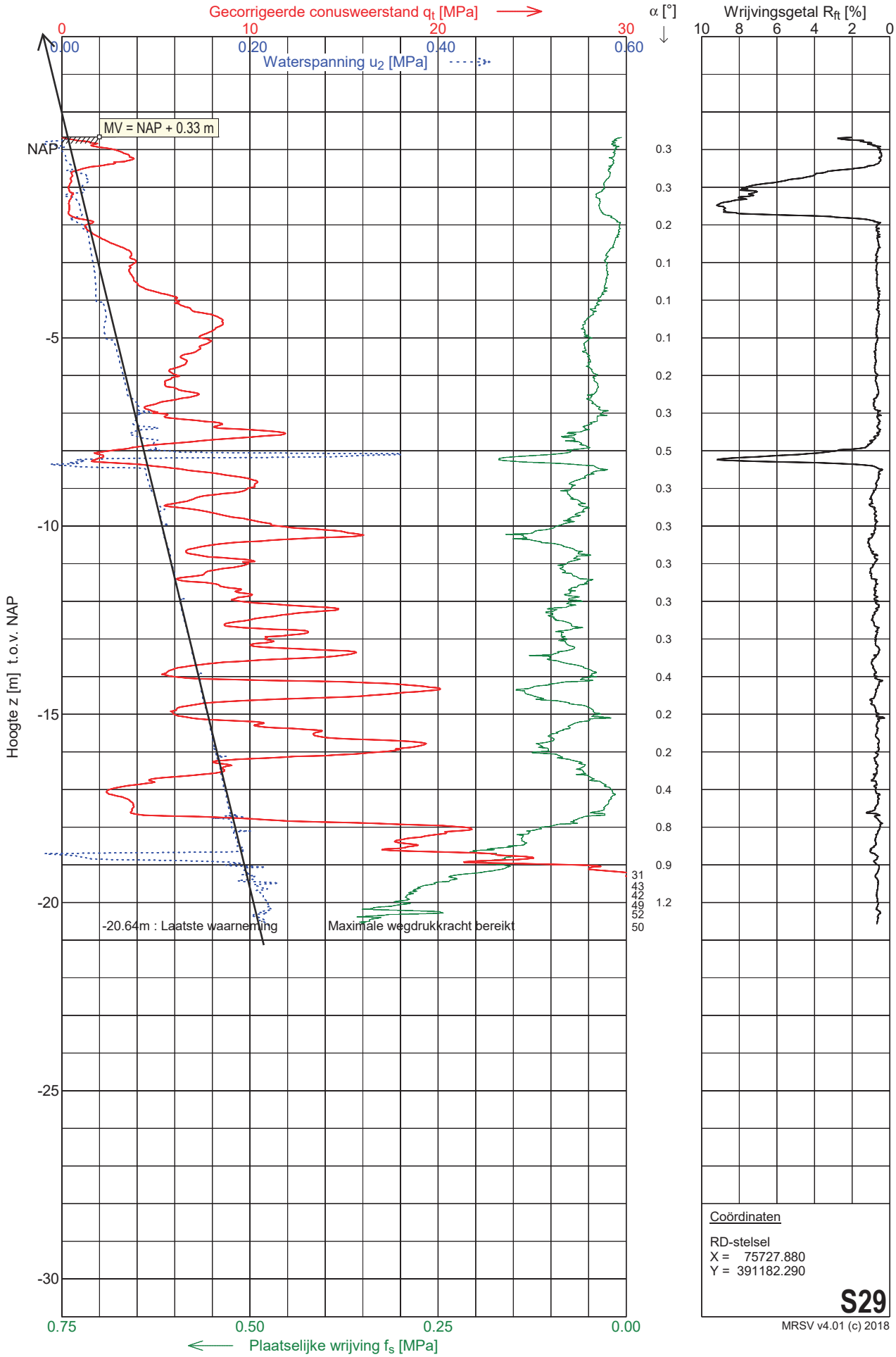
S28

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S29

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1255	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75727.880
Y = 391182.290

S29

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S29

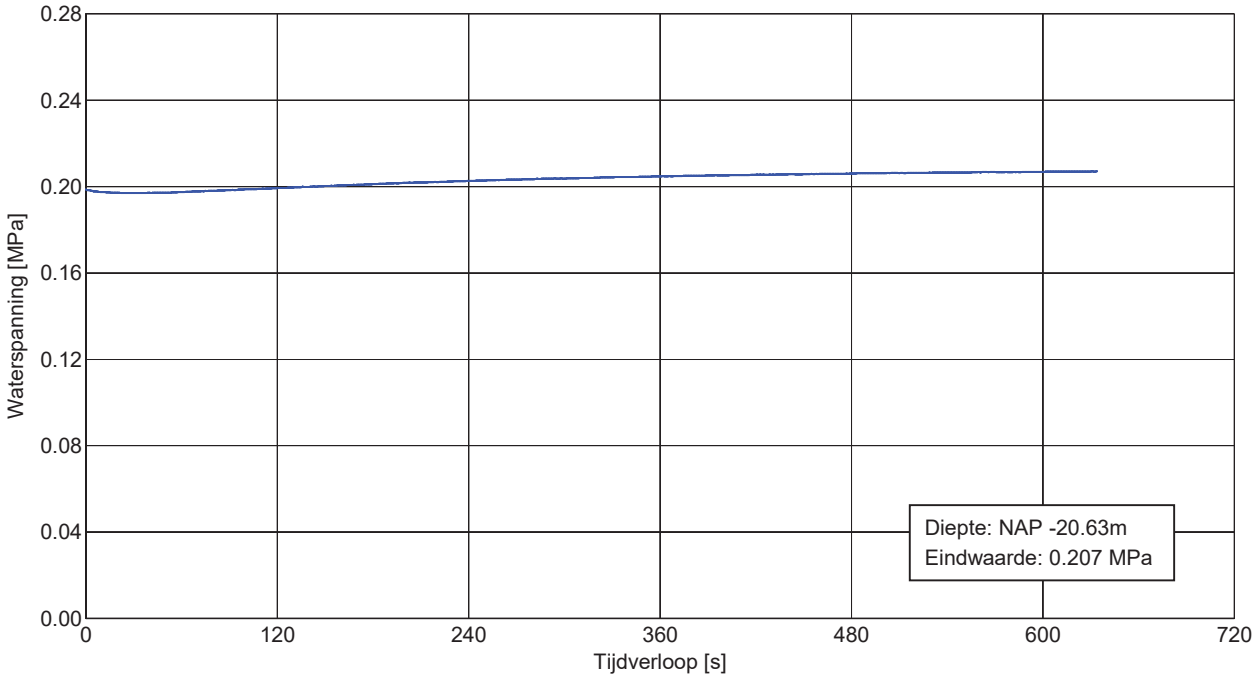
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1255	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 30-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SR16	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75727.880
Y : 391182.290

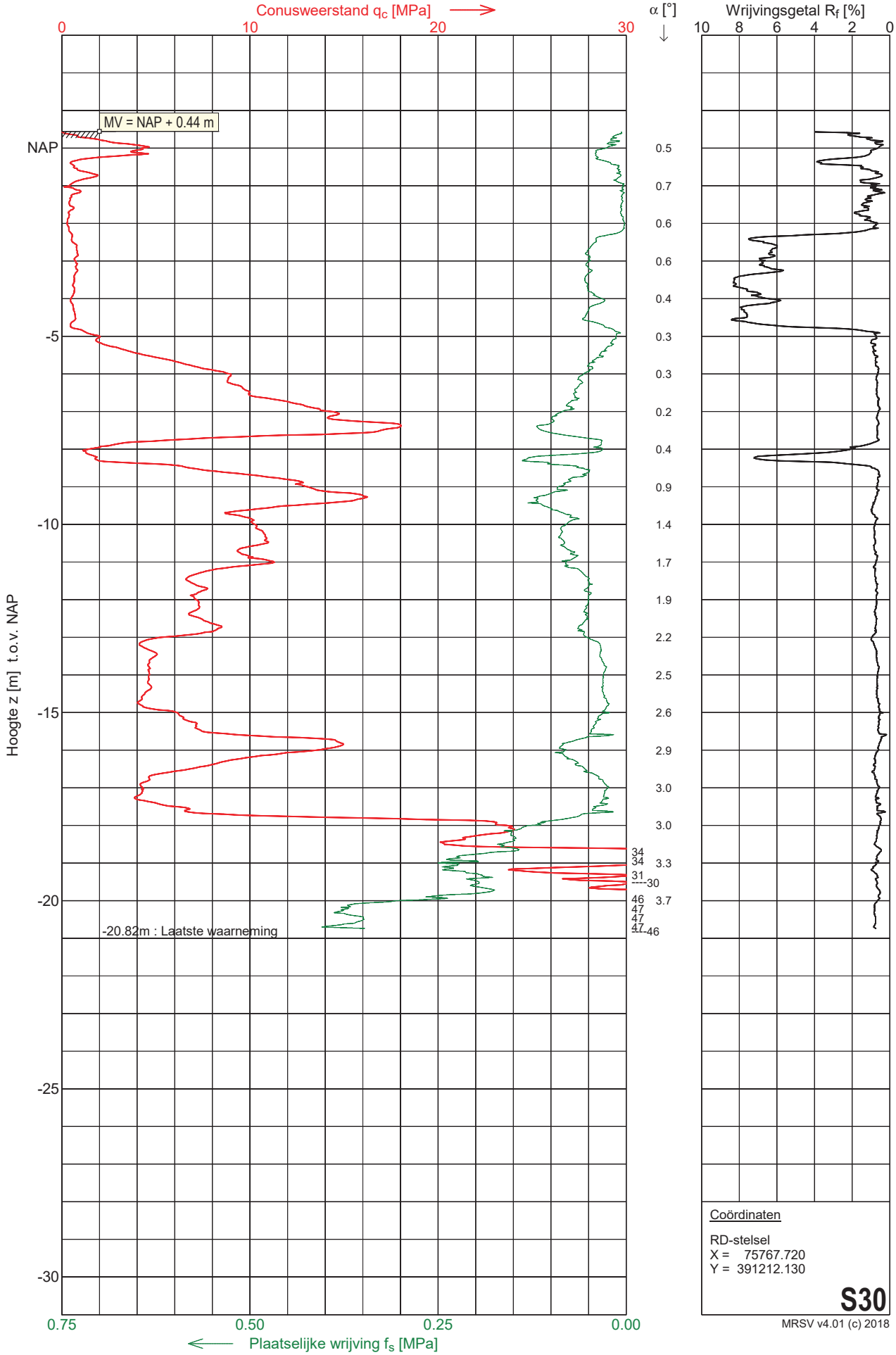
MV : NAP +0.33m



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S30

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

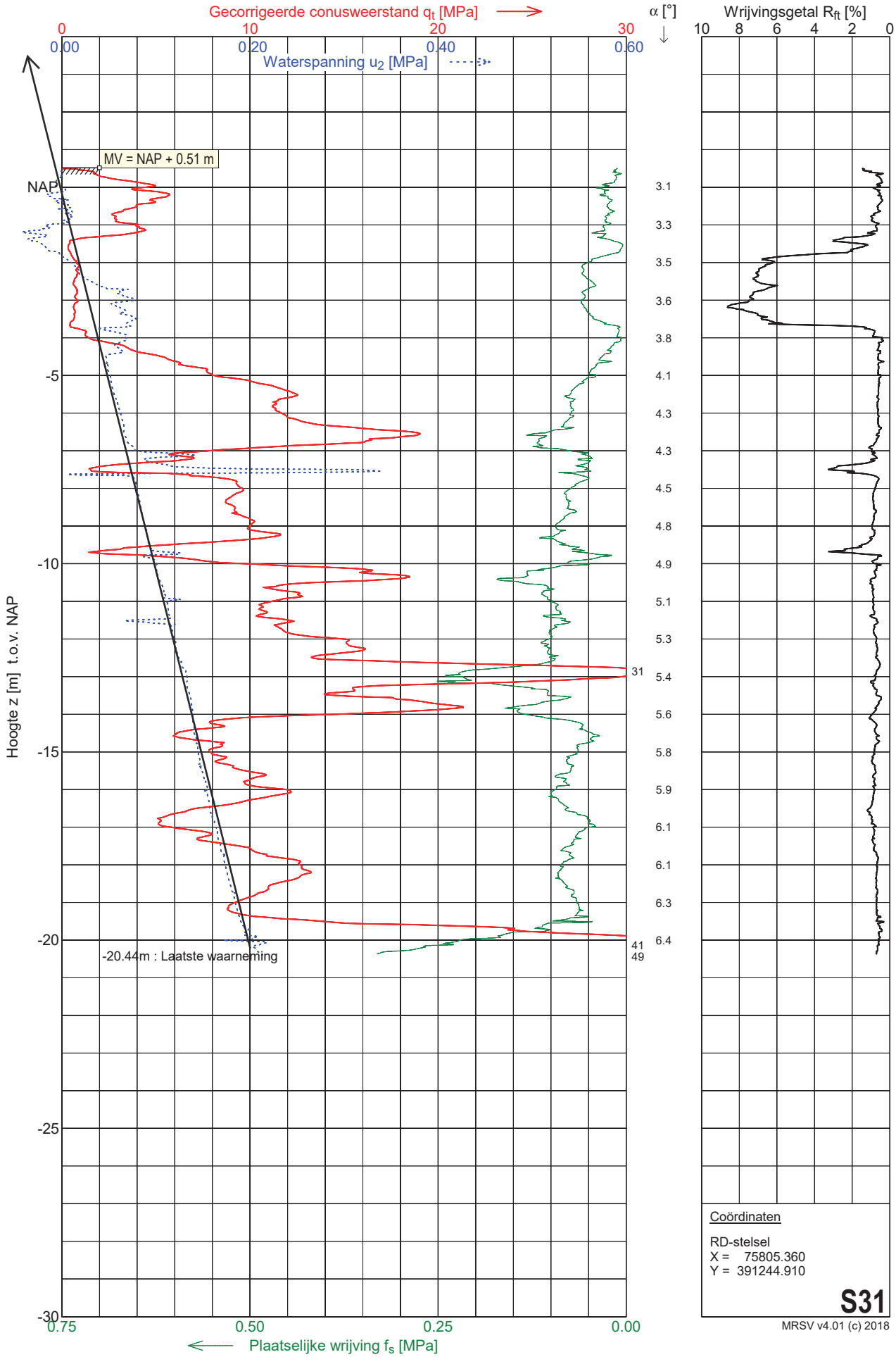
RD-stelsel
X = 75767.720
Y = 391212.130

S30

MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering S31

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1255	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75805.360
Y = 391244.910

S31

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S31

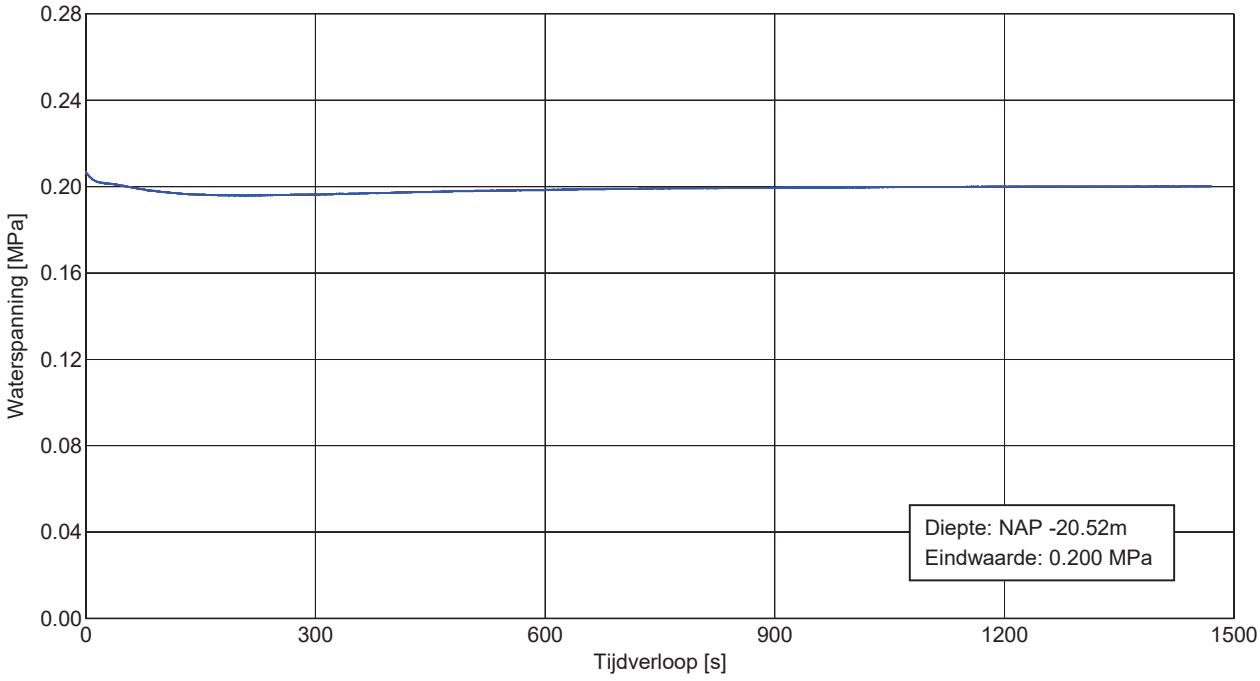
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1255	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SR16	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

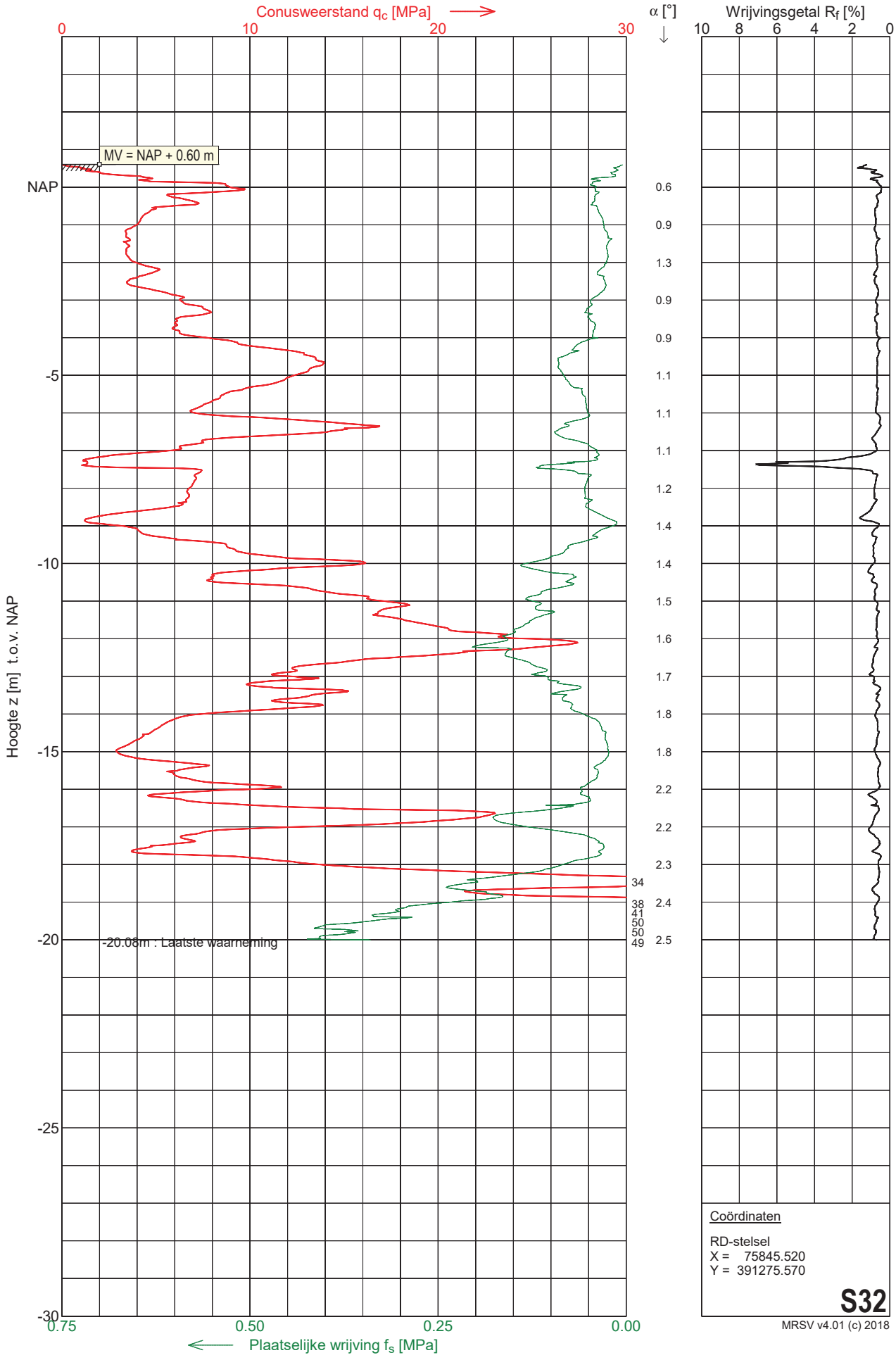
X : 75805.360
Y : 391244.910

MV : NAP +0.51m



Sondering S32

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75845.520
Y = 391275.570

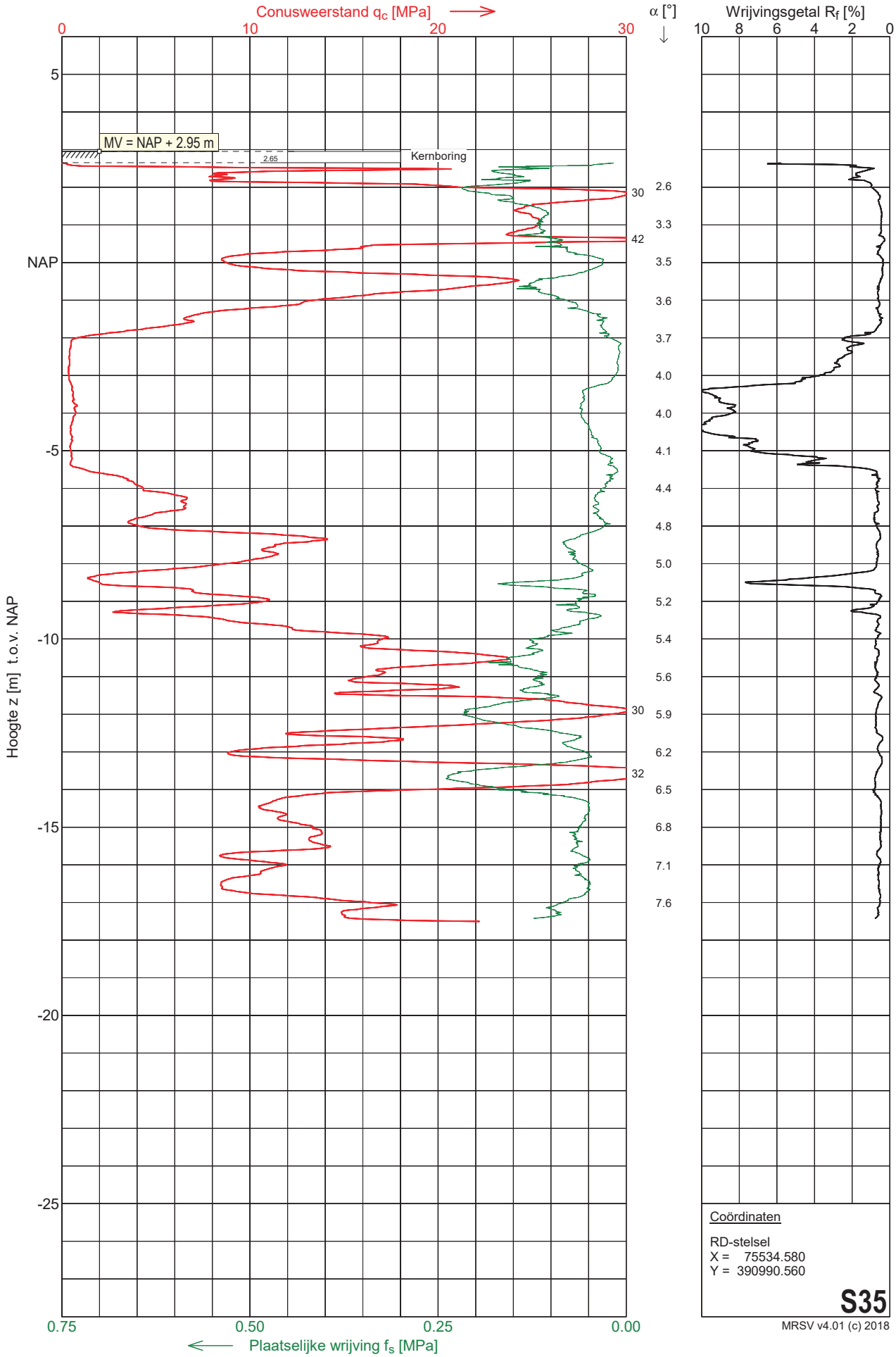
S32

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S35

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75534.580
Y = 390990.560

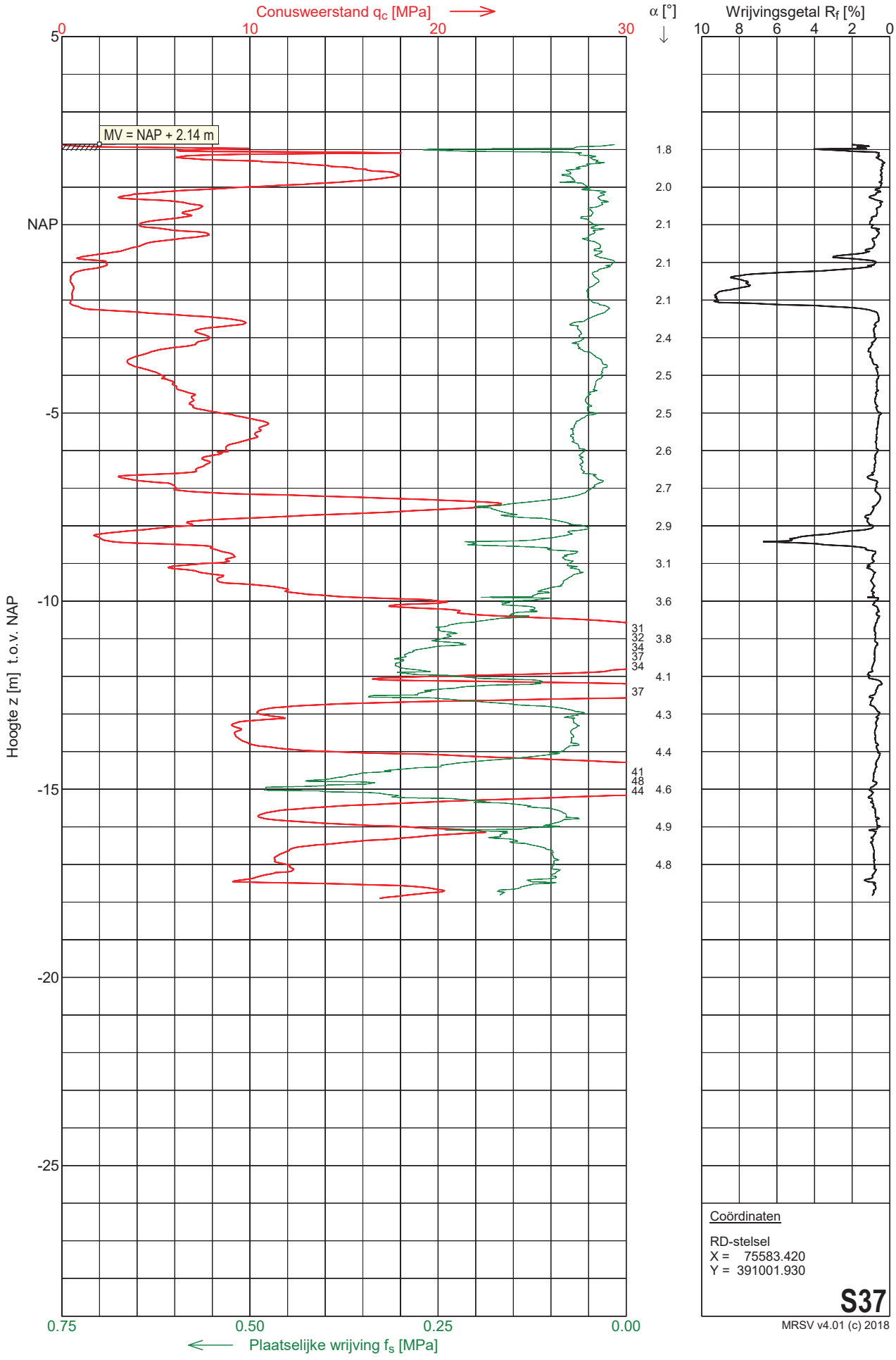
S35

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S37

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75583.420
Y = 391001.930

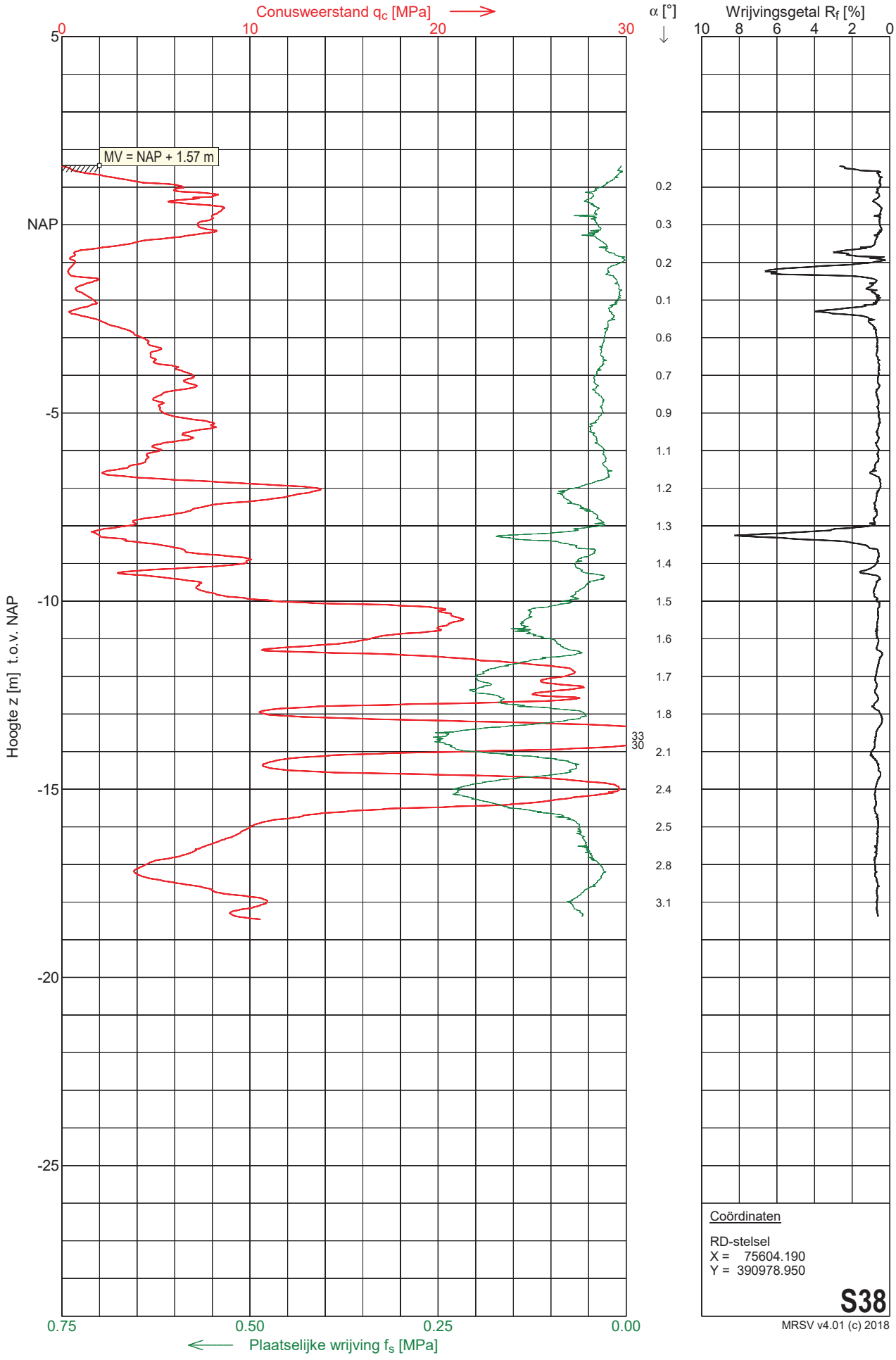
S37

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S38

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75604.190
Y = 390978.950

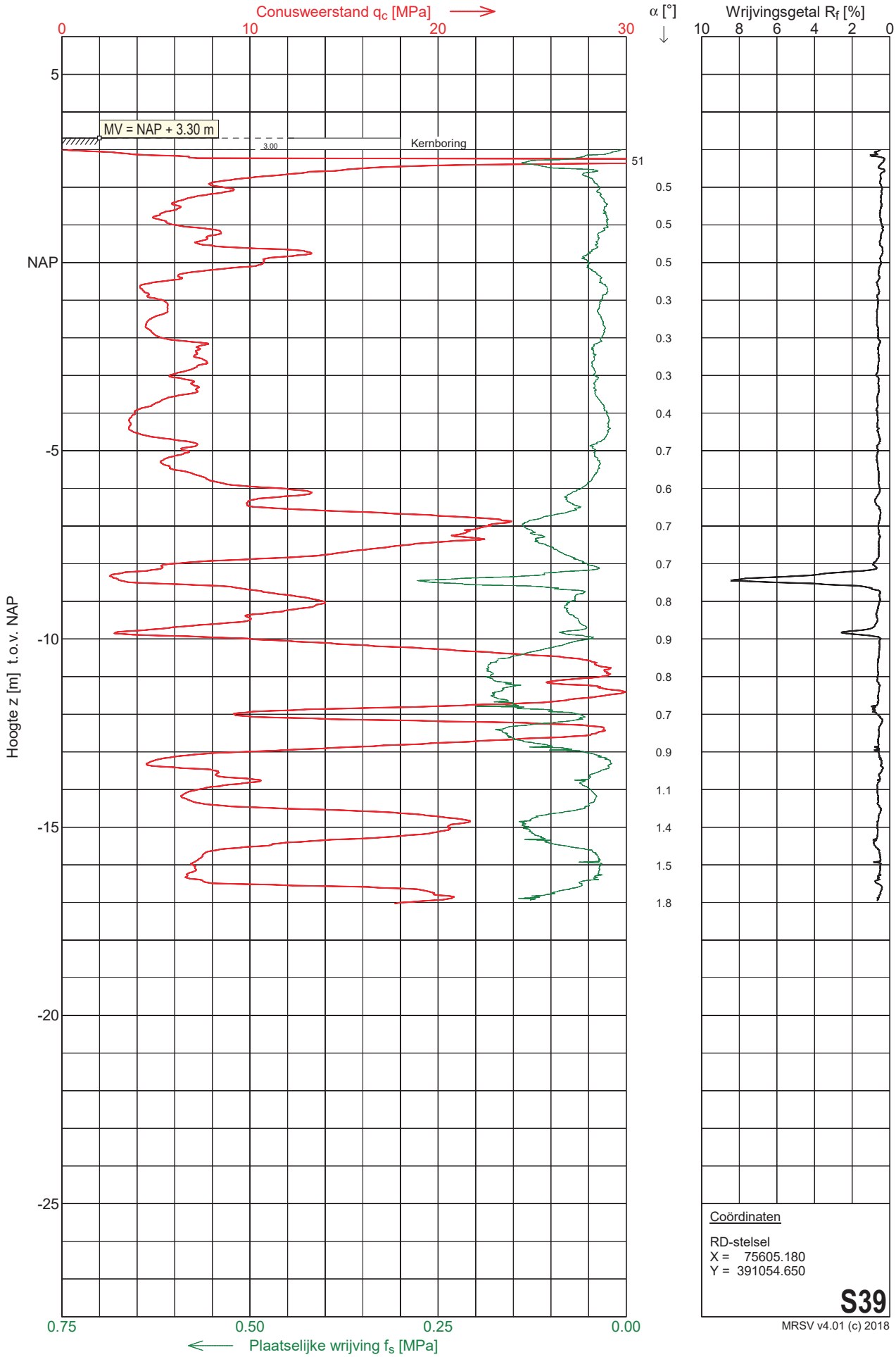
S38

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S39

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75605.180
Y = 391054.650

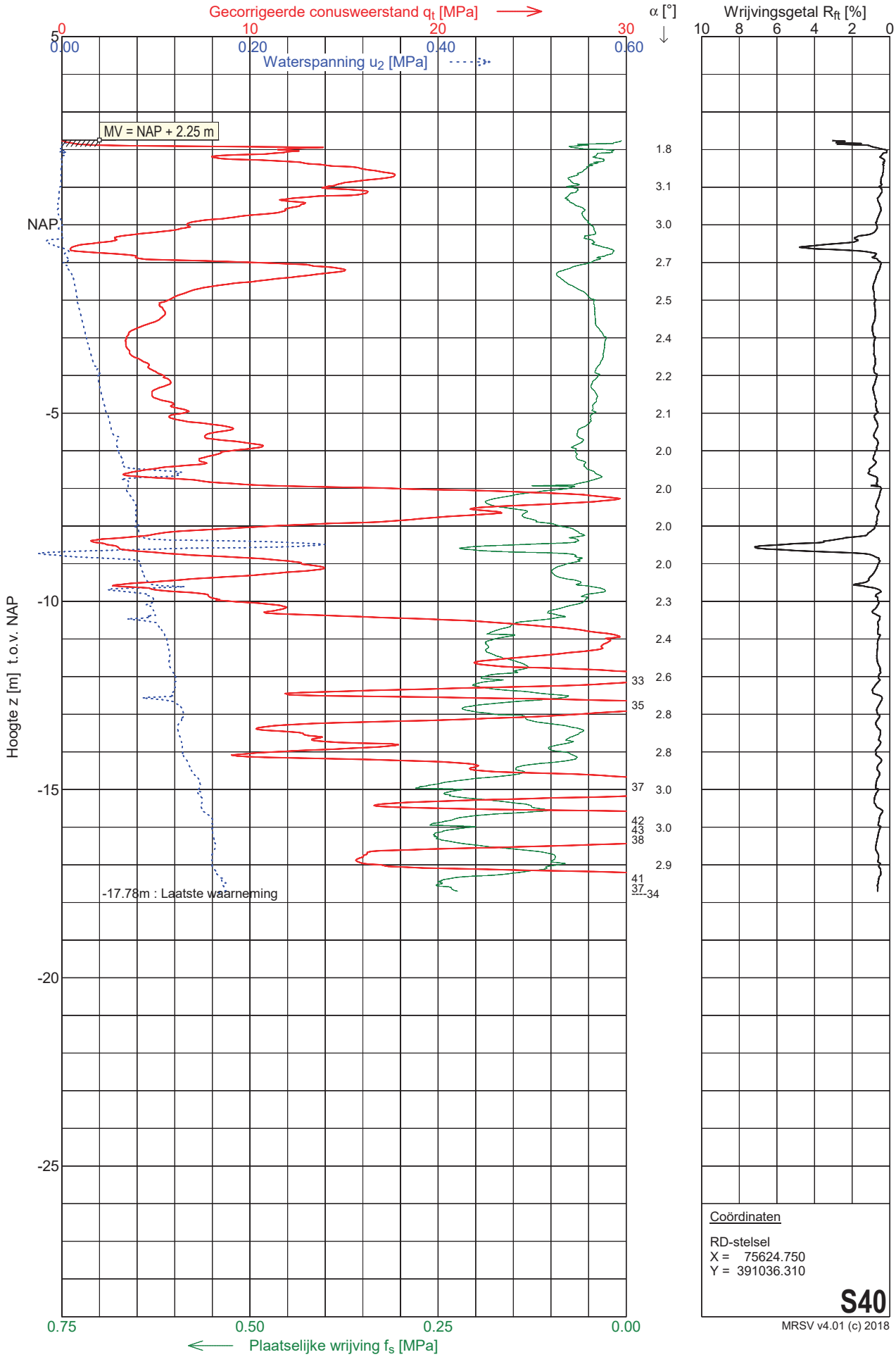
S39

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S40

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75624.750
Y = 391036.310

S40

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S40

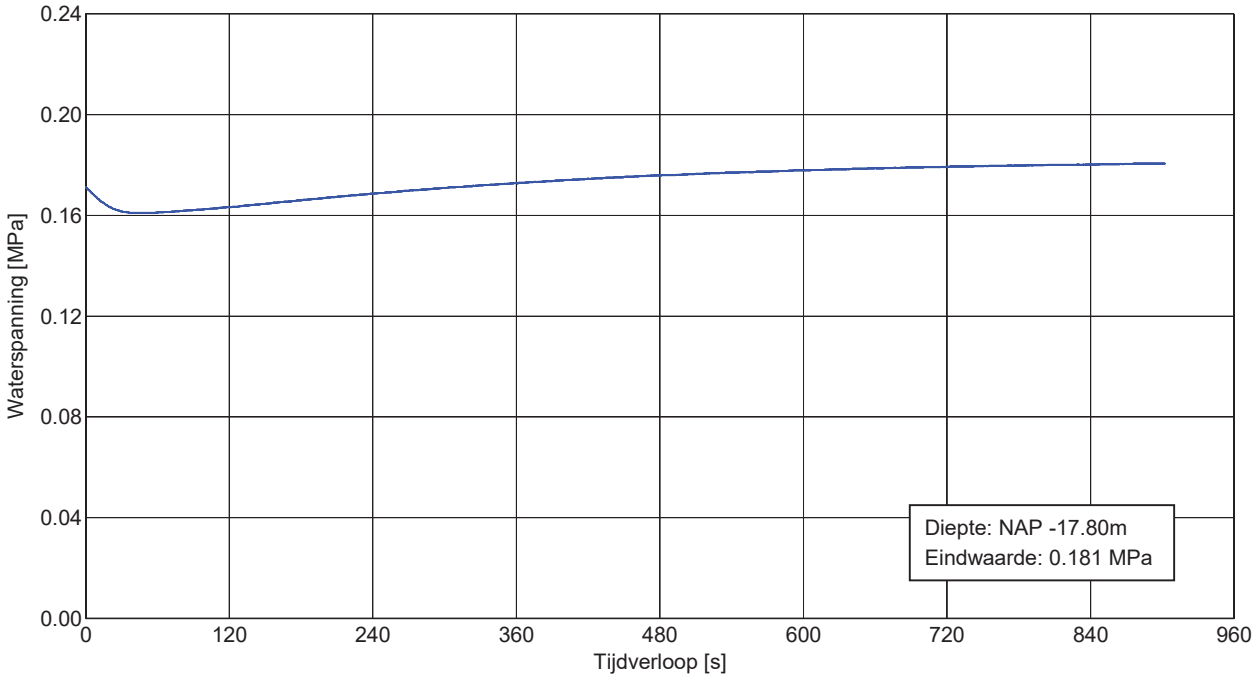
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SR16	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75624.750
Y : 391036.310

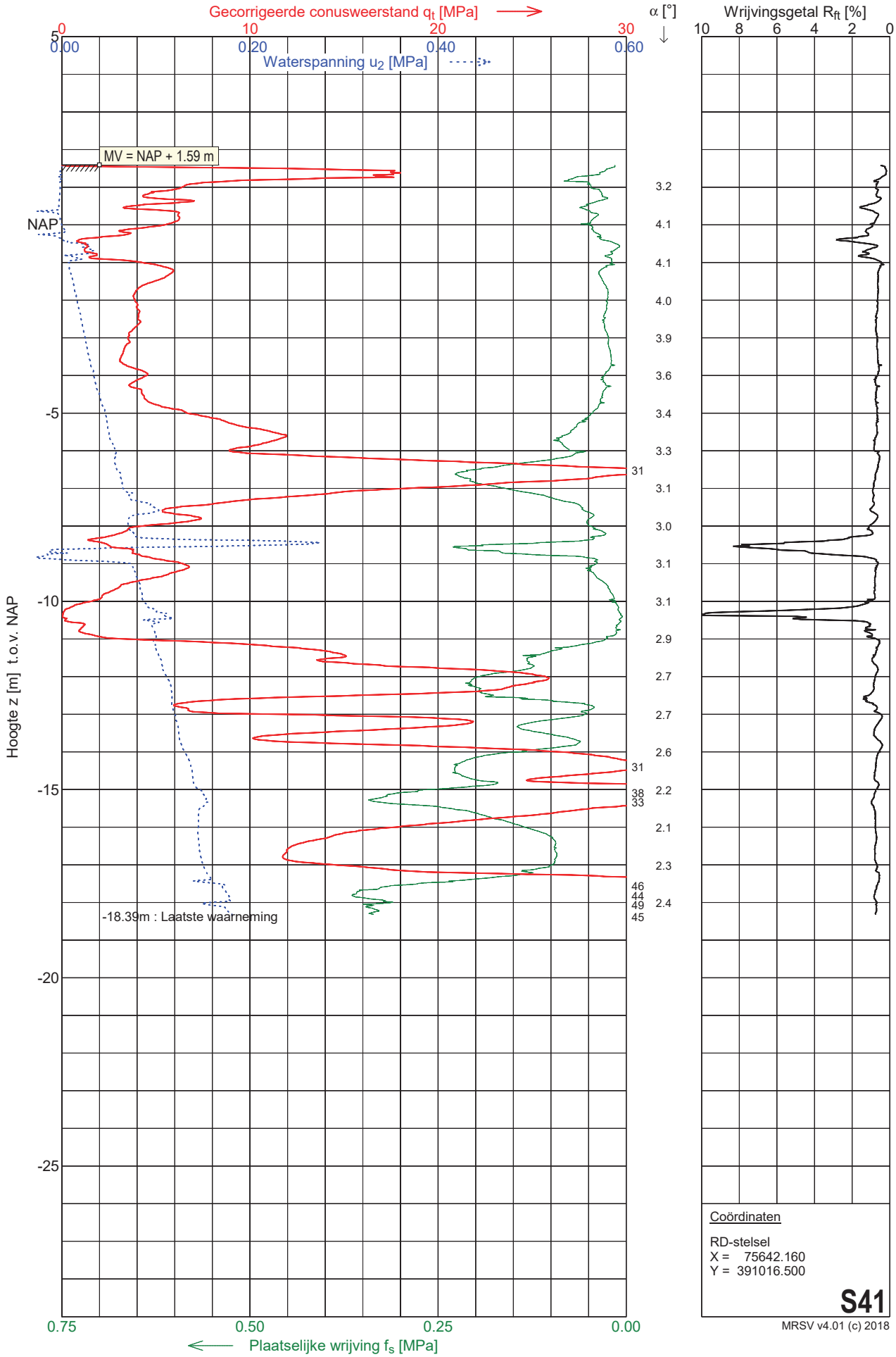
MV : NAP +2.25m



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S41

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75642.160
Y = 391016.500

S41

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S41

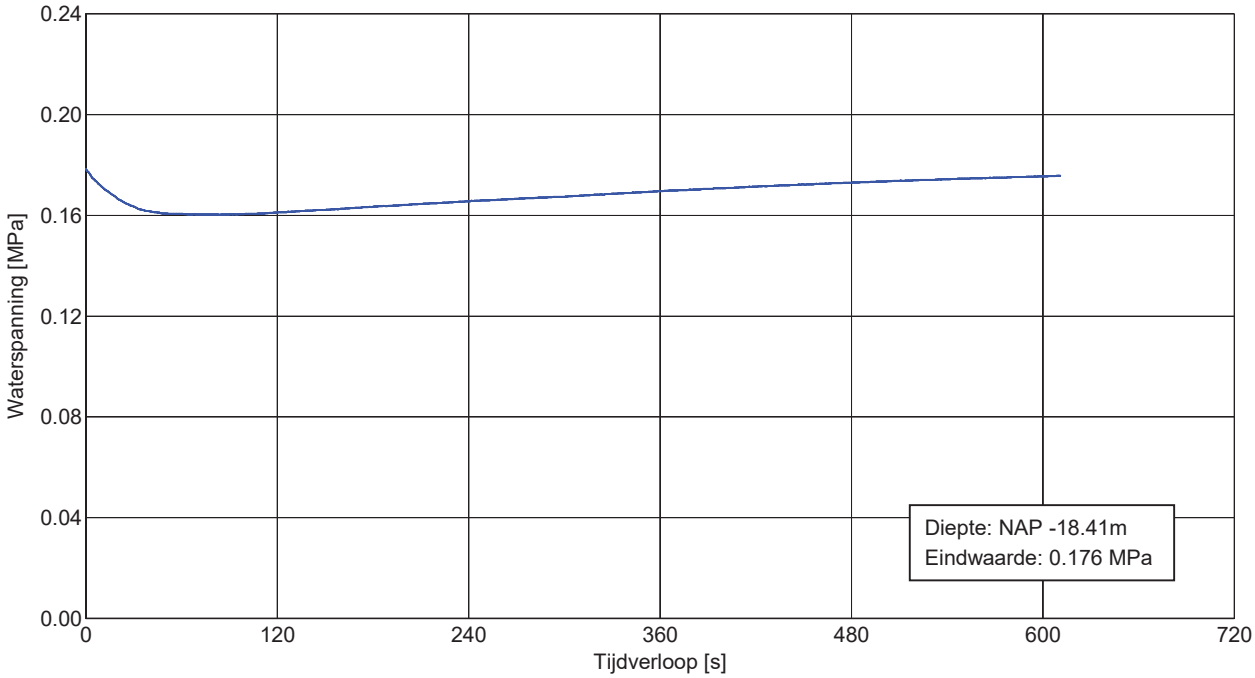
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SW11	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

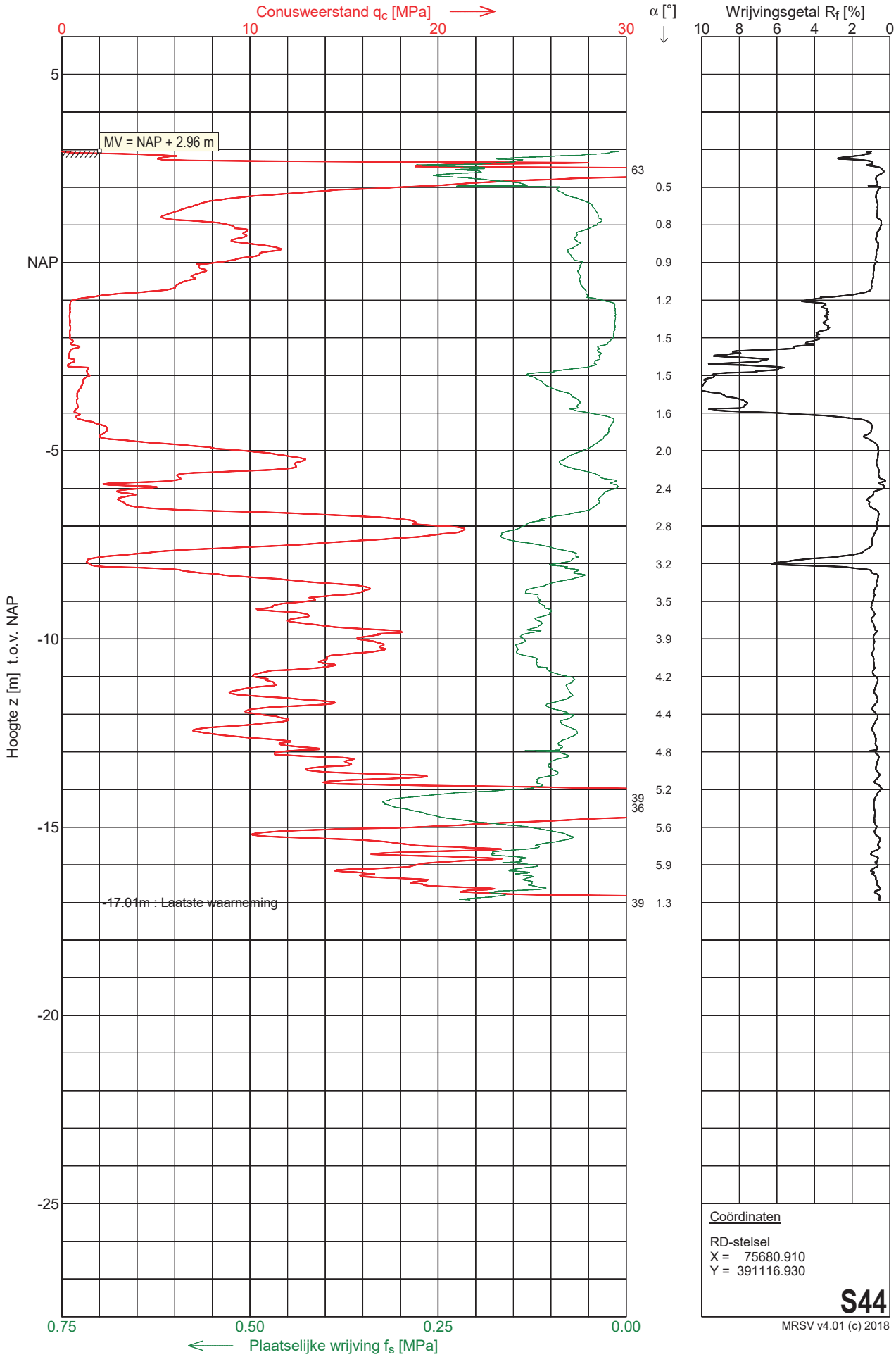
X : 75642.160
Y : 391016.500

MV : NAP +1.59m



Sondering S44

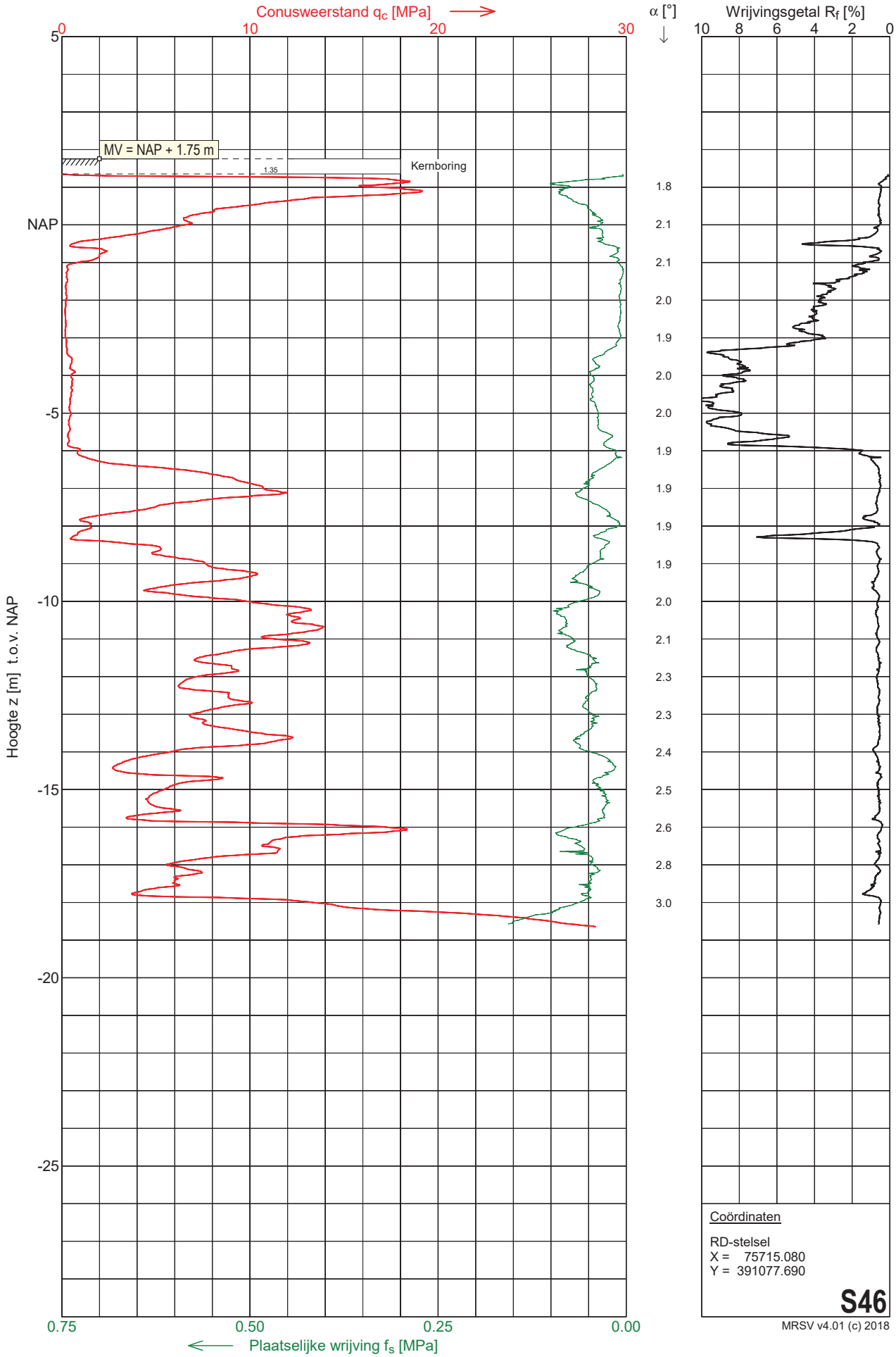
Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 09-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S46

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75715.080
Y = 391077.690

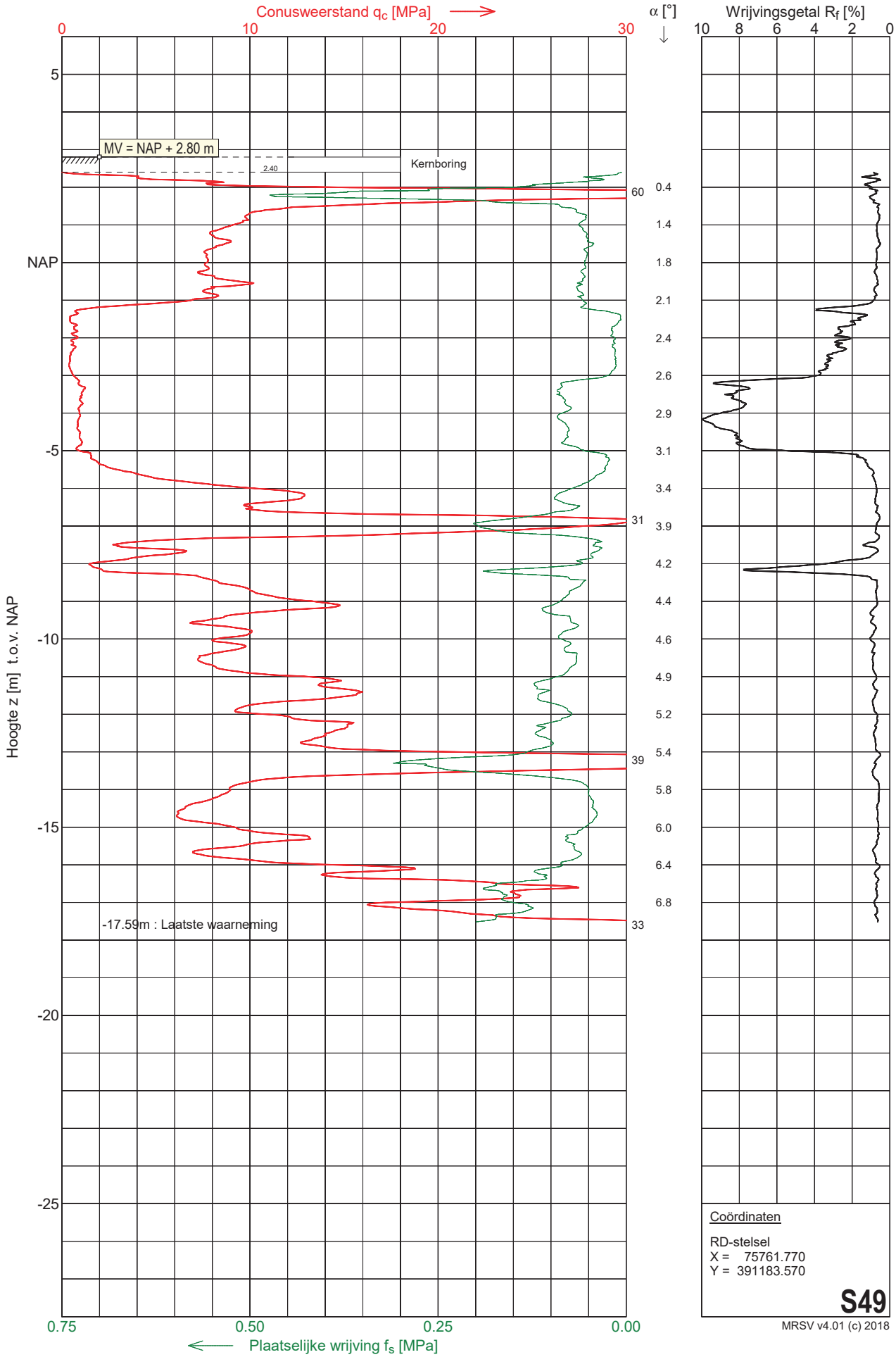
S46

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S49

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 09-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75761.770
Y = 391183.570

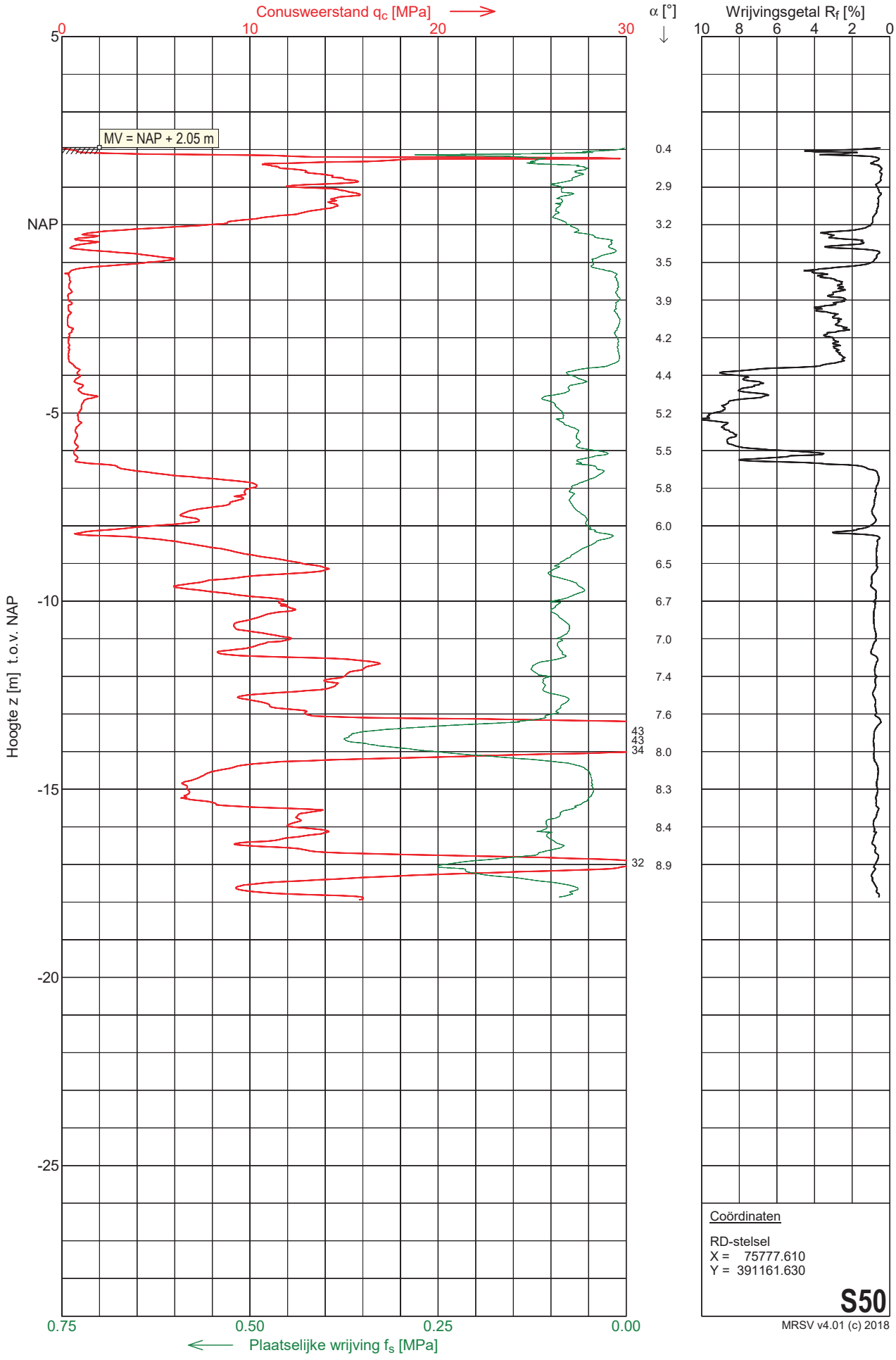
S49

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S50

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75777.610
Y = 391161.630

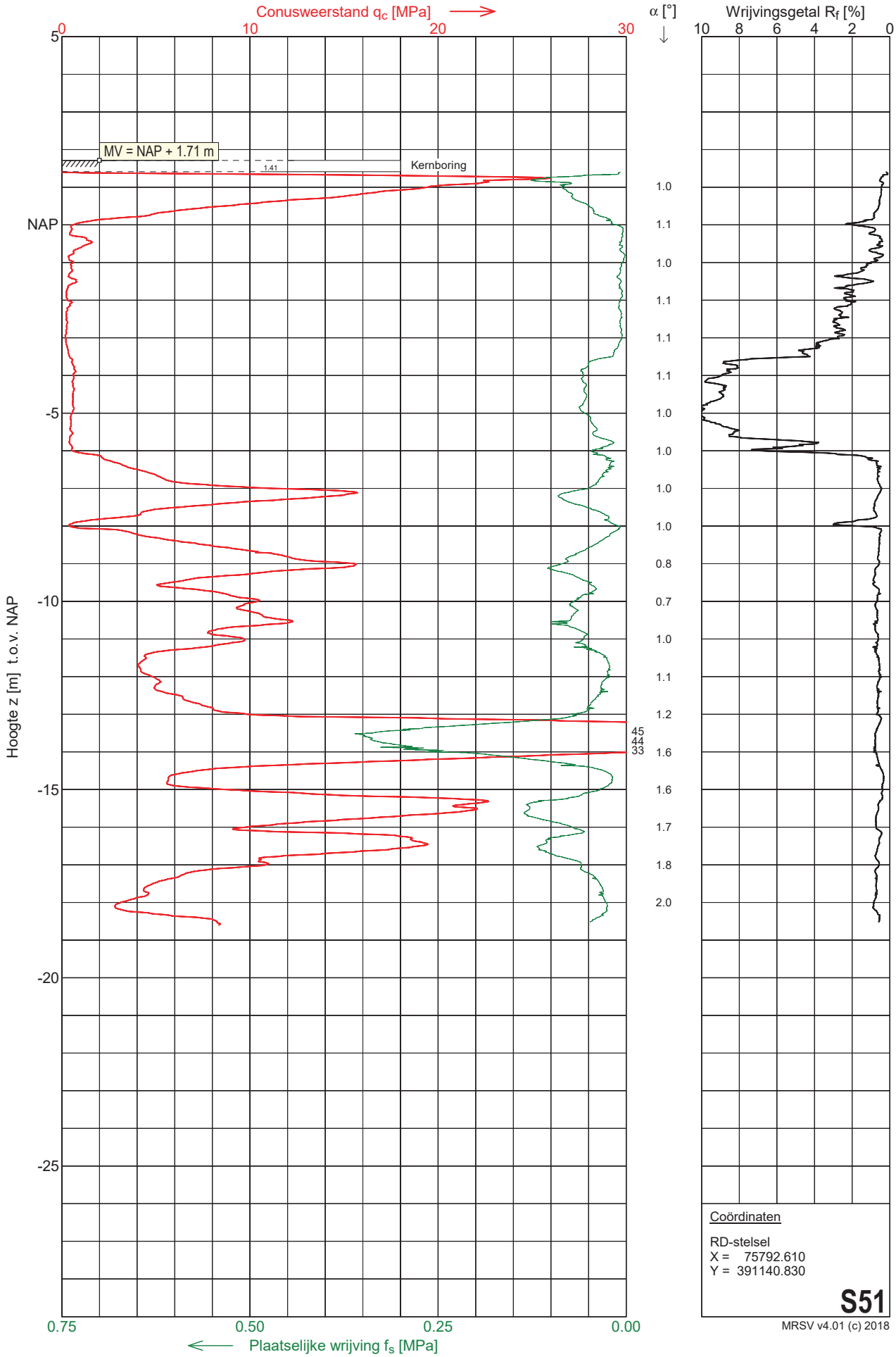
S50

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S51

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

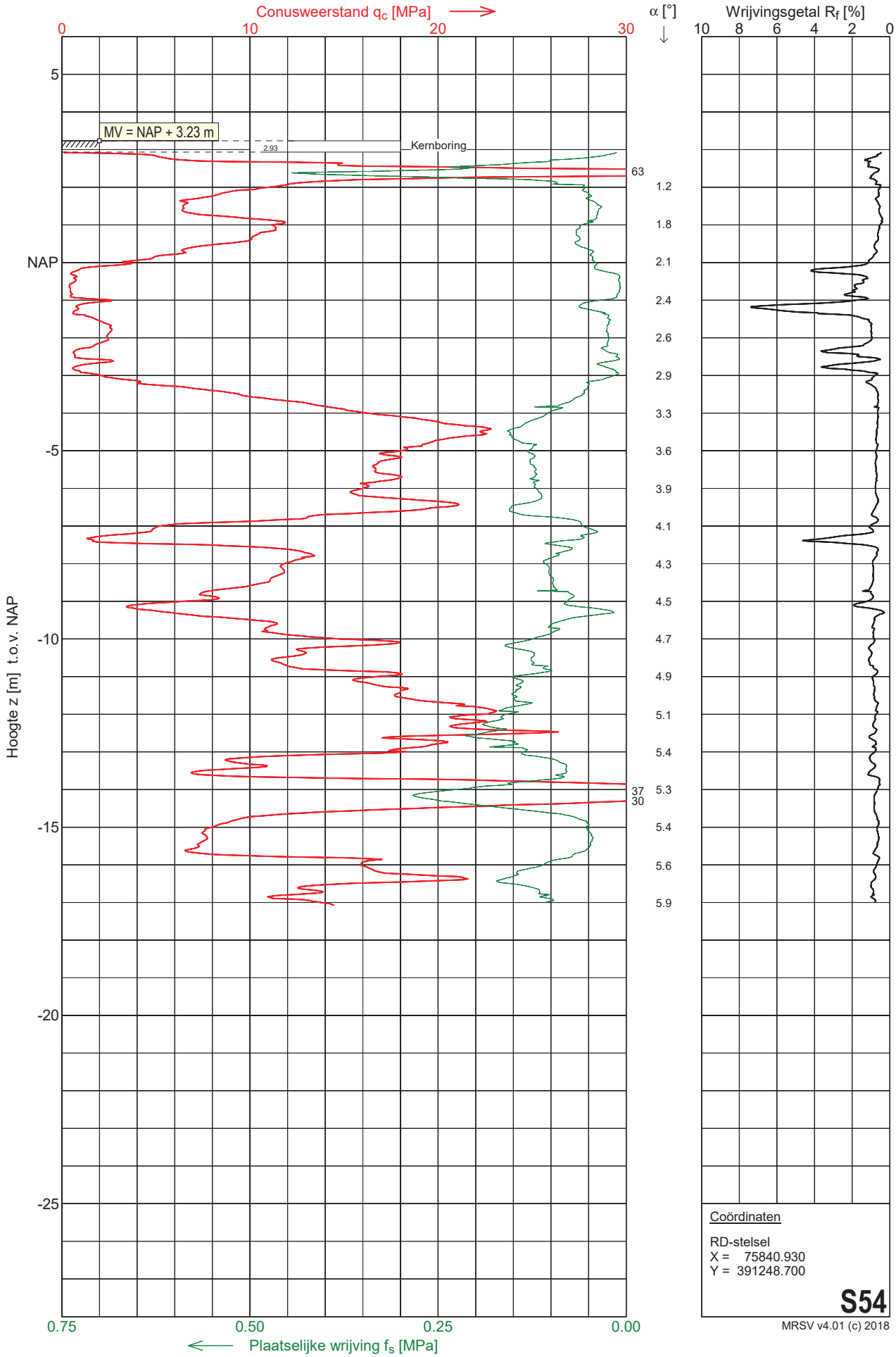
RD-stelsel
X = 75792.610
Y = 391140.830

S51

MRSV v4.01 (c) 2018

Sondering S54

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 09-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75840.930
Y = 391248.700

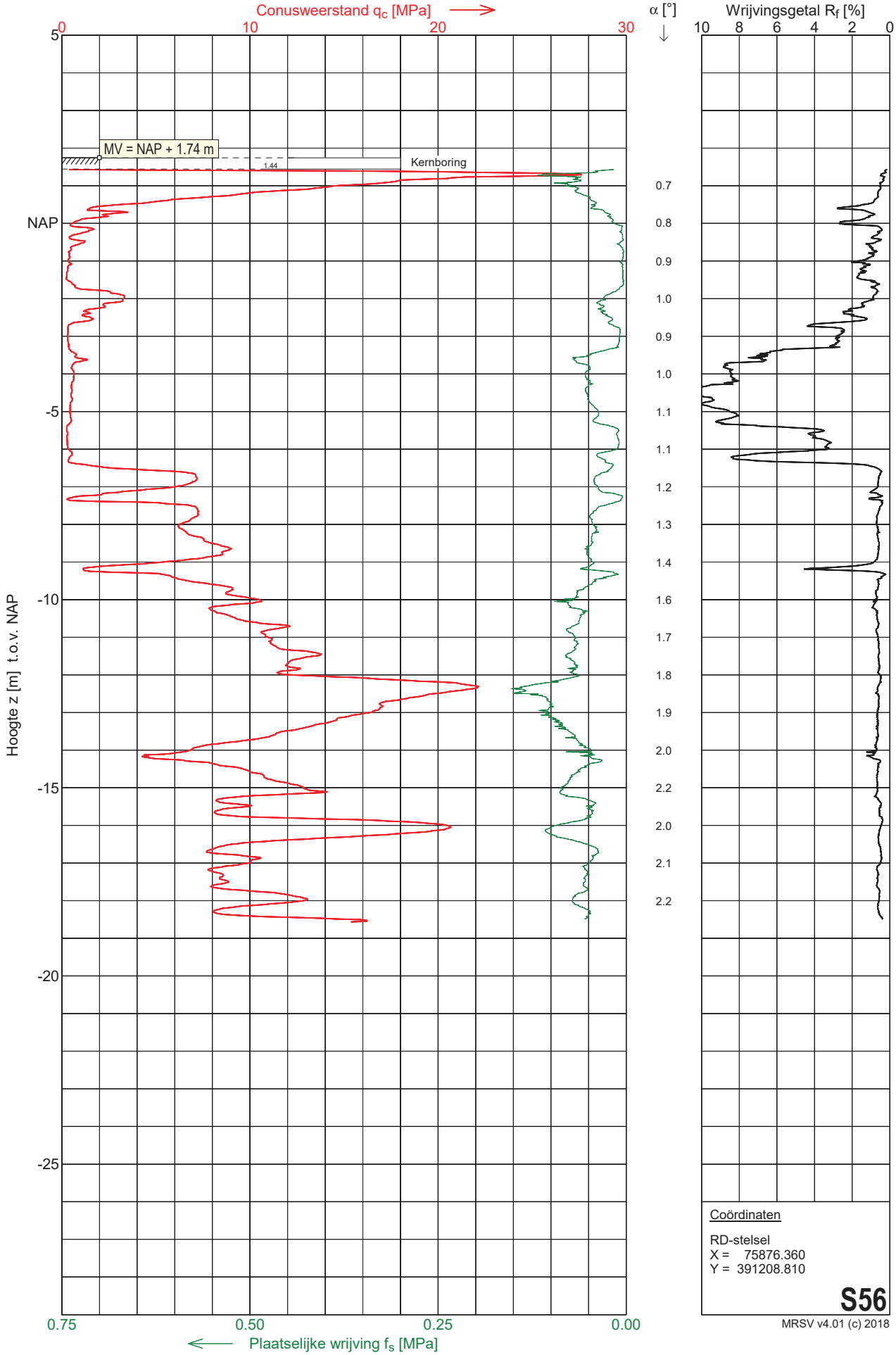
S54

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S56

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.881	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 10-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SW11
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75876.360
Y = 391208.810

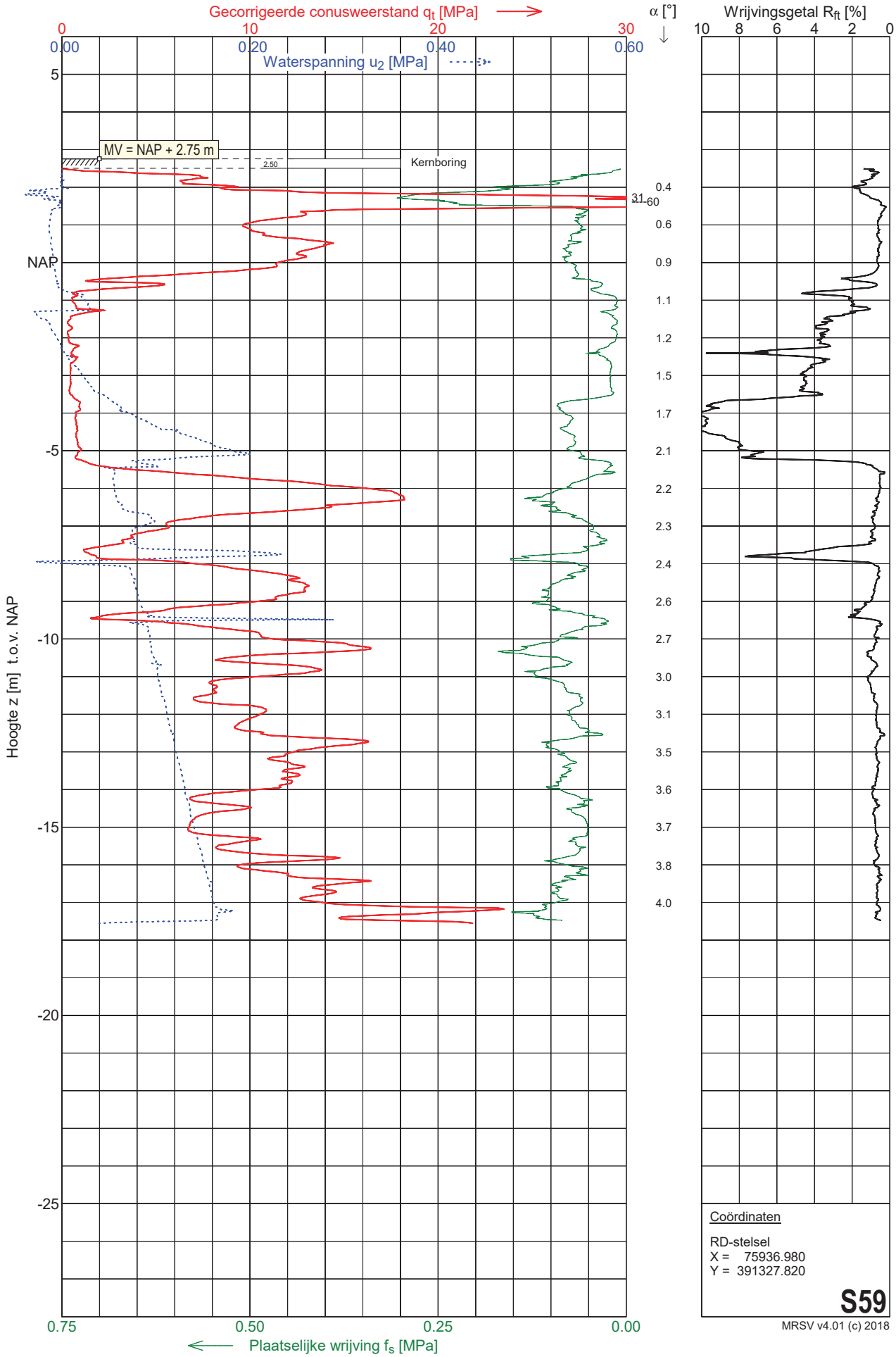
S56

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S59

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 09-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S59

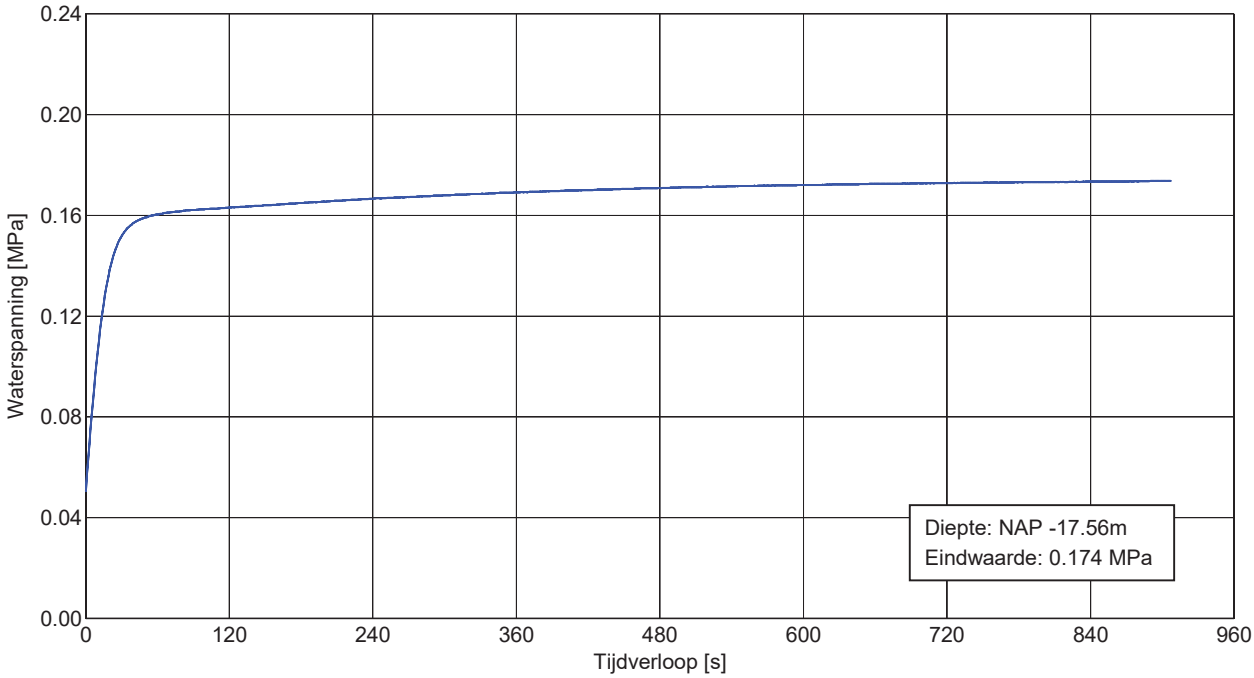
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 09-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SR16	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75936.980
Y : 391327.820

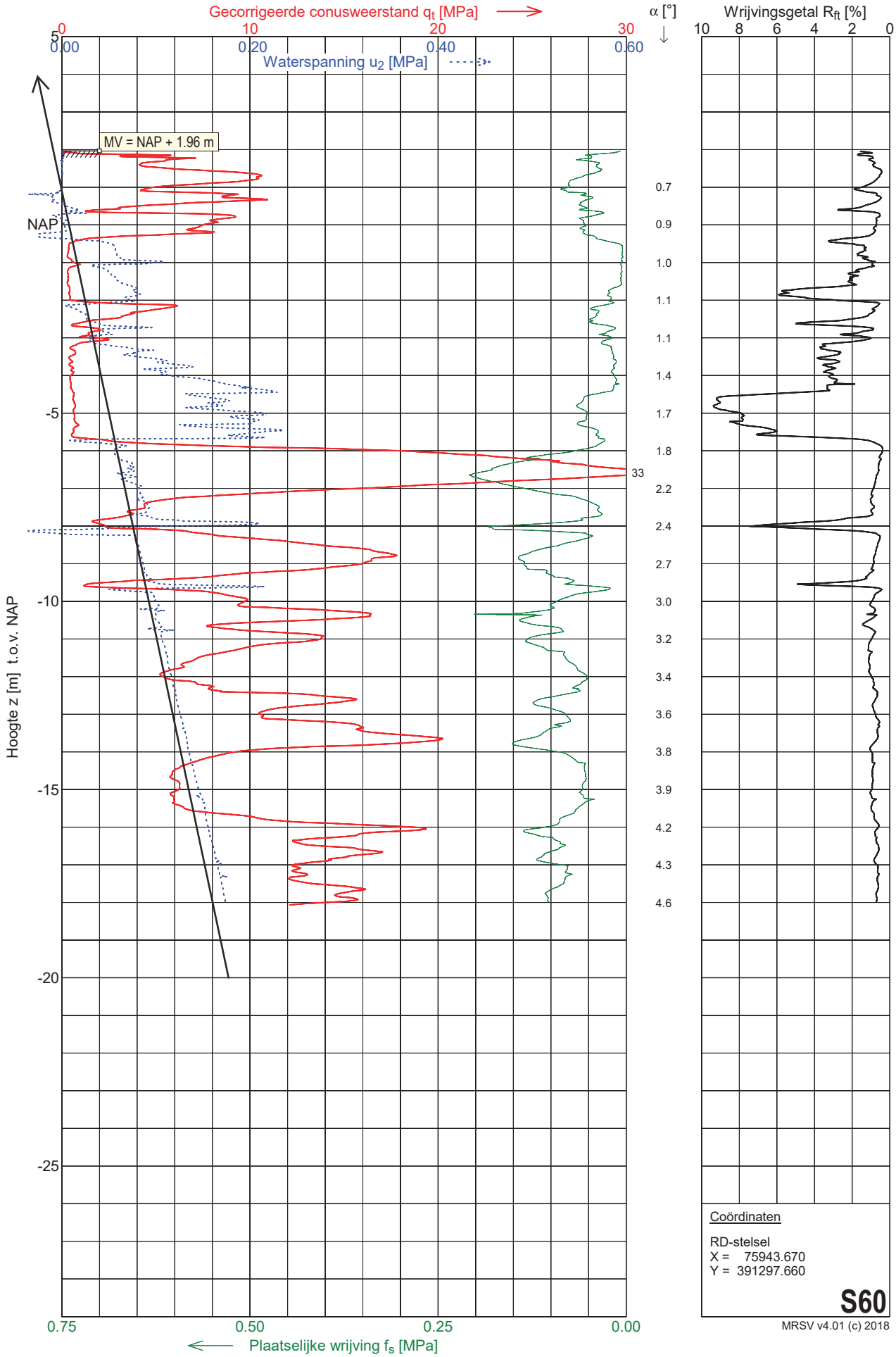
MV : NAP +2.75m



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S60

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 75943.670
Y = 391297.660

S60

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S60

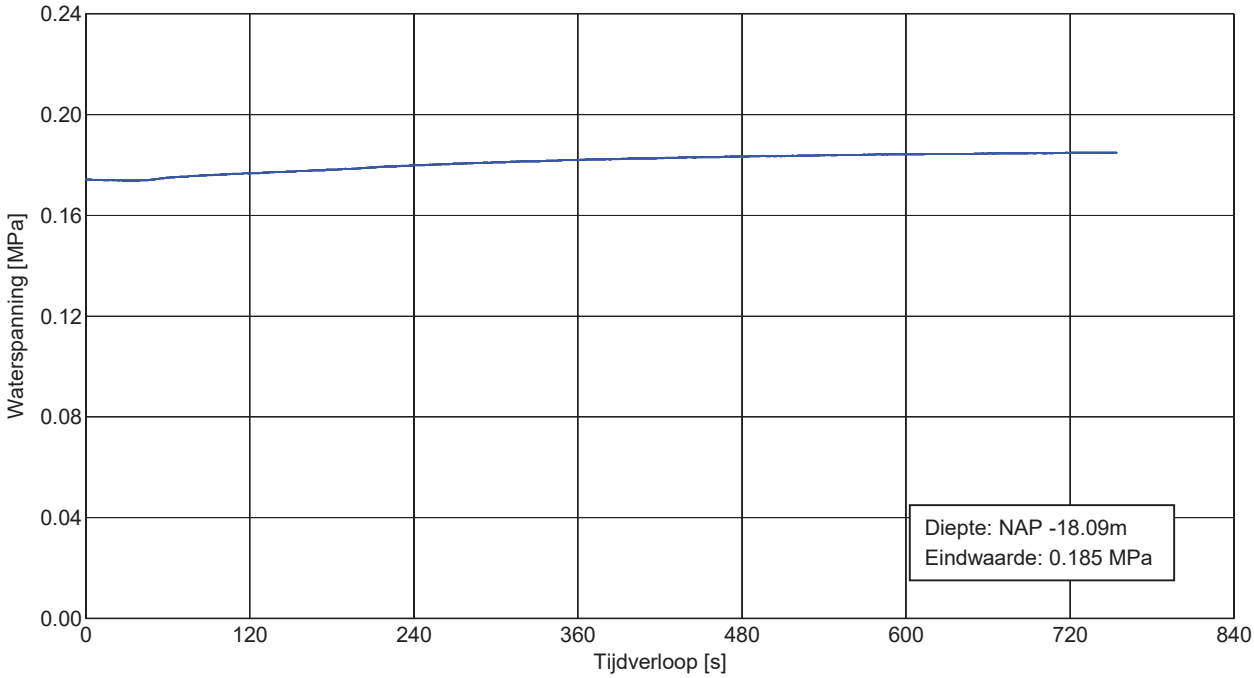
DISSIPATIETEST

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFIIP.1803	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE2	
Datum	: 08-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit : SR16	
Project	: Markiezaat Container Terminal				

TestNo : 1

X : 75943.670
Y : 391297.660

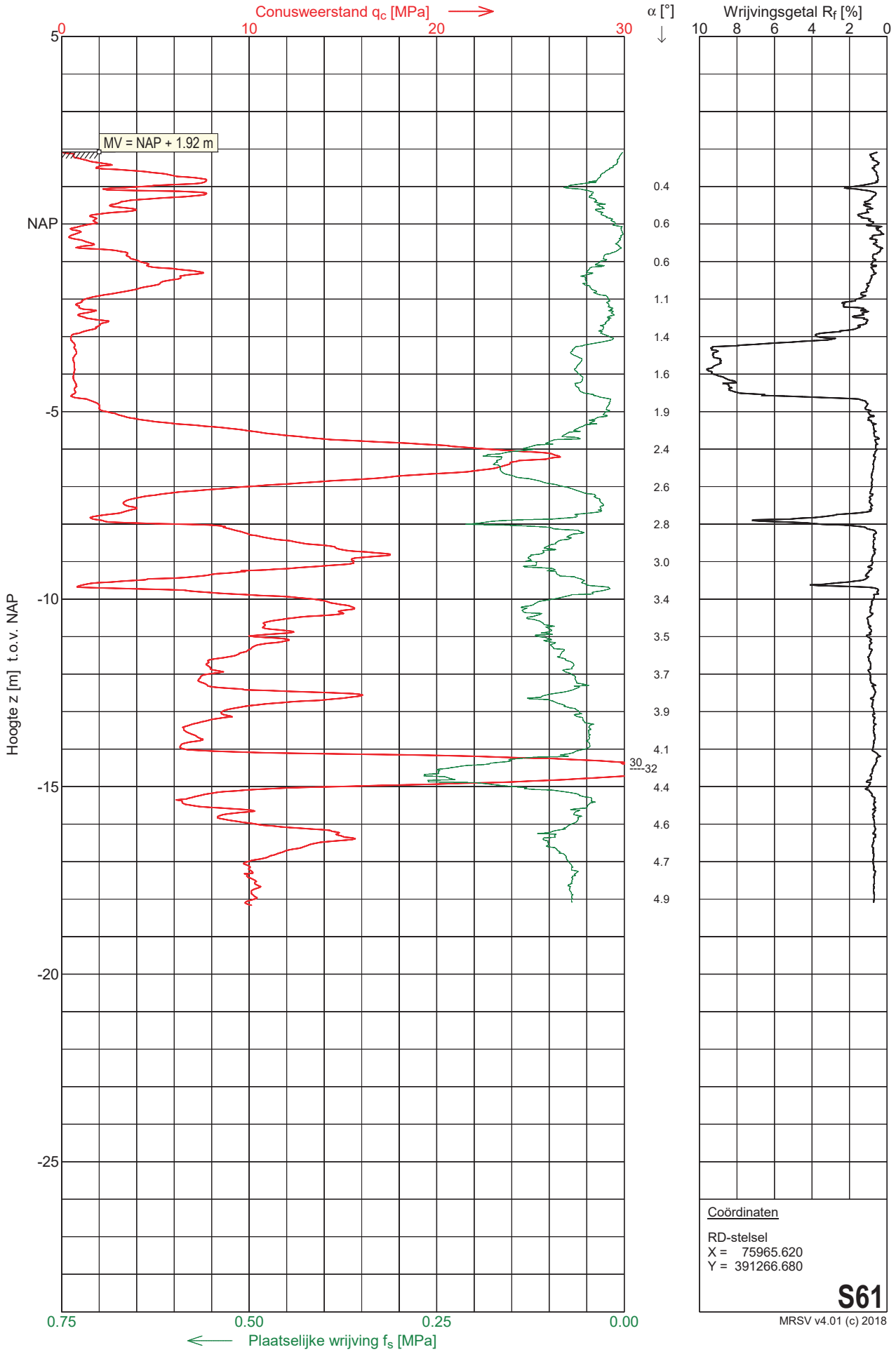
MV : NAP +1.96m



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S61

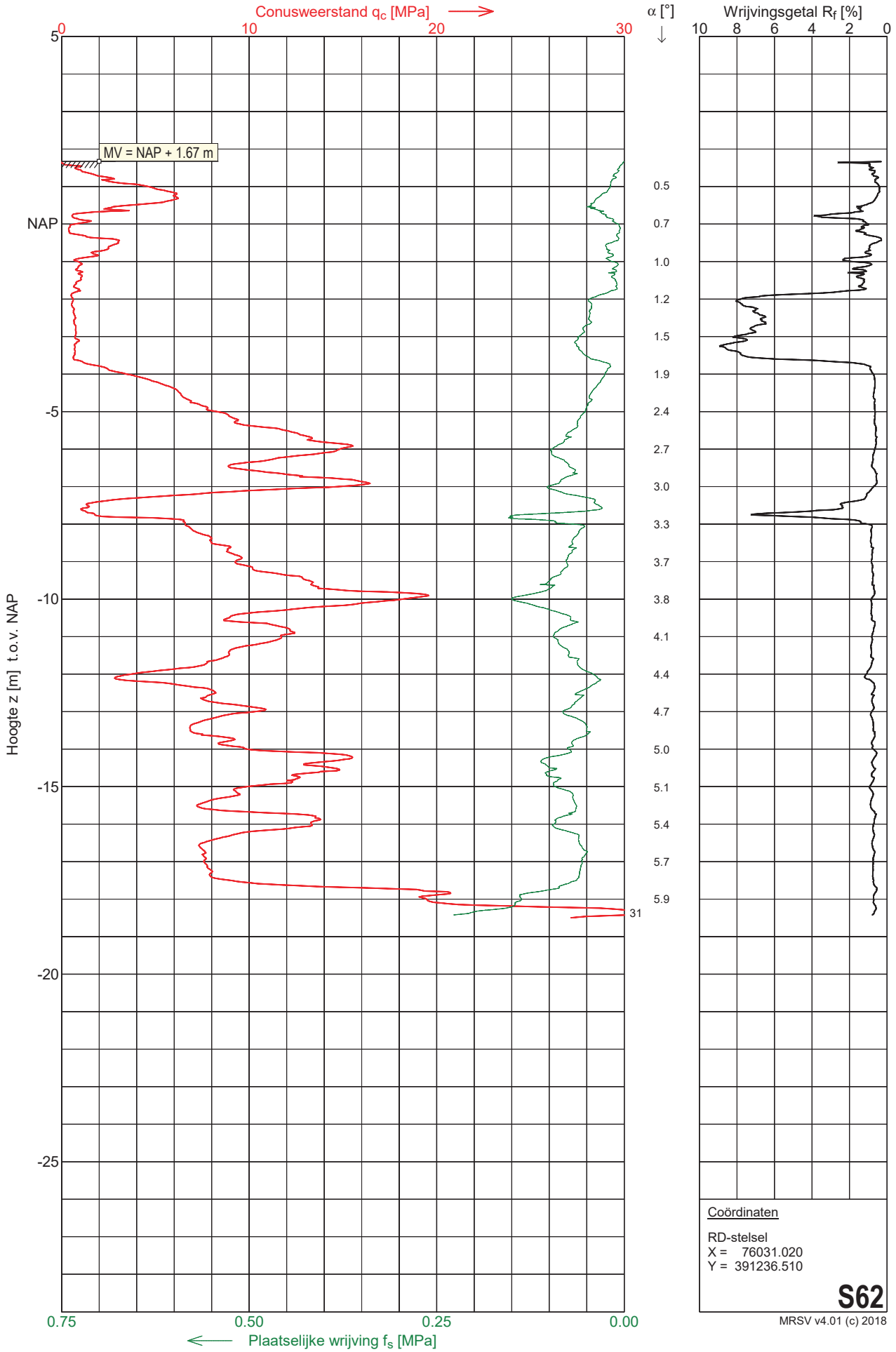
Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 22-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



MOS GRONDMECHANICA

Sondering S62

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 22-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 76031.020
Y = 391236.510

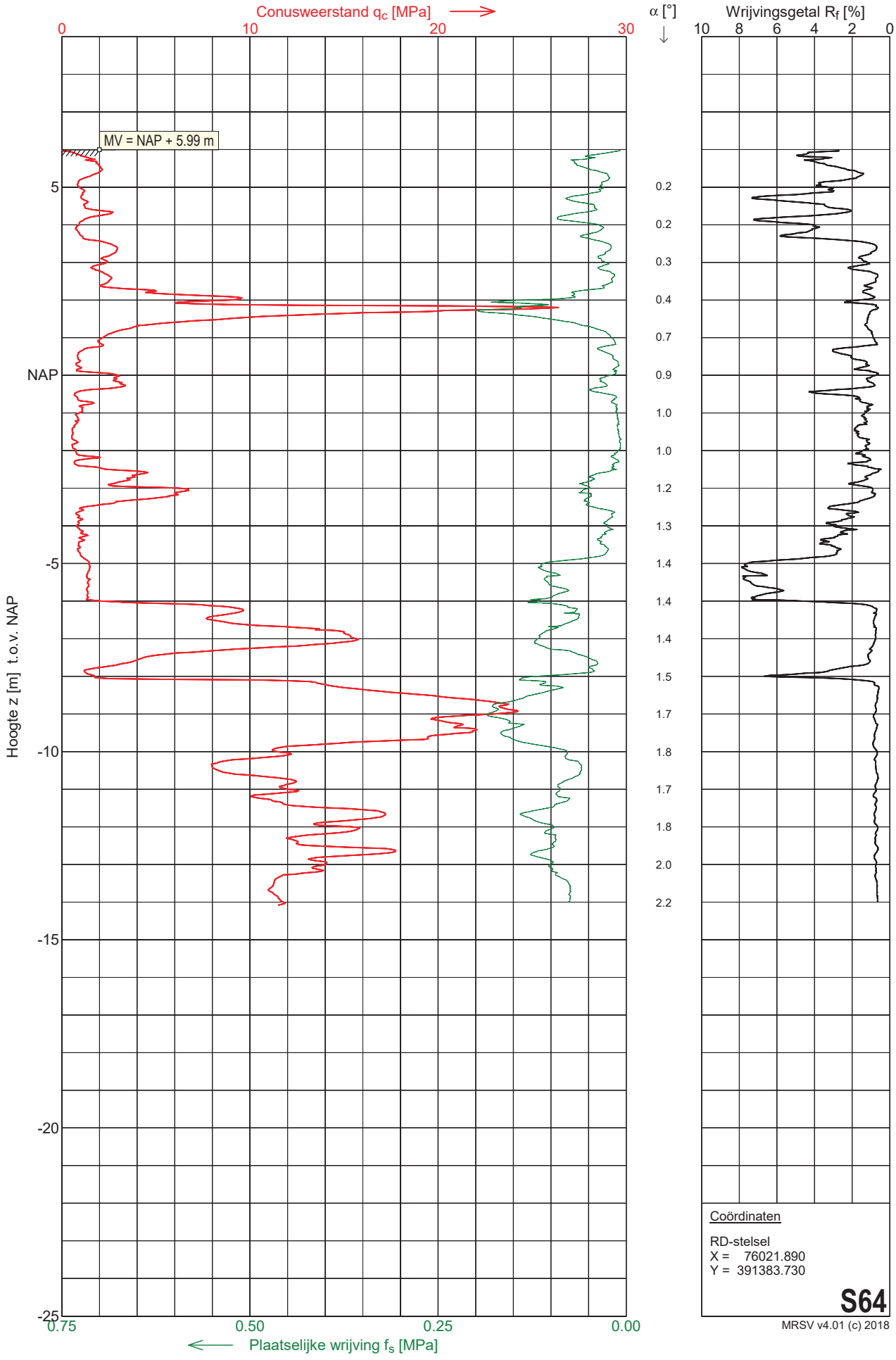
S62

MRSV v4.01 (c) 2018

MOS GRONDMECHANICA

Sondering S64

Opdracht	: 1901796	Conus nummer	: S15-CFII.1652	NEN-EN-ISO-22476-1	
Plaats	: Bergen op Zoom	Soort conus	: Elektrisch	Klasse 2, type TE1	
Datum	: 31-10-2019	Opp. conuspunt	: 1500 mm^2	Sondeerunit	: SR16
Project	: Markiezaat Container Terminal			Blad	: 1 van 1



Coördinaten

RD-stelsel
X = 76021.890
Y = 391383.730

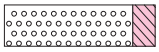
S64

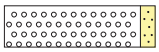
MRSV v4.01 (c) 2018

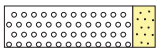
MOS GRONDMECHANICA

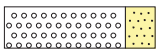
Legenda

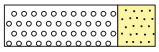
Grind


Grind, siltig

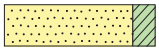

Grind, zwak zandig


Grind, matig zandig

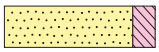

Grind, sterk zandig


Grind, uiterst zandig

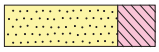
Zand


Zand, kleiig


Zand, zwak siltig


Zand, matig siltig


Zand, sterk siltig

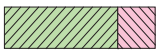

Zand, uiterst siltig

Klei


Klei, zwak siltig


Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig


Klei, uiterst siltig

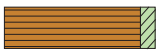

Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig


Klei, sterk zandig

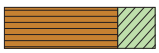
Veen


Veen, mineraalarm


Veen, zwak kleiig


Veen, matig kleiig


Veen, sterk kleiig


Veen, uiterst kleiig

Leem


Leem, zwak zandig


Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

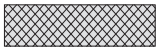

Zwak grindig

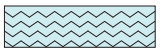

Matig grindig

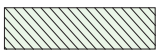

Sterk grindig

Overig


Puin


Slib


Water


Kleistop / afdichtpellets


Lege monsterbus


Bus met ongeroerd monster

Grondwaterstand tijdens boren


Stijghoogte in peilbuis


Peilbuisfilter

Afkortingen

CRS	Constant Rate of Strain test
DSS	Direct Simple Shear test
SDR	Samendrukkingsproef
TRX	Triaxiaalproef
VGM	Bepaling volumegewicht monster (zonder verdere beproeving)
VGB	Bepaling totaal volumegewicht bus

MOS GRONDMECHANICA

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

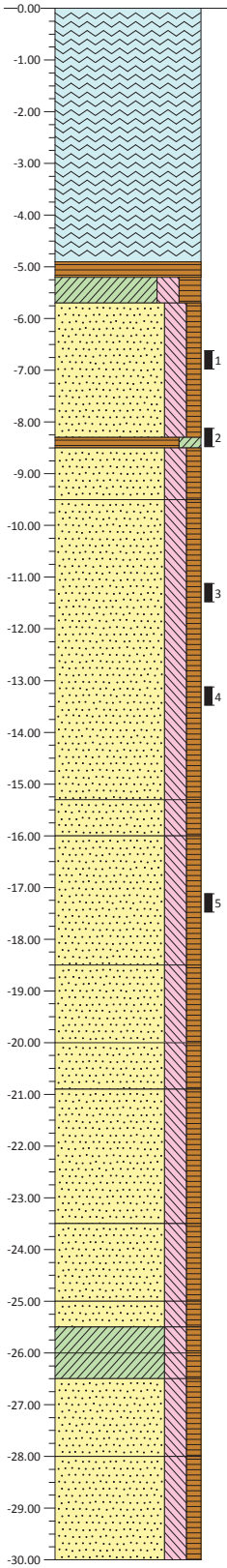
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B01

Datum	: 13-09-2019	X	: 75500.310	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	:	Y	: 391112.810	Boormeester	: GW
Maaiveld	: NAP -0.00 m			Beschrijver	: GW
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	0.00	-4.90	Water	
2	-4.90	-5.20	Veen, mineraalarm	
3	-5.20	-5.70	Klei, matig siltig, matig humeus	
4	-5.70	-8.30	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
5	-8.30	-8.50	Veen, kleiig	
6	-8.50	-9.50	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat sporen van klei	
7	-9.50	-15.30	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
8	-15.30	-16.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat sporen van klei	
9	-16.00	-18.50	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat resten van klei	
10	-18.50	-20.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat laagjes van klei	
11	-20.00	-20.90	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat sporen van klei	
12	-20.90	-23.50	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
13	-23.50	-25.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat resten van klei	
14	-25.00	-25.50	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat laagjes van klei	
15	-25.50	-26.00	Klei, matig siltig, zwak humeus, zwak zandhoudend	
16	-26.00	-26.50	Klei, matig siltig, zwak humeus	
17	-26.50	-28.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat laagjes van klei	
18	-28.00	-30.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

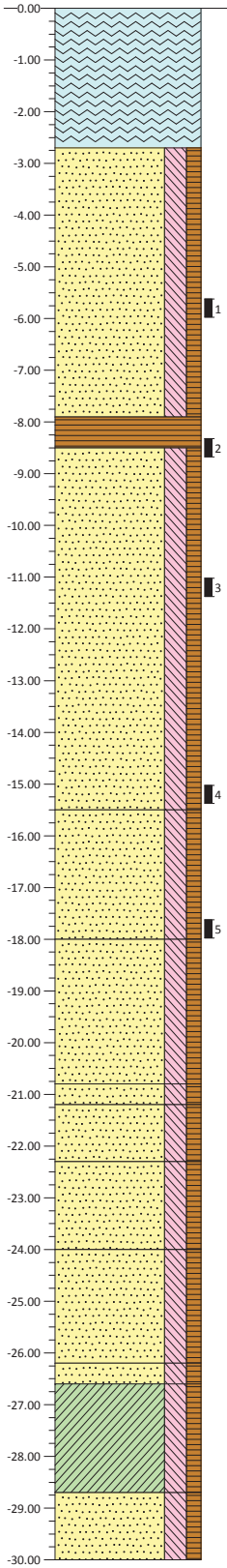
NEN5104

BORING : B02

Datum : 16-09-2019
GWS :
Maaiveld : NAP -0.00 m
Opmerking : Voorlopige boorstaat.

X : 75604.790
Y : 391217.430

Boormethode : Puls/Ack
Boormeester : GW
Beschrijver : GW



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	0.00	-2.70	Water	
2	-2.70	-7.90	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
3	-7.90	-8.50	Veen, mineraalarm, bevat sporen van zand	
4	-8.50	-15.50	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
5	-15.50	-18.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat sporen van klei	
6	-18.00	-20.80	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
7	-20.80	-21.20	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat laagjes van klei	
8	-21.20	-22.30	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat sporen van klei	
9	-22.30	-24.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	
10	-24.00	-26.20	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, bevat laagjes van klei	
11	-26.20	-26.60	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus, matig kleihoudend	
12	-26.60	-28.70	Klei, matig siltig, zwak humeus	
13	-28.70	-30.00	Zand (zeer fijn), matig siltig, zwak humeus	

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

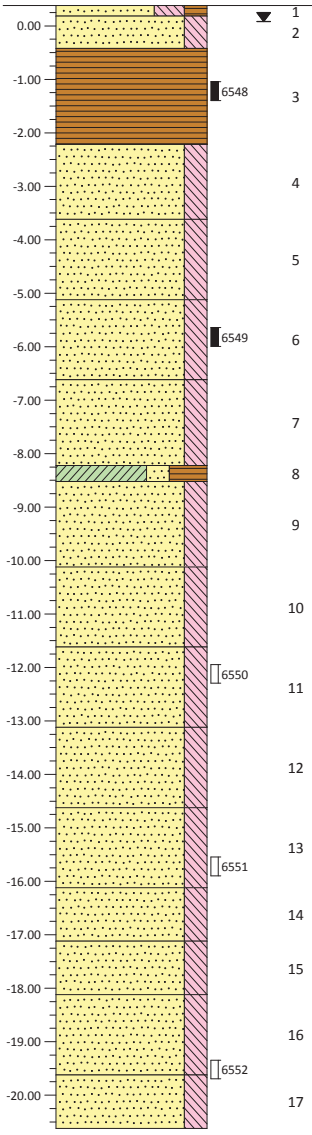
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B11

Datum	: 31-10-2019	X	: 75730.780	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.08 m	Y	: 391184.730	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +0.38 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+0.38	+0.18	Zand (matig fijn), sterk siltig, matig humeus	bruin
2	+0.18	-0.42	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
3	-0.42	-2.22	Veen, mineraalarm	bruin
4	-2.22	-3.62	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
5	-3.62	-5.12	Zand (zeer fijn), matig siltig	bruin
6	-5.12	-6.62	Zand (zeer fijn), matig siltig	bruin
7	-6.62	-8.22	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
8	-8.22	-8.52	Klei, matig zandig (zeer fijn), uiterst humeus	bruin
9	-8.52	-10.12	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
10	-10.12	-11.62	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
11	-11.62	-13.12	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
12	-13.12	-14.62	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
13	-14.62	-16.12	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
14	-16.12	-17.12	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
15	-17.12	-18.12	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
16	-18.12	-19.62	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
17	-19.62	-20.62	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+0.38	-2.22	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

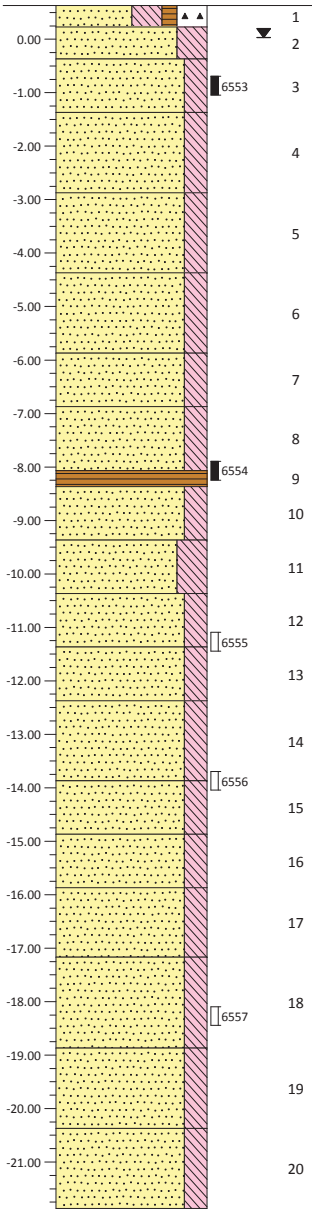
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B12

Datum	: 04-11-2019	X	: 75618.080	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.03 m	Y	: 391088.200	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +0.63 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+0.63	+0.23	Zand (zeer fijn), sterk siltig, zwak humeus, sterk puinhoudend, stenen	bruin
2	+0.23	-0.37	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
3	-0.37	-1.37	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
4	-1.37	-2.87	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
5	-2.87	-4.37	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
6	-4.37	-5.87	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
7	-5.87	-6.87	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
8	-6.87	-8.07	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
9	-8.07	-8.37	Veen, mineraalarm	bruin
10	-8.37	-9.37	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
11	-9.37	-10.37	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
12	-10.37	-11.37	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
13	-11.37	-12.37	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
14	-12.37	-13.87	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
15	-13.87	-14.87	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
16	-14.87	-15.87	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
17	-15.87	-17.17	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
18	-17.17	-18.87	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
19	-18.87	-20.37	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
20	-20.37	-21.87	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+0.43	-3.87	kleistop
-7.87	-8.37	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

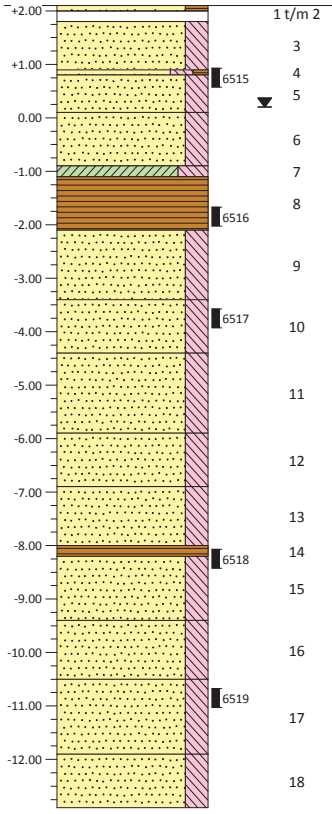
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B14

Datum	: 16-10-2019	X	: 75580.720	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.20 m	Y	: 390999.900	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +2.10 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+2.10	+2.00	Zand (matig grof), matig humeus	bruin
2	+2.00	+1.80	Stenen	bruin
3	+1.80	+0.90	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	+0.90	+0.80	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
5	+0.80	+0.10	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
6	+0.10	-0.90	Zand (matig grof), matig siltig	grijs
7	-0.90	-1.10	Klei, sterk siltig	grijs
8	-1.10	-2.10	Veen, mineraalarm	bruin
9	-2.10	-3.40	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
10	-3.40	-4.40	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
11	-4.40	-5.90	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-5.90	-6.90	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
13	-6.90	-8.00	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
14	-8.00	-8.20	Veen, mineraalarm	bruin
15	-8.20	-9.40	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
16	-9.40	-10.50	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
17	-10.50	-11.90	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
18	-11.90	-12.90	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.80	+0.10	kleistop
-0.90	-2.40	kleistop
-7.90	-8.40	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

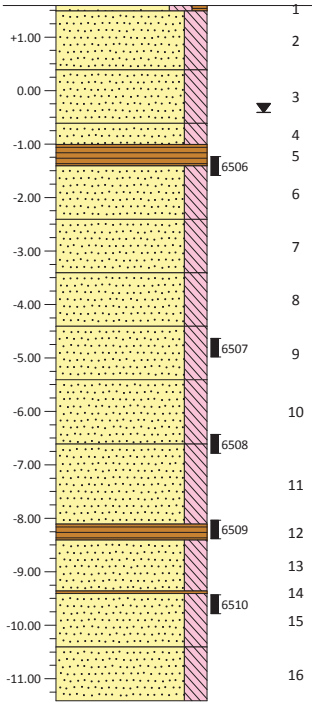
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B15

Datum	: 14-10-2019	X	: 75601.900	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP -0.41 m	Y	: 390976.750	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +1.59 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+1.59	+1.49	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
2	+1.49	+0.39	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
3	+0.39	-0.61	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	-0.61	-1.01	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
5	-1.01	-1.41	Veen, mineraalarm	bruin
6	-1.41	-2.41	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
7	-2.41	-3.41	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
8	-3.41	-4.41	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
9	-4.41	-5.41	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
10	-5.41	-6.61	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
11	-6.61	-8.11	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
12	-8.11	-8.41	Veen, mineraalarm	bruin
13	-8.41	-9.36	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
14	-9.36	-9.41	Veen, mineraalarm	bruin
15	-9.41	-10.41	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
16	-10.41	-11.41	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.59	-3.41	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

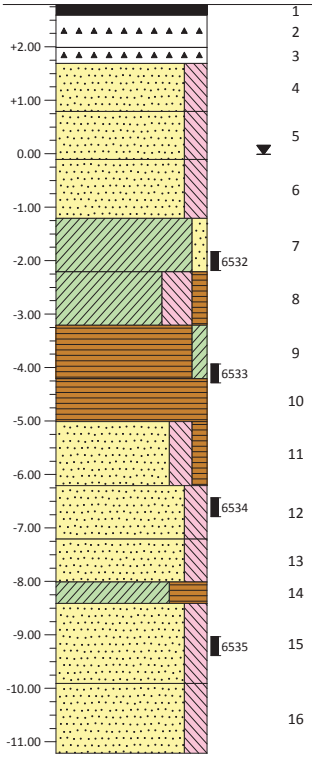
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B19

Datum	: 23-10-2019	X	: 75759.680	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP -0.01 m	Y	: 391181.750	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +2.79 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+2.79	+2.59	Asfalt	grijs
2	+2.59	+1.99	Puin, repac	bruin
3	+1.99	+1.69	Puin, stenen	bruin
4	+1.69	+0.79	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
5	+0.79	-0.11	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
6	-0.11	-1.21	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
7	-1.21	-2.21	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	grijs
8	-2.21	-3.21	Klei, sterk siltig, zwak humeus	bruin
9	-3.21	-4.21	Veen, zwak kleiig	bruin
10	-4.21	-5.01	Veen, mineraalarm	bruin
11	-5.01	-6.21	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
12	-6.21	-7.21	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-7.21	-8.01	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
14	-8.01	-8.41	Klei, uiterst humeus	bruin
15	-8.41	-9.91	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
16	-9.91	-11.21	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.29	-6.21	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

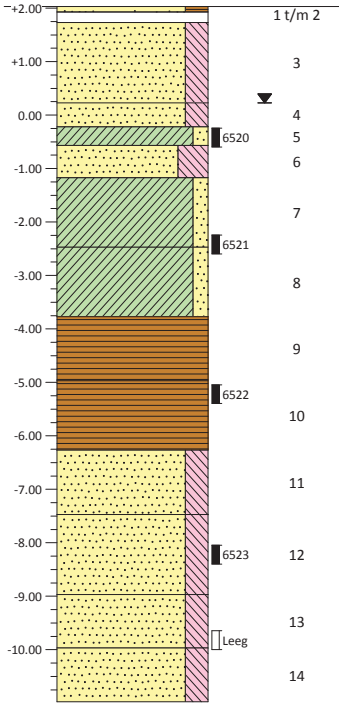
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B20

Datum	: 17-10-2019	X	: 75776.690	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.23 m	Y	: 391160.920	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +2.03 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+2.03	+1.93	Zand (matig grof), matig humeus	bruin
2	+1.93	+1.73	Stenen, puin	bruin
3	+1.73	+0.23	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	+0.23	-0.22	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
5	-0.22	-0.57	Klei, zwak zandig (zeer fijn), zwak schelpengruishoudend	grijs
6	-0.57	-1.17	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
7	-1.17	-2.47	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	grijs
8	-2.47	-3.77	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	grijs
9	-3.77	-4.97	Veen, mineraalarm	bruin
10	-4.97	-6.27	Veen, mineraalarm	bruin
11	-6.27	-7.47	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-7.47	-8.97	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-8.97	-9.97	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
14	-9.97	-10.97	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.03	-6.47	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

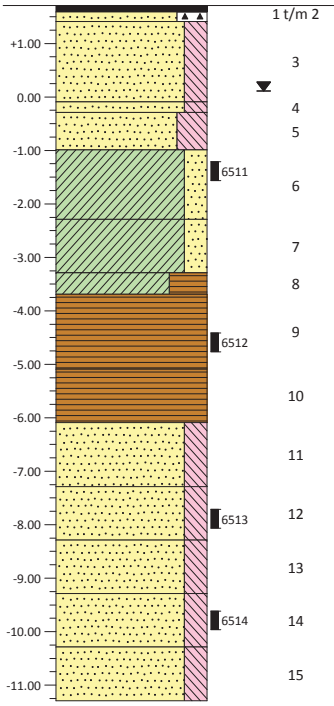
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B21

Datum	: 15-10-2019	X	: 75790.120	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.11 m	Y	: 391138.860	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +1.71 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+1.71	+1.59	Asfalt	
2	+1.59	+1.41	Zand (matig fijn), sterk puinhoudend	bruin
3	+1.41	-0.09	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	-0.09	-0.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
5	-0.29	-0.99	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
6	-0.99	-2.29	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
7	-2.29	-3.29	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
8	-3.29	-3.69	Klei, uiterst humeus	bruin
9	-3.69	-5.09	Veen, mineraalarm	bruin
10	-5.09	-6.09	Veen, mineraalarm	bruin
11	-6.09	-7.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-7.29	-8.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-8.29	-9.29	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
14	-9.29	-10.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
15	-10.29	-11.29	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+0.71	-6.29	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

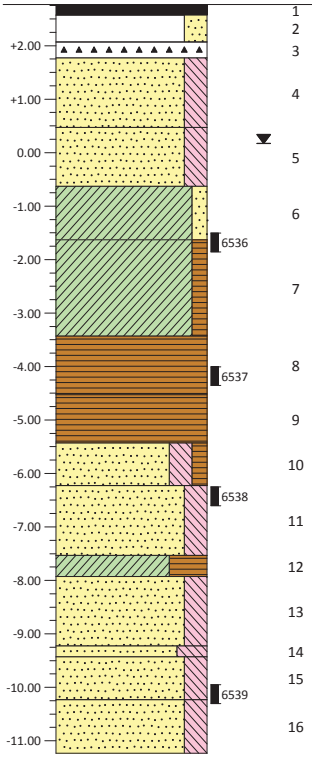
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B22

Datum	: 24-10-2019	X	: 75935.640	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.17 m	Y	: 391326.680	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +2.77 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+2.77	+2.57	Asfalt	grijs
2	+2.57	+2.07	Zandig (matig grof), repac, puin	bruin
3	+2.07	+1.77	Puin, stenen	grijs
4	+1.77	+0.47	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
5	+0.47	-0.63	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak schelpengruishoudend	grijs
6	-0.63	-1.63	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	bruin
7	-1.63	-3.43	Klei, zwak humeus	bruin
8	-3.43	-4.53	Veen, mineraalarm	bruin
9	-4.53	-5.43	Veen, mineraalarm	bruin
10	-5.43	-6.23	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
11	-6.23	-7.53	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-7.53	-7.93	Klei, uiterst humeus	grijs
13	-7.93	-9.23	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
14	-9.23	-9.43	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
15	-9.43	-10.23	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
16	-10.23	-11.23	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.77	-8.23	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

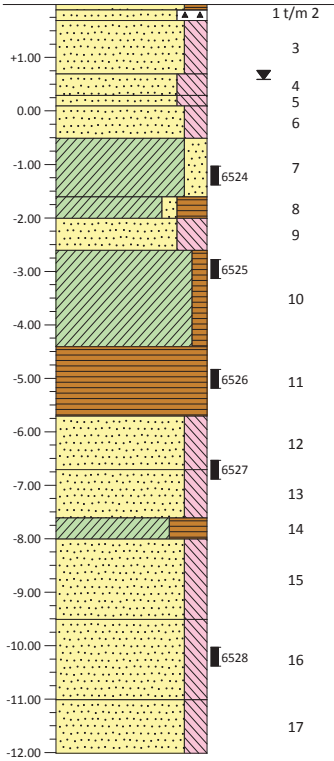
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B23

Datum	: 18-10-2019	X	: 75943.200	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.59 m	Y	: 391297.250	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +1.99 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+1.99	+1.89	Zand (matig grof), matig humeus	bruin
2	+1.89	+1.69	Zand (matig grof), sterk puinhoudend, stenen	bruin
3	+1.69	+0.69	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
4	+0.69	+0.29	Zand (matig fijn), sterk siltig, zwak schelpengruishoudend	grijs
5	+0.29	+0.09	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
6	+0.09	-0.51	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
7	-0.51	-1.61	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
8	-1.61	-2.01	Klei, zwak zandig (zeer fijn), sterk humeus	bruin
9	-2.01	-2.61	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
10	-2.61	-4.41	Klei, zwak humeus	grijs
11	-4.41	-5.71	Veen, mineraalarm	bruin
12	-5.71	-6.71	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-6.71	-7.61	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
14	-7.61	-8.01	Klei, uiterst humeus	bruin
15	-8.01	-9.51	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
16	-9.51	-11.01	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
17	-11.01	-12.01	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+0.99	-5.01	kleistop
-7.61	-8.01	kleistop

MOS GRONDMECHANICA

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

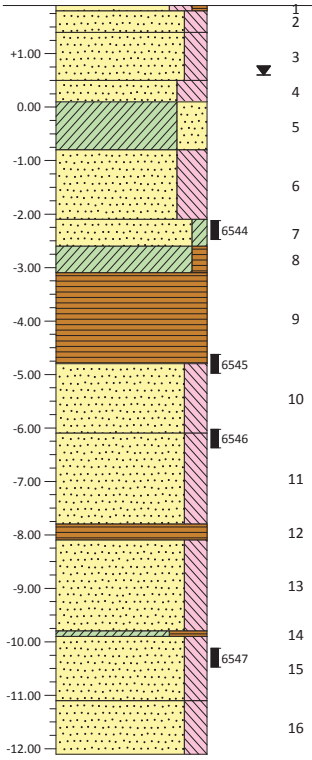
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B24

Datum	: 30-10-2019	X	: 75965.650	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.60 m	Y	: 391265.280	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +1.90 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+1.90	+1.80	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
2	+1.80	+1.40	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
3	+1.40	+0.50	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
4	+0.50	+0.10	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
5	+0.10	-0.80	Klei, sterk zandig (zeer fijn)	grijs
6	-0.80	-2.10	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
7	-2.10	-2.60	Zand (zeer fijn), zwak kleiig	grijs
8	-2.60	-3.10	Klei, zwak humeus	bruin
9	-3.10	-4.80	Veen, mineraalarm	bruin
10	-4.80	-6.10	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
11	-6.10	-7.80	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
12	-7.80	-8.10	Veen, mineraalarm	bruin
13	-8.10	-9.80	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
14	-9.80	-9.90	Klei, uiterst humeus	bruin
15	-9.90	-11.10	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
16	-11.10	-12.10	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.90	-5.10	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

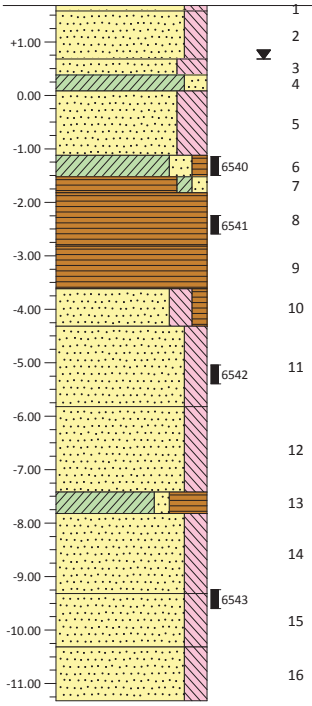
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B25

Datum	: 29-10-2019	X	: 76032.770	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.68 m	Y	: 391235.460	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +1.68 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+1.68	+1.58	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
2	+1.58	+0.68	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
3	+0.68	+0.38	Zand (matig fijn), sterk siltig	grijs
4	+0.38	+0.08	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
5	+0.08	-1.12	Zand (zeer fijn), sterk siltig	grijs
6	-1.12	-1.52	Klei, matig zandig (zeer fijn), zwak humeus	grijs
7	-1.52	-1.82	Veen, zwak kleiig, zwak zandig (zeer fijn)	bruin
8	-1.82	-2.82	Veen, mineraalarm	bruin
9	-2.82	-3.62	Veen, mineraalarm	bruin
10	-3.62	-4.32	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
11	-4.32	-5.82	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
12	-5.82	-7.42	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
13	-7.42	-7.82	Klei, zwak zandig (uiterst fijn), uiterst humeus	bruin
14	-7.82	-9.32	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
15	-9.32	-10.32	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
16	-10.32	-11.32	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+1.68	-5.32	kleistop
-7.32	-7.82	kleistop

Opdracht : 1901796
Plaats : Bergen op Zoom
Project : Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

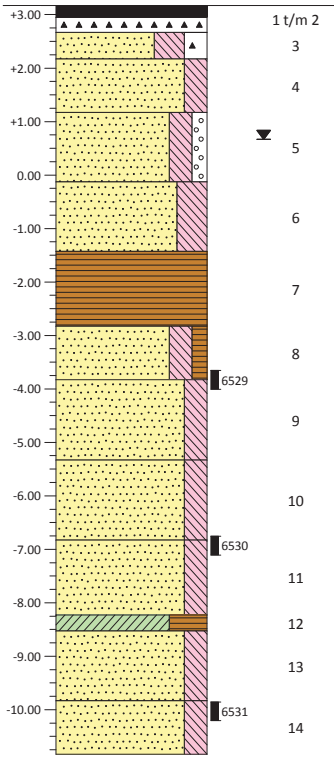
BOORBESCHRIJVING

Veld identificatie

NEN5104

BORING : B27

Datum	: 21-10-2019	X	: 75563.490	Boormethode	: Puls/Ack
GWS	: NAP +0.67 m	Y	: 391019.670	Boormeester	: AK
Maaiveld	: NAP +3.17 m			Beschrijver	: AK
Opmerking	: *Voorlopige boorstaat.*				



Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
1	+3.17	+2.95	Asfalt	
2	+2.95	+2.67	Puin	bruin
3	+2.67	+2.17	Zand (zeer grof), sterk siltig, matig puinhoudend	bruin
4	+2.17	+1.17	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
5	+1.17	-0.13	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
6	-0.13	-1.43	Zand (zeer fijn), sterk siltig, zwak schelpengruishoudend	bruin
7	-1.43	-2.83	Veen, mineraalarm	bruin
8	-2.83	-3.83	Zand (matig fijn), matig siltig, zwak humeus	bruin
9	-3.83	-5.33	Zand (matig fijn), matig siltig	bruin
10	-5.33	-6.83	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
11	-6.83	-8.23	Zand (matig fijn), matig siltig	grijs
12	-8.23	-8.53	Klei, uiterst humeus	bruin
13	-8.53	-9.83	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs
14	-9.83	-10.83	Zand (zeer fijn), matig siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van	tot	Aanvulmateriaal
+2.67	-2.83	kleistop
-8.23	-8.53	kleistop

MOS GRONDMECHANICA

Opdr.nr. 1901796
Plaats Bergen op Zoom
Datum 17-09-2019
Projekt Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

Meting uitgevoerd in RD stelsel

Sondeer nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Sondeer nummer	X [m] Uitgezet	Y [m] Uitgezet	Z [m] TOV NAP	Verplaatsing sondering
S01	75496.32	391109.32	S01	75496.37	391109.77	-4.85	0.45
S02	75534.92	391141.10	S02	75534.80	391141.77	-3.45	0.68
S03	75573.52	391172.89	S03	75570.42	391175.16	-1.75	3.84
S04	75612.12	391204.67	S04	75604.07	391216.19	-2.70	**14.05**
S05	75650.72	391236.45	S05	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S06	75689.32	391268.23	S06	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S07	75727.92	391300.01	S07	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S08	75766.52	391331.79	S08	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S09	75537.86	391098.19	S09	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S10	75576.47	391129.97	S10	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S11	75615.07	391161.75	S11	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S12	75653.67	391193.53	S12	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S13	75692.27	391225.32	S13	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S14	75730.87	391257.10	S14	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S15	75769.47	391288.88	S15	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S16	75808.07	391320.66	S16	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S17	75537.63	391059.14	S17	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S18	75576.23	391090.92	S18	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S19	75614.83	391122.70	S19	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S20	75653.43	391154.48	S20	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S21	75692.04	391186.26	S21	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S22	75730.64	391218.04	S22	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S23	75769.24	391249.82	S23	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S24	75807.84	391281.61	S24	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S25	75576.00	391051.87	S25	75578.16	391054.95	0.44	3.76
S26	75614.60	391083.65	S26	75613.02	391083.16	0.74	1.66
S27	75653.20	391115.43	S27	75652.61	391117.17	1.11	1.84
S28	75691.80	391147.21	S28	75693.43	391149.87	0.72	3.12
S29	75730.40	391178.99	S29	75727.88	391182.29	0.33	4.15
S30	75769.00	391210.77	S30	75767.72	391212.13	0.44	1.87
S31	75807.61	391242.55	S31	75805.36	391244.91	0.51	3.26
S32	75846.21	391274.33	S32	75845.52	391275.57	0.60	1.42
S33	75499.03	391027.36	S33	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S34	75846.44	391313.39	S34	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S35	75534.58	390990.56	S35	75534.58	390990.56	2.95	0.01
S36	75576.09	391008.04	S36	75580.03	391002.82	2.11	**6.54**
S37	75590.85	390994.58	S37	75583.42	391001.93	2.14	**10.45**
S38	75603.84	390979.70	S38	75604.19	390978.95	1.57	0.83
S39	75608.24	391051.41	S39	75605.18	391054.65	3.30	4.45
S40	75627.29	391031.23	S40	75624.75	391036.31	2.25	**5.68**
S41	75641.99	391014.92	S41	75642.16	391016.50	1.59	1.59
S42	75654.27	391072.18	S42	75658.45	391066.97	2.31	**6.68**
S43	75669.21	391057.17	S43	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S44	75683.81	391113.53	S44	75680.91	391116.93	2.96	4.47
S45	75702.90	391093.95	S45	75699.27	391097.36	1.98	4.98
S46	75715.26	391081.55	S46	75715.08	391077.69	1.75	3.86

Opdr.nr. 1901796
Plaats Bergen op Zoom
Datum 17-09-2019
Projekt Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

Meting uitgevoerd in RD stelsel

Sondeer nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Sondeer nummer	X [m] Uitgezet	Y [m] Uitgezet	Z [m] TOV NAP	Verplaatsing sondering
S47	75735.63	391141.23	S47	75739.88	391134.55	2.03	**7.91**
S48	75750.59	391125.74	S48	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S49	75765.35	391178.88	S49	75761.77	391183.57	2.80	**5.90**
S50	75778.45	391159.91	S50	75777.61	391161.63	2.05	1.91
S51	75789.90	391142.92	S51	75792.61	391140.83	1.71	3.42
S51A	75789.90	391142.92	S51A	75792.61	391140.83	1.68	**12.41**
S52	75809.99	391200.85	S52	75815.11	391196.25	2.09	**6.88**
S53	75824.82	391186.33	S53	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S54	75842.95	391246.07	S54	75840.93	391248.70	3.23	3.31
S55	75861.78	391225.94	S55	75858.35	391231.35	2.08	**6.40**
S56	75874.27	391211.61	S56	75876.36	391208.81	1.74	3.50
S56A	75874.27	391211.61	S56A	75884.22	391203.62	1.71	**12.76**
S57	75893.57	391270.23	S57	75898.31	391265.08	2.01	**7.00**
S58	75907.40	391253.94	S58	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
S59	75932.68	391315.66	S59	75936.98	391327.82	2.75	**12.90**
S60	75946.89	391292.32	S60	75943.67	391297.66	1.96	**6.24**
S61	75965.52	391267.39	S61	75965.62	391266.68	1.92	0.72
S62	76031.20	391236.35	S62	76031.02	391236.51	1.67	0.24
S63	76137.15	391206.68	S63	76137.55	391206.89	1.61	0.45
S64	76020.553	391384.146	S64	76021.890	391383.730	5.99	1.40

Boor nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Boor nummer	X [m] Uitgezet	Y [m] Uitgezet	Z [m] TOV NAP	Verplaatsing boring
B01	75500.21	391112.53	B01	75500.31	391112.81	0.00	0.30
B02	75615.89	391207.77	B02	75604.79	391217.43	0.00	**14.71**
B03	75733.10	391304.27	B03	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B04	75579.65	391135.39	B04	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B05	75694.64	391229.35	B05	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B06	75771.27	391291.95	B06	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B07	75539.54	391062.40	B07	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B08	75655.93	391158.73	B08	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B09	75772.42	391255.24	B09	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B10	75848.78	391317.37	B10	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
B11	75732.60	391182.73	B11	75730.78	391184.73	0.38	2.70
B12	75616.88	391087.53	B12	75618.08	391088.20	0.63	1.37
B13	75574.50	391006.85	B13	75579.02	391002.07	2.13	**6.58**
B14	75588.18	390992.50	B14	75580.72	390999.90	2.11	**10.51**
B15	75601.99	390977.31	B15	75601.90	390976.75	1.59	0.56
B16	75613.33	391053.52	B16	75609.42	391058.14	3.27	**6.06**
B17	75631.81	391033.07	B17	75627.55	391038.50	2.23	**6.90**
B18	75645.17	391018.31	B18	75644.69	391018.03	1.59	0.56
B19	75763.63	391176.65	B19	75759.68	391181.75	2.79	**6.45**
B20	75777.07	391159.01	B20	75776.69	391160.92	2.03	1.95
B21	75788.89	391141.88	B21	75790.12	391138.86	1.71	3.26
B21A	75788.89	391141.88	B21A	75796.79	391132.65	1.66	**12.15**
B22	75931.80	391313.89	B22	75935.64	391326.68	2.77	**13.35**

Opdr.nr. 1901796
Plaats Bergen op Zoom
Datum 17-09-2019
Projekt Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal

Meting uitgevoerd in RD stelsel

Sondeer nummer	X [m] Opgegeven	Y [m] Opgegeven	Sondeer nummer	X [m] Uitgezet	Y [m] Uitgezet	Z [m] TOV NAP	Verplaatsing sondering
B23	75944.12	391292.08	B23	75943.20	391297.25	1.99	**5.25**
B24	75966.10	391265.64	B24	75965.65	391265.28	1.90	0.57
B25	76032.23	391235.77	B25	76032.77	391235.46	1.68	0.62
B26	76132.17	391211.87	B26	76135.16	391209.47	1.61	3.83
B27	75564.48	391018.24	B27	75563.49	391019.67	3.17	1.74

Meetpunt nummer	X [m] Opgemeten	Y [m] Opgemeten	Z [m] TOV NAP	Opmerking
3000	76020.10	391381.86	6.82	hoek keerwand

Naam vast punt	-
Hoogte vast punt	-
Opgegeven door	Rijkswaterstaat
Gewaterpast door	
Datum waterpassing	17-09-2019
Omschrijving vast punt	Meting uitgevoerd met Leica RTK GPS systeem

Van Konijnenburgweg

Zuiderspuirekdam

Noordlandsedijk

Simon

Niet uitgevoerde sondering
Sondering
Sondering met pl.wrijving
Boring
Peilbuis

0 4 8 12 16 1 : 200
0 10 20 30 40 1 : 500

onderdeel	SITUATIE GRONDONDERZOEK	projekt :	Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal te Bergen op Zoom
uitzetten verzorgd door	MOS GRONDMECHANICA		
schaal 1 : 1000	maten in meters	get. g.h.	
datum 08-11-19	opdr.nr. : 1901796		
wijz.	Formaat : A1		

MOS GRONDMECHANICA

Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam - Telefoon (088) 5130200

H:\Projecten\2019\1901796 - Bergen op Zoom - Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal\S-1901796.dwg, 8-11-2019 10:37:22, CS, 1:1

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Hieronder treft u de dienstverlening van Mos Grondmechanica b.v. aan. Voor specifieke diensten die niet direct in het overzicht terug zijn te vinden kunt u uiteraard vrijblijvend contact met ons opnemen.

MANAGEMENTSYSTEEM CERTIFICATIE DNV·GL ISO 9001 = VCA**

MOS GRONDMECHANICA

VELDWERK

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, elektrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen
Geotechnisch boren en (on)geroerde monstername
Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen
X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen
Plaatdruk-, CBR- en CPM proeven
In situ doorlatenheidsproeven

LABORATORIUM

Classificatie proeven (o.a. vol. gewicht, KVD, PI)
Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)
Triaxiaalproeven
DS en DSS-proeven
Doorlatenheidsproeven
Dichtheidsbepaling (Proctor en CBR)
Cementbentoniet onderzoek

GEOMONITORING

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)
(Grond)waterspanningsmeting
Zettingsmonitoring
Trillingsmonitoring (SBR)
Akoestisch doormeten van palen (CUR 109)
Online meetgegevens via portal

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennend-, nader- en saneringsonderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)
Saneringsbegeleiding. Waterbodem onderzoek.
Vergunning aanvragen.
2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

GEOTECHNISCH ADVIES

Paalfundering
Fundering op staal
Grondkerende constructies
Bouwputontwerp
Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)
Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)
Taludstabiliteit
Tankbouwadvies
Trillingsprognose
Schade expertise
Review en 2nd Opinion

GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)
Vergunningsaanvragen
Pompproeven
Omgekeerde Osmose
Barrièrewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Uitvoeringsbegeleiding

Meer weten?	Bezoek onze website www.mosgeo.com
Vragen?	Mail ons op info@mosgeo.com
Offerte aanvragen?	Mail ons op offerte@mosgeo.com

Mos Grondmechanica opereert structureel vanuit 5 vestigingen in Nederland en in Suriname. Via het zusterbedrijf Mosgeo b.v. worden wereldwijd projecten uitgevoerd, daar waar onze specifieke kennis en ervaring wordt gevraagd.

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres : Albert Plesmanweg 47, 3088 GB, Rotterdam Centraal telefoonnummer : +31(0)88-5130200

Hoofdkantoor	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam	
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond	
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo	
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam	
Mosgeo B.V.	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam	
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname	Tel. +597-488188

MOS

II

BIJLAGE: BELASTINGEN

- Temperatuur
- Krimp

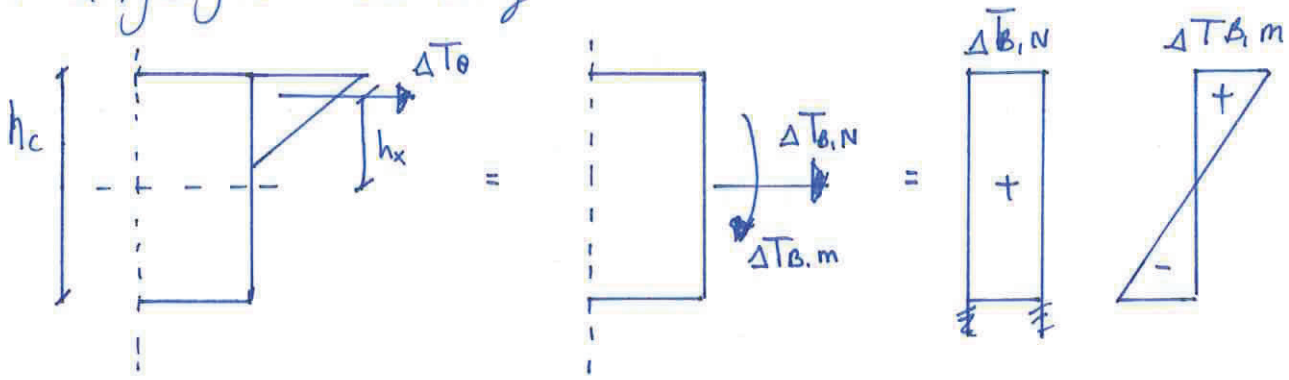
Witteveen + Bos

berekeningen

projectnummer 1150 18
door ALLS 2
datum 26/10/21
nummer 1

Temperatuurbelasting kraanbaan.

* dagelijkse belasting



$\Delta T_B = 20°C$ (zomer)

$\Delta T_B = -8°C$ (winter)

$h_c = 1000$ mm

$h_x = 1/2\, h_c \cdot 2/3$

$= 1/2 \cdot 1000 \cdot 2/3$

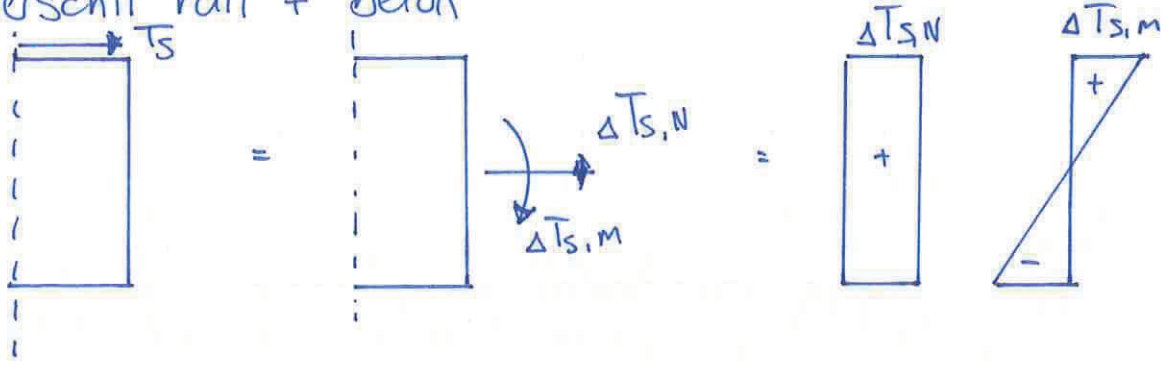
$= 333{,}33$ mm.

$$\Delta T_{B,N} = \frac{1/2 \cdot 300 \cdot \Delta T_B}{h_c}$$

$$\Delta T_{B,m} = \frac{h_x \cdot 1/2 \cdot 300 \cdot \Delta T_\theta}{1/6\, h_c^2}$$

	zomer	winter
$\Delta T_{B,N}$	3,0	-1,2
$\Delta T_{B,m}$	±6,0	±2,4

* Verschil rail + beton



STAAL: $E_s = 2{,}1 \cdot 10^5$ N/mm²

$\alpha_s = 1{,}0 \cdot 10^{-5}$

$A_s = 1{,}28 \cdot 10^4$ mm²/m

Beton: $E_b = 1{,}1 \cdot 10^5$ N/mm²

$\alpha_b = 1{,}0 \cdot 10^{-5}$

$A_b = 10^6$ mm²/m

Temperaturen: $\Delta T_s = T_{rail} - T_b$

zomer: $T_{rail} = 55°C$, $T_b = 35°C$

winter: $T_{rail} = -20°C$, $T_b = -15°C$

$$\Delta T_{s,n} = \frac{\Delta T_s \cdot A_s \cdot E_s \cdot \alpha_s}{A_b \cdot E_b \cdot \alpha_b}$$

$$\Delta T_{s,m} = \frac{\Delta T_s \cdot A_s \cdot E_s \cdot \alpha_s \cdot \frac{1}{2} h_c}{1/6 \cdot b_c^2 \cdot h_c^2 \cdot E_b \cdot \alpha_b}$$

	zomer	winter
$\Delta T_{s,n}$	4,9	- 1,2
$\Delta T_{s,m}$	14,7	- 3,7

Witteveen + Bos

berekeningen

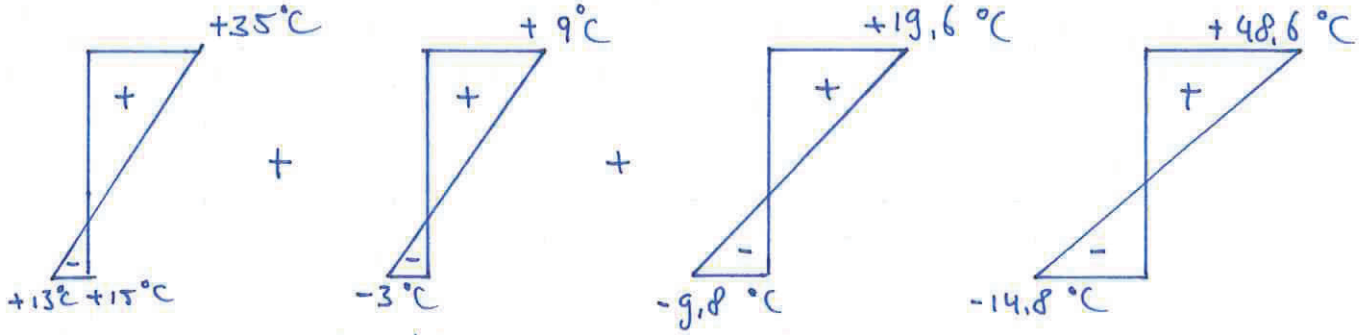
projectnummer

door

datum

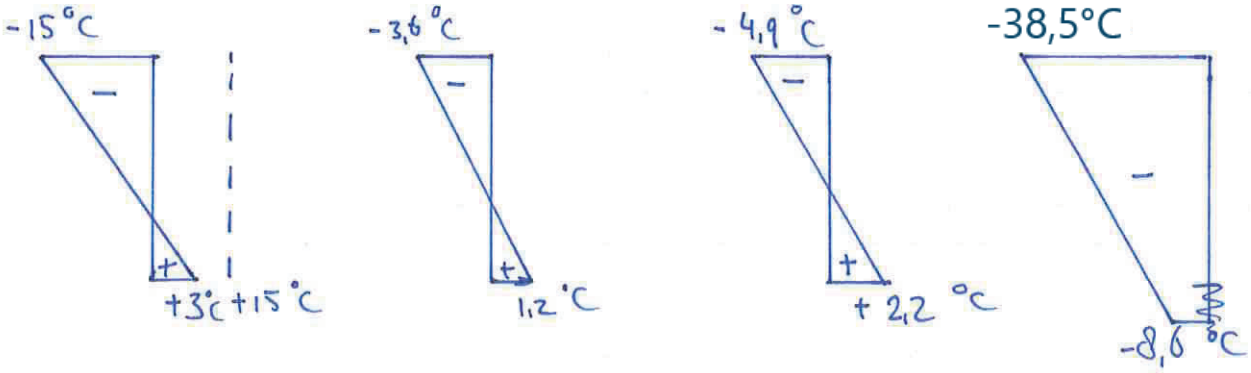
nummer 3

* Totaal zomer.



jaarlijks dagelijks verschil rail totaal

* Totaal winter.



Bepaling krimpverkorting (NEN-EN 1992-1-1)

Invoer gegevens

$CS := "N"$ Betonsoort

$b := 1000 \cdot mm$

$h := 1000 \cdot mm$

$A_c := b \cdot h = 1 \times 10^{6} \cdot mm^{2}$

$u := (2 \cdot b + 2 \cdot h) = 4 \times 10^{3} \cdot mm$

$\alpha_T := 10^{-5}$

Uitdrogingskrimp

$f_{cm} := 43 \cdot MPa$ Tabel 3.1

$f_{cm0} := 10 \cdot MPa$ NEN-EN 1992-1-1 B.2 (1)

$f_{ck} := 35$

Luchtvochtigheid

$RH := 80$

$RH0 := 100$

$$\alpha_{ds1} := \begin{cases} 3 & \text{if } CS = "S" \\ 4 & \text{if } CS = "N" \\ 6 & \text{if } CS = "R" \end{cases} = 4$$

$$\alpha_{ds2} := \begin{cases} 0.13 & \text{if } CS = "S" \\ 0.12 & \text{if } CS = "N" \\ 0.11 & \text{if } CS = "R" \end{cases} = 0.12$$

$$\beta_{RH} := 1.55 \cdot \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^{3} \right] = 0.756$$

$$\varepsilon_{cd0} := 0.85 \cdot \left[\left(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1} \right) \cdot \exp\left(-\alpha_{ds2} \cdot \frac{f_{cm}}{f_{cm0}} \right) \right] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = 2.533 \times 10^{-4}$$

$$h_0 := 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 500 \cdot mm$$

$k_h := 0.75$

$\varepsilon_{cd} := k_h \cdot \varepsilon_{cd0} = 1.9 \times 10^{-4}$

$\varepsilon_{ca} := 2.5 \cdot \left(f_{ck} - 10 \right) \cdot 10^{-6} = 6.25 \times 10^{-5}$

$\varepsilon_{cs} := \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 2.525 \times 10^{-4}$

$$\Delta T := \frac{\varepsilon_{cs}}{\alpha_T} = 25.2$$

Bepaling krimpverkorting (NEN-EN 1992-1-1)

Invoer gegevens

$CS := "N"$ Betonsoort

$b := 1000 \cdot mm$

$h := 1000 \cdot mm$

$A_c := b \cdot h = 1 \times 10^{6} \cdot mm^{2}$

$u := (2 \cdot b + 2 \cdot h) = 4 \times 10^{3} \cdot mm$

$\alpha_T := 10^{-5}$

Uitdrogingskrimp

$f_{cm} := 43 \cdot MPa$ Tabel 3.1

$f_{cm0} := 10 \cdot MPa$ NEN-EN 1992-1-1 B.2 (1)

$f_{ck} := 35$

$RH := 80$ Luchtvochtigheid

$RH0 := 100$

$$\alpha_{ds1} := \begin{cases} 3 & \text{if } CS = "S" \\ 4 & \text{if } CS = "N" \\ 6 & \text{if } CS = "R" \end{cases} = 4 \qquad \alpha_{ds2} := \begin{cases} 0.13 & \text{if } CS = "S" \\ 0.12 & \text{if } CS = "N" \\ 0.11 & \text{if } CS = "R" \end{cases} = 0.12$$

$$\beta_{RH} := 1.55 \cdot \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^{3} \right] = 0.756$$

$$\varepsilon_{cd0} := 0.85 \cdot \left[\left(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1} \right) \cdot \exp\left(-\alpha_{ds2} \cdot \frac{f_{cm}}{f_{cm0}} \right) \right] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = 2.533 \times 10^{-4}$$

$$h_0 := 2 \cdot \frac{A_c}{u} = 500 \cdot mm$$

$k_h := 0.75$

$\varepsilon_{cd} := k_h \cdot \varepsilon_{cd0} = 1.9 \times 10^{-4}$

$\varepsilon_{ca} := 2.5 \cdot \left(f_{ck} - 10 \right) \cdot 10^{-6} = 6.25 \times 10^{-5}$

$\varepsilon_{cs} := \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 2.525 \times 10^{-4}$

$$\Delta T := \frac{\varepsilon_{cs}}{\alpha_T} = 25.2$$

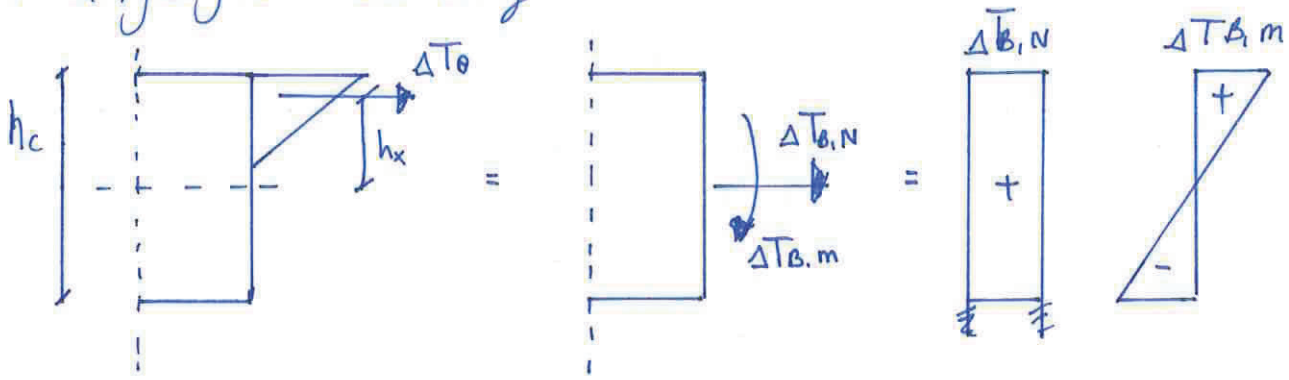
Witteveen + Bos

berekeningen

projectnummer 1150 18
door ALLS 2
datum 26/10/21
nummer 1

Temperatuurbelasting kraanbaan.

* dagelijkse belasting



$\Delta T_B = 20°C$ (zomer)

$\Delta T_B = -8°C$ (winter)

$h_c = 1000$ mm

$h_x = 1/2\, h_c \cdot 2/3$

$= 1/2 \cdot 1000 \cdot 2/3$

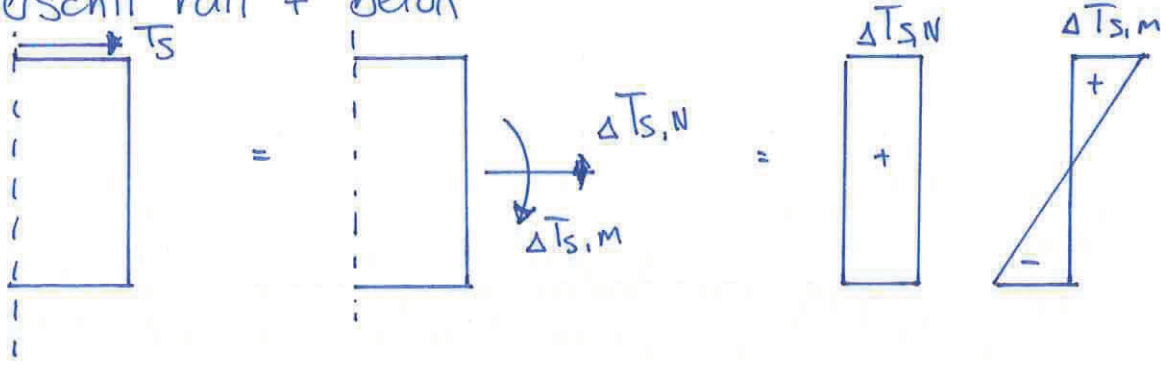
$= 333{,}33$ mm.

$$\Delta T_{B,N} = \frac{1/2 \cdot 300 \cdot \Delta T_B}{h_c}$$

$$\Delta T_{B,m} = \frac{h_x \cdot 1/2 \cdot 300 \cdot \Delta T_\theta}{1/6\, h_c^2}$$

	zomer	winter
$\Delta T_{B,N}$	3,0	-1,2
$\Delta T_{B,m}$	±6,0	±2,4

* Verschil rail + beton



STAAL: $E_s = 2{,}1 \cdot 10^5$ N/mm²

$\alpha_s = 1{,}0 \cdot 10^{-5}$

$A_s = 1{,}28 \cdot 10^4$ mm²/m

Beton: $E_b = 1{,}1 \cdot 10^5$ N/mm²

$\alpha_b = 1{,}0 \cdot 10^{-5}$

$A_b = 10^6$ mm²/m

Temperaturen: $\Delta T_s = T_{rail} - T_b$

zomer: $T_{rail} = 55°C$, $T_b = 35°C$

winter: $T_{rail} = -20°C$, $T_b = -15°C$

$$\Delta T_{s,n} = \frac{\Delta T_s \cdot A_s \cdot E_s \cdot \alpha_s}{A_b \cdot E_b \cdot \alpha_b}$$

$$\Delta T_{s,m} = \frac{\Delta T_s \cdot A_s \cdot E_s \cdot \alpha_s \cdot \frac{1}{2} h_c}{1/6 \cdot b_c^2 \cdot h_c^2 \cdot E_b \cdot \alpha_b}$$

	zomer	winter
$\Delta T_{s,n}$	4,9	- 1,2
$\Delta T_{s,m}$	14,7	- 3,7

Witteveen + Bos

berekeningen

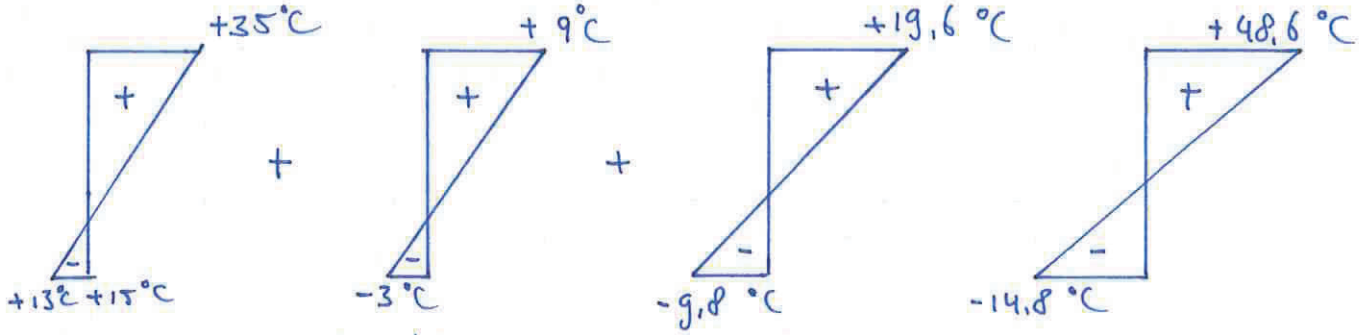
projectnummer

door

datum

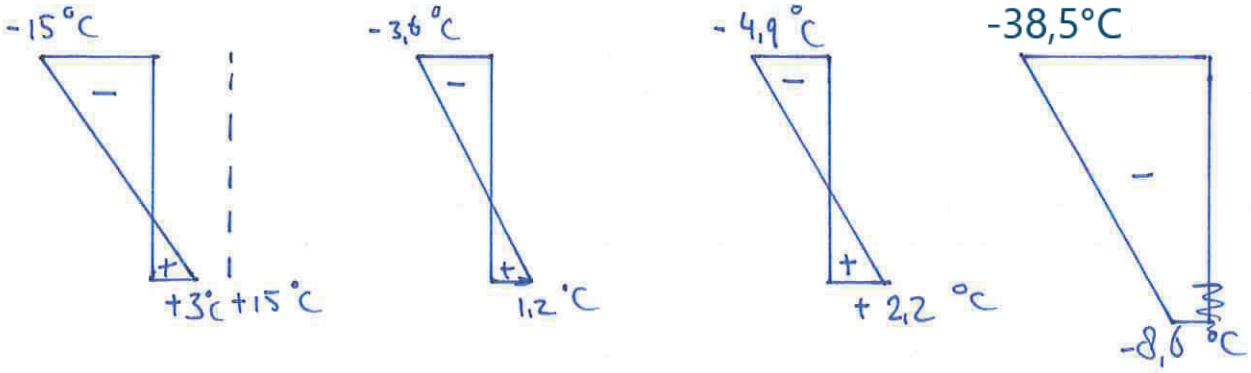
nummer 3

* Totaal zomer.



jaarlijks dagelijks verschil rail totaal

* Totaal winter.



III

BIJLAGE: BEPALING VERTICALE VEER + DRAAGVERMOGEN (D-FOUNDATION)

Report for D-Foundations 19.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report:	15-11-2021
Time of report:	15:42:43
Report with version:	19.1.2.26122
Date of calculation:	12-11-2021
Time of calculation:	15:09:37
Calculated with version:	19.1.2.26122
File name:	P:\..\Ontwerp kraanbaanfundatie\modellen\Verticale veerwaarden_V2
Project identification:	MCT Containerterminal - VO - kraanbaan verticale veerwaarden D-Foundations Verticale veerwaarden_V2

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile S04 (2) 4
2.6.2 Soil Profile S04 (1) 5
2.7 Pile Types 5
2.7.1 Pile type : Rect 400x400 5
2.8 Foundation Plan 6
2.8.1 View of Foundation Plan 6
2.9 Excavation Data 6
2.10 Totalized Loads (design values) 7
2.11 Requirements 7
2.12 Overruled Parameters 7
2.13 Model Options 7
2.14 Model Options 7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Complete Verification 8
3.1 Errors and Warnings 8
3.2 Remarks 8
3.3 Calculation Parameters 8
3.3.1 Pile Factors 8
3.3.2 Pile type : Rect 400x400 8
3.4 Verification of Limit State EQU 9
3.5 Verification of Limit State STR/GEO 9
3.6 Verification of Serviceability limit state 9
3.7 Additional Information 9
3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state STR/GEO 10
3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state STR/GEO 10

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	MCT Containerterminal - VO - kraanbaan
Title 2 :	verticale veerwaarden
Title 3 :	D-Foundations Verticale veerwaarden_V2
Number of project :	115018
Location of project :	

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

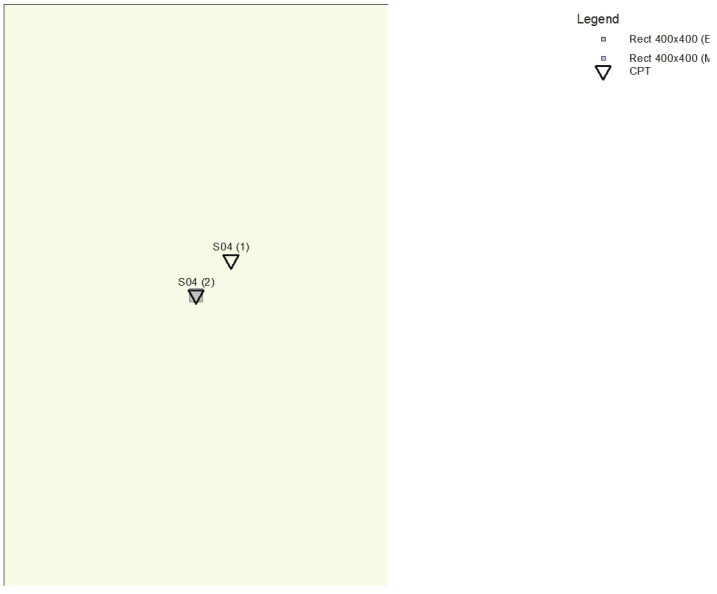
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure :	Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	2
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



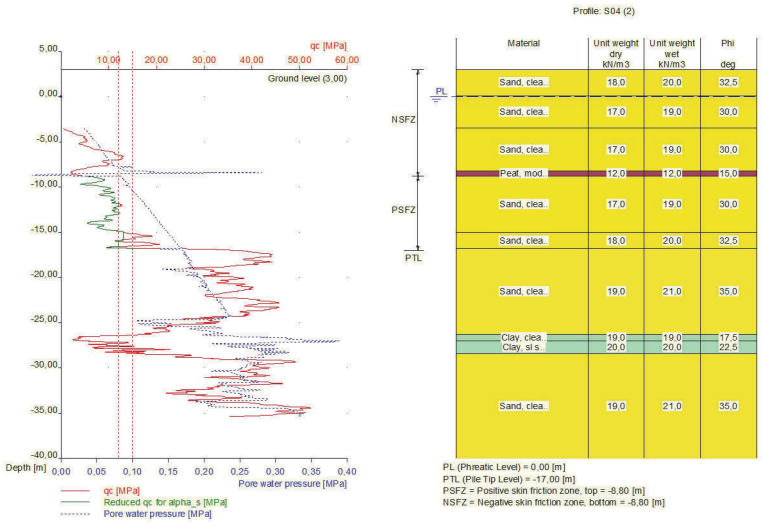
Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
S04 (2)	-17,00	-8,80	-8,80	0,00	0,00
S04 (1)	-17,00	-8,80	-8,80	1,00	1,00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

2.6.1 Soil Profile S04 (2)

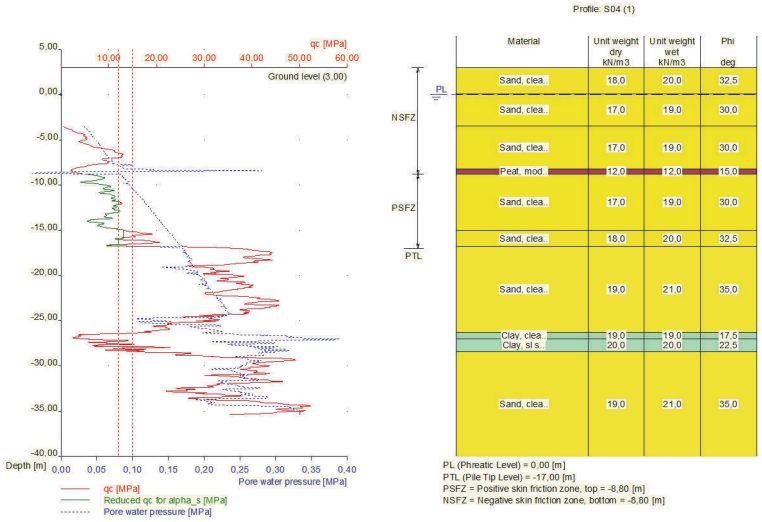
Belonging to CPT	S04 (2)
Surface level in [m. reference level] :	3,00
Phreatic level in [m. reference level] :	0,00
Pile tip level in [m. reference level] :	-17,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-8,80
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-8,80
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	10



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	3,000	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	0,140	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
3	-3,490	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
4	-8,200	12,00	12,00	15,00	Peat	--
5	-8,800	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
6	-15,000	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
7	-16,800	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200
8	-26,300	19,00	19,00	17,50	Clay	--
9	-27,000	20,00	20,00	22,50	Clay	--
10	-28,400	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile S04 (1)

Belonging to CPT	S04 (1)
Surface level in [m. reference level] :	3,00
Phreatic level in [m. reference level] :	0,00
Pile tip level in [m. reference level] :	-17,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-8,80
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-8,80
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,11
Number of layers in profile :	10



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	3,000	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
2	0,140	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
3	-3,490	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
4	-8,200	12,00	12,00	15,00	Peat	--
5	-8,800	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
6	-15,000	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
7	-16,800	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200
8	-26,300	19,00	19,00	17,50	Clay	--
9	-27,000	20,00	20,00	22,50	Clay	--
10	-28,400	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Rect 400x400

Pile type :	Prefabricated concrete pile
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Rectangular pile

beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.
s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :

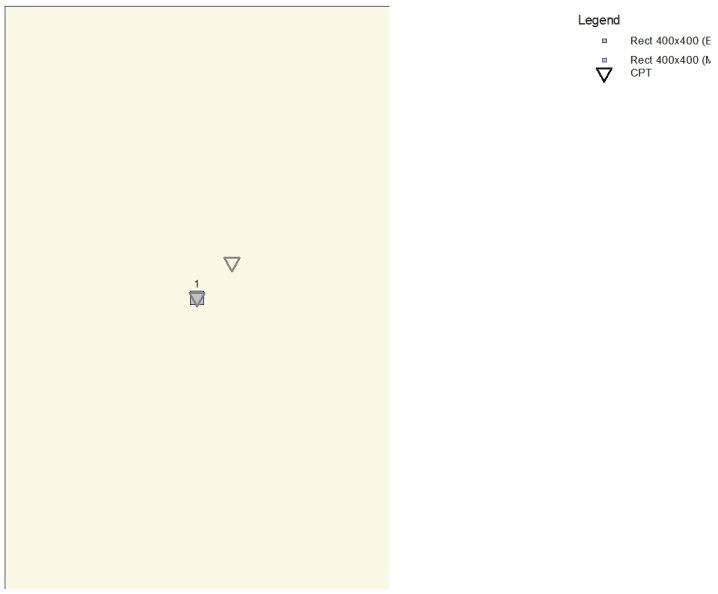
Smallest side pile tip [m] :	0,400
Largest side pile tip [m] :	0,400

2.8 Foundation Plan

Number of piles :	1
Number of collaborating piles* :	1

* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

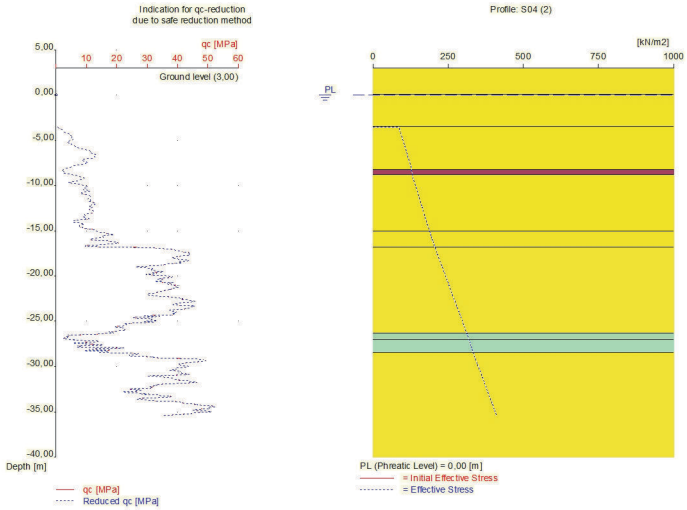
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	0,00	0,00	1313,00	913,00	0,00	3,00

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :	3,50
Reduction model :	Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles
For limit state EQU/STR/GEO in [kN] : 1313,00
For Serviceability limit state in [kN] : 913,00

2.11 Requirements

Limit state STR/GEO
Maximum allowed settlement in [m] : 0,150
Maximum allowed (relative) rotation : 1 / 100
Serviceability Limit State
Maximum allowed settlement in [m] : 0,150
Maximum allowed (relative) rotation : 1 / 300

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1,25
User defined Factor xi4 [-] : 1,00

2.13 Model Options

Suppress pile group (for negative skin friction)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

2.14 Model Options

Selected pile types :
-Rect 400x400

Selected profiles :
-S04 (2)
-S04 (1)

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 section (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3, the average distance between the different CPT's used for this check is 25 m.
The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 are met.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are not met. The variation (0,00%) is too large (> 12%).
In fact, the CPT's should not be combined in one calculation as they differ too much to be able to obtain valid values for ksi 3 and ksi 4.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
xi3 (user defined) :	1,25
xi4 (user defined) :	1,00

Xi 3 has been used.

Even though it is possible, the pilegroup model has not been used to calculate the negative skin friction.

3.3.2 Pile type : Rect 400x400

Pile type :	Prefabricated concrete pile
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Rectangular pile
beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	1,00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1,00
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0,400
Largest side pile tip [m] :	0,400

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
1:S04 (2)	0,0100	--	0,7000
0:S04 (1)	0,0100	--	0,7000

3.4 Verification of Limit State EQU

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: Ed <= Cd.
Non rigid superstructure, verify load per pile with bearing capacity per pile.

Fc;d = 1313,000 [kN]
Rc;d = 2500,106 [kN]

The requirements of limit state EQU are met, limit state EQU is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State EQU. Its influence is incorporated in the tests for Limit State STR/GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.
Purely indicative, the values for the negative skin friction vary from 361 [kN] to 361 [kN] per pile.

3.5 Verification of Limit State STR/GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.

Sd = 0,017 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of limit state STR/GEO are met, this is ok.

With only 1 pile, rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.
For houses, the requirement is : Sreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Sd = 0,009 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

With only 1 pile, rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.7 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state EQU/STR/GEO: sigma = 10,46 [N/mm2]
At Serviceability Limit State: sigma = 7,96 [N/mm2]

The maximum settlement was found at:
Limit state STR/GEO
Number/Name S04 (2)
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sneg = 0,000 [m]
sb = 0,007 [m]
sel;d = 0,009 [m]
s2 = 0,000 [m]

Serviceability Limit State

Number/Name	S04 (2)
Pile name:	1

Components of the maximum settlement are :

sneg =	0,000 [m]
sb =	0,002 [m]
sel;d =	0,007 [m]
s2 =	0,000 [m]

sneg stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : 0.02 < egls <= 0.10 meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, sneg = 0.

3.7.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state STR/GEO

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

Number/Name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
1:S04 (2)	900,106	1600,000	2500,106
0:S04 (1)	900,106	1600,000	2500,106

3.7.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative.
The presented design values are determined using the maximum value of ksi3 and ksi4.

Number/Name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] Rs;d	Bearing Cap. Point [kN] Rb;d	Bearing Cap. Total [kN]
1:S04 (2)	1080,127	1920,000	3000,127
0:S04 (1)	1080,127	1920,000	3000,127

End of Report

IV

BIJLAGE: HORIZONTALE VEERWAARDEN

Project	**MCT Containerterminal**
Projectcode	**115018**
Onderwerp	**VO - Kraanbaan**
Adviseur	**ALLS2**
Datum	**15-11-2021**

HORIZONTALE BEDDINGEN MÉNARD

Berekening van horizontale bedding conform de methode Ménard.
Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.
L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m}\left[1.3R_0\left(2.65\frac{R}{R_0}\right)^{\alpha} + \alpha R\right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m}\cdot\frac{4(2.65)^{\alpha}+3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

UITGANGSPUNTEN

algemeen

taal		=	**NL**
refentieniveau		=	**NAP**
maatgevende sondering		=	**S04**

geometrie

paalvorm		=	**vierkant**
breedte paal	D	=	**0,400** m
straal paal	R	=	0,200 m
referentiediameter	R_0	=	0,300 m

constanten Ménard

grondsoort	α [-]			β	
	OC	NC	W	laag	hoog
veen	-	1	-	3,0	4,0
klei	1	2/3	1/2	2,0	3,0
leem	2/3	1/2	1/2	1,0	2,0
zand	1/2	1/3	1/3	0,7	1,0
grind	1/3	1/4	1/4	0,5	0,7

grondopbouw en -eigenschappen

laag [-]	b.k. laag [m+NAP]	o.k. laag [m+NAP]	grondsoort [-]	consolidatie [OC/NC/W]	q_c [MPa]
1	**3,50**	**0,14**	**zand**	**NC**	**15,0**
2	0,14	**-3,50**	**zand**	**NC**	**5,0**
3	-3,50	**-8,20**	**zand**	**NC**	**7,5**
4	-8,20	**-8,80**	**veen**	**NC**	**2,0**
5	-8,80	**-15,00**	**zand**	**NC**	**9,0**
6	-15,00	**-16,80**	**zand**	**NC**	**15,0**
7	-16,80	**-26,30**	**zand**	**NC**	**36,0**
8	-26,30	**-27,00**	**klei**	**NC**	**4,0**
9	-27,00	**-28,40**	**klei**	**NC**	**10,0**
10	-28,40	**35,00**	**zand**	**NC**	**40,0**

BEREKENINGEN

horizontale bedding per grondlaag

laag [-]	b.k. laag [m+NAP]	α [-]	β_{low} [-]	$\beta_{average}$ [-]	β_{high} [-]	$E_{m;low}$ [kN/m²]	$E_{m;average}$ [kN/m²]	$E_{m;high}$ [kN/m²]	$k_{h;low}$ [MN/m³]	$k_{h;average}$ [MN/m³]	$k_{h;high}$ [MN/m³]
1	3,50	0,33	0,70	0,85	1,00	10500	12750	15000	72,3	87,8	103,3
2	0,14	0,33	0,70	0,85	1,00	3500	4250	5000	24,1	29,3	34,4
3	-3,50	0,33	0,70	0,85	1,00	5250	6375	7500	36,1	43,9	51,6
4	-8,20	1,00	3,00	3,50	4,00	6000	7000	8000	19,9	23,2	26,5
5	-8,80	0,33	0,70	0,85	1,00	6300	7650	9000	43,4	52,7	62,0
6	-15,00	0,33	0,70	0,85	1,00	10500	12750	15000	72,3	87,8	103,3
7	-16,80	0,33	0,70	0,85	1,00	25200	30600	36000	173,5	210,7	247,9
8	-26,30	0,67	2,00	2,50	3,00	8000	10000	12000	37,3	46,6	55,9
9	-27,00	0,67	2,00	2,50	3,00	20000	25000	30000	93,2	116,5	139,8
10	-28,40	0,33	0,70	0,85	1,00	28000	34000	40000	192,8	234,1	275,4

horizontale bedding per grondlaag x breedte paal

laag [-]	b.k. laag [m+NAP]	$k_{h;pile;low;d}$ [MN/m²]	$k_{h;pile;low}$ [MN/m²]	$k_{h;pile;average}$ [MN/m²]	$k_{h;pile;high}$ [MN/m²]	$k_{h;pile;high;d}$ [MN/m²]
1	3,50	22,2	28,9	35,1	41,3	41,3
2	0,14	7,4	9,6	11,7	13,8	13,8
3	-3,50	11,1	14,5	17,6	20,7	20,7
4	-8,20	6,1	7,9	9,3	10,6	10,6
5	-8,80	13,3	17,4	21,1	24,8	24,8
6	-15,00	22,2	28,9	35,1	41,3	41,3
7	-16,80	53,4	69,4	84,3	99,2	99,2
8	-26,30	11,5	14,9	18,6	22,4	22,4
9	-27,00	28,7	37,3	46,6	55,9	55,9
10	-28,40	59,3	77,1	93,6	110,2	110,2

partiële factoren

$\gamma_{kh;low}$	=	**1,30**	-
$\gamma_{kh;high}$	=	**1,00**	-

V

BIJLAGE: IN- EN UITVOER SCIA-MODEL

1. Project

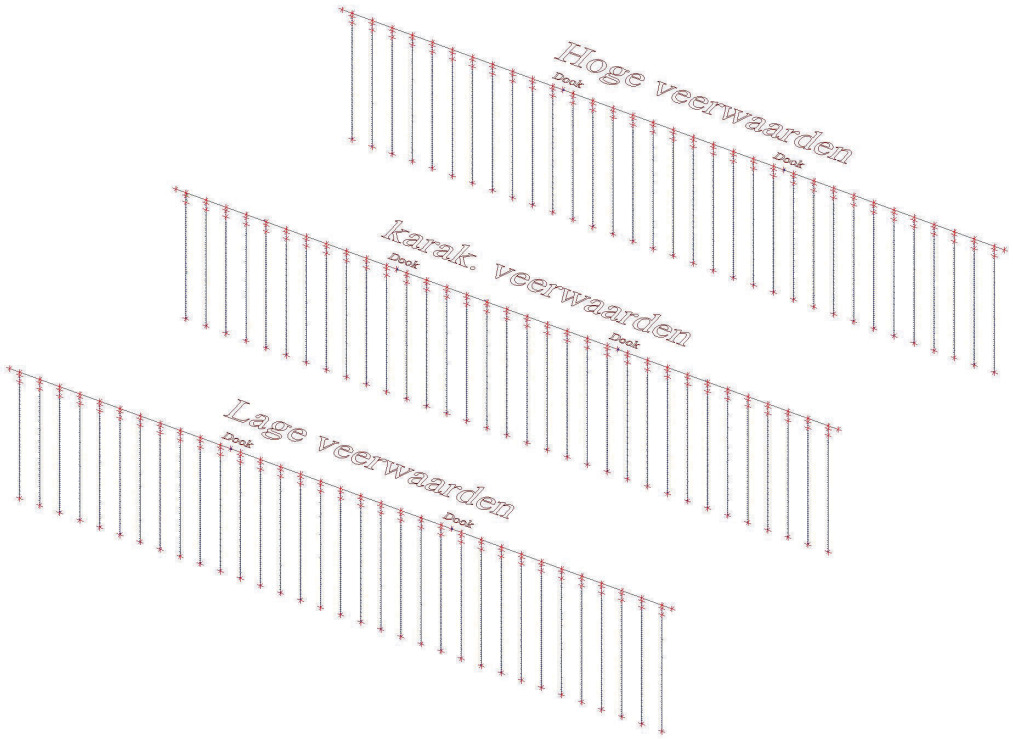
Licentienaam	Witteveen+Bos
Project	MCT Containerterminal
Onderdeel	Kraanbaan
Omschrijving	VO
Auteur	
Datum	27. 10. 2021
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	408
Aantal staven :	306
Aantal platen :	0
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	4
Aantal belastingsgevallen :	22
Aantal gebruikte materialen :	3
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

2. Inhoudsopgave

1. Project 1
2. Inhoudsopgave 1
3. Rekenmodel 3
4. Materialen 4
5. Doorsneden 4
6. Knopen 5
7. Staven 9
8. Scharnieren 13
9. Ondersteuningen 14
9.1. Kar. veerwaarden 14
9.1.1. Lijnondersteuningen op staven 14
9.1.2. Knoopondersteuningen 14
9.2. Lage veerwaarden 14
9.2.1. Lijnondersteuningen op staven 14
9.2.2. Knoopondersteuningen 14
9.3. Hoge veerwaarden 15
9.3.1. Lijnondersteuningen op staven 15
9.3.2. Knoopondersteuningen 15
10. Belastingsgevallen 16
10.1. Belastingsgevallen - BG1 16
10.2. Belastingsgevallen - BG2 17
10.2.1. Lijnlast 17
10.3. Belastingsgevallen - BG3 18
10.3.1. Thermische belasting 18
10.4. Belastingsgevallen - BG4 19
10.4.1. Moment op staaf 19
10.4.2. Puntlast op staaf 20
10.5. Belastingsgevallen - BG5 21
10.5.1. Moment op staaf 21
10.5.2. Puntlast op staaf 22
10.6. Belastingsgevallen - BG6 23
10.6.1. Moment op staaf 23
10.6.2. Puntlast op staaf 24
10.7. Belastingsgevallen - BG7 25
10.7.1. Moment op staaf 25
10.7.2. Puntlast op staaf 26
10.8. Belastingsgevallen - BG8 27
10.8.1. Moment op staaf 27
10.8.2. Puntlast op staaf 28
10.9. Belastingsgevallen - BG9 29
10.9.1. Moment op staaf 29
10.9.2. Puntlast op staaf 30
10.10. Belastingsgevallen - BG10 31
10.10.1. Moment op staaf 31
10.10.2. Puntlast op staaf 32

10.11. Belastingsgevallen - BG11 33
10.11.1. Moment op staaf 33
10.11.2. Puntlast op staaf 34
10.12. Belastingsgevallen - BG12 35
10.12.1. Moment op staaf 35
10.12.2. Puntlast op staaf 36
10.13. Belastingsgevallen - BG13 37
10.13.1. Moment op staaf 37
10.13.2. Puntlast op staaf 38
10.14. Belastingsgevallen - BG14 39
10.14.1. Moment op staaf 39
10.14.2. Puntlast op staaf 40
10.15. Belastingsgevallen - BG15 41
10.15.1. Moment op staaf 41
10.15.2. Puntlast op staaf 42
10.16. Belastingsgevallen - BG16 43
10.16.1. Moment op staaf 43
10.16.2. Puntlast op staaf 44
10.17. Belastingsgevallen - BG17 45
10.17.1. Moment op staaf 45
10.17.2. Puntlast op staaf 46
10.18. Belastingsgevallen - BG18 47
10.18.1. Moment op staaf 47
10.18.2. Puntlast op staaf 48
10.19. Belastingsgevallen - BG19 49
10.19.1. Thermische belasting 49
10.20. Belastingsgevallen - BG20 50
10.20.1. Thermische belasting 50
10.21. Belastingsgevallen - BG21 51
10.21.1. Lijnlast 51
10.22. Belastingsgevallen - BG22 53
10.22.1. Lijnlast 53
11. Belastinggroepen 55
12. Combinaties 55
13. Resultaten 57
13.1. Kraanbalk 57
13.1.1. UGT-Resultaten 57
13.1.2. BGT-Resultaten 61
13.1.3. Verplaatsingen 64
13.2. Paalfundering 65
13.2.1. Paalkop 65
13.2.2. Draagvermogen 71

3. Rekenmodel



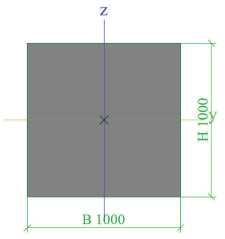


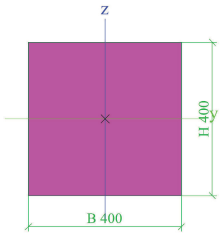
4. Materialen

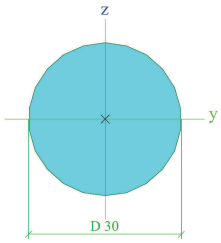
Naam	Type	ρ [kg/m³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Kleur
C30/37	Beton	2500,0	2600,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	
Dummy	Beton	0,0	2600,0	1,0000e+14	0.2	0,00	30,00	
C30/37*	Beton	2500,0	2600,0	1,0933e+04	0.2	0,00	30,00	

Verklaring van symbolen	
Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.

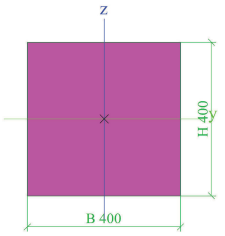
5. Doorsneden

CS1		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	1000; 1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37*	
Bouwwijze	beton	
Kleur		
A [m²]	1,0000e+00	
A_y [m²], A_z [m²]	8,3333e-01	8,3333e-01
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	4,0000e+00	4,0000e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	500	500
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	8,3333e-02	8,3333e-02
i_y [mm], i_z [mm]	289	289
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	1,6667e-01	1,6667e-01
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	1,4073e-01	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

palen*		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	400; 400	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37*	
Bouwwijze	beton	
Kleur		
A [m²]	1,6000e-01	
A_y [m²], A_z [m²]	1,3333e-01	1,3333e-01
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	1,6000e+00	1,6000e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	200	200
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	2,1333e-03	2,1333e-03
i_y [mm], i_z [mm]	115	115
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	1,0667e-02	1,0667e-02
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	3,6027e-03	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

Dummy		
Type	Cirkel	
Uitgebreid	30	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	Dummy	
Bouwwijze	beton	
Kleur		
A [m²]	7,0686e-04	
A_y [m²], A_z [m²]	6,3617e-04	6,3617e-04
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	9,4243e-02	9,4243e-02
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	15	15
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	3,9761e-08	3,9761e-08
i_y [mm], i_z [mm]	7	7
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	2,6507e-06	2,6507e-06
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	4,5000e-06	4,5000e-06
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	7,9522e-08	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

palen		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	400; 400	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C30/37	
Bouwwijze	beton	
Kleur		

A [m^2]	1,6000e-01	
A_y [m^2], A_z [m^2]	1,3333e-01	1,3333e-01
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	1,6000e+00	1,6000e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	200	200
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	2,1333e-03	2,1333e-03
i_y [mm], i_z [mm]	115	115
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	1,0667e-02	1,0667e-02
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	3,6027e-03	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$c_{Y.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$c_{Z.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{YZ.LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
$W_{el.y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el.z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl.y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl.z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl.y.+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl.y.-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl.z.+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl.z.-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
d_z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
I_t	Torsie constante - Niet berekend of vereenvoudigd
I_w	Welvings constante - Niet berekend of vereenvoudigd
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

6. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K782	0,000	0,000	0,000
K783	0,000	30,800	0,000
K784	0,000	61,600	0,000
K785	0,000	92,400	0,000
K277	0,000	1,400	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K786	0,000	4,200	0,000
K787	0,000	7,000	0,000
K788	0,000	1,400	-0,500
K799	0,000	9,800	0,000
K807	0,000	12,600	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K808	0,000	15,400	0,000
K816	0,000	18,200	0,000
K817	0,000	21,000	0,000
K825	0,000	23,800	0,000
K826	0,000	26,600	0,000
K834	0,000	29,400	0,000
K835	0,000	32,200	0,000
K843	0,000	35,000	0,000
K844	0,000	37,800	0,000
K852	0,000	40,600	0,000
K853	0,000	43,400	0,000
K861	0,000	46,200	0,000
K862	0,000	49,000	0,000
K870	0,000	51,800	0,000
K871	0,000	54,600	0,000
K879	0,000	57,400	0,000
K880	0,000	60,200	0,000
K888	0,000	63,000	0,000
K889	0,000	65,800	0,000
K897	0,000	68,600	0,000
K898	0,000	71,400	0,000
K906	0,000	74,200	0,000
K907	0,000	77,000	0,000
K915	0,000	79,800	0,000
K916	0,000	82,600	0,000
K924	0,000	85,400	0,000
K925	0,000	88,200	0,000
K933	0,000	91,000	0,000
K1092	0,000	1,400	-19,500
K1093	0,000	1,400	-1,500
K1391	-40,000	0,000	0,000
K1392	-40,000	30,800	0,000
K1393	-40,000	61,600	0,000
K1394	-40,000	92,400	0,000
K1395	-40,000	1,400	0,000
K1396	-40,000	4,200	0,000
K1397	-40,000	7,000	0,000
K1398	-40,000	1,400	-0,500
K1399	-40,000	9,800	0,000
K1400	-40,000	12,600	0,000
K1401	-40,000	15,400	0,000
K1402	-40,000	18,200	0,000
K1403	-40,000	21,000	0,000
K1404	-40,000	23,800	0,000
K1405	-40,000	26,600	0,000
K1406	-40,000	29,400	0,000
K1407	-40,000	32,200	0,000
K1408	-40,000	35,000	0,000
K1409	-40,000	37,800	0,000
K1410	-40,000	40,600	0,000
K1411	-40,000	43,400	0,000
K1412	-40,000	46,200	0,000
K1413	-40,000	49,000	0,000
K1414	-40,000	51,800	0,000
K1415	-40,000	54,600	0,000
K1416	-40,000	57,400	0,000
K1417	-40,000	60,200	0,000
K1418	-40,000	63,000	0,000
K1419	-40,000	65,800	0,000
K1420	-40,000	68,600	0,000
K1421	-40,000	71,400	0,000
K1422	-40,000	74,200	0,000
K1423	-40,000	77,000	0,000
K1424	-40,000	79,800	0,000
K1425	-40,000	82,600	0,000
K1426	-40,000	85,400	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1427	-40,000	88,200	0,000
K1428	-40,000	91,000	0,000
K1430	-40,000	1,400	-19,500
K1431	-40,000	1,400	-1,500
K1432	-40,000	4,200	-0,500
K1434	-40,000	4,200	-19,500
K1435	-40,000	4,200	-1,500
K1436	-40,000	7,000	-0,500
K1438	-40,000	7,000	-19,500
K1439	-40,000	7,000	-1,500
K1440	-40,000	9,800	-0,500
K1442	-40,000	9,800	-19,500
K1443	-40,000	9,800	-1,500
K1444	-40,000	12,600	-0,500
K1446	-40,000	12,600	-19,500
K1447	-40,000	12,600	-1,500
K1448	-40,000	15,400	-0,500
K1450	-40,000	15,400	-19,500
K1451	-40,000	15,400	-1,500
K1452	-40,000	18,200	-0,500
K1454	-40,000	18,200	-19,500
K1455	-40,000	18,200	-1,500
K1456	-40,000	21,000	-0,500
K1458	-40,000	21,000	-19,500
K1459	-40,000	21,000	-1,500
K1460	-40,000	23,800	-0,500
K1462	-40,000	23,800	-19,500
K1463	-40,000	23,800	-1,500
K1464	-40,000	26,600	-0,500
K1466	-40,000	26,600	-19,500
K1467	-40,000	26,600	-1,500
K1468	-40,000	29,400	-0,500
K1470	-40,000	29,400	-19,500
K1471	-40,000	29,400	-1,500
K1472	-40,000	32,200	-0,500
K1474	-40,000	32,200	-19,500
K1475	-40,000	32,200	-1,500
K1476	-40,000	35,000	-0,500
K1478	-40,000	35,000	-19,500
K1479	-40,000	35,000	-1,500
K1480	-40,000	37,800	-0,500
K1482	-40,000	37,800	-19,500
K1483	-40,000	37,800	-1,500
K1484	-40,000	40,600	-0,500
K1486	-40,000	40,600	-19,500
K1487	-40,000	40,600	-1,500
K1488	-40,000	43,400	-0,500
K1490	-40,000	43,400	-19,500
K1491	-40,000	43,400	-1,500
K1492	-40,000	46,200	-0,500
K1494	-40,000	46,200	-19,500
K1495	-40,000	46,200	-1,500
K1496	-40,000	49,000	-0,500
K1498	-40,000	49,000	-19,500
K1499	-40,000	49,000	-1,500
K1500	-40,000	51,800	-0,500
K1502	-40,000	51,800	-19,500
K1503	-40,000	51,800	-1,500
K1504	-40,000	54,600	-0,500
K1506	-40,000	54,600	-19,500
K1507	-40,000	54,600	-1,500
K1508	-40,000	57,400	-0,500
K1510	-40,000	57,400	-19,500
K1511	-40,000	57,400	-1,500
K1512	-40,000	60,200	-0,500
K1514	-40,000	60,200	-19,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1515	-40,000	60,200	-1,500
K1516	-40,000	63,000	-0,500
K1518	-40,000	63,000	-19,500
K1519	-40,000	63,000	-1,500
K1520	-40,000	65,800	-0,500
K1522	-40,000	65,800	-19,500
K1523	-40,000	65,800	-1,500
K1524	-40,000	68,600	-0,500
K1526	-40,000	68,600	-19,500
K1527	-40,000	68,600	-1,500
K1528	-40,000	71,400	-0,500
K1530	-40,000	71,400	-19,500
K1531	-40,000	71,400	-1,500
K1532	-40,000	74,200	-0,500
K1534	-40,000	74,200	-19,500
K1535	-40,000	74,200	-1,500
K1536	-40,000	77,000	-0,500
K1538	-40,000	77,000	-19,500
K1539	-40,000	77,000	-1,500
K1540	-40,000	79,800	-0,500
K1542	-40,000	79,800	-19,500
K1543	-40,000	79,800	-1,500
K1544	-40,000	82,600	-0,500
K1546	-40,000	82,600	-19,500
K1547	-40,000	82,600	-1,500
K1548	-40,000	85,400	-0,500
K1550	-40,000	85,400	-19,500
K1551	-40,000	85,400	-1,500
K1552	-40,000	88,200	-0,500
K1554	-40,000	88,200	-19,500
K1555	-40,000	88,200	-1,500
K1556	-40,000	91,000	-0,500
K1558	-40,000	91,000	-19,500
K1559	-40,000	91,000	-1,500
K1560	40,000	0,000	0,000
K1561	40,000	30,800	0,000
K1562	40,000	61,600	0,000
K1563	40,000	92,400	0,000
K1564	40,000	1,400	0,000
K1565	40,000	4,200	0,000
K1566	40,000	7,000	0,000
K1567	40,000	1,400	-0,500
K1568	40,000	9,800	0,000
K1569	40,000	12,600	0,000
K1570	40,000	15,400	0,000
K1571	40,000	18,200	0,000
K1572	40,000	21,000	0,000
K1573	40,000	23,800	0,000
K1574	40,000	26,600	0,000
K1575	40,000	29,400	0,000
K1576	40,000	32,200	0,000
K1577	40,000	35,000	0,000
K1578	40,000	37,800	0,000
K1579	40,000	40,600	0,000
K1580	40,000	43,400	0,000
K1581	40,000	46,200	0,000
K1582	40,000	49,000	0,000
K1583	40,000	51,800	0,000
K1584	40,000	54,600	0,000
K1585	40,000	57,400	0,000
K1586	40,000	60,200	0,000
K1587	40,000	63,000	0,000
K1588	40,000	65,800	0,000
K1589	40,000	68,600	0,000
K1590	40,000	71,400	0,000
K1591	40,000	74,200	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1592	40,000	77,000	0,000
K1593	40,000	79,800	0,000
K1594	40,000	82,600	0,000
K1595	40,000	85,400	0,000
K1596	40,000	88,200	0,000
K1597	40,000	91,000	0,000
K1599	40,000	1,400	-19,500
K1600	40,000	1,400	-1,500
K1601	40,000	4,200	-0,500
K1603	40,000	4,200	-19,500
K1604	40,000	4,200	-1,500
K1605	40,000	7,000	-0,500
K1607	40,000	7,000	-19,500
K1608	40,000	7,000	-1,500
K1609	40,000	9,800	-0,500
K1611	40,000	9,800	-19,500
K1612	40,000	9,800	-1,500
K1613	40,000	12,600	-0,500
K1615	40,000	12,600	-19,500
K1616	40,000	12,600	-1,500
K1617	40,000	15,400	-0,500
K1619	40,000	15,400	-19,500
K1620	40,000	15,400	-1,500
K1621	40,000	18,200	-0,500
K1623	40,000	18,200	-19,500
K1624	40,000	18,200	-1,500
K1625	40,000	21,000	-0,500
K1627	40,000	21,000	-19,500
K1628	40,000	21,000	-1,500
K1629	40,000	23,800	-0,500
K1631	40,000	23,800	-19,500
K1632	40,000	23,800	-1,500
K1633	40,000	26,600	-0,500
K1635	40,000	26,600	-19,500
K1636	40,000	26,600	-1,500
K1637	40,000	29,400	-0,500
K1639	40,000	29,400	-19,500
K1640	40,000	29,400	-1,500
K1641	40,000	32,200	-0,500
K1643	40,000	32,200	-19,500
K1644	40,000	32,200	-1,500
K1645	40,000	35,000	-0,500
K1647	40,000	35,000	-19,500
K1648	40,000	35,000	-1,500
K1649	40,000	37,800	-0,500
K1651	40,000	37,800	-19,500
K1652	40,000	37,800	-1,500
K1653	40,000	40,600	-0,500
K1655	40,000	40,600	-19,500
K1656	40,000	40,600	-1,500
K1657	40,000	43,400	-0,500
K1659	40,000	43,400	-19,500
K1660	40,000	43,400	-1,500
K1661	40,000	46,200	-0,500
K1663	40,000	46,200	-19,500
K1664	40,000	46,200	-1,500
K1665	40,000	49,000	-0,500
K1667	40,000	49,000	-19,500
K1668	40,000	49,000	-1,500
K1669	40,000	51,800	-0,500
K1671	40,000	51,800	-19,500
K1672	40,000	51,800	-1,500
K1673	40,000	54,600	-0,500
K1675	40,000	54,600	-19,500
K1676	40,000	54,600	-1,500
K1677	40,000	57,400	-0,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1679	40,000	57,400	-19,500
K1680	40,000	57,400	-1,500
K1681	40,000	60,200	-0,500
K1683	40,000	60,200	-19,500
K1684	40,000	60,200	-1,500
K1685	40,000	63,000	-0,500
K1687	40,000	63,000	-19,500
K1688	40,000	63,000	-1,500
K1689	40,000	65,800	-0,500
K1691	40,000	65,800	-19,500
K1692	40,000	65,800	-1,500
K1693	40,000	68,600	-0,500
K1695	40,000	68,600	-19,500
K1696	40,000	68,600	-1,500
K1697	40,000	71,400	-0,500
K1699	40,000	71,400	-19,500
K1700	40,000	71,400	-1,500
K1701	40,000	74,200	-0,500
K1703	40,000	74,200	-19,500
K1704	40,000	74,200	-1,500
K1705	40,000	77,000	-0,500
K1707	40,000	77,000	-19,500
K1708	40,000	77,000	-1,500
K1709	40,000	79,800	-0,500
K1711	40,000	79,800	-19,500
K1712	40,000	79,800	-1,500
K1713	40,000	82,600	-0,500
K1715	40,000	82,600	-19,500
K1716	40,000	82,600	-1,500
K1717	40,000	85,400	-0,500
K1719	40,000	85,400	-19,500
K1720	40,000	85,400	-1,500
K1721	40,000	88,200	-0,500
K1723	40,000	88,200	-19,500
K1724	40,000	88,200	-1,500
K1725	40,000	91,000	-0,500
K1727	40,000	91,000	-19,500
K1728	40,000	91,000	-1,500
K1729	0,000	4,200	-0,500
K1731	0,000	4,200	-19,500
K1732	0,000	4,200	-1,500
K1733	0,000	7,000	-0,500
K1735	0,000	7,000	-19,500
K1736	0,000	7,000	-1,500
K1737	0,000	9,800	-0,500
K1739	0,000	9,800	-19,500
K1740	0,000	9,800	-1,500
K1741	0,000	12,600	-0,500
K1743	0,000	12,600	-19,500
K1744	0,000	12,600	-1,500
K1745	0,000	15,400	-0,500
K1747	0,000	15,400	-19,500
K1748	0,000	15,400	-1,500
K1749	0,000	18,200	-0,500
K1751	0,000	18,200	-19,500
K1752	0,000	18,200	-1,500
K1753	0,000	21,000	-0,500
K1755	0,000	21,000	-19,500
K1756	0,000	21,000	-1,500
K1757	0,000	23,800	-0,500
K1759	0,000	23,800	-19,500
K1760	0,000	23,800	-1,500
K1761	0,000	26,600	-0,500
K1763	0,000	26,600	-19,500
K1764	0,000	26,600	-1,500
K1765	0,000	29,400	-0,500
K1767	0,000	29,400	-19,500
K1768	0,000	29,400	-1,500
K1769	0,000	32,200	-0,500
K1771	0,000	32,200	-19,500
K1772	0,000	32,200	-1,500
K1773	0,000	35,000	-0,500
K1775	0,000	35,000	-19,500
K1776	0,000	35,000	-1,500
K1777	0,000	37,800	-0,500
K1779	0,000	37,800	-19,500
K1780	0,000	37,800	-1,500
K1781	0,000	40,600	-0,500
K1783	0,000	40,600	-19,500
K1784	0,000	40,600	-1,500
K1785	0,000	43,400	-0,500
K1787	0,000	43,400	-19,500
K1788	0,000	43,400	-1,500
K1789	0,000	46,200	-0,500
K1791	0,000	46,200	-19,500
K1792	0,000	46,200	-1,500
K1793	0,000	49,000	-0,500
K1795	0,000	49,000	-19,500
K1796	0,000	49,000	-1,500
K1797	0,000	51,800	-0,500
K1799	0,000	51,800	-19,500
K1800	0,000	51,800	-1,500
K1801	0,000	54,600	-0,500
K1803	0,000	54,600	-19,500
K1804	0,000	54,600	-1,500
K1805	0,000	57,400	-0,500
K1807	0,000	57,400	-19,500
K1808	0,000	57,400	-1,500
K1809	0,000	60,200	-0,500
K1811	0,000	60,200	-19,500
K1812	0,000	60,200	-1,500
K1813	0,000	63,000	-0,500
K1815	0,000	63,000	-19,500
K1816	0,000	63,000	-1,500
K1817	0,000	65,800	-0,500
K1819	0,000	65,800	-19,500
K1820	0,000	65,800	-1,500
K1821	0,000	68,600	-0,500
K1823	0,000	68,600	-19,500
K1824	0,000	68,600	-1,500
K1825	0,000	71,400	-0,500
K1827	0,000	71,400	-19,500
K1828	0,000	71,400	-1,500
K1829	0,000	74,200	-0,500
K1831	0,000	74,200	-19,500
K1832	0,000	74,200	-1,500
K1833	0,000	77,000	-0,500
K1835	0,000	77,000	-19,500
K1836	0,000	77,000	-1,500
K1837	0,000	79,800	-0,500
K1839	0,000	79,800	-19,500
K1840	0,000	79,800	-1,500
K1841	0,000	82,600	-0,500
K1843	0,000	82,600	-19,500
K1844	0,000	82,600	-1,500
K1845	0,000	85,400	-0,500
K1847	0,000	85,400	-19,500
K1848	0,000	85,400	-1,500
K1849	0,000	88,200	-0,500
K1851	0,000	88,200	-19,500
K1852	0,000	88,200	-1,500
K1853	0,000	91,000	-0,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1855	0,000	91,000	-19,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1856	0,000	91,000	-1,500

7. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S575	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K782	K783	Balk (80)
S576	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K783	K784	Balk (80)
S577	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K784	K785	Balk (80)
S578	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K788	K277	Kolom (100)
S579	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1093	K788	Kolom (100)
S580	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1092	K1093	Kolom (100)
S945	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K1391	K1392	Balk (80)
S946	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K1392	K1393	Balk (80)
S947	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K1393	K1394	Balk (80)
S948	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1398	K1395	Kolom (100)
S949	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1431	K1398	Kolom (100)
S950	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1430	K1431	Kolom (100)
S951	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1432	K1396	Kolom (100)
S952	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1435	K1432	Kolom (100)
S953	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1434	K1435	Kolom (100)
S954	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1436	K1397	Kolom (100)
S955	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1439	K1436	Kolom (100)
S956	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1438	K1439	Kolom (100)
S957	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1440	K1399	Kolom (100)
S958	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1443	K1440	Kolom (100)
S959	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1442	K1443	Kolom (100)
S960	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1444	K1400	Kolom (100)
S961	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1447	K1444	Kolom (100)
S962	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1446	K1447	Kolom (100)
S963	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1448	K1401	Kolom (100)
S964	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1451	K1448	Kolom (100)
S965	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1450	K1451	Kolom (100)
S966	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1452	K1402	Kolom (100)
S967	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1455	K1452	Kolom (100)
S968	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1454	K1455	Kolom (100)
S969	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1456	K1403	Kolom (100)
S970	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1459	K1456	Kolom (100)
S971	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1458	K1459	Kolom (100)
S972	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1460	K1404	Kolom (100)
S973	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1463	K1460	Kolom (100)
S974	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1462	K1463	Kolom (100)
S975	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1464	K1405	Kolom (100)
S976	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1467	K1464	Kolom (100)
S977	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1466	K1467	Kolom (100)
S978	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1468	K1406	Kolom (100)
S979	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1471	K1468	Kolom (100)
S980	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1470	K1471	Kolom (100)
S981	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1472	K1407	Kolom (100)
S982	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1475	K1472	Kolom (100)
S983	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1474	K1475	Kolom (100)
S984	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1476	K1408	Kolom (100)
S985	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1479	K1476	Kolom (100)
S986	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1478	K1479	Kolom (100)
S987	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1480	K1409	Kolom (100)
S988	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1483	K1480	Kolom (100)
S989	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1482	K1483	Kolom (100)
S990	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1484	K1410	Kolom (100)
S991	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1487	K1484	Kolom (100)
S992	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1486	K1487	Kolom (100)
S993	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1488	K1411	Kolom (100)
S994	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1491	K1488	Kolom (100)
S995	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1490	K1491	Kolom (100)
S996	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1492	K1412	Kolom (100)
S997	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1495	K1492	Kolom (100)

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S998	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1494	K1495	Kolom (100)
S999	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1496	K1413	Kolom (100)
S1000	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1499	K1496	Kolom (100)
S1001	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1498	K1499	Kolom (100)
S1002	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1500	K1414	Kolom (100)
S1003	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1503	K1500	Kolom (100)
S1004	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1502	K1503	Kolom (100)
S1005	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1504	K1415	Kolom (100)
S1006	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1507	K1504	Kolom (100)
S1007	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1506	K1507	Kolom (100)
S1008	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1508	K1416	Kolom (100)
S1009	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1511	K1508	Kolom (100)
S1010	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1510	K1511	Kolom (100)
S1011	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1512	K1417	Kolom (100)
S1012	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1515	K1512	Kolom (100)
S1013	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1514	K1515	Kolom (100)
S1014	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1516	K1418	Kolom (100)
S1015	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1519	K1516	Kolom (100)
S1016	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1518	K1519	Kolom (100)
S1017	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1520	K1419	Kolom (100)
S1018	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1523	K1520	Kolom (100)
S1019	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1522	K1523	Kolom (100)
S1020	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1524	K1420	Kolom (100)
S1021	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1527	K1524	Kolom (100)
S1022	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1526	K1527	Kolom (100)
S1023	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1528	K1421	Kolom (100)
S1024	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1531	K1528	Kolom (100)
S1025	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1530	K1531	Kolom (100)
S1026	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1532	K1422	Kolom (100)
S1027	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1535	K1532	Kolom (100)
S1028	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1534	K1535	Kolom (100)
S1029	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1536	K1423	Kolom (100)
S1030	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1539	K1536	Kolom (100)
S1031	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1538	K1539	Kolom (100)
S1032	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1540	K1424	Kolom (100)
S1033	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1543	K1540	Kolom (100)
S1034	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1542	K1543	Kolom (100)
S1035	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1544	K1425	Kolom (100)
S1036	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1547	K1544	Kolom (100)
S1037	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1546	K1547	Kolom (100)
S1038	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1548	K1426	Kolom (100)
S1039	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1551	K1548	Kolom (100)
S1040	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1550	K1551	Kolom (100)
S1041	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1552	K1427	Kolom (100)
S1042	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1555	K1552	Kolom (100)
S1043	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1554	K1555	Kolom (100)
S1044	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1556	K1428	Kolom (100)
S1045	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1559	K1556	Kolom (100)
S1046	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1558	K1559	Kolom (100)
S1047	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K1560	K1561	Balk (80)
S1048	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K1561	K1562	Balk (80)
S1049	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	C30/37*	30,800	K1562	K1563	Balk (80)
S1050	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1567	K1564	Kolom (100)
S1051	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1600	K1567	Kolom (100)
S1052	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1599	K1600	Kolom (100)
S1053	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1601	K1565	Kolom (100)
S1054	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1604	K1601	Kolom (100)
S1055	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1603	K1604	Kolom (100)
S1056	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1605	K1566	Kolom (100)
S1057	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1608	K1605	Kolom (100)
S1058	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1607	K1608	Kolom (100)
S1059	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1609	K1568	Kolom (100)
S1060	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1612	K1609	Kolom (100)
S1061	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1611	K1612	Kolom (100)
S1062	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1613	K1569	Kolom (100)
S1063	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1616	K1613	Kolom (100)

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1064	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1615	K1616	Kolom (100)
S1065	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1617	K1570	Kolom (100)
S1066	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1620	K1617	Kolom (100)
S1067	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1619	K1620	Kolom (100)
S1068	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1621	K1571	Kolom (100)
S1069	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1624	K1621	Kolom (100)
S1070	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1623	K1624	Kolom (100)
S1071	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1625	K1572	Kolom (100)
S1072	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1628	K1625	Kolom (100)
S1073	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1627	K1628	Kolom (100)
S1074	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1629	K1573	Kolom (100)
S1075	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1632	K1629	Kolom (100)
S1076	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1631	K1632	Kolom (100)
S1077	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1633	K1574	Kolom (100)
S1078	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1636	K1633	Kolom (100)
S1079	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1635	K1636	Kolom (100)
S1080	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1637	K1575	Kolom (100)
S1081	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1640	K1637	Kolom (100)
S1082	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1639	K1640	Kolom (100)
S1083	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1641	K1576	Kolom (100)
S1084	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1644	K1641	Kolom (100)
S1085	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1643	K1644	Kolom (100)
S1086	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1645	K1577	Kolom (100)
S1087	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1648	K1645	Kolom (100)
S1088	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1647	K1648	Kolom (100)
S1089	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1649	K1578	Kolom (100)
S1090	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1652	K1649	Kolom (100)
S1091	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1651	K1652	Kolom (100)
S1092	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1653	K1579	Kolom (100)
S1093	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1656	K1653	Kolom (100)
S1094	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1655	K1656	Kolom (100)
S1095	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1657	K1580	Kolom (100)
S1096	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1660	K1657	Kolom (100)
S1097	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1659	K1660	Kolom (100)
S1098	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1661	K1581	Kolom (100)
S1099	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1664	K1661	Kolom (100)
S1100	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1663	K1664	Kolom (100)
S1101	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1665	K1582	Kolom (100)
S1102	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1668	K1665	Kolom (100)
S1103	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1667	K1668	Kolom (100)
S1104	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1669	K1583	Kolom (100)
S1105	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1672	K1669	Kolom (100)
S1106	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1671	K1672	Kolom (100)
S1107	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1673	K1584	Kolom (100)
S1108	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1676	K1673	Kolom (100)
S1109	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1675	K1676	Kolom (100)
S1110	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1677	K1585	Kolom (100)
S1111	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1680	K1677	Kolom (100)
S1112	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1679	K1680	Kolom (100)
S1113	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1681	K1586	Kolom (100)
S1114	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1684	K1681	Kolom (100)
S1115	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1683	K1684	Kolom (100)
S1116	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1685	K1587	Kolom (100)
S1117	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1688	K1685	Kolom (100)
S1118	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1687	K1688	Kolom (100)
S1119	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1689	K1588	Kolom (100)
S1120	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1692	K1689	Kolom (100)
S1121	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1691	K1692	Kolom (100)
S1122	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1693	K1589	Kolom (100)
S1123	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1696	K1693	Kolom (100)
S1124	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1695	K1696	Kolom (100)
S1125	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1697	K1590	Kolom (100)
S1126	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1700	K1697	Kolom (100)
S1127	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1699	K1700	Kolom (100)
S1128	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1701	K1591	Kolom (100)
S1129	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1704	K1701	Kolom (100)

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1130	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1703	K1704	Kolom (100)
S1131	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1705	K1592	Kolom (100)
S1132	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1708	K1705	Kolom (100)
S1133	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1707	K1708	Kolom (100)
S1134	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1709	K1593	Kolom (100)
S1135	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1712	K1709	Kolom (100)
S1136	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1711	K1712	Kolom (100)
S1137	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1713	K1594	Kolom (100)
S1138	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1716	K1713	Kolom (100)
S1139	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1715	K1716	Kolom (100)
S1140	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1717	K1595	Kolom (100)
S1141	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1720	K1717	Kolom (100)
S1142	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1719	K1720	Kolom (100)
S1143	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1721	K1596	Kolom (100)
S1144	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1724	K1721	Kolom (100)
S1145	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1723	K1724	Kolom (100)
S1146	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1725	K1597	Kolom (100)
S1147	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1728	K1725	Kolom (100)
S1148	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1727	K1728	Kolom (100)
S1149	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1729	K786	Kolom (100)
S1150	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1732	K1729	Kolom (100)
S1151	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1731	K1732	Kolom (100)
S1152	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1733	K787	Kolom (100)
S1153	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1736	K1733	Kolom (100)
S1154	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1735	K1736	Kolom (100)
S1155	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1737	K799	Kolom (100)
S1156	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1740	K1737	Kolom (100)
S1157	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1739	K1740	Kolom (100)
S1158	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1741	K807	Kolom (100)
S1159	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1744	K1741	Kolom (100)
S1160	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1743	K1744	Kolom (100)
S1161	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1745	K808	Kolom (100)
S1162	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1748	K1745	Kolom (100)
S1163	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1747	K1748	Kolom (100)
S1164	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1749	K816	Kolom (100)
S1165	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1752	K1749	Kolom (100)
S1166	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1751	K1752	Kolom (100)
S1167	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1753	K817	Kolom (100)
S1168	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1756	K1753	Kolom (100)
S1169	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1755	K1756	Kolom (100)
S1170	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1757	K825	Kolom (100)
S1171	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1760	K1757	Kolom (100)
S1172	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1759	K1760	Kolom (100)
S1173	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1761	K826	Kolom (100)
S1174	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1764	K1761	Kolom (100)
S1175	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1763	K1764	Kolom (100)
S1176	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1765	K834	Kolom (100)
S1177	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1768	K1765	Kolom (100)
S1178	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1767	K1768	Kolom (100)
S1179	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1769	K835	Kolom (100)
S1180	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1772	K1769	Kolom (100)
S1181	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1771	K1772	Kolom (100)
S1182	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1773	K843	Kolom (100)
S1183	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1776	K1773	Kolom (100)
S1184	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1775	K1776	Kolom (100)
S1185	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1777	K844	Kolom (100)
S1186	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1780	K1777	Kolom (100)
S1187	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1779	K1780	Kolom (100)
S1188	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1781	K852	Kolom (100)
S1189	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1784	K1781	Kolom (100)
S1190	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1783	K1784	Kolom (100)
S1191	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1785	K853	Kolom (100)
S1192	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1788	K1785	Kolom (100)
S1193	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1787	K1788	Kolom (100)
S1194	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1789	K861	Kolom (100)
S1195	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1792	K1789	Kolom (100)

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1196	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1791	K1792	Kolom (100)
S1197	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1793	K862	Kolom (100)
S1198	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1796	K1793	Kolom (100)
S1199	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1795	K1796	Kolom (100)
S1200	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1797	K870	Kolom (100)
S1201	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1800	K1797	Kolom (100)
S1202	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1799	K1800	Kolom (100)
S1203	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1801	K871	Kolom (100)
S1204	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1804	K1801	Kolom (100)
S1205	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1803	K1804	Kolom (100)
S1206	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1805	K879	Kolom (100)
S1207	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1808	K1805	Kolom (100)
S1208	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1807	K1808	Kolom (100)
S1209	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1809	K880	Kolom (100)
S1210	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1812	K1809	Kolom (100)
S1211	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1811	K1812	Kolom (100)
S1212	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1813	K888	Kolom (100)
S1213	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1816	K1813	Kolom (100)
S1214	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1815	K1816	Kolom (100)
S1215	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1817	K889	Kolom (100)
S1216	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1820	K1817	Kolom (100)
S1217	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1819	K1820	Kolom (100)
S1218	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1821	K897	Kolom (100)
S1219	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1824	K1821	Kolom (100)
S1220	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1823	K1824	Kolom (100)
S1221	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1825	K898	Kolom (100)
S1222	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1828	K1825	Kolom (100)
S1223	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1827	K1828	Kolom (100)
S1224	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1829	K906	Kolom (100)
S1225	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1832	K1829	Kolom (100)
S1226	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1831	K1832	Kolom (100)
S1227	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1833	K907	Kolom (100)
S1228	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1836	K1833	Kolom (100)
S1229	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1835	K1836	Kolom (100)
S1230	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1837	K915	Kolom (100)
S1231	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1840	K1837	Kolom (100)
S1232	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1839	K1840	Kolom (100)
S1233	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1841	K916	Kolom (100)
S1234	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1844	K1841	Kolom (100)
S1235	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1843	K1844	Kolom (100)
S1236	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1845	K924	Kolom (100)
S1237	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1848	K1845	Kolom (100)
S1238	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1847	K1848	Kolom (100)
S1239	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1849	K925	Kolom (100)
S1240	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1852	K1849	Kolom (100)
S1241	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1851	K1852	Kolom (100)
S1242	Dummy - Cirkel (30)	Dummy	0,500	K1853	K933	Kolom (100)
S1243	palen* - Rechthoek (400; 400)	C30/37*	1,000	K1856	K1853	Kolom (100)
S1244	palen - Rechthoek (400; 400)	C30/37	18,000	K1855	K1856	Kolom (100)

8. Scharnieren

Naam	Staaf	Positie	ux	uy	uz	phix	phiy	phiz
H1	S576	Begin	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H2	S577	Begin	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H3	S946	Begin	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H4	S947	Begin	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H5	S1048	Begin	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
H6	S1049	Begin	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

9. Ondersteuningen

9.1. Kar. veerwaarden

9.1.1. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x_1 [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid X [MN/m²]	Stijfheid Y [MN/m²]
		Systeem	Pos x_2 [m]	Oors								
Slb327	Lijn	S579	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	3,5100e+01	3,5100e+01
		GCS	1,000	Vanaf einde								
Slb1121	Lijn	S580	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	3,5100e+01	3,5100e+01
		GCS	0,860	Vanaf einde								
Slb1123	Lijn	S580	0,860	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	1,1700e+01	1,1700e+01
		GCS	4,500	Vanaf einde								
Slb1125	Lijn	S580	4,500	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	1,7600e+01	1,7600e+01
		GCS	9,200	Vanaf einde								
Slb1127	Lijn	S580	9,200	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	9,3000e+00	9,3000e+00
		GCS	9,800	Vanaf einde								
Slb1129	Lijn	S580	9,800	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	2,1100e+01	2,1100e+01
		GCS	16,000	Vanaf einde								
Slb1133	Lijn	S580	16,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	3,5100e+01	3,5100e+01
		GCS	17,800	Vanaf einde								
Slb1911	Lijn	S580	17,800	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	8,4300e+01	8,4300e+01
		GCS	18,000	Vanaf einde								

9.1.2. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Z [MN/m]
Sn3	K1092	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	4,5700e+02

9.2. Lage veerwaarden

9.2.1. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x_1 [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid X [MN/m²]	Stijfheid Y [MN/m²]
		Systeem	Pos x_2 [m]	Oors								
Slb2432	Lijn	S1051	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	2,2200e+01	2,2200e+01
		GCS	1,000	Vanaf einde								
Slb2433	Lijn	S1052	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	2,2200e+01	2,2200e+01
		GCS	0,860	Vanaf einde								
Slb2434	Lijn	S1052	0,860	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	7,4000e+00	7,4000e+00
		GCS	4,500	Vanaf einde								
Slb2435	Lijn	S1052	4,500	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	1,1100e+01	1,1100e+01
		GCS	9,200	Vanaf einde								
Slb2436	Lijn	S1052	9,200	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	6,1000e+00	6,1000e+00
		GCS	9,800	Vanaf einde								
Slb2437	Lijn	S1052	9,800	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	1,3300e+01	1,3300e+01
		GCS	16,000	Vanaf einde								
Slb2438	Lijn	S1052	16,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	2,2000e+01	2,2000e+01
		GCS	17,800	Vanaf einde								
Slb2439	Lijn	S1052	17,800	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	5,3400e+01	5,3400e+01
		GCS	18,000	Vanaf einde								

9.2.2. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Z [MN/m]
Sn330	K1599	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	3,2300e+02

9.3. Hoge veerwaarden

9.3.1. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x_1 [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid X [MN/m²]	Stijfheid Y [MN/m²]
		Systeem	Pos x_2 [m]	Oors								
Slb2168	Lijn	S949	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	4,1300e+01	4,1300e+01
		GCS	1,000	Vanaf einde								
Slb2169	Lijn	S950	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	4,1300e+01	4,1300e+01
		GCS	0,860	Vanaf einde								
Slb2170	Lijn	S950	0,860	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	1,3800e+01	1,3800e+01
		GCS	4,500	Vanaf einde								
Slb2171	Lijn	S950	4,500	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	2,0700e+01	2,0700e+01
		GCS	9,200	Vanaf einde								
Slb2172	Lijn	S950	9,200	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	1,0600e+01	1,0600e+01
		GCS	9,800	Vanaf einde								
Slb2173	Lijn	S950	9,800	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	2,4800e+01	2,4800e+01
		GCS	16,000	Vanaf einde								
Slb2174	Lijn	S950	16,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	4,1300e+01	4,1300e+01
		GCS	17,800	Vanaf einde								
Slb2175	Lijn	S950	17,800	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	9,9200e+01	9,9200e+01
		GCS	18,000	Vanaf einde								

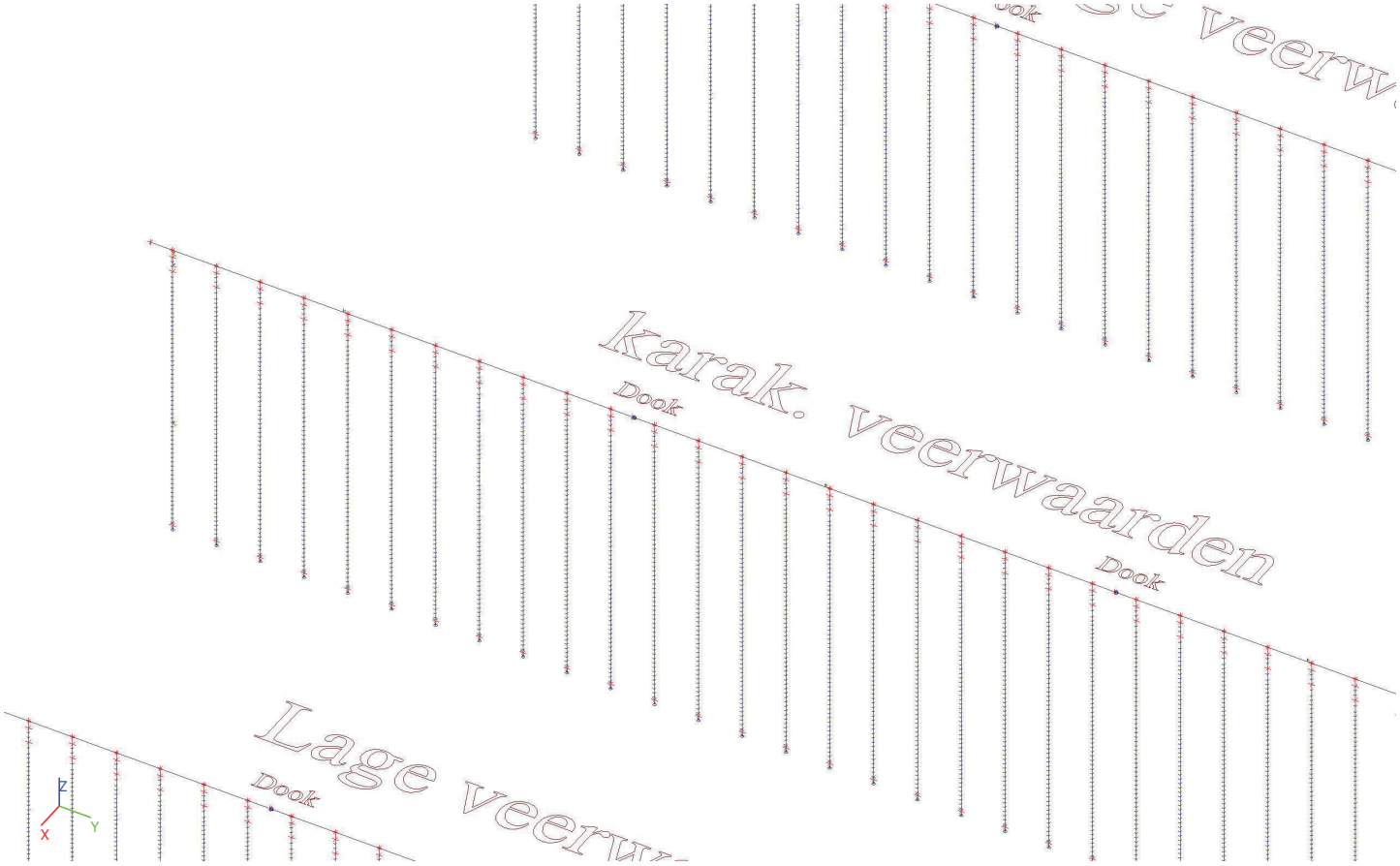
9.3.2. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid Z [MN/m]
Sn297	K1430	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	6,4600e+02

10. Belastingsgevallen

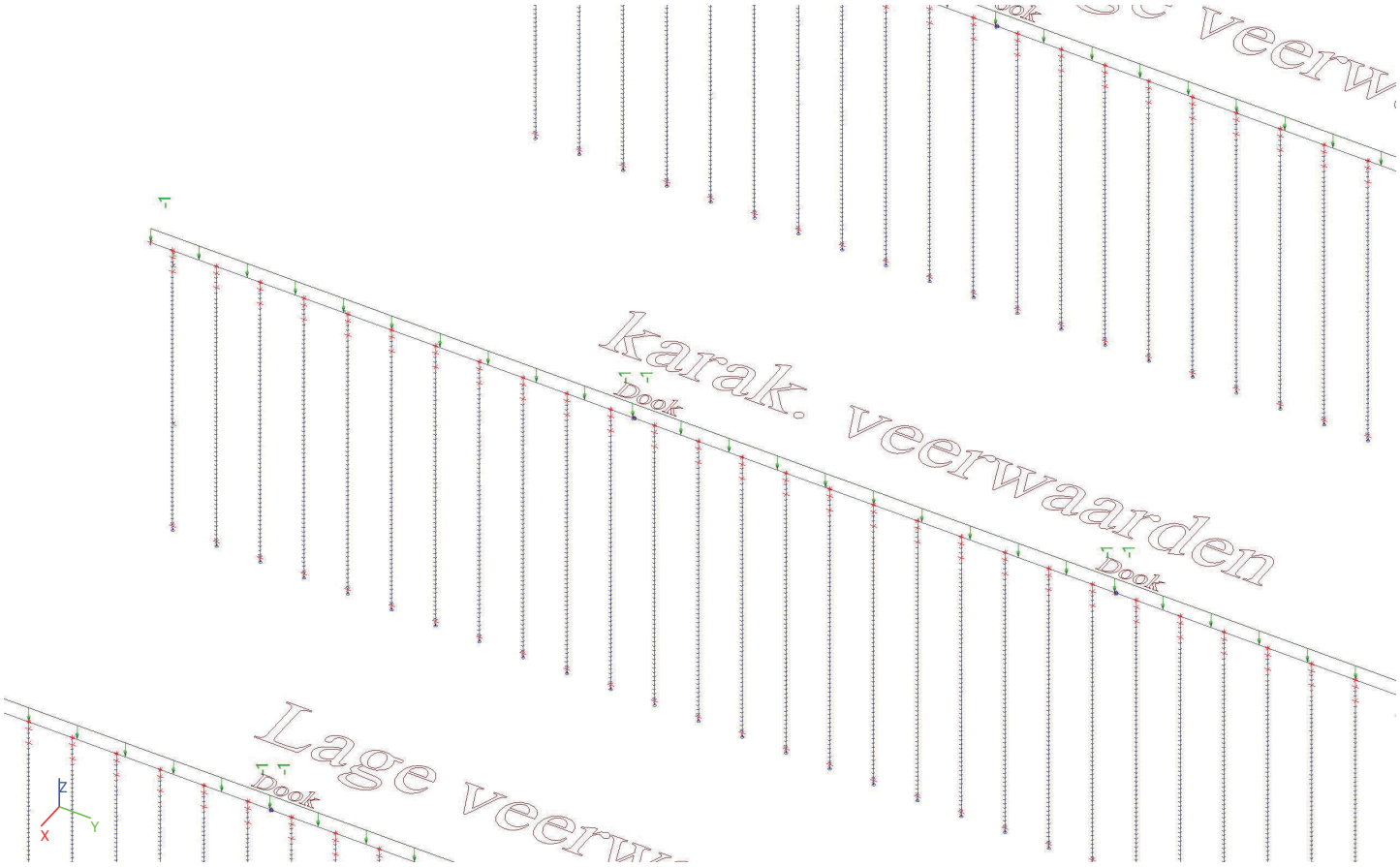
10.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
BG1	Eigen gewicht	Permanent	LG1	-Z
		Eigen gewicht		



10.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	kraanrail	Permanent	LG1
		Standaard	

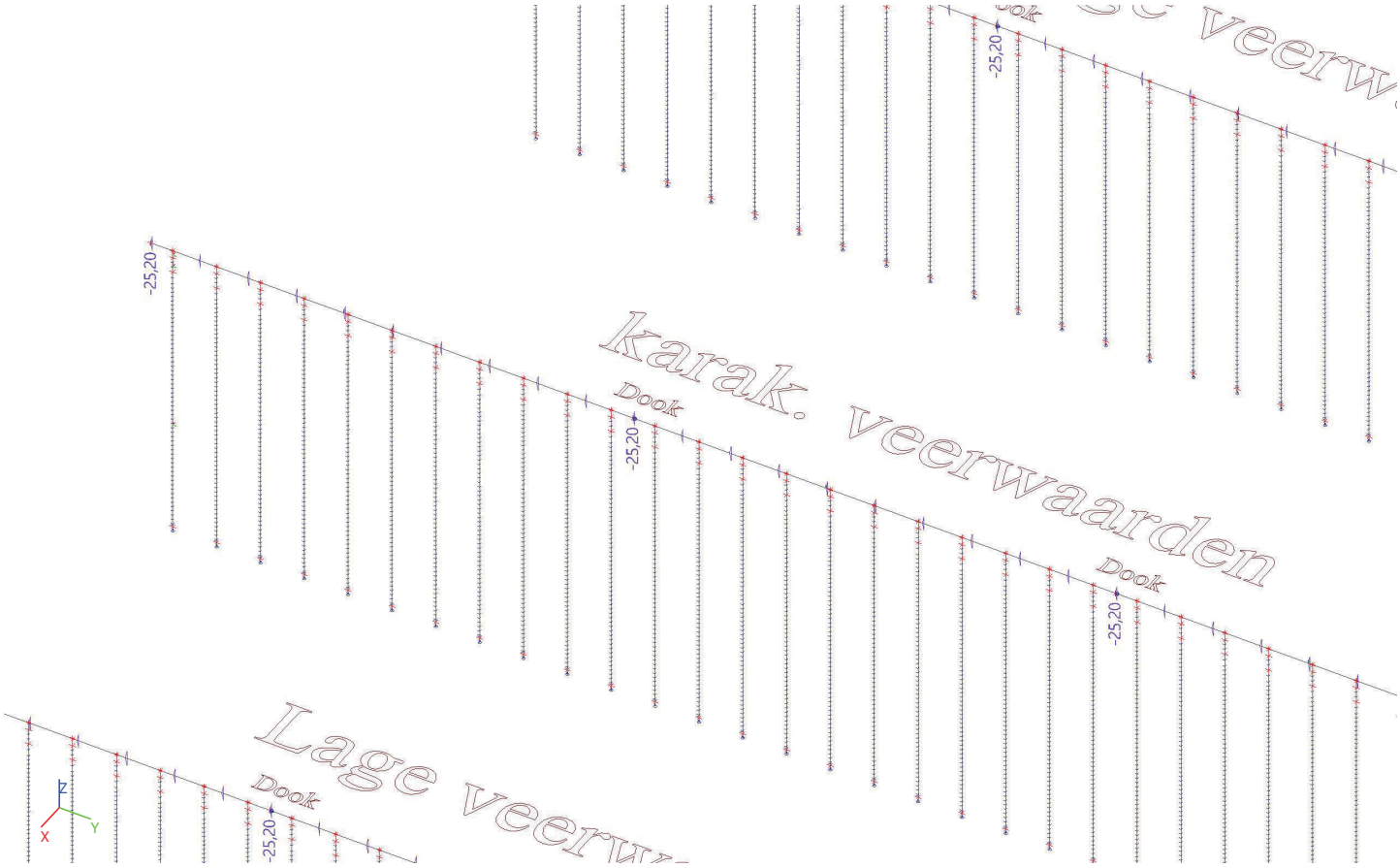


10.2.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast1	S575	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast10	S576	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast11	S577	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast12	S945	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast13	S946	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast14	S947	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast15	S1047	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast16	S1048	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000
Lijnlast17	S1049	Kracht	Z	-1	0.000	Rela	Vanaf begin	0,000
	BG2 - kraanrail	LCS	Gelijkmatig		1.000	Lengte		0,000

10.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG3	krimp	Permanent	LG1
		Standaard	

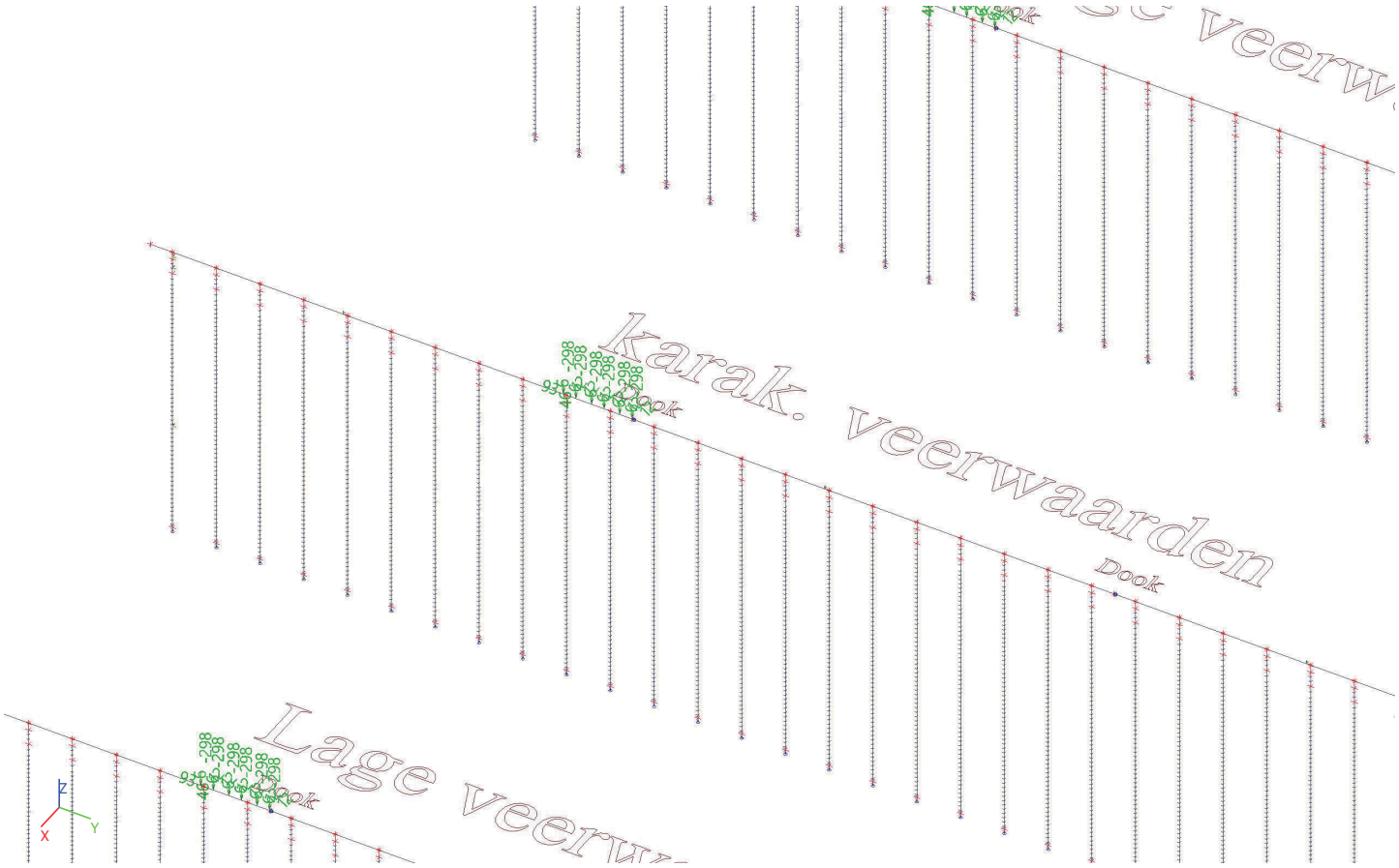


10.3.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x_1	Coör	Oors	Verdeling	Delta [K]
			Pos x_2				
Temp7	S575	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp28	S576	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp29	S577	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp36	S945	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp39	S946	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp42	S947	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp45	S1047	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp48	S1048	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				
Temp51	S1049	BG3 - krimp	0.000	Rela	Vanaf begin	Constant	-25,20
			1.000				

10.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG4	A (reg. bel) - pos 1	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.4.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M524	S575	LCS	6	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M525	S575	LCS	6	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M526	S575	LCS	6	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1153	S575	LCS	46	4,400	Abso	1
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	
M1167	S945	LCS	6	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1168	S945	LCS	6	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1169	S945	LCS	6	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1195	S945	LCS	46	4,400	Abso	1
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	
M1227	S1047	LCS	6	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1228	S1047	LCS	6	1,800	Abso	2

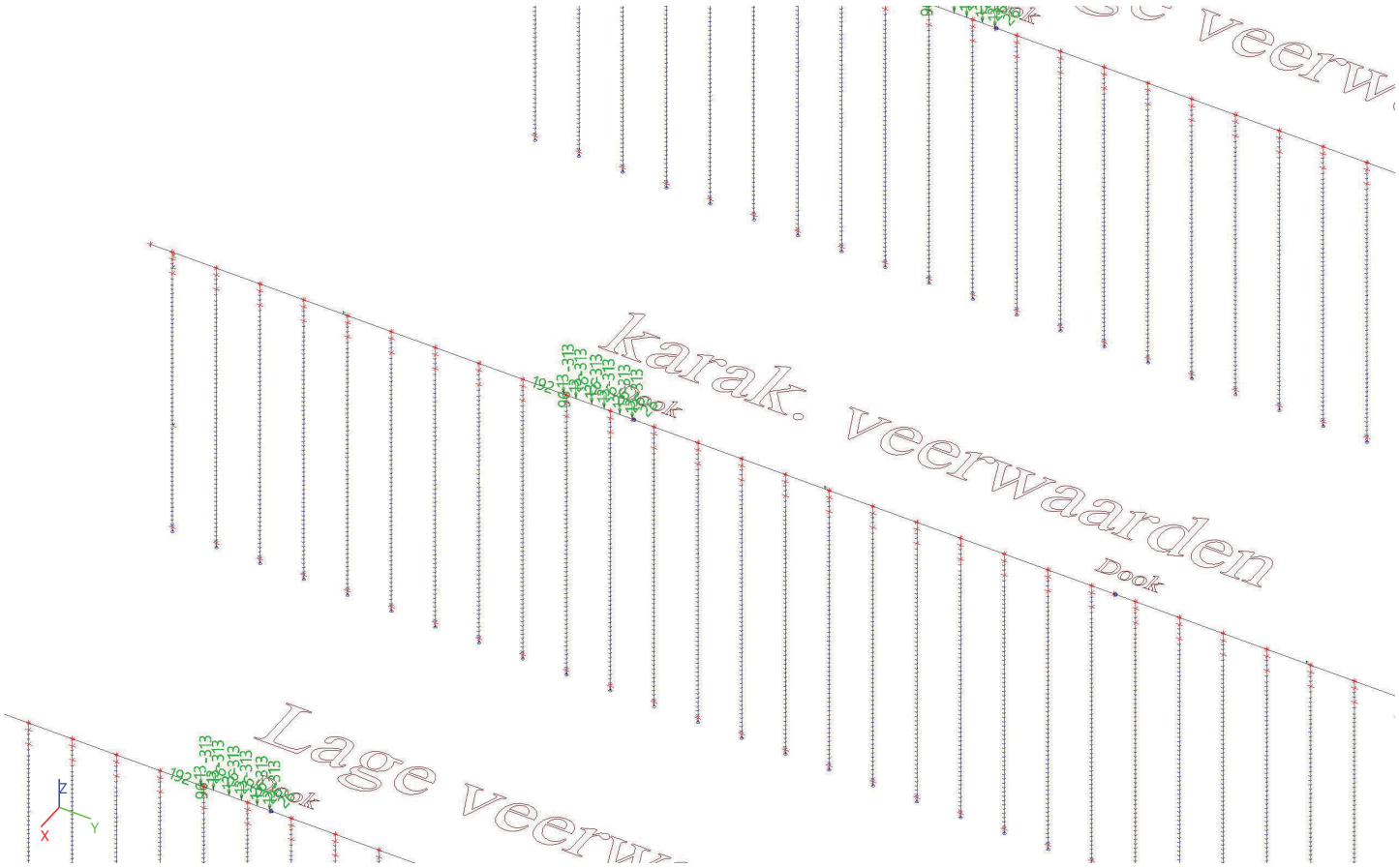
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1229	S1047	LCS	6	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1255	S1047	LCS	46	4,400	Abso	1
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	

10.4.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb830	S575	GCS	-298	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb831	S575	GCS	-298	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb832	S575	GCS	-298	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb833	S575	GCS	12	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb834	S575	GCS	12	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb835	S575	GCS	12	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1782	S575	GCS	93	4,400	Abso	1
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1797	S945	GCS	-298	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1798	S945	GCS	-298	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1799	S945	GCS	-298	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1800	S945	GCS	12	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1801	S945	GCS	12	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1802	S945	GCS	12	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1851	S945	GCS	93	4,400	Abso	1
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1902	S1047	GCS	-298	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1903	S1047	GCS	-298	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1904	S1047	GCS	-298	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1905	S1047	GCS	12	3,600	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1906	S1047	GCS	12	1,800	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1907	S1047	GCS	12	0,000	Abso	2
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1956	S1047	GCS	93	4,400	Abso	1
	BG4 - A (reg. bel) - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG5	B (WZ-VW) - pos 1	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.5.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M590	S575	LCS	13	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M591	S575	LCS	13	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M592	S575	LCS	13	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1152	S575	LCS	96	4,400	Abso	1
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	
M1170	S945	LCS	13	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1171	S945	LCS	13	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1172	S945	LCS	13	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1194	S945	LCS	96	4,400	Abso	1
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	
M1230	S1047	LCS	13	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1231	S1047	LCS	13	1,800	Abso	2

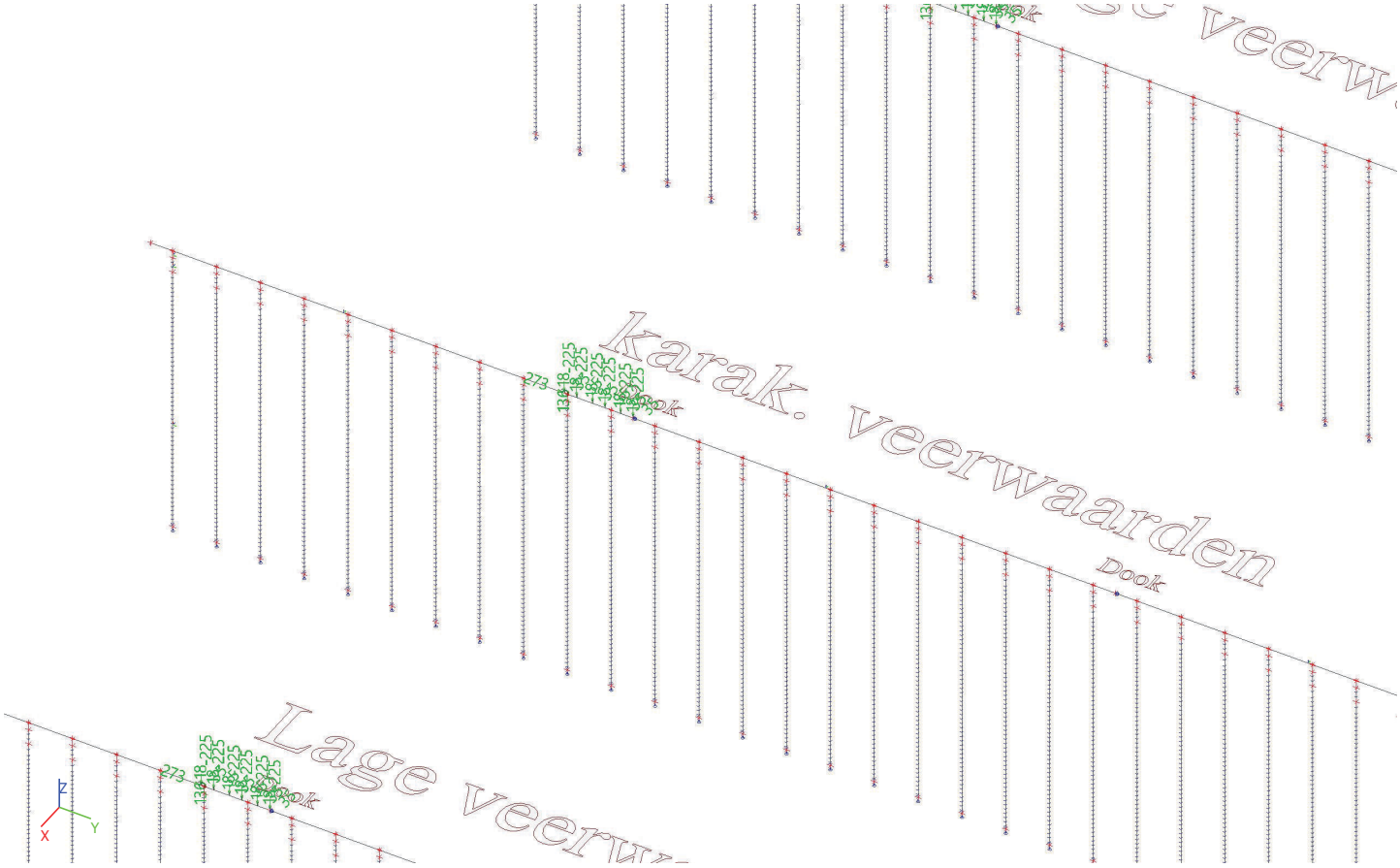
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1232	S1047	LCS	13	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1254	S1047	LCS	96	4,400	Abso	1
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	

10.5.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb929	S575	GCS	-313	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb930	S575	GCS	-313	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb931	S575	GCS	-313	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb932	S575	GCS	26	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb933	S575	GCS	26	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb934	S575	GCS	26	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1783	S575	GCS	192	4,400	Abso	1
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1803	S945	GCS	-313	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1804	S945	GCS	-313	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1805	S945	GCS	-313	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1806	S945	GCS	26	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1807	S945	GCS	26	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1808	S945	GCS	26	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1852	S945	GCS	192	4,400	Abso	1
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1908	S1047	GCS	-313	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1909	S1047	GCS	-313	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1910	S1047	GCS	-313	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1911	S1047	GCS	26	3,600	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1912	S1047	GCS	26	1,800	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1913	S1047	GCS	26	0,000	Abso	2
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1957	S1047	GCS	192	4,400	Abso	1
	BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6	C III + ZW - pos 1	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.6.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M608	S575	LCS	18	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M609	S575	LCS	18	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M610	S575	LCS	18	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1154	S575	LCS	136	4,400	Abso	1
	BG6 - C III + ZW - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	
M1173	S945	LCS	18	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1174	S945	LCS	18	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1175	S945	LCS	18	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1196	S945	LCS	136	4,400	Abso	1
	BG6 - C III + ZW - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	
M1233	S1047	LCS	18	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1234	S1047	LCS	18	1,800	Abso	2

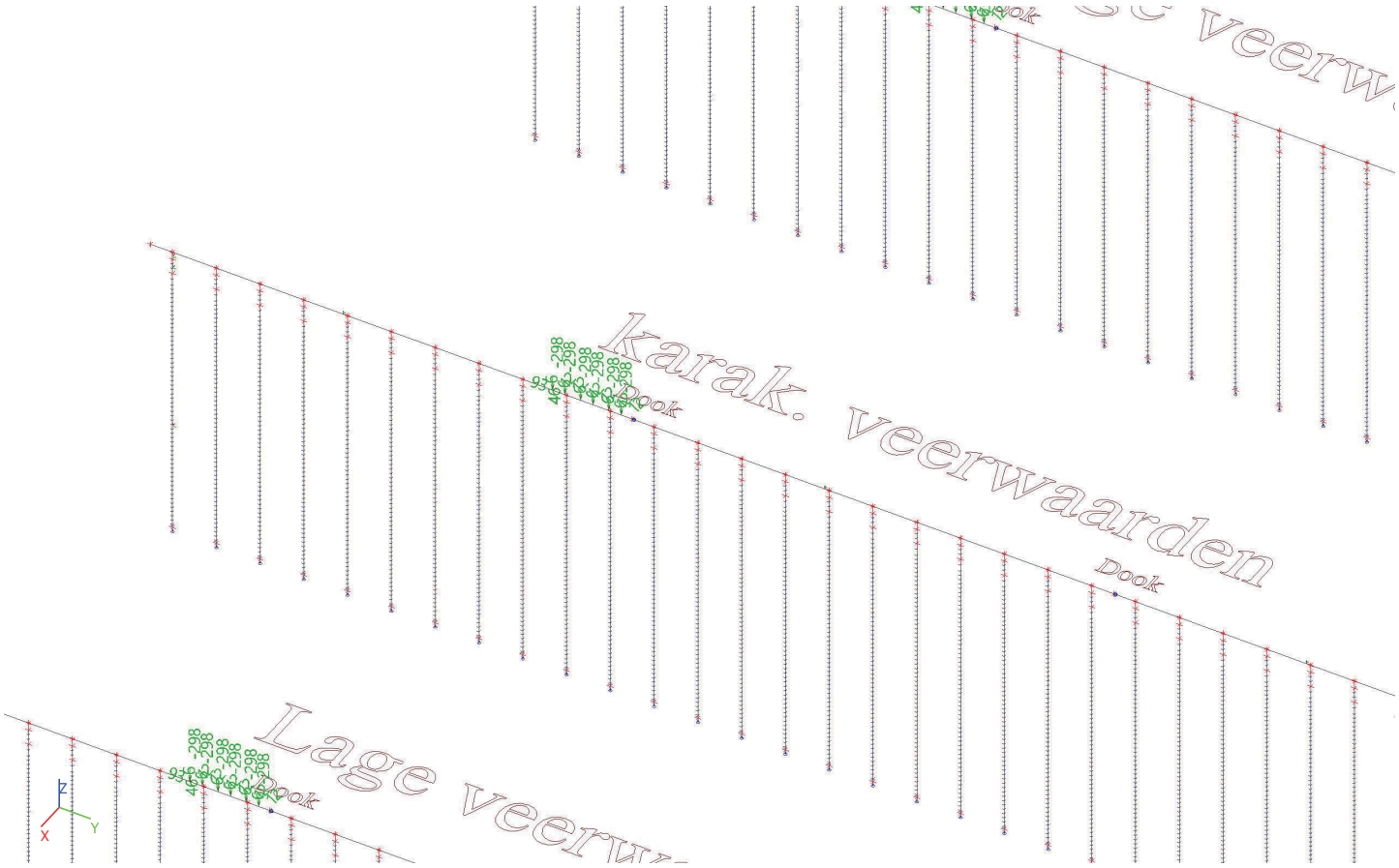
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1235	S1047	LCS	18	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1256	S1047	LCS	136	4,400	Abso	1
	BG6 - C III + ZW - pos 1	My	Moment		Vanaf einde	

10.6.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb956	S575	GCS	-225	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb957	S575	GCS	-225	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb958	S575	GCS	-225	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb959	S575	GCS	35	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb960	S575	GCS	35	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb961	S575	GCS	35	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1784	S575	GCS	273	4,400	Abso	1
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1809	S945	GCS	-225	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1810	S945	GCS	-225	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1811	S945	GCS	-225	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1812	S945	GCS	35	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1813	S945	GCS	35	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1814	S945	GCS	35	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1853	S945	GCS	273	4,400	Abso	1
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1914	S1047	GCS	-225	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1915	S1047	GCS	-225	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1916	S1047	GCS	-225	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1917	S1047	GCS	35	3,600	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1918	S1047	GCS	35	1,800	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1919	S1047	GCS	35	0,000	Abso	2
	BG6 - C III + ZW - pos 1	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1958	S1047	GCS	273	4,400	Abso	1
	BG6 - C III + ZW - pos 1	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG7	A (reg. bel) - pos 2	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.7.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M626	S575	LCS	6	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M627	S575	LCS	6	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M628	S575	LCS	6	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1155	S575	LCS	46	5,100	Abso	1
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	
M1176	S945	LCS	6	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1177	S945	LCS	6	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1178	S945	LCS	6	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1197	S945	LCS	46	5,100	Abso	1
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	
M1236	S1047	LCS	6	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1237	S1047	LCS	6	2,500	Abso	2

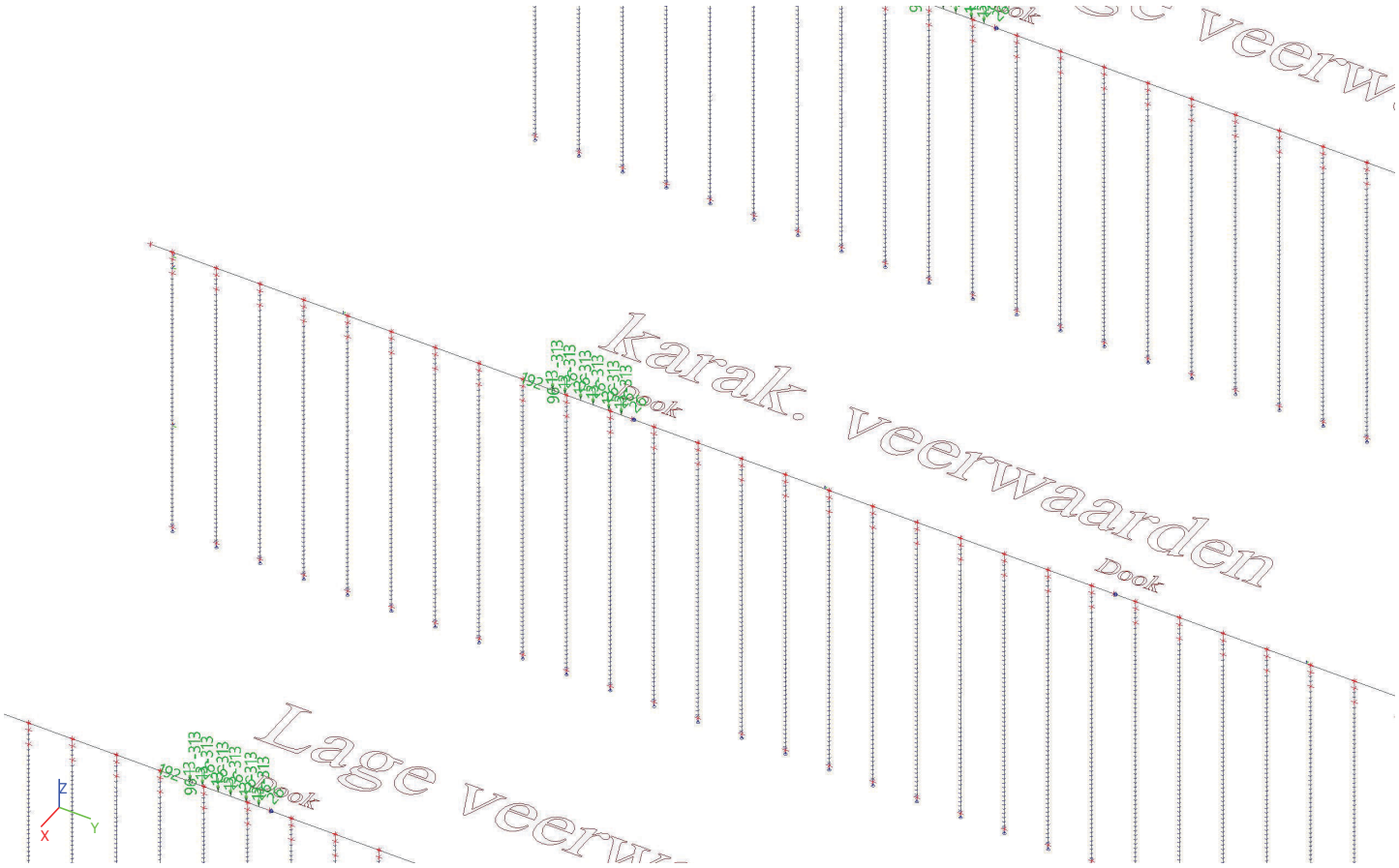
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1238	S1047	LCS	6	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1257	S1047	LCS	46	5,100	Abso	1
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	

10.7.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb983	S575	GCS	-298	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb984	S575	GCS	-298	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb985	S575	GCS	-298	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb986	S575	GCS	12	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb987	S575	GCS	12	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb988	S575	GCS	12	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1785	S575	GCS	93	5,100	Abso	1
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1815	S945	GCS	-298	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1816	S945	GCS	-298	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1817	S945	GCS	-298	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1818	S945	GCS	12	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1819	S945	GCS	12	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1820	S945	GCS	12	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1854	S945	GCS	93	5,100	Abso	1
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1920	S1047	GCS	-298	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1921	S1047	GCS	-298	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1922	S1047	GCS	-298	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1923	S1047	GCS	12	4,300	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1924	S1047	GCS	12	2,500	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1925	S1047	GCS	12	0,700	Abso	2
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1959	S1047	GCS	93	5,100	Abso	1
	BG7 - A (reg. bel) - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.8. Belastingsgevallen - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG8	B (WZ-VW) - pos 2	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.8.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M644	S575	LCS	13	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M645	S575	LCS	13	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M646	S575	LCS	13	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1156	S575	LCS	96	5,100	Abso	1
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	
M1179	S945	LCS	13	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1180	S945	LCS	13	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1181	S945	LCS	13	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1198	S945	LCS	96	5,100	Abso	1
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	
M1239	S1047	LCS	13	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1240	S1047	LCS	13	2,500	Abso	2

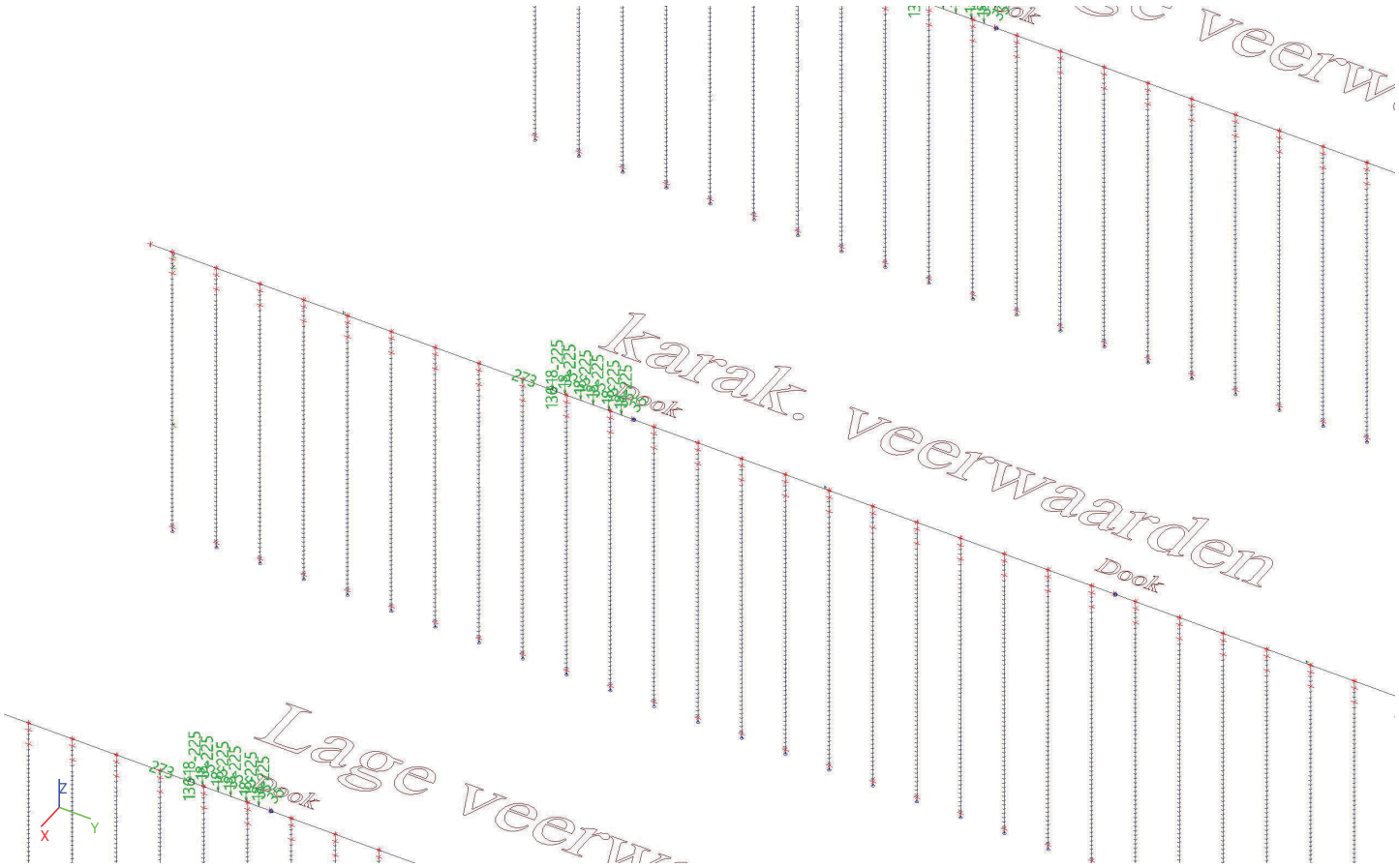
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1241	S1047	LCS	13	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1258	S1047	LCS	96	5,100	Abso	1
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	

10.8.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1010	S575	GCS	-313	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1011	S575	GCS	-313	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1012	S575	GCS	-313	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1013	S575	GCS	26	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1014	S575	GCS	26	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1015	S575	GCS	26	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1786	S575	GCS	192	5,100	Abso	1
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1821	S945	GCS	-313	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1822	S945	GCS	-313	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1823	S945	GCS	-313	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1824	S945	GCS	26	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1825	S945	GCS	26	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1826	S945	GCS	26	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1855	S945	GCS	192	5,100	Abso	1
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1926	S1047	GCS	-313	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1927	S1047	GCS	-313	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1928	S1047	GCS	-313	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1929	S1047	GCS	26	4,300	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1930	S1047	GCS	26	2,500	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1931	S1047	GCS	26	0,700	Abso	2
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1960	S1047	GCS	192	5,100	Abso	1
	BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.9. Belastingsgevallen - BG9

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG9	C III + ZW - pos 2	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.9.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M770	S575	LCS	18	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M771	S575	LCS	18	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M772	S575	LCS	18	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1157	S575	LCS	136	5,100	Abso	1
	BG9 - C III + ZW - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	
M1188	S945	LCS	18	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1189	S945	LCS	18	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1190	S945	LCS	18	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1199	S945	LCS	136	5,100	Abso	1
	BG9 - C III + ZW - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	
M1248	S1047	LCS	18	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1249	S1047	LCS	18	2,500	Abso	2

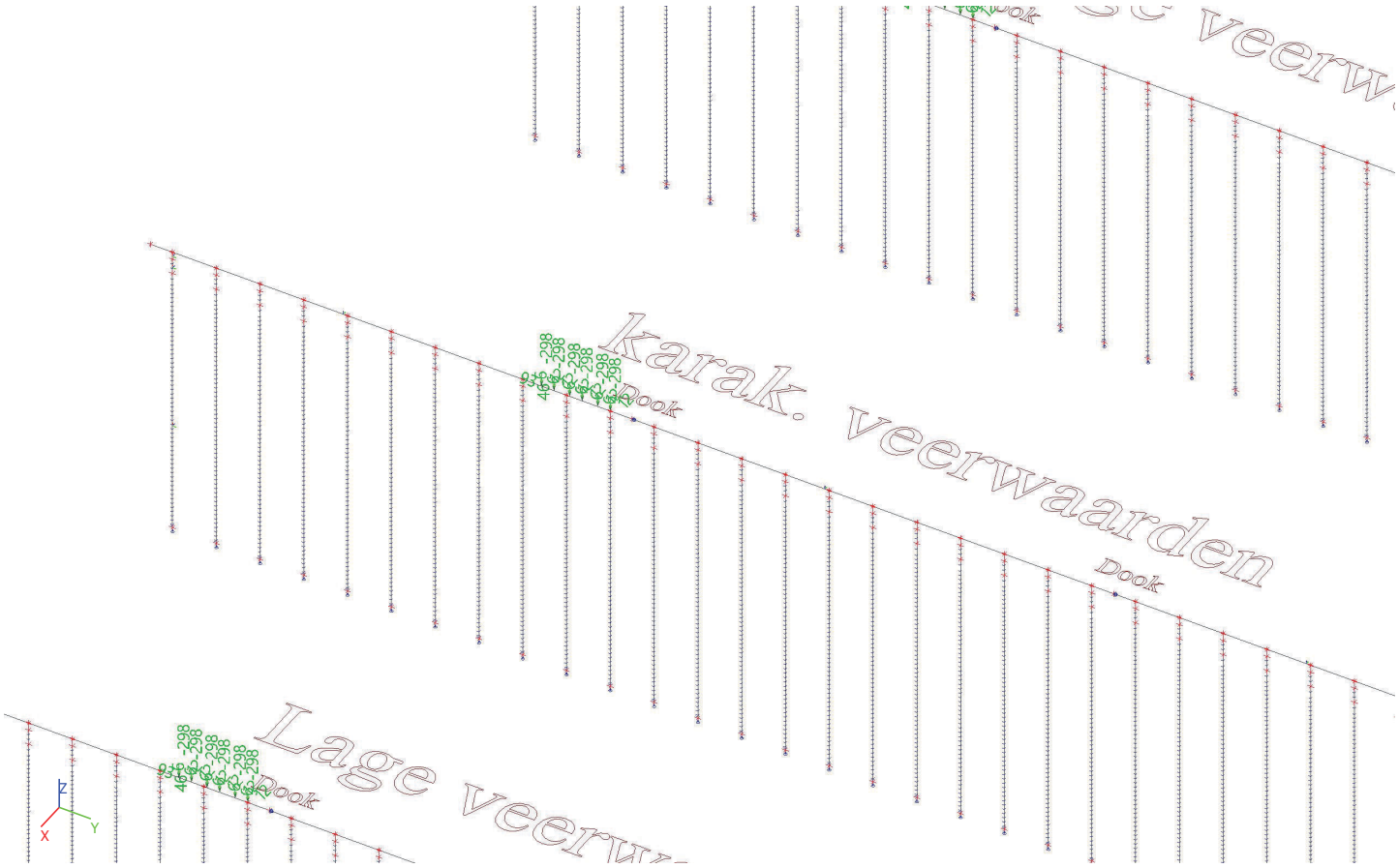
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1250	S1047	LCS	18	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1259	S1047	LCS	136	5,100	Abso	1
	BG9 - C III + ZW - pos 2	My	Moment		Vanaf einde	

10.9.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1199	S575	GCS	-225	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1200	S575	GCS	-225	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1201	S575	GCS	-225	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1202	S575	GCS	35	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1203	S575	GCS	35	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1204	S575	GCS	35	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1787	S575	GCS	273	5,100	Abso	1
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1839	S945	GCS	-225	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1840	S945	GCS	-225	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1841	S945	GCS	-225	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1842	S945	GCS	35	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1843	S945	GCS	35	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1844	S945	GCS	35	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1856	S945	GCS	273	5,100	Abso	1
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1944	S1047	GCS	-225	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1945	S1047	GCS	-225	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1946	S1047	GCS	-225	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1947	S1047	GCS	35	4,300	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1948	S1047	GCS	35	2,500	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1949	S1047	GCS	35	0,700	Abso	2
	BG9 - C III + ZW - pos 2	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1961	S1047	GCS	273	5,100	Abso	1
	BG9 - C III + ZW - pos 2	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.10. Belastingsgevallen - BG10

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG10	A (reg. bel) - pos 3	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.10.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M680	S575	LCS	6	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M681	S575	LCS	6	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M682	S575	LCS	6	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1158	S575	LCS	46	5,800	Abso	1
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	
M1182	S945	LCS	6	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1183	S945	LCS	6	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1184	S945	LCS	6	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1200	S945	LCS	46	5,800	Abso	1
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	
M1242	S1047	LCS	6	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1243	S1047	LCS	6	3,200	Abso	2

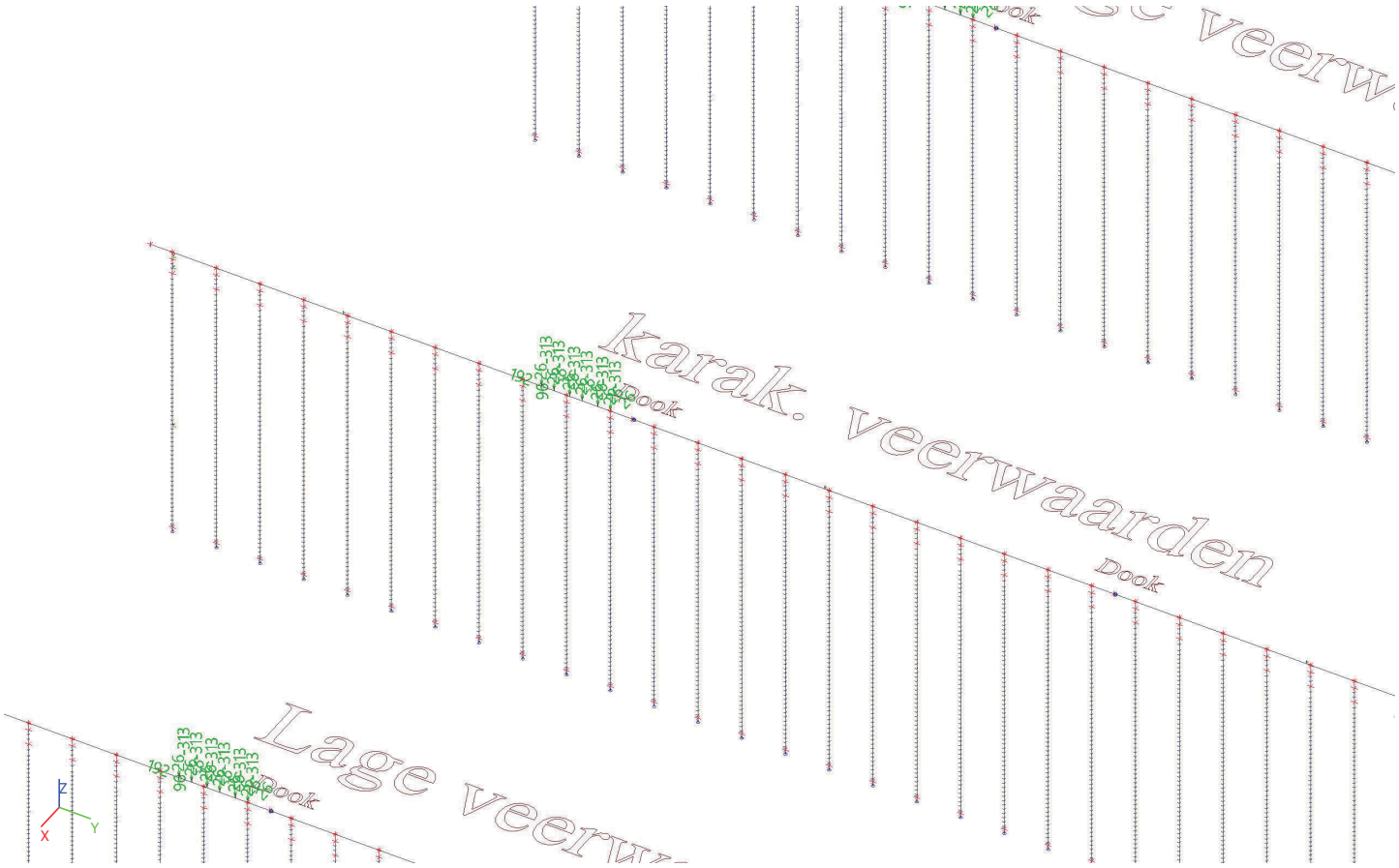
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1244	S1047	LCS	6	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1260	S1047	LCS	46	5,800	Abso	1
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	

10.10.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1064	S575	GCS	-298	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1065	S575	GCS	-298	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1066	S575	GCS	-298	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1067	S575	GCS	12	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1068	S575	GCS	12	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1069	S575	GCS	12	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1788	S575	GCS	93	5,800	Abso	1
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1827	S945	GCS	-298	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1828	S945	GCS	-298	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1829	S945	GCS	-298	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1830	S945	GCS	12	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1831	S945	GCS	12	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1832	S945	GCS	12	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1857	S945	GCS	93	5,800	Abso	1
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1932	S1047	GCS	-298	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1933	S1047	GCS	-298	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1934	S1047	GCS	-298	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1935	S1047	GCS	12	5,000	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1936	S1047	GCS	12	3,200	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1937	S1047	GCS	12	1,400	Abso	2
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1962	S1047	GCS	93	5,800	Abso	1
	BG10 - A (reg. bel) - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.11. Belastingsgevallen - BG11

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG11	B (WZ-VW) - pos 3	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.11.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M698	S575	LCS	26	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M699	S575	LCS	26	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M700	S575	LCS	26	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1159	S575	LCS	96	5,800	Abso	1
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	
M1185	S945	LCS	26	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1186	S945	LCS	26	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1187	S945	LCS	26	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1201	S945	LCS	96	5,800	Abso	1
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	
M1245	S1047	LCS	26	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1246	S1047	LCS	26	3,200	Abso	2

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1247	S1047	LCS	26	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1261	S1047	LCS	96	5,800	Abso	1
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	

10.11.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1091	S575	GCS	-313	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1092	S575	GCS	-313	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1093	S575	GCS	-313	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1094	S575	GCS	26	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1095	S575	GCS	26	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1096	S575	GCS	26	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1789	S575	GCS	192	5,800	Abso	1
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1833	S945	GCS	-313	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1834	S945	GCS	-313	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1835	S945	GCS	-313	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1836	S945	GCS	26	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1837	S945	GCS	26	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1838	S945	GCS	26	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1858	S945	GCS	192	5,800	Abso	1
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1938	S1047	GCS	-313	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1939	S1047	GCS	-313	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1940	S1047	GCS	-313	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1941	S1047	GCS	26	5,000	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1942	S1047	GCS	26	3,200	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1943	S1047	GCS	26	1,400	Abso	2
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1963	S1047	GCS	192	5,800	Abso	1
	BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.12. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG12	C III + ZW - pos 3	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.12.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M788	S575	LCS	18	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M789	S575	LCS	18	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M790	S575	LCS	18	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1160	S575	LCS	136	5,800	Abso	1
	BG12 - C III + ZW - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	
M1191	S945	LCS	18	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1192	S945	LCS	18	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1193	S945	LCS	18	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1202	S945	LCS	136	5,800	Abso	1
	BG12 - C III + ZW - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	
M1251	S1047	LCS	18	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1252	S1047	LCS	18	3,200	Abso	2

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1253	S1047	LCS	18	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Mx	Moment		Vanaf einde	0,800
M1262	S1047	LCS	136	5,800	Abso	1
	BG12 - C III + ZW - pos 3	My	Moment		Vanaf einde	

10.12.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1226	S575	GCS	-225	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1227	S575	GCS	-225	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1228	S575	GCS	-225	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1229	S575	GCS	35	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1230	S575	GCS	35	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1231	S575	GCS	35	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1790	S575	GCS	273	5,800	Abso	1
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1845	S945	GCS	-225	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1846	S945	GCS	-225	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1847	S945	GCS	-225	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1848	S945	GCS	35	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1849	S945	GCS	35	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1850	S945	GCS	35	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1859	S945	GCS	273	5,800	Abso	1
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1950	S1047	GCS	-225	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1951	S1047	GCS	-225	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1952	S1047	GCS	-225	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1953	S1047	GCS	35	5,000	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1954	S1047	GCS	35	3,200	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1955	S1047	GCS	35	1,400	Abso	2
	BG12 - C III + ZW - pos 3	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1964	S1047	GCS	273	5,800	Abso	1
	BG12 - C III + ZW - pos 3	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.13. Belastingsgevallen - BG13

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG13	A (reg. bel) - pos 4	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.13.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M448	S576	LCS	6	14,600	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M883	S576	LCS	6	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M884	S576	LCS	6	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1161	S576	LCS	46	14,600	Abso	1
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	
M1203	S946	LCS	6	14,600	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1204	S946	LCS	6	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1205	S946	LCS	6	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1221	S946	LCS	46	14,600	Abso	1
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	
M1263	S1048	LCS	6	14,600	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1264	S1048	LCS	6	16,400	Abso	2

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1265	S1048	LCS	6	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1281	S1048	LCS	46	14,600	Abso	1
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	

10.13.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb721	S576	GCS	-298	15,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1370	S576	GCS	-298	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1371	S576	GCS	-298	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1375	S576	GCS	12	15,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1376	S576	GCS	12	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1377	S576	GCS	12	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1791	S576	GCS	93	16,200	Abso	1
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1860	S946	GCS	-298	15,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1861	S946	GCS	-298	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1862	S946	GCS	-298	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1863	S946	GCS	12	15,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1864	S946	GCS	12	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1865	S946	GCS	12	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1896	S946	GCS	93	16,200	Abso	1
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1965	S1048	GCS	-298	15,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1966	S1048	GCS	-298	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1967	S1048	GCS	-298	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1968	S1048	GCS	12	15,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1969	S1048	GCS	12	18,200	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1970	S1048	GCS	12	16,400	Abso	2
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2001	S1048	GCS	93	16,200	Abso	1
	BG13 - A (reg. bel) - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.14. Belastingsgevallen - BG14

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG14	B (WZ-VW) - pos 4	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.14.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M898	S576	LCS	13	14,600	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M901	S576	LCS	13	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M902	S576	LCS	13	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1162	S576	LCS	96	14,600	Abso	1
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	
M1206	S946	LCS	13	14,600	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1207	S946	LCS	13	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1208	S946	LCS	13	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1222	S946	LCS	96	14,600	Abso	1
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	
M1266	S1048	LCS	13	14,600	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1267	S1048	LCS	13	16,400	Abso	2

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1268	S1048	LCS	13	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1282	S1048	LCS	96	14,600	Abso	1
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	

10.14.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1396	S576	GCS	-313	15,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1397	S576	GCS	-313	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1398	S576	GCS	-313	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1402	S576	GCS	26	15,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1403	S576	GCS	26	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1404	S576	GCS	26	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1792	S576	GCS	192	16,200	Abso	1
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1866	S946	GCS	-313	15,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1867	S946	GCS	-313	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1868	S946	GCS	-313	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1869	S946	GCS	26	15,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1870	S946	GCS	26	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1871	S946	GCS	26	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1897	S946	GCS	192	16,200	Abso	1
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1971	S1048	GCS	-313	15,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1972	S1048	GCS	-313	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1973	S1048	GCS	-313	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1974	S1048	GCS	26	15,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1975	S1048	GCS	26	18,200	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1976	S1048	GCS	26	16,400	Abso	2
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2002	S1048	GCS	192	16,200	Abso	1
	BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.15. Belastingsgevallen - BG15

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG15	C III + ZW - pos 4	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.15.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M916	S576	LCS	18	14,600	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M919	S576	LCS	18	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M920	S576	LCS	18	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1163	S576	LCS	136	14,600	Abso	1
	BG15 - C III + ZW - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	
M1209	S946	LCS	18	14,600	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1210	S946	LCS	18	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1211	S946	LCS	18	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1223	S946	LCS	136	14,600	Abso	1
	BG15 - C III + ZW - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	
M1269	S1048	LCS	18	14,600	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1270	S1048	LCS	18	16,400	Abso	2

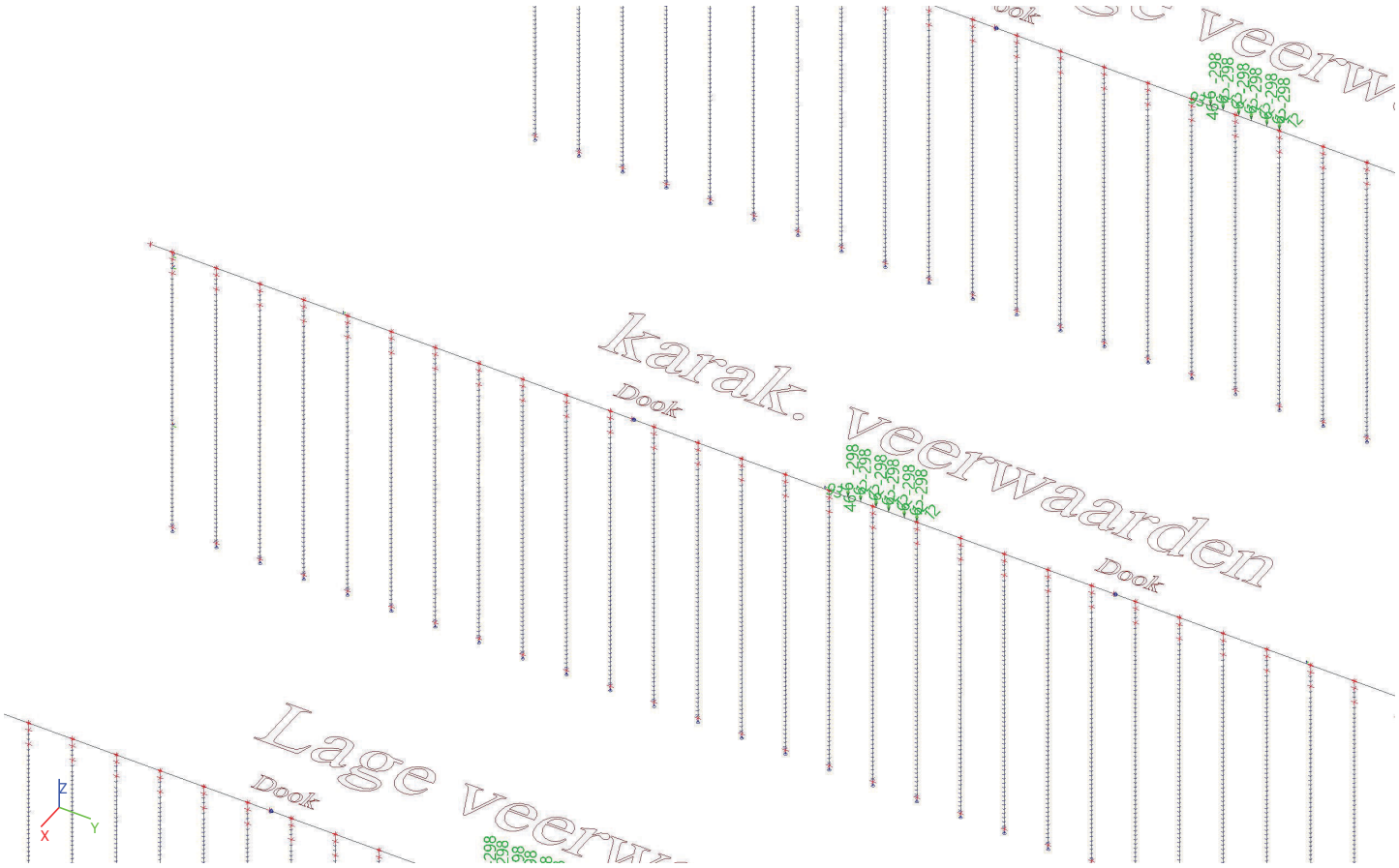
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1271	S1048	LCS	18	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1283	S1048	LCS	136	14,600	Abso	1
	BG15 - C III + ZW - pos 4	My	Moment		Vanaf begin	

10.15.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1423	S576	GCS	-225	15,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1424	S576	GCS	-225	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1425	S576	GCS	-225	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1429	S576	GCS	35	15,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1430	S576	GCS	35	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1431	S576	GCS	35	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1793	S576	GCS	273	16,200	Abso	1
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1872	S946	GCS	-225	15,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1873	S946	GCS	-225	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1874	S946	GCS	-225	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1875	S946	GCS	35	15,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1876	S946	GCS	35	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1877	S946	GCS	35	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1898	S946	GCS	273	16,200	Abso	1
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1977	S1048	GCS	-225	15,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf einde	
Fb1978	S1048	GCS	-225	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1979	S1048	GCS	-225	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1980	S1048	GCS	35	15,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf einde	
Fb1981	S1048	GCS	35	18,200	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1982	S1048	GCS	35	16,400	Abso	2
	BG15 - C III + ZW - pos 4	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2003	S1048	GCS	273	16,200	Abso	1
	BG15 - C III + ZW - pos 4	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.16. Belastingsgevallen - BG16

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG16	A (reg. bel) - pos 5	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.16.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M1012	S576	LCS	6	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1015	S576	LCS	6	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1016	S576	LCS	6	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1164	S576	LCS	46	13,800	Abso	1
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	
M1212	S946	LCS	6	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1213	S946	LCS	6	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1214	S946	LCS	6	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1224	S946	LCS	46	13,800	Abso	1
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	
M1272	S1048	LCS	6	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1273	S1048	LCS	6	15,600	Abso	2

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1274	S1048	LCS	6	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1284	S1048	LCS	46	13,800	Abso	1
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	

10.16.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1567	S576	GCS	-298	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1568	S576	GCS	-298	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1569	S576	GCS	-298	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1573	S576	GCS	12	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1574	S576	GCS	12	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1575	S576	GCS	12	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1794	S576	GCS	93	17,000	Abso	1
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1878	S946	GCS	-298	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1879	S946	GCS	-298	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1880	S946	GCS	-298	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1881	S946	GCS	12	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1882	S946	GCS	12	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1883	S946	GCS	12	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1899	S946	GCS	93	17,000	Abso	1
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1983	S1048	GCS	-298	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1984	S1048	GCS	-298	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1985	S1048	GCS	-298	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1986	S1048	GCS	12	13,800	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1987	S1048	GCS	12	17,400	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1988	S1048	GCS	12	15,600	Abso	2
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2004	S1048	GCS	93	17,000	Abso	1
	BG16 - A (reg. bel) - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.17. Belastingsgevallen - BG17

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG17	B (WZ-VW) - pos 5	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.17.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M1024	S576	LCS	13	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1027	S576	LCS	13	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1028	S576	LCS	13	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1165	S576	LCS	96	13,800	Abso	1
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	
M1215	S946	LCS	13	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1216	S946	LCS	13	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1217	S946	LCS	13	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1225	S946	LCS	96	13,800	Abso	1
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	
M1275	S1048	LCS	13	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1276	S1048	LCS	13	15,600	Abso	2

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1277	S1048	LCS	13	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1285	S1048	LCS	96	13,800	Abso	1
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	

10.17.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1585	S576	GCS	-313	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1586	S576	GCS	-313	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1587	S576	GCS	-313	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1591	S576	GCS	26	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1592	S576	GCS	26	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1593	S576	GCS	26	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1795	S576	GCS	192	17,000	Abso	1
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1884	S946	GCS	-313	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1885	S946	GCS	-313	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1886	S946	GCS	-313	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1887	S946	GCS	26	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1888	S946	GCS	26	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1889	S946	GCS	26	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1900	S946	GCS	192	17,000	Abso	1
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1989	S1048	GCS	-313	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1990	S1048	GCS	-313	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1991	S1048	GCS	-313	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1992	S1048	GCS	26	13,800	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1993	S1048	GCS	26	17,400	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1994	S1048	GCS	26	15,600	Abso	2
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2005	S1048	GCS	192	17,000	Abso	1
	BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.18. Belastingsgevallen - BG18

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG18	C III + ZW - pos 5	Variabel	Kraanbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.18.1. Moment op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
M1036	S576	LCS	18	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1039	S576	LCS	18	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1040	S576	LCS	18	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1166	S576	LCS	136	13,800	Abso	1
	BG18 - C III + ZW - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	
M1218	S946	LCS	18	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1219	S946	LCS	18	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1220	S946	LCS	18	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1226	S946	LCS	136	13,800	Abso	1
	BG18 - C III + ZW - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	
M1278	S1048	LCS	18	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1279	S1048	LCS	18	15,600	Abso	2

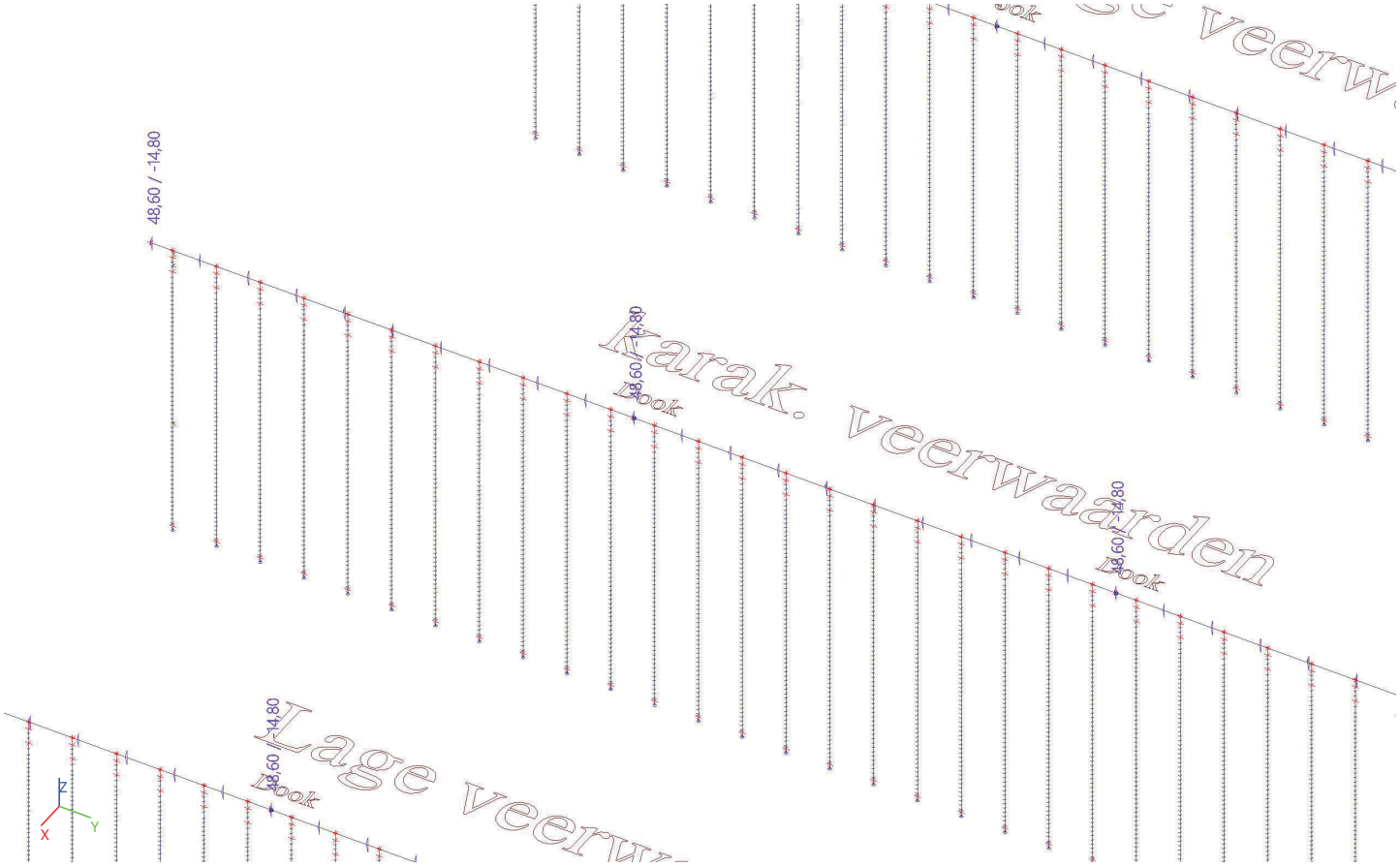
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - M [kNm]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	dx [m]
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1280	S1048	LCS	18	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Mx	Moment		Vanaf begin	0,800
M1286	S1048	LCS	136	13,800	Abso	1
	BG18 - C III + ZW - pos 5	My	Moment		Vanaf begin	

10.18.2. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
Fb1603	S576	GCS	-225	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1604	S576	GCS	-225	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1605	S576	GCS	-225	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1609	S576	GCS	35	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1610	S576	GCS	35	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1611	S576	GCS	35	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1796	S576	GCS	273	17,000	Abso	1
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1890	S946	GCS	-225	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1891	S946	GCS	-225	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1892	S946	GCS	-225	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1893	S946	GCS	35	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1894	S946	GCS	35	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1895	S946	GCS	35	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1901	S946	GCS	273	17,000	Abso	1
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	
Fb1995	S1048	GCS	-225	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1996	S1048	GCS	-225	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1997	S1048	GCS	-225	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Z	Kracht		Vanaf begin	
Fb1998	S1048	GCS	35	13,800	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb1999	S1048	GCS	35	17,400	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2000	S1048	GCS	35	15,600	Abso	2
	BG18 - C III + ZW - pos 5	X	Kracht		Vanaf begin	
Fb2006	S1048	GCS	273	17,000	Abso	1
	BG18 - C III + ZW - pos 5	Y	Kracht		Vanaf einde	

10.19. Belastingsgevallen - BG19

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG19	Temperatuur - Zomer	Variabel	Temperatuur	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

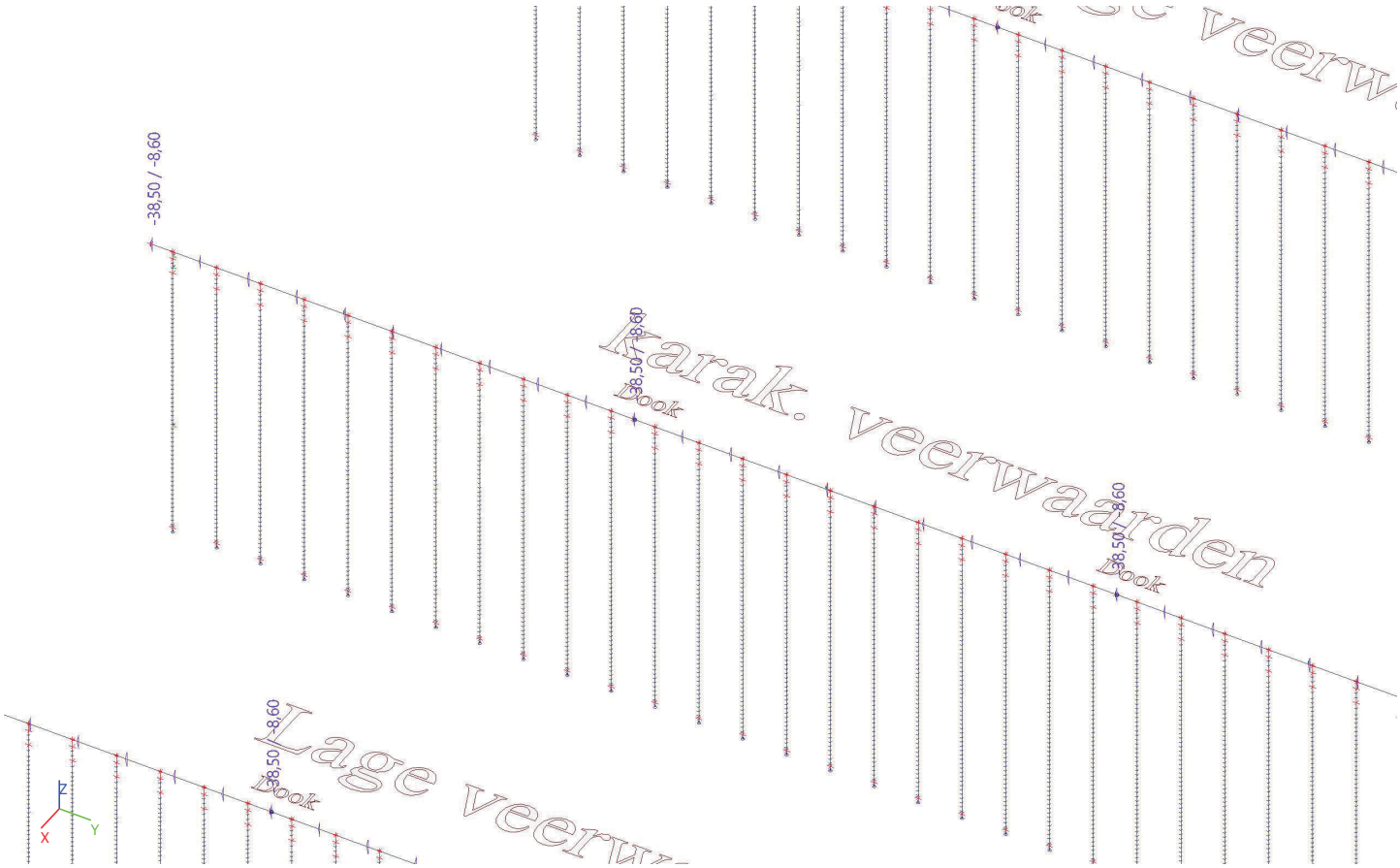


10.19.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x_1	Coör	Oors	Verdeling	+y - Links delta [K]	+z - Boven delta [K]
			Pos x_2				-y - Rechts delta [K]	-z - Onder delta [K]
Temp30	S575	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp31	S576	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp32	S577	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp37	S945	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp40	S946	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp43	S947	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp46	S1047	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp49	S1048	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80
Temp52	S1049	BG19 - Temperatuur - Zomer	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	48,60
			1.000				0,00	-14,80

10.20. Belastingsgevallen - BG20

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG20	Temperatuur - Winter	Variabel	Temperatuur	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

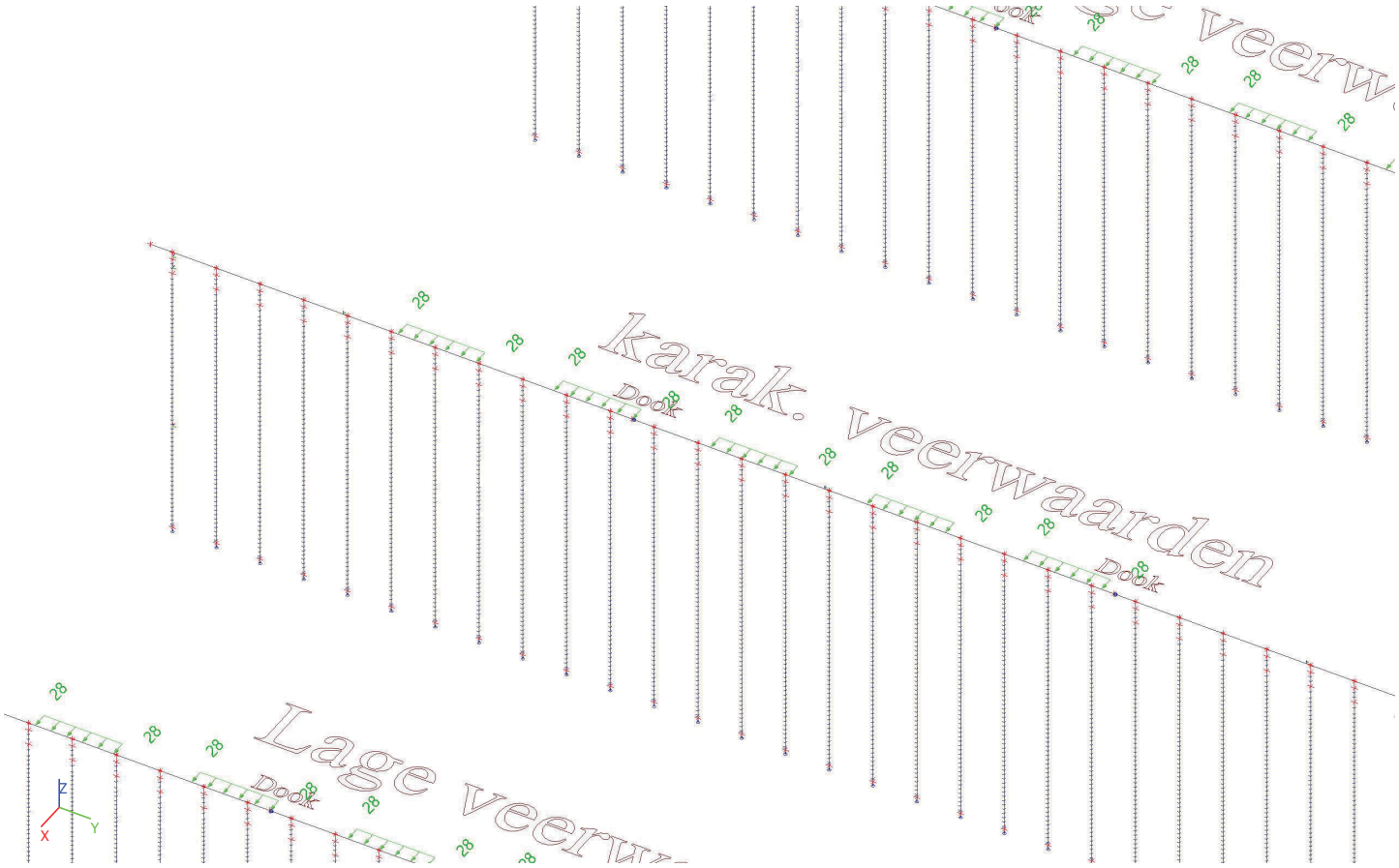


10.20.1. Thermische belasting

Naam	Staaf	Belastingsgeval	Pos x_1 / Pos x_2	Coör	Oors	Verdeling	+y - Links delta [K] / -y - Rechts delta [K]	+z - Boven delta [K] / -z - Onder delta [K]
Temp33	S575	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp34	S576	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp35	S577	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp38	S945	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp41	S946	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp44	S947	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp47	S1047	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp50	S1048	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60
Temp53	S1049	BG20 - Temperatuur - Winter	0.000	Rela	Vanaf begin	Lineair	0,00	-38,50
			1.000				0,00	-8,60

10.21. Belastingsgevallen - BG21

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG21	MV - dook - even	Variabel	Terreinbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



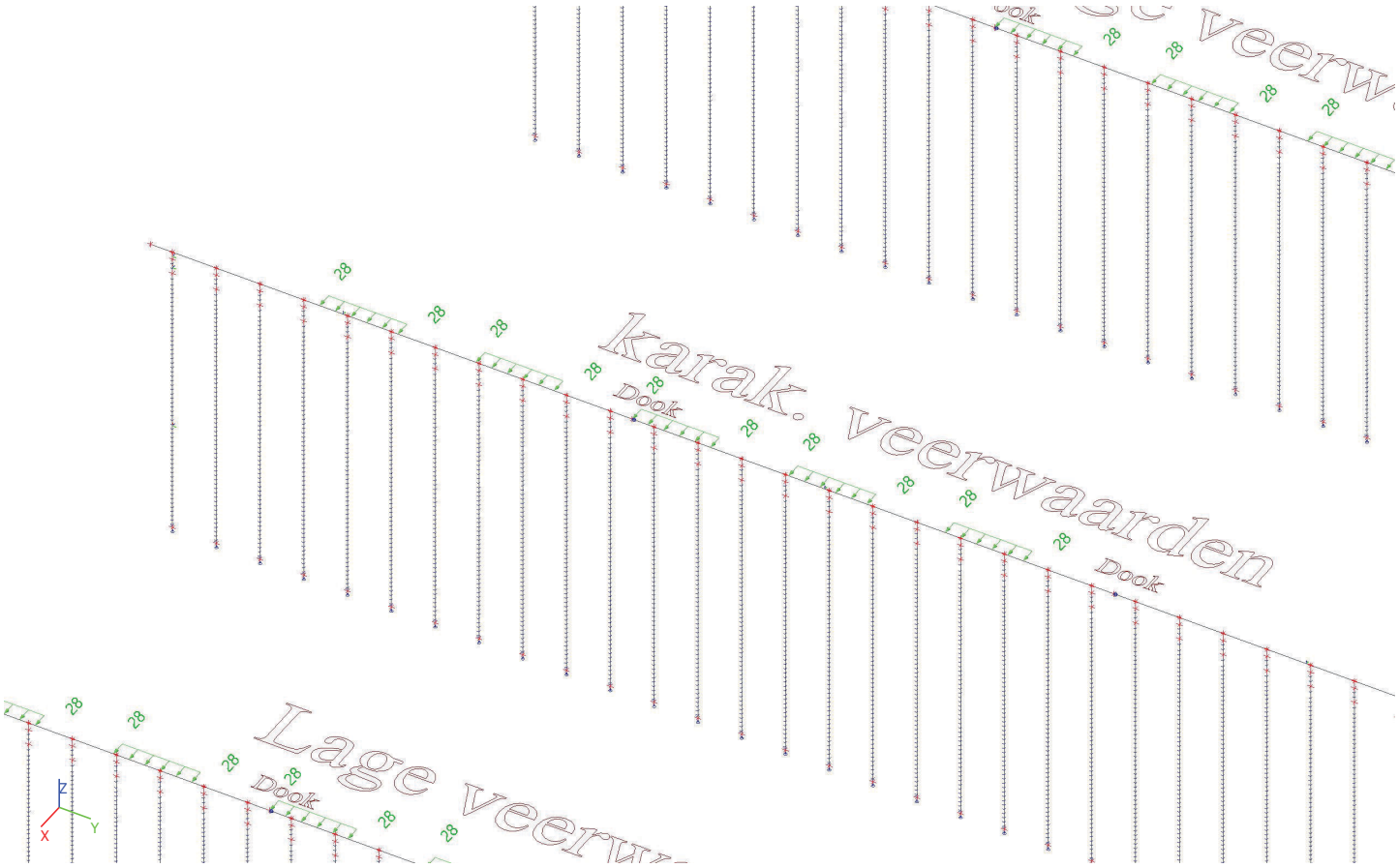
10.21.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1 [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2 [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast18	S575	Kracht	X	28	0,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		5,000	Lengte		0,000
Lijnlast19	S1047	Kracht	X	28	0,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		5,000	Lengte		0,000
Lijnlast20	S945	Kracht	X	28	0,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		5,000	Lengte		0,000
Lijnlast21	S945	Kracht	X	28	10,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		15,000	Lengte		0,000
Lijnlast22	S575	Kracht	X	28	10,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		15,000	Lengte		0,000
Lijnlast23	S1047	Kracht	X	28	10,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		15,000	Lengte		0,000
Lijnlast24	S946	Kracht	X	28	5,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		10,000	Lengte		0,000
Lijnlast25	S576	Kracht	X	28	5,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		10,000	Lengte		0,000
Lijnlast26	S1048	Kracht	X	28	5,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		10,000	Lengte		0,000
Lijnlast84	S576	Kracht	X	28	15,000	Abso	Vanaf begin	0,000

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1 [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2 [m]	Loc		Exc ez [m]
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		20,000	Lengte		0,000
Lijnlast85	S946	Kracht	X	28	15,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		20,000	Lengte		0,000
Lijnlast86	S1048	Kracht	X	28	15,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		20,000	Lengte		0,000
Lijnlast87	S576	Kracht	X	28	25,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		30,000	Lengte		0,000
Lijnlast88	S1048	Kracht	X	28	25,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		30,000	Lengte		0,000
Lijnlast89	S946	Kracht	X	28	25,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG21 - MV - dook - even	GCS	Gelijkmatig		30,000	Lengte		0,000

10.22. Belastingsgevallen - BG22

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG22	MV - dook - oneven	Variabel	Terreinbelasting	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



10.22.1. Lijnlast

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1 [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2 [m]	Loc		Exc ez [m]
Lijnlast27	S945	Kracht	X	28	5,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		10,000	Lengte		0,000
Lijnlast28	S575	Kracht	X	28	5,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		10,000	Lengte		0,000
Lijnlast29	S1047	Kracht	X	28	5,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		10,000	Lengte		0,000
Lijnlast30	S946	Kracht	X	28	0,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		5,000	Lengte		0,000
Lijnlast31	S576	Kracht	X	28	0,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		5,000	Lengte		0,000
Lijnlast32	S1048	Kracht	X	28	0,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		5,000	Lengte		0,000
Lijnlast33	S946	Kracht	X	28	10,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		15,000	Lengte		0,000
Lijnlast34	S576	Kracht	X	28	10,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		15,000	Lengte		0,000
Lijnlast35	S1048	Kracht	X	28	10,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		15,000	Lengte		0,000
Lijnlast90	S576	Kracht	X	28	20,000	Abso	Vanaf begin	0,000

Naam	Staaf	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1 [m]	Coör	Oors	Exc ey [m]
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2 [m]	Loc		Exc ez [m]
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		25,000	Lengte		0,000
Lijnlast91	S1048	Kracht	X	28	20,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		25,000	Lengte		0,000
Lijnlast92	S946	Kracht	X	28	20,000	Abso	Vanaf begin	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		25,000	Lengte		0,000
Lijnlast93	S945	Kracht	X	28	15,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		20,000	Lengte		0,000
Lijnlast94	S575	Kracht	X	28	15,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		20,000	Lengte		0,000
Lijnlast95	S1047	Kracht	X	28	15,000	Abso	Vanaf einde	0,000
	BG22 - MV - dook - oneven	GCS	Gelijkmatig		20,000	Lengte		0,000

11. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
Kraanbelasting	Variabel	Exclusief	Constructiebelasting
Temperatuur	Variabel	Exclusief	Constructiebelasting
Terreinbelasting	Variabel	Standaard	Constructiebelasting

12. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT-1		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,20
			BG2 - kraanrail	1,20
			BG4 - A (reg. bel) - pos 1	1,35
			BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	1,35
			BG6 - C III + ZW - pos 1	1,35
			BG7 - A (reg. bel) - pos 2	1,35
			BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	1,35
			BG9 - C III + ZW - pos 2	1,35
			BG10 - A (reg. bel) - pos 3	1,35
			BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	1,35
			BG12 - C III + ZW - pos 3	1,35
			BG13 - A (reg. bel) - pos 4	1,35
			BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	1,35
			BG15 - C III + ZW - pos 4	1,35
			BG16 - A (reg. bel) - pos 5	1,35
			BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	1,35
			BG18 - C III + ZW - pos 5	1,35
			BG21 - MV - dook - even	1,05
			BG22 - MV - dook - oneven	1,05
UGT-2		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,20
			BG2 - kraanrail	1,20
			BG4 - A (reg. bel) - pos 1	1,35
			BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	1,35
			BG6 - C III + ZW - pos 1	1,35
			BG7 - A (reg. bel) - pos 2	1,35
			BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	1,35
			BG9 - C III + ZW - pos 2	1,35
			BG10 - A (reg. bel) - pos 3	1,35
			BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	1,35
			BG12 - C III + ZW - pos 3	1,35
			BG13 - A (reg. bel) - pos 4	1,35
			BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	1,35
			BG15 - C III + ZW - pos 4	1,35
			BG16 - A (reg. bel) - pos 5	1,35
			BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	1,35
			BG18 - C III + ZW - pos 5	1,35
			BG21 - MV - dook - even	1,50
			BG22 - MV - dook - oneven	1,50
UGT-3		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - kraanrail	0,90
			BG4 - A (reg. bel) - pos 1	1,35
			BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	1,35
			BG6 - C III + ZW - pos 1	1,35
			BG7 - A (reg. bel) - pos 2	1,35
			BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	1,35
			BG9 - C III + ZW - pos 2	1,35
			BG10 - A (reg. bel) - pos 3	1,35
			BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	1,35
			BG12 - C III + ZW - pos 3	1,35
			BG13 - A (reg. bel) - pos 4	1,35
			BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	1,35
			BG15 - C III + ZW - pos 4	1,35
			BG16 - A (reg. bel) - pos 5	1,35
			BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	1,35
			BG18 - C III + ZW - pos 5	1,35
			BG21 - MV - dook - even	1,05

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG22 - MV - dook - oneven	1,05
UGT-4		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - kraanrail	0,90
			BG4 - A (reg. bel) - pos 1	1,35
			BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	1,35
			BG6 - C III + ZW - pos 1	1,35
			BG7 - A (reg. bel) - pos 2	1,35
			BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	1,35
			BG9 - C III + ZW - pos 2	1,35
			BG10 - A (reg. bel) - pos 3	1,35
			BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	1,35
			BG12 - C III + ZW - pos 3	1,35
			BG13 - A (reg. bel) - pos 4	1,35
			BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	1,35
			BG15 - C III + ZW - pos 4	1,35
			BG16 - A (reg. bel) - pos 5	1,35
			BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	1,35
			BG18 - C III + ZW - pos 5	1,35
			BG21 - MV - dook - even	1,50
			BG22 - MV - dook - oneven	1,50
BGT-1		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - kraanrail	1,00
			BG3 - krimp	1,00
			BG4 - A (reg. bel) - pos 1	0,90
			BG5 - B (WZ-VW) - pos 1	0,90
			BG6 - C III + ZW - pos 1	0,90
			BG7 - A (reg. bel) - pos 2	0,90
			BG8 - B (WZ-VW) - pos 2	0,90
			BG9 - C III + ZW - pos 2	0,90
			BG10 - A (reg. bel) - pos 3	0,90
			BG11 - B (WZ-VW) - pos 3	0,90
			BG12 - C III + ZW - pos 3	0,90
			BG13 - A (reg. bel) - pos 4	0,90
			BG14 - B (WZ-VW) - pos 4	0,90
			BG15 - C III + ZW - pos 4	0,90
			BG16 - A (reg. bel) - pos 5	0,90
			BG17 - B (WZ-VW) - pos 5	0,90
			BG18 - C III + ZW - pos 5	0,90
			BG19 - Temperatuur - Zomer	0,30
			BG20 - Temperatuur - Winter	0,30
			BG21 - MV - dook - even	0,30
			BG22 - MV - dook - oneven	0,30
BGT-2		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - kraanrail	1,00
			BG3 - krimp	1,00
			BG19 - Temperatuur - Zomer	0,80
			BG20 - Temperatuur - Winter	0,80
			BG21 - MV - dook - even	0,30
			BG22 - MV - dook - oneven	0,30
BGT-3		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - kraanrail	1,00
			BG3 - krimp	1,00
			BG19 - Temperatuur - Zomer	0,50
			BG20 - Temperatuur - Winter	0,50
			BG21 - MV - dook - even	0,30
			BG22 - MV - dook - oneven	0,30

13. Resultaten

13.1. Kraanbalk

13.1.1. UGT-Resultaten

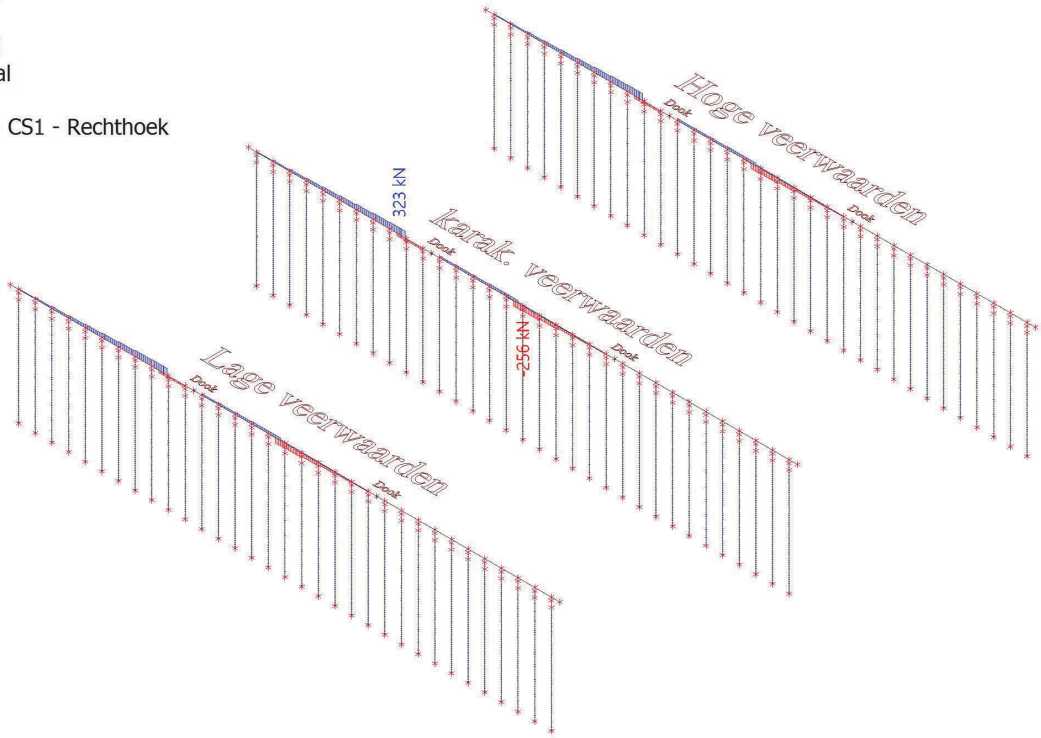
13.1.1.1. Interne 1D-krachten

Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S576	13,800+	UGT-1/1	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	**-256**	35	64	-71	408	115
S575	23,800+	UGT-1/2	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	**323**	41	127	-150	-257	-34
S1047	29,400-	UGT-2/3	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	-60	**-166**	-686	-42	45	46
S1048	12,600+	UGT-2/4	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	119	**144**	415	-78	-232	1
S1047	29,400-	UGT-1/5	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	-57	-78	**-912**	-15	92	69
S945	26,600+	UGT-1/6	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	-97	51	**761**	-92	287	133
S1047	12,600+	UGT-2/7	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	164	54	25	**-214**	8	11
S1048	23,800+	UGT-2/8	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	-60	86	68	**169**	-161	23
S1048	1,400-	UGT-1/9	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	0	-78	-577	0	**-778**	-109
S1047	27,600-	UGT-1/6	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	-80	11	292	-65	**772**	166
S1048	1,400-	UGT-2/10	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	0	-150	-435	0	-578	**-211**
S1048	17,200-	UGT-2/11	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	-228	-2	-46	-2	544	**254**

13.1.1.2. Interne 1D-krachten; N

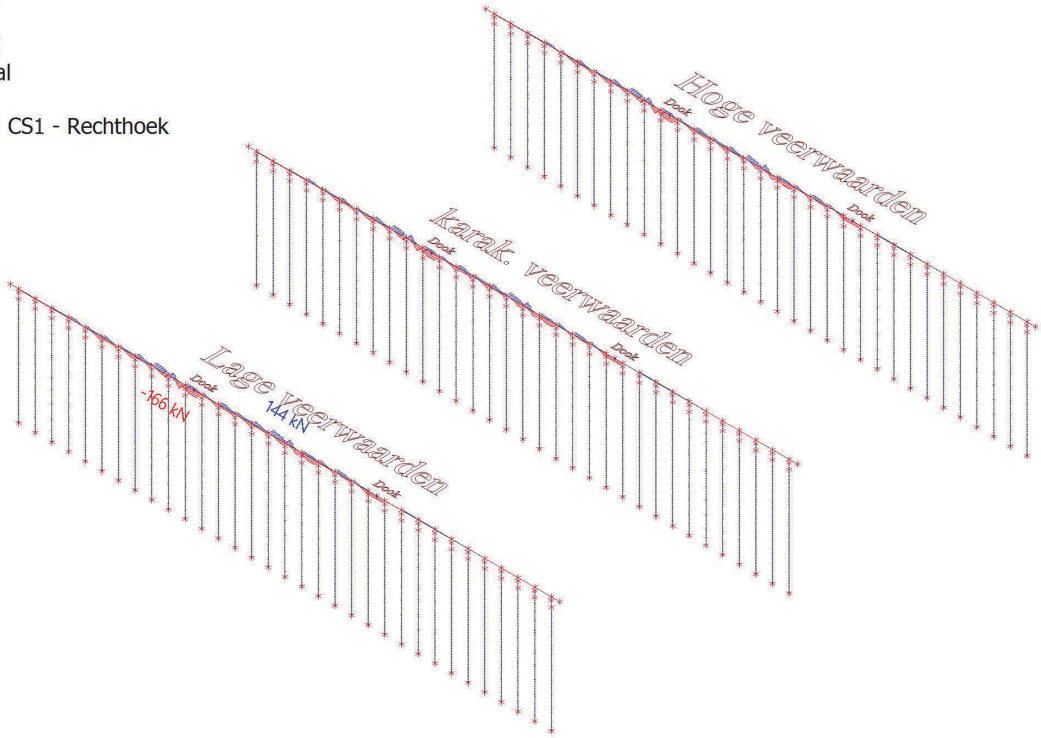
Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)





13.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_y

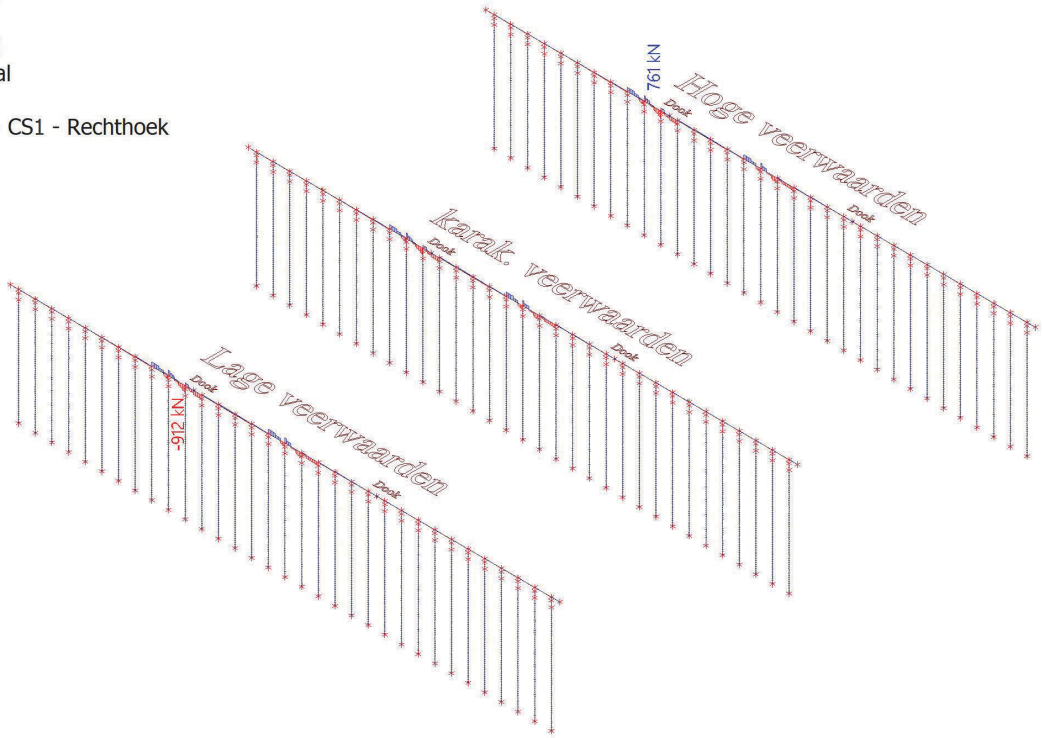
Waardes: **V_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)





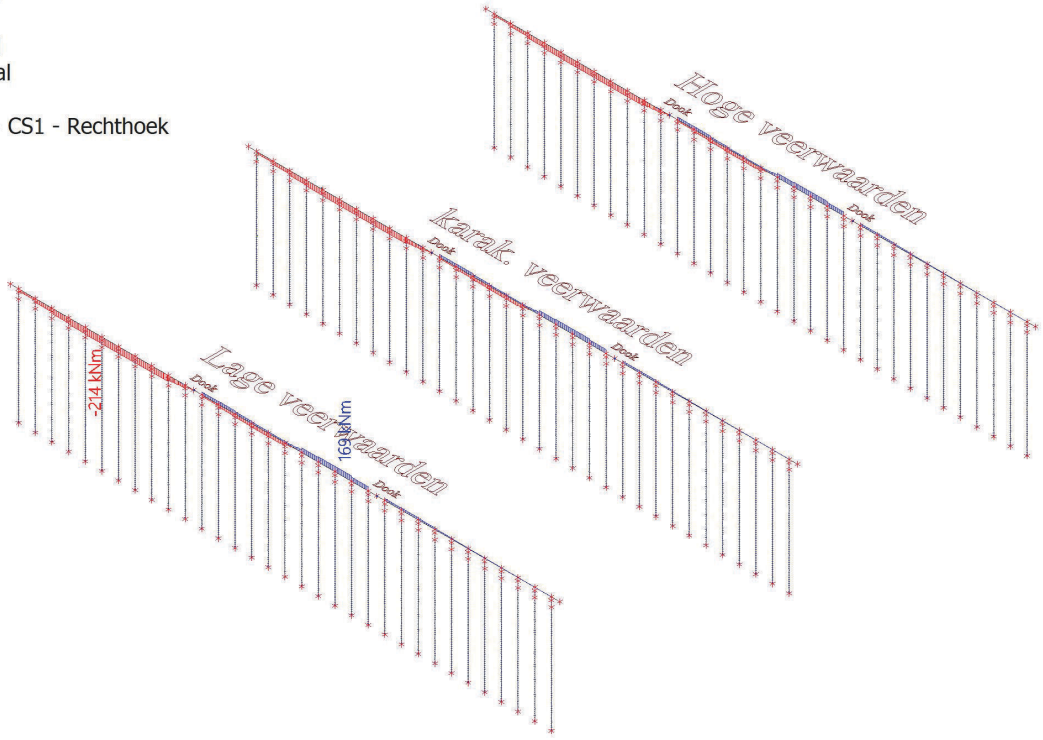
13.1.1.4. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)



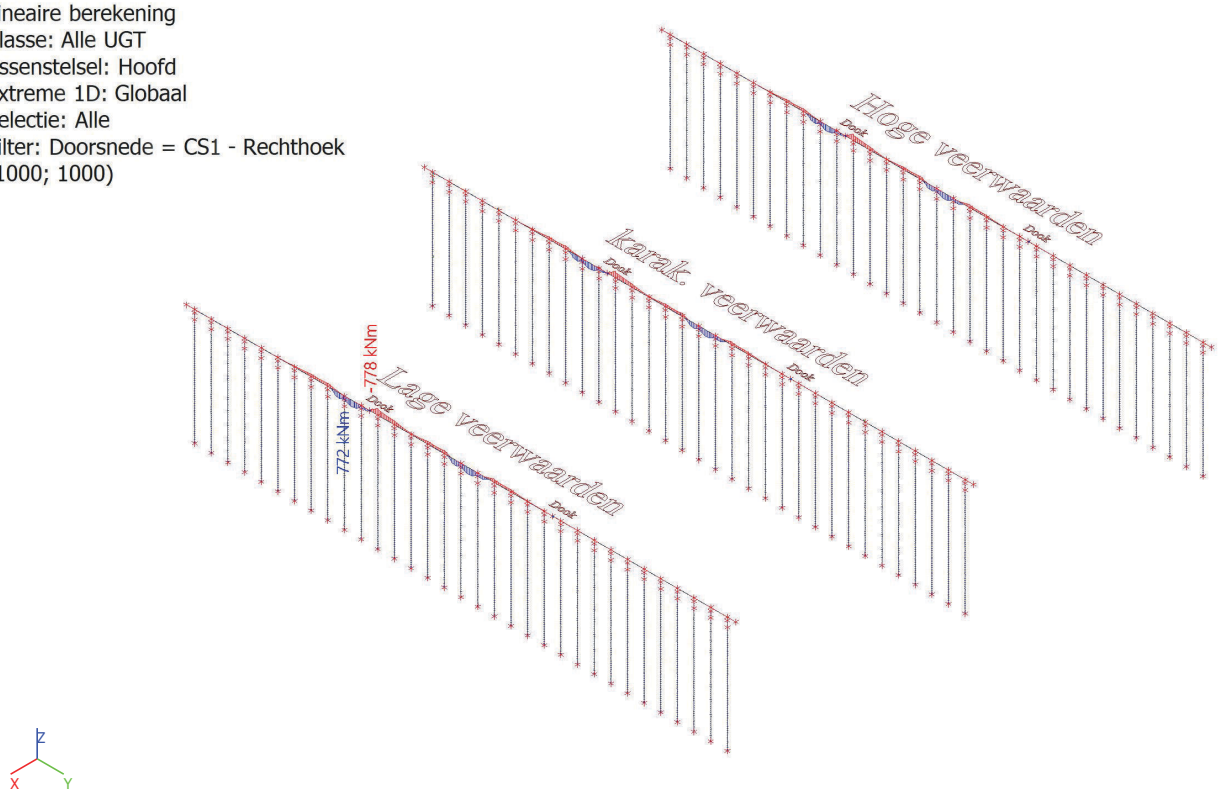
13.1.1.5. Interne 1D-krachten; M_x

Waardes: **M_x**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)



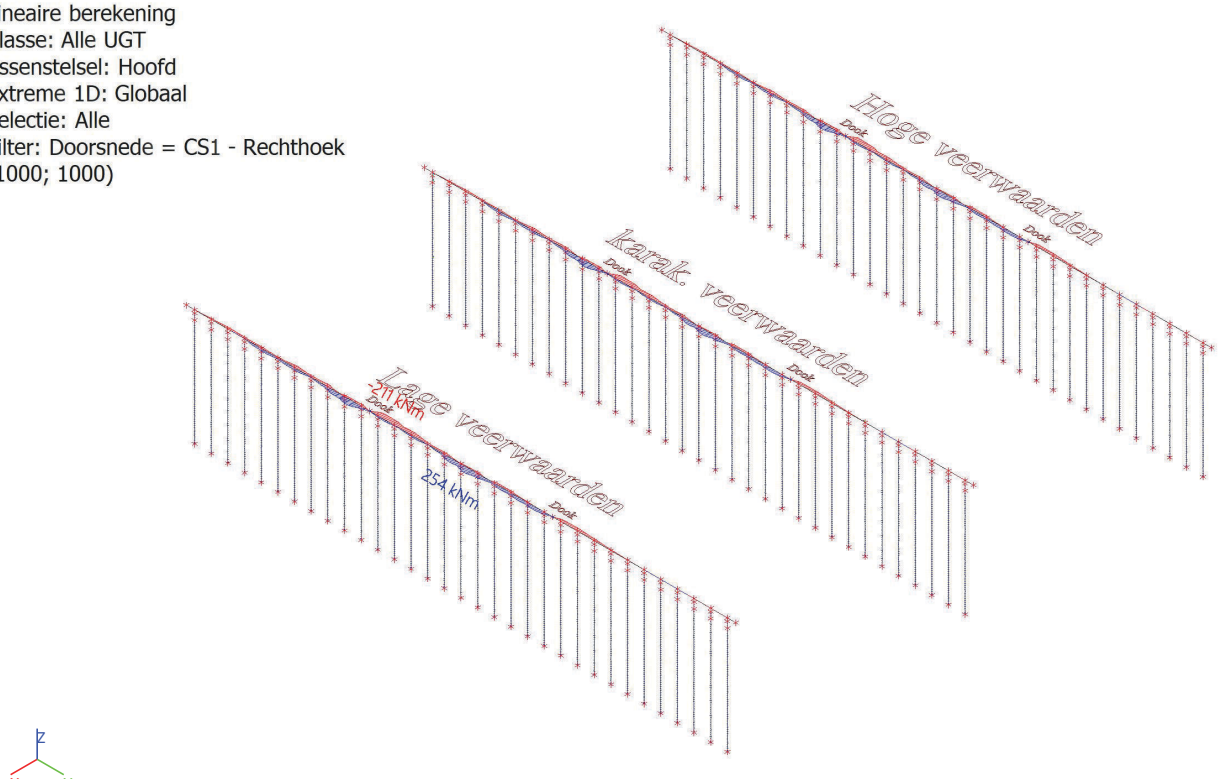
13.1.1.6. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)



13.1.1.7. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: **M_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)



13.1.2. BGT-Resultaten

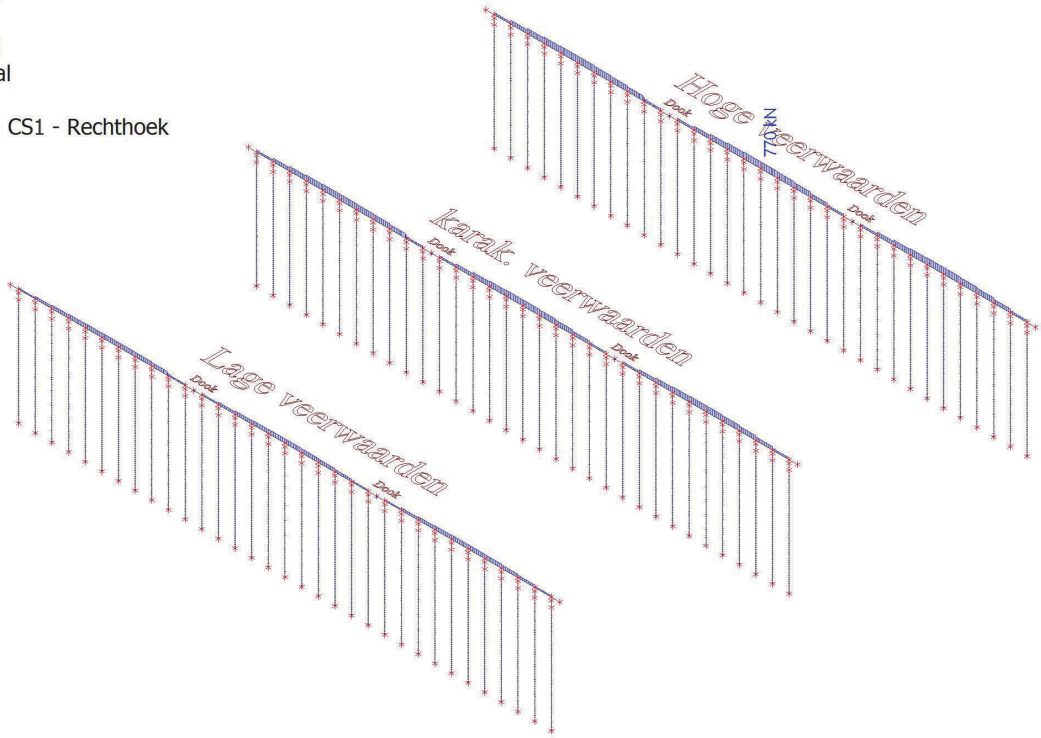
13.1.2.1. Interne 1D-krachten

Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S946	15,400+	BGT-2/1	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	**770**	0	45	0	-244	0
S1047	29,400-	BGT-1/2	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	56	**-82**	-423	-18	129	53
S1048	12,600+	BGT-1/3	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	376	**69**	280	-60	-151	13
S1047	29,400-	BGT-1/4	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	51	-52	**-620**	-10	159	46
S945	26,600+	BGT-1/5	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	114	34	**611**	-62	92	89
S1047	23,800+	BGT-1/6	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	390	39	134	**-112**	-213	-28
S1048	21,000+	BGT-1/3	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	171	11	71	**80**	-178	-16
S1048	1,400-	BGT-1/7	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	**0**	-52	-392	0	**-524**	-73
S1048	16,400-	BGT-1/8	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	111	24	280	-14	**681**	94
S1048	4,200+	BGT-1/9	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	218	27	53	56	-134	**-116**
S1047	27,600-	BGT-1/10	CS1 - Rechthoek (1000; 1000)	45	15	176	-40	407	**144**

13.1.2.2. Interne 1D-krachten; N

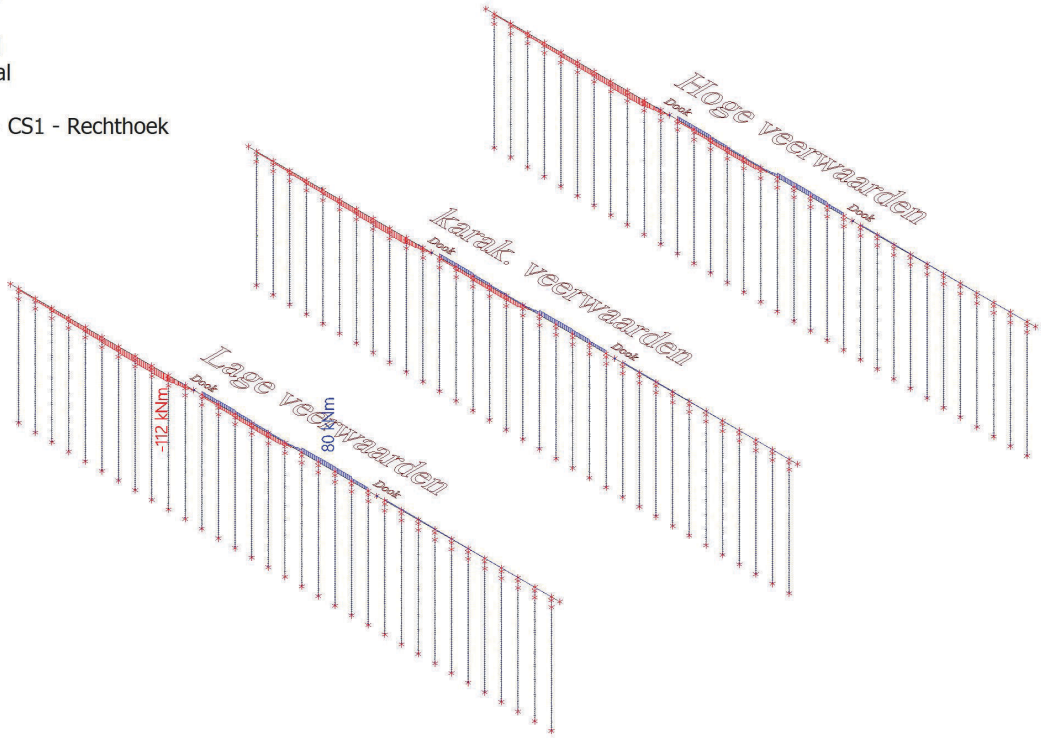
Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)





13.1.2.3. Interne 1D-krachten; M_x

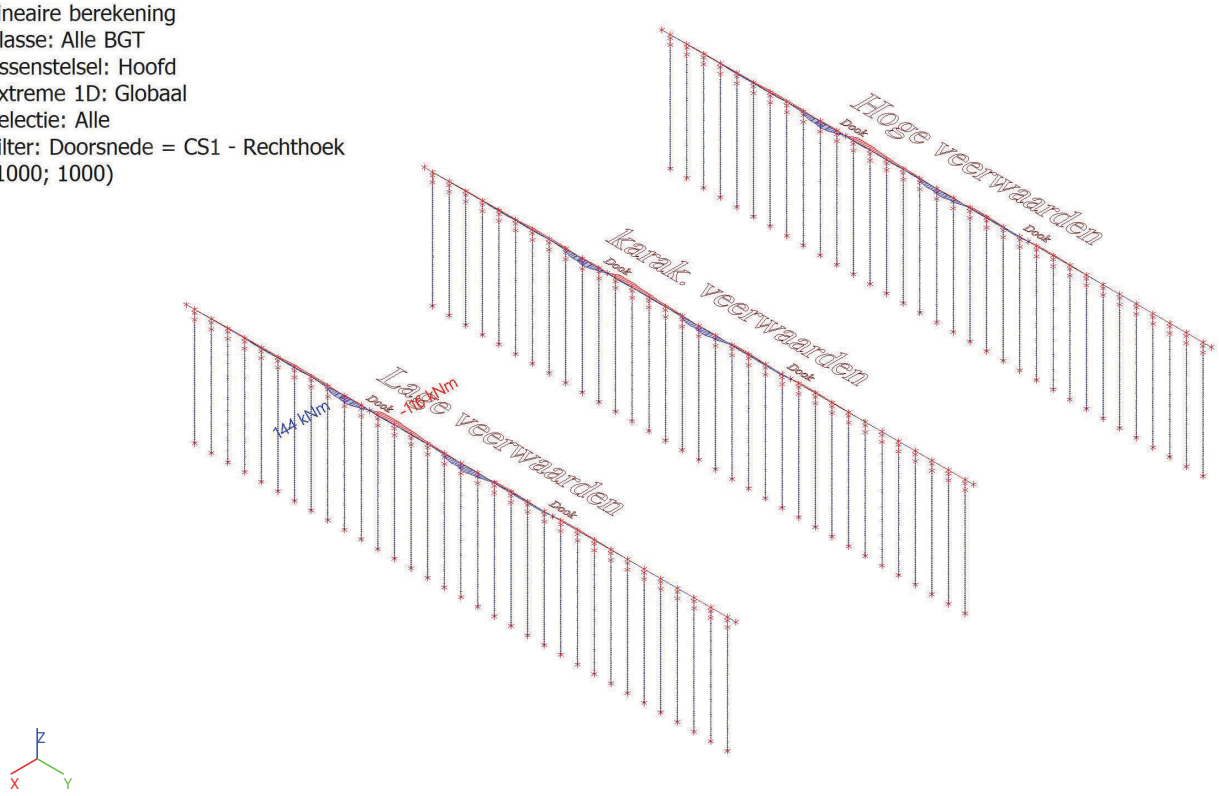
Waardes: **M_x**
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)





13.1.2.4. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: M_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)



13.1.3. Verplaatsingen

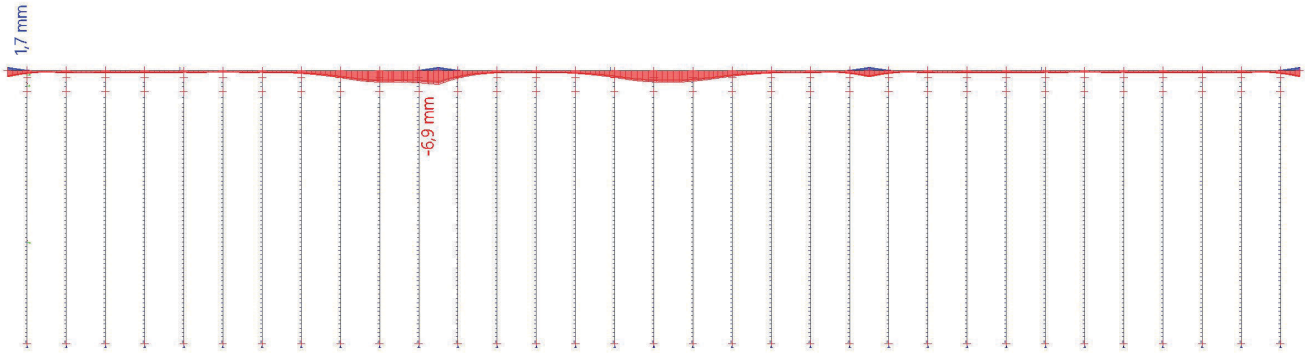
13.1.3.1. Verplaatsing van knopen

Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)

Naam	Belasting	U_x [mm]	U_y [mm]	U_z [mm]	Φ_x [mrad]	Φ_y [mrad]	Φ_z [mrad]	U_{total} [mm]
K1561	BGT-2/1	0,0	**-6,3**	1,3	1,1	0,0	0,0	6,5
K1560	BGT-2/1	**0,0**	**6,3**	1,3	-1,1	**0,0**	0,0	6,5
K1561	BGT-1/2	3,4	-2,0	**-6,9**	-0,7	1,9	-0,1	7,9
K1391	BGT-2/1	0,0	6,1	**1,7**	-1,2	0,0	0,0	6,3
K1561	BGT-2/3	0,0	-1,6	-3,1	**-1,5**	0,0	0,0	3,5
K1576	BGT-1/2	2,5	2,3	-3,8	**1,7**	0,8	0,6	5,1
K1573	BGT-1/4	3,7	-0,9	-1,7	-0,5	2,3	**-0,4**	4,2
K1576	BGT-1/4	4,4	3,1	-2,7	0,9	1,7	**0,8**	6,0
K1561	BGT-1/5	**6,7**	-2,6	-4,4	0,0	**3,8**	-0,1	**8,4**

13.1.3.2. 1D-vervormingen; u_z

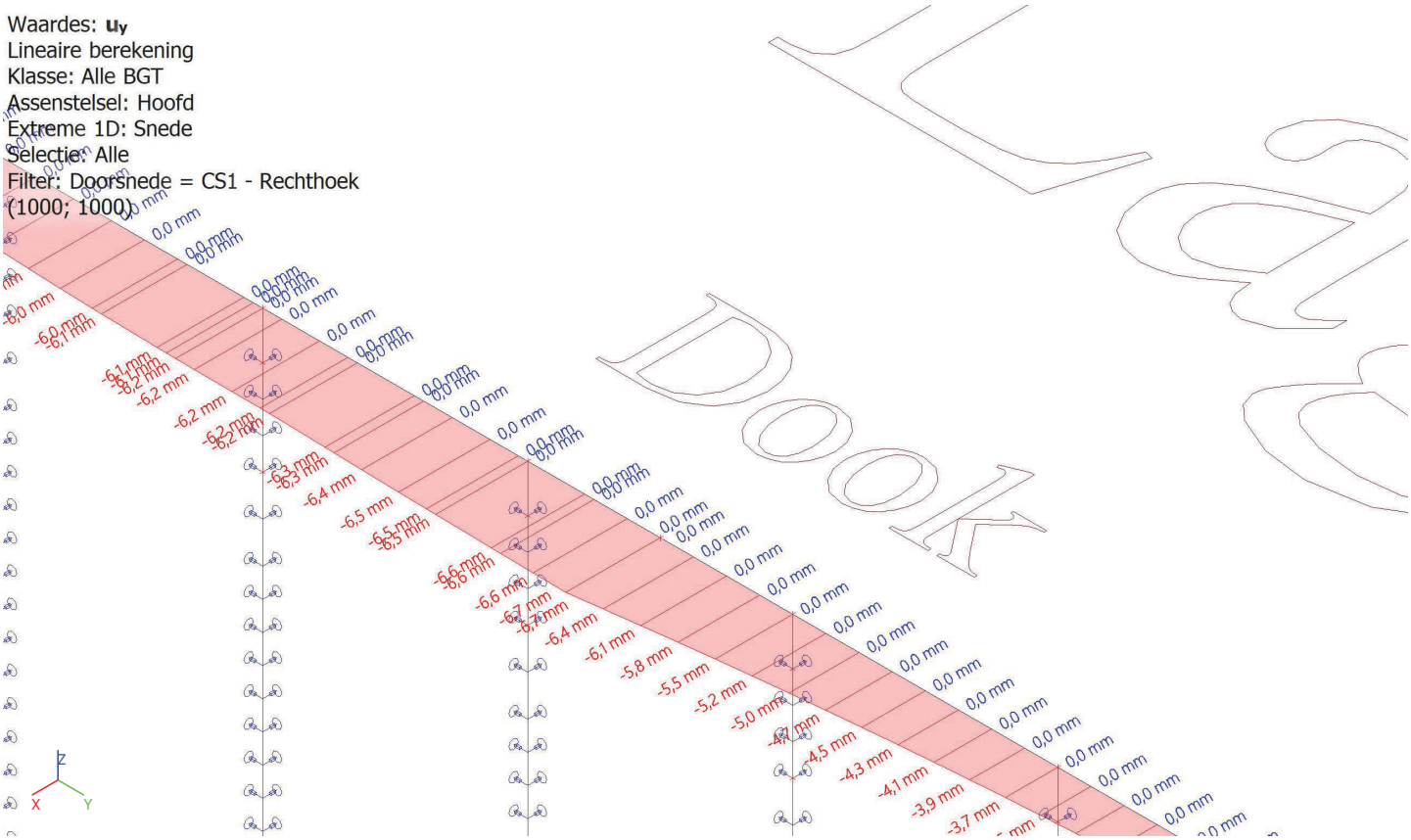
Waardes: u_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek
(1000; 1000)





13.1.3.3. 1D-vervormingen; u_y

Waardes: u_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Snede
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = CS1 - Rechthoek (1000; 1000)



13.2. Paalfundering

13.2.1. Paalkop

13.2.1.1. UGT

13.2.1.1.1. Interne 1D-krachten

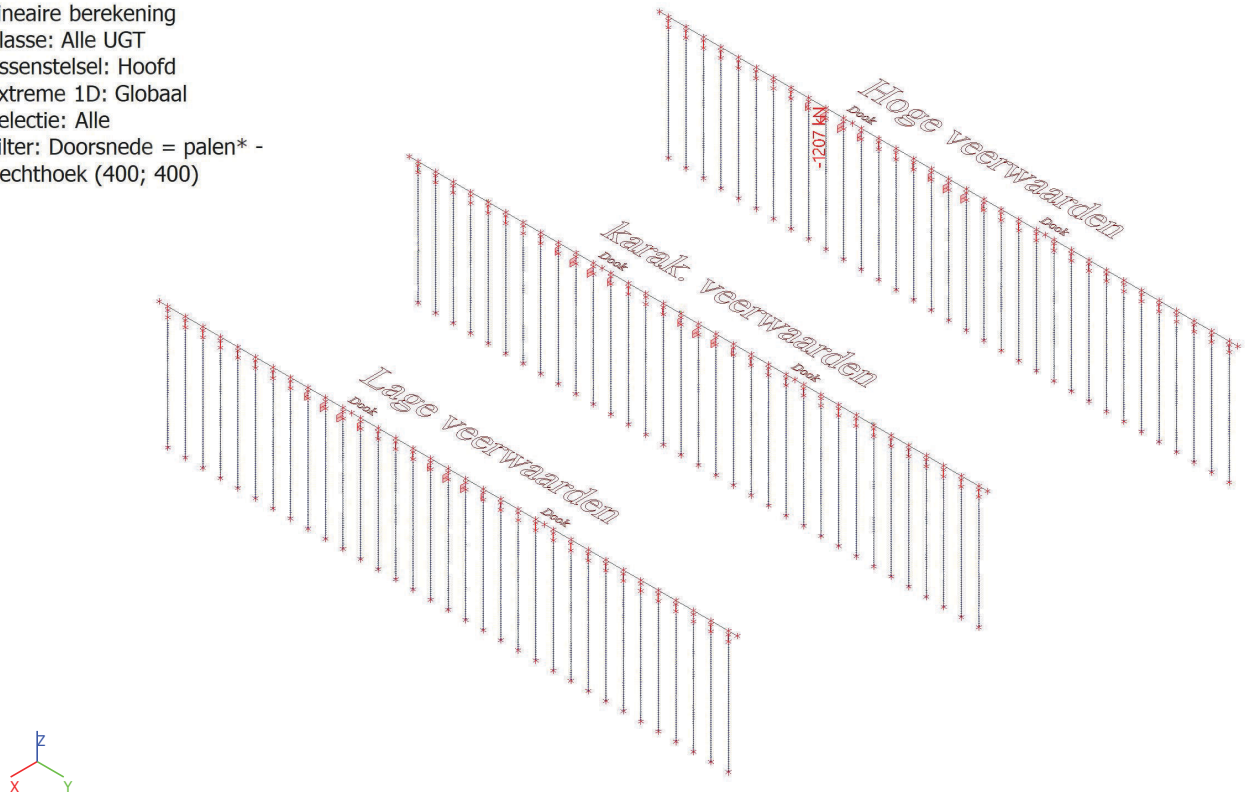
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* - Rechthoek (400; 400)

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S979	0,000	UGT-1/1	palen* - Rechthoek (400; 400)	**-1207**	-10	4	0	-42	8
S1090	0,500+	UGT-1/1	palen* - Rechthoek (400; 400)	**-19**	9	-4	**0**	-12	2
S979	0,500+	UGT-1/2	palen* - Rechthoek (400; 400)	-877	**-85**	0	0	-59	-36
S994	0,500+	UGT-1/3	palen* - Rechthoek (400; 400)	-582	**44**	12	0	-12	28
S1012	0,000	UGT-2/4	palen* - Rechthoek (400; 400)	-89	-11	**-49**	0	-78	4
S1084	0,500+	UGT-2/5	palen* - Rechthoek (400; 400)	-536	-50	**149**	0	-99	-41
S1081	0,000	UGT-2/5	palen* -	-885	-17	44	0	**-154**	7

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
			Rechthoek (400; 400)						
S1084	1,000	UGT-1/6	palen* - Rechthoek (400; 400)	-536	-50	77	0	**31**	-66
S1180	1,000	UGT-1/1	palen* - Rechthoek (400; 400)	-689	-80	58	0	20	**-93**
S1192	1,000	UGT-1/3	palen* - Rechthoek (400; 400)	-586	43	12	0	-6	**51**

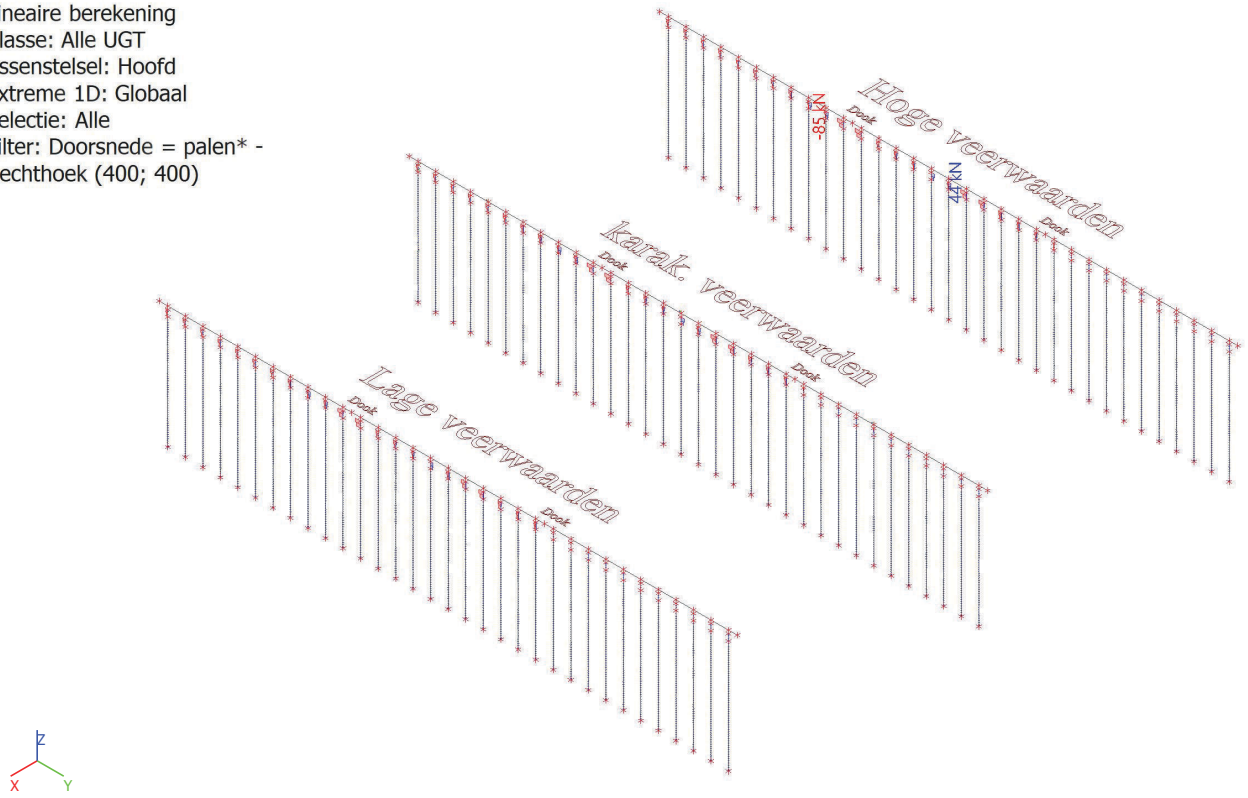
13.2.1.1.2. Interne 1D-krachten; N

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* - Rechthoek (400; 400)



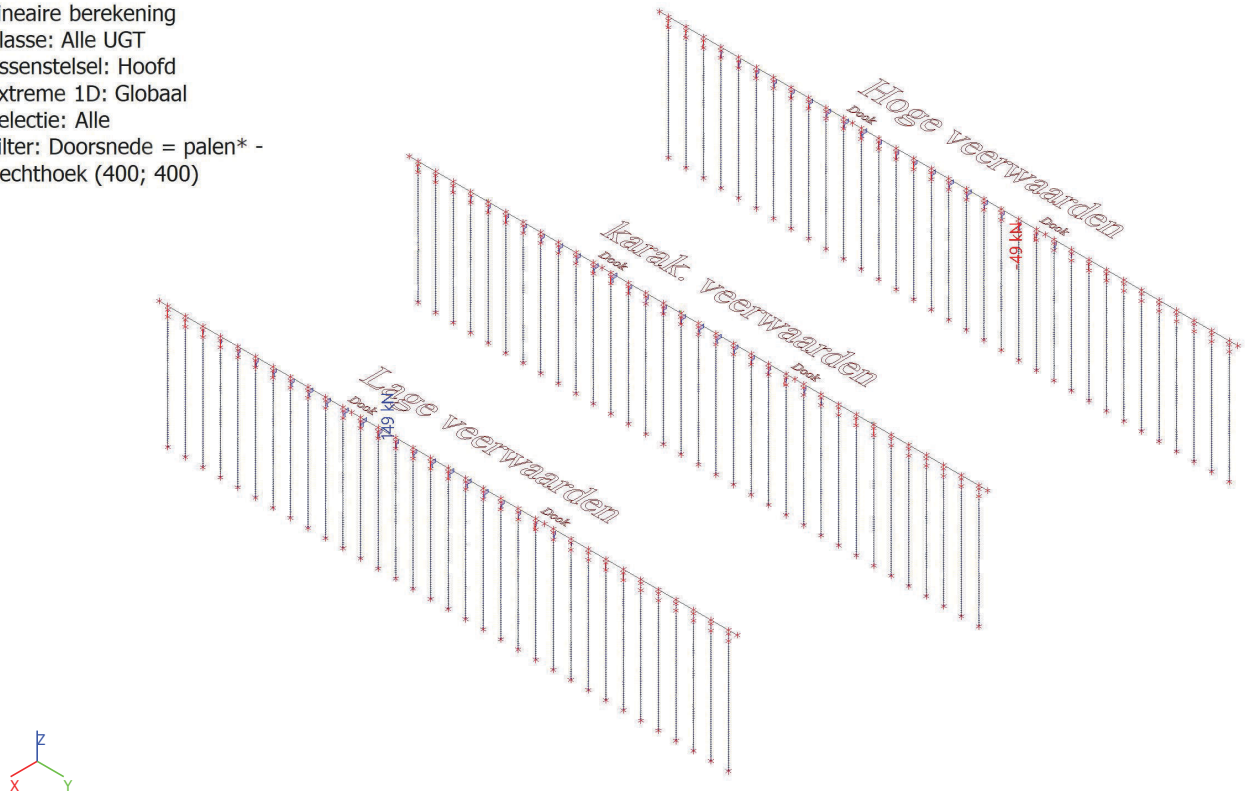
13.2.1.1.3. Interne 1D-krachten; V_y

Waardes: **V_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* -
Rechthoek (400; 400)



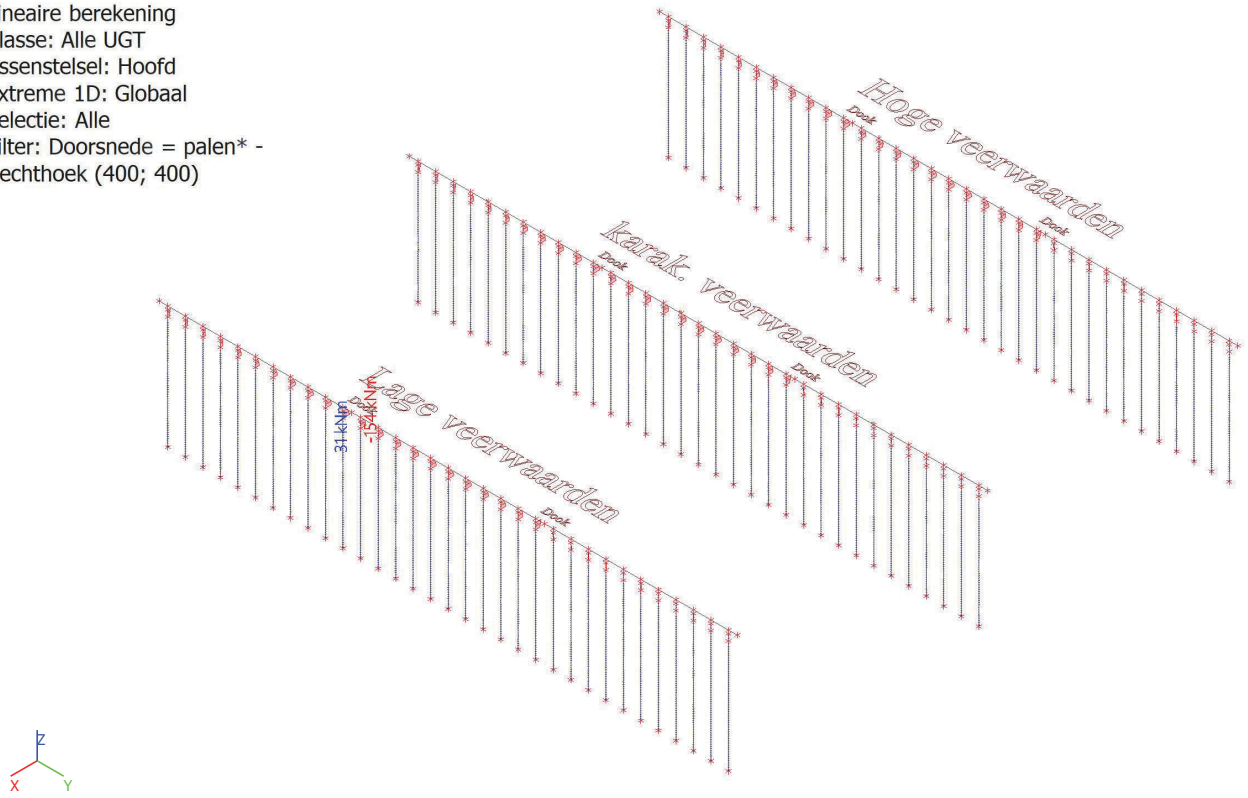
13.2.1.1.4. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* -
Rechthoek (400; 400)



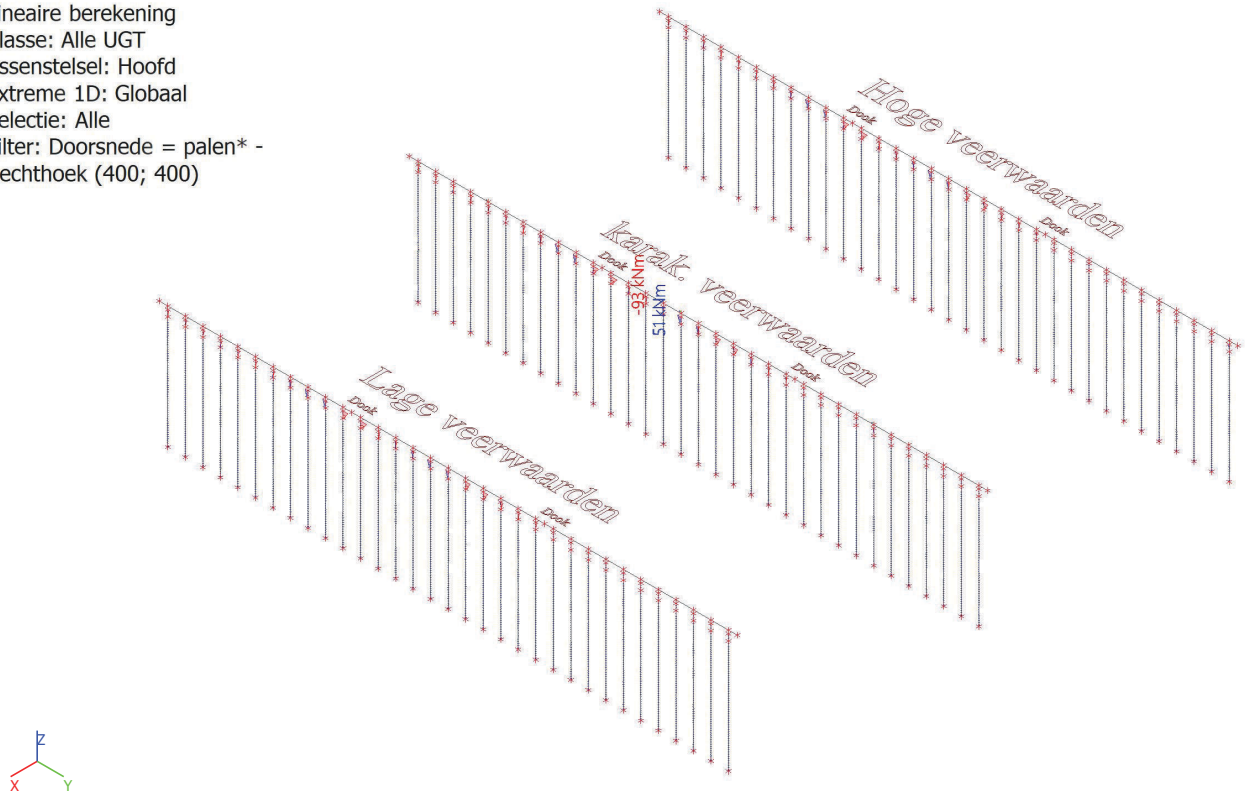
13.2.1.1.5. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* -
Rechthoek (400; 400)



13.2.1.1.6. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: **M_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* -
Rechthoek (400; 400)



13.2.1.2. BGT

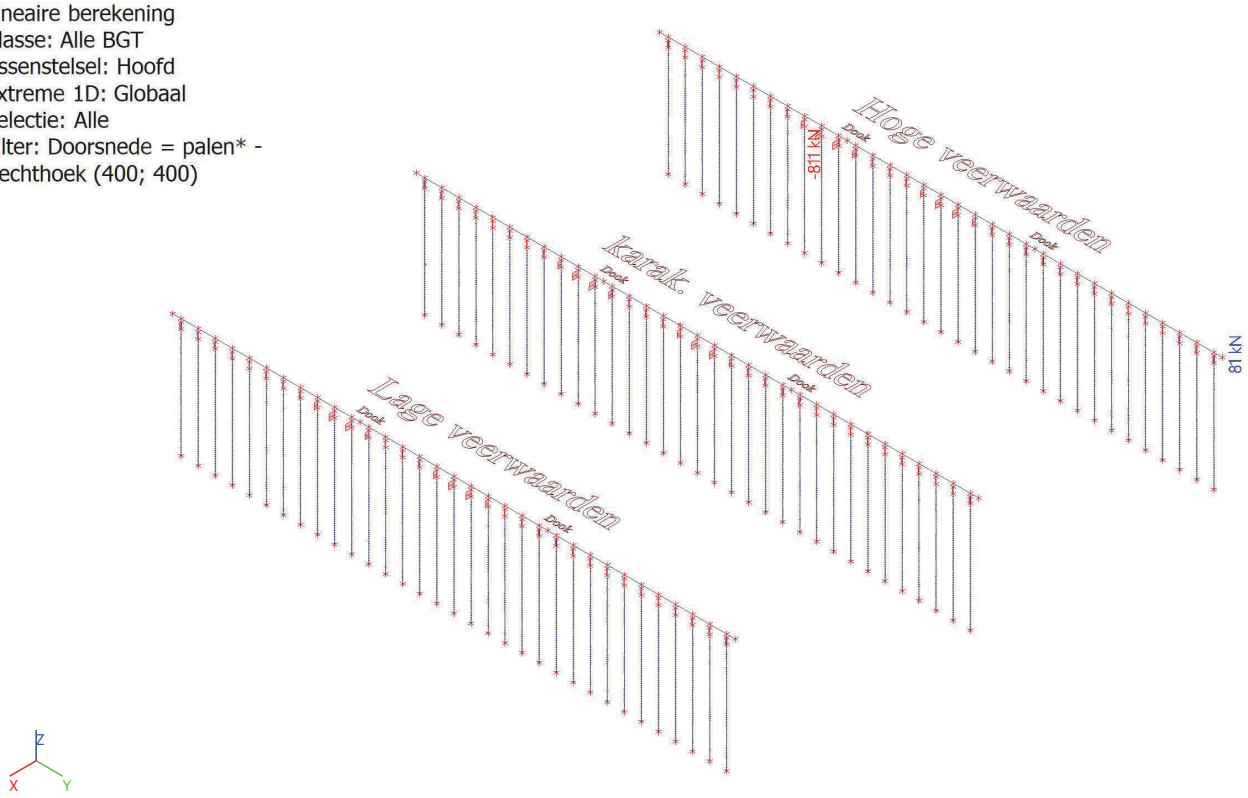
13.2.1.2.1. Interne 1D-krachten

Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* - Rechthoek (400; 400)

Naam	dx [m]	Belasting	Doorsnede	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S979	0,000	BGT-1/1	palen* - Rechthoek (400; 400)	**-811**	55	3	0	-28	-6
S1045	0,500+	BGT-2/2	palen* - Rechthoek (400; 400)	**81**	184	0	**0**	0	15
S979	0,500+	BGT-2/2	palen* - Rechthoek (400; 400)	81	**184**	0	0	0	15
S1012	0,500+	BGT-1/3	palen* - Rechthoek (400; 400)	-12	102	**-20**	0	-24	13
S1084	0,500+	BGT-1/4	palen* - Rechthoek (400; 400)	-330	-112	**66**	0	-24	-44
S1081	0,000	BGT-1/4	palen* - Rechthoek (400; 400)	-564	37	16	0	**-58**	-4
S1084	1,000	BGT-1/5	palen* - Rechthoek (400; 400)	-330	-112	52	0	**20**	-100
S982	1,000	BGT-1/6	palen* - Rechthoek (400; 400)	-373	**-195**	38	0	13	**-145**
S1009	1,000	BGT-2/2	palen* - Rechthoek (400; 400)	-120	167	0	0	0	**108**

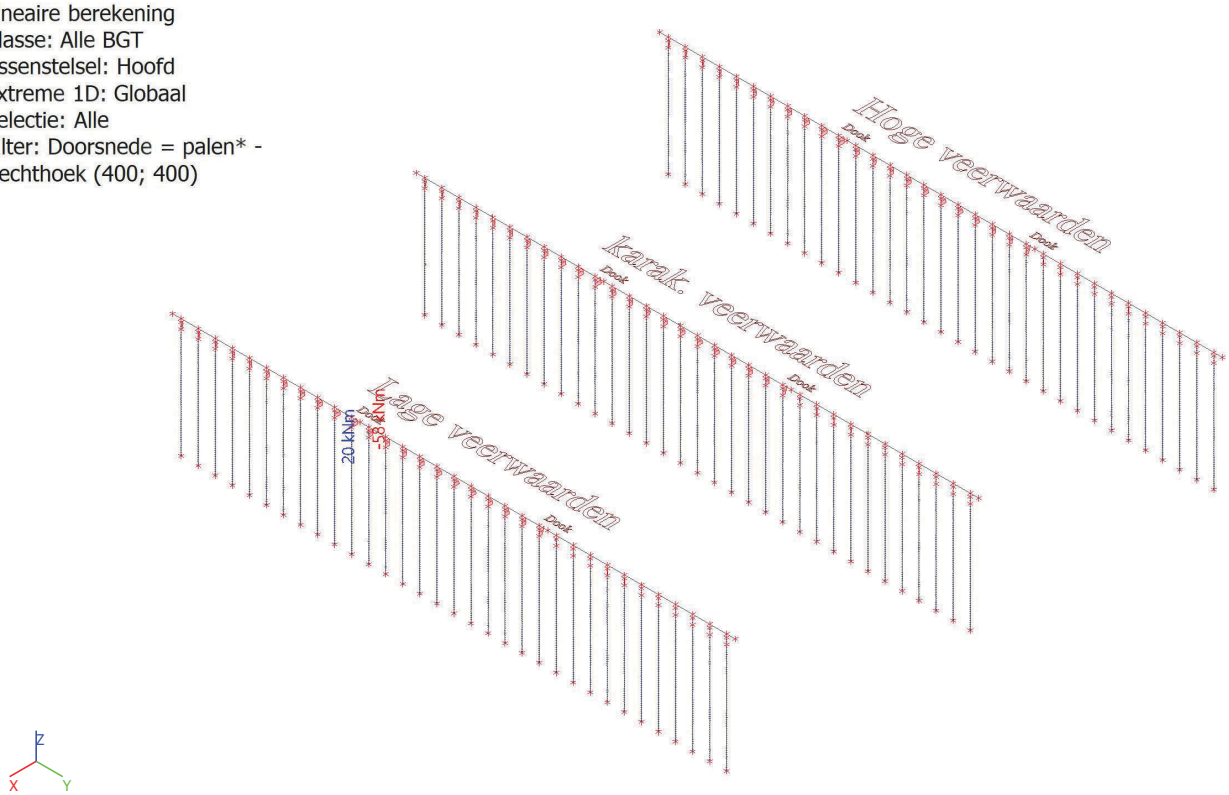
13.2.1.2.2. Interne 1D-krachten; N

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* - Rechthoek (400; 400)



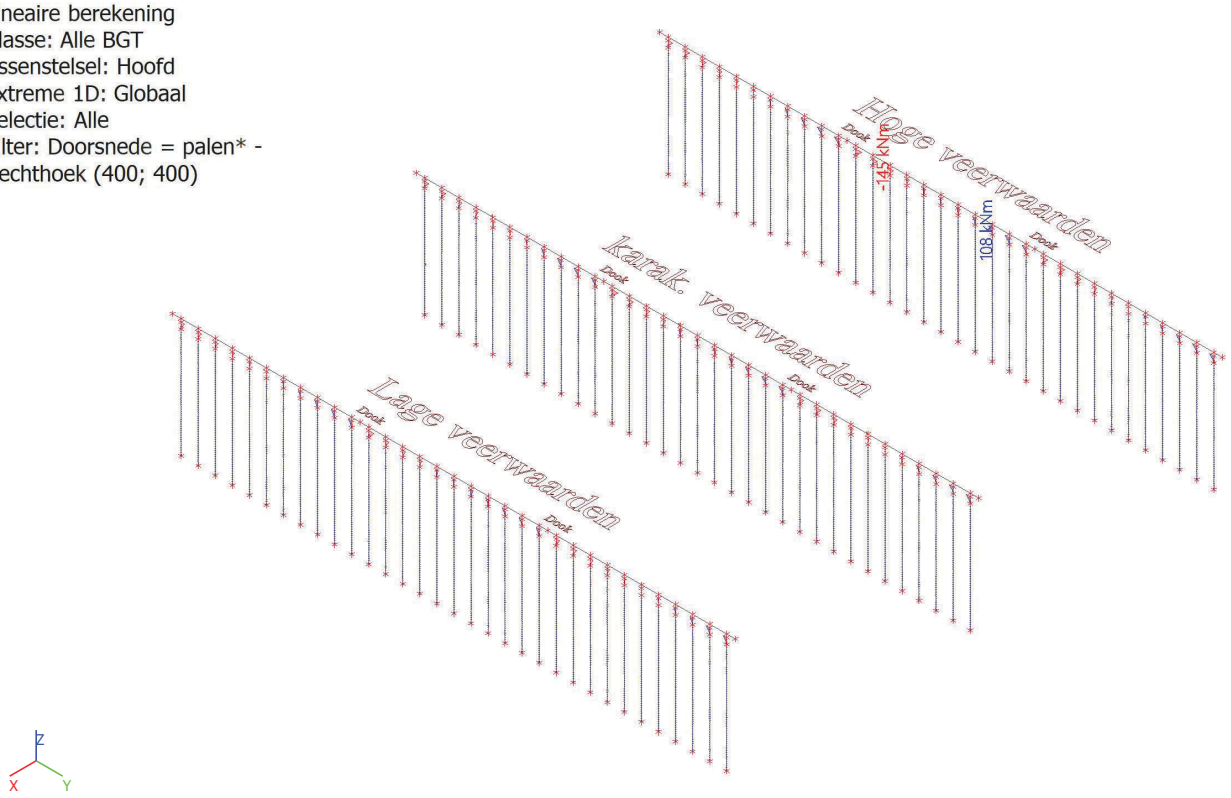
13.2.1.2.3. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* - Rechthoek (400; 400)



13.2.1.2.4. Interne 1D-krachten; M_z

Waardes: **M_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Doorsnede = palen* - Rechthoek (400; 400)



13.2.2. Draagvermogen

13.2.2.1. Reacties

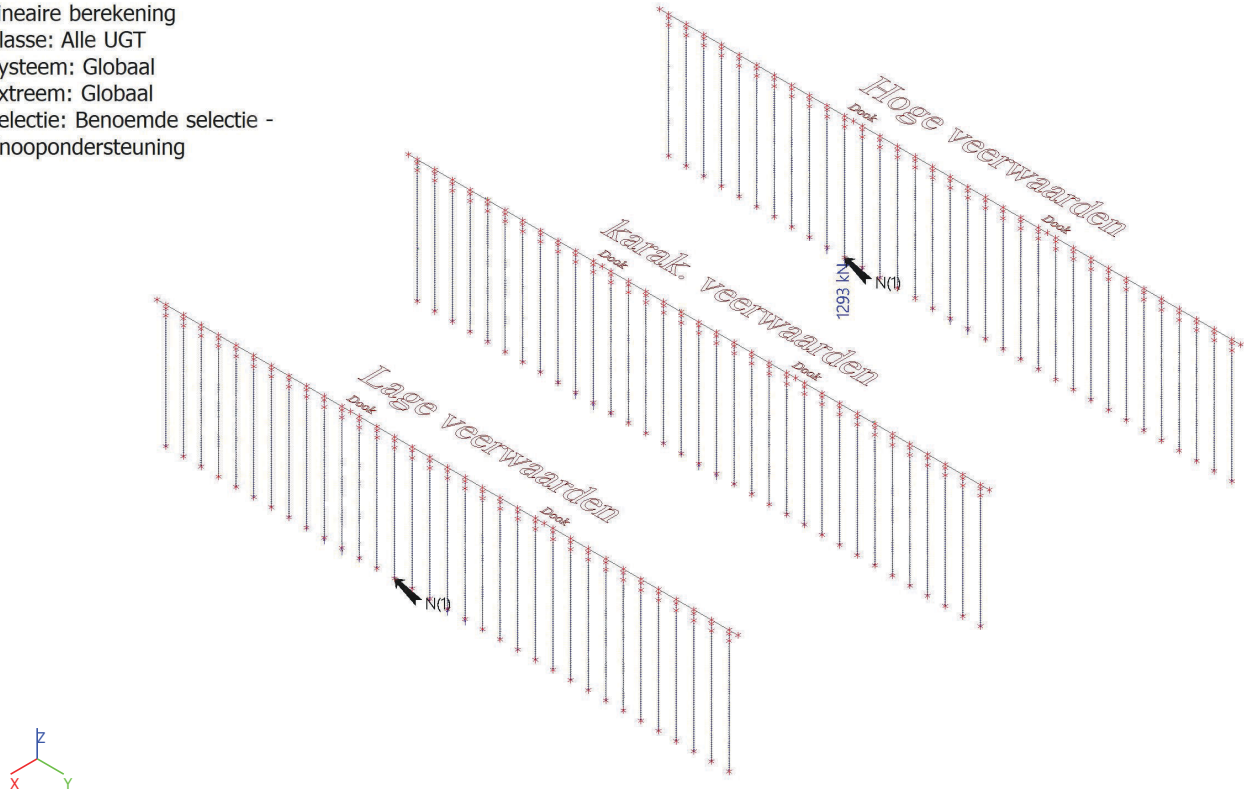
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - Knoopondersteuning
Knoopreacties

Naam	Belasting	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]	Fouten, waarschuwingen, opmerkingen
Sn307/K1470	UGT-2/1	**0**	0	966	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn340/K1639	UGT-2/2	**0**	0	971	**0**	**0**	**0**	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn377/K1787	UGT-1/3	0	**0**	674	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn340/K1639	UGT-1/4	0	**0**	745	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn343/K1651	UGT-1/5	0	0	**108**	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn307/K1470	UGT-1/5	0	0	**1293**	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01

Naam	Combinatiesleutel
UGT-2/1	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.35*BG11 + 1.50*BG21 + 1.50*BG22
UGT-2/2	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.35*BG6 + 1.50*BG21 + 1.50*BG22
UGT-1/3	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.35*BG16
UGT-1/4	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.35*BG12
UGT-1/5	1.20*BG1 + 1.35*BG5 + 1.20*BG2

13.2.2.2. Reacties; R_z

Waardes: **Rz**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - Knoopondersteuning



13.2.2.3. Reacties

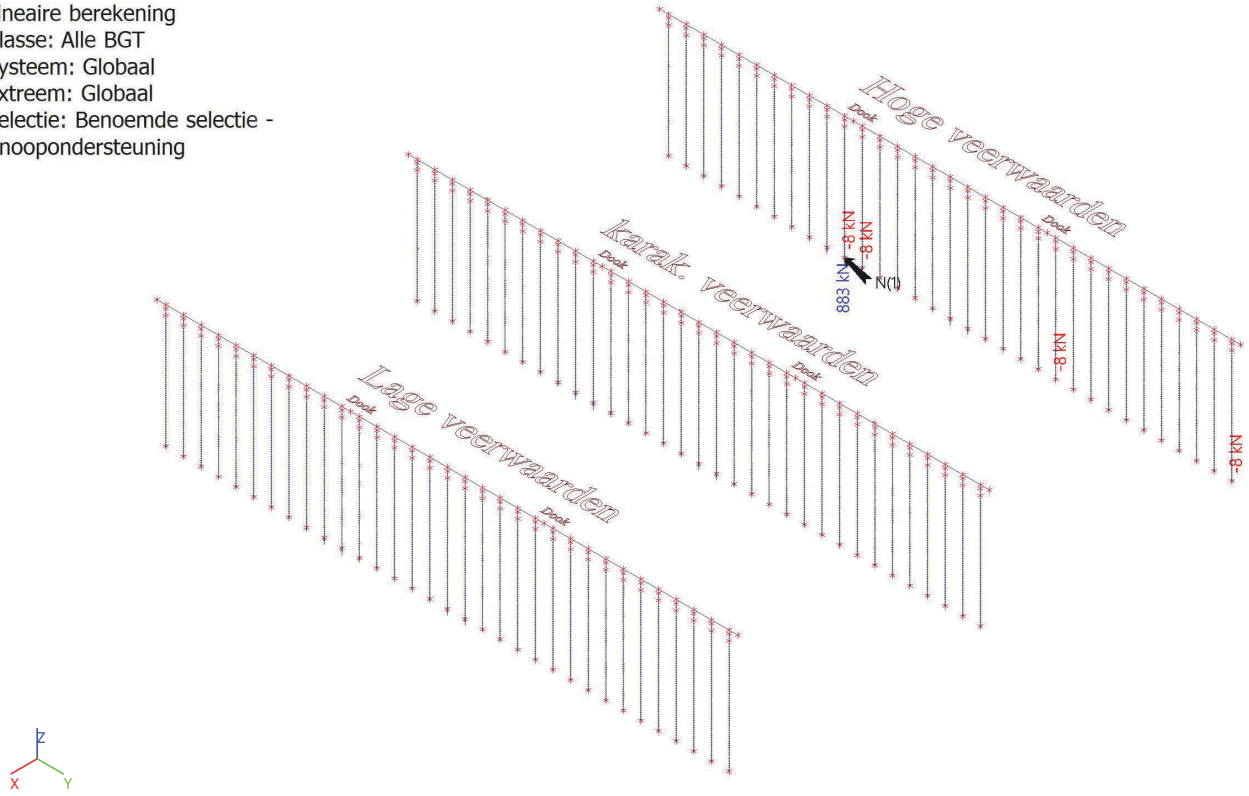
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - Knoopondersteuning
Knoopreacties

Naam	Belasting	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]	Fouten, waarschuwingen, opmerkingen
Sn307/K1470	BGT-1/1	**0**	0	613	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn340/K1639	BGT-1/2	**0**	0	635	**0**	**0**	**0**	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn340/K1639	BGT-2/3	0	**0**	27	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn330/K1599	BGT-2/3	0	**0**	27	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn307/K1470	BGT-2/3	0	0	**-8**	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01
Sn307/K1470	BGT-1/4	0	0	**883**	0	0	0	0,0	0,0	N_RES_OVER01

Naam	Combinatiesleutel
BGT-1/1	BG1 + BG2 + BG3 + 0.90*BG11 + 0.30*BG21 + 0.30*BG22
BGT-1/2	BG1 + BG2 + BG3 + 0.90*BG6 + 0.30*BG21 + 0.30*BG22
BGT-2/3	BG1 + BG2 + BG3 + 0.80*BG20
BGT-1/4	BG1 + 0.90*BG5 + BG2 + BG3 + 0.30*BG19

13.2.2.4. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - Knoopondersteuning



VI

BIJLAGE: IN- EN UITVOER IDEA-MODEL (WAPENING)

Project: Ontwerp Kraanfundatiebalken

Project number: 115018

Author:

IDEA StatiCa®
Calculate yesterday's estimates

Table of contents

1 Project data
2 Brief summary of results of sectional checks
3 Sectional checks
3.1 Section S 1
4 Symbols explanations
5 List of design members
6 List of reinforced sections
7 List of used materials

1 Project data

Project title	Ontwerp Kraanfundatiebalken
Project number	115018
Description	Wapening berekeningen kraanfundatiebalk
Author	
Date of creation	11/9/2021
Version	21.1.0.3486

National code

National code	EN 1992-1-1:2014-12, NEN:2011/NB:2016-11
Design working life	50 years

2 Brief summary of results of sectional checks

Section name	Design member	Reinforced cross-section	Value [%]	Result status
S 1	M 1 (Beam)	R 1	95.8	✓

3 Sectional checks

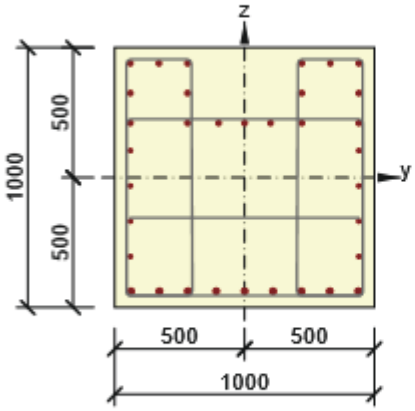
3.1 Section S 1

3.1.1 Brief summary of results of extremes in section

Extreme name	Time [d]	Value [%]	Result status
S 1 - E 1	28.0	70.7	✓
S 1 - E 2	28.0	54.3	✓
S 1 - E 3	28.0	67.4	✓
S 1 - E 4	28.0	57.2	✓
S 1 - E 5	28.0	74.1	✓
S 1 - E 6	28.0	78.9	✓
S 1 - E 7	28.0	67.5	✓
S 1 - E 8	28.0	91.2	✓
S 1 - E 9	28.0	95.8	✓
S 1 - E 10	28.0	68.2	✓
S 1 - E 11	28.0	64.3	✓
S 1 - E 12	28.0	38.6	✓

3.1.2 Critical extreme S 1 - E 9

Design member	M 1
Reinforced cross-section	R 1



Concrete: C30/37
Age: 28.0 d
Reinforcement: (B 500B)
6ø20 (1885mm²), z = 440 mm
4ø20 (1257mm²), z = 325 mm
7ø20 (2199mm²), z = 210 mm
2ø16 (402mm²), z = 104 mm
2ø16 (402mm²), z = -32 mm
2ø16 (402mm²), z = -168 mm
2ø16 (402mm²), z = -304 mm
9ø25 (4418mm²), z = -438 mm
Stirrups:
ø10 - 200 mm
ø10 - 200 mm
ø10 - 300 mm
ø10 - 150 mm

Cover:
Other edges: 50 mn

3.1.2.1 Load effects - internal forces

Load type	Combination type	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Total	Fundamental ULS	0.0	-78.1	-577.5	0.0	-778.2	-109.3
Total	Frequent	111.3	0.0	0.0	0.0	681.2	93.5

3.1.2.2 Overall

Governing type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Crack Width	111.3	681.2	93.5			95.8	OK

Type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Capacity N-M-M	0.0	-778.2	-109.3			39.1	OK
Shear	0.0			582.7	0.0	44.1	OK
Torsion					0.0	0.0	OK
Interaction	0.0	-778.2	-109.3	582.7	0.0	77.1	OK
Stress Limitation	0.0	0.0	0.0			0.0	Not done
Crack Width	111.3	681.2	93.5			95.8	OK

Limit value of the exploitation of the cross-section: 100.0 %

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is not satisfactory, therefore it was necessary to check ultimate capacity at interaction of all components of internal forces
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.

3.1.2.3 Capacity N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

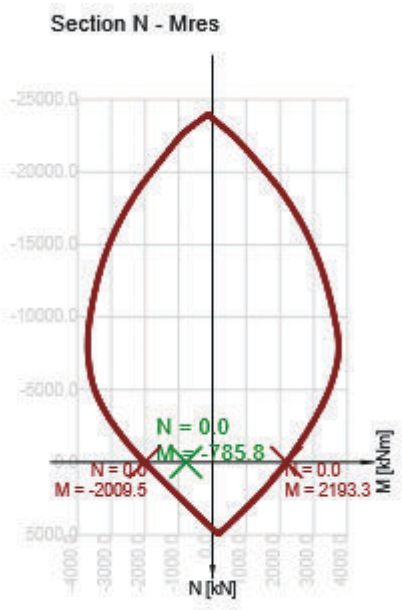
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Type	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	-778.2	-109.3	Nu-Mu-Mu	39.1	100.0	OK

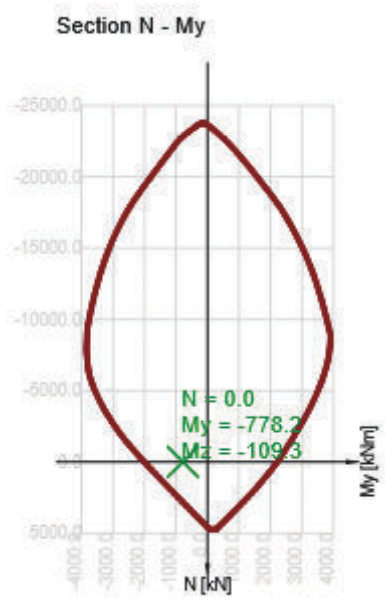
Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	0.0	0.0	0.0
M_y [kNm]	-778.2	-1990.0	2172.0
M_z [kNm]	-109.3	-279.5	305.1

Nonconformity

No nonconformities





3.1.2.4 Shear

Results presented for combination : Fundamental ULS

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Check zone	Clause	Value [%]	Limit [%]	Check
582.7	0.0	1321.7	without reduction	6.2.3(3)	44.1	100.0	OK

Design and resistance shear forces

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
582.7	441.2	3855.7	4677.5	1321.7	1321.7

Input values and intermediate results of shear design

n_c	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
6	2594	6547	1009	878	735	30.0	90.0	1.00

$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0.12	1.48	0.15	0.01	0.0	176.4	0.3	0.53	0.60

Nonconformity

No nonconformities

3.1.2.5 Torsion

Results presented for combination : Fundamental ULS

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	335.4	0.0	100.0	OK

Design and resistance torsional moments

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0.0	256.1	866.5	335.4	335.4

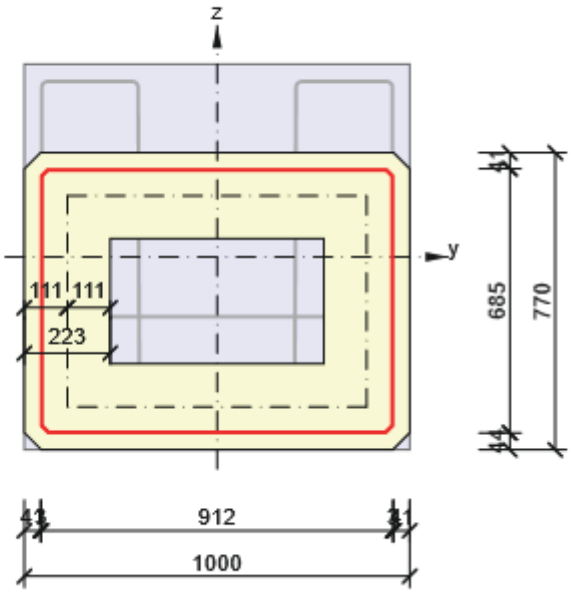
Input values and intermediate results of torsion design

A_k [mm^2]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	A_{sp} [mm^2]	θ [°]
425323	2649	223	524	8225	0	30.0

Nonconformity

No nonconformities

Equivalent thin-walled section for torsion check



Effective stirrup :
ø10 (B 500B) - 150mm

3.1.2.6 Interaction

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value V+T [%]	Value V+T+M [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	-778.2	-109.3	582.7	0.0	40.6	77.1	77.1	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
441.2	256.1	3855.7	866.5	132.1	15.1	15.1	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (longitudinal reinforcement)

A_{sl} [mm^2]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Value [%]	Limit [%]	Check
11367	1009.3	4942.2	20.4	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (shear reinforcement)

a_{sw} [mm^2/m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Value [%]	Limit [%]	Check
393	69.3	170.7	40.6	100.0	OK

Interaction check of shear, torsion, bending and normal force

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta\varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta\varepsilon_t$ [1e-4]	Extreme in bar	Value [%]	Limit [%]	Check
741.5	1009.3	0.0	4.4	0.0	13	77.1	100.0	OK

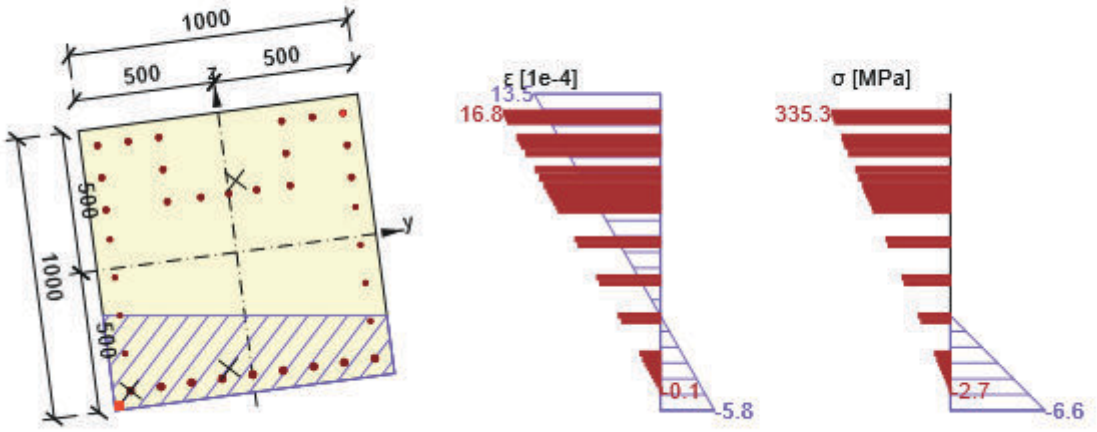
Detailed check of reinforcement

Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta\varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta\sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
13	440	440	4.4	16.8	∞	88.8	335.3	434.8	77.1	OK

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is not satisfactory, therefore it was necessary to check ultimate capacity at interaction of all components of internal forces

Stress and strain distributions in the cross-section



3.1.2.7 Stress limitation

Stress limitation - short-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Stress limitation - long-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.

3.1.2.8 Crack width

Crack width - short-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	111.3	681.2	93.5	0.199	0.240	83.0	100.0	OK

Crack width - long-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	111.3	681.2	93.5	0.230	0.240	95.8	100.0	OK

Intermediate results and coefficients for crack width calculation - short-term effect

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm^2]	$A_{s,eff}$ [mm^2]	$\rho_{p,eff}$ [-]
252	284	984	230841	4619	0.02

k_t [-]	ε_{sm}-ε_{cm} [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.60	5.3	0.80	0.50	3.40	0.43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
50	9.6	-2.8	377	24	176.0

Intermediate results and coefficients for crack width calculation - long-term effect

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm^2]	$A_{s,eff}$ [mm^2]	$\rho_{p,eff}$ [-]
341	262	996	195714	4619	0.02

k_t [-]	ε_{sm}-ε_{cm} [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.40	6.6	0.80	0.50	3.40	0.43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
50	10.4	-4.5	346	24	189.1

Creep coefficient

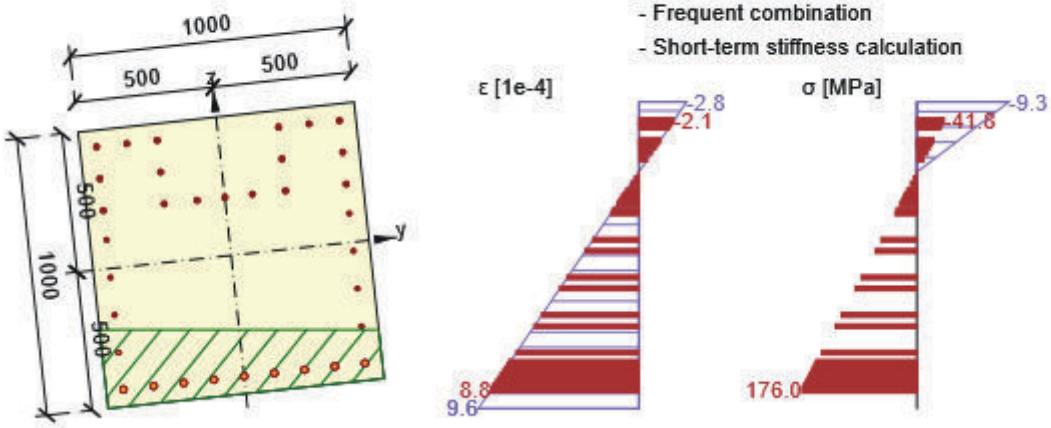
Way of assessment	h_0 [mm]	A_c [mm^2]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Use γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatic	500	1000000	4000	18250.0	28.0	7.0	80	No	1.54

Nonconformity

No nonconformities

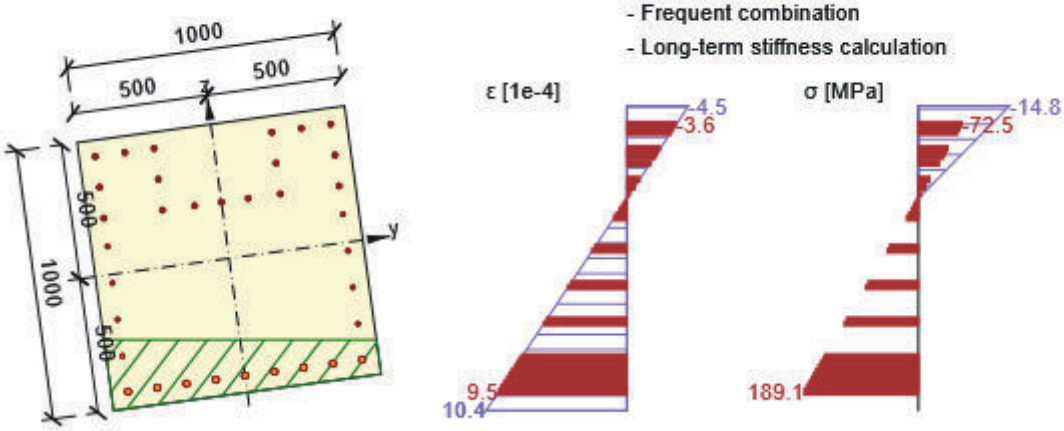
Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Short-term stiffness calculation



Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Long-term stiffness calculation



3.1.2.9 Detailing rules

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$Ratio_{long}$ [%]	$Ratio_{shear}$ [%]	Governing [%]	Limit [%]	Check
0.0	-778.2	-109.3	62.9	100.0	100.0	100.0	OK

Check of detailing provisions of longitudinal reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1 (1)) [%]	0.80	0.15	18.8	OK
Maximal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1(3)) [%]	1.14	4.00	28.4	OK
Minimal clear distance of longitudinal reinforcement (8.2 (2)) [mm]	80	21	26.3	OK
Maximal axial distance of longitudinal reinforcement (9.2.3 (4)) [mm]	220	350	62.9	OK

Check detailing provisions of shear reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for shear reinforcement (9.2.2 (5)) [%]	0.26	0.09	34.1	OK
Maximal distance of stirrups (9.2.2 (6)) [mm]	300	300	100.0	OK
Maximal transversal distance of branches of stirrups (9.2.2 (8)) [mm]	410	500	82.0	OK
Minimum mandrel diameter of stirrup (8.3 (2)) [-]	0.00	0.00	0.0	Off

Input values and intermediate results for detailing

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm^2]	$b_t * d$ [mm^2]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
1009	878	1000000	816678	500.0	434.8	30.0	2.9	20.0

Nonconformity

No nonconformities

4 Symbols explanations

Symbols related to check of capacity N-M-M

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
Type	Nu-Mu-Mu: Cross-sectional resistance is determined assuming proportional change of all components of acting internal forces (the eccentricity of normal force remains constant) until interaction surface is reached. The change of acting internal forces can be interpreted as the movement along the line connecting the origin of coordinate system (0,0,0) and the point of acting internal forces (NEd, MEdy, MEdz). Two points of intersection of the connecting line and interaction surface, which can be found, represent two sets of forces of resistance. Three resistance forces are determined in each point of intersection by the program: normal force capacity NRd, and capacities in flexure MRdy and MRdz
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
F_{Ed}	The applied design force caused by external load (without effects of prestressing)
F_{Rd1}	First set of forces of resistance resulting from first point of intersection reached at interaction surface
F_{Rd2}	Second set of forces of resistance resulting from second point of intersection reached at interaction surface

Symbols related to shear checks

Symbol	Explanation
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
V_{Rd}	Final value of the design shear resistance
Check zone	Type of zone in which check is performed
Clause	The number of clause (type of method) used for shear check
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$V_{Rd,r}$	Limit value of design shear force considered without reduction by Beta factor acc. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Design value of the shear force which can be sustained by the yielding of shear reinforcement
n_c	Number of branches of shear reinforcement
a_{sw}	The cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length
A_{sl}	The area of the tensile longitudinal reinforcement
b_w	The width of the cross-section in the centroid of css
d	Effective depth of the cross-section
z	The inner lever arm
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force
α	The angle between shear reinforcement and the beam axis perpendicular to the shear force
α_{cw}	Coefficient taking account of the state of the stress in the compression chord
$C_{Rd,c}$	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k_1	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
ρ_l	Reinforcement ratio of the tensile longitudinal reinforcement
σ_{cp}	Normal stress in the cross-section due to loading or prestressing limited by 0.2 fcd
σ_{wd}	Design stress of the shear reinforcement, see note 2 of clause 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
v	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance
v_1	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance

Symbols related to torsion checks

Symbol	Explanation
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
T_{Rd}	Governing design torsional resistance moment
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
$T_{Rd,s}$	The design value of the torsional moment, which can be sustained by the yielding of torsion reinforcement
A_k	The area enclosed by the centre-lines of the connecting walls, including inner hollow areas
u_k	The perimeter of the area Ak
t_{eff}	The effective wall thickness
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for torsion check
A_{sl}	Area of longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
A_{sp}	Area of prestressing reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force

Symbols related to the calculation of interaction

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
M_{Edy}	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
M_{Edz}	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
Value V+T	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear and torsion) related to the limit value
Value V+T+M	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear, torsion and bending) related to the limit value
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
Eq. 6.31	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.29) EN 1992-1-1
A_{sl}	Cross-sectional area of longitudinal reinforcement used for shear and/or torsion check. In case of torsion, it is area of reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
F_{sl}	Tensile force due to shear and torsion in longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
$F_{sl,lim}$	Limit value of tensile force in longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance (Fsl,lim=Asl*fyd)
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for interaction of shear and torsion
F_{sw}	Tensile force due to shear and torsion in the shear reinforcement used for interaction of shear and torsion
$F_{sw,lim}$	Limit value of tensile force in shear reinforcement effective for interaction of shear and torsion (Fsw,lim=Asw*fywd)
F_b	Resultant force in longitudinal reinforcement due to bending and normal force
$\Delta F_{td,s}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to shear calculated as VEd * cotθ
$\Delta F_{td,t}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to torsion
$\Delta\varepsilon_s$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear
$\Delta\varepsilon_t$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to torsion
Extreme in bar	Number of the non-prestressed bar with the extreme value of the check
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
$\Delta\varepsilon_{st}$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear and torsion
ε	Strain in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
ε_{lim}	Limit value of strain in the bar/tendon
$\Delta\sigma_{st}$	Additional tensile stress in the bar/tendon due to shear and torsion
σ	Stress in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
σ_{lim}	Limit value of the stress in the bar/tendon

Symbols related to stress limitation checks

Symbol	Explanation
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check

Symbols related to crack width checks

Symbol	Explanation
Combination	Combination used for calculation including rsup or rinf coefficient acc. to 5.10.9
N	Normal force for quasi-permanent combination
M_y	Bending moment around y axis for quasi-permanent combination
M_z	Bending moment around z axis for quasi-permanent combination
w_k	The crack width calculated according to 7.3.4
w_{lim}	Limit value of crack width according to table 7.1N
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
x	Depth of compression zone (position of neutral axis)
$h_{c,eff}$	Depth of effective tension area of the concrete surrounding the reinforcement or prestressing tendons (7.3.2 (3))
d	Effective depth of the cross-section
$A_{c,eff}$	Effective area of the concrete in tension surrounding the reinforcement or prestressing tendons
$A_{s,eff}$	Effective area of reinforcing steel within effective area of the concrete
$\rho_{p,eff}$	Ratio of the effective area of prestressing and reinforcing steel and effective area of the concrete in tension
k_t	Factor dependent on the duration of the load (7.3.4 (2))
k_1	Coefficient which takes account of the bond properties of the bonded reinforcement (7.3.4 (3))
k_2	Coefficient which takes account of the distribution of strain
c	Thickness of concrete cover of main longitudinal reinforcement
ε_1	Greater tensile strain at the boundaries of the section considered, assessed on the basis of a cracked section
ε_2	Lesser tensile strain at the boundaries of the section considered, assessed on the basis of a cracked section
$s_{r,max}$	Maximum final crack spacing
Φ	Diameter of bar or equivalent diameter of bar for more diameters of bars within effective tension area of the concrete
σ_s	Maximum stress in the tension reinforcement assuming a cracked section

Symbols related to check of detailing

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
$Ratio_{long}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for longitudinal reinforcement
$Ratio_{shear}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for shear reinforcement
Governing	Governing ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules
Limit	Limit ratio representing detailing rules
Check	Result of the check
Type	Type of checked detailing provisions
$Value_{calc}$	Calculated or input quantity, which expresses given detailing rule
$Value_{lim}$	Limit value of the quantity, which expresses given detailing rule
Ratio	Ratio of calculated or input quantity, which expresses given detailing rule, to its limit value

5 List of design members

Design member M 1

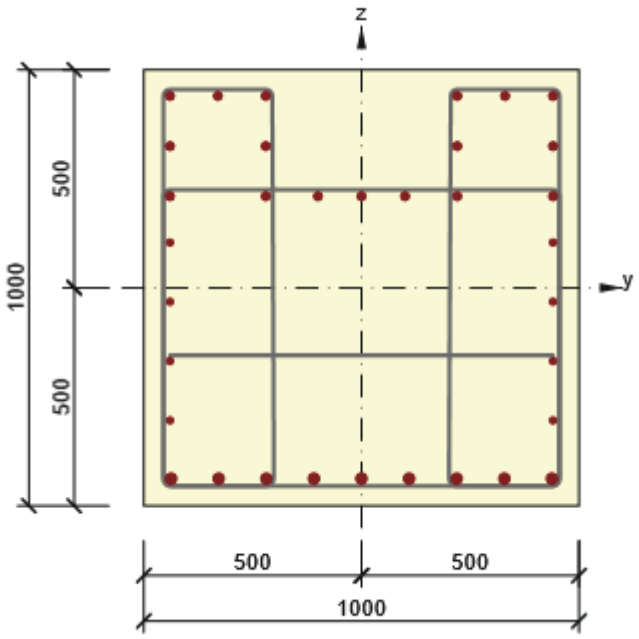
Member type	Beam
Exposure class	XC4, XS3, XF4
Relative humidity	80 %
Φ_{inf}	Calculated
Structural member importance	Major
Coefficient kx (7.3.1(5))	1.20

Flexural slenderness data

Clear distance between faces of the supports (5.3.2.2 (1)) m	Width of supporting element (5.3.2.2 (1))		Support condition	
	Left mm	Right mm	Left	Right
1.00	400	400	Non-continuous member	Non-continuous member

6 List of reinforced sections

Reinforced section R 1



Cross-section components

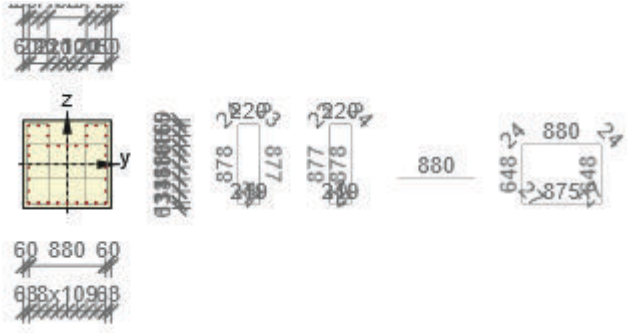
General cross-section, Material: C30/37	
Vertex 1	-500; -500 mm
Vertex 2	-500; 500 mm
Vertex 3	500; 500 mm
Vertex 4	500; -500 mm
Vertex 5	-500; -500 mm

Cross-section characteristics

A [mm^2]	S_y [mm^3]	S_z [mm^3]	I_y [mm^4]	I_z [mm^4]	C_{gy} [mm]	C_{gz} [mm]	i_y [mm]	i_z [mm]
1000000	0	0	83333333333	83333333333	0	0	289	289

Concrete cover related to cross-section edges

1	50 mm
2	50 mm
3	50 mm
4	50 mm



Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]

Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]
89	29	118	118

Longitudinal reinforcement

Bar	Ø [mm]	Material	Y [mm]	Z [mm]
1	25	B 500B	438	-438
2	25	B 500B	328	-438
3	25	B 500B	219	-438
4	25	B 500B	109	-438
5	25	B 500B	0	-438
6	25	B 500B	-109	-438
7	25	B 500B	-219	-438
8	25	B 500B	-328	-438
9	25	B 500B	-438	-438
10	20	B 500B	-440	440
11	20	B 500B	-330	440
12	20	B 500B	-220	440
13	20	B 500B	440	440
14	20	B 500B	330	440
15	20	B 500B	220	440
16	20	B 500B	440	325
17	20	B 500B	220	325
18	20	B 500B	-440	325
19	20	B 500B	-220	325
20	20	B 500B	-440	210
21	20	B 500B	-220	210
22	20	B 500B	440	210
23	20	B 500B	220	210
24	20	B 500B	-100	210
25	20	B 500B	0	210
26	20	B 500B	100	210
27	16	B 500B	-440	104
28	16	B 500B	440	104
29	16	B 500B	-440	-32
30	16	B 500B	440	-32
31	16	B 500B	-440	-168
32	16	B 500B	440	-168
33	16	B 500B	-440	-304
34	16	B 500B	440	-304

Stirrups

Stirrup	Ø [mm]	Material	Distance [mm]	Closed	Shear check	Torsion check	Diameter of mandrel
1	10	B 500B	200	Yes	Yes	No	0.00
3	10	B 500B	200	Yes	Yes	No	0.00
4	10	B 500B	300	No	Yes	No	0.00
6	10	B 500B	150	Yes	Yes	Yes	0.00

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-440	440
1	2	-220	440
1	3	-219	-438
1	4	-438	-438
3	1	220	440
3	2	440	440
3	3	438	-438
3	4	219	-438
4	1	-440	-168
4	2	440	-168
6	1	-438	-438
6	2	-440	210
6	3	440	210
6	4	438	-438

7 List of used materials

Concrete

Name	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
C30/37	30.0	38.0	2.9	32836.6	0.20	2500
	ε_{c2} = 20.0 1e-4, ε_{cu2} = 35.0 1e-4, ε_{c3} = 17.5 1e-4, ε_{cu3} = 35.0 1e-4, Exponent - n: 2.00, Aggregate size = 16 mm, Cement class: R (s = 0.20), Diagram type: Bilinear					

Explanation

Symbol	Explanation
f_{ck}	Characteristic compressive cylinder strength of concrete at 28 days
f_{cm}	Mean value of concrete cylinder compressive strength
f_{ctm}	Mean value of axial tensile strength of concrete
E_{cm}	Secant modulus of elasticity of concrete
ε_c	Compressive strain in the concrete at the peak stress fc
ε_{cu}	Ultimate compressive strain in the concrete

Reinforcement Steel

Name	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
B 500B	500.0	540.0	200000.0	0.20	7850
	f_{tk}/f_{yk} = 1.08, ε_{uk} = 500.0 1e-4, Type: Bars, Bar surface: Ribbed, Class: B, Fabrication: Hot rolled, Diagram type: Bilinear with horizontal top branch				

Explanation

Symbol	Explanation
f_{yk}	Characteristic yield strength of reinforcement
f_{tk}	Characteristic tensile strength of reinforcement
E	Modulus of elasticity of reinforcement steel
ε_{uk}	Characteristic strain of reinforcement or prestressing steel at maximum load

Project: Ontwerp Kraanfundatieligger

Project number: 115018

Author:

IDEA StatiCa®
Calculate yesterday's estimates

Table of contents

1 Project data
2 Brief summary of results of sectional checks
3 Sectional checks
3.1 Section S 1
4 Symbols explanations
5 List of design members
6 List of reinforced sections
7 List of used materials

1 Project data

Project title	Ontwerp Kraanfundatieligger
Project number	115018
Description	wapening berekening paalkop
Author	
Date of creation	11/9/2021
Version	21.1.0.3486

National code

National code	EN 1992-1-1:2014-12, NEN:2011/NB:2016-11
Design working life	50 years

2 Brief summary of results of sectional checks

Section name	Design member	Reinforced cross-section	Value [%]	Result status
S 1	M 1 (Beam)	R 1	87.0	✓

3 Sectional checks

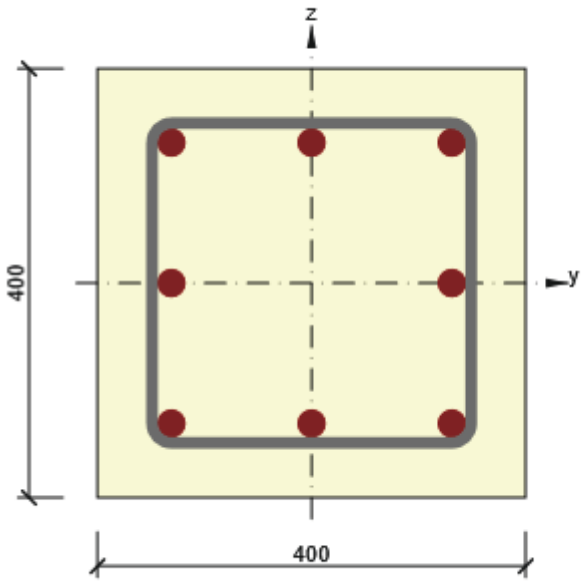
3.1 Section S 1

3.1.1 Brief summary of results of extremes in section

Extreme name	Time [d]	Value [%]	Result status
S 1 - E 1	28.0	31.7	✓
S 1 - E 2	28.0	8.2	✓
S 1 - E 3	28.0	59.3	✓
S 1 - E 4	28.0	23.5	✓
S 1 - E 5	28.0	40.5	✓
S 1 - E 6	28.0	87.0	✓
S 1 - E 7	28.0	53.4	✓
S 1 - E 8	28.0	70.2	✓
S 1 - E 9	28.0	60.5	✓
S 1 - E 10	28.0	31.3	✓

3.1.2 Critical extreme S 1 - E 6

Design member	M 1
Reinforced cross-section	R 1



Concrete: C30/37
Age: 28.0 d
Reinforcement: (B 500B)
3ø25 (1473mm²), z = 131 mm
2ø25 (982mm²), z = 0 mm
3ø25 (1473mm²), z = -131 mm
Stirrups:
ø11 - 150 mm

3.1.2.1 Load effects - internal forces

Load type	Combination type	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Total	Fundamental ULS	-535.6	-49.9	148.5	0.0	-99.2	-41.4
Total	Frequent	-563.7	0.0	0.0	0.0	-58.5	-3.6

3.1.2.2 Overall

Governing type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Shear	-535.6			156.7	0.0	87.0	OK

Type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Capacity N-M-M	-535.6	-99.2	-41.4			41.8	OK
Shear	-535.6			156.7	0.0	87.0	OK
Torsion					0.0	0.0	OK
Interaction	-535.6	-99.2	-41.4	156.7	0.0	87.0	OK
Stress Limitation	0.0	0.0	0.0			0.0	Not done
Crack Width	-563.7	-58.5	-3.6			0.0	OK

Limit value of the exploitation of the cross-section: 100.0 %

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	The angle between in-plane gradient of the strain plane and the resultant of shear forces exceeded the limit 20 degrees, which could adversely affect the values of calculated effective detpth and lever arm and consequently calculated strength in shear. Note that user values of effective detpth and lever arm can be defined in Code settings.
⚠	Shear is resisted by concrete, shear reinforcement is required according to detailing provisions, see 6.2.2
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is satisfactory, therefore only minimum reinforcement acc. to 9.2.1.1 is required. Please check detailing provisions.
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.
ℹ	Cracks do not appear for short-term effect – effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) not exceeded in most tensioned concrete fibres

3.1.2.3 Capacity N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

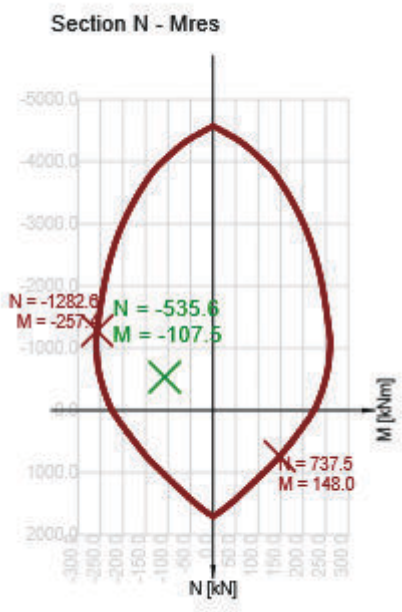
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Type	Value [%]	Limit [%]	Check
-535.6	-99.2	-41.4	Nu-Mu-Mu	41.8	100.0	OK

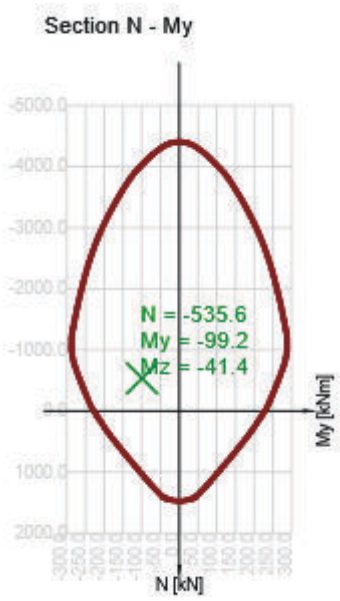
Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-535.6	-1282.6	737.5
M_y [kNm]	-99.2	-237.6	136.6
M_z [kNm]	-41.4	-99.1	57.0

Nonconformity

No nonconformities





3.1.2.4 Shear

Results presented for combination : Fundamental ULS

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Check zone	Clause	Value [%]	Limit [%]	Check
156.7	-535.6	180.0	without reduction	6.2.2(1)	87.0	100.0	OK

Design and resistance shear forces

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
156.7	180.0	488.8	776.6	100.0	180.0

Input values and intermediate results of shear design

n_c	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
2	1201	1963	422	349	191	45.0	90.0	1.15

$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0.12	1.76	0.15	0.01	3.3	500.0	0.4	0.53	0.53

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	The angle between in-plane gradient of the strain plane and the resultant of shear forces exceeded the limit 20 degrees, which could adversely affect the values of calculated effective detpth and lever arm and consequently calculated strength in shear. Note that user values of effective detpth and lever arm can be defined in Code settings.
⚠	Shear is resisted by concrete, shear reinforcement is required according to detailing provisions, see 6.2.2

3.1.2.5 Torsion

Results presented for combination : Fundamental ULS

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	37.8	0.0	100.0	OK

Design and resistance torsional moments

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0.0	25.6	114.4	37.8	37.8

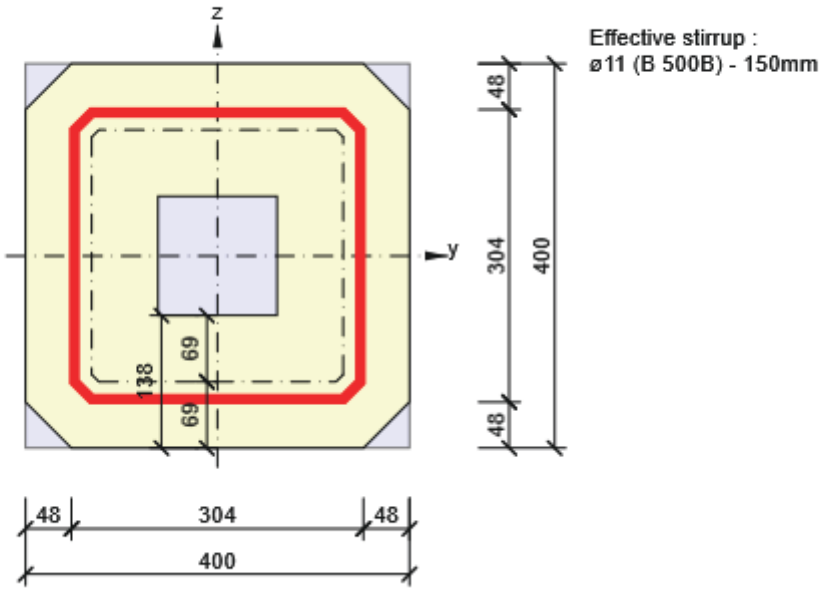
Input values and intermediate results of torsion design

A_k [mm^2]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	A_{sp} [mm^2]	θ [°]
68533	1031	138	634	3927	0	45.0

Nonconformity

No nonconformities

Equivalent thin-walled section for torsion check



3.1.2.6 Interaction

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value V+T [%]	Value V+T+M [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
-535.6	-99.2	-41.4	156.7	0.0	87.0	41.4	87.0	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
180.0	25.6	488.8	114.4	87.0	32.1	32.1	100.0	OK

Interaction check of shear, torsion, bending and normal force

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta\varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta\varepsilon_t$ [1e-4]	Extreme in bar	Value [%]	Limit [%]	Check
-60.0	156.7	0.0	2.0	0.0	6	41.4	100.0	OK

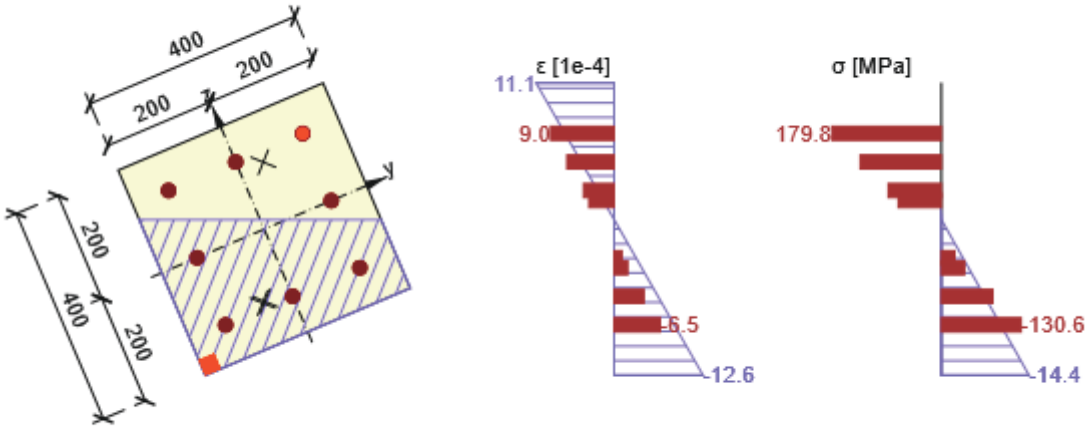
Detailed check of reinforcement

Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta\varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta\sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
6	131	131	2.0	9.0	∞	39.9	179.8	434.8	41.4	OK

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is satisfactory, therefore only minimum reinforcement acc. to 9.2.1.1 is required. Please check detailing provisions.
⚠	The angle between in-plane gradient of the strain plane and the resultant of shear forces exceeded the limit 20 degrees, which could adversely affect the values of calculated effective detpth and lever arm and consequently calculated strength in shear. Note that user values of effective detpth and lever arm can be defined in Code settings.

Stress and strain distributions in the cross-section



3.1.2.7 Stress limitation

Stress limitation - short-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Stress limitation - long-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.

3.1.2.8 Crack width

Crack width - short-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	-563.7	-58.5	-3.6	0.000	0.500	0.0	100.0	OK

Crack width - long-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	-563.7	-58.5	-3.6	0.000	0.500	0.0	100.0	OK

Creep coefficient

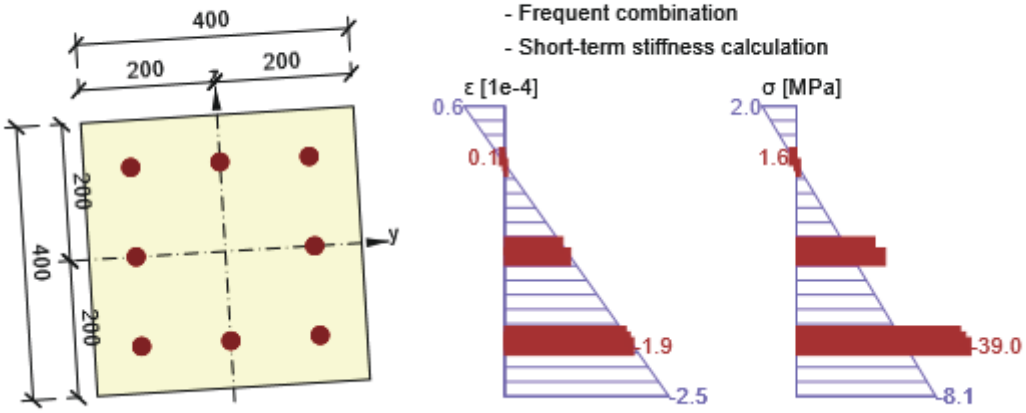
Way of assessment	h_0 [mm]	A_c [mm^2]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Use γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatic	200	160000	1600	18250.0	28.0	7.0	80	No	1.67

Nonconformity

	Nonconformities
i	Cracks do not appear for short-term effect – effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) not exceeded in most tensioned concrete fibres
i	Cracks do not appear for long-term effect - effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) not exceeded in most tensioned concrete fibres

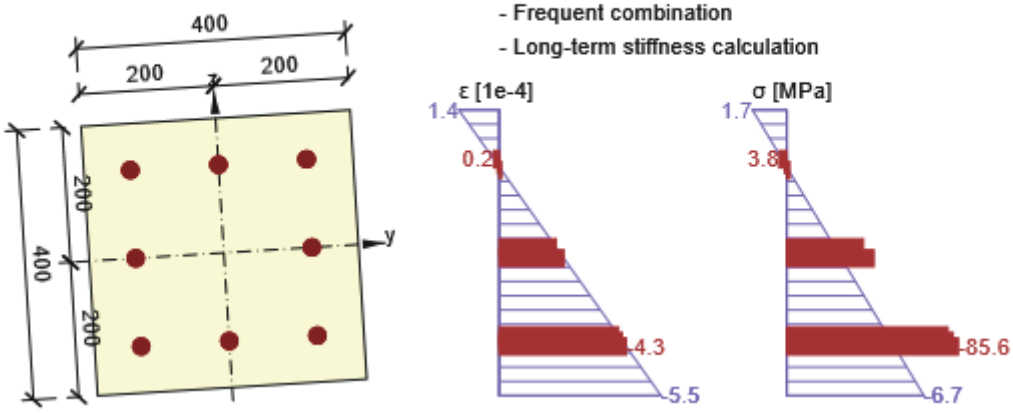
Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Short-term stiffness calculation



Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Long-term stiffness calculation



3.1.2.9 Detailing rules

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$Ratio_{long}$ [%]	$Ratio_{shear}$ [%]	Governing [%]	Limit [%]	Check
-535.6	-99.2	-41.4	61.4	62.9	62.9	100.0	OK

Check of detailing provisions of longitudinal reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1 (1)) [%]	0.00	0.00	0.0	Off
Maximal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1(3)) [%]	2.45	4.00	61.4	OK
Minimal clear distance of longitudinal reinforcement (8.2 (2)) [mm]	106	25	23.6	OK
Maximal axial distance of longitudinal reinforcement (9.2.3 (4)) [mm]	131	350	37.4	OK

Check detailing provisions of shear reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for shear reinforcement (9.2.2 (5)) [%]	0.28	0.09	30.8	OK
Maximal distance of stirrups (9.2.2 (6)) [mm]	150	300	50.0	OK
Maximal transversal distance of branches of stirrups (9.2.2 (8)) [mm]	314	500	62.9	OK
Minimum mandrel diameter of stirrup (8.3 (2)) [-]	0.00	0.00	0.0	Off

Input values and intermediate results for detailing

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm^2]	$b_t * d$ [mm^2]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
422	349	160000	0	500.0	434.8	30.0	2.9	20.0

Nonconformity

No nonconformities

4 Symbols explanations

Symbols related to check of capacity N-M-M

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
Type	Nu-Mu-Mu: Cross-sectional resistance is determined assuming proportional change of all components of acting internal forces (the eccentricity of normal force remains constant) until interaction surface is reached. The change of acting internal forces can be interpreted as the movement along the line connecting the origin of coordinate system (0,0,0) and the point of acting internal forces (NEd, MEdy, MEdz). Two points of intersection of the connecting line and interaction surface, which can be found, represent two sets of forces of resistance. Three resistance forces are determined in each point of intersection by the program: normal force capacity NRd, and capacities in flexure MRdy and MRdz
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
F_{Ed}	The applied design force caused by external load (without effects of prestressing)
F_{Rd1}	First set of forces of resistance resulting from first point of intersection reached at interaction surface
F_{Rd2}	Second set of forces of resistance resulting from second point of intersection reached at interaction surface

Symbols related to shear checks

Symbol	Explanation
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
V_{Rd}	Final value of the design shear resistance
Check zone	Type of zone in which check is performed
Clause	The number of clause (type of method) used for shear check
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$V_{Rd,r}$	Limit value of design shear force considered without reduction by Beta factor acc. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Design value of the shear force which can be sustained by the yielding of shear reinforcement
n_c	Number of branches of shear reinforcement
a_{sw}	The cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length
A_{sl}	The area of the tensile longitudinal reinforcement
b_w	The width of the cross-section in the centroid of css
d	Effective depth of the cross-section
z	The inner lever arm
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force
α	The angle between shear reinforcement and the beam axis perpendicular to the shear force
α_{cw}	Coefficient taking account of the state of the stress in the compression chord
$C_{Rd,c}$	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k_1	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
ρ_l	Reinforcement ratio of the tensile longitudinal reinforcement
σ_{cp}	Normal stress in the cross-section due to loading or prestressing limited by 0.2 fcd
σ_{wd}	Design stress of the shear reinforcement, see note 2 of clause 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
v	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance
v_1	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance

Symbols related to torsion checks

Symbol	Explanation
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
T_{Rd}	Governing design torsional resistance moment
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
$T_{Rd,s}$	The design value of the torsional moment, which can be sustained by the yielding of torsion reinforcement
A_k	The area enclosed by the centre-lines of the connecting walls, including inner hollow areas
u_k	The perimeter of the area Ak
t_{eff}	The effective wall thickness
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for torsion check
A_{sl}	Area of longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
A_{sp}	Area of prestressing reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force

Symbols related to the calculation of interaction

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
M_{Edy}	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
M_{Edz}	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
Value V+T	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear and torsion) related to the limit value
Value V+T+M	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear, torsion and bending) related to the limit value
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
Eq. 6.31	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.29) EN 1992-1-1
F_b	Resultant force in longitudinal reinforcement due to bending and normal force
$\Delta F_{td,s}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to shear calculated as VEd * cotθ
$\Delta F_{td,t}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to torsion
$\Delta\varepsilon_s$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear
$\Delta\varepsilon_t$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to torsion
Extreme in bar	Number of the non-prestressed bar with the extreme value of the check
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
$\Delta\varepsilon_{st}$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear and torsion
ε	Strain in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
ε_{lim}	Limit value of strain in the bar/tendon
$\Delta\sigma_{st}$	Additional tensile stress in the bar/tendon due to shear and torsion
σ	Stress in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
σ_{lim}	Limit value of the stress in the bar/tendon

Symbols related to stress limitation checks

Symbol	Explanation
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check

Symbols related to crack width checks

Symbol	Explanation
Combination	Combination used for calculation including rsup or rinf coefficient acc. to 5.10.9
N	Normal force for quasi-permanent combination
M_y	Bending moment around y axis for quasi-permanent combination
M_z	Bending moment around z axis for quasi-permanent combination
w_k	The crack width calculated according to 7.3.4
w_{lim}	Limit value of crack width according to table 7.1N
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check

Symbols related to check of detailing

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
$Ratio_{long}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for longitudinal reinforcement
$Ratio_{shear}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for shear reinforcement
Governing	Governing ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules
Limit	Limit ratio representing detailing rules
Check	Result of the check
Type	Type of checked detailing provisions
$Value_{calc}$	Calculated or input quantity, which expresses given detailing rule
$Value_{lim}$	Limit value of the quantity, which expresses given detailing rule
Ratio	Ratio of calculated or input quantity, which expresses given detailing rule, to its limit value

5 List of design members

Design member M 1

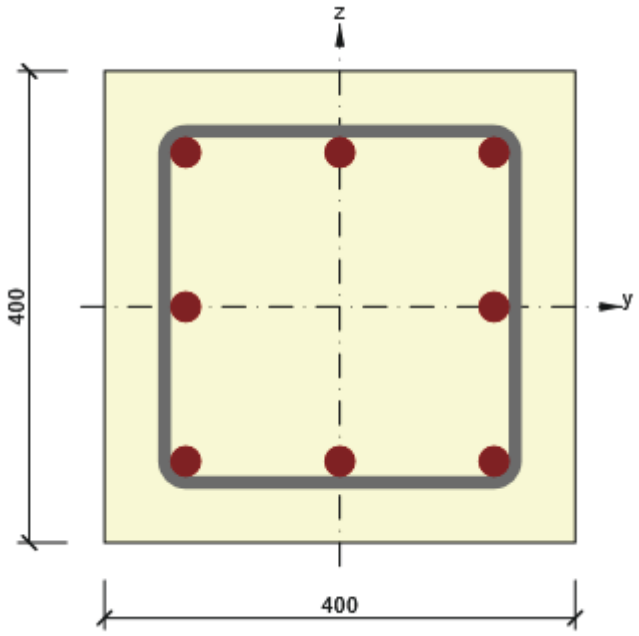
Member type	Beam
Exposure class	XC3, XF2
Relative humidity	80 %
Φ_{inf}	Calculated
Structural member importance	Major
Coefficient kx (7.3.1(5))	1.67

Flexural slenderness data

Clear distance between faces of the supports (5.3.2.2 (1)) m	Width of supporting element (5.3.2.2 (1))		Support condition	
	Left mm	Right mm	Left	Right
1.00	400	400	Non-continuous member	Non-continuous member

6 List of reinforced sections

Reinforced section R 1



Cross-section components

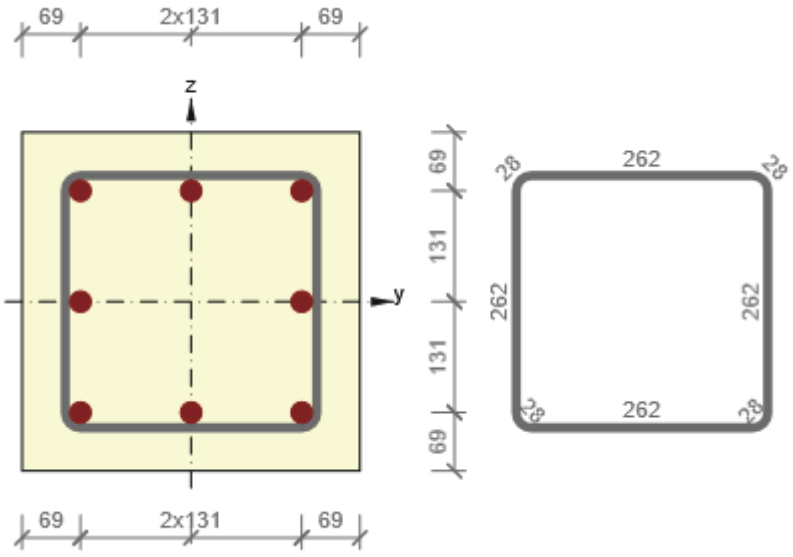
Rectangular cross-section (400 / 400mm), Material: C30/37

Cross-section characteristics

A [mm^2]	S_y [mm^3]	S_z [mm^3]	I_y [mm^4]	I_z [mm^4]	C_{gy} [mm]	C_{gz} [mm]	i_y [mm]	i_z [mm]
160000	0	0	2133333333	2133333333	0	0	115	115

Concrete cover related to cross-section edges

1	50 mm
2	50 mm
3	50 mm
4	50 mm



Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]
31	6	37	229

Longitudinal reinforcement

Bar	Ø [mm]	Material	Y [mm]	Z [mm]
1	25	B 500B	-131	-131
2	25	B 500B	0	-131
3	25	B 500B	131	-131
4	25	B 500B	-131	131
5	25	B 500B	0	131
6	25	B 500B	131	131
7	25	B 500B	-131	0
8	25	B 500B	131	0

Stirrups

Stirrup	Ø [mm]	Material	Distance [mm]	Closed	Shear check	Torsion check	Diameter of mandrel
1	11	B 500B	150	Yes	Yes	Yes	0.00

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-131	-131
1	2	131	-131
1	3	131	131
1	4	-131	131

7 List of used materials

Concrete

Name	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
C30/37	30.0	38.0	2.9	32836.6	0.20	2500
	ε_{c2} = 20.0 1e-4, ε_{cu2} = 35.0 1e-4, ε_{c3} = 17.5 1e-4, ε_{cu3} = 35.0 1e-4, Exponent - n: 2.00, Aggregate size = 16 mm, Cement class: R (s = 0.20), Diagram type: Bilinear					

Explanation

Symbol	Explanation
f_{ck}	Characteristic compressive cylinder strength of concrete at 28 days
f_{cm}	Mean value of concrete cylinder compressive strength
f_{ctm}	Mean value of axial tensile strength of concrete
E_{cm}	Secant modulus of elasticity of concrete
ε_c	Compressive strain in the concrete at the peak stress fc
ε_{cu}	Ultimate compressive strain in the concrete

Reinforcement Steel

Name	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
B 500B	500.0	540.0	200000.0	0.20	7850
	f_{tk}/f_{yk} = 1.08, ε_{uk} = 500.0 1e-4, Type: Bars, Bar surface: Ribbed, Class: B, Fabrication: Hot rolled, Diagram type: Bilinear with horizontal top branch				

Explanation

Symbol	Explanation
f_{yk}	Characteristic yield strength of reinforcement
f_{tk}	Characteristic tensile strength of reinforcement
E	Modulus of elasticity of reinforcement steel
ε_{uk}	Characteristic strain of reinforcement or prestressing steel at maximum load

Project: Ontwerp Kraanfundatiebalken

Project number: 115018

Author:

IDEA StatiCa®
Calculate yesterday's estimates

Table of contents

1 Project data
2 Brief summary of results of sectional checks
3 Sectional checks
3.1 Section S 1
4 Symbols explanations
5 List of design members
6 List of reinforced sections
7 List of used materials

1 Project data

Project title	Ontwerp Kraanfundatiebalken
Project number	115018
Description	Wapening berekeningen kraanfundatiebalk
Author	
Date of creation	11/9/2021
Version	21.1.0.3486

National code

National code	EN 1992-1-1:2014-12, NEN:2011/NB:2016-11
Design working life	50 years

2 Brief summary of results of sectional checks

Section name	Design member	Reinforced cross-section	Value [%]	Result status
S 1	M 1 (Beam)	R 1	95.8	✓

3 Sectional checks

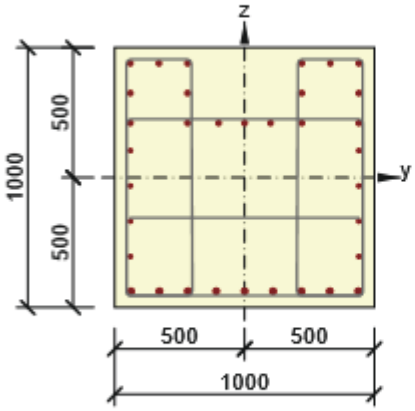
3.1 Section S 1

3.1.1 Brief summary of results of extremes in section

Extreme name	Time [d]	Value [%]	Result status
S 1 - E 1	28.0	70.7	✓
S 1 - E 2	28.0	54.3	✓
S 1 - E 3	28.0	67.4	✓
S 1 - E 4	28.0	57.2	✓
S 1 - E 5	28.0	74.1	✓
S 1 - E 6	28.0	78.9	✓
S 1 - E 7	28.0	67.5	✓
S 1 - E 8	28.0	91.2	✓
S 1 - E 9	28.0	95.8	✓
S 1 - E 10	28.0	68.2	✓
S 1 - E 11	28.0	64.3	✓
S 1 - E 12	28.0	38.6	✓

3.1.2 Critical extreme S 1 - E 9

Design member	M 1
Reinforced cross-section	R 1



Concrete: C30/37
Age: 28.0 d
Reinforcement: (B 500B)
6ø20 (1885mm²), z = 440 mm
4ø20 (1257mm²), z = 325 mm
7ø20 (2199mm²), z = 210 mm
2ø16 (402mm²), z = 104 mm
2ø16 (402mm²), z = -32 mm
2ø16 (402mm²), z = -168 mm
2ø16 (402mm²), z = -304 mm
9ø25 (4418mm²), z = -438 mm
Stirrups:
ø10 - 200 mm
ø10 - 200 mm
ø10 - 300 mm
ø10 - 150 mm

Cover:
Other edges: 50 mn

3.1.2.1 Load effects - internal forces

Load type	Combination type	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Total	Fundamental ULS	0.0	-78.1	-577.5	0.0	-778.2	-109.3
Total	Frequent	111.3	0.0	0.0	0.0	681.2	93.5

3.1.2.2 Overall

Governing type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Crack Width	111.3	681.2	93.5			95.8	OK

Type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Capacity N-M-M	0.0	-778.2	-109.3			39.1	OK
Shear	0.0			582.7	0.0	44.1	OK
Torsion					0.0	0.0	OK
Interaction	0.0	-778.2	-109.3	582.7	0.0	77.1	OK
Stress Limitation	0.0	0.0	0.0			0.0	Not done
Crack Width	111.3	681.2	93.5			95.8	OK

Limit value of the exploitation of the cross-section: 100.0 %

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is not satisfactory, therefore it was necessary to check ultimate capacity at interaction of all components of internal forces
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.

3.1.2.3 Capacity N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

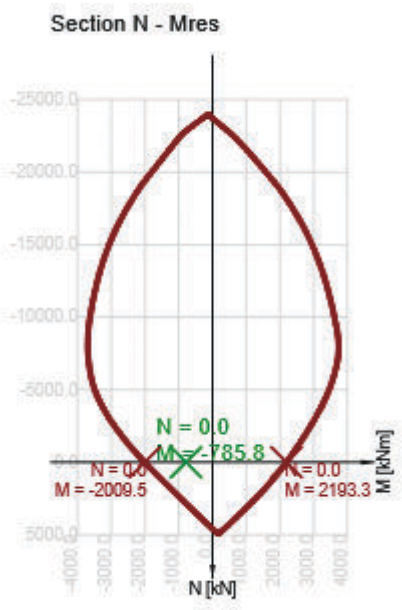
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Type	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	-778.2	-109.3	Nu-Mu-Mu	39.1	100.0	OK

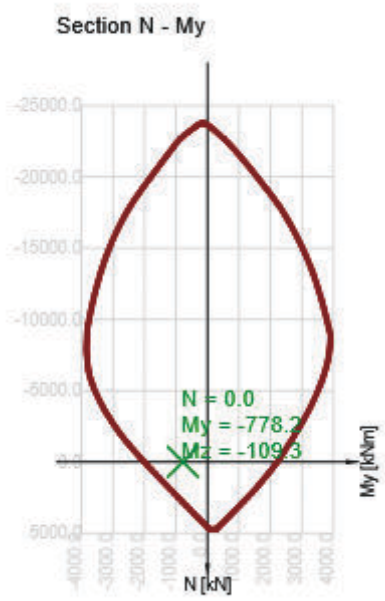
Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	0.0	0.0	0.0
M_y [kNm]	-778.2	-1990.0	2172.0
M_z [kNm]	-109.3	-279.5	305.1

Nonconformity

No nonconformities





3.1.2.4 Shear

Results presented for combination : Fundamental ULS

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Check zone	Clause	Value [%]	Limit [%]	Check
582.7	0.0	1321.7	without reduction	6.2.3(3)	44.1	100.0	OK

Design and resistance shear forces

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
582.7	441.2	3855.7	4677.5	1321.7	1321.7

Input values and intermediate results of shear design

n_c	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
6	2594	6547	1009	878	735	30.0	90.0	1.00

$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0.12	1.48	0.15	0.01	0.0	176.4	0.3	0.53	0.60

Nonconformity

No nonconformities

3.1.2.5 Torsion

Results presented for combination : Fundamental ULS

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	335.4	0.0	100.0	OK

Design and resistance torsional moments

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0.0	256.1	866.5	335.4	335.4

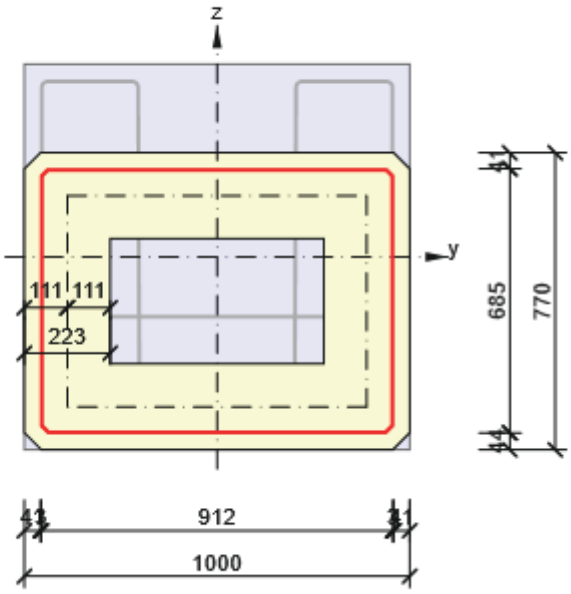
Input values and intermediate results of torsion design

A_k [mm^2]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	A_{sp} [mm^2]	θ [°]
425323	2649	223	524	8225	0	30.0

Nonconformity

No nonconformities

Equivalent thin-walled section for torsion check



Effective stirrup :
ø10 (B 500B) - 150mm

3.1.2.6 Interaction

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value V+T [%]	Value V+T+M [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	-778.2	-109.3	582.7	0.0	40.6	77.1	77.1	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
441.2	256.1	3855.7	866.5	132.1	15.1	15.1	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (longitudinal reinforcement)

A_{sl} [mm^2]	F_{sl} [kN]	$F_{sl,lim}$ [kN]	Value [%]	Limit [%]	Check
11367	1009.3	4942.2	20.4	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (shear reinforcement)

a_{sw} [mm^2/m]	F_{sw} [kN]	$F_{sw,lim}$ [kN]	Value [%]	Limit [%]	Check
393	69.3	170.7	40.6	100.0	OK

Interaction check of shear, torsion, bending and normal force

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta\varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta\varepsilon_t$ [1e-4]	Extreme in bar	Value [%]	Limit [%]	Check
741.5	1009.3	0.0	4.4	0.0	13	77.1	100.0	OK

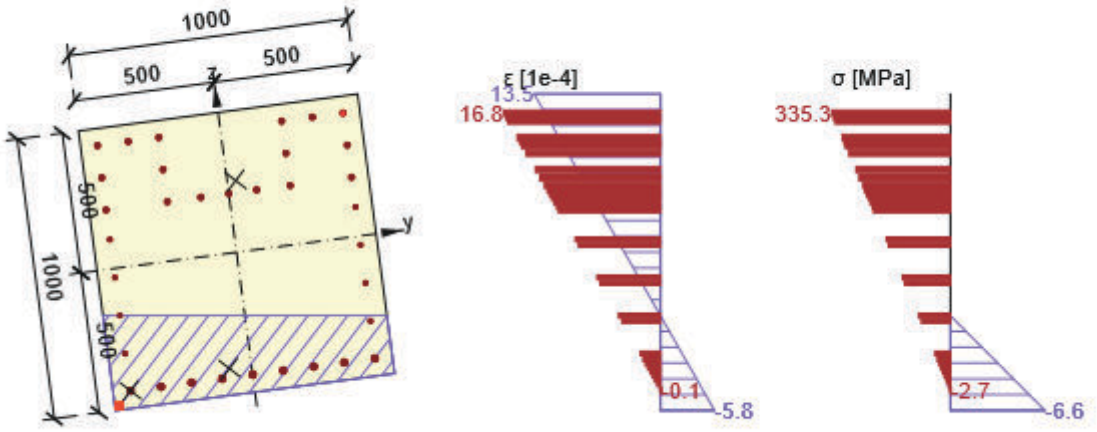
Detailed check of reinforcement

Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta\varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta\sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
13	440	440	4.4	16.8	∞	88.8	335.3	434.8	77.1	OK

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is not satisfactory, therefore it was necessary to check ultimate capacity at interaction of all components of internal forces

Stress and strain distributions in the cross-section



3.1.2.7 Stress limitation

Stress limitation - short-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Stress limitation - long-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.

3.1.2.8 Crack width

Crack width - short-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	111.3	681.2	93.5	0.199	0.240	83.0	100.0	OK

Crack width - long-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	111.3	681.2	93.5	0.230	0.240	95.8	100.0	OK

Intermediate results and coefficients for crack width calculation - short-term effect

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm^2]	$A_{s,eff}$ [mm^2]	$\rho_{p,eff}$ [-]
252	284	984	230841	4619	0.02

k_t [-]	ε_{sm}-ε_{cm} [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.60	5.3	0.80	0.50	3.40	0.43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
50	9.6	-2.8	377	24	176.0

Intermediate results and coefficients for crack width calculation - long-term effect

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm^2]	$A_{s,eff}$ [mm^2]	$\rho_{p,eff}$ [-]
341	262	996	195714	4619	0.02

k_t [-]	ε_{sm}-ε_{cm} [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.40	6.6	0.80	0.50	3.40	0.43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
50	10.4	-4.5	346	24	189.1

Creep coefficient

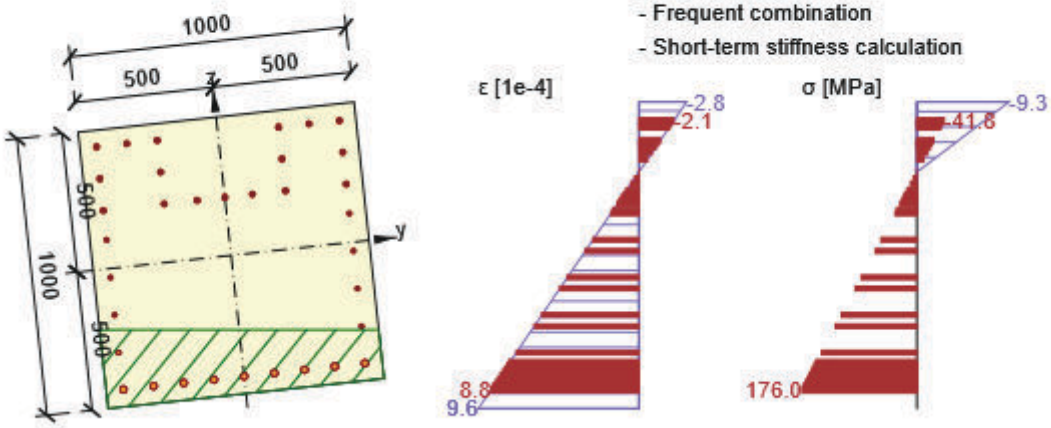
Way of assessment	h_0 [mm]	A_c [mm^2]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Use γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatic	500	1000000	4000	18250.0	28.0	7.0	80	No	1.54

Nonconformity

No nonconformities

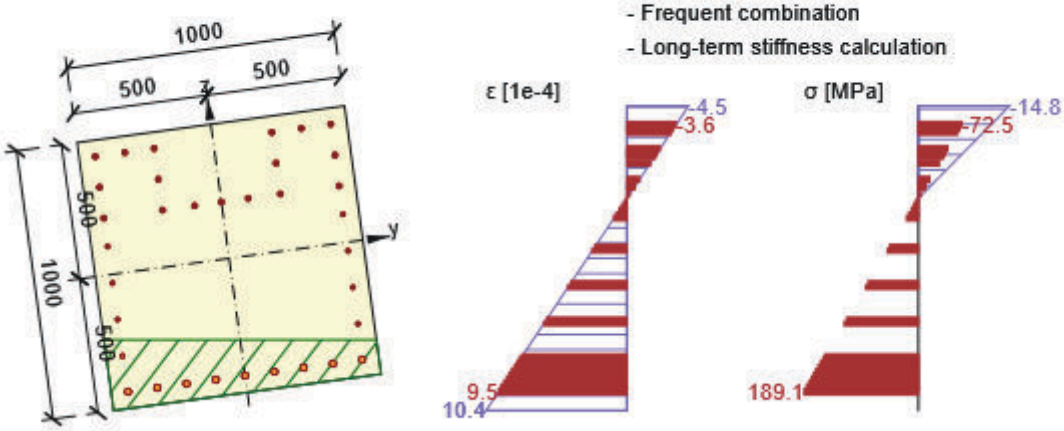
Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Short-term stiffness calculation



Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Long-term stiffness calculation



3.1.2.9 Detailing rules

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$Ratio_{long}$ [%]	$Ratio_{shear}$ [%]	Governing [%]	Limit [%]	Check
0.0	-778.2	-109.3	62.9	100.0	100.0	100.0	OK

Check of detailing provisions of longitudinal reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1 (1)) [%]	0.80	0.15	18.8	OK
Maximal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1(3)) [%]	1.14	4.00	28.4	OK
Minimal clear distance of longitudinal reinforcement (8.2 (2)) [mm]	80	21	26.3	OK
Maximal axial distance of longitudinal reinforcement (9.2.3 (4)) [mm]	220	350	62.9	OK

Check detailing provisions of shear reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for shear reinforcement (9.2.2 (5)) [%]	0.26	0.09	34.1	OK
Maximal distance of stirrups (9.2.2 (6)) [mm]	300	300	100.0	OK
Maximal transversal distance of branches of stirrups (9.2.2 (8)) [mm]	410	500	82.0	OK
Minimum mandrel diameter of stirrup (8.3 (2)) [-]	0.00	0.00	0.0	Off

Input values and intermediate results for detailing

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm^2]	$b_t * d$ [mm^2]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
1009	878	1000000	816678	500.0	434.8	30.0	2.9	20.0

Nonconformity

No nonconformities

4 Symbols explanations

Symbols related to check of capacity N-M-M

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
Type	Nu-Mu-Mu: Cross-sectional resistance is determined assuming proportional change of all components of acting internal forces (the eccentricity of normal force remains constant) until interaction surface is reached. The change of acting internal forces can be interpreted as the movement along the line connecting the origin of coordinate system (0,0,0) and the point of acting internal forces (NEd, MEdy, MEdz). Two points of intersection of the connecting line and interaction surface, which can be found, represent two sets of forces of resistance. Three resistance forces are determined in each point of intersection by the program: normal force capacity NRd, and capacities in flexure MRdy and MRdz
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
F_{Ed}	The applied design force caused by external load (without effects of prestressing)
F_{Rd1}	First set of forces of resistance resulting from first point of intersection reached at interaction surface
F_{Rd2}	Second set of forces of resistance resulting from second point of intersection reached at interaction surface

Symbols related to shear checks

Symbol	Explanation
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
V_{Rd}	Final value of the design shear resistance
Check zone	Type of zone in which check is performed
Clause	The number of clause (type of method) used for shear check
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$V_{Rd,r}$	Limit value of design shear force considered without reduction by Beta factor acc. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Design value of the shear force which can be sustained by the yielding of shear reinforcement
n_c	Number of branches of shear reinforcement
a_{sw}	The cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length
A_{sl}	The area of the tensile longitudinal reinforcement
b_w	The width of the cross-section in the centroid of css
d	Effective depth of the cross-section
z	The inner lever arm
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force
α	The angle between shear reinforcement and the beam axis perpendicular to the shear force
α_{cw}	Coefficient taking account of the state of the stress in the compression chord
$C_{Rd,c}$	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k_1	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
ρ_l	Reinforcement ratio of the tensile longitudinal reinforcement
σ_{cp}	Normal stress in the cross-section due to loading or prestressing limited by 0.2 fcd
σ_{wd}	Design stress of the shear reinforcement, see note 2 of clause 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
v	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance
v_1	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance

Symbols related to torsion checks

Symbol	Explanation
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
T_{Rd}	Governing design torsional resistance moment
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
$T_{Rd,s}$	The design value of the torsional moment, which can be sustained by the yielding of torsion reinforcement
A_k	The area enclosed by the centre-lines of the connecting walls, including inner hollow areas
u_k	The perimeter of the area Ak
t_{eff}	The effective wall thickness
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for torsion check
A_{sl}	Area of longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
A_{sp}	Area of prestressing reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force

Symbols related to the calculation of interaction

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
M_{Edy}	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
M_{Edz}	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
Value V+T	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear and torsion) related to the limit value
Value V+T+M	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear, torsion and bending) related to the limit value
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
Eq. 6.31	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.29) EN 1992-1-1
A_{sl}	Cross-sectional area of longitudinal reinforcement used for shear and/or torsion check. In case of torsion, it is area of reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
F_{sl}	Tensile force due to shear and torsion in longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
$F_{sl,lim}$	Limit value of tensile force in longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance (Fsl,lim=Asl*fyd)
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for interaction of shear and torsion
F_{sw}	Tensile force due to shear and torsion in the shear reinforcement used for interaction of shear and torsion
$F_{sw,lim}$	Limit value of tensile force in shear reinforcement effective for interaction of shear and torsion (Fsw,lim=Asw*fywd)
F_b	Resultant force in longitudinal reinforcement due to bending and normal force
$\Delta F_{td,s}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to shear calculated as VEd * cotθ
$\Delta F_{td,t}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to torsion
$\Delta\varepsilon_s$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear
$\Delta\varepsilon_t$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to torsion
Extreme in bar	Number of the non-prestressed bar with the extreme value of the check
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
$\Delta\varepsilon_{st}$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear and torsion
ε	Strain in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
ε_{lim}	Limit value of strain in the bar/tendon
$\Delta\sigma_{st}$	Additional tensile stress in the bar/tendon due to shear and torsion
σ	Stress in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
σ_{lim}	Limit value of the stress in the bar/tendon

Symbols related to stress limitation checks

Symbol	Explanation
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check

Symbols related to crack width checks

Symbol	Explanation
Combination	Combination used for calculation including rsup or rinf coefficient acc. to 5.10.9
N	Normal force for quasi-permanent combination
M_y	Bending moment around y axis for quasi-permanent combination
M_z	Bending moment around z axis for quasi-permanent combination
w_k	The crack width calculated according to 7.3.4
w_{lim}	Limit value of crack width according to table 7.1N
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
x	Depth of compression zone (position of neutral axis)
$h_{c,eff}$	Depth of effective tension area of the concrete surrounding the reinforcement or prestressing tendons (7.3.2 (3))
d	Effective depth of the cross-section
$A_{c,eff}$	Effective area of the concrete in tension surrounding the reinforcement or prestressing tendons
$A_{s,eff}$	Effective area of reinforcing steel within effective area of the concrete
$\rho_{p,eff}$	Ratio of the effective area of prestressing and reinforcing steel and effective area of the concrete in tension
k_t	Factor dependent on the duration of the load (7.3.4 (2))
k_1	Coefficient which takes account of the bond properties of the bonded reinforcement (7.3.4 (3))
k_2	Coefficient which takes account of the distribution of strain
c	Thickness of concrete cover of main longitudinal reinforcement
ε_1	Greater tensile strain at the boundaries of the section considered, assessed on the basis of a cracked section
ε_2	Lesser tensile strain at the boundaries of the section considered, assessed on the basis of a cracked section
$s_{r,max}$	Maximum final crack spacing
Φ	Diameter of bar or equivalent diameter of bar for more diameters of bars within effective tension area of the concrete
σ_s	Maximum stress in the tension reinforcement assuming a cracked section

Symbols related to check of detailing

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
$Ratio_{long}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for longitudinal reinforcement
$Ratio_{shear}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for shear reinforcement
Governing	Governing ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules
Limit	Limit ratio representing detailing rules
Check	Result of the check
Type	Type of checked detailing provisions
$Value_{calc}$	Calculated or input quantity, which expresses given detailing rule
$Value_{lim}$	Limit value of the quantity, which expresses given detailing rule
Ratio	Ratio of calculated or input quantity, which expresses given detailing rule, to its limit value

5 List of design members

Design member M 1

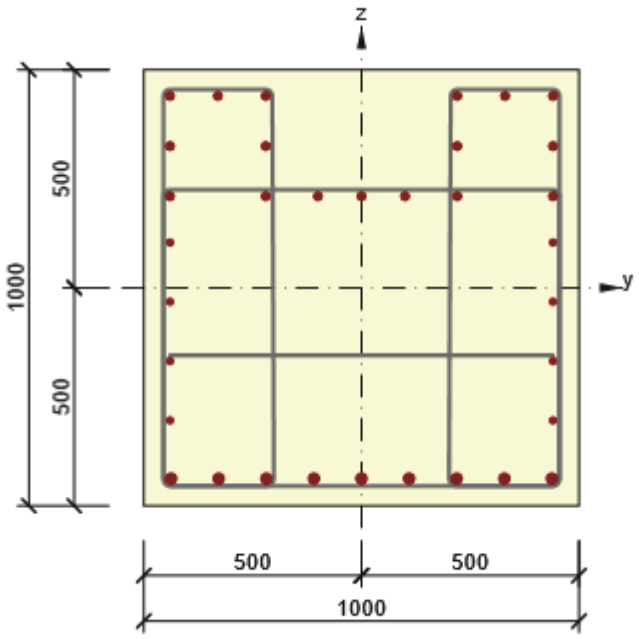
Member type	Beam
Exposure class	XC4, XS3, XF4
Relative humidity	80 %
Φ_{inf}	Calculated
Structural member importance	Major
Coefficient kx (7.3.1(5))	1.20

Flexural slenderness data

Clear distance between faces of the supports (5.3.2.2 (1)) m	Width of supporting element (5.3.2.2 (1))		Support condition	
	Left mm	Right mm	Left	Right
1.00	400	400	Non-continuous member	Non-continuous member

6 List of reinforced sections

Reinforced section R 1



Cross-section components

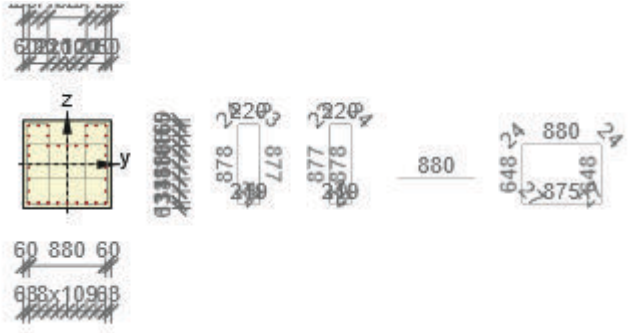
General cross-section, Material: C30/37	
Vertex 1	-500; -500 mm
Vertex 2	-500; 500 mm
Vertex 3	500; 500 mm
Vertex 4	500; -500 mm
Vertex 5	-500; -500 mm

Cross-section characteristics

A [mm^2]	S_y [mm^3]	S_z [mm^3]	I_y [mm^4]	I_z [mm^4]	C_{gy} [mm]	C_{gz} [mm]	i_y [mm]	i_z [mm]
1000000	0	0	83333333333	83333333333	0	0	289	289

Concrete cover related to cross-section edges

1	50 mm
2	50 mm
3	50 mm
4	50 mm



Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]

Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]
89	29	118	118

Longitudinal reinforcement

Bar	Ø [mm]	Material	Y [mm]	Z [mm]
1	25	B 500B	438	-438
2	25	B 500B	328	-438
3	25	B 500B	219	-438
4	25	B 500B	109	-438
5	25	B 500B	0	-438
6	25	B 500B	-109	-438
7	25	B 500B	-219	-438
8	25	B 500B	-328	-438
9	25	B 500B	-438	-438
10	20	B 500B	-440	440
11	20	B 500B	-330	440
12	20	B 500B	-220	440
13	20	B 500B	440	440
14	20	B 500B	330	440
15	20	B 500B	220	440
16	20	B 500B	440	325
17	20	B 500B	220	325
18	20	B 500B	-440	325
19	20	B 500B	-220	325
20	20	B 500B	-440	210
21	20	B 500B	-220	210
22	20	B 500B	440	210
23	20	B 500B	220	210
24	20	B 500B	-100	210
25	20	B 500B	0	210
26	20	B 500B	100	210
27	16	B 500B	-440	104
28	16	B 500B	440	104
29	16	B 500B	-440	-32
30	16	B 500B	440	-32
31	16	B 500B	-440	-168
32	16	B 500B	440	-168
33	16	B 500B	-440	-304
34	16	B 500B	440	-304

Stirrups

Stirrup	Ø [mm]	Material	Distance [mm]	Closed	Shear check	Torsion check	Diameter of mandrel
1	10	B 500B	200	Yes	Yes	No	0.00
3	10	B 500B	200	Yes	Yes	No	0.00
4	10	B 500B	300	No	Yes	No	0.00
6	10	B 500B	150	Yes	Yes	Yes	0.00

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-440	440
1	2	-220	440
1	3	-219	-438
1	4	-438	-438
3	1	220	440
3	2	440	440
3	3	438	-438
3	4	219	-438
4	1	-440	-168
4	2	440	-168
6	1	-438	-438
6	2	-440	210
6	3	440	210
6	4	438	-438

7 List of used materials

Concrete

Name	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
C30/37	30.0	38.0	2.9	32836.6	0.20	2500
	ε_{c2} = 20.0 1e-4, ε_{cu2} = 35.0 1e-4, ε_{c3} = 17.5 1e-4, ε_{cu3} = 35.0 1e-4, Exponent - n: 2.00, Aggregate size = 16 mm, Cement class: R (s = 0.20), Diagram type: Bilinear					

Explanation

Symbol	Explanation
f_{ck}	Characteristic compressive cylinder strength of concrete at 28 days
f_{cm}	Mean value of concrete cylinder compressive strength
f_{ctm}	Mean value of axial tensile strength of concrete
E_{cm}	Secant modulus of elasticity of concrete
ε_c	Compressive strain in the concrete at the peak stress fc
ε_{cu}	Ultimate compressive strain in the concrete

Reinforcement Steel

Name	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
B 500B	500.0	540.0	200000.0	0.20	7850
	f_{tk}/f_{yk} = 1.08, ε_{uk} = 500.0 1e-4, Type: Bars, Bar surface: Ribbed, Class: B, Fabrication: Hot rolled, Diagram type: Bilinear with horizontal top branch				

Explanation

Symbol	Explanation
f_{yk}	Characteristic yield strength of reinforcement
f_{tk}	Characteristic tensile strength of reinforcement
E	Modulus of elasticity of reinforcement steel
ε_{uk}	Characteristic strain of reinforcement or prestressing steel at maximum load

Project: Ontwerp Kraanfundatieligger

Project number: 115018

Author:

IDEA StatiCa®
Calculate yesterday's estimates

Table of contents

1 Project data
2 Brief summary of results of sectional checks
3 Sectional checks
3.1 Section S 1
4 Symbols explanations
5 List of design members
6 List of reinforced sections
7 List of used materials

1 Project data

Project title	Ontwerp Kraanfundatieligger
Project number	115018
Description	wapening berekening paalkop
Author	
Date of creation	11/9/2021
Version	21.1.0.3486

National code

National code	EN 1992-1-1:2014-12, NEN:2011/NB:2016-11
Design working life	50 years

2 Brief summary of results of sectional checks

Section name	Design member	Reinforced cross-section	Value [%]	Result status
S 1	M 1 (Beam)	R 1	87.0	✓

3 Sectional checks

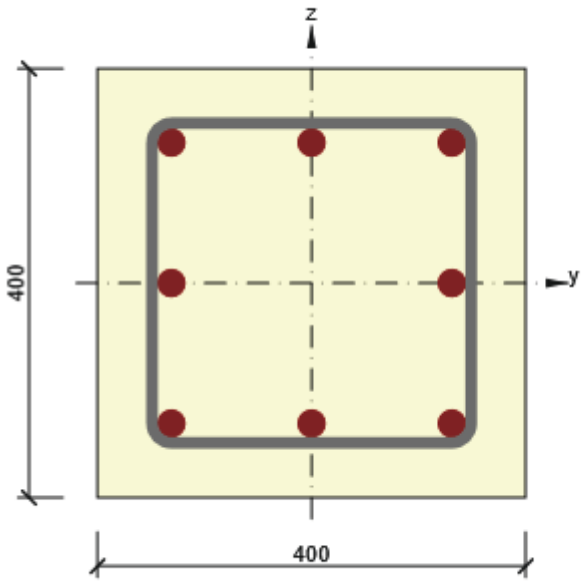
3.1 Section S 1

3.1.1 Brief summary of results of extremes in section

Extreme name	Time [d]	Value [%]	Result status
S 1 - E 1	28.0	31.7	✓
S 1 - E 2	28.0	8.2	✓
S 1 - E 3	28.0	59.3	✓
S 1 - E 4	28.0	23.5	✓
S 1 - E 5	28.0	40.5	✓
S 1 - E 6	28.0	87.0	✓
S 1 - E 7	28.0	53.4	✓
S 1 - E 8	28.0	70.2	✓
S 1 - E 9	28.0	60.5	✓
S 1 - E 10	28.0	31.3	✓

3.1.2 Critical extreme S 1 - E 6

Design member	M 1
Reinforced cross-section	R 1



Concrete: C30/37
Age: 28.0 d
Reinforcement: (B 500B)
3ø25 (1473mm²), z = 131 mm
2ø25 (982mm²), z = 0 mm
3ø25 (1473mm²), z = -131 mm
Stirrups:
ø11 - 150 mm

3.1.2.1 Load effects - internal forces

Load type	Combination type	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
Total	Fundamental ULS	-535.6	-49.9	148.5	0.0	-99.2	-41.4
Total	Frequent	-563.7	0.0	0.0	0.0	-58.5	-3.6

3.1.2.2 Overall

Governing type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Shear	-535.6			156.7	0.0	87.0	OK

Type of check	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value [%]	Check
Capacity N-M-M	-535.6	-99.2	-41.4			41.8	OK
Shear	-535.6			156.7	0.0	87.0	OK
Torsion					0.0	0.0	OK
Interaction	-535.6	-99.2	-41.4	156.7	0.0	87.0	OK
Stress Limitation	0.0	0.0	0.0			0.0	Not done
Crack Width	-563.7	-58.5	-3.6			0.0	OK

Limit value of the exploitation of the cross-section: 100.0 %

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	The angle between in-plane gradient of the strain plane and the resultant of shear forces exceeded the limit 20 degrees, which could adversely affect the values of calculated effective detpth and lever arm and consequently calculated strength in shear. Note that user values of effective detpth and lever arm can be defined in Code settings.
⚠	Shear is resisted by concrete, shear reinforcement is required according to detailing provisions, see 6.2.2
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is satisfactory, therefore only minimum reinforcement acc. to 9.2.1.1 is required. Please check detailing provisions.
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.
ℹ	Cracks do not appear for short-term effect – effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) not exceeded in most tensioned concrete fibres

3.1.2.3 Capacity N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

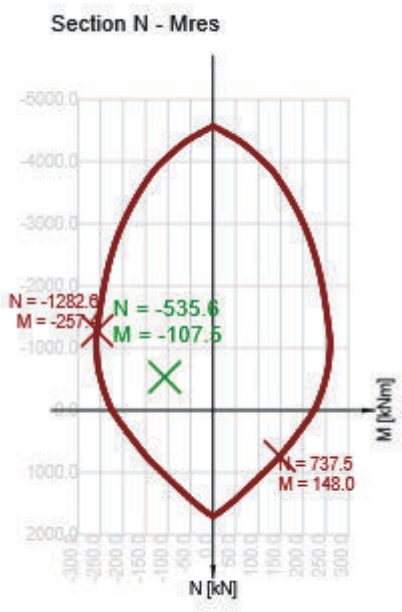
N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Type	Value [%]	Limit [%]	Check
-535.6	-99.2	-41.4	Nu-Mu-Mu	41.8	100.0	OK

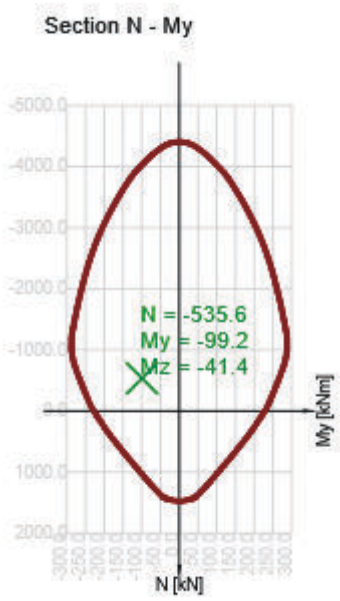
Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-535.6	-1282.6	737.5
M_y [kNm]	-99.2	-237.6	136.6
M_z [kNm]	-41.4	-99.1	57.0

Nonconformity

No nonconformities





3.1.2.4 Shear

Results presented for combination : Fundamental ULS

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Check zone	Clause	Value [%]	Limit [%]	Check
156.7	-535.6	180.0	without reduction	6.2.2(1)	87.0	100.0	OK

Design and resistance shear forces

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
156.7	180.0	488.8	776.6	100.0	180.0

Input values and intermediate results of shear design

n_c	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
2	1201	1963	422	349	191	45.0	90.0	1.15

$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0.12	1.76	0.15	0.01	3.3	500.0	0.4	0.53	0.53

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	The angle between in-plane gradient of the strain plane and the resultant of shear forces exceeded the limit 20 degrees, which could adversely affect the values of calculated effective detpth and lever arm and consequently calculated strength in shear. Note that user values of effective detpth and lever arm can be defined in Code settings.
⚠	Shear is resisted by concrete, shear reinforcement is required according to detailing provisions, see 6.2.2

3.1.2.5 Torsion

Results presented for combination : Fundamental ULS

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	37.8	0.0	100.0	OK

Design and resistance torsional moments

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0.0	25.6	114.4	37.8	37.8

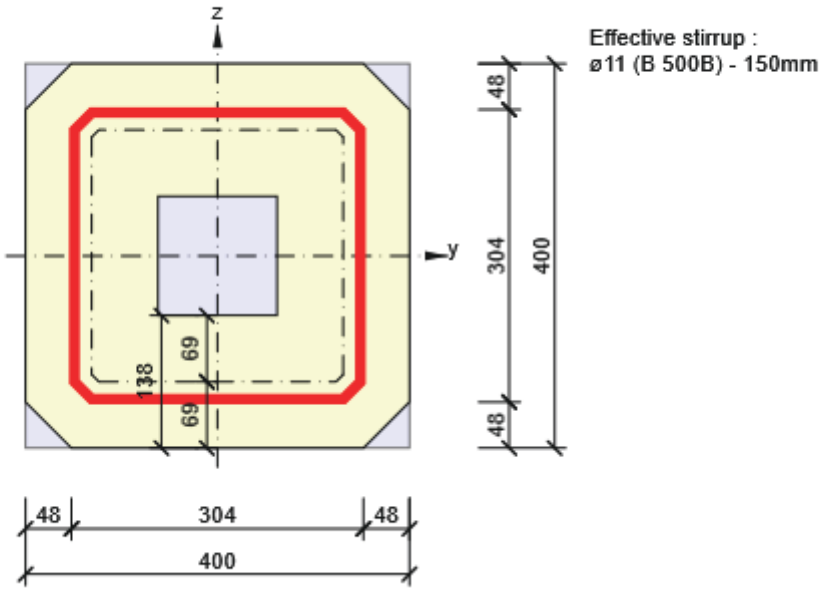
Input values and intermediate results of torsion design

A_k [mm^2]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm^2/m]	A_{sl} [mm^2]	A_{sp} [mm^2]	θ [°]
68533	1031	138	634	3927	0	45.0

Nonconformity

No nonconformities

Equivalent thin-walled section for torsion check



3.1.2.6 Interaction

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Value V+T [%]	Value V+T+M [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
-535.6	-99.2	-41.4	156.7	0.0	87.0	41.4	87.0	100.0	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Value [%]	Limit [%]	Check
180.0	25.6	488.8	114.4	87.0	32.1	32.1	100.0	OK

Interaction check of shear, torsion, bending and normal force

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta\varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta\varepsilon_t$ [1e-4]	Extreme in bar	Value [%]	Limit [%]	Check
-60.0	156.7	0.0	2.0	0.0	6	41.4	100.0	OK

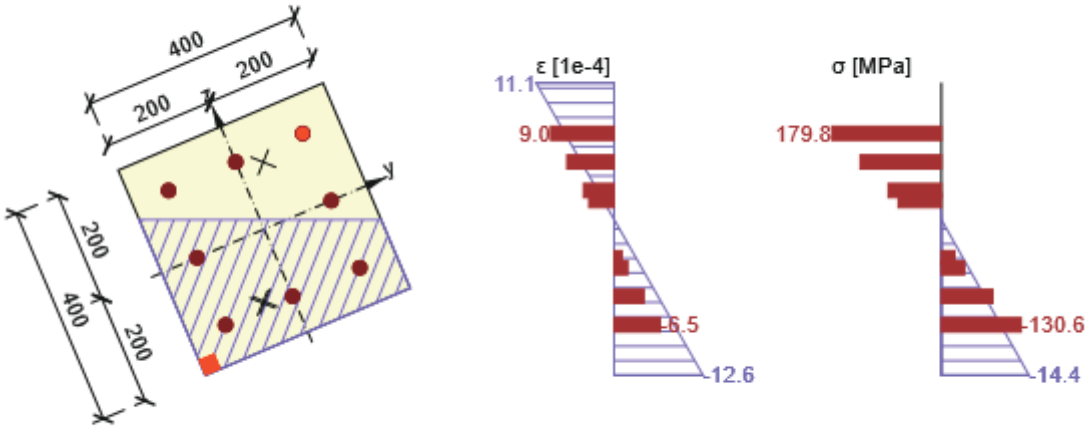
Detailed check of reinforcement

Bar	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta\varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta\sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Value [%]	Check
6	131	131	2.0	9.0	∞	39.9	179.8	434.8	41.4	OK

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Check of interaction of shear and torsion acc. to 6.3.2 (5) is satisfactory, therefore only minimum reinforcement acc. to 9.2.1.1 is required. Please check detailing provisions.
⚠	The angle between in-plane gradient of the strain plane and the resultant of shear forces exceeded the limit 20 degrees, which could adversely affect the values of calculated effective detpth and lever arm and consequently calculated strength in shear. Note that user values of effective detpth and lever arm can be defined in Code settings.

Stress and strain distributions in the cross-section



3.1.2.7 Stress limitation

Stress limitation - short-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Stress limitation - long-term effect

Value [%]	Limit [%]	Check
0.0	100.0	Not done

Nonconformity

	Nonconformities
⚠	Loads for neither characteristics nor quasi-permanent combination have been input. Check of stress limitation for these combinations according to clause 7.2 has not been done.

3.1.2.8 Crack width

Crack width - short-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	-563.7	-58.5	-3.6	0.000	0.500	0.0	100.0	OK

Crack width - long-term effect

Combination	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check
Freq	-563.7	-58.5	-3.6	0.000	0.500	0.0	100.0	OK

Creep coefficient

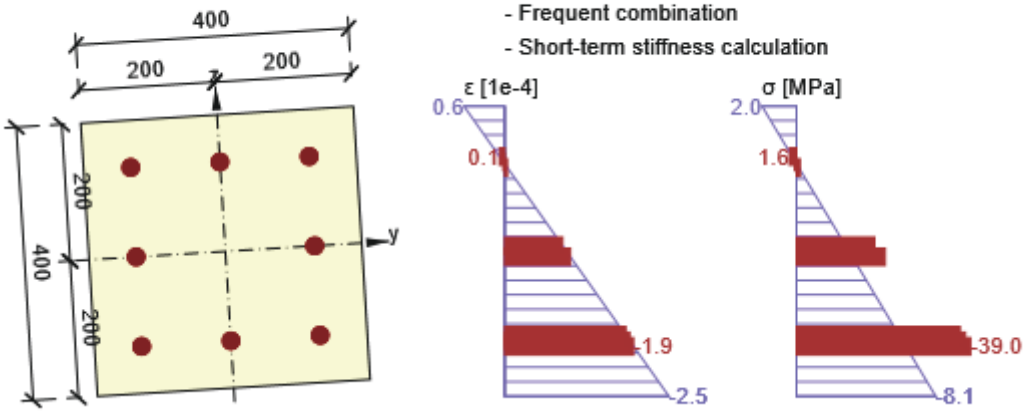
Way of assessment	h_0 [mm]	A_c [mm^2]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Use γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatic	200	160000	1600	18250.0	28.0	7.0	80	No	1.67

Nonconformity

	Nonconformities
i	Cracks do not appear for short-term effect – effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) not exceeded in most tensioned concrete fibres
i	Cracks do not appear for long-term effect - effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) not exceeded in most tensioned concrete fibres

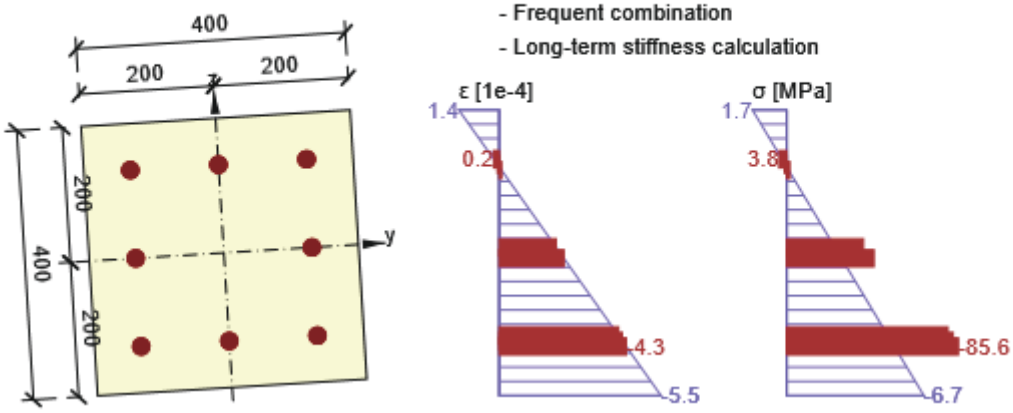
Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Short-term stiffness calculation



Stress and strain distributions in the cross-section

Results presented for :
- Frequent combination
- Long-term stiffness calculation



3.1.2.9 Detailing rules

Results presented for combination : Fundamental ULS

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$Ratio_{long}$ [%]	$Ratio_{shear}$ [%]	Governing [%]	Limit [%]	Check
-535.6	-99.2	-41.4	61.4	62.9	62.9	100.0	OK

Check of detailing provisions of longitudinal reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1 (1)) [%]	0.00	0.00	0.0	Off
Maximal reinf. ratio for longitudinal reinforcement (9.2.1.1(3)) [%]	2.45	4.00	61.4	OK
Minimal clear distance of longitudinal reinforcement (8.2 (2)) [mm]	106	25	23.6	OK
Maximal axial distance of longitudinal reinforcement (9.2.3 (4)) [mm]	131	350	37.4	OK

Check detailing provisions of shear reinforcement

Type	$Value_{calc}$	$Value_{lim}$	Ratio [%]	Check
Minimal reinf. ratio for shear reinforcement (9.2.2 (5)) [%]	0.28	0.09	30.8	OK
Maximal distance of stirrups (9.2.2 (6)) [mm]	150	300	50.0	OK
Maximal transversal distance of branches of stirrups (9.2.2 (8)) [mm]	314	500	62.9	OK
Minimum mandrel diameter of stirrup (8.3 (2)) [-]	0.00	0.00	0.0	Off

Input values and intermediate results for detailing

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm^2]	$b_t * d$ [mm^2]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
422	349	160000	0	500.0	434.8	30.0	2.9	20.0

Nonconformity

No nonconformities

4 Symbols explanations

Symbols related to check of capacity N-M-M

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis caused by permanent and variable external load, and by secondary effects of prestressing
Type	Nu-Mu-Mu: Cross-sectional resistance is determined assuming proportional change of all components of acting internal forces (the eccentricity of normal force remains constant) until interaction surface is reached. The change of acting internal forces can be interpreted as the movement along the line connecting the origin of coordinate system (0,0,0) and the point of acting internal forces (NEd, MEdy, MEdz). Two points of intersection of the connecting line and interaction surface, which can be found, represent two sets of forces of resistance. Three resistance forces are determined in each point of intersection by the program: normal force capacity NRd, and capacities in flexure MRdy and MRdz
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
F_{Ed}	The applied design force caused by external load (without effects of prestressing)
F_{Rd1}	First set of forces of resistance resulting from first point of intersection reached at interaction surface
F_{Rd2}	Second set of forces of resistance resulting from second point of intersection reached at interaction surface

Symbols related to shear checks

Symbol	Explanation
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
V_{Rd}	Final value of the design shear resistance
Check zone	Type of zone in which check is performed
Clause	The number of clause (type of method) used for shear check
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$V_{Rd,r}$	Limit value of design shear force considered without reduction by Beta factor acc. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Design value of the shear force which can be sustained by the yielding of shear reinforcement
n_c	Number of branches of shear reinforcement
a_{sw}	The cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length
A_{sl}	The area of the tensile longitudinal reinforcement
b_w	The width of the cross-section in the centroid of css
d	Effective depth of the cross-section
z	The inner lever arm
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force
α	The angle between shear reinforcement and the beam axis perpendicular to the shear force
α_{cw}	Coefficient taking account of the state of the stress in the compression chord
$C_{Rd,c}$	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
k_1	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
ρ_l	Reinforcement ratio of the tensile longitudinal reinforcement
σ_{cp}	Normal stress in the cross-section due to loading or prestressing limited by 0.2 fcd
σ_{wd}	Design stress of the shear reinforcement, see note 2 of clause 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficient for calculation the design shear resistance of the member without shear reinforcement
v	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance
v_1	Concrete strength reduction factor for the calculation of shear resistance

Symbols related to torsion checks

Symbol	Explanation
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
T_{Rd}	Governing design torsional resistance moment
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
$T_{Rd,s}$	The design value of the torsional moment, which can be sustained by the yielding of torsion reinforcement
A_k	The area enclosed by the centre-lines of the connecting walls, including inner hollow areas
u_k	The perimeter of the area Ak
t_{eff}	The effective wall thickness
a_{sw}	Cross-sectional area of the shear reinforcement per unit length used for torsion check
A_{sl}	Area of longitudinal reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
A_{sp}	Area of prestressing reinforcement inside of the stirrup, which is effective for torsion resistance
θ	The angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force

Symbols related to the calculation of interaction

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
M_{Edy}	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
M_{Edz}	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
V_{Ed}	Design value of the applied shear force (with effect of prestressing)
T_{Ed}	Design value of the applied torsional moment (with effect of prestressing)
Value V+T	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear and torsion) related to the limit value
Value V+T+M	Calculated value of the exploitation of the cross-section (for interaction of shear, torsion and bending) related to the limit value
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check
$V_{Rd,c}$	The design shear resistance of the member without shear reinforcement
$T_{Rd,c}$	The design torsional cracking moment
$V_{Rd,max}$	The design value of the maximum shear force which can be sustained by the member, limited by crushing of the compression struts
$T_{Rd,max}$	The design torsional resistance moment
Eq. 6.31	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	The value of the exploitation of the cross-section according to equation (6.29) EN 1992-1-1
F_b	Resultant force in longitudinal reinforcement due to bending and normal force
$\Delta F_{td,s}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to shear calculated as VEd * cotθ
$\Delta F_{td,t}$	Additional tensile force in longitudinal reinforcement due to torsion
$\Delta\varepsilon_s$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear
$\Delta\varepsilon_t$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to torsion
Extreme in bar	Number of the non-prestressed bar with the extreme value of the check
Bar	Number of reinforcement bar with the extreme value of the check
y_i	y-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
z_i	z-coordinate of the css component (fibre/bar/tendon...) related to the centroid of css
$\Delta\varepsilon_{st}$	Additional tensile strain in the bar/tendon due to shear and torsion
ε	Strain in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
ε_{lim}	Limit value of strain in the bar/tendon
$\Delta\sigma_{st}$	Additional tensile stress in the bar/tendon due to shear and torsion
σ	Stress in the bar/tendon due to shear, torsion and bending
σ_{lim}	Limit value of the stress in the bar/tendon

Symbols related to stress limitation checks

Symbol	Explanation
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check

Symbols related to crack width checks

Symbol	Explanation
Combination	Combination used for calculation including rsup or rinf coefficient acc. to 5.10.9
N	Normal force for quasi-permanent combination
M_y	Bending moment around y axis for quasi-permanent combination
M_z	Bending moment around z axis for quasi-permanent combination
w_k	The crack width calculated according to 7.3.4
w_{lim}	Limit value of crack width according to table 7.1N
Value	Calculated value of the exploitation of the cross-section or its component (e.g. reinforcement bar) related to the limit value
Limit	Limit value of the exploitation of the cross-section
Check	Result of the check

Symbols related to check of detailing

Symbol	Explanation
N_{Ed}	Design value of the applied axial force (with effect of prestressing)
$M_{Ed,y}$	Design value of the applied bending moment around y axis (with effect of prestressing)
$M_{Ed,z}$	Design value of the applied bending moment around z axis (with effect of prestressing)
$Ratio_{long}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for longitudinal reinforcement
$Ratio_{shear}$	Critical ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules for shear reinforcement
Governing	Governing ratio of calculated to limit value, which expresses detailing rules
Limit	Limit ratio representing detailing rules
Check	Result of the check
Type	Type of checked detailing provisions
$Value_{calc}$	Calculated or input quantity, which expresses given detailing rule
$Value_{lim}$	Limit value of the quantity, which expresses given detailing rule
Ratio	Ratio of calculated or input quantity, which expresses given detailing rule, to its limit value

5 List of design members

Design member M 1

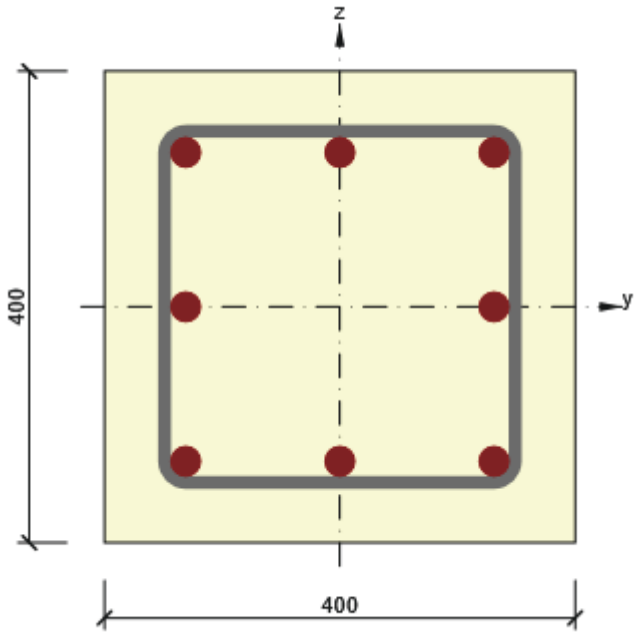
Member type	Beam
Exposure class	XC3, XF2
Relative humidity	80 %
Φ_{inf}	Calculated
Structural member importance	Major
Coefficient kx (7.3.1(5))	1.67

Flexural slenderness data

Clear distance between faces of the supports (5.3.2.2 (1)) m	Width of supporting element (5.3.2.2 (1))		Support condition	
	Left mm	Right mm	Left	Right
1.00	400	400	Non-continuous member	Non-continuous member

6 List of reinforced sections

Reinforced section R 1



Cross-section components

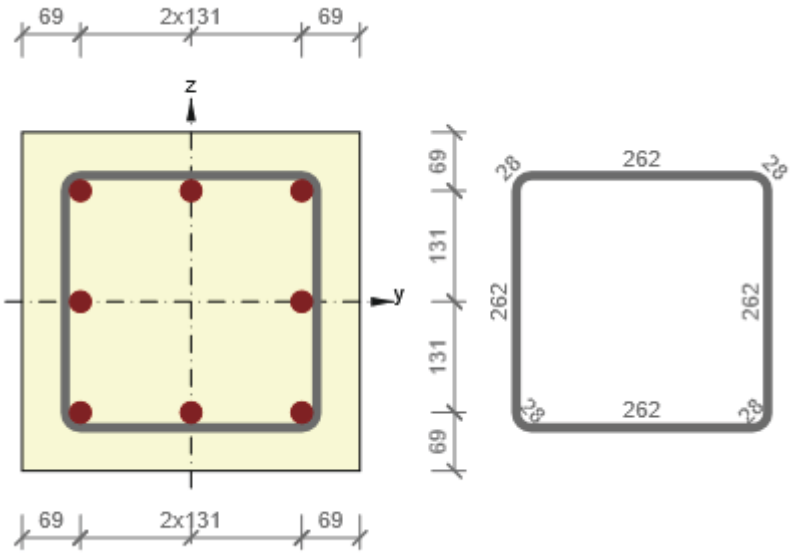
Rectangular cross-section (400 / 400mm), Material: C30/37

Cross-section characteristics

A [mm^2]	S_y [mm^3]	S_z [mm^3]	I_y [mm^4]	I_z [mm^4]	C_{gy} [mm]	C_{gz} [mm]	i_y [mm]	i_z [mm]
160000	0	0	2133333333	2133333333	0	0	115	115

Concrete cover related to cross-section edges

1	50 mm
2	50 mm
3	50 mm
4	50 mm



Longitudinal reinforcement [kg/m]	Shear reinforcement [kg/m]	Total mass [kg/m]	Reinforcement / m3 concrete [kg/m^3]
31	6	37	229

Longitudinal reinforcement

Bar	Ø [mm]	Material	Y [mm]	Z [mm]
1	25	B 500B	-131	-131
2	25	B 500B	0	-131
3	25	B 500B	131	-131
4	25	B 500B	-131	131
5	25	B 500B	0	131
6	25	B 500B	131	131
7	25	B 500B	-131	0
8	25	B 500B	131	0

Stirrups

Stirrup	Ø [mm]	Material	Distance [mm]	Closed	Shear check	Torsion check	Diameter of mandrel
1	11	B 500B	150	Yes	Yes	Yes	0.00

Stirrup	Vertex	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-131	-131
1	2	131	-131
1	3	131	131
1	4	-131	131

7 List of used materials

Concrete

Name	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
C30/37	30.0	38.0	2.9	32836.6	0.20	2500
	ε_{c2} = 20.0 1e-4, ε_{cu2} = 35.0 1e-4, ε_{c3} = 17.5 1e-4, ε_{cu3} = 35.0 1e-4, Exponent - n: 2.00, Aggregate size = 16 mm, Cement class: R (s = 0.20), Diagram type: Bilinear					

Explanation

Symbol	Explanation
f_{ck}	Characteristic compressive cylinder strength of concrete at 28 days
f_{cm}	Mean value of concrete cylinder compressive strength
f_{ctm}	Mean value of axial tensile strength of concrete
E_{cm}	Secant modulus of elasticity of concrete
ε_c	Compressive strain in the concrete at the peak stress fc
ε_{cu}	Ultimate compressive strain in the concrete

Reinforcement Steel

Name	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Unit mass [kg/m^3]
B 500B	500.0	540.0	200000.0	0.20	7850
	f_{tk}/f_{yk} = 1.08, ε_{uk} = 500.0 1e-4, Type: Bars, Bar surface: Ribbed, Class: B, Fabrication: Hot rolled, Diagram type: Bilinear with horizontal top branch				

Explanation

Symbol	Explanation
f_{yk}	Characteristic yield strength of reinforcement
f_{tk}	Characteristic tensile strength of reinforcement
E	Modulus of elasticity of reinforcement steel
ε_{uk}	Characteristic strain of reinforcement or prestressing steel at maximum load

VII

BIJLAGE: BEPALING TREKVERMOGEN (D-FOUNDATION)

Report for D-Foundations 19.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report:	15-11-2021
Time of report:	16:19:39
Report with version:	19.1.2.26122
Date of calculation:	15-11-2021
Time of calculation:	16:14:03
Calculated with version:	19.1.2.26122
File name:	P:\..\115018\WIP__999. 2021\Ontwerp kraanbaanfundatie\modellen\Trek
Project identification:	MCT Containerterminal - VO - kraanbaan Trek D-Foundations Trek

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Tension Piles (EC7-NL) 3
2.4 General CPT Data 3
2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.5 Soil Data 4
2.5.1 Soil Profile S04 (2) 4
2.5.2 Soil Profile S04 (1) 5
2.6 Pile Types 6
2.6.1 Pile type : Rect 400x400 6
2.7 Foundation Plan 6
2.7.1 View of Foundation Plan 7
2.8 Excavation Data 7
2.9 Optional Parameters 8
2.10 Overruled Parameters 8
2.11 Model Options 8
2.12 Model Options 8
3 Tension Piles (EC7-NL): Results Complete Verification 9
3.1 Errors and Warnings 9
3.2 Remarks 9
3.3 Calculation Parameters 9
3.3.1 Pile Factors 9
3.3.2 Pile type : Rect 400x400 9
3.4 Verification of Limit State EQU 9
3.5 Verification of Limit State STR/GEO 10
3.6 Verification of Serviceability limit state 10
3.7 Additional Information 10

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Tension Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	MCT Containerterminal - VO - kraanbaan
Title 2 :	Trek
Title 3 :	D-Foundations Trek
Number of project :	115018
Location of project :	

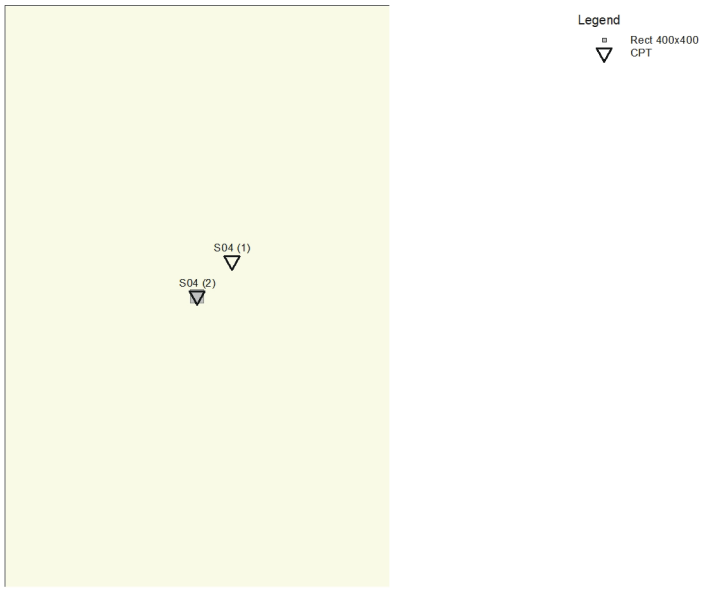
2.3 Application Area Model Tension Piles (EC7-NL)

The design and verifications performed by the TENSION PILES (EC7-NL) model of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause tensile forces in the piles. Pilegroup effects are taken into account. Calculation of pile forces is based on Cone Penetration Tests. Pile capacities are based on the NEN 9997-1:2016, chapter 7 and where pile/safety factors are concerned, on Dutch Standards NEN 9997-1:2016. Horizontal displacements of piles are not taken into account. Vertical displacements of piles are not calculated. Design of Tension piles based on NEN 9997-1:2016 is limited to piles with lengths between 7 and 50 m and a minimum Length over (equivalent) diameter ratio of 13.5.

2.4 General CPT Data

Number of CPT's :	2
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan



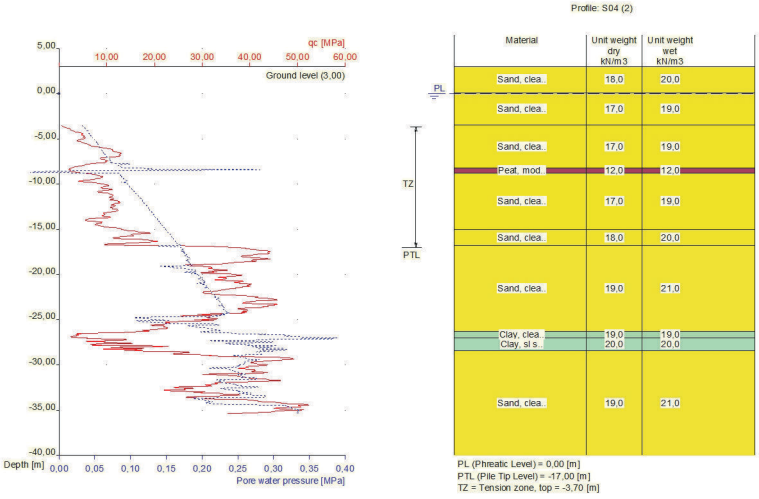
Name CPT	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
S04 (2)	0,00	0,00
S04 (1)	1,00	1,00

2.5 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

2.5.1 Soil Profile S04 (2)

Belonging to CPT	S04 (2)
Surface level in [m. reference level] :	3,00
Phreatic level in [m. reference level] :	0,00
Top of tension zone [m. reference level]:	-3,70
Pile tip level in [m. reference level] :	-17,00
Number of layers in profile :	10

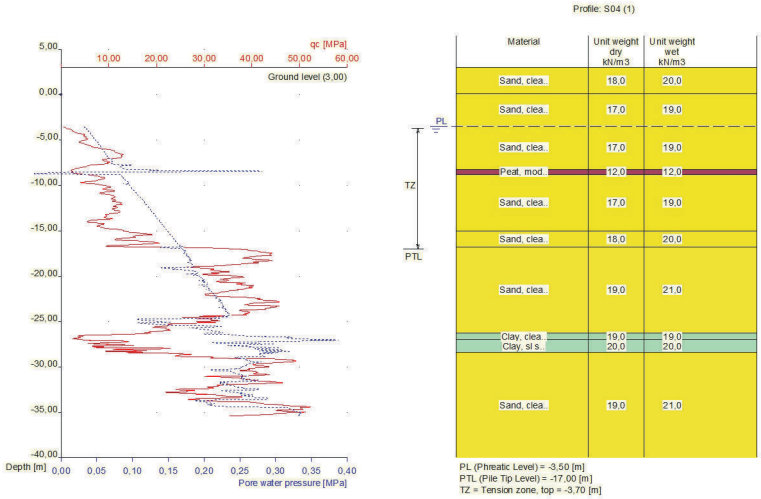


Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	3,000	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
2	0,140	Sand	17,00	19,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
3	-3,490	Sand	17,00	19,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
4	-8,200	Peat	12,00	12,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
5	-8,800	Sand	17,00	19,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
6	-15,000	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
7	-16,800	Sand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
8	-26,300	Clay	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
9	-27,000	Clay	20,00	20,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
10	-28,400	Sand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	3,000	Sand	32,50	0,00	0,00	1,000	True
2	0,140	Sand	30,00	0,00	0,00	1,000	True
3	-3,490	Sand	30,00	0,00	0,00	1,000	True
4	-8,200	Peat	15,00	0,00	0,00	1,000	False
5	-8,800	Sand	30,00	0,00	0,00	1,000	True
6	-15,000	Sand	32,50	0,00	0,00	1,000	True
7	-16,800	Sand	35,00	0,00	0,00	1,000	True
8	-26,300	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
9	-27,000	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
10	-28,400	Sand	35,00	0,00	0,00	1,000	True

2.5.2 Soil Profile S04 (1)

Belonging to CPT	S04 (1)
Surface level in [m. reference level] :	3,00
Phreatic level in [m. reference level] :	-3,50
Top of tension zone [m. reference level]:	-3,70
Pile tip level in [m. reference level] :	-17,00
Number of layers in profile :	10



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	3,000	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
2	0,140	Sand	17,00	19,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
3	-3,490	Sand	17,00	19,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
4	-8,200	Peat	12,00	12,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
5	-8,800	Sand	17,00	19,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
6	-15,000	Sand	18,00	20,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
7	-16,800	Sand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...
8	-26,300	Clay	19,00	19,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
9	-27,000	Clay	20,00	20,00	0,40	0,80		12/15	Standa...
10	-28,400	Sand	19,00	21,00	0,40	0,80	0,200	12/15	Standa...

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m2]	Addit. PP at bottom [kN/m2]	OCR value [-]	Use Tension
1	3,000	Sand	32,50	0,00	0,00	1,000	True
2	0,140	Sand	30,00	0,00	0,00	1,000	True
3	-3,490	Sand	30,00	0,00	0,00	1,000	True
4	-8,200	Peat	15,00	0,00	0,00	1,000	False
5	-8,800	Sand	30,00	0,00	0,00	1,000	True
6	-15,000	Sand	32,50	0,00	0,00	1,000	True
7	-16,800	Sand	35,00	0,00	0,00	1,000	True
8	-26,300	Clay	17,50	0,00	0,00	1,000	True
9	-27,000	Clay	22,50	0,00	0,00	1,000	True
10	-28,400	Sand	35,00	0,00	0,00	1,000	True

2.6 Pile Types

Note : if alpha;t is not user defined, the next rules apply :
- alpha;t according to table 7.g and table 7.h of NEN 9997-1:2016
- for clay: alpha;t depends on the CPT-value and relative depth
- for peat: alpha;t = 0
- for sand/gravel: alpha;t also depends on the median

Number of pile types : 1

2.6.1 Pile type : Rect 400x400

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel : Prefabricated concrete pile

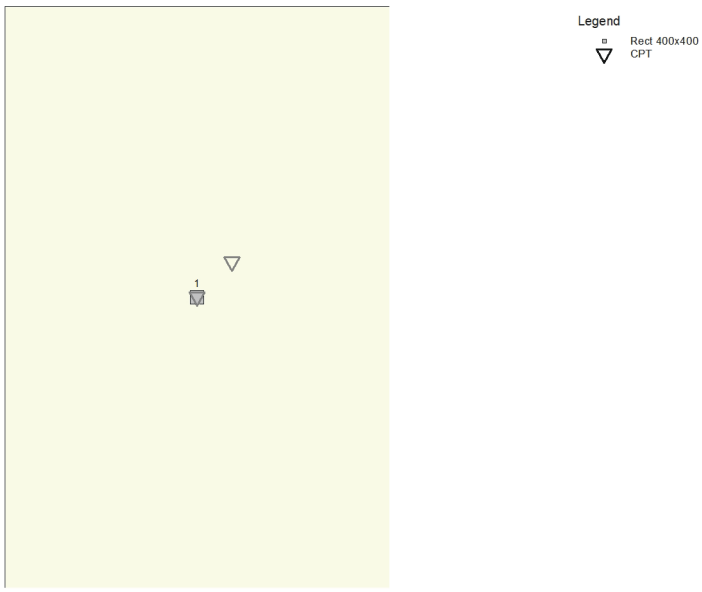
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay : According to standard
Materialtype for pile : Concrete
Pile shape : Rectangular pile

Pile dimensions :
- Smallest side pile tip [m] : 0,400
- Largest side pile tip [m] : 0,400

2.7 Foundation Plan

Number of piles : 1
Number of collaborating piles* : 1
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.7.1 View of Foundation Plan

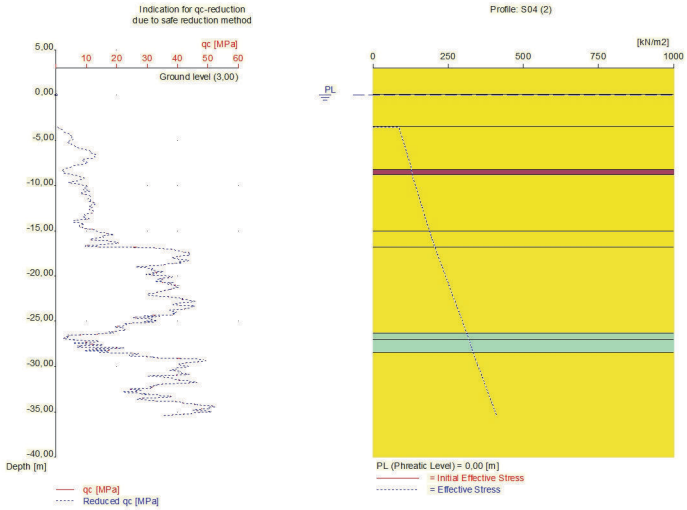


Pile nr./code	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]	Maximum load [kN]	Minimum load [kN]	Pile head level [m R.L.]	Use alternat. loads	Factor Gamma;var
1: 1	0,00	0,00	20,00	-1293,00	3,00	True	1,50

Note regarding the loads: tension forces are positive, compressive forces are negative

2.8 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 3,50
Reduction model : Safe (NEN)



2.9 Optional Parameters

Unit weight water [kN/m3] :	9,81
Surcharge [kN/m2] :	0,00

2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1,25
User defined Factor xi4 [-] :	1,00

2.11 Model Options

Suppress compaction
If compaction is used, according to NEN 9997-1:2016 CPT's should be made after installation to verify this assumption
Use the influence of excavations (standard).
Suppress excess pore pressure

2.12 Model Options

Selected pile types :
-Rect 400x400

Selected profiles :
-S04 (2)
-S04 (1)

3 Tension Piles (EC7-NL): Results Complete Verification

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 section (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3, the average distance between the different CPT's used for this check is 25 m.
The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 are met.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are not met. The variation (19,11%) is too large (> 12%).
In fact, the CPT's should not be combined in one calculation as they differ too much to be able to obtain valid values for ksi 3 and ksi 4.

When calculating the max. mobilized soil weight, the topangle is used according to NEN 9997-1:2016.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

xi3 (user defined) :	1,25
xi4 (user defined) :	1,00
For factor gamma;var values, see FOUNDATION PLAN table	
Factor gamma;st according to NEN 9997-1:2016 A.3.3.2 [-]	1,350
Factor gamma;gamma according to NEN 9997-1:2016 table A.2 [-]	
Above excavation level	1,0
Below excavation level	1,1

3.3.2 Pile type : Rect 400x400

Pile type for shaft friction factor (alpha;t) sand/gravel :	Prefabricated concrete pile
Pile type for shaft friction factor (alpha;t) clay :	According to standard
Materialtype for pile :	Concrete
Pile shape :	Rectangular pile
Pile dimensions :	
Smallest side pile tip [m] :	0,400
Largest side pile tip [m] :	0,400

3.4 Verification of Limit State EQU

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: Ed <= Cd.
Non rigid superstructure, verify load per pile with bearing capacity per pile.

Fc;d = 20,000 [kN]
Rc;d = 553,655 [kN]

The requirements of limit state EQU are met, limit state EQU is ok.

3.5 Verification of Limit State STR/GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.

Sd = 0,000 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of limit state STR/GEO are met, this is ok.

With only 1 pile, rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.6 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: Sd <= Sreq.
For houses, the requirement is : Sreq = 0.05 m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

Sd = 0,000 [m]
Sreq = 0,150 [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

With only 1 pile, rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.7 Additional Information

The maximum settlement was found at:
Limit state STR/GEO
Number/Name: S04 (1)
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sb = 0,000 [m]
sel;d = 0,000 [m]
s2 = 0,000 [m]

Serviceability Limit State
Number/Name: S04 (1)
Pile name: 1

Components of the maximum settlement are :
sb = 0,000 [m]
sel;d = 0,000 [m]
s2 = 0,000 [m]

End of Report