

Bos, Vincent

Van: Jan Meerkkerk <j.meerkkerk@katwijk.nl>
Verzonden: woensdag 28 april 2021 14:05
Aan: Bos, Vincent
CC: Mulder, Johan; Vries, Ewoud de; Dick Bakker; Robin Bavelaar; Willem Guijt
Onderwerp: RE: N206 - afkoppelen first flush op riool gemeente Katwijk

Beste Vincent,

We zijn akkoord op het ontwerp met de onderstaande randvoorwaarden:

- Er dient een drukmeter (geen vlotter) aangebracht te worden in de overstortput (putnummer V0219040) die de pomp uitschakelt bij een mogelijke overstortsituatie;
- Stroomsnelheid in de persleiding vanuit de pompkelder dient maximaal 0,7m/s te zijn;
- Het maximale debiet van de pomp is 15m³/uur;
 - o Het type pomp en bijbehorende curve dient ter acceptatie bij de gemeente Katwijk ingediend te worden.
- Er mag niet tussen 07:00-09:00 uur en tussen 19:00-21:00 uur afgepompt worden;
- Het maximale debiet van de pomp per 24 uur bedraagt 214m³;
- De gemeente Katwijk (afdeling beheer) dient inzicht te hebben in de pompkarakteristieken en de mogelijkheid hebben om de pomp bij calamiteiten uit te zetten (login en rechten in de pompprogrammatuur o.i.d.);
- Onze voorkeur is 2mm first flush i.p.v. 4mm first flush.

Met vriendelijke groet,
06-22520013
Jan Meerkkerk

Rioolbeheer


Van: Bos, Vincent <vincent.bos@boskalis.com>
Verzonden: dinsdag 20 april 2021 15:50
Aan: Jan Meerkkerk <j.meerkkerk@katwijk.nl>
CC: Mulder, Johan <johan.mulder@boskalis.com>; Vries, Ewoud de <ewoud.de.vries@boskalis.com>
Onderwerp: RE: N206 - afkoppelen first flush op riool gemeente Katwijk

Beste Jan,

Zoals zojuist besproken, zouden we graag voor de afronding van ons DO een akkoord willen hebben op onderstaande uitgangspunten. Daarbij wil ik nogmaals benadrukken dat er in de software van de pompinstallatie mogelijkheden zijn om de hoeveelheid water op het riool te sturen. Dit zouden we nog in een vervolgfase kunnen bespreken om hier een optimale afstelling in te vinden.

Met vriendelijke groet,

Vincent Bos
coördinator site engineering
assistent-ontwerpleider civiele constructies

Let op! Niet werkzaam op vrijdag in even weken.



Boskalis Nederland B.V.

haven 2204, Waalhaven Oostzijde 85, 3087 BM Rotterdam

Postbus 4234, 3006 AE Rotterdam

www.boskalis.com/nederland

M: 06 – 1103 5639

vincent.bos@boskalis.com

Van: Bos, Vincent

Verzonden: donderdag 1 april 2021 13:34

Aan: r.jonathans@katwijk.nl

CC: Mulder, Johan <johan.mulder@boskalis.com>; Vries, Ewoud de <ewoud.de.vries@boskalis.com>

Onderwerp: N206 - afkoppelen first flush op riool gemeente Katwijk

Beste Rex,

Zoals je weet zijn wij bezig met het ontwerp van de pompkelder en bijbehorende installaties voor de afwatering van de verdiepte ligging van de N206. Onderdeel hiervan is de afvoer van de 'first flush'. We willen je hierbij laten weten dat Paulus Dukker van het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft bevestigd dat met ons ontwerp wordt gehandeld volgens de BLBI en dat dit daarmee voor het Hoogheemraadschap akkoord is.

Voor de belasting op het rioolstelsel van de gemeente Katwijk willen wij hierbij ook onze ontwerpuitgangspunten met jullie vastleggen.

- Het volume van de first flush is 214m³ o.b.v. 4mm neerslag.
- In ons ontwerp beschrijven wij een maximaal lozingsdebiet van 16m³/uur. Dit is in lijn met het onderzoek van Sweco dat Willem Guijt op 9 november 2020 met ons heeft gedeeld. Hiermee wordt de first flush in gemiddeld 13-14 uur afgepompt.
- Lozing van de first flush vindt plaats op het riool in de Marinus Poststraat, in de aansluiting met de Achterweg. Het tracé is nog niet vastgesteld, dit ligt buiten het projectgebied en zal nog onderzocht moeten worden en wordt nog onderzocht, in overleg met de Provincie en gemeente.
- De afvoer door de pompinstallatie is in te regelen op de behoefte van de gemeente. Het aanvangstijdstip kan worden geprogrammeerd op een dalmoment. Er is een puls-/pauzeregeling toegepast om de belasting op het riool te kunnen verminderen. Tevens wordt een vlotter in het rioolstelsel gemonteerd, zodat de first-flushpompen worden geblokkeerd als het riool het water niet kan verwerken. Ook kan in overleg de duur van het afpompen worden verlengd zodat het debiet omlaag gaat.

We zouden graag een akkoord krijgen op deze uitgangspunten om ons DO te kunnen afronden. Uiteraard is dit geen formele melding om te mogen lozen op jullie riool, die zal nog moeten worden opgesteld door onze vergunningencoördinator.

Met vriendelijke groet,

Vincent Bos

coördinator site engineering

assistent-ontwerpleider civiele constructies

Let op! Niet werkzaam op vrijdag in even weken.



Boskalis Nederland B.V.

haven 2204, Waalhaven Oostzijde 85, 3087 BM Rotterdam

Postbus 4234, 3006 AE Rotterdam

www.boskalis.com/nederland

M: 06 – 1103 5639

vincent.bos@boskalis.com

Op alle opdrachten zijn, tenzij anders overeengekomen, de algemene inkoopvoorwaarden leveringen en diensten gemeente Katwijk 2017 van toepassing. Deze zijn te raadplegen op <https://www.katwijk.nl> en <https://www.overheid.nl> De informatie verzonden in dit e-mail bericht (incl. bijlagen) is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien deze e-mail bij vergissing bij u terecht is gekomen, verzoeken wij u het bericht aan de gemeente Katwijk terug te sturen en het e-mail bericht van uw systeem te verwijderen. Openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van de in de e-mail ontvangen informatie aan derden is niet toegestaan. Voor meer informatie over de regels en afhandeling van berichtenverkeer via e-mail/webformulieren wordt verwezen naar de proclaimer op www.katwijk.nl/proclaimer

BIJLAGE 6 – RI&E T.B.V. BEHEER & ONDERHOUD



**Risico Inventarisatie & Evaluatie (RIE) volgens
Richtlijn Arbeidsmiddelen (2009/104/EG) en
Machinerichtlijn (2006/42/EG) van ontwerp**

Pompkelder N206

1 Algemeen

Opdrachtgever	: Boskalis Nederland BV
Adres	: Waalhaven Oostzijde 85, 3087 BM Rotterdam
Contactpersoon	: Thijs Beets
Telefoon	: 06-13374328
E mail	: thijs.beets@boskalis.nl
Werknummer opdrachtgever	: 25-16203
Werkpakket	:
Uitvoerend bedrijf	: AVAN BV
Adres	: Binnenzeestraat 23, 1446 AB Purmerend
Veiligheidskundige uitvoering	: Patrick van Reijn
E mail	: patrick.vanreijn@avan.nl
Mobiele telefoon	: 06-20542902
Datum toetsing	: 19-1-2021
Rapport nummer	: 19012021
Datum rapport	: Rev1:25-1-2021 Rev2:10-03-2021 Def:30-04-2021 Rev1:19-06-2021
Machine, installatie	: Pompkelder N206
Merk	: diverse
Type	: NB
Serienummer	: Diverse
Bouwjaar	: 2021
Adres object	: N206 Ir. G. Tjalmaweg nabij Leiden - Katwijk
Besteknummer	: N.v.t.
Versie	: rev1
Status	: definitief

1.1 De opdracht

AVAN BV heeft de opdracht ontvangen om de CE markering van bovengenoemde installatie te begeleiden. Een eerste stap in de CE markering is de uitvoering van een Risico Inventarisatie & Evaluatie van het ontwerp van de installatie.

De ontwerp RI&E omvat een 'levend document' dat tijdens de engineering van de installatie daar waar nodig zal worden aangepast en aangevuld.

Dit rapport omschrijft de bevindingen van deze RI&E van het ontwerp.

Op verzoek van de opdrachtgever PZH is aan de zuidkant een extra vluchtluk in het ontwerp opgenomen. Op basis van dit ontwerp is de RI&E opnieuw uitgevoerd. Uitkomst hiervan is dat een pompkelder met een zuidelijk vluchtluk minder veilig is dan een pompkelder met alleen een noordelijk vluchtluk. Het zuidelijk vluchtluk creëert extra veiligheidsrisico's terwijl er geen risico mee gemitigeerd worden. Deze extra veiligheidsrisico's vloeien extra voort uit het onnodig uitkomen van personen in de verdiepte ligging, hierdoor is een wegafzetting nodig om veilig te kunnen vluchten. Tevens is extra of aangepaste onderhoud nodig om te zorgen dat het zuidelijk vluchtluk functioneert in geval van een calamiteit. Dit zorgt ook voor extra onnodige bewegingen in de verdiepte ligging.

Deze RI&E is daarom gebaseerd op alleen een noordelijk vluchtluk (meest veilige situatie). Hiermee zal het verdere proces doorlopen worden. De zuidelijke vluchtschacht zal worden afgeschermd zodat deze niet kan worden gebruikt tijdens werkzaamheden in de pompkelder.

Op de situatie waarbij het zuidelijk vluchtluk is dichtgezet zal dan ook de RI&E worden uitgevoerd, over de gehele levensduur periode van de pompkelder.

1.2 Veiligheidskundige

De inspecties van AVAN worden uitgevoerd door een veiligheidskundige. Kennis van wet- en regelgeving op het gebied van Arbo zijn hierdoor gewaarborgd.

1.3 Actualisatie

Gezien voorliggend rapport aan wijzigingen onderhevig is gedurende de ontwerp- en realisatiefase, zal deze meerdere keren gepresenteerd worden, te weten:

- Rapport versie 1 o.b.v. DO
- Rapport versie 2 o.b.v. goedgekeurd UO
- Rapport versie 3 o.b.v. As-built

Inhoudsopgave

1	Algemeen.....	2
1.1	De opdracht	3
1.2	Veiligheidskundige	3
1.3	Actualisatie.....	3
2	Grenzen van de installatie	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Fysieke grenzen.....	5
2.3	Gebruiksgrenzen.....	5
2.3.1	Functionele omschrijving	5
2.4	Scope van de installatie	5
2.5	Besloten ruimte	6
3	Relevante (product) Richtlijnen en eisen	6
4	Relevante normen.....	6
5	Geraadpleegde documentatie.....	6
6	Toetsing voor oplevering van het object	6
7	Technisch Dossier	7
8	Wetgeving CE markering en Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E).....	8
8.1	Gevareninventarisatie	8
8.2	Risico	8
8.3	Bepaling Risicoklasse	8
8.3.1	Effect (E)	8
8.3.2	Blootstelling (B)	9
8.3.3	Waarschijnlijkheid (W)	9
8.3.4	Risicoklasse	9
9	Arbeidshygiënische strategie	10
10	Overzicht Fine & Kinney	11
11	Leeswijzer rapportage.....	12
12	Bijlage 1: RI&E van ontwerp definitief.....	13

2 Grenzen van de installatie

2.1 Algemeen

De pompinstallatie in de pompkelder is door de leverancier van CE markering voorzien en is door AVAN getoetst conform de eisen zoals gesteld in de Machinerichtlijn. De pompkelder is ook getoetst volgens de eisen zoals gesteld in de Richtlijn Arbeidsmiddelen, 2009/104/EG.

2.2 Fysieke grenzen

Het object bestaat in hoofdlijnen uit:

- Civiele installatie
- WTB
- Elektrische installatie

2.3 Gebruiksgrenzen

2.3.1 Functionele omschrijving

De pompkelder is een vierkante betonnen bak van ca. 35 bij 35 meter die grotendeels onder de N206 gesitueerd is. De minimaal inwendige hoogte is 2,5 meter. Tegen de oostelijke en westelijke buitenwand van de pompkelder worden 4 bakken (compartimenten) gerealiseerd. Deze fungeren voor het opvangen van het eerste water dat uit het HWA-riool de kelder instroomt. De bakken zijn met elkaar verbonden door regelbare openingen en leidingwerk. In het noordoostelijke compartiment staan 2 pompen die alle 4 de compartimenten kunnen ledigen op het riool.

Het centrale deel van de pompkelder fungeert als berging op het moment dat de first-flushcompartimenten overstromen. Dit deel van de kelder staat in directe verbinding met de pompgoot aan de noordzijde waarin 3 HWA-pompen staan opgesteld die lozen op de Grote Watering. Dit verdiepte deel biedt een zogenaamde schakelberging die ervoor zorgt dat de pompen een minimale hoeveelheid water per keer verpompen waarmee voorkomen wordt dat de pompen te vaak aanslaan.

In de noordwesthoek van de pompkelder wordt een aparte ruimte gecreëerd .b.v. de drainage. Dit drainagecompartiment wordt gebouwd om metingen (zoals debiet en/of chloridegehaltes) aan het drainagewater te kunnen uitvoeren zonder de grote kelder te betreden.

De toegang tot de pompkelder bevindt zich aan de noordzijde van (buiten) de verdiepte ligging in de parkzone. Omdat deze hoger ligt dan de N206 in de verdiepte ligging, is een toegangsschacht op het dak van de pompkelder aanwezig. Deze voorziet in 1 vaste trap die in de pompkelder uitkomt bij de HWA-pompen. Deze trap biedt een eenvoudige (primaire) toegang tot de kelder. Tevens is een kooiladder in de schacht aanwezig, deze kan worden gebruikt als extra vluchtweg. Het drainagecompartiment is voorzien van een eigen kooiladder.

2.4 Scope van de installatie

De volgende hoofdonderdelen maken deel uit van de installaties:

Het object uit de bouw van de volgende WTB, Civiele en Elektrische hoofdonderdelen:

- Civiele installatie
- WTB
- Pompinstallatie
- Elektrische installatie
- Toegang

2.5 Besloten ruimte

De pompkelder is gedefinieerd als besloten ruimte omdat rottende bladeren, uitlaatgassen en brandstofdampen aanwezig kunnen zijn. Dit is conform paragraaf 3.8.1. van het FTPvE Pompgemalen (document PZH).

3 Relevante (product) Richtlijnen en eisen

De onderstaande productrichtlijnen zijn relevant voor het object

- Richtlijn Arbeidsmiddelen, 2009/104/EG
- Laagspanningsrichtlijn, 2014/35/EG
- EMC, 2014/30/EG
- Machinerichtlijn, 2006/42/EG
- ATEX 114, 2014/34/EG
- FTPvE Pompgemalen

4 Relevante normen

De onderstaande normen zijn relevant voor het object, de eisen zoals hierin gesteld zijn gebruikt voor de toetsing en voor het bepalen van de beheermaatregelen.

EN ISO 12100:2010 Veiligheid van machines - Algemene ontwerpbeginsselen - Risicobeoordeling en risicoreductie.

EN IEC 60204-1:2018 Veiligheid van machines – Elektrische uitrusting van machines – Deel1: Algemene eisen.

EN ISO 13857:2008 Veiligheid van machines - Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones door bovenste en onderste ledematen

EN ISO 14120:2015 Veiligheid van machines - Afschermingen - Algemene eisen voor het ontwerp en de constructie van vaste en beweegbare afschermingen.

EN ISO 14122-3: 2016 Veiligheid van machines - Trappen, trapladders en leuningen

EN 809 Pompen en pompeenheden voor vloeistoffen – Algemene veiligheidseisen (+ AC:2001), (+ AC:2002)

5 Geraadpleegde documentatie

Ten behoeve van de RI&E zijn de onderstaande documenten door de opdrachtgever aangeleverd en door AVAN getoetst.

 N206-TEK-32401_Overzicht_1.0_20210512	26-04-2021 09:43	Adobe Acrobat D...	2.295 kB
 N206-TEK-32402_Bovenaanzicht en details_1.0_20210512	26-04-2021 09:43	Adobe Acrobat D...	3.156 kB
 N206-TEK-32403_Doorsneden_1.0_20210512	26-04-2021 09:43	Adobe Acrobat D...	3.153 kB
 N206-TEK-32404_3D-views_1.0_20210512	26-04-2021 09:43	Adobe Acrobat D...	11.120 kB

6 Toetsing voor oplevering van het object

Voor oplevering van de pompkelder wordt de pompkelder getoetst conform de Machinerichtlijn (CE markering) de Richtlijn Arbeidsmiddelen (Arbowet).

7 Technisch Dossier

Doel van het Technisch Dossier (TD) is aan te tonen dat aan de eisen met betrekking tot CE markering is voldaan. Tevens dient het als controlemiddel. In het TD worden de methoden vastgelegd die zijn gebruikt om aan de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen te voldoen.

Belangrijk is dat het TD niet in fysieke vorm aanwezig hoeft te zijn. Referentielijsten van waar de betreffende informatie te vinden is, volstaan. Het moet echter wel mogelijk zijn om binnen afzienbare tijd het TD samen te stellen en beschikbaar te stellen na een verzoek van de bevoegde nationale autoriteit. Bij een dergelijk verzoek hoeft alleen dat deel beschikbaar te worden gesteld dat relevant is. Het TD blijft in bezit van de fabrikant en dient minstens 10 jaar bewaard te blijven na de datum van fabricage van de machine of na die van het laatste exemplaar van een in serie gemaakte machine. De fabrikant heeft niet de plicht een kopie van het TD aan de klant mee te geven. Ook foto's, videobanden, testrapporten, handgeschreven kladnotities en dergelijke kunnen zeer goed dienst doen om de veiligheid van een machine aan te tonen.

Het Technisch Dossier dient de zaken, weergegeven in onderstaande checklist, te bevatten (indien relevant).

- De bij het product behorende technische tekeningen en eventueel tekeningen van de bedieningsschakelingen.
- Omschrijving van de gekozen veiligheidsfuncties en beheersmaatregelen.
- Eventuele detailtekeningen, berekeningen, testresultaten (bv FAT, SAT) die aantonen dat de machine aan de fundamentele eisen voldoet.
- Onderdelenlijsten, bekabelingsschema's en beschrijvingen van schema's.
- De resultaten van de risicobeoordeling.
- De gebruikershandleiding.
- De II A verklaringen en Inbouwverklaringen (IBV) van ingekochte onderdelen/ machines die zijn ingebouwd.
- De handleidingen van de ingekochte onderdelen/ machines die zijn ingebouwd.
- Een exemplaar van de gebruikershandleiding van de machine.
- De verklaring die is afgegeven aan de klant.

Bij ingekochte onderdelen/machines is de leverancier niet verplicht een compleet Technisch Dossier te leveren. Op basis van de Machinerichtlijn is de levering van een Nederlandstalige gebruiksaanwijzing inclusief een fabrikant verklaring van overeenstemming voldoende.

8 Wetgeving CE markering en Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E)

Een machine moet voldoen aan de eisen zoals gesteld in de machinerichtlijn, 2006/42/EG en op basis van deze eisen van CE Markering worden voorzien. De pompkelder dient ook te voldoen aan de eisen zoals gesteld in de Richtlijn Arbeidsmiddelen, 2009/104/EG. Een van de fundamentele eisen zoals gesteld in de Machinerichtlijn en Richtlijn Arbeidsmiddelen is de uitvoering van een Risico Inventarisatie en Evaluatie, RI&E. De RI&E wordt verricht om de significante gevaren te identificeren en bestaat uit de volgende stappen:

- Gevareninventarisatie
- Risico- inschatting
- Risico- evaluatie
- Beheersmaatregelen

AVAN BV heeft er voor gekozen om de RI&E volgens de Fine & Kinney methode uit te voeren, dit vanwege de praktische insteek en omdat deze methode algemeen bekend is en veel wordt gebruikt. Het is een praktische methode voor het bepalen van het risico- niveau van elk geïdentificeerd gevaar. De gevaren worden hierbij gekoppeld aan een risico- niveau, zodat een prioriteitsvolgorde kan worden opgesteld. Op basis hiervan kunnen veiligheidsmaatregelen geselecteerd worden. In deze risico- graaf wordt er gekeken naar het effect van het risico, de waarschijnlijkheid van het risico, de blootstelling aan het risico en de mogelijkheid tot het afwenden van het gevaar.

8.1 Gevareninventarisatie

Bij de eerste stap van de risico- analyse, de gevareninventarisatie, brengt AVAN BV de latente gevaren, gevaarlijke situaties en gevaarlijke gebeurtenissen die met de machine in verband kunnen worden gebracht in kaart.

8.2 Risico

Na de inventarisatie van (latente) gevaren wordt een risico voor elk gevaar bepaald.

8.3 Bepaling Risicoklasse

De risicoklasse (evaluatie) wordt bepaald met behulp van de risicofactoren. De risicofactoren zijn onderverdeeld in drie categorieën, namelijk:

- Effect (ernst) van mogelijk letsel of schade (E)
- Blootstelling aan risico in de gevaarlijke zone (B)
- Waarschijnlijkheid dat een gevaarlijke gebeurtenis optreedt (W)

$E \times B \times W = \text{RISICOKLASSE}$

8.3.1 Effect (E)

Bij het effect (ernst) van de schade, wordt de omvang van de schade bepaald. Bij de omvang van de mogelijke schade wordt rekening gehouden met onder andere personen, zaken en het milieu. De ernst van de verwondingen of schade aan de gezondheid wordt ingedeeld in:

40	Ramp, enkele doden acuut of op termijn
15	Zeer ernstig, een dode acuut of op termijn
7	Ernstig, onomkeerbaar effect (invaliditeit)
3	Belangrijk, letsel met verzuim
1	Gering, letsel zonder verzuim, EHBO of hinder

8.3.2 Blootstelling (B)

Bij de beoordeling van de frequentie en de duur van blootstelling wordt rekening gehouden met de noodzaak tot toegang (voor bijvoorbeeld productie of reparatie), de aard van de toegang (voor bijvoorbeeld handmatige toevoer, reiniging tijdens productie, onderhoud bij stilstaande machines), de tijd die men in de gevarenszone verblijft en het aantal personen waarvoor toegang noodzakelijk is. De frequentie en de duur van blootstelling wordt ingedeeld in:

10	Voortdurend
6	Regelmatig, dagelijks
3	Af en toe, wekelijks
2	Soms, maandelijks
1	Zelden, jaarlijks
0,5	Zeer zelden, <1x per jaar

8.3.3 Waarschijnlijkheid (W)

De waarschijnlijkheid dat een gevaarlijke gebeurtenis optreedt wordt in deze stap in kaart gebracht. Dit met de machine in de huidige toestand. De waarschijnlijkheid is onderverdeeld in zeven categorieën, namelijk;

10	Te verwachten, kans >50%
6	Zeer wel mogelijk, kans 10-50%
3	Ongewoon, kans 1%
1	Onwaarschijnlijk, mogelijk in grensgeval, kans 0,1%
0,5	Denkbaar, maar onwaarschijnlijk, kans 0,01%
0,2	Praktisch onmogelijk, kans 0,001%
0,1	Bijna niet mogelijk, kans 0,0001%

8.3.4 Risicoklasse

De risicoklasse is het product van de Ernst, Blootstelling en Waarschijnlijk en omschrijft of beheersmaatregelen noodzakelijk zijn om het risico te verlagen.

R	<i>Risico</i>	<i>Status</i>
>400	Zeer hoog	Onaanvaardbaar
200-400	Hoog	Onaanvaardbaar
70-200	Midden	Onaanvaardbaar
20-70	Laag	Onaanvaardbaar
<20	Zeer laag	Wellicht aanvaardbaar

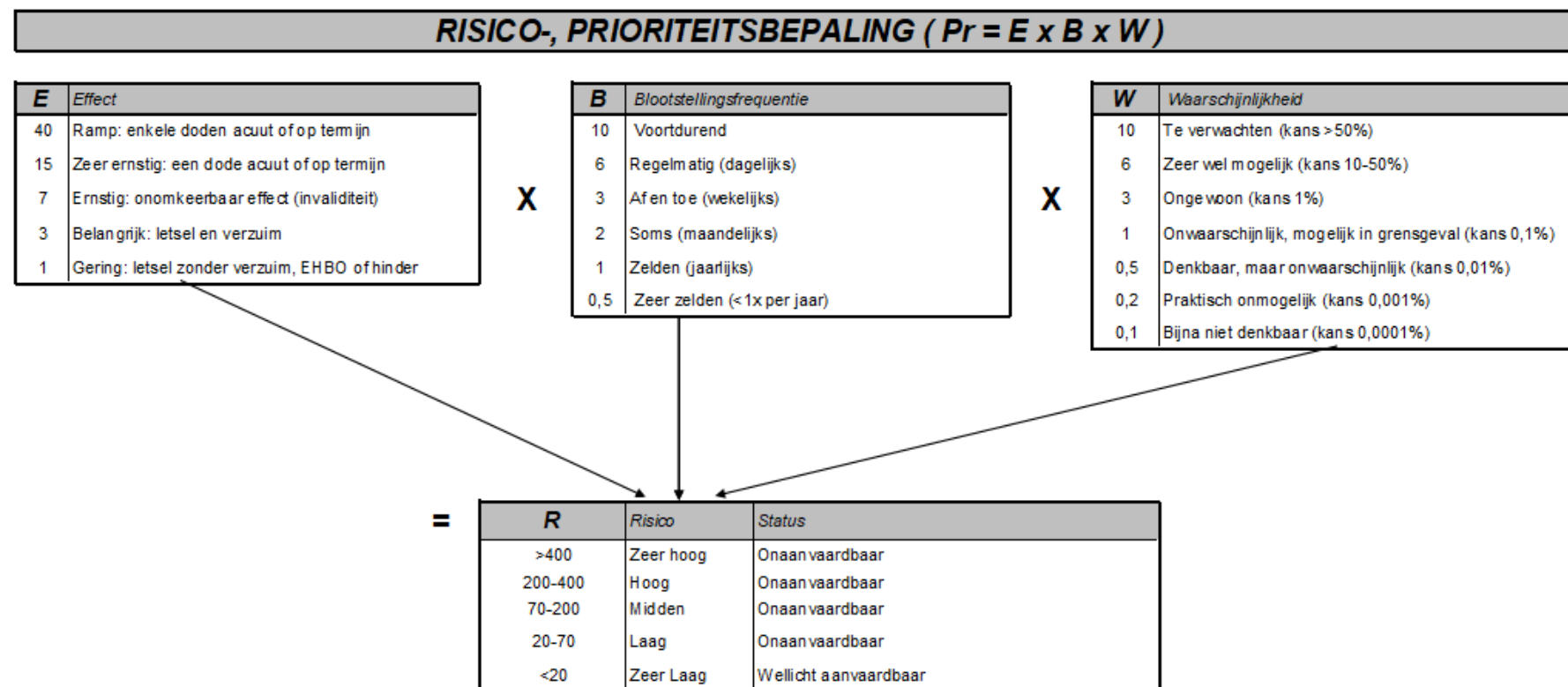
9 Arbeidshygiënische strategie

De beheersmaatregelen zijn bepaald volgens de arbeidshygiënische strategie. Deze bepaald een dwingende volgorde voor het bepalen van beheersmaatregelen.

De arbeidshygiënische strategie ziet er als volgt uit:

1. Bronmaatregelen: eerst dient de oorzaak van het probleem te worden weggenomen. Voorbeeld: gevaarlijke transportband vervangen door een veiliger alternatief.
2. Collectieve maatregelen: wanneer bronmaatregelen geen mogelijkheden bieden, dienen collectieve maatregelen te worden genomen om risico's te verminderen. Voorbeeld: het plaatsen van afscherming.
3. Individuele maatregelen: wanneer collectieve maatregelen niet kunnen of ook (nog) geen afdoende oplossing bieden, dienen individuele maatregelen te worden genomen. Voorbeeld: het werk zo organiseren dat werknemers minder risico lopen (taakrotatie).
4. Persoonlijke beschermingsmiddelen: wanneer de bovenste drie maatregelen geen effect hebben, dienen de werknemers gratis persoonlijke beschermingsmiddelen te worden verstrekt. Voorbeeld: gehoorbescherming.

10 Overzicht Fine & Kinney



11 Leeswijzer rapportage

De bevindingen van de inspecties zijn als volgt gerapporteerd:

Kolom A	: volgnummer
Kolom B	: omschrijving van mogelijk gevaarlijke situatie
Kolom C	: latent gevaar
Kolom D - G	: risico weging
Kolom H	: risico klasse
Kolom I	: beheersmaatregel
Kolom J - M	: risico weging na invoering voorgestelde beheersmaatregel
Kolom N	: risico klasse na invoering voorgestelde beheersmaatregel
Kolom O	: verwijzing naar relevante eis uit Machinerichtlijn
Kolom P	: opgenomen in huidige ontwerp ja/nee

12 Bijlage 1: RI&E van ontwerp definitief rev1

Object : **Pompkelder N206**

Installatie: Pompkelder met pompinstallatie

Type :

Relevante norm NEN EN ISO 12100: 2010

Bouwjaar : 2021

Opmerking:

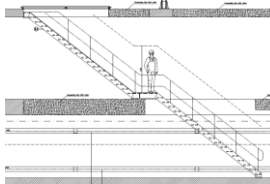
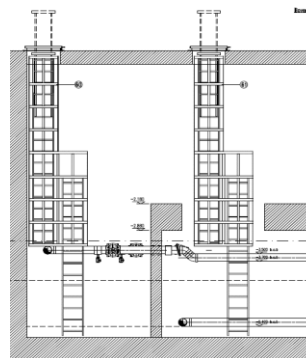
Rapportnummer: 19012021

Datum Rapport : Rev1: 25-1-2021 Rev2: 10-03-2021 Definitief: 30-04-2021

Opgesteld door: P. van Reijn

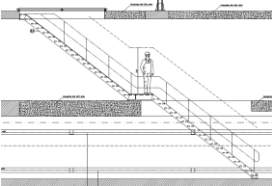
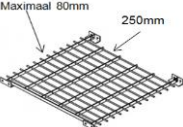
Versie: concept

* Zie blad risicomodel volgens Fine & Kenneth, blad 2

RISICO-INSCHATTING en voorstel PLAN VAN AANPAK															
Nr	Omschrijving gevaarlijke situatie	Latent gevaar	E*	B*	W*	R*	Risico	Beheersmaatregel	E*	B*	W*	R*	Risico na beheersmaatregel	Verwijzing MR	Voorzien in ontwerp?
Civiel, Mechanisch															
1	Stabiliteit van de installatie op locatie	Lichamelijk letsel als gevolg van instabiele installatie	7	2	6,0	84	Midden	Ontwerp betonvloer, deksloof bovenbelasting gebaseerd op berekeningen en beproeving (Eurocode). Gegevens opnemen in het Technisch Dossier (TD) van de installatie.	7	2	0,2	2,8	Zeer Laag	1.3.1	Ja
2	Breken tijdens gebruik. Mechanische sterkte van civiele constructies	Lichamelijk letsel als gevolg van breken, uitspringen van constructiedelen	7	2	6,0	84	Midden	Ontwerp civiele constructie deksloven, gebaseerd op berekeningen en beproeving (Eurocode), gegevens aanwezig in het TD van de installatie.	7	2	0,2	2,8	Zeer Laag	1.3.2	Ja
Bereikbaarheid, toegang installatie															
3	Bereikbaarheid installatie.	Lichamelijk letsel als gevolg van vallen, oneffen toegang.	7	2	6,0	84	Midden	Voorzie in een egale, vlakke toegang tot de installatie.	7	2	0,2	2,8	Zeer Laag	1.6.1	Ja
4	Toegang tot pompkelder	Lichamelijk letsel als gevolg van vallen van hoogte	15	1	6,0	90	Midden	Voorzie de toegangen tot de kelder van een vaste trap, inclusief instaphulp en beveiliging tegen in trapgat stappen. Ter hoogte van de tussen verdieping een rustplaats voorzien van hek zodat de tussen verdieping niet betreden kan worden. Volgens onderstaande tekening. 	15	1	0,5	7,5	Zeer Laag	1.6.1	Ja
5	Bereikbaarheid installatie, doorgangen.	Lichamelijk letsel als gevolg van ontbreken toegankelijke doorgangen.	7	1	6,0	42	Laag	Doorgangen dienen vrij toegankelijk te zijn. Minimale vrije ruimte doorgangen 80cm	7	1	0,2	1,4	Zeer Laag	1.6.1	Ja
6	Bereikbaarheid installatie opstelplaats zuigwag.	Lichamelijk letsel als gevolg van omvallen zuigwag of aanrijding met fietsers.	15	1	3,0	45	Laag	Voorzie in een vlakke veilige opstelplaats voor de zuigwag.	15	1	0,5	7,5	Zeer Laag	1.6..1	Ja
7	Manoeuvreren van zuigwag	Lichamelijk letsel als gevolg van aanrijding van fietsers	7	1	6,0	42	Laag	Stel voor het manoeuvreren van de zuigwag een schriftelijke procedure op.	7	1	0,2	1,4	Zeer Laag	1.6.1	Ja
Vluchtwegen															
8	Vluchtweg	Geen beperking van lichamelijk letsel tijdens calamiteiten door ontbreken vluchtweg	15	1,0	3,0	45	Laag	Voorzie in een extra vluchtweg aan de noordzijde vanuit de pompkelder, voorzien van kooiladder met instaphulp volgens onderstaande tekeningen. Vluchtweg aan de zuidzijde introduceert een risico omdat de uitgang of op de rijbaan uitkomt of midden in de bossage waarbij ook nog eens vele tientallen meters gelopen moet worden naar veilige omgeving. 	15	1,0	1,0	15	Zeer Laag	2.16	Ja

9	Vluchtweg herkenbaarheid	Geen beperking van lichamelijk letsel tijdens calamiteiten omdat vluchtweg niet herkenbaar is.	7	1	6,0	21	Laag	Voorzie de vluchtweg(en) van signalering. 	7	1	1,0	3,5	Zeer Laag	3.6.1	Ja
---	--------------------------	--	---	---	-----	----	------	--	---	---	-----	-----	-----------	-------	----

Onderhoud

10	Betreden kelder ten behoeve van onderhoud	Lichamelijk letsel als gevolg van vallen van hoogte tijdens betreden kelder.	7	1	3,0	21	Laag	Plaats een vaste trap volgens onderstaande tekening in de kelder. Zie: toegang tot pompkelder in dit rapport. 	7	1	0,5	3,5	Zeer Laag	1.6.1	Ja
11	Verwijderen van pomp ten behoeve onderhoud, vervangen van pomp.	Lichamelijk letsel als gevolg van vallende onderdelen, te zware fysieke belasting door ontbreken hijsluk.	15	1	3,0	45	Laag	Voorzie het dek van opbouw hijsluiken, volgens onderstaande tekening, ten behoeve van het uithijzen van de pompen. De pompen worden met speciale aansluitingen/verbindingen aan het leidingwerk gekoppeld die het mogelijk maken de pompen uit de kelder te hijsen zonder de kelder te betreden. Hetzelfde geldt voor het terugplaatsen. Werken in besloten ruimte is daarmee niet meer van toepassing voor onderhoud aan de pompen. 	15	1	0,5	7,5	Zeer Laag	1.6.1, 1.1.5	Ja
12	Geopende hijsluiken	Lichamelijk letsel als gevolg van vallen van hoogte door in open luk stappen.	15	1	3,0	45	Laag	Stel voor het uithuisen van de pompen een schriftelijk procedure op waarin o.a. opgenomen dat slechts 1 hijsluk tegelijk mag worden geopend. Plaats onder de hijsluiken een valrooster volgens onderstaande tekening. 	15	1	0,5	7,5	Zeer Laag	1.6.1	Ja
13	Bereikbaarheid (hand)afsluiter	Lichamelijk letsel als gevolg van vallen van hoogte tijdens bediening te hoog geplaatste (hand)afsluiter.	7	1	3,0	21	Laag	Plaats bediening afsluiter op een hoogte tussen 50cm en 150 cm	7	1	0,2	1,4	Zeer Laag	1.6.1	Ja
14	Bereikbaarheid (hand)afsluiter en compartimenten ten behoeve van reinigen.	Lichamelijk letsel als gevolg van stoten door beperkte doorgang, opstaande wand waardoor doorgang hoogte richting afsluiter en compartimenten ongeveer 1.2 meter bedraagt. Hoogte verschil pompgoot.	7	1	3,0	21	Laag	Plaats op de op de opstaande wand of plafond en pompgoot waarschuwend gekleurd stootrubber en tape. Plaats voor iedere wand 1 trede (opstap) ten behoeve van de toegang tot de compartimenten. Houd opstaande rand 1.2 meter zodat medewerkers altijd zichtbaar zijn. 	7	1	0,2	1,4	Zeer Laag	1.6.1	Ja

Calamiteiten

15	Aanwezigheid in kelder bij heftige neerslag: vollopen flushcompartimenten	Lichamelijk letsel als gevolg van volstromen van de kelder met (regen)water	7	1	3,0	21	Laag	Neem in de gebruiksaanwijzing in hoofdstuk onderhoud op: verbod op betreden kelder bij verwachte heftige neerslag. Kelder ontruimen als manwacht op maaiveld toch neerslag constateert. Op instroompunten afsluiter ten behoeve van afsluiten toevoerleidingen aanwezig. Drainage leidingen worden middels handmatige afsluiter dichtgezet. Plaats op de handmatige afsluiter een signalering zodat gewaarschuwd wordt wanneer vergeten is om de handafsluiter open te zetten wanneer de kelder verlaten wordt.	7	1	0,5	3,5	Zeer Laag	1.5.13	Ja
16	Aanwezigheid in kelder tijdens calamiteiten	Volstromen van de kelder met calamiteitenvloeistof (bijv. benzine).	7	1	3,0	21	Laag	Afsluiter afsluiten zodat geen vloeistof de kelder in kan stromen.	7	1	0,5	3,5	Zeer Laag	1.5.13	Ja
17	Aanwezigheid in kelder tijdens calamiteiten	Brandende calamiteitenvloeistof stroomt de kelder in.	7	0,5	3,0	10,5	Zeer Laag	Vloeistof opgevang in de bakken langs de kelderwand	7	0,2	0,5	0,7	Zeer Laag	1.5.13	Ja

Besloten ruimte

18	Besloten ruimte pompkelder	Lichamelijk letsel als gevolg van bedwelmig door gasvorming rottende bladeren, uitlaatgassen, brandstofdampen.	15	0,5	3,0	22,5	Laag	De pompkelder is gedefinieerd als besloten ruimte omdat rottende bladeren, uitlaatgassen en brandstofdampen aanwezig kunnen zijn.Stel een schriftelijke procedure op voor het werken in besloten ruimte waarin o.a. opgenomen: verplichting tot zuurstofmeting voorafgaand aan betreden pompkelder. Zie ook hoofdstuk ATEX in deze rapportage.	7	0,5	0,5	1,75	Zeer Laag	3.4.2	Ja
19	Besloten ruimte pompkelder	Lichamelijk letsel als gevolg van bedwelmig door onvoldoende natuurlijke ventilatie..	7	0,5	3,0	10,5	Zeer Laag	Plaats extra ventilatie openingen. Omschrijf het gebruik van de ventilatie luiken in de gebruiksaanwijzing.	7	0,5	0,5	1,75	Zeer Laag	3.4.2	Ja

Signalering en waarschuwingen

20	Besloten ruimte pompkelder	Lichamelijk letsel als gevolg van bedwelmig door gasvorming rottende bladeren, uitlaatgassen, brandstofdampen. Onderschatten of onbekendheid met de risico's van besloten ruimte.	15	0,5	3,0	22,5	Laag	Plaats op de toegang(en) tot de pompkelder de waarschuwende tekst 'Gevaar! Besloten Ruimte'.	15	0,5	1,0	7,5	Zeer Laag	1.7.1	Ja
----	----------------------------	---	----	-----	-----	------	------	--	----	-----	-----	-----	-----------	-------	----



Bewegende delen

21	Afscherming koppeling pompen	Lichamelijk letsel als gevolg van beklemming.	7	1	3,0	21	Laag	Voorzie de koppeling tussen pomp een aandrijving de van een vaste afscherming.	7	1	0,5	3,5	Zeer Laag	3.4.2	Ja
----	------------------------------	---	---	---	-----	----	------	--	---	---	-----	-----	-----------	-------	----

ATEX

22	Kelder mogelijk ATEX omgeving	Lichamelijk letsel als gevolg van explosie	15	1	3,0	45	Laag	Zonering in bestek door PZH bepaald. Componenten in kelder conform ATEX.	15	1	0,5	7,5	Zeer Laag	1.5.7	Ja
----	-------------------------------	--	----	---	-----	----	------	--	----	---	-----	-----	-----------	-------	----

Elektrisch, bediening

23	Ontkoppeling van energievoorziening.	Lichamelijk letsel als gevolg van beklemming, lichamelijk contact met onder spanning staande delen tijdens onderhoud, afstellen en reinigen.	15	3	3,0	135	Midden	Plaats vergrendelbare hoofdschakelaars in de bedieningskast.	15	3	0,3	13,5	Zeer Laag	1.5.1	Ja
----	--------------------------------------	--	----	---	-----	-----	--------	--	----	---	-----	------	-----------	-------	----



Bliksemgeleidingsinstallatie

31	Blikseminslag	Lichamelijk letsel als gevolg van blikseminslag.					NvT							1.5.1.6	Ja
----	---------------	--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	---------	----

Geluid															
32	Geluid niveau>80 dBA	Gehoorschade als gevolg van blootstelling aan geluid niveaus >80dBA.	7	3	3,0	63	Laag	Betreden van kelder alleen tijdens stilstand van de pompen. Neem dit op in de gebruiksaanwijzing van de installatie.	7	3	0,5	10,5	Zeer Laag	1.5.8	Ja
Verlichting															
33	Verlichting binnen	Lichamelijk letsel als gevolg van struikelen, vallen, uitglijden tijdens bediening, onderhoud-, storing- en afstelwerkzaamheden.	7	2	6,0	84	Midden	Schachtruimte wordt verlicht. Het overige deel van de kelder kan verlicht worden met een ruim bemeten transportabele verlichting aan te koppelen aan een in de schacht aangebrachte WCD.	7	2	0,5	7	Zeer Laag	1.1.4	Ja
34	Verlichting binnen, stroomstoring	Lichamelijk letsel als gevolg van struikelen, vallen, uitglijden tijdens stroomstoring	7	0,5	6,0	21	Laag	Plaats noodverlichting in de kelder.	7	0,5	0,5	1,75	Zeer Laag	1.1.4	Ja
35	Verlichting buiten	Lichamelijk letsel als gevolg van struikelen, vallen, uitglijden tijdens bediening, onderhoud-, storing- en afstelwerkzaamheden.	7	2	6,0	84	Midden	Schacht is voorzien van verlichting. Voor het overige is er aankoppelbare verlichtig.	7	2	0,5	7	Zeer Laag	1.1.4	Ja
Algemeen, CE markering															
36	Algemeen, gebruikershandleiding	Lichamelijk letsel als gevolg van diverse gevaren door ontbreken gebruikershandleiding	15	3	2,0	90	Midden	Stel voor de installatie een gebruikershandleiding op waarin o.a. opgenomen de waarschuwingen voor de restrisico's van de installatie. Iedere aannemer dient voor zijn geleverde deel een gebruikershandleiding te leveren. Belangrijk is dat procedure voor uithijzen van de pompen, werken aan elektrische installatie wordt omschreven in de gebruiksaanwijzing.	15	3	0,4	18	Zeer Laag	Artikel 5	Ja
37	CE markering ontbreekt op pompkelder	Lichamelijk letsel als gevolg van diverse gevaren door ontbreken van de CE markering (installatie niet conform de CE eisen).	15	2	2,0	60	Laag	Breng op het gemaal en de kelder de CE markering aan met daarop de onderstaande gegevens: - o Firmanaam en het volledige adres van de fabrikant - o Aanduiding van de installatie - o CE markering - o Bouwjaar - o Serie- of type aanduiding - o Serienummer - o Vermogen	15	2	0,5	15	Zeer Laag	Artikel 16	Ja
38	Fabrikant verklaring van overeenstemming	Geen wettelijke aansprakelijkheid voor de fabrikant van de installatie. Voldoet niet aan CE eisen.					Nvt	Stel voor de installatie een fabrikant verklaring van overeenstemming op en neem deze op in de gebruiksaanwijzing.							Ja
39	Inbouwverklaring van onvoltooide machine ontbreekt (indien relevant)	Lichamelijk letsel als gevolg van onvoltooide machine welke niet voldoet aan de relevante eisen.	15	2	1,0	30	Laag	Fabrikant van onvoltooide machines dient een Inbouwverklaring (IIB verklaring) op te leveren, neem deze op in het Technisch Dossier van de installatie. Indien relavant. Vermoedelijk wotdrden er geen onvtooide machines geleverd.	15	2	0,2	6	Zeer Laag	Bijlage VII	Ja
40	Schriftelijke verklaring dat E installatie, besturing voldoet aan de eisen zoals gesteld in de norm EN IEC 60204-1	Lichamelijk letsel als gevolg van contact met onder spanning staande delen.	15	2	3,0	90	Midden	De E aannemer dient voor de E installatie en besturing een schriftelijke verklaring te leveren conform EN IEC 60204-1, neem deze op in het Technisch Dossier van de installatie.	15	2	0,3	9	Zeer Laag	Bijlage VII	Ja
41	Technisch Dossier (TD) ontbreekt.	Lichamelijk letsel als gevolg van diverse gevaren door ontbreken van TD.	15	2	2,0	60	Laag	Stel een TD van de installatie samen met daarin minimaal de onderstaande gegevens: - o Tekeningen waarop de hoofdafmetingen van de installatie zijn aangegeven - o Gebruiksaanwijzing, inclusief onderhoudsinstructies - o Detailtekeningen - o Elektrische schema's - o Aansluitschema's - o Meet- en beproevingsresultaten - o Pomp gegevens - o Berekeningen waarin de sterkte van de installatie worden aangetoond - o Certificaten, verklaringen van leveranciers - o Overzicht en beschrijving van de preventieve voorzieningen (RIE) - o FAT en SAT documenten	15	2	0,5	15	Zeer Laag	Bijlage VII	Ja

BIJLAGE 7 – VRAGENLIJST PZH-BOSKALIS

No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
1	Riolering	<u>Daan Alsem</u> : Er wordt gesteld dat de leidingen in de werkelijkheid ook bijdrage aan de bergingscapaciteit. Graag inzichtelijk maken welke leidingen daarop van toepassing zijn.	Alle leidingen die (volledig) onder het niveau van het dak van de pompkelder liggen (-2,9m NAP) bieden in feite extra bergingscapaciteit. Dat is voor de verzamelleidingen aan weerszijden van de N206 over bijna de gehele verdiepte ligging, m.u.v. zowel ca 250m aan de westzijde als ca 250m aan de oostzijde bij de beginpunten van de verdiepte ligging. Zie hiervoor ook de concept-tekening zoals toegevoegd in het aparte tabblad 'issue 1'.	Ja, in theorie klopt dat. Maar of het gebruik van de berging ook gaat optreden is maar de vraag. Graag de tekening in tabblad 1 ook in het rapport toevoegen.	Zie ontwerpnota pompkelder [N206-ONO-32401] paragraaf 3.5.2.	definitief
2	Pompkelder	<u>Daan Alsem & Arjan van der Put</u> : Hoe voorkom je dat drijvend en gezonken vervuiling in de first-flushcompartimenten bij (grotere) buien door overstroming in de grote/centrale kelder komt? Graag de verwerking en uitgangspunten (totstandkoming) voor dit systeem toelichten. <u>Frans van der Linden</u> : De verwachting is dat drijfvuil minimaal zal zijn gezien het wordt opgevangen in de kolken.	De eerste afvang van bezinksel vindt plaats in de kolken van de verdiepte ligging die voorzien zijn van een zandvang. Daarmee zal een groot deel vaste stof niet in de kelder terecht komen. Bezinksel dat toch in het rioolstelsel komt stroomt de first-flushcompartimenten in. Door een lokale inkassing in de overstortwand <u>aan de andere zijde van het compartiment dan het instromingspunt</u> krijgt bezinksel de tijd om te bezinken voordat het water overstort naar de centrale kelder. Drijfvuil zal over de wand naar de centrale kelder storten. Omdat de HWA-pompen van het type 'dompelpomp' zijn, zit het aanzuigpunt van de pomp continu onder water en zal drijfvuil niet verpompt worden maar in de kelder blijven. Dit vuil zal periodiek door onderhoud verwijderd moeten worden.	Het gevolg van het ontwerp is dat in de normale situatie alleen het bezinksel in de first flush kelder achterblijft. Het gevolg is ook dat in geval van calamiteit de drijvende stoffen NIET in de first flush kelder opgeslagen blijven, maar in dat geval doorstromen naar de centrale kelder. De centrale kelder krijgt dan de functie van first-flush op dit punt. Als de lozing in geval van calamiteit niet op tijd wordt stopgezet is er een kans dat een deel van die drijvende stoffen wel meegaan naar de lozing in de dompelpomp naar open water bij een laag waterpeil in de centrale kelder. Dit proces is zo niet beschreven tot nu toe. In het FPvE pompgemalen staat dit niet beschreven VRAAG: Hier moet of een technische oplossing voor ontworpen worden (zorgen dat er op tijd ingegrepen kan worden) of er dient in de rie een proces beschreven te worden hoe hier mee omgegaan gaat worden.	Hiervoor is geen technische voorziening in het ontwerp opgenomen. In het B&O-plan [N206-RAP-30011] zal worden ingegaan op het proces bij calamiteiten.	beantwoord

Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging & pompkelder t.b.v. besluitvorming						
Datum: 12-5-2021						
Versie: 1.0						
Doc.nr: 2021-02-04 - Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging (met reactie PZH).xlsx						
No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
3	Riolering	<u>Marco Wesseling</u> : Er is (binnen PZH) geen ervaring met 100 jaar levensduur voor riolering/leidingen. Waarom is er voor de leidingen gekozen voor PVC en niet voor bijvoorbeeld PE, PP of GVK? Kan er een onderbouwing worden gegeven voor de toepassing van PVC-leidingen?	Er wordt nu als basisoplossing uitgegaan van leidingen in de verdiepte ligging uitgevoerd in PE of PP (PP = ribbelbuis-oplossing). Deze hebben een aantoonbare levensduur van 100 jaar. Voor de verbindingen tussen de leidingstukken wordt uitgegaan van een spiegellas-verbinding of een elektrolas-verbinding in het geval van een PE-oplossing. Bij een PP geribbelde buis is dit niet mogelijk maar kunnen wel trekvaste verbindingen worden gemaakt om de kans op lekkage te minimaliseren. Momenteel wordt er nog wel gekeken naar een alternatief met opvang van regenwater in een bergings-stelsel van prefab betonnen rechthoekige elementen voorzien van een roostersdeksel. Ook deze bieden uit oogpunt van B&O voordelen. Het is echter nog niet duidelijk of met dit systeem ook de benodigde bergingscapaciteit geleverd kan worden aangezien deze relatief groot moet zijn i.v.m. de relatief grote afstanden van het stelsel aan weerszijden van de pompkelder. T.p.v. de toe- en afritten van KW01 en KW05, waar het stelsel minder diep ligt en eenvoudig vervangbaar is, wordt uitgegaan van PVC. Ook hier wordt momenteel nog gekeken naar een alternatief systeem met zogeheten bandafwatering waarbij het water wordt afgevoerd in een prefab betonnen opsluitband. Doel is om in het DO de definitieve keuzes te maken.	Er resteert nog een vraag nav het antwoord: Het 2e deel van het antwoord is onduidelijk. Wordt overwogen de bergingskelder op een andere wijze vorm te geven? De definitieve keuzes in DO van de pompkelder meenemen	Er is uiteindelijk gekozen voor PP ribbelbuizen. De verschillende elementen worden daar waar deze diep liggen trekvast verbonden. Voor verdere toelichting zie N206-RAP-33003. Het stelsel van de toe- en afritten wordt tevens uitgevoerd middels een PP ribbelbuis. De vormgeving van de kelder staat op de DO-tekeningen van de pompkelder weergegeven en is niet meer gewijzigd.	beantwoord
4	Riolering	<u>Frans van der Linden</u> : Hoe garanderen jullie dat alle koppelingen tussen de rioolbuizen dichtblijven (mof-spieverbindingen)? De ervaring is dat met zettingen openingen kunnen ontstaan.	Het openen van mof-spieverbindingen is alleen te verwachten bij (sterk) lokale zettingsverschillen. De gehele riolering binnen de verdiepte ligging wordt aangebracht binnen de folieconstructie waarop een homogeen zandpakket wordt aangebracht. Lokale verstoringen die tot lokale zettingsverschillen leiden zijn niet te verwachten waardoor dit niet als risico wordt gezien. Echter zullen desondanks, zoals in het antwoord van vraag 3 verwoord, voor de diepe delen wel gelaste (PE) of trekvaste verbindingen (PP) worden toegepast.	In theorie klopt dit weer, de praktijk zal ook uitwijzen of dit werkt.	Er worden trekvaste verbindingen toegepast tussen de verschillende PP ribbelbuis-elementen. Voor verdere toelichting zie N206-RAP-33003.	definitief
5	Drainage	<u>Arian van der Put</u> : De drainageleidingen liggen op 1 niveau. Hoe ga je met dit ene niveau bepalen wáár een eventueel lek in de folie zit?	Door compartimenten af te sluiten (met opblaasbare ballon in put in middenberm) en steeds in de pompkelder het debiet te meten, kan zo goed als mogelijk worden vastgesteld in welk compartiment een lekkage zit. Voor meer toelichting wordt verwezen naar de reeds ingediende Ontwerpnota VO HWA & Drainage (N206-RAP-23003). Men moet zich echter realiseren dat het nooit mogelijk is om hiermee exact te bepalen waar het lek zich in het compartiment bevindt.	Vraag voldoende beantwoord.	Zie H4 N206-RAP-33003.	definitief
6	Drainage	<u>Wouter Koning</u> : Beaumix toepassen als drainerende laag onder de baan is mogelijk als vrij toepasbaar bouw materiaal. Bij de gemeente Katwijk ligt dit onder de aandacht. De vraag rijst of het toepassen van beaumix niet alleen mogelijk is als de mogelijkheid bestaat om het makkelijk te verwijderen. Hoe zit dat in dit geval van toepassing in de verdiepte ligging?	Beaumix is inderdaad een vrij toepasbaar bouw materiaal. Het is niet zondermeer mogelijk om de beaumix in zijn geheel te verwijderen omdat deze laag ook zorgt voor het verticaal benodigde evenwicht van de folieconstructie. De laag kan echter wel sleufsgewijs worden vervangen door een ander materiaal met een hoge doorlatendheid indien dat gewenst is in de toekomst. In het ontwerp is immers rekening gehouden met een sleuf van een diepte van 1.25m op elk willeurige locatie. Hierbij dient dan wel de stijghoogte en waterstand in de bak te worden vergeleken met de waarden die zijn aangenomen in de berekeningen van dit 'sleuf-scenario' (GHS voor stijghoogte).	De beschreven aanwijzingen bij het sleufsgewijs ontgraven graag meenemen bij het B&O!	Zie H4 N206-RAP-33003 en bijbehorende bijlage. Sleufsgewijs ontgraven wordt genoemd in H5 van de Ontwerpnota DO Verdiepte ligging (N206-ONO-33001)	definitief

Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging & pompkelder t.b.v. besluitvorming						
Datum: 12-5-2021						
Versie: 1.0						
Doc.nr: 2021-02-04 - Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging (met reactie PZH).xlsx						
No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
7	Drainage	<u>Daan Alsem</u> : De drainagebuizen liggen deels onder de zijbermen van de N206. De inspectie-/onderhoudsputten zitten in de middenberm. Hoe zit dat met onderhoud? Hoe kom je bij de buitenste leidingen als er alleen putten in de middenberm zitten?	Onderhoud (doorspuiten) kan vanuit één put over een lengte van 200 m worden uitgevoerd. De drains (van put tot put) hebben een lengte van maximaal ca 250m. De door te spuiten lengte is dus ruimschoots kleiner dan 200m. De boogstraal van de drain (8m) is afgestemd op de mogelijkheid tot onderhoud.	Ok, duidelijk. De praktijk zal het leren, lastig om dit zo te beoordelen op uitvoerbaarheid.	De maximale lengte van de drains is nu gesteld op 200m en er is toch gekozen om flauwere bochten toe te passen (straal max ca 50m). Voor verdere toelichting zie N206-RAP-33003 en de bijbehorende DO-tekeningen.	definitief
8	Pompkelder	<u>Wouter Koning</u> : Komt de toegangstrap uit in een laag water of staat de goot droog?	De trap komt uit in de verdiepte goot (t.o.v. de keldervloer) waar de HWA-pompen in staan. De pompen staan zelf in een extra (lokale) verdieping. Het uitslagpeil van de pompen is gelijk aan dit verlaagde niveau. Na een regenbui wordt deze goot dus leeggepompt en staat de goot droog. Het inslagpeil van de pompen is echter gelijk aan het vloerniveau van de kelder (40cm hoger). Bij kleine hoeveelheden regenwater dat over de first-flushcompartimenten stort, is het mogelijk dat deze goot deels vult zonder dat de pompen aanslaan en dat daarmee water in de goot staat als er onderhoud plaatsvindt. De kans hierop is zeer klein omdat het volume van de goot slechts 16-17 kuub bedraagt. Dit komt over de verdiepte ligging verspreid neer op een neerslag van 0,3mm die méér valt dan de first-flushcompartimenten kunnen bergen (4mm). Het gaat dus alleen om buien waarbij tussen de 4,0mm en 4,3mm neerslag valt. De kans dat op dat moment onderhoud wordt gepleegd wordt als nihil beschouwd. Een bordes onderaan de trap wordt daarom als onnodig beschouwd. Mocht er water in de goot staan, dan bestaat de mogelijkheid om de pompen handmatig in werking te stellen om de goot te legen.	In theorie klopt dit, in het kader van de veiligheid is een roostervloer echter gewenst. Na verloop van tijd wordt de vloer glad en ontstaat er een gevaar voor uitglijden. Verzoek om een roostervloer aan te brengen.	Het risico voor uitglijden geldt voor de gehele kelder. Een eventueel rooster in de goot neemt dit risico alleen t.p.v. de goot (tijdelijk) weg, maar voor de rest van de kelder blijft dit risico bestaan. Een rooster is daarbij onwenselijk omdat hier juist vuil in blijft hangen. Gevaar voor uitglijden is een standaard risico voor onderhoud in dergelijke pompkelders. Hiermee is onderhoudspersoneel bekend en zal geschikt schoeisel moeten dragen. Er zal geen roostervloer worden aangebracht, maar het risico wordt beheerst door juist schoeisel voor te schrijven voor mensen die de pompkelder betreden.	beantwoord
9	Pompkelder	<u>Daan Alsem</u> : De bakjes lijken verschillend qua afmetingen te zijn. Klopt dat?	Ja, dat klopt. Het volume van de bakjes is afgestemd op het oppervlak dat het betreffende HWA-riool afvoert. De riolering heeft aan de oostzijde een grotere lengte dan aan de westzijde wat het verschil verklaart. De onderbouwing van het volume zal in de ontwerpnota worden opgenomen.	ok, duidelijk. De onderbouwing graag aanvullen bij de DO pompkelder.	Zie ontwerpnota pompkelder [N206-ONO-32401] paragraaf 3.5.4.	definitief
10	Pompkelder	<u>Daan Alsem</u> : De vluchtschacht komt uit voor de geleiderail. De voorkeur is om deze achter de geleiderail te plaatsen. Kan dat?	Technisch kan dit, maar dit heeft impact op de DO-planning en de realisatieplanning en daarmee ook op kosten. STATUS: Dit issue is momenteel onderwerp van discussie. Boskalis is van mening dat dit een VTW is omdat eerder is afgestemd dat de vluchtweg in de halfverharding zou uitkomen (zie notulen overleg PZH-Boskalis van 7 november 2019). Hiertoe zou gebruik worden gemaakt van het PKS. In het overleg van 15 oktober 2020 is dit wederom besproken waarin ook werd benoemd dat er hoe dan ook een rijstrookafsluiting nodig is uit veiligheidsoverwegingen.	Dit is een lopende kwestie. Recent is er overleg geweest naar aanleiding van de door Boskalis uitgevoerde RI&E, waarbij is aangegeven dat de vluchtweg aan de zuidzijde niet veilig zou zijn. Provincie bespreekt de toegezonden stukken intern en komt dan met een reactie.	Uit de uitgevoerde RI&E-sessie in de DO-fase (zie hoofdstuk 6 van ontwerpnota pompkelder [N206-ONO-32401] blijkt dat de pompkelder zonder vluchtweg aan de zuidzijde voldoende veilig is, én veiliger dan beide varianten met zuidelijke vluchtweg. Boskalis heeft er daarom voor gekozen alleen een toegang en vluchtweg aan de noordzijde toe te passen. Eventuele aanpassing hierop zal in een volgende versie van het DO meegenomen worden.	HOLD

No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
11	Pompkelder	Frans van der Linden: De toegangstrap zie ik liever gespiegeld, zodat deze bij de pompen uitkomen, met onderaan een bordes. Daarmee kan de kooiladder aan de noordzijde vervallen. Naschrift: dit verzoek is ook al gedaan door Marco Wesseling tijdens het V&V-overleg in maart 2020. De vluchtschacht aan de zuidzijde zou ruimer kunnen worden uitgevoerd. Afsluiten van een rijstrook voor onderhoud is geen belemmering, er worden geen mensen naar beneden gestuurd zonder een deugelijke vluchtweg.	Akkoord, de trap zal worden gedraaid. Een bordes is niet nodig omdat de goot praktisch altijd droog staat (zie antwoord op vraag 8). De kooiladder aan de noordzijde komt te vervallen (onder voorwaarde dat de vluchtweg er aan de zuidzijde komt, zie issue 10). Een <u>ruimere</u> vluchtweg aan de zuidzijde is technisch mogelijk, maar ook dit is een VTW. Boskalis ziet zelf niet de noodzaak van een verruiming omdat dit geen standaard toegang voor onderhoud is maar slechts voor vluchten in geval van nood gebruikt mag worden. Hierbij hoeven slechts mensen door het gat te kunnen, een mangat met ladder is daarbij een standaard en voldoende veilige oplossing. Gerefereerd wordt naar [SYS-00632] waarin PZH zelf om een toegang met kooiladder vraagt. Door een (kooi)ladder expliciet in een contracteis op te nemen geeft PZH daarmee aan hierover een bewuste keus te hebben gemaakt (iets wat standaard of minimaal vereist is hoeft niet te worden geëist). De trap aan de noordzijde is in de VO-fase als wens ingebracht en als 'wisselgeld' voor het verkleinen van de pompkelder in het ontwerp terecht gekomen. Hiervoor is geen technische onderbouwing. Boskalis ziet het daarom, nogmaals, niet als noodzaak een ruimere schacht aan de zuidzijde te maken.	Antwoord over het omdraaien van de trap is akkoord. Het niet toepassen van een bordes is akkoord, echter is wel een rooster gewenst. Zie ook reactie PZH op punt 8. Voor de vluchtweg aan de zuidzijde geldt wat aangegeven is onder punt 10.	Zoals benoemd onder punt 10 is uit de RI&E gebleken dat de vluchtweg aan de zuidzijde minder veilig is dan alleen een toegang/vluchtweg aan de noordzijde. De vluchtweg aan de zuidzijde wordt derhalve niet gerealiseerd waardoor aan de noordzijde een (extra) kooiladder wordt aangebracht. Zie ook ontwerpnota pompkelder [N206-ONO-32401] paragraaf 3.5.1.	HOLD
12	Pompkelder	Marco Wesseling: Waar komen de leidingen de kelder binnen? Op de afbeelding komen ze in het midden van de first-flushbakken binnen. De ervaring is dat dit juist de locaties zijn waar calamiteiten optreden en moeten daarom goed bereikbaar zijn.	De ligging van de (HWA-)leidingen is op de VO-tekening van de pompkelder (versie 2.0) indicatief weergegeven. Deze liggen naast de asfaltverharding van de N206 in de grond. Aan de zuidzijde komen ze in de hoek van de pompkelder binnen. Aan de noordzijde liggen ze iets van de hoek van de kelder af, omdat de toegangsschacht verder naar de noordzijde (tussen de gewapende grond) uitsteekt. Zie voor enkele plaatjes het tabblad 12 van deze Excelsheet. De instroompunten zijn van binnenuit te benaderen. De kelder dient via de reguliere toegang te worden betreden. De instroompunten bevinden zich in de first-flushcompartimenten. Om deze te kunnen bereiken, zal over de overstortwanden gestapt moeten worden. Om dit te vereenvoudigen (de wanden zijn op de verlaagde inkassingen na 1,20m hoog) worden overstapvoorzieningen aangebracht (n.t.b.).	Duidelijk. Graag de aansluitingen op de kelder uit detaileren in DO pompkelder. Pendelstukken en compensatoren ect.	Zie DO-tekeningen [N206-TEK-32401] t/m [N206-TEK-32404].	definitief

Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging & pompkelder t.b.v. besluitvorming						
Datum: 12-5-2021 Versie: 1.0 Doc.nr: 2021-02-04 - Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging (met reactie PZH).xlsx						
No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
13	Pompinstallatie	<u>Marco Wesseling</u> : De schuiven van de first-flushcompartimenten zijn in de basis gesloten (om de first flush op te vangen). Waarom laten we de schuiven niet open staan en worden deze gesloten bij een calamiteit?	In het concept dat op 15 oktober 2020 aan PZH is gepresenteerd was dit enerzijds noodzakelijk omdat de stroomgoot in dat concept een beperkt volume had. Om te voorkomen dat de stroomgoot overstroomt naar de HWA-pompen moesten de compartimenten gefaseerd geledigd worden. Hiervoor was het nodig dat de schuiven in-de-basis dicht staan. Anderzijds heeft het in-de-basis dicht houden als voordeel bij calamiteiten dat de calamiteitenvloeistof bij droog weer of matige neerslag in 1 compartiment geborgen wordt waardoor de andere compartimenten schoon blijven en volledig in gebruik kunnen blijven (mocht het vervolgens wel gaan regenen). Als de schuiven open staan, kan gedurende de reactietijd (vóórdat de calamiteitenknop bediend wordt) al vloeistof naar andere compartimenten zijn gelopen en later bij neerslag afgepompt worden. Daarmee zou het effect van de compartimentering beperkt zijn. In het aangepaste ontwerp met gesloten first-flushsysteem is het risico op overstromen van de stroomgoot weggenomen en zou wat dat betreft ervoor gekozen kunnen worden de schuiven permanent open te laten staan. Dit neemt wel het voordeel bij calamiteiten weg (onder bepaalde weersomstandigheden). Boskalis stelt voor de voordelen van compartimenteren te behouden en de schuiven dus in standaard situaties gesloten te houden.	De vraag is nog niet helemaal beantwoord: Achtergrond bij de vraag is de mogelijkheid om de eerste regen wel apart af te voeren via de first-flush pomp, maar dat apart ingeregeld hoeft te worden. Het water loopt direct naat de goot en wordt apart afgepompt via de kleinere first-flush pomp naar het riool. Als de kelder verder volloopt als gevolg van langdurige regen schakelen de HWA pompen bij en schakelt de first-flush pomp af. Dat water van langdurige regen wordt geloosd op open water. De vraag is of een dergelijk scenario met separate afvoer van de first flush via de goot naar het riool is in te bouwen in het systeem? De firsts-flush kleppen zijn dan wel gesloten zoals Boskalis voorstelt.	De beschreven oplossingsrichting is niet haalbaar i.v.m. de beperkte afvoercapaciteit van de first flush. Deze is kleiner dan de aanvoer van water bij zware buien (het legen van de first flush neemt uren in beslag terwijl de compartimenten zich binnen enkele minuten vullen bij zware regen). Zie ook paragraaf 3.5.4 van de ontwerpnota pompkelder [N206-ONO-32401] voor meer toelichting op het first-flushsysteem.	beantwoord
14	Pompinstallatie	<u>Marco Wesseling</u> : Hoeveel onderhoud wordt er aan de hydraulische schuiven voorzien?	De hydraulische schuiven (afsluiters) hebben een onderhoudsinterval van 2 jaar. Bij onderhoud moet worden gedacht aan verwijderen van vuil (indien aanwezig), smeren van onderdelen, controleren van afdichtingsrubbers en olie en zo nodig vervangen, controle werking (openen en sluiten).	Duidelijk		definitief
15	Pompinstallatie	<u>Frans van der Linden</u> : Blijft er altijd een laag water in de kelder staan? Voor B&O is dit niet wenselijk. Als dat zo is, zullen er voorzieningen nodig zijn om tijdens B&O een droge kelder te kunnen betreden.	De kelder staat (m.u.v. het pompgedeelte, zie vraag 8, en de first-flushcompartimenten) droog als de pompen uit staan. Als de kelder door regenval (deels) gevuld wordt, zullen de pompen aanslaan en de kelder tot bovenkant verdiept pompgedeelte (40cm onder globaal vloerniveau) leegpompen. Door de beperkingen op het afkoppeldebiet van de first flush, duurt het relatief lang voordat de bakken gelegeerd zijn en bestaat de kans dat de bakken (deels) gevuld zijn als men onderhoud wilt plegen. De pompkelder zal alleen worden betreden als de pompinstallatie de kelder heeft leeggepompt. Er zijn derhalve geen voorzieningen nodig.	Voor zover ik (Frans) weet wordt er ook een zandvang toegepast in de hoofdkelder, hoe krijg je het water weg dat daar achter blijft staan ? Of worden er overal verwijderbare doorvoeren/kleppen toegepast ? DA: Uit het DO moet blijken hoe dit precies werkt: De first flush is de zandvang. Niet de hoofdwaterkelder. Volgens mij (DA) loopt het water uit de centrale waterkelder via de watergoot weg. De waterkelder is dan droog in zo'n geval. => check bij Boskalis	Het klopt dat (eventueel) zand in de first-flushcompartimenten terecht komt. Een aparte zandvang is in de kelder niet aanwezig. Al het water dat in de kelder wordt opgevangen, kan afstromen naar de pompen. Bij onderhoud wordt het zand/bezinsel in de compartimenten naar de pompruimtes gespoten. Daar kan het worden verpompt naar het riool en/of open water of worden weggezogen met een zuigwagen.	beantwoord

Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging & pompkelder t.b.v. besluitvorming

Datum: 12-5-2021
Versie: 1.0
Doc.nr: 2021-02-04 - Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging (met reactie PZH).xlsx

No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
16	Pompinstallatie	Frans van der Linden: De praktijk is dat de capaciteit van de (toevoer)leidingen in de loop der jaren afneemt door vervuiling e.d. Als de berging in de leidingen wordt meegenomen, zal hiermee rekening gehouden moeten worden. Ronald Visser is het hier niet mee eens: Er is een verschil tussen persleidingen en vrijvervalleidingen. In persleidingen, en dan met name die voor afvalwater, groeit een slijmwand in de loop der tijd. Dit slijm veroorzaakt een zekere mate van dichtgroei en daardoor een grotere persweerstand. Een persleiding daarbij is geheel gevuld waardoor over de hele wand die aangroei kan plaatsvinden. Vrijvervalleidingen (en dan ook in dit geval HWA) staan meestal leeg, waardoor een rondom slijmgroei niet kan plaatshebben. Vervuiling is er dan door achtergebleven zand of anders. Kwestie van reinigen.	Boskalis sluit zich aan bij de visie van Ronald Visser. Er wordt gekozen voor een standaard oplossing waarbij doorspuiten mogelijk is. Daarnaast is besloten om de extra berging die in de leiding is toch niet mee te nemen, dus vanuit dit argument is er ook geen noodzaak meer.	Ja akkoord. Daarbij wordt voor de inzet van de extra berging ook verwezen naar vraag 1. Er wordt door Boskalis nu geen gebruik gemaakt in de berekeningen van de extra berging	De extra berging is niet meegenomen zoals verwoord in paragraaf 3.5.2. van de Ontwerpnota Pompkelder [N206-ONO-32401].	definitief
17	Pompinstallatie	Ronald Visser: Bij het in rekening brengen van de berging in de leidingen spelen het inschakelpeil en uitschakelpeil ook een rol. Dit wordt gemist in het verhaal (memo). Loopt de leiding dan wel vol? Hoe werkt het systeem dan?	Het inschakelpeil ligt op het niveau van bovenkant keldervloer, het uitschakelpeil ligt 40cm lager (bovenkant verdiepte goot bij pompen). Deze niveaus hebben echter geen relevantie in de werking van het systeem. Vraagsteller bedoelt waarschijnlijk de onderzijde en bovenzijde van het bergingsniveau. Het bergingsniveau is van bovenkant keldervloer tot onderkant kelderdak. De HWA-riolen bevinden zich tussen deze niveaus. Zodra de leidingen beginnen af te voeren naar de kelder, zal de kelder vollopen waarbij de instroompunten van de leidingen nog boven water staan. Geleidelijk zal het water in de kelder stijgen tot boven het niveau van de leidingen. Op dat moment beginnen de leidingen in de berging mee te tellen. De HWA-pompen zijn op dat moment al in werking en pompen op vol vermogen (0,3m3/s) af. De kelder kan tot onderkant dek vol komen te staan met water waarbij de leidingen volledig gevuld zijn. Benadrukt wordt dat in de berekening van de vullingsgraad van de kelder de berging in de leidingen niet is meegenomen. Dat betekent dat de kelder in de praktijk nooit tot aan het dak vol zal komen te staan (zie ook beantwoording vraag 23).	Er wordt geen gebruik gemaakt in de berekeningen van de extra berging. Zie ook vraag 1 en 16.	De extra berging is niet meegenomen zoals verwoordin paragraaf 3.5.2. van de Ontwerpnota Pompkelder [N206-ONO-32401].	definitief

Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging & pompkelder t.b.v. besluitvorming						
Datum: 12-5-2021						
Versie: 1.0						
Doc.nr: 2021-02-04 - Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging (met reactie PZH).xlsx						
No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
18	Pompinstallatie	<u>Frans van der Linden</u> : In de berekening wordt rekening gehouden met het vollopen van de kelder tot het dak. Dit is niet acceptabel als bijvoorbeeld de stroom uitvalt. Er is daarom altijd reserveberging nodig.	De HWA-pompen slaan aan (op maximaal debiet) zodra de (centrale) kelder volstroomt. De vulling van de kelder <u>bij de maatgevende bui</u> (1/250 jaar) is beschouwd o.b.v. het pompdebiet en het bergingsvolume <u>in de kelder</u> (50mm neerslag). Met deze parameters zal het waterniveau maximaal tot onderkant dak reiken. In verreweg de meeste situaties zal de kelder zich maar beperkt vullen. In de praktijk zal het waterniveau het kelderdak echter niet bereiken doordat de leidingen in de verdiepte ligging ook water gaan bergen doordat deze onder het niveau van het kelderdak liggen. De leidingen kunnen circa 12mm neerslag bergen. Dit staat gelijk aan 60cm berging in de pompkelder. De maximale vulling van de pompkelder zal bereikt worden in de bovenste 60cm van het kelderdak. Het exacte niveau is moeilijk te bepalen vanwege de geometrie en ligging van de leidingen in de verdiepte ligging. Een reserveberging is contractueel niet geëist en wordt in de berekening van de vulling van de kelder ook niet meegenomen. In de praktijk is die er dus wel doordat de leidingen ook gaan bergen en het waterniveau niet tot het kelderdak zal reiken. De extra berging bedraagt dus circa 12mm neerslag (circa 650kuub).	mee eens.		definitief
19	Werking	<u>Ronald Visser</u> : Hoe wordt gecontroleerd welke chemische stof de kelder binnenkomt? Ik denk ook aan het zoutgehalte van het drainewater.	Dit wordt niet gecontroleerd voor chemische stoffen. Hierover zijn geen eisen gesteld en dit is ook niet gebruikelijk. Bij een calamiteit zal dus de expertise van de hulpdiensten leidend zijn welke calamiteitenvloeistof zich in de kelder bevindt. Het zoutgehalte wordt ook niet (permanent) gecontroleerd. In een eerder stadium is in een V&V-overleg met OG afgesteld dat het niet de bedoeling is een live-meetsysteem aan te leggen. De meting wordt alleen in de eerste periode (handmatig) gedaan ter validatie van het ontwerpuitgangspunt dat de folieconstructie niet lek is en dat het drainagewater dat wordt geloosd dus inderdaad voldoet aan hetgeen gesteld in eis SYS-00090.	Het klopt dat het zoutgehalte gelimiteerd is bij een lozing op oppervlakte water volgens de eis SYS-00090. Er is geen eis op controle op andere chemicaliën muv de opslag van hemelwater in geval van een calamiteit met bijvoorbeeld chemicaliën. De controle op zoutgehalte is een onderdeel van de verificatie/validatie van de eis SYS-00090. Graag meenemen in het Monitoringsplan!	Voor meer toelichting (en zoals afgestemd met HHR) zie paragraaf 4.7 van de ontwerprapportage HWA & Drainage (N206-RAP-33003).	definitief
20	Drainage	<u>Marco Wesseling</u> : Er wordt gesteld dat Boskalis verwacht dat het drainagewater geen of weinig chloride zal bevatten door alle beheersmaatregelen in de uitvoering en het ontwerp. Er worden daarom geen voorzieningen getroffen voor het (preventief) zuiveren van chloriden uit het water. Boskalis geeft aan de eerste periode te zullen monitoren om te verifiëren of dit uitgangspunt klopt. Hoelang is deze monitoring voorzien? Wat is eventueel de terugvaloptie mocht blijken dat er toch te veel chloride in het water zit?	Hoewel Boskalis het risico op een te hoog chloridegehalte van het drainagewater beperkt acht, heeft Boskalis besloten om toch het aparte drainagecompartiment in de noordwestelijke hoek van de pompkelder te bouwen (zoals ook in het VO voorzien). De eventuele gevolgen om dit naderhand te doen zijn onwenselijk groot. De drainageleidingen worden binnen de kelder naar dit compartiment geleid. Het drainagewater wordt hierin geloosd en middels een overstort (met terugslagklep) naar de centrale waterkelder overgestort. Er zijn dus geen separate pompen in het drainagecompartiment en het drainagewater zal middels de HWA-pompen naar het open water worden geloosd. Mocht het drainagewater ooit onverwachts veel chloriden gaan bevatten, bestaat de mogelijkheid om in dit separate compartiment een aparte installatie te bouwen om dit water gescheiden af te voeren. Op dit moment is nog niet bekend met welke frequentie Boskalis de metingen zal gaan verrichten. Dit zal nader worden bepaald en vastgelegd in het B&O-plan.	MW; duidelijk.	Voor meer toelichting (en zoals afgestemd met HHR) zie paragraaf 4.7 van de ontwerprapportage HWA & Drainage (N206-RAP-33003).	definitief

Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging & pompkelder t.b.v. besluitvorming

Datum: 12-5-2021
Versie: 1.0
Doc.nr: 2021-02-04 - Beantwoording vragen systeem verdiepte ligging (met reactie PZH).xlsx

No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
21	Beheer en Onderhoud	Frans van der Linden: Hoe hebben jullie onderhoud toevoerleidingen voorzien (zorg om grote lengte en diepte)?	Voor het onderhoud worden om de (maximaal) 100 m putten aangebracht. Doorspuiten kan via standaard-procedures. Ook bij putten en leidingen die op relatief grote dieptes liggen is dit prima mogelijk en zijn hier goede ervaringen mee.	Hiervoor moet een rijstrook worden afgekruid. De overblijvende vraag is dan: Wat is de invloed op de beschikbaarheid en de capaciteit van de N206 ter plaatse?	Het ontwerp van de riolering en putten is weergegeven op de DO-tekeningen N206-TEK-31031 t/m -31039. In geval van onderhoud (doorspuiten) dient een rijstrook afzetting plaats te vinden. Afkruising van de rechter rijbaan kan middels het pijl-kruissysteem.	beantwoord
22	Pompinstallatie & persleiding	Daan Alsem / Wouter Koning: PZH geeft aan voor Boskalis snel een keus te willen maken in het uitgangspunt welk scenario aan te houden voor het ontwerp van de pompinstallatie en persleiding (zie paragraaf 7.3 van memo). PZH concludeert dat alle informatie aanwezig is om nu een antwoord richting Boskalis te geven. PZH heeft nog intern overleg en komt met een terugkoppeling of er wel/geen eis(en) losgelaten mogen worden.	De contractuele eisen blijven ongewijzigd. Dat betekent praktisch gezien dat het huidige ontwerp van Boskalis gehandhaafd blijft (scenario 1). De contracteisen zijn geformuleerd om tot een robuust ontwerp te komen dat voorbereid is op toekomstige klimaatveranderingen en/of aangepaste lozingseisen van het Hoogheemraadschap. PZH is zich ervan bewust dat de rond 600-persleiding van fors formaat is, maar ziet dit voornamelijk als gevolg van de keuze van Boskalis voor één kelder.	Afgehandeld.		definitief
23	Capaciteit/berging	Marco Wesseling nabrander n.a.v. vraag 1. Doordat de leiding laag instromen in de HWA kelder zal bij een waterstand in de kelder boven de instroomhoogte een lagere capaciteit ontstaan in de afvoer van het leidingstelsel. Wordt in dit ontwerp aan de gevraagde eisen voldaan.	De capaciteit van de leidingen is berekend op het verhang in de leiding waarbij de waterdruk in de kelder een parameter is. Dat de leiding onder water komt te staan is dus meegenomen in de berekening. De westelijk gelegen leidingen sluiten aan op NAP -3,7 m (dit is het niveau van de binnenzijde aan de bovenkant). Aan de oostzijde is dat niveau NAP -3,2 m. De kelder bergt 50 mm neerslag. In de leidingen kan ca. 12,5 mm neerslag worden geborgen. Bij een kelderhoogte van 2,5 m en niveau bovenzijde van NAP -2,9 m betekent dit dat het waterniveau in de kelder bij een 1 : 250 jaar gebeurtenis nooit verder zal stijgen dan ca. NAP -2,9 m - (12,5/50 * 2,5 m) = NAP -3,5 m. Dit ligt 0,2 m hoger dan de uitstroomhoogte van de westelijke leidingen. Dit is minder dan de 0,3 m waakhogte (afstand tussen maaiveld en verhanglijn in de leiding op het maatgevende punt) waarop het systeem nu is gedimensioneerd. Dit betekent dat tijdens een 1 : 250 neerslaggebeurtenis ook op het kritieke punt aan de westzijde, geen sprake zal zijn van water op maaiveld.	Duidelijk. Deze analyse en berekening verwerken in de ontwerpnotitie.	De getallen ten opzichte van het eerder gegeven antwoord zijn iets gewijzigd n.a.v. de definitieve diepteligging van de leiding. Zie hiervoor H3 N206-RAP-33003.	definitief

No.	Onderdeel	Issue/vraag	Antwoord [eventuele toelichting op antwoord op apart tabblad toevoegen]	Reactie PZH	Reactie Boskalis	Status
24	Drains tpv pompkelder	Daan Alsem: De figuur 4 uit de memo geeft niet weer dat er ook aan de andere zijde van de pompkelder ook drainage is. De drainage ter plaatse van de pompkelder graag doorzetten om de pompkelder heen naar de andere zijde. Hoe wordt dat doorgezet?	Figuur 4 was enkel bedoeld voor weergave van het principe. Het klopt dat er aan 2 zijden van de pompkelder drainage is met een afvoerleiding naar de pompkelder. De drainage wordt echter niet om de pompkelder heen geleid maar aan beide zijden door de wand naar binnen geleid. In de kelder worden de leidingen naar het drainagecompartiment in de noordwestelijke hoek geleid. Voor de ontwatering van de middenberm boven het dak van de pompkelder wordt wel een extra drain toegepast die wordt aangesloten op de meest dichtbij gelegen drainageputten aan weerszijden van de pompkelder.	Ok. Duidelijk. In DO opnemen!	Zie paragraaf 3.5.6 van de ontwerpnota pompkelder [N206-ONO-32401] en H4 van N206-RAP-33003 en bijbehorende DO-tekeningen.	definitief

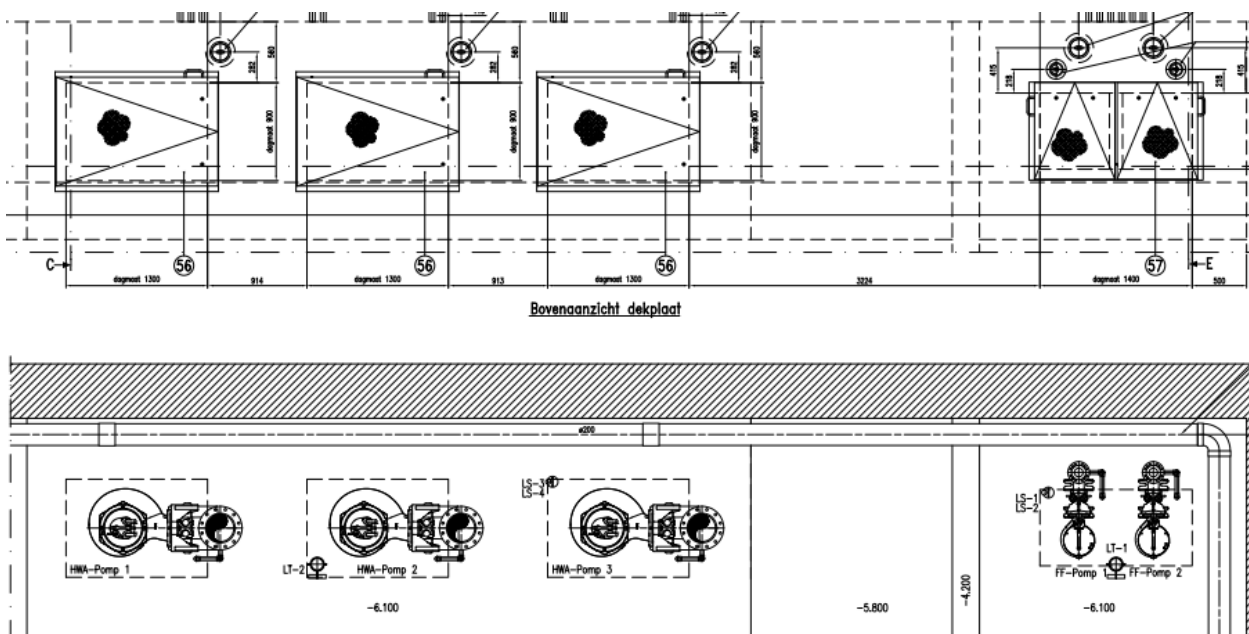
BIJLAGE 8 – AFMETING SPARINGEN VS POMPEN

Ter verificatie van eis [FTPvE.003] wordt een onderbouwing gegeven van de afmetingen van de sparingen waardoor de pompen in en uit gehesen moeten worden.

Algemeen

Code	FTPvE.003
Naam	Risico-afweging voorzieningen pompinstallatie.
Actuele Eistekst	Afmeting van luiken af te stemmen op installatieonderdelen (bijv. benodigde ruimte voor het uithijzen van pompen), met een overruimte van 25%.

In het dek van de toegangsschacht is per HWA-pomp 1 sparing 900×1300 opgenomen. Voor de 2 first-flushpompen is 1 dubbel luik toegepast. Voor het aantonen van deze eis wordt alleen gekeken naar de hwa-pompen omdat die qua afmetingen maatgevend zijn.



Informatie omtrent de HWA-pompen is op navolgende pagina's gegeven.

Geprojecteerde afmeting pomp: $(0,170+0,573+0,314) \times (0,362+0,260) = 0,65\text{m}^2$

Sparing: $0,900 \times 1,100 = 0,99\text{m}^2$

$$0,99/0,65 = 1,52$$

Het oppervlak van de sparing is ruim 50% groter dan het geprojecteerde oppervlak van de pomp. Dit is dus meer dan 25% waarmee aan de eis wordt voldaan.

No: M-02.2811 - 01 2

Dat/Nam.: 11.04.2016 / K. Srb

Cad Code: M_022811

Technical changes reserved
Änderungen vorbehalten
Sous réserve de modifications**XFP 206J-CB2**

Dimension sheet PE4 WET WELL Installation

Maßblatt PE4 Nassinstallation

Plan d'encombrement PE4 installation submersible

SULZER

Type Typ Type	Type Typ Type	Weight Gewicht Poids OK	Weight Gewicht Poids MK	H		Size
50Hz	60Hz	(~kg)	(~lb)	(~kg)	(~lb)	
PE 300/4-J		680	1499	720	1588	1481 58.3 A
PE 370/4-J		715	1577	760	1676	1561 61.5 B
PE 450/4-J		745	1643	790	1742	
PE 185/6-J	PE 210/6-J-60	650	1433	690	1521	1481 58.3 A
PE 220/6-J	PE 250/6-J-60	690	1521	730	1610	1561 61.5 B
PE 300/6-J	PE 350/6-J-60	740	1632	785	1731	
PE 370/6-J	PE 430/6-J-60	750	1654	795	1753	

Weight: Includes pump, slider bracket and 10m cable
Gewicht: Beinhaltet Pumpe, Halterung und 10m Kabel
Poids: Pompe, coulisseau et 10m de câble

For different cable length see IOM, chapter 1.5

Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5

Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel

For hex.-woodscrew 0,4*2,8 plug 0,5 DIA

Für Skt.-Holzschr. 10*70 Dübel Ø12mm

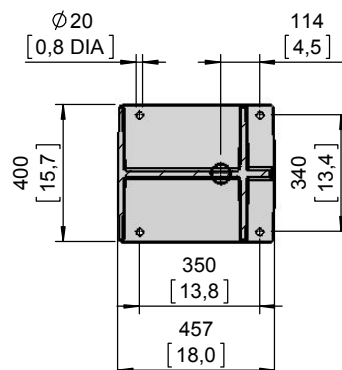
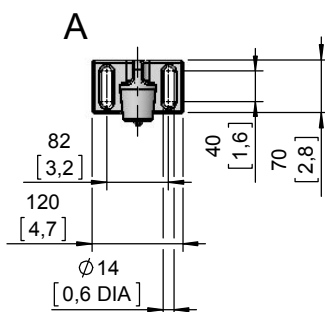
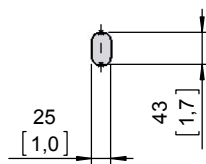
Pour vis à bois hexagonale 10*70 trou de 12mm

Installation instructions "pedestal" 1 597 2507

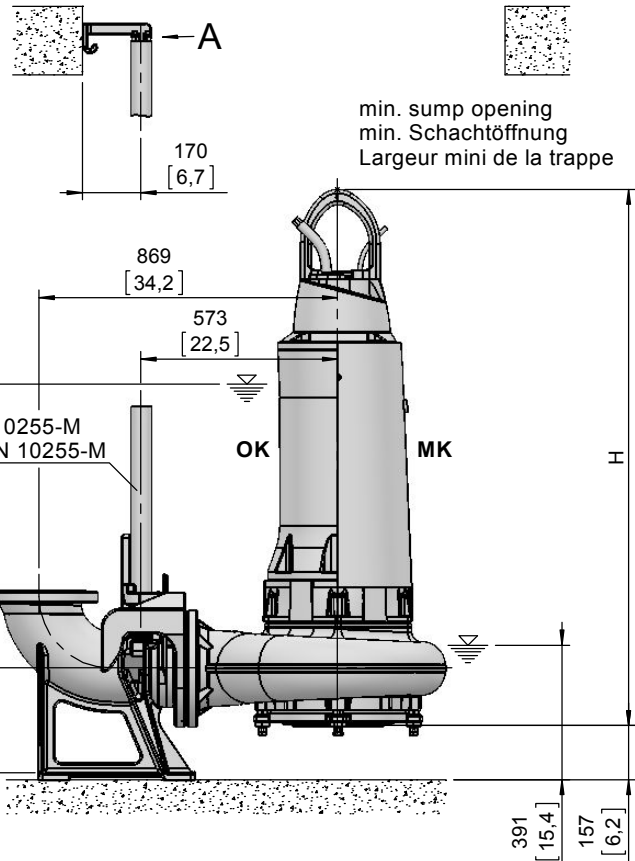
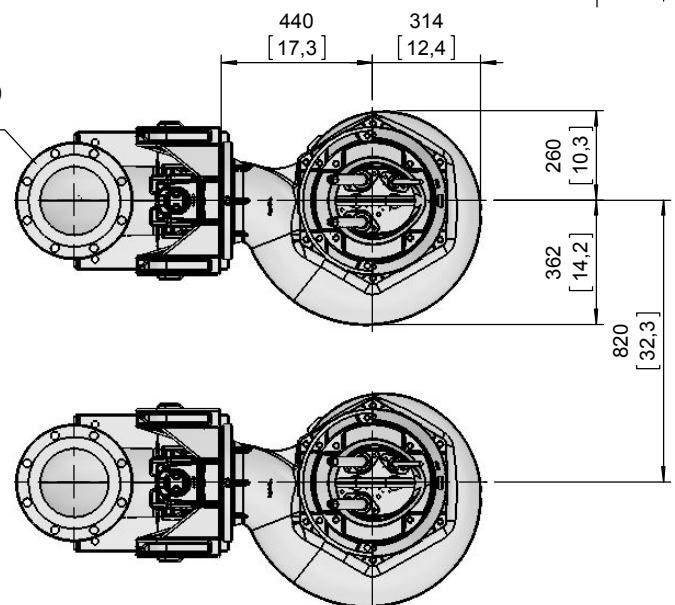
Installationsanweisung "Fußstück" 1 597 2507

Instruction d'installation du "pied d'assise" 1 597 2507

Lifting hoop cross section
Fangbügel-Querschnitt
Section de l'anse de levage



DN200, DIN EN 1092-2, PN10
8" ANSI B16.1 CLASS 125



min. sump opening
min. Schachttöffnung
Largeur mini de la trappe

[mm
[inch]

OK = Ohne Kühlmantel
Without cooling jacket
Sans enveloppe de refroidissement

MK = Mit Kühlmantel
With cooling jacket
Avec enveloppe de refroidissement

No: M-02.2812 - 02 2

Dat/Nam.: 08.03.2017 / K. Radke

Cad Code: M_022812

Technical changes reserved
Änderungen vorbehalten
Sous réserve de modifications

XFP 206J-CB2

Dimension sheet PE4 DRY WELL Installation

Maßblatt PE4 Trockeninstallation

Plan d'encombrement PE4 installation fosse sèche

SULZER

Type Type Type	Type Type Type	Weight Gewicht Poids MK		H		Size
50Hz	60Hz	(~kg)	(~lb)	(mm)	(inch)	
PE 300/4-J		735	1621	1582	62.3	A
PE 370/4-J		775	1709	1662	65.4	B
PE 450/4-J		805	1775			
PE 185/6-J	PE 210/6-J-60	705	1555	1582	62.3	A
PE 220/6-J	PE 250/6-J-60	745	1643			
PE 300/6-J	PE 350/6-J-60	800	1764	1662	65.4	B
PE 370/6-J	PE 430/6-J-60	810	1786			

Weight: Includes pump, skirt base and 10m cable

Gewicht: Beinhaltet Pumpe, Pumpenständer und 10m Kabel

Poids: Pompe, coulisseau et 10m de câble

For different cable length see IOM, chapter 1.5

Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5

Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel

Connection details acc. to drw. M-02.2746

Anschlussdetails nach Blatt M-02.2746

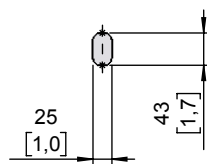
Détails des brides cf. dessin M-02.2746

Foundation in acc. to drw. M-02.2705

Fundament nach Plan M-02.2705

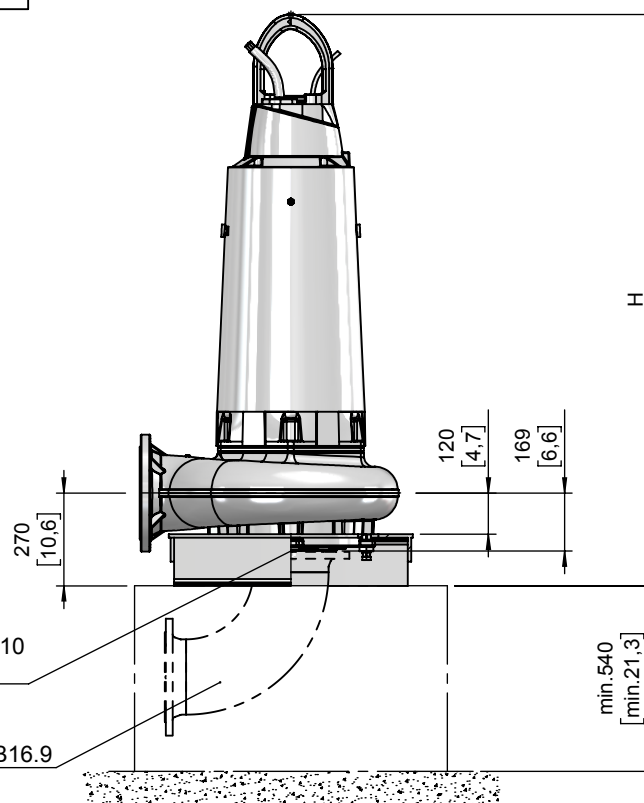
Fondation selon schéma M-02.2705

Lifting hoop cross section
Fangbügel-Querschnitt
Section de l'anse de levage

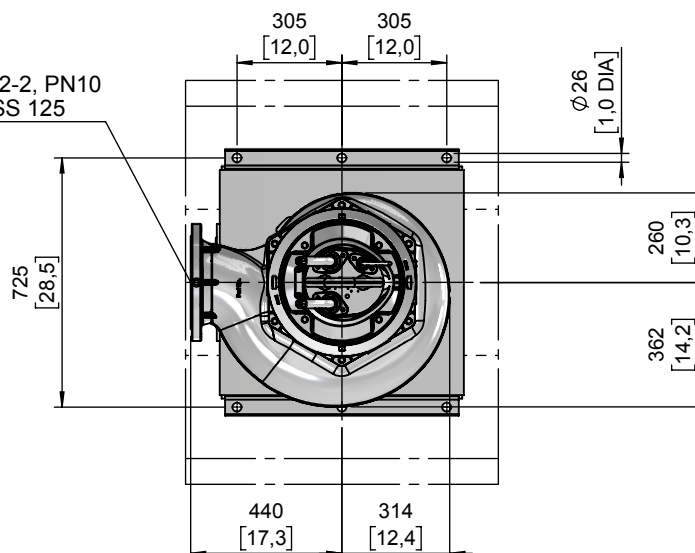


DN200, DIN EN 1092-2, PN10
8" ANSI B16.1 CLASS 125

Elbow EN 10253-2 Typ 3 D
Long Radius Elbow - ANSI B16.9



DN200, DIN EN 1092-2, PN10
8" ANSI B16.1 CLASS 125



[mm
[inch]

MK = Mit Kühlmantel

With cooling jacket

Avec enveloppe de refroidissement

No: M-02.2813 - 01 2

Dat/Nam.: 11.04.2016 / K. Srb

Cad Code: M_022813

Technical changes reserved
Änderungen vorbehalten
Sous réserve de modifications**XFP 206J-CB2**

Dimension sheet PE4 DRY WELL Installation

Maßblatt PE4 Trockeninstallation

Plan d'encombrement PE4 installation fosse sèche

SULZER

Type Typ Type	Type Typ Type	Weight Gewicht Poids MK		H		L		Size
50Hz	60Hz	(~kg)	(~lb)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	
PE 300/4-J		720	1588	1129	44.4	1131	44.5	A
PE 370/4-J		760	1676	1209	47.6	1211	47.7	B
PE 450/4-J		790	1742					
PE 185/6-J	PE 210/6-J-60	690	1521	1129	44.4	1131	44.5	A
PE 220/6-J	PE 250/6-J-60	730	1610					
PE 300/6-J	PE 350/6-J-60	785	1731	1209	47.6	1211	47.7	B
PE 370/6-J	PE 430/6-J-60	795	1753					

Weight: Includes pump, supports and 10m cable

Gewicht: Beinhaltet Pumpe, Stützen und 10m Kabel

Poids: Pompe, supports et 10m de câble

For different cable length see IOM, chapter 1.5

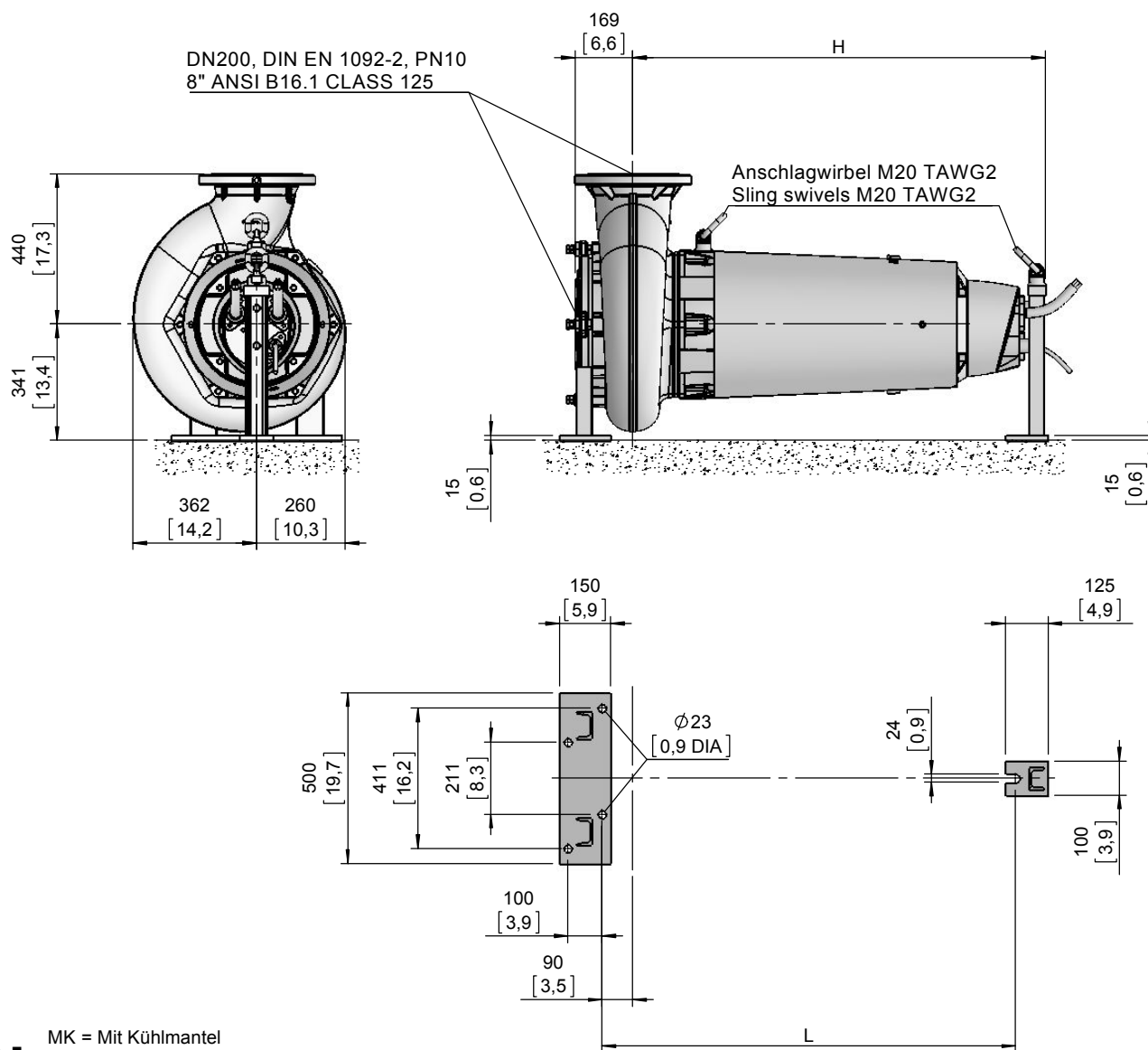
Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5

Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel

Connection details acc. to drw. M-02.2746

Anschlussdetails nach Blatt M-02.2746

Détails des brides cf. dessin M-02.2746



MK = Mit Kühlmantel

With cooling jacket

Avec enveloppe de refroidissement

[mm
[inch]

Type Typ Type 50Hz	Type Typ Type 60Hz	Weight Gewicht Poids OK		Weight Gewicht Poids MK		H		Size
		(~kg)	(~lb)	(~kg)	(~lb)	(mm)	(inch)	
PE 300/4-J		655	1444	695	1532	1632	64.3	A
PE 370/4-J		690	1521	735	1621	1712	67.4	B
PE 450/4-J		720	1588	765	1687			
PE 185/6-J	PE 210/6-J-60	625	1378	665	1466	1632	64.3	A
PE 220/6-J	PE 250/6-J-60	665	1466	705	1555	1712	67.4	B
PE 300/6-J	PE 350/6-J-60	715	1577	760	1676			
PE 370/6-J	PE 430/6-J-60	725	1599	770	1698			

Weight: Includes pump, skirt base and 10m cable

Gewicht: Beinhaltet Pumpe, Pumpenständer und 10m Kabel

Poids: Pompe, coulisseau et 10m de câble

For different cable length see IOM, chapter 1.5

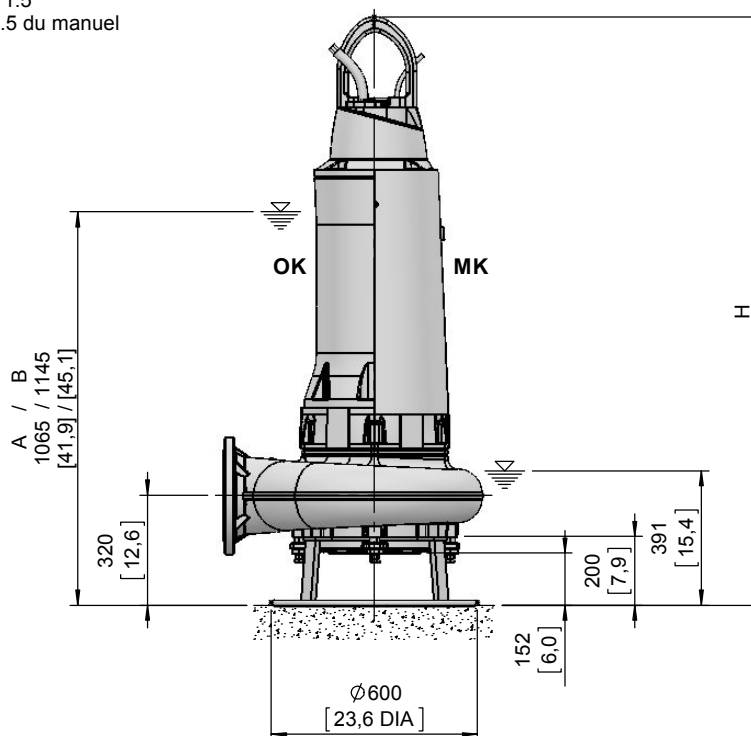
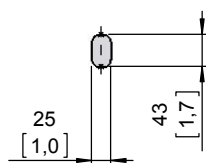
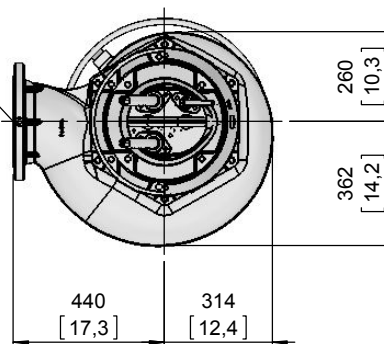
Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5

Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel

Connection details acc. to drw. M-02.2746

Anschlussdetails nach Blatt M-02.2746

Détails des brides cf. dessin M-02.2746

Lifting hoop cross section
Fangbügel-Querschnitt
Section de l'anse de levageDN200, DIN EN 1092-2, PN10
8" ANSI B16.1 CLASS 125

No: M-02.2814 - 01 2

Dat/Nam.: 11.04.2016 / K. Srb

Cad Code: M_022814

Technical changes reserved
Änderungen vorbehalten
Sous réserve de modifications**XFP 206J-CB2**

Dimension sheet PE4 WET WELL Installation dual guide rail 2"

Maßblatt PE4 Nassinstallation Zwei-Rohrführung 2"

Plan d'encombrement PE4 installation submersible Double barre de guidage 2"

SULZER

Type Typ Type	Type Typ Type	Weight Gewicht Poids OK		Weight Gewicht Poids MK		H		Size
50Hz	60Hz	(~kg)	(~lb)	(~kg)	(~lb)	(mm)	(inch)	
PE 300/4-J		680	1499	720	1588	1481	58.3	A
PE 370/4-J		715	1577	760	1676	1561	61.5	B
PE 450/4-J		745	1643	790	1742			
PE 185/6-J	PE 210/6-J-60	650	1433	690	1521	1481	58.3	A
PE 220/6-J	PE 250/6-J-60	690	1521	730	1610			
PE 300/6-J	PE 350/6-J-60	740	1632	785	1731	1561	61.5	B
PE 370/6-J	PE 430/6-J-60	750	1654	795	1753			

Weight: Includes pump, slider bracket and 10m cable
Gewicht: Beinhaltet Pumpe, Halterung und 10m Kabel
Poids: Pompe, coulisseau et 10m de câble

For different cable length see IOM, chapter 1.5
Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5

Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel

For hex.-woodscrew 0,4*2,8 plug 0,5 DIA

Für Skt.-Holzschr. 10*70 Dübel Ø12mm

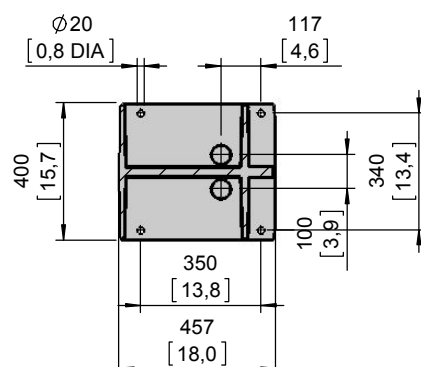
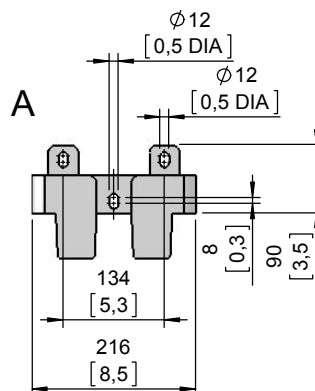
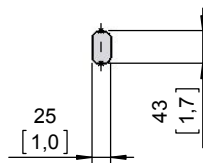
Pour vis à bois hexagonale 10*70 trou de 12mm

Installation instructions "pedestal" 1 597 2507

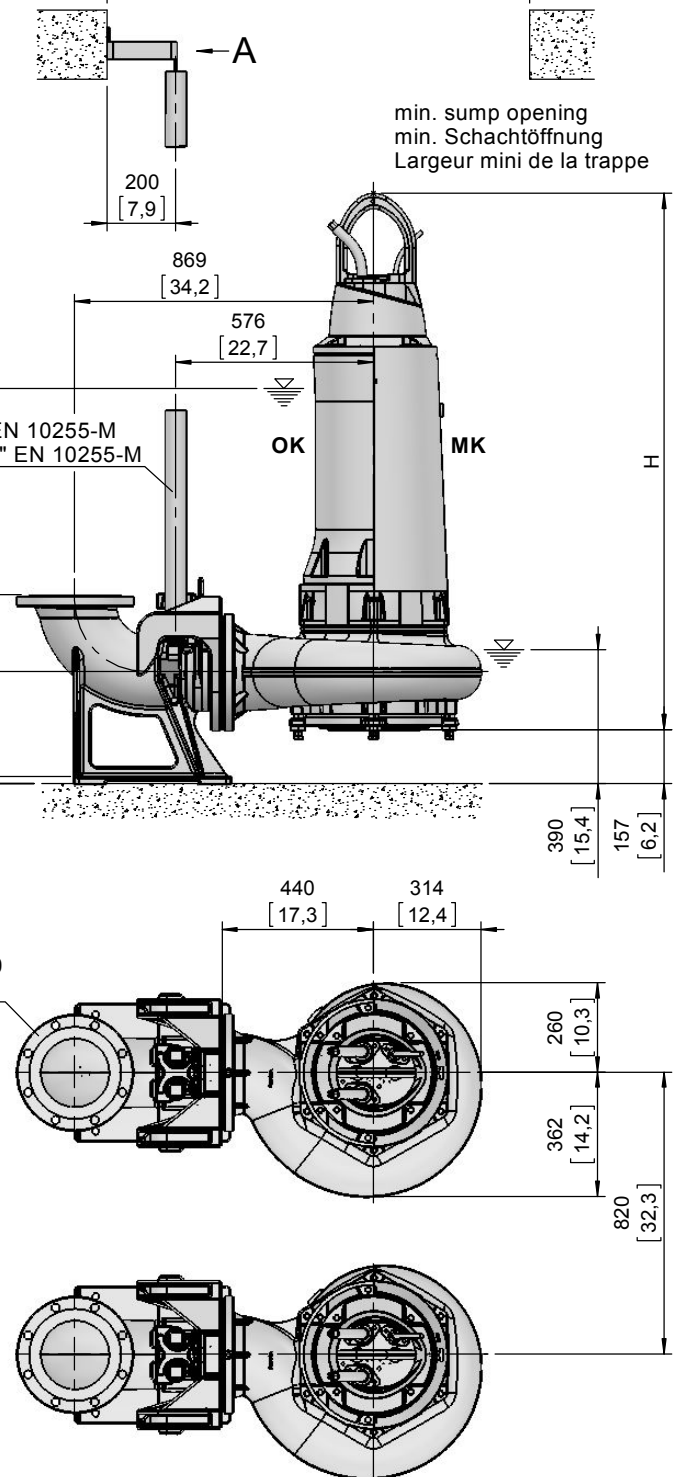
Installationsanweisung "Fußstück" 1 597 2507

Instruction d'installation du "pied d'assise" 1 597 2507

Lifting hoop cross section
Fangbügel-Querschnitt
Section de l'anse de levage



DN200, DIN EN 1092-2, PN10
8" ANSI B16.1 CLASS 125



min. sump opening
min. Schachttöffnung
Largeur mini de la trappe

[mm
[inch]

OK = Ohne Kühlmantel
Without cooling jacket
Sans enveloppe de refroidissement

MK = Mit Kühlmantel
With cooling jacket
Avec enveloppe de refroidissement

No: M-02.2746 - 01

Dat/Nam.: 18.02.2015 / K. Srb

Cad Code: M_022746

Technical changes reserved
Änderungen vorbehalten
Sous réserve de modifications

XFP 205J-CB

Anschlussmaße Trockeninstallation

Fitting dimensions DRY WELL Installation

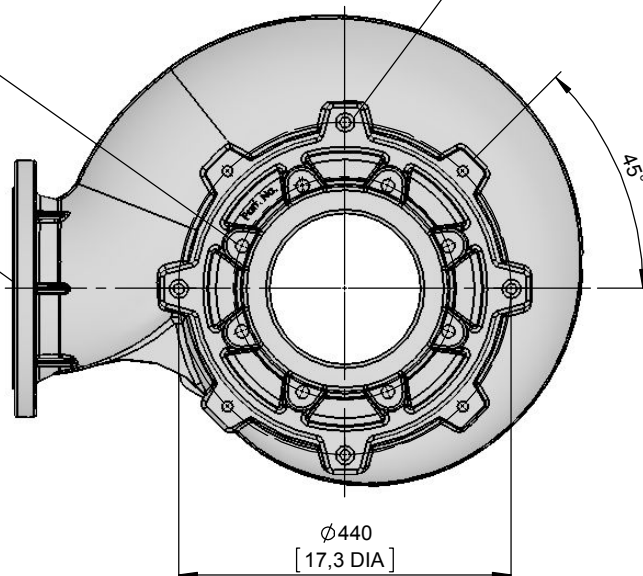
Dimensions d'encombrement Installation à sec

SULZER

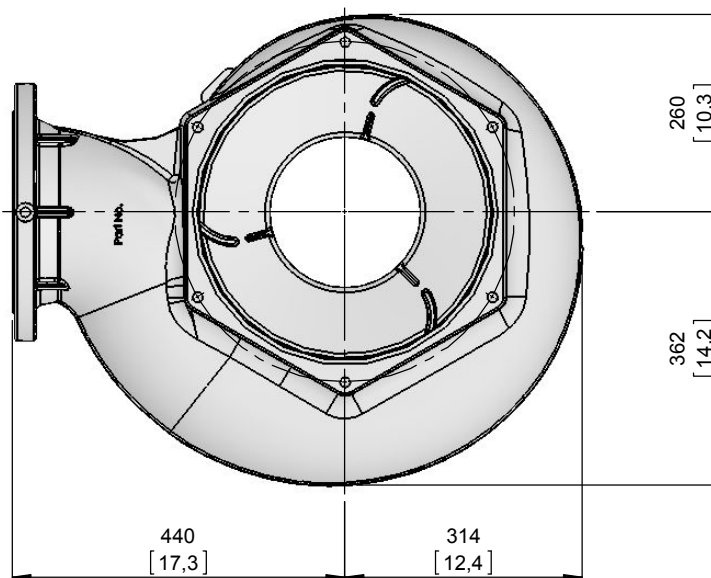
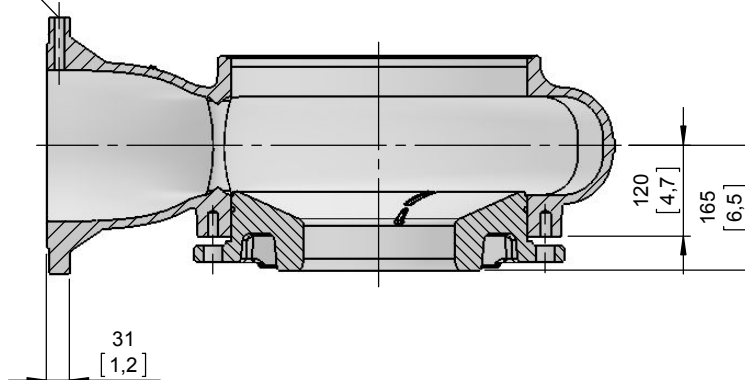
DN200, DIN EN 1092-2, PN10, M20 30/38 tief
8" ANSI B16.1 CLASS 125 3/4" 1.2/1.5 deep

DN200, DIN EN 1092-2, PN10
8" ANSI B16.1 CLASS 125

8xM16
27/31 tief
1.1/1.2 deep



Druckmessung 3/8"
Pressure gauge



[mm
[inch]

DO FUNDATIEADVIES POMPKELDER

GEMEENTE KATWIJKAfdeling Veiligheid
Team Vergunningen

Gezien



d.d. 14-09-2021

RIJNLANDROUTE N206 IR. G. TJALMAWEG



Projectnummer	2516203		
Projectomschrijving	RijnlandRoute N206 Ir. G. Tjalmaweg		
Opdrachtgever	Provincie Zuid-Holland		
Contract-/besteknummer	DOS-2017-0003519		
Documentnummer	N206-BER-32402		
Versienummer	2.0	Versiedatum	1 september 2021

DOCUMENTHISTORIE		
Versie	Versiedatum	Omschrijving
0.1	16-03-2021	Conceptversie met de belangrijkste uitgangspunten, belastingen en combinaties, ter informatie aan opdrachtgever
1.0	12-05-2021	Commentaar interne review verwerkt
1.1	12-07-2021	Conceptversie na VTW 12b
2.0	01-09-2021	Commentaar interne review verwerkt

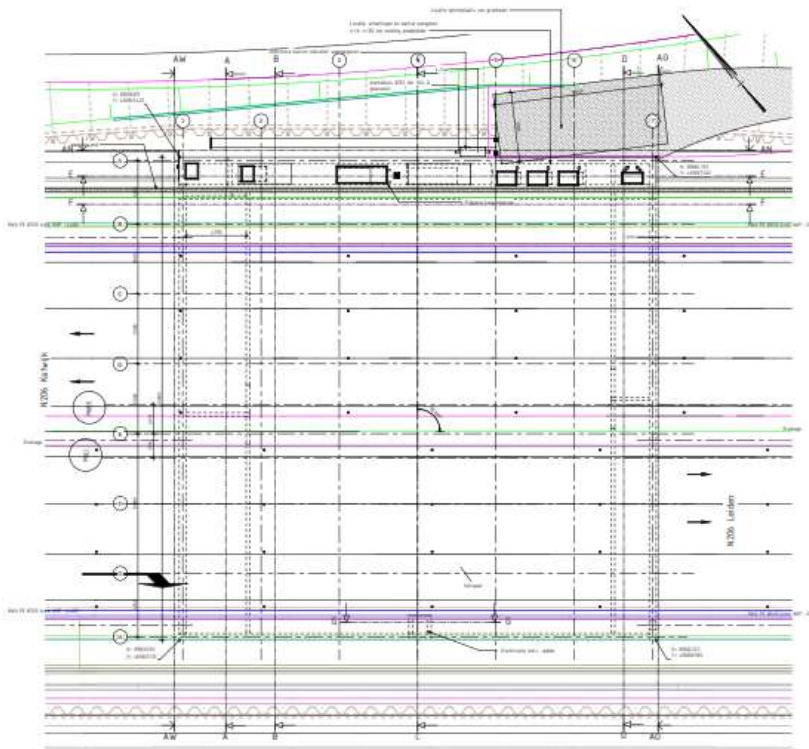
WIJZIGINGENMATRIX		
Bevinding	Besluit	Verwerkt in

INHOUDSOPGAVE

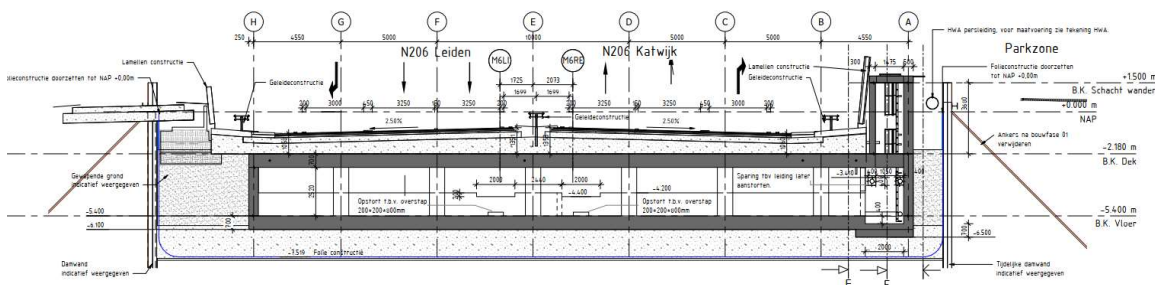
1	INLEIDING	4
2	EISEN, RANDVOORWAARDEN EN NORMEN, E.D.	6
2.1	CONTRACTEISEN EN AFGELEIDE EISEN	6
2.2	RANDVOORWAARDEN	6
2.2.1	Documenten.....	6
2.3	NORMEN.....	7
2.4	GEBRUIKTE SOFTWARE	7
3	BODEMONDERZOEK, BODEMOPBOUW EN GRONDPARAMETERS	8
3.1	BODEMONDERZOEK.....	8
3.2	BODEMOPBOUW.....	8
3.3	GRONDPARAMETERS.....	9
4	GEHANTEERDE UITGANGSPUNTEN.....	10
4.1	BELASTINGEN.....	10
4.2	MODELLERING	12
4.3	BEDDING	12
5	FUNDERINGSBEREKENINGEN POMPKELDER.....	14
5.1	DRAAGKRACHT, HORIZONTALE DRAAGKRACHT EN KANTELEN	14
5.2	ZAKKING	14
5.3	OPDRIJVEN.....	15
5.4	VTW 12B	15
6	UITVOERINGSASPECTEN	16
7	RAAKVLAKKEN	17
7.1	BOUWKUIP EN FOLIE.....	17
7.2	ANKER DAMWAND	17
7.3	OVERGANG POMPKELDER AARDEBAAN	17
8	EISEN.....	18
8.1	VERIFICATIE EISEN	18
8.2	AANVULLENDE EISEN	18
9	CONCLUSIES EN RESTPUNTEN UO	19
	BIJLAGEN	20
A.	GRONDONDERZOEK	21
B.	BELASTINGEN	34
C.	BEREKENING KRACHTEN EN EXCENTRICITEITEN.....	45
D.	BEREKENING DRAAGKRACHT.....	47
E.	BEREKENING ZETTING	73
F.	MEMO STOOTPLATEN	81

1 INLEIDING

Nabij hectometrerig 17,0 komt in de verdiepte ligging KW03 een pompkelder. De afmetingen van deze kelder zijn 34,1 m x 34,6 m met 2,5 m inwendige hoogte. Een smalle strook met een breedte van 3,0 m binnen de kelder heeft een aanlegdiepte van NAP-6,5 m. Aanlegniveau van de kelder wordt NAP-6,1 m. Op NAP-7,5 m ligt de folieconstructie. Bovenkant dak van de kelder komt op NAP-2,18 m en de kelder ligt onder alle rijstroken van de nieuwe N206. Het dak wordt gesteund door kolommen. Dit is volgens de stand van zaken d.d. 2 maart 2021, status concept. In onderstaand figuur 1 en 2 is een bovenaanzicht en een doorsnede van de kelder gegeven.



Figuur 1: Overzicht pompkelder in nieuwe N206 (bron: tekening N206-TEK-32401, rev. 0.6 d.d. 02-03-2021)



Figuur 2: Doorsnede over de pompkelder (bron: tekening N206-TEK-32403, rev. 0.6 d.d. 02-03-2021)

De pompkelder wordt op staal gefundeerd, waarmee aan eis PHB-M2.1.1a wordt voldaan.

De raakvlakken, risico's en afwijkingen zijn in deze geotechnisch rapportage enkel opgenomen indien ze geotechnisch van aard zijn. Alle andere worden vermeld in het bovenliggend berekeningsrapport van de constructeur.

In deze rapportage is de draagkracht van de fundering op staal en de te verwachten zetting bepaald. In deze rapportage worden achtereenvolgens behandeld:

Hoofdstuk 2: beschrijving van de eisen, randvoorwaarden en normen;

Hoofdstuk 3: beschikbaar bodemonderzoek en hieruit afgeleide bodemopbouw en grondparameters;

Hoofdstuk 4: gehanteerde uitgangspunten bij de uitgevoerde geotechnische berekeningen;

Hoofdstuk 5: funderingsadvies voor de pompkelder, inclusief zakking;

Hoofdstuk 6: hier worden enkele, van de geotechnisch gezien, belangrijkste uitvoeringsaspecten benoemd;

Hoofdstuk 7: de raakvlakken, vanuit geotechnisch oogpunt, worden hier benoemd;

Hoofdstuk 8: hier worden de eisen, zoals benoemd in hoofdstuk 2, geverifieerd;

Hoofdstuk 9: de conclusies en aandachtspunten worden hier benoemd.

Verder zijn in dit rapport een aantal bijlagen opgenomen.

2 EISEN, RANDVOORWAARDEN EN NORMEN, E.D.

2.1 CONTRACTEISEN EN AFGELEIDE EISEN

Onderstaande eisen, vanuit het contract, gelden met betrekking tot de aan te houden veiligheden, de grootte van de zetting van de fundatie van een kunstwerk, voor de helling van de stootplaten en de wijze van funderen van het kunstwerk.

Code	Eistekst
SYS-00499	Rekening houdend met de te verwachten restzetting mag het hellingsverschil tussen de bovenzijde van verhardingsconstructie op de overgangsconstructie en de bovenzijde van de verhardingsconstructie op het kunstwerk maximaal 1:60 bedragen.
SYS-00015	De restzetting, exclusief autonome bodemdaling, van nieuwe kunstwerken dient 30 jaar na Opleverdatum Realisatie maximaal 0,050 m te bedragen met een maximaal restzettingsverschil over de lengte van het kunstwerk van 0,030 m, waarbij geldt dat de restzetting na 100 jaar maximaal 0,100 m mag bedragen.
PHB-M2.1.1a	Valkenburg I en II, de fiets- en voetgangersonderdoorgang, de pompkelder en duikers (KW01, KW05, KW08, KW 39, 40, 41 en PKC.) worden op staal gefundeerd.

In het document zijn ook een aantal nieuwe eisen afgeleid.

De verificatie van de bestaande eisen en de nieuwe eisen zijn opgenomen in hoofdstuk 8.

2.2 RANDVOORWAARDEN

2.2.1 Documenten

Voor de contractdocumenten wordt verwezen naar paragraaf 2.1 van de uitgangspuntennota. In Tabel 1 zijn de bijbehorende object specifieke documenten weergegeven.

Tabel 1: Overzicht bijbehorende documenten

Ref	Documentnr.	Document
[A]	N206-ONO-32401	Ontwerpnota DO Pompkelder
[B]	N206-BER-32401	DO constructieberekening Pompkelderconstructie
[C]	N206-BER-32402	DO fundatieadvies Pompkelderconstructie
[D]	N206-TEK-32401	Pompkelder constructie, bovenaanzichten en doorsneden
[E]	N206-TEK-32402	Pompkelder constructie, bovenaanzichten en details
[F]	N206-TEK-32403	Pompkelder constructie, doorsneden
[G]	N206-TEK-32404	Pompkelder constructie, 3D views
[H]	N206-ONO-33011	Ontwerpnota DO Bouwkuip en folie
[I]	N206-BER-33002	Berekeningsrapport DO geotechniek tijdelijke damwand
[J]	N206-BER-33007	Berekeningsrapport DO geotechniek Verdiepte ligging aardebaan
[K]	N206-TEK-33001	DO tekening KW03 Bouwkuip en folie
[L]	N206-TEK-33013	DO tekening dwarsprofielen Bouwkuip en folie
[M]	N206-TEK-33706	DO tekening damwand en verankering

Verder zijn er een aantal documenten die bij het ontwerp gebruikt zijn, namelijk:

Tabel 2: Verder gebruikte documenten

Ref	Documentnr.	Document
[N]	N206-UGN-20001	Uitgangspuntennota VO - Geotechniek
[O]	N206-RAP-20002	Grondinterpretatierapport VO - Geotechniek
[P]	N206-BER-22402	Berekeningsrapport VO geotechniek pompkelderconstructie
[Q]	N206-TEK-22401	VO-Pompkelderconstructie Bovenaanzicht, langs- en dwarsdoorsneden

2.3 NORMEN

De gehanteerde normen en richtlijnen zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Gehanteerde normen en richtlijnen

Ref	Documentnr.	Document
[R]	NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016/NB:2019 nl	Nationale bijlage bij NEN-EN 1 code 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels, juli 2019;
[S]	CUR-publicatie 166	Damwandconstructies

2.4 GEBRUIKTE SOFTWARE

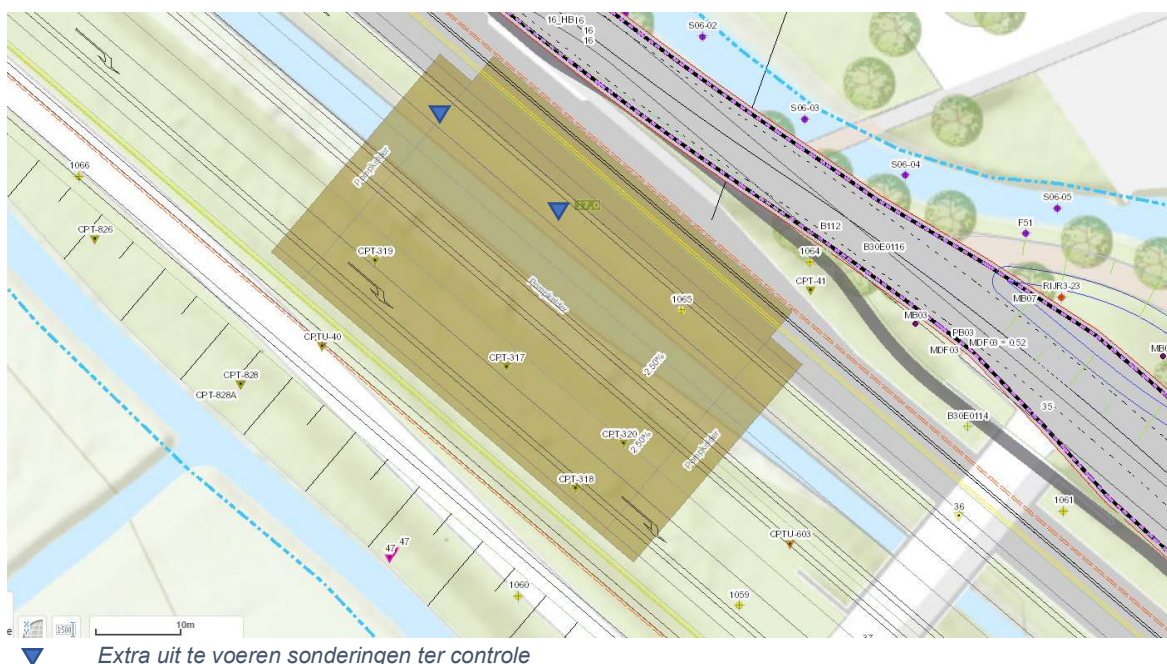
De volgende programma's zijn gebruikt voor de berekeningen:

- D-Foundations versie 21.1, Deltares, 2021;
- D-Settlement versie 20.1, Deltares, 2020;

3 BODEMONDERZOEK, BODEMOPBOUW EN GRONDPARAMETERS

3.1 BODEMONDERZOEK

Ten behoeve van dit project is in verschillende fasen bodemonderzoek uitgevoerd. Dit heeft bestaan uit, vooral, elektrische sonderingen met klee- en waterspanningsmeting en een paar mechanische boringen. In onderstaand is een overzicht gegeven.



Figuur 3: Uitgevoerd grondonderzoek ter plaatse van de pompkelder

De sonderingen en boringen die voor het ontwerp van belang zijn zijn opgenomen in bijlage A. In verband met de aanwezigheid van een kleilaag in sondering CPT-319 wordt geadviseerd aanvullend bodemonderzoek te doen, bestaande uit 2 sonderingen aan de noordoostzijde van de pompkelder, de locatie van deze 2 extra sonderingen is als een blauwe driehoek aangegeven op Figuur 3.

3.2 BODEMOPBOUW

De meegenomen bodemopbouw is als volgt

Uit dit onderzoek blijkt dat de ondergrond onder een niveau van NAP-5 m voornamelijk uit zand en zand, kleiige lagen bestaat. De maatgevende bodemopbouw is afgeleid uit sondering CPT-319. Deze is in tabel 1 gegeven.

Tabel 4: Geschematiseerde bodemopbouw

Niveau grondlagen [NAP.....m]	Grondsoort
+0,5 (maaiveld) tot -7,5 ¹⁾	Klei, matig humeus, siltig en zandige lagen
-7,5 tot -9,0	Zand, siltig, los (conus 4-6 MPa)
-9,0 tot -9,5	Klei, diep
-9,5 en dieper	Zand, matig-vast

¹⁾ Tot de genoemde diepte is de bodemopbouw niet nauwkeuriger beschreven omdat er een grondverbetering tot dit niveau wordt aangebracht in verband met de aanleg van de folie. De grondverbetering wordt uitgevoerd met zand conform eisen RAW. Van

wege de aanwezigheid van de folie zal dit naar verwachting betekenen dat de onderste laag van 0,5 m een lagere verdichtingsgraad zal hebben dan de laag met een dikte van 0,9 m hierboven tot aan fundatieniveau.

3.3 GRONDPARAMETERS

De parameters zijn afgeleid uit REV O, en zijn als volgt:

Tabel 5: sterkteparameters

Bk laag	Grondsoort	$\gamma_{d,n}$ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	Φ' [°]	Opmerking
-1,35	Klei siltig	17,4/17,4	6,2	23,6	Hier is in het bovenste deel ook zand aanwezig in de verdiepte ligging, maar er is conservatief klei siltig aangehouden
-6,1	Zand, GVB bovenste 0,9 m	18/20	0	38	Verdichting conform RAW "zand voor zandbed"
-7,0	Zand, GVB onderste 0,5 m	17/19	0	32	-
-7,5	Zand, siltig, los	17/19	0	32	-
-9,0	Klei diep	17,4/17,4	6,2	23,6	-
-9,5	Zand, matig	18/20	0	35	

De kleilaag tussen NAP-9,0 m en NAP-9,5 m is maar in 1 sondering, namelijk sondering CPT-319. Omdat deze maar zeer plaatselijk aanwezig is en zeer dun is, is deze laag niet als een ongedraineerde laag beschouwd onder de hele fundering, maar is de laag gedraineerd beschouwd.

De parameters voor het berekenen van de zetting zijn gegeven in onderstaande tabel. Bij de berekening van de zetting en verschilzetting is gerekend met een verlopende kleilaag tussen NAP-9,0 en NAP-9,5 m. Aan de westzijde van de constructie is deze wel aanwezig (CPT-319), aan de oostzijde is deze niet aanwezig (CPT-320). Dit geeft theoretisch de grootste verschilzetting. Aangezien de constructie echter van zuid naar noord is gemodelleerd is het verloop van de kleilaag in zuid-noord richting gemodelleerd.

Tabel 6: zettingsparameters

Bk laag	Grondsoort	$\gamma_{d,n}$ [kN/m ³]	CR	RR [-]	C_α [-]	c_v [m ² /s]
-1,35	Klei siltig	17,4/17,4	0,15	0,033	0,006	1×10^{-7}
-6,1	Zand, siltig, los	17/19	0,0115	0,0038	0,0001	drained
-9,0	Klei diep	17,4/17,4	0,15	0,033	0,006	1×10^{-7}
-9,5	Zand, matig	18/20	0,0038	0,0013	0,0001	drained

4 GEHANTEERDE UITGANGSPUNTEN

4.1 BELASTINGEN

De constructeur heeft belastingen en momenten opgegeven voor 3 situaties:

- PKC BF1) de pompkelder aan het einde van fase 1, dus zonder schacht en zuidelijke helft. Geen uitvullaag of asfalt op de rijvloer, enkel een kleine variabele bovenbelasting van 5 kPa (voor rijplaten o.i.d.). Geen LM3. Geen opwaartse waterdruk;
- PKC BF2) de pompkelder aan het einde van fase 2, dus constructie gereed, maar de afbouw (mogelijk) nog niet. De bovenbelasting voor uitvullaag en het asfalt is als variabele belasting ingevoerd. Geen LM3. Geen opwaartse waterdruk. De horizontale grondbelastingen op de kelderwanden kunnen onafhankelijk van elkaar optreden;
- PKC DEF) de pompkelder in de definitieve fase. De grondbelastingen op de kelderwanden treden alleen gelijktijdig op. Waterdruk en LM3 inbegrepen;

De belastingen zijn aangeleverd door de constructeur als belastingen en momenten, zie onderstaande tabel.

Tabel 7: Belastingen en momenten op de fundering, afkomstig van de constructeur

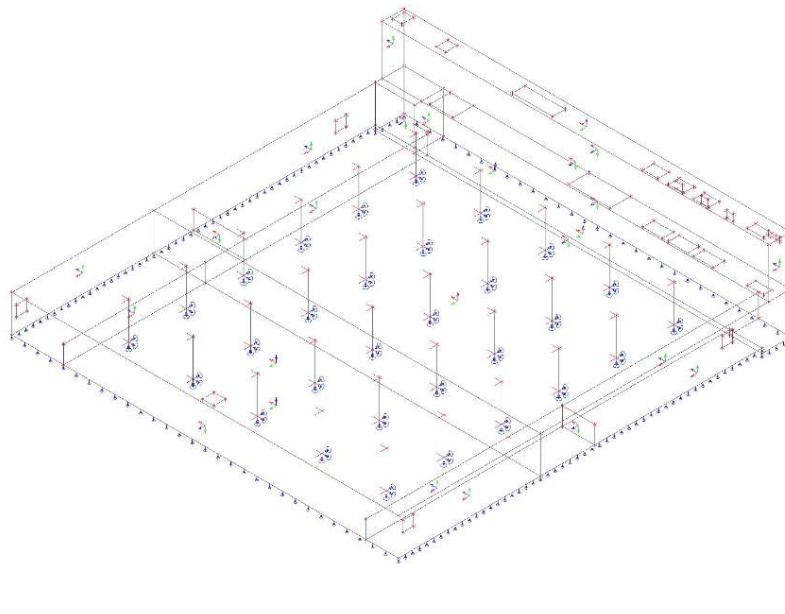
Belasting in kN	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y
BGT minimaal BF1	-2478	-3961	28582	96044	-26502
BGT maximaal BF1	2473	113	34907	139344	26021
UGT minimaal BF1	-3291	-5152	25724	86340	-39101
UGT maximaal BF1	3285	169	46705	184814	38550
BGT minimaal BF2	-5528	-16278	48694	-90574	-34698
BGT maximaal BF2	5510	8470	80083	37111	30710
UGT minimaal BF2	-7234	-21565	43825	-120471	-49565
UGT maximaal BF2	7209	11260	107556	57715	44751
BGT minimaal DEF	-1641	-8973	45457	-61994	-58927
BGT maximaal DEF	1529	1919	110246	40523	29717
UGT minimaal DEF	-2428	-11832	27355	-91997	-84017
UGT maximaal DEF	2294	2652	148407	62881	70203

Voor de belastinggevallen BF2 en DEF zijn de krachten en momenten ten opzichte van het midden van de fundering berekend. In BF1 zijn de krachten berekend ten opzichte van een punt dat in x-richting is verschoven ten opzichte van het midden van de fundering. Het moment dat hier het gevolg van is, werkt tegengesteld aan het moment wat nu in de berekening is meegenomen. Dit is derhalve niet meegenomen en is conservatief.

Voor de berekening van de zetting is een separate berekening met alleen de permanente belastingen gemaakt zonder belastingfactoren. Dit levert een belasting van 45.457 kN voor de gehele fundering op voor een niet gevulde kelder. Gespreid over het oppervlak van 34,1 m bij 34,6 m is dit een belasting van 38,53 kN/m² voor een niet gevulde kelder. Voor de zettingsberekening dient echter gerekend te worden met een (gedeeltelijk) gevulde kelder. Er is hierbij rekening gehouden met een vulling van 2,0 m. Dit geeft een extra belasting van 20 kN/m². De totale belasting wordt derhalve aangehouden op 58,53 kN/m². Dit is ingevoerd als belasting in de zettingsberekening.

Voor de richting van F_x, F_y en F_z is hieronder een tekening van de definitieve situatie gegeven met de richting van x, y en z.

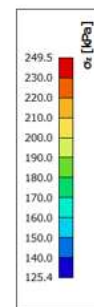
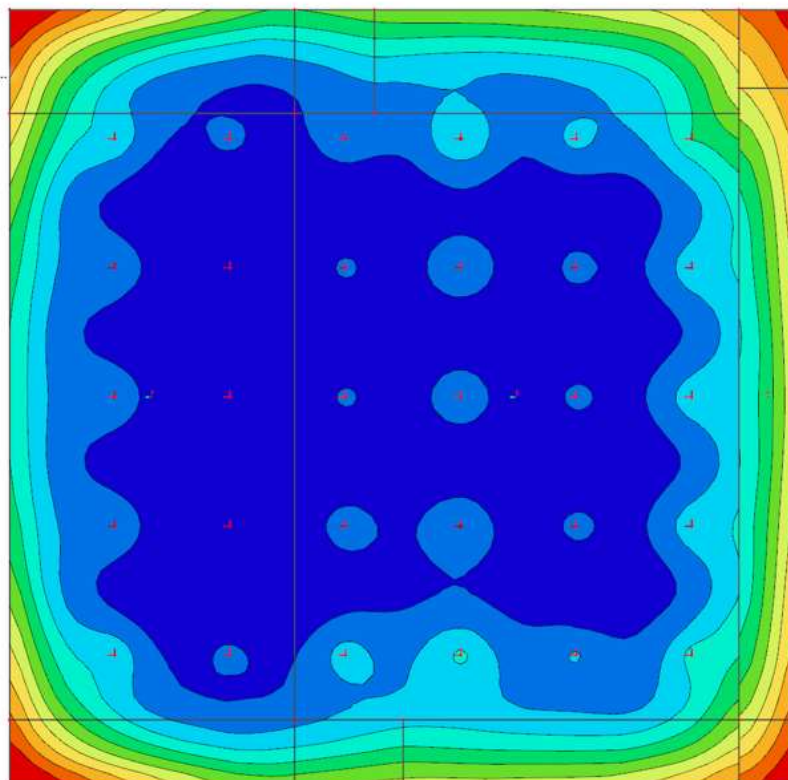
De berekende belastingen zijn opgenomen in bijlage B.



Figuur 4: richting van de belastingen in x, y en z richting

Er is ter plaatse van de wanden een spanningspiek aanwezig ter grootte van maximaal 250 kPa, zie onderstaande figuur.

2D-contactspanningen
 Waardes: σ_x
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Extreem: Globaal
 Selectie: Alle
 Locatie: In knooppunten gem...
 Systeem: LCS net element



Figuur 5: rekenwaarde van belastingen op de vloer

4.2 MODELLERING

De momenten zijn omgerekend naar horizontale belastingen met een excentriciteit ten opzichte van onderkant van de fundering en de verticale belasting met een excentriciteit ten opzichte van het midden van de fundering. Deze krachten en excentriciteiten zijn ingevoerd in de D-foundations berekening en hiermee is de draagkracht berekend.

De momenten zijn eerst ingevoerd als horizontale belasting met een excentriciteit ten opzichte van funderingsniveau. M_x is dan $F_y \times a$ en M_y is $F_x \times b$. Aangezien je maar 1 horizontale belasting met 1 excentriciteit ten opzichte van funderingsniveau kan invoeren in D-foundation (a en b moeten in D-foundation dus hetzelfde zijn) is a gelijk gesteld aan b (waarbij de kleinste excentriciteit ten opzichte van funderingsniveau is aangehouden). Hierdoor is bij een gelijkblijvende belasting het moment kleiner. Dit geeft een restmoment, die is ingevoerd als verticale belasting met een excentriciteit. Deze berekeningen zijn uitgevoerd in een spreadsheet die is opgenomen in bijlage C. Hierin is ook de hoek κ berekend tussen de lengteas en de samengestelde vector van de belasting in x-richting en de belasting in y-richting.

Doordat er spanningspieken optreden, zie Figuur 5, is ook berekening gemaakt van de fundering als een strook. De breedte van de strook is dan aangehouden op 0,5 (dikte wand) + 0,7 (spreiding in de vloer van 0,7 m dikte onder 45 graden) = 1,2 m. De totale belasting is dan aangehouden op 250 kN/m², voor een strook met een breedte van 1,2 m komt dat dus neer op een belasting van 300 kN/m.

Voor de berekening van de zetting in D-Settlement is de volgende fasering aangehouden. De bestaande bodemopbouw is gemodelleerd met het bestaande maaiveld. Vervolgens is de ontgraving tot onderkant folie op NAP-7,5 m gemodelleerd. Daarna wordt er binnen een week aangevuld tot NAP-6,1 m aangevuld met zand met een volumiek gewicht van 17/19 kN/m³ tot NAP-7,0 m en van 18/20 kN/m³ tot NAP-6,1 m. Hierboven is de permanente belasting aangebracht in de kuip, dit is in 1x gedaan aan het einde van de periode, uitgegaan is dat dit een jaar na de aanvulling van het zand in de kuip is. In principe staat dit gelijk aan het moment dat de complete constructie gebouwd is en de nieuwe N206 klaar voor gebruik. Hierbij zijn alleen permante belastingen gebruikt.

Bij de zettingsberekening is bovendien een verlopende kleilaag gemodelleerd over de doorsnede van de kelder. Aan de noordzijde is een kleilaag tussen NAP-9,0 m en NAP-9,5 m gemodelleerd, aan de zuidzijde is deze laag weggelaten. Daartussen loopt de kleilaag van 0,5 m dikte geleidelijk terug naar 0 m dikte.

4.3 BEDDING

Voor de constructieve betonberekening is de verticale beddingswaarde onder de fundatiepoer op $k_v = 7.500 \text{ kN/m}^3$ gesteld. Dit is een gemiddelde waarde.

Deze aangehouden verwachtingswaarde van 7.500 kN/m³ is bepaald middels de grafiek "Observed settlement of footings on sand" van Burland, 1977. In de grafiek is uitgegaan van een conusweerstand van het zand (aangebracht verdicht zand) met q_c van 7 MPa. Dit geeft een k_v waarde van circa 5.000 kN/m³. Dit is volgens Burland een lage BGT waarde en uitgaande van een factor 2,0x voor de hoge waarde geeft dit een verwachtingswaarde van $(BGT_{laag} + BGT_{hoog}) / 2$ van circa 7.500 kN/m³.

Tevens is een waarde bepaald onder de zwaarst belaste strook ter plaatse van de wanden met een breedte van 1,2 m (op basis van 0,5 m dikte wand en een spreiding onder 45 graden in de vloer met een dikte van 0,5 m). De verwachtingswaarde voor de wand is met dezelfde grafiek bepaald en bedraagt 21.000 kN/m³. In de grafiek is uitgegaan van een conusweerstand van het zand (aangebracht verdicht zand) met q_c van 7 MPa. Dit geeft een k_v waarde van circa 14.000 kN/m³. Dit is volgens Burland een lage BGT waarde en uitgaande van een factor 2,0x voor de hoge waarde geeft dit een verwachtingswaarde van $(BGT_{laag} + BGT_{hoog}) / 2$ van circa 21.000 kN/m³.

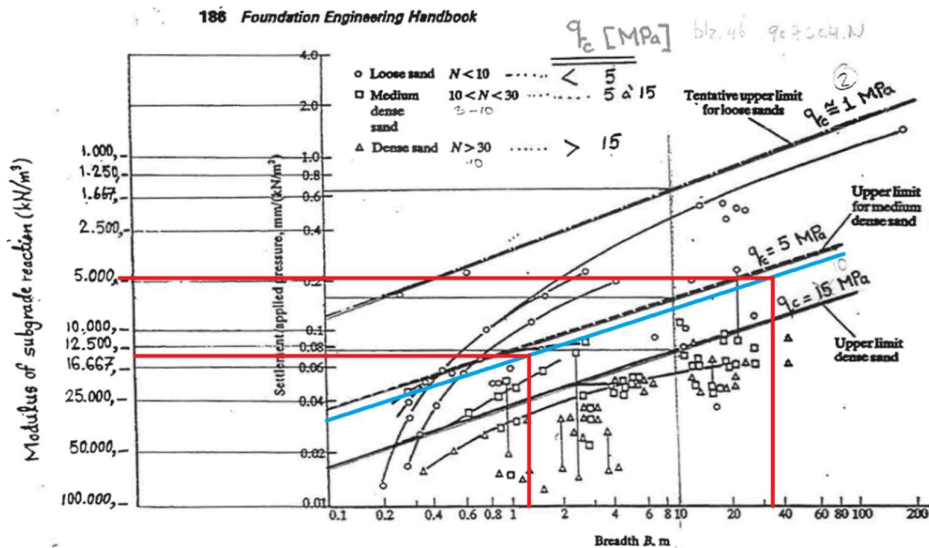


Fig. 5.22 Observed settlement of footings on sand of various relative densities. (After Burland et al., 1977.)

Figuur 6: Grafiek van "Observed settlements of footings on sand", Burland 1977 (Bron: Foundation Engineering hand book).

Variatie ten behoeve van de gevoeligheid kan worden gedaan middels delen en vermenigvuldigen met een factor $\sqrt{2}$. In navolgend figuur is de grafiek van methode Burland gegeven. De blauwe lijn geeft zand met een conusweerstand van 7 MPa weer, de rode lijn geeft de bepaling van de bedding weer. Hierbij is nog een onderscheid gemaakt in een bedding als gemiddelde waarde onder de gehele kelder en een bedding alleen onder een strook bij de wand met een breedte van 1,2 m.

5 FUNDERINGSBEREKENINGEN POMPKELDER

5.1 DRAAGKRACHT, HORIZONTALE DRAAGKRACHT EN KANTELEN

Eerst is een berekening van de verticale draagkracht van de fundering gemaakt. Deze berekening is uitgevoerd met D-foundations. De verticale draagkracht is gepresenteerd in Tabel 8.

Tabel 8: berekende verticale draagkracht

belastinggeval	V _d [kN]	R _d [kN]	V _{d;punch} [kN]	R _{d;punch} [kN]	Voldoet Ja/nee
BF1 minimaal	25.724	833.778	55.226	1.566.936	Ja
BF1 maximaal	46.705	1.349.960	76.207	2.226.989	Ja
BF2 minimaal	43.825	503.361	76.426	1.732.568	Ja
BF2 maximaal	107.556	2.714.450	140.157	4.103.046	Ja
DEF minimaal	27.355	661.087	59.955	2.254.381	Ja
DEF maximaal	148.407	3.683.150	181.007	5.219.515	Ja

Waarbij:

V_d = Rekenwaarde van de verticale belasting

R_d = Rekenwaarde van de verticale draagkracht

V_{d;punch} = Rekenwaarde van de verticale belasting voor doorponzen

R_{d;punch} = Rekenwaarde van de verticale draagkracht voor doorponzen

De horizontale draagkracht is gepresenteerd in Tabel 9.

Tabel 9: berekende horizontale draagkracht

belastinggeval	V _d [kN]	R _d [kN]	Voldoet Ja/nee
BF1 minimaal	6.113	15.729	Ja
BF1 maximaal	3.289	21.344	Ja
BF2 minimaal	22.746	26.131	Ja
BF2 maximaal	13.370	38.528	Ja
DEF minimaal	12.079	16.726	Ja
DEF maximaal	3.506	35.150	Ja

Waarbij:

V_d = Rekenwaarde van de horizontale belasting

R_d = Rekenwaarde van de horizontale draagkracht

Kantelen van de constructie is hier niet aan de orde en voldoet ruimschoots.

Verder is nog een berekening van een strook met een breedte van 1,2 m uitgevoerd met een piekbelasting van 250 kPa = 300 kN/m. De draagkracht voldoet hier ruimschoots, de maximale draagkracht is dan 1241 kN/m.

De berekening van de draagkracht van de constructie en van de strook is opgenomen in bijlage D.

5.2 ZAKKING

De zakking van de constructie is separaat met D-settlement berekend.

De zakking aan de zuidzijde is berekend met een diepe kleilaag van NAP-9,0 m tot NAP-9,5 m zoals hier in sondering CPT-319 aanwezig. Deze is aan de noordzijde niet meer aanwezig, conform wat er is aangetroffen in CPT-320. De oriëntatie is eigenlijk in west-oost richting, maar voor de berekening maakt dat geen verschil.

Een schema van belastingen die in de berekening zijn gemodelleerd met de tijdstippen is opgenomen in Tabel 10

Tabel 10: *belastingsschema*

Tijdstip (dagen)	Belasting
10	Ontgraven tot folie en waterstand verlagen tot NAP-7,8 m
17	Aanbrengen folie en zand tot NAP-6,1 m (onderkant fundering)
382	Bouw pompkelder
382	Waterstand onder folie naar NAP en boven folie naar NAP-3,5 m
389	Aanvullen naast pompkelder tot NAP-1,5 m

De restzetting aan de noordzijde met de kleilaag is 0,007 m na 30 jaar en 0,009 na 100 jaar. De restzetting aan de zuidzijde zonder kleilaag is 0,0035 m na 30 jaar en 0,004 na 100 jaar. De verschilzakking over de doorsnede is 0,003 m over 30 jaar. Hiermee wordt voldaan aan eis SYS-00015 zowel voor de restzetting na 30 jaar als voor de verschilzetting.

Op 0,20 m naast de kelder aan de noordzijde is de berekende restzetting over 30 jaar 0,009 m. Op 0,20 m naast de kelder aan de zuidzijde is de berekende restzetting 0,0045 m over 30 jaar

De berekening van de zakking is opgenomen in bijlage E.

5.3 OPDRIJVEN

Er zijn berekeningen van de oprijfveiligheid gemaakt ter plaatse van de pompkelder. Voor de berekening van het opdrijven van de folie wordt verwezen naar ref [J].

Opdrijven van de constructie binnen het folie is berekend door de totale opwaartse druk door waterdruk tegen de vloer te vergelijken met de totale neerwaartse belasting uit alleen permanente belasting. Het polderpeil in de verdiepte ligging is NAP-3,5 m. De totale opwaartse belasting is daarmee 26 kPa. De totale neerwaartse belasting uit alleen permanente belasting is vermenigvuldigd met 0,9, deze bedraagt $0,9 \times 38,53$ (zie paragraaf 4.1) =

Tabel 11: *veiligheid tegen opdrijven van de constructie binnen de folie*

situatie	Opwaartse druk [kPa]	Neerwaartse belasting [kPa]	Voldoet [ja/nee]
Eindsituatie met polderpeil	26,0 kPa	34,7	ja

5.4 VTW 12B

VTW 12b, aangaande het opnemen een zuidelijke vluchtroute van de pompkelder heeft invloed op de vormgeving van de pompkelder.

In het ontwerp is al een strook met een piekbelasting van 250 kPa op een strook van 1,2 m breedte gemodelleerd (300 kN/m) en die voldoet, zie paragraaf 5.1. De belastingen op de uitstulping aan de zuidzijde zijn veel kleiner dan die maximale strookbelastingen (aangezien de uitstulping niet direct onder de weg ligt). Verder is de oppervlakte waarover krachten kunnen worden afgedragen ook groter geworden terwijl de belasting niet in dezelfde mate is toegenomen. De wijziging heeft derhalve geen gevolgen voor de afdracht van krachten naar de fundering. De wijziging is daarom ook niet verwerkt in de berekeningen, maar is wel akkoord.

6 UITVOERINGSASPECTEN

- Ten behoeve van het draagvermogen, stabiliteit en het beperken van de vervormingen (allen zowel horizontaal als verticaal) van het kunstwerk, worden eisen gesteld aan de grondverbetering en aanvullingen onder en naast het kunstwerk. Deze eisen (kwaliteit, gradering, verdichtingsgraad) zullen in de UO-fase worden vastgesteld.
- Tijdens het verdichten mag het grondwater zich niet binnen het invloedsbereik van de verdichtingsapparatuur bevinden. Dit betekent dat het grondwater niet hoger dan 0,50 m onder het te verdichten oppervlak mag stijgen.
- Doordat een folie wordt toegepast is de verdichting moeilijk te controleren, er kan eventueel tot 0,90 m diepte worden gesondeerd met een handsondering, waarbij op ongeveer 0,60 m diepte de conusweerstand moet zijn opgelopen tot 10 MPa voor goed verdicht zand. Het is bij deze controle essentieel dat de conus maximaal 0,90 m diep prikt vanaf een niveau van NAP-6,1 m en niet dieper om beschadiging aan het folie te voorkomen! Eventueel kan ook worden gekozen voor andere dichtheidsmetingen bijvoorbeeld voor nucleaire dichtheidsmetingen. De verdichting van het zand onder de pompkelder is essentieel om zakkingen ten gevolge van trillingen door over de kelder rijdend zwaar verkeer te voorkomen. Als er geen stootplaten worden toegepast geldt dit ook voor het gedeelte naast de pompkelder.

7 RAAKVLAKKEN

7.1 BOUWKUIP EN FOLIE

In [I] is het ontwerp van de damwand en de folieconstructie opgenomen. Hierin is ook een beschouwing gemaakt van de te trekken damwanden in de buurt van de pompkelder. In de directe buurt zullen de damwanden niet worden getrokken in verband met de zakkingen ten gevolge van het trekken van de damwanden.

7.2 ANKER DAMWAND

De ankers van de damwanden dienen verwijderd te worden. Aangezien de toegang tot de pompkelder aan de noordzijde het niet mogelijk maakt om dit te doen nadat deze gebouwd is dient dit te gebeuren in de fase voordat deze opstort gebouwd wordt. De kelder moet in die fase wel al zijn afgebouwd en aan alle zijdes dient te zijn aangevuld tot minimaal dakniveau.

De berekening van de damwanden zijn uitgevoerd in ref [I].

7.3 OVERGANG POMPKELDER AARDEBAAN

In het ontwerp is geen overgangsconstructie voorzien omdat de bovenkant van de kelder voldoende diep onder de wegconstructie ligt en daarmee in gunstige zin afwijkt van een kunstwerk waar het asfalt direct op het dek ligt.

De noodzaak tot het toepassen van een overgangsconstructie is behandeld in memo N206-MEM-99999 versie 0.2 d.d. 26 februari 2021, deze is bijgevoegd als bijlage F. Hieruit zijn de volgende conclusies afkomstig die weer zorgen voor afgeleide eisen:

- In de overgang van pompkelder naar aardebaan en andersom dient een overgangsconstructie bestaande uit menggranulaat = 8,5 tot 12 m met dikte 1,05 m en plaatselijk 1,35 m. Het horizontale dikkere gedeelte menggranulaat naast de pompkelder is 7,5 m breed. Voor de achtergronden wordt verwezen naar het memo met kenmerk 206-MEM-99999 versie 0.2 d.d. 26 februari 2021;
- In de overgang van pompkelder naar aardebaan en andersom dient asfaltwapening te worden toegepast.

Als er wordt uitgegaan dat de maximale zakking die hier is berekend 0,35 mm ten gevolge van een dynamische aslast net naast de pompkelderconstructie bedraagt en dat asfaltwapening wordt toegepast zal naar verwachting deze verschilzetting spreiden over minimaal 0,20 m.

Als gevolg van het aanbrengen van belastingen is eveneens een klein zettingsverschil te verwachten. Hiertoe is een de zetting op de rand van de kelder en een op 0,20 m van de kelder met elkaar vergeleken. Het verschil is het grootst aan de noordzijde. De verschilzetting als gevolg van belastingsverschillen bedraagt hier 0,002 m over 0,20 m. De maximale helling is hiermee 1:85.

Er wordt hiermee voldaan aan een maximale helling van 1:60 conform eis SYS-00499.

8 EISEN

8.1 VERIFICATIE EISEN

In Tabel 12 zijn de eisen voor de onderbouw van de pompkelder gegeven en geverifieerd.

Tabel 12: Overzicht en verificatie van de eisen voor de pompkelder

Code	Eistekst	Verificatie
SYS-00499	Rekening houdend met de te verwachten restzetting mag het hellingsverschil tussen de bovenzijde van verhardingsconstructie op de overgangsconstructie en de bovenzijde van de verhardingsconstructie op het kunstwerk maximaal 1:60 bedragen.	De maximale helling bedraagt 1:85 zie paragraaf 7.3 laatste alinea
SYS-00015	De restzetting, exclusief autonome bodemdaling, van nieuwe kunstwerken dient 30 jaar na Opleverdatum Realisatie maximaal 0,050 m te bedragen met een maximaal restzettingsverschil over de lengte van het kunstwerk van 0,030 m, waarbij geldt dat de restzetting na 100 jaar maximaal 0,100 m mag bedragen.	De maximale restzetting bedraagt 0,007 m na 30 jaar en 0,009 m na 100 jaar, de verschilzetting in paragraaf 5.2, op 1 na laatste alinea
PHB-M2.1.1a	Valkenburg I en II, de fiets- en voetgangersonderdoorgang, de pompkelder en duikers (KW01, KW05, KW08, KW 39, 40, 41 en PKC.) worden op staal gefundeerd.	Laatste zin hoofdstuk 1

8.2 AANVULLENDE EISEN

De volgende aanvullende eisen zijn op basis van het DO fundatieadvies van de pompkelder er extra bijgekomen:

- In de overgang van pompkelder naar aardebaan en andersom dient een overgangsconstructie bestaande uit menggranulaat = 8,5 tot 12 m met dikte 1,05 m en plaatselijk 1,35 m. Het horizontale dikkere gedeelte menggranulaat naast de pompkelder is 7,5 m breed. Voor de achtergronden wordt verwezen naar het memo met kenmerk 206-MEM-99999 versie 0.2 d.d. 26 februari 2021;
- In de overgang van pompkelder naar aardebaan en andersom dient asfaltwapening te worden toegepast.
- Ten behoeve van het draagvermogen, stabiliteit en het beperken van de vervormingen (allen zowel horizontaal als verticaal) van het kunstwerk, wordt onderstaande eis gesteld aan de grondverbetering en aanvullingen onder en naast het kunstwerk. Deze eisen (kwaliteit, gradering, verdichtingsgraad) zullen in de UO-fase worden vastgesteld.

9 CONCLUSIES EN RESTPUNTEN UO

In dit hoofdstuk wordt de conclusie gegeven en worden de belangrijkste aandachtspunten gegeven die in de vervolgfase (UO) beschouwd of uitgewerkt dienen te worden.

De conclusie is dat de constructie voldoet aan alle hieraan gestelde eisen.

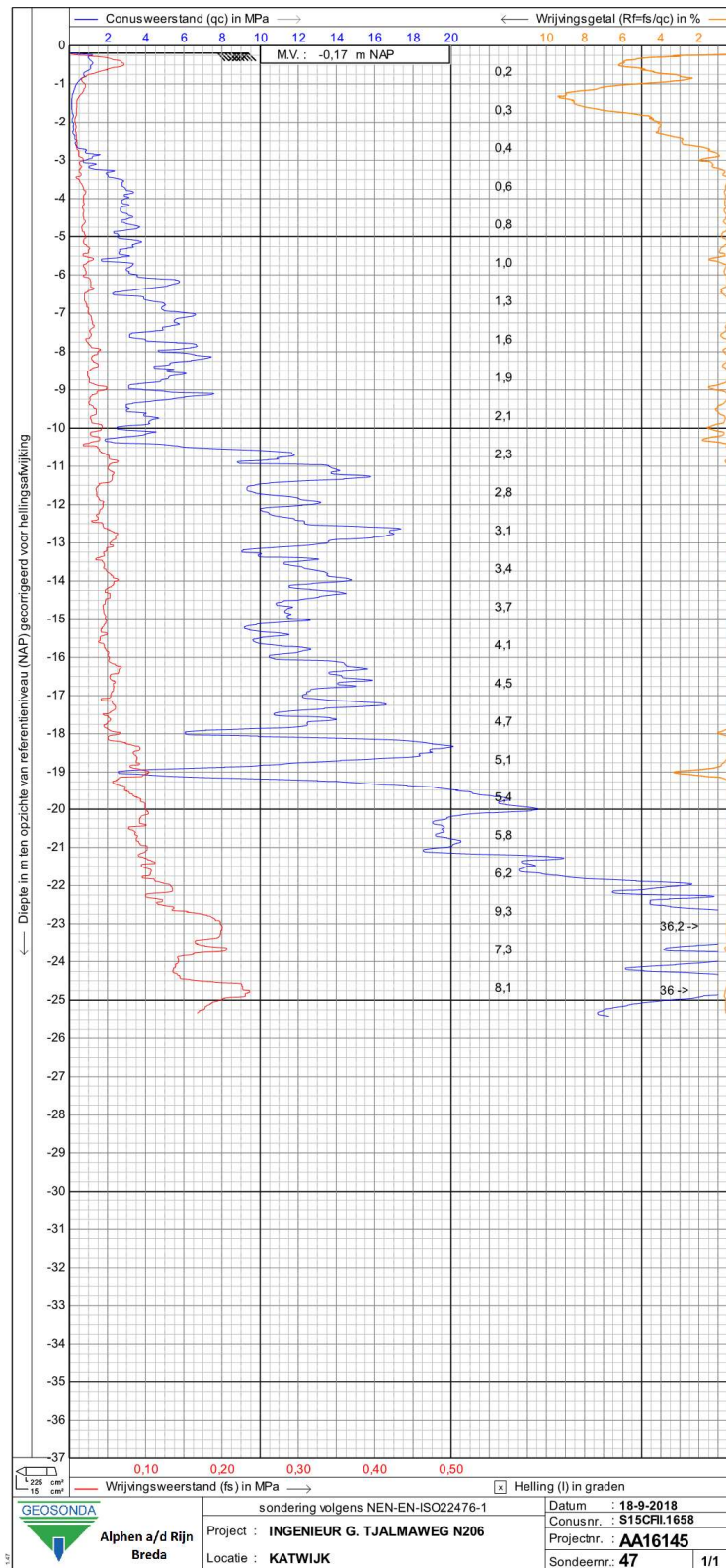
De volgende aandachtspunten worden genoemd voor het vervolg:

- Aan de aanvullende eisen zoals gesteld in paragraaf 8.2 moet worden voldaan in de UO documenten en in de uitvoering.
- Er dient voorafgaand aan de uitvoering te worden besloten op welke manier de verdichting van het zand onder de kelderconstructie gecontroleerd gaat worden.
- Ten behoeve van het draagvermogen, stabiliteit en het beperken van de vervormingen (allen zowel horizontaal als verticaal) van het kunstwerk, worden eisen gesteld aan de grondverbetering en aanvullingen onder en naast het kunstwerk. Deze eisen (kwaliteit, gradering, verdichtingsgraad) zullen in de UO-fase worden vastgesteld.

VTW 12b, aangaande het opnemen een zuidelijke vluchtroute van de pompkelder heeft invloed op de vormgeving van de pompkelder. De belastingen op de uitstulping aan de zuidzijde zijn veel kleiner dan de maximale strookbelastingen (aangezien de uitstulping niet direct onder de weg ligt). Verder is de oppervlakte waarover krachten kunnen worden afgedragen ook groter geworden terwijl de belasting niet in dezelfde mate is toegenomen. De krachtswerking en afdracht naar de ondergrond wijzigt derhalve niet noemenswaardig. Daarom is de fundering van het kunstwerk niet opnieuw berekend en voldoet de constructie van de berekening van de pompkelder zoals eerder uitgevoerd nog steeds.

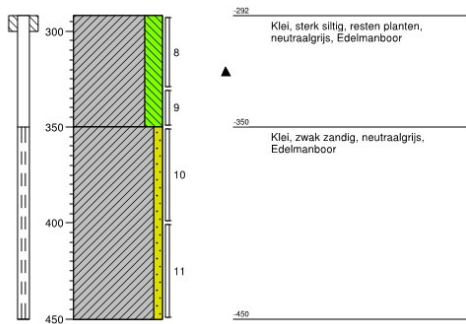
BIJLAGEN

A. GRONDONDERZOEK

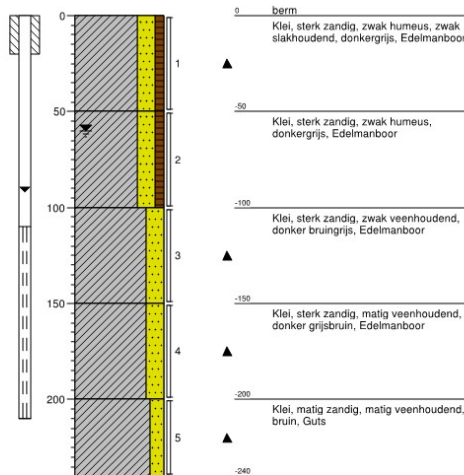


Projectnummer: 333959

Boring: 1059 - 2
Boormeester: Simon Veen
Datum: 12-09-2014



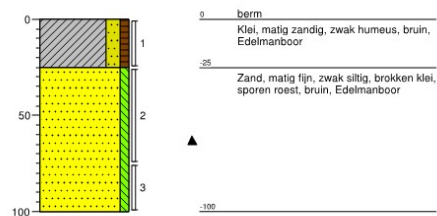
Boring: 106
Boormeester: Simon Veen
Datum: 16-06-2014



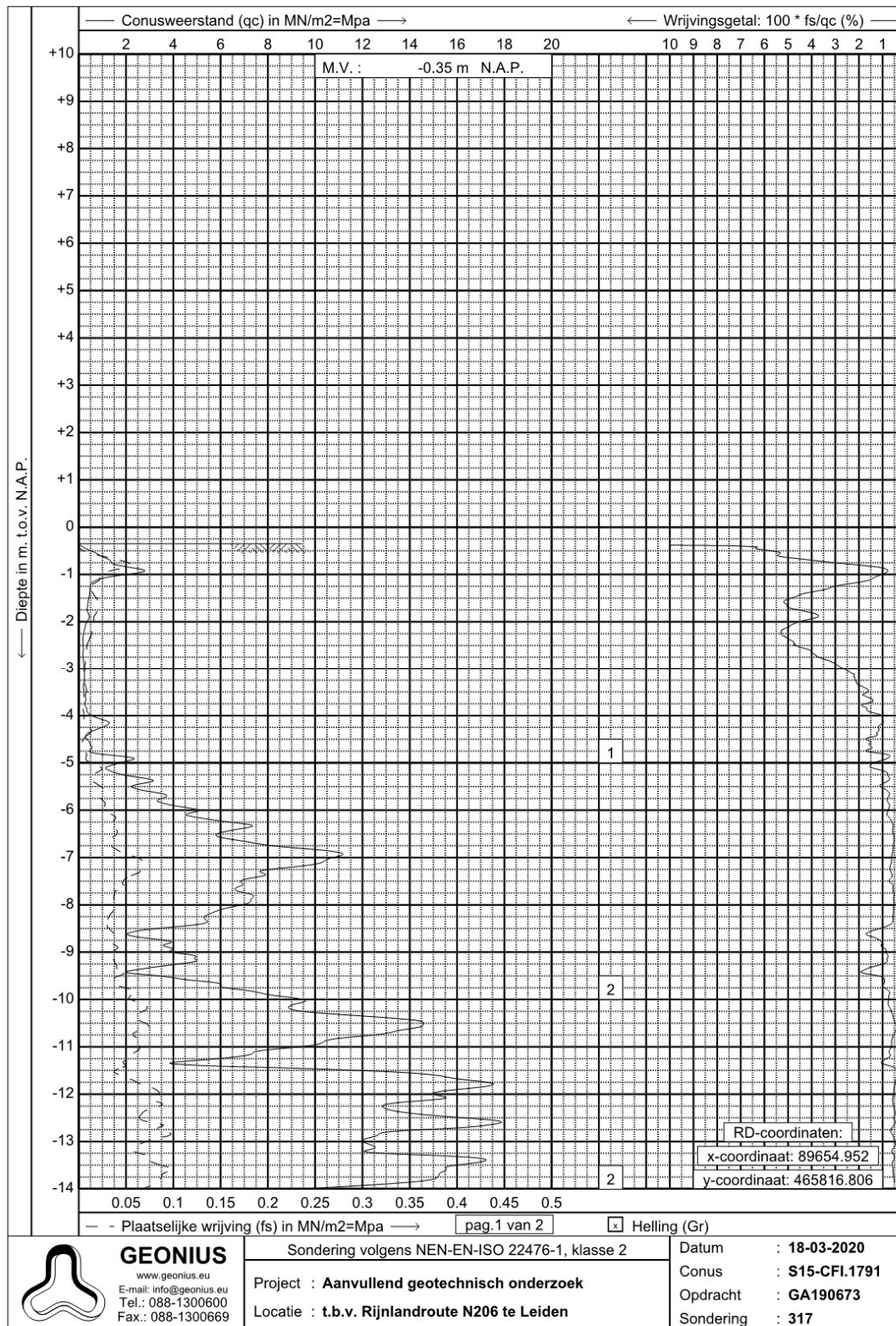
Boring: 1060
Boormeester: Simon Veen
Datum: 12-09-2014

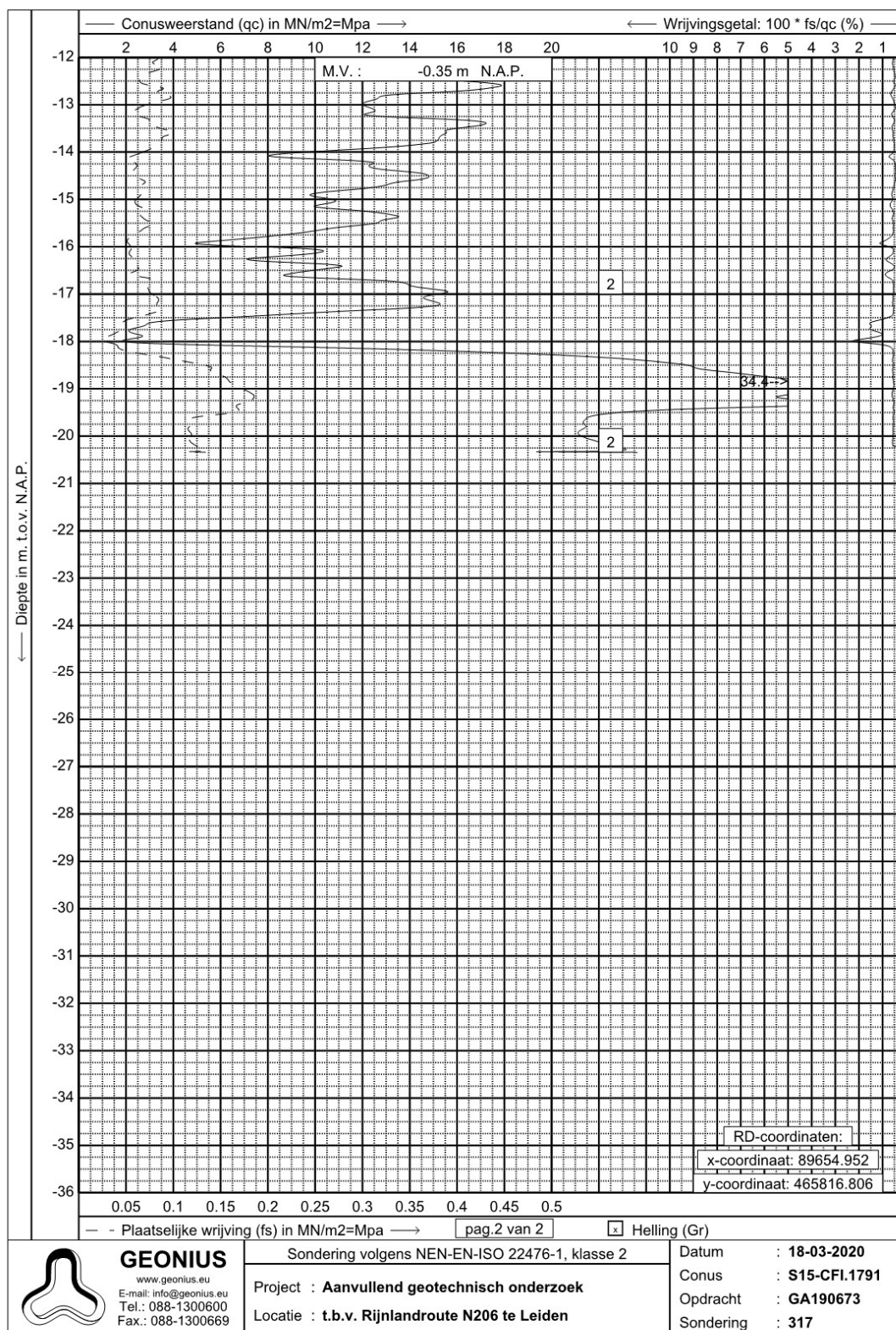


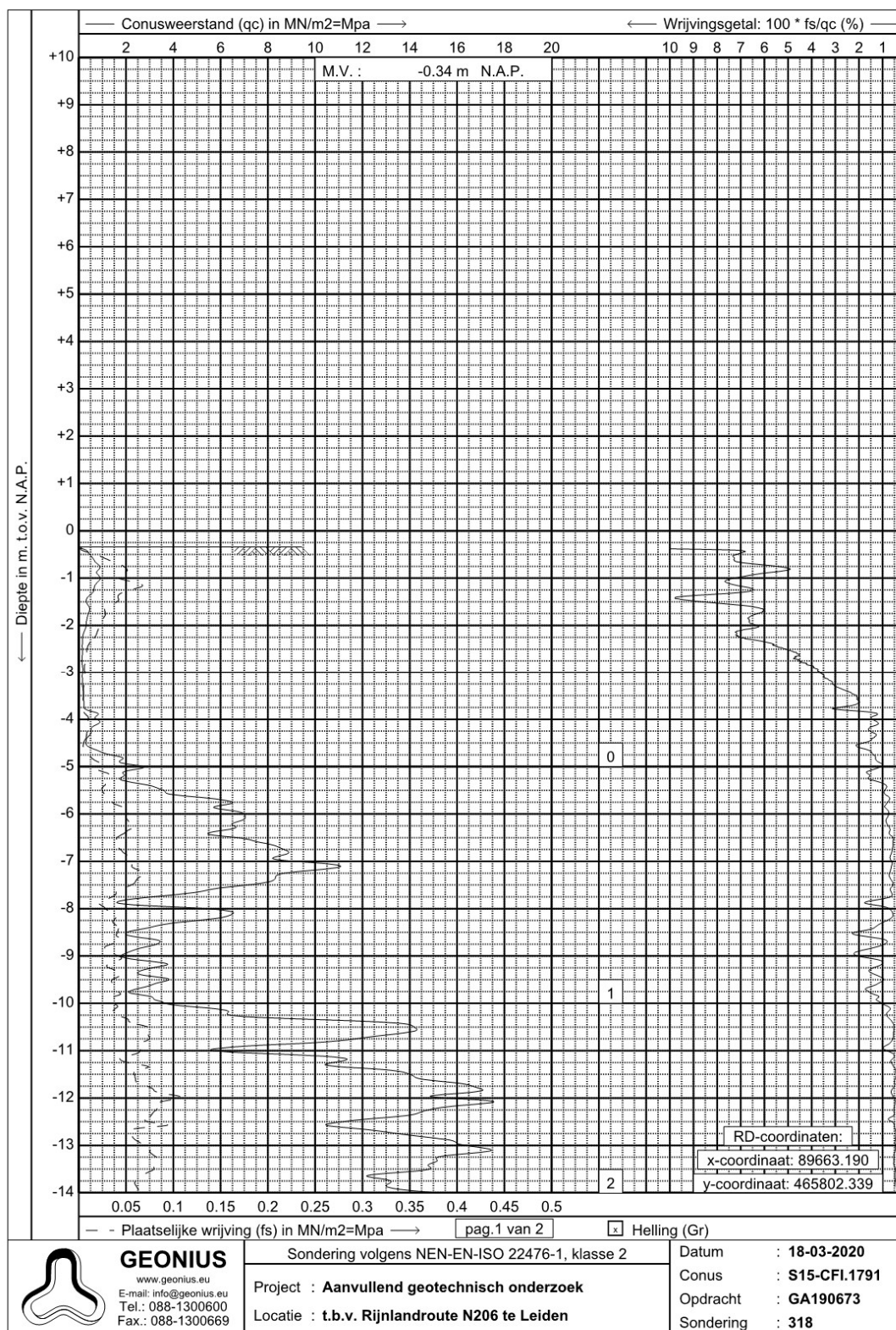
Boring: 1061
Boormeester: Ycor Gelder
Datum: 16-07-2014

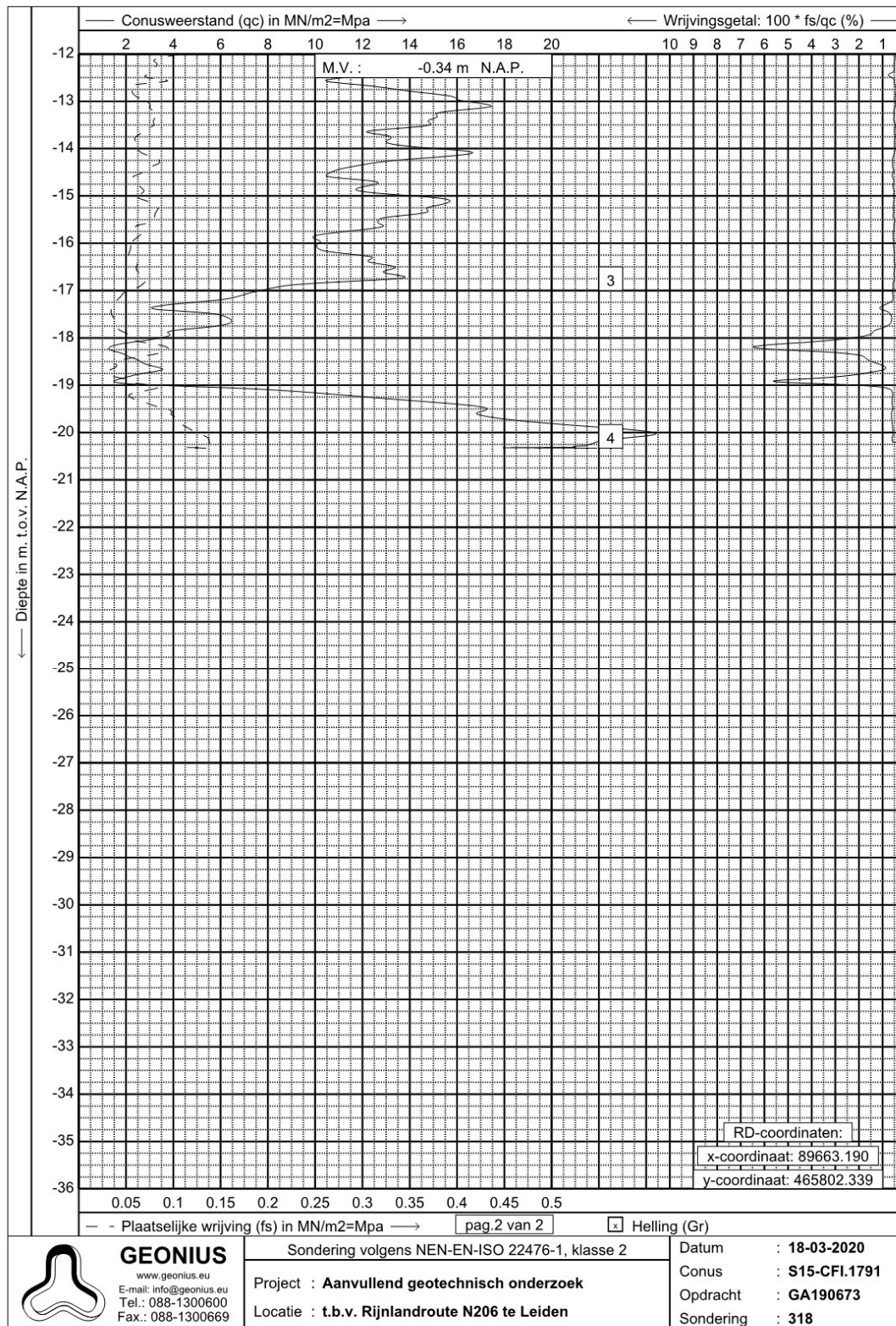


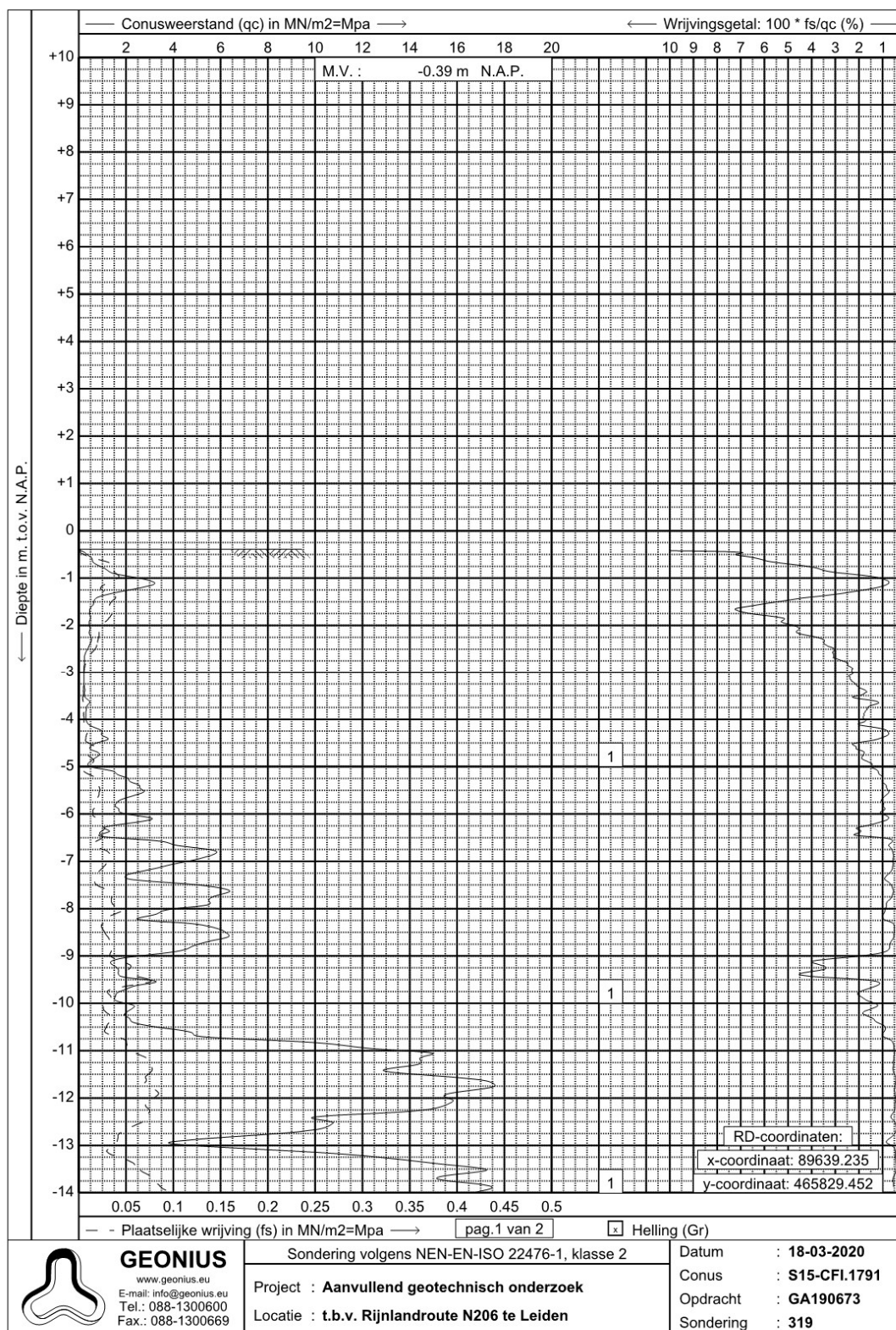
Schaal (A4): 1:30
Pagina: 37 van 422

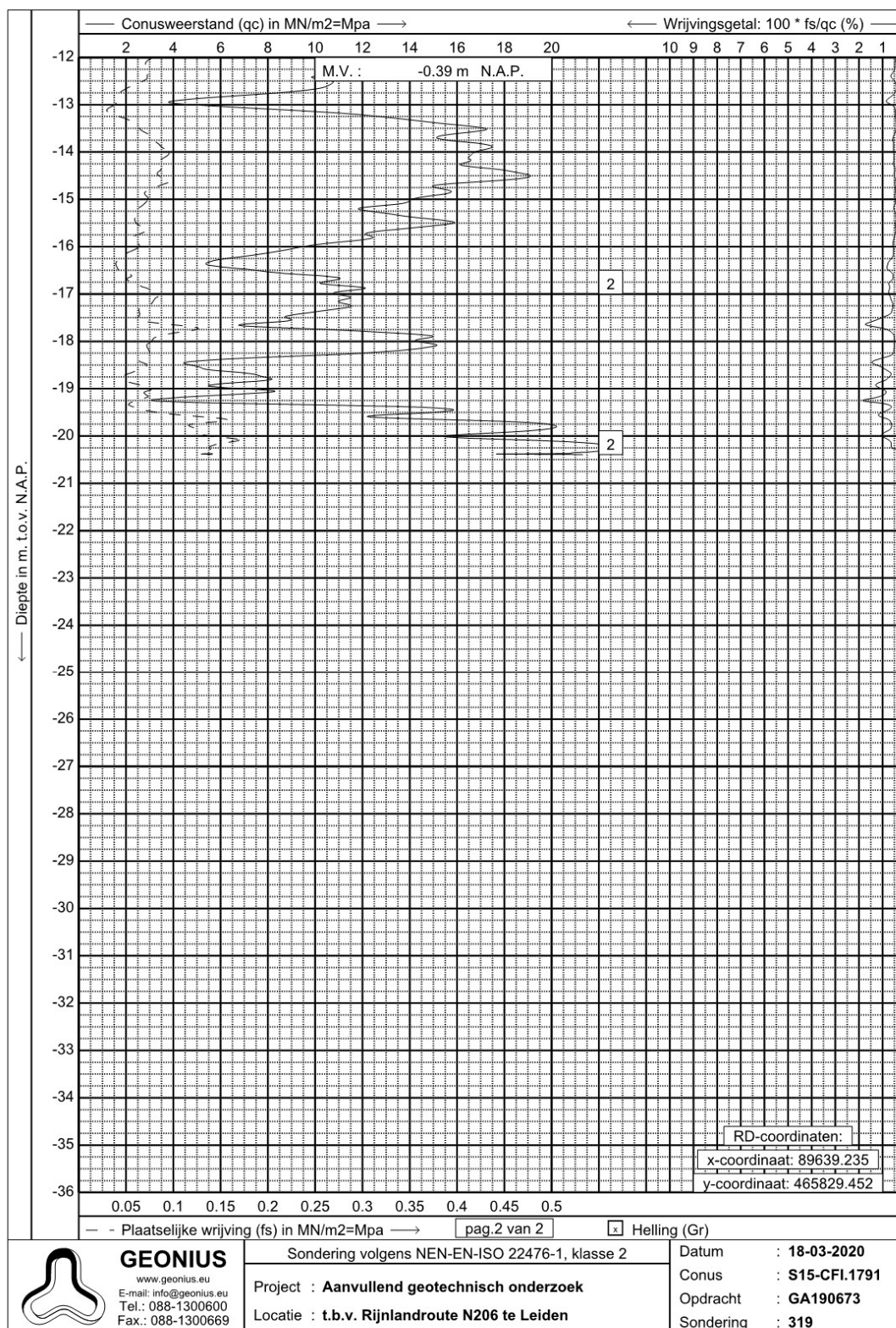


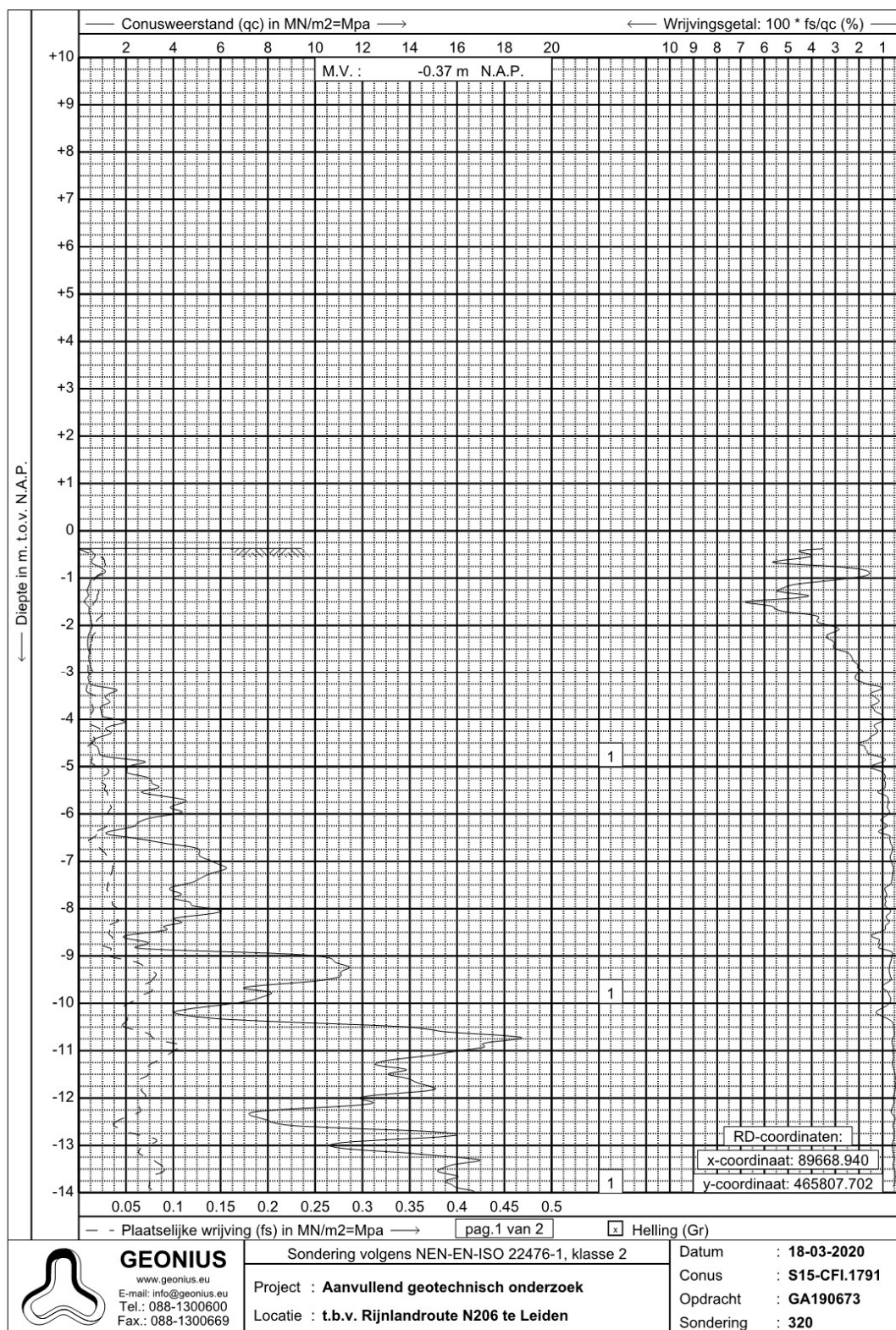


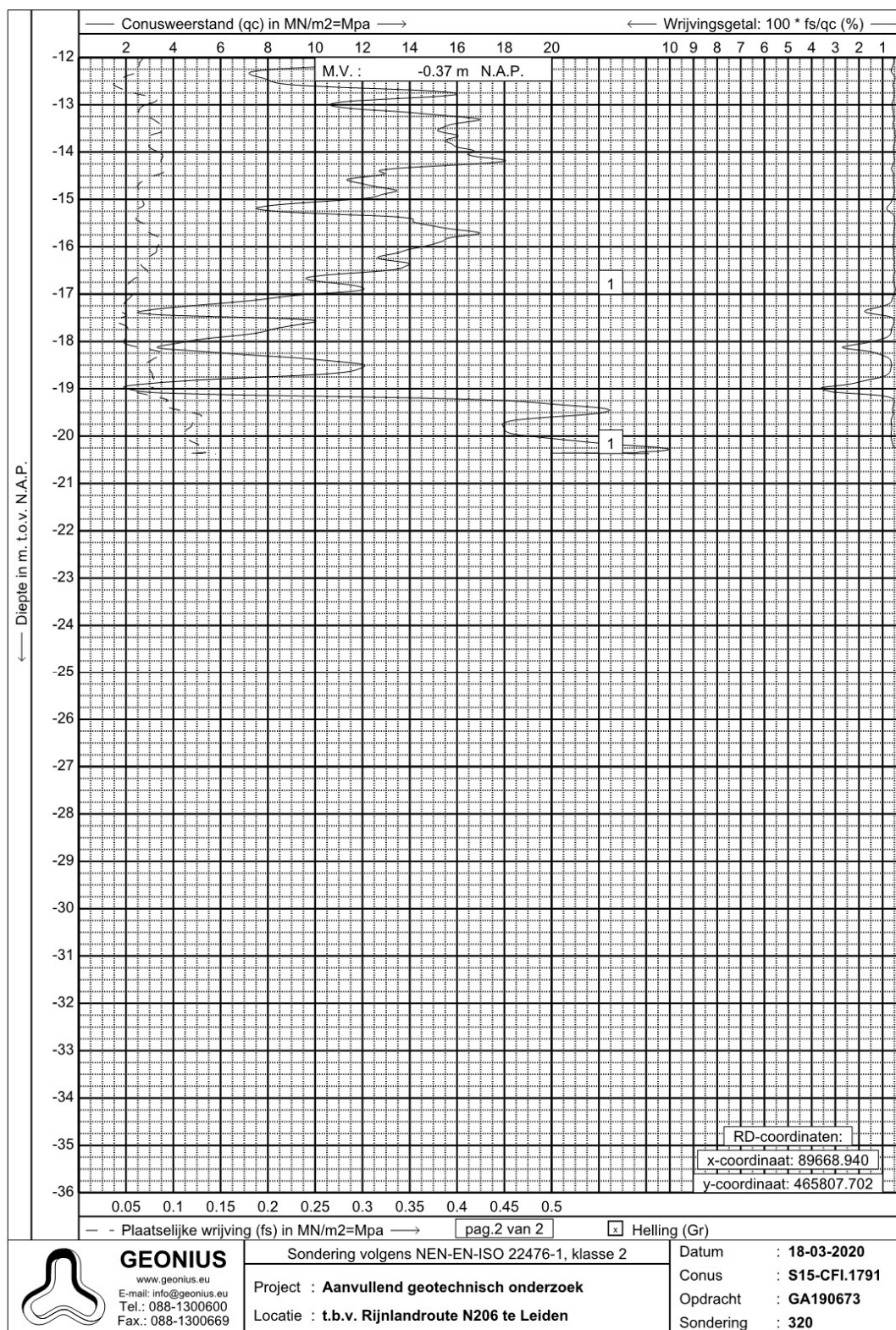


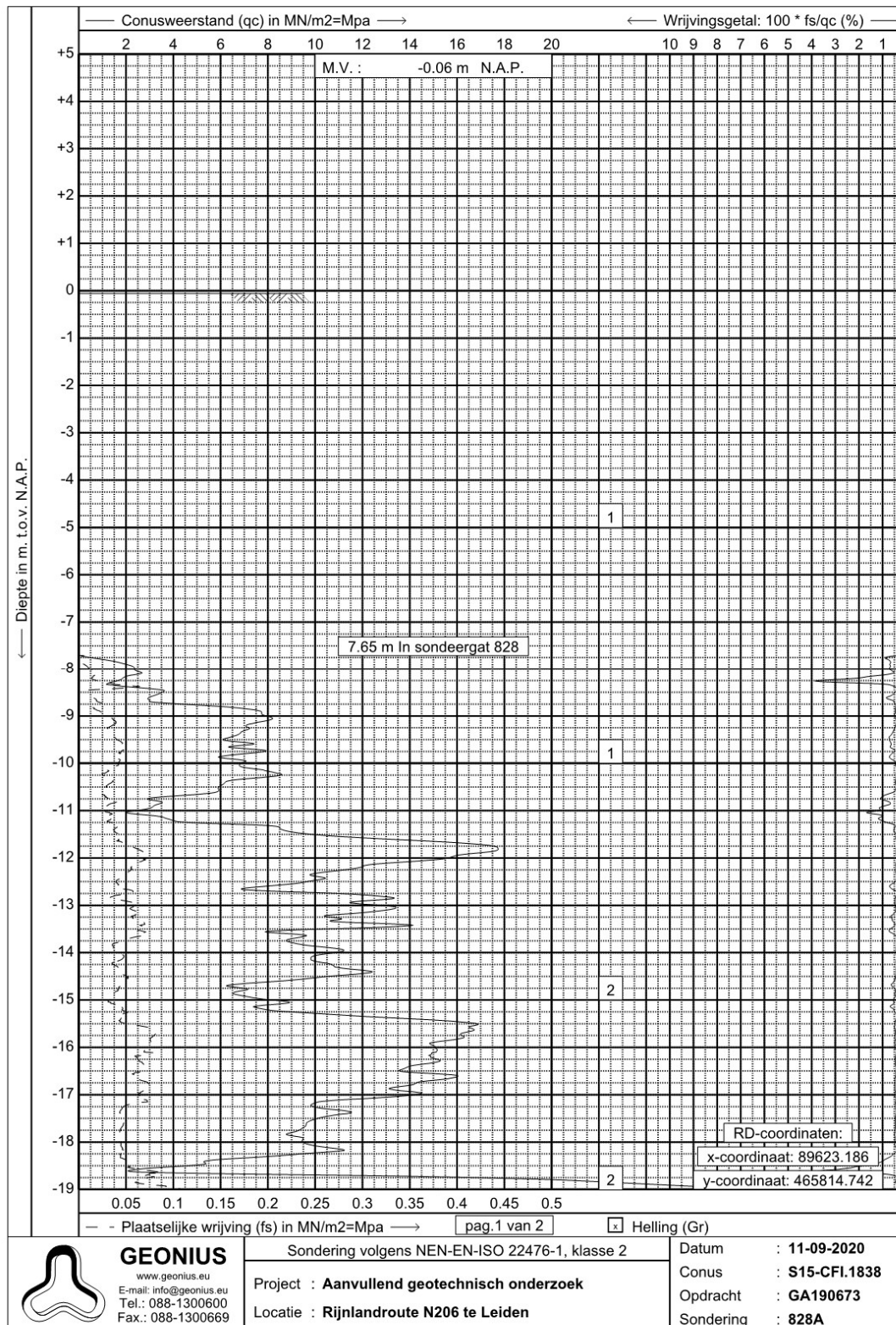


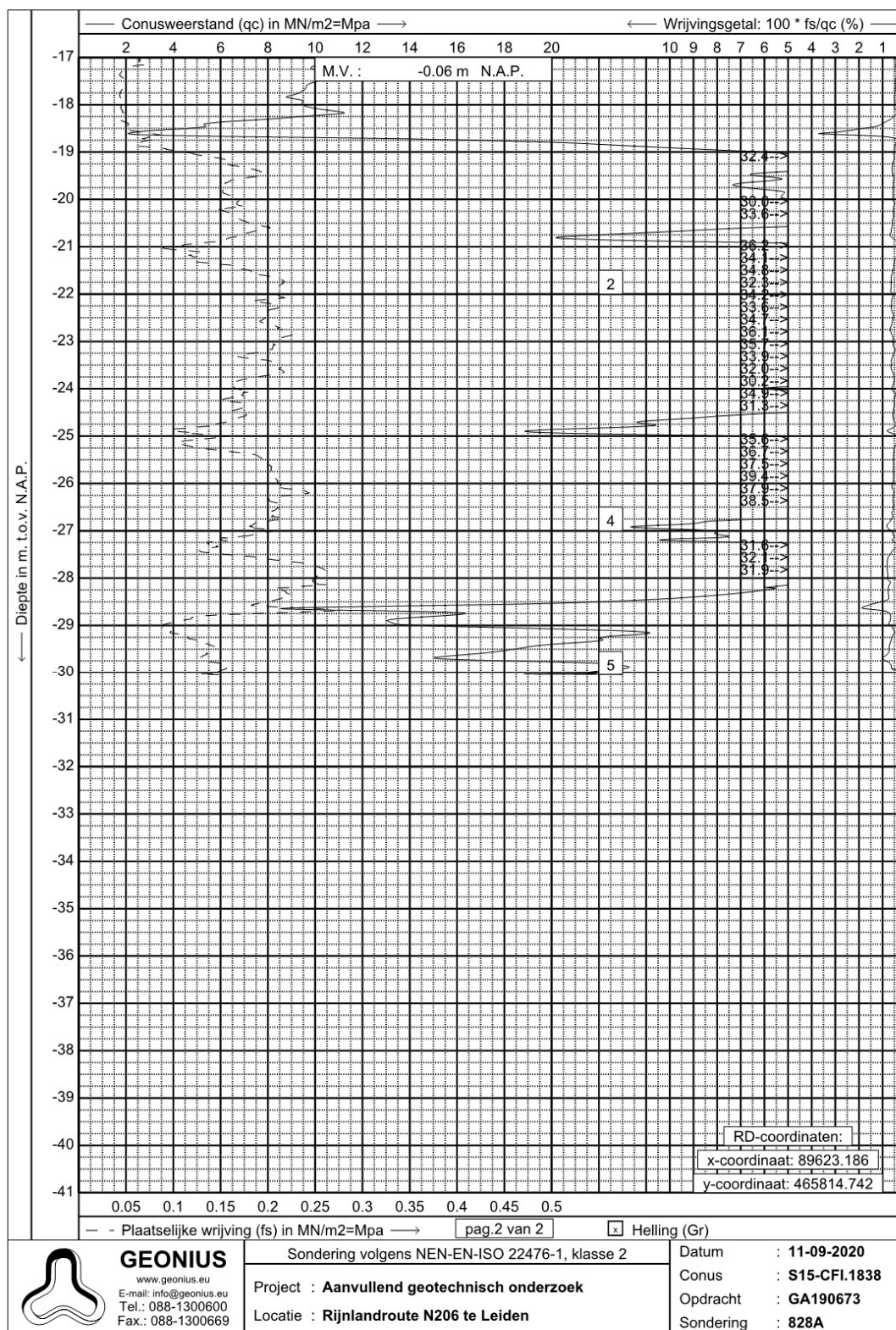






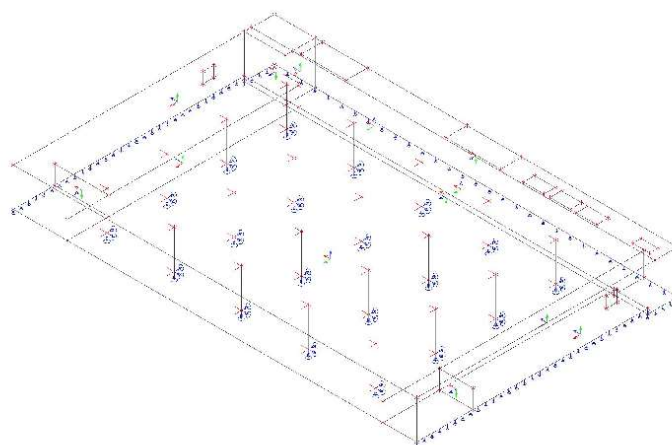






B. BELASTINGEN

1. Rekenmodel



2. Resultante van reacties (BGT Karakteristiek)

Lineaire berekening
 Klasse: BGT Karakteristiek
 Extreem: Globaal
 Selectie: Alle
 Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.784	6.914	-5.925	BC5/1	-2477.8	-3780.4	33929.4	134128.5	7681.2	10722.0
16.784	6.914	-5.925	BC5/2	2473.0	-90.3	31156.2	114127.0	13182.5	-10793.0
16.784	6.914	-5.925	BC8/3	361.3	-3961.0	30486.9	117330.3	-3823.3	-3726.5
16.784	6.914	-5.925	BC9/4	-456.4	112.9	32989.8	124820.5	-6452.5	4571.4
16.784	6.914	-5.925	BC9/5	-451.6	112.9	28581.9	99257.6	-1782.5	4579.1
16.784	6.914	-5.925	BC5/6	-366.1	-3780.4	34906.8	137296.3	-9859.5	2689.2
16.784	6.914	-5.925	BC3/7	1413.8	0.0	29266.6	96043.7	1996.9	-5321.2
16.784	6.914	-5.925	BC5/8	-1057.4	-3961.0	34632.9	139344.0	-11281.0	2490.2
16.784	6.914	-5.925	BC5/9	-2477.8	-1299.9	33929.4	131827.0	-26502.2	10762.7
16.784	6.914	-5.925	BC5/10	2473.0	-2570.8	31086.9	116477.2	26021.4	-10833.6
16.784	6.914	-5.925	BC9/11	2423.7	-3741.7	29940.6	115467.5	9798.3	-12129.0
16.784	6.914	-5.925	BC9/12	-2428.6	112.9	33141.0	123664.4	-9589.3	12062.0

Naam	Combinatiesleutel
BC5/1	BG1 + BG2 + BG5 + BG6 + BG10 + BG11 + BG15 + BG16 + BG31 + BG43 + 0.80*BG60 + 0.80*BG63 + BG133 + 0.40*BG26
BC5/2	BG1 + BG8 + BG13 + BG14 + 0.40*BG25 + BG42 + 0.80*BG61 + 0.80*BG62 + BG137 + BG34
BC8/3	BG1 + BG5 + BG10 + BG11 + BG13 + BG14 + BG15 + 0.40*BG25 + BG32 + BG44 + 0.80*BG71 + 0.80*BG72 + BG181
BC9/4	BG1 + BG2 + BG6 + BG8 + BG16 + 0.80*BG45 + BG70 + BG73 + 0.80*BG176 + 0.80*BG36 + 0.40*BG26
BC9/5	BG1 + BG70 + BG73
BC5/6	BG1 + BG2 + BG5 + BG6 + BG8 + BG10 + BG11 + BG13 + BG14 + BG15 + BG16 + 0.40*BG25 + BG42 + 0.80*BG60 + 0.80*BG63 + BG150 + BG30 + 0.40*BG26
BC3/7	BG1 + BG8 + BG15 + BG16 + BG25 + BG26
BC5/8	BG1 + BG2 + BG5 + BG6 + BG10 + BG14 + BG43 + 0.80*BG61 + 0.80*BG62 + BG150 + BG30
BC5/9	BG1 + BG2 + BG6 + BG10 + BG11 + BG43 + 0.80*BG60 + 0.80*BG62 + BG157 + BG36 + 0.40*BG26
BC5/10	BG1 + BG5 + BG8 + BG13 + BG14 + BG15 + BG16 + 0.40*BG25 + BG42 + 0.80*BG61 + 0.80*BG63 + BG129 + BG35
BC9/11	BG1 + BG5 + BG8 + 0.80*BG10 + 0.80*BG13 + BG15 + 0.80*BG32 + 0.80*BG44 + BG71 + BG72 + 0.80*BG163
BC9/12	BG1 + BG2 + BG6 + 0.80*BG11 + BG14 + BG16 + 0.40*BG25 + 0.80*BG45 + BG70 + BG73 + 0.80*BG180 + 0.80*BG33 + 0.40*BG26

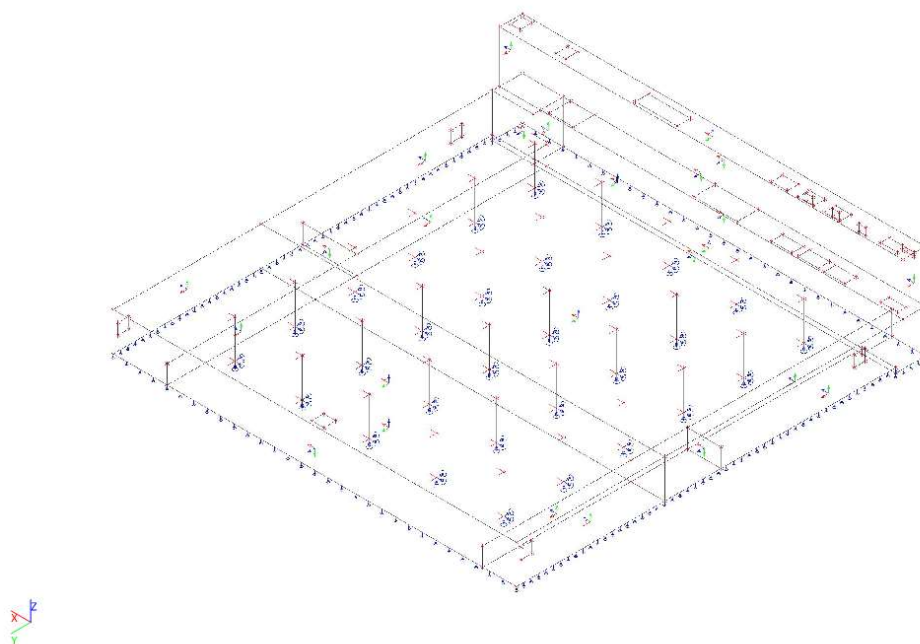
3. Resultante van reacties (UGT Fundamenteel)

Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Extreem: Globaal
 Selectie: Alle
 Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.784	6.914	-5.925	BC51/1	-3291.1	-4872.3	41424.9	165989.7	12173.8	14502.1
16.784	6.914	-5.925	BC51/2	3285.3	-135.5	38159.7	141298.9	19291.9	-14593.1
16.784	6.914	-5.925	BC41/3	433.5	-5152.4	28071.7	110982.9	-4463.2	-4478.4
16.784	6.914	-5.925	BC55/4	-683.2	169.3	40015.5	152901.1	-9586.1	6859.4
16.784	6.914	-5.925	BC42/5	-541.9	135.5	25723.7	89217.5	-2061.5	5494.9
16.784	6.914	-5.925	BC35/6	-440.1	-4935.7	46704.9	181925.7	-11830.8	3219.3
16.784	6.914	-5.925	BC33/7	1475.1	108.4	27967.7	86339.8	-8132.8	-8055.0
16.784	6.914	-5.925	BC35/8	-1481.7	-5152.4	46294.0	184814.3	-13863.1	3778.8
16.784	6.914	-5.925	BC51/9	-3291.1	-1949.9	41424.9	163410.8	-39101.3	14549.9
16.784	6.914	-5.925	BC51/10	3285.3	-3057.9	38055.8	143950.9	38550.2	-14640.9
16.784	6.914	-5.925	BC55/11	3211.4	-4814.2	36336.3	142436.3	14215.6	-16584.0
16.784	6.914	-5.925	BC55/12	-3217.2	169.3	40242.4	151166.9	-13731.9	16498.9

Naam	Combinatiesleutel
BC51/1	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.50*BG10 + 1.50*BG11 + 1.20*BG15 + 1.20*BG16 + 1.50*BG31 + 1.50*BG43 + 1.20*BG60 + 1.20*BG63 + 1.50*BG133 + 0.60*BG26
BC51/2	1.20*BG1 + 1.20*BG8 + 1.50*BG13 + 1.20*BG14 + 0.60*BG25 + 1.50*BG42 + 1.20*BG61 + 1.20*BG62 + 1.50*BG137 + 1.50*BG34
BC41/3	0.90*BG1 + 1.35*BG5 + 1.20*BG10 + 1.20*BG11 + 1.20*BG13 + 1.35*BG14 + 1.35*BG15 + 0.60*BG25 + 1.20*BG32 + 1.20*BG44 + 0.96*BG71 + 0.96*BG72 + 1.20*BG181
BC55/4	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG6 + 1.20*BG8 + 1.20*BG16 + 1.20*BG45 + 1.50*BG70 + 1.50*BG73 + 1.20*BG176 + 1.20*BG36 + 0.60*BG26
BC42/5	0.90*BG1 + 1.20*BG70 + 1.20*BG73
BC35/6	1.35*BG1 + 1.35*BG2 + 1.35*BG5 + 1.35*BG6 + 1.35*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG11 + 1.20*BG13 + 1.35*BG14 + 1.35*BG15 + 1.35*BG16 + 0.60*BG25 + 1.20*BG42 + 0.96*BG60 + 0.96*BG63 + 1.20*BG150 + 1.20*BG30 + 0.60*BG26
BC33/7	0.90*BG1 + 1.35*BG8 + 1.20*BG11 + 1.20*BG13 + 1.35*BG15 + 1.35*BG16 + 0.60*BG25 + 1.20*BG41 + 0.96*BG50 + 0.96*BG53 + 1.20*BG119 + 0.60*BG26
BC35/8	1.35*BG1 + 1.35*BG2 + 1.35*BG5 + 1.35*BG6 + 1.20*BG10 + 1.35*BG14 + 1.20*BG43 + 0.96*BG61 + 0.96*BG62 + 1.20*BG150 + 1.20*BG30
BC51/9	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG6 + 1.50*BG10 + 1.50*BG11 + 1.50*BG43 + 1.20*BG60 + 1.20*BG62 + 1.50*BG157 + 1.50*BG36 + 0.60*BG26
BC51/10	1.20*BG1 + 1.20*BG5 + 1.20*BG8 + 1.50*BG13 + 1.20*BG14 + 1.20*BG15 + 1.20*BG16 + 0.60*BG25 + 1.50*BG42 + 1.20*BG61 + 1.20*BG63 + 1.50*BG129 + 1.50*BG35
BC55/11	1.20*BG1 + 1.20*BG5 + 1.20*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG13 + 1.20*BG15 + 1.20*BG32 + 1.20*BG44 + 1.50*BG71 + 1.50*BG72 + 1.20*BG163
BC55/12	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG6 + 1.20*BG11 + 1.20*BG14 + 1.20*BG16 + 0.60*BG25 + 1.20*BG45 + 1.50*BG70 + 1.50*BG73 + 1.20*BG180 + 1.20*BG33 + 0.60*BG26

1. Rekenmodel



2. Resultante van reacties (BGT Karakteristiek)

Lineaire berekening
 Klasse: BGT Karakteristiek
 Extreem: Globaal
 Selectie: Alle
 Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC8/1	-5528.1	1268.8	78592.8	-27926.7	-20982.0	-7972.6
16.772	16.975	-5.853	BC8/2	5510.2	-9076.7	51800.1	-28495.5	19972.1	7446.5
16.772	16.975	-5.853	BC1/3	343.4	-16278.4	52099.3	-25990.2	-6303.6	3597.0
16.772	16.975	-5.853	BC1/4	-361.3	8470.5	78233.4	-62756.9	-5714.2	-4123.1
16.772	16.975	-5.853	BC12/5	3496.0	-12572.6	48694.0	-26689.1	4045.6	-2058.5
16.772	16.975	-5.853	BC5/6	-3194.7	4571.1	80083.0	-36149.5	-5110.8	-6047.1
16.772	16.975	-5.853	BC1/7	4343.5	8186.6	50684.8	-90573.7	-12426.1	11171.1
16.772	16.975	-5.853	BC11/8	-4357.8	-15993.6	79616.6	37110.9	-27582.2	-1748.8
16.772	16.975	-5.853	BC1/9	-5528.1	-14919.3	78466.1	-6021.8	-34697.6	-13090.5
16.772	16.975	-5.853	BC1/10	5510.2	7111.4	51838.5	-84899.0	30710.2	12564.4
16.772	16.975	-5.853	BC12/11	-4486.4	-15771.1	50643.8	-5882.7	-9149.5	-15427.6
16.772	16.975	-5.853	BC12/12	4468.5	8276.9	77178.9	-26043.3	3582.0	14932.8

Naam	Combinatiesleutel
BC8/1	BG1 + BG2 + BG6 + BG11 + BG12 + BG14 + BG17 + BG19 + BG45 + 0.80*BG70 + 0.80*BG72 + BG184 + BG30 + 0.40*BG26 + BG21
BC8/2	BG1 + BG3 + BG4 + BG5 + BG7 + BG8 + BG10 + BG13 + BG15 + BG16 + BG18 + BG20 + 0.40*BG25 + BG44 + 0.80*BG71 + 0.80*BG73 + BG161 + BG35
BC1/3	BG1 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG8 + BG10 + BG11 + BG13 + BG14 + BG17 + BG18 + BG20 + BG41 + 0.80*BG51 + 0.80*BG52 + BG118 + BG33 + BG21
BC1/4	BG1 + BG2 + BG7 + BG12 + BG15 + BG16 + BG19 + 0.40*BG25 + BG40 + 0.80*BG50 + 0.80*BG53 + BG119 + BG35 + 0.40*BG26
BC12/5	BG1 + BG5 + BG8 + 0.80*BG11 + 0.80*BG12 + BG14 + BG16 + BG18 + BG20 + BG81 + BG83 + BG21
BC5/6	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG6 + BG7 + BG10 + BG13 + BG15 + BG17 + BG19 + 0.40*BG25 + BG43 + 0.80*BG60 + 0.80*BG62 + BG141 + BG30 + 0.40*BG26
BC1/7	BG1 + BG4 + BG7 + BG8 + BG11 + BG12 + BG13 + BG15 + BG18 + 0.40*BG25 + BG41 + 0.80*BG51 + 0.80*BG53 + BG127 + 0.40*BG26
BC11/8	BG1 + BG2 + BG3 + BG5 + BG6 + BG10 + BG14 + BG16 + BG17 + BG19 + BG20 + BG47 + 0.80*BG80 + 0.80*BG82 + BG214 + BG30 + BG21
BC1/9	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG10 + BG11 + BG12 + BG14 + BG15 + BG17 + BG19 + BG20 + BG41 + 0.80*BG50 + 0.80*BG52 + BG128 + BG36 + 0.40*BG26 + BG21
BC1/10	BG1 + BG7 + BG8 + BG13 + BG16 + BG18 + 0.40*BG25 + BG40 + 0.80*BG51 + 0.80*BG53 + BG100 + BG35
BC12/11	BG1 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + 0.80*BG10 + 0.80*BG11 + BG16 + BG17 + BG18 + BG19 + BG20 + 0.40*BG25 + 0.80*BG46 + BG81 + BG82 + 0.80*BG232 + BG21
BC12/12	BG1 + BG2 + BG7 + BG8 + 0.80*BG12 + 0.80*BG13 + BG14 + BG15 + 0.80*BG47 + BG80 + BG83 + 0.80*BG226 + 0.80*BG36 + 0.40*BG26

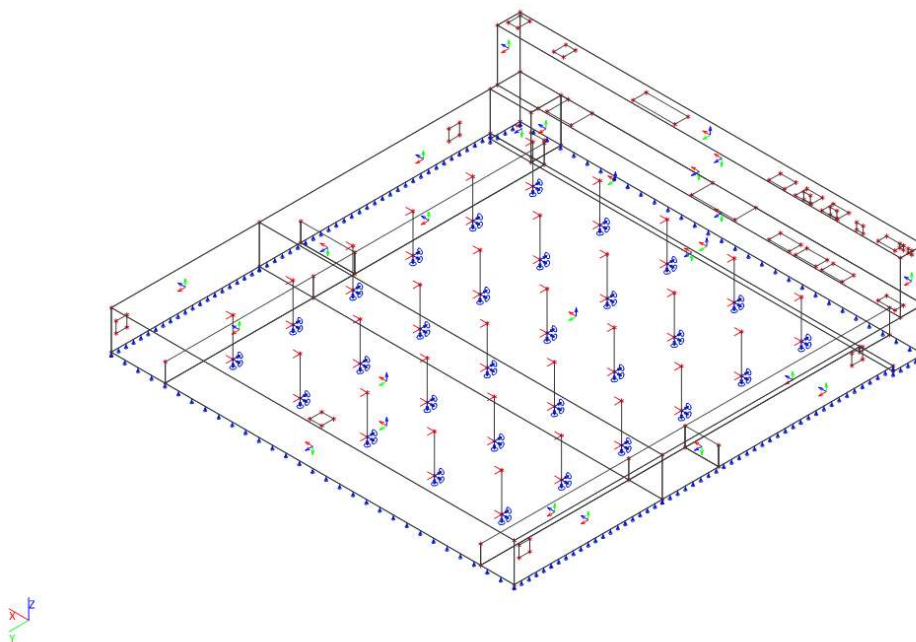
3. Resultante van reacties (UGT Fundamenteel)

Lineaire berekening
Klasse: UGT Fundamenteel
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC41/1	-7233.7	1437.4	71825.0	-24763.3	-25381.8	-10561.3
16.772	16.975	-5.853	BC39/2	7209.6	-11870.6	69647.0	-41004.1	24637.4	9871.0
16.772	16.975	-5.853	BC31/3	409.4	-21565.7	69907.5	-34835.1	-7802.8	4230.0
16.772	16.975	-5.853	BC31/4	-433.5	11260.3	105252.2	-83258.8	-7186.7	-4916.8
16.772	16.975	-5.853	BC46/5	4792.6	-17118.8	43824.6	-11017.3	6214.1	-1564.8
16.772	16.975	-5.853	BC35/6	-4433.7	6581.1	107555.9	-51248.4	-7358.2	-8217.3
16.772	16.975	-5.853	BC31/7	5809.6	10877.0	68254.7	-120471.3	-14239.0	14421.8
16.772	16.975	-5.853	BC45/8	-5829.4	-21309.1	72885.1	57715.2	-33297.3	-3174.0
16.772	16.975	-5.853	BC47/9	-7092.1	-18400.7	95024.2	-9206.5	-49564.9	-17492.0
16.772	16.975	-5.853	BC47/10	7070.7	8560.7	63149.6	-107671.7	44751.0	16813.8
16.772	16.975	-5.853	BC58/11	-5529.5	-19593.3	61189.0	-1530.4	-11464.9	-20995.3
16.772	16.975	-5.853	BC58/12	5508.1	10223.9	93261.8	-26855.6	4280.8	20364.0

Naam	Combinatiesleutel
BC41/1	0.90*BG1 + 0.90*BG2 + 1.35*BG6 + 1.20*BG11 + 1.20*BG12 + 1.35*BG14 + 1.35*BG17 + 1.35*BG19 + 1.20*BG45 + 0.96*BG70 + 0.96*BG72 + 1.20*BG184 + 1.20*BG30 + 0.60*BG26 + 1.35*BG21
BC39/2	1.35*BG1 + 1.35*BG3 + 1.35*BG4 + 1.35*BG5 + 1.35*BG7 + 1.35*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG13 + 1.35*BG15 + 1.35*BG16 + 1.35*BG18 + 1.35*BG20 + 0.60*BG25 + 1.20*BG44 + 0.96*BG71 + 0.96*BG73 + 1.20*BG161 + 1.20*BG35
BC31/3	1.35*BG1 + 1.35*BG3 + 1.35*BG4 + 1.35*BG5 + 1.35*BG6 + 1.35*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG11 + 1.20*BG13 + 1.35*BG14 + 1.35*BG17 + 1.35*BG18 + 1.35*BG20 + 1.20*BG41 + 0.96*BG51 + 0.96*BG52 + 1.20*BG118 + 1.20*BG33 + 1.35*BG21
BC31/4	1.35*BG1 + 1.35*BG2 + 1.35*BG7 + 1.20*BG12 + 1.35*BG15 + 1.35*BG16 + 1.35*BG19 + 0.60*BG25 + 1.20*BG40 + 0.96*BG50 + 0.96*BG53 + 1.20*BG119 + 1.20*BG35 + 0.60*BG26
BC46/5	0.90*BG1 + 1.35*BG5 + 1.35*BG8 + 0.96*BG11 + 0.96*BG12 + 1.35*BG14 + 1.35*BG16 + 1.35*BG18 + 1.35*BG20 + 1.20*BG81 + 1.20*BG83 + 1.35*BG21
BC35/6	1.35*BG1 + 1.35*BG2 + 1.35*BG3 + 1.35*BG4 + 1.35*BG6 + 1.35*BG7 + 1.20*BG10 + 1.20*BG13 + 1.35*BG15 + 1.35*BG17 + 1.35*BG19 + 0.60*BG25 + 1.20*BG43 + 0.96*BG60 + 0.96*BG62 + 1.20*BG141 + 1.20*BG30 + 0.60*BG26
BC31/7	1.35*BG1 + 1.35*BG4 + 1.35*BG7 + 1.35*BG8 + 1.20*BG11 + 1.20*BG12 + 1.20*BG13 + 1.35*BG15 + 1.35*BG18 + 0.60*BG25 + 1.20*BG41 + 0.96*BG51 + 0.96*BG53 + 1.20*BG127 + 0.60*BG26
BC45/8	0.90*BG1 + 0.90*BG2 + 0.90*BG3 + 1.35*BG5 + 1.35*BG6 + 1.20*BG10 + 1.35*BG14 + 1.35*BG16 + 1.35*BG17 + 1.35*BG19 + 1.35*BG20 + 1.20*BG47 + 0.96*BG80 + 0.96*BG82 + 1.20*BG214 + 1.20*BG30 + 1.35*BG21
BC47/9	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.50*BG10 + 1.50*BG11 + 1.50*BG12 + 1.20*BG14 + 1.20*BG15 + 1.20*BG17 + 1.20*BG19 + 1.20*BG20 + 1.50*BG41 + 1.20*BG50 + 1.20*BG52 + 1.50*BG128 + 1.50*BG36 + 0.60*BG26 + 1.20*BG21
BC47/10	1.20*BG1 + 1.20*BG7 + 1.20*BG8 + 1.50*BG13 + 1.20*BG16 + 1.20*BG18 + 0.60*BG25 + 1.50*BG40 + 1.20*BG51 + 1.20*BG53 + 1.50*BG100 + 1.50*BG35
BC58/11	1.20*BG1 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.20*BG10 + 1.20*BG11 + 1.20*BG16 + 1.20*BG17 + 1.20*BG18 + 1.20*BG19 + 1.20*BG20 + 0.60*BG25 + 1.20*BG46 + 1.50*BG81 + 1.50*BG82 + 1.20*BG232 + 1.20*BG21
BC58/12	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG7 + 1.20*BG8 + 1.20*BG12 + 1.20*BG13 + 1.20*BG14 + 1.20*BG15 + 1.20*BG47 + 1.50*BG80 + 1.50*BG83 + 1.20*BG226 + 1.20*BG36 + 0.60*BG26

1. Rekenmodel



2. Resultante van reacties (Permanent)

Lineaire berekening
 Combinatie: Permanent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Alle
 Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.772	16.975	-5.853	Permanent/1	-17.9	-6239.6	45457.4	-6987.6	-1482.5	-369.7

Naam	Combinatiesleutel
Permanent/1	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + BG22

3. Resultante van reacties (BGT Karakteristiek)

Lineaire berekening
 Klasse: BGT Karakteristiek
 Extreem: Globaal
 Selectie: Alle
 Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC8/1	-1641.2	-4785.5	108134.3	-11247.6	-15969.6	-1797.2
16.772	16.975	-5.853	BC8/2	1529.4	-2241.4	81007.9	-21213.4	6459.3	1758.2
16.772	16.975	-5.853	BC1/3	343.4	-8973.4	48301.3	-8665.4	-6196.8	3803.4
16.772	16.975	-5.853	BC1/4	-456.7	1918.6	107774.9	-54963.0	-6643.5	-4380.4
16.772	16.975	-5.853	BC12/5	-504.1	-5267.6	45457.4	-8821.3	-1818.0	-8463.9
16.772	16.975	-5.853	BC7/6	476.7	-1452.1	110246.3	-31137.6	-27365.0	60.1
16.772	16.975	-5.853	BC4/7	265.9	1703.5	106985.3	-61994.3	-14927.8	4338.2
16.772	16.975	-5.853	BC13/8	-375.5	-8443.8	49938.0	40522.9	19157.9	5064.6
16.772	16.975	-5.853	BC7/9	-1311.0	-7556.6	83116.0	-9658.2	-58926.8	-1974.3
16.772	16.975	-5.853	BC7/10	1294.6	374.2	48910.1	-31326.3	29717.0	2025.3
16.772	16.975	-5.853	BC12/11	-599.5	-7997.0	105951.4	5027.4	-4861.8	-8702.4
16.772	16.975	-5.853	BC12/12	487.7	1283.8	80620.5	-12992.3	-9206.2	8694.6

Naam	Combinatiesleutel
BC8/1	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + BG11 + BG12 + BG14 + BG17 + BG19 + BG45 + 0.80*BG70 + 0.80*BG72 + BG184 + BG23 + BG30 + 0.40*BG26 + BG21
BC8/2	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG10 + BG13 + BG15 + BG16 + BG18 + BG20 + 0.40*BG25 + BG44 + 0.80*BG71 + 0.80*BG73 + BG161 + BG35 + BG24
BC1/3	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + BG10 + BG11 + BG13 + BG14 + BG17 + BG18 + BG20 + BG41 + 0.80*BG51 + 0.80*BG52 + BG118 + BG33 + BG22 + BG21
BC1/4	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG12 + BG15 + BG16 + BG19 + 0.40*BG25 + BG40 + 0.80*BG50 + 0.80*BG53 + BG119 + BG23 + BG35 + 0.40*BG26
BC12/5	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + 0.80*BG11 + 0.80*BG12 + BG14 + BG16 + BG18 + BG20 + BG81 + BG83 + BG22 + BG21
BC7/6	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + 0.80*BG10 + 0.80*BG13 + BG15 + BG17 + BG19 + 0.80*BG43 + 0.80*BG60 + 0.80*BG62 + BG157 + BG290 + BG23 + 0.80*BG30
BC4/7	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + 0.80*BG11 + 0.80*BG12 + 0.80*BG13 + BG15 + BG18 + 0.80*BG41 + 0.80*BG51 + 0.80*BG53 + BG264 + BG23
BC13/8	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + 0.80*BG10 + BG14 + BG16 + BG17 + BG19 + BG20 + 0.80*BG47 + 0.80*BG80 + 0.80*BG82 + BG336 + BG22 + 0.80*BG30 + BG21
BC7/9	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + 0.80*BG10 + 0.80*BG11 + 0.80*BG12 + BG14 + BG15 + BG17 + BG19 + BG20 + 0.80*BG43 + 0.80*BG60 + 0.80*BG62 + BG157 + BG302 + 0.80*BG36 + BG24 + BG21
BC7/10	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + 0.80*BG13 + BG16 + BG18 + 0.80*BG42 + 0.80*BG61 + 0.80*BG63 + BG274 + 0.80*BG35 + BG22
BC12/11	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + BG5 + BG6 + BG7 + BG8 + 0.80*BG10 + 0.80*BG11 + BG16 + BG17 + BG18 + BG19 + BG20 + 0.40*BG25 + 0.80*BG46 + BG81 + BG82 + 0.80*BG232 + BG23 + BG21
BC12/12	BG1 + BG2 + BG3 + BG4 + 0.80*BG12 + 0.80*BG13 + BG14 + BG15 + 0.80*BG47 + BG80 + BG83 + 0.80*BG226 + 0.80*BG36 + BG24 + 0.40*BG26

4. Resultante van reacties (UGT Fundamenteel)

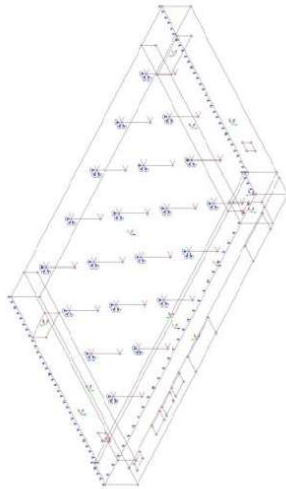
Lineaire berekening
Klasse: UGT Fundamenteel
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Systeem: Globaal

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC54/1	-2427.9	-5447.2	130832.5	-12850.8	-22981.5	-2567.3
16.772	16.975	-5.853	BC54/2	2293.7	-3455.6	97972.9	-23526.1	12433.2	2473.6
16.772	16.975	-5.853	BC33/3	409.4	-11831.8	30767.7	1845.7	-6616.0	4505.1
16.772	16.975	-5.853	BC47/4	-656.4	2651.9	130293.4	-72573.4	-8996.1	-6555.3
16.772	16.975	-5.853	BC46/5	-607.6	-7384.9	27355.1	1658.6	-1361.4	-10215.6
16.772	16.975	-5.853	BC35/6	837.7	-2264.0	148407.0	-60790.2	-19917.1	361.3
16.772	16.975	-5.853	BC49/7	422.0	1037.8	129552.9	-91996.6	-30957.3	-8436.4
16.772	16.975	-5.853	BC59/8	-558.0	-10793.8	61269.8	62880.6	29181.6	7707.8
16.772	16.975	-5.853	BC51/9	-2311.7	-9941.9	101480.5	43373.0	-84017.0	-3485.9
16.772	16.975	-5.853	BC51/10	2292.0	476.2	62265.8	2297.6	70202.8	3462.7
16.772	16.975	-5.853	BC58/11	-865.3	-10264.4	127558.2	11561.8	-6319.7	-12925.0
16.772	16.975	-5.853	BC58/12	731.1	1832.1	97391.8	-11194.5	-11065.1	12878.2

Naam	Combinatiesleutel
BC54/1	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.20*BG7 + 1.20*BG8 + 1.50*BG11 + 1.50*BG12 + 1.20*BG14 + 1.20*BG17 + 1.20*BG19 + 1.50*BG45 + 1.20*BG70 + 1.20*BG72 + 1.50*BG184 + 1.20*BG23 + 1.50*BG30 + 0.60*BG26 + 1.20*BG21
BC54/2	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.50*BG10 + 1.50*BG13 + 1.20*BG15 + 1.20*BG16 + 1.20*BG18 + 1.20*BG20 + 0.60*BG25 + 1.50*BG44 + 1.20*BG71 + 1.20*BG73 + 1.50*BG161 + 1.50*BG35 + 1.20*BG24
BC33/3	0.90*BG1 + 0.90*BG2 + 0.90*BG3 + 0.90*BG4 + 1.35*BG5 + 1.35*BG6 + 1.35*BG7 + 1.35*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG11 + 1.20*BG13 + 1.35*BG14 + 1.35*BG17 + 1.35*BG18 + 1.35*BG20 + 1.20*BG41 + 0.96*BG51 + 0.96*BG52 + 1.20*BG118 + 1.20*BG33 + 1.35*BG22 + 1.35*BG21
BC47/4	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.50*BG12 + 1.20*BG15 + 1.20*BG16 + 1.20*BG19 + 0.60*BG25 + 1.50*BG40 + 1.20*BG50 + 1.20*BG53 + 1.50*BG119 + 1.20*BG23 + 1.50*BG35 + 0.60*BG26
BC46/5	0.90*BG1 + 0.90*BG2 + 0.90*BG3 + 0.90*BG4 + 1.35*BG5 + 1.35*BG6 + 1.35*BG7 + 1.35*BG8 + 0.96*BG11 + 0.96*BG12 + 1.35*BG14 + 1.35*BG16 + 1.35*BG18 + 1.35*BG20 + 1.20*BG81 + 1.20*BG83 + 1.35*BG22 + 1.35*BG21
BC35/6	1.35*BG1 + 1.35*BG2 + 1.35*BG3 + 1.35*BG4 + 1.20*BG10 + 1.20*BG13 + 1.35*BG15 + 1.35*BG17 + 1.35*BG19 + 0.60*BG25 + 1.20*BG43 + 0.96*BG60 + 0.96*BG62 + 1.20*BG141 + 0.80*BG272 + 1.35*BG23 + 1.20*BG30 + 0.60*BG26
BC49/7	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG15 + 1.20*BG18 + 1.50*BG25 + 1.20*BG81 + 1.20*BG83 + 1.20*BG272 + 1.20*BG23 + 1.50*BG26
BC59/8	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.20*BG7 + 1.20*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG14 + 1.20*BG16 + 1.20*BG17 + 1.20*BG19 + 1.20*BG20 + 1.20*BG47 + 1.20*BG80 + 1.20*BG82 + 1.50*BG336 + 1.20*BG22 + 1.20*BG30 + 1.20*BG21
BC51/9	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.20*BG7 + 1.20*BG8 + 1.50*BG10 + 1.50*BG11 + 1.50*BG12 + 1.20*BG14 + 1.20*BG15 + 1.20*BG17 + 1.20*BG19 + 1.20*BG20 + 1.50*BG43 + 1.20*BG60 + 1.20*BG62 + 1.50*BG157 + 1.50*BG389 + 1.50*BG36 + 1.20*BG24 + 0.60*BG26 + 1.20*BG21
BC51/10	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.50*BG13 + 1.20*BG16 + 1.20*BG18 + 0.60*BG25 + 1.50*BG42 + 1.20*BG61 + 1.20*BG63 + 1.50*BG129 + 1.50*BG363 + 1.50*BG35 + 1.20*BG22
BC58/11	1.20*BG1 + 1.20*BG2 + 1.20*BG3 + 1.20*BG4 + 1.20*BG5 + 1.20*BG6 + 1.20*BG7 + 1.20*BG8 + 1.20*BG10 + 1.20*BG11 + 1.20*BG16 + 1.20*BG17 + 1.20*BG18 + 1.20*BG19 + 1.20*BG20 + 0.60*BG25 +

C. BEREKENING KRACHTEN EN EXCENTRICITEITEN

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mx/Fy	My/Fx	Mx:corrector	My:corrector	Mx:corrector	My:corrector	verschuiving y	verschuiving x	arm voor Fy	totale kracht	kappa
BGT minimaal BF1	-2478	-3961	28582	96044	-26502	24.25	10.69		42363	53681		1.88		10.69	4672	57.97
BGT maximaal BF1	2473	113	34907	139344	26021	123.13	10.52		1189	138155		0.98		10.52	2476	2.62
UGT minimaal BF1	-3291	-5152	25724	86340	-39101	16.76	11.88		61212	25128		0.98		11.88	6113	57.43
BGT minimaal BF1	3285	169	46705	184814	38550	1093.57	11.74		1983	182831		3.91		11.74	3289	2.95
BGT minimaal BF2	-5528	-16278	48694	-90574	-34698	5.56	6.28			30759			-0.04	5.56	17191	18.76
BGT maximaal BF2	5510	8470	80083	37111	30710	4.38	5.57			24142			0.18	4.38	10105	33.05
UGT minimaal BF2	-7234	-21565	43825	-120471	-49565	5.59	6.85			40412			-0.08	5.59	22746	18.54
BGT maximaal BF2	7209	11260	107556	57715	44751	5.13	6.21			36951			0.14	5.13	13370	32.63
BGT minimaal DEF	-1641	-8973	45457	-61994	-58927	6.91	35.91			11338			-0.77	6.91	9122	10.36
BGT maximaal DEF	1529	1919	110246	40523	29717	21.12	19.44		37297			0.03		19.44	2454	38.55
UGT minimaal DEF	-2428	-11832	27355	-91997	-84017	7.78	34.60			18878			-0.71	7.78	12079	11.60
UGT maximaal DEF	2294	2652	148407	62881	70203	23.71	30.60			54393			0.25	23.71	3506	40.86



D. BEREKENING DRAAGKRACHT

Report for D-Foundations 21.1

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

Date of report: 3/9/2021
Time of report: 1:58:14 PM
Report with version: 21.1.1.32449

Date of calculation: 3/8/2021
Time of calculation: 5:07:52 PM
Calculated with version: 21.1.1.32449

File name: KW03-pompkelder-draagkracht-v02 DO_BF1

Project identification: KW03 - Waterkelder-VO
versie 0.1
D-Foundations KW03-pompkelder-draagkracht-v02 DO_BF1

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 Shallow Foundations	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 Bodemopbouw	4
2.7 Foundation Data	5
2.8 Foundation Plan	5
2.8.1 View of Foundation Plan	5
2.9 Load Data	5
2.9.1 Vertical Loads	5
2.9.2 Horizontal Loads	6
2.10 Requirements	6
2.11 Overruled Parameters	6
2.12 Model Options	6
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Results of Verification	7
3.1 Verification of Limit State EQU	7
3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation	7
3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation	7
3.1.3 Horizontal Bearing Capacity	7
3.1.4 Stability	7
3.2 Verification of Limit State STR/GEO	7
3.2.1 Verification of Settlement at Limit State STR/GEO	7
3.3 Verification of Serviceability Limit State	8
3.3.1 Verification of the Serviceability Limit State	8
3.4 Additional Information	8

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
 Design engineer superstructure :
 Principal :
 Title 1 : KW03 - Waterkelder-VO
 Title 2 : versie 0.1
 Title 3 : D-Foundations KW03-pompkelder-draagkracht-v02 DO_BF1
 Number of project : -
 Location of project :

2.3 Application Area Model Shallow Foundations

The verifications performed by the model Shallow Foundation of D-FOUNDATIONS concern shallow foundations on which only static or quasi-static loads work. The foundation surface must be practically level and should not exceed an angle of 2.5 degrees with the horizon.

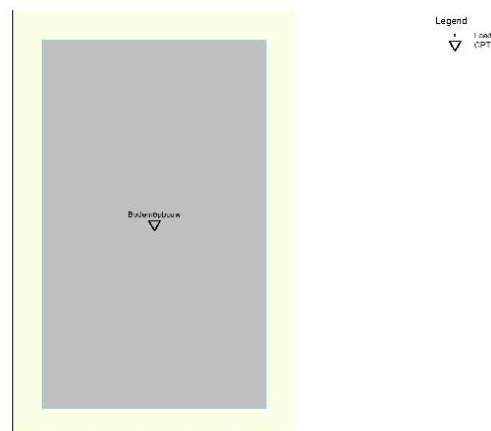
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 1

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



D-Foundations 21.1

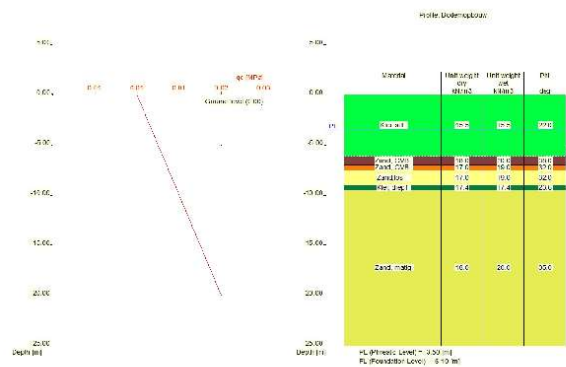
Name CPT	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
Bodemopbouw	0.00	0.00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles: 1

2.6.1 Soil Profile Bodemopbouw

Belonging to CPT: Bodemopbouw
 Surface level in [m. reference level]: 0.00
 Phreatic level in [m. reference level]: -3.50
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = -6.10
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile: 6



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f, undr [kPa]	Cc	Ca
1	0.000	15.50	15.50	22.00	0.00	0.00	0.15	0.01
2	-6.100	18.00	20.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-7.000	17.00	19.00	32.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4	-7.500	17.00	19.00	32.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5	-9.000	17.40	17.40	23.60	6.20	50.00	0.11	0.00
6	-9.500	18.00	20.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	0.000	0.00	Clay
2	-6.100	0.26	Sand
3	-7.000	0.26	Sand
4	-7.500	0.26	Sand
5	-9.000	0.00	Sand

D-Foundations 21.1

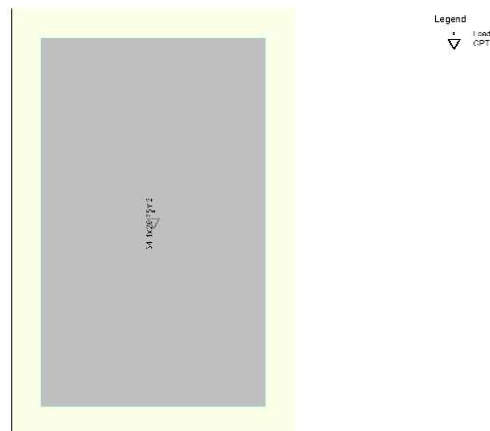
Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
6	-9.500	0.26	Sand

2.7 Foundation Data

Element name	Element shape	Width [m]	Length [m]	Diameter [m]	Type
34,1x20,75m2	Rectangular elem.	20.75	34.10	n.a.	Cast in place

2.8 Foundation Plan

2.8.1 View of Foundation Plan



Element number/name	Xm [m]	Ym [m]	angle [deg]	Matching type name	Matching profile name	Matching load name	Nearby slope
1: 1	0.00	0.00	0.00	34,1x20,75m2	Bodemo...	UGT/BG...	None
2: 2	0.00	0.00	0.00	34,1x20,75m2	Bodemo...	UGT/BG...	None

2.9 Load Data

2.9.1 Vertical Loads

Load	LS EQU/STR/GEO			SLS		
	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]
UGT/BGT) m..	0.00	0.98	25724.00	0.00	1.88	28583.00
UGT/BGT) m..	0.00	3.91	46705.00	0.00	3.96	34907.00

D-Foundations 21.1

2.9.2 Horizontal Loads

Load	LS EQU/STR/GEO		SLS		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
UGT/BGT) m..	11.88	6113.00	10.69	4672.00	57.43
UGT/BGT) m..	11.74	3289.00	10.52	2476.00	2.95

2.10 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

2.11 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

2.12 Model Options

Create intermediate results file
Do not use the interaction model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Results of Verification

3.1 Verification of Limit State EQU

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: $E_d \leq C_d$.

3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Fpull [kN]	Result of verification
1	NONE					
2	NONE					

- the highest value of Rd is used in the verification!
 -Fpull ($0.5 \cdot w' \cdot c_u; d$) is the tension force in the element per meter which should be handled by the element in case of squeeze (see art. 6.5.2.2 (r) NEN 9997-1:2016).

3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Punch) [kN]	Rd (Punch) [kN]	Result of verification
1	Case C	25724.00	831627...	45424.01	1431730.30	PASSED
2	Case C	46705.00	136563...	66405.01	2113306.21	PASSED

Note: both the situation with and without punch through are checked!

3.1.3 Horizontal Bearing Capacity

Found elem. name	Hd [kN]	Rd undrained [kN]	Rd drained [kN]	Result of verification undrained	Result of verification drained
1	6113.00	0.00	15531.07	n.a.	PASSED
2	3289.00	0.00	18670.86	n.a.	PASSED

3.1.4 Stability

Found elem. name	Minimum l' [m]	Minimum w' [m]	Phi'd [deg]	Tip over stability	Total stability
1	29.10	15.99	30.94	PASSED	PASSED
2	24.63	20.66	31.08	PASSED	PASSED

3.2 Verification of Limit State STR/GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$, $S_{req} = 0.150 [m]$ $S_d = s1; d + s2; d$

3.2.1 Verification of Settlement at Limit State STR/GEO

Found elem. name	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Result of verification (20%)	Result of verification (5%)
1	0.024	0.024	0.012	PASSED	PASSED
2	0.036	0.036	0.012	PASSED	PASSED

Note: the verification at 20% is demanded by the NEN, at 5% is recommended by Deltares!

The maximum increase in soil tension found while calculating the settlement, is 100 % of the effective foundation pressure.

D-Foundations 21.1

The interaction model is not used. Hence a comparison at individual level of the different (types of) foundation elements is performed. Rotation is therefore not an issue.

3.3 Verification of Serviceability Limit State

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

For houses, the requirement is : $S_{req} = 0.05$ m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

$S_{eq} = 0.150$ $S_d = s1;d + s2;d$

3.3.1 Verification of the Serviceability Limit State

Found elem. name	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Result of verification (20%)	Result of verification (5%)
1	0.017	0.017	0.010	PASSED	PASSED
2	0.020	0.020	0.010	PASSED	PASSED

Note: the verification at 20% is demanded by the NEN, at 5% is recommended by Deltares!

The maximum increase in soil tension found while calculating the settlement, is 100 % of the effective foundation pressure.

The interaction model is not used. Hence a comparison at individual level of the different (types of) foundation elements is performed. Rotation is therefore not an issue.

3.4 Additional Information

The maximum settlement at limit state STR/GEO is 0.048 meter and

has been found at foundation element 2

The maximum settlement at the Serviceability Limit State is 0.030 meter and

has been found at foundation element 2

End of Report

Report for D-Foundations 21.1

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

Date of report: 3/9/2021
Time of report: 1:53:44 PM
Report with version: 21.1.1.32449

Date of calculation: 3/8/2021
Time of calculation: 4:53:18 PM
Calculated with version: 21.1.1.32449

File name: KW03-pompkelder-draagkracht-v02 DO_DEF

Project identification: KW03 - Waterkelder-VO
versie 0.1
D-Foundations KW03-pompkelder-draagkracht-v02 DO_DEF

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 Shallow Foundations	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 Bodemopbouw	4
2.7 Foundation Data	5
2.8 Foundation Plan	5
2.8.1 View of Foundation Plan	5
2.9 Load Data	5
2.9.1 Vertical Loads	5
2.9.2 Horizontal Loads	6
2.10 Requirements	6
2.11 Overruled Parameters	6
2.12 Model Options	6
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Results of Verification	7
3.1 Verification of Limit State EQU	7
3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation	7
3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation	7
3.1.3 Horizontal Bearing Capacity	7
3.1.4 Stability	7
3.2 Verification of Limit State STR/GEO	8
3.2.1 Verification of Settlement at Limit State STR/GEO	8
3.3 Verification of Serviceability Limit State	8
3.3.1 Verification of the Serviceability Limit State	8
3.4 Additional Information	8

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
 Design engineer superstructure :
 Principal :
 Title 1 : KW03 - Waterkelder-VO
 Title 2 : versie 0.1
 Title 3 : D-Foundations KW03-pompkelder-draagkracht-v02 DO_DEF
 Number of project : -
 Location of project :

2.3 Application Area Model Shallow Foundations

The verifications performed by the model Shallow Foundation of D-FOUNDATIONS concern shallow foundations on which only static or quasi-static loads work. The foundation surface must be practically level and should not exceed an angle of 2.5 degrees with the horizon.

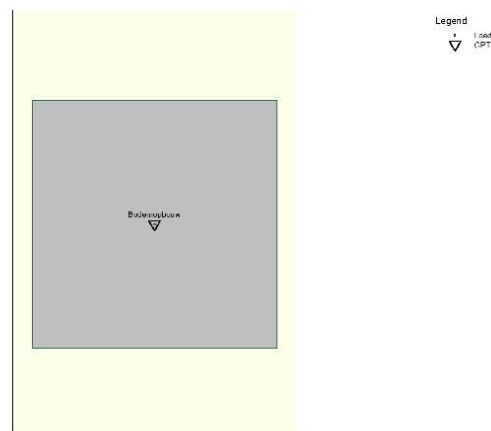
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 1

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



D-Foundations 21.1

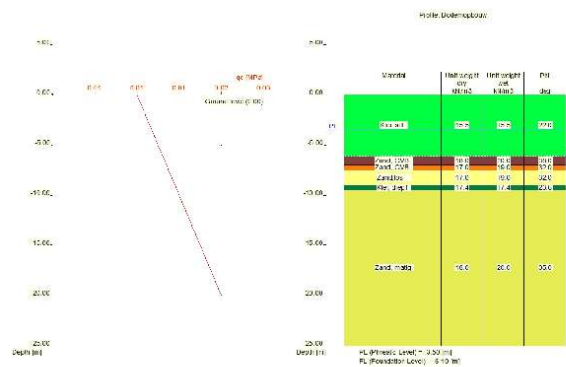
Name CPT	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
Bodemopbouw	0.00	0.00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles: 1

2.6.1 Soil Profile Bodemopbouw

Belonging to CPT: Bodemopbouw
 Surface level in [m. reference level]: 0.00
 Phreatic level in [m. reference level]: -3.50
 Placement depth of foundation element in [m R.L.] = -6.10
 Concentration value according to Frohlich [-] = 3
 Number of layers in profile: 6



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma sat [kN/m3]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f, undr [kPa]	Cc	Ca
1	0.000	15.50	15.50	22.00	0.00	0.00	0.15	0.01
2	-6.100	18.00	20.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-7.000	17.00	19.00	32.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4	-7.500	17.00	19.00	32.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5	-9.000	17.40	17.40	23.60	6.20	50.00	0.11	0.00
6	-9.500	18.00	20.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	0.000	0.00	Clay
2	-6.100	0.26	Sand
3	-7.000	0.26	Sand
4	-7.500	0.26	Sand
5	-9.000	0.00	Sand

D-Foundations 21.1

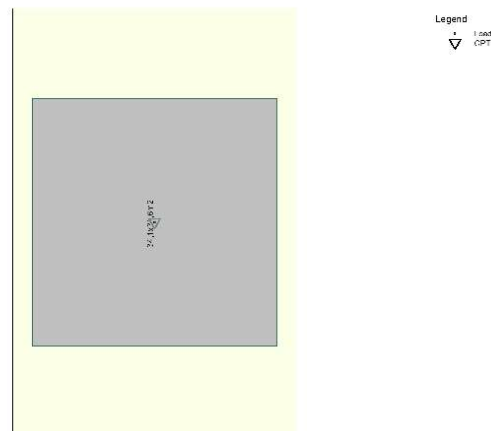
Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
6	-9.500	0.26	Sand

2.7 Foundation Data

Element name	Element shape	Width [m]	Length [m]	Diameter [m]	Type
34,1x34,6m2	Rectangular elem.	34.10	34.60	n.a.	Cast in place

2.8 Foundation Plan

2.8.1 View of Foundation Plan



Element number/name	Xm [m]	Ym [m]	angle [deg]	Matching type name	Matching profile name	Matching load name	Nearby slope
1: 1	0.00	0.00	0.00	34,1x34,6m2	Bodemo...	UGT/BG...	None
2: 2	0.00	0.00	0.00	34,1x34,6m2	Bodemo...	UGT/BG...	None
3: 3	0.00	0.00	0.00	34,1x34,6m2	Bodemo...	UGT/BG...	None
4: 4	0.00	0.00	0.00	34,1x34,6m2	Bodemo...	UGT/BG...	None

2.9 Load Data

2.9.1 Vertical Loads

Load	LS EQU/STR/GEO			SLS		
	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]
UGT/BGT) m..	0.08	0.00	43825.00	0.04	0.00	48694.00
UGT/BGT) m..	0.14	0.00	107556...	0.18	0.00	80083.00
UGT/BGT) m..	0.71	0.00	27355.00	0.77	0.00	45457.00

D-Foundations 21.1

Load	LS EQU/STR/GEO			SLS		
	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]
UGT/BGT) m..	0.00	0.03	148407...	0.25	0.00	70203.00

2.9.2 Horizontal Loads

Load	LS EQU/STR/GEO		SLS		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
UGT/BGT) m..	5.59	22746.00	5.56	17191.00	18.54
UGT/BGT) m..	5.13	13370.00	4.38	10105.00	32.63
UGT/BGT) m..	7.78	12079.00	6.91	9122.00	11.60
UGT/BGT) m..	23.71	3506.00	19.44	2454.00	40.86

2.10 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

2.11 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

2.12 Model Options

Create intermediate results file
Do not use the interaction model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Results of Verification

3.1 Verification of Limit State EQU

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: $E_d \leq C_d$.

3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Fpull [kN]	Result of verification
1	NONE					
2	NONE					
3	NONE					
4	NONE					

- the highest value of R_d is used in the verification!
- F_{pull} ($0.5 \cdot w' \cdot c_u$;d) is the tension force in the element per meter which should be handled by the element in case of squeeze (see art. 6.5.2.2 (r) NEN 9997-1:2016).

3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Punch) [kN]	Rd (Punch) [kN]	Result of verification
1	Case C	43825.00	667027...	76425.64	2081632.23	PASSED
2	Case C	107556...	327620...	140156.64	4788984.94	PASSED
3	Case C	27355.00	859385...	59955.64	2686978.92	PASSED
4	Case C	148407...	439465...	181007.64	6053834.99	PASSED

Note: both the situation with and without punch through are checked!

3.1.3 Horizontal Bearing Capacity

Found elem. name	Hd [kN]	Rd undrained [kN]	Rd drained [kN]	Result of verification undrained	Result of verification drained
1	22746.00	0.00	26130.94	n.a.	PASSED
2	13370.00	0.00	38528.04	n.a.	PASSED
3	12079.00	0.00	16725.97	n.a.	PASSED
4	3506.00	0.00	35149.93	n.a.	PASSED

3.1.4 Stability

Found elem. name	Minimum l' [m]	Minimum w' [m]	Φ' [deg]	Tip over stability	Total stability
1	28.28	32.09	31.14	PASSED	PASSED
2	33.53	33.13	31.16	PASSED	PASSED
3	27.54	31.30	31.15	PASSED	PASSED
4	33.69	33.37	31.17	PASSED	PASSED

VERY IMPORTANT NOTE FOR ELEMENT 1

The minimum ratio between the effective and the effective width length (w'/l') is larger than 1. ALL PREVIOUS AND FOLLOWING RESULTS CALCULATED FOR THIS ELEMENT (1) ARE INVALID.
According to NEN 9997-1:2016 art. 6.5.2.2(a) this ratio may never exceed 1.
The most likely cause for this problem is a large horizontal force working in the direction of the longitudinal axis of the element.

D-Foundations 21.1

VERY IMPORTANT NOTE FOR ELEMENT 3

The minimum ratio between the effective and the effective width length (w/l) is larger than 1. ALL PREVIOUS AND FOLLOWING RESULTS CALCULATED FOR THIS ELEMENT (3) ARE INVALID.
According to NEN 9997-1:2016 art. 6.5.2.2(a) this ratio may never exceed 1.
The most likely cause for this problem is a large horizontal force working in the direction of the longitudinal axis of the element.

3.2 Verification of Limit State STR/GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$. $S_{req} = 0.150$ [m] $S_d = s_1; d + s_2; d$

3.2.1 Verification of Settlement at Limit State STR/GEO

Found elem. name	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Result of verification (20%)	Result of verification (5%)
1	0.022	0.022	0.012	PASSED	PASSED
2	0.037	0.037	0.012	PASSED	PASSED
3	0.015	0.015	0.012	PASSED	PASSED
4	0.046	0.046	0.012	PASSED	PASSED

Note: the verification at 20% is demanded by the NEN, at 5% is recommended by Deltares!

The maximum increase in soil tension found while calculating the settlement, is 100 % of the effective foundation pressure.

The interaction model is not used. Hence a comparison at individual level of the different (types of) foundation elements is performed. Rotation is therefore not an issue.

3.3 Verification of Serviceability Limit State

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

For houses, the requirement is : $S_{req} = 0.05$ m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

$S_{req} = 0.150$ $S_d = s_1; d + s_2; d$

3.3.1 Verification of the Serviceability Limit State

Found elem. name	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Result of verification (20%)	Result of verification (5%)
1	0.016	0.016	0.010	PASSED	PASSED
2	0.021	0.021	0.010	PASSED	PASSED
3	0.015	0.015	0.010	PASSED	PASSED
4	0.020	0.020	0.010	PASSED	PASSED

Note: the verification at 20% is demanded by the NEN, at 5% is recommended by Deltares!

The maximum increase in soil tension found while calculating the settlement, is 100 % of the effective foundation pressure.

The interaction model is not used. Hence a comparison at individual level of the different (types of) foundation elements is performed. Rotation is therefore not an issue.

3.4 Additional Information

The maximum settlement at limit state STR/GEO is 0.058 meter and has been found at foundation element 4

The maximum settlement at the Serviceability Limit State is 0.031 meter and has been found at foundation element 2

End of Report

Report for D-Foundations 21.1

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

Date of report: 4/23/2021
Time of report: 10:44:53 AM
Report with version: 21.1.1.32449

Date of calculation: 4/23/2021
Time of calculation: 10:41:24 AM
Calculated with version: 21.1.1.32449

File name: KW03-pompkelder-draagkracht-v02 smalle_strook_DEF

Project identification: KW03 - Waterkelder-VO
versie 0.1
D-Foundations KW03-pompkelder-draagkracht-v02 smalle_strook_DEF

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 Shallow Foundations	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 Bodemopbouw	4
2.7 Foundation Data	5
2.8 Foundation Plan	5
2.8.1 View of Foundation Plan	5
2.9 Load Data	5
2.9.1 Vertical Loads	5
2.9.2 Horizontal Loads	6
2.10 Requirements	6
2.11 Overruled Parameters	6
2.12 Model Options	6
3 Shallow Foundations (EC7-NL): Results of Verification	7
3.1 Verification of Limit State EQU	7
3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation	7
3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation	7
3.1.3 Horizontal Bearing Capacity	7
3.1.4 Stability	7
3.2 Verification of Limit State STR/GEO	7
3.2.1 Verification of Settlement at Limit State STR/GEO	7
3.3 Verification of Serviceability Limit State	8
3.3.1 Verification of the Serviceability Limit State	8
3.4 Additional Information	8

D-Foundations 21.1

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Shallow Foundations (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :
 Design engineer superstructure :
 Principal :
 Title 1 : KW03 - Waterkelder-VO
 Title 2 : versie 0.1
 Title 3 : D-Foundations KW03-pompkelder-draagkracht-v02 smalle_strook_DEF
 Number of project : -
 Location of project :

2.3 Application Area Model Shallow Foundations

The verifications performed by the model Shallow Foundation of D-FOUNDATIONS concern shallow foundations on which only static or quasi-static loads work. The foundation surface must be practically level and should not exceed an angle of 2.5 degrees with the horizon.

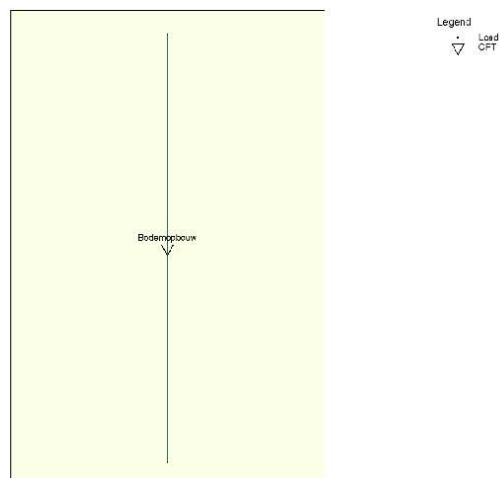
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 1

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



D-Foundations 21.1

Name CPT	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
Bodemopbouw	0.00	0.00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles: 1

2.6.1 Soil Profile Bodemopbouw

Belonging to CPT

Surface level in [m. reference level] :

Phreatic level in [m. reference level] :

Placement depth of foundation element in [m R.L.] =

Concentration value according to Frohlich [-] =

Number of layers in profile :

Bodemopbouw

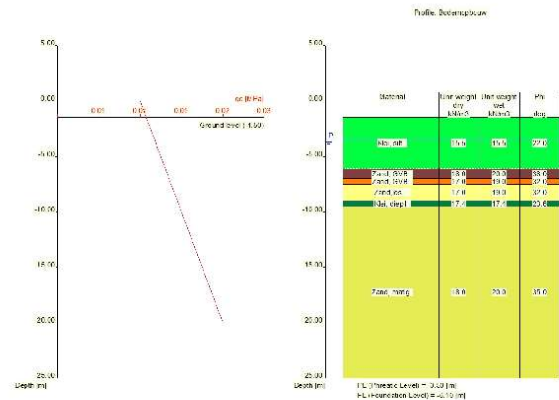
-1.50

-3.50

-6.10

3

6



Number layer	Level top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Phi [deg]	Cohesion [kPa]	f, undr [kPa]	Cc [-]	Ca [-]
1	-1.500	15.50	15.50	22.00	0.00	0.00	0.15	0.01
2	-6.100	18.00	20.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-7.000	17.00	19.00	32.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4	-7.500	17.00	19.00	32.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5	-9.000	17.40	17.40	23.60	6.20	50.00	0.11	0.00
6	-9.500	18.00	20.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
1	-1.500	0.00	Clay
2	-6.100	0.26	Sand
3	-7.000	0.26	Sand

4/23/2021

KW03-pompkelder-draagkracht-v02 smalle_strook_DEF

Page 4

D-Foundations 21.1

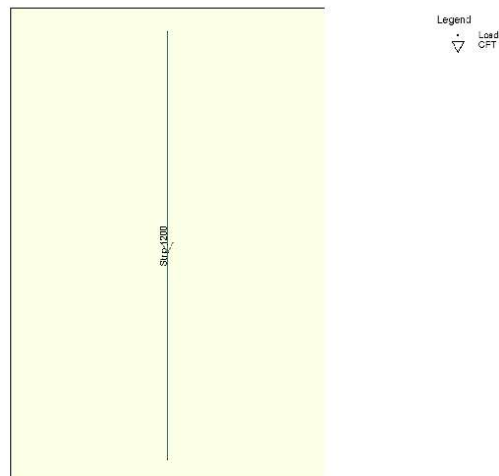
Number layer	Level top layer [m R.L.]	e0 [-]	Material type
4	-7.500	0.26	Sand
5	-9.000	0.00	Sand
6	-9.500	0.26	Sand

2.7 Foundation Data

Element name	Element shape	Width [m]	Length [m]	Diameter [m]	Type
Strip 1200	Strip	1.20	n.a.	n.a.	Cast in place

2.8 Foundation Plan

2.8.1 View of Foundation Plan



Element number/ name	Xm [m]	Ym [m]	angle [deg]	Matching type name	Matching profile name	Matching load name	Nearby slope
1: 1	0.00	0.00	0.00	Strip 1200	Bodemo...	UGT/BG...	None

2.9 Load Data

2.9.1 Vertical Loads

Load	LS EQU/STR/GEO			SLS		
	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]	eLat. [m]	eLong. [m]	Vd [kN]
UGT/BGT)st..	0.00	0.00	300.00	0.00	0.00	222.00

D-Foundations 21.1

2.9.2 Horizontal Loads

Load	LS EQU/STR/GEO		SLS		Kappa [deg]
	eH [m]	Hd [kN]	eH [m]	Hd [kN]	
UGT/BGT)st..	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.10 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

2.11 Overruled Parameters

All parameters according to standard.

2.12 Model Options

Create intermediate results file
Do not use the interaction model.

3 Shallow Foundations (EC7-NL): Results of Verification

3.1 Verification of Limit State EQU

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: $E_d \leq C_d$.

3.1.1 Vertical Bearing Capacity, Undrained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Rd (Squeeze) [kN]	Fpull [kN]	Result of verification
1	NONE					

- the highest value of R_d is used in the verification!
 - F_{pull} ($0.5 \cdot w' \cdot c_u$;d) is the tension force in the element per meter which should be handled by the element in case of squeeze (see art. 6.5.2.2 (r) NEN 9997-1:2016).

3.1.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Punch) [kN]	Rd (Punch) [kN]	Result of verification
1	Case C	300.00	1240.77	343.08	2559.40	PASSED

Note: both the situation with and without punch through are checked!

3.1.3 Horizontal Bearing Capacity

Found elem. name	Hd [kN]	Rd undrained [kN]	Rd drained [kN]	Result of verification undrained	Result of verification drained
1	0.00	0.00	0.00	n.a.	PASSED

Note: As passive neither active soil loads are taken into account while determining the horizontal bearing capacity, the qualification "FAILED" in the above table is not an definitive answer. Additional calculations, based on NEN 9997-1:2016 Chapter 9 including all factors, can lead to a different conclusion.

3.1.4 Stability

Found elem. name	Minimum l' [m]	Minimum w' [m]	Phi'd [deg]	Tip over stability	Total stability
1	1.00	1.20	28.48	PASSED	PASSED

3.2 Verification of Limit State STR/GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$. $S_{req} = 0.150$ [m] $S_d = s_1; d + s_2; d$

3.2.1 Verification of Settlement at Limit State STR/GEO

Found elem. name	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Result of verification (20%)	Result of verification (5%)
1	0.029	0.029	0.012	PASSED	PASSED

Note: the verification at 20% is demanded by the NEN, at 5% is recommended by Deltares!

The maximum increase in soil tension found while calculating the settlement, is 100 % of the effective foundation pressure.

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

D-Foundations 21.1

3.3 Verification of Serviceability Limit State

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.
 For houses, the requirement is : $S_{req} = 0.05$ m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.
 $S_{eq} = 0.150$ $S_d = s1;d + s2;d$

3.3.1 Verification of the Serviceability Limit State

Found elem. name	s1 (20%) [m]	s1;gd (5%) [m]	s2 [m]	Result of verification (20%)	Result of verification (5%)
1	0.016	0.016	0.010	PASSED	PASSED

Note: the verification at 20% is demanded by the NEN, at 5% is recommended by Deltares!

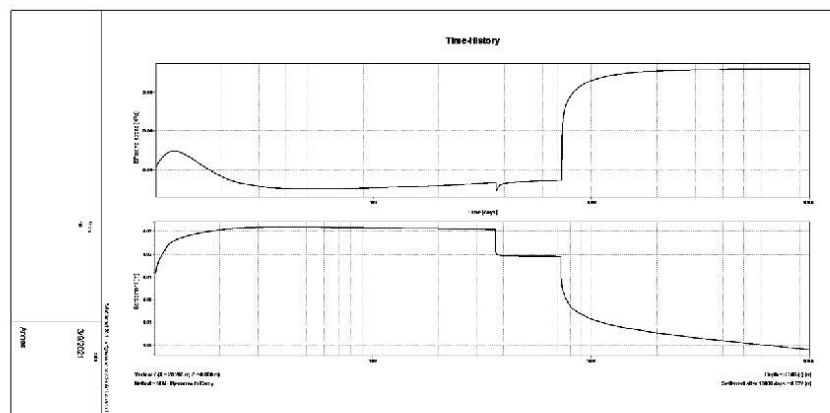
The maximum increase in soil tension found while calculating the settlement, is 100 % of the effective foundation pressure.
 With only 1 element rotation as defined in the NEN is not an issue.

3.4 Additional Information

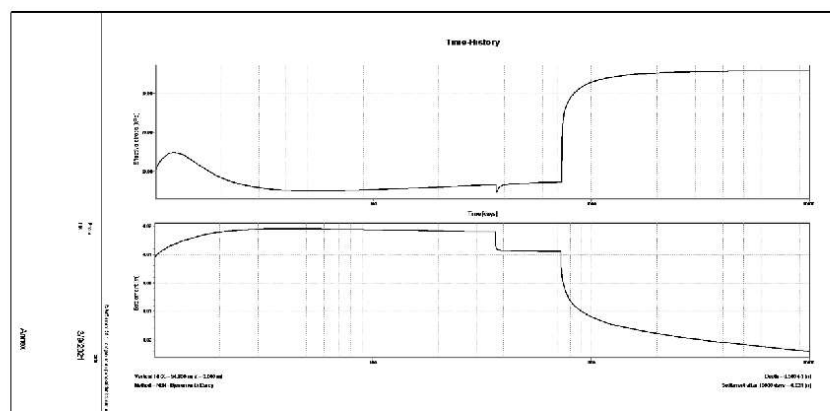
The maximum settlement at limit state STR/GEO is 0.042 meter and has been found at foundation element 1
 The maximum settlement at the Serviceability Limit State is 0.026 meter and has been found at foundation element 1

End of Report

E.BEREKENING ZETTING



Zetting zuidzijde met diepe klei



Zetting noordzijde zonder diepe klei

Report for D-Settlement 20.1

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Date of report: 3/9/2021
Time of report: 1:50:01 PM
Report with version: 20.1.2.32548

Date of calculation: 3/9/2021
Time of calculation: 12:02:41 PM
Calculated with version: 20.1.2.32548

File name: ontgraven en pompkelder bouwen

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 Non-Uniform Loads	4
2.6 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Residual Times	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	0.000	14.700	20.200	54.800	56.300
4 - Y -	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
4 - X -	75.000				
4 - Y -	0.500				
3 - X -	0.000	75.000			
3 - Y -	-7.500	-7.500			
2 - X -	0.000	54.800	75.000		
2 - Y -	-9.000	-9.000	-9.000		
1 - X -	0.000	20.200	54.800	75.000	
1 - Y -	-9.500	-9.500	-9.000	-9.000	
0 - X -	0.000	75.000			
0 - Y -	-15.000	-15.000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0.000	75.000			
1 - Y -	0.000	0.000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9.81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000.00 [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	PI-line top	PI-line bottom
4	klei, siltig	1	1
3	zand, siltig los	1	1
2	klei, diep	1	1
1	zand, matig	1	1

D-Settlement 20.1

2.5 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	10	-17.60	-17.60
2	365	17.00	19.00
3	365	18.00	20.00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	14.70	14.70	56.30	56.30		
1 - Y -	0.50	-7.50	-7.50	0.50		
2 - X -	14.70	14.70	56.30	56.30		
2 - Y -	-7.50	-7.00	-7.00	-7.50		
3 - X -	14.70	14.70	56.30	56.30		
3 - Y -	0.50	-6.10	-6.10	0.50		

2.6 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	0.000	5.000	10.000	14.700	15.000
6 - 10	20.000	20.200	25.000	30.000	35.000
11 - 15	40.000	45.000	50.000	54.800	55.000
16 - 20	56.300	60.000	65.000	70.000	75.000

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	0.00	0.00	0.50	0.175
2	5.00	0.00	0.50	0.175
3	10.00	0.00	0.50	0.175
4	14.70	0.00	0.50	0.150
5	15.00	0.00	0.50	0.134
6	20.00	0.00	0.50	0.156
7	20.20	0.00	0.50	0.175
8	25.00	0.00	0.50	0.181
9	30.00	0.00	0.50	0.149
10	35.00	0.00	0.50	0.133
11	40.00	0.00	0.50	0.134
12	45.00	0.00	0.50	0.151
13	50.00	0.00	0.50	0.180
14	54.80	0.00	0.50	0.177
15	55.00	0.00	0.50	0.158
16	56.30	0.00	0.50	0.152
17	60.00	0.00	0.50	0.165
18	65.00	0.00	0.50	0.165
19	70.00	0.00	0.50	0.165
20	75.00	0.00	0.50	0.165

3.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0.064	36.475	0.111
	730	0.090	51.405	0.085
2	365	0.064	36.467	0.111
	730	0.090	51.400	0.085
3	365	0.064	36.391	0.111
	730	0.090	51.354	0.085
4	365	0.039	26.179	0.111
	730	0.067	44.700	0.083
5	365	0.030	22.534	0.104
	730	0.059	44.120	0.075
6	365	0.020	12.831	0.136
	730	0.055	34.954	0.101
7	365	0.020	11.402	0.155
	730	0.054	31.094	0.121
8	365	0.021	11.704	0.160
	730	0.055	30.497	0.126
9	365	0.023	15.217	0.126
	730	0.056	37.684	0.093
10	365	0.024	18.116	0.109
	730	0.057	42.733	0.076
11	365	0.026	19.157	0.109
	730	0.058	43.159	0.076
12	365	0.027	18.120	0.123
	730	0.059	39.074	0.092
13	365	0.029	16.093	0.151
	730	0.060	33.224	0.120
14	365	0.032	17.956	0.145
	730	0.061	34.693	0.116

D-Settlement 20.1

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
15	365	0.032	20.205	0.126
	730	0.061	38.809	0.097
16	365	0.043	27.990	0.110
	730	0.069	45.500	0.083
17	365	0.057	34.367	0.108
	730	0.082	49.837	0.083
18	365	0.057	34.457	0.108
	730	0.082	49.904	0.083
19	365	0.057	34.468	0.108
	730	0.082	49.912	0.083
20	365	0.057	34.470	0.108
	730	0.082	49.914	0.083

End of Report

F.MEMO STOOTPLATEN

Datum
26 februari 2021

Doc.nr.
N206-MEM-99999

Status **Versie**
Definitief 0.2

Pagina
1 | 8

Aan	Van
Johan Mulder	Henk van der Eem
Kopie	
Marc de Ruiter	
Ewoud de Vries	
Herbert van der Ham	
PKC - stootplaten	
Resultaten Plaxis berekening	

1. AANPAK

Er is enkel gekeken naar vervormingen op het niveau bovenzijde asfalt als gevolg van aslasten. Hierbij is uitgegaan van dynamische stijfheidsmoduli van de wegconstructie en ondergrond. Op de verkeersbelasting is een stootfactor van 1,4 in rekening gebracht. Zettingen door toename van spanningen in de ondergrond als gevolg van statische belastingverhogingen, zoals aanvullen met zand, beton en wegconstructie, zijn niet meegenomen. Op het moment dat asfalt is aangebracht en de weg in dienst is genomen zijn de nog te verwachten verschrompelingen als gevolg van de statische belastingverhogingen naar verwachting gering. Dit wordt nog wel in het advies van de pompkelder bepaald. Er zijn twee beschouwingen uitgevoerd waarbij in eerste instantie is uitgegaan van grote aslasten (300 kN) zonder 3D effect (dus in feite alle rijstroken belast) en in de tweede beschouwing met kleinere aslasten (150 kN) en 3D effect (in feite één rijstrook belast).

2. UITGANGSPUNTEN

- Na uitvoeren van de grondverbetering tot NAP-7,5 m blijft er nog een diepe kleilaag van circa 0,5 m dikte in de ondergrond achter rond een niveau van NAP-9,0/-9,5 m;
- Fundatieniveau van de pompkelder is NAP-6,1 m;
- In eerste instantie: Verkeersbelasting asstelsel 2x300 kN over breedte 0,4 m en 3 m rijstrookbreedte. Belasting per as 250 kN/m²;
- In twee instantie: Verkeersbelasting asstelsel 2x150 kN over breedte 0,4 m met spreiding in ondergrond. Dit geeft een strookbelasting van $150 / (2,0 \cdot (0,4 + 2 \cdot 1,26)) \cdot 1 / 0,4 = 64 \text{ kN/m}^2$ over 0,4 m breedte;
- Hart op hart afstand assen van 1,20 m;
- Stootfactor 1,4 in rekening gebracht;
- Wegopbouw boven de pompkelder bestaat uit:
 - 0,21 m asfalt
 - 0,30 m hydraulisch menggranulaat
 - 0,75 m zand
- Stijfheid asfalt $E_{\text{dyn}} = 7.000 \text{ MPa}$;
- Stijfheid menggranulaat $E_{\text{dyn}} = 600 \text{ MPa}$;
- Stijfheid verdicht zand $E_{\text{dyn}} = 80 \text{ MPa}$;
- Stijfheid klei ondergrond $E_{\text{dyn}} = 40 \text{ MPa}$;
- Breedte overgangsconstructie menggranulaat = 8,5 tot 12 m met dikte 1,05 m en plaatselijk 1,35 m. Het horizontale dikkere gedeelte menggranulaat naast de pompkelder is 7,5 m breed;
- Er zijn verschillende belastinglocaties doorgerekend:
 1. Asstelsel buiten invloed PKC
 2. Asstelsel op 5 m uit PKC
 3. Asstelsel op 0,5 m uit PKC
 4. Asstelsel direct naast PKC

Kernmerk
N206-MEM-99999

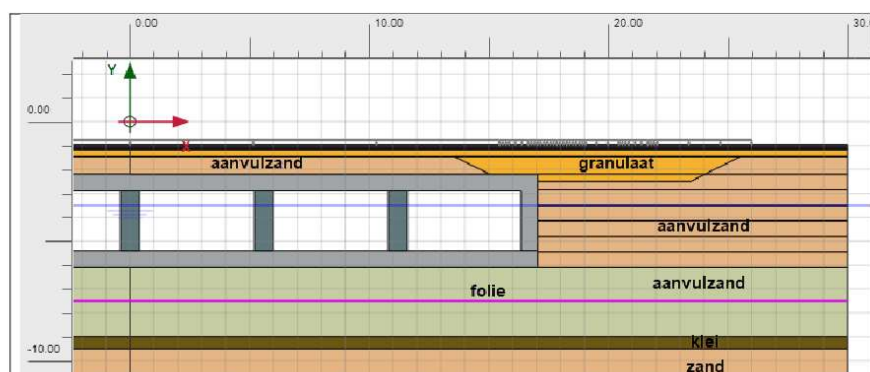
Pagina 1 | 8



MEMO
Resultaten Plaxis berekening

5. Asstelsel met één as op PKC en één as direct naast PKC;
- PKC is voordat asfalt aangebracht wordt reeds aantal maal belast met bouwverkeer van 15 kPa;
 - PKC is aantal maal 80% volgezet met water en geleegd. Dit is niet i.c.m. belasting door asstelsels.

In onderstaand figuur is de schematisatie van de pompkelder weergegeven.



Kernmerk
N206-MEM-99999

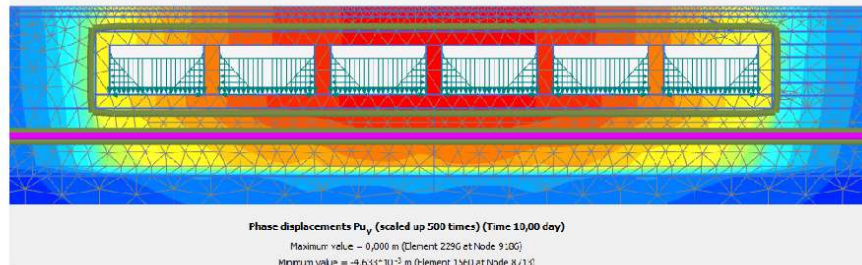
Pagina 2 | 8



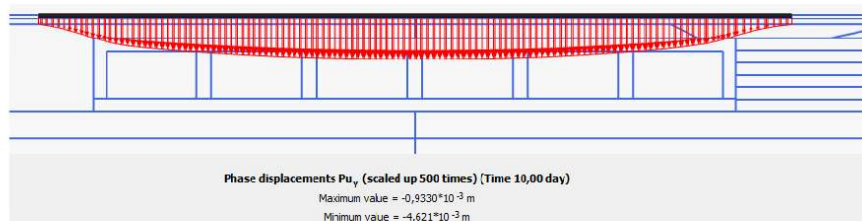
MEMO
Resultaten Plaxis berekening

Effect 80% vullen van PKC

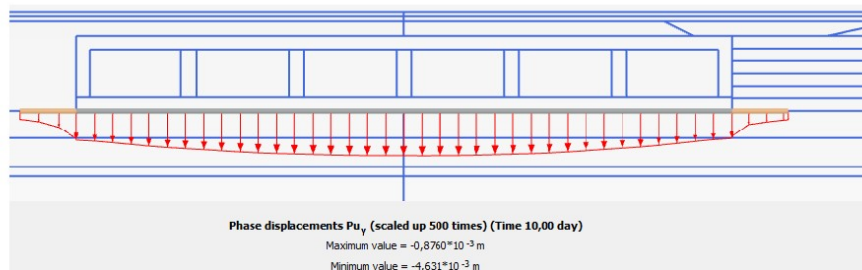
Bij het vullen en leegzetten is niet uitgegaan van de verhoogde stijfheidsparameters in de ondergrond.



Verticale vervorming a.g.v. 80% vullen – maximaal 4,6 mm omlaag



Ter plaatse van bovenkant verharding – maximaal 4,6 mm, minimaal 0,9 mm omlaag

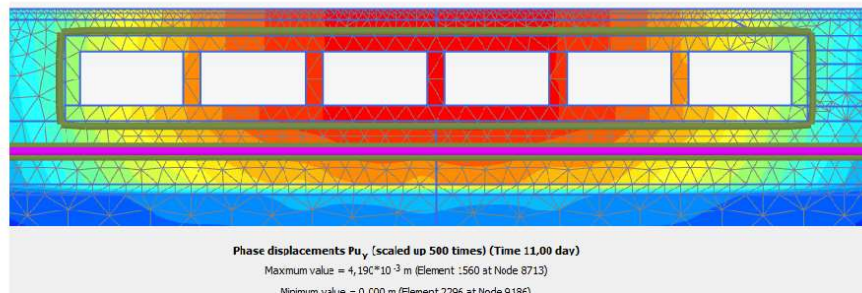


Ter plaatse van onderkant PKC – maximaal 4,6 mm, minimaal 0,9 mm omlaag

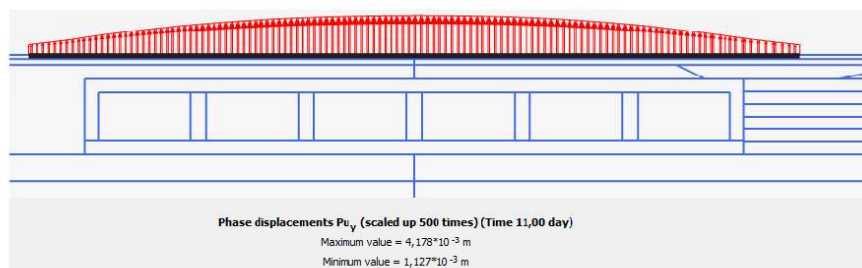


MEMO
Resultaten Plaxis berekening

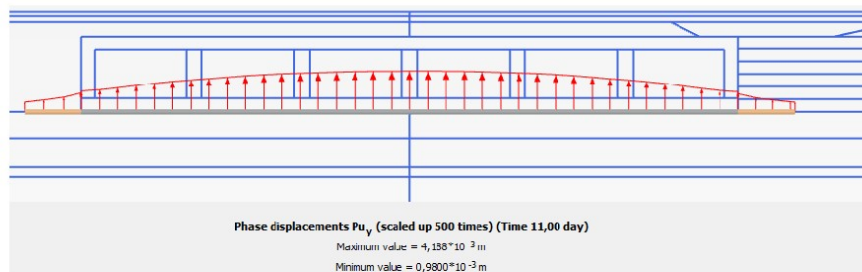
Effect leegzetten PKC



Verticale vervorming a.g.v. leeg zetten – maximaal 4,2 mm omhoog



Ter plaatse van bovenkant verharding - maximaal 4,2 mm, minimaal 1,1 mm omhoog



Ter plaatse van onderkant PKC - maximaal 4,2 mm, minimaal 1,0 mm omhoog

Kernmerk
N206-MEM-99999

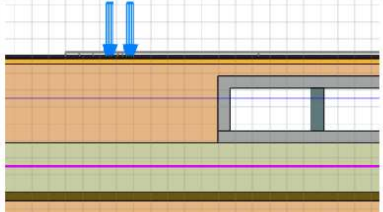
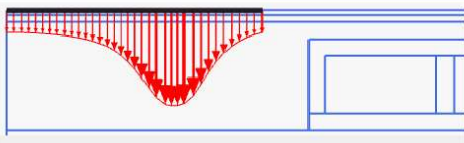
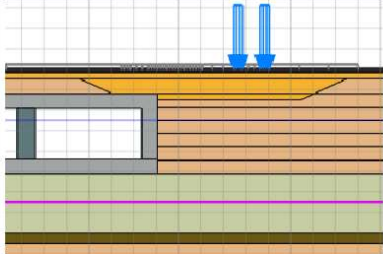
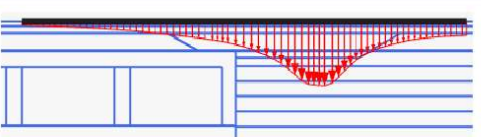
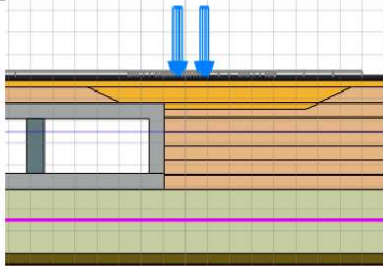
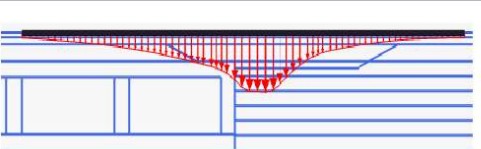
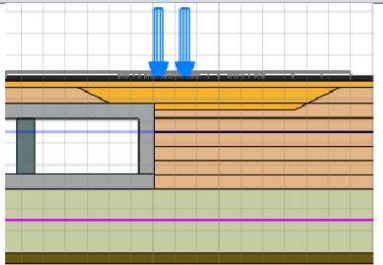
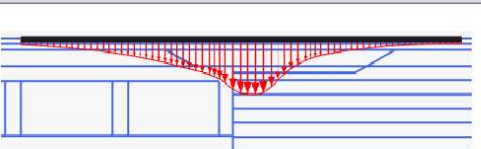
Pagina 4 | 8



MEMO
Resultaten Plaxis berekening

Effect asbelastingen

Navolgend zijn de verticale vervormingen gegeven van bovenzijde wegverharding. In eerste instantie is dit gedaan voor de hoge aslasten van 300 kN. Omdat hiermee alle rijstroken zijn belast is er ook een zakking van de pompkelder te zien, hetgeen scherpe overgangen mogelijk weg filtert.

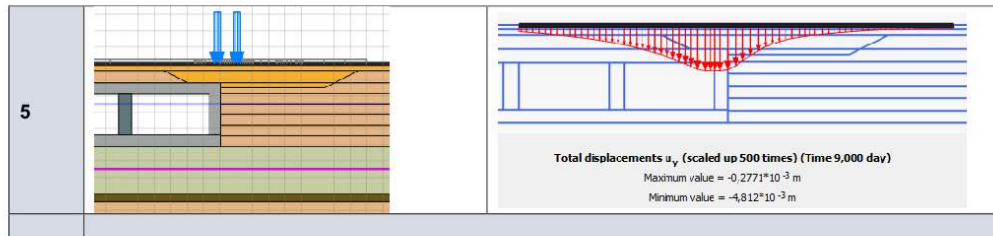
Geval	Verticale vervorming	
1		 Total displacements u_y (scaled up 500 times) (Time 9,000 day) Maximum value = $-1,888 \cdot 10^{-3}$ m Minimum value = $-8,206 \cdot 10^{-3}$ m
2		 Total displacements u_y (scaled up 500 times) (Time 9,000 day) Maximum value = $-0,3162 \cdot 10^{-3}$ m Minimum value = $-5,494 \cdot 10^{-3}$ m
3		 Total displacements u_y (scaled up 500 times) (Time 9,000 day) Maximum value = $-0,4301 \cdot 10^{-3}$ m Minimum value = $-5,180 \cdot 10^{-3}$ m
4		 Total displacements u_y (scaled up 500 times) (Time 9,000 day) Maximum value = $-0,3876 \cdot 10^{-3}$ m Minimum value = $-5,088 \cdot 10^{-3}$ m

Kernmerk
N206-MEM-99999

Pagina 5 | 8

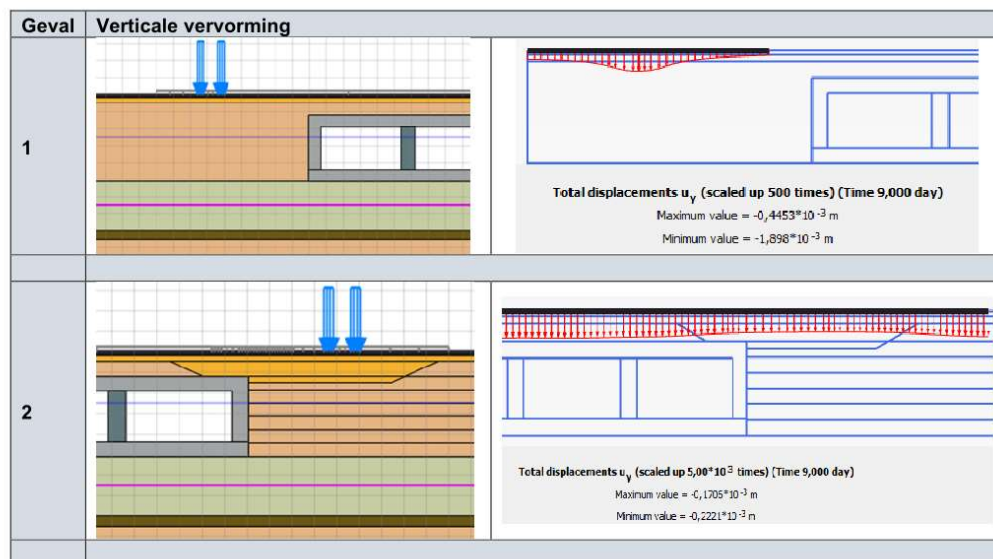


MEMO Resultaten Plaxis berekening



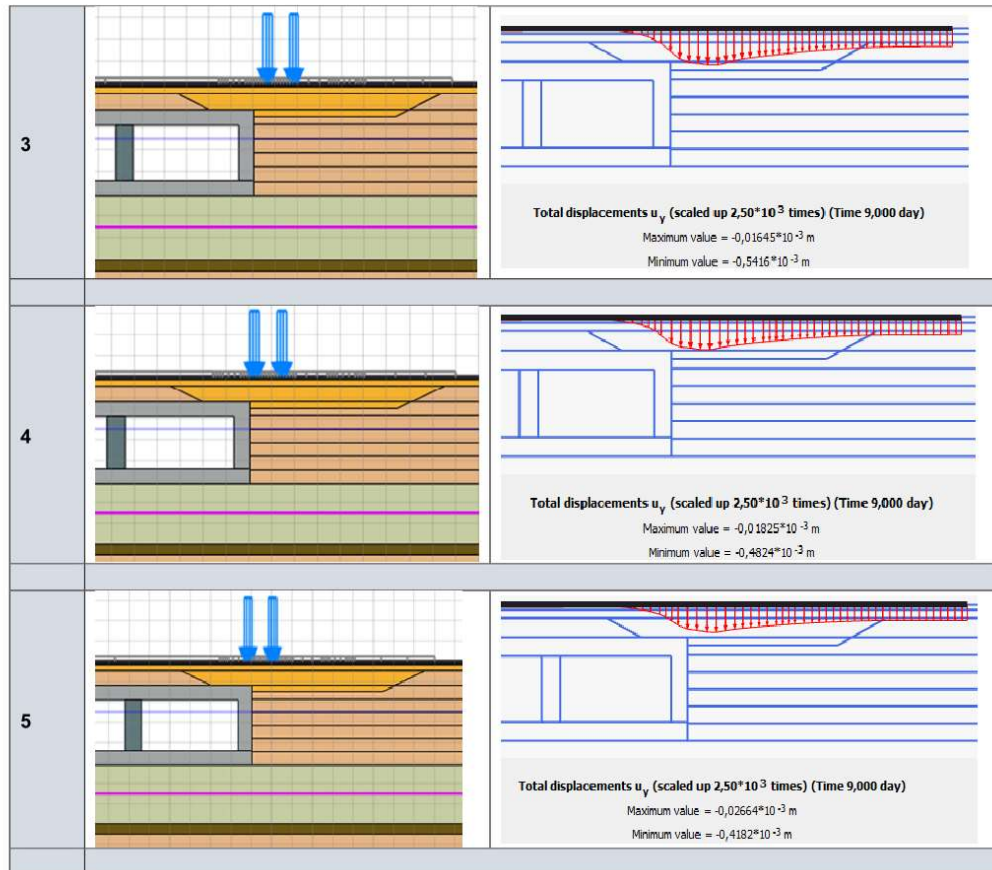
Dit betekent dat de verticale vervorming op het weggedeelte buiten het invloedsgebied van de pompkelder circa 8 mm bedraagt en ter plaatse van de overgangsconstructie direct naast de pompkelder circa 5 mm. Het weggedeelte boven de pompkelder zakt afhankelijk van de situatie circa 2 tot 4 mm.

In tweede instantie is uitgegaan dat er slechts één belaste rijstrook is met asstelsels van 150 kN (strookbelasting van 64 kN/m² over 0,4 m breedte). Hierbij kan worden aangenomen dat de pompkelder zelf vanwege grote spreiding in dwarsrichting geen verplaatsing zal ondergaan. Dit is gerealiseerd door de onderzijde van de pompkelder te fixeren in verticale richting. Dit zal betekenen dat de verschilverplaatsingen tussen grond en pompkelder het grootst zijn en dus ook de scherpste overgangen te zien zal geven. In onderstaande figuren zijn de resultaten gegeven.

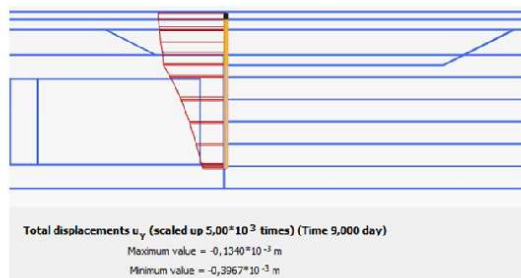




MEMO
Resultaten Plaxis berekening



Dit betekent dat de verticale vervorming op het weggedeelte buiten het invloedsgebied van de pompkelder circa 2 mm bedraagt en direct naast de pompkelder circa 0,5 mm. De overgang is in geval 3 en 4 uiteraard het scherpst. De maximale zakking iets naast de pompkelder bedraagt echter slechts 0,55 mm in geval 3. Direct naast de pompkelder is dit 0,4 mm. Dit is te zien in het onderstaande figuur waar de zakking over de hoogte is gegeven.



Kernmerk
N206-MEM-99999

Pagina 7 | 8



MEMO
Resultaten Plaxis berekening

Vervormingen op niveau bovenkant PKC

In onderstaand figuur van geval 4 is te zien dat er geen verticale verplaatsing van de tunnel optreedt. Wel is een kleine doorbuiging van het dak te zien. Het zakkingsverschil ter plaatse van de overgang pompkelder naar aardebaan is op dit niveau circa 0,35 mm.



3. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het vervormingsgedrag van de grond is bepaald door uit te gaan van twee situaties. In eerste instantie door grote asbelastingen (2x300 kN) op alle rijstroken waarbij ook de pompkelder zakkend ondergaat en in tweede instantie door uit te gaan van realistischere aslasten (2x150 kN) op één rijstrook waarbij door spreiding in dwarsrichting de pompkelder niet zakt.

Uit beide beschouwingen blijkt dat de te verwachten vervormingen ter plaatse van de overgangsconstructie met granulaat als gevolg van de aslasten gering tot zeer gering zijn. In het eerste geval maximaal 5,5 mm. In het tweede geval slechts 0,5 mm. De zettingen vertonen hierbij een gelijkmatig verloop zonder scherpe knikken ter plaatse van de overgang pompkelder - aardebaan.

Opgemerkt wordt dat er geen dynamisch effect in de vorm van verdichting door trillingen in de berekening kan worden meegenomen. Wel is rekening gehouden met een stootfactor waarmee de belasting is verhoogd van 1,4. Om het effect van klink en naverdichting door trillingen te reduceren is het noodzaak dat een goede kwaliteit zand en hoge verdichtingsgraad wordt gehanteerd. Dit betekent dat een verdichtingsgraad van gemiddeld 100% en minimaal 95% in plaats van gemiddeld 98% en minimaal 93% (St RAW 22.02.07.05) dient worden toegepast voor het zand naast de pompkelder.

Tevens is het toepassen van een funderingswapening aan te bevelen.

DO CONSTRUCTIEBEREKENING POMPKELDERCONSTRUCTIE

GEMEENTE KATWIJKAfdeling Veiligheid
Team Vergunningen

Gezien



d.d. 01-06-2021

RIJNLANDROUTE N206 IR. G. TJALMAWEG

Projectnummer	2516203		
Projectomschrijving	RijnlandRoute N206 Ir. G. Tjalmaweg		
Opdrachtgever	Provincie Zuid-Holland		
Contract-/besteknummer	DOS-2017-0003519		
Documentnummer	N206-BER-32401		
Versienummer	1.0	Versiedatum	12 mei 2021

DOCUMENTHISTORIE

Versie	Versiedatum	Omschrijving
0.1	22-2-2021	Eerste conceptversie
0.2	18-3-2021	Tweede conceptversie
1.0	12-5-2021	Eerste versie voor OG

WIJZIGINGENMATRIX

Bevinding	Besluit	Verwerkt in

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	6
1.1	AANLEIDING	6
1.2	DOEL VAN DIT DOCUMENT	6
1.3	LEESWIJZER	6
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.....	7
2.1	DOCUMENTEN	7
2.2	GEVOLGKLASSE, LEVENSDUUR EN REFERENTIEPERIODE	7
2.3	MATERIAAL BETON	7
2.3.1	Sterkte eigenschappen beton	7
2.3.2	Sterkte eigenschappen betonstaal	8
2.3.3	Constructieklasse, milieuklasse, dekking	8
2.4	BOUWFASERING.....	9
2.5	TOLERANTIES	9
2.6	GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN	10
2.6.1	Grondwaterstanden	10
2.6.2	Zettingen en zettingsverschillen	10
2.6.3	Beddingen.....	10
3	BESCHRIJVING VAN DE CONSTRUCTIE	11
3.1	SITUATIE.....	11
3.2	GEOMETRIE PKC.....	11
3.3	FASERING PKC.....	14
4	BELASTINGEN	16
4.1	PERMANENTE BELASTINGEN	16
4.1.1	Eigengewicht	16
4.1.2	Uitvullaag	16
4.1.3	Asfalt	16
4.1.4	Geleiderails	16
4.1.5	Stootplaten.....	17
4.1.6	Grondbelastingen	17
4.1.7	Waterdruk	18
4.1.8	Lamellenwand.....	19
4.1.9	Ongelijkmatige zettingen	19
4.1.10	Krimp.....	19
4.1.11	Kruip.....	20
4.2	VARIABELE BELASTINGEN	21
4.2.1	Temperatuurbelasting	21
4.2.2	Windbelasting	21
4.2.3	Sneeuwbelasting	21
4.3	VERKEERSBELASTING.....	22
4.3.1	Belastingmodel 1	22
4.3.2	Belastingmodel 2	24
4.3.3	Belastingmodel 3	25
4.3.4	Belasting inspectiepad.....	26
4.3.5	Belastingmodel t.b.v. vermoeiing.....	26
4.3.6	Terreinbelasting	26
4.4	HORIZONTALE BELASTING REM/AANZET	26
4.5	BELASTINGEN CALAMITEIT	26
4.5.1	Brand	26
4.5.2	Aanrijding tegen PKC	27
4.5.3	Aanrijding op het dek	27
4.5.4	Zuigwagen op dak van de schacht.....	27
4.6	BELASTINGEN BOUWFASE	27

4.6.1	Permanente belastingen.....	27
4.6.2	Verkeersbelastingen.....	28
4.6.3	Temperatuurbelasting.....	28
5	BELASTINGCOMBINATIES EN FACTOREN	29
6	MODELLERING	30
6.1	REKENMODEL	30
6.1.1	Keldervloer.....	30
6.1.2	Kelderwanden.....	31
6.1.3	Kolommen.....	32
6.1.4	Binnenwanden	32
6.1.5	Rijdek.....	33
6.1.6	Toegangsschacht	34
6.2	BEDDINGEN	36
6.3	EINDIGE ELEMENTEN NET	36
6.4	BOUWFASE	37
6.5	VALIDATIE MODEL.....	37
7	BEREKENINGSRESULTATEN EN TOETSINGEN	40
7.1	BEREKENINGSPROCEDURE	40
7.2	RIJVLOER	41
7.2.1	Toetsing scheurwijdte BGT.....	41
7.2.2	Toetsing momentcapaciteit UGT	45
7.2.3	Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT	46
7.2.4	Toetsing vermoeiing UGT	48
7.3	KELDERVLOER	52
7.3.1	Toetsing scheurwijdte BGT.....	52
7.3.2	Toetsing momentcapaciteit UGT	53
7.3.3	Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT	54
7.4	KELDERWANDEN	55
7.4.1	Toetsing scheurwijdte BGT.....	55
7.4.2	Toetsing momentcapaciteit UGT	57
7.4.3	Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT	58
7.5	BINNENWANDEN.....	60
7.5.1	Toetsing scheurwijdte BGT.....	60
7.5.2	Toetsing momentcapaciteit UGT	62
7.5.3	Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT	63
7.6	TOEGANGSSCHACHT	65
7.6.1	Toetsing scheurwijdte BGT.....	65
7.6.2	Toetsing momentcapaciteit UGT	67
7.6.3	Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT	69
7.7	KOLOMMEN	70
7.7.1	Toetsing spanningsbeperking BGT	70
7.7.2	Toetsing scheurwijdte BGT.....	71
7.7.3	Toetsing momentcapaciteit UGT	72
7.7.4	Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT	72
7.7.5	Toetsing ponscapaciteit UGT	73
7.8	LAS- EN VERANKERINGSLENGTES.....	74
7.9	REACTIES	75
7.9.1	Reacties bouwfase 1	75
7.9.2	Reacties bouwfase 2	77
7.9.3	Reacties definitieve fase.....	78
7.9.4	Maximale fundatiedruk.....	80
8	VERIFICATIE VAN EISEN	82
9	DOORKIJK NAAR HET UO	83

BIJLAGEN	84
A. DO TEKENINGEN	85
B. KRIMP, KRUIP EN TEMPERATUUR	86
C. BELASTINGEN EN COMBINATIES	87
D. WAPENINGSSCHETSEN	88
E. SCIA MODEL PKC MET LAGE BEDDING	89
F. SCIA MODEL PKC MET HOGE BEDDING	90
G. TOETSINGEN RIJVLOER	91
H. TOETSINGEN KELDervLOER	92
I. TOETSINGEN KELDERWANDEN	93
J. TOETSINGEN BINNENWANDEN	94
K. TOETSINGEN TOEGANGSSCHACHT	95
L. TOETSINGEN KOLOMMEN	96

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING

De RijnlandRoute is de benaming van een nieuwe wegverbinding tussen de A4 en Katwijk. De aanleg is noodzakelijk vanwege het gebrek aan kwalitatief goede oost-west verbindingen in de regio en de toenemende verkeersdruk op de N206 door Katwijk en Leiden.

De provincie Zuid-Holland, het Rijk en de regio Holland Rijnland willen gezamenlijk de bereikbaarheid, leefbaarheid en verkeersveiligheid van de regio verbeteren door middel van het project RijnlandRoute. Onderdeel van de RijnlandRoute is het realiseren van het deelproject 'RijnlandRoute N206 Ir. G.Tjalmaweg'. De N206 behoort tot één van de drukste wegen in de regio en heeft onvoldoende capaciteit om het groeiend aantal verkeersbewegingen te verwerken. Dit deelproject wordt aan de westzijde begrensd door het kruispunt N206-N441 en aan de oostzijde door de aansluiting Leiden-West. De lengte van het traject is circa 3 km.

Het project 'RijnlandRoute N206 Ir. G.Tjalmaweg' bestaat in hoofdlijnen uit:

- Uitbreiding van 2x1 naar 2x2 rijstroken en opwaardering tot stroomweg.
- N206 Ir G. Tjalmaweg grotendeels half verdiept realiseren.
- Realisatie van een tweede Torenvlietbrug.
- De bestaande Torenvlietbrug wordt niet-beweegbaar gemaakt.
- Realisatie van ongelijkvloerse aansluitingen (Valkenburg I en Valkenburg II).
- Realisatie van diverse kleinere kunstwerken.

1.2 DOEL VAN DIT DOCUMENT

Doel van dit document is het uitwerken van het Definitief Ontwerp (DO) van de pompkelderconstructie (PKC) (SBS-1.2.05):

- Vastleggen eisen en uitgangspunten;
- Vaststellen hoofdafmetingen en toe te passen materialen;
- Vaststellen wapening en fundatiedrukken;
- Inventariseren raakvlakken met omgeving en andere disciplines;

Buiten de scope van dit document valt:

- Toetsing van het opdrijven van de pompkelder, zie hiervoor N206-BER-32402;
- Toetsing van het opdrijven van de folieconstructie t.p.v. de pompkelder, zie hiervoor N206-BER-33007;
- Trappen, pompinstallaties, bordessen en het hydraulisch ontwerp;

Voor een beschrijving van de PKC zie hoofdstuk 3. Voor een overzicht van aandachtspunten voor het uitvoeringsontwerp (UO) zie hoofdstuk 9.

1.3 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden weergegeven. In hoofdstuk 3 is de constructie van het nieuwe kunstwerk beschreven. In hoofdstuk 4 en 5 zijn de belastingen en belastingcombinaties uitgewerkt. In hoofdstuk 6 is de modellering toegelicht. In hoofdstuk 7 zijn de resultaten van de berekening opgenomen. In hoofdstuk 8 zijn de eisen geverifieerd en in hoofdstuk 9 zijn nog enkele aandachtspunten voor het UO vastgelegd.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 DOCUMENTEN

In de uitgangspuntennota VO Kunstwerken [A] zijn de van toepassing zijnde normen en richtlijnen opgenomen. Onderstaande referenties en documenten zijn voor dit document van toepassing.

Tabel 1: Overzicht bijbehorende algemene documenten

Ref	Documentnr.	Document
[A]	N206-UGN-22001	Uitgangspuntennota VO Kunstwerken
[B]	N206-ONO-32401	Ontwerpnota DO PKC

Tabel 2: Overzicht bijbehorende berekeningen

Ref	Documentnr.	Document
[C]	N206-BER-22401	Berekeningsrapport VO PKC
[D]	N206-BER-32402	Fundatieadvies PKC
[E]	N206-BER-33007	Berekeningsrapport DO geotechniek Verdiepte ligging aardebaan

Tabel 3: Overzicht bijbehorende tekeningen

Ref	Documentnr.	Document
[F]	N206-TEK-32401 t/m 32404	DO-tekeningen PKC (zie bijlage A)

2.2 GEVOLGKLASSE, LEVENSDUUR EN REFERENTIEPERIODE

Voor het kunstwerk wordt een levensduur van 100 jaar gehanteerd conform [SYS-00242]. In Tabel 4 is de aangehouden levensduur te zien van de verschillende constructie onderdelen.

Tabel 4: Overzicht levensduur constructie onderdelen

Onderdeel	Minimale technische levensduur
Betonnen hoofdtraagconstructie	100 jaar [SYS-00242]
Overige permanente onderdelen	100 jaar
Leuningen en trappen	20 jaar
Luiken	20 jaar
Pompinstallatie	20 jaar

2.3 MATERIAAL BETON

2.3.1 Sterkte eigenschappen beton

In onderstaande tabel zijn de sterkte parameters van de toegepaste betonsterkte klasse weergegeven. In deze tabel is een gereduceerde E-modules weergegeven. Hierin zijn de statische eigenschappen van een gescheurde doorsnede en kruip effecten meegenomen. In het model wordt de gescheurde E-modulus toegepast.

Tabel 5: Beton sterkte parameters

Sterkteklasse	f_{ck} [N/mm ²]	$f_{ck;cube}$ [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	$f_{cd}^{1)}$ [N/mm ²]	$f_{ctd}^{1)}$ [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	ϵ_{c3} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]	E_{cm} [N/mm ²]	$E_{c;red}^{2)}$ [N/mm ²]
C35/45	35	45	43	23	1,5	3,2	1,75	3,5	34,100	11,400

¹⁾ f_{cd} en f_{ctd} zijn gegeven voor blijvende en tijdelijke belastingen.

²⁾ $E_{c;red}$ wordt toegepast om de statische eigenschappen van een gescheurde doorsnede te benaderen inclusief kruipeffecten ($1/3 \cdot E_{cm}$).

Voor alle onderdelen wordt de betonsterkteklasse C35/45 toegepast.

2.3.2 Sterkte eigenschappen betonstaal

Voor de wapening is uitgegaan van betonstaal B500B. Tevens is het uitgangspunt dat lassen aan de wapening alleen is toegestaan na overleg met de constructeur.

Tabel 6: Eigenschappen wapening

Betonstaal	f_{yk} [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	ϵ_{uk} [‰]	E_s [N/mm ²]	α [K ⁻¹]
B500B	500	435	5,0	200000	10 ⁻⁵

2.3.3 Constructieklasse, milieuklasse, dekking

Voor de verschillende constructie onderdelen zijn de constructieklasse, milieuklasse, dekking en toelaatbare scheurwijdte bepaald. Hierbij is rekening gehouden met de maximale toelaatbare scheurwijdte, exclusief eventuele k_x -factor, van 0,20 mm voor gewapend beton conform eis SYS-00689. In hoofdstuk 7 zijn de scheurwijdte berekeningen uitgevoerd waarmee wordt aangetoond dat er aan deze eis wordt voldaan.

Conform eis SYS-00496 is er bij het bepalen van de milieuklassen voor elk onderdeel rekening gehouden met het eventuele contact met water en dooizouten. In Tabel 7 zijn de milieuklassen en toelaatbare scheurwijdtes samengevat. Hierbij is aangenomen dat de grond binnen de folieconstructie in de loop van de tijd chloridehoudend wordt.

Tabel 7: Dekking en toelaatbare scheurwijdte landhoofd

Onderdeel	Zijde	Milieu klasse	Constructie klasse	$C_{min,dur}$ [mm]	C_{dev} [mm]	C_{risc} [mm]	C_{onbk} [mm]	C_{nom} [mm]	C_{toeg} [mm]	k_x [-]	W_k [mm]	$W_{k,max}$ [-]
Rijvloer	Boven	XD3, XC2, XF4	S4	40	10	0	5	55	70	1,27	0,20	0,25
	Onder	XD3, XC3, XF4	S4	40	10	0	0	50	60*	1,20	0,20	0,24
Keldervloer	Boven	XD3, XC4, XF4	S5	45	10	0	5	60	70	1,17	0,20	0,23
	Onder	XD3, XC1, XF4	S4	40	10	0	0	50	60*	1,20	0,20	0,24
Kelderwanden	Buiten	XD3, XC2, XF4	S4	40	10	0	0	50	55	1,10	0,20	0,22
	Binnen	XD3, XC4, XF4	S5	45	10	0	0	55	55	1,00	0,20	0,20
Binnenwanden	Boven	XD3, XC4, XF4	S5	45	10	0	5	60	60	1,00	0,20	0,20
	Zijkant	XD3, XC4, XF4	S5	45	10	0	0	55	55	1,00	0,20	0,20
Kolommen	n.v.t.	XD3, XC4, XF4	S6	50	10	0	0	60	60	1,00	0,20	0,20
Schacht	Boven	XD1, XC2, XF2	S4	35	10	0	5	50	55	1,10	0,20	0,22
	Onder	XD1, XC2, XF2	S4	35	10	0	0	45	45**	1,00	0,20	0,20
	Zijkant	XD1, XC2, XF2	S4	35	10	0	0	45	55	1,22	0,20	0,24

* Dekking op de hoofdwapening bedraagt 70 mm rekening houdend met een draagstaaf van 10 mm

** Dekking op de hoofdwapening bedraagt 55 mm rekening houdend met een draagstaaf van 10 mm

2.4 BOUWFASERING

Onderstaand is chronologisch op hoofdlijnen de bouwfaserings opgenomen.

Fase 1 (Bouw noordzijde):

1. Start fase 1 bij het gereedkomen bouwkuip KW03;
2. Storten keldervloer deel 1;
3. Storten kelderwanden, binnenwanden en kolommen deel 1;
4. Storten rijdek deel 1;
5. Aanvullen grond aan noordelijke zijde en verwijderen ankers damwand aan de noordzijde;
6. Aanbrengen talud t.b.v. werkweg over het dek;

Fase 2 (Bouw zuidzijde & toegangsschacht):

7. Start fase 2 met het storten keldervloer deel 2;
8. Storten kelderwanden, binnenwanden en kolommen deel 2;
9. Storten rijdek deel 2;
10. Gelijktijdig met stappen 7 t/m 9: storten wanden schacht;
11. Gelijktijdig met stappen 7 t/m 9: storten dak schacht;
12. Aanvullen grond t.b.v. definitieve weg N206;
13. Aanbrengen gewapende grondconstructie;
14. Verwijderen/afvoeren bouwmaterialen/bekistingen;
15. Aanbrengen pompinstallaties en leidingen;
16. Aanbrengen trappen, ladders en leuningen;
17. Dichtzetten bouwopeningen;
18. Aanleggen definitieve weg N206;
19. Afbouw pompkelder;

Zoals uit bovenstaande valt op te maken, zal het rijdek in twee fasen worden gestort. Dit betekent dat het eigengewicht van het tweede deel (gedeeltelijk) zal gaan hangen aan het eerste deel. Het momentenverloop in het rijdek veroorzaakt door het eigengewicht wijkt in werkelijkheid dus af van het berekende verloop in het rekenmodel. Echter, het aandeel van het eigengewicht op het totale momentenverloop in het rijdek is relatief klein. Bovendien zijn is het momentenverloop t.g.v. het eigengewicht tussen het faseringsmodel en het definitieve model vergeleken. Hieruit bleek dat de verschillen gering waren. Dit effect is dus verwaarloosbaar en om die reden niet beschouwd in de berekening.

2.5 TOLERANTIES

Conform de uitgangspuntennota [A] worden de toelaatbare toleranties aangehouden conform NEN-EN 13670. Indien de gerealiseerde toleranties kleiner zijn dan de in Tabel 8 aangegeven toleranties conform voornoemde NEN, dan zijn er geen aanvullende maatregelen noodzakelijk.

Tabel 8: Toelaatbare toleranties

Onderdeel	Omschrijving	Maximaal positief [mm]	Maximaal negatief [mm]
Onderbouw kunstwerken	In-situ beton	+20	-20
Bovenbouw kunstwerken	In-situ beton	+20	-20

2.6 GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN

2.6.1 Grondwaterstanden

De grondwaterstand in de verdiepte ligging (polderpeil) bedraagt NAP-3,5 m [E]. De ontwerpstijghoogte buiten de folieconstructie ter hoogte van de pompkelder bedraagt NAP-0,24 m [E].

2.6.2 Zettingen en zettingsverschillen

Conform Eis SYS-00015 bedraagt de restzetting van nieuwe kunstwerken, exclusief autonome bodemdaling, 30 jaar na opleverdatum maximaal 0,050 m met een restzettingsverschil over de lengte van het kunstwerk van 0,030 m, waarbij geldt dat de restzetting na 100 jaar maximaal 0,10 m bedraagt.

2.6.3 Beddingen

De beddingen zijn bepaald in het Fundatieadvies [D]. De verticale bedding bedraagt conform paragraaf 4.3 van het Fundatieadvies:

$k_v = 7,5 \text{ MN/m}$.

Er wordt gevarieerd met de beddingsconstante door deze te delen door, cq. te vermenigvuldigen met een factor $\sqrt{2}$. Dit gebeurt voor de gehele bedding, dus er worden geen lokale stijfheidsverschillen in rekening gebracht. De in rekening te brengen lage en hoge bedding bedragen:

Lage verticale veerstijfheid: $k_v / \sqrt{2} = 5,3 \text{ MN/m}^3$

Hoge verticale veerstijfheid: $k_v * \sqrt{2} = 10,6 \text{ MN/m}^3$

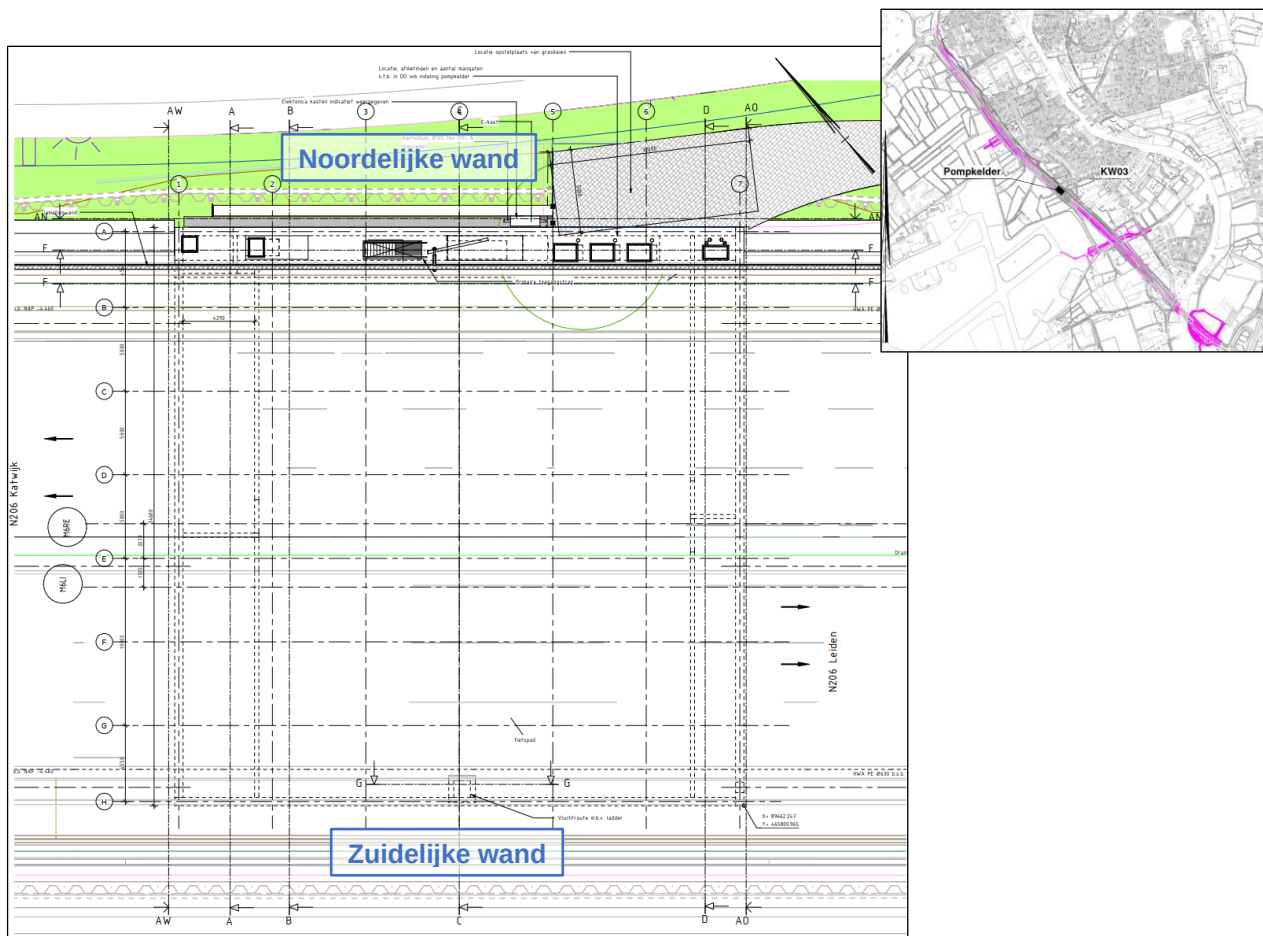
De horizontale beddingsconstante k_h bedraagt 10% van de verticale waarde.

3 BESCHRIJVING VAN DE CONSTRUCTIE

Voor de volledige geometrie van de constructie wordt verwezen naar de DO-tekeningen bijgevoegd in bijlage A. Een globale beschrijving hiervan is gegeven in dit hoofdstuk.

3.1 SITUATIE

De pompkelder komt grotendeels onder de N206 te liggen, ter hoogte van HMP 17,00. De toegangsschacht van de pompkelder bevindt zich aan de noordzijde in de hoger gelegen parkzone. Aan de noordoostzijde van de schacht wordt een verharde opstelplaats voor de zuigwaggen gerealiseerd.



Figuur 1: Situatie PKC

3.2 GEOMETRIE PKC

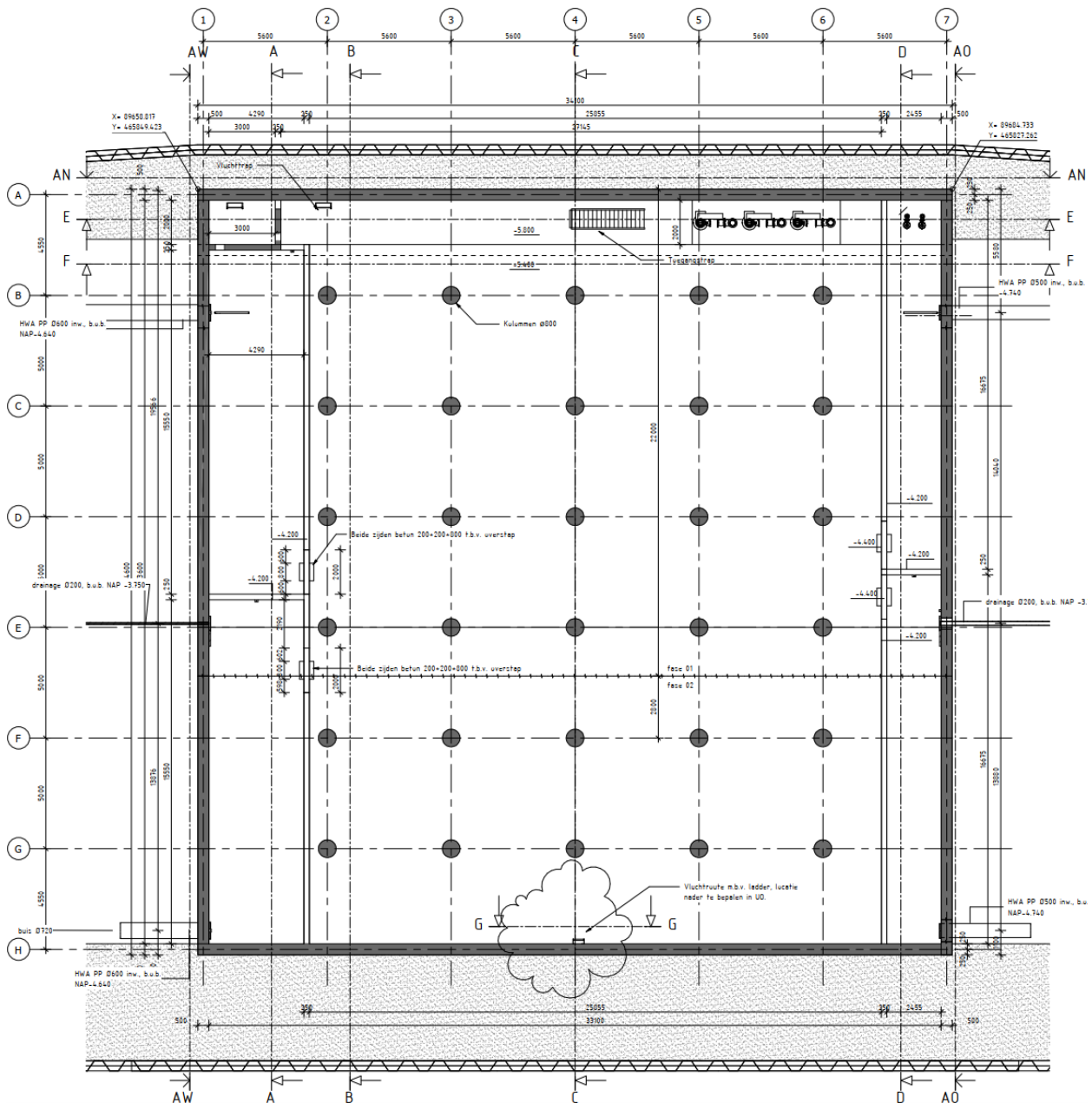
De pompkelder heeft een footprint van 34,1 m (rijrichting) bij 34,6 m (dwarsrichting). De kelderconstructie bestaat uit twee betonnen in-situ vloeren (keldervloer + rijdek) van 700 mm dik en buitenwanden van 500 mm dik. De rijvloer wordt tevens ondersteund door ronde, in het werk gestorte kolommen met een diameter van 800 mm. In de rijrichting staan de kolommen hart-op-hart 5,6 m en in de dwarsrichting staan de kolommen hart-op-hart 5,0 m (zie Figuur 5). In totaal worden er 30 kolommen gerealiseerd. De toegangsschacht bestaat uit in-situ wanden en een in het werk gestort dak. Kortom, alle delen worden in het werk gestort en monoliet verbonden.

De keldervloer wordt op staal gefundeerd (zie Figuur 3). Hiervoor wordt eerst een goed verdichte zandlaag aangebracht (zie ook hoofdstuk 6 van het Geotechnisch Advies [D]). Om de folieconstructie niet te N206-BER-32401 DO constructieberekening Pompkelderconstructie

Bovenop de rijvloer komt een uitvullaag met een dikte variërend tussen de 1,1 m en 1,35 m, waardoor het toepassen van stootplaten niet nodig is. Aan de zuidelijke wand van de schacht worden houten lamellen panelen bevestigd.



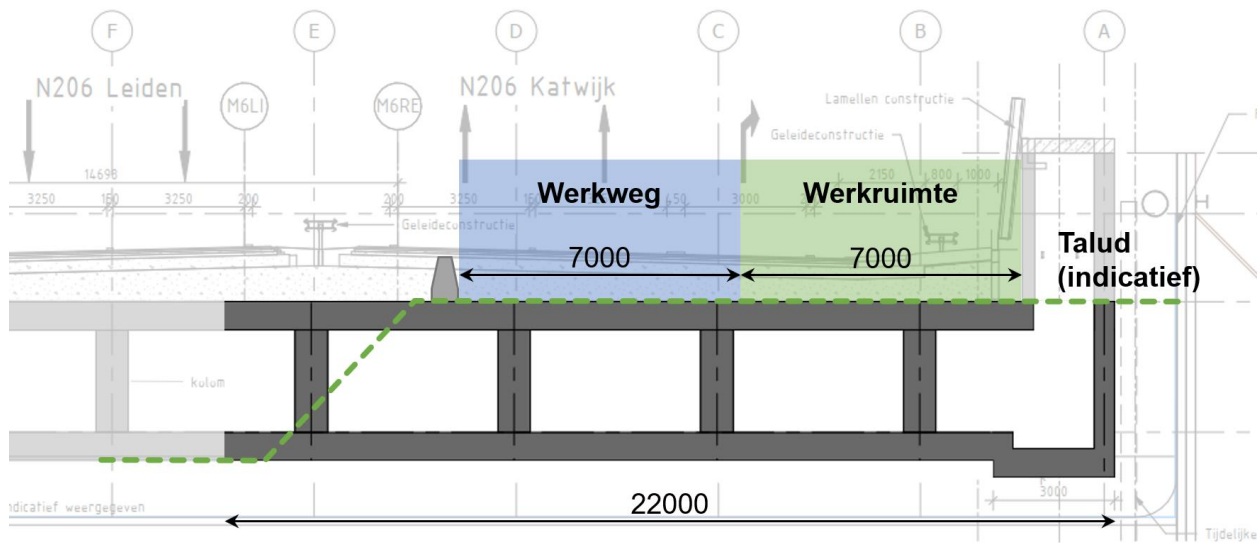




Figuur 5: Plattegrond kelder

3.3 FASERING PKC

Na het gereedkomen van fase 1 wordt de grond al gedeeltelijk aangevuld en zal er een werkweg aangelegd worden over het rijdek van de pompkelder. Dit is weergegeven in Figuur 6. De werkweg wordt 7 m breed en ligt op een afstand van 7 m vanaf de rand van de (nog te realiseren) toegangsschacht. De ruimte tussen de werkweg en de schacht is gereserveerd als werkruimte ten behoeve van het bouwen van de schacht. De stornaad tussen de betonnen delen van fase 1 en 2 ligt op 22 m afstand vanaf de buitenkant van de toegangsschacht. De betonnen delen van fase 1 en 2 worden monoliet verbonden.



Figuur 6: Situatie PKC bij start fase 2

4 BELASTINGEN

In dit hoofdstuk worden de belastingen die van toepassing zijn voor het ontwerp van de pompkelder beschreven.

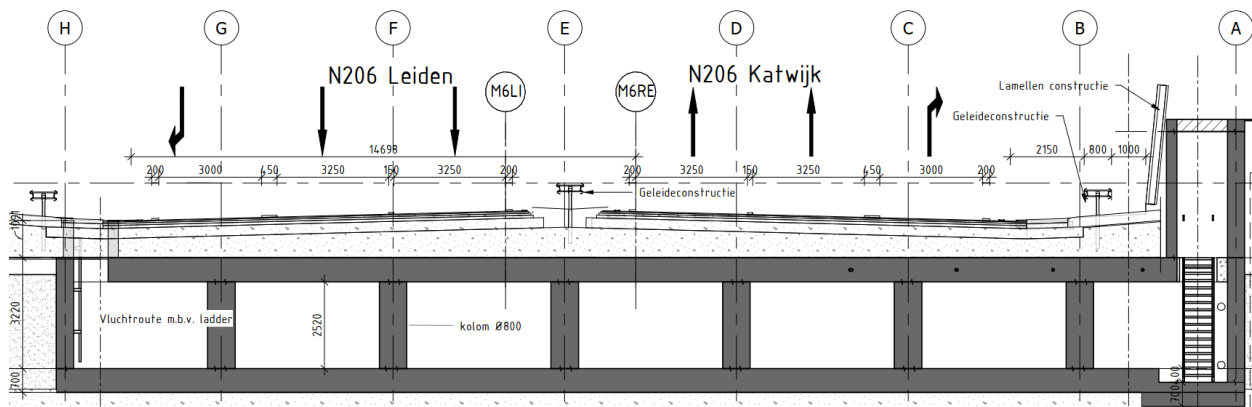
4.1 PERMANENTE BELASTINGEN

4.1.1 Eigengewicht

Het eigengewicht van het beton wordt in Scia Engineer automatisch in rekening gebracht. Voor gewapend beton bedraagt het volumieke gewicht 25 kN/m^3 .

4.1.2 Uitvullaag

Bovenop het rijdek komt een uitvullaag van menggranulaat met een volumieke gewicht van 20 kN/m^3 . De dikte van deze laag ligt tussen de 1,1 m ter plaatse van kant asfalt en de 1,35 m ter plaatse van de middenberm. Aan beide zijden lopen de bermen weer iets op. De bovenbelasting verloopt dus van de 24 kN/m^2 aan de zuidelijke rand, naar 22 kN/m^2 aan de zuidzijde van het asfalt en naar 27 kN/m^2 ter plaatse van de middenberm. Dit loop vervolgens weer af naar 22 kN/m^2 aan de noordzijde van het asfalt en loopt weer iets op naar 26 kN/m^2 ter plaatse van de lamellenconstructie.



Figuur 7: Uitvullaag bovenop rijdek

4.1.3 Asfalt

Het asfaltpakket wordt als een uniforme belasting ingevoerd. De minimale in rekening te brengen dikte van het asfalt pakket is volgens de ROK 1.4 gelijk aan $(140 + a) \text{ mm}$. De term "a" is afhankelijk van de overspanning en is groter dan nul bij een overspanning groter dan 30 m. In dit geval bedraagt de werkelijke asfaltdikte 21 cm en is daarmee maatgevend. Na het corrigeren voor het al in rekening gebrachte gewicht (4.1.2) bedraagt de bovenbelasting:

$$Q_{\text{asfalt}} = 0,21 \cdot (23-20) = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

4.1.4 Geleiderails

Boven de pompkelder worden geleiderails aangebracht. Hiervoor is een eigengewicht van $0,5 \text{ kN/m}$ aangehouden. De geleiderails zijn gemodelleerd als een vrije lijnlasten op de desbetreffende locatie die aangrijpen op het dek.

4.1.5 Stootplaten

Er worden geen stootplaten toegepast. Voor een toelichting zie [D].

4.1.6 Grondbelastingen

Voor het bepalen van de grondbelastingen op de kelderwanden wordt uitgegaan van een grondwaterstand van NAP-3,5 m [E] (polderpeil) binnen de folieconstructie. Aan de noord- en zuidzijde wordt uitgegaan van een ontwerpstijghoogte van NAP-0,24 m [E]. De volgende volumieke gewichten worden aangehouden:

$$\gamma_{dr,grond} = 18 \text{ kN/m}^3 \text{ (droog verdicht zand)}$$

$$\gamma_{na,grond} = 20 \text{ kN/m}^3 \text{ (nat verdicht zand)}$$

Voor het bepalen van de horizontale grondspanningen wordt een neutrale gronddrukfactor van 0,5 aangehouden.

De grondbelasting op de noordelijke kelderwand is bepaald in Tabel 9. Hiervoor is uitgegaan van de stijghoogte van het grondwater buiten de folieconstructie (conservatief), vanwege het feit dat de folieconstructie dicht op de kelderwand ligt. De grondbelasting wordt gemodelleerd met vrije vlaklasten die verlopen van 109 kPa aan de onderzijde van de kelderwand naar 20 kPa op stijghoogte en tot 2 kPa aan de bovenzijde van de kelderwand.

Tabel 9: Verloop grondspanningen over de noordelijke kelderwand (t.p.v. de schacht)

Niveau	Diepte [NAP m]	$\sigma_{gr,v}$ [kPa]	σ_w [kPa]	$\sigma_{k,v}$ [kPa]	λ_n	$\sigma_{k,h}$ [kPa]	$\sigma_{gr,h}$ [kPa]
Maaiveldniveau	2.00	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Bovenkant schacht	1.75	4.5	0.0	4.5	0.5	2.3	2.3
Stijghoogte	-0.24	40.3	0.0	40.3	0.5	20.2	20.2
Bovenkant dek	-2.20	79.5	19.6	59.9	0.5	30.0	49.6
Hartlijn dek	-2.55	86.5	23.1	63.4	0.5	31.7	54.8
Hartlijn keldervloer	-5.75	150.5	55.1	95.4	0.5	47.7	102.8
Onderkant keldervloer	-6.10	157.5	58.6	98.9	0.5	49.5	108.1
Hartlijn verdiepte vloer	-6.15	158.5	59.1	99.4	0.5	49.7	108.8
Onderkant verdiepte vloer	-6.50	165.5	62.6	102.9	0.5	51.5	114.1

De grondbelastingen op de oostelijke en westelijke (lage) kelderwanden zijn bepaald in Tabel 10. Hierbij is uitgegaan van het polderpeil in de verdiepte ligging en een gemiddeld maaiveldniveau van NAP-1,0 m.

Tabel 10: Verloop grondspanningen over de oostelijke en westelijke kelderwanden t.p.v. het rijdek

Niveau	Diepte [NAP m]	$\sigma_{gr,v}$ [kPa]	σ_w [kPa]	$\sigma_{k,v}$ [kPa]	λ_n	$\sigma_{k,h}$ [kPa]	$\sigma_{gr,h}$ [kPa]
Maaiveldniveau	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Bovenkant dek	-2.20	21.6	0.0	21.6	0.5	10.8	10.8
Hartlijn dek	-2.55	27.9	0.0	27.9	0.5	14.0	14.0
Polderpeil	-3.50	45.0	0.0	45.0	0.5	22.5	22.5
Hartlijn keldervloer	-5.75	90.0	22.5	67.5	0.5	33.8	56.3
Onderkant keldervloer	-6.10	97.0	26.0	71.0	0.5	35.5	61.5
Hartlijn verdiepte vloer	-6.15	98.0	26.5	71.5	0.5	35.8	62.3
Onderkant verdiepte vloer	-6.50	105.0	30.0	75.0	0.5	37.5	67.5

De grondbelastingen op de oostelijke en westelijke (hoge) kelderwanden ter plaatse van de schacht of gewapende grond zijn bepaald in Tabel 11. Hierbij is uitgegaan van het polderpeil in de verdiepte ligging en een maaiveldniveau van NAP+2,0 m.

Tabel 11: Verloop grondspanningen over de oostelijke en westelijke kelderwanden t.p.v. de schacht

Niveau	Diepte [NAP m]	$\sigma_{gr,v}$ [kPa]	σ_w [kPa]	$\sigma_{k,v}$ [kPa]	λ_n	$\sigma_{k,h}$ [kPa]	$\sigma_{gr,h}$ [kPa]
Maaiveldniveau	2.00	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Bovenkant dek	-2.20	75.6	0.0	75.6	0.5	37.8	37.8
Hartlijn dek	-2.55	81.9	0.0	81.9	0.5	41.0	41.0
Polderpeil	-3.50	99.0	0.0	99.0	0.5	49.5	49.5
Hartlijn keldervloer	-5.75	144.0	22.5	121.5	0.5	60.8	83.3
Onderkant keldervloer	-6.10	151.0	26.0	125.0	0.5	62.5	88.5
Hartlijn verdiepte vloer	-6.15	152.0	26.5	125.5	0.5	62.8	89.3
Onderkant verdiepte vloer	-6.50	159.0	30.0	129.0	0.5	64.5	94.5

De grondbelastingen op de zuidelijke kelderwand zijn bepaald in Tabel 12. Hierbij is uitgegaan van de stijghoogte buiten de folieconstructie en een maaiveldniveau van NAP+0,5 m.

Tabel 12: Verloop grondspanningen over de zuidelijke kelderwand

Niveau	Diepte [NAP m]	$\sigma_{gr,v}$ [kPa]	σ_w [kPa]	$\sigma_{k,v}$ [kPa]	λ_n	$\sigma_{k,h}$ [kPa]	$\sigma_{gr,h}$ [kPa]
Maaiveldniveau	0.50	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
Stijghoogte	-0.24	13.3	0.0	13.3	0.5	6.7	6.7
Bovenkant dek	-2.20	52.5	19.6	32.9	0.5	16.5	36.1
Hartlijn dek	-2.55	59.5	23.1	36.4	0.5	18.2	41.3
Hartlijn keldervloer	-5.75	123.5	55.1	68.4	0.5	34.2	89.3
Onderkant keldervloer	-6.10	130.5	58.6	71.9	0.5	36.0	94.6
Hartlijn verdiepte vloer	-6.15	131.5	59.1	72.4	0.5	36.2	95.3
Onderkant verdiepte vloer	-6.50	138.5	62.6	75.9	0.5	38.0	100.6

4.1.7 Waterdruk

Om de belastingeffecten als gevolg van waterdruk af te dekken, worden 3 exclusieve situaties beschouwd. In situatie 1 is de pompkelder leeg en werkt er een opwaartse waterdruk aan de onderzijde van de keldervloer. Uitgaande van een polderpeil van NAP-3,5 m, is de opwaartse druk gelijk aan:

$$Q_{opw} = 10 \text{ kN/m}^3 * (-3,5 \text{ m} - -6,1 \text{ m}) = 26 \text{ kN/m}^2$$

Op vloer van de schacht is de opwaartse druk gelijk aan:

$$Q_{opw} = 10 \text{ kN/m}^3 * (-3,5 \text{ m} - -6,5 \text{ m}) = 30 \text{ kN/m}^2$$

Het effect van de horizontale waterdruk is al inbegrepen in 4.1.6.

In situatie 2 is de first flush volledig gevuld. De wanden van de first flush zijn 1,2 m hoog dus de neerwaartse waterdruk op het vloergedeelte bedraagt 12 kN/m². De horizontale waterdruk op de wanden van de first flush verloopt lineair van 12 kN/m² (t.p.v. de schacht 16 kN/m²) aan de onderzijde naar 0 kN/m² aan de bovenzijde.

In situatie 3 is de pompkelder volledig gevuld. Hierbij is aangenomen dat het water in deze situatie tot aan de onderkant van het rijdek reikt. De waterdruk op de keldervloer bedraagt dus 25 kN/m², en ter plaatse van de schacht bedraagt deze zelfs 29 kN/m². De waterdruk op de wanden verloopt lineair van 25 kN/m² of 29 kN/m² aan de onderzijde, naar 0 kN/m² aan de bovenzijde (plafond niveau).

4.1.8 Lamellenwand

Langs de schacht wordt een houten lamellenwand aangebracht. De lamellen hebben afmetingen van ongeveer 10 cm x 5 cm met een h.o.h. afstand van 15 cm. Uitgaande van een paneelhoogte van 3,5 m en een volumieke gewicht van 4 kN/m³ (Platowood / C18) bedraagt de in rekening te brengen lijnlast:

$$q_{lw} = 3,5 * 0,1 * (0,05/0,15) * 4,0 = 0,5 \text{ kN/m}$$

Echter, in verband met de aanwezigheid van houten staanders en regels wordt $q_{lw} = 1,0 \text{ kN/m}$ gehanteerd.

4.1.9 Ongelijkmatige zettingen

De pompkelder wordt op staal gefundeerd. Gezien het feit dat onder de kelder een goed verdichte zandlaag wordt aangebracht, worden er geen belastingeffecten als gevolg van ongelijkmatige zettingen in rekening gebracht.

4.1.10 Krimp

Voor het bepalen van de tijdsafhankelijke uitdrogings- en autogene krimp is gebruik gemaakt van formule (3.10) en (3.13) van de NEN-EN 1992-1-1+NB.

Vanwege relaxatie effecten t.g.v. de geleidelijke spanningsopbouw wordt de equivalente temperatuurbelasting vermenigvuldigd met een kruipfactor (k_{ϕ}). De krimpbelasting is als een gelijkmatige equivalente temperatuurbelasting op de desbetreffende constructie onderdelen aangebracht.

Het uitgangspunt is dat het ouderdomsverschil tussen twee aan elkaar te storten onderdelen niet meer dan 100 dagen bedraagt. Dit zal in het UO geverifieerd moeten worden. Op basis daarvan zijn de krimprekken en equivalente thermische lasten bepaald voor de constructie onderdelen op $t=100$ dagen in Tabel 13. Voor elk onderdeel of stortfase wordt een apart belastingsgeval ingevoerd met de desbetreffende thermische lasten. Deze belastingsgevallen worden in een variabele lastgroep geplaatst, zodat alle mogelijke combinaties worden beschouwd.

Tabel 13: Bepaling krimprek en equivalente thermische last op $t=100$ dagen

Onderdeel	H ₀ [mm]	RH [%]	ϵ_{cd} [‰]	ϵ_{ca} [‰]	ϵ_{cs} [‰]	k_{ϕ}	ΔT_{equ} [°C]
Rijdek en keldervloer	700	75	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	0,75	5,9
Kelderwanden	500	75	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$9,2 \cdot 10^{-5}$	0,73	6,7
Binnenwanden	250	75	$9,2 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,69	10,0
Schacht	300	75	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	0,70	8,8
Kolommen	400	75	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	0,72	7,5

In Tabel 14 zijn de (totale) krimprekken en equivalente thermische lasten op $t=100$ jaar gegeven. Aangezien een algehele krimp van de constructie niet tot krachten in de constructie onderdelen leidt, worden deze lasten niet ingevoerd. Echter, de optredende krimp in de keldervloer wordt vrijwel volledig verhinderd met als gevolg dat er in de vloer wel trekkrachten ontstaan. Hiervoor wordt in bijlage B een aanvullende beschouwing uitgevoerd.

Tabel 14: Bepaling krimprek en equivalente thermische last op $t=100$ jaar

Onderdeel	H ₀ [mm]	RH [%]	ϵ_{cd} [‰]	ϵ_{ca} [‰]	ϵ_{cs} [‰]	k_{ϕ}	ΔT_{equ} [°C]
Rijdek en keldervloer	700	75	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	0,52	14,0
Kelderwanden	500	75	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	0,51	13,9
Binnenwanden	250	75	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	0,50	15,0
Schacht	300	75	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	0,50	14,4
Kolommen	400	75	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	0,51	14,2

De berekening van de krimprekken en equivalente thermische lasten zijn bijgevoegd in bijlage B.

4.1.11 Kruip

Kruipeffecten hebben geen significante invloed op het statische systeem van de pompkelder. Het effect van kruip op de doorbuiging is meegenomen in de bepaling van de elasticiteitsmodulus zoals beschreven in paragraaf 2.3.1. Om deze redenen worden de kruipeffecten verwaarloosd in de berekening.

4.2 VARIABELE BELASTINGEN

In deze paragraaf zijn de variabele belastingen weergegeven niet zijnde de verkeersbelastingen.

4.2.1 Temperatuurbelasting

Onderscheid dient gemaakt te worden tussen de jaarlijkse en dagelijkse temperatuurverandering. De jaarlijkse temperatuurverandering is een lange duur effect en resulteert in een axiale verlenging/verkorting. De dagelijkse temperatuur belasting is een korte duur effect en resulteert in een kromming. Het dagelijkse temperatuurverschil wordt voor de pompkelder niet in rekening gebracht, omdat het een gesloten constructie betreft die meer dan 1,0 m onder maaiveld ligt.

Referentie temperatuur

Conform bijlage A van de NEN-EN 1991-1-5+NB is de aan te houden referentie temperatuur $T_0 = 10^\circ\text{C}$.

Gelijkmatige temperatuur component

Het betonnen dek is aangemerkt als brugdektype 3. De volgende temperaturen zijn van toepassing:

- Luchttemperaturen in de schaduw:
 $T_{\max} = +30^\circ\text{C}$ (NEN-EP1991-1-5 – art. NB-5.3)
 $T_{\min} = -25^\circ\text{C}$ (NEN-EP1991-1-5 – art. NB-5.3)
- Gelijkmatige brugtemperatuurcomponent voor 100 jaar:
 $T_{e,\max} = 1,04 * T_{\max} + 2^\circ\text{C} = 31,2 + 2 = 33,2^\circ\text{C}$
 $T_{e,\min} = 1,11 * T_{\min} + 8^\circ\text{C} = -27,8 + 8^\circ\text{C} = -19,8^\circ\text{C}$

In de zomer is de gelijkmatige temperatuur component gelijk aan:

$$\Delta T_z = T_{e,\max} - T_0 = 33,2 - 10 = 23,2^\circ\text{C}$$

En in de winter bedraagt de gelijkmatige temperatuur component:

$$\Delta T_z = T_{e,\min} - T_0 = -19,8 - 10 = -29,8^\circ\text{C}$$

Een algehele thermische krimp of uitzetting van de pompkelder leidt niet tot krachten in de constructie. Derhalve worden deze belasting niet ingevoerd in het rekenmodel. Uitzondering hierop is de keldervloer waarvan het krimpen of uitzetten wordt verhinderd. Een aparte beschouwing hiervan is bijgevoegd in bijlage B.

4.2.2 Windbelasting

Windbelasting is niet maatgevend. Derhalve wordt deze niet in rekening gebracht.

4.2.3 Sneeuwbelasting

Sneeuwbelasting is niet maatgevend. Derhalve wordt deze niet in rekening gebracht

4.3 VERKEERSBELASTING

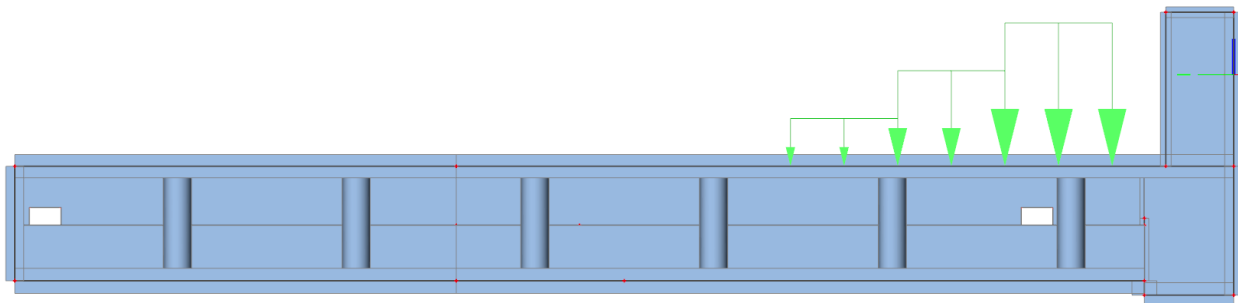
In deze paragraaf is de verkeersbelasting t.o.v. de algemene uitgangspuntennota nader uitgewerkt.

4.3.1 Belastingmodel 1

Rijstrookindeling

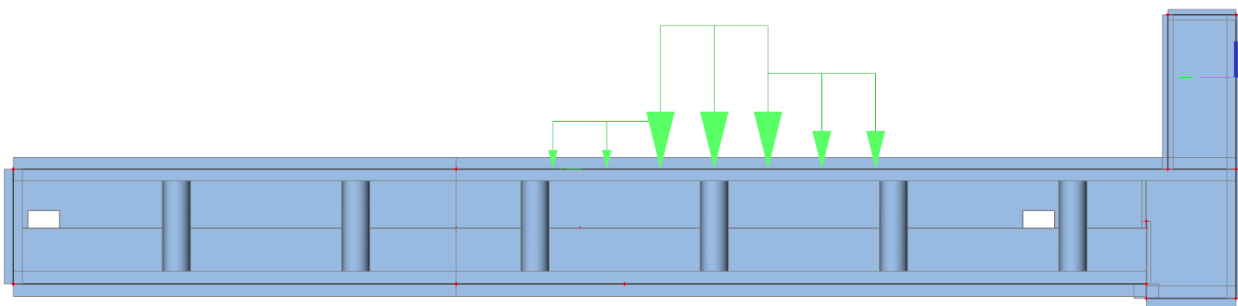
De breedte tussen de buitenste voertuigkerende constructies bedraagt 30,0 m. De binnenkant van de zuidelijke geleiderail ligt in lijn met de rand van het rijdek. De noordelijke geleiderail, echter, ligt verder dan 1,4 m (ROK1.4) van de rand van de schacht. De theoretische rijweg wordt daardoor 30,9 m breed. Er is dus genoeg ruimte voor 3 theoretische rijstroken van 3 m en een reststrook van 21,9 m. Voor het verkrijgen van de maatgevende krachten zijn meerdere (theoretische) rijstrookindelingen of configuraties beschouwd.

In configuratie A zijn de rijstroken zo ver mogelijk richting de rand van de schacht gepositioneerd (op 1,4 m afstand) voor het verkrijgen van de maximale randeffecten en excentriciteiten aan de schacht zijde.



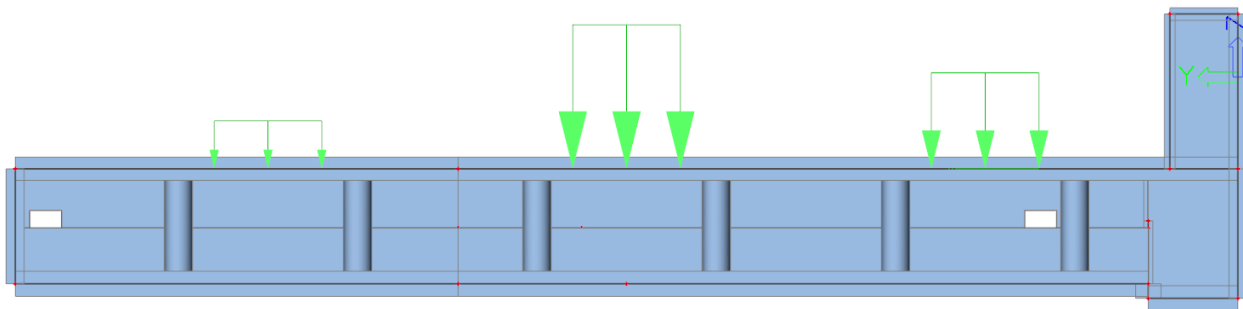
Figuur 8: Rijstrookindeling A (in dwarsrichting)

In configuratie B zijn de tandemstelsels (TS) zo gepositioneerd dat het maximale steunpuntmoment in het rijdek wordt verkregen. Tevens leidt deze configuratie tot de grootste normaalkracht in de kolom en dus ook de grootste ponskracht in het dek.



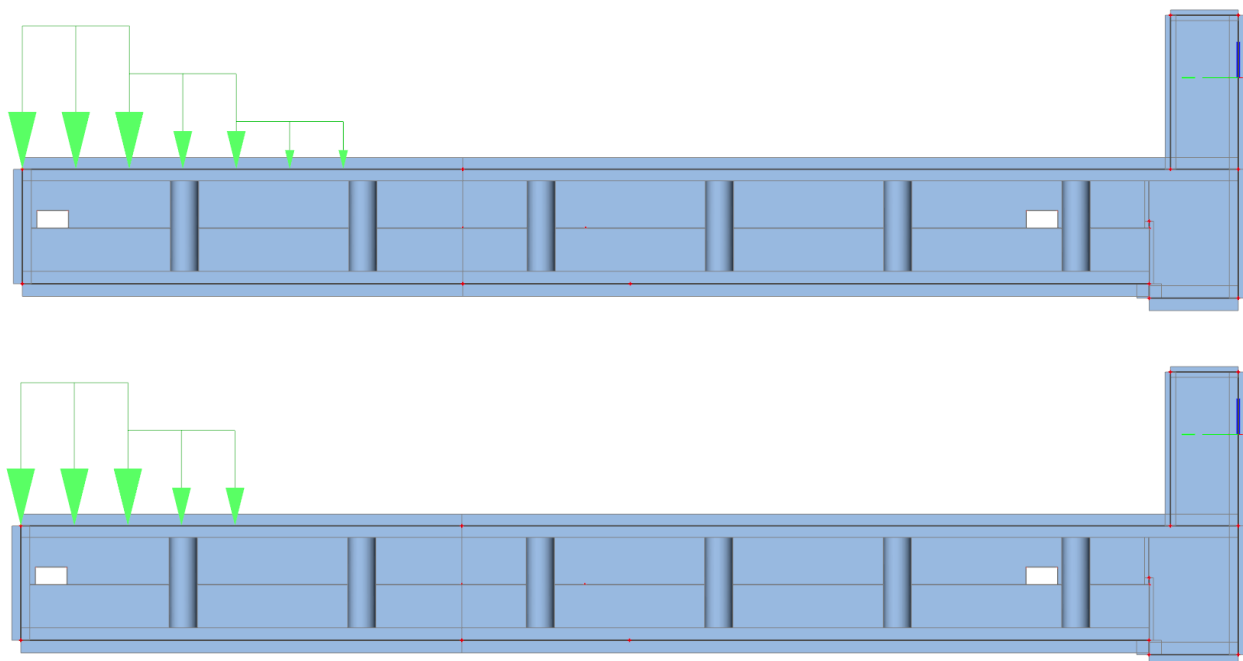
Figuur 9: Rijstrookindeling B (in dwarsrichting)

Het maximale veldmoment in het dek wordt verkregen met configuratie C. Hiervoor zijn de tandemstelsels in het midden tussen twee kolommen gepositioneerd.



Figuur 10: Rijstrookindeling C (in dwarsrichting)

Tot slot zijn in configuratie D de tandemstelsels zo geplaatst dat de maximale randeffecten en excentriciteiten aan de zuidzijde worden verkregen. Bovendien leidt deze indeling ook tot de grootste krachten in de zuidelijke kelderwand.



Figuur 11: Rijstrookindeling D (in dwarsrichting)

In langsrichting rijden de tandemstelsel als het ware over het dek. Hierbij worden de wiellasten geplaatst:

- Tegen de randen van het dek t.b.v. het verkrijgen van de maximale krachten in de oostelijke en westelijke kelderwand;
- In het midden van elke overspanning (tussen de kolommen) voor het verkrijgen van het maximale veldmoment;
- Op $1,0 \cdot d$ afstand vanaf de dag van de kolomondersteuning voor het toetsen van de dwarskracht;
- Tegen het hart van de kolommen voor het verkrijgen van de maximale, excentrische ponskrachten en momenten in de kolommen;
- Gecentreerd boven de kolomondersteuning voor de maximale ponskracht en kolomreactie;

De gelijkmatig verdeelde verkeersbelasting is een vrije belasting. Daarom worden er schaakbordpatronen (2 gevallen), strokenindelingen in zowel de langs- alsmede de dwarsrichting (4 gevallen) en een volledig dekkende belasting (1 geval) beschouwd.

Grootte van de belasting

Op basis van eis TPvE.004 wordt conform §5.1 van het TPvEVK uitgegaan van correctiefactoren α_{Q1} , α_{q1} en α_{qr} met een waarde 1,0.

Tabel 15: Verkeersbelasting LM1

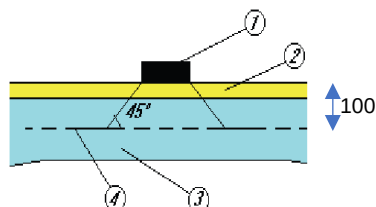
	Tandem stelsel (TS)	Gelijkmatige verdeelde belastingen (UDL)
	Aslasten Q_{ik} [kN] ¹⁾	Gelijkmatige belasting q_{ik} [kN/m ²] ²⁾
Rijstrook 1	300	$(9 \cdot 1.0 =) 9,0$
Rijstrook 2	200	$(2.5 \cdot 1.0 =) 2,5$
Rijstrook 3	100	$(2.5 \cdot 1.0 =) 2,5$
Reststrook (q_{rk})	0	$(2.5 \cdot 1.0 =) 2,5$
¹⁾ wielprent 0,4 m x 0,4 m; asbreedte 2,0 m; h.o.h. afstand assen 1,20 m		
²⁾ theoretische rijstrookbreedte 3,0 m		

Spreiding van de wiellasten

De wielprent heeft een afmeting van 400 mm x 400 mm. Uitgaande van een minimale dekking (incl. asfalt) van 1,1 m en een spreidingshoek van 30° in het menggranulaat, bedraagt de spreidingsbreedte:

$$B = 0,4 \text{ m} + 2 \cdot (0,35 \text{ m} + 0,21 \text{ m} + \sin(30^\circ) \cdot 0,89 \text{ m}) = 2,4 \text{ m}$$

Dit betekent dat de spreidingsvlakken van de wiellasten overlappen. Daarom is gekozen om het gehele tandemstelsel te spreiden over een oppervlakte van 3,0 m x 3,0 m (9,0 m²), hetgeen een conservatieve aanname is.



- 1: Wiellast
- 2: Asfalt
- 3: Betonplaat
- 4: Hart bovenflens

Figuur 12: Spreiding van wiellasten

Tabel 16: Invoer wiellasten LM1

As	Last TS [kN]	Verdeelde belasting TS per wiel [kN/m ²]
Q_{1k}	600	$66,67 = 600 / 9$
Q_{2k}	400	$44,44 = 400 / 9$
Q_{3k}	200	$22,22 = 200 / 9$

4.3.2 Belastingmodel 2

Belastingmodel 2 (LM2) wordt toegepast voor lokale effecten. LM2 bestaat uit een enkele aslast van 400 kN en is niet maatgevend boven LM1. Derhalve zal LM2 niet worden beschouwd.

4.3.3 Belastingmodel 3

Strookindeling

Conform het TPvEVK mag belastingmodel 3 (LM3) op de meest gunstige strook in rekening worden gebracht, mits dit duidelijk in het overdrachtdossier wordt opgenomen. Echter, vanwege de relatief korte kolomafstanden (5,0 m bij 5,6 m) zijn de optredende krachten gevoelig voor kleine variaties in de exacte positie van de rijstrook. Daarom is gekozen om, analoog aan LM1, meerdere theoretische rijstrook indelingen te beschouwen voor LM3. De configuraties zijn gelijk aan die in Figuur 8, Figuur 9, Figuur 10 en Figuur 11 waarbij TS1 is vervangen voor LM3.

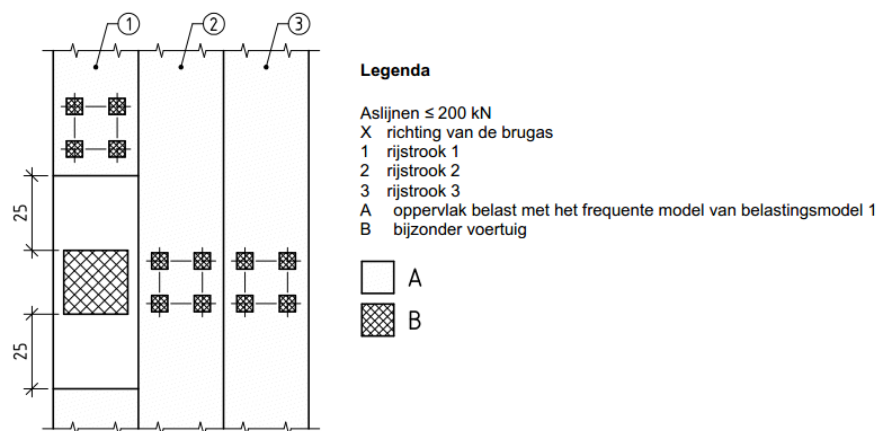
Grootte van de belasting

LM3 is gespecificeerd in TPvEVK (SYS-00122). Het belastingstelsel bestaat uit 8 assen van ieder 150 kN welke een h.o.h. afstand hebben van 1,5 m. De spoorbreedte bedraagt 2,5 m en het wieloppervlak is 0,5 m x 0,5 m. Het bijzondere voertuig heeft een snelheid van 70 km/h. De daar bijbehorende dynamische factor is gelijk aan:

$$\phi = 1,4 - L/500 = 1,4 - 5,0 / 500 \approx 1,40$$

Combinatie LM3 met LM1

Volgens de nationale bijlage van de NEN-EN 1991-2 dient LM3 gecombineerd te worden met LM1. De configuratie hiervan is weergegeven in Figuur 13 waarbij LM3 wordt geëscorteerd door begeleidingsauto's. Vanwege de overspanning kan LM3 (net) niet tegelijkertijd optreden met TS1 van LM1.



Figuur 13: Configuratie LM3 in combinatie met LM1

Spreiding van de wiellasten

De wielprint van LM3 heeft een afmeting van 500 mm x 500 mm. Gekozen is om LM3 te spreiden over een oppervlakte van 13,0 m x 3, m (39 m²):

$$B = 0,5 \text{ m} + (7 * 1,5 \text{ m}) + 2 * (0,35 \text{ m} + 0,21 \text{ m} + \sin(30^\circ) * 0,89 \text{ m}) = 13,0 \text{ m}$$

Tabel 17: Invoer LM3 (inclusief dynamische factor)

As	Verdeelde belasting LM3 [kN/m ²]
Q _{LM3}	43,08 = 1,40 * 8 * 150 / (39)

4.3.4 Belasting inspectiepad

De gelijkmatig verdeelde belasting op het inspectie pad komt voort uit paragraaf 5.3.2 van de NEN-EN 1991-2 voor voet- of fietspaden en bedraagt maximaal 5 kN/m². Deze belasting zal worden aangehouden in de berekening en is ingevoerd als een oppervlaktelast over een breedte van 1,0 m, gepositioneerd tussen de geleiderail en de lamellenwand.

Tevens wordt deze belasting ook in rekening gebracht op het dak en de vloeren van de schacht middels oppervlaktelasten. Het deel dat aangrijpt op de trap, is gemodelleerd als een equivalente lijnlast op de randen van de sparingen.

4.3.5 Belastingmodel t.b.v. vermoeiing

Voor de vermoeiingsberekening wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van belastingmodel 1 voor vermoeiing (zie §4.6.2 van de NEN-EN-1991-2+NB). Dit belastingmodel is vergelijkbaar met LM1 (zie §4.3.1).

In het vermoeiingsmodel (BM1) worden de aslasten vermenigvuldigd met een factor 0,7 en de gelijkmatig verdeelde belastingen met een factor 0,3. Het aantal passages voor de vermoeiingsberekening bedraagt 500.000 passages per jaar (verkeerscategorie 2, wegen en autosnelwegen met gemiddeld vrachtverkeer).

Indien nodig wordt belastingsmodel 4b uit de ROK1.4 gebruikt.

4.3.6 Terreinbelasting

Conform eis [SYS-00493] is rekening gehouden met de aanwezigheid van een bovenbelasting langs alle zijden van de pompkelder. Aan alle zijden wordt een representatieve bovenbelasting van 20 kN/m² voor verharding gehanteerd. Op basis van een neutrale gronddrukcoëfficiënt van 0,5 bedraagt de horizontale belasting op de kelderwanden als gevolg van de bovenbelasting 10 kN/m².

Ten behoeve van het opstellen van de belastingscombinaties is aangenomen dat deze terreinbelastingen volgen uit de aanwezigheid van werkverkeer en/of onderhoudsvoertuigen en geclassificeerd kan worden als verkeersbelasting (BM1 UDL).

4.4 HORIZONTALE BELASTING REM/AANZET

De rembelasting wordt bepaald met formule 4.6 uit de NEN-EN 1991-2:

$$Q_{lk} = 0,6 \times (2 \times Q_{1k}) + 0,10 \times \alpha_{q1} \times q_{1k} \times w_1 \times L \leq 800 \text{ kN}$$

De horizontale belasting ten gevolge van rem en aanzet in de rijrichting bij een overspanning van 34,1 m bedraagt:

$$F_{rem} = 0,6 \times (2 \times 300) + 0,1 \times 1,0 \times 9 \times 3 \times 34,1 = 452,1 \text{ kN}$$

De kracht wordt gemodelleerd als een gelijkmatig verdeelde belasting per vierkante meter over de breedte van rijstrook 1 en over de lengte van het dek:

$$Q_{rem} = 452,1 / (3 \times 33,6) = 4,48 \text{ kN/m}^2$$

In dwarsrichting wordt conform artikel 4.4.2 van de NEN-EN1991-2 een belasting meegenomen ter grootte van 25% van de rem-/aanzetbelasting in langsrichting.

4.5 BELASTINGEN CALAMITEIT

4.5.1 Brand

Belastinggeval brand is niet van toepassing

4.5.2 Aanrijding tegen PKC

De kelderconstructie ligt onder het maaiveld en kan niet worden aangereden. Ook voor de toegangsschacht wordt geen stootbelasting in rekening gebracht, omdat deze wordt beschermd door de geleiderail. Bovendien zal eventuele schade aan de toegangsschacht als gevolg van een aanrijding niet leiden tot een voortschrijdende instorting van de hoofddraagconstructie, en kan deze eventuele schade relatief makkelijk worden hersteld.

4.5.3 Aanrijding op het dek

Voor de calamiteitssituatie wordt de ROK 1.4 aangehouden. De ROK schrijft 2 situaties voor.

Situatie 1 (art. 4.7.3.2 (1)) is de aanrijding van een voertuig tegen een starre (= niet verplaatsbare) voertuigkerende constructie welke zich naast de rijstrook bevindt. Deze situatie is niet van toepassing aangezien er geen starre voertuigkerende constructie wordt toegepast.

Situatie 2 (art.4.7.1(1)P) is dat de buitenste wielen van het zwaarste tandemstelsel op de rand van het dek staan. In het rekenmodel is rijstrook 1 reeds op de rand van het rijdek gemodelleerd (configuratie D). De calamiteit situatie is daarom niet maatgevend.

4.5.4 Zuigwagena op dak van de schacht

De verharde opstelplaats voor de zuigwagena grenst aan het dak van de schacht. Hoewel het onwaarschijnlijk is, zou het mogelijk zijn dat bijvoorbeeld de achterwielen op het dak van de schacht komen te staan. Daarom is er in de buitengewone ontwerpsituatie rekening gehouden met de aanwezigheid van TS1 op het dak van de kelderschacht.

4.6 BELASTINGEN BOUWFASE

Na het gereedkomen van fase 1 wordt de grond al gedeeltelijk aangevuld en zal er een werkweg aangelegd worden over het rijdek van de pompkelder. Deze werkweg wordt 7 m breed en ligt op een afstand van 7 m vanaf de rand van de (nog te realiseren) schacht. De ruimte tussen de werkweg en de schacht is gereserveerd als werkruimte ten behoeve van het bouwen van de schacht.

4.6.1 Permanente belastingen

Voor de bouwphase komen de volgende permanente belastingen uit paragraaf 4.1 te vervallen:

- Rustende belasting uitvullaag en asfalt;
- Rustende belasting uit het wegmeubilair en de lamellenwand;
- Grondbelastingen;
- Waterdrukken;

Het uitgangspunt voor de werkweg is dat deze direct op het betonnen rijdek wordt aangelegd. Desondanks wordt in de bouwphase rekening gehouden met de aanwezigheid van een dunne uitvullaag, om mogelijke belastingen als gevolg van bijvoorbeeld rijplaten af te dekken. Hiervoor wordt een bovenbelasting van 5 kN/m² gehanteerd welke als een variabele last wordt ingevoerd. In het UO zal moeten worden geverifieerd dat deze waarde niet wordt overschreden.

De grond wordt na fase 1 gedeeltelijk aangevuld. Voor het bepalen van de grondbelastingen op de kelderwanden wordt uitgegaan dat de grond wordt aangevuld tot NAP-2,15 m (5 cm boven rijdek) en dat deze grond mogelijk nat/vochtig kan zijn. Op het niveau van de verdiepte vloer (hartlijn) op NAP-6,15 m bedraagt de horizontale gronddruk dus:

$$Q_{gr,bf} = 0,5 * 20 \text{ kN/m}^3 * (-2,15 \text{ m} - -6,15 \text{ m}) = 40 \text{ kN/m}^2$$

Tevens wordt middels lijnlasten het stortgewicht van de wanden van de toegangsschacht in rekening gebracht. Deze lijnlast bedraagt 27,8 kN/m ($=25 \cdot 0,3 \cdot 3,7$) ter plaatse van de te storten zuidelijke wand van de schacht. Voor de overige wanden van de schacht bedraagt deze lijnlast 46,3 kN/m ($=25 \cdot 0,5 \cdot 3,7$).

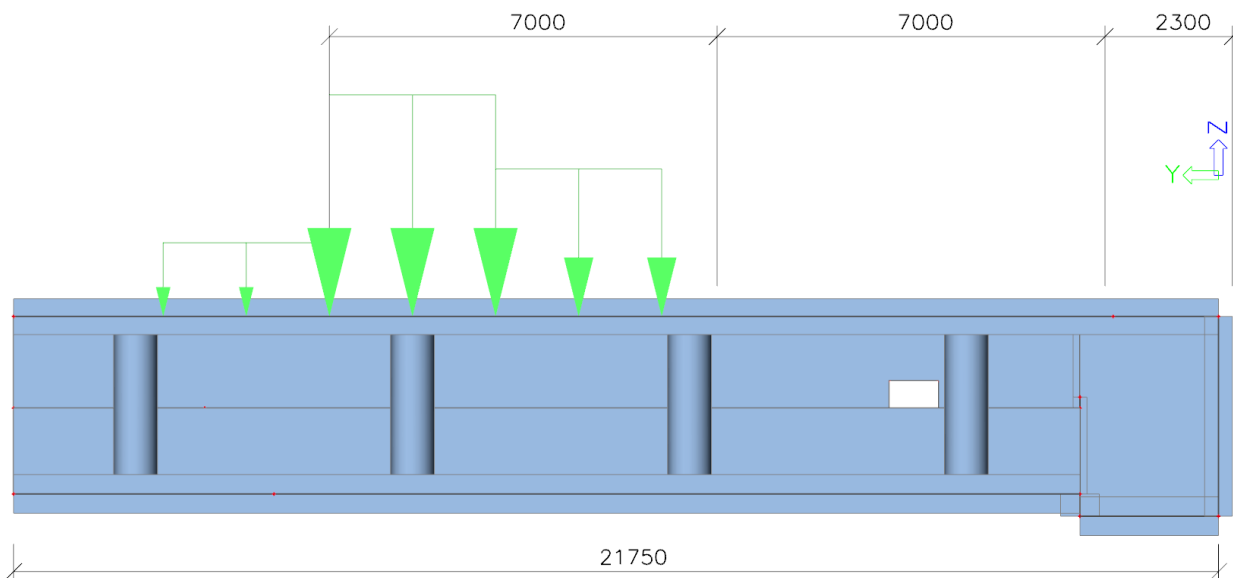
4.6.2 Verkeersbelastingen

Voor de bouwfase komt LM1 rijstrookindeling D (zie Figuur 11) en LM3 in zijn geheel te vervallen. LM1 configuratie A (zie Figuur 8) valt buiten de werkweg, maar wordt wel in rekening gebracht om kleine, onvoorzienbare belastingen op de werkruimte af te dekken. Mocht er in de vervolgfase besloten worden om een kraan op het dek te plaatsen tijdens de bouwphase, dan zal dit alsnog beschouwd moeten worden. LM1 configuraties B en C vallen gedeeltelijk buiten de werkweg (zie Figuur 14), maar dit is conservatief.

De wiellasten mogen in de bouwphase gespreid worden over een lengte van:

$$B = 0,4 \text{ m} + 2 \cdot 0,35 \text{ m} = 1,1 \text{ m}$$

Op basis van een as-afstand van 1,2 m overlappen de spreidingsvlakken van de wielen net niet. Voor de eenvoud worden de tandemstelsels over een oppervlakte van 2,3 m ($=0,4+1,2+(2 \cdot 0,35)$) bij 3,0 m ($=6,9 \text{ m}^2$) gespreid in plaats van 4 vlakken van 1,1 m bij 1,1 m.



Figuur 14: Rijstrookindeling B tijdens de bouwphase

4.6.3 Temperatuurbelasting

Voor de bouwphase wordt de dagelijkse temperatuurgradiënt in rekening gebracht, in verband met het ontbreken van de uitvullaag. De thermische lasten zijn bepaald in bijlage B.

5 BELASTINGCOMBINATIES EN FACTOREN

Op basis van eis TPvE.003 is de gevolgklasse vastgesteld op CC3 aan de hand van hoofdstuk 4 van het TPvEVK. De belastingfactoren voor CC3 komen voort uit tabel NB.13-A2.4 van de NEN-EN 1990. De momentaanfactoren volgen uit tabel NB.9-A2.1 van de NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB.

Tabel 18: Belasting- en combinatiefactoren voor CC3

Belastingsoort	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Permanent 6.10a	1,40			
Permanent 6.10b	1,25			
BM1 - UDL/TS/HOR	1,50	0,8	0,8 ^c	0,4
BM3 - UDL/TS/HOR	1,50		0,8 ^b	
BM3 - Bijzonder voertuig	1,50		1,0 ^b	
Voet- en Fietspaden	1,50	0,8	0,8 ^d	0,4
Temperatuur	1,65	0,3	0,8	0,3 ^a

^a $\psi_2 = 0$ voor de UGT

^b $\psi_1 = 0$ voor aanrijding op of onder de brug

^c ψ_1 voor gr2 is gelijk aan gr1a voor scheurvormingsberekeningen

^d $\psi_1 = 0,4$ voor scheurvormingsberekeningen

In Tabel 19 zijn de basis belastingcombinaties gegeven voor de BGT en in Tabel 20 voor de UGT. De belastingcombinaties zijn volledig uitgewerkt in bijlage C.

Tabel 19: Basis belastingcombinaties voor de BGT

Belastingsoort	Karakteristiek (6.14)					Frequent (6.15)				Quasi-blijvend (6.16)
	gr1a	gr2	gr5	T1a	T2	gr1a	gr2	gr5	T1a+2	gr1a+2
Permanent	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BM1 - UDL	1,00	0,80		0,80	0,64	0,80	0,64		0,40	0,40
BM1 - TS	1,00	0,80		0,80	0,64	0,80	0,64		0,40	0,40
BM1 - Horizontale krachten	0,80	1,00		0,64	0,80	0,64	0,80		0,40	0,40
BM3 - UDL/TS/HOR			0,80					0,64		
BM3 - Bijzonder voertuig			1,00					1,00		
Voet- en Fietspaden	0,40	0,40		0,32	0,32	0,32	0,32		0,16	0,16
Temperatuur	0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30		0,30	0,80	0,30

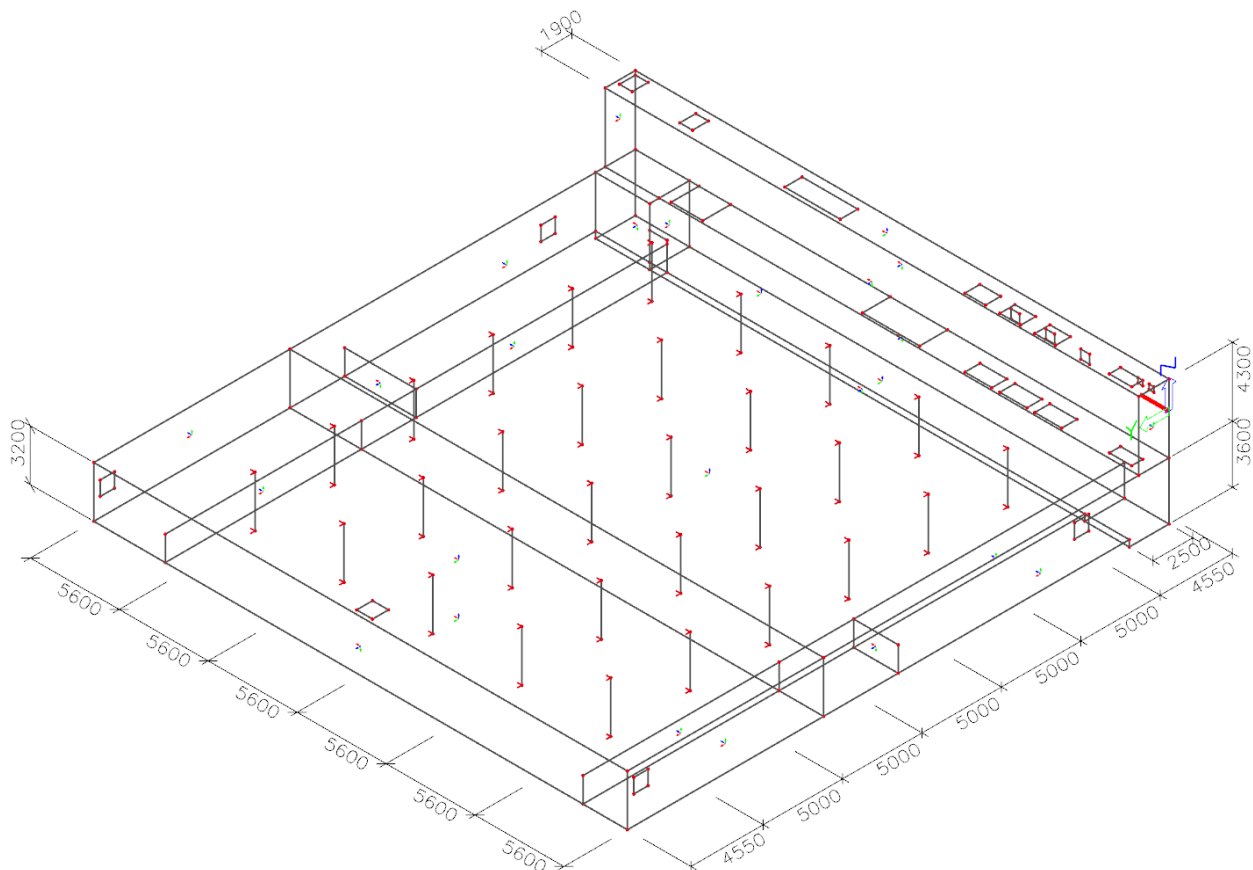
Tabel 20: Basis belastingcombinaties voor de UGT

Belastingsoort	Fundamenteel (6.10a)		Fundamenteel (6.10b)					Buitengewoon (6.11)		Vermoeiing
	gr1a	gr2	gr1a	gr2	gr5	T1a	T2	A1a	A2	BM1
Permanent	1,40	1,40	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,00	1,00	1,00
BM1 - UDL	1,20	0,96	1,50	1,20		1,20	0,96	0,80	0,64	0,30
BM1 - TS	1,20	0,96	1,50	1,20		1,20	0,96	0,80	0,64	0,70
BM1 - Horizontale krachten	0,96	1,20	1,20	1,50		0,96	1,20	0,64	0,80	
BM3 - UDL/TS/HOR					1,20					
BM3 - Bijzonder voertuig					1,50					
Voet- en Fietspaden	0,60	0,60	0,60	0,60		0,48	0,48	0,32	0,32	
Temperatuur	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,65	1,65			
Calamiteit								1,00	1,00	

6 MODELLERING

6.1 REKENMODEL

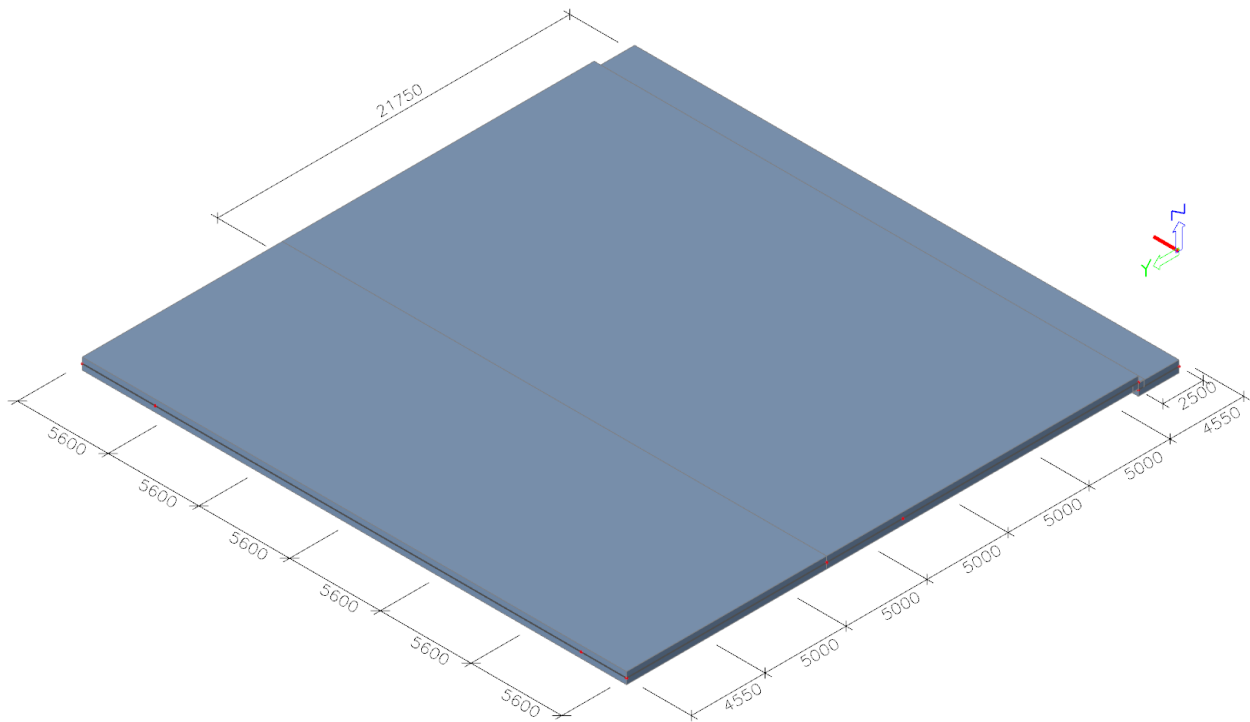
Ten behoeve van de berekening is de constructie gemodelleerd in SCIA Engineer 20.0.2028. Het model met globale afmetingen is weergegeven in Figuur 15. Voor alle onderdelen geldt dat deze zijn gemodelleerd aan de hand van de systeemlijnen. De SCIA invoer is bijgevoegd in bijlage E en F.



Figuur 15: Rekenmodel PKC

6.1.1 Keldervloer

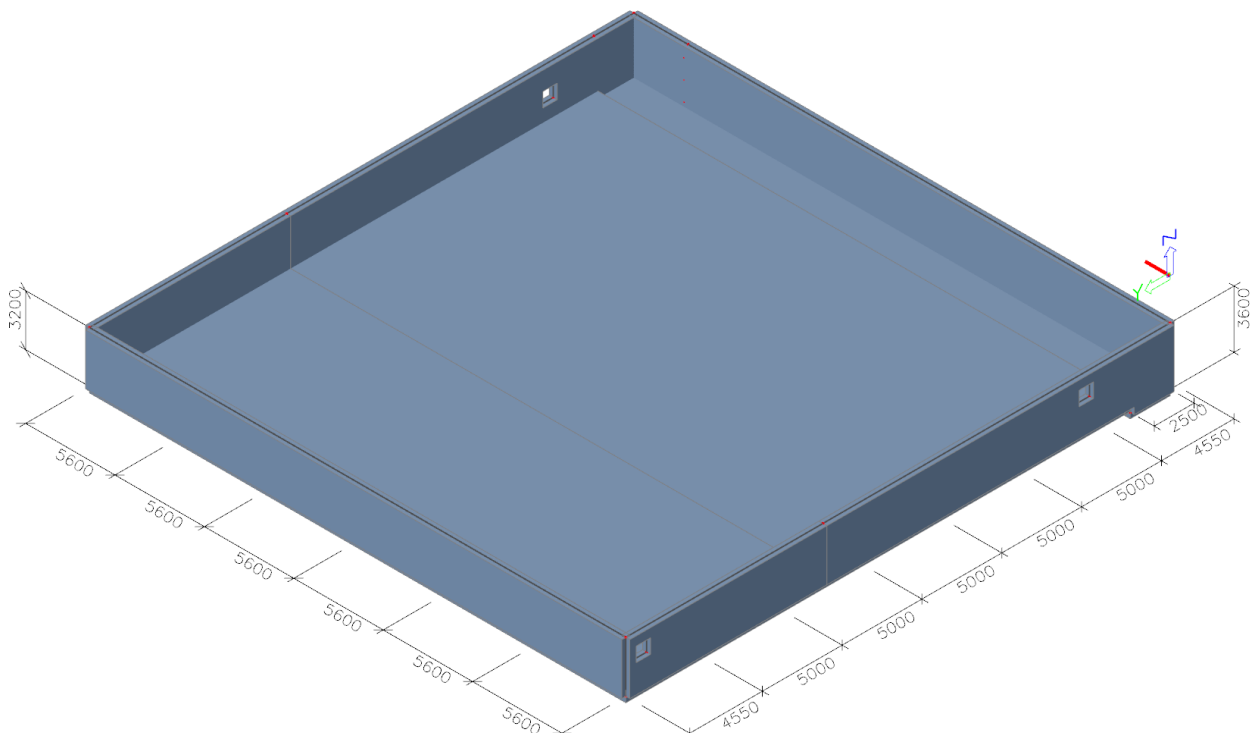
De keldervloer is gemodelleerd met 2D-elementen met een dikte van 700 mm. Ter plaatse van de schacht ligt de vloer 400 mm lager, ook dit is opgenomen in het rekenmodel. Tevens is het model zo opgezet dat het ook gebruikt kan worden voor de bouwfase. Daarom is het 2D-element ter plaatse van de stortnaad al opgesplitst.



Figuur 16: Keldervloer in het SCIA rekenmodel

6.1.2 Kelderwanden

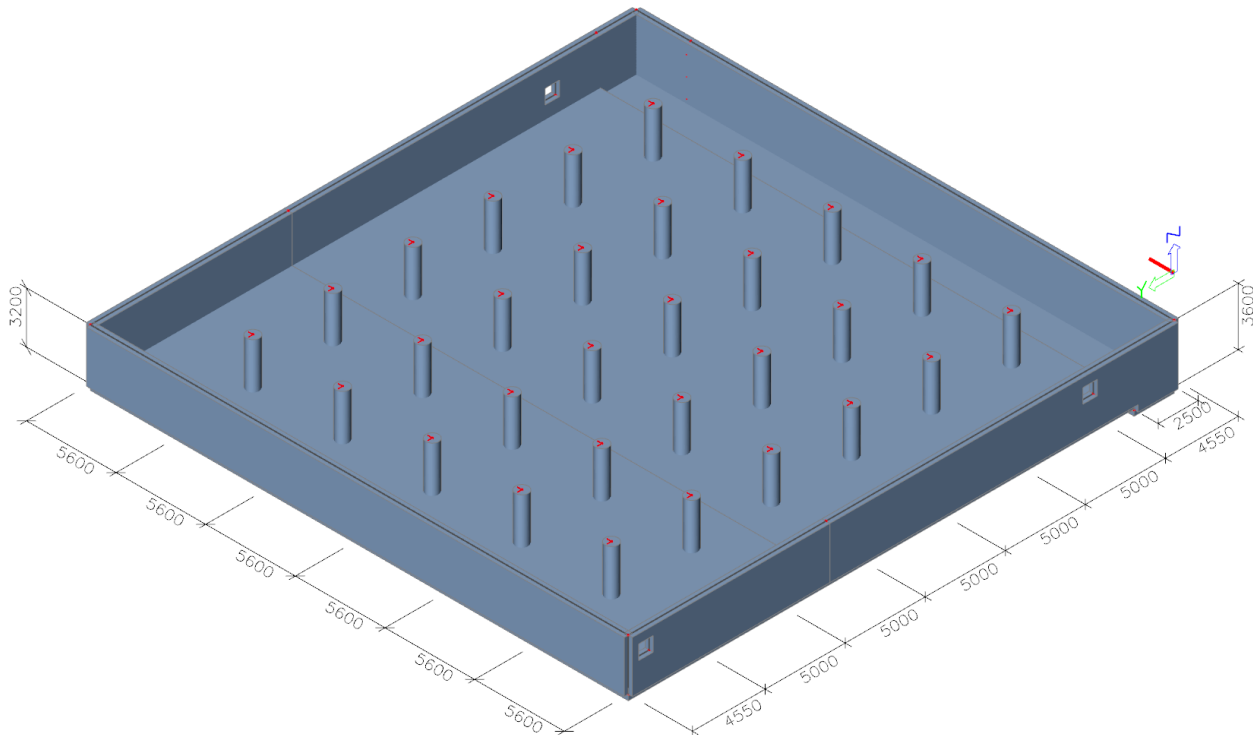
De kelderwanden zijn gemodelleerd met 2D-elementen en hebben een dikte van 500 mm. De hoogte van de kelderwanden bedraagt 3,2 m, gelijk aan de stahoogte plus eenmaal de vloerdikte. Ter plaatse van de schacht bedraagt de wandhoogte 3,6 m. Ook de elementen van de oostelijke en westelijke wand zijn opgesplitst ten behoeve van de bouwfase. De sparringen in de wanden zijn gemodelleerd met openingen.



Figuur 17: Kelderwanden in het SCIA rekenmodel

6.1.3 Kolommen

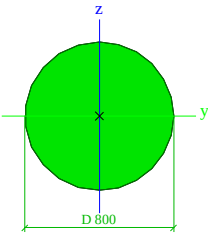
De kolommen zijn gemodelleerd middels 1D staafelementen met ronde doorsnede en een diameter van 800 mm. De staafelementen zijn 3,2 m lang en zijn aan de uiteinden verbonden met de keldervloer en het rijdek ('interne knopen').



Figuur 18: Kolommen in het SCIA rekenmodel

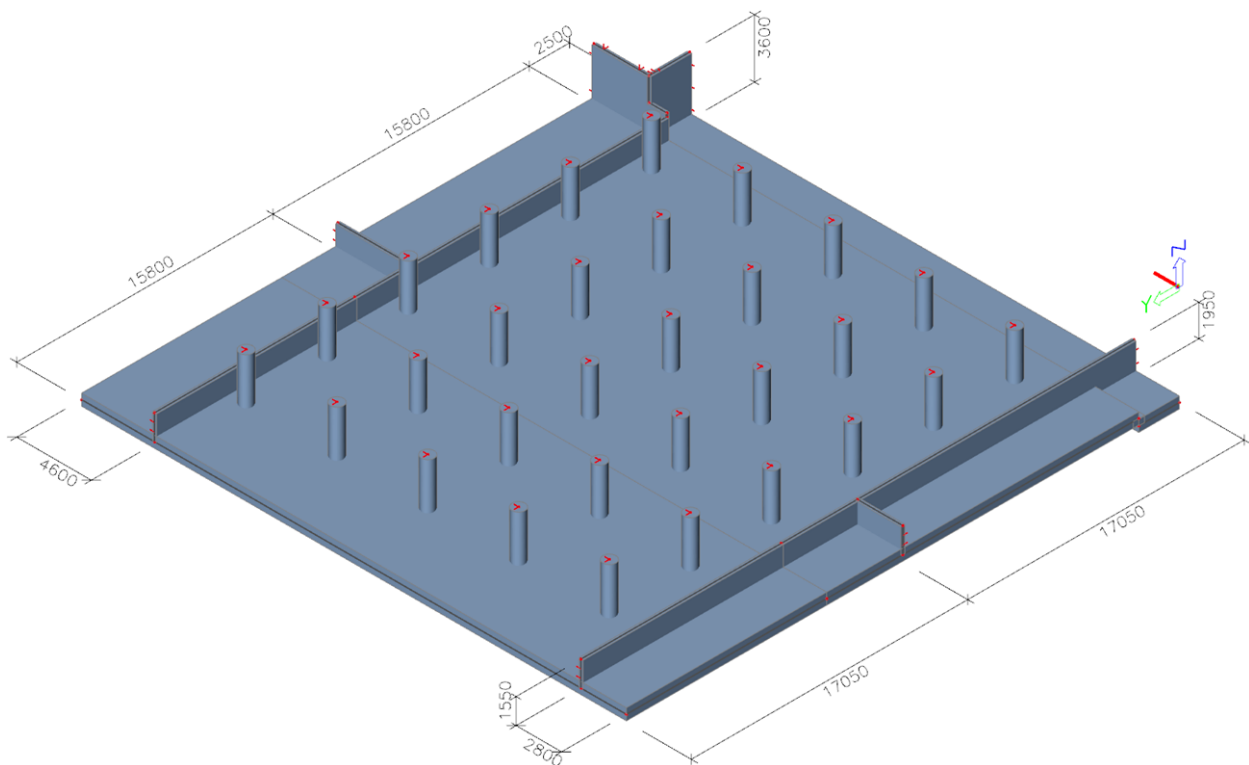
In onderstaande tabel zijn de doorsnede eigenschappen van de kolommen samengevat.

Tabel 21: Doorsnede eigenschappen kolommen

Type	Cirkel		
Uitgebreid	800		
Vorm type	Dikke wanden		
Onderdeelmateriaal	C35/45 gescheurd		
A [m ²]	5.0265e-01		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4.5239e-01	4.5239e-01	
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	400	400	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2.0106e-02	2.0106e-02	
i _y [mm], i _z [mm]	200	200	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5.0265e-02	5.0265e-02	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4.0212e-02	0.0000e+00	

6.1.4 Binnenwanden

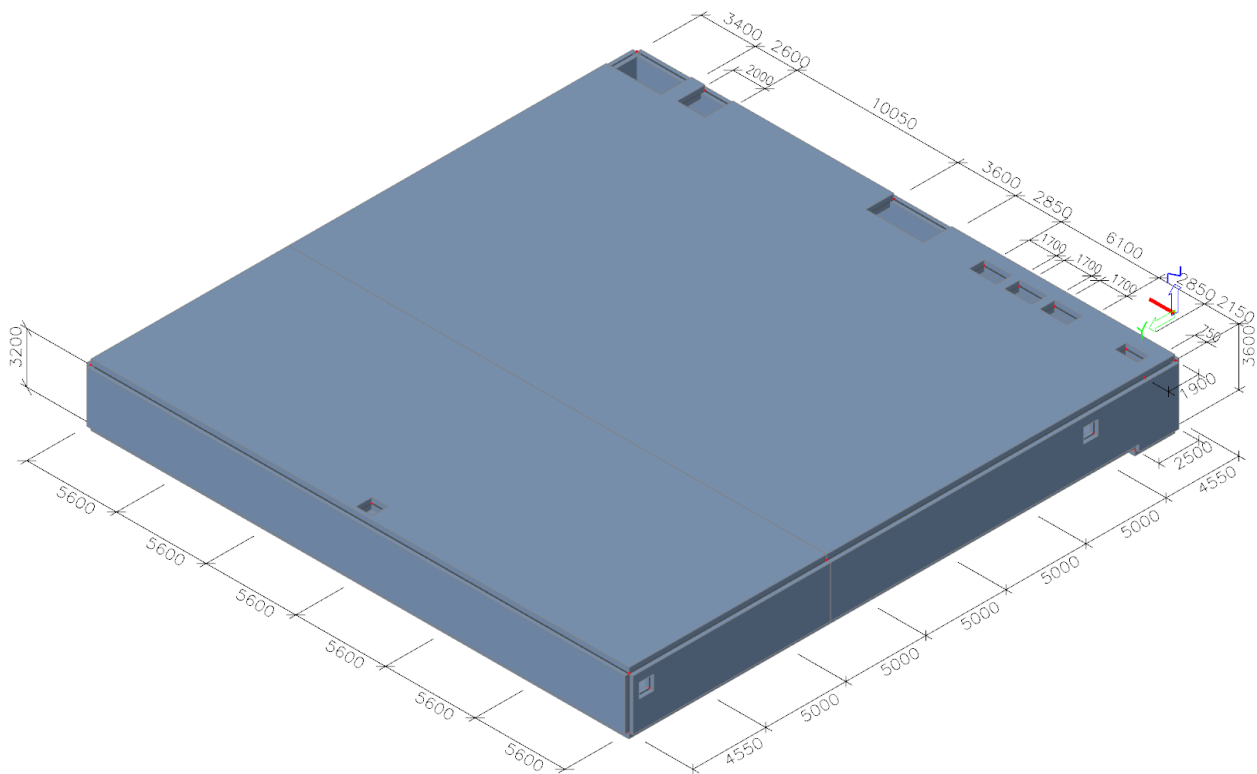
De binnenwanden zijn gemodelleerd met 250 mm dikke 2D-elementen. De wanden van de first flush zijn 1,2 m hoog, dus in het rekenmodel komt de wandhoogte uit op 1,55 m (=1,2+0,7/2).



Figuur 19: Binnenwanden in het SCIA rekenmodel

6.1.5 Rijdek

Het rijdek is gemodelleerd met 2 plaalementen van 700 mm dik in verband met de stortnaad. De sparingen zijn inbegrepen, zie Figuur 20.



Figuur 20: Rijdek in het SCIA rekenmodel

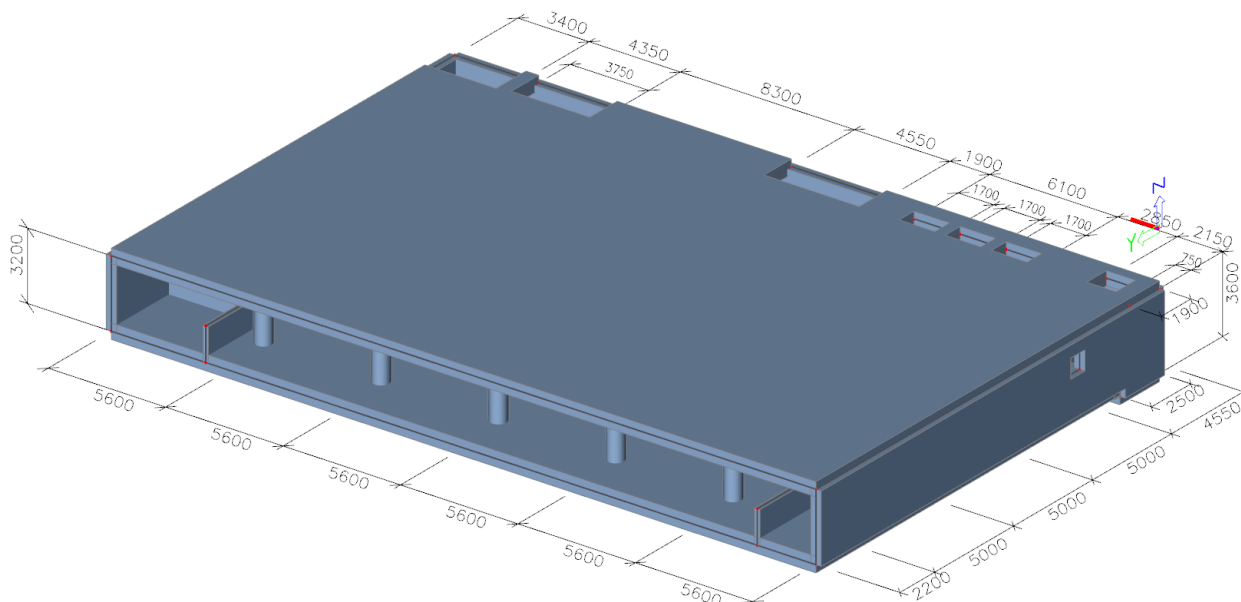
6.1.6 Toegangsschacht

De zuidelijke wand (langs de lamellenwand) en het dak van de schacht zijn gemodelleerd met 2D-elementen met een dikte van 300 mm. De overige wanden hebben een dikte van 500 mm. De sparingen zijn ook gemodelleerd, zie Figuur 21 en Figuur 22.



6.4 BOUWFASE

Het rekenmodel voor de bouwphase (einde fase 1) is weergegeven in Figuur 25. Dit rekenmodel is simpelweg een kopie van het rekenmodel voor de definitieve fase waarbij de elementen van fase 2 zijn verwijderd. De belastingen zijn aangepast conform paragraaf 4.6. De afmetingen van de sparingen zijn waar nodig gewijzigd (tijdelijke bouwopeningen).



Figuur 25: SCIA rekenmodel voor de bouwphase

6.5 VALIDATIE MODEL

De ingevoerde belastingen zijn middels handmatige berekeningen gecontroleerd. In Tabel 22 zijn deze controleberekeningen gepresenteerd waaruit opgemaakt kan worden dat er geen significante afwijkingen zijn gevonden (rekening houdend met de aanwezigheid van sparingen).

Tabel 22: Controle berekening globale reacties per belastingsgeval

Geval	Omschrijving	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Controle [kN]	Formule
BG1	Eigen gewicht	0	0	-48701	49766	$=25 \cdot (9.81/10) \cdot ((2 \cdot 0.7 \cdot 33.6 \cdot 34.1) + (2 \cdot 0.5 \cdot 3.2 \cdot (33.6 + 34.1)) + (3.7 \cdot (2 \cdot 0.5 \cdot 1.9 + 0.5 \cdot 33.6 + 0.3 \cdot 33.6) + 1.9 \cdot 0.3 \cdot 33.6) + (30 \cdot 3.2 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 0.8^2) + ((2 \cdot 34.1 + 4.6 + 2.8) \cdot 1.55 \cdot 0.25) + (3.6 \cdot 0.25 \cdot (3.4 + 2.5)))$
BG2	Gronddekking	0	-284	-26328	26507	$=20 \cdot (1.35 + 1.1) / 2 \cdot 33.6 \cdot (34.1 - 1.9)$
BG3	Asfalt	0	0	-494	494	$= (23 - 20) \cdot 0.21 \cdot 33.6 \cdot (11.7 + 11.65)$
BG4	Wegmeubilair	0	0	-67	67	$= (0.5 + 0.5 + 1) \cdot 33.6$
BG5	Gronddruk rechts	0	13545	0	13560	$=33.6 \cdot ((1.75 - 0.24) \cdot (2.3 + 20.2) / 2 + (-0.24 - 6.15) \cdot (20.2 + 108.8) / 2)$
BG6	Gronddruk voor	4000	0	0	4021	$= (34.1 - 1.9) \cdot (-2.55 - 3.5) \cdot (14 + 22.5) / 2 + (34.1 - 1.9) \cdot (-3.5 - 5.75) \cdot (22.5 + 56.3) / 2 + 1.9 \cdot (1.75 - 3.5) \cdot (2.3 + 49.5) / 2 + 1.9 \cdot (-3.5 - 6.15) \cdot (49.5 + 89.3) / 2$
BG7	Gronddruk links	0	-7021	0	7021	$=33.6 \cdot ((-2.55 - 5.75) \cdot (41.3 + 89.3) / 2)$
BG8	Gronddruk achter	-3982	0	0	4021	$= (34.1 - 1.9) \cdot (-2.55 - 3.5) \cdot (14 + 22.5) / 2 + (34.1 - 1.9) \cdot (-3.5 - 5.75) \cdot (22.5 + 56.3) / 2 + 1.9 \cdot (1.75 - 3.5) \cdot (2.3 + 49.5) / 2 + 1.9 \cdot (-3.5 - 6.15) \cdot (49.5 + 89.3) / 2$

Geval	Omschrijving	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Controle [kN]	Formule
BG10	Terreinbelasting rechts	0	2644	0	2654	$=10 \cdot 33.6 \cdot (3.6+4.3)$
BG11	Terreinbelasting voor	1167	0	0	1181	$=10 \cdot ((34.1-1.9) \cdot 3.2 + 1.9 \cdot (3.6+4.3))$
BG12	Terreinbelasting links	0	-1075	0	1075	$=10 \cdot (33.6 \cdot 3.2)$
BG13	Terreinbelasting achter	-1167	0	0	1181	$=10 \cdot ((34.1-1.9) \cdot 3.2 + 1.9 \cdot (3.6+4.3))$
BG14	Krimp keldervloer (N)	0	0	0	0	
BG15	Krimp wanden en kolommen (N)	0	0	0	0	
BG16	Krimp rijvloer (N)	0	0	0	0	
BG17	Krimp keldervloer (Z)	0	0	0	0	
BG18	Krimp wanden en kolommen (Z)	0	0	0	0	
BG19	Krimp rijvloer (Z)	0	0	0	0	
BG20	Krimp wanden schacht	0	0	0	0	
BG21	Krimp dak schacht	0	0	0	0	
BG22	Waterdruk opwaarts	0	0	27681	27681	$=33.6 \cdot ((34.1-2.5) \cdot 26) + 2.5 \cdot 30$
BG23	Kelder vol (waterdruk)	95	-469	-28980	28980	$=25 \cdot 33.6 \cdot (34.1-2.5) + 29 \cdot 33.6 \cdot 2.5$
BG24	First flush vol	-1	-28	-2880	2918	$=12 \cdot ((34.1-2.5) \cdot (2.8+4.6)) + 16 \cdot 2.5 \cdot 2.8$
BG25	Inspectiepad-1	0	0	-824	942	$=5 \cdot (33.6 \cdot 1.9 + 29.95 \cdot 1.5 + 33.1 \cdot 2) + 3 \cdot 1.5 \cdot 15$
BG26	Inspectiepad-2	0	0	-168	166	$=5 \cdot 33.1 \cdot 1$
BG27	Calamiteit (Zuigwagen)-1	0	0	-600	600	$=2 \cdot 300$
BG28	Calamiteit (Zuigwagen)-2	0	0	-300	300	$=300$
BG30	BM1 UDL-1	0	0	-2576	2579	$=2.5 \cdot 33.6 \cdot (34.1-3.4)$
BG31	BM1 UDL-2	0	0	-1288	1289	$=0.5 \cdot 2.5 \cdot 33.6 \cdot (34.1-3.4)$
BG32	BM1 UDL-3	0	0	-1288	1289	$=0.5 \cdot 2.5 \cdot 33.6 \cdot (34.1-3.4)$
BG33	BM1 UDL-4	0	0	-1316	1319	$=2.5 \cdot 33.6 \cdot (4.55+2 \cdot 5+1.15)$
BG34	BM1 UDL-5	0	0	-1260	1260	$=2.5 \cdot 33.6 \cdot (3 \cdot 5)$
BG35	BM1 UDL-6	0	0	-1288	1289	$=0.5 \cdot 2.5 \cdot 33.6 \cdot (34.1-3.4)$
BG36	BM1 UDL-7	0	0	-1288	1289	$=0.5 \cdot 2.5 \cdot 33.6 \cdot (34.1-3.4)$
BG40	BM1 UDL-1 (A)	0	0	-328	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG41	BM1 UDL-2 (A)	0	0	-328	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG42	BM1 UDL-1 (B)	0	0	-328	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG43	BM1 UDL-2 (B)	0	0	-328	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG44	BM1 UDL-1 (C)	0	0	-328	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG45	BM1 UDL-2 (C)	0	0	-328	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG46	BM1 UDL-1 (D)	0	0	-324	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG47	BM1 UDL-2 (D)	0	0	-324	328	$=0.5 \cdot 6.5 \cdot 33.6 \cdot 3$
BG50	BM1 HOR X+ (A)	452	0	0	452	$=360+2.7 \cdot 34.1$
BG51	BM1 HOR X- (A)	-452	0	0	452	$=360+2.7 \cdot 34.1$
BG52	BM1 HOR Y+ (A)	0	113	0	113	$=0.25 \cdot (360+2.7 \cdot 34.1)$
BG53	BM1 HOR Y- (A)	0	-113	0	113	$=0.25 \cdot (360+2.7 \cdot 34.1)$
BG60	BM1 HOR X+ (B)	452	0	0	452	$=360+2.7 \cdot 34.1$
BG61	BM1 HOR X- (B)	-452	0	0	452	$=360+2.7 \cdot 34.1$
BG62	BM1 HOR Y+ (B)	0	113	0	113	$=0.25 \cdot (360+2.7 \cdot 34.1)$

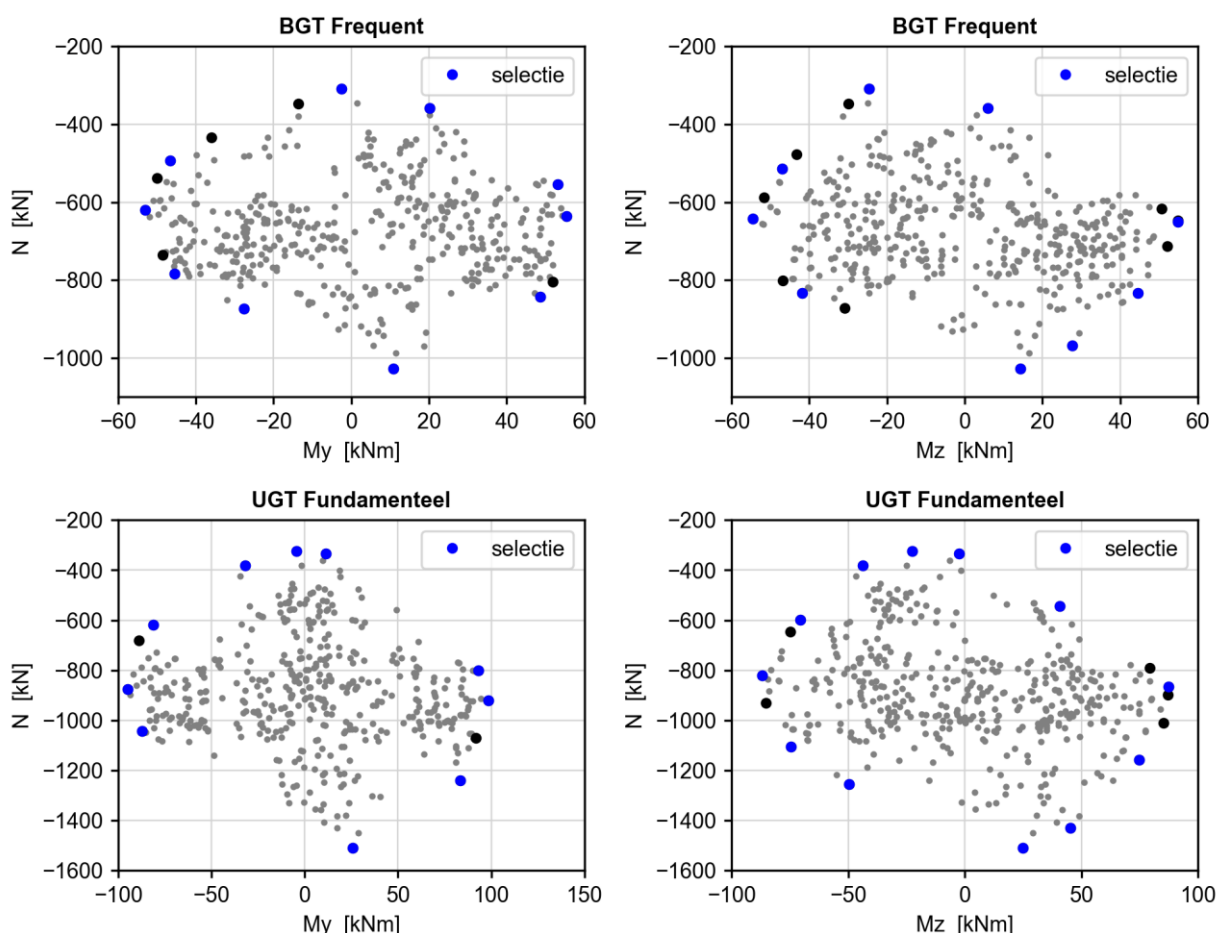
Geval	Omschrijving	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Controle [kN]	Formule
BG63	BM1 HOR Y- (B)	0	-113	0	113	=0.25*(360+2.7*341)
BG70	BM1 HOR X+ (C)	452	0	0	452	=360+2.7*34.1
BG71	BM1 HOR X- (C)	-452	0	0	452	=360+2.7*34.1
BG72	BM1 HOR Y+ (C)	0	113	0	113	=0.25*(360+2.7*34.1)
BG73	BM1 HOR Y- (C)	0	-113	0	113	=0.25*(360+2.7*341)
BG80	BM1 HOR X+ (D)	447	0	0	452	=360+2.7*34.1
BG81	BM1 HOR X- (D)	-447	0	0	452	=360+2.7*34.1
BG82	BM1 HOR Y+ (D)	0	112	0	113	=0.25*(360+2.7*34.1)
BG83	BM1 HOR Y- (D)	0	-112	0	113	=0.25*(360+2.7*341)
BG100	BM1 TS (A)	0	0	-1200	1200	=600+400+200
BG157	BM1 TS (B)	0	0	-1200	1200	=600+400+200
BG158	BM1 TS (C)	0	0	-1200	1200	=600+400+200
BG186	BM1 TS (C)	0	0	-1200	1200	=600+400+200
BG187	BM1 TS (D)	0	0	-1200	1200	=600+400+200
BG201	BM1 TS (D)	0	0	-1133	1200	=600+400+200
BG215	BM1 TS (D)	0	0	-1200	1200	=600+400+200
BG216	BM1 TS (D)	0	0	-1000	1000	=600+400
BG230	BM1 TS (D)	0	0	-933	1000	=600+400
BG244	BM1 TS (D)	0	0	-1000	1000	=600+400
BG245	BM3 TS (A)	0	0	-2160	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG302	BM3 TS (B)	0	0	-2160	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG303	BM3 TS (C)	0	0	-2160	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG331	BM3 TS (C)	0	0	-2160	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG332	BM3 TS (D)	0	0	-2160	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG346	BM3 TS (D)	0	0	-2117	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG360	BM3 TS (D)	0	0	-2160	2160	=1.4*1200+0.8*(400+200)
BG361	BM3 TS (D)	0	0	-2000	2000	=1.4*1200+0.8*400
BG375	BM3 TS (D)	0	0	-1957	2000	=1.4*1200+0.8*400
BG389	BM3 TS (D)	0	0	-2000	2000	=1.4*1200+0.8*400

7 BEREKENINGSRESULTATEN EN TOETSINGEN

In dit hoofdstuk worden de berekeningsresultaten en toetsingen voor de maatgevende situatie, in dit geval de definitieve fase, gepresenteerd. De resultaten en toetsingen voor de bouwphase zijn bijgevoegd in de desbetreffende bijlagen. De wapeningschetsen zijn toegevoegd in bijlage D.

7.1 BEREKENINGSPROCEDURE

Er is gebruik gemaakt van scripts om de berekeningsresultaten uit Scia Engineer automatisch te verwerken. De procedure begint met het uitvoeren van de snedekrachten van de twee Scia modellen, namelijk het model met lage (bijlage E) en het model met hoge beddingswaarden (bijlage F). Vervolgens worden de resultaten van beide modellen samengevoegd en gesorteerd op onderdeel en ontwerpsituatie. Per constructie onderdeel worden de omhullende snedekrachten op basis van het convexe omhulsel en de maxima en minima bepaald. Voor de momenten wordt het convexe omhulsel bepaald op basis het 2D-vlak, dus N-My en N-Mz, maar de bijbehorende krachten (bv. My en Vz) worden altijd meegenomen in de toetsing. Als het convexe omhulsel uit een groot aantal punten bestaat, dan worden op basis van het omsloten oppervlak en een kleine tolerantie de niet significante punten gefilterd. Bij deze selectieprocedure worden nooit de maxima en minima verwijderd. Een fictief voorbeeld hiervan is gegeven in Figuur 26. Alle blauwe punten worden dus getoetst.



Figuur 26: Voorbeeld van een selectie van omhullende snedekrachten (fictief voorbeeld)

Deze omhullende sets van snedekrachten worden uitgeschreven naar Idea StatiCa RCS bestanden. Deze Idea RCS bestanden zijn vooraf door de constructeur opgesteld en bevatten de wapeningsdoorsneden. Ook de wapeningsberekeningen worden automatisch uitgevoerd en de resultaten worden samengevat in

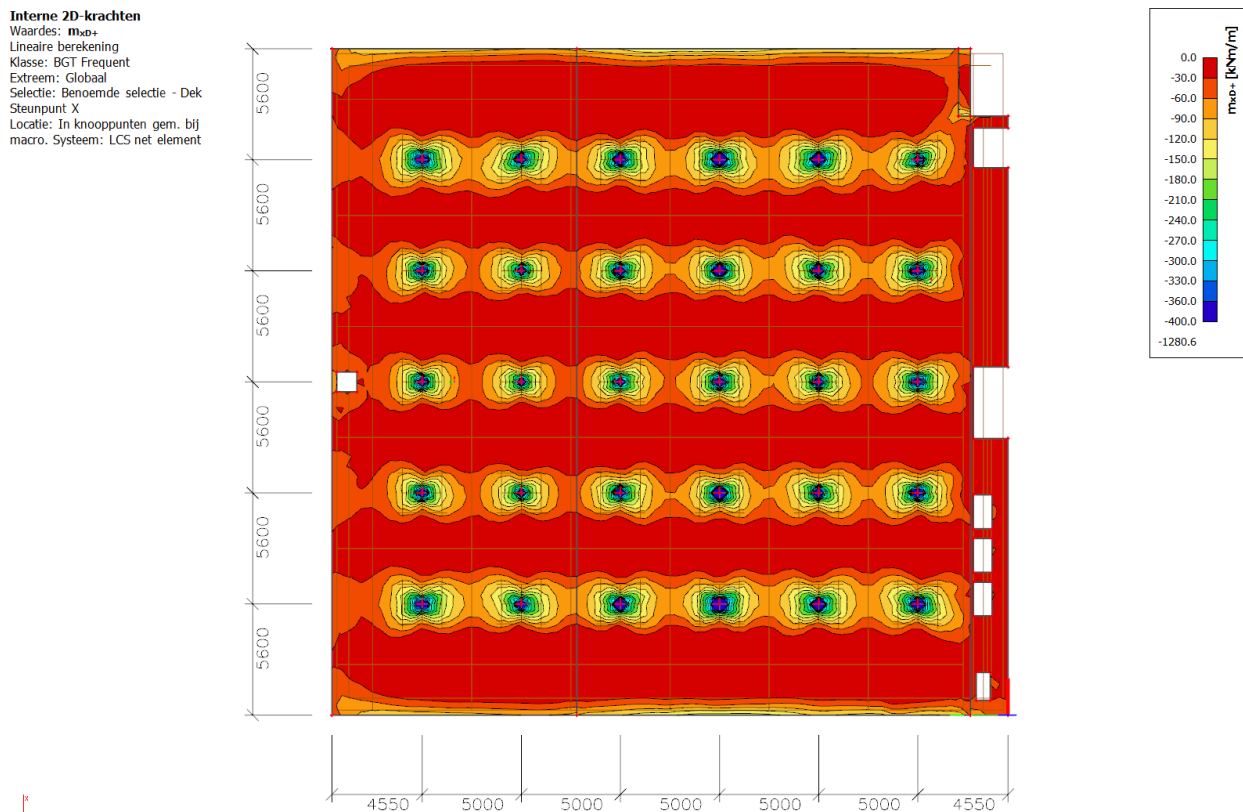
een tabel. Uiteraard is dit een iteratief proces en zijn degelijke controles van de berekening en invoergegevens een vereiste.

7.2 RIJVLOER

De rijvloer wordt uitgevoerd in betonsterkteklasse C35/45 en wordt gewapend met Ø25-100 in beide richtingen. Zowel aan de boven- als aan de onderzijde ligt de wapening in de rijrichting in de eerste laag en wordt er een dekking van 70 mm toegepast op de hoofdwapening. Aan de onderzijde wordt rekening gehouden met een draagstaaf Ø10 en bedraagt de toegepaste dekking dus 60 mm (de draagstaaf ligt dus buiten de dekking).

7.2.1 Toetsing scheurwijdte BGT

Het verloop van het steunpuntwapeningsmoment in de rijrichting (MxD+) in de rijvloer is weergegeven in Figuur 27. Zoals te zien treden lokaal, ter plaatse van de kolomaansluiting, grote pieken op. Deze pieken worden met behulp van zogenaamde 'seden op plaat' gemiddeld, ten behoeve van het toetsen van de wapening.



Figuur 27: M_{xD+} [kNm/m] in de rijvloer (frequent, hoge beddingsconstante)

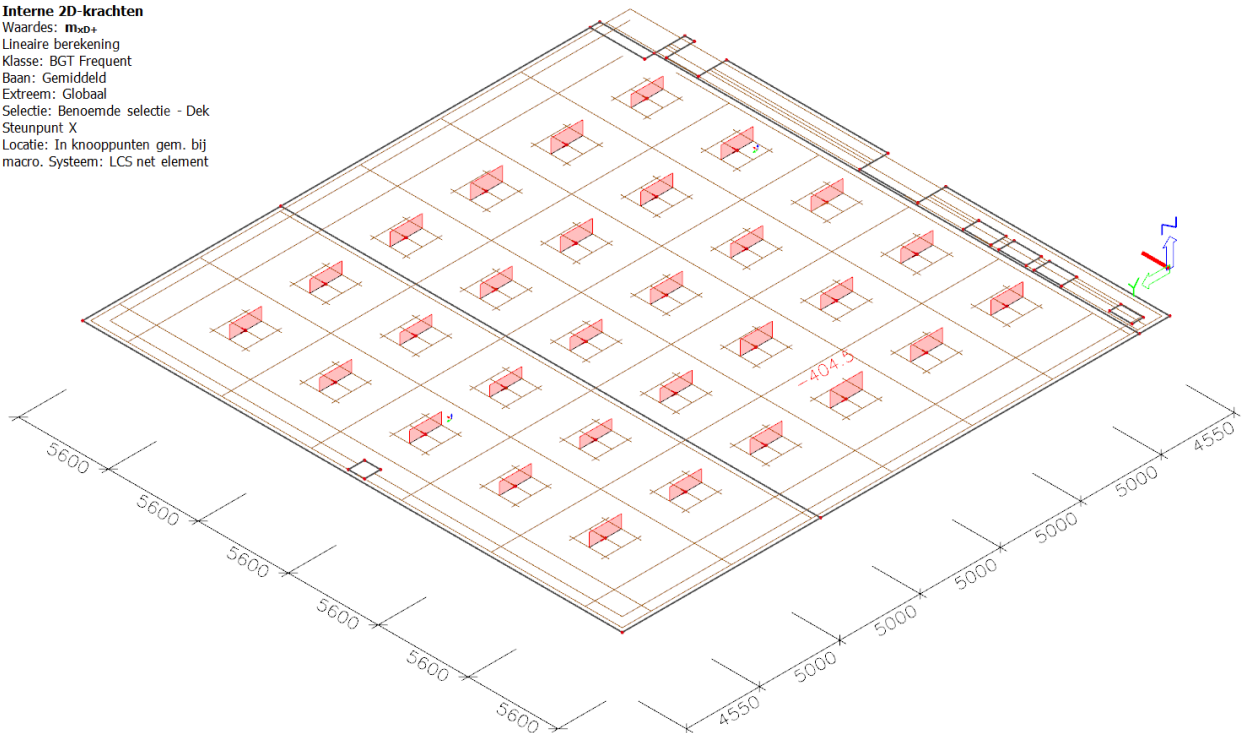
De lengte van de snede, dus de lengte waarover wordt gemiddeld, is gelijk aan:

$$L = 2 \cdot d + \varnothing_{kolom} \approx 2 \cdot (700 \text{ mm} - 70 \text{ mm} - 25 \text{ mm}) + 800 \text{ mm} \approx 2,0 \text{ m}$$

De sneden zijn kruislings aangebracht ter plaatse van elke kolomaansluiting zodat het gemiddelde steunpuntmoment in beide richtingen kan worden berekend. Als voorbeeld zijn de gemiddelde steunpuntmomenten in de rijrichting gegeven in Figuur 28. In bijlage E en F zijn ook de gemiddelde steunpuntmoment in de dwarsrichting gegeven.

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{x0+}
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Dek
 Steunpunt X
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element

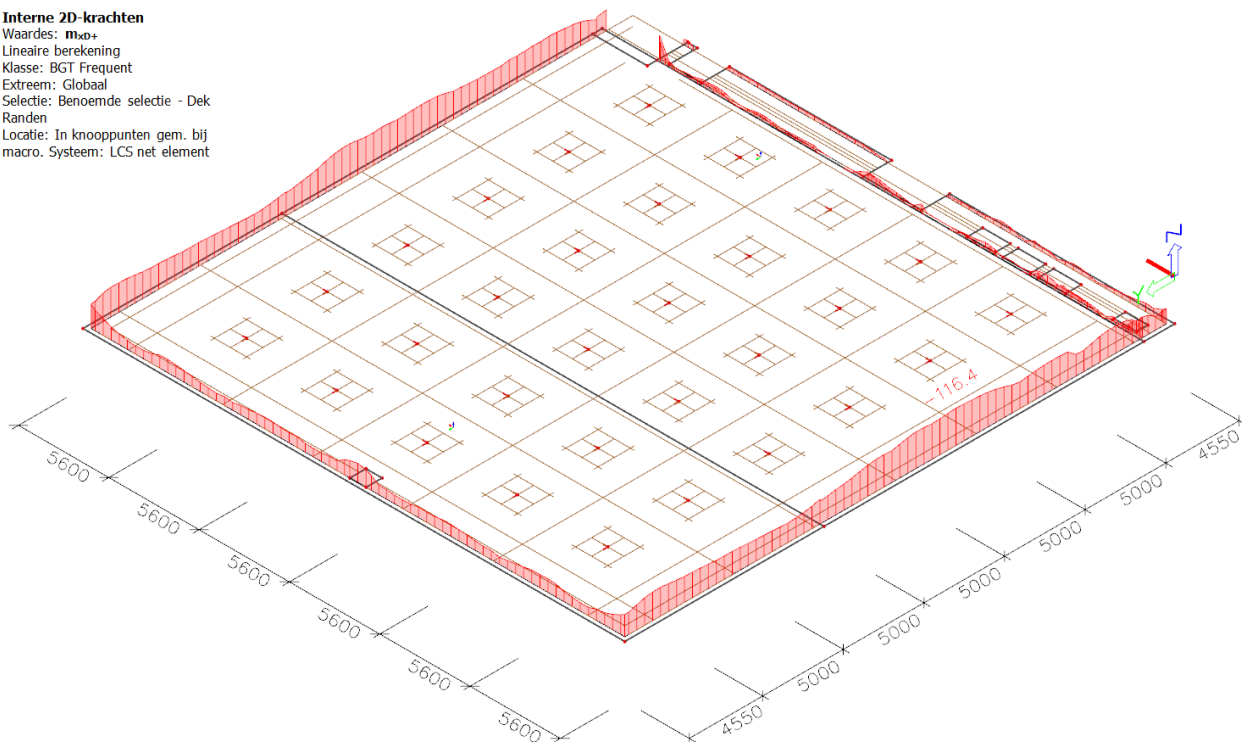


Figuur 28: Gemiddelde frequente steunpuntmomenten in de rijrichting (M_{xD+} kNm/m, hoge beddingsconstante)

De maatgevende steunpuntmomenten (en ook het veldmoment) in beide richtingen ter plaatse van de wandaansluitingen zijn ook bepaald met behulp van sneden. Deze sneden zijn aangebracht op de dag van de ondersteuning, zie Figuur 29. Het voordeel hiervan is dat de momenten, maar vooral ook de membraankrachten, ter plaatse van de dag lager uitvallen.

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{x0+}
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Dek
 Randen
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element

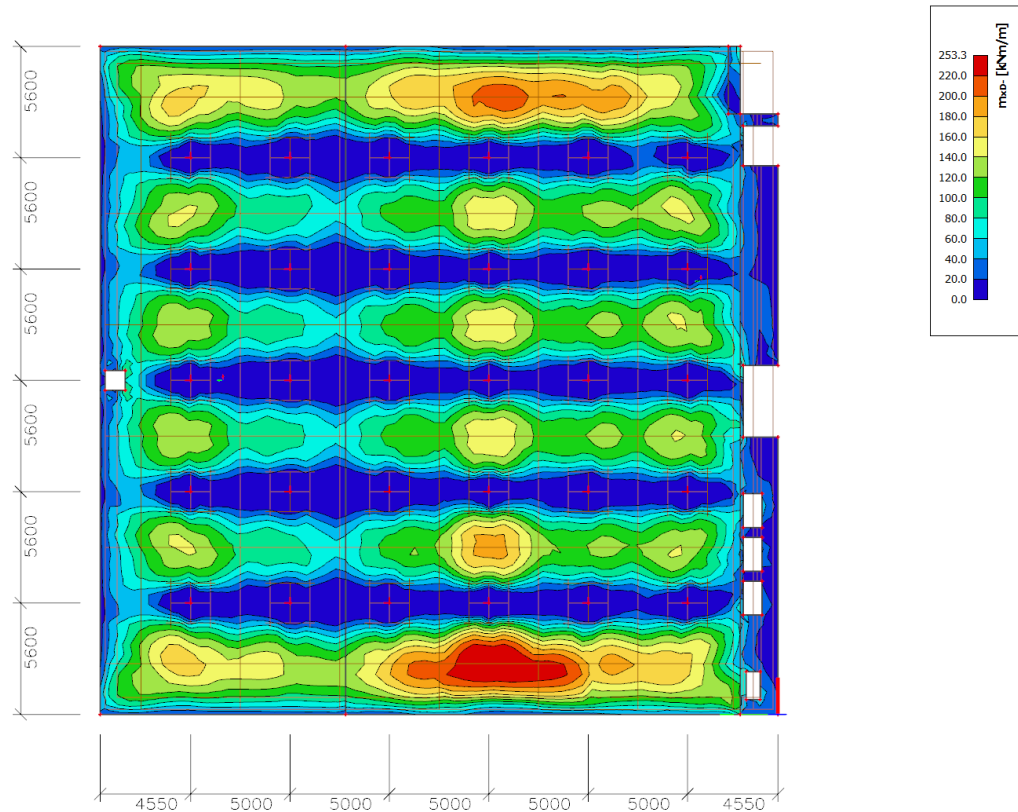


Figuur 29: Steunpuntmoment in de rijrichting ter plaatse van de wandaansluiting (M_{xD+} kNm/m, hoge beddingsconstante)

Het verloop van het veldmoment in de rijrichting in de rijvloer is weergegeven in Figuur 30. De piekwaarde van het veldmoment aan de oostzijde valt iets groter uit dan aan de westzijde. Dit komt door de verschillende breedtes van de first flush compartimenten.

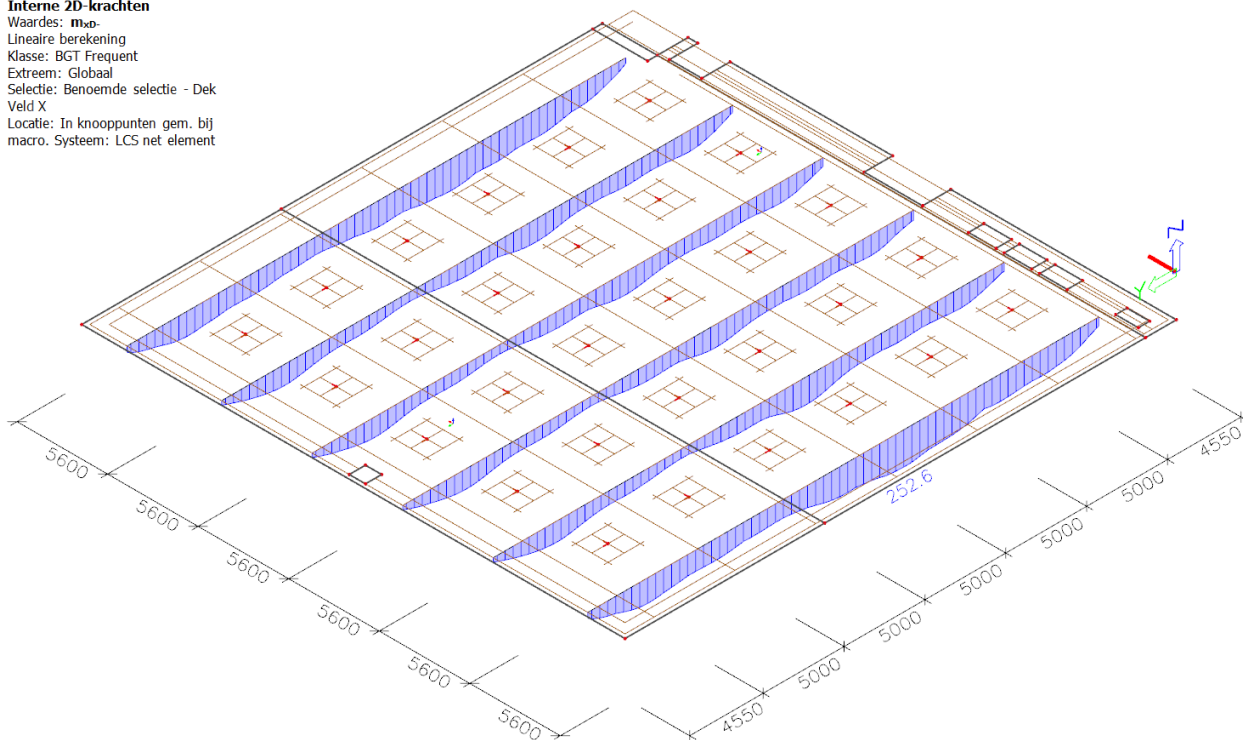
Interne 2D-krachten

Waarden: $m \times o$
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Dek
 Steunpunt X
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element

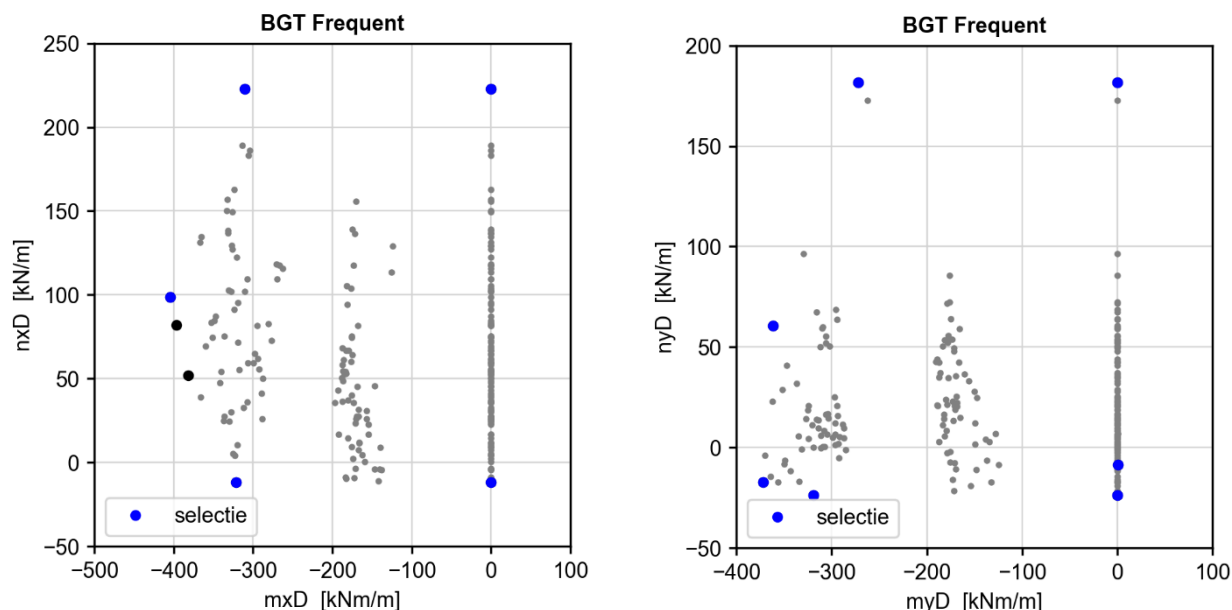


Figuur 30: Frequente waarden veldmoment in de rijrichting ($M \times D$ - kNm/m , hoge beddingsconstante)

Waardes: **m_{xd}**
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Dek
 Veld X
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



Zone			Omhullende	Model	Snede op plaat	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Steunpunt	X	E4	M min	Hoog	Snede X Dek K3	BGT Frequent	98.8	-404.5
	Y	E4	M min	Laag	Snede Y Dek K14	BGT Frequent	-17.3	-371.8
	Y	E7	N-M convex	Laag	Snede Y Dek K26	BGT Frequent	60.5	-361.9
Rand	X	E4	M min	Hoog	Snede X Dek Rand1	BGT Frequent	-19.3	-116.4
	Y	E4	M min	Hoog	Snede Y Dek Rand2	BC17/5	-125.6	-144.1
Veld	X	E3	M max	Laag	Snede X Dek Veld1	BGT Frequent	66.8	259.5
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Dek Veld8	BGT Frequent	0.0	234.3



Figuur 32: Maatgevende frequente N-M combinaties steunpuntzones rijvloer (kolomaansluitingen)

De optredende scheurwijdtes zijn bepaald met een korte termijn berekening voor alle maatgevende N-M combinaties (zie ook Figuur 32). De resultaten van de meest kritische toetsingen zijn in Tabel 24 samengevat. Bij de berekening van de k_x -factoren is rekening gehouden met een draagstaaf van 10 mm aan de onderzijde van de rijvloer.

Tabel 24: Resultaten scheurwijdte toetsing

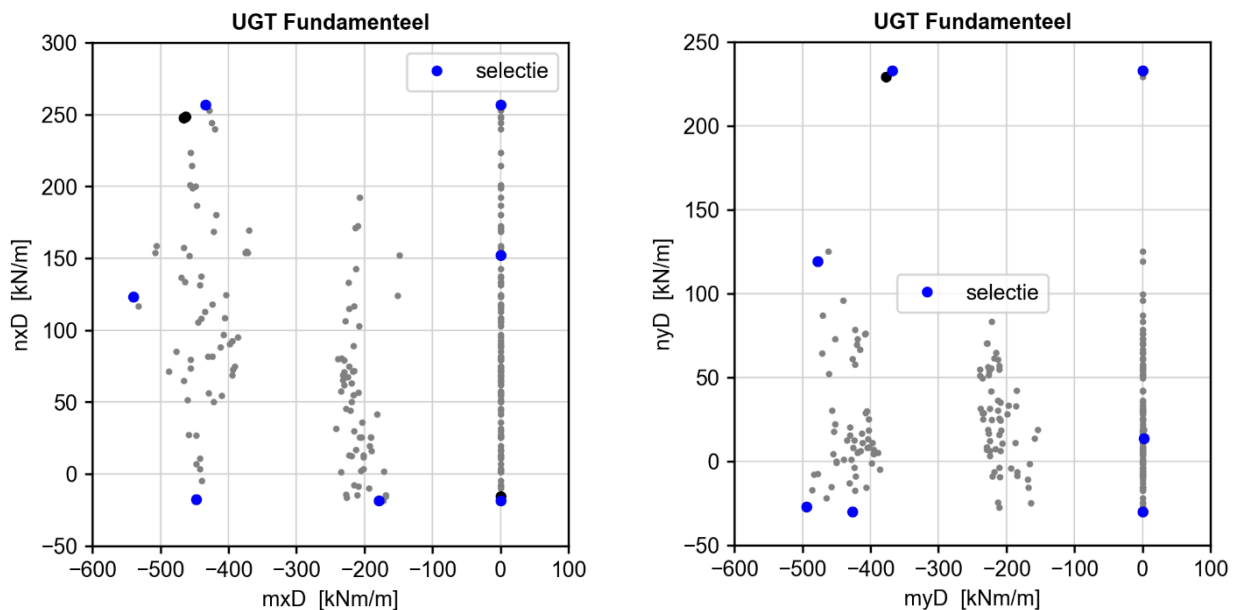
Zone			Snede op plaat	k_x	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
Steunpunt	X	E4	Snede X Dek K3	1.27	0.187	0.255	0.74
	Y	E4	Snede Y Dek K14	1.27	0.214	0.255	0.84
	Y	E7	Snede Y Dek K26	1.27	0.221	0.255	0.87
Rand	X	E4	Snede X Dek Rand1	1.20	0.000	0.240	0.00
	Y	E4	Snede Y Dek Rand2	1.20	0.000	0.240	0.00
Veld	X	E3	Snede X Dek Veld1	1.20	0.000	0.240	0.00
	Y	E3	Snede Y Dek Veld8	1.20	0.000	0.240	0.00

7.2.2 Toetsing momentcapaciteit UGT

In Figuur 33 zijn de optredende steunpuntmomenten in de rijvloer weergegeven. In Tabel 25 zijn de maatgevende snedekrachten samengevat.

Tabel 25: Overzicht krachtswerking UGT fundamenteel

Zone			Omhullende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Steunpunt	X	E4	M min	Hoog	Snede X Dek K27	UGT Fundamenteel	123.4	-539.8
	Y	E4	M min	Laag	Snede Y Dek K13	UGT Fundamenteel	-27.1	-493.7
Rand	X	E4	M min	Hoog	Snede X Dek Rand2	UGT Fundamenteel	-143.6	-163.7
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Dek Rand4	BC35/19	67.9	337.8
Veld	X	E3	M max	Laag	Snede X Dek Veld6	UGT Fundamenteel	21.1	364.2
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Dek Veld8	UGT Fundamenteel	0.0	335.0



Figuur 33: Maatgevende fundamentele N-M combinaties steunpuntzones rijvloer (kolomaansluitingen)

De resultaten van de meest kritische toetsingen op momentweerstand zijn weergegeven in Tabel 26.

Tabel 26: Resultaten toetsing momentweerstand

Zone			N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	UC
Steunpunt	X	E4	123.4	-539.8	-1219.9	0.44
	Y	E4	-27.1	-493.7	-1176.8	0.42
Rand	X	E4	-143.6	-163.7	-1289.3	0.13
	Y	E3	67.9	337.8	1154.3	0.29
Veld	X	E3	21.1	364.2	1246.5	0.29
	Y	E3	0.0	335.0	1170.4	0.29

7.2.3 Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT

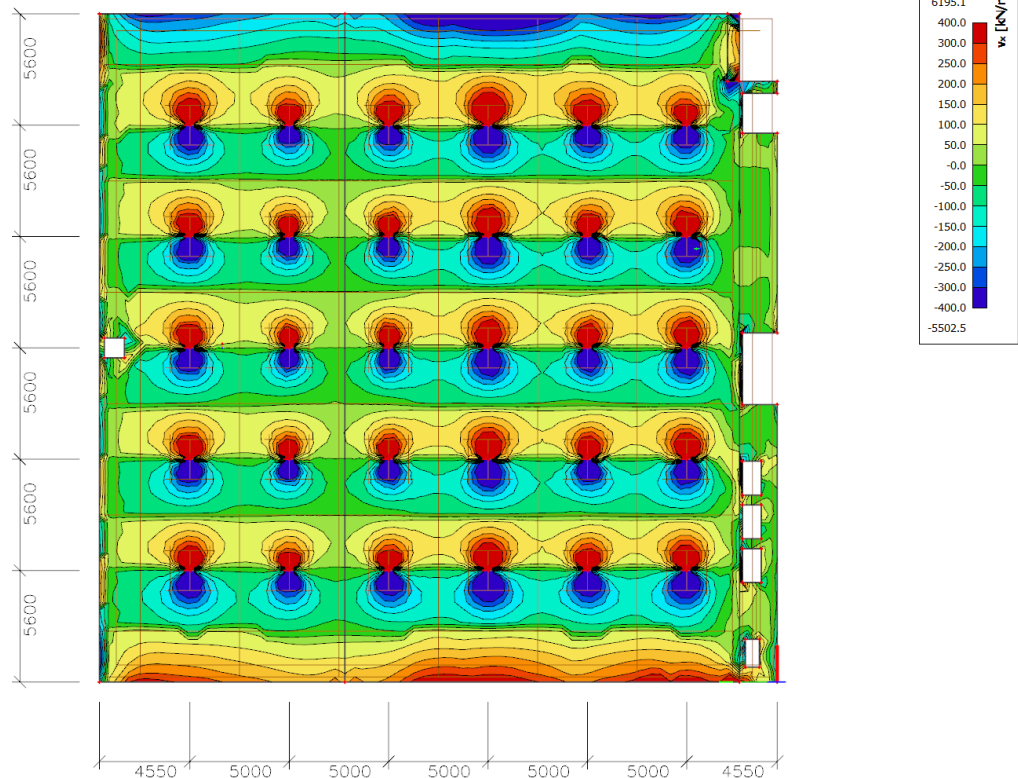
Het dwarskrachtverloop in de rijrichting is weergegeven in Figuur 34. Zoals te zien is, treden er lokale pieken op ter plaatse van de kolomondersteuning. Ter plaatse van de kolommen wordt het dwarskrachtverloop gemiddeld over een lengte gelijk aan $4d$:

$$L = 4 \cdot d \approx 2 \cdot (700 \text{ mm} - 70 \text{ mm} - 25 \text{ mm}) \approx 2,5 \text{ m}$$

De sneden zijn aangebracht op een afstand 'd' ($\approx 0,6 \text{ m}$) vanaf de dag van de kolomondersteuning, zie Figuur 35. Er is geen rekening gehouden met een directe belastingafdracht (β).

Interne 2D-krachten

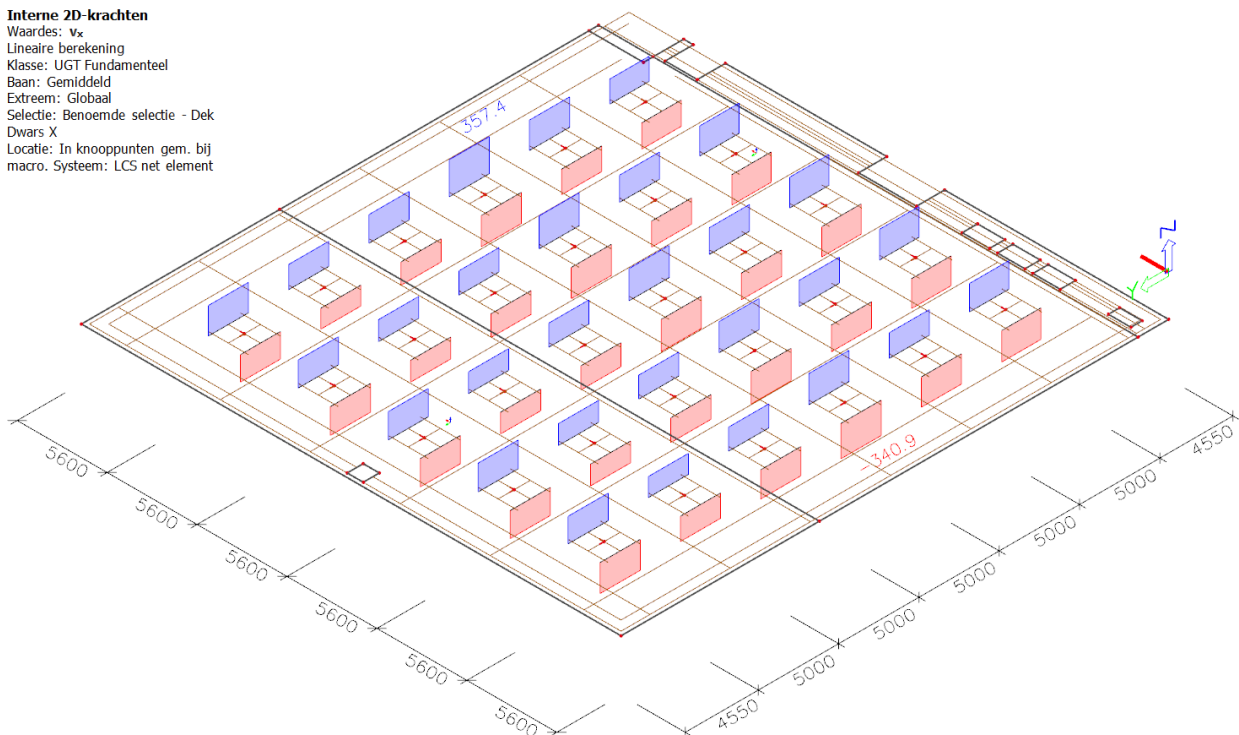
Waardes: v_x
Lineaire berekening
Klasse: UGT Fundamenteel
Extreem: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - Dek
Dwars X
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



Figuur 34: Fundamentele waarden dwarskracht in de rijrichting (V_x kN/m, hoge beddingsconstante)

Interne 2D-krachten

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Klasse: UGT Fundamenteel
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Benoemde selectie - Dek
Dwars X
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element

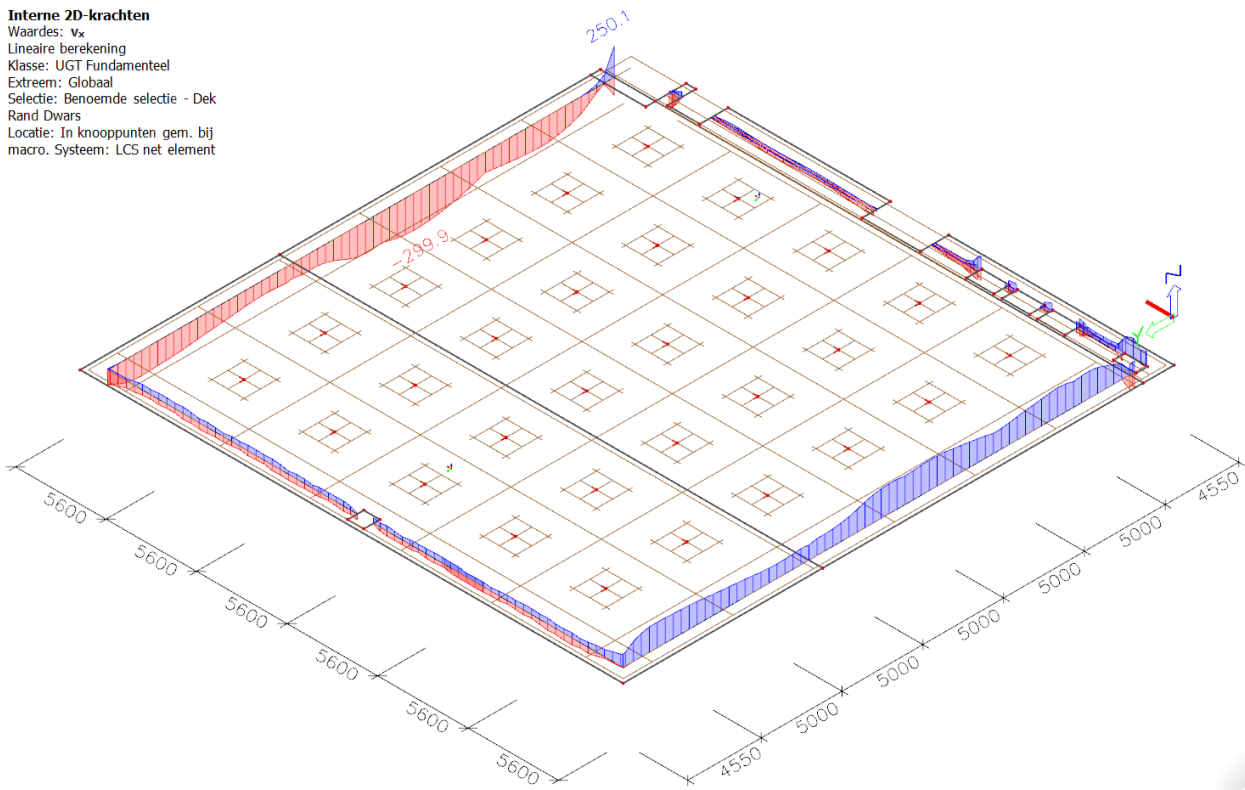


Figuur 35: Fundamentele waarden dwarskracht in sneden op plaat in de rijrichting (V_x kN/m, hoge beddingsconstante)

Ook langs de wandondersteuning zijn sneden aangebracht op een afstand 'd' vanaf de dag van de ondersteuning voor het bepalen van de maatgevende dwarskrachten, zie Figuur 36.

Interne 2D-krachten

Waardes: V_x
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Dek
 Rand Dwars
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



Figuur 36: Fundamentele waarden dwarskracht in de randzones in de rijrichting (V_x kN/m, hoge beddingsconstante)

De dwarskrachtcapaciteit van de rijvloer is berekend in bijlage G met behulp van een gevalideerde rekensheet. De bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) zijn verwaarloosd. De resultaten van de dwarskrachtoetsingen zijn samengevat in Tabel 27.

Tabel 27: Resultaten dwarskracht toetsingen

Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Rijvloer	X	Laag	358.0	352.3	1.02
	Y	Laag	312.0	345.4	0.90

Bij de kolommen naast de westelijke kelderwand treden iets hogere dwarskrachten op in de rijrichting. Dit komt doordat de binnenwand van de first flush aan de westzijde dichterbij de kolommenrij staat. Aangezien de dwarskrachtcapaciteit van de rijvloer hier net te laag is, wordt er lokaal wapening bijgelegd ($\varnothing 16-100$ in de bovenste laag). De toetsing is hieronder herhaald.

Tabel 28: Resultaten dwarskracht toetsingen met

Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Rijvloer (westzijde)	X	Laag	358.0	395.0	0.91

7.2.4 Toetsing vermoeiing UGT

Vanwege een gebrekkige implementatie met betrekking tot de levensduur wordt er geen gebruik gemaakt van de vermoeiingscontroles in IDEA. Wel zijn de door IDEA berekende spanningswisselingen gebruikt voor het uitvoeren van de vermoeiingstoetsingen in een spreadsheet. Een overzicht van de krachtswerking op basis van de meest kritische toetsingen is gegeven in Tabel 29.

Tabel 29: Overzicht krachtswerking UGT vermoeiing (LM1)

Zone		Omhullende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Steunpunt	X	M max	Hoog (B)	Snede X Dek K3	BC55	33.8	0.0
		M min			BC55	17.1	-281.9
Steunpunt	Y	M max	Laag (A)	Snede Y Dek K13	BC54	30.0	0.0
		M min			BC54	30.3	-280.2

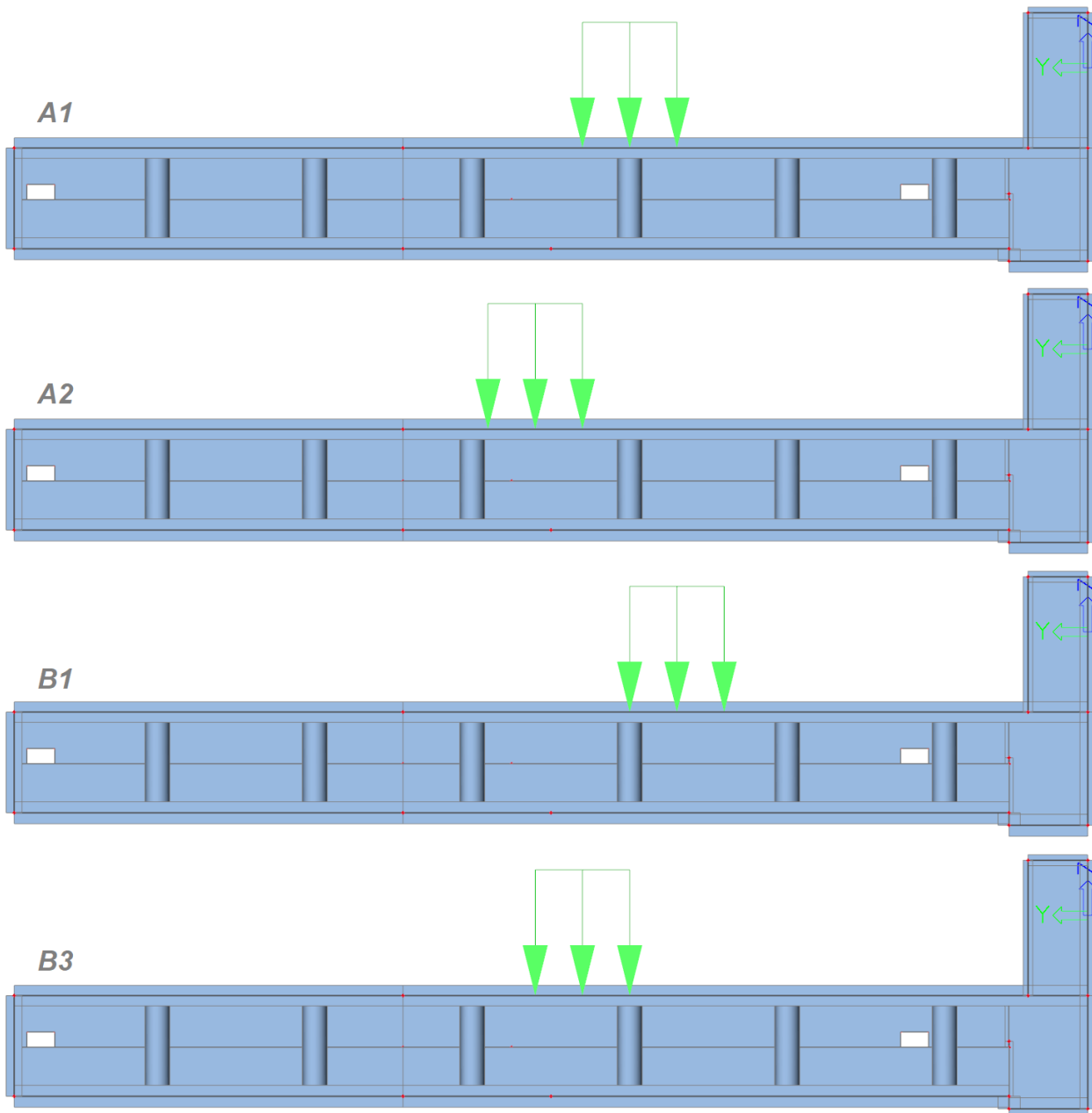
De schadeberekeningen zijn uitgevoerd gebruikmakende van LM1 op basis van een levensduur van 100 jaar en 0,5 miljoen wagens per jaar per rijstrook voor zwaar verkeer. De resultaten zijn gepresenteerd in Tabel 30.

Tabel 30: Resultaten vermoeiingstoetsingen normaalkracht en buiging (LM1)

Zone		Beton (drukzone)					Langswapening			
		$f_{cd,fat}$	$\sigma_{cd,min}$	$\sigma_{cd,max}$	N	D	$\Delta\sigma_{Rsk,d}$	$\Delta\sigma_{sl,max}$	N	D
Steunpunt	X	31.6	0.0	5.6	3.3E+11	0.00	141.3	100.4	2.2E+07	2.31
Steunpunt	Y	31.6	0.0	6.4	1.5E+11	0.00	141.3	107.9	1.1E+07	4.41

Er is een aanvullende vermoeiingscontrole uitgevoerd voor de steunpuntwapening in het dek met belastingsmodel 4B uit de ROK1.4. Het aantal passages is aangepast naar 500 000 per rijstrook per jaar.

Voor de toetsing zijn de invloedslijnen per rijstrook bepaald met behulp van het Scia rekenmodel. Per theoretische rijstrook is een eenheidsaslast ter grootte van 1000 kN in rekening gebracht. Deze aslast is gespreid over een oppervlakte van 2,4 m bij 3,0 m. Deze aslast beweegt zich voort over de rijstrook. Hiervoor zijn in de langsrichting dezelfde as posities beschouwd als beschreven in paragraaf 4.3.1. In Figuur 37 zijn de beschouwde posities in de dwarsrichting voor belastingsmodel 4B weergegeven.

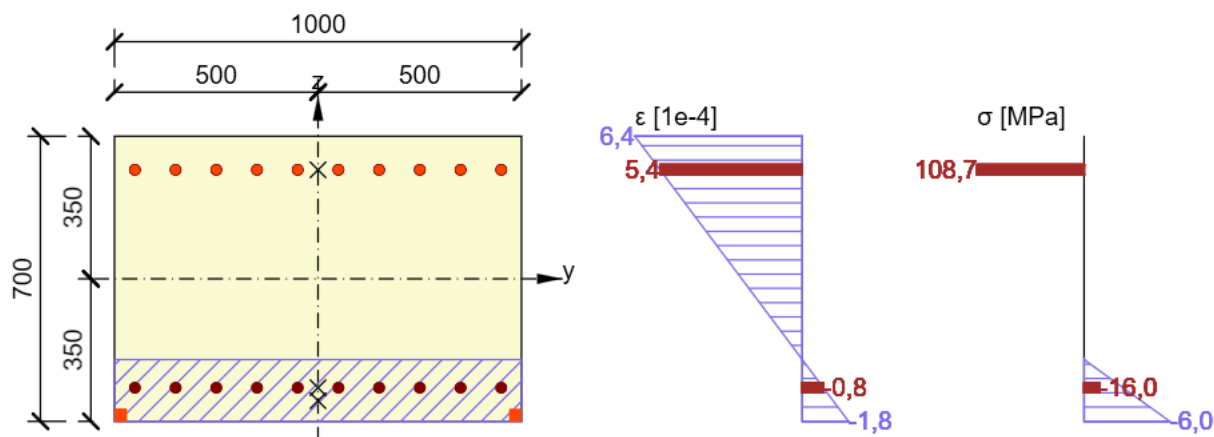


Figuur 37: Beschouwde locaties theoretische rijstroken in dwarsrichting voor BM4b (vermoeding)

Voor de schadeberekeningen zijn twee configuraties beschouwd, namelijk:

- A1-A2: Zwaar verkeer is aanwezig op A1 ("1-0"). Bij 10% van het aantal passages gebeurt dit i.c.m. een passerende vrachtwagens op A2 ("1-1");
- B1-B2: Zwaar verkeer is aanwezig op B1 ("1-0"). Bij 10% van het aantal passages gebeurt dit i.c.m. een passerende vrachtwagens op B2 ("1-1");

De staalspanningen zijn berekend aan de hand van de wapeningsmomenten (M_{xD} en M_{yD}) en een spanningsfactor welke is bepaald met IDEA. In beide richtingen is een "momentenwisseling" van 100 kNm/m aangebracht (van -300 kNm/m tot -400 kNm/m). De spanningsfactor volgt dan uit de door IDEA berekende spanningswisseling in de wapening, zie Figuur 38.



Snedekrachten voor vermoeiingsberekening

Resultante van de bouwphase	$N_{Ed,tot}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	$M_{Ed,y,tot}$ [kNm]	$M_{Ed,z,tot}$ [kNm]
Max. cyclische last	0,0	0,0	0,0	-300,0	0,0
Min. cyclische last	0,0	0,0	0,0	-400,0	0,0

Weerstand tegen vermoeiing van wapeningstaal (1992-1-1, 6.8.5 (3))

N^* [-]	$\Delta\sigma_{Rsk}(N^*)$ [MPa]	$\Delta\sigma_{S,max}(N^*)$ [MPa]	Waarde _{calc} [MPa]	Waarde _{lim} [MPa]	Waarde [%]	Grens [%]	Controle
0,50	186,7	36,2	36,2	162,3	22,3	100,0	Oké

Figuur 38: Bepaling spanningsfactor voor MxD met IDEA

Hieronder zijn de resultaten kort samengevat. In bijlage G zijn de schadeberekening toegevoegd. Mocht er in het UO gekozen worden voor het toepassen van DEMU's ter plaatse van de stortnaad, dan zullen deze nog getoetst dienen te worden op vermoeiing met een aanvullende berekening.

Tabel 31: Overzicht schadeberekening ophang- en trekbandwapening landpijlerbalken

Configuratie	Detail	Locatie	N_{sum} [-]	$\Delta\sigma_{max}$ [MPa]	D_{sum} [-]
A1-A2	Dek K15	x=16,8 m, y=15,6 m	5.5E+07	53,3	0.00
B1-B2	Dek K15	x=16,8 m, y=15,6 m	5.5E+07	59,0	0.00

7.3 KELDERVLOER

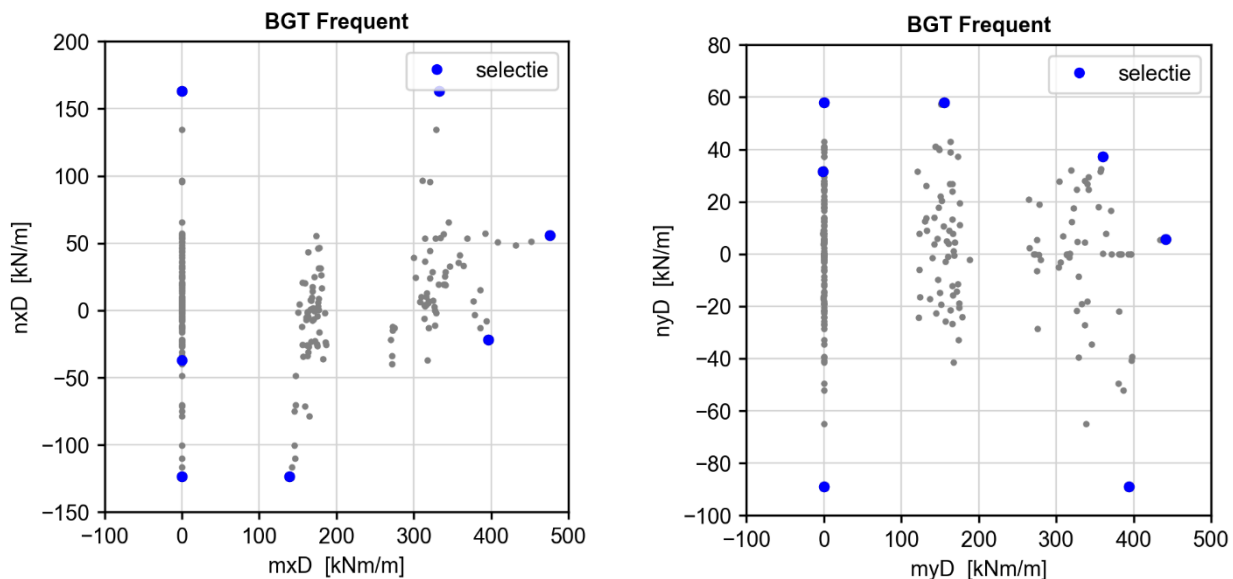
De keldervloer wordt uitgevoerd in betonsterkteklasse C35/45 en wordt gewapend met Ø32-100 in beide richtingen in verband met verhinderde krimp. Zowel aan de boven- als aan de onderzijde ligt de wapening in de rijrichting in de eerste laag en wordt er een dekking van 70 mm toegepast op de hoofdwapening. Aan de onderzijde wordt rekening gehouden met een draagstaaf Ø10 en bedraagt de toegepaste dekking dus 60 mm (de draagstaaf ligt buiten de dekking).

7.3.1 Toetsing scheurwijdte BGT

In Tabel 32 is een overzicht gegeven van de maatgevende frequente krachten in de keldervloer. Door het gebruik van de sneden zijn ook de bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) bepaald. Voor de steunpuntzone is tevens de convexe omhulling in het N-M vlak grafisch weergegeven in Figuur 39.

Tabel 32: Overzicht krachtswerking BGT frequent (X = rijrichting)

Zone			Omhullende	Model	Snede op plaat	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Steunpunt	X	E3	M max	Laag	Snede X Vloer K3	BGT Frequent	56.0	476.1
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Vloer K3	BGT Frequent	5.6	441.1
Rand	X	E3	M max	Laag	Snede X Vloer Rand1	BGT Frequent	-78.5	151.6
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Vloer Rand1	BGT Frequent	0.0	179.1
Veld	X	E4	M min	Hoog	Snede X Vloer Veld1	BGT Frequent	248.7	-196.6
	Y	E4	M min	Hoog	Snede Y Vloer Veld7	BGT Frequent	85.6	-162.7



Figuur 39: Maatgevende frequente N-M combinaties steunpuntzones keldervloer (kolomaansluitingen)

De optredende scheurwijdtes zijn bepaald met een korte termijn berekening voor alle maatgevende N-M combinaties (zie ook Figuur 39). De resultaten van de meest kritische toetsingen zijn in Tabel 35 samengevat. Bij de berekening van de k_x -factoren is rekening gehouden met een draagstaaf van 10 mm aan de onderzijde van de keldervloer.

Tabel 33: Resultaten scheurwijdte toetsing

Zone			Snede op plaat	k_x	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
Steunpunt	X	E3	Snede X Vloer K3	1.20	0.119	0.240	0.50
	Y	E3	Snede Y Vloer K3	1.20	0.149	0.240	0.62
Rand	X	E3	Snede X Vloer Rand1	1.17	0.000	0.233	0.00

	Y	E3	Snede Y Vloer Rand1	1.17	0.000	0.233	0.00
Veld	X	E4	Snede X Vloer Veld1	1.17	0.000	0.233	0.00
	Y	E4	Snede Y Vloer Veld7	1.17	0.000	0.233	0.00

Een aanvullende scheurwijdte berekening is uitgevoerd in een rekensheet waarbij het effect van de verhinderde vervorming is meegenomen. Deze berekening is bijgevoegd in bijlage G.

Bij deze toetsing zijn twee situaties beschouwd:

- Situatie A: Er treedt scheurvorming op als gevolg van een opgelegde vervorming bestaande uit een krimprek, gevolgd door een uitwendige belasting (moment t.g.v. verkeer);
- Situatie B: Er treedt scheurvorming op als gevolg van een uitwendige belasting (moment t.g.v. verkeer), gevolgd door een opgelegde vervorming bestaande uit een krimprek en het jaarlijkse temperatuurverschil;

Hieronder zijn de berekende scheurwijdtes voor beide situaties gegeven. Voor het uitwendige moment is een bovengrens van 480 kNm/m aangenomen, gebaseerd op het maatgevende steunpuntmoment in de rijrichting. Dit moment is gecombineerd met een temperatuurverschil van -29,75 °C (winter, jaarlijks) en een krimprek van 0,27 ‰.

Tabel 34: Resultaten aanvullende scheurwijdte toetsing

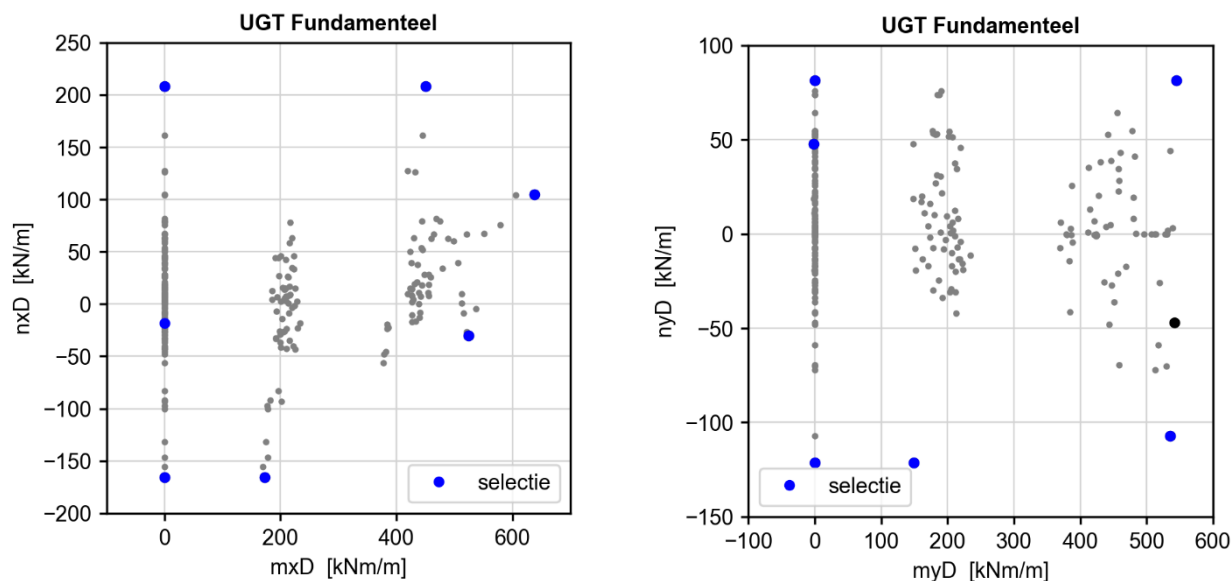
	M_{fr} [kNm/m]	k_x	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
A	480.0	1.20	0.213	0.240	0.90
B	480.0	1.20	0.119	0.240	0.50

7.3.2 Toetsing momentcapaciteit UGT

In Figuur 40 zijn de optredende steunpuntmomenten in de keldervloer weergegeven. In Tabel 35 zijn de maatgevende snedekrachten samengevat.

Tabel 35: Overzicht krachtswerking UGT fundamenteel

Zone			Omhullende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Steunpunt	X	E3	M max	Laag	Snede X Vloer K27	UGT Fundamenteel	104.8	638.0
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Vloer K27	UGT Fundamenteel	81.3	544.5
Rand	X	E3	M max	Laag	Snede X Vloer Rand1	UGT Fundamenteel	0.0	210.4
	Y	E3	M max	Laag	Snede Y Vloer Rand1	UGT Fundamenteel	0.0	251.2
Veld	X	E4	M min	Hoog	Snede X Vloer Veld1	UGT Fundamenteel	141.9	-263.1
	Y	E4	M min	Hoog	Snede Y Vloer Veld7	UGT Fundamenteel	117.3	-216.3



Figuur 40: Maatgevende fundamentele N-M combinaties steunpuntzones keldervloer (kolomaansluitingen)

De resultaten van de meest kritische toetsingen op momentweerstand zijn weergegeven in Tabel 36.

Tabel 36: Resultaten toetsing momentweerstand

Zone			N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	UC
Steunpunt	X	E3	104.8	638.0	1943.3	0.33
	Y	E3	81.3	544.5	1786.0	0.31
Rand	X	E3	0.0	210.4	1969.8	0.11
	Y	E3	0.0	251.2	1804.4	0.14
Veld	X	E4	141.9	-263.1	-1934.0	0.14
	Y	E4	117.3	-216.3	-1777.8	0.12

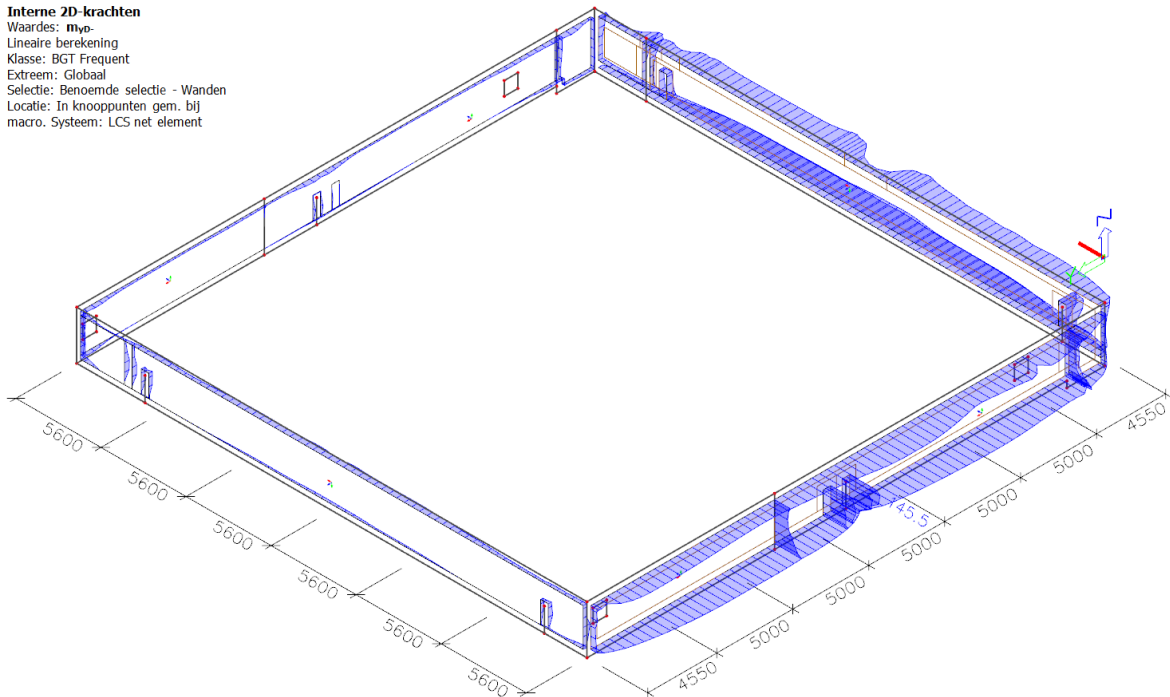
7.3.3 Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT

De dwarskrachtcapaciteit van de keldervloer is berekend in bijlage H met behulp van een gevalideerde rekensheet. De bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) zijn verwaarloosd. De resultaten van de dwarskrachttoetsingen zijn samengevat in Tabel 37.

Tabel 37: Resultaten dwarskracht toetsingen

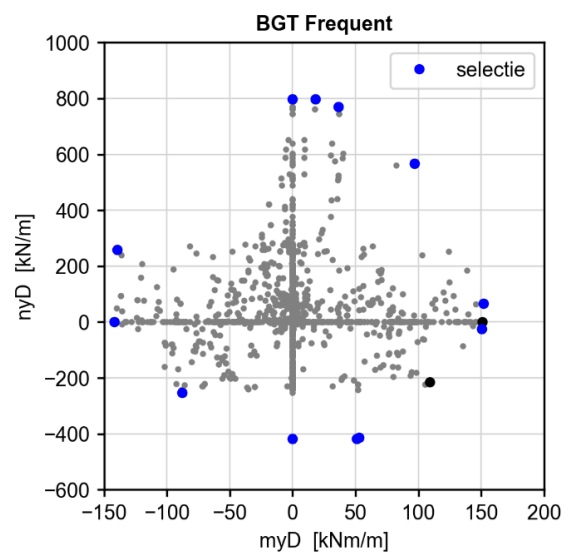
Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Keldervloer	X	Hoog	411.0	414.2	0.99
	Y	Hoog	306.0	403.6	0.76

Waardes: **Myo-**
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Wanden
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



In Tabel 38 is een overzicht gegeven van de maatgevende frequente krachten in de kelderwanden. Door het gebruik van de sneden zijn ook de bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) bepaald. Tevens is de convexe omhulling in het N-M vlak grafisch weergegeven in Figuur 43.

Zone			Omhullende	Model	Snedes op plaat	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Wand	X	E1	N max	Laag	Snedes Wand H5	BGT Frequent	944.4	8.1
	X	E3	M max	Hoog	Snedes Wand H8	BGT Frequent	41.1	122.0
	X	E4	M min	Laag	Snedes Wand V20	BGT Frequent	185.0	-83.8
	Y	E3	M max	Laag	Snedes Wand V10	BGT Frequent	67.4	151.8
	Y	E6	N-M convex	Laag	Snedes Wand V20	BGT Frequent	258.0	-139.6



N206-BER-32401 DO constructieberekening Pompkelderconstructie

De optredende scheurwijdtes zijn bepaald met een korte termijn berekening voor alle maatgevende N-M combinaties (zie ook Figuur 43). De resultaten van de meest kritische toetsingen zijn in Tabel 39 samengevat.

Tabel 39: Resultaten scheurwijdte toetsing

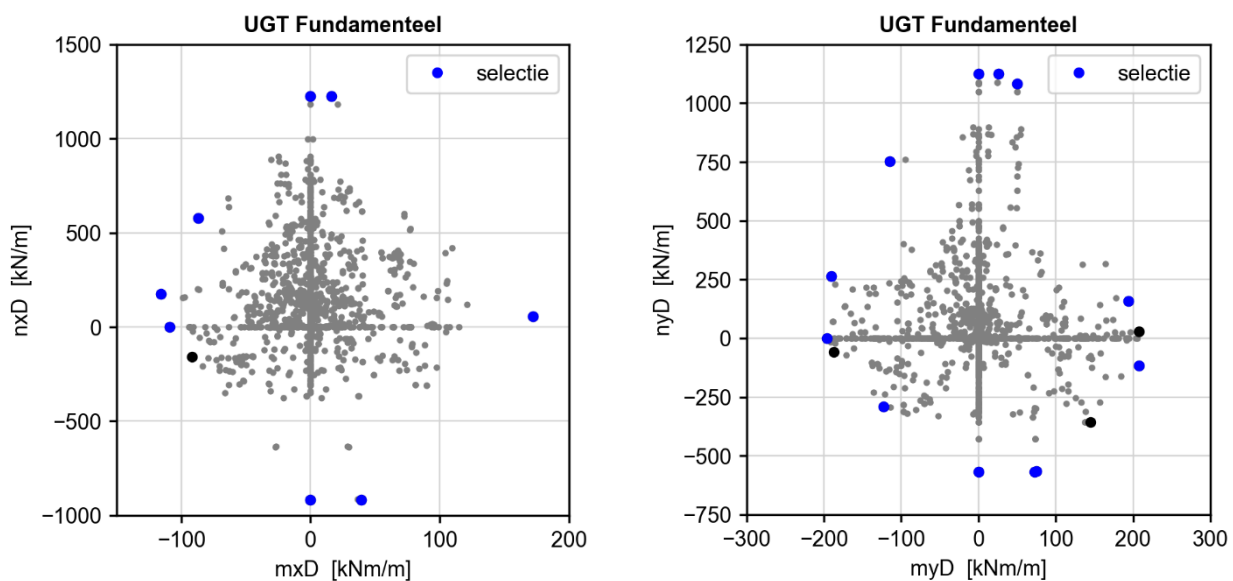
Zone			Snedes op plaat	k_x	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
Wand	X	E1	Snedes Wand H5	1.00	0.000	0.200	0.00
	X	E3	Snedes Wand H8	1.00	0.000	0.200	0.00
	X	E4	Snedes Wand V20	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E3	Snedes Wand V10	1.00	0.132	0.200	0.66
	Y	E6	Snedes Wand V20	1.00	0.157	0.200	0.79

7.4.2 Toetsing momentcapaciteit UGT

In Figuur 44 zijn de optredende momenten in de kelderwanden weergegeven. In Tabel 40 zijn de maatgevende snedekrachten samengevat.

Tabel 40: Overzicht krachtswerking UGT fundamenteel (Y = verticale richting)

Zone			Omhullende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Wand	X	E3	M max	Hoog	Snedes Wand H8	UGT Fundamenteel	57.5	171.9
	X	E4	M min	Laag	Snedes Wand V20	UGT Fundamenteel	176.0	-115.8
	Y	E3	M max	Laag	Snedes Wand V8	BC35/6	-115.8	207.8
	Y	E4	M min	Laag	Snedes Wand H1	UGT Fundamenteel	0.0	-196.1



Figuur 44: Maatgevende fundamentele N-M combinaties kelderwanden

De resultaten van de meest kritische toetsingen op momentweerstand zijn weergegeven in Tabel 36.

Tabel 41: Resultaten toetsing momentweerstand

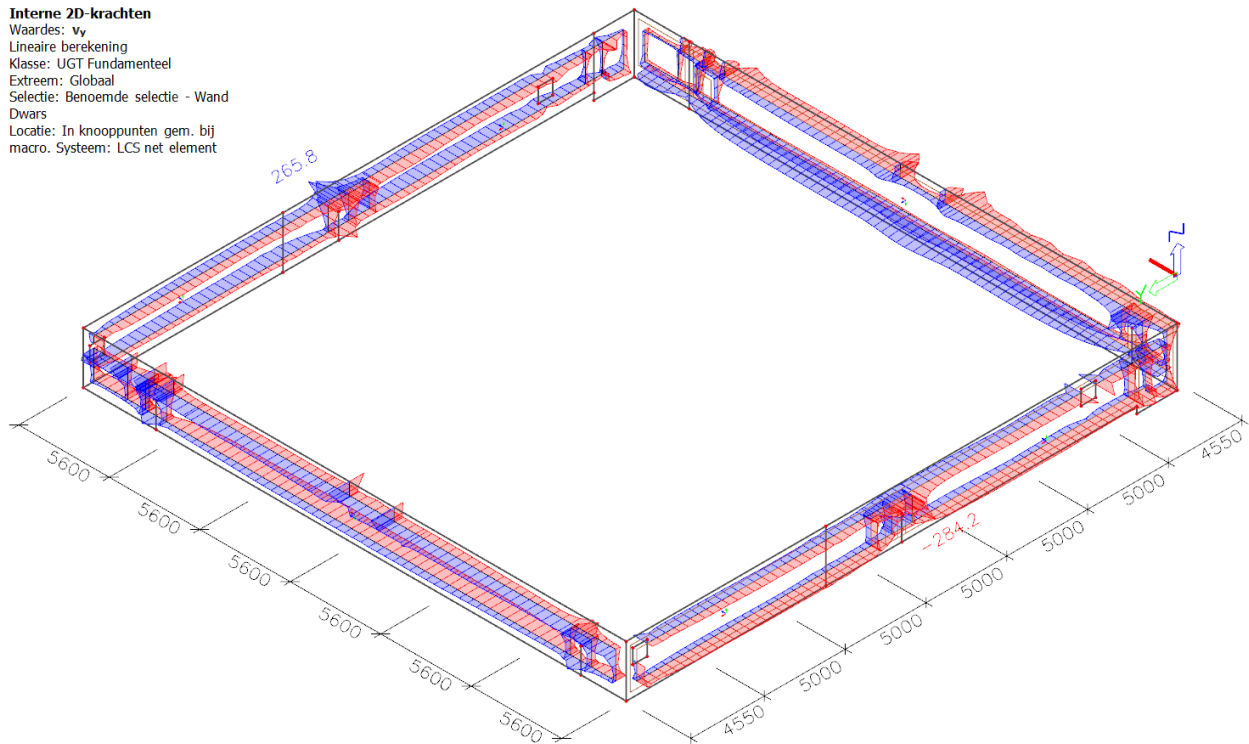
Zone			N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	UC
Wand	X	E3	57.5	171.9	528.7	0.33
	X	E4	176.0	-115.8	-508.7	0.23
	Y	E3	-115.8	207.8	587.7	0.35
	Y	E4	0.0	-196.1	-566.6	0.35

7.4.3 Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT

Het dwarskrachtenverloop in de kelderwanden is bepaald middels sneden langs de randen van de kelderwanden op een afstand 'd' ($\approx 0,4$ m) vanaf de dag.

Interne 2D-krachten

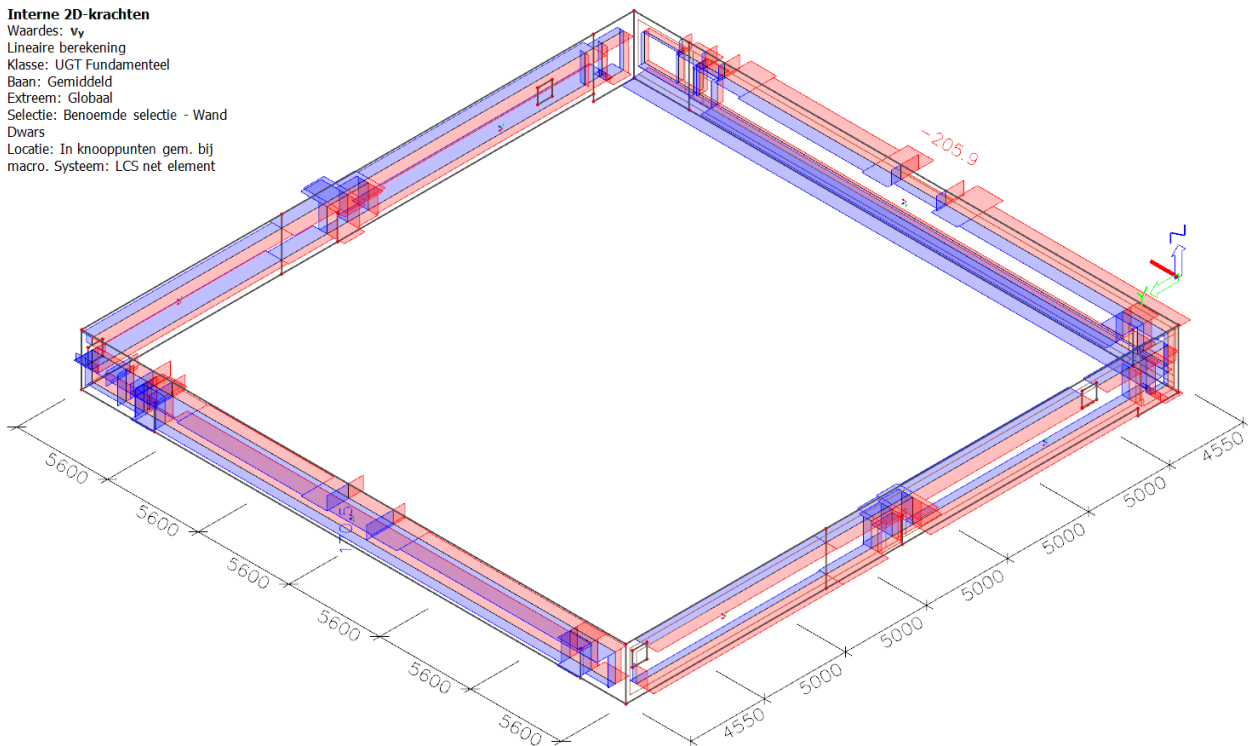
Waardes: v_y
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Wand
 Dwars
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



Figuur 45: Dwarskrachtverloop in verticale richting in de kelderwanden (V_y kN/m, hoge beddingsconstante)

Interne 2D-krachten

Waardes: v_y
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Wand
 Dwars
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element

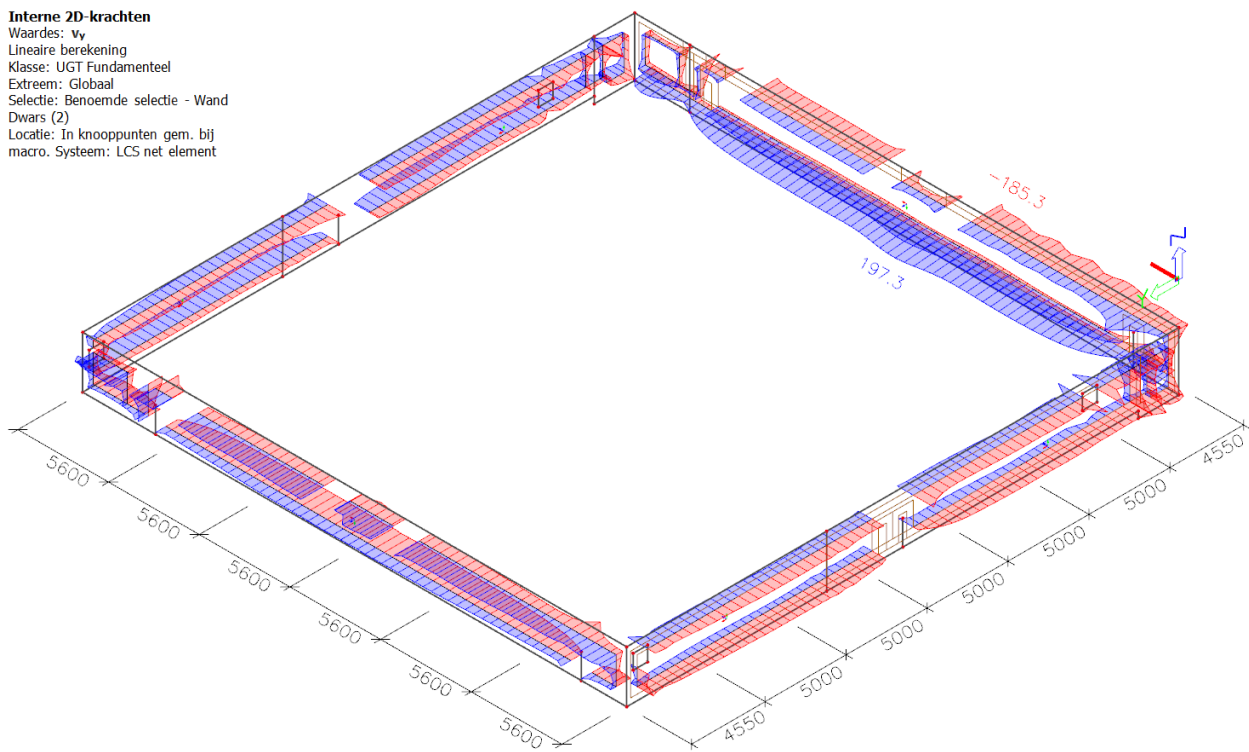


Figuur 46: Middeling dwarskrachtverloop in verticale richting in de kelderwanden (V_y kN/m, hoge beddingsconstante)

Lokale pieken ter plaatse van de trappsparingen en de wandaansluitingen van de first flush worden gemiddeld over een lengte van maximaal $4d$ ($\approx 1,6$ m), zie Figuur 46.

Interne 2D-krachten

Waardes: V_y
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Wand
 Dwars (2)
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



Figuur 47: Dwarskrachtverloop in verticale richting langs randen kelderwanden (V_y kN/m, hoge beddingsconstante)

De maatgevende krachten zijn samengevat in Tabel 42. De dwarskrachtcapaciteit van de kelderwanden is berekend in bijlage I met behulp van een gevalideerde rekensheet. De bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) zijn verwaarloosd.

Tabel 42: Resultaten dwarskracht toetsingen

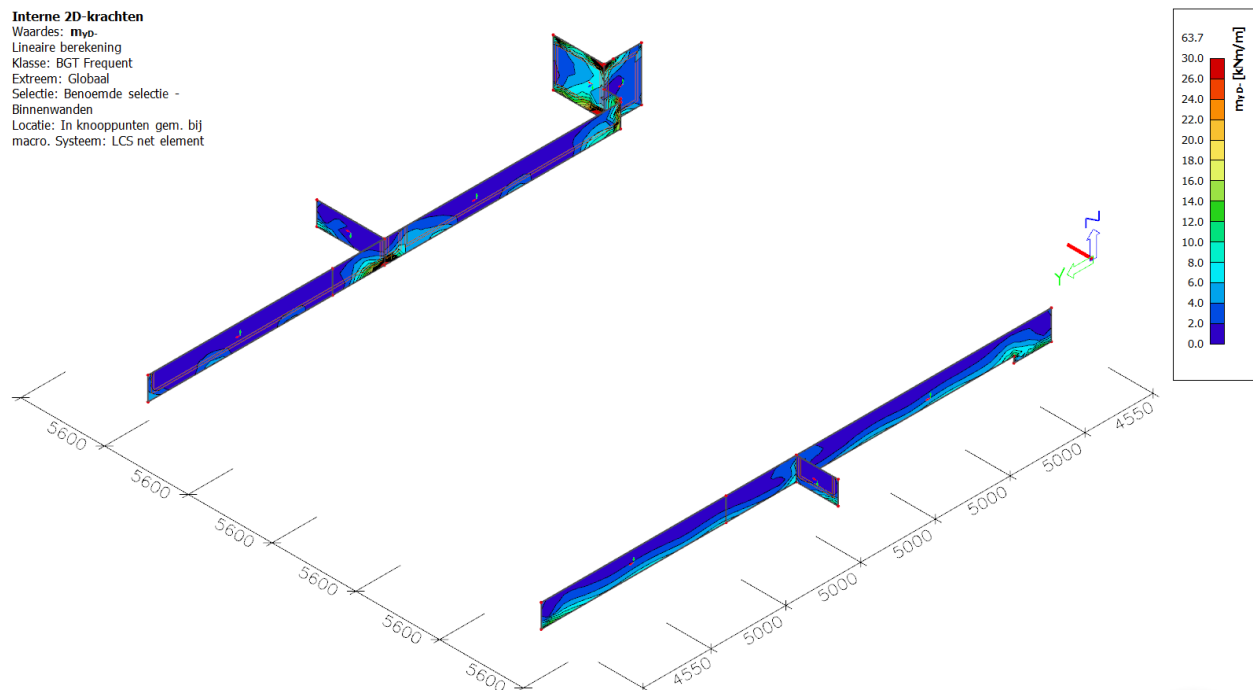
Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Wand	X	Hoog	230.0	257.1	0.89
	Y	Laag	216.0	251.5	0.86

7.5 BINNENWANDEN

De binnenwanden (de wanden van de first flush) worden uitgevoerd in betonsterkteklasse C35/45 en worden gewapend met Ø16-100 in beide richtingen. Aan beide zijden ligt de wapening in verticale richting in de eerste laag en wordt er een dekking van 55 mm toegepast op de wapening.

7.5.1 Toetsing scheurwijdte BGT

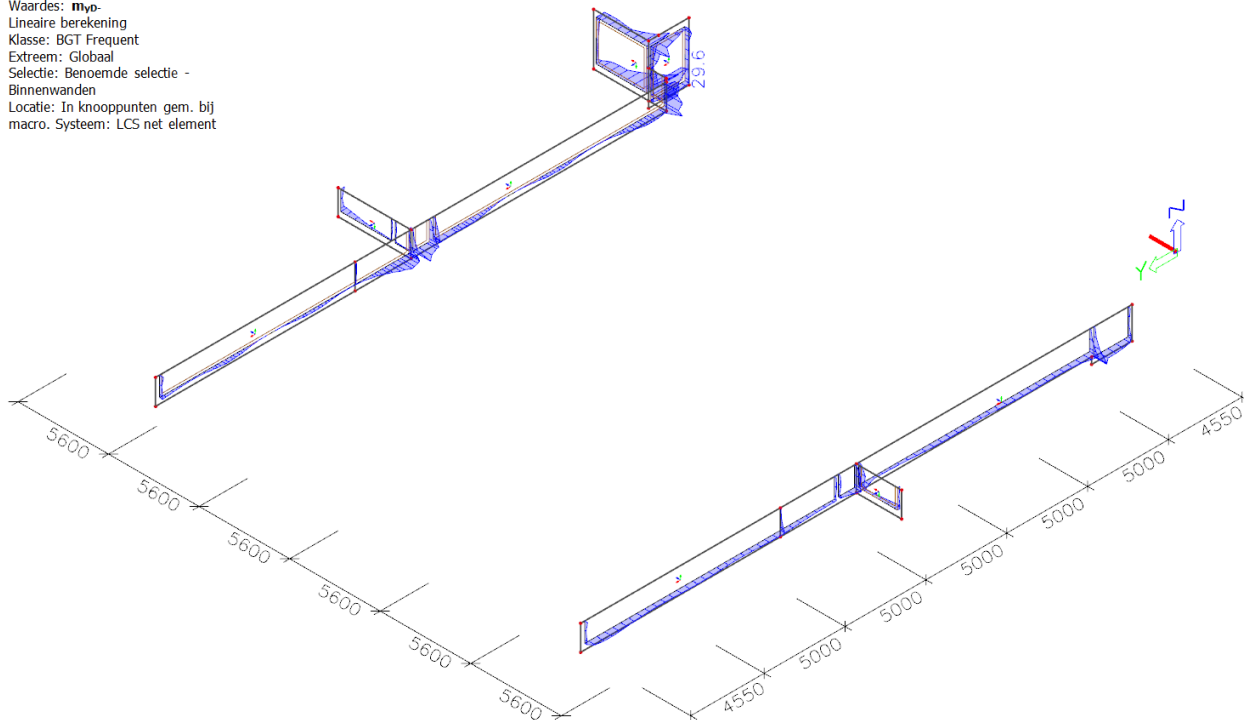
Het frequente momentenverloop in de kelderwanden in verticale richting is weergegeven in Figuur 43. Voor het bepalen van de maatgevende krachten zijn sneden aangebracht langs de dag van de randen van de vloeren en binnenwanden, zie Figuur 44. Door het toepassen van de sneden langs de dag van de aansluiting vallen de (numerieke) pieken bij discontinuïteiten (b.v. hoekaansluitingen) weg.



Figuur 48: Momentenverloop in verticale richting in de binnenwanden (M_{yD} - kNm/m, hoge beddingsconstante)

Interne 2D-krachten

Waarden: m_{yD}
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie -
 Binnenwanden
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element

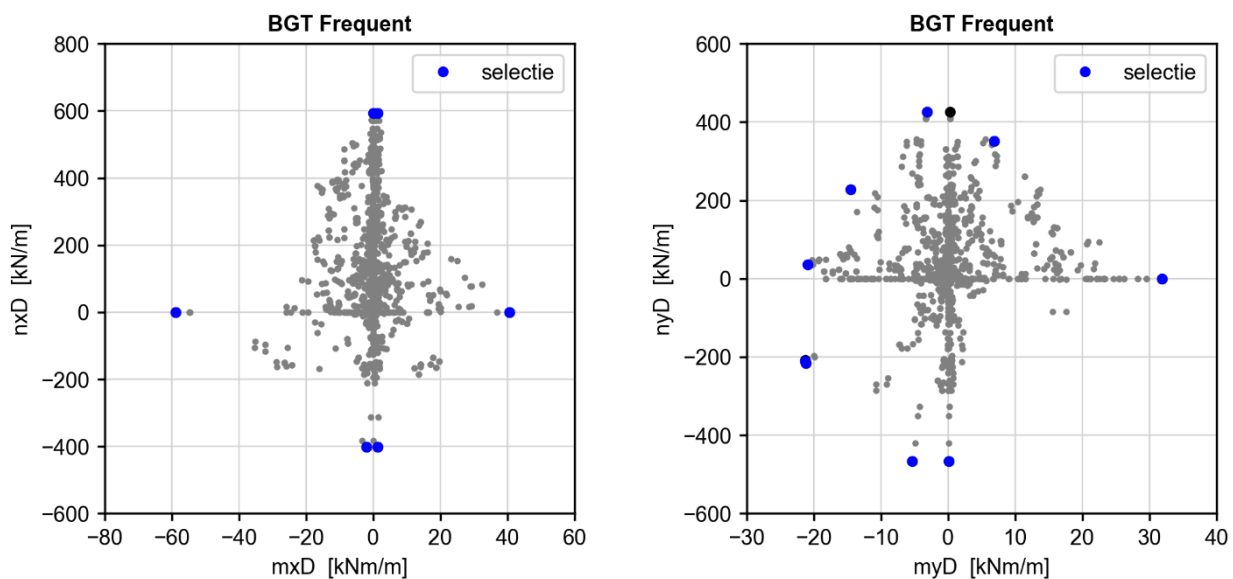


Figuur 49: Momentenverloop in verticale richting langs randen binnenwanden (M_{yD} - kNm/m, hoge beddingsconstante)

In Tabel 43 is een overzicht gegeven van de maatgevende frequente krachten in de binnenwanden. Het convexe omhulsel in het N-M vlak is grafisch weergegeven in Figuur 50.

Tabel 43: Overzicht krachtswerking BGT frequent (Y = verticale richting)

Zone			Omhullende	Model	Snede op plaat	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Binnenwand	X	E3	M max	Laag	Snede Binnenwand V3	BGT Frequent	0.0	40.7
	X	E4	M min	Laag	Snede Binnenwand V11	BGT Frequent	0.0	-58.9
	Y	E3	M max	Laag	Snede Binnenwand H11	BGT Frequent	0.0	31.9
	Y	E4	M min	Laag	Snede Binnenwand V11	BGT Frequent	-210.6	-21.3



Figuur 50: Maatgevende frequente N-M combinaties binnenwanden

De optredende scheurwijdtes zijn bepaald met een korte termijn berekening voor alle maatgevende N-M combinaties (zie ook Figuur 50). De resultaten van de meest kritische toetsingen zijn in Tabel 44 samengevat.

Tabel 44: Resultaten scheurwijdte toetsing

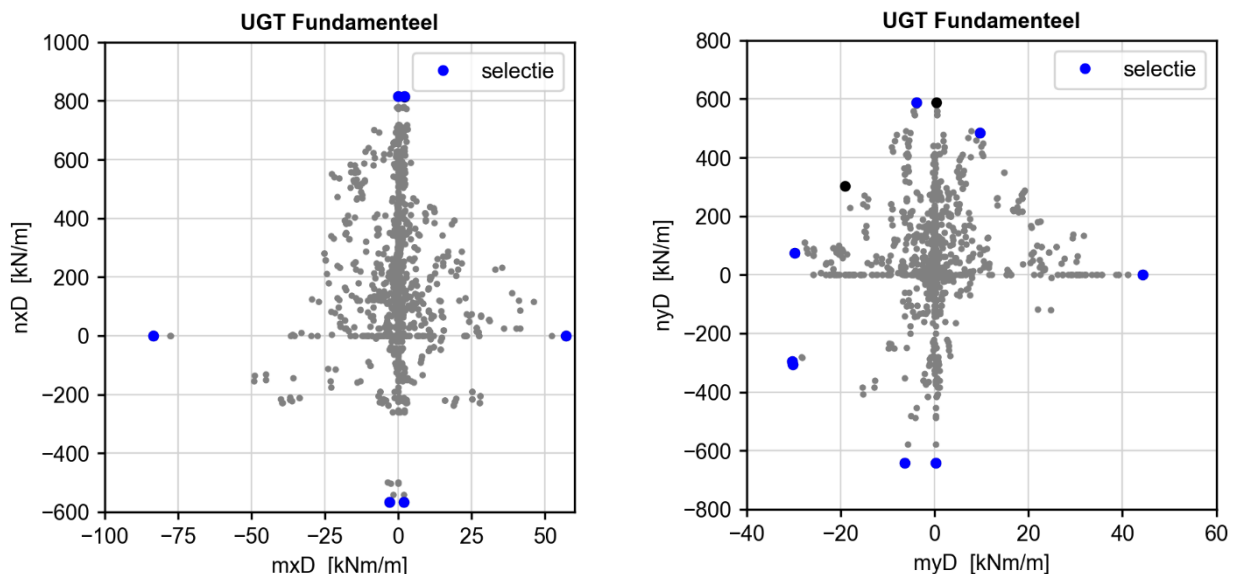
Zone			Snedes op plaat	k_x	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
Binnenwand	X	E3	Snedes Binnenwand V3	1.00	0.093	0.200	0.47
	X	E4	Snedes Binnenwand V11	1.00	0.135	0.200	0.68
	Y	E3	Snedes Binnenwand H11	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E4	Snedes Binnenwand V11	1.00	0.000	0.200	0.00

7.5.2 Toetsing momentcapaciteit UGT

In Figuur 51 zijn de optredende momenten in de binnenwanden weergegeven. In Tabel 45 zijn de maatgevende snedekrachten samengevat.

Tabel 45: Overzicht krachtswerking UGT fundamenteel (Y = verticale richting)

Zone			Omhullende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Binnenwand	X	E3	M max	Laag	Snedes Binnenwand V3	UGT Fundamenteel	0.0	57.0
	X	E4	M min	Laag	Snedes Binnenwand V11	UGT Fundamenteel	0.0	-83.5
	Y	E3	M max	Laag	Snedes Binnenwand V14	UGT Fundamenteel	0.0	44.3
	Y	E4	M min	Laag	Snedes Binnenwand V11	UGT Fundamenteel	-294.8	-30.3



Figuur 51: Maatgevende fundamentele N-M combinaties binnenwanden

De resultaten van de meest kritische toetsingen op momentweerstand zijn weergegeven in Tabel 46.

Tabel 46: Resultaten toetsing momentweerstand

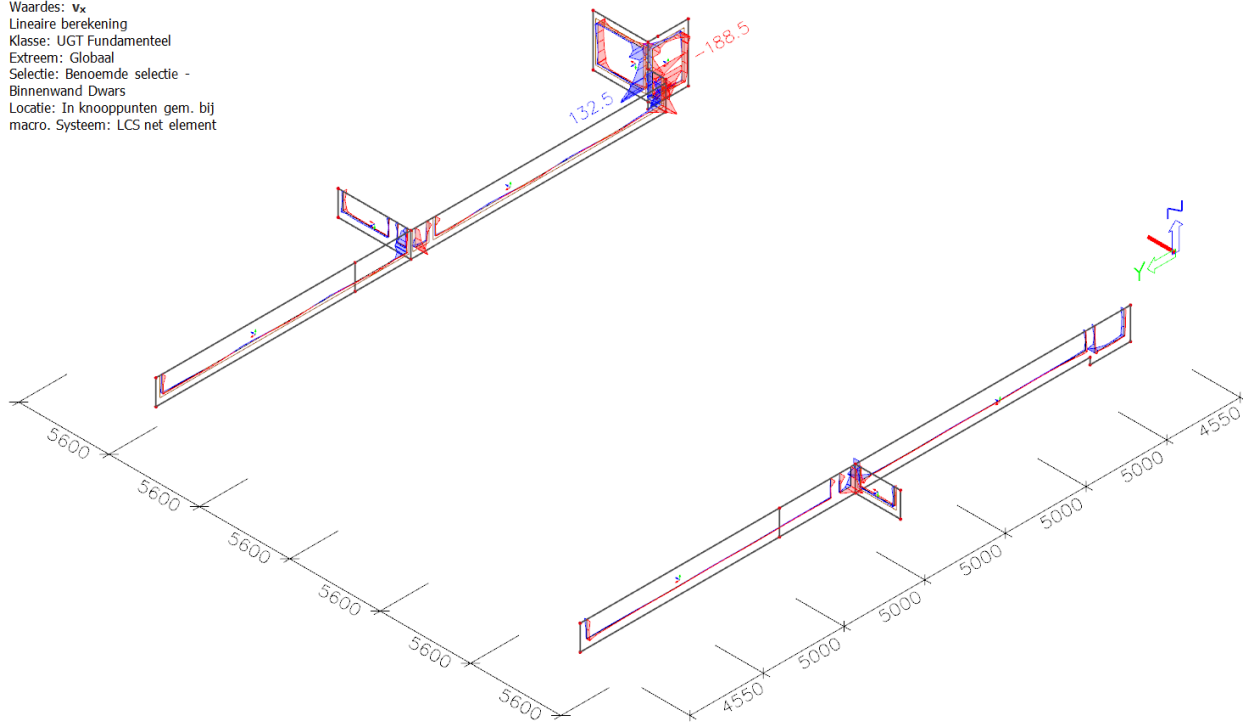
Zone			N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	UC
Binnenwand	X	E3	0.0	57.0	143.6	0.40
	X	E4	0.0	-83.5	-143.6	0.58
	Y	E3	0.0	44.3	151.5	0.29
	Y	E4	-294.8	-30.3	-171.2	0.18

7.5.3 Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT

Het dwarskrachtenverloop in de binnenwanden is bepaald middels sneden langs de randen van de kelderwanden op een afstand 'd' ($\approx 0,175$ m) vanaf de dag.

Interne 2D-krachten

Waardes: V_x
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie -
 Binnenwand Dwars
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element

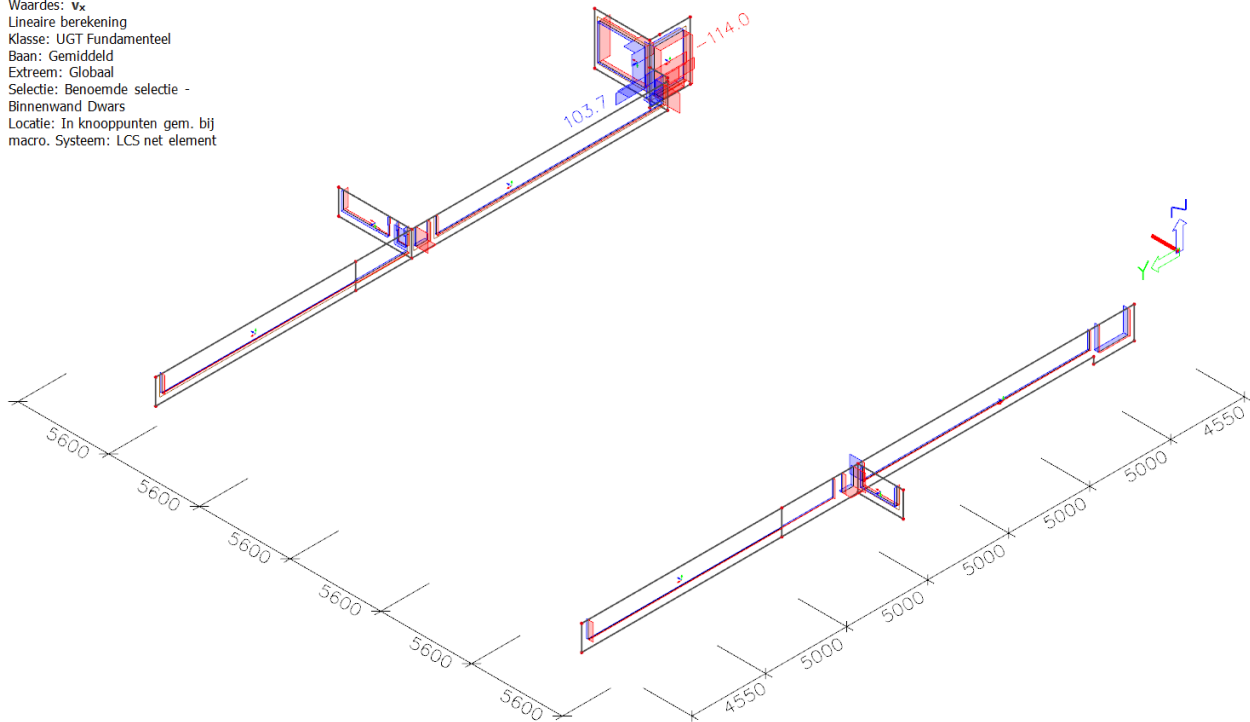


Figuur 52: Dwarskrachtverloop in horizontale richting langs randen binnenwanden (V_x kN/m, hoge beddingsconstante)

Lokale pieken worden gemiddeld over een lengte van maximaal $4d$ ($\approx 0,7$ m), zie Figuur 53.

Interne 2D-krachten

Waardes: v_x
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Fundamenteel
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie -
 Binnenwand Dwars
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



Figuur 53: Middeling dwarskrachtverloop in horizontale richting langs randen binnenwanden (V_x kN/m, hoge beddingsconstante)

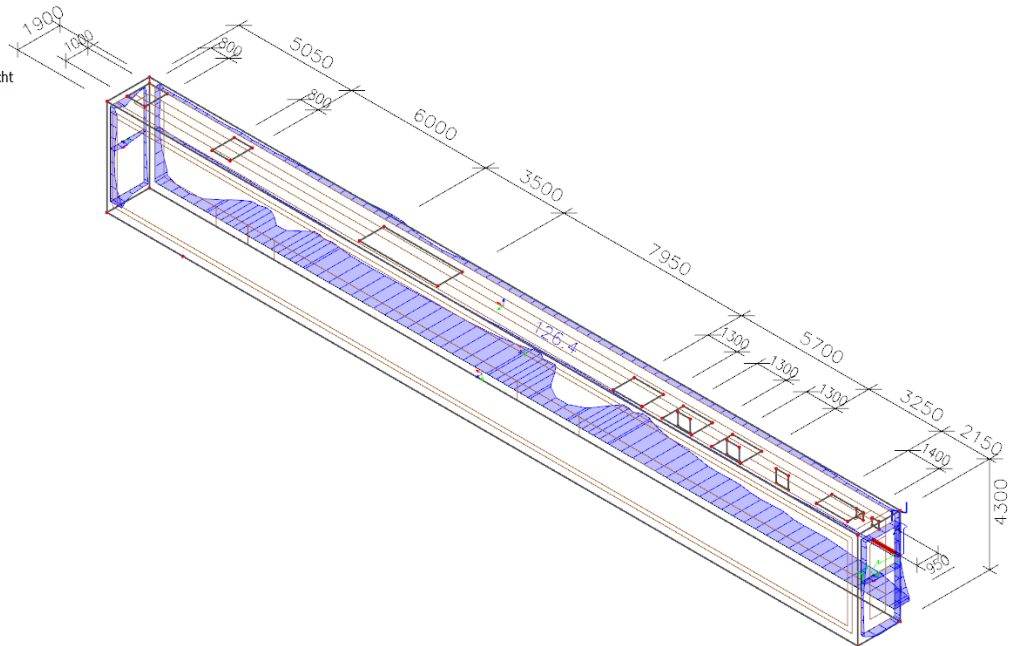
De maatgevende krachten zijn samengevat in Tabel 47. De dwarskrachtcapaciteit van de binnenwanden is berekend in bijlage J met behulp van een gevalideerde rekensheet. De bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) zijn verwaarloosd.

Tabel 47: Resultaten dwarskracht toetsingen

Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Binnenwand	X	Laag	124.0	150.4	0.82
	Y	Laag	93.0	147.2	0.63

Interne 2D-krachten

Waardes: **myD**
 Lineaire berekening
 Klasse: BGT Frequent
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Schacht 500
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

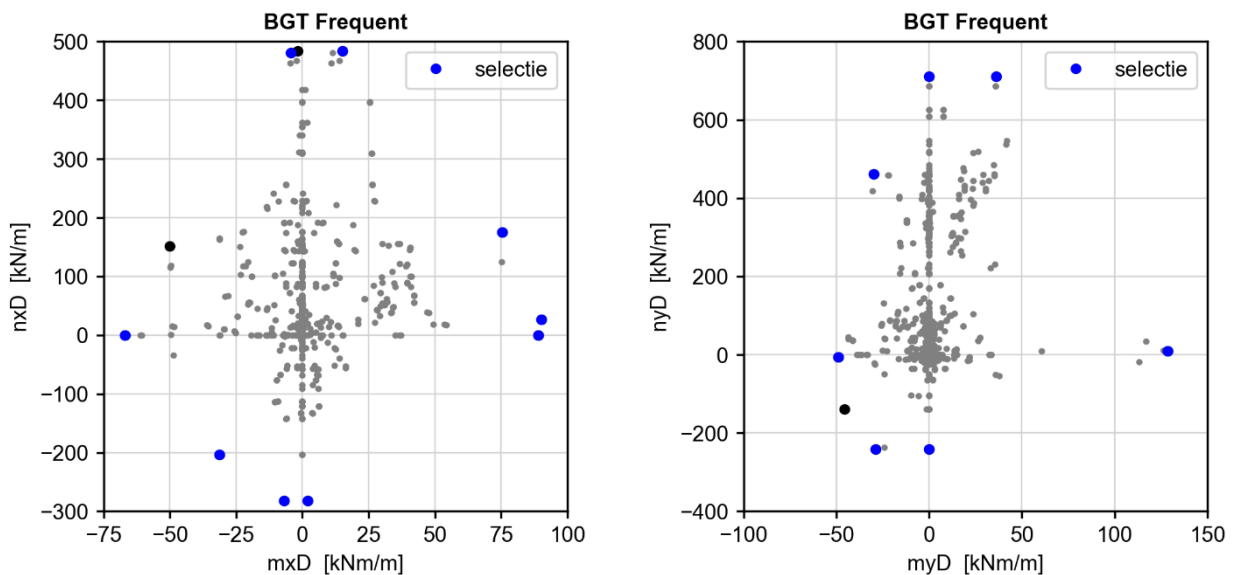


Figuur 55: Momentenverloop in verticale richting in wanden 500 mm van de toegangsschacht (MyD- kNm/m, hoge beddingsconstante)

In Tabel 48 is een overzicht gegeven van de maatgevende frequente krachten in de onderdelen van de toegangsschacht. Het convexe omhulsel in het N-M vlak is grafisch weergegeven in Figuur 56 voor de 500 mm dikke wanden.

Tabel 48: Overzicht krachtswerking BGT frequent (Y = verticale richting in wanden)

Zone			Omhullende	Model	Snede op plaat	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Wand 500 mm	X	E3	M max	Hoog	Snede Opbouw H1	BGT Frequent	27.0	90.2
	X	E4	M min	Laag	Snede Opbouw V5	BGT Frequent	0.0	-66.9
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw H1	BGT Frequent	9.1	128.7
	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw H5	BGT Frequent	-6.4	-48.8
Wand 300 mm	X	E3	M max	Laag	Snede Opbouw 300 H1	BGT Frequent	108.5	26.4
	X	E4	M min	Hoog	Snede Opbouw 300 H1	BGT Frequent	163.3	-35.2
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw 300 H1	BGT Frequent	0.0	48.4
	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw 300 H2	BGT Frequent	-20.1	-34.1
Dak 350 mm	X	E3	M max	Laag	Snede Opbouw Dak4	BC14/12	365.0	15.3
	X	E4	M min	Laag	Snede Opbouw Dak3	BC18/5	0.0	-20.3
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw Dak1	BGT Frequent	32.4	33.2
	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw Dak3	BC18/4	124.8	-48.5



Figuur 56: Maatgevende frequente N-M combinaties wanden 500 mm van de toegangsschacht

De optredende scheurwijdtes zijn bepaald met een korte termijn berekening voor alle maatgevende N-M combinaties (zie ook Figuur 56). De resultaten van de toetsingen zijn in Tabel 49 samengevat.

Tabel 49: Resultaten scheurwijdte toetsing

Zone			Snede op plaat	k_x	w_k [mm]	$w_{k,max}$ [mm]	UC
Wand 500 mm	X	E3	Snede Opbouw H1	1.00	0.000	0.200	0.00
	X	E4	Snede Opbouw V5	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E3	Snede Opbouw H1	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E4	Snede Opbouw H5	1.00	0.000	0.200	0.00
Wand 300 mm	X	E3	Snede Opbouw 300 H1	1.00	0.000	0.200	0.00
	X	E4	Snede Opbouw 300 H1	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E3	Snede Opbouw 300 H1	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E4	Snede Opbouw 300 H2	1.00	0.000	0.200	0.00
Dak 350 mm	X	E3	Snede Opbouw Dak4	1.00	0.000	0.200	0.00
	X	E4	Snede Opbouw Dak3	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E3	Snede Opbouw Dak1	1.00	0.000	0.200	0.00
	Y	E4	Snede Opbouw Dak3	1.00	0.000	0.200	0.00

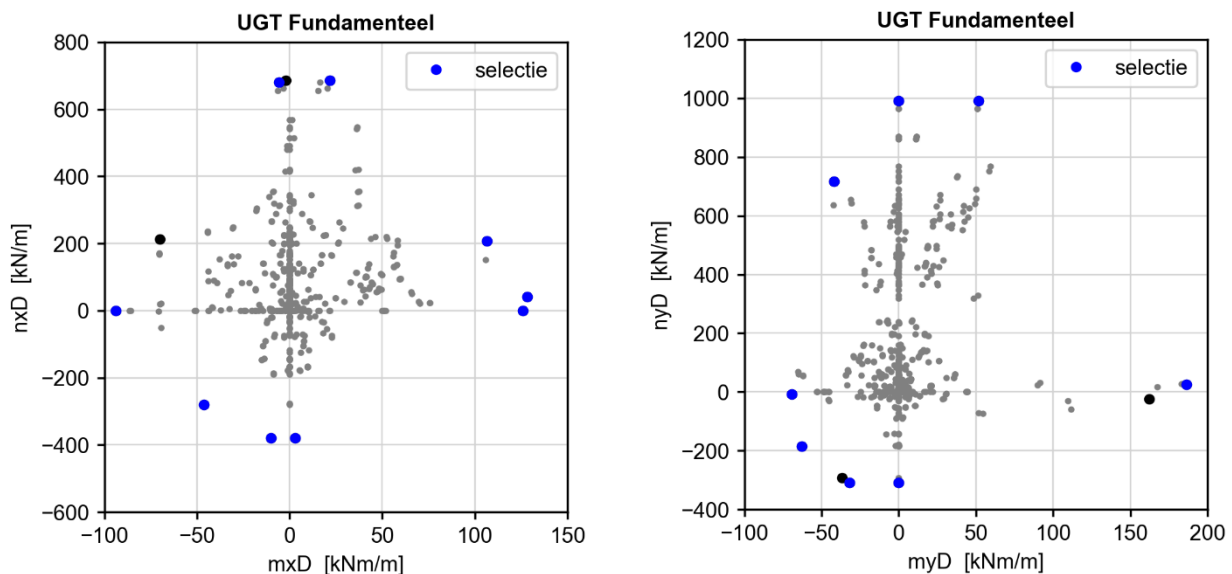
7.6.2 Toetsing momentcapaciteit UGT

In Figuur 57 zijn de optredende momenten in de onderdelen van de toegangsschacht weergegeven. In Tabel 50 zijn de maatgevende snedekrachten samengevat.

Tabel 50: Overzicht krachtswerking UGT fundamenteel (Y = verticale richting)

Zone			Omhullende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Wand 500 mm	X	E3	M max	Hoog	Snede Opbouw H1	UGT Fundamenteel	40.6	128.1
	X	E4	M min	Laag	Snede Opbouw V5	UGT Fundamenteel	0.0	-93.9
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw H1	UGT Fundamenteel	25.5	186.4
	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw H5	UGT Fundamenteel	-8.4	-69.4
Wand 300 mm	X	E3	M max	Hoog	Snede Opbouw 300 H1	UGT Fundamenteel	121.3	36.8
	X	E4	M min	Hoog	Snede Opbouw 300 V2	UGT Fundamenteel	219.9	-50.2
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw 300 H1	UGT Fundamenteel	0.0	68.3

	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw 300 H2	UGT Fundamenteel	0.0	-49.7
Dak 350 mm	X	E3	M max	Laag	Snede Opbouw Dak4	BC31/11	520.7	21.7
	X	E4	M min	Laag	Snede Opbouw Dak3	BC39/6	0.0	-29.5
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw Dak1	UGT Fundamenteel	43.4	49.8
	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw Dak3	UGT Fundamenteel	0.9	-69.5



Figuur 57: Maatgevende fundamentele N-M combinaties wanden 500 mm van de toegangsschacht

De optredende momenten in het als gevolg van een TS boven op het dak (calamiteit) zijn hieronder samengevat. Deze zijn niet maatgevend ten opzichte van de fundamentele ontwerpituatie.

Tabel 51: Overzicht krachswerking UGT buitengewoon (Y = verticale richting)

Zone			Omhuellende	Model	Element	BG/BC	N [kN/m]	M [kNm/m]
Dak 350 mm	X	E3	M max	Hoog	Snede Opbouw Dak4	BC52/11	375.0	15.4
	X	E4	M min	Laag	Snede Opbouw Dak3	UGT Buitengewoon	0.0	-20.8
	Y	E3	M max	Laag	Snede Opbouw Dak5	UGT Buitengewoon	73.9	35.6
	Y	E4	M min	Laag	Snede Opbouw Dak3	UGT Buitengewoon	13.7	-48.8

De resultaten van de meest kritische toetsingen op momentweerstand zijn weergegeven in Tabel 52.

Tabel 52: Resultaten toetsing momentweerstand (fundamenteel)

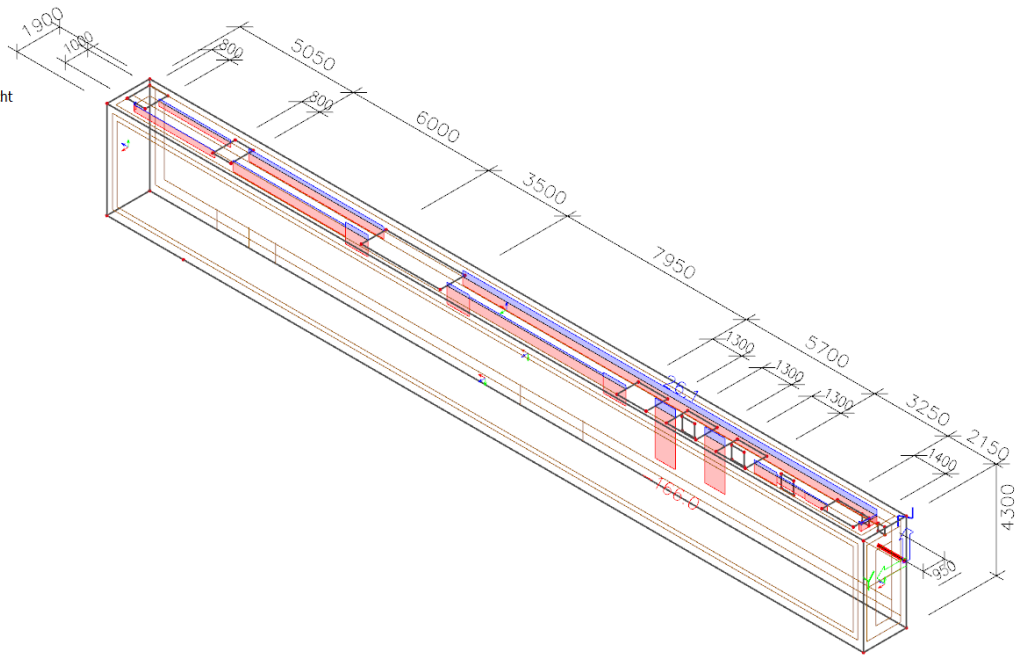
Zone			N _{Ed} [kN/m]	M _{Ed} [kNm/m]	M _{Rd} [kNm/m]	UC
Wand 500 mm	X	E3	40.6	128.1	362.3	0.35
	X	E4	0.0	-93.9	-369.4	0.25
	Y	E3	25.5	186.4	376.0	0.50
	Y	E4	-8.4	-69.4	-382.3	0.18
Wand 300 mm	X	E3	121.3	36.8	178.1	0.21
	X	E4	219.9	-50.2	-170.4	0.30
	Y	E3	0.0	68.3	196.4	0.35
	Y	E4	0.0	-49.7	-196.4	0.25
Dak 350 mm	X	E3	520.7	21.7	179.0	0.12
	X	E4	0.0	-29.5	-232.4	0.13

	Y	E3	43.4	49.8	228.0	0.22
	Y	E4	0.9	-69.5	-232.3	0.30

7.6.3 Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT

Interne 2D-krachten

Waardes: v_y
 Lineaire berekening
 Klasse: UGT Buitengewoon
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Globaal
 Selectie: Benoemde selectie - Schacht
 Dak Dwars
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Systeem: LCS net element



Figuur 58: Middeling dwarskrachtverloop in y richting in het dak van de toegangsschacht (v_y kN/m, hoge beddingsconstante, UGT Buitengewoon)

De maatgevende krachten en toetsingsresultaten zijn samengevat in Tabel 53 en Tabel 54. De dwarskrachtcapaciteiten van de onderdelen van de toegangsschacht zijn berekend in bijlage K. De bijbehorende normaalkrachten (membraankrachten) zijn verwaarloosd.

Tabel 53: Resultaten dwarskracht toetsingen fundamenteel

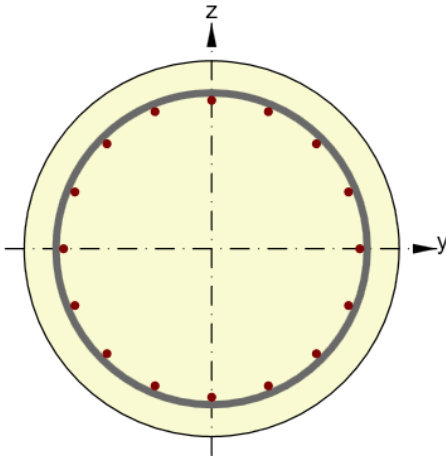
Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Wand 500 mm	X	Laag	219.0	257.1	0.85
	Y	Laag	182.0	251.5	0.72
Wand 300 mm	X	Hoog	120.0	169.0	0.71
	Y	Hoog	118.0	167.1	0.71
Dak 350 mm	X	Laag	97.0	183.6	0.53
	Y	Laag	142.0	181.9	0.78

Tabel 54: Resultaten dwarskracht toetsingen buitengewoon

Zone		Model	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	UC
Dak 350 mm	X	Hoog	73.0	229.5	0.32
	Y	Laag	172.0	227.4	0.76

7.7 KOLOMMEN

De kolommen worden uitgevoerd in betonsterkteklasse C35/45. Als langswapening worden 16 x Ø16 toegepast en als dwarskrachtwapening worden Ø16-150 toegepast. De dekking op de beugels bedraagt 60 mm.



Figuur 59: IDEA doorsnede kolom

7.7.1 Toetsing spanningsbeperking BGT

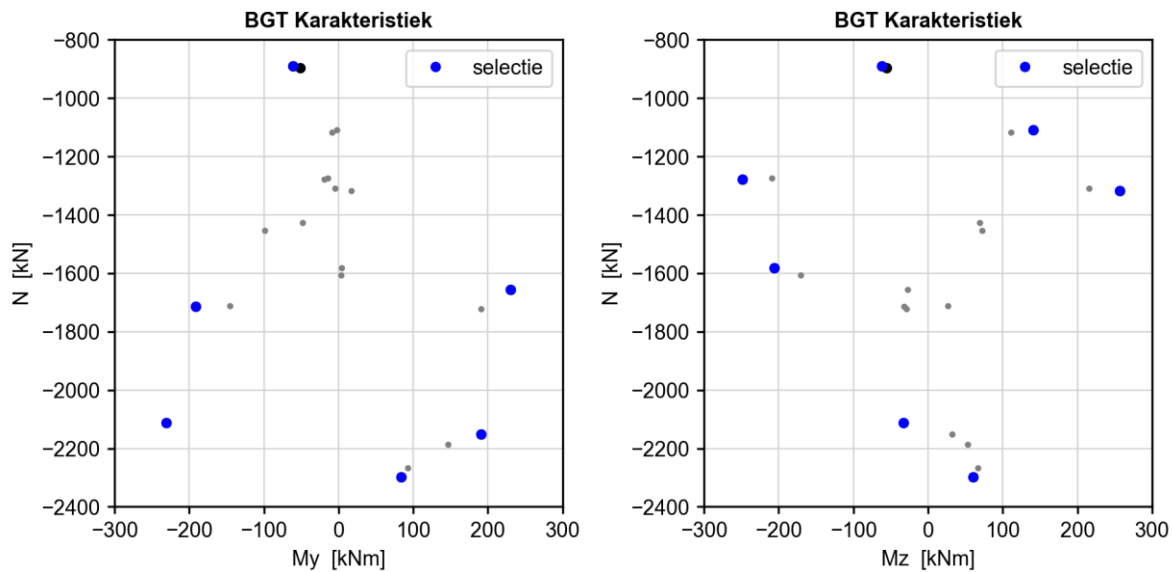
Vanwege de (relatief) grote optredende drukkrachten in de kolommen in combinatie met buigende momenten zijn de karakteristieke drukspanningen getoetst. De resultaten zijn samengevat in Tabel 56.

Tabel 55: Overzicht krachswerking BGT karakteristiek

	Omhullende	Model	Element	dx [m]	BG/BC	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
E3	My max	Laag	S3	3.20	BC5/9	-1655.9	230.4	-27.1
E4	My min	Laag	S27	3.20	BC7/8	-2111.1	-231.1	-33.2
E5	Mz max	Laag	S13	0.00	BC11/3	-1318.1	17.0	257.0
E6	Mz min	Laag	S13	3.20	BC11/3	-1278.6	-18.8	-248.5

Tabel 56: Samenvatting resultaten spanningsbeperking

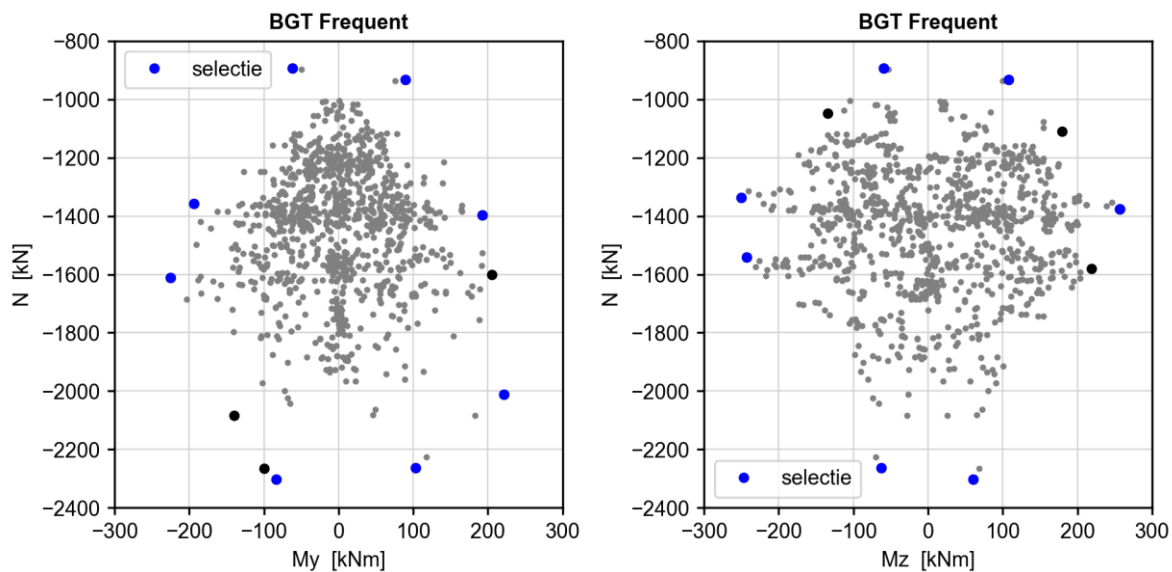
	σ_k [MPa]	σ_{lim} [MPa]	UC
E3	-7.6	-21.0	0.36
E4	-8.5	-21.0	0.41
E5	-7.4	-21.0	0.35
E6	-7.2	-21.0	0.34



Figuur 60: Maatgevende karakteristieke N-M combinaties op basis van het convexe omhulsel

7.7.2 Toetsing scheurwijdte BGT

In Tabel 57 is een overzicht gegeven van de grootste optredende momenten. Vanwege de grote drukkrachten treedt er, zoals te zien is in Tabel 58, geen scheurvorming op onder de frequente belastingen.



Figuur 61: Maatgevende frequente N-M combinaties op basis van het convexe omhulsel

Tabel 57: Overzicht krachtswerking BGT frequent

	Omhullende	Model	Element	dx [m]	BG/BC	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
E3	My max	Laag	S3	3.20	BC18/35	-2011.8	221.8	-26.6
E4	My min	Laag	S27	3.20	BC18/329	-1611.7	-225.2	-38.1
E5	Mz max	Laag	S13	0.00	BC18/148	-1376.8	8.7	256.4
E6	Mz min	Laag	S13	3.20	BC18/148	-1337.3	-14.7	-249.9

Tabel 58: Samenvatting resultaten scheurwijdte toetsing

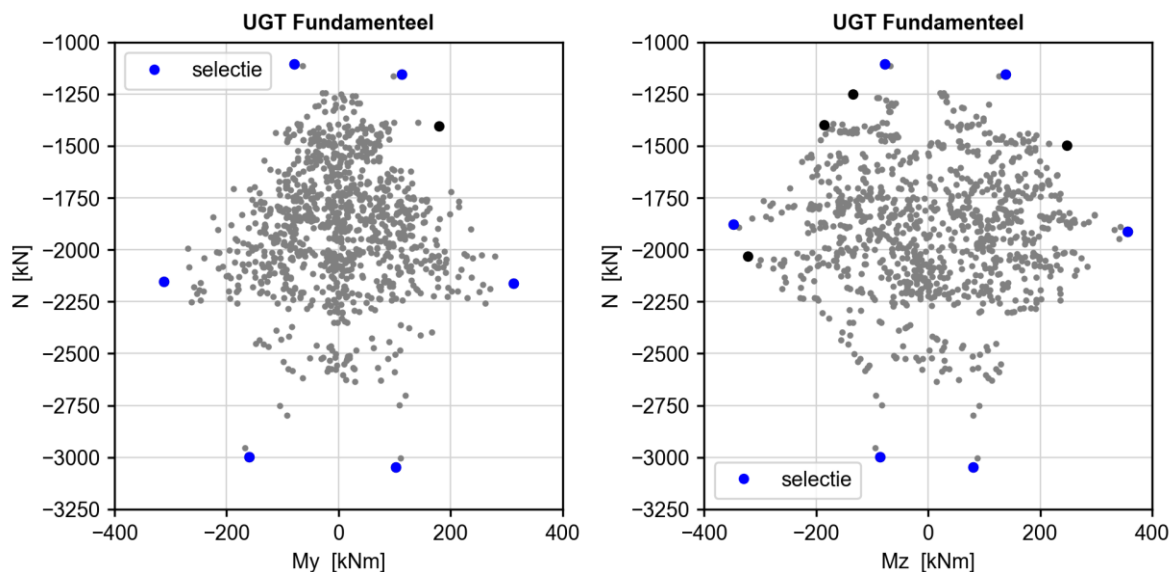
	K_x	W_k [mm]	$W_{k,max}$ [mm]	UC
E3	1.00	0.00	0.200	0.00
E4	1.00	0.00	0.200	0.00
E5	1.00	0.00	0.200	0.00
E6	1.00	0.00	0.200	0.00

7.7.3 Toetsing momentcapaciteit UGT

De kolommen zijn tevens getoetst op voldoende momentcapaciteit op basis van de snedekrachten gegeven in Tabel 59.

Tabel 59: Overzicht krachtswerking UGT fundamenteel

	Omhullende	Model	Element	dx [m]	BG/BC	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
E9	My max	Laag	S3	3.20	BC43/26	-2161.2	312.8	-38.7
E10	My min	Laag	S27	3.20	BC43/327	-2154.7	-312.2	-43.0
E11	Mz max	Laag	S13	0.00	BC35/143	-1911.8	11.4	356.5
E12	Mz min	Laag	S13	3.20	BC35/155	-1876.3	-29.0	-348.0



Figuur 62: Maatgevende UGT N-M combinaties op basis van het convexe omhulsel

Hieronder zijn de resultaten samengevat. In de rekenwaarden van de buigende momenten zijn door Idea de geometrische imperfecties verwerkt.

Tabel 60: Resultaten toetsing momentweerstand

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$M_{Ed,r}$ [kNm]	M_{Rd} [kNm]	UC
E9	-2161.2	343.1	-42.5	-345.7	-919.5	0.38
E10	-2154.7	-342.4	-47.2	-345.6	-918.8	0.38
E11	-1911.8	12.3	383.5	383.7	878.5	0.44
E12	-1876.3	-31.2	-374.4	-375.7	-870.9	0.43

7.7.4 Toetsing dwarskrachtcapaciteit UGT

De dwarskrachttoetsingen zijn uitgevoerd met behulp van IDEA StatiCa. Hieronder zijn de maatgevende snedekrachten gegeven.

Tabel 61: Overzicht krachtswerking

	Omhullende	Model	Element	dx [m]	BG/BC	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
E3	Vy max	Laag	S18	0.00	BC51/210	-2088.5	171.9	-3.1	-0.2	5.9	-276.8
E4	Vy min	Laag	S13	0.00	BC35/143	-1911.8	-219.9	-9.3	-0.1	11.4	356.5
E5	Vz max	Laag	S3	0.00	BC43/26	-2210.5	-23.5	176.9	0.1	-253.3	36.5
E6	Vz min	Laag	S27	0.00	BC43/321	-2204.0	-27.2	-176.1	-0.1	251.4	42.4

De toetsingsresultaten zijn samengevat in Tabel 62. De dwarskrachtcapaciteit is bepaald op basis van $\theta = 38^\circ$.

Tabel 62: Samenvatting resultaten dwarskrachtcapaciteit

	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,s} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	UC
E3	-2088.5	171.9	374.3	613.4	1864	0.28
E4	-1911.8	220.1	392.8	639.6	2128	0.34
E5	-2210.5	178.5	377.7	603.0	1783	0.30
E6	-2204.0	178.2	377.3	602.7	1782.3	0.30

7.7.5 Toetsing ponscapaciteit UGT

De ponsweerstand van de rijvloer en de keldervloer zijn getoetst op basis van de snedekrachten in de kolommen. Deze krachten zijn gereduceerd voor de belastingen die binnen de ponskegel aangrijpen. De excentriciteitsfactor β is berekend op basis van formule 6.39 uit de NEN-EN 1992-1-1 art. 6.4.3.

In Tabel 63 zijn de resultaten samengevat. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er geen ponswapening nodig is. De toetsingen zijn bijgevoegd in bijlage L.

Tabel 63: Resultaten toetsingen ponscapaciteit

Locatie		Model	Element	dx [m]	BG/BC	F _v [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	u ₁ [mm]	V _{Ed} [MPa]	V _{Rd} [MPa]	UC
Kolom-Dek	E1	Laag	S25	3.20	BC51/296	1104.8	79.0	77.4	10116	0.20	0.58	0.34
Kolom-Dek	E2	Hoog	S27	3.20	BC45/311	2998.7	159.4	86.0	10116	0.51	0.58	0.89
Kolom-Dek	E3	Laag	S3	3.20	BC43/26	2161.2	312.8	38.7	10116	0.39	0.58	0.67
Kolom-Dek	E4	Laag	S27	3.20	BC43/327	2154.7	312.2	43.0	10116	0.39	0.58	0.67
Kolom-Dek	E5	Laag	S18	3.20	BC51/210	2039.2	3.9	273.2	10116	0.36	0.58	0.62
Kolom-Dek	E6	Laag	S13	3.20	BC35/155	1876.3	29.0	348.0	10116	0.34	0.58	0.59
Kolom-Vloer	E1	Laag	S25	0.00	BC51/296	1154.1	113.3	138.4	10028	0.22	0.68	0.32
Kolom-Vloer	E2	Hoog	S27	0.00	BC45/311	3048.0	102.2	80.0	10028	0.53	0.68	0.77
Kolom-Vloer	E3	Laag	S27	0.00	BC33/326	2168.1	258.0	65.6	10028	0.39	0.68	0.58
Kolom-Vloer	E4	Laag	S3	0.00	BC33/29	2180.6	258.5	29.7	10028	0.39	0.68	0.57
Kolom-Vloer	E5	Laag	S13	0.00	BC35/143	1911.8	11.4	356.5	10028	0.36	0.68	0.52
Kolom-Vloer	E6	Laag	S18	0.00	BC51/210	2088.5	5.9	276.8	10028	0.38	0.68	0.55

7.8 LAS- EN VERANKERINGSLENGTES

De las- en verankeringslengtes zijn bepaald in Tabel 64. Hierbij is uitgegaan van betonsterkteklasse C35/45, een dekking van 55 mm met een staafafstand van 100 mm en een staalspanning van 435 MPa. De laslengtes uit Tabel 64 zijn geschikt voor maximaal 50% overlappende staven binnen een doorsnede. Mocht er ter plaatse van de stortnaad geen DEMU's of iets dergelijks worden toegepast, dan zal lokaal een grotere laslengte toegepast moeten worden.

Tabel 64: Overzicht las- en verankeringslengtes in millimeters voor C35/45

Diameter	Verankeringslengte		Laslengte	
	Normaal	Bovenstaaf	Normaal	Bovenstaaf
	$l_{bd,normaal}$	$l_{bd,boven}$	$l_{o,normaal}$	$l_{o,boven}$
12	280	390	420	590
16	430	620	640	900
20	600	860	870	1230
25	810	1160	1160	1640
32	1040	1480	1470	2090

7.9 REACTIES

Het rekenmodel is zodanig aangepast dat SCIA Engineer de resultante reactiekrachten kan berekenen ten behoeve van de geotechnische berekening. Hiervoor is de 2D-ondersteuning (bedding) vervangen door lijnveren ter plaatse van de wanden, en door puntveren ter plaatse van de kolommen (zie bijvoorbeeld Figuur 63).

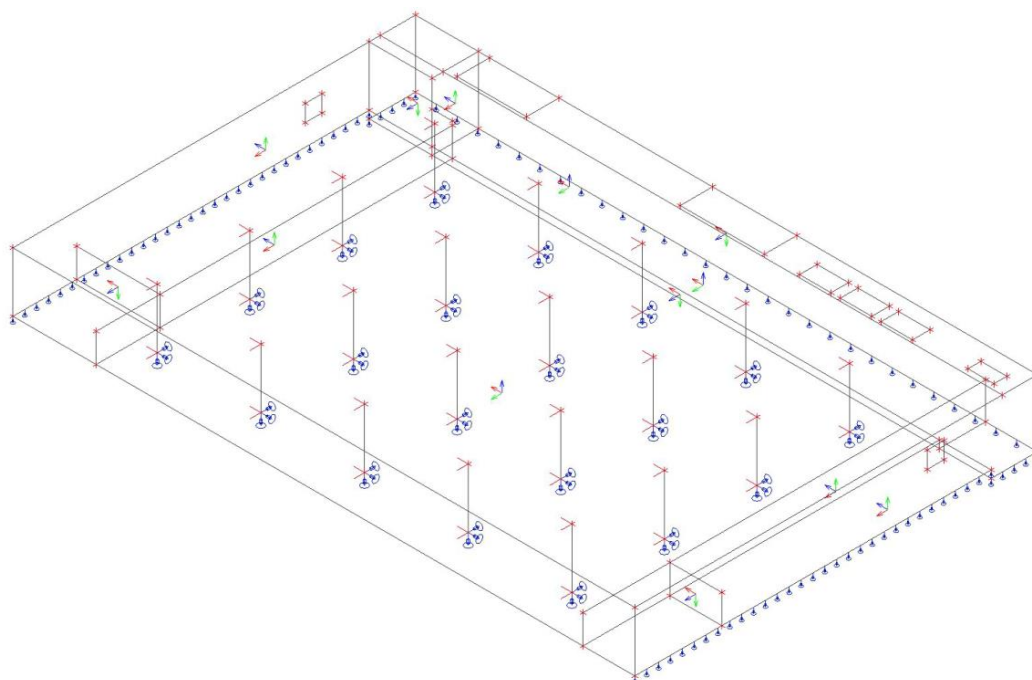
De volgende situaties zijn beschouwd:

- **De pompkelder aan het einde van fase 1:**
De toegangsschacht en de zuidelijke helft van de kelder zijn nog niet gebouwd. Er is geen uitvullaag of asfalt op de rijvloer aanwezig, enkel een kleine variabele bovenbelasting van 5 kPa (voor rijplaten o.i.d.). LM3 en een opwaartse waterdruk zijn niet inbegrepen;
- **De pompkelder aan het einde van fase 2:**
De hoofd draagconstructie is gereed, maar de afbouw (mogelijk) nog niet. De bovenbelasting voor de uitvullaag/gronddekking en het asfalt is als variabele belasting ingevoerd. LM3 en een opwaartse waterdruk zijn niet inbegrepen. De horizontale grondbelastingen op de kelderwanden kunnen onafhankelijk van elkaar optreden, zodat elke mogelijke volgorde van het aanvullen van de grond is afgedekt;
- **De pompkelder in de definitieve fase:**
De grondbelastingen op de kelderwanden treden alleen gelijktijdig op (dit geldt alleen voor de berekening van de reacties). Een opwaartse waterdruk en LM3 zijn inbegrepen;

In paragraaf 5.2 van het Fundatieadvies [D] is de draagkracht per (bovenstaande) situatie getoetst. Daaruit volgt dat de fundatie in alle situaties voldoet.

7.9.1 Reacties bouwfase 1

In Figuur 65 is het aangepaste rekenmodel voor de eerste bouwphase weergegeven.



Figuur 63: SCIA rekenmodel met lijnveren (wanden) en puntveren (kolommen) t.b.v. het bepalen van de resultante reactiekrachten aan het einde van bouwphase 1

De karakteristieke en fundamentele resultante reactiekrachten zijn gegeven in Tabel 65 en Tabel 66, respectievelijk. De resultante reactiekrachten kunnen worden gebruikt voor het toetsen van de fundering op staal.

Tabel 65: Resultante reactiekrachten BGT Karakteristiek (einde bouwfase 1)

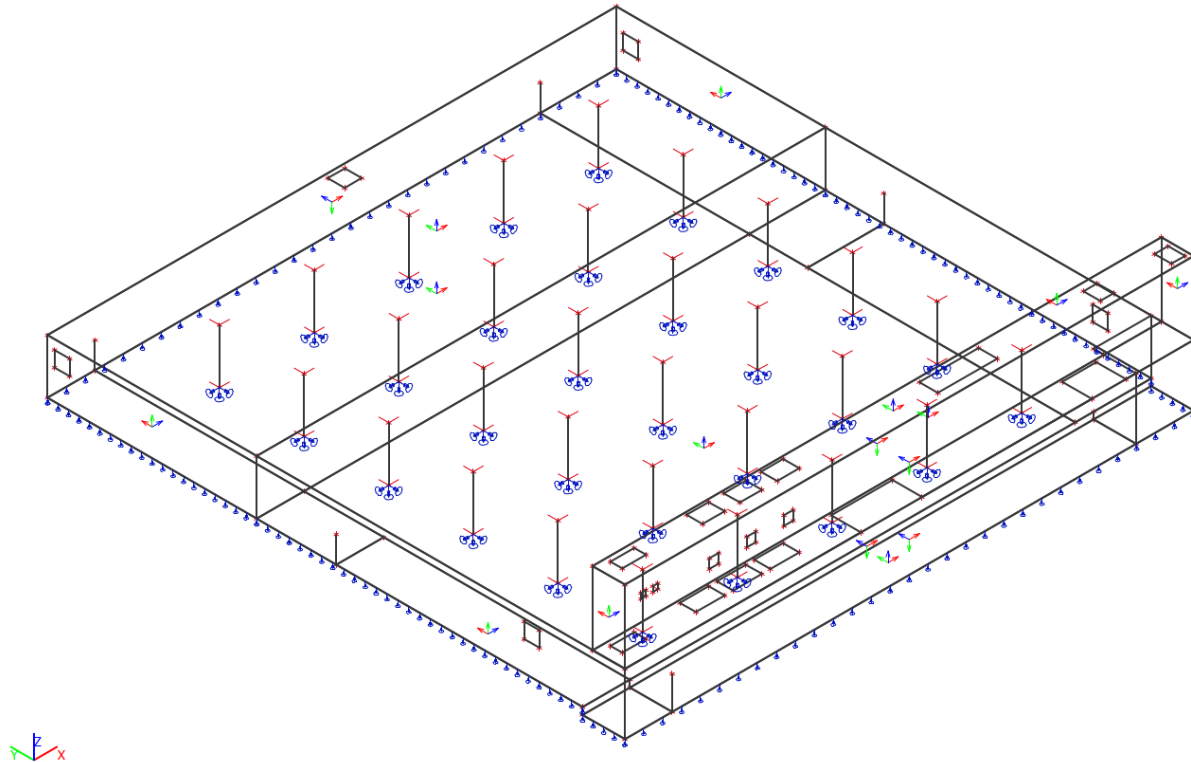
x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
16.784	6.914	-5.925	BC5/1	-2478	-3780	33929	134129	7681	10722
16.784	6.914	-5.925	BC5/2	2473	-90	31156	114127	13183	-10793
16.784	6.914	-5.925	BC8/3	361	-3961	30487	117330	-3823	-3727
16.784	6.914	-5.925	BC9/4	-456	113	32990	124821	-6453	4571
16.784	6.914	-5.925	BC9/5	-452	113	28582	99258	-1783	4579
16.784	6.914	-5.925	BC5/6	-366	-3780	34907	137296	-9860	2689
16.784	6.914	-5.925	BC3/7	1414	0	29267	96044	1997	-5321
16.784	6.914	-5.925	BC5/8	-1057	-3961	34633	139344	-11281	2490
16.784	6.914	-5.925	BC5/9	-2478	-1300	33929	131827	-26502	10763
16.784	6.914	-5.925	BC5/10	2473	-2571	31087	116477	26021	-10834
16.784	6.914	-5.925	BC9/11	2424	-3742	29941	115468	9798	-12129
16.784	6.914	-5.925	BC9/12	-2429	113	33141	123664	-9589	12062

Tabel 66: Resultante reactiekrachten UGT Fundamenteel (einde bouwfase 1)

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
16.784	6.914	-5.925	BC51/1	-3291	-4872	41425	165990	12174	14502
16.784	6.914	-5.925	BC51/2	3285	-136	38160	141299	19292	-14593
16.784	6.914	-5.925	BC41/3	434	-5152	28072	110983	-4463	-4478
16.784	6.914	-5.925	BC55/4	-683	169	40016	152901	-9586	6859
16.784	6.914	-5.925	BC42/5	-542	136	25724	89218	-2062	5495
16.784	6.914	-5.925	BC35/6	-440	-4936	46705	181926	-11831	3219
16.784	6.914	-5.925	BC33/7	1475	108	27968	86340	-8133	-8055
16.784	6.914	-5.925	BC35/8	-1482	-5152	46294	184814	-13863	3779
16.784	6.914	-5.925	BC51/9	-3291	-1950	41425	163411	-39101	14550
16.784	6.914	-5.925	BC51/10	3285	-3058	38056	143951	38550	-14641
16.784	6.914	-5.925	BC55/11	3211	-4814	36336	142436	14216	-16584
16.784	6.914	-5.925	BC55/12	-3217	169	40242	151167	-13732	16499

7.9.2 Reacties bouwphase 2

In Figuur 65 is het aangepaste rekenmodel voor de tweede bouwphase weergegeven.



Figuur 64: SCIA rekenmodel met lijnveren (wanden) en puntveren (kolommen) t.b.v. het bepalen van de resultante reactiekrachten aan het einde van bouwphase 2 (net voor ingebruikname)

De karakteristieke en fundamentele resultante reactiekrachten zijn gegeven in Tabel 67 en Tabel 68, respectievelijk.

Tabel 67: Resultante reactiekrachten BGT Karakteristiek (bouwphase 2)

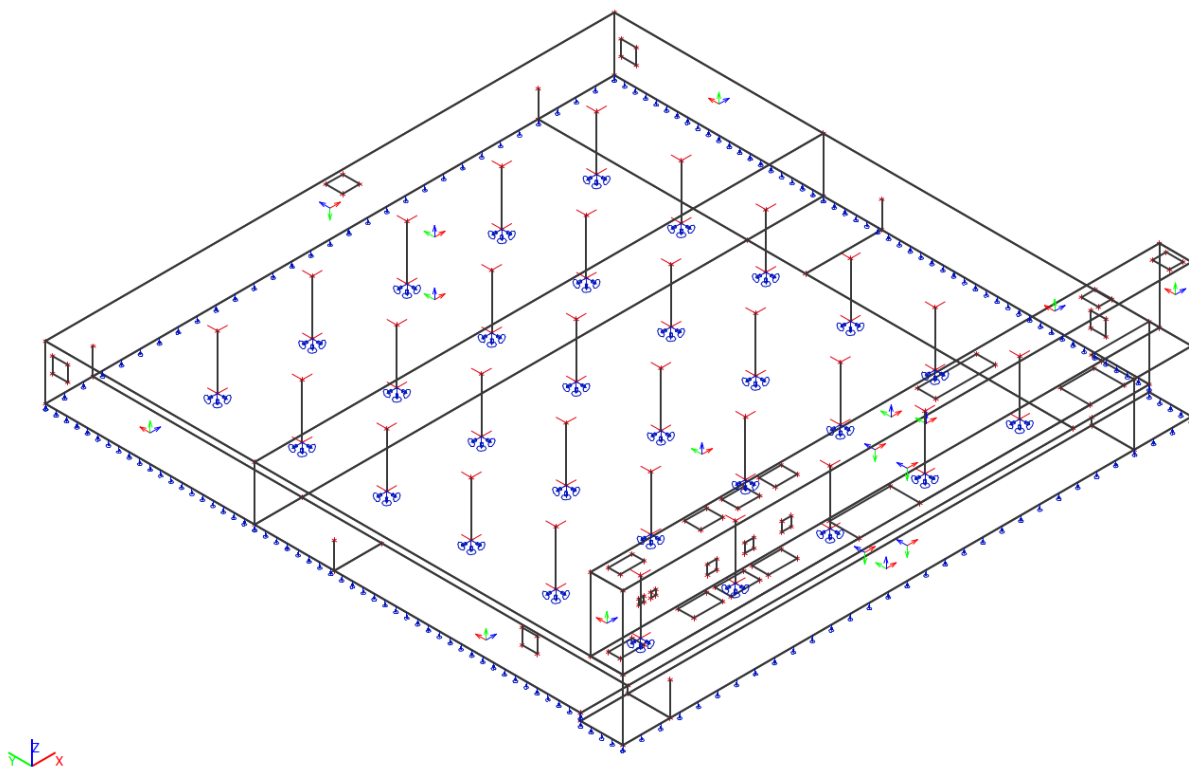
x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC8/1	-5528	1269	78593	-27927	-20982	-7973
16.772	16.975	-5.853	BC8/2	5510	-9077	51800	-28496	19972	7447
16.772	16.975	-5.853	BC1/3	343	-16278	52099	-25990	-6304	3597
16.772	16.975	-5.853	BC1/4	-361	8471	78233	-62757	-5714	-4123
16.772	16.975	-5.853	BC12/5	3496	-12573	48694	-26689	4046	-2059
16.772	16.975	-5.853	BC5/6	-3195	4571	80083	-36150	-5111	-6047
16.772	16.975	-5.853	BC1/7	4344	8187	50685	-90574	-12426	11171
16.772	16.975	-5.853	BC11/8	-4358	-15994	79617	37111	-27582	-1749
16.772	16.975	-5.853	BC1/9	-5528	-14919	78466	-6022	-34698	-13091
16.772	16.975	-5.853	BC1/10	5510	7111	51839	-84899	30710	12564
16.772	16.975	-5.853	BC12/11	-4486	-15771	50644	-5883	-9150	-15428
16.772	16.975	-5.853	BC12/12	4469	8277	77179	-26043	3582	14933

Tabel 68: Resultante reactiekrachten UGT Fundamenteel (bouwfase 2)

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC41/1	-7234	1437	71825	-24763	-25382	-10561
16.772	16.975	-5.853	BC39/2	7210	-11871	69647	-41004	24637	9871
16.772	16.975	-5.853	BC31/3	409	-21566	69908	-34835	-7803	4230
16.772	16.975	-5.853	BC31/4	-434	11260	105252	-83259	-7187	-4917
16.772	16.975	-5.853	BC46/5	4793	-17119	43825	-11017	6214	-1565
16.772	16.975	-5.853	BC35/6	-4434	6581	107556	-51248	-7358	-8217
16.772	16.975	-5.853	BC31/7	5810	10877	68255	-120471	-14239	14422
16.772	16.975	-5.853	BC45/8	-5829	-21309	72885	57715	-33297	-3174
16.772	16.975	-5.853	BC47/9	-7092	-18401	95024	-9207	-49565	-17492
16.772	16.975	-5.853	BC47/10	7071	8561	63150	-107672	44751	16814
16.772	16.975	-5.853	BC58/11	-5530	-19593	61189	-1530	-11465	-20995
16.772	16.975	-5.853	BC58/12	5508	10224	93262	-26856	4281	20364

7.9.3 Reacties definitieve fase

In Figuur 65 is het aangepaste rekenmodel voor de definitieve fase weergegeven.



Figuur 65: SCIA rekenmodel met lijnveren (wanden) en puntveren (kolommen) t.b.v. het bepalen van de resultante reactiekrachten in de definitieve fase

De karakteristieke en fundamentele resultante reactiekrachten zijn gegeven in Tabel 69 en Tabel 70, respectievelijk.

Tabel 69: Resultante reactiekrachten BGT Karakteristiek (definitieve fase)

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC8/1	-1641	-4786	108134	-11248	-15970	-1797
16.772	16.975	-5.853	BC8/2	1529	-2241	81008	-21213	6459	1758
16.772	16.975	-5.853	BC1/3	343	-8973	48301	-8665	-6197	3803
16.772	16.975	-5.853	BC1/4	-457	1919	107775	-54963	-6644	-4380
16.772	16.975	-5.853	BC12/5	-504	-5268	45457	-8821	-1818	-8464
16.772	16.975	-5.853	BC7/6	477	-1452	110246	-31138	-27365	60
16.772	16.975	-5.853	BC4/7	266	1704	106985	-61994	-14928	4338
16.772	16.975	-5.853	BC13/8	-376	-8444	49938	40523	19158	5065
16.772	16.975	-5.853	BC7/9	-1311	-7557	83116	-9658	-58927	-1974
16.772	16.975	-5.853	BC7/10	1295	374	48910	-31326	29717	2025
16.772	16.975	-5.853	BC12/11	-600	-7997	105951	5027	-4862	-8702
16.772	16.975	-5.853	BC12/12	488	1284	80621	-12992	-9206	8695

Tabel 70: Resultante reactiekrachten UGT Fundamenteel (definitieve fase)

x [m]	y [m]	z [m]	Belasting	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
16.772	16.975	-5.853	BC54/1	-2428	-5447	130833	-12851	-22982	-2567
16.772	16.975	-5.853	BC54/2	2294	-3456	97973	-23526	12433	2474
16.772	16.975	-5.853	BC33/3	409	-11832	30768	1846	-6616	4505
16.772	16.975	-5.853	BC47/4	-656	2652	130293	-72573	-8996	-6555
16.772	16.975	-5.853	BC46/5	-608	-7385	27355	1659	-1361	-10216
16.772	16.975	-5.853	BC35/6	838	-2264	148407	-60790	-19917	361
16.772	16.975	-5.853	BC49/7	422	1038	129553	-91997	-30957	-8436
16.772	16.975	-5.853	BC59/8	-558	-10794	61270	62881	29182	7708
16.772	16.975	-5.853	BC51/9	-2312	-9942	101481	43373	-84017	-3486
16.772	16.975	-5.853	BC51/10	2292	476	62266	2298	70203	3463
16.772	16.975	-5.853	BC58/11	-865	-10264	127558	11562	-6320	-12925
16.772	16.975	-5.853	BC58/12	731	1832	97392	-11195	-11065	12878

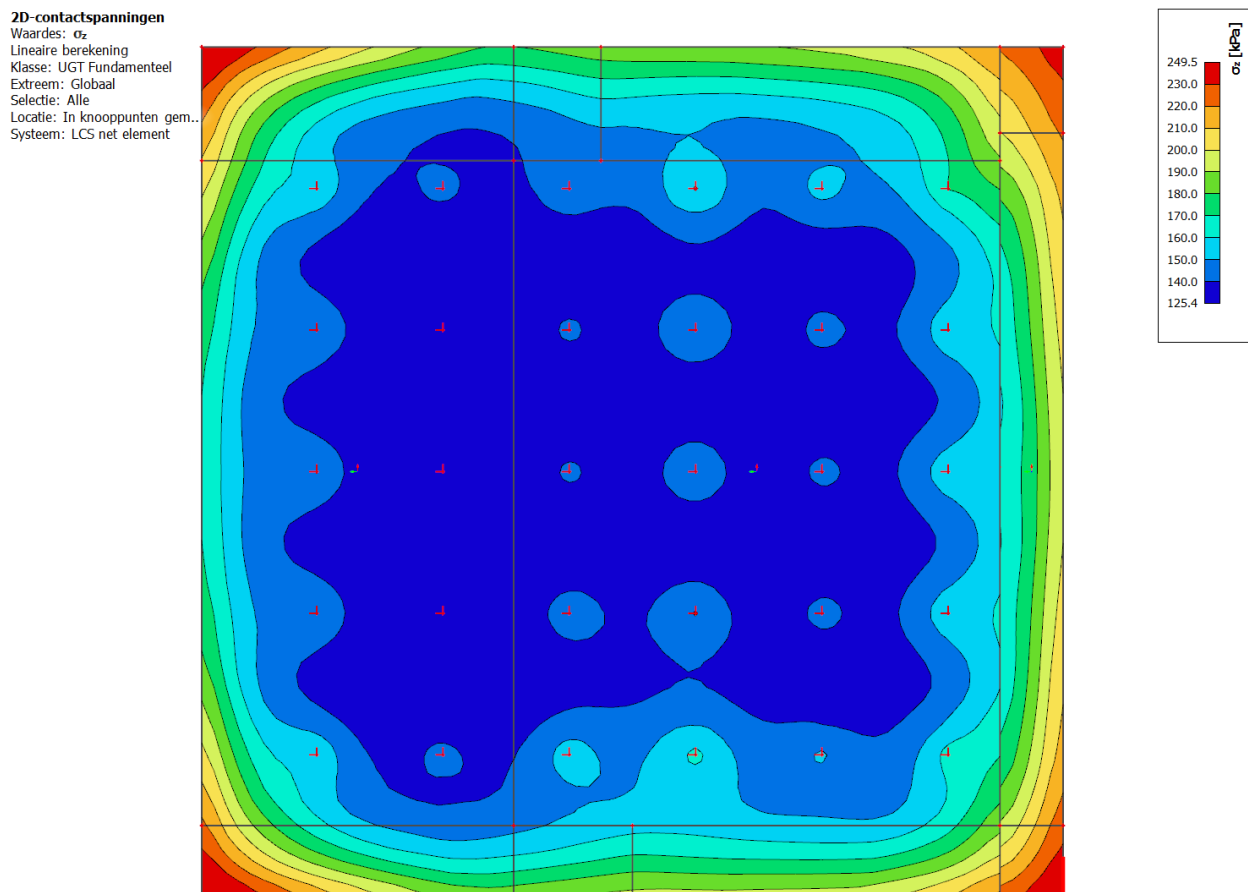
7.9.4 Maximale fundatiedruk

De optredende fundamentele fundatiedrukken zijn berekend met het niet aangepaste (originele) model met een elastische 2D-ondersteuning. Het spanningsverloop is weergegeven in Figuur 66 en Figuur 67 voor respectievelijk de hoge- en lage beddingsconstante. Duidelijk is dat er in de hoeken spanningsconcentraties ontstaan. De grootste spanningspiek, ter grootte van 250 kPa, treedt op bij een hoge beddingsconstante.

Ter vergelijking is met behulp van Tabel 70 de gemiddelde fundamentele fundatiedruk bepaald. De gemiddelde fundamentele fundatiedruk bedraagt:

$$\sigma_{v, \text{gem}, R_d} = 148\,407 \text{ kN} / (33,6 \text{ m} * 34,1 \text{ m}) = 129,5 \text{ kPa}$$

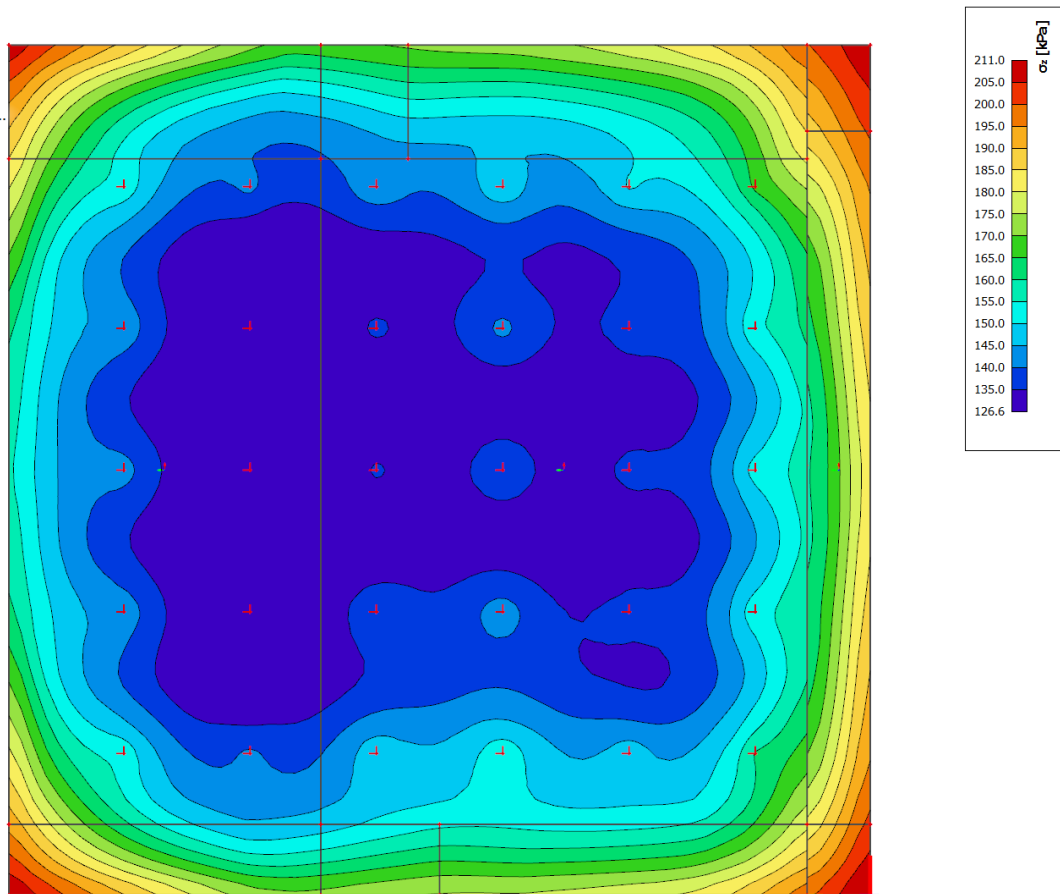
De piekspanningen zijn getoetst in het Fundatieadvies [D] in paragraaf 5.1. Daaruit volgt dat de fundatie ruimschoots voldoet.



Figuur 66: Fundatiedruk UGT fundamenteel, hoge beddingsconstante

2D-contactspanningen

Waarden: σ_z
Lineaire berekening
Klasse: UGT Fundamenteel
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem...
Systeem: LCS net element



Figuur 67: Fundatiedruk UGT fundamenteel, lage beddingsconstante

8 VERIFICATIE VAN EISEN

In Tabel 71 zijn de eisen voor de PKC gegeven en geverifieerd.

Tabel 71: Overzicht en verificatie van de eisen voor de pompkelderconstructie

Code	Eistekst	Verificatie
SYS-00242	Nieuwe kunstwerken dienen een ontwerplevensduur van ten minste 100 jaar te hebben.	Deze eis is aangetoond in §2.2.
SYS-00496	Kunstwerken dienen te zijn beschermd tegen water en dooizouten.	Hier is aan voldaan door rekening te houden met de juiste milieuklasse voor elk onderdeel, zie §2.3.3.
SYS-00557	Kunstwerken dienen gefundeerd te worden op een funderingsconstructie met een ontwerplevensduur van minimaal 100 jaar, waarbij er geen afhankelijkheid is van corrosie-snelheid van materiaal in de ondergrond.	De pompkelder wordt op staal gefundeerd en dus is de levensduur van de fundering niet afhankelijk van de corrosiesnelheid van het materiaal in de ondergrond. Zie ook §2.2.
SYS-00587	Grond- en waterkerende delen van 'Kunstwerken' dienen grond- en waterdicht te zijn. Voor aansluitingen/voegen/naden is beperkte lekkage toegestaan mits de gemiddelde lekkage niet meer dan 0,05 liter per 24 uur per m ² wand, vloer en dak betreft. Voor diepwanden en bentonietcementwanden geldt de ROK 1.4. Verder geldt dat: - De lekkage niet zichtbaar is, geen druppelvorming geeft en gecontroleerd wordt afgevoerd; - De lekkage niet leidt tot gevaarlijke situaties; - Druppelvorming ten gevolge van lekkage niet is toegestaan en dat op de wand enkel lichte geïsoleerde vochtplekken die het beeld niet verstoren, worden toegestaan.	De PKC is aan zowel de binnen- en buitenzijde bedoeld in het water te staan. Enige scheurvorming binnen de toelaatbare scheurwijdte (§2.3.3) heeft geen invloed op het functioneren van de PKC en daarmee voldaan wordt aan deze eis.
SYS-00689	De beschermende functie van de betondekking dient te allen tijde gewaarborgd te zijn, dat wil zeggen dat de hiernavolgende scheuren niet mogen voorkomen: - scheuren >0,1 mm in gewapend beton met voorspanning; - scheuren >0,2 mm in gewapend beton zonder voorspanning; - scheuren >0,3 mm in niet-constructief beton, zoals champkanten etc. Bovenstaande scheurwijdten gelden bij de minimum vereiste dekking.	Deze eis is aangetoond in §2.3.3 en hoofdstuk 7.
TPvE.003	De grondslagen van het constructief ontwerp dienen overeen te komen met hoofdstuk 4 van het TPvE Vaste Kunstwerken.	Deze eis is aangetoond in hoofdstuk 5.
TPvE.004	De veranderlijke belasting uit wegverkeer op kunstwerken dient te voldoen aan paragraaf 5.1 van het TPvE Vaste Kunstwerken.	Deze eis is aangetoond in §4.3.1.
TPvE.005	In belaste toestand moet het kunstwerk nog een positieve zeeg houden van minimaal 1/1000 van de overspanning tijdens zijn gehele levensduur.	Het rijdek is niet berekend op een positieve zeeg. Een positieve zeeg wordt normaliter aangebracht om geen visuele doorbuiging te hebben en om afwatering te garanderen bij een belast dek. Beiden zijn hier niet aan de orde.

9 DOORKIJK NAAR HET UO

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste aandachtspunten gegeven die in de vervolgfase (UO) beschouwd of uitgewerkt dienen te worden. Een aantal van deze aandachtspunten komen voort uit het feit dat op dit moment nog niet alle aspecten definitief zijn.

Onderstaande aspecten dienen geverifieerd te worden in het UO:

- Een maximaal ouderdomsverschil van 100 dagen voor de aan elkaar te storten onderdelen;
- Bovenbelasting uitvullaag van 5 kN/m² in de bouwfase;

De volgende aspecten dienen in ieder geval in het UO uitgewerkt te worden:

- Goede verhardingsbeheersing te storten onderdelen;
- Kraanbelasting op het dek tijdens de bouwfase (indien van toepassing);
- Indien er DEMU's toegepast worden in het rijdek, dan zullen deze op vermoeiing getoetst moeten worden;
- Trappen, bordessen, etc.;
- Alle waterdichte doorvoeren;

BIJLAGEN

- A. DO tekeningen
- B. Krimp, Kruip en Temperatuur
- C. Belastingen en combinaties
- D. Wapeningsschetsen
- E. Scia model PKC met lage bedding
- F. Scia model PKC met hoge bedding
- G. Toetsingen rijvloer
- H. Toetsingen keldervloer
- I. Toetsingen kelderwanden
- J. Toetsingen binnenwanden
- K. Toetsingen toegangsschacht
- L. Toetsingen kolommen

A. DO TEKENINGEN