



Stadsdijken Zwolle

Ontwerpnota Techniek
Ontwerploop 1 (VO)

1804499-01582

Projectgegevens

Het Dijkteam Zwolle is een samenwerkingsverband tussen het Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDO Delta) en de Dijk alliantie Zwolle (DAZ) voor de planuitvoeringsfase van project Stadsdijken Zwolle.

Referentie Waterschap Drents Overijsselse Delta: HWBP Stadsdijken Zwolle

Kenmerk Waterschap Drents Overijsselse Delta: Z/18/016154-85369

Dijkteam Zwolle	Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta	Opdrachtnemer: Dijk Alliantie Zwolle
Bezoek- en postadres	Postadres	Postadres
Dokter van Deenweg 162	Postbus 60	Postbus 111
8025 BM Zwolle	8000 AB Zwolle	2130 AC Hoofddorp
	Contactpersoon: dhr. P. Staats	Contactpersoon dhr. R. Lormans

Werkpakket WP-02.06.01.05 - Integraal ontwerp VO

Object Waterkering

Activiteittype Opstellen integraal ontwerp

Opgesteld: J. Labordus	Gecontroleerd: C. Riemsdag	Geautoriseerd: R. Lormans	Geautoriseerd: P. Staats	Geautoriseerd: F. Schutte
Projectrol: Ontwerpleider	Projectrol: Technisch Manager Planuitwerkingsfase	Projectrol: Manager Techniek en Realisatie	Projectrol: Dijkteammanager	Projectrol: Specialist B&O WDOD
Paraaf: 	Paraaf: 	Paraaf: 	Paraaf: 	Paraaf: 
Datum: 07-10-2020	Datum: 07-10-2020	Datum: 07-10-2020	Datum: 07-10-2020	Datum: 07-10-2020

Versie	Datum	Omschrijving
0.1	30-04-20	Eerste opzet
0.2	26-05-20	Diverse aanpassingen kunstwerken
0.4	18-06-20	Toevoeging V&G hoofdstuk
0.5	06-08-20	Diverse aanpassingen kunstwerken
0.7	04-09-20	Concept voor interne review DMT en integratie in de Integratie Nota.
1.0	11-09-20	Definitieve versie voor externe reviews
2.0	07-10-20	Definitieve versie na verwerken toetsresultaten externe reviews

Distributielijst

organisatie	Projectrol	aantal	Analoog (ja/nee)
Dijkteam			

Inhoud

1.	Inleiding.....	8
1.1	Plangebied	9
1.2	Scope	9
1.3	Plaats van dit document.....	9
1.4	Doel van dit document	10
1.5	Verificatie eisen	10
1.6	Leeswijzer van dit document.....	10
2.	Deeltraject 1A	12
2.1	Overzicht deeltraject	12
2.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	13
2.3	Groene kering 1A	16
2.4	Langsconstructies 1A.....	20
2.5	Kunstwerken 1A	22
2.5.1	ProRail brug	22
2.5.2	Brug Westenholtterallee en Voosterbrug	23
2.5.3	Overkluizingen	25
2.5.4	Spoodersluis en afmeervoorzieningen en bodemverdedigingen	26
2.6	Aandachtspunten voor DO	26
3.	Deeltraject 1B	27
3.1	Overzicht deeltraject	27
3.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	27
3.3	Groene kering 1B	28
3.4	Langsconstructies 1B.....	28
3.4.1	Waterkerende constructie	28
3.4.2	Inpassing waterkerende constructie	29
3.5	Kunstwerken 1B	29
3.6	Aandachtspunten voor DO	29
4.	Deeltraject 2A	30
4.1	Overzicht deeltraject	30
4.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	30
4.3	Groene kering 2A	33
4.4	Langsconstructies 2A.....	34
4.4.1	Algemeen	34



4.4.2	Langsconstructies 2A Variant KV4B	34
4.4.3	Langsconstructies 2A Variant KV2	35
4.5	Kunstwerken 2A	35
4.5.1	Frankhuizer zijl	35
4.6	Aandachtspunten DO	36
5.	Deeltraject 2B	37
5.1	Overzicht deeltraject	37
5.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	38
5.3	Groene kering 2B	39
5.4	Langsconstructies 2B	40
5.5	Kunstwerken 2B	40
5.6	Aandachtspunten voor DO	40
6.	Deeltraject 2C	42
6.1	Overzicht deeltraject	42
6.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	43
6.3	Groene kering 2C	44
6.4	Langsconstructies 2C	44
6.5	Kunstwerken 2C	45
6.6	Aandachtspunten voor DO	45
7.	Deeltraject 2D	46
7.1	Overzicht deeltraject	46
7.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	46
7.3	Groene kering 2D	48
7.4	Langsconstructies 2D	49
7.5	Kunstwerken 2D	49
7.5.1	Keerwand Hornbach	49
7.6	Aandachtspunten voor DO	49
8.	Deeltraject 3A	50
8.1	Overzicht deeltraject	50
8.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	50
8.3	Groene kering 3A	53
8.4	Langsconstructies 3A	54
8.5	Kunstwerken 3A	54
8.6	Aandachtspunten voor DO	54
9.	Deeltraject 3B	55



9.1	Overzicht deeltraject	55
9.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	55
9.3	Groene kering 3B	56
9.4	Langsconstructies 3B	57
9.5	Kunstwerken 3B	57
9.5.1	Aansluiting viaduct A28	57
9.5.2	Aansluiting op viaduct Blaloweg	58
9.6	Aandachtspunten voor DO	58
10.	Deeltraject 4A	59
10.1	Overzicht deeltraject	59
10.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	59
10.3	Groene kering	61
10.4	Langsconstructies 4A	61
10.5	Kunstwerken 4A	62
10.5.1	Fietstunnel en pompput Blaloweg/Zwartewaterallee	62
10.6	Aandachtspunten voor DO	62
11.	Deeltraject 4B	63
11.1	Overzicht deeltraject	63
11.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	64
11.3	Groene kering 4B	65
11.4	Langsconstructies 4B	66
11.5	Kunstwerken 4B	66
11.6	Aandachtspunten voor DO	66
12.	Deeltraject 4C	67
12.1	Overzicht deeltraject	67
12.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	68
12.3	Groene kering 4C	70
12.4	Langsconstructies 4C	71
12.5	Kunstwerken 4C	72
12.6	Aandachtspunten voor DO	72
13.	Deeltraject 4D	73
13.1	Overzicht deeltraject	73
13.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	74
13.3	Groene kering 4D	76
13.4	Langsconstructies 4D	78

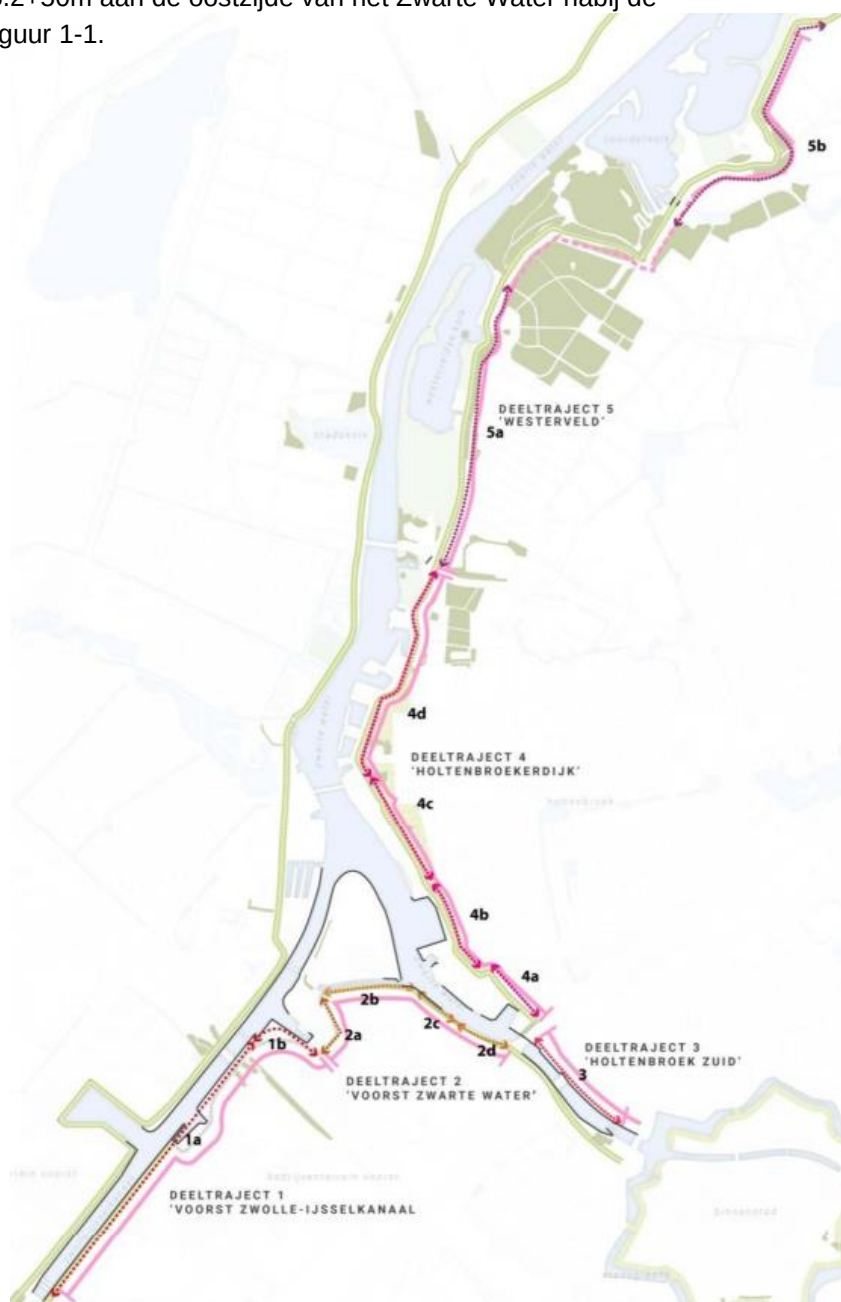


13.5	Kunstwerken 4D	78
13.6	Aandachtspunten voor DO	79
14.	Deeltraject 5A	80
14.1	Overzicht deeltraject	80
14.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	80
14.3	Groene kering 5A	82
14.4	Langsconstructies 5A	83
14.5	Kunstwerken 5A	83
14.6	Aandachtspunten voor DO	83
15.	Deeltraject 5B	84
15.1	Overzicht deeltraject	84
15.2	Ontwerputgangspunten en -uitwerking	85
15.3	Groene kering 5B	87
15.3.1	Ontwerpverantwoording inpassing groene kering	87
15.4	Langsconstructies 5B	88
15.5	Kunstwerken 5B	88
15.5.1	Gemaal Westerveld	88
15.6	Aandachtspunten voor DO	90
16.	Coupures	91
16.1	Overzicht coupures	91
16.2	Ontwerputgangspunten coupures	92
16.3	Ontwerpverantwoording coupures	92
16.4	Aandachtspunten voor DO	94
17.	Integrale veiligheid	95

1. Inleiding

De derde landelijke toetsronde heeft uitgewezen dat een groot deel van het traject Stadsdijken Zwolle (HWBP-projectnummer 15E) niet voldoet aan de in de Waterwet vastgelegde veiligheidsnorm. Het traject is daarom vervolgens opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Beheerder Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDODelta) heeft de opgave om de afgekeurde delen van het traject op orde te brengen. Daarvoor heeft WDODelta in 2014 en 2015 de preverkenning en in 2016 en 2017 de verkenning voor dijkversterking Stadsdijken Zwolle doorlopen, met als resultaat een vastgesteld voorkeursalternatief (VKA). Nu bevindt het project zich in de volgende fase: de planuitwerkingsfase. Het traject binnen het HWBP-project Stadsdijken Zwolle omvat de waterkering aan de zuidoostzijde langs het Zwolle-IJsselkanaal, vanaf de Spooldersluis (hectometer 53-46.8), via keersluis Zwolle1, tot aan hectometer 53-95.2+50m aan de oostzijde van het Zwarte Water nabij de Noorderkolk. Het traject is opgenomen in Figuur 1-1.

Figuur 1-1 Projectgebied met Trajectindeling



1.1 Plangebied

Het plangebied Stadsdijken Zwolle heeft een lengte van 8,7 kilometer en ligt langs de oostoever van het Zwolle-IJsselkanaal en langs het Zwartewater in Zwolle. Het gebied loopt via de oostoever van het Zwolle-IJsselkanaal van de Spooldersluis tot aan de monding van de Vecht.

Het zuidelijke deel van het plangebied bestaat uit industrieel gebied. Hier loopt de waterkering bijna onzichtbaar door en langs industrieterrein Voorst, waar zowel grote als kleine bedrijven zijn gevestigd. Voor Zwolle is dit een belangrijk economisch gebied. Het middendeel loopt langs stedelijk gebied. De dijk ligt langs de kantoren, bedrijven en woonwijk van Holtenbroek. Op, bij en soms onder de waterkering loopt stedelijke infrastructuur, zoals de Blaloweg, de snelweg A28 en de spoorverbinding Zwolle-Kampen. Het noordelijk deel van het projectgebied ligt in landelijk gebied. De gronden zijn hier in agrarisch gebruik. De dijk loopt hier langs de Westerveldse kolk en de Noorderkolk en loopt door of langs waardevol natuurgebied. Een groot deel van het traject is niet in eigendom van het Waterschap. Over het te versterken deel zijn vijf deeltrajecten onderscheiden. Op basis van onder andere aanwezigheid van bebouwing en natuurlijke kenmerken zijn deze trajecten verder onderverdeeld in 14 deeltrajecten.

1.2 Scope

Voor het project Stadsdijken zijn op basis van de projectkenmerken en de kaders, in volgorde van prioriteit, de volgende projectdoelstellingen geformuleerd:

1. De dijk voldoet aan de norm en is geaccepteerd door de afdeling beheer;
2. Het project is binnen budget gerealiseerd (specifiek: risicominimalisatie en maximalisatie van de voorspelbaarheid);
3. Stakeholders kijken positief terug op het proces;
4. Het project is uiterlijk in 2024 gerealiseerd.

1.3 Plaats van dit document

Voor deze fase van het project zijn alle op te stellen documenten vastgesteld. De complete documentenstructuur is te vinden in document met Organice ID: 1804499-01277.

Een uitsnede van de documentenstructuur is hiernaast weergegeven. Onderdeel hiervan is de Ontwerpnota VO. De Ontwerpnota VO bevat drie onderdelen, die elk als los “document” wordt opgesteld en aangeleverd:

1. Ontwerpnota waterveiligheid;
2. Ontwerpnota techniek (*dit is het voorliggende document*);
3. Plankaarten VO T.O. (plankaarten en dwarsprofielen).

De drie hierboven genoemde documenten worden parallel aan elkaar als losse documenten opgesteld en aangeleverd. Tussen de documenten bestaan veel relaties en verwijzingen, die in dat geval duidelijk aangegeven worden.



Figuur 1-2 Uitsnede documentstructuur (bron: Organice Doc. ID: 1804499-01277)

1.4 Doel van dit document

Uit de vorige paragraaf blijkt dat de ontwerpnota VO een overkoepelend document is waarmee het technisch ontwerp (T.O.) van het VO wordt vastgelegd. De uitwerking van het ontwerp komt tot uiting in het tekenwerk (plankaarten VO T.O.) en spreekt qua uitwerking voor zich.

Doel van voorliggende ontwerpnota is technische keuzes en afwegingen vast te leggen en nadere duiding te geven aan overwegingen waar dit onvoldoende duidelijk kan worden gemaakt in de plankaarten T.O. Daarbij zijn sommige delen van deze ontwerpnota bewust beknopt opgesteld omwille van reminders voor de volgende fase; andere delen zijn uitgebreider omschreven aangezien ze zijn ontleend aan eerdere en op zichzelf staande notities.

1.5 Verificatie eisen

De vastlegging en verificatie van de aan het project gestelde eisen vindt plaats in Relatics. De eisenverificatie van het VO is vastgelegd in het verificatierapport, wat een uitdraai van de Relatics-omgeving is. Het verificatierapport is opgenomen als bijlage in de Ontwerpnota VO (DocID 1804499-00692).

In deze ontwerpnota wordt, waar nodig, een toelichting of onderbouwing van de verificatie van de eisen gegeven.

1.6 Leeswijzer van dit document

De voorliggende ontwerpnota is, ten behoeve van de leesbaarheid, opgedeeld op basis van de deeltrajecten. In de hoofdstukken 2 t/m 15 worden alle deeltraject besproken in standaard terugkerende paragrafen:

- Overzicht deeltraject en waterveiligheidsopgave.
- Ontwerpuitgangspunten en -uitwerking; eisenverificatie en MeeKoppelKansen (MKK)
- Toelichting inpassing en maatwerk groene kering
- Toelichting toegepaste langsconstructies
- Toelichting nieuwe en inpassing van bestaande kunstwerken
- Aandachtspunten voor DO.

Een aantal objecten, zoals de coupures, zijn “deeltraject-overstijgend” en komen dus niet terug elke keer terug in de hiervoor genoemde hoofdstukken. Deze onderwerpen worden los toegelicht in hoofdstuk 16 van dit document.

Tot slot wordt, in hoofdstuk 17, omschreven hoe invulling wordt gegeven aan integrale veiligheid.

De planuitwerkingsfase is in dit project onderverdeeld in drie zogenaamde “ontwerpsloops”, die de onderstaande fases weergeven:

1. Ontwerpsloop 1 → Voorlopig Ontwerp (VO);
2. Ontwerpsloop 2 → Definitief Ontwerp (DO);
3. Ontwerpsloop 3 → Uitvoeringsontwerp (UO).

In het voorliggende document wordt verder alleen gesproken over het VO, DO en UO.

Tekeningenlijst

In voorliggend document worden voor de uitwerking verwijzingen gemaakt naar tekeningnummers. Dit zijn de verkorte nummers van de tekeningen. Document met Organice ID [1804499-01664](#) bevat een overzicht van alle technische tekeningen inclusief de volledige documentnummers van het VO (Plankaarten VO T.O.). Dit document is opgenomen in Bijlage 1.

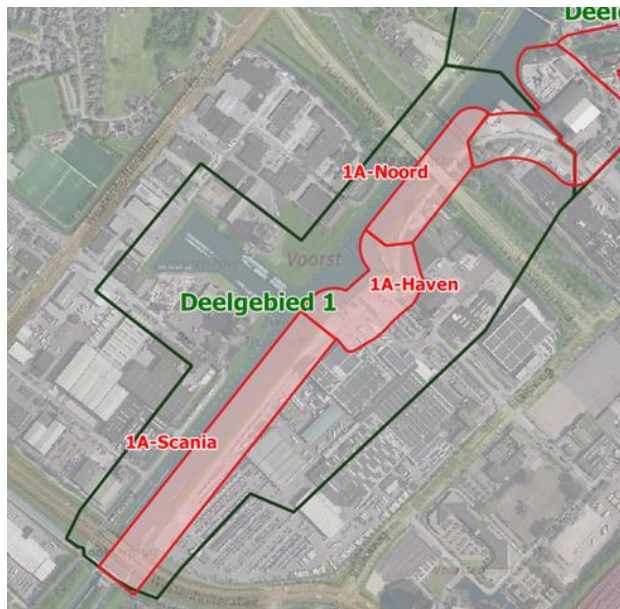
Meekoppelkansen

Een meekoppelkans betreft een aanvulling op de scope vanuit waterveiligheid waarvoor aanvullende financiering noodzakelijk is van buiten het HWBP. In de verkenningsfase zijn reeds meekoppelkansen geïdentificeerd waarvoor samenwerkings- dan wel uitvoeringsovereenkomsten met derden zijn opgesteld. In de PU-Fase zijn de meekoppelkansen verder uitgewerkt tot op VO niveau ter besluitvorming door de financiers of deze al dan niet verder meegenomen moeten worden in het DO. De meekoppelkansen zijn nader toegelicht bij de behandeling van de deeltrajecten. De volgende meekoppelkansen zijn behandeld:

- MKK 1: De vervanging van de damwanden van RWS langs het Zwolle IJsselkanaal (deel samenloop en een deel langs de Kop van Voorst) (paragraaf 2.2).
- MKK 2: De realisatie van een recreatieve route langs het Zwolle-IJsselkanaal (paragraaf 8.2).
- MKK 3: De Inpassing wandelpad Zwartewater boulevard (paragraaf 8.2).
- MKK 4: Herinrichting omgeving wijkboerderij De Klooienberg. De “wandelpaden Parkrand Holtenbroek” (paragraaf 12.2).
- MKK 5: Vervanging en vispasseerbaar maken van Gemaal Westerveld (paragraaf 15.2).

2. Deeltraject 1A

2.1 Overzicht deeltraject



Figuur 2-1 Overzicht deelgebied 1A

Deeltraject 1A heeft 3 kenmerkende trajecten. Deze zijn in de onderliggende paragrafen zo nodig afzonderlijk behandeld:

- Deeltraject 1A Scania.
- Deeltraject 1A Haven.
- Deeltraject 1A Noord.

De bestaande waterkering bestaat uit een oeverconstructie van betonnen damwand langs het Zwolle-IJsselkanaal en een groene kering tussen de damwand en de testbaan van Scania (traject 1A-Scania) en tussen de damwand en de Russenweg (traject 1A-Noord).

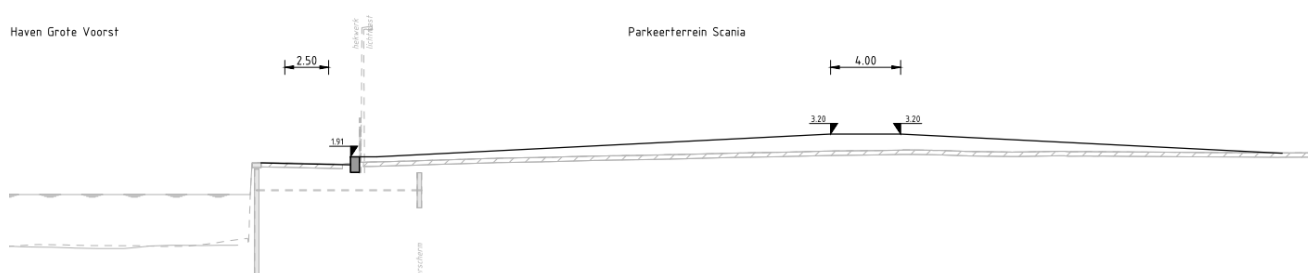
Bij de Scaniahaven (traject 1A-Haven) ligt de bestaande waterkering als verholten dijk in de parkeerplaats van Scania.

De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte en piping. De piping betreft een relatief klein deel van het traject 1A-Scania.

- Onderkant nieuwe ankerstoel op minimaal 200mm boven gemiddeld waterstand kanaal (NAP -0,3m) om droog te kunnen werken.
- De kruin van de dijk heeft een hoogte van NAP +3,3m over een breedte van 4m, en is voorzien van een reservering voor een recreatief fietspad van 2,5m breed. Indien er geen fietspad wordt aangelegd dan wordt voorzien in een onderhoudspad met grasdoorgroeistenen.
- De taluds van de dijk zijn 1:3.
- Aan landzijde worden over een breedte van circa 4m uit teen binnentalud maatregelen genomen om erosie bij golfoverslag te voorkomen (gras-/kleibekleding; bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei; voor een nadere uitwerking zie de Ontwerpnota Waterveiligheid).
- Damwanden zijn gedimensioneerd op een waterbodemdiepte van NAP-5,60m. Dit is de toekomstige maximale nautische bodemhoogte incl. bagger marge zoals is afgestemd met RWS en opgenomen in document memo “Uitgangspunten Waterbodemdieptes” (Organice: ID: 1804499-01033).

Ontwerpuitgangspunten 1A – Haven

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 1A – Haven gekozen voor variant 1 met waardevolle elementen uit variant 2:



Figuur 2-3 Principe doorsnede waterkering 1A-Haven

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerpuitgangspunten toegepast:

- De havenzone is gehandhaafd op gelijke hoogte en breedte.
- De inrichting van de havenrand is onveranderd en het mogelijke fietspad loopt onherkenbaar over het haventerrein (geen kant- of deelstrepen en geen functionele verhardingsscheiding).
- Het parkeerterrein van Scania is opgehoogd met behoud van zoveel mogelijk parkeerplaatsen.
- De dijk kruin is gesitueerd over het parkeerterrein van Scania door middel van ophoging van het terrein. Waar onvoldoende ruimte aanwezig is om op te hogen, is met een keerwand de ophoging opgesloten. De positie van de keerwand wordt in overleg met Scania nader bepaald waarbij rekening wordt gehouden met de aanpassing van de transportroute door Scania.
- Het deel van de Russenweg tussen de aansluitingen Wijhe verhandel en Leeuwbouw zijn opgehoogd en vormt daarmee de kruin van de waterkering.
- Terrein van de Rederij Keur is voor de toegankelijkheid flauw uitgevuld (hellingen $\leq 1:20$). Hiermee is het terrein toegankelijk om te kunnen parkeren.
- De verbinding voor recreatief fietsverkeer via de havenrand is ook toegankelijk voor rolstoelgebruikers.
- De ruimte lang de havenrand en toegang langs de Russenweg zijn bereikbaar voor vrachtwagens lengte 12m (CROW standaard).

- De langspaarkeerplaatsen Russenweg zijn vervallen.

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 1A is uitgewerkt op de tekeningnummers 1001 en 1002.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Voor deeltraject 1A zijn in de Verkenningfase de volgende Meekoppelkansen vastgesteld:

- MKK 1: De vervanging van de damwanden van RWS langs het Zwolle IJsselkanaal (deel samenloop en een deel langs de Kop van Voorst).
- MKK 2: De realisatie van een recreatieve fietsroute langs het Zwolle-IJsselkanaal.

Uitwerking MKK in het VO

WDO Delta heeft in overleg met RWS besloten de meekoppelkans gedeelte Kop van Voorst (MKK 1) mee te koppelen met een ander project. De meekoppelkans Kop van Voorst valt nu dus buiten de scope van Stadsdijken.

Vervanging van het deel langs het Zwolle-IJsselkanaal wordt meegekoppeld (in samenloop) met de dijkversterking en uitgewerkt in het VO.

Tevens is er in het ontwerp rekening gehouden met een fietspad op de kruin van de dijk langs het Zwolle-IJsselkanaal (MKK 2), langs het terrein van Scania tot aan de Scania-haven. In de haven verloopt het fietspad via de bestaande verharding.

De extra voorzieningen die de realisatie van het fietspad mogelijk maken zijn:

- Het aanleggen van een verhardingsconstructie geschikt voor fietsverkeer met een breedte van 2,5m (opgave van de gemeente). De opbouw van de verhardingsconstructie wordt in het DO uitgewerkt.
- De constructie moet erosiebestendig zijn waarmee extra voorzieningen nodig zijn voor een goede aansluiting van de verharding op de dijkbekleding en -kern. De voorzieningen worden in het DO vastgesteld.
- Om het eventuele fietspad ook geschikt te maken voor beheer en onderhoud moet het berijdbare gedeelte van het fietspad verbreed worden. Specificatie van de verbreding wordt uitgewerkt in het DO.
- Door Scania is aangegeven dat de vergroting van de toegankelijkheid van de dijk kruin tot een toename leidt van het beveiligingsrisico voor Scania. De toegankelijkheid voor gemotoriseerd verkeer moet daartoe worden beperkt, bijvoorbeeld door het plaatsen van wegneembare palen (ter hoogte van het sluisdeurenplateau en de haven). Deze worden in het DO meegenomen.
- De gemeente heeft aangegeven dat het fietspad rolstoeltoegankelijk moet zijn. Voor de aansluiting op de haven moet de overgang van de kruin naar de haven flauw worden uitgevoerd (maximaal 1:25). Hierdoor is er extra lengte wandconstructie nodig voor de overgang naar het parkeerterrein van Scania en de haven (helling 1:10).

Consequenties indien MKK niet doorgaat

Indien het fietspad niet aangelegd wordt zijn de voorzieningen zoals hiervoor aangegeven niet nodig. In plaats van de verhardingsconstructie voor het fietspad wordt er een onderhoudspad met grasdoorgroeistenen toegepast.

De overgang van het dijkprofiel langs de testbaan van Scania naar de haven wordt gehandhaafd (1:25) zodat het wel mogelijk blijft in de toekomst het fietspad aan te leggen.

2.3 Groene kering 1A

De nieuwe groene kering is met de ontwerputgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Aansluiting Turnhoutsweg en inpassing sluisdeurplateau

Aan de zuidzijde sluit het fietspad aan op de fietssuggestiestrook langs de Turnhoutsweg. In de bereikbaarheid van de Sluisdeurplateau wordt samen met het recreatief pad voorzien. Onder de verkeersbrug in de N331 Westenholterallee wordt een breder plateau voorzien waarbij de dijkkrui in lijn ligt met de kruin tussen het sluisdeurplateau en de spoorbrug. De bestaande voorzieningen worden opgenomen en het terrein tussen het water en de schanskorfbekleding tegen het landhoofd wordt heringericht.

Bodemverdedigingen Zwolle-IJsselkanaal

Het bestaande stortebed voor de Spooldersluis wordt in stand gehouden. In overeenstemming met de huidige situatie worden er verder geen bodembeschermingen toegepast. De nieuwe damwand is berekend op een toekomstige vaarwegverdieping van NAP-5,60m. RWS beheert het kanaal en heeft de taak erop toe te zien dat ontgravingen worden beperkt.

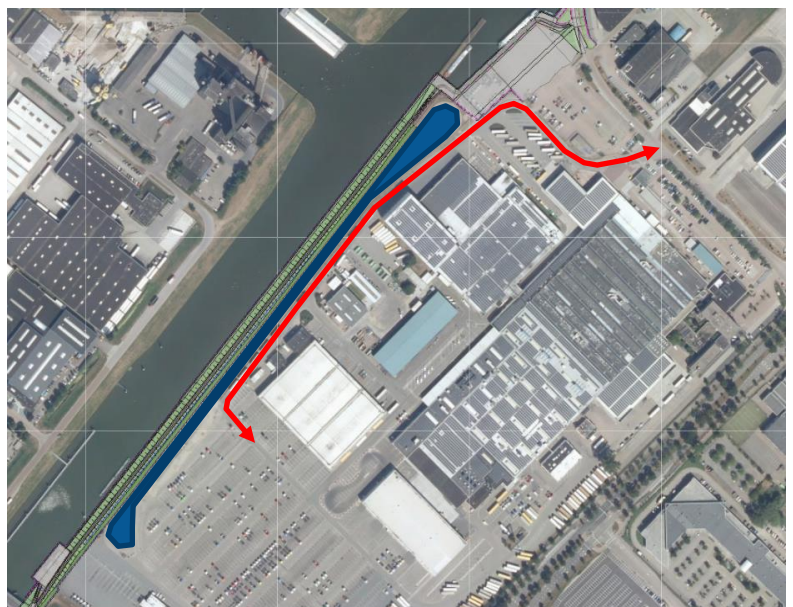
Routing Scaniaterrein

De toegankelijkheid van het terrein van Scania moet worden gegarandeerd.

Daarvoor zijn van belang:

- Behoud van calamiteitenroutes op het terrein van Scania beschikbaar.
- Behoud transportroutes en bereikbaarheid personeel.
- Behoud van de testbaan

De transportroute en testbaan zijn schematisch weergegeven in Figuur 2-4. De routes blijven in de nieuwe situatie onveranderd beschikbaar.



Figuur 2-4 Overzicht testbaan (blauw) en transportroute (rood)

Terreinafscheidingen en toegangen

De nieuwe locatie van het hekwerk langs de testbaan (1A-Scania) wordt in het DO vastgesteld in overleg met Scania. Het hekwerk kan nabij de huidige locatie worden teruggebracht uitgezonderd het traject langs het sluisdeurenplateau. Door de inpassing van de dijk tussen het plateau en de testbaan wordt hier het hekwerk binnenwaarts verplaatst.

In het hekwerk langs de testbaan bevinden zich nu twee toegangspoorten. Door Scania is aangegeven dat de poorten niet terug gebracht hoeven te worden (vervallen poorten zijn aangeduid op tekeningnummer 1001). De nieuwe locatie van het hekwerk langs het parkeerterrein van Scania (1A-Haven) wordt in het DO vastgesteld. Voor een toelichting op de toegangspoorten haven zie volgende alinea. Het hekwerk met toegangspoort naar de havenboot blijft op dezelfde locatie.

De positie van het hekwerk langs de Rederij Keur wordt in het DO vastgesteld.

De schanskorf langs het terrein van Leeuwbouw (1A-Noord) is vervangen met een grondkerende wand. Deze wand heeft een hoogte van maximaal 1m en steekt circa 40cm boven het maaiveld van de Russenweg uit om (beperkt) voertuigen te kunnen keren.

Inpassing pompgebouw en toegangspoorten haven

Het pompgebouw voor de sprinklerinstallatie blijft in zijn huidige vorm gehandhaafd. Gelijk aan de bestaande situatie is de bereikbaarheid geborgd via de toegang vanaf de Russenweg en het parkeerterrein. De trappen aan de noordzijde komen deels te vervallen, het bordes blijft boven het nieuwe maaiveld. De trap aan de zuidzijde is volledig opgenomen in het maaiveld, het bordes is gelijk aan het nieuwe maaiveld.

Door het toepassen van een zitrand langs de haven komt de huidige toegangspoort aan de westzijde van het gebouw te vervallen. In het DO wordt nader beoordeeld of aanvullende maatregelen benodigd zijn. De toegangspoort ter hoogte van de Russenweg (nu niet in gebruik) komt in de nieuw inrichting te vervallen. Mogelijk dat Scania deze doorgang als nieuwe ingang gaat gebruiken. Indien hiervan sprake is wordt dit nader afgestemd.

Afwatering havenrand en Russenweg

Langs de havenrand en het parkeerterrein van Scania wordt het huidig systeem gehandhaafd (kolken met een afvoer naar de haven).

Langs de Russenweg wordt rekening gehouden met aanpassing van het riool tussen Wijhe en Leeuwbouw, mede omdat de verkanting van de Russenweg op één oor is gelegd. Het wegwater wordt afgevoerd naar het bestaande riool. In het DO wordt beoordeeld in welke mate de ingrepen de huidige wateroverlastsituatie beïnvloeden en welke maatregelen eventueel getroffen moeten worden indien hier sprake is van afname van bestaande functionaliteit.

De bestaande overstortleiding van het riool naar de haven voldoet aan de waterveiligheid. Of de bestaande put met voorzieningen (schuiven/kleppen) op dezelfde locatie kan blijven wordt nader onderzocht in het DO.

Afwatering en voorzieningen berm testbaan Scania

De testbaan watert in de huidige situatie af naar de berm. Door de nieuwe kleibekleding wordt de infiltratie in de berm vertraagd. Aan deze zijde van het terrein van Scania bevindt zich geen riolering waarop kan worden aangesloten. Nader onderzocht moet worden wat de afvoercapaciteit is van het bestaande stelsel en welke aansluitmogelijkheden er elders zijn. Voor het VO is als terugvalscenario rekening gehouden met de inpassing van een verzamelriool met 3 afvoerpunten naar het kanaal om de afvoer te kunnen garanderen. In het DO wordt het afvoersysteem nader uitgewerkt. Daarbij wordt de volgende voorkeursvolgorde voor het bepalen van de ontwerp oplossing gevolgd: 1-bergen en infiltreren;

Door het aanbrengen van de kleibekleding worden de kabels tijdelijk uitgenomen en mogelijk verlegd. De noodzaak van het vernieuwen van de kabels wordt in het DO bepaald.



De kopsloot ter hoogte van de spoorkruising met het Zwolle-IJsselkanaal, tussen de aardebaan van de spoorlijn en de Hasselterweg, wordt in verband met piping over een deel gedempt. Aan het begin van de sloot is de opvulhoogte minimaal NAP +2m. Daarna kan het aflopen met een talud van circa 1:30. De afwatering van het omliggende gebied wordt gegarandeerd door het te dempen deel als een greppel af te werken richting het te handhaven deel van de sloot.

Het fietspad op de dijkruin moet in de overgang naar deeltraject 1A aansluiten op de bestaande verharding langs de kade (eisen EIS-0271 en EIS-0272). Het terrein om de Scaniahaven wordt heringericht, hierbij wordt uitgegaan van het opnemen en herstellen van het bestaande terrein. In het ontwerp zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd²:

- Niet aangeduide route over het haventerrein, fietser is 'te gast'.
- Helling naar de havenzone is 1:25 (4%, hellingen die niet steiler zijn dan 1:25 zijn als vlakke voetgangersroute uit te voeren).

Dijkteam ZWOLLE

- Helling naar de Russenweg is 4,5%, volgend uit de bestaande helling. Door de beperkte ruimte tussen de op te hogen Russenweg en bestaande hoogte van de haven kan er geen flauwere helling worden gecreëerd. Vanwege de brede zone (meer dan 5m) en daarmee de mogelijkheid zijdelings te rusten is de toegankelijkheid voldoende geborgd. Plateau's toepassen zoals de richtlijnen voorschrijven passen niet in het beeld.

Het risico dat fietsers te water geraken langs de kop van de haven en de toe te passen maatregelen wordt nader in het DO beschouwd en uitgewerkt.

Herinrichting terrein Rederij Keur

Voor de rederij zijn twee aspecten erg belangrijk:

- Parkeren voor klanten.
- Toegankelijkheid voor klanten en bevoorrading.

Parkeren

Door het terrein 1:20 op te hogen is een maximaal oppervlak gecreëerd om te kunnen parkeren. De beschikbare parkeerplaatsen in de bestaande en nieuwe situatie is uitgewerkt in de Ontwerpnota Ruimtelijke kwaliteit. Door het parkeren mag er geen schade aan de dijkbeclading optreden. In het DO wordt de toe te passen graswapening nader bepaald.

Toegankelijkheid

Door de nieuwe damwand langs de havenrand Rederij Keur op bestaande hoogte terug te brengen is de huidige aanlegvoorziening geborgd. Een ruime verharde strook van 4m verzekert een functioneel gebruik van de kade. De kade is te bereiken vanaf de havenzijde. Via deze zijde is bevoorrading mogelijk. Indien de helling (circa 10%) hier om wat voor reden dan ook te steil mocht zijn, kan bevoorrading plaats vinden via de zone voor de parkeerplaatsen. In deze zone is voorzien in een strook die extra draagkrachtig uitgevoerd wordt om goederentransport te faciliteren. Vanaf deze zijde is daarmee ook de toegang voor een tankwagen beschikbaar. De positie en type verharding wordt in het DO in overleg met Rederij Keur en WDO Delta (in verband met onderhoud) vastgesteld.

Voor de bereikbaarheid van de havenrand bij Rederij Keur voor minder validen zal de zitrand nog van een doorgang worden voorzien (uitwerking in DO).

Afvalcontainer haven

De nieuwe locatie van afvalcontainer in de haven wordt in overleg met de gemeente in het DO bepaald.



Figuur 2-6 Overzicht toegankelijkheid Rederij Keur

Deeltraject 1A bevat langsconstructies waarvan het ontwerp deels in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. Een overzicht van de constructies is geven Figuur 2-7 en Figuur 2-8. In de figuren is aangegeven welke langsconstructies uitgewerkt zijn in de Ontwerpnota Waterveiligheid. Deze paragraaf gaat in op de overige constructies.



Grondkering voor inpassing plateau sluisdeuren (OBJ-00141)

Om het hoogteverschil tussen dijkkruin en sluisdeurplateau op te vangen is een kerende constructie benodigd. Deze valt buiten de reguliere dijkkruin om voldoende afstand te houden tussen de wand met leuning en fietspad. De strekkende lengte van de wand is bepaald door de lengte van het sluisplateau inclusief een toegangsweg met een helling van 1:10. De keuze van het toe te passen type constructie (bijvoorbeeld keerwand of verticale wand) en het constructieve ontwerp wordt gemaakt in het DO. Voor deze fase is uitgegaan van de volgende afmetingen als referentie:

- Grondkerende hoogte circa 1,85 m, bovenkant wand op NAP +3,40 m.
- Voorzien van leuningwerk.
- Aanneke VO is een wand met de onderkant op NAP -2,15m (totale lengte gebaseerd op drie maal kerende hoogte).

Grondkering tussen transportroute en parkeerterrein Scania (OBJ-00199)

Voor de ophoging van het parkeerterrein is een kerende constructie benodigd om de transportroute van Scania ongemoeid te laten. Deze kerende constructie sluit aan op de waterkerende wand langs de zuid-westelijke havenrand (OBJ-00142). De keuze van het toe te passen type constructie (bijvoorbeeld keerwand of verticale wand) en het constructieve ontwerp wordt gemaakt in het DO. Voor deze fase is uitgegaan van de volgende afmetingen als referentie:

- Grondkerende hoogte circa 1 m, maximaal maaiveld NAP +3,30 m.
- Constructie voorzien van een heavescherm (scherm kan gecombineerd worden de fundering van de constructie). Het ontwerp van het heavescherm is nader toegelicht in de Ontwerpnota Waterveiligheid.

Zitrand om de haven (OBJ-00195 / 00197)

Langs de havenrand is zowel langs het Scania parkeerterrein als langs de Rederij Keur voorzien in een zitrand. Met deze zitrand wordt het gebruik van het buitendijks terrein optimaal mogelijk gemaakt met zo min mogelijk ruimtebeslag. De noodzaak van het inpassen van de bestaande toegangspoorten in het hekwerk wordt in overleg met Scania in het DO vastgesteld. Eventuele voorzieningen om het hoogteverschil naar de haven te overbruggen worden in het DO afgestemd op de functie.

Grondkering langs terrein Leeuwbouw (OBJ-00196)

Ter plaatse van de verhoging van de Russenweg is een berm met laanbeplanting voorzien. Deze is opgesloten aan Leeuwbouw. De keuze van het toe te passen type constructie (bijvoorbeeld keerwand of verticale wand) en het constructieve ontwerp wordt gemaakt in het DO.

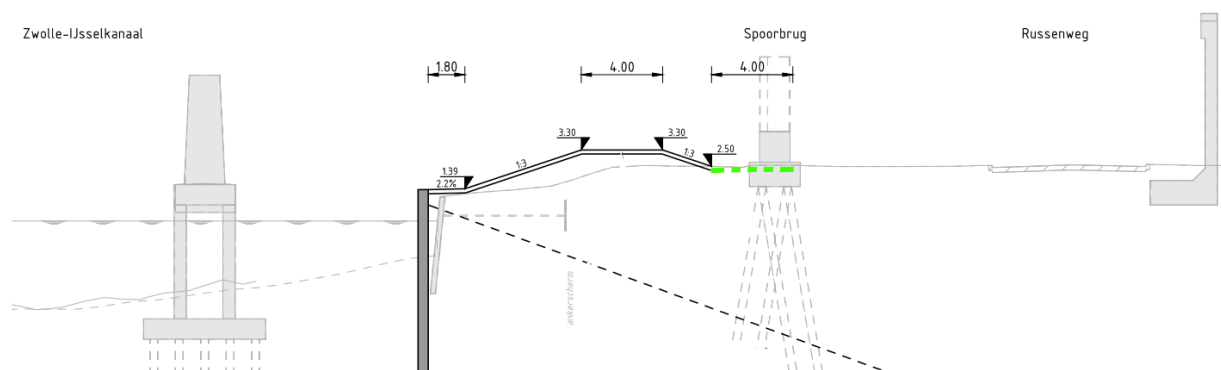
Scheidingsdam/pier tussen haven en kanaal (OBJ-00177)

De bestaande dam/pier tussen de haven en het kanaal is geen onderdeel van de waterkering. Wel maakt de vernieuwing van dit deel uit van de Samenloop onderhoudsopgave zoals overeengekomen met RWS. Het ontwerp worden verder uitgewerkt in het DO in overleg met de stakeholders.

2.5 Kunstwerken 1A

2.5.1 ProRail brug

In deeltraject 1a ligt de ProRail brug over het verbindingskanaal IJssel – Zwarte Water. Omdat het dijkprofiel ter plaatse van de brug aangepast wordt kan dit van invloed zijn op de belastingen op de brugpijlers. Door ProRail is aangegeven dat door Dijkteam aantoonbaar gemaakt moet worden dat er geen tot nauwelijks invloed is van de dijkversterking op de spoorbrug. In figuur 2-9 het dwarsprofiel weergegeven van de dijkversterking ter plaatse van de Spoorbrug.



Figuur 2-9 Dwarsprofiel ter plaatse van de Spoorbrug (profiel 18)

Voor de ProRail brug is in de VO-fase een beschouwing gemaakt van de noodzaak van maatregelen ter plaatse van de ProRail brug in verband met de aanpassingen van het dijkprofiel op dat traject.

Van de spoorbrug zijn door ProRail geen gegevens van de bestaande fundering verstrekt. Door het ontbreken van de informatie is het maken van een herberekening niet mogelijk.

Uitwerking VO

De invloed van de dijkversterking op de fundering van de brug is in de notitie “Situatie onder de spoorbrug” uitgewerkt (documentnummer N003-1273406BME, Organiconummer 1804499-01513, Bijlage 2). In de nieuwe situatie wordt de bestaande damwand vervangen. Ter plaatse van de landpijler komt het maaiveld maximaal circa 0,8 meter hoger te liggen dan in de huidige situatie het geval is. Hierdoor is er sprake van een additionele verticale en daardoor ook horizontale gronddruk. Gezien de afstand tussen de teen van de ophoging tot de landpijler (1,7 meter) en de mate van ophoging (0,8 meter) is de invloed op de fundering van de landpijler zodanig klein dat naar verwachting geen aanvullende maatregelen getroffen hoeven te worden. Nadere beoordeling daarvan vindt plaats in het DO.

De damwanden zijn gedimensioneerd op een waterbodemdiepte van NAP-5,60m conform de memo “Uitgangspunten Waterbodemdieptes” (Organice: ID: 1804499-01033). Het verdiepen van het kanaalprofiel is geen onderdeel van de scope van de dijkverbetering. Het oorspronkelijke bodemprofiel wordt gehandhaafd. Het aanbrengen van de damwand heeft geen invloed op de bestaande constructie mits de hoeveelheid trilling wordt beperkt. Het ontwerp van de verankering van de damwand wordt afgestemd met de bestaande fundering (uitwerking in het DO).

2.5.2 Brug Westenholterallee en Voorsterbrug

In deeltraject 1a liggen 2 verkeersbruggen over het verbindingskanaal IJssel – Zwarte Water, de Westenholterallee brug direct na de Spooldersluis en de Voorsterbrug die zich even ten zuidwesten van de spoorbrug bevindt. Omdat het dijkprofiel ter plaatse van de bruggen aangepast wordt kan dit van invloed zijn op de belastingen op de brugpijlers.

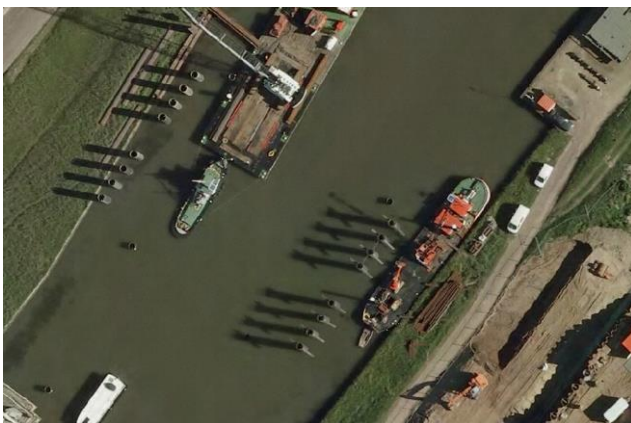
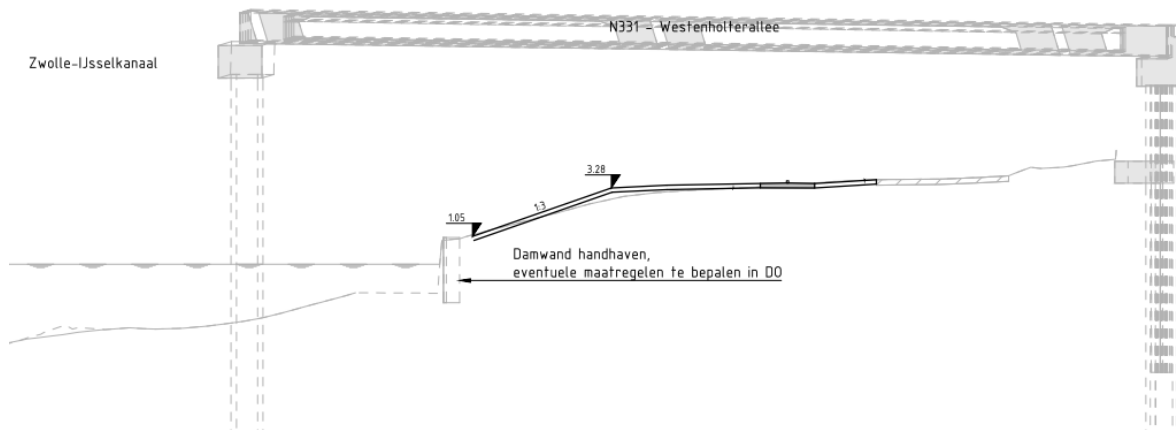


Brug Westenholterallee

De voor de brug Westenholterallee aangeleverde gegevens beperkt zich tot het landhoofd van de brug. Er is geen berekening opgenomen van de tussenliggende pijlerfundaties.

In figuur 2-10 is het dwarsprofiel weergegeven van de dijkversterking ter plaatse van de brug Westenholterallee. Ter plaatste is bij de bouw van de brug een damwandconstructie aangebracht. In het DO wordt beoordeeld of vervanging van deze damwand noodzakelijk is.

Indien vervanging nodig is dan ligt de beoogde dijkversterking op voldoende afstand van het landhoofd om te kunnen stellen dat de bestaande fundering niet extra belast wordt. De bodem van het kanaal wordt gehandhaafd ten opzichte van de huidige situatie. De fundering van de tussenpijler wordt dus niet extra belast.



Figuur 2-10 Dwarsprofiel ter plaatse van de Westenholtterallee (profiel 01, exclusief eventuele nieuwe damwand) en foto's aanleg brugpijlers

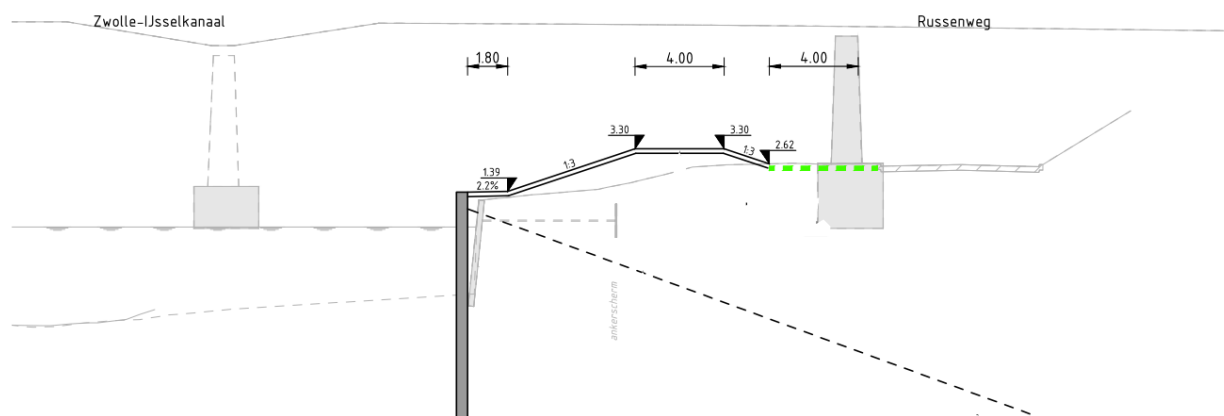
Voorsterbrug

Voor de Voorsterbrug zijn geen gegevens van de bestaande constructie ter beschikking gesteld.

In figuur 2-11 is het dwarsprofiel weergegeven van de dijkversterking ter plaatse van de Voorsterbrug. De beoogde dijkversterking ligt op voldoende afstand van het landhoofd om te kunnen stellen dat de bestaande fundering niet extra belast wordt. De bodem van het kanaal wordt gehandhaafd ten opzichte van de huidige situatie. De fundering van de tussenpijler wordt dus niet extra belast.

De damwanden zijn gedimensioneerd op een waterbodemdpte van NAP-5,60m conform de memo "Uitgangspunten Waterbodemdptes" (Organice: ID: 1804499-01033). Het verdiepen van het kanaalprofiel is geen onderdeel van de scope van de dijkverbetering. Het oorspronkelijke bodemprofiel wordt gehandhaafd. Het aanbrengen van de damwand heeft geen invloed op de bestaande constructie mits de hoeveelheid trilling wordt beperkt.

Het ontwerp van de verankering van de damwand wordt afgestemd met de bestaande fundering (uitwerking in het DO).



Figuur 2-11 Dwarsprofiel ter plaatse van de Voorsterbrug (profiel 17)

2.5.3 Overkluizingen

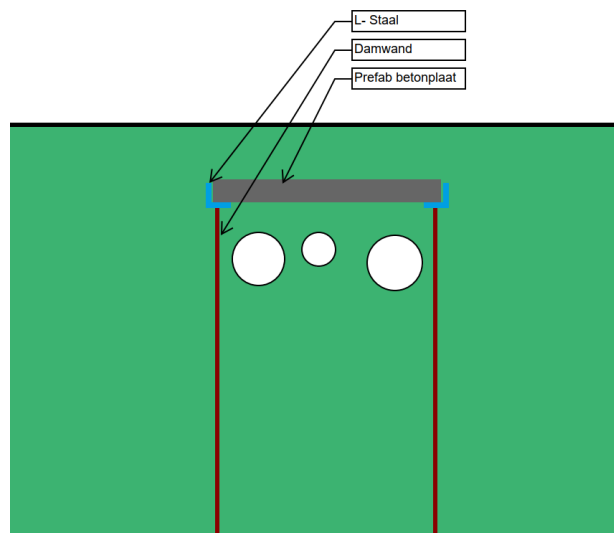
In deeltraject 1a zijn 4 locaties vastgesteld waarvoor een overkluizing noodzakelijk is. Het betreffen de volgende locaties:

- | | | |
|--------------------|-----------------------------|---------------|
| • Spooldersluis: | rioolpersleiding: | 3 meter breed |
| • Russenweg: | 2x waterleiding + MS kabel: | 6 meter breed |
| • Russenweg: | gasleidingen: | 6 meter breed |
| • Nabij spoorbrug: | MS kabels TenneT: | 6 meter breed |

VO-Uitwerking

Om te voorkomen dat de leidingen extra gewicht moeten dragen als gevolg van de beoogde dijkversterking worden overkluizingen uitgevoerd. Het grondgewicht zal worden gedragen door prefab betonplaten welke middels hoekstalen gedragen worden door de damwanden. Deze damwanden vormen de fundering van de overkluizing. Door te werken met prefab betonplaten welke op hoekstalen gelegd worden, wordt bereikt dat de overkluizing demontabel is. Hierdoor blijft de mogelijkheid bestaan relatief eenvoudig onderhoudswerkzaamheden aan de leidingen te plegen.

De afmetingen van de constructie zijn nog niet bepaald. Dit zal nader uitgewerkt worden in het DO. De eventuele aanvullende maatregelen welke getroffen dienen te worden aan de overkluizing ten aanzien van de waterveiligheid is uitgewerkt in de Ontwerpnota Waterveiligheid.



Figuur 2-12 Principe doorsnede overkluizing

2.5.4 Spooldersluis en afmeervoorzieningen en bodemverdedigingen

Bestaande afmeervoorzieningen (waaronder ook het sluisplateau) zijn in de nieuwe situatie onverminderd beschikbaar voor gebruik.

Het bestaande stortebed voor de Spooldersluis wordt in stand gehouden. In overeenstemming met de huidige situatie worden er verder geen bodembeschermingen toegepast. De nieuwe damwand is berekend op een toekomstige vaarwegverdieping van NAP-5,60m. RWS beheert het kanaal en heeft de taak erop toe te zien dat ontgroningen worden beperkt.

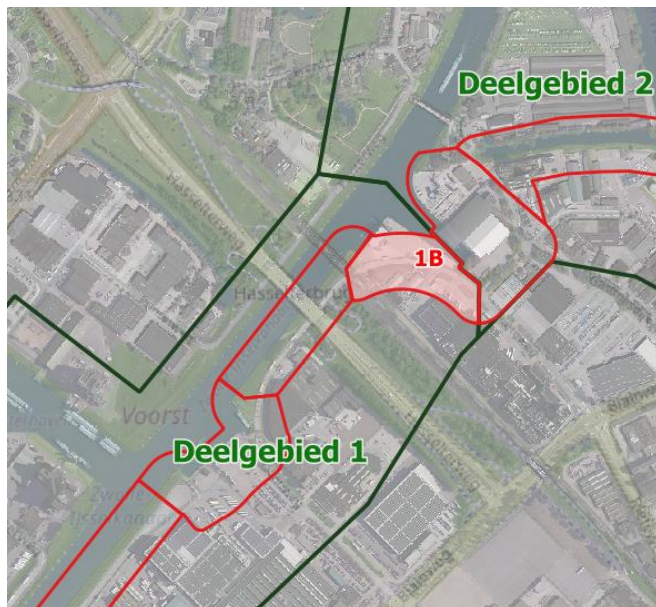
2.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Ontwerp afwatering testbaan in relatie tot bestaande voorzieningen en kabels en leidingen in de berm.
- Uitwerking toegankelijkheid Rederij Keur en Scania ter plaatse van de 'zitrand'.
- Aanpassingen riolering en K&L Russenweg.
- Inpassing leidingen sprinklerinstallatie (doorvoer leidingen door de grondkering).
- Bepalen noodzaak maatregelen extra grondbelasting pompgebouw.
- Inpassing afvalcontainers haven.
- Constructief ontwerp van de grondkerende constructies: bepalen van type constructie en fundering (inclusief inpassing van het heavescherm indien van toepassing).
- Constructief ontwerp van de overkluizingen.
- Bepalen noodzaak van maatregelen tegen erosie achter de wandconstructies waar overslag onder maatgevende omstandigheden kan plaatsvinden. Door overslag kan er erosie optreden afhankelijk van het type verharding. In het constructief ontwerp kan gerekend worden met een ontgrondingskuil of er worden maatregelen tegen de erosie getroffen.
- Ontwerp nieuwe langsconstructies dam/pier tussen haven en kanaal.
- Nadere analyse invloed op de huidige wateroverlastsituatie Russenweg en eventuele maatregelen indien hier sprake is van afname van bestaande functionaliteit.
- Maatregelen bocht fietspad Havenrand (tegen te water geraken).
- Het ontwerp van de verankering van de damwand onder de bruggen afstemmen met de bestaande fundering (uitwerking in het DO).
- Noodzaak van toepassen fauna uittreedplaatsen (te combineren met overgang nieuw en bestaande damwand).

3. Deeltraject 1B

3.1 Overzicht deeltraject



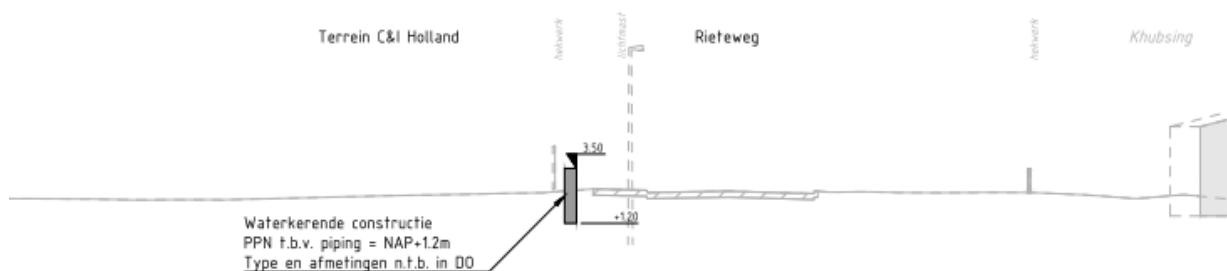
Figuur 3-1 Overzicht deeltraject 1B

Deeltraject 1B loopt langs de Rieteweg en het buitendijkse terrein van C&I Holland. De bestaande waterkering ligt als verholten dijk in de rijbaan van de Rieteweg.

De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte en piping.

3.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overweging is voor deeltraject 1B is gekozen voor variant KV2 en is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 3-2 Principe doorsnede waterkering 1B

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- Wandconstructie volgt de lijn van (de as) van de Rieteweg.
- Behoud van een voetpadbreedte van minimaal 1,8 m.
- Ruimtereservering tussen voetpad en wand van 1,2 m voor:
 - Aankleding met een haag (circa 60 cm).
 - Inspectieruimte (circa 60 cm) .
- Hekwerken wordt op de buitendijkse zijde gerealiseerd. Nader uitwerking van het hekwerk en een eventuele combinatie met de waterkerende wand volgt in het DO. Voor het ruimtebeslag van de ontwerpoplossing wordt uitgegaan van rolhekken ter plaatse van de coupures.
- Het bestaande spoortje vanaf het C&I-terrein tot de spoorbrug en het bijbehorende poort in het hekwerk van C&I, zijn vervallen.
- Coupures hebben minimaal de doorrijbreedte van de bestaande toegangen en inritten (hierbij is kant verharding als maatgevend gehanteerd).

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 1B is uitgewerkt op de tekeningnummer 1002.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 1B zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

3.3 Groene kering 1B

Binnen deeltraject 1B is geen groene kering aanwezig. De waterkering bestaat volledig uit een langsconstructie en is toegelicht in paragraaf 3.4.

3.4 Langsconstructies 1B

3.4.1 Waterkerende constructie

De waterkerende constructie wordt uitgevoerd als een permanente wand die boven het maaiveld steekt. Voor het type wand is nog geen keuze gemaakt in deze fase. Dit kan uitgevoerd worden met een damwand, een L-wand of een betonwand. De afmetingen van de constructie zijn nog niet bepaald. Dit zal nader uitgewerkt worden in het DO.

Heavescherm

Vanuit waterveiligheid dient onder de waterkerende constructie een heavescherm toegepast te worden om piping te voorkomen. Het heavescherm kan gecombineerd worden met de fundering van de constructie (ontwerp in het DO). Het ontwerp van het heavescherm is nader toegelicht in de Ontwerpnota Waterveiligheid.



3.4.2 Inpassing waterkerende constructie

De nieuwe waterkerende constructie is met de ontwerputgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Afwatering

Het hemelwater vanaf de Rieteweg gaat via kolken naar een gemengd riool. Dit riool ligt deels in de weg en deels in het terrein van C&I. Het terrein van C&I heeft een eigen hemelwaterafvoer welke afvoert op het gemengde stelsel van de gemeente.

Het hoofdriool wordt verlegd naar de Rieteweg (zie ook tekeningnummer 1002). De kolken in de Rieteweg worden aangesloten op het nieuwe riool.

Het bestaande riool op het terrein van C&I krijgt een aansluiting op het nieuwe riool. Deze aansluiting krijgt een doorvoer door de waterkering en zal uitgevoerd worden als dubbel kerend (dubbele schuif).

3.5 Kunstwerken 1B

Voor het behoud van de toegangen naar het terrein worden coupures toegepast. De coupures zijn uitgewerkt in hoofdstuk 16.

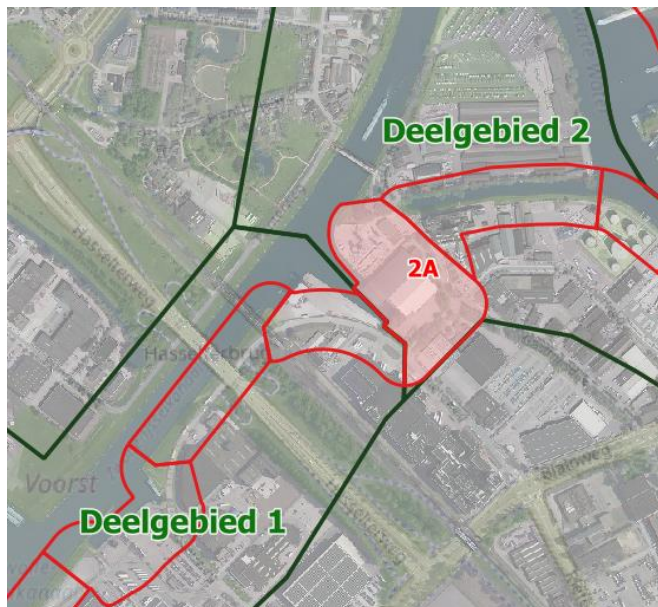
3.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Constructief ontwerp van de waterkerende constructie: bepalen van type constructie en fundering (inclusief inpassing van het heavescherm en invloed bestaande rioleringen).
- Bepalen noodzaak van maatregelen tegen erosie tussen de waterkering en het trottoir. Door overslag onder maatgevende omstandigheden zal er erosie optreden. In het constructief ontwerp dient daar rekening mee gehouden te worden (opnemen ontgrondingskuil in de berekeningen of maatregelen tegen erosie).

4. Deeltraject 2A

4.1 Overzicht deeltraject



Figuur 4-1 Overzicht deeltraject 2A

De bestaande waterkering ligt als verholten dijk in de Katwolderweg en Gasthuisdijk. Binnendijs zijn er diverse terreinen in gebruik door bedrijven. Buitendijs zijn de terreinen in gebruik door de bedrijven IJzerleeuw en Van der Kamp. Aan de noordzijde van Van der Kamp bevindt zich buitendijs een woongebouw.

De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld zijn hoogte en piping.

4.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

In de varianten-afwegingen is voor deeltraject 2A bepaald dat variant 4B de voorkeur heeft boven de andere varianten. Deze variant 4B omvat een dijkverlegging om de bedrijfsterreinen van IJzerleeuw en Van der Kamp. Beide bedrijfsterreinen komen daarmee binnendijs te liggen.

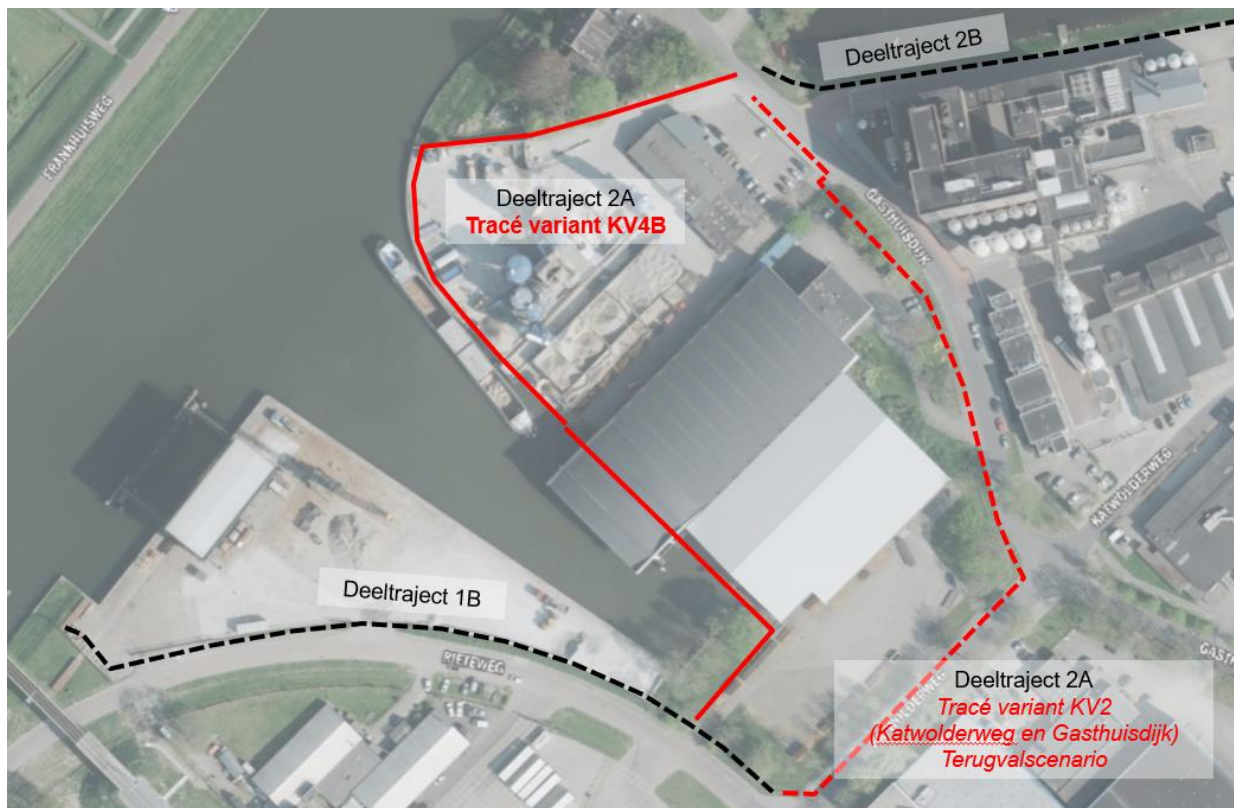
De verdere uitwerking van variant 4B in het DO is echter nog niet zeker om de volgende redenen:

- Om variant 4B uit te kunnen voeren is nader onderzoek naar het aanvaarrisico van de kadeconstructie (=waterkering in de variant 4B) en de kosten dat dit met zich meebrengt noodzakelijk.
- Tevens zal er met Van der Kamp en IJzerleeuw nog overeenstemming bereikt moeten worden over de aanvullende gebruiksvoorwaarden die een waterkering met zich meebrengt voor hun terrein.

Indien één van beide openstaande punten negatief uitpakt, wordt de dijk op het huidige traject versterkt conform variant 2 (terugvaloptie): een waterkerende constructie van circa 1 m hoog langs de

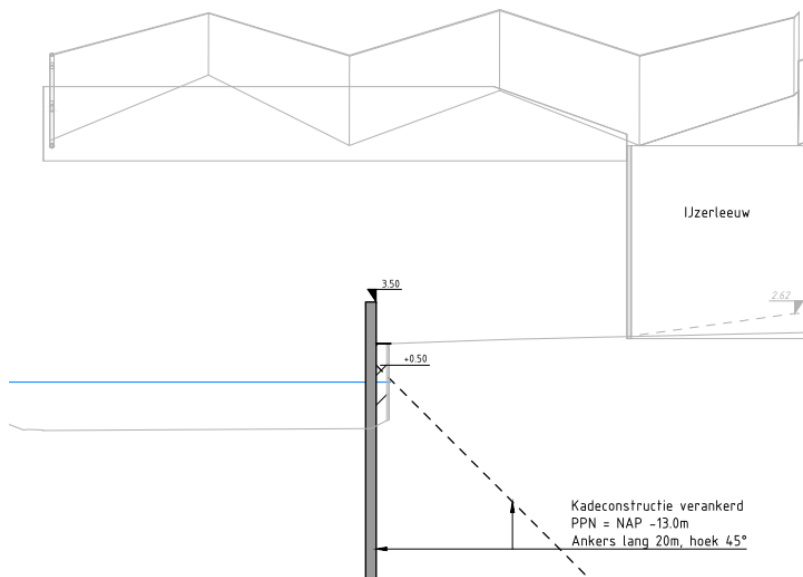
Katwolderweg en Gasthuisdijk. Deze waterkerende constructie zal uitgevoerd worden als een permanente wand die boven het maaiveld steekt.

De globale tracés van beide varianten zijn aangegeven in Figuur 4-2. Het Technisch Ontwerp van beide varianten zijn als VO uitgewerkt om in een later stadium de definitieve keuze te kunnen maken.



Figuur 4-2 Overzicht tracés uit te werken variant KV4B en terugvalscenario KV2

Ontwerputgangspunten 2A – Variant KV4B

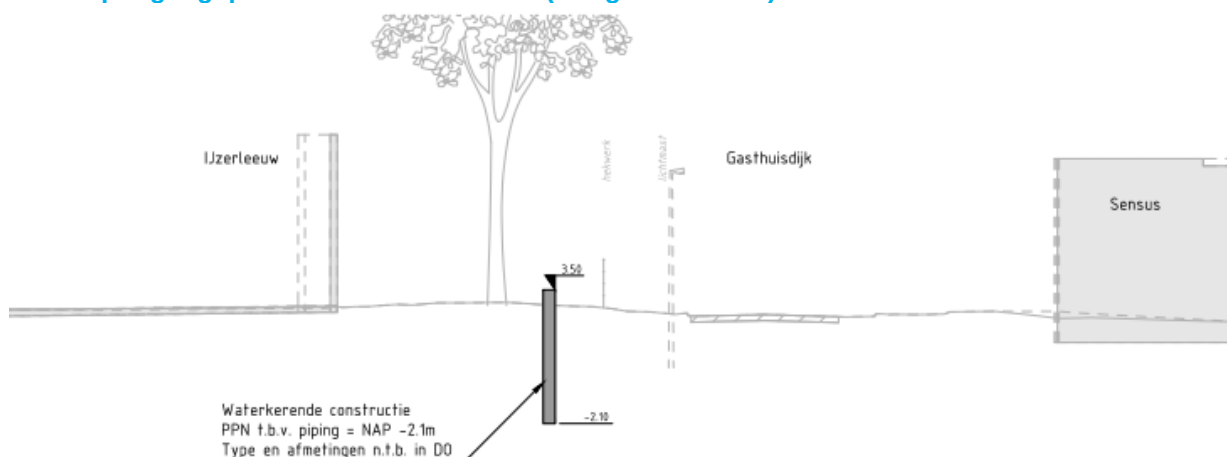


Figuur 4-3 Principe doorsnede waterkering kade 2A

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- De kade wordt uitgevoerd als een verankerde damwand. De damwand komt circa 1,5m verder in het water te staan dan de huidige kering.
- De waterkerende hoogte van de constructie is circa NAP +3,5m. Met de stakeholders Van der Kamp en IJzerleeuw zijn afspraken gemaakt over het toekomstig niveau van het maaiveld en de aan te houden maaiveldbelastingen welke voor de dimensionering van de damwanden als uitgangspunt zijn aangehouden. De vastlegging van deze afspraken en het constructieve ontwerp zijn in de Ontwerpnota Waterveiligheid uitgewerkt.
- In het DO wordt nader onderzocht in hoeverre er aanvullende maatregelen moeten worden getroffen om het overstromingsrisico te beperken.

Ontwerputgangspunten 2A – Variant KV2 (terugvalscenario)



Figuur 4-4 Principe doorsnede waterkering constructie 2A tracé Gasthuisdijk/Katwolderweg

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- Waterkerende constructie volgt de lijn van (de as) van de Katwolderweg en Gasthuisdijk.
- Behoud van een voetpadbreedte langs de Katwolderweg.
- Ruimtereservering tussen voetpad/weg en wand van 1,2 m voor:
 - Aankleding met een haag (circa 60 cm).
 - Inspectieruimte (circa 60 cm).
- Positie van de waterkerende constructie langs de Gasthuisdijk in de groenzone IJzerleeuw is gebaseerd op het handhaven van de kabels en leidingen, rioleringen, trafo en bomen.
- Hekwerken wordt op de buitendijkse zijde gerealiseerd. Nader uitwerking van het hekwerk en een eventuele combinatie met de waterkerende wand volgt in het DO. Voor het ruimtebeslag van de ontwerpoplossing wordt uitgegaan van rolhekken ter plaatse van de coupures.
- Coupures hebben minimaal de doorrijbreedte van de bestaande toegangen en inritten (hierbij is kant verharding als maatgevend gehanteerd).

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 2A is uitgewerkt op de tekeningnummers 1002.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 2A zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

4.3 Groene kering 2A

Binnen deeltraject 2A is geen groene kering aanwezig. De waterkering bestaat volledig uit diverse langsconstructies zoals toegelicht in bovenstaande paragrafen.

4.4 Langsconstructies 2A

4.4.1 Algemeen

Deeltraject 2A bevat langsconstructies waarvan het ontwerp deels in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. De kadeconstructies volgens variant KV4B zijn uitgewerkt in de Ontwerpnota Waterveiligheid. Deze paragraaf gaat in op de overige (constructies waarbij onderscheid is gemaakt in de varianten KV4B en KV2 (terugvalscenario)).

Aanvaarrisico variant KV4B

De ligging van Van der Kamp ten opzichte van het Zwolle IJssel kanaal is zodanig dat aanvaarrisico met de kade niet kan worden uitgesloten. De kans dat de kade ten tijde van hoogwater aangevaren wordt is zeer klein. Echter, in geval van aanvaring is er een kans op bresvorming in de waterkering zodat water het binnendijkse gebied kan instromen. In Ontwerpnota Waterveiligheid is een analyse opgenomen van dit aanvaarrisico in relatie tot het te accepteren risico voor schade aan de waterkering onder maatgevende stormcondities.

Om het overstromingsrisico verder te beperken (en zelfs uit te sluiten) zijn verschillende aanvullende maatregelen mogelijk. Uitsluiting van het aanvaarrisico kan middels een aanvaarvoorziening op enkele meters vóór de bestaande kade. Gezien de hoge kosten en beperking van de functionaliteit van de kade zijn deze maatregelen uitgesloten. Toepassing van een waterkerende constructie in een zone direct achter de kadewand kan leiden tot reductie van de faalkans. De adviesdienst Verkeer en Vervoer, afdeling Scheepvaart stelt voor vaarwegen van de CEMT-klassen IV en hoger een benodigde vrije ruimte haaks op de kade van 5 meter voor een loodrecht op de kade invarend (leeg) schip. Een constructie op die afstand uit de kade zou daarmee het aanvaarrisico aanzienlijk kunnen beperken. Dit vraagt echter om een reservering van een strook van 5 meter op het terrein van Van der Kamp en brengt daarmee gebruiksbeperkingen met zich. In de fase DO wordt verder beoordeeld in hoeverre een keerwand achter de kade noodzakelijk is en wat in dat geval de afstand van de voorzijde van de damwand moet zijn. In het VO is hiertoe een zone van 5 meter aangeduid waarin in het DO, in nadere afstemming met Van der Kamp kan worden gezocht naar optimalisatie van het aanvaarrisico.

4.4.2 Langsconstructies 2A Variant KV4B

Waterkerende constructie Variant KV4B Noordzijde Van der Kamp

Aan de noordzijde van Van der Kamp is een waterkerende constructie noodzakelijk. Voor het type wand is nog geen keuze gemaakt. Dit kan uitgevoerd worden met een damwand, een L-wand of een betonwand. Vanuit waterveiligheid dient onder de waterkerende constructie een heavescherm toegepast te worden om piping te voorkomen. Het heavescherm kan gecombineerd worden met de fundering van de constructie (ontwerp in het DO). Het ontwerp van het heavescherm is nader toegelicht in de Ontwerpnota Waterveiligheid.

Ten opzicht van de huidige situatie is de constructie alleen waterkerend. Bij eventuele toekomstige aanpassingen op het terrein van Van der Kamp kan er sprake zijn een grondkerende situatie. Voor deze fase is als referentie uitgegaan van een grondkerende hoogte van circa 1,5 m.

4.4.3 Langsconstructies 2A Variant KV2

Waterkerende constructie Variant KV2

De waterkerende constructie in het tracé langs de Katwolderweg en Gasthuisdijk wordt uitgevoerd als een permanente wand die boven het maaiveld steekt.

Voor het type wand is nog geen keuze gemaakt in deze fase. Dit kan uitgevoerd worden met een damwand, een L-wand of een betonwand. De afmetingen van de constructie zijn nog niet bepaald. Dit zal nader uitgewerkt worden in het DO.

Heavescherm

Vanuit waterveiligheid dient onder de waterkerende constructie een heavescherm toegepast te worden om piping te voorkomen. De diepte van het scherm varieert. Langs de Gasthuisdijk ligt parallel een waterleiding met het risico op het ontstaan van een ontgrondingskuil. Deze is maatgevend waarmee de diepte van het scherm hier dieper moet zijn om piping te voorkomen.

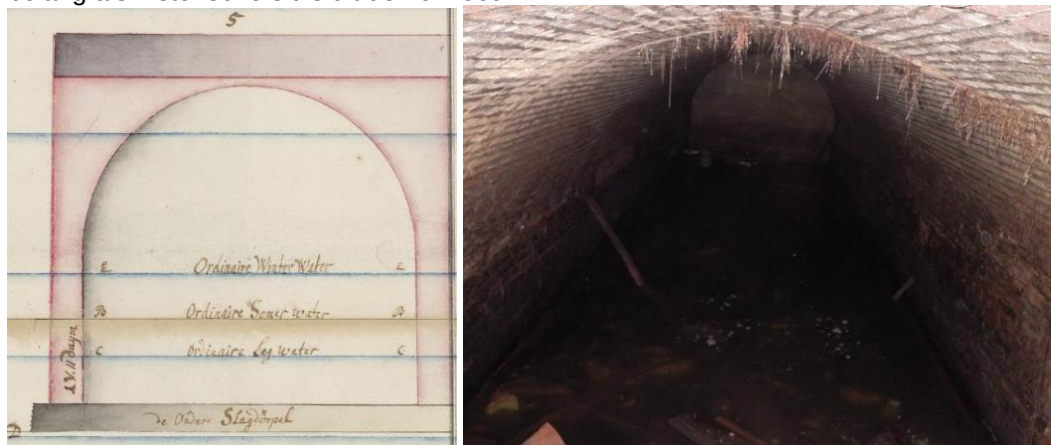
Het heavescherm kan gecombineerd worden met de fundering van de constructie (ontwerp in het DO). Het ontwerp van het heavescherm is nader toegelicht in de Ontwerpnota Waterveiligheid.

De constructie ligt voor een deel langs de Gasthuisdijk binnen de invloedssfeer van het grondwerk voor de rioleringen (bij onderhoud). Bij het detailontwerp van de wand moet hiermee rekening worden gehouden (fase DO).

4.5 Kunstwerken 2A

4.5.1 Frankhuizer zijl

In 2015 heeft team archeologie van gemeente Zwolle een deel van het Frankhuizer zijl blootgelegd. Zoals de naam al doet vermoeden lag het Frankhuizer zijl in de nabijheid van het gehucht Frankhuis. Deze uitwateringssluiss van de Riete ligt in de Gasthuisdijk die tevens de weg van Zwolle via Voorst naar Kampen was. Oorspronkelijk is de Gasthuisdijk, die waarschijnlijk in de tweede helft van de 14^{de} eeuw aangelegd, een “overlaatsdijk” die bij hoge waterstanden in de winter het water binnenliet om het vruchtbare slib op te vangen waarmee de vruchtbaarheid van weiden en hooilanden werd vergroot. Met de komst van het Zwolle IJsselkanaal in 1964 is de functie van het Frankhuizer zijl komen te vervallen. Het Frankhuizer zijl is door gemeente Zwolle aangemerkt als een object van bouwhistorische belang als historische sluis uit de 19^{de} eeuw.



Figuur 4-5 Bouwtekening Frankhuizer Zijl en foto ten tijde van de opgraving

In de VO fase is het Frankhuizer zijl beoordeeld op waterveiligheid. Daaruit volgt dat slechts de holle ruimte in het zijl opgevuld dient te worden met klei. In het DO wordt in overleg met gemeente Zwolle verder beoordeeld of het zijl vanuit bouwhistorisch oogpunt gedeeltelijk zichtbaar kan worden gemaakt.



Figuur 4-6 Indicatieve ligging van het Frankhuizer zijl in het Balkengat

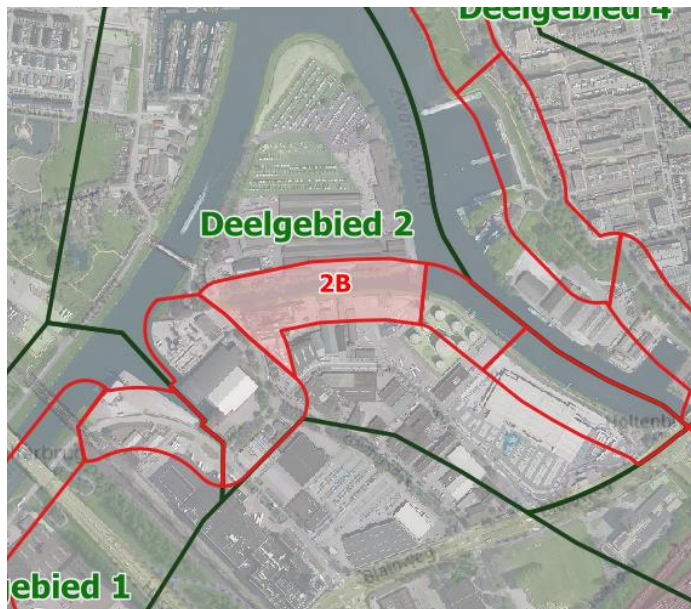
4.6 Aandachtspunten DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- In het DO dient voor de kade langs het terrein van Van der Kamp beoordeeld te worden in hoeverre aanvullende maatregelen noodzakelijk vanwege eventuele schade als gevolg van aanvaren (KV4B). De risico analyse zoals opgenomen in de ontwerpnota Waterveiligheid vormt daarbij een hulpmiddel om tot een acceptabel waterveiligheidsrisico te kunnen komen.
- Bij de detailleringen van de kadeconstructie (KV4B) dient rekening te worden gehouden met de uitgangspunten zoals vastgelegd in de gebruikersvoorwaarden (documenten met Organicenummer 1804499-01285 en 1804499-01286). Dit betreffen onder andere de inpassing van de kraanbaan, overslagleidingen en aanmeervoorzieningen voor de kade bij het terrein van Van der Kamp.
- Rekening houden met doorvoeren bestaande HWA-leidingen door de kadeconstructie (KV4B).
- Nader uitwerken maatregelen afwatering als gevolg van de nieuwe opstaande wanden.
- Constructief ontwerp van de waterkerende constructies: bepalen van type constructie en fundering (inclusief inpassing van het heavescherm en invloed bestaande rioleringen).
- In overleg met gemeente Zwolle beoordelen of het Frankhuizer zijl vanuit bouwhistorisch oogpunt gedeeltelijk zichtbaar kan worden gemaakt.

5. Deeltraject 2B

5.1 Overzicht deeltraject



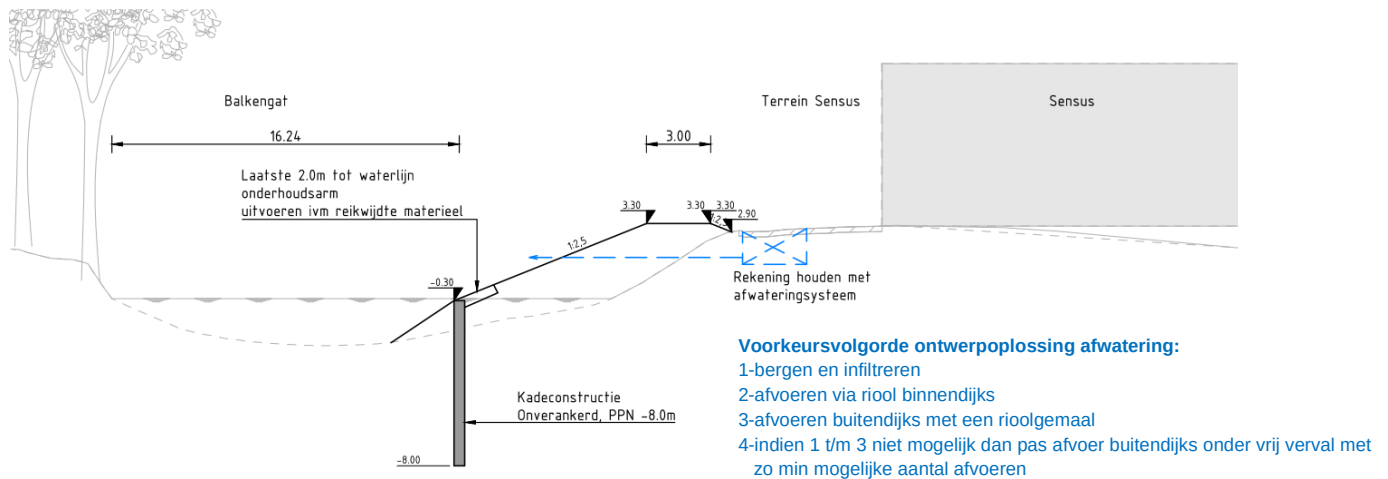
Figuur 5-1 Overzicht deeltraject 2B

Deeltraject 2B vormt de waterkering tussen de Gasthuisdijk en het voormalige bruggehoofd aan het eind van het Balkengat. De bestaande waterkering bestaat uit een dijk met een groene oever. Binnendijks zijn er diverse door industrie gebruikte terreinen grenzend aan de dijkteen (Sensus en VARO). Het Balkengat heeft belangrijke landschappelijke en cultuurhistorische waarde.

De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte, stabiliteit en piping (lokaal).

5.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overwegingen is voor deeltraject 2B gekozen voor variant 3 (hybride oplossing op basis van de varianten 1 en 2) en is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 5-2 Principe doorsnede waterkering 2B

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- Kruinverschuiving buitendijks om terreinen binnendijks buiten de ontwerp oplossing te houden.
- Kerende constructie op de gemiddelde waterlijn (NAP -0,30).
- Steile taluds van 1:2,5.
- Kruinbreedte van 4 meter. Indien niet inpasbaar is er minimaal 3m aangehouden.
- Behoud van circa 15 m wateroppervlak in het Balkengat.
- Het dijkprofiel is erosiebestendig tot 4m uit de binnenteeën van de dijk (of tot bestaande verhardingen binnen deze strook) met een gras-/kleibekleding (bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei).

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 2B is uitgewerkt op de tekeningnummer 1003.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 2B zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

5.3 Groene kering 2B

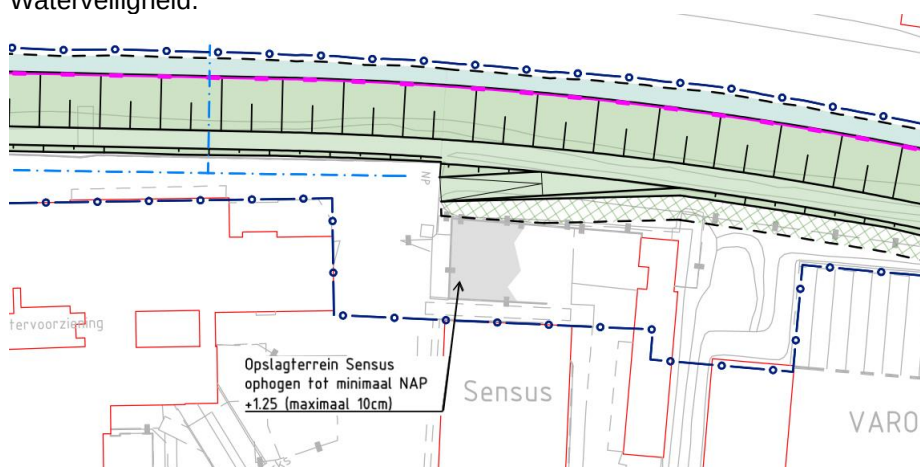
De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Kruinbreedtes en breedte Balkengat

Het traject heeft vanuit de basis een kruinbreedte van 4 m. Langs het gebouw van Sensus is de ruimte voor het inpassen van het ontwerp beperkt en is gekozen voor een kruinbreedte van 3 m zodat de resterende wateroppervlak van het Balkengat circa 15m breed blijft.

Stabiliteit bij opslag Sensus

Te plaatse van de laaggelegen opslag van Sensus is een geringe opgave voor faalmechanisme *stabiliteit*. Hier is het laaggelegen terrein van Sensus minimaal tot NAP +1.25m opgehoogd wat een ophoging van maximaal 10 cm inhoudt (Figuur 5-3). Verdere toelichting is te vinden in de Nota Waterveiligheid.



Figuur 5-3 Locatie ophogen terrein Sensus

Afwatering Sensus

De weg langs het Sensus gebouw watert in de huidige situatie af naar kolken. De kolken hebben een afvoer naar het Balkengat. Voor het VO is als terugvalscenario rekening gehouden met het terugbrengen van de bestaande afvoerpunten naar het Balkengat. In het DO wordt het afvoersysteem nader uitgewerkt. Daarbij wordt de volgende voorkeursvolgorde voor het bepalen van de ontwerp oplossing gevolgd: 1-bergen en infiltreren; 2-afvoeren via riool binnendijks; 3-afvoeren buitendijks met een rioolgemaal; 4-indien dit niet mogelijk dan pas afvoer buitendijks onder vrij verval met zo min mogelijk aantal afvoeren.

Frankhuizerzijl

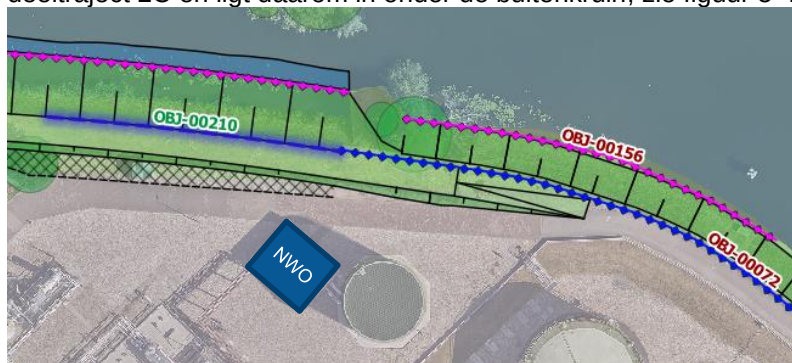
Waterveiligheid tussen 2A en 2B wordt geborgd door het Frankhuizer zijl te dempen met klei. Mogelijkheden om het relict in het zicht te brengen worden, in afstemming met gemeente Zwolle, in het DO nader beschouwd.

5.4 Langsconstructies 2B

Deeltraject 2B bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. In deze paragraaf wordt een toelichting gegeven op de inpassing van de langsconstructies.

Pipingscherm NWO

De mogelijke opgave ten gevolge van piping is beschreven in de ontwerpnota Waterveiligheid. De heavescherm (OBJ-00210) sluit naadloos aan op de waterkerende constructie (OBJ-00072) van deeltraject 2C en ligt daarom in onder de buitenkruin, zie figuur 5-4.



Figuur 5-4 Inpassing pipingmaatregel ten gevolge van NWO

5.5 Kunstwerken 2B

In het Balkengat zijn 2 kunstwerken aanwezig, het Frankhuizer Zijl en het bruggehoofd ter plaatse van de aansluiting met het Zwarte water.

Frankhuizerzijl

Zie paragraaf 4.5.1.

Bruggehoofd

Het bruggehoofd in het Balkengat ter plaatse van de aansluiting met het Zwarte Water is een historisch waardevol object. Het ontwerp is in de VO fase zodanig vormgegeven dat de taluds aansluiten op het bruggehoofd. Het object lijkt te bestaan uit losse betonnen elementen. Gezien de verwachte ouderdom en beperkte restlevensduur, kan er vanuit waterveiligheid geen sterkte ontleend worden aan het bruggehoofd. Door de damwand in de kruin circa 10 m voorbij het object door te zetten, wordt de sterkte en stabiliteit van de waterkering voldoende gewaarborgd. Verdere uitwerking volgt in het DO. In het DO wordt in overleg met gemeente Zwolle verder beoordeeld of er mogelijkheden zijn om het bruggehoofd vanuit bouwhistorisch oogpunt meer zichtbaarheid te geven.

5.6 Aandachtspunten voor DO

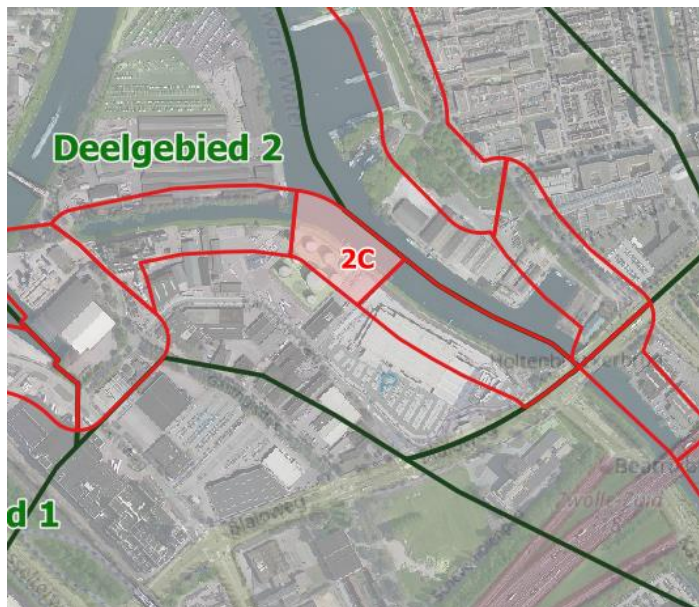
Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Tussen de opslag bij Sensus en het terrein van VARO is nog een verhoging in het terrein aanwezig (aangeduid op tekening met een rode wolk). In afstemming met de stakeholders, bodemonderzoek en ruimtelijk ontwerp wordt bepaald of het wenselijk is deze verhoging te verwijderen. De mate en oppervlak worden in de DO-fase bepaald.

- De noodzakelijke ophoging van het opslagterrein bij Sensus heeft mogelijk gevolgen voor de bedrijfsvoering. Er wordt in afstemming met de stakeholder bepaald of voor het gebruik ook aanpassingen noodzakelijk zijn aan het terrein boven de laaggelegen opslag.

6. Deeltraject 2C

6.1 Overzicht deeltraject



Figuur 6-1 Overzicht deeltraject 2C

Deeltraject 2 ligt langs de zuidoever van het Zwarte Water. Dit deeltraject kenmerkt zich door stedelijke functies, hoofdzakelijk bedrijvigheid. Voor deelgebied 2C betreft dit VARO Energy (op- en overslag van vloeibare brandstoffen).

De bestaande waterkering bestaat uit een oeverconstructie van stalen damwand en een groene kering tussen de damwand en het terrein van VARO. Omdat het maaiveld achter de dijk relatief hoog is, is het grondlichaam niet zo groot qua ruimtebeslag. Ter plaatse van de losterminal van VARO is geen damwand aanwezig en wordt de oever gevormd door een talud met steenbestorting.

De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte, piping en stabiliteit.

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 2C zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

6.3 Groene kering 2C

Het ontwerp groene kering ter plaatse van deeltraject 2C omvat met name de delen aan de oost en west zijde van de tankgrachtmuur. Hier wordt de omgang tussen de tankgrachtwand en nieuwe kering aangesloten op de bestaande situatie en de verhoogde nieuwe ontwerpen (trajecten 2B en 2D).

De nieuwe groene kering is met de ontwerputgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

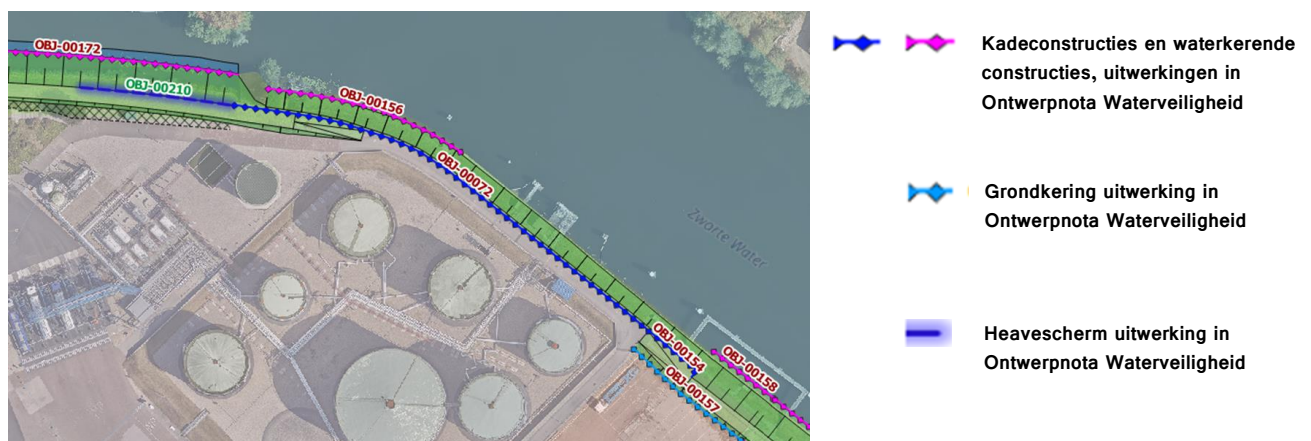
Overgang nieuwe en te handhaven kades

Tussen het voormalige bruggehoofd en de losplaatsen bij VARO heeft een deel van de kade een vervangingsopgave. Omdat de bestaande damwand over dit deel niet waarschijnlijk door trekken kan worden geamoveerd wordt de nieuwe damwand ervoor geplaatst. Dit wordt op dusdanige wijze gedaan dat de aansluiting in één lijn ligt met de bestaande damwand (vloeiende lijn en ter plaatse van de aansluiting 'kas in kas'-principe).

Tussen steiger bij Varo/Zandbergen en de Blaloweg dient de damwand ook vervangen te worden. Vanwege verankering van de nieuwe damwand (gordingen noodzakelijk) wordt hier de damwand voor de oude gezet. Zo wordt het aanbrengen van gordingen en ankerstoelen verantwoord mogelijk gemaakt.

6.4 Langsconstructies 2C

Deeltraject 2C bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. In deze paragraaf wordt een toelichting gegeven op de inpassing van de langsconstructies.



Figuur 6-3 Overzicht langsconstructies 2C

Doorvoer leidingen

Bij het ontwerp van de langsconstructies dient rekening gehouden worden met onder andere diverse losleidingen. Ter plaatse van deze leidingen worden de damwanden onderbroken. Hiervoor moeten aanvullende maatregelen getroffen worden. In de DO-fase worden deze maatregelen nader uitgewerkt.

Overgang nieuwe en te handhaven kades

De locatie voor de beëindiging van de nieuwe damwand ligt onder de steiger om de plotselinge sprong in de dijk te verhullen. Hierbij is een vloeiende lijn van de dijkkruin leidend. De langsconstructies worden parallel aan de dijkkruin gerealiseerd.

6.5 Kunstwerken 2C

Waterkerende deuren

De waterkerende constructie is een onverankerde damwand in de buitenkruin van de dijk. In deze waterkerende constructie zijn drie waterkerende deuren in een damwand opgenomen voor de toegang naar de aanmeersteigers. De deuren zijn tegen de waterdruk in openend, breedte circa 1 meter³. De deuren in de damwand krijgen alleen een zij- en een onderaanslag (en geen bovenaanslag). Dit type deuren wordt ook toegepast in gemalen. Leveranciers van dit type deuren zijn onder andere Vconsyst, Merforden en Dutch Spiral. Uitwerking hiervan zal in DO-fase gedaan worden.

Aanlegsteigers

Door het wijzigen van het dijkprofiel dient de constructie van de loopbruggen naar de aanlegsteigers aangepast te worden. De bestaande loopbruggen zijn stalen constructies die scharnierend verbonden zijn met de fundering aan landzijde en de aanlegsteiger. In het DO zal het detail van de aansluiting van de loopbruggen met de aansluiting op de fundering in de bestaande dijk nader uitgewerkt worden.

6.6 Aandachtspunten voor DO

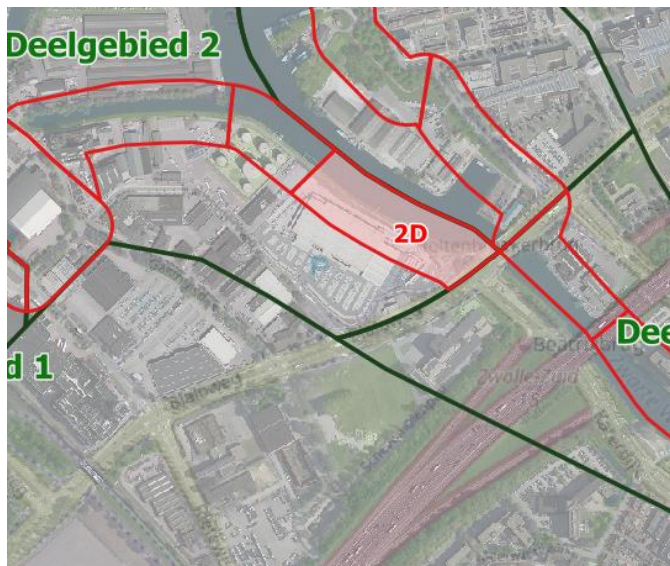
Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Inpassen leidingenstraat VARO in de waterkering.
- Detaillering waterkerende deuren.
- Uitwerkingen van aanpassingen aan de aanlegsteigers.
- Behoud van afwatering bestaande wegen.
- Noodzaak van toepassen fauna uittreedplaatsen (te combineren met overgang nieuw en bestaande damwand).
- Uitwerking overgang naar onderwaterprofiel te handhaven damwanden (stortsteentaluds).

³ Veiligheidsregels van VARO stellen dat de deuren naar binnen moeten openen (vluchtweg). In overeenstemming met VARO mogen deze deuren naar buiten openen.

7. Deeltraject 2D

7.1 Overzicht deeltraject



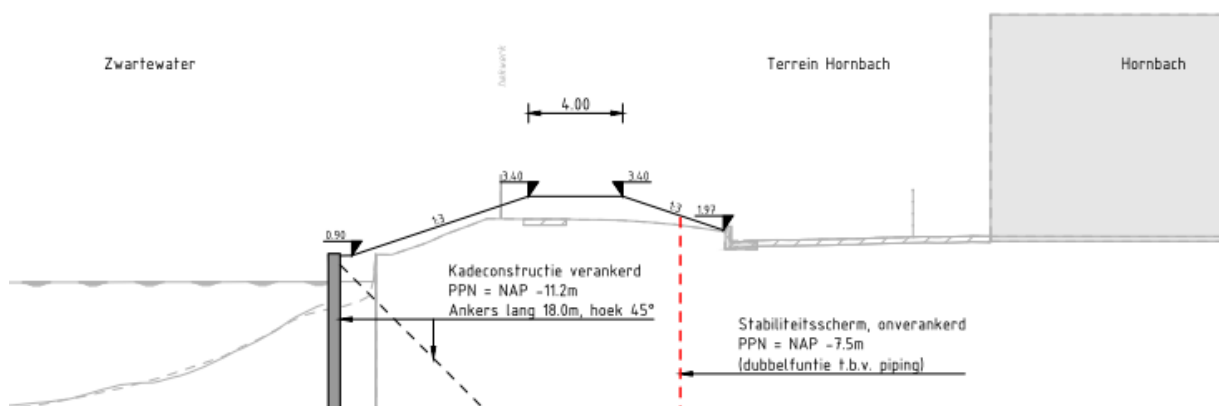
Figuur 7-1 Overzicht deeltraject 2D

De bestaande waterkering bestaat deels uit een groene oever en deels uit een oeverconstructie van stalen damwand met groene kering tussen de damwand en het terrein van Hornbach.

Het faalmechanisme waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, is hoogte en stabiliteit.

7.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 2D slechts één variant afgewogen. Deze variant is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 7-2 Principedoorsnede waterkering 2D

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- De bestaande waterkering bestaat deels uit een groene oever en deels uit een oeverconstructie van stalen damwand met groene kering tussen de damwand en het terrein van Hornbach. Over de gehele lengte van dit traject wordt een damwand geplaatst.
- Bij de overgang naar de Blaloweg wordt met grondwerk een aansluiting gemaakt.
- In het binnentalud wordt een stabiliteitsscherm opgenomen.
- De onderbermbreedte buitendijks is standaard een halve meter breed.
- Het dijkprofiel is erosiebestendig met een gras-/kleibekleding tot de bestaande verhardingen (bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei).

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 2D is uitgewerkt op de tekeningnummer 1003.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 2D zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

7.3 Groene kering 2D

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Aansluiting 2C – 2D

De dijkkruijnt sluit in een vloeiende lijn tussen 2C en 2D aan. Dit heeft tot gevolg dat de verspringing van de damwandlijn nieuw en bestaand wordt opgevangen in de breedte van de onderberm buitendijks. De verbreding van de onderberm is gerealiseerd in de boog ter hoogte van de beheertoerit, zie figuur 7-3.



Figuur 7-3 Situering verloop onderbermbreedte

Vluchtvoorzieningen

Langs het deeltraject 2C is bij de diverse afmeervoorzieningen rekening gehouden met vluchtvoorzieningen naar de dijk. De vluchtvoorziening voor het terrein van Zandbergen overlapt deels traject 2D.

Beheertoerit

Ten behoeve van beheer is een toerit gerealiseerd. De situering is op de locatie waar in de huidige situatie het terrein van VARO is afgesloten met een hek en poort.

Toegepast is een helling volgens de eisen van WDO Delta (10%). Om de impact op het terrein van Hornbach te minimaliseren is een breedte van 3m toegepast (normale breedte 4m). De toerit maakt gebruik door onderhoudsmaterieel van het waterschap mogelijk. De weergegeven toerit geeft een indicatie van het ruimtebeslag en de ruimteclaim op het terrein van Hornbach. De exacte positie van de toerit moet afgestemd worden op de toekomstige eigendom situatie en posities van de hekwerken. Het zoekgebied van de toerit is tussen de bestaande keermuur en het terrein van Zandbergen.

Een alternatief voor de toerit is het afstemmen van het in te zetten onderhoudsmaterieel op de specifieke situatie. Indien het onderhoud door Hornbach wordt geregeld dan kan bij de inzet van het onderhoudsmaterieel rekening worden gehouden met de specifieke situatie. Veilig onderhoud is dan mogelijk zonder het toepassen van een afzonderlijke toerit. In het DO wordt in overleg met Hornbach hierin een definitieve keuze gemaakt.

7.4 Langsconstructies 2D

Deeltraject 2D bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. In deze paragraaf wordt een toelichting gegeven op de inpassing van de langsconstructies.

Schermen binnendijs en inpassing

De stabiliteitsscherm langs de vloer van Hornbach is tussen Zandbergen en de beheertoerit met meerdere functies ontworpen. Over dit traject is er onvoldoende ruimte om én een talud van 1:3 én handhaving van het terrein van Hornbach mogelijk te maken. Daarom is er gekozen het principe ter hoogte van Zandbergen in één lijn door te zetten tot bij de beheertoerit van de Hornbach. Dit scherm heeft ook een functie voor piping. Na de beheertoerit, waar de bestaande keerwand van de vloerconstructie van Hornbach zich bevindt, wordt het scherm doorgezet maar dan als heavescherm omdat de onderheide betonvloer van Hornbach een pipingsrisico geeft.

7.5 Kunstwerken 2D

7.5.1 Keerwand Hornbach

De keerwand bij Hornbach is een in het werk gestorte betonwand, welke monoliet aangesloten is met de verharding achter het Hornbach gebouw. De bestaande constructie is gefundeerd op palen. In N001-1273406MWY (Organicenummer 1804499-01667, Bijlage 5) is vastgesteld dat de bestaande constructie voldoende sterk is voor de beoogde dijkverhoging.

Voor de controle op sterkte en stabiliteit is met de volgende veiligheidsklassen gerekend:

- Voor zowel de gebruiksfase als voor de hoogwaterfase: CC3

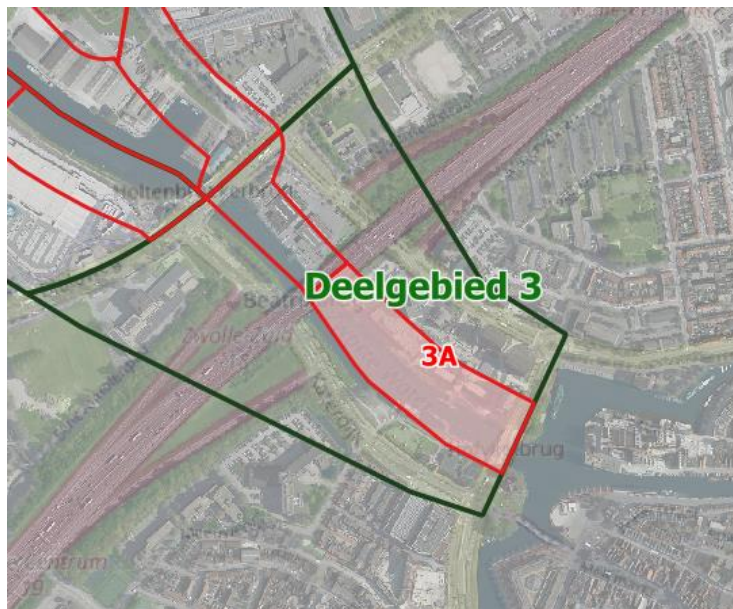
7.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Detaillering aansluiting landhoofd Blaloweg inclusief eventuele maatregelen stabiliteit 1:2 talud.
- Vaststellen of en waar de beheertoerit op het terrein van Hornbach toegepast wordt.

8. Deeltraject 3A

8.1 Overzicht deeltraject



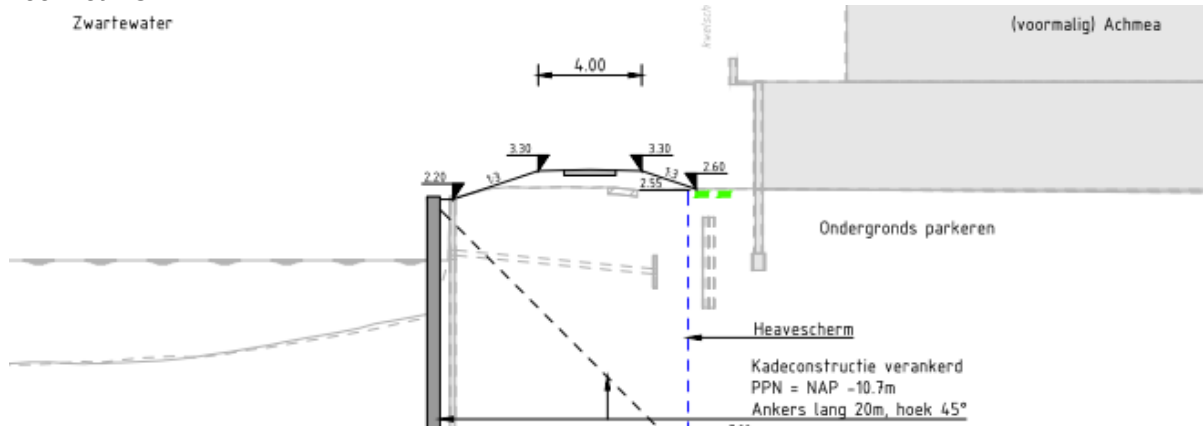
Figuur 8-1 Overzicht deeltraject 3A

De bestaande waterkering bestaat langs de gebouwen van Achmea en Dimence uit een oeverconstructie van betonnen en stalen damwanden. Tussen Achmea en de A28 betreft het een groene oever.

Het faalmechanisme waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, is *hoogte*.

8.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 3A is gekozen voor variant Kv1 en is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 8-2 Principeddoorsnede waterkering 3A

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerppuntgangpunten toegepast:

- De bestaande damwand ter hoogte van de gebouwen wordt vervangen. De bovenkant blijft gelijk met het huidige maaiveldniveau.
- De vereiste kerende hoogte wordt verkregen met een grondlichaam met aan beide zijden een 1:3 talud.
- Op de kruin is ruimte voor een recreatieve wandelverbinding (MKK 3). Om een eventueel pad ook geschikt te maken voor beheer en onderhoud moet het berijdbare gedeelte van het pad verbreed worden. Specificatie van de verbreding wordt uitgewerkt in het DO. Indien er geen pad wordt toegepast dan wordt er voorzien in een onderhoudspad.
- Langs de huidige groene oever tussen het gebouw en de A28 is het nieuwe dijkprofiel met de damwand doorgezet.
- Bestaande keersluis inclusief inlaat is gehandhaafd.
- Het dijkprofiel is erosiebestendig tot 4m uit de binnenteen van de dijk (of tot bestaande verhardingen binnen deze strook) met een gras-/kleibekleding (bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei).

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 3A is uitgewerkt op de tekeningnummer 1004.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

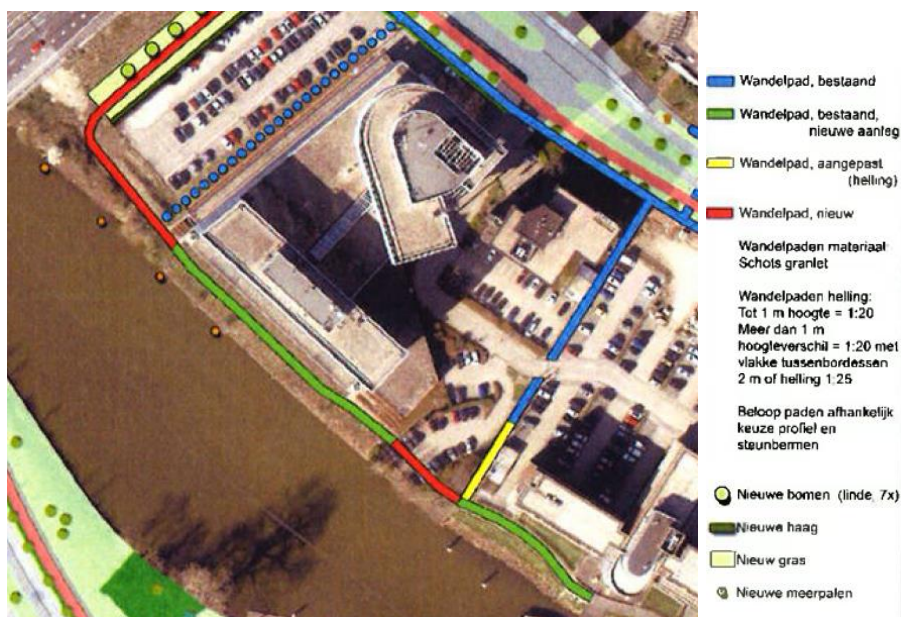
Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Voor deeltraject 3A is in de Verkenningfase de volgende meekoppelkans vastgesteld:

- MKK 3: De Inpassing wandelpad Zwartewater boulevard

De 'Zwartewater boulevard' is in de vorm van een wandelpad langs het Zwarte water in het ontwerp opgenomen (MKK 3, zie Figuur 8-3). De aansluiting aan de westzijde (ter hoogte van de viaduct A28) naar een toekomstige route naar de Burgemeester Roelenweg is eenvoudig in te passen. De verbinding naar de Burgemeester Roelenweg ligt buiten de directe invloedssfeer van de dijkverbetering. Uitwerking van dit deel vindt plaats in het DO in overleg met de gemeente.



Figuur 8-3

Overzicht wandelpaden MKK 3 (bron Samenwerkingsovereenkomst gemeente Zwolle, Organicensummer 1804499-01555)

Voor de aansluiting van het bestaande voetpad tussen Dimence en de parkeerplaatsen met een helling is een groter ruimtebeslag nodig dan de dijkverbetering. De aansluiting is in het Ruimtelijke Ontwerp uitgewerkt binnen de grenzen van de dijkverbetering (toegang met traptreden). Het toepassen van een helling valt buiten de scope van de dijkverbetering. Bij definitieve invulling van deze meekoppelkansen vindt nadere uitwerking van deze aansluiting in overleg met de gemeente plaats in het DO.



Figuur 8-4 Verbinding wandelpaden Zwartewaterboulevard

Er dient rekening te worden gehouden met mogelijke aanmeerplaatsen voor passagiersschepen ter hoogte van het pand van Achmea (zie ook Figuur 8-3). De nieuwe dijkconstructie maakt het realiseren van de aanlegplaatsen met meerpalen niet onmogelijk.

De gemeente heeft als lange termijn visie om de 'Zwartewaterboulevard' (MMK3) vanaf de Pannekoekendijk (DT 3A) door te trekken tot aan het terrein van Leenman (DT 4A) en vanaf daar verder naar het Westerveldse Bos (DT 5A) (MKK 2). Het passeren met een voetpad van DT 3B, over of langs de percelen van Van Triest BV en Leerentveld BV, is in de huidige situatie niet mogelijk en dus niet voorzien in het VO.

8.3 Groene kering 3A

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Aansluiting keersluis

Het maaiveld ter plaatse van de aansluiting bij de keersluis is circa NAP +2.20m. Het hoogteverschil naar deze aansluiting is vanuit het te versterken traject onder een helling van 1:25 uitgesmeerd om toegankelijkheid van de dijk in het kader van de meekoppelkans te voorzien. Als in de toekomst de (hoogte van de) keersluis wordt aangepast, zal ook de vloeiende overgang opgehoogd moeten worden om zo overal aan de kerende hoogte te kunnen voldoen. Om ook dan een vloeiende lijn van de dijk te kunnen borgen is de lijn van de damwand gebaseerd op het doorzetten van het dijkprofiel. In de helling wordt daarmee het talud alleen flauwer, niet smaller. Te aansluiting van de damwand is zodanig gesitueerd dat er tussen de inlaatconstructie en de nieuwe damwand een breedte van circa 0,75m overblijft (conform bestaande situatie van de damwand).

Positie dijk bij (voormalig) Achmea

Bij het pand Burgemeester Roelenweg 13 (voormalig pand van Achmea) is een zeer beperkt profielbreedte aanwezig. Hier past de nieuwe dijk kruin zodanig dat er circa 1,5m looppad breedte overblijft tussen de binnenteen en de gevellijn. Hierbij is als gevellijn conservatief aangenomen de lijn van het bordes op de 1^e verdieping, in werkelijkheid is er meer breedte op de benedenverdieping.

Grondwal

In het ontwerp is uitgegaan van het ontgraven van de grondwal aan de westzijde van het pand (voormalig) Achmea zodat er een eenduidig beeld ontstaat.

Parkeerplaats Nysingh / IJsvogel Vastgoed.

Het dijkprofiel ligt deels over de parkeerplaats van Nysingh / IJsvogel Vastgoed. Binnen het grondwerk vervallen in totaal 6 parkeerplaatsen (geheel of gedeeltelijk).

8.4 Langsconstructies 3A

Deeltraject 3A bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. Er zijn geen verdere bijzonderheden ten aanzien van de langsconstructies.

Aanlegvoorzieningen bestaande betonnen damwand

Langs de bestaande betonnen damwand zijn aanlegvoorzieningen aanwezig. De noodzaak voor het terugbrengen van de aanlegvoorzieningen wordt in het DO vastgesteld.

Heavescherm (voormalig) Achmea

Om piping naar de kelder onder het pand Burgemeester Roelenweg 13-13G te voorkomen is een heavescherm opgenomen. Deze moet in de ruimte tussen het bestaande kwelscherm en de ankerschotten van de bestaande damwand komen te staan. Dit principe is ook weergegeven in figuur 8-2.

8.5 Kunstwerken 3A

Aansluiting damwanden met fundering brug A28 en keersluis Zwolle

Voor deeltraject 3A is KV1 (hoge damwand met grondoplossing) gekozen als voorkeursvariant. Bij deze variant is er geen sprake van nieuwe kunstwerken. Wel dient er rekening gehouden te worden met de bestaande kunstwerken, namelijk de brug voor de A28 en de keersluis Zwolle. In de DO fase zal de detaillering van de aansluiting van de damwanden op de bestaande constructie nader uitgewerkt worden.

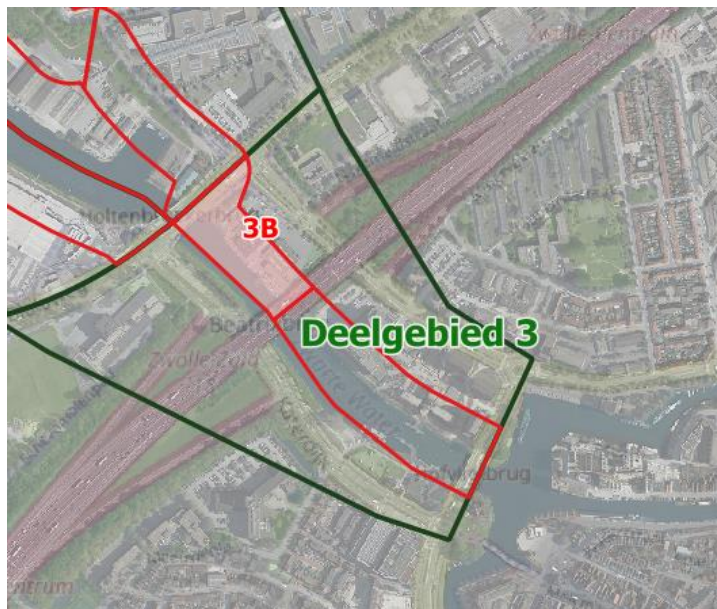
8.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Detaillering aansluitingen landhoofden A28 en keersluis Zwolle.
- Noodzaak nieuwe damwand geschikt te maken als aanlegvoorziening in overeenstemming met de huidige situatie.
- Afstemming gemeente Zwolle aansluitingen wandelpaden (MKK 3).
- Inrichting gebied tussen dijklichaam en gebouw Dimence in overleg met Dimence.

9. Deeltraject 3B

9.1 Overzicht deeltraject



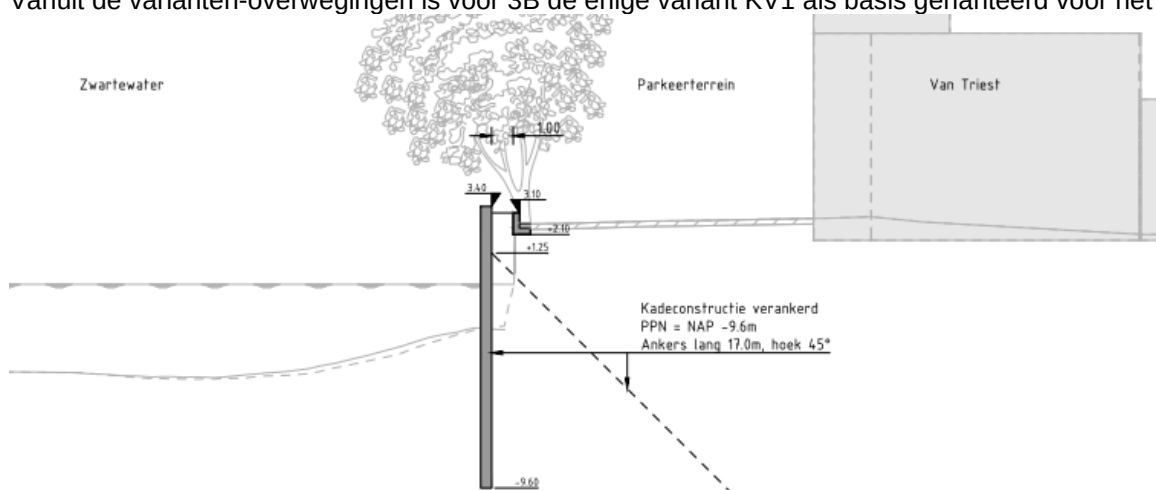
Figuur 9-1 Overzicht deeltraject 3B

De bestaande waterkering bestaat uit een oeverconstructie van stalen damwand en een klein stukje groene oever (ter plaatse van de Blaloweg).

Het faalmechanisme waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, is hoogte.

9.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 3B de enige variant KV1 als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 9-2 Principe doorsnede waterkering 3B

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerpuitgangspunten toegepast:

- Om te kunnen voldoen aan de hoogte wordt de bestaande damwand vervangen.
 - Door de diverse kabels en leidingen langs de Blaloweg (in zinkers en boringen onder het kanaal) kan de damwand niet doorgezet worden tot de Blaloweg. De aansluiting wordt hier uitgevoerd in een grondlichaam met talud van 1:3 welke naar 1:2 verloopt bij de aansluiting op het landhoofd van de brug in de Blaloweg.
- De hoogteopgave is zonder ontwerptoleranties in verband met de beperkte hoogte van de Blaloweg. Nadere onderbouwing van de uitgangspunten zijn opgenomen in de Nota Waterveiligheid.

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 3B is uitgewerkt op de tekeningnummer 1004.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geadviseerd en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 3B zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

9.3 Groene kering 3B

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Traject Leerentveld-Blaloweg

Parallel aan de (brug) Blaloweg kruisen diverse kabels en leidingen het Zwarte Water. Dit betreffen deels dieper gelegen gestuurde boringen en deels zinkers op een relatief hoog niveau. Een indicatie van de liggingen van de kabels en leidingen in relatie tot het ontwerp is gegeven in Figuur 9-3.

Kruisen van de damwand met de aanwezige kabels en leidingen wordt zoveel als mogelijk voorkomen. De kruisingen met de nieuwe damwand betreffen de dieper gelegen gestuurde boringen en kunnen in het ontwerp van de damwand worden ingepast (staffeling in de damwandconstructie).

Het talud van de nieuwe groene kering is geprojecteerd op het bestaande talud zodat een extra belasting op het



Figuur 9-3 Overzicht kruisende kabels en leidingen

bestaande grondtalud wordt voorkomen en zettingen nagenoeg niet optreden.
De aansluiting van het grondwerk op het landhoofd van de brug is toegelicht in paragraaf 9.5.
In het DO wordt in overleg met kabels en leidingen beheerders vastgesteld of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

9.4 Langsconstructies 3B

Deeltraject 3B bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. Dit betreft de damwand langs de waterzijde. Tegen deze damwand aan wordt een keerwand voorzien. Deze keerwand heeft twee functies:

- Afwerking van het parkeerterrein; Met een keerwand wordt een recht en vloeiend aanzicht aan de zijde van de parkeervoorzieningen gecreëerd.
- Vergroening van de oeverzone; de ruimte tussen de keerwand en damwand wordt uitgevuld met grond en ingericht met beplanting

De afmetingen en exacte vormgeving van deze keerwand worden in DO uitgewerkt.

Uitgangspunten ontwerp

De nieuwe damwand zal vóór de bestaande damwand worden geplaatst, naar verwachting 1,5m voor de huidige. De nieuwe damwand moet verankerd worden, uiteraard rekening houdend met bestaande constructies en funderingen bestaande bebouwing.

9.5 Kunstwerken 3B

Voor deze variant moet met de volgende kunstwerken rekening gehouden worden:

- Aansluiting op viaduct A28.
- Aansluiting op viaduct Blaloweg.
- Overkluizing Blaloweg.

9.5.1 Aansluiting viaduct A28

De bestaande damwand sluit aan op de pijler van de viaduct van de A28.



Figuur 9-4 Overzicht bestaande aansluiting damwand op pijler viaduct A28

In de DO-fase zal de detaillering van de aansluiting van de damwanden op de bestaande constructie nader uitgewerkt worden.

9.5.2 Aansluiting op viaduct Blaloweg

Om een goede aansluiting te krijgen op het bestaande landhoofd van het viaduct in de Blaloweg wordt het talud van 1:3 teruggebracht naar 1:2 ter hoogte van het landhoofd.

Met het 1:2 talud wordt het grondwerk compact gehouden en de werkzaamheden onder het landhoofd zo veel mogelijk beperkt.

In het DO wordt nader onderzocht of er aanvullend maatregelen noodzakelijk zijn voor het realiseren van het 1:2 talud. Tevens wordt onderzocht of de bestaande damwand haaks op het landhoofd goed ingepast kan worden.



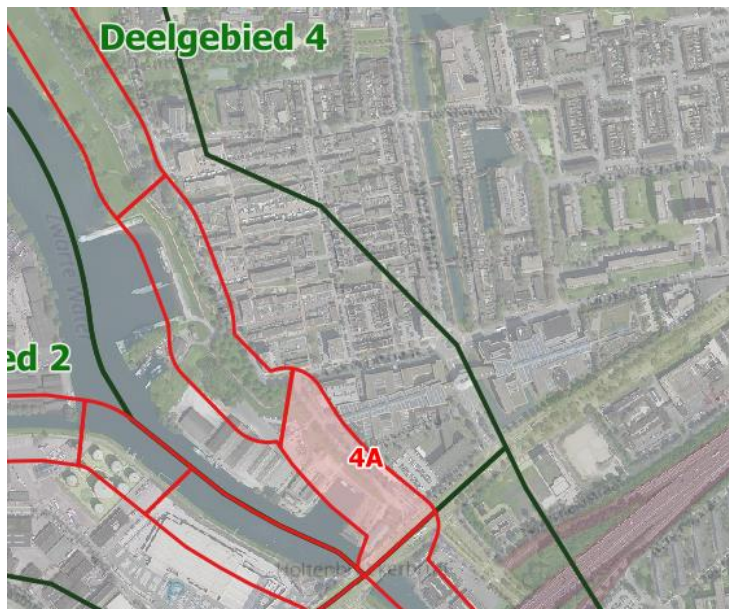
9.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Eventuele aanvullende maatregelen en detaillering doorvoeren zinkers ter hoogte van de Blaloweg in overleg met de kabels en leidingen beheerders.'
- Posities ankers damwand in relatie tot de gebouwen.

10. Deeltraject 4A

10.1 Overzicht deeltraject

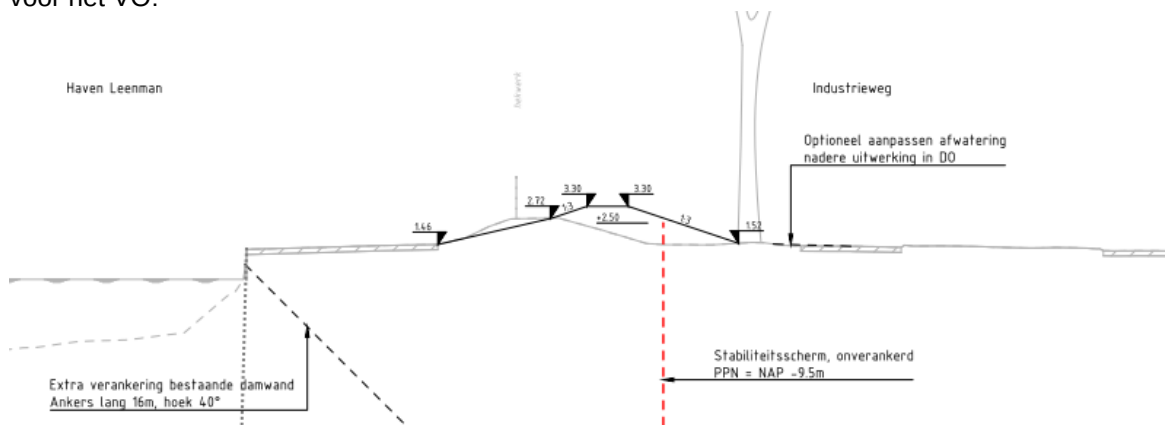


Figuur 10-1 Overzicht deeltraject 4A

De bestaande waterkering langs de Industrieweg bestaat uit een groene kering met een smalle kruin. Voor een deel ligt de kering langs de haven met een oeverconstructie van stalen damwand. Het faalmechanisme waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, is *hoogte*.

10.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 4A is gekozen voor variant KV1 en is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 10-2 Principe doorsnede waterkering 4A

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerppunten toegepast:

- Het bestaande grondlichaam is voornamelijk binnendijs opgehoogd naar de nieuwe hoogte met groene taluds 1:3. De toegankelijkheid en functionaliteit van het huidige buitendijsse bedrijventerrein, het aantal coupures en de ligging van het fietspad en openbare weg blijven ongewijzigd.
- De ligging van de kruin is gebaseerd op een vloeiend verloop rekening houdend met:
 - Minimaal 4,5m vrije ruimte buitendijs tot de bestaande damwand van de Leenman haven.
 - Waar mogelijk circa 4m berm tussen de binnentien en de Industrieweg voor het inpassen van nieuwe laanbeplanting.
 - Bestaande dijklichaam wordt afgegraven omdat de bestaande taluds te steil zijn voor stabiliteit.
- Terugbrengen van de bomenlaan is mogelijk door plaatsing van damwand in het binnentalud van de dijk. De damwand is noodzakelijk om de waterveiligheid te kunnen borgen indien een boom omvalt onder maatgevende omstandigheden. De damwandpositie is zo bepaald dat de boom zich duurzaam kan ontwikkelen. De minimale afstand bedraagt 4m ten opzichte van de hart van de boom. De ruimte voor een voldoende grootte stabiliteitskluft tussen de weg en het hart van de boom bedraagt 2,5m.
- De drie bestaande coupures zijn vervangen. De nieuwe coupures gelijk in vorm en alle zijn symmetrisch binnen en buitendijs. De maatgevende coupure (Leenman 1) bepaalt daarbij de hoeken van de vleugelwanden, rekening houdend met de huidige toegankelijkheid (breedte en berijdbare verharding).
- Het dijkprofiel moet erosiebestendig worden uitgevoerd door een grasmatverbetering tot 2m (buitendijs) en tot het stabiliteitsscherm (binnendijs). De gras-/kleibekleding bestaat uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei.

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 4A is uitgewerkt op de tekeningnummer 1005.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 4A zijn geen meekoppelkansen van toepassing vanuit het VKA.

10.3 Groene kering

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Aansluiting Blaloweg

Ter plaatse van de aansluiting Blaloweg wordt de dijkhoogte afgebouwd naar een hoogte van NAP +2.90m. Daarvoor wordt het voetpad licht opgehoogd. Het hoogteverloop naar NAP +3.30 is ontworpen over een lengte van 5m. Verdere onderbouwing van de kruinhoogte is opgenomen in de nota Waterveiligheid.

Afwatering

Om eventuele problemen met de afwatering aan de binnentoeen op te lossen is het mogelijk de berm af te laten wateren om de Industrieweg. Hiervoor is het wenselijk het water af te voeren naar de oostzijde van de Industrieweg. Daarvoor moet de verkanting van de weg worden aangepast en aansluitingen op het riool worden aangepast. Het riool ligt in het midden van de weg. Noodzaak en mogelijke oplossingen worden in het DO uitgewerkt.

Herinrichting Industrieweg

Door de gemeente en ook diverse stakeholders is aangegeven dat het een wens is de industrieweg opnieuw in te richten. Naast het verbeteren van het beeldkwaliteit is de wens de verkeersveiligheid en de verbinding tussen binnenstad en buitengebied te verbeteren.

Het gekozen VO heeft een beperkt ruimtebeslag en maakt toekomstige herinrichting van de naastgelegen verkeerssituatie niet onmogelijk. Gemeente Zwolle beraadt zich momenteel op mogelijkheden om, parallel aan de versterkingsmaatregelen, de herinrichting van de Industrieweg op te pakken. Gezien de invloed van de bomen op de waterveiligheid vraagt dit om nadere afstemming van de plannen. Deze afstemming vindt zo nodig plaats in de DO-fase.

10.4 Langsconstructies 4A

Het stabiliteitsscherm in 4A maakt onderdeel uit van de waterveiligheidsopgave. Deze is verantwoord in het paspoort waterveiligheid. Hieronder volgen de langsconstructies die niet in de nota Waterveiligheid zijn opgenomen.

Inpassing pompput en rioleringen

Om waterveiligheids redenen is langs de pompput en de uitstroom persleiding een stabiliteitsscherm opgenomen. Dit stabiliteitsscherm is opgenomen om het vrijerval riool en persleiding in de huidige vorm te kunnen handhaven. Voor meer uitgebreide toelichting zie nota Waterveiligheid.

Inpassing uitbouw Leenman

Ter plaatse van het pand Industrieweg 29-31 is te weinig ruimte om een dijk in te passen tussen de woning en de opstelplaats van de pompput. Daarom is hier langs de uitbouw een keerwand voorzien. Deze heeft een vrije ruimte tot de gevel van minimaal 60cm om inspectie en onderhoud aan het pand mogelijk te maken. Om symmetrie bij de coupure mogelijk te maken is er een ruimte tussen deze keerwand en de coupure gelaten waarin het dijkprofiel is opgenomen.

Erosiemaatregel Industrieweg 33

Het pand Industrieweg 33 veroorzaakt met de kelder mogelijk een ontgrondingsprofiel binnen de voet van de dijk. Als maatregel is een verticale constructie opgenomen. Deze ligt ca. 30cm onder de buitenteen. Dit scherm is aan weerszijden van het pand zes meter doorgezet.

10.5 Kunstwerken 4A

10.5.1 Fietstunnel en pompput Blaloweg/Zwartewaterallee

Bij het aanbrengen van het nieuwe dijklichaam dient er rekening gehouden te worden met de bestaande kunstwerken, namelijk de bestaande fietstunnel en het bijbehorende pomphuis.

Uitwerking VO

Om waterveiligheidsredenen is langs de bestaande kunstwerken een grondkerende damwand opgenomen (doorzetten van de het stabiliteitsscherm voor de bomen; toegelicht in paragraaf 10.4). Het gevolg hiervan is dat voor de bestaande kunstwerken (fietstunnel en pompput) geen rekening gehouden hoeft te worden met extra belastingen als gevolg van de beoogde dijkverhoging.

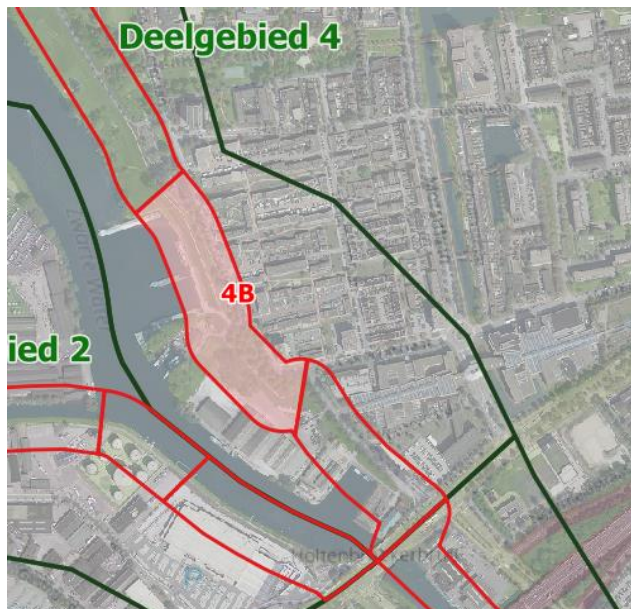
10.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Uitwerking afwatering Industrieweg.
- Aansluiting kleibekledingen op de hoge gronden (Blaloweg).

11. Deeltraject 4B

11.1 Overzicht deeltraject



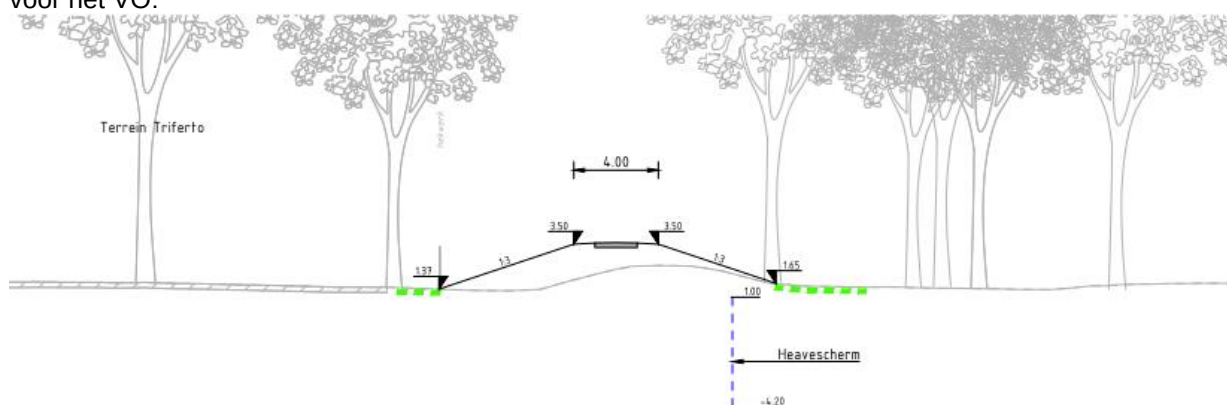
Figuur 11-1 Overzicht deeltraject 4B

De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering langs de Obrechtstraat/Klooienberglaan. Voor een deel ligt de kering langs de Prinses Margriethaven met een oeverconstructie van stalen damwand. De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte en piping.

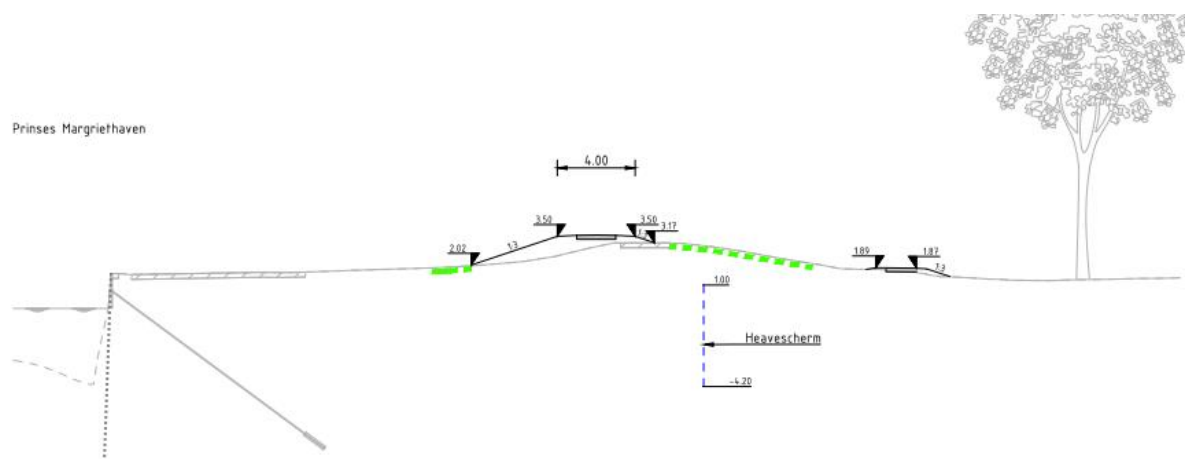
Een deel van het deeltraject betreft maatwerk bij de Klooienbergboerderij. De uitwerking van de inpassing van de Klooienberg als overgang naar 4C is in hoofdstuk 12 uitgewerkt.

11.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 4B is gekozen voor variant KV1 en is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 11-2 Principe doorsneden waterkering 4B zuidelijk deel



Figuur 11-3 Principe doorsnede waterkering 4B Prinses Margriethaven (bestaande damwand deels weergegeven)

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- De kruin is verhoogd en aan de buitendijkse zijde versterkt met een grondlichaam. Hierdoor is het raakvlak met de bomen aan de binnendijkse zijde zoveel mogelijk beperkt.
- Voor het behoud van de bomen wordt tevens voorzien in een heavescherm (tegen piping bij ontgrondingskuil van een omgewaaide boom).
- Bestaande aansluitingen zijn met behoud van de huidige functie ingepast.
- Op de kruin is voorzien in een wandelpad (2m breed). Om het ook geschikt te maken voor beheer en onderhoud moet het berijdbare gedeelte van het pad verbreed worden. Specificatie van de verbreding wordt uitgewerkt in het DO.
- De karakteristieke lijnen van de dijk zijn teruggebracht in het nieuwe tracé.
- Het dijkprofiel is erosiebestendig uitgevoerd door een gras-/kleibekleding tot 2m (buitendijks) en 4m (binnendijks) uit de teen van de dijk (of tot bestaande verhardingen binnen deze stroken). De gras-/kleibekleding bestaat uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei.

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 4B is uitgewerkt op de tekeningnummer 1005.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 4B zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

11.3 Groene kering 4B

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Aansluiting deeltraject 4A

Ter plaatse van de grens met het deeltraject 4A is er sprake van een verloop in kruinbreedte. De kruin is in deeltraject 4A 2m breed, in deeltraject 4B is deze 4m breed (onderhoudsroute). Het breedteverschil gecombineerd met een dijktoerit in de boog bij de aansluiting. Over de lengte van deze boog is ook het verschil in hoogteopgave uitgesmeerd.

Wandelpad over de dijk

De kruin van de dijk wordt voorzien van een wandelpad. Type verharding wordt in het DO vastgesteld. De verharding moet voldoende erosiebestendig zijn.

Kruispunt Cogas en Prinses Margriethaven

De knoop rond de dijk, de buitendijkse terreinen, de aansluiting op de Klooienberglaan en de Prinses Margriethaven is zodanig heringericht dat de bestaande hellingen aan buitendijkse zijde niet of beperkt steiler worden door de hoogteopgave. De huidige topbogen worden niet verkleind.

De ophoging boven de leidingen van het warmtenet is nihil zodat impact op de leidingkruising minimaal zijn. Omwille van toegankelijkheid is het voetpad naar de dijk verder naar het noorden aangesloten op de dijk, zo kan een helling van 4% worden bereikt. In de onderstaande figuren is de knoop in bestaande en nieuwe situatie weergegeven.



Figuur 11-4 Bestaande (l) en nieuwe (r) situatie bij Cogas en Prinses Margriethaven

11.4 Langsconstructies 4B

Deeltraject 4B bevat een heavescherm voor het behoud van de bomen en zijn uitgewerkt in de Ontwerpnota Waterveiligheid.

11.5 Kunstwerken 4B

Voor deeltraject 4B is geen sprake van nieuwe kunstwerken of bestaande kunstwerken waarvoor het effect van de dijkversteving beoordeeld moet worden.

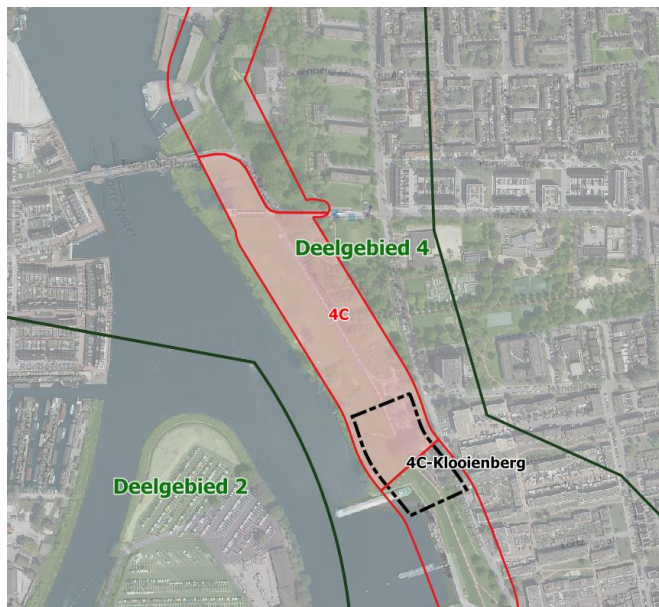
11.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Aansluiting kleibekledingen op de hoge gronden (ontsluitingsweg Prinses Margriethaven).
- Keuze verhardingstype wandelpad kruin (erosiebestendig).

12. Deeltraject 4C

12.1 Overzicht deeltraject



Figuur 12-1 Overzicht deeltraject 4C

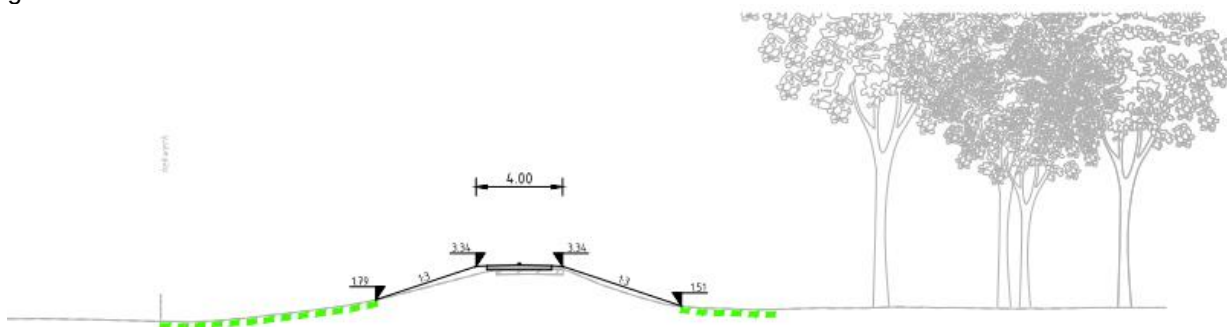
De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering. Ter hoogte van de Klooienberg zijn diverse damwanden aanwezig in het dijkprofiel. In dit deeltraject begint de dijk zich steeds sterker te onderscheiden in het omliggende landschap.

Het faalmechanisme waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, is hoogte.

De historische boerderij de Klooienberg is een markante plek aan de dijk en een belangrijke schakel in de langschappelijke en recreatieve verbinding tussen het centrum van Zwolle, de wijk Holtenbroek en het buitengebied.

12.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Vanuit de varianten-overweging is voor deeltraject 4C is gekozen voor variant KV1 en is als basis gehanteerd voor het VO:



Figuur 12-2 Principe doorsnede waterkering 4C

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- Beide zijden van de dijk worden opgehoogd / in profiel gebracht. De bestaande dijk is over grootste deel van het traject reeds op hoogte. De grootste ingreep betreft het erosiebestendig maken van het dijkprofiel door het toepassen van een grasmatverbetering. De grasmatverbetering betreft een nieuwe bekleding met een top-/deklaag van dik 0,3m op een onderlaag van klei.
- Op de kruin is deels voorzien in een wandelpad (2m breed) en deels in een fietspad (3m breed). Om het wandelpad ook geschikt te maken voor beheer en onderhoud moet het bereikbare gedeelte verbreed worden. Specificatie van de verbreding wordt uitgewerkt in het DO.
- De op- en afritten zijn teruggebracht rekening houdend met toegankelijkheid:
 - Voor beheer hellingen van maximaal 10%.
 - Voor voet- en fietspaden 4%.
- Ter plaatse van de wijkboerderij en de monumentale bomen inzet van maatwerk gericht op behoud van de bomen door minimaal grondwerk.
- Het huidige tracé van de dijk is zoveel mogelijk gevolgd.

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 4C is uitgewerkt op de tekeningnummer 1005.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Voor deeltraject 1A zijn in de Verkenningfase de volgende Meekoppelkansen vastgesteld:

- MKK 4: Herinrichting omgeving wijkboerderij De Klooienberg. De “wandelpaden Parkrand Holtenbroek”.

De samenwerking tussen Travers Welzijn en Dijkteam Zwolle heeft als doel het betrekken van Holtenbroekers (en Stadshagenaars) bij de dijkversterking. Dit is in het VKA meegenomen als ‘Herinrichting omgeving wijkboerderij Klooienberg’ (MKK4).

Met Travers Welzijn en de gemeente zijn voor dit deeltraject diverse wensen opgehaald in het voortraject. Bij het honoreren van deze wensen is onderscheid gemaakt op basis van de ruimtebeslag van beoogde herinrichting van de omgeving. Van de nieuwe voorzieningen die invloed hebben op de geometrie van de dijk en het ruimteslag is in het VO een keuze gemaakt. Aan het honoreren van andere (veelal kleinere) wensen die uit het participatietraject naar voren zijn gekomen, werken het Dijkteam en Travers verder in het DO.

Uitwerking MKK in het VO

Op basis van de invloed op de geometrie van de dijk zijn in het VO de inpassing van de volgende voorzieningen meegenomen:

- De inpassing van een dijktribune.
- De wandelpaden Parkrand Holtenbroek (SOK gemeente).

De locatie van de dijktribune is geduid in het Ruimtelijk Ontwerp. Inpassing heeft een beperkte ruimtebeslag en past binnen de op tekening aangegeven OPWW-grens.

In overleg met de omgeving is gekozen voor een wandelpad aan de buitenzijde. Het wandelpad kan gecombineerd worden met het onderhoudspad.

In het VO zijn de geometrische condities gecreëerd voor een toekomstig wandelpad (rolstoelvriendelijk). In het DO wordt definitief vastgesteld of het wandelpad ook wordt aangelegd, afhankelijk van de financiering daarvan door derden. In het VO is de beoogde ligging schematisch aangeduid en de grens is hierop afgestemd. Om een eventueel toekomstig voetpad toegankelijk te maken voor minder validen zijn de beheertoegangen naar de dijk ter hoogte van de Twistvliertoren en ter hoogte van de Klooienberg uitgewerkt met een helling van maximaal 4%.

Consequenties indien MKK niet doorgaat

Extra verflauwen van de beheeropritten is niet nodig als er geen wandelpad wordt aangelegd. De tribune en het pad zelf zijn slechts als markeringen geduid. Deze markeringen vervallen dan en heeft verder geen consequenties voor het Technisch Ontwerp. De grens van het ruimtebeslag zal minder worden.

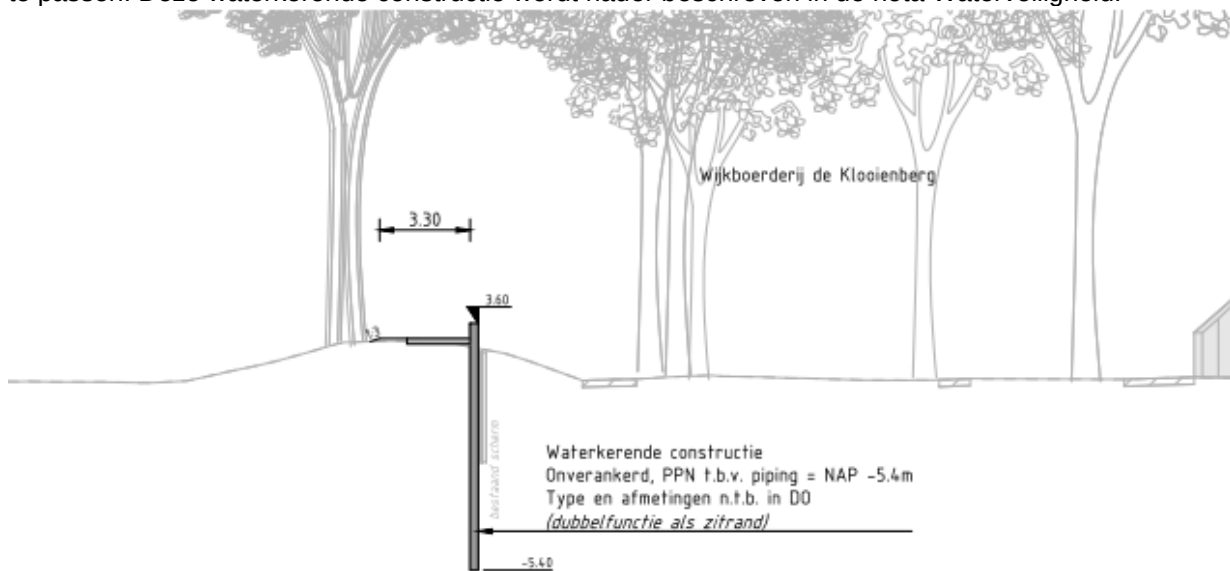
12.3 Groene kering 4C

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Maatwerk Klooienberg

Rond de Klooienberg staan enkele monumentale bomen. Het VO gaat uit van het behoud van de bomen. De bomen worden zo veel mogelijk ontzien door:

- De grond zo min mogelijk te roeren; er wordt een constructie toegepast om de hoogteopgave in te passen. Deze waterkerende constructie wordt nader beschreven in de nota Waterveiligheid.



Figuur 12-3 Waterkerende constructie Klooienberg

- De beworteling zo min mogelijk te doorsnijden; Om de bestaande beworteling zoveel mogelijk te behouden wordt de nieuwe constructie nabij de bestaande damwanden geplaatst.
- De kruinbreedte wordt ter plaatse van de klooienberg ingesnoerd.
- De positie van de nieuwe damwand wordt bepaald door de aanwezigheid van de bestaande damwand. In het DO wordt onderzocht of de damwand ook aan de oostzijde van de bestaande damwand kan worden geplaatst om zo meer kruinbreedte voor onderhoud beschikbaar te houden (te beoordelen in de gehele situatie)

Om te bepalen wat de effecten van het ontwerp en de werkzaamheden zijn op een duurzaam behoud van de bomen is een Bomen Effect Analyse (BEA) opgesteld (Bijlage 4, Organiconummer 180449-01675). Op basis van de resultaten van het onderzoek is in de BEA is een advies opgesteld met maatregelen en/of randvoorwaarden om de bomen zo mogelijk duurzaam in stand te houden

De werkzaamheden in het kader van het plaatsen van de damwand vinden plaats buiten de stabiliteitskruit van de bomen waardoor onoverkomelijke wortelschade wordt voorkomen. Daarnaast geldt dat de damwandconstructie wordt aangebracht vrijwel direct naast een reeds aanwezige damwand, wat inhoudt dat de omvang van de bestaande groeiplaatsen niet noemenswaardig afneemt. De invloed van deze werkzaamheden op de bomen is daarom als beperkt beoordeeld.

Het effect van de aanpassingen op water-infiltratie voor deze bomen is een punt wat bij de materiaalkeuze van de verharding (DO) meegenomen dient te worden. Het handhaven van de grondwaterstand op het oorspronkelijke peil is hierbij van belang. Hier moet in het DO rekening mee worden gehouden. Daarnaast zijn nog een aantal aandachtspunten voor het UO en de uitvoering (boombescherming) meegegeven in deze analyse (opgenomen in paragraaf 13.6).

Pompput Twistvlietweg

De dijk inclusief verharding is ter plaatse van de bestaande pompput bij de Twistvlietweg op hoogte en breedte. Om kans op schade door aanpassingen te voorkomen is hier alleen op de grasmatverbetering ontworpen.

Hoogteverloop dijkkruin

De hoogteopgave is tweedelig over het deeltraject 4C. Tot dijkmetrering 53-91.05 is een hoogte van NAP +3.40m van toepassing, van 53-91.05 tot de Twistvlietweg geldt NAP +3.20m. Om een vloeiend dijkprofiel te maken wordt het hoogteverschil uitgesmeerd over de lengte van 53-91.05 tot de pompput.

12.4 Langsconstructies 4C

Deeltraject 4C bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. Hieronder volgen de langsconstructies die niet in de nota Waterveiligheid zijn opgenomen.

Keerwand langs verbinding Klooienberg

De kerende voorzieningen langs de verbinding tussen dijk en wijkboerderij is voor een deel onderdeel van de waterkering en verantwoord in de nota Waterveiligheid. Dit betreft het deel langs de wijkboerderij waarbij de kelders onder de wijkboerderij maatgevend zijn voor de lengte van de verticale constructie.

Waar de kelders geen invloed meer hebben op de lengte van de constructie maar vanwege hoogteverschillen nog wel een kerende voorziening nodig is een keerwand voorzien, zie figuur 12-4. De afmetingen en voorzieningen hiervoor worden in het DO nader uitgewerkt.



Figuur 12-4 Situering verticale constructie bij Klooienberg

12.5 Kunstwerken 4C

Voor deeltraject 4C is geen sprake van nieuwe kunstwerken of bestaande kunstwerken waarvoor het effect van de dijkversteving beoordeeld moet worden.

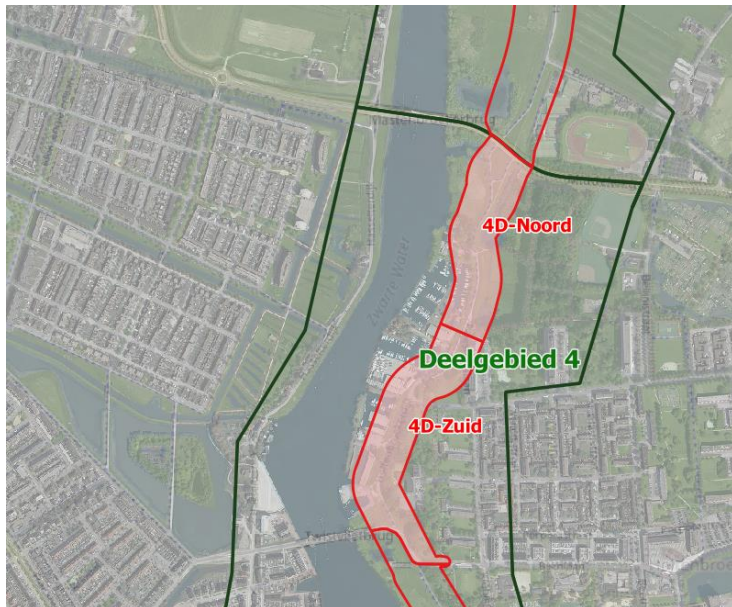
12.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Nadere uitwerking (verharding) wandelpaden buitendijks indien MKK 4 doorgaat.
- Treffen van maatregelen ter behoud van de bomen ter hoogte van de klooienberg (zie Bijlage 4), waaronder:
 - Treffen veiligheidsmaatregelen aan de bomen (snoei en jaarlijkse inspectie).
 - Het toe te passen verhardingsmateriaal moet wat betreft waterdoorlatendheid gelijk of beter zijn dan bestaand.
 - Vervangen van de verharding moet zich beperken tot de toplaag om schade aan de wortels te voorkomen.
 - Tijdens uitvoering en onderhoud dienen beschermende maatregelen te worden getroffen volgens het Handboek Bomen 2018, hoofdstuk 2: 'Werken rond bomen' en de Bomenposter 'Werken rond bomen' (UO-fase).
- Nadere aandacht voor de afsluiting van het fietspad voor gemotoriseerd verkeer.
- Maatregelen om schade aan de put bij de Twistvlietbrug en aansluitende leidingen te voorkomen.
- Onderzoeken of de nieuwe damwand langs de Klooienberg ook aan de oostzijde van de bestaande damwand kan worden geplaatst om zo meer kruinbreedte voor onderhoud beschikbaar te houden (te beoordelen in de gehele situatie).

13. Deeltraject 4D

13.1 Overzicht deeltraject



Figuur 13-1 Overzicht deeltraject 4D

De bestaande waterkering bestaat in deeltraject 4D uit een groene. Het deeltraject heeft 2 kenmerkende delen:

- Deeltraject 4D-Zuid: Holtenbroekerdijk Bachlaan – Palestrinalaan
- Deeltraject 4D-Noord: Holtenbroekerdijk Palestrinalaan – Middelweg (Mastenbroekerbrug)

Deeltraject 4D-Zuid: Holtenbroekerdijk Bachlaan – Palestrinalaan

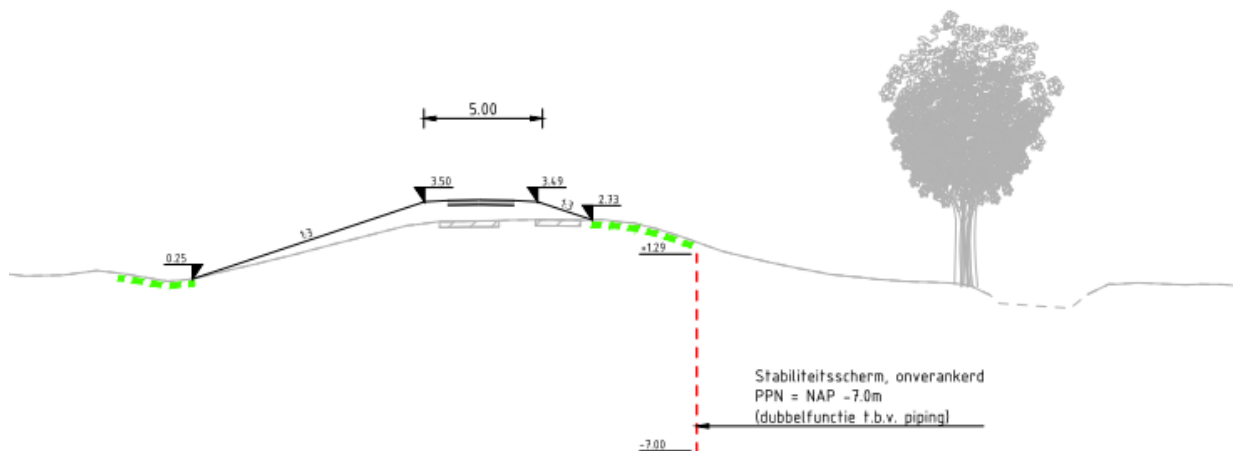
De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering over de Holtenbroekerdijk en langs de jachthavens waaronder De Hanze. De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte, piping en stabiliteit.

Deeltraject 4D-Noord: Holtenbroekerdijk Palestrinalaan – Middelweg (Mastenbroekerbrug)

De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering over de Holtenbroekerdijk. De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte, piping en stabiliteit.

Ontwerputgangspunten 4D – Noord

Vanuit de varianten-overweging is voor 4D – Zuid gekozen voor variant KV2 en is als basis gehanteerd voor het VO:

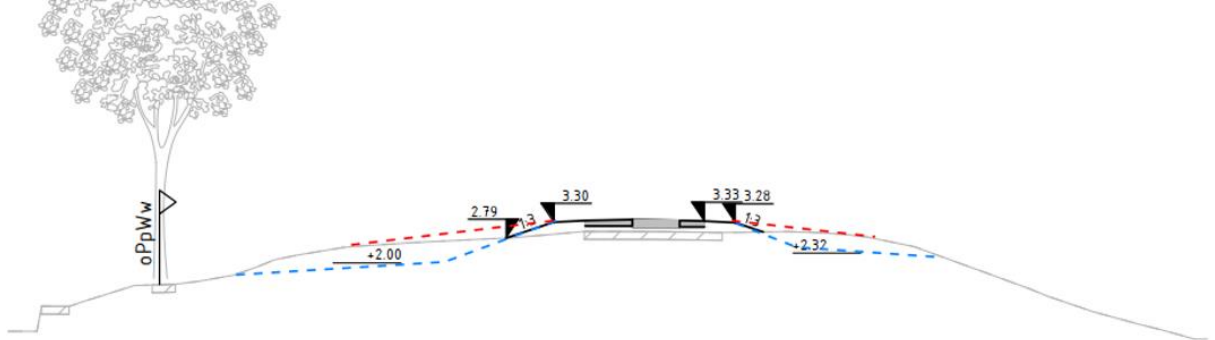


Figuur 13-3 Principe doorsnede waterkering 4D – Noord

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- Ontwerp kent een minimaal ruimtebeslag om de groenzones zoveel mogelijk te sparen.
- De dijkkruin volgt zoveel mogelijk de bestaande dijkkruin. Deze is zodanig breed dat het bestaande pad is aangehouden als hart van de kruin. Hierbij is de dijkkruin zodanig gepositioneerd dat het ontwerp zo min mogelijk impact heeft op de binnendijs gelegen watergang en aansluitende kolken.
- Binnendijkse stabiliteitsscherm ligt op een maximale breedte (5 m) van de binnenkruin om:
 - Zo licht mogelijke damwand te kunnen hanteren.
 - Zonder maatregelen te hoeven nemen voor stabiliteit van de binnentalud boven de stabiliteitsscherm.
- Binnendijkse stabiliteitsscherm hebben ook een pijpingfunctie.
- Buitendijkse stabiliteit langs de havens is plaatselijk geborgd door een stabiliteitsscherm. Deze is op een vaste positie ten opzichte van de dijkkruin gepositioneerd binnen de perceelsgrenzen van het waterschap
- Het dijkprofiel is erosiebestendig uitgevoerd door een grasmatverbetering tot 2m uit de buitenteen en tot het stabiliteitsscherm (bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei). Indien er ook een stabiliteitsscherm in het buitentaluds is toegepast dan wordt de kleibekleding tot aan het scherm aangebracht.

- Ophoging van de dijk is in de basis gedaan met taluds van 1:3. Plaatselijk zorgt dit voor een klein dijkje op de bestaande dijk. In het DO wordt op basis van de benodigde intanding en grasmatsbyverbetering nader beschouwd of flauwere taluds nodig zijn voor een goede inpassing. Zie hiervoor ook onderstaand figuur met mogelijke variaties op de grasmatsbyverbetering



Figuur 13-4 Uitwerkingsmogelijkheden grasmatsbyverbetering in het DO

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 4D is uitgewerkt op de tekeningnummers 1006.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduïd en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 4DA zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

13.3 Groene kering 4D

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Stabiliteits-/pipingberm Twistvlietweg

De stabiliteitsberm langs de Twistvlietweg is op dit traject tevens een pipingberm. Ter plaatse van de aansluiting op de twistvlietweg is het talud verflauwd om de stabiliteitsberm te beëindigen. Hier is met een flauw talud de berm bereikbaar voor onderhoudsmaterieel

Aansluiting Twistvlietweg

Het fietspad bij de Twistvlietweg wordt zonder aanpassing van het kruispunt aangetakt. Noodzaak afsluiting door middel van een uitneembare paal wordt in het DO nader beschouwd.

Grasmatverbetering

Aansluiting van de grasmatverbeteringen op hoge gronden wordt in het DO nader beschouwd. Voor het VO is uitgegaan van een volledige reconstructie van de deklaag buitendijks rond de taluds en landhoofd van de Twistvlietbrug.

Halfverharding talud bij Haven Dijkzicht

De halfverharding in het talud is in het VO niet opgenomen. In overleg met beheer en stakeholder wordt in het DO nader onderzocht of de routing naar de Twistvlietbrug moet worden voorzien. Hier kan worden gedacht aan grasbetontegels of dergelijke waarbij het uitgangspunt is de oplossing zo min mogelijk zichtbaar te maken

Voetpaden langs internaat

Voor de voetpaden is een breedte van 1,0m gehanteerd, gelijk aan bestaand. Hiermee wordt binnen de grenzen van de opgave de bestaande functionaliteiten gehandhaafd. Het voetpad wordt bij de aansluiting op de dijk kruin 'gedrapeerd' op het binnendijks talud, met een lichte versmalling van de berm breedte tot gevolg. Er blijft binnen de zone van 7m stabiliteitsberm nog ruim 5m over voor beheer. Hellingen zijn flauwer dan 4% om rolstoel toegankelijkheid te borgen. Materialisering en (sociale) veiligheid worden in DO nader uitgewerkt.

Aansluiting Palestrinalaan

Bij de aansluiting op de Palestrinalaan wordt de scheiding tussen profiel met berm en profiel met een scherm gemaakt. Hoewel er over een lengte van circa 50m geen pipingopgave is en stabiliteit slechts beperkte aanpassing vraagt is voor beeld de stabiliteitsberm doorgezet. Hier wordt de basismaat van 7m verkleind naar 5m om zo minimaal mogelijk de groenzone aan te tasten

Aansluitingen Holtenbroekerdijk 60

Ter plaatse van de kolk 92.10 is er onvoldoende ruimte om zowel de kolk als het buitendijks perceel ongemoeid te laten. Hier is gekozen voor een overschrijding op het perceel buitendijks. De bestaande functies (ontsluiting woning en toegang haven) zijn op deze locatie teruggebracht. In het DO zal in nadere afstemming met de stakeholder worden bepaald wat de beste ontwerpintoepassing is. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld de beide ontsluitingen worden gecombineerd voor minder impact op de bomenrij langs de dijk.

Fietspaden ter plaatse van Middelweg

De bestaande fietspad naar de tunnel heeft een helling van circa 3%. In de helling ligt nu een T-aansluiting met aftakking naar de Middelweg en doorgaande route door de tunnel (richting Peterkampsweg). In het VO is dit principe doorgezet. De locatie van de T-aansluiting is verder de dijk op getrokken om de hoogteopgave over een langere lengte naar de tunnel uit te kunnen smeren. Hierdoor is een helling van maximaal 4% gerealiseerd.

De ligging van de dijk kruin en fietspad aansluiting naar de Middelweg is zodanig gepositioneerd dat er over de Middelweg heen een rechte lijn van de dijk ontstaat naar het deeltraject 5A.

Functiescheiding verkeer

In het DO dient in afstemming met (gemeente en) stakeholders worden bepaald hoe het doorlopende fietspad zodanig wordt afgescheiden dat er geen sluipverkeer ontstaat. Hierbij rekening houdend met verkeersveiligheid, beeldkwaliteit en functionaliteit.

13.4 Langsconstructies 4D

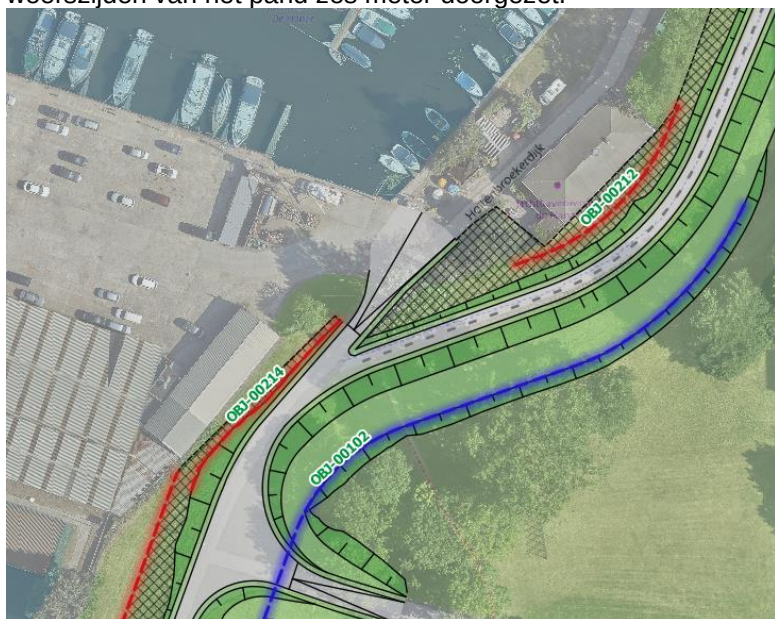
Alle langsconstructies in het deeltraject 4D zijn ten behoeve van waterveiligheid en zijn uitgewerkt in de Ontwerpnota Waterveiligheid.

Invloed Stabiliteitsscherm op natte natuur aan de binnenzijde van de dijk traject 4D - Noord

In de verkenningfase is gesteld dat er bij het plaatsen van schermen in de dijk rekening gehouden moet worden met het de natte kwelnatuur aan de binnenzijde van de dijk. In het mer (Doc. ID: 1804499-00707) is de ingreep beoordeeld ten aanzien van de invloed op grond- en oppervlaktewater. Daaruit volgt dat de schermen geen invloed hebben op de gemiddelde grondwaterstand (84% van de tijd). De verwachting is daarmee dat de natuur geen effect zal ondervinden van de schermen. Aangezien de damwanden wel invloed hebben op situaties met een lage grondwaterstand (RLG met 8 percentielwaarde) en hoge grondwaterstand (RHG, 92 percentielwaarde), wordt in het DO nog beoordeeld in hoeverre de natuur in RLG en RHG omstandigheden invloed zal ondervinden van het scherm. In voorkomend geval kunnen in het DO het scherm erop worden aangepast.

Erosiemaatregelen rond Holtenbroekerdijk 42

Het pand Holtenbroekerdijk 42 en de bijbehorende botenhuis veroorzaakt met de kelder mogelijk een ontgrondingsprofiel binnen de voet van de dijk. Als maatregel is een verticale constructie opgenomen, zie figuur 13-5 (OBJ-00212 en 00214). Deze ligt ca. 30cm onder de buitenteen. Dit scherm is aan weerszijden van het pand zes meter doorgezet.



Figuur 13-5 Overzicht erosiemaatregelen Holtenbroekerdijk 42

13.5 Kunstwerken 4D

Voor deeltraject 4D is geen sprake van nieuwe kunstwerken of bestaande kunstwerken waarvoor het effect van de dijkversteving beoordeeld moet worden.

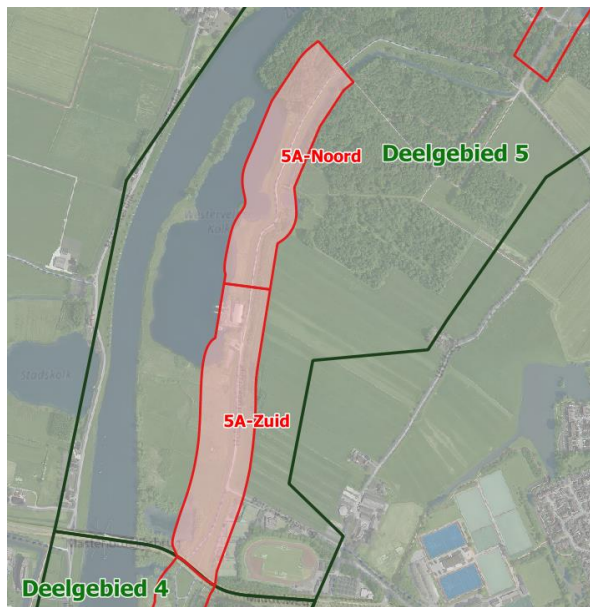
13.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- Aansluiting kleibekledingen op de hoge gronden (Middelweg en Twistvlietbrug).
- Detailleren verloop bestaande taluds (overgang grasmatverbetering nieuw en bestaand).
- Afstemming met stakeholders scheiden doorlopende fietspad en bestemmingsverkeer.
- De materialisering en afschot van voetpaden wordt in DO in overleg met de gemeente nader uitgewerkt. Tevens wordt in overleg met de gemeente de sociale veiligheid beoordeeld.
- Over het traject Twistvlietweg – Prinses Margrietinternaat ligt er aan de voet van de bestaande dijk een laagte waar mogelijk water ophoopt. In het ontwerp VO is hier geen verandering in aangebracht. In het DO dient te worden beschouwd in welke mate er aandacht voor waterafvoer dient te worden opgenomen.
- Beoordeling door ecooloog of er noodzaak is om het stabiliteitsschermb in het landelijk gebied doorlaatbaar te maken.
- De noodzaak om het stabiliteitsschermb in het landelijk gebied doorlaatbaar te maken.
- Aanpassingen hellingen fietstunnel Middelweg in overleg met de gemeente Zwolle.

14. Deeltraject 5A

14.1 Overzicht deeltraject



Figuur 14-1 Overzicht deelgebied 5A

De bestaande waterkering bestaat in deeltraject 5B uit een groene kering met aan weerszijden lage landelijke gebieden. Het deeltraject heeft 2 kenmerkende delen:

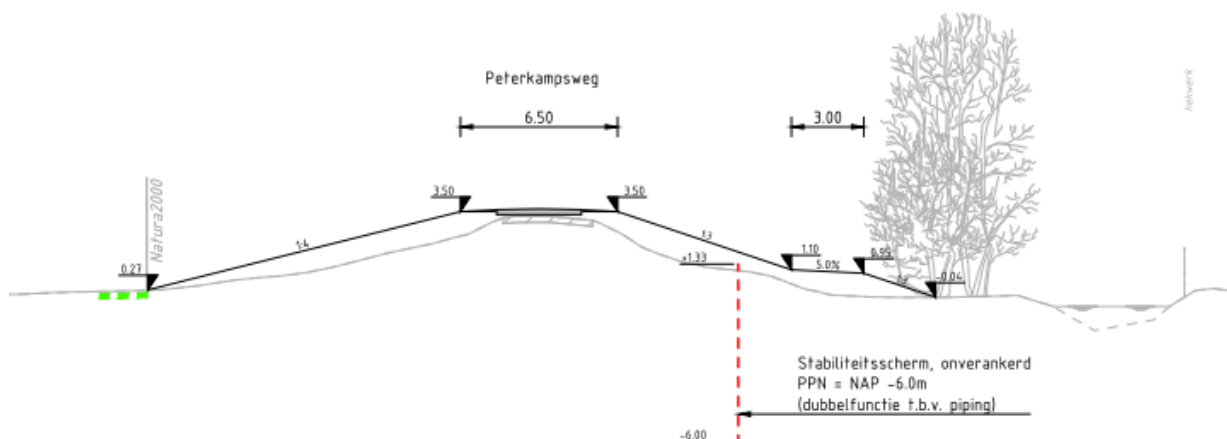
- Deeltraject 5A-Zuid: Middelweg – ZRZV
- Deeltraject 5A-Noord: ZRZV – Westerveld

De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering over de Holtenbroekerdijk en Peterskampweg. De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte, piping en stabiliteit.

14.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

In de variantenstudie is deeltraject 5A opgedeeld twee delen omdat er wezenlijke verschillen zitten in de varianten. De voor de beide trajecten gekozen varianten betreffen overeenkomstige oplossingsrichtingen. In de verantwoording VO is daarom geen onderscheid meer gemaakt en is steeds het deeltraject als een geheel beschreven.

Vanuit de varianten-overwegingen is voor 5A gekozen voor variant KV2:



Figuur 14-2 Principe doorsnede waterkering 5A

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerpuitgangspunten toegepast:

- Compacte ontwerpoplossing met een stabiliteitsscherm ten behoeve van:
 - Natura 2000 gebied buitendijks
 - Hakhoutbos binnendijks
- Bestaande slingers van de dijk zijn teruggebracht
- Het profiel van de dijk is asymmetrisch⁴: 1:4 buitendijks, 1:3 binnendijks
- De bereikbaarheid van de roeivereniging over de dijk vanaf de Peterkampsweg is gehandhaafd
- Het dijkprofiel is erosiebestendig uitgevoerd door een grasmattverbetering tot 2m uit de buitenteen en tot het stabiliteitsscherm (bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei).

Ontwerp en Verificatierapport

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 1A is uitgewerkt op de tekeningnummers 1007 en 1008.

Voor alle voor dit deeltraject gehanteerde eisen en de verificatie hiervan, wordt verwezen naar verificatierapport.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduïd en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Meekoppelkansen

Binnen deeltraject 5A zijn geen meekoppelkansen van toepassing.

⁴ Zuiderzeedijk is kenmerkend steil binnendijks (1:2) en flauw (1:3) buitendijks. Om het beeld terug te laten komen zonder in te boeten op stabiliteit is voor een flauwer talud buitendijks gekozen. Deze is in afwijking van deeltraject 5B 1:4 gekozen om zo min mogelijk de Natura 2000 grens te overschrijden.

14.3 Groene kering 5A

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Toegankelijkheid binnentalud voor onderhoud

De strook met houtopslag langs de nieuwe binnenteen is een erg natte en drassige zone. Hierdoor zal het nieuwe binnentalud onvoldoende begaanbaar zijn voor onderhoud. Om de toegankelijkheid te garanderen is langs de binnenteen een verhoogde draagkrachtige strook van 3m breed aangebracht.

Aansluiting fietspad naar fietstunnel

Het bestaande fietspad naar de tunnel heeft een helling van circa 3%. Om het extra hoogteverschil te kunnen opvangen is uitgegaan van het versteilen van het fietspad naar maximaal 4%. Vanuit de impact op de omgeving wordt nu uitgegaan van het schakelen van de hellingen. In het DO wordt nader onderzocht of het fietspad in zijn geheel dient te worden uitgevuld.

Aansluiting Peterkampsweg

De bestaande helling van de Peterkampsweg is circa 3%. De aanpassing op de bestaande hoogte is gering en de bestaande breedte van de kruin ter plaatse van de aansluiting is voldoende. Daarmee kan worden volstaan met het herprofiëren van de berm. De hoogteopgave resulteert in een versteiling van de toerit tot circa 4%.

Kruinbreedte met autoverkeer

Het traject tussen de Peterkampsweg en de roeivereniging is beschikbaar gesteld voor autoverkeer en heeft een kruinbreedte van 6,5m. Hierbij wordt opgemerkt dat het bestemmingsverkeer betreft en een verkeersluw karakter heeft. De kruin is ingericht als een Erftoegangsweg type II zonder vrijliggende voet/fietspaden: 3,5m rijloper en bermen van 1,5m breed. Aandachtspunten rond insporing en draagkracht van de berm in verband met de passeerbaarheid worden in het DO behandeld.

Aansluiting Roeivereniging

De huidige aansluiting bij de roeivereniging bestaande uit drie aantakkingen op de kruin is heringericht als een enkele aansluiting op de kruin en een onderliggende verbinding met de parkeerplaatsen in de buitenteen. De nieuwe aansluiting heeft een helling van 3,6%, vrijwel gelijk aan bestaand (3,2%). De voetboog is iets kleiner geworden (500 m ten opzichte van bestaand 750 m) om de parkeerplaats beter aan te takken op de aansluiting. De voetbogen, topbogen en helling zijn ruim en vrijwel hetzelfde als bestaand en bieden daarmee dezelfde functionaliteit als bestaand.

Kolk 93.2

Ter plaatse van de kolk bij 93.2 is het dijkprofiel heel smal. Buitendijks ligt de Westerveldse kolk strak tegen de dijk aan. Er is onvoldoende ruimte om de opgang te realiseren binnen de 'droge dijk'. Er is gekozen voor het doorzetten van de binnendijkse profiel met stabiliteitsscherm. Voor de buitenwaartse stabiliteit wordt een scherm in de teen van de dijk opgenomen. Hierover heen wordt buitendijks over relatief korte afstand een deel van de kolk gedempt.

Aansluiting Westerbos

Ter plaatse van de aansluiting bij het Westerbos loopt de dijk onder het mountainbike-pad naar de hoge gronden. Het pad richting traject 5B blijft kenmerkend de 'doorgaande lijn van de dijk' en loopt vloeiend (circa 1:50) af naar de bestaande dijkhoogte.

14.4 Langsconstructies 5A

Deeltraject 5A bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. Bijzonderheden ten aanzien van de inpassing van de langsconstructies zijn beschreven in deze paragraaf.

Erosiemaatregelen rond gebouw ZRZW

Het pand Holtenbroekerdijk 100 en de bijbehorende botenhuis veroorzaakt met de kelder mogelijk een ontgrondingsprofiel binnen de voet van de dijk. Als maatregel is een verticale constructie opgenomen, zie figuur 14-3 (OBJ-00213). Deze ligt circa 0,3m onder de buitenteen. Dit scherm is aan weerszijden van het pand zes meter doorgezet.



Figuur 14-3 Erosiemaatregelen Holtenbroekerdijk 100

14.5 Kunstwerken 5A

Voor deeltraject 5A is geen sprake van nieuwe kunstwerken of bestaande kunstwerken waarvoor het effect van de dijkversterking beoordeeld moet worden.

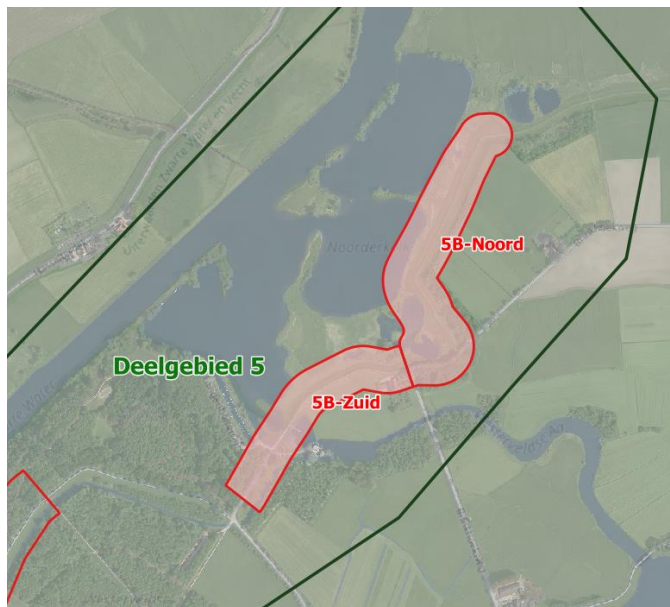
14.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- De noodzaak van een oeverbescherming langs de kolk bij 93.2 moet in het DO worden beschouwd.
- Uitwerking maatregelen bermen tegen insporing en draagkracht van de berm in verband met de passeerbaarheid traject tussen de Peterkampsweg en de roeivereniging.
- Aansluiting kleibekledingen op de hoge gronden (Middelweg en Westerveldse Bos).
- Aanpassingen hellingen fietstunnel Middelweg in overleg met de gemeente Zwolle.

15. Deeltraject 5B

15.1 Overzicht deeltraject



Figuur 15-1 Overzicht deeltraject 5B

De bestaande waterkering bestaat in deeltraject 5B uit een groene kering met aan weerszijden lage landelijke gebieden. Het deeltraject heeft 2 kenmerkende delen:

- Deeltraject 5B - Zuid Langenholterdijk
- Deeltraject 5B - Noord Brinkhoekweg en verder

In deeltraject 5B zijn Natura2000, NNN gebieden en een monumentale eik belangrijke componenten bij de uitwerking van het VO.

Deeltraject 5B-Zuid - Langenholterdijk

De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering. Het faalmechanisme waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, is stabiliteit.

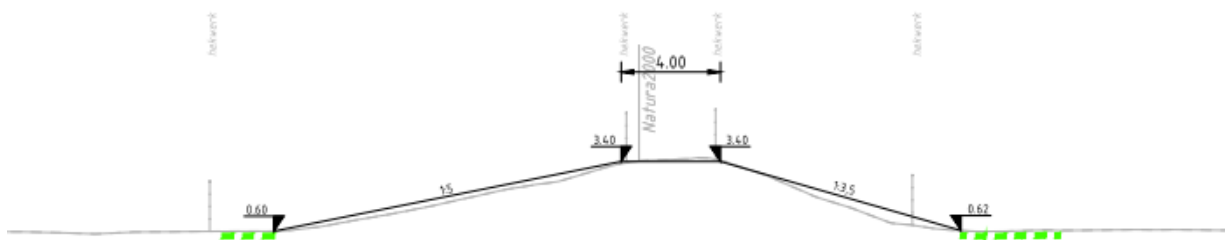
Deeltraject 5B-Noord - Brinkhoekweg en verder

De bestaande waterkering bestaat uit een groene kering, voor een beperkt gedeelte in combinatie met de Brinkhoekweg. De faalmechanismen waarop dit deeltraject als onvoldoende is beoordeeld, zijn hoogte, piping en stabiliteit.

15.2 Ontwerputgangspunten en -uitwerking

Ontwerputgangspunten 5B – Zuid

Voor de varianten-overwegingen is voor deeltraject 5B Zuid gekozen voor variant KV1:



Figuur 15-2 Principe doorsnede waterkering 5B – Zuid

Bij de VO-uitwerking van het Technisch Ontwerp zijn de onderstaande maatgevende ontwerputgangspunten toegepast:

- De geringe binnendijkse stabiliteitsopgave is met een verflauwing van het talud opgelost (1:3,5).
- Het profiel van de dijk is asymmetrisch⁵: 1:5 buitendijks, 1:3,5 binnendijks.
- Er is rekening gehouden met het handhaven en aansluiten van het recreatief pad over de kruin tussen gemaalzone en Brinkhoekweg.
- Het dijkprofiel is erosiebestendig uitgevoerd door een gras-/kleibekleding tot 2m (buitendijks) en 4m (binnendijks) uit de teen van de dijk. De gras-/kleibekleding bestaat uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei.

Voor project Stadsdijken Zwolle zijn de in- en uitstroomconstructies van gemaal Westerveld van belang. In de Ontwerpnota Waterveiligheid is de situatie van het bestaande gemaal Westerveld getoetst op waterveiligheid. De persleiding van Gemaal Westerveld voldoet niet op piping en betrouwbaarheid sluiting. De inlaatleiding voldoet wel op alle criteria. De nieuwbouw van gemaal Westerveld is als meekoppelkans aangemerkt. Het ontwerp wordt uitgewerkt door WDODelta. In het ontwerp van de dijkversterking is rekening gehouden met het ontwerp van het gemaal.

⁵ Zuiderzeedijk is kenmerkend steil binnendijks (1:2) en flauw (1:3) buitendijks. Om het beeld terug te laten komen zonder in te boeten op stabiliteit zonder constructies is voor een flauwer talud buitendijks gekozen.

Voor de varianten-overwegingen is voor deeltraject 5B gekozen voor variant KV1 met ter plaatse van het alluviale bos maatwerk in de denkrichting van variant KV2:



- De stabiliteitsopgave is in grond opgelost met een binnenberm in combinatie met een heavescherm.
- Het profiel van de dijk is asymmetrisch: 1:5 buitendijks, 1:3 binnendijks.
- De Brinkhoekweg is van de kruin naar de binnenberm gelegd om hellingen te beperken.
- Bestaande slingers in de dijkkruin worden zo goed mogelijk teruggebracht.
- Het traject langs alluviaal bosje betreft een maatwerkoplossing met toepassing van een stabiliteitsscherm in plaats van een stabiliteitsberm.
- Het dijkprofiel is erosiebestendig uitgevoerd door een grasmatverbetering tot 2m uit de buitenteen en tot de binnendijkse teen van de berm (bestaande uit een toplaag van 0,3m op een onderlaag van klei).

Het ontwerp van de nieuwe waterkering voor 1A is uitgewerkt op de tekeningnummers 1009 en 1010.

Eisen waaraan niet kan worden voldaan zijn in het verificatieplan geduid en toegelicht. Voor enkele eisen worden aanvullende toelichtingen gegeven in de ontwerpverantwoording van de navolgende paragrafen (groene kering en inpassing kunstwerken).

Voor deeltraject 5B is in de Verkenningfase de volgende meekoppelkans vastgesteld:

- MKK 5: Vervanging en vispasseerbaar maken van Gemaal Westerveld.

De meekoppelkans was het vispasseerbaar maken van gemaal Westerveld (KRW-opgave). Het gemaal Westerveld staat bij WDO Delta gepland om volledig te worden vervangen rond circa 2025. Afgesproken is dit naar voren te halen en ontwerp en realisatie af te stemmen met de voorgenomen dijkversterking. Het oorspronkelijk alleen vispasseerbaar maken van het gemaal Westerveld wordt een volledige vervanging van het gemaal Westerveld. Er worden afspraken gemaakt om tijdens de uitvoering van de dijkversterking meteen de persleidingen door de dijk heen te vervangen.

Uitwerking in het VO

Door WDO Delta is een schetsontwerp opgesteld van het gemaal. Het grondwerk en de maatregelen voor de waterveiligheid van de dijkversterking zijn op het ontwerp van het gemaal afgestemd en integraal in het VO van de dijkversterking opgenomen. Een toelichting op het integrale ontwerp is gegeven in de paragraaf 15.5.1.

Consequenties indien meekoppelkans niet doorgaat

Indien het gemaal niet wordt vervangen heeft dit geen invloed op het ontwerp van de dijk en de damwanden. Het ontwerp moet aangepast worden op de inpassing van het bestaande gemaal maar de maatregelen zijn nagenoeg gelijk.

15.3 Groene kering 5B

15.3.1 Ontwerpverantwoording inpassing groene kering

De nieuwe groene kering is met de ontwerpuitgangspunten zo goed mogelijk in de bestaande situatie ingepast. Bijzonderheden en de hierbij gemaakte keuzes zijn:

Aansluiting gemaal

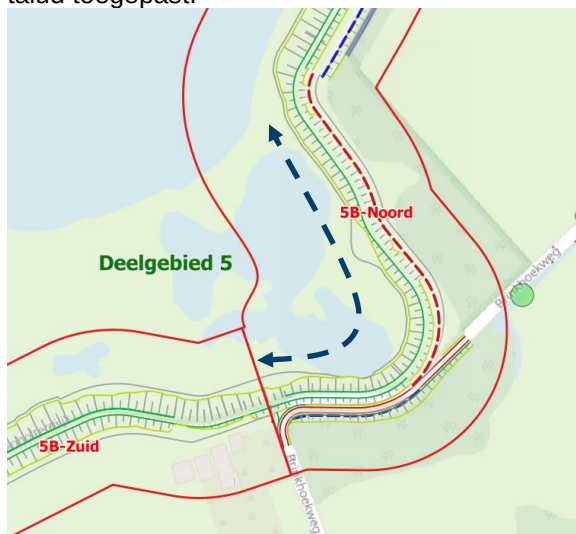
Ter plaatse van het gemaal is het gemaal 'ruimtelijk' losgekoppeld van de dijk. Dat is gedaan door de dijk door te laten lopen en een binnenberm tussen dijkteen en gemaal op te nemen. Buitendijks 'springen' de in en uitstroomconstructies uit het talud.

Aansluiting Brinkhoekweg

Ter hoogte van de woning aan de Brinkhoekweg 1 is de dijk kruin verlegd richting de Noorderkolk om zonder ophoging op de bestaande binnenteen een (fiets)verbinding te kunnen inpassen van de dijk kruin naar de Brinkhoekweg. Hiermee wordt de monumentale eik maximaal ontzien. Om de impact op de buitendijks zone te verkleinen wordt het buitendijks talud versteild naar 1:3.

Taluds rond de kolk

Ter plaatse van de Noorderkolk is er op twee locaties onvoldoende ruimte om een flauw buitentalud te realiseren. Daarom is voor de hele dijktracé waar de Noorderkolk vlak langs de Noorderkolk ligt een 1:3 talud toegepast.



Dijkteam ZWOLLE

Invloed alluviale bos ten noorden van de Brinkhoekweg

Ter bescherming van het alluviale bos aan de noordzijde van de Brinkhoekweg dient het waterpeil in de watergangen gehandhaafd te worden. Tevens dient de grondwaterstand zo min mogelijk beïnvloed te worden. In het MER (Doc. ID: 1804499-00707) is de ingreep beoordeeld ten aanzien van zowel de invloed op grond- als op oppervlaktewater. Op beide systemen is geen invloed te verwachten.

Sloot bij 95.0

Langs een deel van het traject 5B is aan de binnentoe van het talud een doorsnijding van de deklaag noodzakelijk om stabiliteit te garanderen. Waar binnendijs het maaiveld langs de binnentoe te hoog ligt is een sloot in het ontwerp opgenomen.

Einde werk

Vanaf de grens van het werk (hm-95.300) wordt de ontwerp dijkhoogte met een helling van 1:50 afgebouwd naar het aanpalende traject naar de bestaande hoogte. De stabiliteitsberm verloopt in het bestaande talud, de pipingmaatregel is in de bocht beëindigd.

15.4 Langsconstructies 5B

Deeltraject 5B bevat langsconstructies waarvan de ontwerpen in de ontwerpnota Waterveiligheid zijn vastgelegd. Bijzonderheden ten aanzien van de inpassing van de langsconstructies zijn beschreven in paragraaf 15.3.

15.5 Kunstwerken 5B

15.5.1 Gemaal Westerveld

Voor deeltraject 5B moet rekening gehouden worden met het gemaal Westerveld. Dit is een bestaand gemaal welke in de toekomst vervangen gaat worden. Het gemaal met een beoogde capaciteit van circa 70 m³/min wordt tevens vispasseerbaar gemaakt.

Bij uitwerken van de maatregelen voor de dijkversterking is rekening gehouden met de constructie van het huidige gemaal en de constructie van de toekomstige gemaal. De uitwerking van de constructie van de toekomstige gemaal ligt buiten de scope van Dijkteam Alliantie Zwolle.

Bestaande gemaal

Gemaal Westerveld verzorgt de waterafvoer van het gebied Westerveld, gelegen aan de oostzijde van de waterkering. Het gemaal bevindt zich in perceel 5b van het project SDZ.

De afvoer van het gemaal vindt plaats via een persleiding door de dijk. In de buitenzijde van de dijk is een uitstroomconstructie opgenomen waarin de persleiding is opgenomen.

Tevens is een instroomconstructie met leiding door de dijk aanwezig om water in te kunnen laten vanaf het zwarte water naar het binnenland.

Het betreft een samengesteld kunstwerk. De persleiding van het gemaal bestaat uit een op staal gefundeerde betonnen leiding met een diameter 780 mm. Deze leiding wordt afgesloten door een schuif en een terugslagklep. De inlaat bestaat uit een stalen leiding, diameter 508 mm, gefundeerd op palen. De inlaat kan worden afgesloten met 2 schuiven.

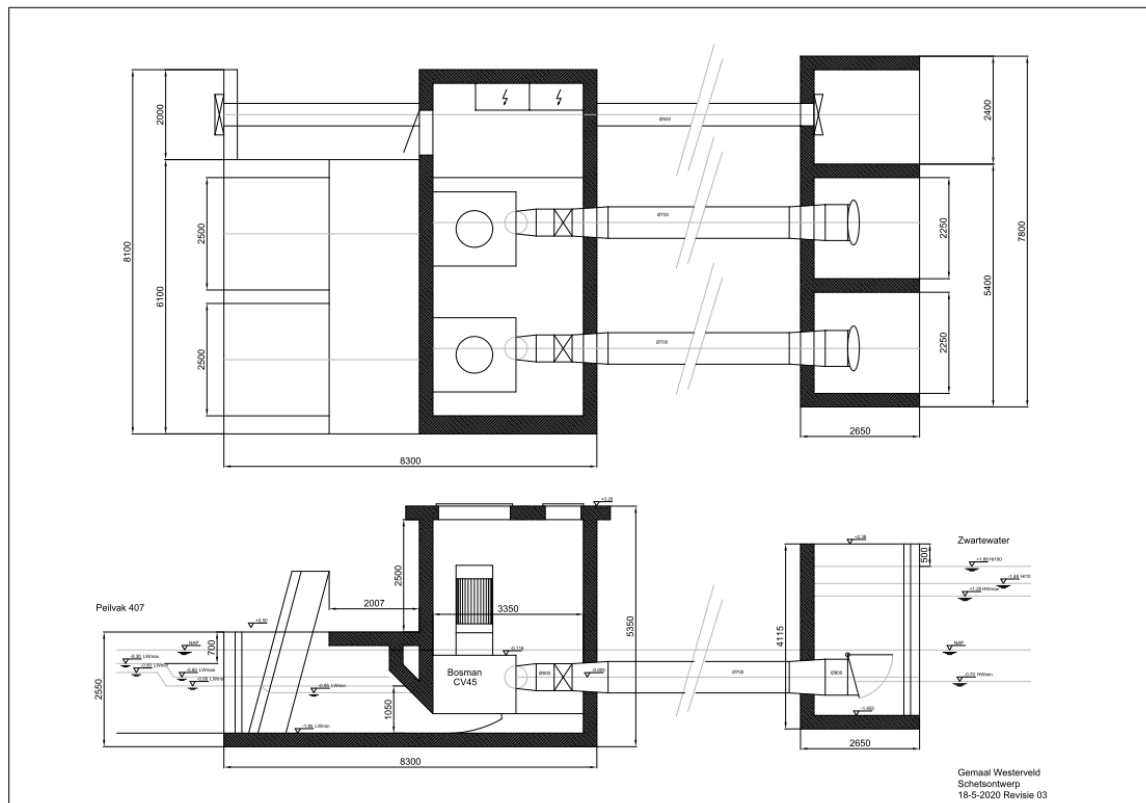
Ontwerpopgave waterveiligheid

In Ontwerpnota Waterveiligheid is de situatie van het bestaande gemaal Westerveld getoetst op waterveiligheid. De persleiding van Gemaal Westerveld voldoet niet op piping en betrouwbaarheid sluiting. De inlaatleiding voldoet wel op alle criteria.

Uitwerking VO

Voor het VO van gemaal Westerveld in relatie tot de waterveiligheid opgave wordt uitgegaan van 2 persleidingen voor het gemaal en 1 inlaatleiding. Door WDO Delta is een schetsontwerp van het nieuwe gemaal met in- en uitstroomvoorzieningen gemaakt. In onderstaand Figuur 15-4 is deze schets weergegeven. Aanvullende maatregelen voor het Gemaal Westerveld zijn: extra keermiddel aanbrengen (automatisch, gekoppeld aan maalbedrijf) en damwanden aanpassen (diepte en breedte) in verband met piping.

Voor de uitwerking van het ontwerp ter plaatse van het gemaal is een programma van eisen beschikbaar ("Eisenspecificatie Gemaal Westerveld", definitief 13-01-2020). Het schetsontwerp op basis het programma van eisen in het ontwerp van de dijkversterking ingepast. Hiermee is een mogelijke uitwerking van de inpassing van het gemaal en voorzieningen rond het gemaal beschikbaar.



Figuur 15-4 Schetsontwerp gemaal Westerveld (maten indicatief opgenomen)

De diameter van de inlaatleiding is voorgeschreven in de eisenspecificatie en door WDO Delta uitgewerkt in een schetsontwerp. Deze bedraagt minimaal 500 mm (inwendig). Het gemaal krijgt conform de eisenspecificatie 2 persleidingen, voor elke pomp een separate persleiding DN700 met uitstroom. Aanvullende maatregelen met betrekking tot waterveiligheid zijn vastgesteld in de Ontwerpnota Waterveiligheid. Verdere uitwerking van de maatregelen vindt plaats in de DO-fase. De uitwerking van de constructie van het toekomstige gemaal ligt buiten de scope van Dijkteam Alliantie Zwolle.

15.6 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- De noodzaak om het stabiliteitsscherp ter hoogte van het alluviale bosje doorlaatbaar te maken.
- Aansluiting kleibekledingen op de hoge gronden (Westerveldse Bos).

16. Coupures

16.1 Overzicht coupures

Voor de variantenafweging zijn de coupures in de varianten gedefinieerd. De specificatie en uitgangspunten van de coupures zijn opgenomen in de constructieve rapportage met documentnummer R001-1273406BME (Organicenummer 1804499-01484, Bijlage 3).

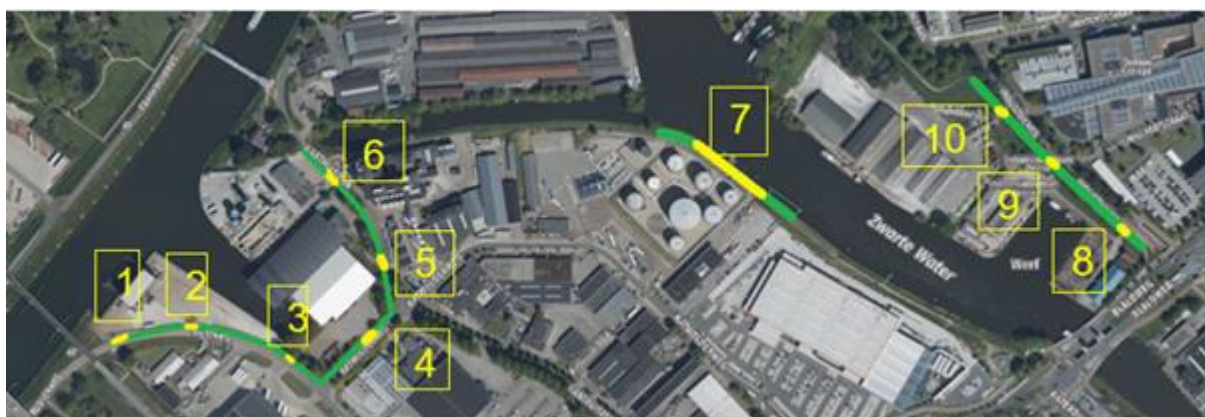
In deze toelichting wordt ingegaan op de coupures die horen bij het VO en betreft een selectie van de coupures behorende bij de gekozen varianten. In Tabel 16-1 en Figuur 16-1 zijn coupures behorende bij het VO weergegeven.

In het VO is er voor deeltraject 2A nog sprake van 2 varianten, namelijk variant KV2 (4 coupures) en KV4B (geen coupures). Omdat er in het VO nog geen definitieve keuze wordt gemaakt zijn de coupures behorende bij deze varianten in het VO meegenomen.

Tabel 16-1 Overzicht coupures

Dijktraject variant		1B 2	2A 2	2C 1	4A 1
Coupure					
C1a, 1B	1	X			
C2a, 1B	2	X			
C3a, 1B	3	X			
C4a, 2A	4		X		
C5, 2A	5		X		
C6, 2A	6		X		
C7, 2C	7			X	
C8, 4A	8				X
C9, 4A	9				X
C10, 4A	10				X

	Naam
Coupure 1	C&I 1
Coupure 2	C&I 2
Coupure 3	IJzerleeuw 1
Coupure 4	IJzerleeuw 2
Coupure 5	IJzerleeuw 3
Coupure 6	Van der Kamp
Coupure 7	VARO
Coupure 8	Leenman 1
Coupure 9	Leenman 2
Coupure 10	Trifido



Figuur 16-1 Locaties van de coupures

16.2 Ontwerputgangspunten coupures

Voor sterkte en stabiliteit zijn in het ontwerp de volgende belastingen van belang:

- Tijdens de hoogwaterfase grijpt er een horizontaalkracht en een moment aan op de bovenzijde van de balk als gevolg van de waterbelasting. Hierbij is er geen verkeersbelasting achter de coupure
- In de gebruiksfase (indien er geen schotbalken geplaatst zijn) wordt de funderingsbalk neerwaarts belast door verkeer
- Tijdens de hoogwaterfase geldt CC3, kans op economische schade is groot bij overstroming. CC3 is maatgevend ten opzichte van de vereiste betrouwbaarheid in de waterwet (onderbouwing zie Ontwerpnota Waterveiligheid).
- In de gebruiksfase wordt gerekend met CC1, aangezien de kans op levensbedreigende situaties en economische schade klein is bij bezwijken van de constructie.

De overige uitgangspunten voor het constructieve ontwerp zijn opgenomen in de constructieve rapportage R001-1273406BME (Organicenummer 1804499-01484, Bijlage 3). Voor de coupures is uitgegaan van één waterkerend element per coupure. Het type element is voorgeschreven door WDO Delta en opgenomen in de constructieve rapportage.

16.3 Ontwerpverantwoording coupures

Algemeen

Voor de coupures is in VO een schetsuitwerking van een coupure gemaakt en is van de maatgevende coupure een berekening van de stalen damwand onder de coupure gemaakt. In de constructieve rapportage (documentnummer R001-1273406BME (Organicenummer 1804499-01484, Bijlage 3) zijn de resultaten van de berekeningen van de stalen damwanden onder de coupures gepresenteerd. Dit rapport is gevoegd in Bijlage 3. Gekeken is of de damwanden welke benodigd zijn voor onderloopsheds voldoende lang zijn of dat er om constructieve redenen langere damwanden vereist zijn.

De constructie van de coupures bestaat hoofdzakelijk uit de volgende onderdelen:

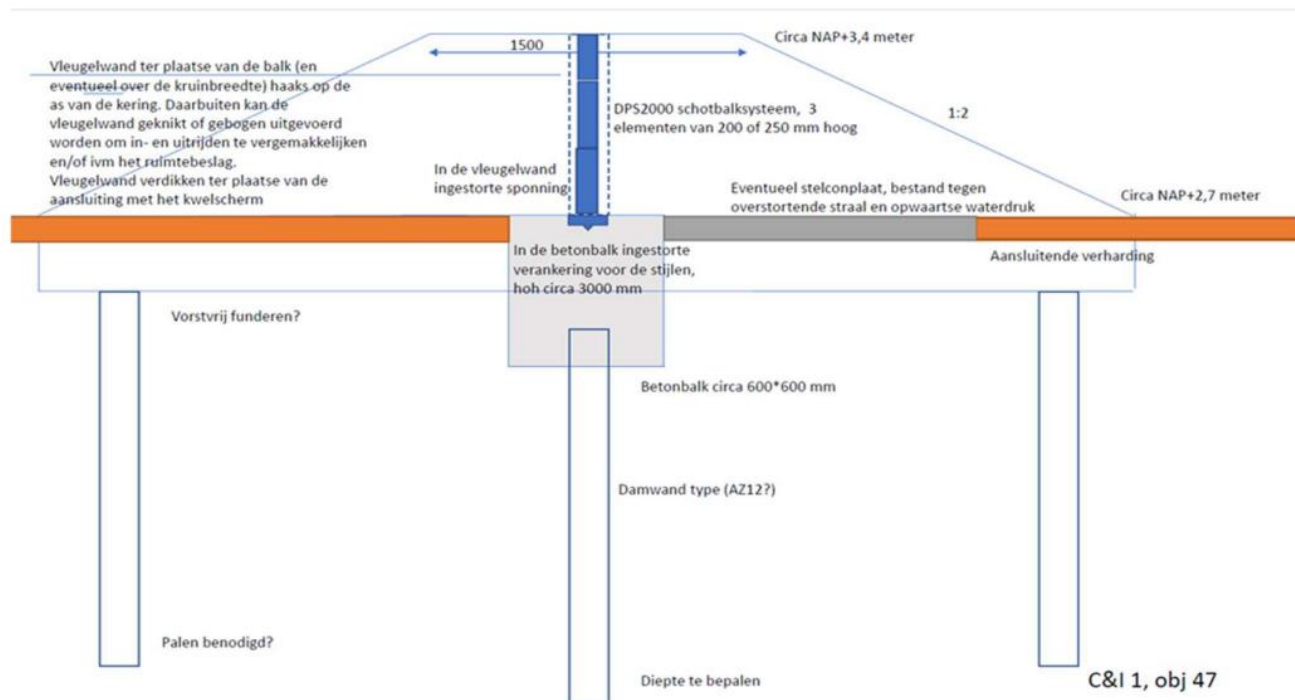
- Standaard schotbalken en tussen- en eindstijlen van het door de opdrachtgever voorgeschreven systeem GOH DPS2000 (Bijlage 3). De schotbalken zijn van aluminium en worden geproduceerd in lengtes van maximaal 6m. Een economische hart op hart afstand van de stijlen is daarom circa 3m.
- Elk schot is 200 of 250mm hoog. Met de schothoogte zijn verschillende kerende hoogtes te maken. De tussenstijlen passen in een klemconstructie die ingestort is in de betonnen fundering. De tussenstijlen kunnen bij hart op hart afstanden van 3 meter tot maximaal vrij uitkragend 1,6 a 2,2m keran. Voor grotere kerende hoogtes zijn schoren toepasbaar.
- Een in het werk gestorte betonnen funderingsbalk 600 x 600mm². De breedte wordt voornamelijk bepaald door de afmetingen van de stalen damwand onder de balk.
- Een stalen damwand onder en ter weerszijden van de betonconstructie, mede tegen piping (nader uitgewerkt in de Ontwerpnota Waterveiligheid). De damwand wordt momentvast met de balk verbonden door aan de damwand gelaste wapening. Er worden om praktische geen andere damwand materialen overwogen. Ook worden geen koudgeformde stalen damwanden overwogen wegens hun grotere doorlatendheid en mindere vormvastheid. De lengte van de

damwanden ter voorkoming van kwel, gerekend vanaf maaiveld, is gegeven in de Ontwerpnota Waterveiligheid. Het blijkt dat de voor piping vereiste damwandlengte kleiner is dan die welke voor constructieve sterkte vereist is.

- Aan weerszijden van de coupure komt een betonnen vleugelwand met ingestorte sponning op de overgang naar de aansluitende waterkering in grond. Deze worden in het werk gestort uitgevoerd. De vleugelwanden worden minimaal vorstvrij aangelegd (600mm minus maaiveld). Voor coupure 1 t/m 6 is de kerende hoogte gering. Voor deze coupures is het niet noodzakelijk de wand als L-wand uit te voeren. Voor de overige coupures dienen de vleugelwanden wel als een L-wand uitgevoerd te worden.
- Als alternatief van de vleugelwanden kan ook gekozen worden een damwand toe te passen.
- Er kan vanuit waterveiligheid volstaan worden met 1 schotbalk(sponning) voor alle coupures. Wel moet dan in het ontwerp aanrijbeveiliging opgenomen zijn om aanrijding met significante schade aan de sponningen te voorkomen. Dit wordt in het DO nader uitgewerkt.

In VO is alleen voor de maatgevende coupures een berekening gemaakt van de benodigde damwand onder de coupure. Het betreft de coupures Leenman 1 en C&I 1 welke op basis van de beschikbare informatie waarschijnlijk maatgevend gaan worden voor de lengte en de zwaarte van de damwanden. De benodigde damwand voor deze coupure is bepaald op een damwand AZ12-770 van 6m respectievelijk 3m gerekend vanaf het huidige maaiveld. Deze damwandlengte is groter dan die benodigd is voor piping.

Voor de verplaatsing en de sterkte van de damwanden is de hoogwater situatie maatgevend boven de verkeersbelasting welke vlak naast de coupure staat. De belasting van een zware as op de coupure vergt nog enige aandacht. Deze zou in sommige gevallen ook wel eens maatgevend kunnen worden voor de lengte van de damwand (tenzij we meer spreidende functie aan de betonbalk kunnen toekennen). De noodzaak van het toepassen van stootplaten wordt in het DO vastgesteld. In onderstaande Figuur 16-2 is de opzet van de coupures weergegeven.



Figuur 16-2 Definities onderdelen coupures

Fasering aanleg coupures

De hieronder beschreven fasering is aangehouden. Indien hiervan wordt afgeweken dient dit te worden overlegd met de constructeur/ geotechnisch adviseur. Een andere fasering betekent namelijk gewijzigde krachtswerking in de damwandconstructie en mogelijk een onveilige situatie.

Bouwfasering

- Weg buiten gebruik stellen en verharding verwijderen tot zover noodzakelijk.
- Tot zover nodig ontgraven en vervolgens aanbrengen damwand.
- Aanbrengen betonbalk en vleugelwanden.
- Grond aanvullen en aanbrengen wegconstructie.

16.4 Aandachtspunten voor DO

Voor de uitwerking van het DO zijn de volgende punten van belang:

- In de volgende ontwerpfase zal voor alle coupures de constructieve berekeningen opgesteld worden.
- Uitwerken van de aanrijbeveiliging.
- De noodzaak van het toepassen van stootplaten wordt in het DO vastgesteld.

17. Integrale veiligheid

In de ontwerpfase zijn voor de fases Ontwerp, Uitvoering, Beheer en Sloop zijn de V&G-risico's geïnventariseerd aan de hand van de Safety CODE. Dit is een hulpmiddel om specifieke veiligheidsaspecten te onderkennen in het project. De Safety CODE helpt om de project scope te bepalen en maatgevende Condities, Organisatorische aspecten en noodzakelijke Equipment te bepalen.

De restrisico's vastgesteld in het VO Technisch Ontwerp zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Nr	Restrisico	Beheersmaatregel(en)
1	Werken met zwaar materieel op kruin dijk	Analyse kraanstabieliteit, werken conform werkplan (organisatie)
2	Laswerkzaamheden in beperkte ruimte met verstikkingsgevaar; onder andere aanbrengen nieuwe damwanden met gordingen en verankeringen achter bestaande damwand (besloten ruimtes)	In het ontwerp is zoveel mogelijk ruimte gecreëerd achter de damwanden maar ruimtes blijven krap. Bij detaillering rekening houden met werkbare oplossingen voor de specifieke situatie. Tijdens de werkzaamheden werken in geventileerde ruimtes. Grondwerk voldoende opsluiten. Vluchtroutes garanderen.
3	Transport van zwaar materiaal (damwanden)	Werken conform transportplan en zorgen voor de juiste communicatiemiddelen, dragen van PBM's
4	Diverse V&G-Risico's conditionering met betrekking tot bestaande K&L, explosieven en verontreinigingen	Nader onderzoek ligging leidingen/kabels (bv magnetometersonderingen hoogspanningsverbinding met begeleiding door veiligheidsfunctionaris TenneT), NGE en verontreinigen. In DO detaillering uitwerking in samenspraak met uitvoering rekening houden met het zoveel beperken/wegnemen van de risico's. In DO raakvlakken met gevaarlijke leidingen/kabels ook in ontwerp weergeven.
5	Werken nabij omstanders (publiek / geïnteresseerden). Werkterrein met ontgravingen, onveilige taluds, blootliggende k&l ed is vrij toegankelijk voor derden.	Werkgebied goed afzetten, duidelijke publiekscommunicatie, aparte functionaris voor begeleiding publiek (organisatie).
6	Bomen (bijvoorbeeld bij de Klooienberg) raken beschadigd, waardoor onveilige situaties ontstaan	Maatregelen conform Bomen Effect Analyse treffen
7	Tijdens uitvoering worden onverwacht zeldzame of beschermde flora/fauna aangetroffen	Relevante onderzoeken uitvoeren zodra toegang is geregeld Verlopen van geldigheid onderzoeken in de gaten houden
8	Werken binnen directe invloedssfeer bedrijven (onder andere Scania/ Sensus/ VARO). Tijdens de uitvoering wordt bedrijfsvoering/ lopende processen (zoals zwaar transport) gekruist, waardoor onveilige situaties ontstaan	Werkzaamheden uitvoeren iom de bedrijven en maatregelen volgens de (veiligheids-) regels van de bedrijven. Bij detaillering in DO rekening houden met effecten voor de bedrijven (explosiegevaar, stof emissies, trillingen etc). Transportroutes en werktijden afstemmen met de reguliere bedrijfsvoeringen. Informeren omgeving over detailplanning en welke invloed dit heeft op lopende processen.

Nr	Restrisico	Beheersmaatregel(en)
9	In het werk moeten veel damwanden worden geplaatst vanuit een beperkte opstelruimte voor het materieel waardoor gevaar op beknelling ontstaat	Werkgebied goed afzetten. Werkruimte zonodig kunstmatig vergroten (tijdelijke kruinverbreding). Transportroute naar de locatie vooraf vaststellen iom stakeholders.
10	Plaatsing van damwanden met zwaar materieel op een beperkte opstelplaats met het risico van instabiliteit materieel	Stabiliteitsberekeningen hijsmaterieel.
11	Werken langs openbare weg met belangrijke routes voor fietsers, wandelaars en bestemmingsverkeer, met in bijzonder drukke transportroutes industrieterrein	Met gemeente mogelijkheden van afsluitingen/omleidingen bespreken, conflicten op locatie zoveel mogelijk wegnemen. Indien niet mogelijk passende verkeersmaatregelen (bijvoorbeeld botsadsorbers plaatsen tegen impact groot materieel derden). Goede communicatie naar omgeving en centraal put met aankondigingen. Fasering afstemmen op behoud toegankelijkheid. Transportroutes naar werklocatie afstemmen met gemeente en andere stakeholders.
12	Werken langs-/op het water	Nieuwe voorzieningen staan naast het water. Zwarte Water/ Zwolle-IJsselkanaal is verlagen van waterstand niet mogelijk en verlagen van waterstand is niet te garanderen. Keuzes van bijvoorbeeld bij ankerhoogtes in detaillering op waterstanden afstemmen (basisprincipes zijn al in de varianten toegepast). Werken volgens regels WDOD tav waterveiligheidsissues.
13	Samenloop nieuwe aanleg met onderhoudswerkzaamheden derden	Voorkomen gelijktijdige onderhouds- en realisatiewerkzaamheden iom met stakeholders.
14	Beperkte toegankelijk voor onderhoud taluds/groen door hekwerken (restrisico beheer)	Posities van hekwerken afstemmen met beheerder en eventuele eigenaren (afspraken of wie beste onderhoud kan uitvoeren).
15	Toegankelijk onderhoud rioleringen (restrisico beheer)	Keuzes locatie putten zo veel mogelijk buiten invloed van verkeer of zodanig dat onderhoud/inspectie met verkeersmaatregelen uitgevoerd kunnen worden.

Bijlage 1. Tekeningenlijst

Num-mer	Doc ID	Extra Doc ID	Titel	Subtitel
1001	1804499-00904	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1001-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 01	Deeltraject 1A - Scania
1002	1804499-00941	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1002-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 02	Deeltrajecten 1A - Haven, 1A - Noord, 1B en 2A
1003	1804499-00942	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1003-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 03	Deeltrajecten 2B, 2C en 2D
1004	1804499-00943	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1004-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 04	Deeltrajecten 3A en 3B
1005	1804499-00944	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1005-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 05	Deeltrajecten 4A, 4B en 4C
1006	1804499-00945	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1006-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 06	Deeltrajecten 4D - Zuid en 4D - Noord
1007	1804499-00946	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1007-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 07	Deeltraject 5A - Zuid
1008	1804499-00947	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1008-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 08	Deeltraject 5A - Noord
1009	1804499-00948	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1009-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 09	Deeltrajecten 5B - Zuid en 5B - Noord
1010	1804499-00949	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1010-VO-SIT	Voorlopig Ontwerp - Situatietekeningen - Blad 10	Deeltraject 5B - Noord
1021	1804499-00950	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1021-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 01	Deeltrajecten 1A - Scania en 1A - Haven (01 t/m 10)
1022	1804499-00951	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1022-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 02	Deeltrajecten 1A - Haven en 1A - Noord (11 t/m 15)
1023	1804499-00952	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1023-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 03	Deeltrajecten 1A - Noord, 1B, 2A en 2B (16 t/m 25)
1024	1804499-00953	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1024-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 04	Deeltrajecten 2B, 2C en 2D (26 t/m 35)
1025	1804499-00954	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1025-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 05	Deeltrajecten 2D en 3A (36 t/m 45)
1026	1804499-00955	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1026-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 06	Deeltrajecten 3B, 4A en 4B (46 t/m 55)
1027	1804499-00956	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1027-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 07	Deeltrajecten 4B en 4C (56 t/m 65)
1028	1804499-00957	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1028-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 08	Deeltrajecten 4C en 4D (66 t/m 70)
1029	1804499-00958	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1029-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 09	Deeltraject 4D (71 t/m 75)

Num- mer	Doc ID	Extra Doc ID	Titel	Subtitel
1030	1804499-00959	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1030-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 10	Deeltrajecten 4D en 5A (76 t/m 85)
1031	1804499-00960	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1031-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 11	Deeltrajecten 5A en 5B (86 t/m 95)
1032	1804499-00961	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1032-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 12	Deeltraject 5B (96 t/m 102)
1033	1804499-00962	SDZ-GRK-VKV-00-DR-1023-VO-DWP	Voorlopig Ontwerp - Dwarsprofielen - Blad 13	Deeltraject 2A, tracé langs Katwolderhaven (A t/m H)



Bijlage 2. Invloed op spoorbrug

Notitie

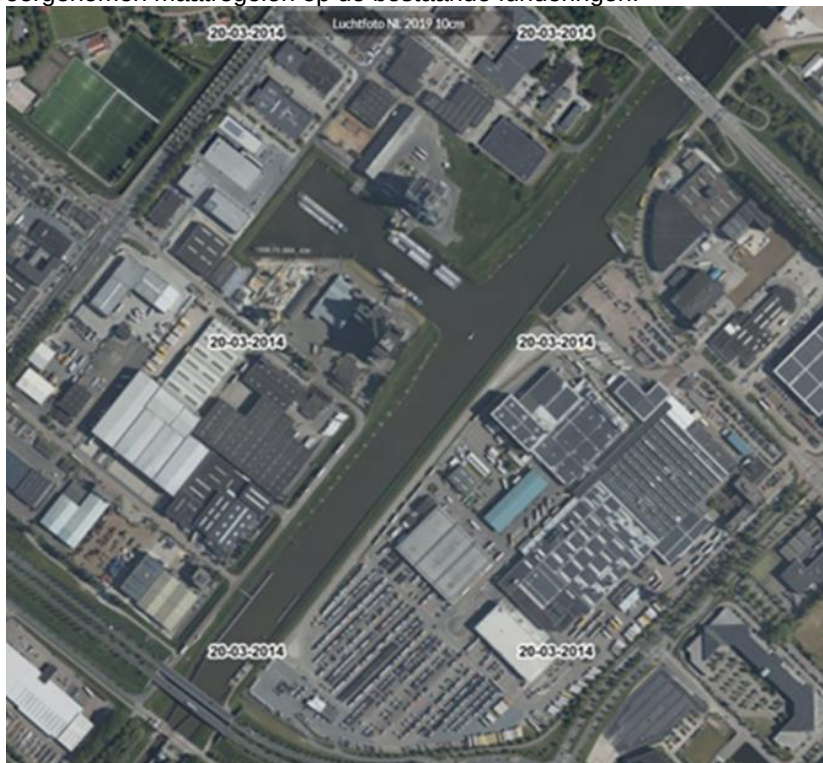
Contactpersoon	Bouwe van Ens
Datum	23 juni 2020
Kenmerk	N003-1273406BME-V01

Waterveiligheidsproject Stadsdijken Zwolle

Situatie onder de spoorbrug

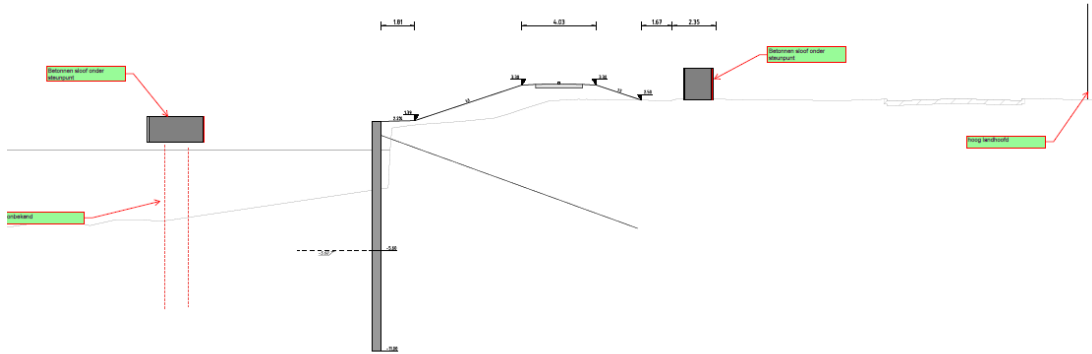
In het kader van het project waterveiligheid Stadsdijken Zwolle is de vraag gerezen wat de impact is van de voorgenomen dijkverhoging op de fundatie van de spoorbrug vlak ten noorden van de Voorsterbrug. Hiervan is een concept ontwerp opgesteld voor de uitvoering van het nieuwe profiel van de dijk (SDZ-GRK-DTM-01A-M2-5021-VO-DWP) dd 12-6-2020. In dit ontwerp wordt voldaan aan de eis inzake de waterveiligheid (Waterwet) en is de beïnvloeding van dit ontwerp op de spoorbrug nihil.

In het hiernavolgende is een **eerste kwalitatieve beschouwing** gegeven inzake de invloed van de voorgenomen maatregelen op de bestaande funderingen.



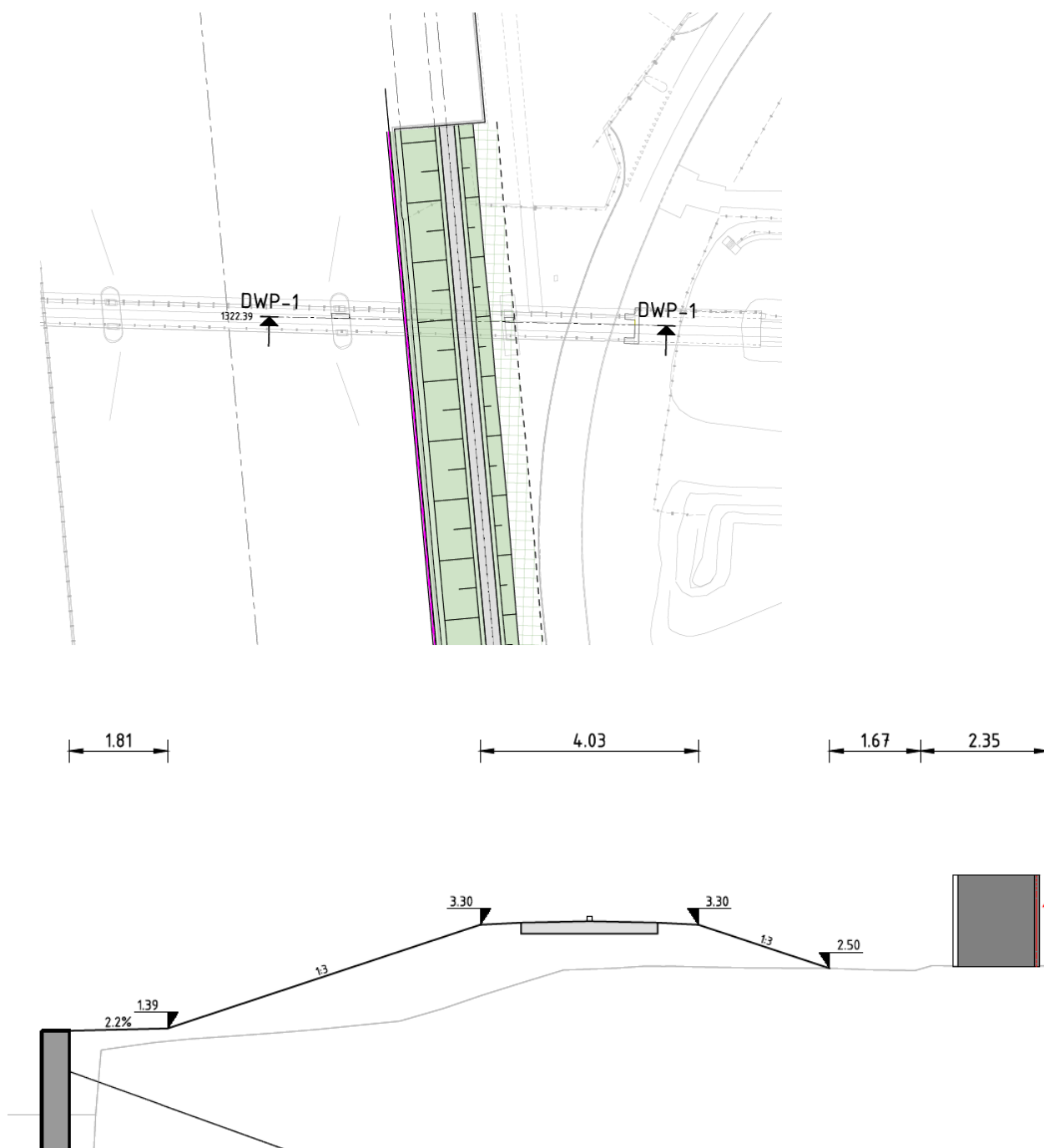
Linksonder de brug in de Westenholtterallee Rechtsboven de Voorsterbrug en direct ten noorden daarvan de spoorbrug

Er is op de ontwerptekening één doorsnede in de as van de dubbelsporige brug gegeven. Er is een kleine hoek tussen de doorsnede en een lijn haaks op de dijk de brug.



In bovenstaande tekening is het principe van een nieuwe damwand aangegeven. De bestaande damwand wordt niet verwijderd maar heeft in het nieuwe ontwerp geen functie meer. De nieuwe damwand wordt verankerd zodat eenvoudig voldaan wordt aan een nader vast te stellen maximale vervorming (bijvoorbeeld 50 of 100 mm kopverplaatsing). Het **puntniveau** is nog niet definitief vastgesteld. De nieuwe damwand zal zoveel als mogelijk worden voorbereid op een toekomstige verdieping van de watergang tot maximaal NAP-5,6 meter. Het aanbrengen van de damwand heeft derhalve geen invloed op de bestaande **waterpijler** mits de hoeveelheid trilling beperkt wordt. Zonodig zal de damwand gedrukt aangebracht worden.





Ter plaatse van de **landpijler** komt het maaiveld maximaal circa 0,8 meter hoger te liggen dan in de huidige situatie het geval is. Hierdoor is er sprake van een additionele verticale en daardoor ook horizontale gronddruk. De afstand tussen de teen van de ophoging tot de landpijler (1,67 meter) en de mate van ophoging (0,8 meter) is dusdanig dat de invloed daarvan op de fundering van de landpijler verwaarloosbaar klein is. Het aanbrengen van de damwand en het verhogen van de kade heeft dan derhalve geen invloed op de bestaande landpijler mits de hoeveelheid trilling bij



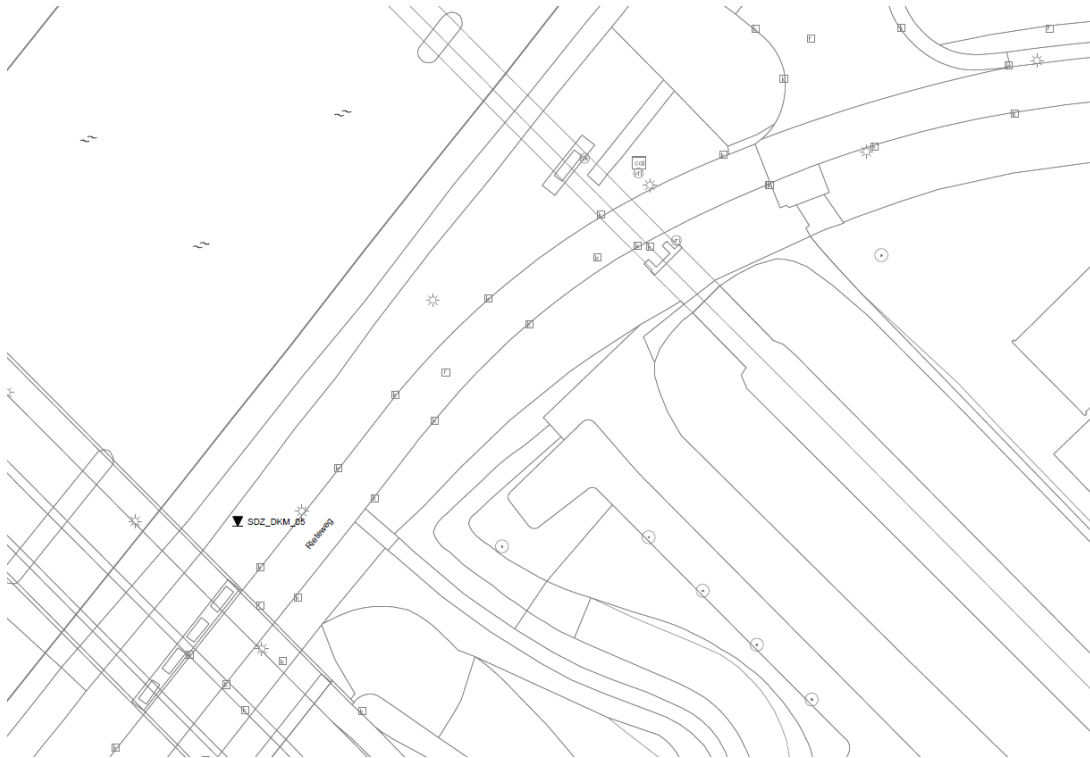
het inbrengen van de damwand beperkt wordt. Zonodig zal de damwand gedrukt aangebracht worden.

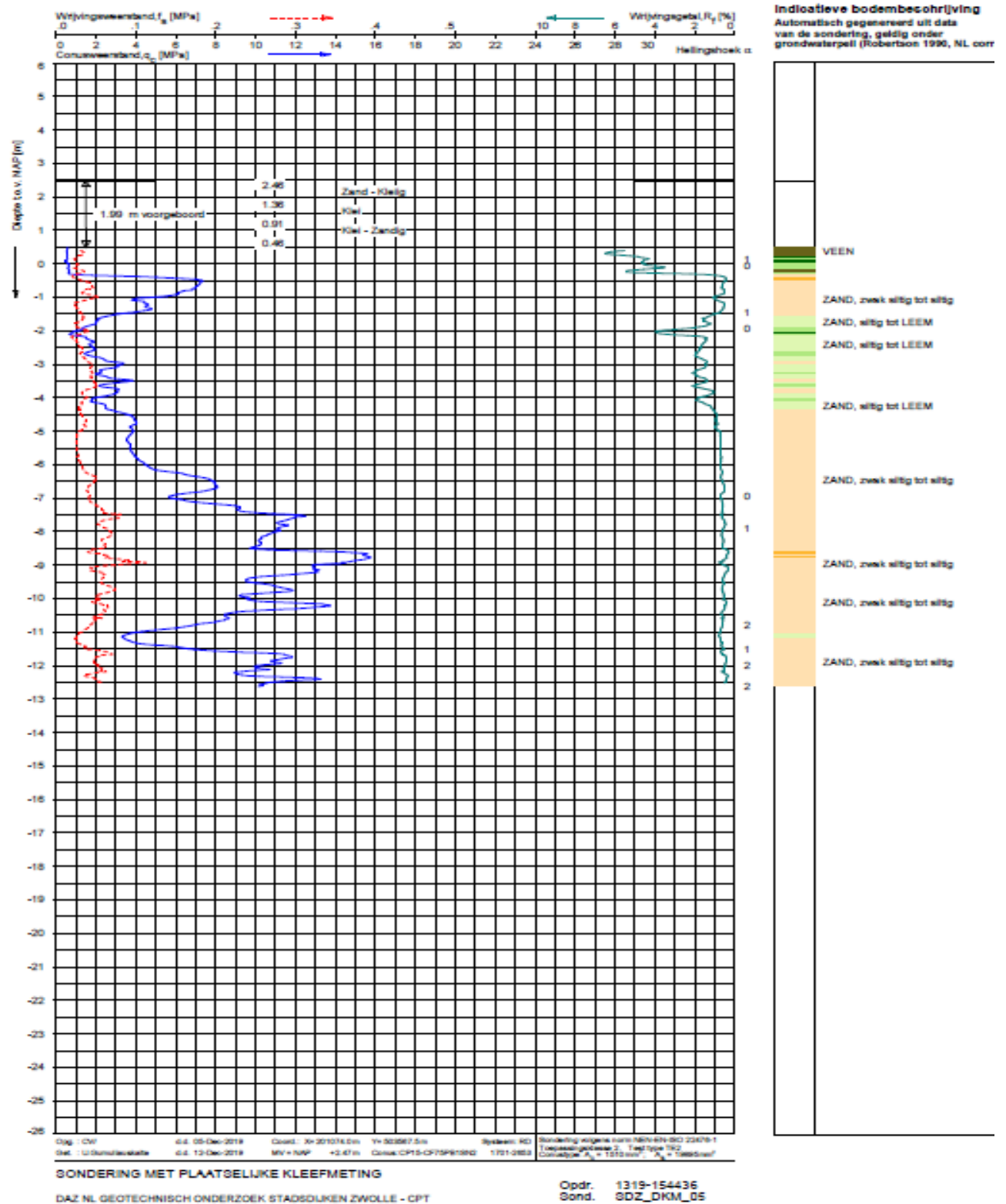
In de bijlage is grondonderzoek gegeven. Voor een definitief ontwerp zullen aanvullende sonderingen gemaakt worden (ten noord-westen en ten zuid-westen van de bestaande landpijler), mede om de lengte van de verankering van de damwand te bepalen zodanig dat deze niet in de nabijheid van de fundering van de landpijler uitkomt.



Bijlage 1

Sondering Fugro DKM05

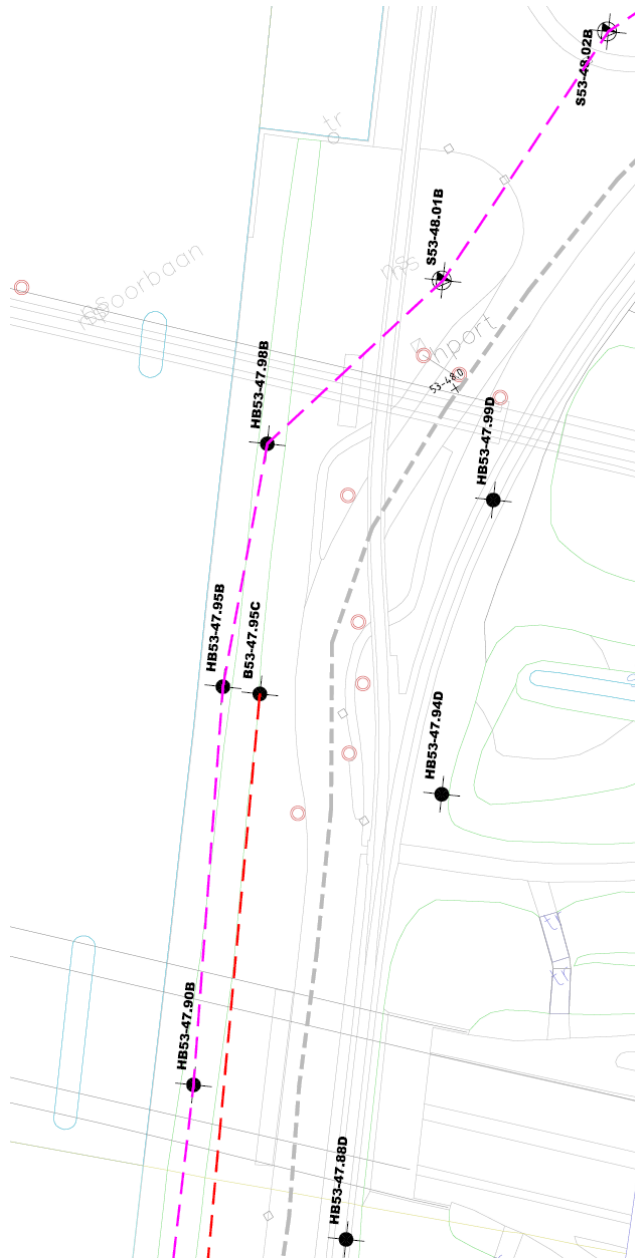






Bijlage 2

Grondonderzoek MOS



Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

BOORBESCHRIJVING

Veldclassificatie

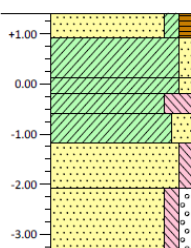
NEN5104

BORING : HB53-47.98B

Datum : 26-07-2018
GWS : NAP +0.11 m
Maaiveld : NAP +1.41 m
Opmerking : -

X : 201111.650
Y : 503622.730

Boormethode : Hand
Boormeester : DN
Beschrijver : DN
MOS ref.nr. : HB450

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +1.41 +0.91	Zand, zeer fijn, zwak kleilig, zwak humeus	bruin
	2	2 +0.91 +0.11	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	bruin
	3	3 +0.11 -0.19	Klei, zwak zandig (zeer fijn)	grijs
	4	4 -0.19 -0.59	Klei, sterk siltig	grijs
	5	5 -0.59 -1.19	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
	6	6 -1.19 -2.09	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	7	7 -2.09 -3.59	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Aanvulmateriaal
+1.41 -3.59	kleistop

Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

BOORBESCHRIJVING

Veldclassificatie

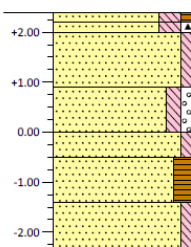
NEN5104

BORING : HB53-47.99D

Datum : 26-07-2018
GWS : NAP -0.00 m
Maaiveld : NAP +2.40 m
Opmerking : -

X : 201134.000
Y : 503599.570

Boormethode : Hand
Boormeester : DN
Beschrijver : DN
MOS ref.nr. : HB451

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1 t/m 2	1 +2.40 +2.20	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus	bruin
	3	2 +2.20 +2.00	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak puinhoudend	bruin
	4	3 +2.00 +0.90	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin
	5	4 +0.90 0.00	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	6	5 0.00 -0.50	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin
	7	6 -0.50 -1.40	Zand, matig fijn, matig humeus	bruin
	7	7 -1.40 -2.60	Zand, matig fijn, zwak siltig	grijs

Afwerking boorgat

Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Aanvulmateriaal
+2.40 -2.60	kleistop

Sondering S53-48.01B

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 30-08-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1414

Soort conus : Elektrisch

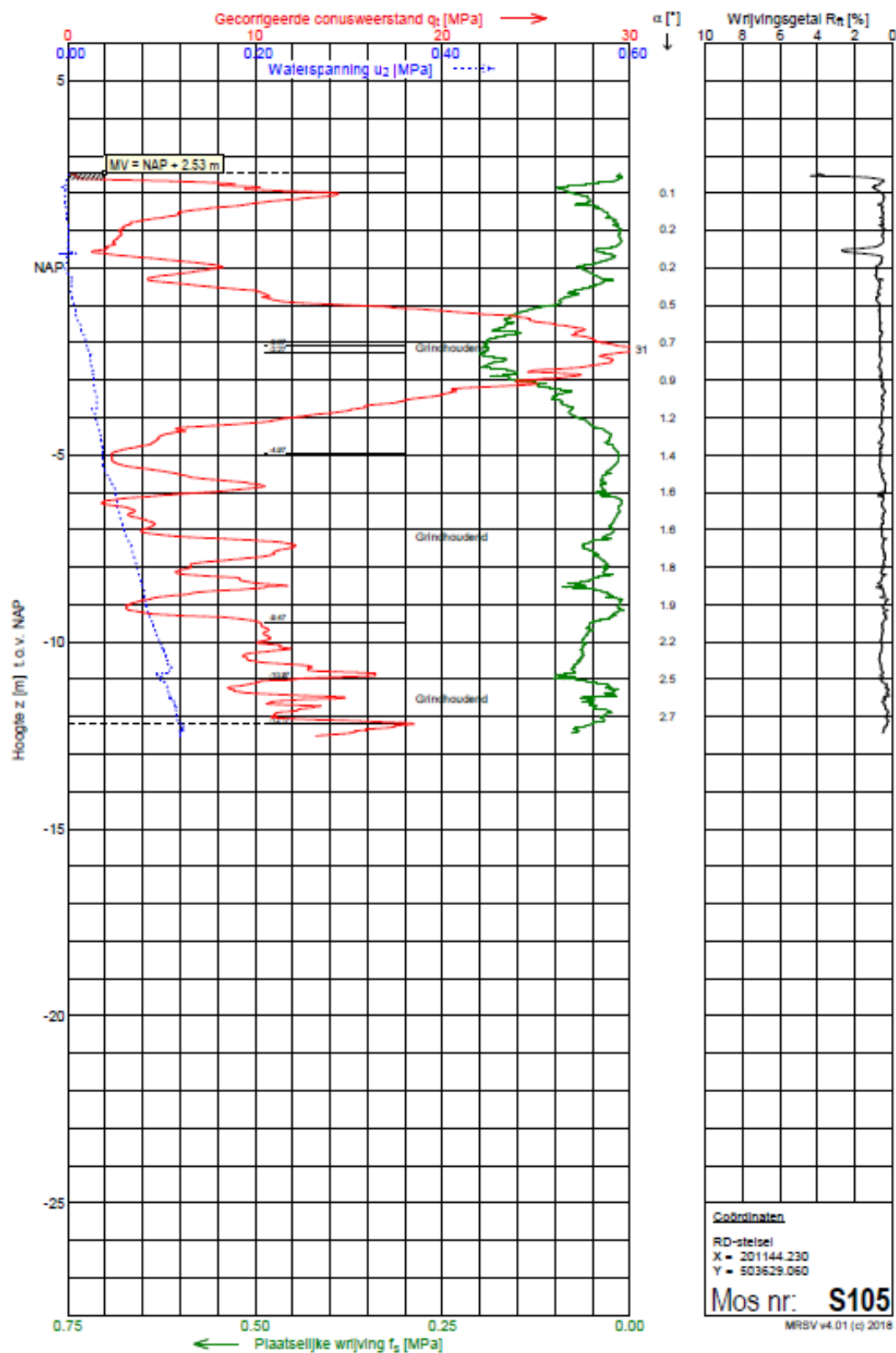
Opp. conspunct : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1



Bijlage 3. Ontwerpnota VO coupures



Tauw

VO ontwerp coupures Stadsdijken Zwolle

31 augustus 2020



Verantwoording

Titel	VO ontwerp coupures Stadsdijken Zwolle
Opdrachtgever	Dijkteam Zwolle
Projectleider	Coen Riemslag
Auteur(s)	Bouwe van Ens
Tweede lezer	Mathijs Wiggers
Projectnummer	1273406
Aantal pagina's	26
Datum	31 augustus 2020
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com



Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doel van dit document	5
1.3	Coupures binnen het project Stadsdijken Zwolle	5
1.4	Versiebeheer	7
2	Uitgangspunten	8
2.1	Normen en richtlijnen	8
2.2	Documenten	8
2.3	Gebruikte software en rekenprogramma's	8
2.4	Materialen	8
2.5	Uitgangspunten damwandberekening	8
2.6	Veiligheidsfilosofie en rekenwijze	12
2.6.1	Veiligheidsfilosofie	12
2.6.2	Rekenwijze	12
2.7	Bodemopbouw	13
2.7.1	Bodemopbouw C&I 1	16
2.7.2	Bodemopbouw Leenman 1	16
2.8	Fasering	16
2.9	Belastingen	17
2.10	Sterkte damwand na corrosie	19
2.11	Ontwerpkeuzes	20
3	Berekening krachtswerking	21
3.1	C&I 1	21
3.1.1	Hoog water (RC3)	21
3.1.2	Verkeer (RC1)	21
3.2	Leenman 1	22
3.2.1	Hoog water (RC3)	22
3.2.2	Verkeer (RC1)	23
4	Toetsing	24
4.1	C&I 1	24

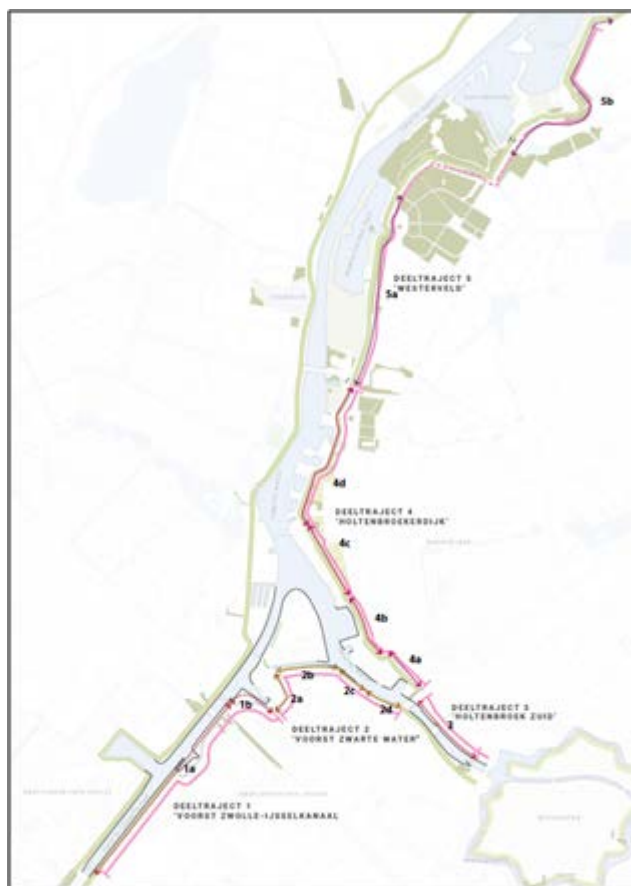


4.2	Leenman 1	24
5	Résumé en aandachtspunten.....	26
Bijlage 1	Grondonderzoek en DSheet C&I 1	
Bijlage 2	Grondonderzoek C&I 2	
Bijlage 3	Grondonderzoek IJzerleeuw 1	
Bijlage 4	Grondonderzoek IJzerleeuw 2	
Bijlage 5	Grondonderzoek IJzerleeuw 3	
Bijlage 6	Grondonderzoek Van der Kamp	
Bijlage 7	Grondonderzoek en DSheet Leenman 1	
Bijlage 8	Grondonderzoek Leenman 2	
Bijlage 9	Grondonderzoek Triferto	
Bijlage 10	Gegevens schotbalksysteem DSP2000	
Bijlage 11	Durability gekozen damwandtype	
Bijlage 12	Voor piping vereiste damwandlengte	
Bijlage 13	Corrosie damwanden	
Bijlage 14	Constructieprincipe coupure C&I 1	

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De derde landelijke toetsronde hoogwaterveiligheid heeft uitgewezen dat een groot deel van het traject Stadsdijken Zwolle (HWBP-projectnummer 15E) niet voldoet aan de in de Waterwet vastgelegde veiligheidsnorm. Het traject is daarom vervolgens opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Beheerder Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDODelta) heeft de opgave om de afgekeurde delen van het traject op orde te brengen. Daarvoor heeft WDODelta in 2014 en 2015 de preverkenning en in 2016 en 2017 de verkenning voor dijkversterking Stadsdijken Zwolle doorlopen, met als resultaat een vastgesteld voorkeursalternatief (VKA). Nu bevindt het project zich in de volgende fase: de planuitwerkingsfase. Het traject binnen het HWBP-project Stadsdijken Zwolle omvat de waterkering aan de zuidoostzijde langs het Zwolle-IJsselkanaal, vanaf de Spooldersluis (hectometer 53-46.8), via keersluis Zwolle1, tot aan hectometer 53-95.2+50m aan de oostzijde van het Zwarte Water nabij de Noorderkolk. Het traject is opgenomen in figuur 1.1.



Figuur 1.1 Projectgebied met Trajectindeling

1.2 Doel van dit document

In dit rapport is het ontwerp van de **schotbalken** besproken en zijn de resultaten van de berekeningen van de **stalen damwanden onder de coupures** gepresenteerd. Gekeken is of de damwanden welke benodigd zijn voor onderloopsheid (zie bijlage 12) voldoende lang zijn of dat er om constructieve redenen langere damwanden vereist zijn. Voor zover nodig worden de constructies uitgewerkt tot het niveau wat verwacht mag worden in het VO.

Dit document is een bijlage van het hoofddocument ontwerp waterveiligheid.

1.3 Coupures binnen het project Stadsdijken Zwolle

Op dit moment worden de volgende coupures genoemd in de Excel-lijst Paspoort-Loop 1-coupures (voorkeursalternatief):

Tabel 1.1 Overzicht alle coupures

Omschrijving locatie	Deel-traject	Locatie		Lengte	Peil dijk	Peil weg	Kerend
		Hm van	Hm tot	m	m NAP	m NAP	m
1 C&I 1	1b	1571	1599	28	3,5	2,7	0,80
2 C&I 2	1b	1640	1653	13	3,5	2,6	0,90
3 IJzerleeuw 1	1b	1750	1758	8	3,5	2,6	0,90
4 IJzerleeuw 2	2a	1864	1876	12	3,5	2,6	0,90
5 IJzerleeuw 3	2a	1966	1981	15	3,5	2,6	0,90
6 van der Kamp	2a	2064	2074	10	3,5	2,7	0,80
7 VARO **	2c	2445	2545	n.v.t.	3,4	2,5	0,90
8 Leenman 1 *	4a	4447	4454	7	3,3	1,55	1,75
9 Leenman 2 *	4a	4541	4548	7	3,3	1,6	1,70
10 Triferto *	4a	4622	4629	7	3,3	1,6	1,70

* reeds bestaande (te slopen) coupure

** oplossing bestaat uit 3 waterkerende deuren in een damwand, tegen de waterdruk in openend, breed circa 1 meter. Het maaiveld ligt daar op circa NAP +2,5 meter. De kerende hoogte wordt daar dus circa $3,4 - 2,5 = 0,9$ meter. De deuren in de damwand krijgen dus alleen een zij- en een onderaanslag (en geen bovenaanslag), zoals een deur in een bejaarden bad of in een verschansing van een schip.



In deze rapportage is het constructieve ontwerp van de damwandconstructie onder de coupures op VO niveau uitgewerkt. In bijlage 14 een constructieprincipe aangegeven van de coupure C&I 1, uitgaande van een fundering op staal. Indicatief zijn een paar palen aangegeven onder de vleugels ingeval die gefundeerd zou moeten worden op palen. Ook is het mogelijk dat de damwand welke benodigd is tegen onderloopsheid onvoldoende draagvermogen geeft tegen belastingen door verkeer. In dat geval moeten ook palen onder de drempel worden aangebracht.



1.4 Versiebeheer

Dit is versie 1 van deze rapportage.

Dit is versie 2 van deze rapportage. Hierin zijn de hoogtes van de coupures aangepast.

2 Uitgangspunten

2.1 Normen en richtlijnen

Normen in de EUROCODE reeks (incl. correctiebladen en NB's):

NEN-EN 1990	Grondslagen voor het ontwerp
NEN-EN 1991	Belastingen op constructies (7 delen)
NEN-EN 1992	Betonconstructies
NEN-EN 1993	Staalconstructies
NEN-EN 1997	Geotechnisch ontwerp (2 delen)
NEN 9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies

Overige richtlijnen en publicaties:

CUR-rapport 166 Damwandconstructies

2.2 Documenten

[1] Tekening:	nog geen nadere tekeningen beschikbaar (zie bijlage 14)
[2] Grondonderzoek:	1804499-00756 van Fugro d.d. 5-2-2020
[3] Grondonderzoek:	R1800737-03 van Mos d.d. 8-2-2019
[4] Grondonderzoek:	R1501350-RH_1 van Mos d.d. 7 juli 2015
[5] Grondonderzoek:	WDOD 1804499-00756, versie 1.0, Werkplan geotechnisch onderzoek d.d. 4-12-2019
[6] TUN:	WDOD 1804499-00330 versie 1.0, Technische uitgangspuntennotitie d.d. 7-10-2019
[7] Paspoort:	Excel lijst paspoort loop 1 coupures versie april 2020

2.3 Gebruikte software en rekenprogramma's

Voor de berekening van de damwand wordt het volgende programma gebruikt:

- Dsheetpiling versie 19.3 (in afwijking van de TUN)

2.4 Materialen

Stalen damwand, warmgewalst: AZ12-770, S240

2.5 Uitgangspunten damwandberekening

In dit hoofdstuk zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten samengevat zoals deze voor elke berekening gelden.

De constructie van de coupures bestaan hoofdzakelijk uit de volgende onderdelen:

- Standaard schotbalken en tussen- en eindstijlen van het door de opdrachtgever voorgeschreven systeem GOH DPS2000 (zie bijlage 10). De schotbalken zijn van aluminium en worden geproduceerd in lengtes van maximaal 6 meter. Een economische hoh afstand van de stijlen is daarom circa 3 meter. **Met de opdrachtgever dient afgesproken te worden wat de totale lengte van elke coupure en wat de lengte van de individuele schotbalken gaat**

worden. Daarbij moet afgewogen worden wat de hoh afstand van de stijlen gaat worden en hoe belangrijk de uitwisselbaarheid van de schotten tussen de diverse coupures is.

Elk schot is 200 of 250 mm hoog. Hierdoor zijn hoogtes te maken van 200, 250, 400, 450, 500, 600 en vervolgens in elk hoogtemaat met stapjes van 50 mm. De tussenstijlen passen in een klemconstructie die ingestort is in de betonnen fundering. De tussenstijlen kunnen bij hoh afstanden van 3 meter tot maximaal vrij uitkragend 1,6 à 2,2 meter keren. Voor grotere kerende hoogtes zijn schoren toepasbaar

- Een in het werk gestorte betonnen funderingsbalk. Deze fundering zou minimaal circa 600 mm breed en 600 mm hoog kunnen zijn. De breedte wordt voornamelijk bepaald door de afmetingen van de stalen damwand onder de balk
- Een stalen damwand onder en ter weerszijden van de betonconstructie, mede tegen piping. Er worden om praktische geen andere damwand materialen overwogen. Ook worden geen koudgeformde stalen damwanden overwogen wegens hun grotere doorlatendheid en mindere vormvastheid. De lengte van de damwanden ter voorkoming van kwel, gerekend vanaf maaiveld, is gegeven in bijlage 11. Het blijkt dat de voor piping vereiste damwandlengte kleiner is dan die welke voor constructieve sterkte vereist is. NB: bij de berekening van de lengte van de damwanden tegen kwel is gerekend met iets andere maaiveldhoogtes dan waar de damwand op sterkte mee is berekend. De reden is dat voor kwel andere hoogtes maatgevend zijn dan voor sterkte. Te zijner tijd moeten deze waarden nader worden bepaald. Bij de hoogtes welke voor de berekening van de sterkte zijn gebruikt valt aan te tekenen dat de maaiveldhoogtes naar boven toe zijn afgerond. Dit om plasvorming en daardoor vervuiling rondom de drempel te voorkomen
- De damwand wordt momentvast met de balk verbonden door aan de damwand gelaste wapening
- Ingeval ter weerszijden van de coupure de kering wordt uitgevoerd als **dijk** moet een overgang tussen de coupure en de dijk worden ontworpen in de vorm van **vleugelwanden**. Deze worden in het werk gestort uitgevoerd. De vleugelwanden worden minimaal vorstvrij aangelegd (600 mm minus maaiveld volgens NEN9997 artikel 6.4 (6)c). Omdat er zowel een aandrijvende belasting als een weerstand biedende grondreactie kan optreden is het bij een kleine hoogte van de dijk (coupure 1 t/m 6 van tabel 1.1) vermoedelijk niet nodig om de wand als L-wand uit te voeren. Bij de andere coupures (8 t/m 10 van tabel 1.1) zal de wand vermoedelijk het beste als L-wand uitgevoerd kunnen worden.

De eerste en laatste schotten van de coupure passen in een rvs profiel wat wordt **ingestort in de vleugelwand** (bijlage 10, bovenste profiel) of in een profiel wat **gemonteerd wordt in een inkassing en later wordt aangegrout**. Er bestaan ook oplossingen met een profiel wat wordt gebout op de vleugelwand. In het laatste geval hoeft er in de wand geen verzwaring te worden gemaakt ten behoeve van de inkassing. Laatst genoemde oplossing heeft niet de voorkeur wegens de kans dat de profielen beschadigd worden door het passerend verkeer. Daarom wordt gekozen voor ingestorte profielen. In bijlage 10 zijn daar 2 voorbeelden van gegeven. Het bovenste profiel wordt direct ingestort. Het onderste profiel wordt gemonteerd in een tijdelijke inkassing en aangevuld met grout. In het laatste geval is de maatvoering beter te garanderen.



De kering ter weerszijden van de coupure kan ook worden uitgevoerd als **damwand**. Hierbij is minder ruimte vereist dan bij een dijk. Ook in het geval de kering wordt doorgezet als dijk is het nodig dat de damwand een stuk doorloopt in het dijkprofiel om achterloopsheid te voorkomen.

- De aansluitende damwand of dijk wordt uitgevoerd zoals dat voor de aansluitende damwand of dijk is voorgeschreven.

Het centrale deel van elke coupure kan (afgezien van eigen gewicht) op 2 manieren worden belast:

1. In de **hoogwaterfase** grijpt er een **horizontaalkracht** en een **moment** aan op de bovenzijde van de balk als gevolg van de waterbelasting. Aanvullend werkt de hoogwaterbelasting tegen de damwand ook nog door in de grond onder de balk. Deze belasting moet door de damwand worden overgedragen naar de ondergrond.

Omschrijving locatie	Peil dijk	Peil weg	Kerend	moment	dwarskracht
	m NAP	m NAP	m	kNm/m	kN/m
1 C&I 1	3,4	2,7	0,7	0,57	2,45
2 C&I 2	3,4	2,6	0,8	0,85	3,20
3 IJzerleeuw 1	3,4	2,6	0,8	0,85	3,20
4 IJzerleeuw 2	3,4	2,6	0,8	0,85	3,20
5 IJzerleeuw 3	3,4	2,6	0,8	0,85	3,20
6 van der Kamp	3,4	2,7	0,7	0,57	2,45
7 VARO **	3,4	?			
8 Leenman 1 *	3,3	1,55	1,75	8,93	15,31
9 Leenman 2 *	3,3	1,6	1,7	8,19	14,45
10 Triferto	3,3	1,6	1,7	8,19	14,45

Er zijn dus eigenlijk 2 groepen kerende hoogtes: voor locatie 1 t/m 6 circa 0,8 meter en voor locatie 8 t/m 10 circa 1,75 meter.

2. In de **gebruiksfase** (ingeval er geen schotbalken geplaatst zijn) kan de funderingsbalk neerwaarts worden belast door verkeer. Daarvoor geldt de NEN-EN 1991-2. Dit geeft om te beginnen een **neerwaartse** belasting. Door een excentrisch aangrijpen van de belasting op de rand van de balk treedt er een wringend moment in de balk op welke als buiging wordt overgedragen naar de kop van de damwand. Hiervoor is aangelaste wapening vereist. Deze belasting moet door de damwand worden overgedragen naar de ondergrond. Ook kan de damwand **horizontaal** worden belast door verkeersbelasting op het maaiveld ter weerszijden van de coupure.

De damwandberekening wordt uitgevoerd conform de laatste versie 6 van de CUR166. Het hierin voorgestelde stappenplan wordt aangehouden en is als volgt:

- Stap 1: Bepaal de maatgevende uitgangspunten: dit gebeurt in het hierna volgende (en zonodig specifiek per locatie)
- Stap 2: Bepaal de karakteristieke/representatieve waarden van de parameters: dit gebeurt in het hierna volgende (en zonodig specifiek per locatie)
- Stap 3: Bepaal de rekenwaarden van de parameters. De rekenwaardes voor de hoogte van het maaiveld (zie stap 6.1 t/m 6.5) zijn gelijk aan de karakteristieke waarde van de hoogte. Immers: er is geen kans dat het maaiveld aan de waterzijde hoger of het maaiveld aan de landzijde lager ligt dan de ontwerphoogte. De rekenwaardes voor de hoogte van het water (zie stap 6.1 t/m 6.5) aan de waterzijde zijn gelijk aan de karakteristieke waarde van de hoogte. Aangehouden wordt aan de waterzijde de bovenzijde van het schot en aan de landzijde de reguliere grondwaterstand. Immers: er is geen kans dat het water aan de waterzijde hoger komt dan het schot.
- Stap 4: Kies berekeningsschema A of B
 A: rekenwaarden in alle fasen (meestal gekozen, zo ook hier)
 B: rekenwaarden in de te toetsen fase(n) en representatieve/karakteristieke waarden in voorgaande fasen
- Stap 5: Bereken de minimale inbeddingsdiepte (vrij opgelegde damwand) met de rekenwaarden van de parameters (lage rekenwaarde voor de beddingconstante)
- Stap 6: Dimensioneringsberekeningen (in 5 substappen: 6.1 t/m 6.5). Varieer de inbeddingsdiepte om te komen tot de meest economische oplossing. Meestal wordt een diepte gekozen die circa 0,5 tot 1 meter langer is dan de minimale diepte.
- Stap 7: Controle op het moment ($M_{s;d} < M_{r;d}$ in zowel de situatie van een ongecorrodeerde als een gecorrodeerde damwand)
- Stap 8: Controle op dwarskracht (en normaalkracht indien van toepassing)
- Stap 9: Controle op anker- en stempelkrachten (hier niet van toepassing)
- Stap 10: Controle op vervormingen (BGT): dit is lastig omdat de normen geen maximale verplaatsing voorschrijven. Voorgesteld wordt om een arbitraire waarde te kiezen van 25 mm op maaiveldniveau. Dit is de helft van wat RWS toelaatbaar acht voor permanente damwanden ingeval de eis kerende hoogte gedeeld door 200 niet maatgevend is. Wanneer de vervormingen op dat niveau tot 25 mm beperkt blijven wordt de constructie geacht nog goed te kunnen functioneren. Formeel zou voor de hoogwaterfase volgens de waterwet geen toets op vervorming nodig zijn en alleen maar een toets van niet falen (probabilistisch). De toets zou dan alleen op de gebruiksfase van toepassing zijn.
- Stap 11: Controleer overige mechanismen (Kranz, grondbreuk, totale stabiliteit, piping en hydraulische grondbreuk, verticale draagkracht) voor zover van toepassing. In dit geval (geen ankers) behoeft Kranz-stabiliteit niet getoetst te worden. Piping en hydraulische grondbreuk wordt door de waterveiligheidsmensen getoetst.
- Stap 12: Bespreek uitvoeringsaspecten (trillingen, zwaarte van inbrengen)
- Stap 13: Verifieer de keuzes



De krachtswerking wordt berekend met een niet gecorrodeerde damwand. Na corrosie zullen de momenten en dwarskrachten rekentechnisch afnemen en de vervorming rekentechnisch toenemen. Hier wordt op dit moment verder geen aandacht aan besteed.

Maaiveldbelasting in gebruiksfase:	verkeersbelasting LM1, zie NEN-EN1991-2
Maaiveldbelasting in hoog water fase:	water conform tabel 1.1
Grondwaterstand in gebruiksfase:	NAP0,0, afgeleid uit hoofdstuk 7.3 van [3]
Grondwaterstand in hoog water fase:	Aan de buitenzijde conform tabel 1.1 Aan de binnenzijde gelijk aan maaiveld
Reliability Class:	CC3 in de hoogwaterfase, CC1 in de gebruiksfase
Ontwerplevensduur:	100 jaar
Corrosiesnelheid:	conform NEN-EN 1993-5 tabel 4.1 (grond) en 4.2 (water), zie bijlage 11 en 13: 0,012 mm per zijde per jaar. Dit levert totaal 2,4 mm corrosie.

Corrosie na 100 jaar:

Corrosiesnelheid is conform NEN-EN1993-5 genomen.

Grondzijde:	ongeroerde grond:	1,20 mm
Waterzijde:	ongeroerde grond:	1,20 mm
Totaal:		2,40 mm

2.6 Veiligheidsfilosofie en rekenwijze

2.6.1 Veiligheidsfilosofie

De constructie wordt ontworpen op basis van zowel de Waterwet als het Bouwbesluit. Voor de veiligheidsfilosofie wordt verwezen naar het hoofddocument. Daarin is aangegeven dat **voor wat betreft de coupures gerekend kan worden met de rekenregels uit het Bouwbesluit omdat die maatgevend zijn boven die van de Waterwet.**

Daarom wordt in deze berekening alleen gekeken naar de rekenwijze volgens het Bouwbesluit zoals die geïmplementeerd is in het programma DSheet van Deltares. Daarin wordt in de hoogwatersituatie de waterstand vooralsnog ingevoerd gelijk aan de bovenzijde van de dijk en de schotbalken. Vooralsnog is aangehouden dat de schotbalken even hoog komen als de dijk en dat een eventuele staande golf niet hoger komt dan bovenzijde dijk/schotbalk. Op de geometrie worden de toeslagen toegepast volgens NEN9997-1 artikel 9.3.2.2 voor **grond** en volgens artikel 9.3.2.3 voor **water** (zie tabel 9.a). Hiermee is dan toch enigszins rekening gehouden met golfslag en een waterstand die iets boven de dijk/schotbalk uit komt. Er wordt in de hoogwatersituatie gerekend met CC3. In de gebruiksfase wordt gerekend met CC1.

2.6.2 Rekenwijze

Er worden 2 rekenmodellen gemaakt: één voor de hoog water situatie (model 1 met RC3) en één voor de verkeersbelasting (model 2 met RC1). Allereerst wordt bekeken wat de minimaal vereiste

lengte van de damwand is op basis van de hoog water situatie. De waterstand aan de landzijde wordt daarbij gesteld op maaiveldniveau. In dat model wordt aan de actieve zijde een negatieve wateroverspanning gerekend vanaf het maaiveld tot onderzijde damwand en aan de passieve zijde wordt een positieve wateroverspanning gerekend tot aan het maaiveld. Deze wateroverspanning is er voor bedoeld om er voor te zorgen dat de waterdruk aan de onderzijde van de damwand aan beide zijden van de wand gelijk is. De wateroverspanning is rechtlijnig ingevoerd als het waterdrukverschil tussen actieve en passieve zijde op maaiveldniveau gedeeld door twee maal de lengte van de damwand.

Vervolgens wordt gekeken wat de minimale lengte van de damwand is op basis van de verkeersbelasting (model 2).

Als gevolg van de verkeersbelasting zal de damwand aan de kop willen verplaatsen. Direct naast de belaste zone (3 meter) zou de verplaatsing als gevolg van verkeer dan 0 zijn. De aanwezige gording maakt echter dat de damwand naast de belaste zone van de gording ook mee zal verplaatsen. Met andere woorden: de belasting wordt gespreid over een grotere breedte dan alleen de verkeerszone (breed 3 meter). Dit kan worden benaderd door in model 2 een verende oplegging aan de bovenzijde van de damwand in rekening te brengen. De veerstijfheid van deze veer moet iteratief worden bepaald. Grofweg kan gezegd worden dat de veer ongeveer zo groot moet zijn dat de verplaatsing ter plaatse van de belaste zone ongeveer de helft wordt van de verplaatsing zonder die veer. Het blijkt dat met deze rekenwijze de momenten iets groter worden. In het DO zal deze rekenwijze worden verfijnd en zullen ook horizontale momenten in de gording worden bepaald.

Nadat op deze manier de definitieve lengte van de damwand is bepaald worden beide modellen doorgerekend.

NB: vooralsnog is gerekend met een ongecorrodeerde damwand. Wanneer met een gecorrodeerde damwand wordt gerekend wijzigen de resultaten enigszins.

2.7 Bodemopbouw

In de **TUN** staan de hierna volgende rekenwaardes voor de grond aangegeven:

Tabel 6.4: Sterkteparameters Stadsdijken Zwolle, rekenwaarden

Grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$	ϕ'_k [°]	Ψ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	S [-]	m [-]	POP [kN/m ²]	OCR [-]
Klei	18,5 / 18,5	-	-	-	0,28	0,81	12 / 5	1,36
Veen	10,5 / 10,5	-	-	-	0,30	0,81	23 / 5	1,47
Zand, pleistoceen	18,0 / 20,0	32,9	0	0	-	-	-	-
Klei, dijksmateriaal	17,0 / 17,0	26,9	0	0	-	-	-	-

In de **TUN** is ook nog bijgaande tabel opgenomen (NB hier is weer sprake van een andere hectometrering als die welke in tabel 1.1 wordt gebruikt):



Tabel B3-1 Dikte slappe lagen pakket langs het traject van Stadsdijken

Deeltraject	Hectometrering		Dikte slappe lagen pakket [m]
	Van [hm]	Tot [hm]	
1	46,79	46,82	Ca. 1 m (klei)
1	46,82	46,99	Ca. 2 m (klei)
1	46,99	47,07	Ca. 1 m (klei)
1	47,07	47,13	Geen slappe lagen pakket
1	47,13	47,47	Ca. 2 m (klei en veen)
1	47,47	47,68	Niet bekend*
1	47,68	47,80	Ca. 2 m (klei en veen)
1	47,80	48,20	Geen slappe lagenpakket
2	48,53	49,20	2-3 m (klei en veen)
3	89,74	90,88	2 m (klei en veen).
4a/b	90,25	90,88	2 m (klei en veen). De laatste 200 m neemt dikte toe en alleen klei.
4c	90,88	91,3	0,5-1 m (klei)
4d	91,3	91,93	1-2 m**
4d	91,93	92,3	3-4 m (klei)
5a	92,3	93,4	3-4 m (klei)
5b	94,33	94,70	Zand
5b	94,70	95,13	Afwisselend kleiig/zandig
5b	95,13	95,30	0,5-1 m (klei)

*Geen grondonderzoek beschikbaar

**Op basis van geotechnisch lengteprofiel van het achterland

Bij de coupures 1 t/m 8 zitten we in deeltraject 1b, 2a en 2c.

Bij de coupures 9 t/m 11 zitten we in deeltraject 4a/b.



Bij de **berekening van de zetting** is gerekend met onderstaande gegevens:

- **Locatie:** hm 53-90.25
- Ophoging:
 - 0,4 m (verwachte gemiddelde kruinophoging)
 - 0,8 m (worst-case benadering)
- Bodemopbouw: zie Tabel B14.6
- Zettingsparameters conform NEN 9997-1 Tabel 2.b (zie Tabel B14.7)

Tabel B14.6: Bodemopbouw t.b.v. indicatieve zettingsberekening

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Grondlaag
+2,4	+0,0	Dijksmateriaal (afwisselend zand- en kleilaagjes)
+0,0	-0,8	Klei, matig siltig
-0,8	-2,0	Veen
-2,0	-10,0	Zand

Tabel B14.7: Zettingsparameters indicatieve berekening

Materiaal	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$	C_p	C'_p	C_s	C'_s	OCR	c_v
Dijksmateriaal	18/18	690	230	1020	340	1,1	$1 \cdot 10^{-7}$
Klei matig siltig – matig humeus	16/16	45	15	510	170	1,2	$1 \cdot 10^{-7}$
Veen	11/11	18	6	60	20	1,2	$1 \cdot 10^{-7}$
Zand zwak- matig siltig	18/20	1350	450	Inf.	Inf.	1,1	Drained

Op basis van het grondonderzoek [2] is in 2.7.1 en 2.7.2 de bodemopbouw geschematiseerd. De grondsoort met bijbehorend volumiek gewicht, hoek van inwendige wrijving en cohesie is bepaald aan de hand van de conuswaarde en het wrijvingsgetal door correlatie met tabel 2.b van NEN9997-1 rekening houdend met de effectieve verticale grondspanning σ'_v . De wandwrijvingshoek is gesteld op maximaal 2/3 maal de hoek van inwendige wrijving conform NEN9997-1 artikel 9.5. De beddingconstanten zijn bepaald aan de hand van tabel 3.3 van CUR166 versie 6 deel 1. Over de hoogte van de betonnen gording is per definitie overal los gepakt zand gerekend, mede omdat hier een (geroerd) zandbed aanwezig is voor de bestrating.

Voor pleistoceen zand is in de **TUN** boven water 18 kN/m³ en onder water 20 kN/m³ aangehouden. Onduidelijk is op welk niveau het pleistoceen zand begint. Voor zand beneden NAP-2 meter is boven water 18 kN/m³ en onder water 20 kN/m³ aangehouden. In de **TUN** is voor veen voor zowel onder als boven water 10,5 of 11 kN/m³ aangehouden.

In de tabellen in 2.7.1 en 2.7.2 zijn hier en daar waarden gebruikt die licht afwijken van de TUN, mede omdat in de TUN ook geen volledige consistentie te vinden is. Dit geeft echter geen grote afwijkingen in rekenresultaat. Gepoogd zal worden om in het DO waardes te gebruiken die beter aansluiten bij de **TUN**.



2.7.1 Bodemopbouw C&I 1

Ter plaatse zijn sondering S53-48.01B en S53-48.02B representatief. Beide sonderingen zijn gelijkwaardig.

Tabel 2.1 Bodemopbouw C&I 1

Grondsoort	Niveau Bovenkant	γ	γ_{sat}	Φ'_{rep}	δ'_{rep}	C'_{rep}	Bedding constante $k_{h1,1}$	Bedding constante $k_{h2,2}$	Bedding constante $k_{h3,3}$
	[m NAP]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]
los gepakt zand	2,70	17	19	30	20	0	12000	6000	3000
matig gepakt zand	2,10	17	19	32,5	21,66	0	20000	10000	5000
los gepakt zand	1,00	17	19	30	20	0	12000	6000	3000
matig gepakt zand	0,00	17	19	32,5	21,66	0	20000	10000	5000

2.7.2 Bodemopbouw Leenman 1

Ter plaatse zijn sondering S53-90.26C, S53-90.26E en S53-90.29E representatief (zie bijlage 8). Er is weinig verschil tussen genoemde sonderingen. Eerstgenoemde sondering is gebruikt voor de invoer van de bodemopbouw.

Tabel 2.2 Bodemopbouw Leenman 1

Grondsoort	Niveau Bovenkant	γ	γ_{sat}	Φ'_{rep}	δ'_{rep}	C'_{rep}	Bedding constante $k_{h1,1}$	Bedding constante $k_{h2,2}$	Bedding constante $k_{h3,3}$
	[m NAP]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[°]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]
los gepakt zand	1,55	17	19	30	20	0	12000	6000	3000
Zanderige klei	0,95	18	18	22,5	15	0	4000	2000	800
veen	-1,00	10	12	15	0	1	1000	500	250
los gepakt zand	-2,00	17	19	30	20	0	12000	6000	3000

2.8 Fasering

De hieronder beschreven fasering is aangehouden. Indien hiervan wordt afgeweken dient dit te worden overlegd met de constructeur/ geotechnisch adviseur. Een andere fasering betekent namelijk gewijzigde krachtswerking in de damwandconstructie en mogelijk een onveilige situatie.

Bouwfasering

- Weg buiten gebruik stellen en verharding verwijderen tot zover noodzakelijk
- Tot zover nodig ontgraven en vervolgens aanbrengen damwand
- Aanbrengen betonbalk
- Grond aanvullen en aanbrengen wegconstructie

In DSHEET wordt de volgende fasering aangehouden:

Fase 1: gebruiksfase

- Verkeersbelasting LM1 eenzijdig van de coupure en verkeer op de coupure

Fase 2: hoog waterfase

- Hoog water eenzijdig van de coupure (geen verkeersbelasting achter de coupure)

2.9 Belastingen

In H2.5 zijn belastingen gegeven die in de bouwphase en in de gebruiksfase werkzaam zijn. In de gebruiksfase is er sprake van verkeersbelasting op en nabij de coupures. Deze verkeersbelasting bestaat uit LM1 en LM2 conform NEN-EN 1991-2. De belasting kan naast en op de damwand staan. Voor de belasting **op** de damwand is LM2 maatgevend. De aslast bedraagt $\beta_q \cdot Q_{ak}$ met $Q_{ak} = 400$ kN. De wielen staan 2 meter uit elkaar en hebben een wielprint van 350*600 mm (350 mm in de rijrichting en 600 mm dwars daarop). Bij een breedte van de sloof van 600 mm is de excentriciteit van de aslast dan $600/2 - 350/2 = 125$ mm. Het moment bedraagt dan $400 \cdot 0,125 = 50$ kNm. Dit moment werkt op $2,0 + 0,6 = 2,6$ meter, maar door spreiding kan dit moment verdeeld worden over een grotere breedte. Voorlopig wordt hiervoor 5 meter aangehouden waardoor het moment 10 kNm/m wordt. In het DO kan hier zonnig nader aandacht aan worden besteed. Volgens de nationale bijlage geldt $\beta_q = \alpha_{Q1}$. De waarden voor α_{Q1} zijn te vinden in onderstaande tabel uit de nationale bijlage.

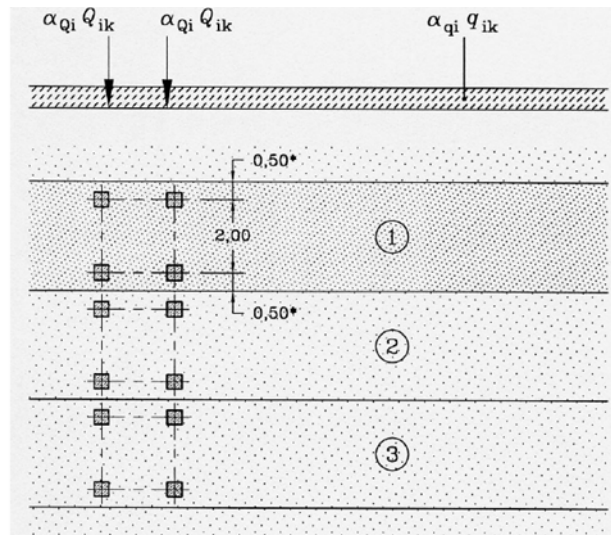
Tabel NB.1 — Correctiefactoren α_{Q1} , α_{q1} en α_{qr}

Aantal vrachtwagens per jaar per rijstrook voor zwaar verkeer N_{obs}^a	α_{Q1} en α_{q1}				α_{qr}
	Lengte van de overspanning of invloedslengte (L)				
	20 m	50 m	100 m	≥ 200 m	
$\geq 2\,000\,000$	1,0	1,0	1,0	1,0	
200 000	0,97	0,97	0,95	0,95	0,90
20 000	0,95	0,94	0,89	0,88	0,80
2 000	0,91	0,91	0,82	0,81	0,70
200	0,88	0,87	0,75	0,74	0,60

^a Tussengelegen waarden mogen worden geïnterpoleerd.

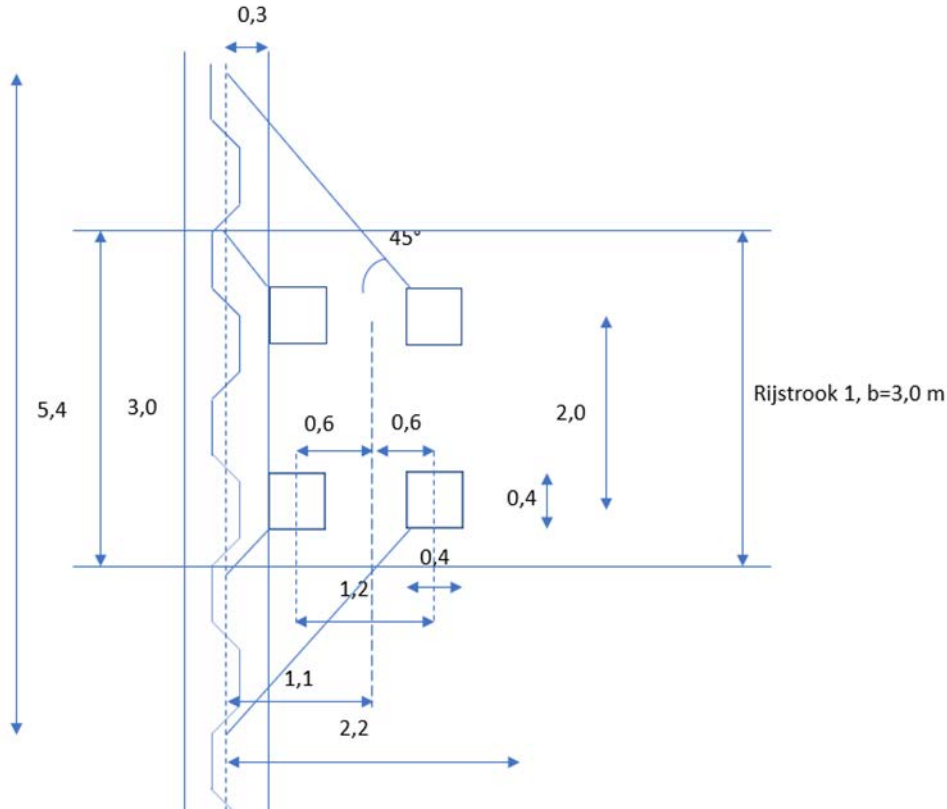
De situatie is niet voor elke coupure gelijk. Veiligheidshalve wordt daarom voor alle coupures aangehouden $\alpha_{Q1} = 1$.

Voor de belasting **naast** de damwand geldt dat LM1 (**vlaklasten** $\alpha_{q1} \cdot q_1$ en **aslasten** $\alpha_{Q1} \cdot Q_1$) wordt aangehouden omdat deze een grotere totaalbelasting geeft dan LM2.



Verklaring

- (1) rijstrook nummer 1 : $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
 - (2) rijstrook nummer 2 : $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
 - (3) rijstrook nummer 3 : $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$; tussenafstand assen in tandemstelsel = 1,2 m
- * Voor $w_l = 3,00 \text{ m}$



Om de juiste gronddruk tegen de damwand te genereren zijn de aslasten gespreid gerekend. Voor de **aslasten** geldt op rijstrook 1: $\alpha_{q1} \cdot Q_1 = 1 \cdot 300 = 300 \text{ kN}$. Voor de **vlaklast** op rijstrook 1 geldt $\alpha_{q1} \cdot q_1 = 1 \cdot 9 = 9 \text{ kPa}$. Rijstrook 2 en volgende zijn niet maatgevend. De volgende gespreide belasting is gebruikt in de D-sheetpiling van 0 tot 2,2 meter uit de wand: $600 / (5,4 \cdot 2,2) = 50,5 \text{ kPa}$. Over een oneindige lengte is tevens 9 kPa gerekend. Van 0 tot 2,2 meter is dat samen $59,9 \text{ kPa}$.

Voor coupure 8 is gebleken dat de waterbelasting maatgevend is boven de horizontale verkeersbelasting. Voor coupure 9 en 10 is dat waarschijnlijk ook het geval. Voor coupure 1 t/m 6 is dat niet het geval.

2.10 Sterkte damwand na corrosie

De ongecorrodeerde damwand in S240 valt (met $(b/t_i)/\varepsilon = 42 < 45$) in klasse 2.

Buiging:

$W_{el} = 1245 \text{ cm}^3/\text{m}$. Scheve buiging is niet van toepassing bij Z profielen.

$$M_{R,el} = 1245 \cdot 240 = 299 \text{ kNm/m}$$

Dwarskracht:

$V_{pl,R;d} = A_v \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$ conform NEN-EN1993-5 artikel 5.2.2 (4). Hierin geldt $A_v = t_w \cdot (h - t_f) = 8,5 \cdot (344 - 8,5) = 2852 \text{ mm}^2$.

Er geldt dan $V_{pl,R;d} = 2 \cdot 2852 / 1,54 \cdot 240 / (\sqrt{3} \cdot 1,0) = 513 \text{ kN/m}$.

Lokaal bezwijken (shear buckling), NEN-EN1993-5 artikel 5.2.2 (6)):



De flens moet worden getoetst op plooi ingeval geldt $c/t_w > 72 \cdot \epsilon$. Er geldt $c/t_w = \text{ongeveer } 350 \cdot \sqrt{2} = 495/8,5 = 58$ en $72 \cdot \epsilon = 71$. Aangezien $58 < 71$ hoeft niet te worden getoetst op plooi.

Corrosie na 100 jaar:

Corrosiesnelheid is conform NEN-EN1993-5 genomen.

Grondzijde: ongeroerde grond: 1,20 mm

Waterzijde: ongeroerde grond: 1,20 mm

Totaal: 2,40 mm

Width	Height	Thickness		Sectional area	Mass		Moment of inertia	Elastic section modulus	Static moment	Plastic section modulus	Class ¹⁾						
b	h	t	s	cm ² /m	single pile	wall	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m	cm ³ /m	S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP	S 460 AP
mm	mm	mm	mm		kg/m	kg/m ²											
770	344	8.5	8.5	120	72.6	94	21430	1245	740	1480	2	2	3	3	3	3	3

Section

S = Single pile
D = Double pile

Sectional area

Mass

Moment of inertia

Elastic section modulus

Radius of gyration

Coating area¹⁾

cm²

kg/m

cm⁴

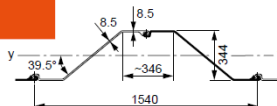
cm³

cm

m²/m

AZ[®]-700 and AZ[®]-770

AZ 12-770



Per S

92.5

72.6

16500

960

13.36

0.93

Per D

185.0

145.2

33000

1920

13.36

1.85

Per m of wall

120.1

94.3

21430

1245

13.36

1.20

Na corrosie valt de damwand (met $(b/t)/\epsilon = 58 < 66$) in klasse 3 (zie bijlage 11). Na corrosie is het elastisch weerstandsmoment nog 975 cm³/m. Het opneembaar **moment** is dan $M_{R,el} = 975 \cdot 240 = 234$ kNm/m.

Opneembare **dwarskracht** na corrosie: stel $V_{pl,R;d} = (8,5-2,4)/8,5 \cdot 513 = 368$ kN/m.

Shear buckling: na corrosie geldt $c/t_w = 58 \cdot 8,5/(8,5-2,4) = 81$. Aangezien $81 > 71$ moet worden getoetst op shear buckling. Vooralsnog is dit niet gedaan gezien de nu aanwezige ruime marges. Dit wordt zonodig verder in het DO wel uitgewerkt.

2.11 Ontwerpkeuzes

- De damwandconstructie wordt opgebouwd met warmgewalste stalen damwandprofielen
- Damwanden kunnen hoog frequent trillend (met variabel momentblok) worden aangebracht. Trillingen en hieruit voortkomend risico op schade aan bebouwing worden op deze manier beperkt. Bestaande bebouwing staat per locatie op nader te bepalen afstand van de aan te brengen damwand. Indien de damwand trillingsvrij aangebracht moet worden kan worden gekozen om de damwanden te drukken. Hiervoor is in de regel een zwaarder damwandprofiel noodzakelijk dan wat uit oogpunt van onderloopsheid of stabiliteit vereist is



3 Berekening krachtswerking

3.1 C&I 1

Gerekend is met een AZ12-770 van 3 meter.

3.1.1 Hoog water (RC3)

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-5,04	-4,92	0,0	21,9	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2		-4,91	-4,88	0,0	21,9	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3		-5,04	-4,92	0,0	21,9	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		-4,91	-4,88	0,0	21,9	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,7	-3,05	-3,19	0,0	14,6	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,350		-4,11	-4,30			
Max		0,7	-5,04	-4,92	0,0	21,9	Sufficient

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
hoog water fase	6,42

3.1.2 Verkeer (RC1)

Voorlopig is gerekend met een arbitrair gekozen veerconstante voor de werking van de gording van 10.000 kN/m (zie hoofdstuk 2.6). De veerconstante is dusdanig bepaald dat de verplaatsing aan de kop van de damwand ongeveer de helft is van de verplaatsing zonder een verende oplegging aan de kop.



2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-3,15	-19,86	33,2	38,4	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.2		-3,99	-14,10	33,3	40,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.3		-3,15	-19,90	33,0	38,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		-4,13	-14,16	33,1	39,9	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	2,0	-3,77	-15,18	17,3	22,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,350		-5,08	-20,50			
Max		2,0	-5,08	-20,50	33,3	40,2	Sufficient

2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support veer gording	
		Force [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Step 6.1	-32,01	-
1	EC7(NL)-Step 6.2	-17,46	-
1	EC7(NL)-Step 6.3	-31,89	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-17,40	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,350	-25,15	-
Max		-32,01	-

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
gebruiksfas	2,19

De neerwaartse belasting op de gording uit LM2 bedraagt (zonder spreiding door de gording te rekenen) $1,35 \cdot 400/3 = 180$ kN/m (eigen gewicht verwaarloosd).

3.2 Leenman 1

Gerekend is met een AZ12-770 van 6 meter.

3.2.1 Hoog water (RC3)

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	EC7(NL)-Stap 6.1		-92,32	69,03	0,0	53,4	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.2		-91,32	67,32	0,0	52,9	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.3		-92,32	69,03	0,0	53,4	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-91,32	67,32	0,0	52,9	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5	23,4	-44,49	29,40	0,0	28,5	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,350		-60,06	39,70			
Max		23,4	-92,32	69,03	0,0	53,4	Voldoet

2.2 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
hoog water fase	3,61



3.2.2 Verkeer (RC1)

Voorlopig is gerekend met een arbitrair gekozen veerconstante voor de werking van de gording van 2500 kN/m (zie hoofdstuk 2.6). De veerconstante is dusdanig bepaald dat de verplaatsing aan de kop van de damwand ongeveer de helft is van de verplaatsing zonder een verende oplegging aan de kop.

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	EC7(NL)-Stap 6.1		16,32	-22,05	19,9	26,0	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.2		-9,44	-20,37	20,3	27,3	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.3		17,64	-22,64	20,2	26,0	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.4		-9,21	-20,85	20,5	27,2	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5	4,5	14,19	-20,11	14,2	19,2	Omhoog
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200		17,03	-24,13			
Max		4,5	17,64	-24,13	20,5	27,3	Voldoet

2.2 Steunpunten

Fase nr.	Verificatie type	Steunpunt veer gording	
		Kracht [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Stap 6.1	-16,20	-
1	EC7(NL)-Stap 6.2	-8,19	-
1	EC7(NL)-Stap 6.3	-16,54	-
1	EC7(NL)-Stap 6.4	-8,31	-
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200	-13,11	-
Max		-16,54	-

2.3 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiiliteitsfactor [-]
gebruiksfasen	6,23

De neerwaartse belasting op de gording uit LM2 bedraagt (zonder spreiding door de gording te rekenen) $1,35 \cdot 400/3 = 180$ kN/m (eigen gewicht verwaarloosd).



4 Toetsing

4.1 C&I 1

Opneembaar moment na corrosie: verkeer is (net) maatgevend

Unity check: $5,08 / 234 = 0,02 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Opneembare dwarskracht na corrosie: verkeer is maatgevend

Unity check: $20,5 / 368 = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Doorbuiging voor corrosie: verkeer is maatgevend

Unity check: $2,0 / 25 = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Stabiliteit volgens Bishop: verkeer is maatgevend

Unity check: $1,0 / 2,19 = 0,46 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Bezwijken van de grond: verkeer is maatgevend

Het grootste percentage mobilisatie passieve weerstand bedraagt 40,2 %.

Toelaatbaar is $100 \cdot 1/1,7 = 59\%$ in veiligheidsklasse III ($\beta = 4,2$).

Unity check: $40,2 / 59 = 0,68 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Verticaal draagvermogen:

Gerekend wordt met q_c is gemiddeld 5 MPa in het draagkrachtige zand.

Omtrek damwand $2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

Inheidiepte in draagkrachtig zand 2,4 m (planklengte minus hoogte gording)

$\alpha = 0,006$ (palen met weinig grondverdringing)

Bezwijkwaarde draagkracht: $5 \cdot 2,4 \cdot 2,4 \cdot 0,006 \cdot 1000 = 173 \text{ kN/m}$.

Rekenwaarde draagkracht = bezwijkwaarde draagkracht gedeeld door ξ en gedeeld door $\gamma = 1,2$.

Bij 2 sonderingen en een stijve fundering geldt $\xi = 1,32$. De rekenwaarde van de draagkracht wordt dan $173 / (1,2 \cdot 1,32) = 109 \text{ kN/m}$.

Rekenwaarde belasting zonder spreiding door de gording 180 kN/m.

Conclusie: ingeval spreiding van de bovenbelasting gerekend kan worden over 6 in plaats van 3 meter is de rekenwaarde van de belasting 90 kN/m en voldoet de verticale draagkracht.

Aangenomen wordt dat dit in het DO verder aangetoond kan worden, mede doordat de grond direct onder de gording draagkrachtig is.

4.2 Leenman 1

Opneembaar moment na corrosie: hoog water is maatgevend

Unity check: $92,32 / 234 = 0,39 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Opneembare dwarskracht na corrosie: hoog water is maatgevend

Unity check: $69,03 / 368 = 0,19 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.



Doorbuiging voor corrosie: hoog water is maatgevend

Unity check: $23,4 / 25 = 0,94 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Stabiliteit volgens Bishop: hoog water is maatgevend

Unity check: $1,0 / 3,61 = 0,28 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Bezwijken van de grond: hoog water is maatgevend

Het grootste percentage mobilisatie passieve weerstand bedraagt 53,4.

Toelaatbaar is $100 \cdot 1/1,7 = 59\%$ in veiligheidsklasse III ($\beta = 4,2$).

Unity check: $53,4 / 59 = 0,91 < 1,0 \Rightarrow$ voldoet.

Verticaal draagvermogen: verkeer is maatgevend

Gerekend wordt met q_c is gemiddeld 5 MPa in het draagkrachtige zand.

Omtrek damwand $2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

Inheidiepte in draagkrachtig zand $4,45 - 2 = 2,45 \text{ m}$

$\alpha = 0,006$ (palen met weinig grondverdringing)

Bezwijkwaarde draagkracht: $5 \cdot 2,4 \cdot 2,45 \cdot 0,006 \cdot 1000 = 176 \text{ kN/m}$.

Rekenwaarde draagkracht = bezwijkwaarde draagkracht gedeeld door ξ en gedeeld door $\gamma = 1,2$.

Bij 2 sonderingen en een stijve fundering geldt $\xi = 1,32$. De rekenwaarde van de draagkracht wordt dan $176 / (1,2 \cdot 1,32) = 111 \text{ kN/m}$.

Rekenwaarde belasting zonder spreiding door de gording 180 kN/m.

Conclusie: ingeval spreiding van de bovenbelasting gerekend kan worden over 6 in plaats van 3 meter is de rekenwaarde van de belasting 90 kN/m en voldoet de verticale draagkracht.

Aangenomen wordt dat dit in het DO verder aangetoond kan worden. Zonodig moet daarvoor de damwand iets langer gekozen worden of moeten stalen palen opgenomen worden tussen de damwanden (bijvoorbeeld zoals bij een combiwand) of in damwandkassen waarvoor de balk aan de onderzijde plaatselijk verzwakt moet worden.

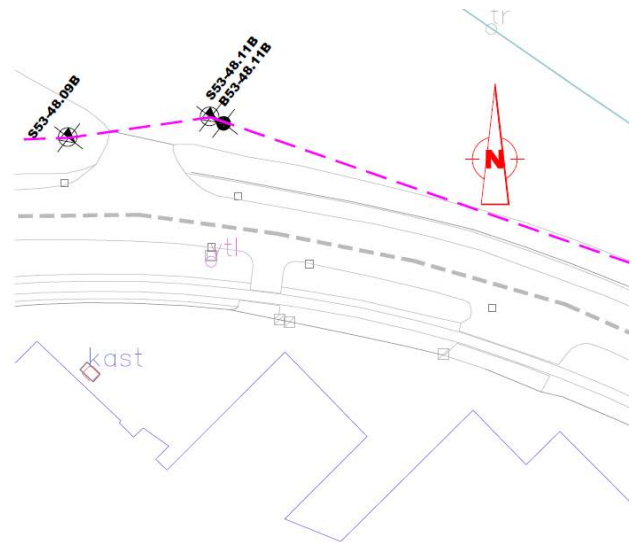
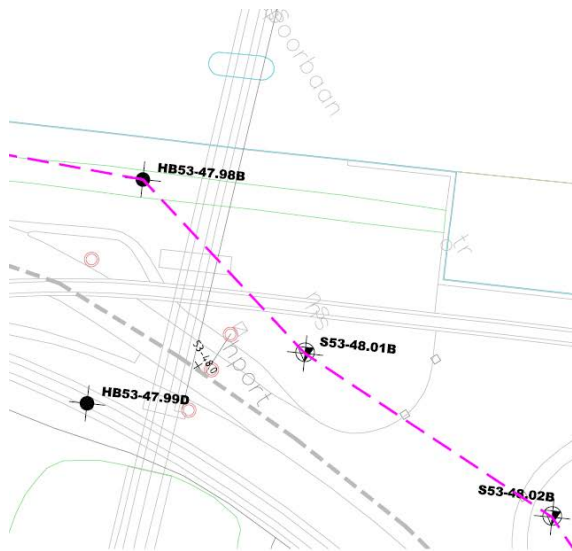
5 Résumé en aandachtspunten

In de dit VO is aangetoond wat de lengte van de stalen damwanden onder de drempel van de coupure moet gaan worden. Voorlopig alleen nog voor C&I 1 en Leenman1. De coupures 2 t/m 6 worden aangehouden als coupure 1 (C&I 1) en de coupures 9 en 10 worden aangehouden als coupure 8 (Leenman 1).

1. C&I, obj 47: moet het bestaande rolhek terugkomen. Ik neem aan van wel. Waar dan? Het bestaande hek loopt schuin door de locatie van de coupure. Rolhek is zo niet mogelijk (tussen de vleugelwanden). Is hier lokaal ook de damwandoplossing interessant (in plaats van de dijkoplossing)?
2. C&I, obj 48: moet het bestaande rolhek terugkomen. Ik neem aan van wel. Waar dan? Het bestaande hek loopt ongeveer ter plaatse van de coupure. Rolhek is zo niet mogelijk (tussen de vleugelwanden). Is hier lokaal ook de damwandoplossing interessant (i.p.v. de dijkoplossing)?
3. IJzerleeuw1, obj 49: het hek kan zo blijven (met kleine aanpassing).
4. IJzerleeuw2, obj 58: het hek kan zo blijven (met kleine aanpassing)
5. IJzerleeuw3, obj 59: is hier voor variant 2 (damwand) gekozen i.p.v. dijk? Hek kan dan vlak achter damwand lopen. Let op risico trillen i.v.m. nabijgelegen pand.
6. Van der Kamp, obj 60: is hier voor variant 2 (damwand) gekozen i.p.v. dijk? Let op risico trillen i.v.m. nabijgelegen pand.
7. VARO:
8. Leenman1, obj80: bestaande coupure slopen. Bestaand rolhek is zo niet meer mogelijk (tussen de vleugelwanden). Is hier lokaal ook de damwandoplossing interessant (i.p.v. de dijkoplossing)? Let op: "Waterveiligheidsscherf". Let op risico trillen i.v.m. nabijgelegen pand.
9. Leenman2, obj 81: bestaande coupure slopen. Wat gebeurt er met de portaalconstructie (indoor ski)? Nieuw draaihek maken (2*3 meter)? Let op: "Waterveiligheidsscherf". NB: aan de NW zijde van de coupure staat een (fietsen?)hokje. Dat staat in het nu ontworpen talud.
10. Triferto, obj 82: bestaande coupure slopen. Let op: "Waterveiligheidsscherf". Let op risico trillen i.v.m. nabijgelegen pand.



Bijlage 1 Grondonderzoek en DSheet C&I 1



Sondering S53-48.01B

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 30-08-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1414

Soort conus : Elektrisch

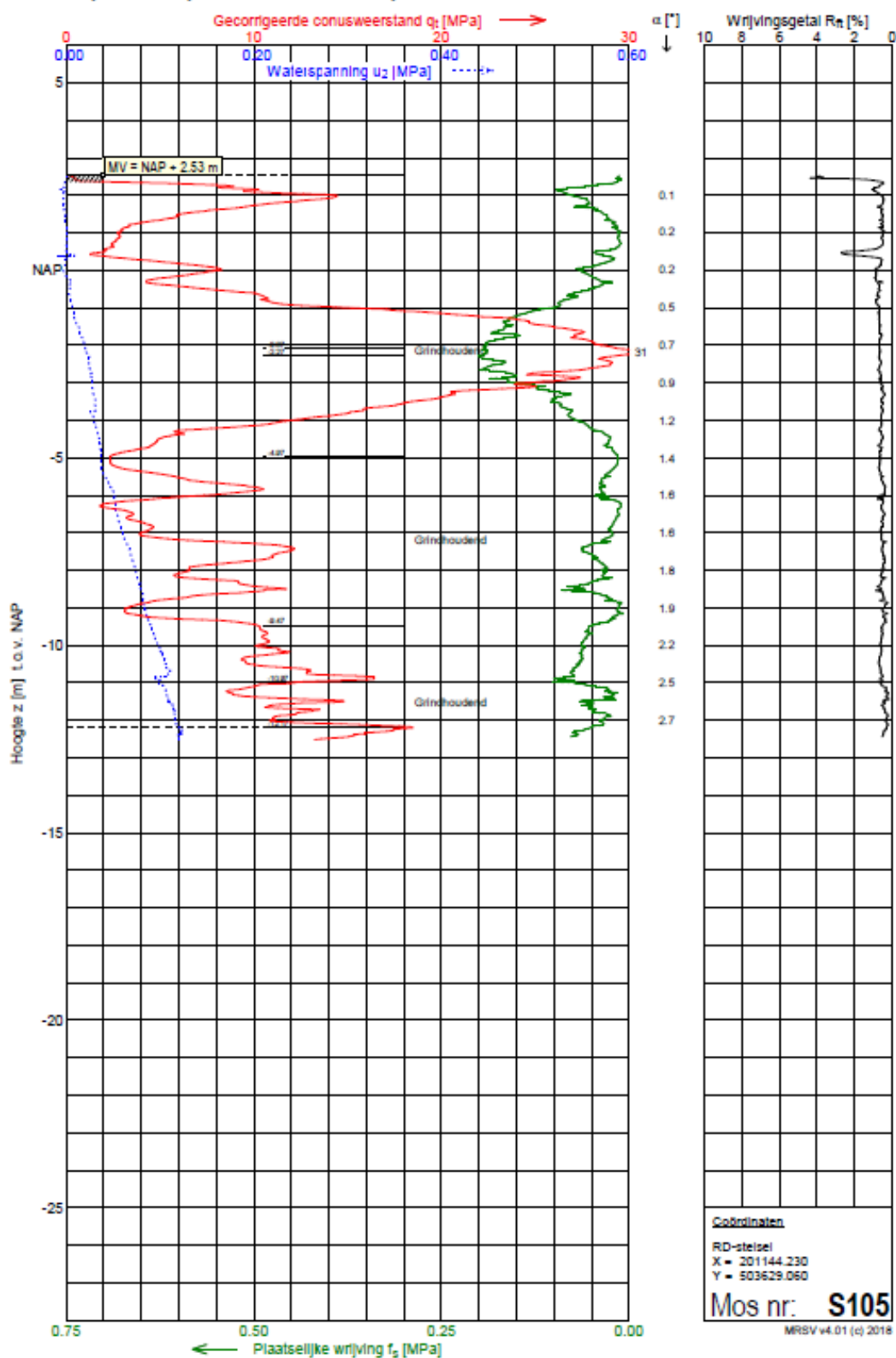
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1



Sondering S53-48.02B

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 09-07-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1468

Soort conus : Elektrisch

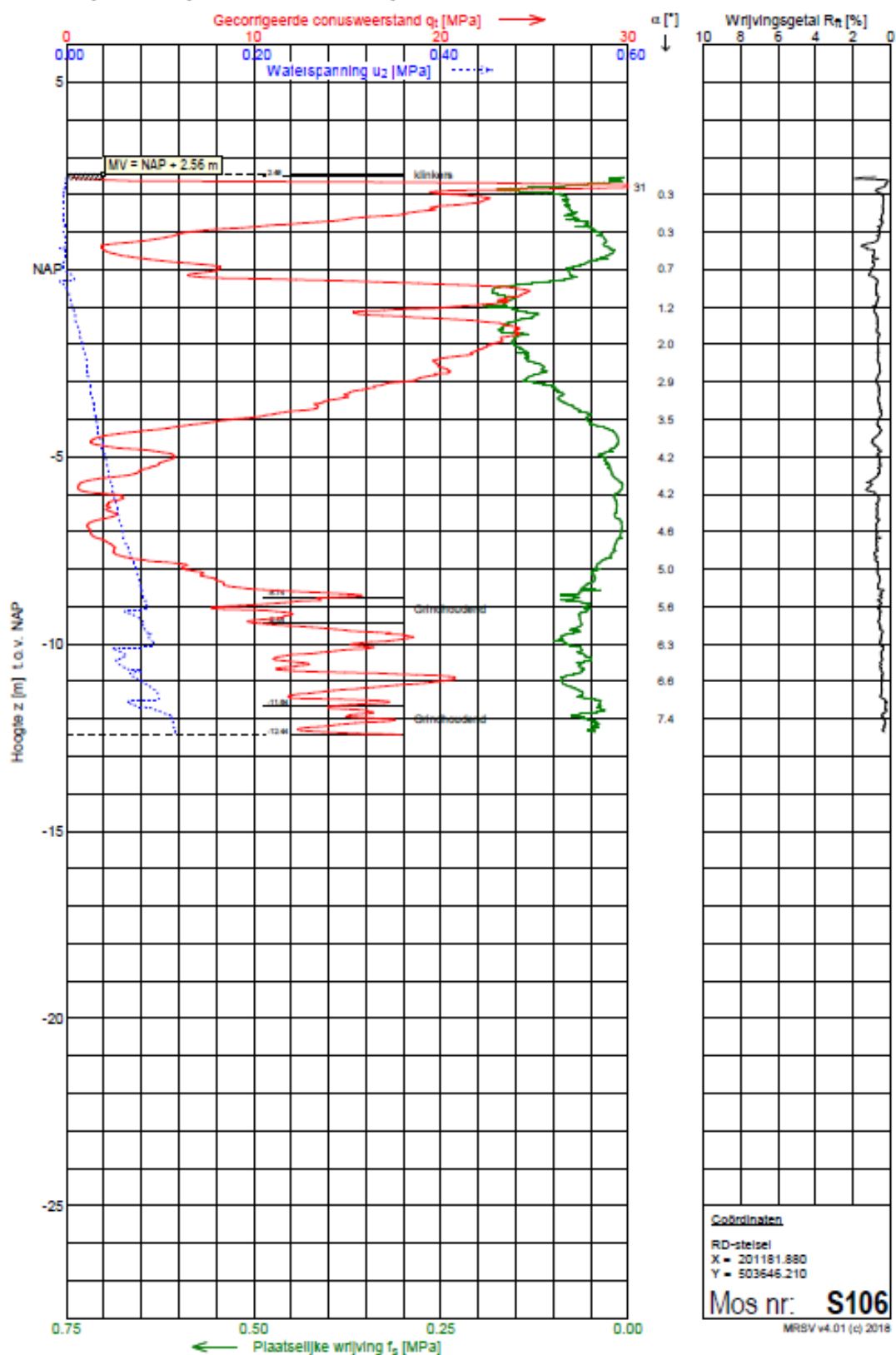
Opp. conuspunt : 1000 mm^2

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

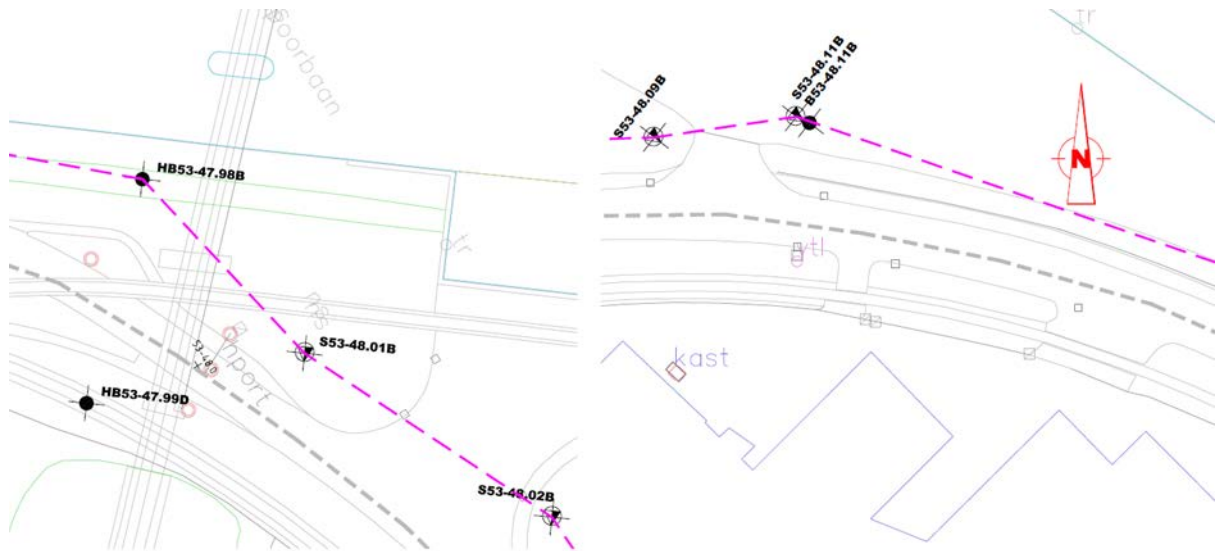
Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1





Bijlage 2 Grondonderzoek C&I 2





Sondering S53-48.09B

Opdracht : 1800737

Conus nummer : C10-CFIIP.462

Plaats : Zwolle

Soort conus : Elektrisch

Datum : 09-07-2018

Opp. conuspunt : 1000 mm²

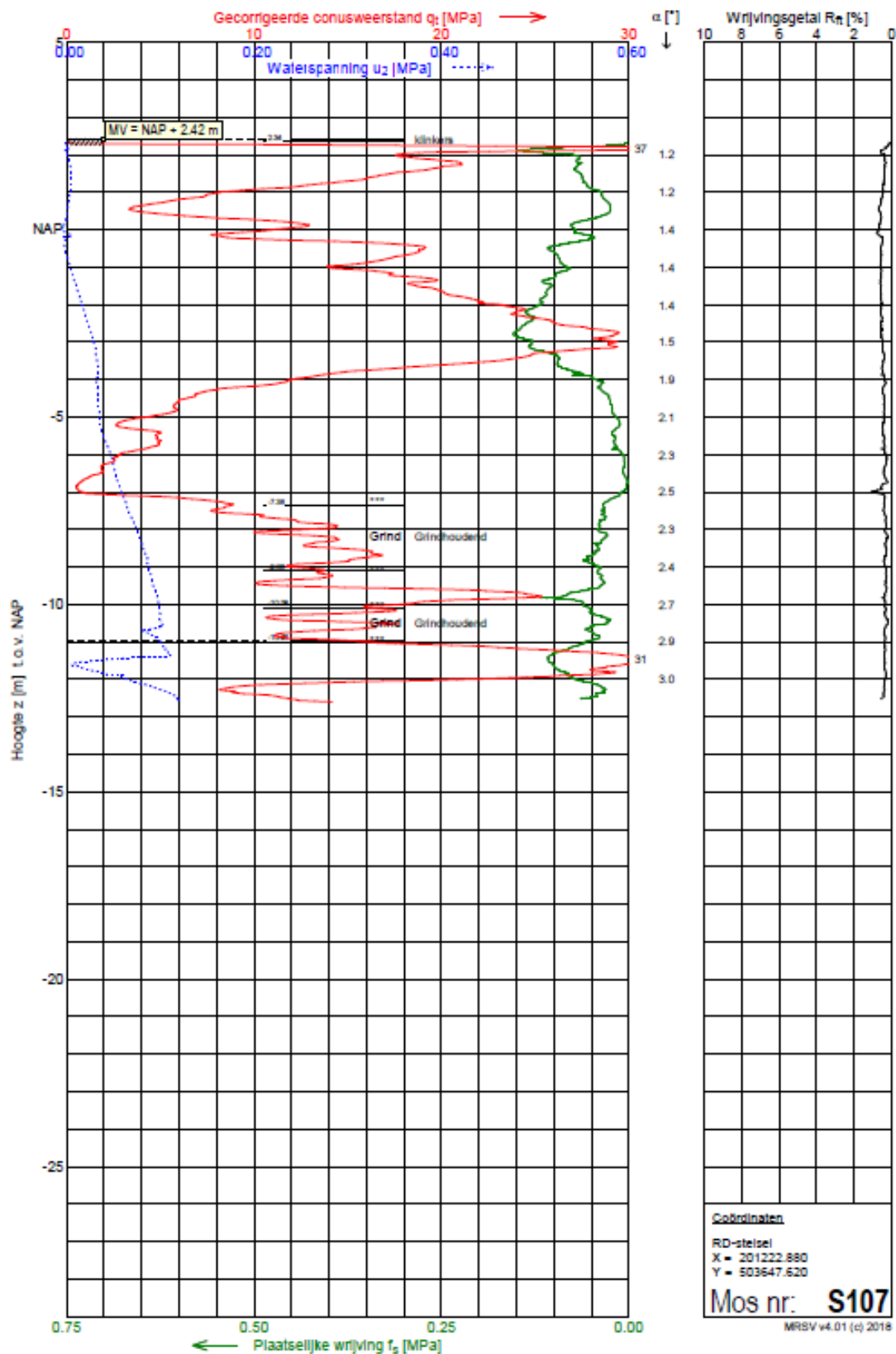
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1





Sondering S53-48.11B

Opdracht : 1800737

Conus nummer : S10-CFIIP.1468

NEN-EN-ISO-22476-1

Plaats : Zwolle

Soort conus : Elektrisch

Klasse 2, type TE2

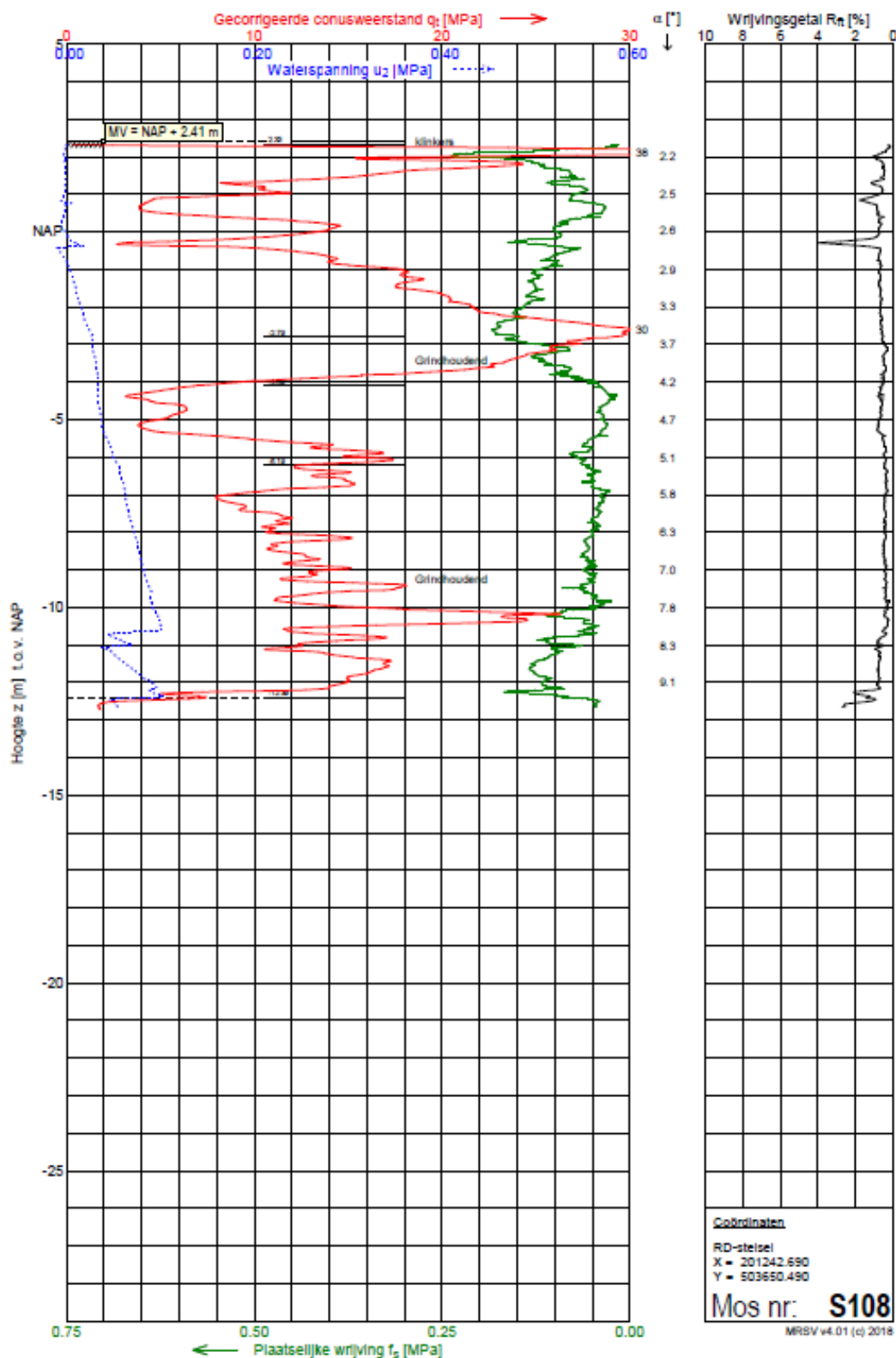
Datum : 09-07-2018

Opp. conuspunt : 1000 mm²

Sondeerunit : SW10

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Blad : 1 van 1



Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

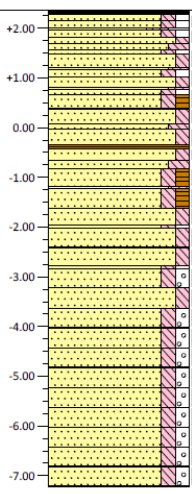
BOORBESCHRIJVING

Lab- / veldclassificatie

NEN5104

BORING : B53-48.11B

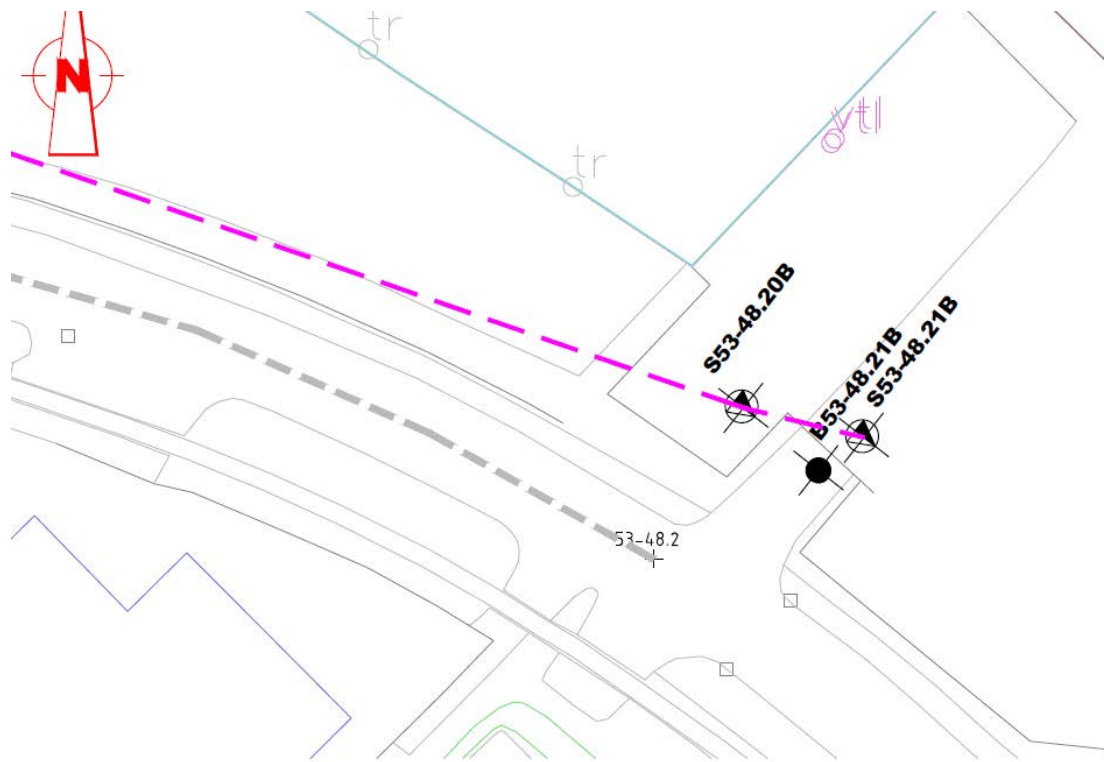
Datum : 10-07-2018 X : 201244.510 Boormethode : Puls/Ack
GWS : NAP +0.07 m Y : 503649.640 Boormeester : AK
Maaiveld : NAP +2.37 m Beschrijver : AK
Opmerking : - MOS ref.nr. : MB326

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1 t/m 2 3 t/m 5 6 t/m 7 8 t/m 10 11 t/m 13 14 t/m 16 17 18 t/m 21 22 t/m 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	+2.37 +2.27 +2.27 +2.14 +2.14 +2.00 +2.00 +1.97 +1.97 +1.81 +1.81 +1.69 +1.69 +1.57 +1.57 +1.47 +1.47 +1.21 +1.21 +1.17 +1.17 +1.01 +1.01 +0.80 +0.80 +0.77 +0.77 +0.65 +0.65 +0.39 +0.39 +0.37 +0.37 +0.07 +0.07 -0.03 -0.03 -0.35 -0.35 -0.39 -0.39 -0.43 -0.43 -0.65 -0.65 -0.83 -0.83 -1.19 -1.19 -1.23 -1.23 -1.62 -1.62 -1.63 -1.63 -1.97 -1.97 -2.03 -2.03 -2.40 -2.40 -2.43 -2.43 -2.77 -2.77 -2.83 -2.83 -3.23 -3.23 -3.63 -3.63 -4.02 -4.02 -4.03 -4.03 -4.43 -4.43 -4.82 -4.82 -4.83 -4.83 -5.23 -5.23 -5.63 -5.63 -6.03 -6.03 -6.43	Klinkers Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn) Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn) Zand, matig fijn, matig siltig, matig grindig (matig grof) Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (matig grof) Zand, matig fijn, zwak siltig Zand, matig fijn, matig siltig Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn) Zand, matig fijn, zwak siltig, bevat brokken van klei Zand, matig fijn, matig siltig Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (matig grof) Zand, matig fijn, zwak siltig Zand, matig fijn, matig siltig Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn) Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bevat brokken van klei Zand, matig fijn, zwak kleilig Zand, matig fijn, zwak siltig Zand, matig fijn, matig siltig Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus Zand, matig fijn, zwak siltig Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn) Zand,



Bijlage 3

Grondonderzoek IJzerleeuw 1





Sondering S53-48.20B

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 10-07-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1468

Soort conus : Elektrisch

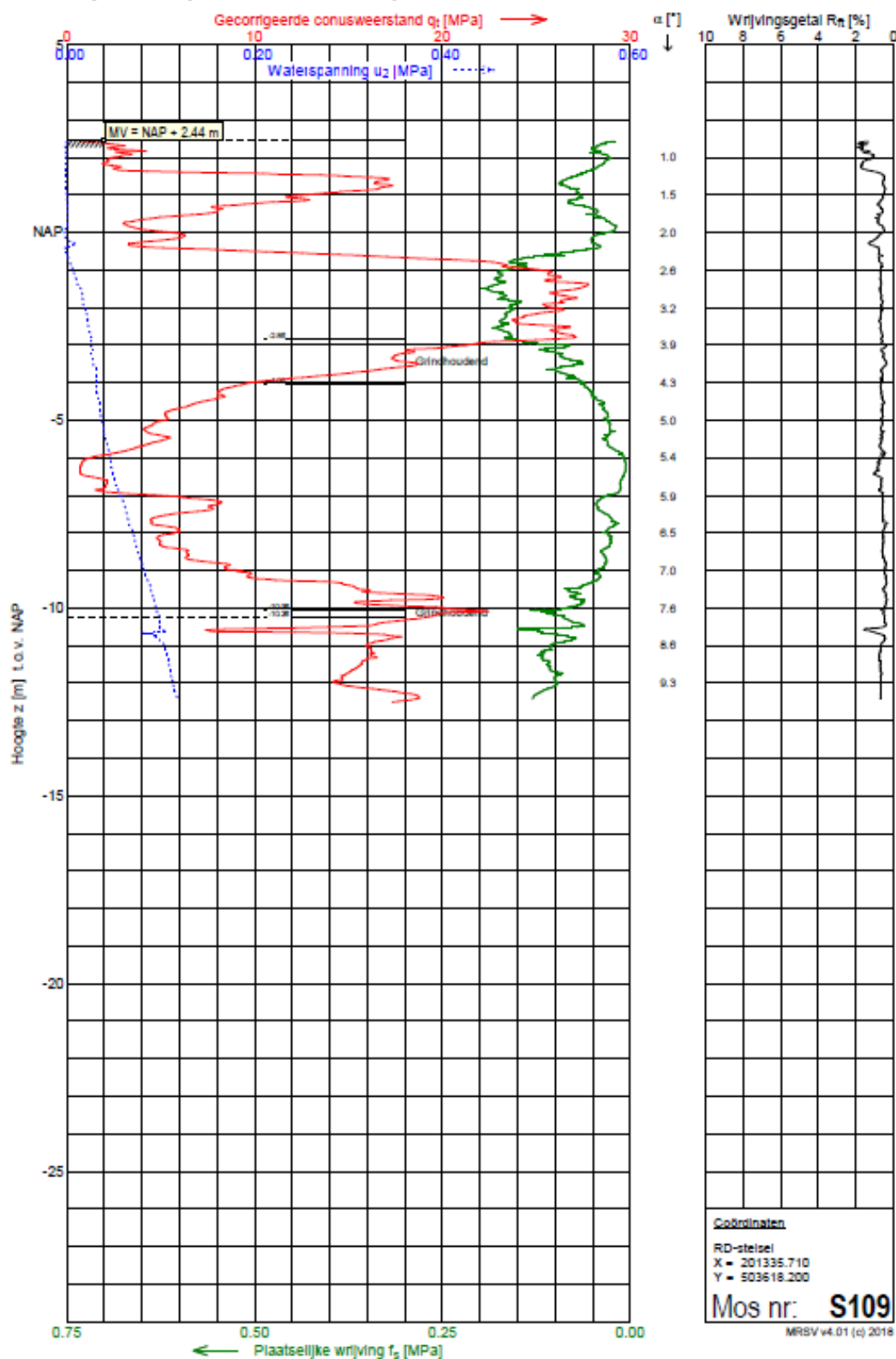
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1





Sondering S53-48.21B

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 10-07-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : C10-CFIIP.462

Soort conus : Elektrisch

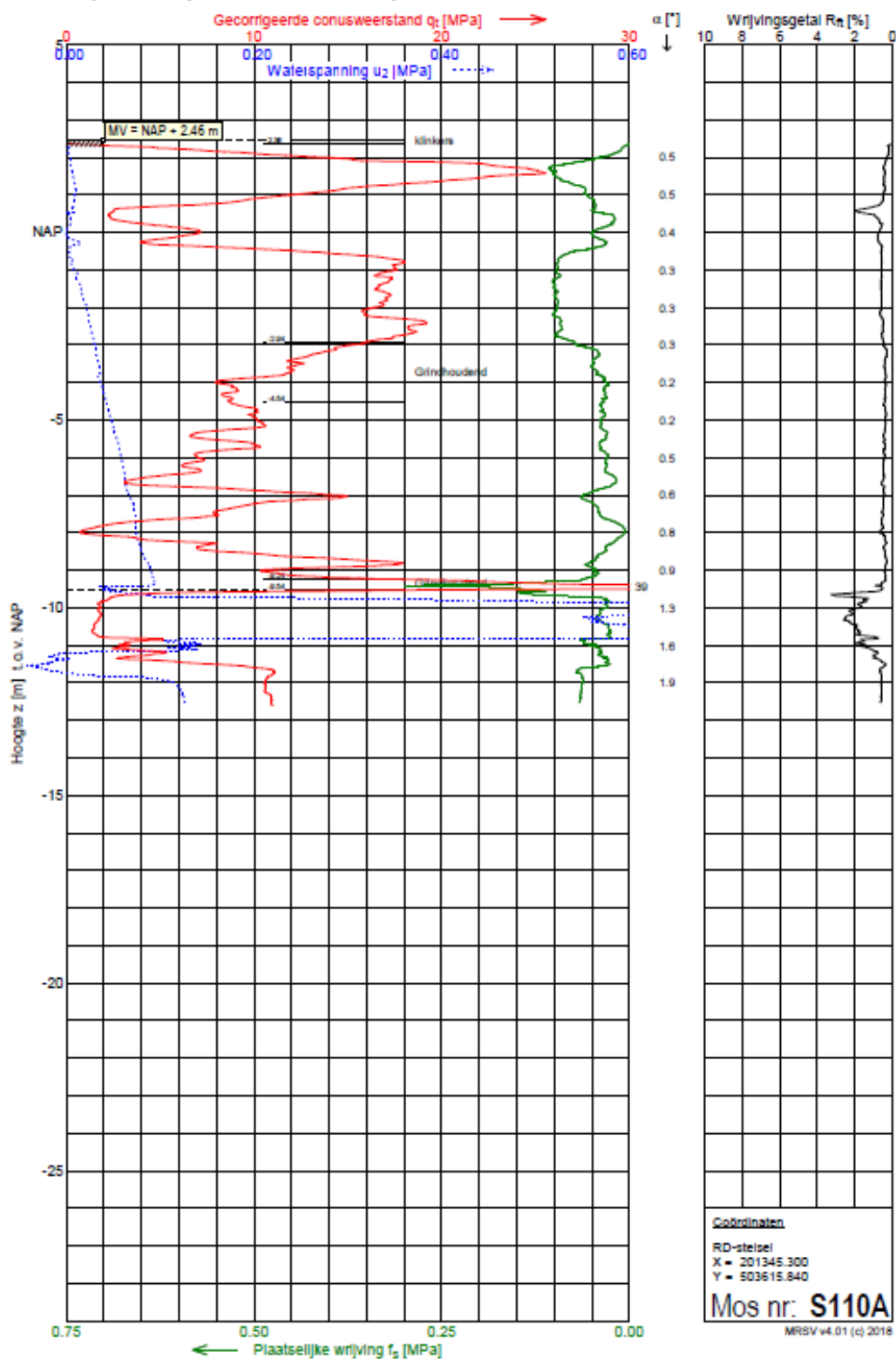
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1



Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

BOORBESCHRIJVING

Lab- / veldclassificatie

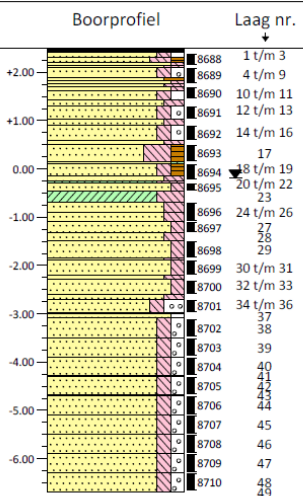
NEN5104

BORING : B53-48.21B

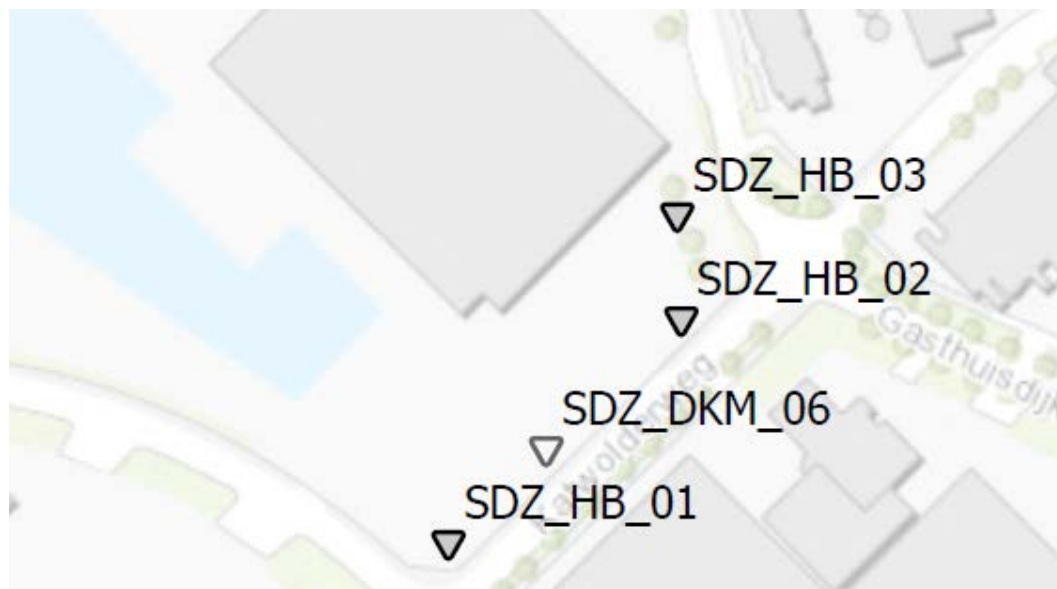
Datum : 11-07-2018
GWS : NAP -0.19 m
Maaiveld : NAP +2.51 m
Opmerking : -

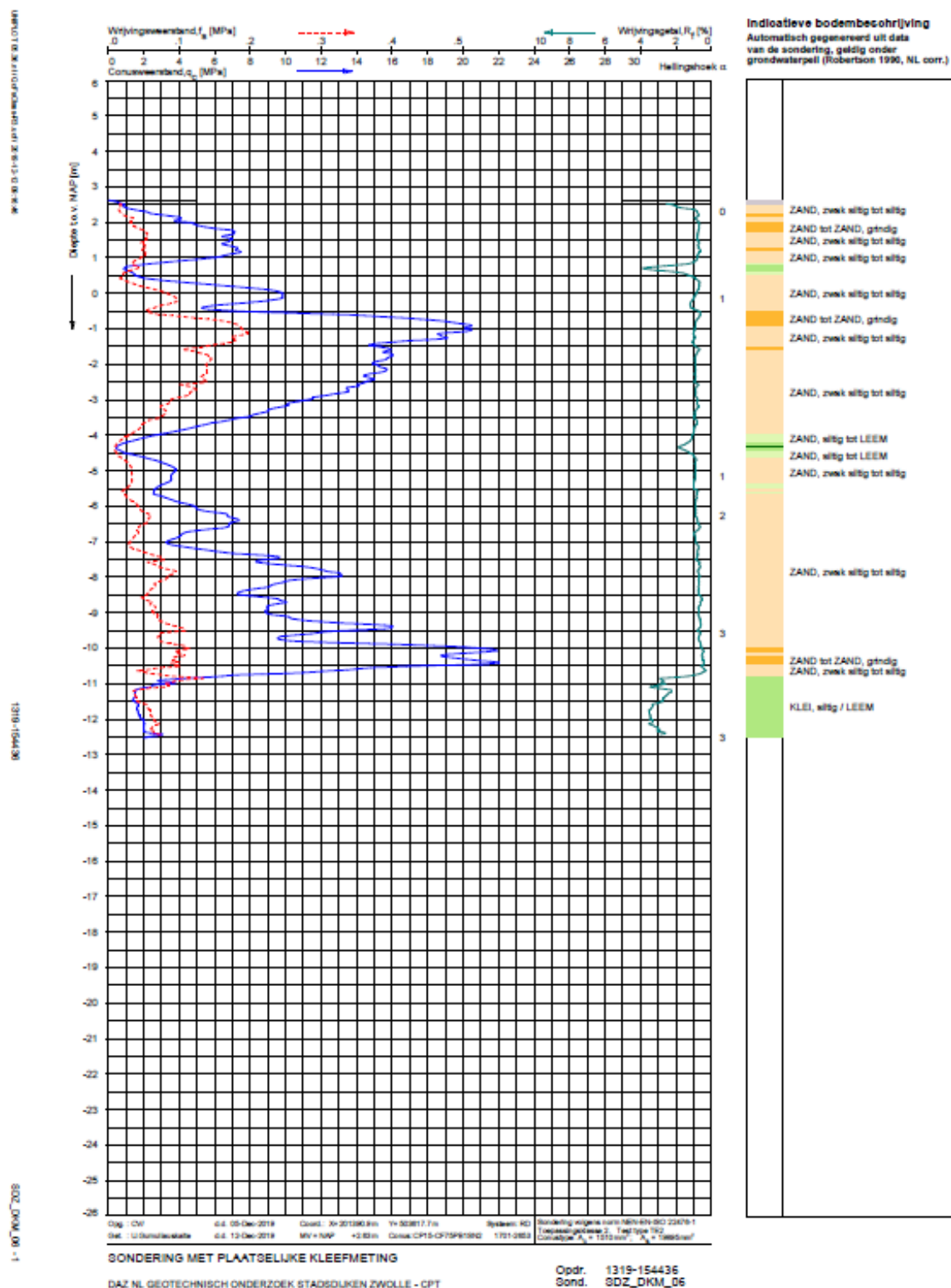
X : 201341.680
Y : 503613.230

Boormethode : Puls/Ack
Boormeester : AK
Beschrijver : AK
MOS ref.nr. : MB325

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	8688 1 t/m 3	1 +2.51 +2.41	Klinkers	
	8689 4 t/m 9	2 +2.41 +2.31	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	8690 10 t/m 11	3 +2.31 +2.22	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus	bruin
	8691 12 t/m 13	4 +2.22 +2.14	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	8692 14 t/m 16	5 +2.14 +2.11	Zand, matig grof, matig siltig	bruin
	8693 17	6 +2.11 +1.89	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	8694 18 t/m 19	7 +1.89 +1.82	Zand, matig fijn, matig humeus	bruin
	8695 20 t/m 22	8 +1.82 +1.77	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	8696 24 t/m 26	9 +1.77 +1.71	Zand, matig grof, matig siltig	bruin
	8697 27	10 +1.71 +1.62	Zand, matig fijn, zwak siltig	lichtbruin
	8698 28	11 +1.62 +1.44	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (matig grof)	bruin
	8699 30 t/m 31	12 +1.44 +1.31	Zand, matig grof, matig siltig	bruin
	8700 32 t/m 33	13 +1.31 +1.03	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	8701 34 t/m 36	14 +1.03 +0.91	Zand, matig grof, matig siltig	bruin
	8702 37	15 +0.91 +0.58	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	8703 38	16 +0.58 +0.51	Zand, matig grof, matig siltig	bruin
	8704 39	17 +0.51 +0.16	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus	bruin
	8705 40	18 +0.16 +0.11	Zand, zeer fijn, zwak kleig	bruin
	8706 41	19 +0.11 -0.15	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus	bruin
	8707 42	20 -0.15 -0.24	Zand, zeer fijn, matig siltig	bruin
	8708 43	21 -0.24 -0.29	Klei, sterk siltig	bruin
	8709 44	22 -0.29 -0.46	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	8710 45	23 -0.46 -0.69	Klei, sterk siltig	bruin
		24 -0.69 -0.90	Zand, zeer fijn, matig siltig	bruin
		25 -0.90 -1.08	Zand, uiterst fijn, matig siltig	bruin
		26 -1.08 -1.09	Klei, sterk siltig	bruin
		27 -1.09 -1.33	Zand, uiterst fijn, zwak siltig	bruin
		28 -1.33 -1.49	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		29 -1.49 -1.85	Zand, uiterst fijn, zwak siltig	bruin
		30 -1.85 -1.89	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		31 -1.89 -2.21	Zand, zeer fijn, zwak siltig	bruin
		32 -2.21 -2.29	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		33 -2.29 -2.59	Zand, zeer fijn, zwak siltig	bruin
		34 -2.59 -2.69	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		35 -2.69 -2.97	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig (matig grof)	bruin
		36 -2.97 -2.99	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
		37 -2.99 -3.09	Zand, matig grof, zwak grindig (fijn)	bruin
		38 -3.09 -3.49	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (matig grof)	bruin
		39 -3.49 -3.89	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
		40 -3.89 -4.27	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
		41 -4.27 -4.29	Zand, matig grof, zwak grindig (fijn)	bruin
		42 -4.29 -4.68	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
		43 -4.68 -4.69	Zand, matig grof, zwak grindig (fijn)	bruin

Bijlage 4 Grondonderzoek IJzerleeuw 2



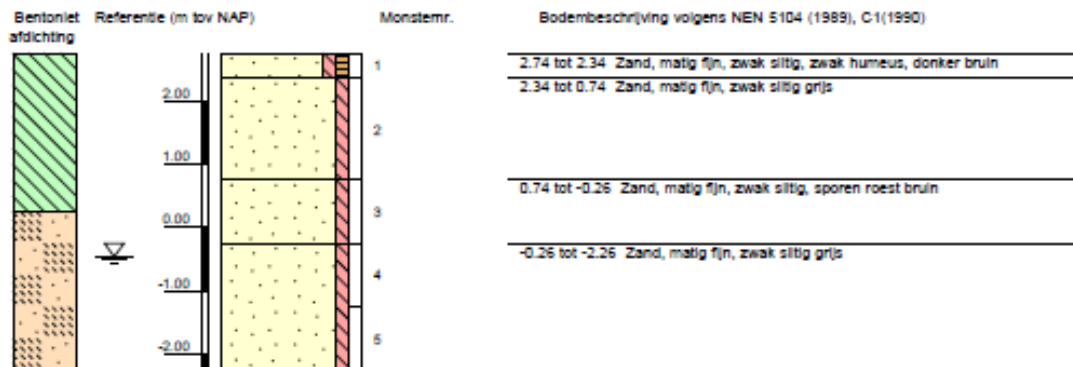




Boring: SDZ_HB_01

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 201988.2

GWS (m tov NAP): -0.48

Y: 503595.8

GHG (m tov NAP):

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 2.74

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeirol:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 02-01-2020

Boormeester: RH

Geclassificeerd door: RH

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

DAZ NL Geotechnisch onderzoek Stadsdijken Zwolle - CPT

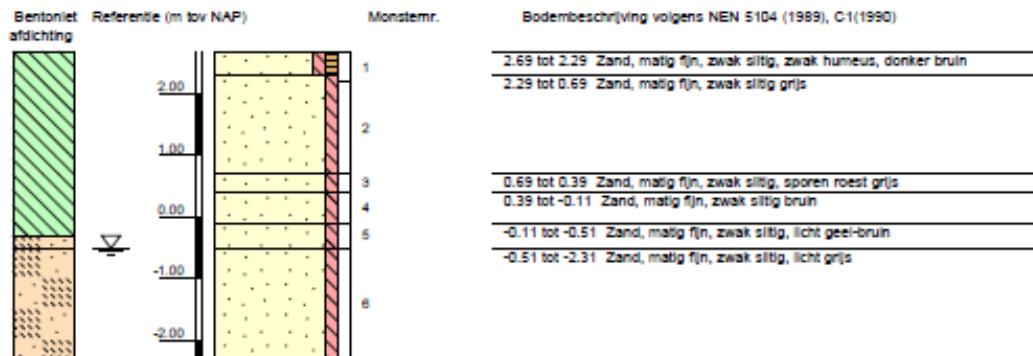
1319-154436



Boring: SDZ_HB_02

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Algemene opmerking:

X: 201422.8

GWS (m tov NAP): -0.51

Y: 503648.5

GHG (m tov NAP):

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 2.69

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvoelstaf:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 02-01-2020

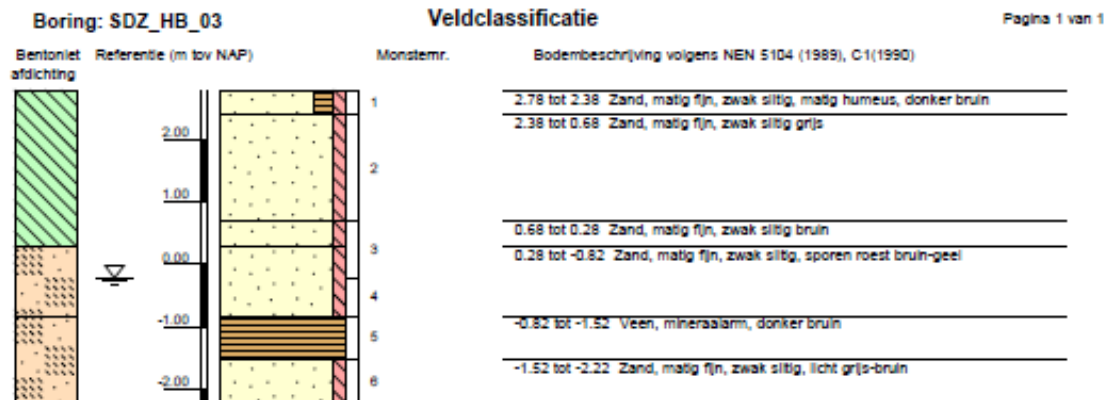
Boormeester: RH

Gedificeerd door: RH

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

DAZ NL Geotechnisch onderzoek Stadsdijken Zwolle - CPT

1319-154436



Algemene opmerking:

X: 201421.6	GWS (m tov NAP): -0.22	MV (m tov NAP): 2.78	Boorvoelstaf:	Datum uitvoering: 02-01-2020
Y: 503872.8	GHG (m tov NAP):	bk PB1 (m tov NAP):	WS PB1 (m tov NAP):	Boormeester: RH
Coördinatenstelsel: RD	GLG (m tov NAP):	bk PB2 (m tov NAP):	WS PB2 (m tov NAP):	Gedeclassificeerd door: RH
		bk PB3 (m tov NAP):	WS PB3 (m tov NAP):	
		bk PB4 (m tov NAP):	WS PB4 (m tov NAP):	

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

DAZ NL Geotechnisch onderzoek Stadsdijken Zwolle - CPT

1319-154436



Bijlage 5

Grondonderzoek IJzerleeuw 3

Nog niet beschikbaar.

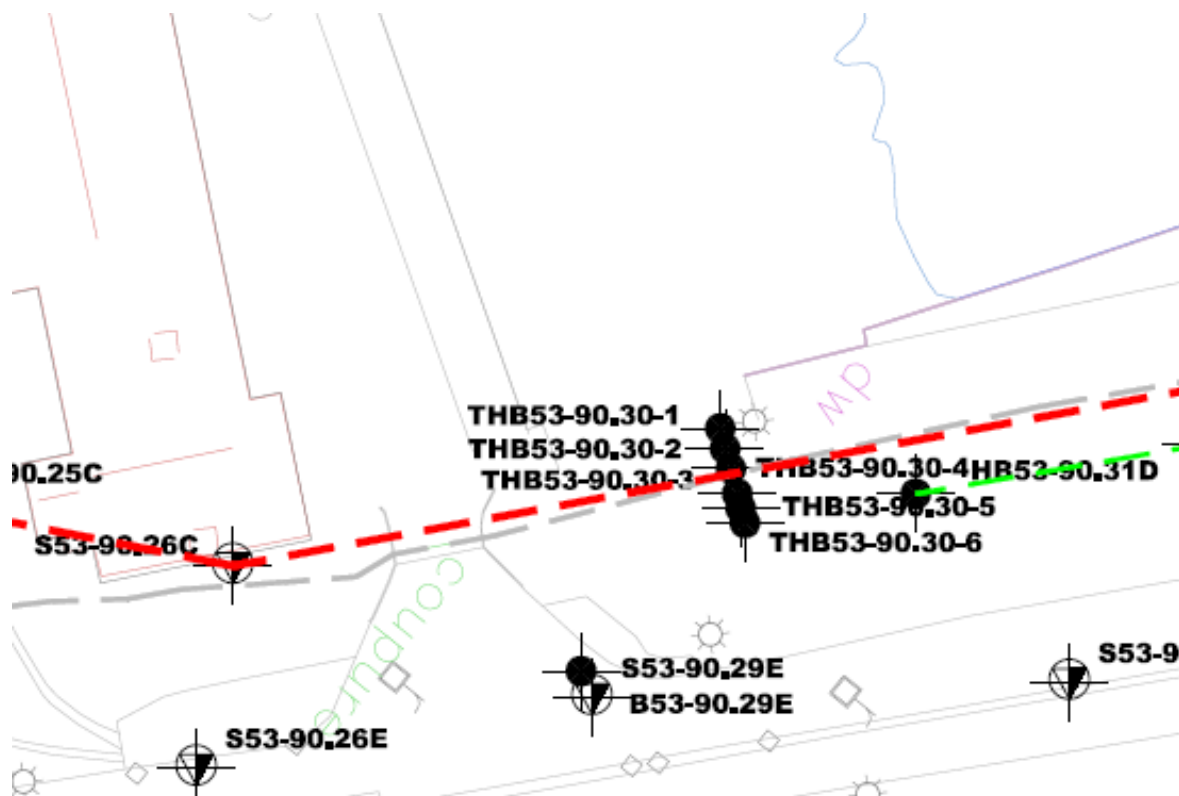


Bijlage 6

Grondonderzoek Van der Kamp

Nog niet beschikbaar.

Bijlage 7 Grondonderzoek en DSheet Leenman 1





Sondering S53-90.26C

Opdracht : 1800737

Conus nummer : C10-CFIP.132

Plaats : Zwolle

Soort conus : Elektrisch

Datum : 01-10-2018

Opp. conuspunt : 1000 mm²

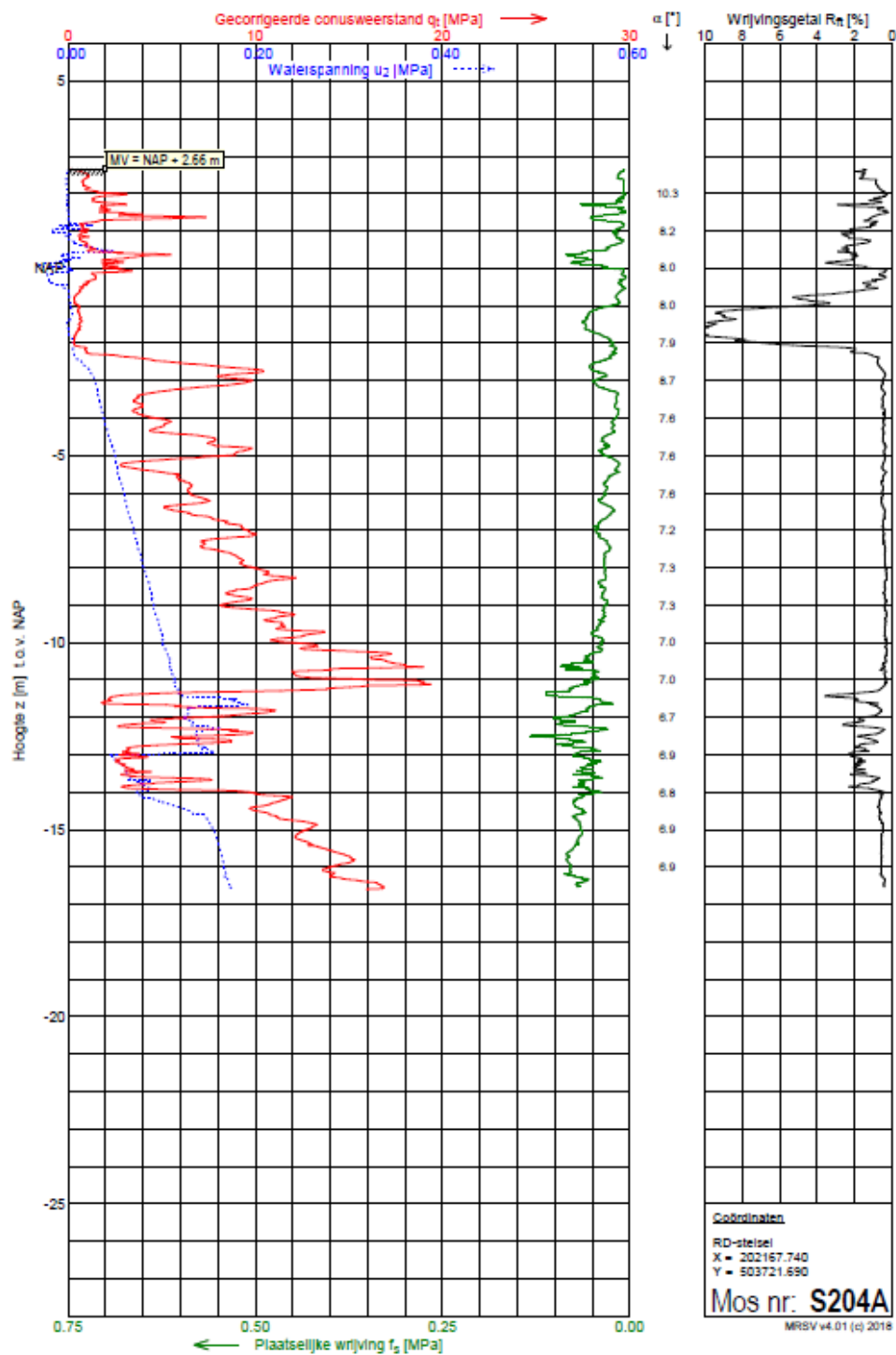
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SR4

Blad : 1 van 1



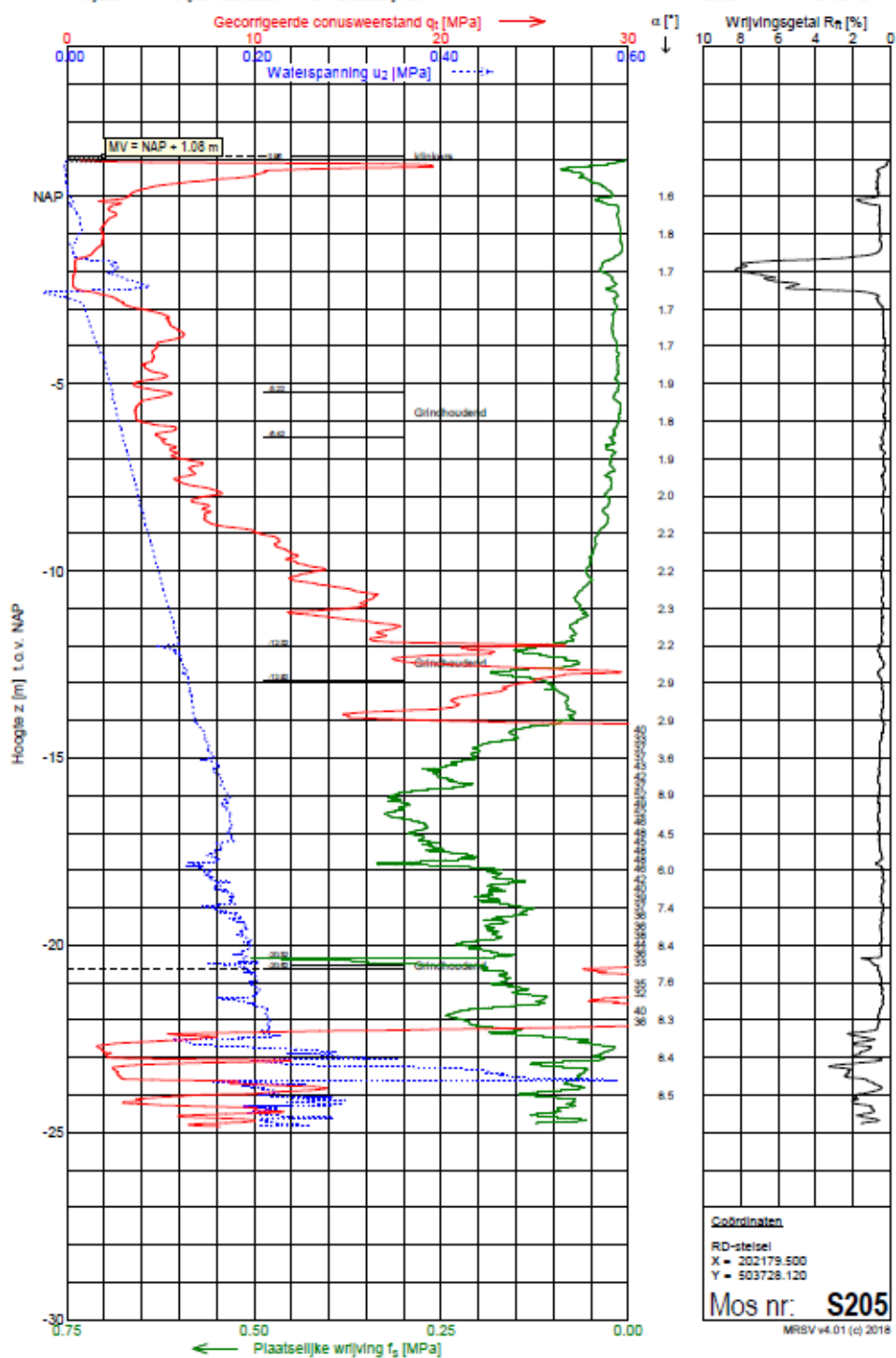


Sondering S53-90.26E

Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Datum : 11-07-2018
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : C10-CFIIP.462
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE2
Sondeerunit : SW10
Blad : 1 van 1



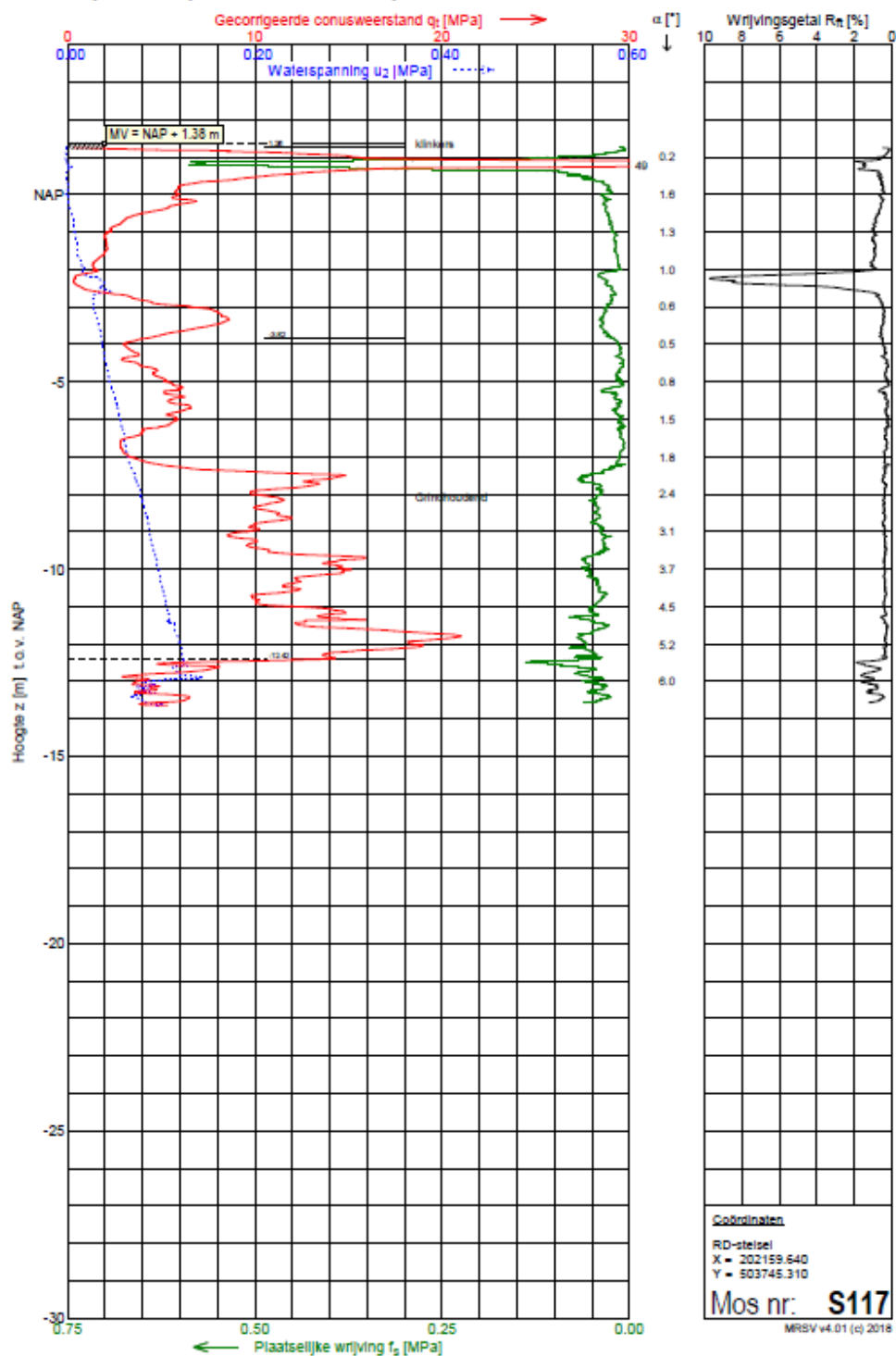


Sondering S53-90.29E

Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Datum : 13-07-2018
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1468
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE2
Sondeerunit : SW10
Blad : 1 van 1





Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

BOORBESCHRIJVING*Lab- / veldclassificatie*

NEN5104

BORING : B53-90.29E

Datum : 12-07-2018
GWS : NAP -1.55 m
Maaiveld : NAP +1.45 m
Opmerking : -

X : 202158.780
Y : 503743.680

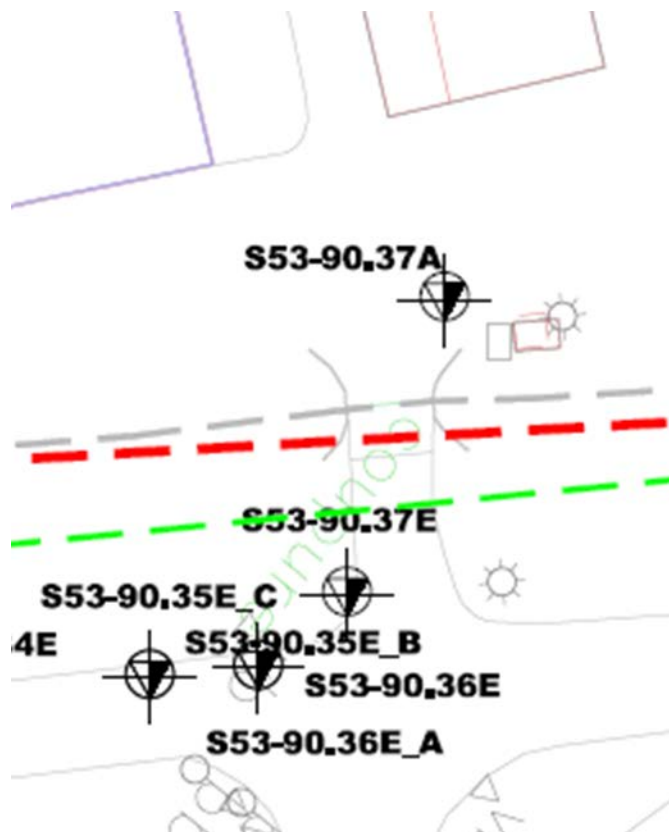
Boormethode : Puls/Ack
Boormeester : AK
Beschrijver : AK
MOS ref.nr. : MB322

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1 t/m 2	1 +1.45 +1.35	Klinkers	
	2 5 t/m 6	2 +1.35 +1.14	Zand, matig fijn, zwak kleilig, zwak puinhoudend, bevat brokken van glas	bruin
	3 9 t/m 10	3 +1.14 +1.05	Zand, matig fijn, matig puinhoudend	bruin
	4 11 t/m 12	4 +1.05 +0.71	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig puinhoudend	bruin
	5 13 t/m 14	5 +0.71 +0.65	Zand, matig fijn, matig puinhoudend	bruin
	6 16 t/m 18	6 +0.65 +0.35	Zand, matig fijn, zwak kleilig, zwak humeus	bruin
	7 20 t/m 21	7 +0.35 +0.25	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
	8 22 t/m 23	8 +0.25 -0.13	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	bruin
	9 24 t/m 26	9 -0.13 -0.15	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin
	10 27 t/m 28	10 -0.15 -0.43	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bevat brokken van klei	grijs
	11 29 t/m 30	11 -0.43 -0.55	Zand, matig fijn, zwak kleilig	grijs
	12 31	12 -0.55 -0.73	Zand, matig fijn, zwak kleilig, zwak humeus	grijs
	13 32	13 -0.73 -0.85	Klei, matig siltig, zwak humeus, bevat resten van zand	bruin
	14 33	14 -0.85 -0.95	Klei, sterk siltig	grijs
	15 34	15 -0.95 -1.20	Veen, mineraalarm	bruin
	16 35	16 -1.20 -1.25	Veen, zwak kleilig	bruin
	17 36	17 -1.25 -1.28	Klei, matig siltig, zwak humeus	grijs
	18 37	18 -1.28 -1.35	Veen, mineraalarm	bruin
	19 38	19 -1.35 -1.67	Veen, mineraalarm	bruin
	20 39	20 -1.67 -1.75	Veen, mineraalarm	bruin
	21 40	21 -1.75 -2.07	Veen, mineraalarm	bruin
	22 41	22 -2.07 -2.15	Veen, mineraalarm	bruin
	23 42	23 -2.15 -2.34	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	bruin
	24 43	24 -2.34 -2.52	Veen, matig zandig (zeer fijn)	bruin
	25 44	25 -2.52 -2.55	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
	26 45	26 -2.55 -2.65	Zand, zeer grof, zwak siltig	grijs
	27 46	27 -2.65 -2.83	Zand, matig fijn, zwak siltig	grijs
	28	28 -2.83 -2.95	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
	29	29 -2.95 -3.12	Zand, zeer grof, zwak siltig	grijs
	30	30 -3.12 -3.35	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
	31	31 -3.35 -3.75	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	32	32 -3.75 -4.15	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
	33	33 -4.15 -4.55	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	grijs



Bijlage 8

Grondonderzoek Leenman 2



Sondering S53-90.37A

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 27-08-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1414

Soort conus : Elektrisch

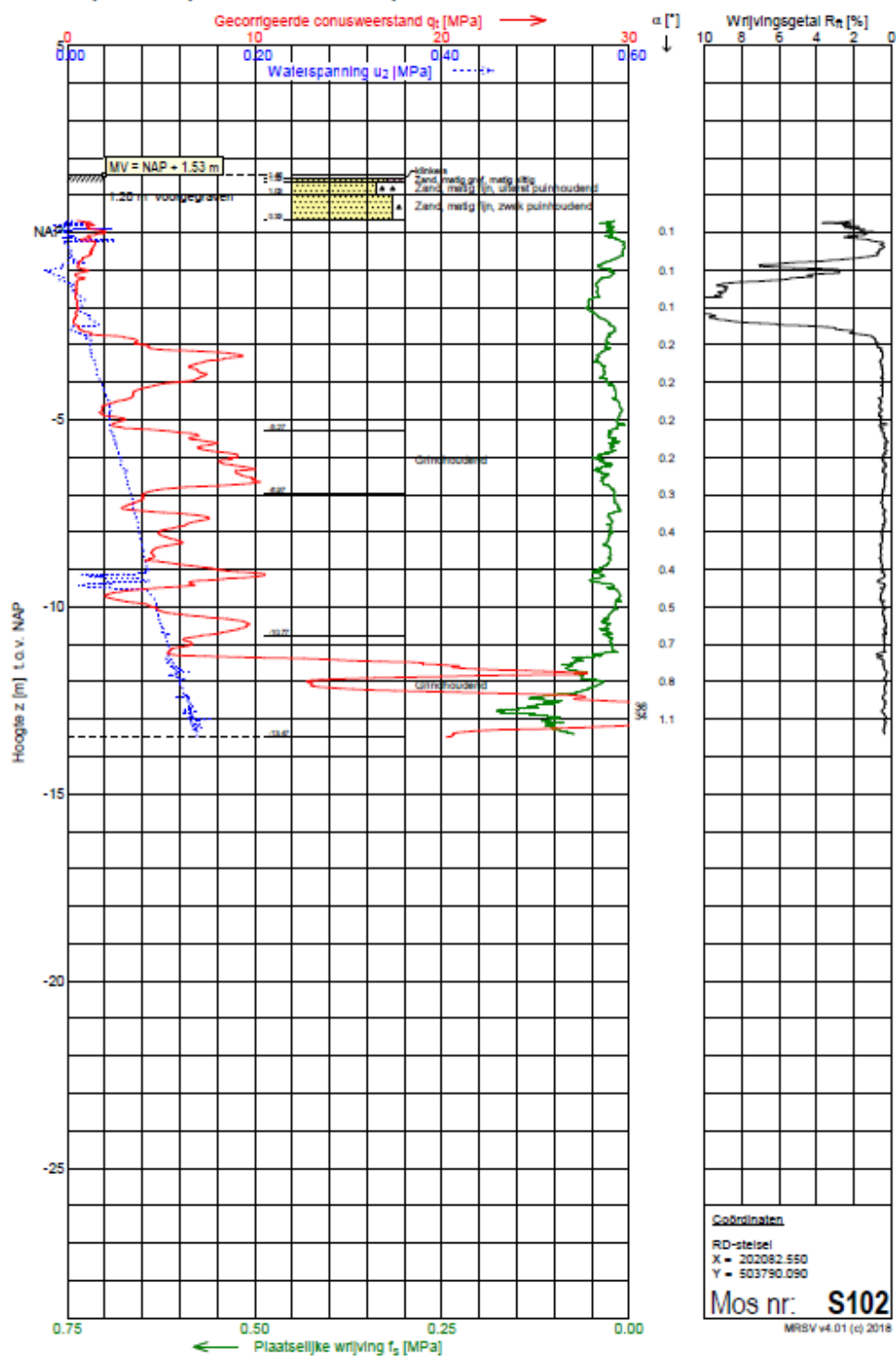
Opp. conspunct : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1





Sondering S53-90.37E

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 23-07-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1467

Soort conus : Elektrisch

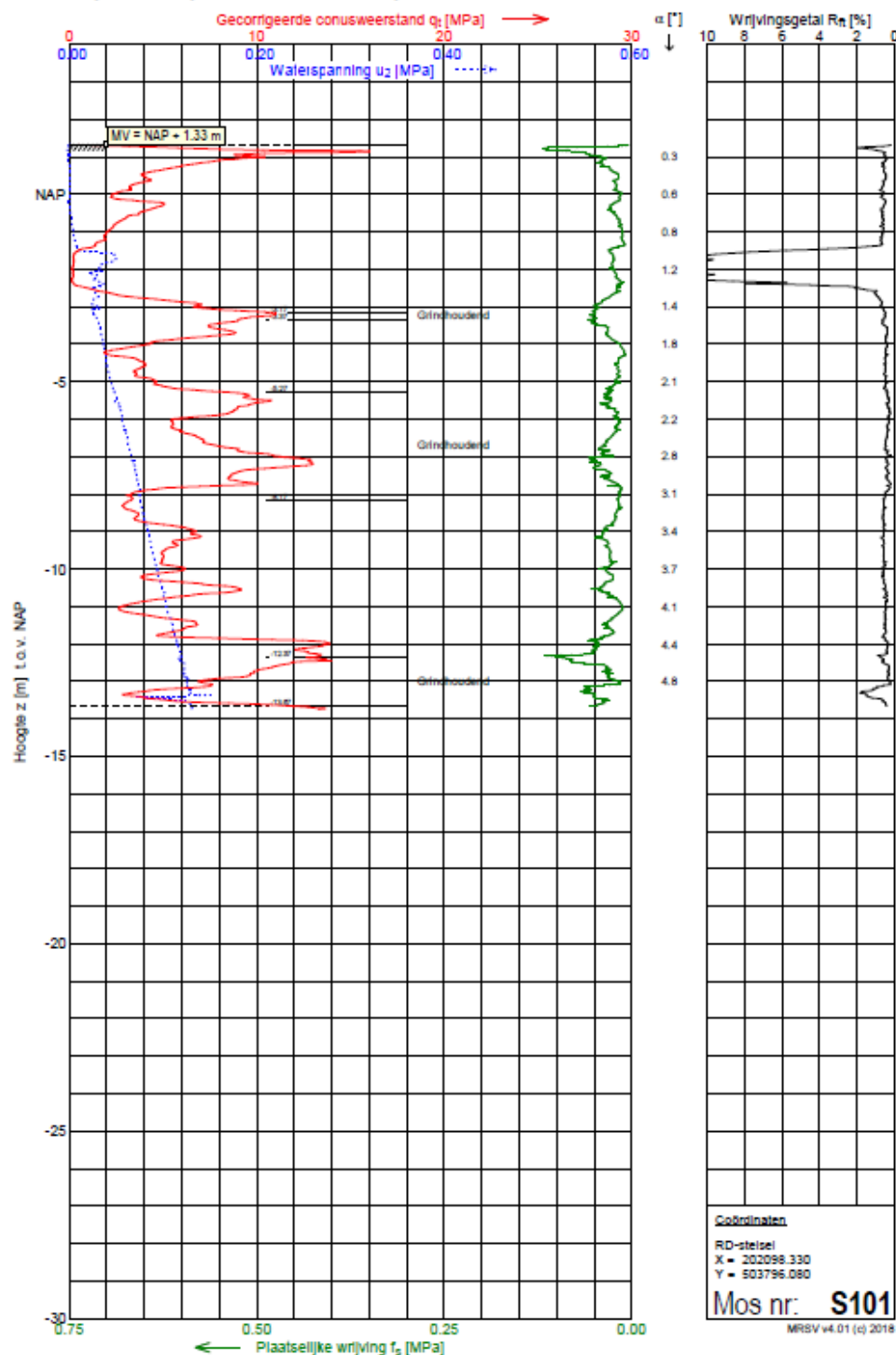
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

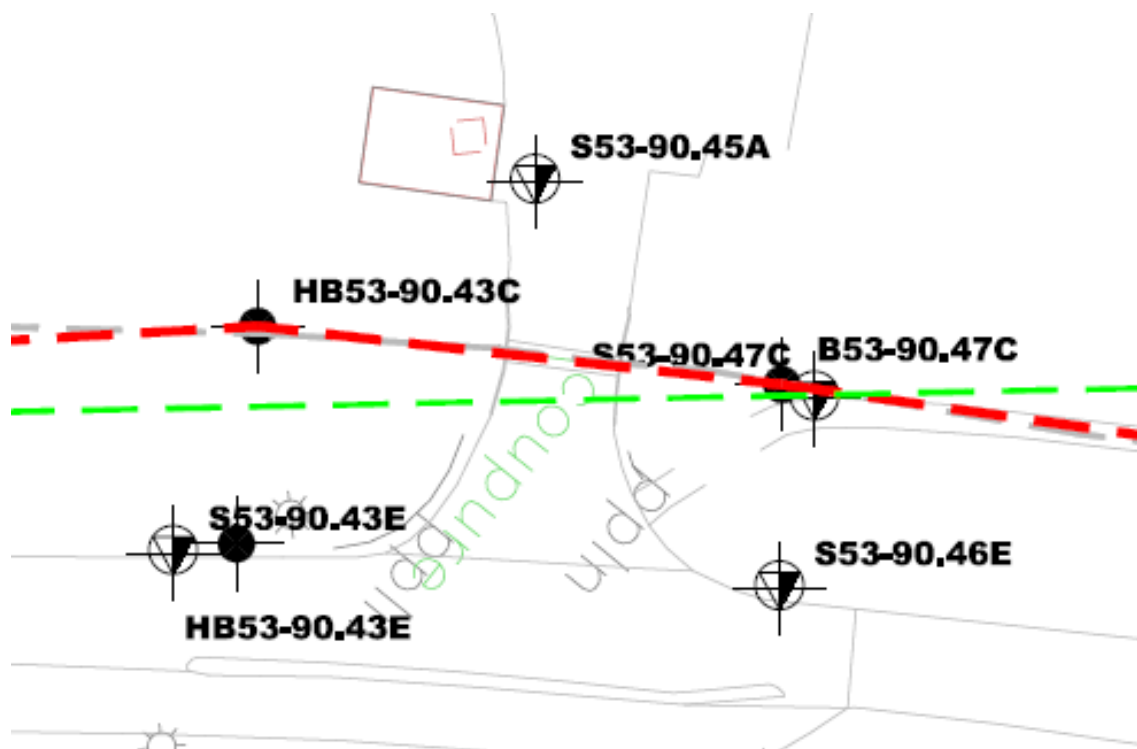
Blad : 1 van 1





Bijlage 9

Grondonderzoek Triferto





Sondering S53-90.43E

Opdracht : 1800737

Conus nummer : C10-CFIIP.462

NEN-EN-ISO-22476-1

Plaats : Zwolle

Soort conus : Elektrisch

Klasse 2, type TE2

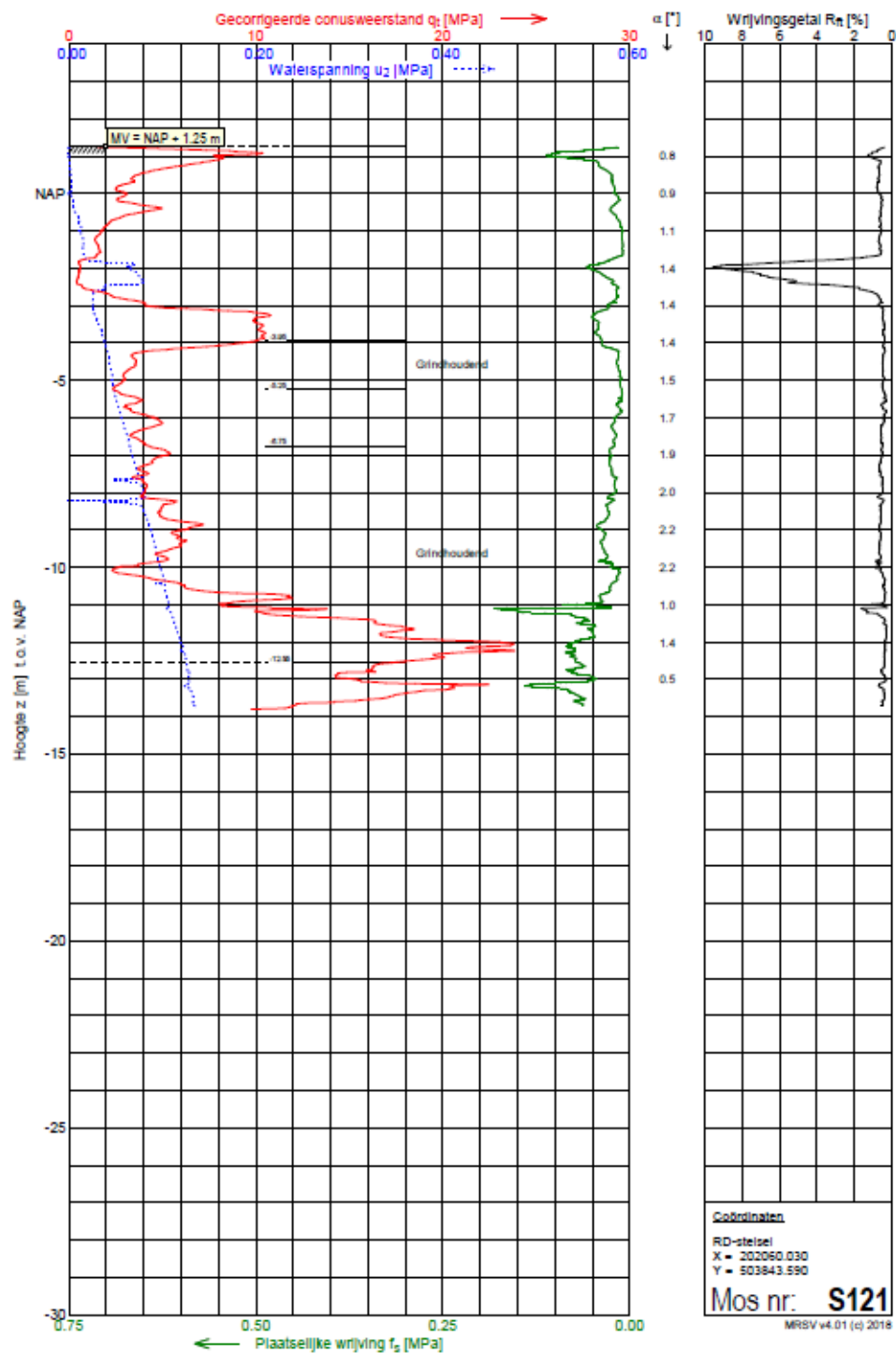
Datum : 11-07-2018

Opp. conuspunt : 1000 mm²

Sondeerunit : SW10

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Blad : 1 van 1

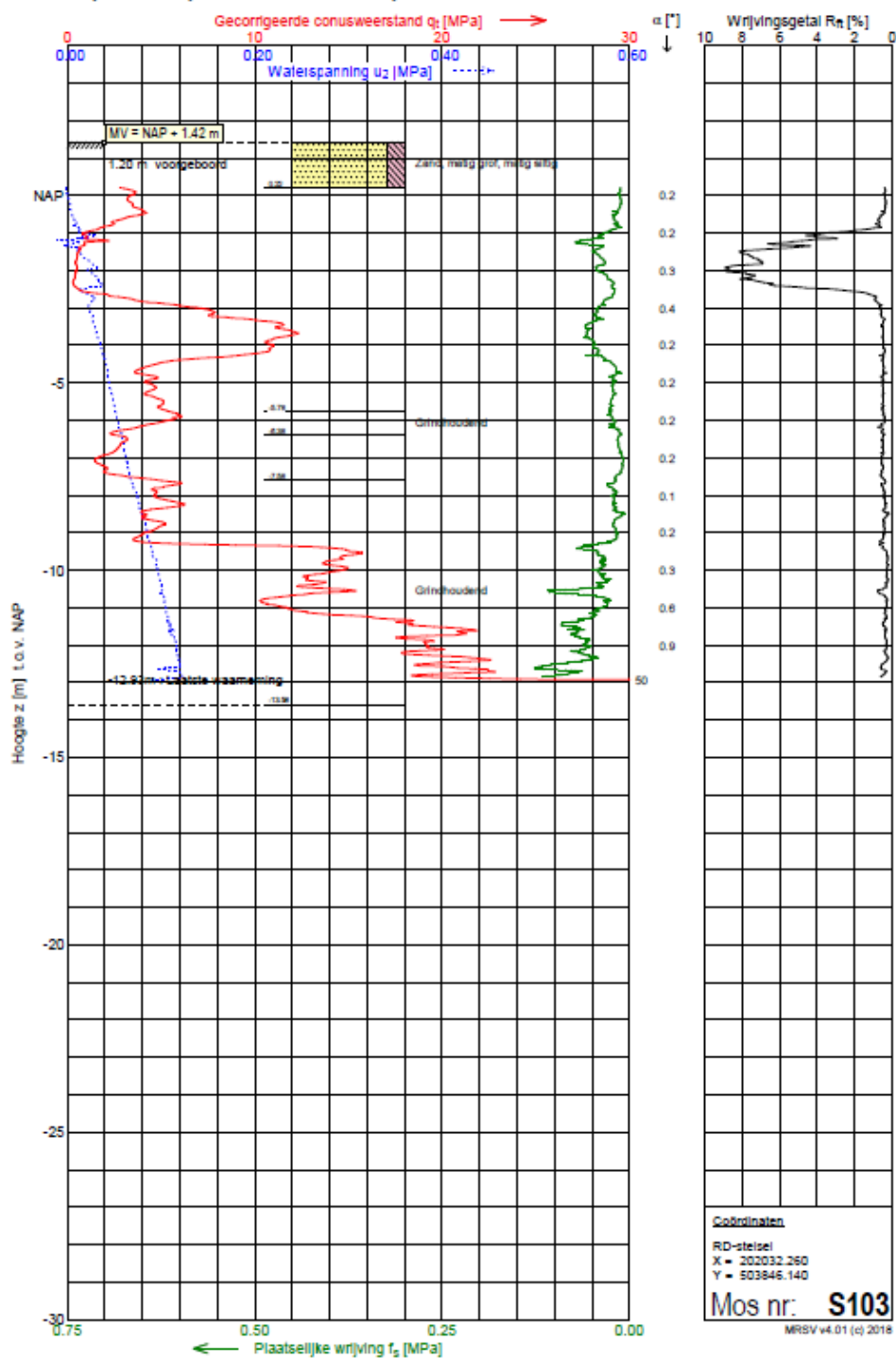




Sondering S53-90.45A

Opdracht : 1800737 Conus nummer : S10-CFIIP.1467
Plaats : Zwolle Soort conus : Elektrisch
Datum : 28-08-2018 Opp. conuspunt : 1000 mm²
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE2
Sondeerunit : SW10
Blad : 1 van 1





Sondering S53-90.46E

Opdracht : 1800737

Plaats : Zwolle

Datum : 11-07-2018

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

Conus nummer : S10-CFIIP.1467

Soort conus : Elektrisch

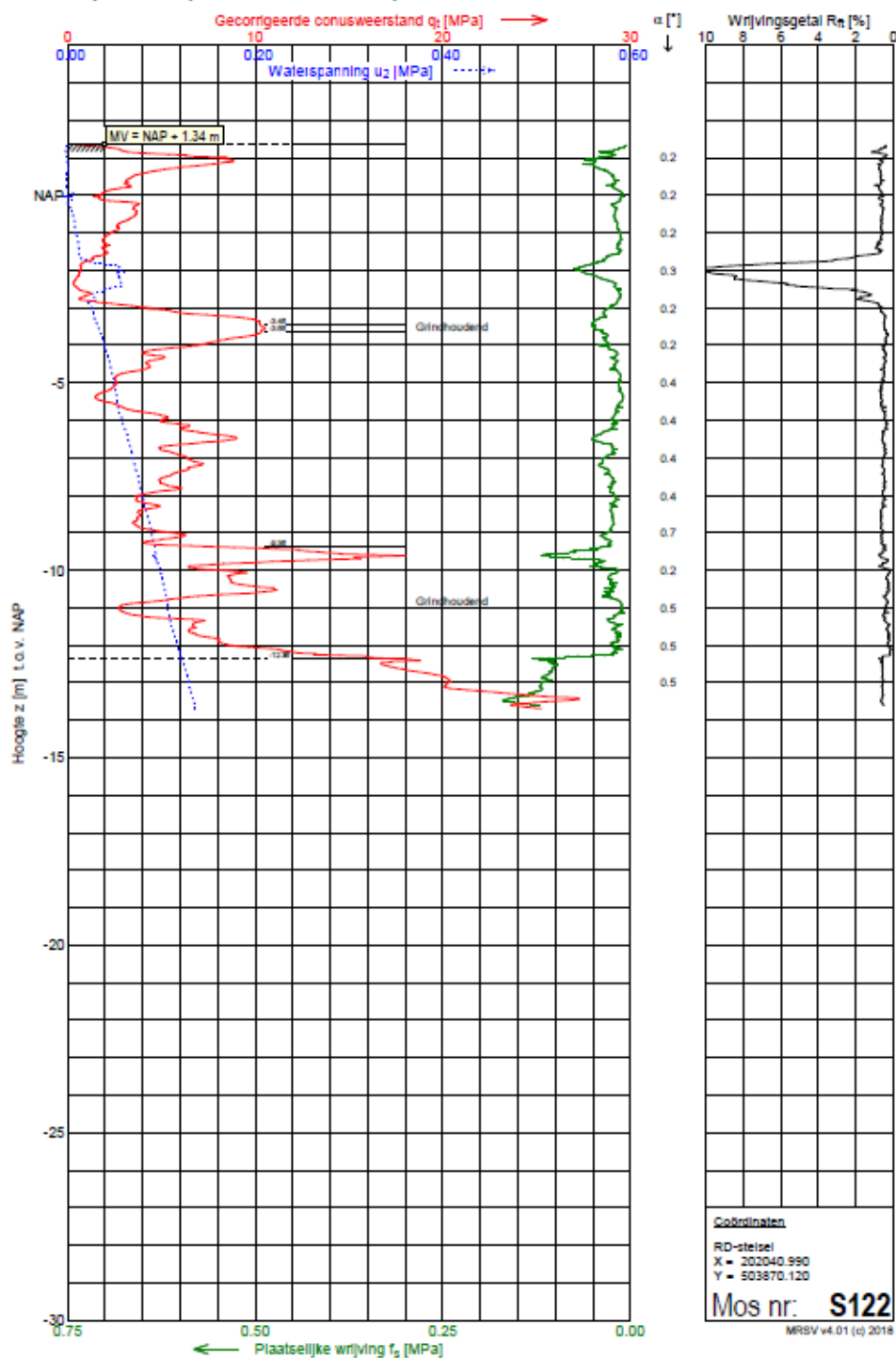
Opp. conuspunt : 1000 mm²

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1

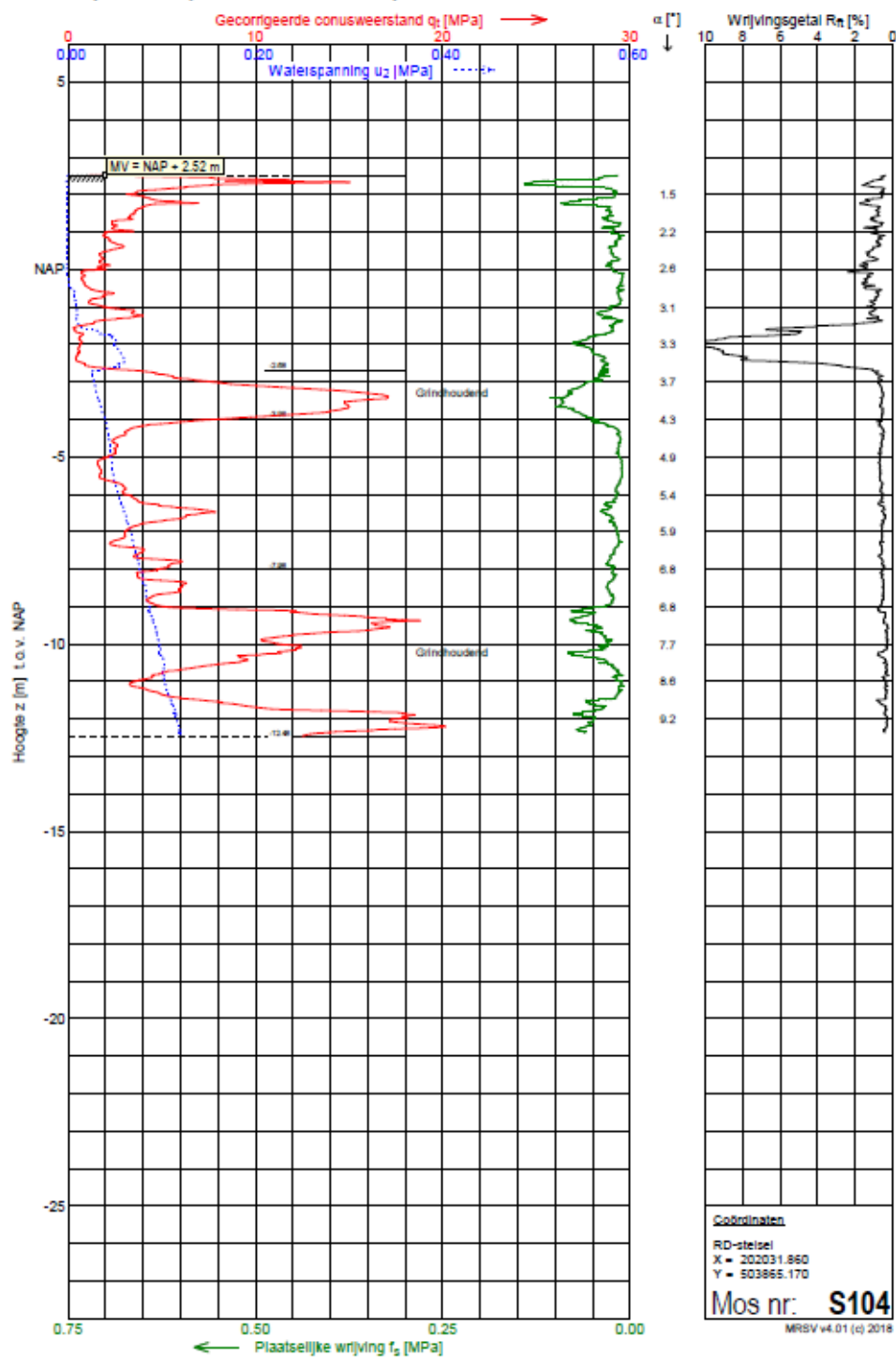




Sondering S53-90.47C

Opdracht : 1800737 Conus nummer : S10-CFIIP.1468
Plaats : Zwolle Soort conus : Elektrisch
Datum : 12-07-2018 Opp. conuspunt : 1000 mm²
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 2, type TE2
Sondeerunit : SW10
Blad : 1 van 1



MOS GRONDMECHANICA





Opdracht : 1800737
Plaats : Zwolle
Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

BOORBESCHRIJVING*Lab- / veldclassificatie*

NEN5104

BORING : B53-90.47C

Datum : 16-07-2018
GWS : NAP -0.24 m
Maaiveld : NAP +2.56 m
Opmerking : -

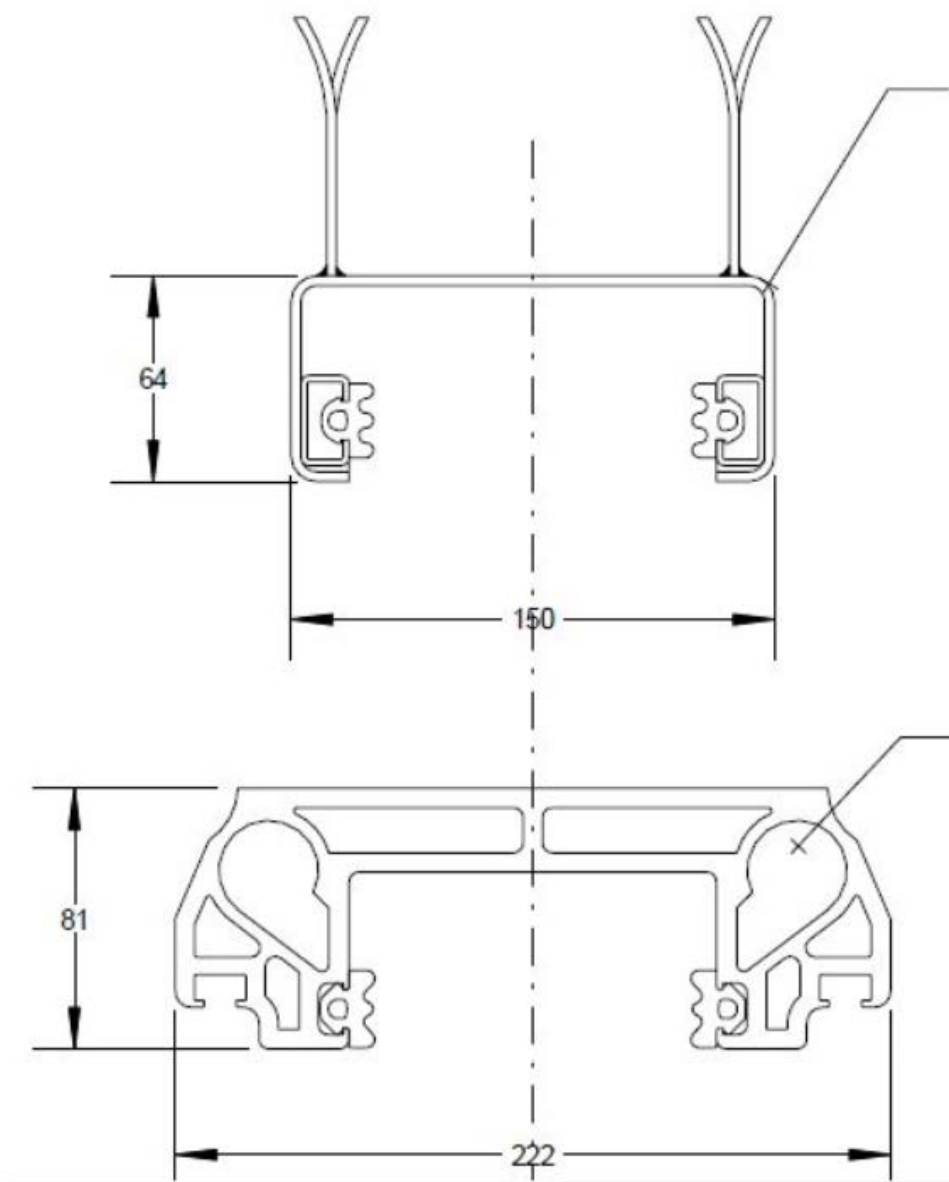
X : 202032.380
Y : 503863.310

Boormethode : Puls/Ack
Boormeester : AK
Beschrijver : AK
MOS ref.nr. : MB315

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1 2 t/m 3	1 +2.56 +2.22	Zand, matig fijn, zwak kleilig, zwak humeus, matig puinhoudend	bruin
	2 3 t/m 4	2 +2.22 +2.17	Puin	
	3 4 t/m 5	3 +2.17 +2.16	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak puinhoudend	bruin
	4 5 t/m 6	4 +2.16 +1.86	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend, bevat brokken van klei	bruin
	5 6 t/m 7	5 +1.86 +1.76	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak puinhoudend	bruin
	6 7 t/m 8	6 +1.76 +1.56	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend	bruin
	7 8 t/m 9	7 +1.56 +1.36	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak puinhoudend	bruin
	8 9 t/m 10	8 +1.36 +1.33	Puin	
	9 10 t/m 11	9 +1.33 +0.96	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig puinhoudend, bevat brokken van klei	bruin
	10 11 t/m 12	10 +0.96 +0.71	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak houthoudend, zwak puinhoudend	bruin
	11 12 t/m 13	11 +0.71 +0.56	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak puinhoudend	bruin
	12 13 t/m 14	12 +0.56 +0.16	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig (fijn), zwak puinhoudend	bruin
	13 14 t/m 15	13 +0.16 -0.15	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend	bruin
	14 15 t/m 16	14 -0.15 -0.23	Zand, matig fijn, zwak kleilig, zwak humeus, zwak puinhoudend	bruinzwart
	15 16 t/m 17	15 -0.23 -0.24	Zand, zeer grof, matig siltig, matig grindig (fijn), zwak puinhoudend	grijs
	16 17 t/m 18	16 -0.24 -0.62	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig (fijn), zwak puinhoudend	grijs
	17 18 t/m 19	17 -0.62 -0.64	Zand, zeer grof, matig siltig, matig grindig (fijn), zwak puinhoudend	grijs
	18 19 t/m 20	18 -0.64 -1.03	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (matig grof), zwak humeus, zwak puinhoudend	grijs
	19 20 t/m 21	19 -1.03 -1.04	Zand, zeer grof, matig siltig, matig grindig (fijn), zwak puinhoudend	grijs
	20 21 t/m 22	20 -1.04 -1.18	Klei, matig siltig, zwak humeus	grijs
	21 22 t/m 23	21 -1.18 -1.37	Klei, matig siltig	grijs
	22 23 t/m 24	22 -1.37 -1.44	Klei, matig siltig	grijs
	23 24 t/m 25	23 -1.44 -1.84	Veen, mineraalarm	bruin
	24 25 t/m 26	24 -1.84 -2.24	Veen, mineraalarm	bruin
	25 26 t/m 27	25 -2.24 -2.32	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	26 27 t/m 28	26 -2.32 -2.47	Zand, matig fijn, matig kleilig, sterk humeus	grijs
	27 28 t/m 29	27 -2.47 -2.57	Veen, sterk zandig (zeer fijn)	bruin
	28 29 t/m 30	28 -2.57 -2.64	Veen, mineraalarm	bruin
	29 30 t/m 31	29 -2.64 -2.97	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	30 31 t/m 32	30 -2.97 -3.04	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
	31 32 t/m 33	31 -3.04 -3.15	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin
	32 33 t/m 34	32 -3.15 -3.39	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs
	33 34 t/m 35	33 -3.39 -3.44	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig (fijn)	grijs
	34 35 t/m 36	34 -3.44 -3.84	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	bruin
	35 36 t/m 37	35 -3.84 -4.24	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig (fijn)	grijs



Bijlage 10 Gegevens schotbalksysteem DSP2000



Bovenste profiel moet ingestort worden.

Er kan ook gekozen worden om een inkassing te maken in de beton en daarin het **daaronder aangegeven profiel** naderhand te monteren en aan te gieten.

Geadviseerd wordt om in de DO fase in overleg te gaan met GOH over het DSP2000 systeem.



DAMMBALKEN HÖHE 200 mm

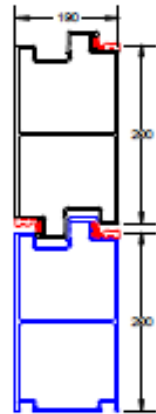
Randbedingungen:

Binnengewässer 10,00 kN/m² γ_f 1,35, $\psi=0,90$

BWK Lastfall 1 (Volleinstau + Personenlast alt. Windlast + Personenlast)

Material **EN AW6063 T66**, $f_{yk}=19,50\text{kN/cm}^2$, $\gamma_M=1,10$

Schutzhöhe	DB 200 mit 1/150	
0,20 m	6,00 m	
0,40 m	6,00 m	
0,60 m	5,31 m	
0,80 m	4,75 m	
1,00 m	4,37 m	
1,20 m	4,09 m	
1,40 m	3,87 m	
1,60 m	3,69 m	
1,80 m	3,54 m	
2,00 m	3,41 m	
2,20 m	3,30 m	
2,40 m	3,20 m	
2,60 m	3,11 m	
2,80 m	3,03 m	
3,00 m	2,96 m	
3,20 m	2,89 m	
3,40 m	2,83 m	
3,60 m	2,78 m	
3,80 m	2,73 m	
4,00 m	2,68 m	
4,20 m	2,64 m	
4,40 m	2,59 m	
4,60 m	2,56 m	
4,80 m	2,52 m	
5,00 m	2,48 m	



DAMMBALKEN HÖHE 250 mm

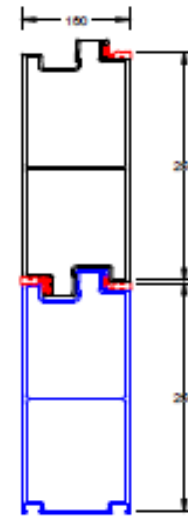
Randbedingungen:

Binnengewässer 10,00 kN/m² γ_f 1,35, $\psi=0,90$

BWK Lastfall 1 (Volleinstau + Personenlast alt. Windlast + Personenlast)

Material **EN AW6063 T66**, $f_{yk}=19,50\text{kN/cm}^2$, $\gamma_M=1,10$

Schutzhöhe	DB 250 mit 1/150	
0,25 m	6,00 m	
0,50 m	5,76 m	
0,75 m	4,87 m	
1,00 m	4,35 m	
1,25 m	4,01 m	
1,50 m	3,74 m	
1,75 m	3,54 m	
2,00 m	3,37 m	
2,25 m	3,24 m	
2,50 m	3,12 m	
2,75 m	3,02 m	
3,00 m	2,92 m	
3,25 m	2,84 m	
3,50 m	2,77 m	
3,75 m	2,70 m	
4,00 m	2,64 m	
4,25 m	2,57 m	
4,50 m	2,52 m	
4,75 m	2,48 m	
5,00 m	2,43 m	



Ingenieurbüro für Bauwesen
Dipl.-Ing. Malte Lehrke

Sebastianstraße 189
53115 Bonn

Tel.: 0228 - 24 26 48 50
Fax: 0228 - 24 26 48 55

info@statik-lehrke.de
www.statik-lehrke.de

Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer Bau NRW Mitglieds-Nr.: 710947
Mitglied der Ingenieurkammer Rheinland-Pfalz Mitglieds-Nummer: 93864
Anerkannt für das Förderprogramm "Vor-Ort-Beratung" BFA-Nr. 183754
Staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz



KLEINE STÜTZE freistehend mit 3 durchgehenden Verschraubungen

Randbedingungen:

Binnengewässer 10,00 kN/m² γ_f 1,35, $\psi=0,90$

BWK Lastfall 1 (Volleinstau + Personenlast alt. Windlast + Personenlast)

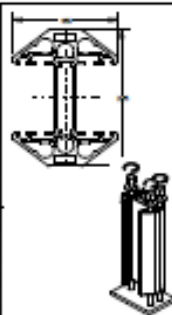
Material **EN AW6063 T66**, $f_{yk}=19,50\text{kN/cm}^2$, $\gamma_M=1,10$

Gewindestange M22, St715/845 bzw. St750/875, gerades Stabende, $\gamma_s=1,15$

ohne Berücksichtigung Ankerplatte

Beton C30/37, $c_{nom}=4,0\text{cm}$, Abmessung Aufkantung $b/h=30/100\text{cm}$

Schutzhöhe	STÜ mit 1/150		
	Achse	Verankerung incl. Mutter	
0,20 m	6,00 m	44,00 cm	6 kg
0,40 m	6,00 m	44,00 cm	11 kg
0,60 m	6,00 m	44,00 cm	16 kg
0,80 m	6,00 m	44,00 cm	21 kg
1,00 m	6,00 m	44,00 cm	26 kg
1,20 m	6,00 m	44,00 cm	31 kg
1,40 m	6,00 m	60,00 cm	36 kg
1,60 m	5,10 m	71,00 cm	41 kg
1,80 m	3,65 m	71,00 cm	46 kg
2,00 m	2,70 m	71,00 cm	51 kg
2,20 m	2,06 m	71,00 cm	56 kg



TDB STÜTZE freistehend mit 3 durchgehenden Verschraubungen

Randbedingungen:

Binnengewässer 10,00 kN/m² γ_f 1,35, $\psi=0,90$

BWK Lastfall 1 (Volleinstau + Personenlast alt. Windlast + Personenlast)

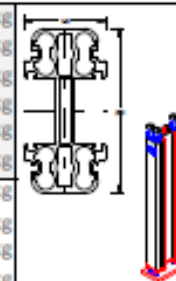
Material **EN AW6005 T6**, $f_{yk}=22,50\text{kN/cm}^2$, $\gamma_M=1,10$

Gewindestange M26,5, St735/915 bzw. St750/875, gerades Stabende, $\gamma_s=1,15$

ohne Berücksichtigung Ankerplatte

Beton C30/37, $c_{nom}=4,0\text{cm}$, Abmessung Aufkantung $b/h=30/100\text{cm}$

Schutzhöhe	TDB mit 1/150		
	Achse	Verankerung incl. Mutter	
0,25 m	6,00 m	58,50 cm	12 kg
0,50 m	6,00 m	58,50 cm	22 kg
0,75 m	6,00 m	58,50 cm	30 kg
1,00 m	6,00 m	58,50 cm	40 kg
1,25 m	6,00 m	58,50 cm	49 kg
1,50 m	6,00 m	60,00 cm	58 kg
1,75 m	6,00 m	84,50 cm	67 kg
2,00 m	6,00 m	117,50 cm	76 kg
2,25 m	4,00 m	110,50 cm	86 kg
2,50 m	2,65 m	100,00 cm	95 kg



TDB-STÜTZE MIT WAP-FUSS mit je 2 Verschraubungen im Fuss

Randbedingungen:

Binnengewässer 10,00 kN/m² γ_f 1,35, $\psi=0,90$

BWK Lastfall 1 (Volleinstau + Personenlast alt. Windlast + Personenlast)

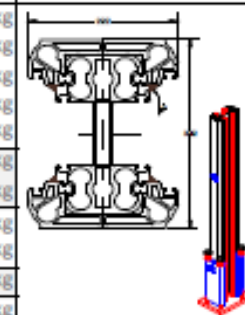
Material **EN AW6005 T6**, $f_{yk}=22,50\text{kN/cm}^2$, $\gamma_M=1,10$

Gewindestange M26,5, St735/915 bzw. St750/875, gerades Stabende, $\gamma_s=1,15$

ohne Berücksichtigung Ankerplatte

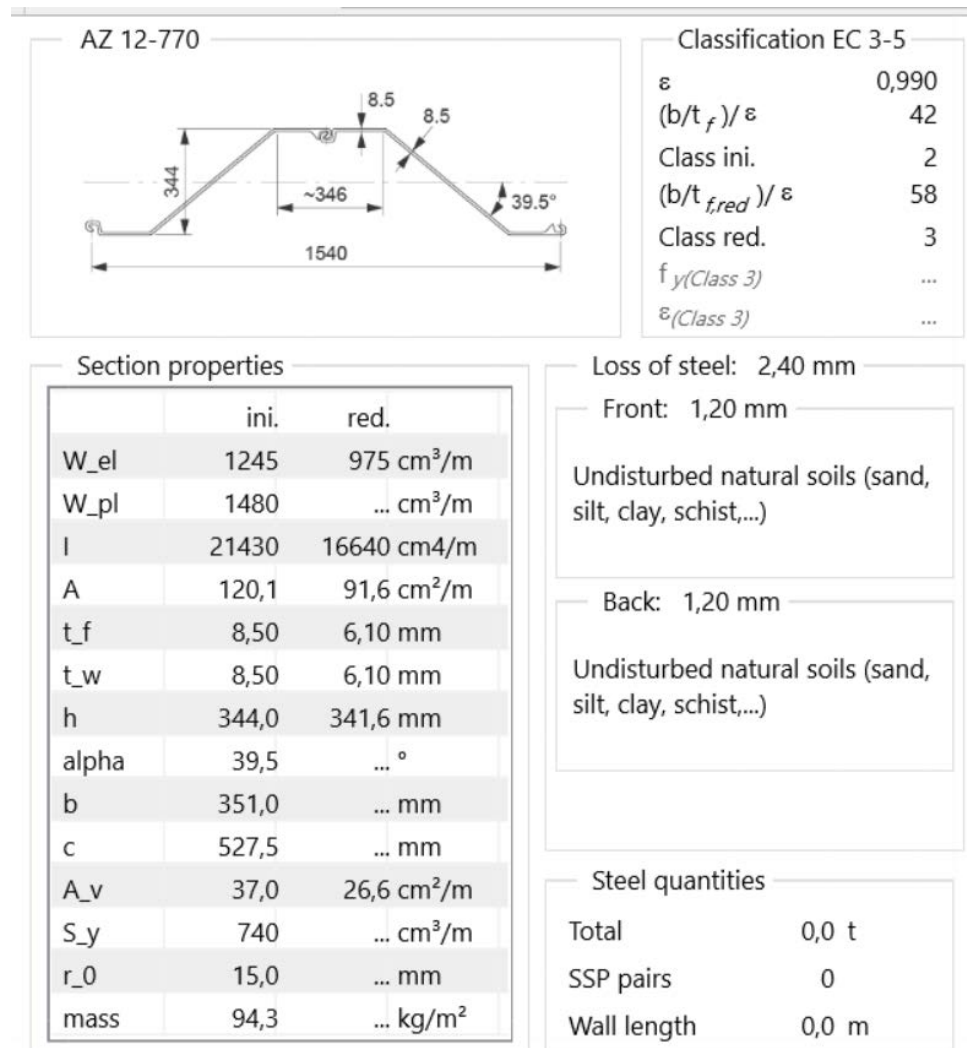
Beton C30/37, $c_{nom}=4,0\text{cm}$, Abmessung Aufkantung $b/h=40/100\text{cm}$

Schutzhöhe	TDB 2WAP mit 1/150			
	Achse	Verankerung incl. Mutter	Fuss. Höhe	
1,50 m	6,00 m	58,50 cm	50,00 cm	60 kg
1,75 m	3,00 m	58,50 cm	50,00 cm	66 kg
2,00 m	3,00 m	58,50 cm	50,00 cm	72 kg
2,25 m	3,00 m	64,00 cm	50,00 cm	78 kg
2,50 m	3,00 m	83,00 cm	50,00 cm	84 kg
2,75 m	3,46 m	119,00 cm	75,00 cm	100 kg
3,00 m	2,69 m	119,00 cm	75,00 cm	106 kg
3,25 m	2,12 m	119,00 cm	100,00 cm	123 kg
3,50 m	1,66 m	116,00 cm	100,00 cm	129 kg
3,75 m	1,39 m	119,00 cm	125,00 cm	145 kg
4,00 m	1,15 m	119,00 cm	150,00 cm	162 kg





Bijlage 11 Durability gekozen damwandtype

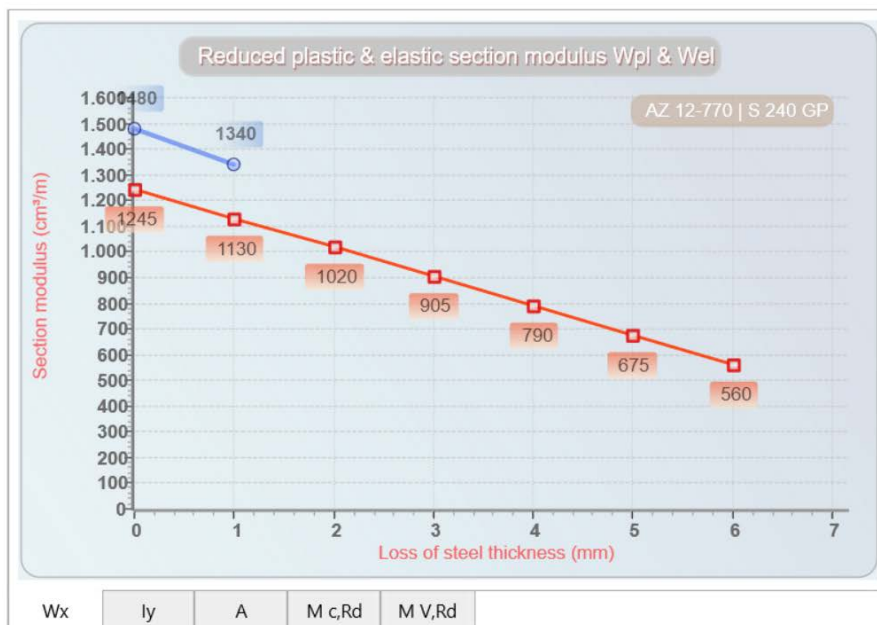


Sheet pile section

AZ 12-770

Steel grade

S 240 GP



Class of section

Class	Loss of steel
2	< 0,70 mm
3	< 3,17 mm

Show W_{el} - W_{pl}

- ☒ $W_{y,plastic}$
- ☒ $W_{y,elastic}$



Bijlage 12 Voor piping vereiste damwandlengte

Coupure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maaiveldhoogte [m +NAP]	2,50	2,42	2,38	2,40	2,37	2,50	1,47	1,52	1,45	1,55
Maaiveldhoogte met bodemdaling 2125 [m +NAP]				2,17	2,14	2,27				
Ontwerpwaterstand 2125 [m +NAP]	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,83	2,84	2,84	2,84
Verval [m]	0,49	0,57	0,61	0,59	0,62	0,49	1,36	1,32	1,39	1,29
Verval met bodemdaling 2125 [m]				0,82	0,85	0,72				
Heave kwelerscherm lengte	0,98	1,14	1,22	1,64	1,70	1,44	2,72	2,64	2,78	2,58

NB: de **maaiveldhoogtes** komen niet exact overeen met die welke zijn gehanteerd bij het VO ontwerp van de damwanden. Dit komt door het feit dat bij kwel gekeken is naar het laagste maaiveldniveau in de omgeving terwijl bij het ontwerp van de damwand is gekeken naar de werkelijke situatie ter plaatse.

Tevens komt de **ontwerpwaterstand** niet overeen met de hoogte van de dijk welke is gehanteerd bij het VO ontwerp van de damwanden. Dit komt doordat bij het ontwerp van de dijk rekening is gehouden met golfoploop. Deze golfoploop is vooralsnog gelijk gehouden aan de overhoogte voor de schotten welke nodig is om bij "staande golven" voldoende reserve te hebben tegen golfoverslag.

Omschrijving locatie	Deel-traject	Locatie		Lengte	Peil dijk	Peil weg	Kerend
		Hm van	Hm tot	m	m NAP	m NAP	m
1 C&I 1	1b	1571	1599	28	3,5	2,7	0,80
2 C&I 2	1b	1640	1653	13	3,5	2,6	0,90
3 IJzerleeuw 1	1b	1750	1758	8	3,5	2,6	0,90
4 IJzerleeuw 2	2a	1864	1876	12	3,5	2,6	0,90
5 IJzerleeuw 3	2a	1966	1981	15	3,5	2,6	0,90
6 van der Kamp	2a	2064	2074	10	3,5	2,7	0,80
7 VARO **	2c	2445	2545	n.v.t.	3,4	2,5	0,90
8 Leenman 1 *	4a	4447	4454	7	3,3	1,55	1,75
9 Leenman 2 *	4a	4541	4548	7	3,3	1,6	1,70
10 Triferto *	4a	4622	4629	7	3,3	1,6	1,70

Bijlage 13 Corrosie damwanden

Table 4-1: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial sites	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt,)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag,)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
Notes: 1) Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two. 2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.					

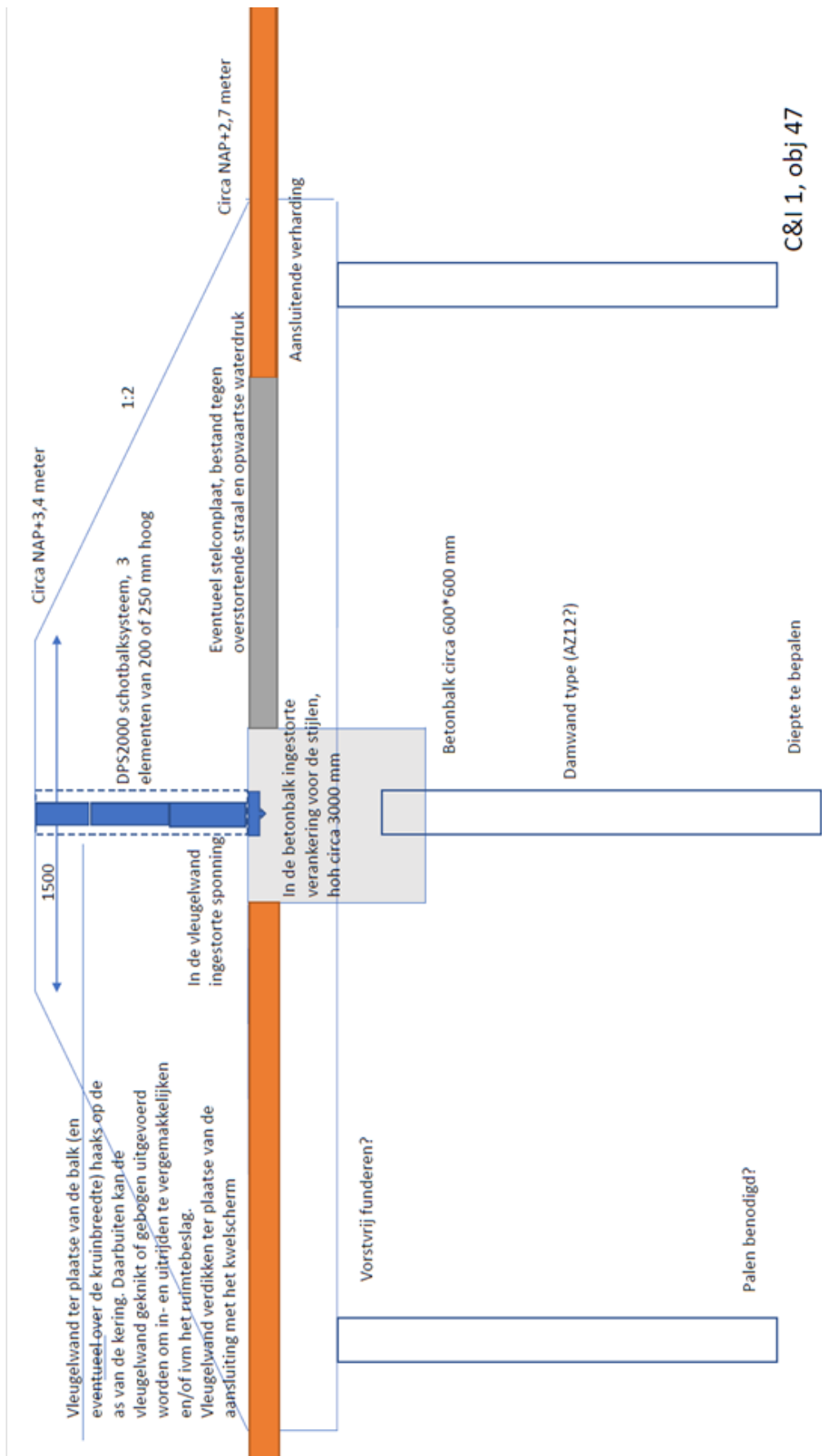
Table 4-2: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in fresh water or in sea water

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Common fresh water (river, ship canal,) in the zone of high attack (water line)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Very polluted fresh water (sewage, industrial effluent,) in the zone of high attack (water line)	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Sea water in temperate climate in the zone of high attack (low water and splash zones)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Sea water in temperate climate in the zone of permanent immersion or in the intertidal zone	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50
Notes: 1) The highest corrosion rate is usually found in the splash zone or at the low water level in tidal waters. However, in most cases, the highest bending stresses occur in the permanent immersion zone, see Figure 4-1. 2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.					



Bijlage 14

Constructieprincipe coupure C&I 1



Bijlage 4. Bomen Effect Analyse Klooienberglaan

Bomen Effect Analyse

Planbeoordeling

Klooienberglaan, Zwolle



Bomenwacht
NEDERLAND

OPDRACHTGEVER

Dijkzone Alliantie Zwolle v.o.f.

PROJECTCODE

20302

STATUS RAPPORTAGE

Definitief

DATUM RAPPORTAGE

23 juli 2020

PROJECTTEAM

Ilona Bredius, Projectcoördinator

Adrian van Oostrum, Adviseur Bomen (European Tree Technician)

Erik Koppelaar, Adviseur Bomen (European Tree Technician)

SAMENVATTING

In opdracht van Dijkzone Alliantie Zwolle v.o.f. heeft Bomenwacht Nederland een Bomen Effect Analyse (BEA) uitgevoerd bij 7 bomen aan de Klooienberglaan te Zwolle. Hier zal plaatselijk de dijk worden versterkt. Plan is om een extra damwandconstructie te plaatsen en de verharding van het bestaande pad te vervangen. Op deze locatie staan 7 monumentale bomen.

De algemene boomgegevens, de boomkwaliteit en de toekomstverwachting hebben wij in kaart gebracht tijdens de nulmeting die wij in maart van dit jaar hebben uitgevoerd (rapportagedatum 26 maart 2020).

De doelstelling van de BEA is om de ondergrondse situatie bij een aantal representatieve bomen in kaart te brengen, te bepalen welke effecten de werkzaamheden kunnen hebben op de bomen en een advies op te stellen met maatregelen en/of randvoorwaarden om de bomen zo mogelijk duurzaam in stand te houden.

Algemene boomgegevens, kwaliteit en toekomstverwachting

De onderzoeksbomen, 6 zomereiken en 1 iep, zijn volgens de beschikbare informatie aangeplant in 1920. De bomen hebben een monumentale status.

Van 4 bomen is de kwaliteit als matig beoordeeld. Van 3 bomen is de kwaliteit als voldoende aangemerkt.

Voor 5 onderzoeksbomen geldt een toekomstverwachting van ten minste 15 jaar. Bij 2 bomen zien wij aanleiding om de toekomstverwachting naar beneden bij te stellen (5 tot 15 jaar). Aangezien het monumentale bomen betreft, is de algemene richtlijn die stelt dat handhaving van bomen met een toekomstverwachting van minder dan 15 jaar ongewenst is, niet van toepassing.

Ondergronds onderzoek

De onderzoeksbomen hebben relatief goede groeiplaatsen. Van intensieve doorworteling is sprake tot circa 70 à 80 cm beneden maaiveld, maar er is tot een diepte van ten minste 140 à 160 cm beneden maaiveld worteling aangetroffen.

Prognose projectinvloed

Wij beoordelen de invloed van de werkzaamheden op de bomen als beperkt. 3 van de bomen zullen geen invloed ondervinden. De werkzaamheden vinden plaats buiten de stabiliteitskluiten van de bomen, waardoor de stabiliteit niet in gevaar komt en wortelschade beperkt blijft.

Met het vervangen van de verharding is alleen de bovenste laag van de bodem gemoeid. Ook hierdoor zal geen omvangrijke schade aan het wortelgestel ontstaan. Wanneer bij het vervangen van de verharding minder goed doorlaatbaar materiaal wordt gekozen, kan eventueel verdroging van de groeiplaats optreden. Wanneer de keuze valt op een vergelijkbaar materiaal is dit niet het geval.

Om de bomen tijdens en na de uitvoering van de werkzaamheden duurzaam te kunnen behouden, dienen een aantal beschermende randvoorwaarden in acht te worden genomen. Voorbeelden hiervan zijn:

- Instellen van een afschermingszone rond de bomen.
- Zorgvuldigheid betrachten ten aanzien van de kronen van de bomen.
- Zorgvuldigheid betrachten ten aanzien van de boomwortels.
- Handhaven van de grondwaterstand op het oorspronkelijke peil.

INLEIDING

In opdracht van Dijkzone Alliantie Zwolle v.o.f, de heer D. Boogert, heeft Bomenwacht Nederland een Bomen Effect Analyse (BEA) uitgevoerd bij 7 bomen aan de Klooienberglaan te Zwolle.

Aanleiding van deze BEA vormt het voornemen om op locatie het dijktraject te versterken. Voor dit project is een voorlopig ontwerp opgesteld. De 7 bomen staan binnen de werkgrenzen en ondervinden mogelijk (negatieve) gevolgen van de uit te voeren werkzaamheden. Uitgangspunt van de opdrachtgever is het duurzaam behoud van de bomen.

De doelstelling van de BEA is meerledig:

- In kaart brengen van de algemene boomgegevens, de boomkwaliteit en de toekomstverwachting voor de bomen.
- In kaart brengen van de ondergrondse situatie bij een aantal representatieve bomen.
- Bepalen welke effecten de werkzaamheden kunnen hebben op de bomen.
- Een advies opstellen met maatregelen en/of randvoorwaarden om de bomen zo mogelijk duurzaam in stand te houden, op basis van de onderzoeksresultaten.

Op basis van de bevindingen in deze rapportage kan een weloverwogen besluit worden genomen over de toekomst van de bomen.

Voor het in kaart brengen van onder meer de algemene boomgegevens, de boomkwaliteit en de toekomstverwachting grijpen wij terug op de resultaten van de nulmeting die wij in maart van dit jaar voor u hebben uitgevoerd (rapportagedatum 26 maart 2020). De gegevens uit de nulmeting hebben wij in deze rapportage geïntegreerd, om de interpretatie te vereenvoudigen.

Het veldwerk ten behoeve van deze BEA is uitgevoerd op maandag 13 juli 2020 door Adrian van Oostrum (European Tree Technician), Adviseur Bomen bij Bomenwacht Nederland.

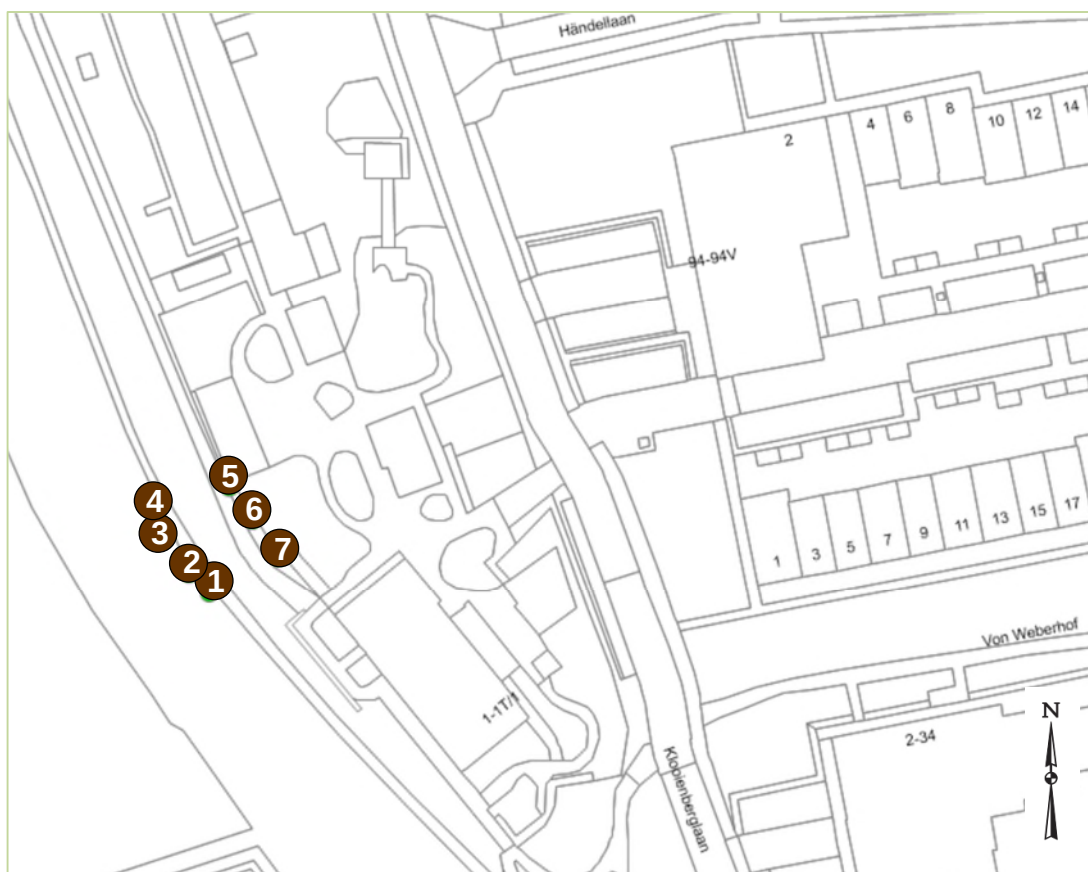
SITUATIE

De 7 onderzoeksbomen staan aan de Klooienberglaan in Zwolle. Het betreft 6 zomereiken en 1 iep. De bomen staan ter hoogte van Wijkboerderij de Klooienberg, op de kruin en in de teen van het aanwezige dijklichaam. Alle onderzoeksbomen hebben een gemeentelijke monumentale status.

Om de projectinvloed te kunnen beoordelen, ontvingen wij van de opdrachtgever de volgende tekeningen:

1. SDZ-GRK-KV1-00-DR-0654-VO-DET (Dijkteam Zwolle, Detailtekening, blad 01, 20-05-2020)
2. 3D-schets VO Klooienberg (2020-07-10)

Hieronder en in *bijlage A* treft u een overzichtstekening aan van de locatie, waarop de bomen genummerd zijn weergegeven. (De nummering komt overeen met de boomnummers in *bijlage B* en het vervolg van dit rapport.)



0 Onderzoeksboom met boomnummer

ONDERZOEKSMETHODE

INVENTARISATIE BOMENBESTAND

De inventarisatie van het bomenbestand geeft inzicht in de huidige toestand van de bomen. Opgenomen worden:

- Algemene gegevens die een beeld geven van de boom en zijn huidige omvang (zoals boomsoort, boomtype, stamdiameter, boomhoogte, kroondiameter, plantjaar).
- Gegevens over het functioneren van de boom op zijn huidige standplaats, namelijk de kwaliteit (conditie, veiligheid, beheerbaarheid) en toekomstverwachting.

De inventarisatie is uitgevoerd volgens de richtlijnen in het Handboek Bomen, een uitgave van het Norminstituut Bomen.

Kwaliteit

De huidige kwaliteit van elke onderzoeksboom is vastgesteld aan de hand van 3 aspecten: conditie, veiligheid en beheerbaarheid.

Bij de conditiebeoordeling is met name gekeken naar de scheutlengte, de kroonstructuur en de knopgrootte en -bezetting. Ook is gelet op symptomen die wijzen op een aantasting (bijvoorbeeld door een insect of bacterie).

Bij de beoordeling van de veiligheid is gekeken naar biologische en mechanische aspecten die van invloed kunnen zijn op de stabiliteit en breukveiligheid van de boom. Voorbeelden hiervan zijn schimmelaantastingen, holten, zware takken en plakoksels.

De beheerbaarheid van elke onderzoeksboom is beoordeeld aan de hand van diverse factoren. Naast de conditie en veiligheid zijn onder andere ook (knelpunten op) de standplaats, de resterende levensduur en het beoogde eindbeeld bepalend.

De onderzoeksmethode van de kwaliteitsbeoordeling wordt nader toegelicht in *bijlage E*.

Toekomstverwachting

Bij (voorgenomen) projecten waarbij binnen het projectgebied een herinrichting van de buitenruimte zal plaatsvinden, wordt handhaving van bomen met een toekomstverwachting van minder dan 15 jaar in het algemeen als ongewenst beschouwd.

Bij een toekomstverwachting van meer dan 15 jaar is het (zeer) wenselijk de betreffende bomen in de nieuwe inrichting van het gebied een (duurzame) plaats te geven.

Bij (voorgenomen) projecten waarbij herinrichting van de buitenruimte geen rol speelt, geldt voor bomen met een toekomstverwachting van minder dan 15 jaar dat de inspanningen en kosten die gemoeid zijn met behoud van de boom in verhouding moeten staan tot de toekomstverwachting die voor de boom geldt.

Bij de keuze tussen handhaven of verwijderen, speelt behalve de toekomstverwachting ook de beleidsstatus van de boom een belangrijke rol. Bij bomen met een status ligt het voor de hand extra inspanningen te verrichten voor behoud.

PROGNOSE PROJECTINVLOED

De prognose van de projectinvloed heeft tot doel te bepalen in hoeverre het versterken van het dijktraject op de projectlocatie een negatief effect kan hebben op het (duurzaam) behoud van de onderzoeksbomen.

Per boom worden de *volgende* aspecten beoordeeld:

- de werkzaamheden binnen de invloedssfeer van de boom;
- de schade die door deze werkzaamheden kan ontstaan;
- de mate waarin deze schade optreedt.

Er zijn 4 categorieën: geen invloed, beperkte invloed, aanzienlijke invloed en onhoudbaar. Bij een beperkte of aanzienlijke invloed zullen de uit te voeren werkzaamheden leiden tot boven- en/of ondergrondse knelpunten ten aanzien van de boom. De categorie 'onhoudbaar' houdt in dat de boom als gevolg van de werkzaamheden niet kan worden gehandhaafd.

BEWORTELINGSONDERZOEK

Het bewortelingsonderzoek wordt uitgevoerd door (handmatig) een aantal profielsleuven te graven en profielboringen te verrichten in de zone rond de onderzoeksbomen. Met behulp van deze sleuven en boringen worden het aanwezige bodemprofiel (bodemopbouw, -type en -structuur) en het bewortelingspatroon in beeld gebracht.

Het aanwezige bewortelingspatroon laat zien tot op welke diepte de beworteling zich heeft ontwikkeld, in welke kwaliteit en met welke hoeveelheid. Hieruit is af te leiden welke invloed de huidige samenstelling van de bodem heeft op de wortelontwikkeling.

RESULTATEN

INVENTARISATIE BOMENBESTAND

Per boom zijn de resultaten van de inventarisatie terug te vinden op de overzichtstekening in *bijlage A* en op het registratieformulier in *bijlage B*.

ALGEMENE KENMERKEN

Het bomenbestand op de onderzoekslocatie bestaat uit 6 zomereiken (*Quercus robur*) en 1 iep (*Ulmus x hollandica*). Alle 7 bomen zijn, volgens openbaar beschikbare informatie, aangeplant in het jaar 1920.

De stamdiameter van de bomen varieert van circa 60 cm tot ruim 100 cm (gemeten op circa 130 cm vanaf maaiveld). De boomhoogte varieert van circa 12 meter (boom 4, een onderstandig individu) tot ruim boven 24 meter.

Alle 7 bomen hebben een monumentale status. De bomen zijn om deze reden opgenomen op de gemeentelijke Groene Kaart.

CONDITIE

Bij 4 bomen (nummers 1, 3, 6 en 7) is de conditie als voldoende beoordeeld. Bij deze bomen is sprake van een jaarlijks toenemend kroonvolume.

Bij 2 bomen is de conditie als onvoldoende aangemerkt (nummers 2 en 5). De groei is bij deze bomen vrijwel gestagneerd.

Van 1 boom, de onderstandige zomereik (nummer 4) is de conditie als slecht beoordeeld. Deze boom heeft het in de concurrentie om licht duidelijk moeten afleggen tegen nevenstaande bomen.

Belangrijk om te benoemen is dat een verminderde conditie niet automatisch inhoudt dat ook de toekomstverwachting van de boom beperkt is. Met name bij duurzame boomsoorten, waar in dit geval zonder uitzondering sprake van is, kan een boom met een verminderde of zelfs slechte conditie vaak toch nog erg lang mee.

VEILIGHEID

De tabel op de *volgende* pagina geeft een overzicht van de benodigde veiligheidsmaatregelen per boom. Deze veiligheidsmaatregelen zijn gekoppeld aan de waardering van de boomveiligheid. Daarbij geldt dat een boom meerdere gebreken kan vertonen, waardoor meerdere veiligheidsmaatregelen worden geadviseerd. Wanneer een boom meerdere gebreken vertoont, wordt de laagste bijbehorende waardering voor boomveiligheid toegekend. De koppeling tussen de waarderingscijfers voor veiligheid en maatregelen wordt toegelicht in *bijlage E*.

Veiligheidsmaatregel	Aantal bomen
Geen	1
Grof dood hout verwijderen (snoei)	6
Jaarlijkse inspectie	1

Bij 6 bomen werd grof dood hout (met een diameter van meer dan 4 cm) aangetroffen in de kroon. Wij adviseren dit te verwijderen door middel van snoei.

Bij boom 3 is daarbij de binnenbast ter hoogte van de stamvoet gedeeltelijk afgestorven, vermoedelijk als gevolg van een schimmelaantasting. Dit heeft op korte termijn geen invloed op de stabiliteit of de breukgevoeligheid van deze boom, maar wij adviseren om deze boom jaarlijks te laten inspecteren.

BEHEERBAARHEID

Bij 5 bomen is de beheerbaarheid als voldoende beoordeeld.

Bij 2 bomen (nummers 3 en 5) is de beheerbaarheid als onvoldoende aangemerkt. Boom 3 vertoont in geringe mate bastnecrose (afgestorven bastweefsel / een oppervlakkige rotting) aan de stamvoet. Van boom 5 is in het verleden de top al eens verwijderd. Ter hoogte van de ontstane snoeiwond heeft zich een nieuwe top gevormd. Op termijn verwachten wij een verzwakte houtstructuur doordat onderliggend houtweefsel van de takstompen wordt aangetast door houtrot.

KWALITEITSBEPALING

Op basis van de conditie, veiligheid en beheerbaarheid is de kwaliteit van de onderzoeksbomen bepaald.

De *volgende* tabel laat zien hoe de bomen verdeeld zijn over de diverse kwaliteitscategorieën.

Kwaliteitscategorie	Aantal bomen
Matig	4
Voldoende	3

De kwaliteitscategorie wordt *als volgt* bepaald: het wiskundig product van de beoordelingscijfers voor de individuele bomen voor wat betreft conditie, veiligheid en beheerbaarheid resulteert in een kwaliteitsgetal, dat correspondeert met een kwaliteitscategorie. *Bijlage E* geeft een nadere toelichting op onze methode voor de kwaliteitsbepaling.

TOEKOMSTVERWACHTING

Op basis van de conditie en de beheerbaarheid is de toekomstverwachting voor de bomen bepaald.

Voor 5 bomen geldt een toekomstverwachting van ten minste 15 jaar. De beheerbaarheid van deze bomen is als voldoende beoordeeld.

Voor 2 bomen (nummers 3 en 5) is de toekomstverwachting 5 tot 15 jaar. Van deze bomen is de beheerbaarheid als onvoldoende aangemerkt.

RESULTATEN

PROGNOSE PROJECTINVLOED

Volgens de door de opdrachtgever aangeleverde tekeningen zal het dijktraject op locatie worden versterkt door het verticaal aanbrengen van een damwand in het dijklichaam (zoals weergegeven op dwarsprofiel 3 uit tekening SDZ-GRK-KV1-00-DR-0654-VO-DET).

Deze damwand wordt aangebracht zo dicht mogelijk evenwijdig aan de buitenzijde van een reeds aanwezige damwand in hetzelfde dijklichaam.
Het bestaande pad van grasbetonelementen zal worden vervangen door een nader te bepalen verharding. Er vindt geen ophoging van het bestaande maaiveld plaats.

We bespreken achtereenvolgens de invloed op de onderzoeksbomen van de werkzaamheden in het kader van het plaatsen van de damwand (in het registratieformulier: knelpunt 2) en het vervangen van de bestrating van het pad (in het registratieformulier: knelpunt 1).

Wij beoordelen dat de invloed van de voorgenomen werkzaamheden op de onderzoeksbomen beperkt zal zijn.

WORTELSCHADE

Graafwerkzaamheden bij een boom kunnen leiden tot schade aan het wortelgestel. Bij schade aan de dikkere wortels kan de boom te kampen krijgen met een (aanzienlijke) conditievermindering. Bovendien vormen (grote) verwondingen aan het wortelgestel een potentiële invalspoort voor houtrotveroorzakende schimmels. Hierdoor kunnen op termijn de stabiliteit en breukveiligheid van de boom in gevaar komen.

Verder kan bij graafwerkzaamheden schade ontstaan aan de zogenoemde stabiliteitskluit van een boom. Het betreft hier het deel van het wortelgestel dat ongeschonden dient te blijven om de stabiliteit van de boom te kunnen waarborgen. Voor het bepalen van de omvang van de stabiliteitskluit wordt gebruik gemaakt van normwaarden. Deze waarden zijn weergegeven in de *volgende* tabel.

Stamdiameter (in cm, op 130 cm boven maaiveld)	Straal stabiliteitskluit (in cm)
20	125
40	150
60	175
80	225
100	250
150	350

De normen voor de afmeting van de stabiliteitskluit zijn richtwaarden en kunnen niet altijd exact worden toegepast. Soms is bijstelling nodig, bijvoorbeeld vanwege een afwijkende kroonopbouw, een eenzijdig ontwikkeld wortelgestel, windvang of eventuele scheefstand, maar hiervoor zien wij op deze locatie geen reden. Het vaststellen van de stabiliteitskluit is overigens altijd een momentopname.

De werkzaamheden in het kader van het plaatsen van de damwand vinden plaats buiten de stabiliteitskluit van de onderzoeksbomen. Wij verwachten hierdoor geen onoverkomelijke wortelschade. Daarnaast geldt dat de damwandconstructie wordt aangebracht vrijwel direct naast een reeds aanwezige damwand, wat inhoudt dat de omvang van de bestaande groeiplaatsen niet noemenswaardig afneemt. Wij beoordelen de invloed van deze werkzaamheden op de onderzoeksbomen daarom als beperkt.

Wanneer bij het vervangen van de verharding van het bestaande pad minder goed doorlaatbaar materiaal wordt gekozen, kan eventueel verdroging van de groeiplaats optreden. Wanneer de keuze valt op een vergelijkbaar materiaal is dit niet het geval.

BODEMVERDICHTING

Door het inzetten van zwaar materieel, het opslaan van materialen en/of het ophogen van het maaiveld kan bodemverdichting optreden. Ook het aanbrengen van verharding en verkeersbelasting hebben verdichting tot gevolg. Bestanddelen als klei, veen en fijn zand maken een bodem gevoelig voor verdichting.

Bij verdichting wordt het poriënvolume in de bodem verkleind. Hierdoor nemen de mogelijkheden voor wortelontwikkeling af. Zwaar verdichte bodems kenmerken zich bovendien door een moeizame verplaatsing van vocht en bodemgassen, waardoor wateroverlast en zuurstofgebrek kunnen optreden. Te lage zuurstofgehalten in de doorwortelde zone kunnen bij de boom leiden tot wortelsterfte en (dus) tot conditievermindering.

Om verdichting van de bodem te voorkomen kunnen maatregelen worden getroffen om drukverdeling te realiseren bij het inzetten van zwaar materieel. Een praktisch voorbeeld hiervan is het uitleggen van stalen rijplaten.

SCHADE AAN DE STAMVOET, STAM EN/OF KROON

Door het onzorgvuldig inzetten van (zwaar) materieel kan er bovengronds schade aan een boom ontstaan. Er lijkt voldoende doorrijhoogte op locatie beschikbaar om de damwanden op (meer dan) 3 meter uit de stamvoet te kunnen slaan.

RESULTATEN

BEWORTELINGSONDERZOEK

Bij 5 bomen (nummers 1-4 en 7) is een bewortelingsonderzoek uitgevoerd. Ten tijde van de nulmeting in maart van dit jaar hebben wij profielboringen uitgevoerd bij bomen 1, 2, 4 en 7. Aanvullend hebben wij handmatig 2 profielsleuven gegraven bij boom 1 en boom 3, om de projectinvloed zorgvuldig te kunnen beoordelen.

De onderzoeksresultaten zijn schematisch weergegeven in *bijlage D*. Hieronder volgt een nadere toelichting.

BODEMPROFIEL

De toplaag van het profiel wordt in de meeste gevallen gekenmerkt door een laag matig humeus fijn zand, gevolgd door een laag humusarm fijn zand of zavel. Nog dieper in het profiel stuiten wij op een laag lichte klei die overgaat in (matig humeus of humusarm) fijn zand.

GRONDWATERSTAND

Het grondwater hebben wij in geen van de bodemprofielen aangetroffen. Dit is niet verwonderlijk omdat dit ondergrondse onderzoek plaatsvond in de doorwortelde zone, bovenop het dijklichaam.

BEWORTELINGSPATROON

In de bovenlaag van het profiel is tot op een diepte van circa 80 cm intensieve fijne, dunne beworteling aangetroffen en ook dikke beworteling. Extensieve beworteling werd aangetroffen tot een diepte van tenminste 140 - 160 cm beneden maaiveld.

CONCLUSIE EN ADVIES

INVENTARISATIE BOMENBESTAND

Van de 7 monumentale bomen op deze projectlocatie is bij 3 de kwaliteit als voldoende en bij 4 als matig beoordeeld.

Wij adviseren enkele maatregelen op het gebied van veiligheid. Per boom zijn de adviezen terug te vinden op het registratieformulier in *bijlage B*.

Voor 2 van de onderzoeksbomen beoordelen wij de toekomstverwachting op 5 tot 15 jaar (bomen 3 en 5). De overige bomen hebben een toekomstverwachting van ten minste 15 jaar.

Bij de beschrijving van de methode wordt aangegeven dat handhaving van bomen met een toekomstverwachting van minder dan 15 jaar doorgaans als ongewenst wordt beschouwd. Omdat het hier monumentale bomen betreft, stellen wij voor om van deze algemene richtlijn af te wijken.

BEWORTELINGSONDERZOEK

De onderzoeksbomen hebben relatief goede groeiplaatsen. Van intensieve doorworteling is sprake tot circa 70 à 80 cm beneden maaiveld, maar er is tot een diepte van ten minste 140 à 160 cm beneden maaiveld beworteling aangetroffen.

PROGNOSE PROJECTINVLOED

Wij beoordelen de projectinvloed op bomen 1 tot en met 4 als beperkt. Bomen 5 tot en met 7 zullen geen invloed van het project ondervinden.

De tekeningen wijzen uit dat de werkzaamheden voor het plaatsen van de damwandconstructie zullen plaatsvinden buiten de stabiliteitskluiten van de onderzoeksbomen. Het vervangen van de verharding vindt plaats in de toplaag van het profiel. Van omvangrijke schade aan gestelwortels of ernstig verlies van opnamecapaciteit is dan geen sprake.

BOOMBESCHERMING

Om de bomen tijdens en na de uitvoering van de werkzaamheden duurzaam te kunnen behouden, dienen een aantal beschermende randvoorwaarden in acht te worden genomen.

Voorbeelden hiervan zijn:

- Instellen van een afschermingszone rond de bomen.
- Zorgvuldigheid betrachten ten aanzien van de kronen van de bomen.
- Zorgvuldigheid betrachten ten aanzien van de boomwortels.
- Handhaven van de grondwaterstand op het oorspronkelijke peil.

Wij verwijzen in dit verband naar een tweetal uitgaven van het Norminstituut Bomen:

- *Handboek Bomen 2018*, hoofdstuk 2: 'Werken rond bomen'.
- Bomenposter 'Werken rond bomen'.

randvoorwaarden die voor de bomen van belang zijn, worden in hoofdstuk 2 van het *Handboek Bomen 2018* uitgebreid beschreven. Een weergave van dit hoofdstuk is opgenomen in *bijlage F*.

De bomenposter 'Werken rond bomen' vat de randvoorwaarden op overzichtelijke wijze samen.

Voorafgaand aan de werkzaamheden dient de uitvoerende partij toetsbare werkplannen in te dienen voor de bescherming van de bomen.

Als er voor de uitvoering van de werkzaamheden een bestek wordt opgesteld, adviseren wij de beschermende randvoorwaarden in dit bestek op te nemen. Ook kan gedacht worden aan het opnemen van een boeteclausule die in werking treedt wanneer er schade aan de bomen wordt toegebracht.

Ten slotte adviseren wij om tijdens de uitvoering van de werkzaamheden een boomtechnisch toezichthouder ('groenwacht') aan te stellen. Deze ziet toe op de naleving van de randvoorwaarden en geeft zo nodig advies.

BIJLAGEN

BIJLAGE A

Overzichtstekening

BIJLAGE B

Registratieformulier

BIJLAGE C

Foto-overzicht

BIJLAGE D

Resultaten ondergronds onderzoek

BIJLAGE E

Methode kwaliteitsbeoordeling

BIJLAGE F

H2 Handboek Bomen 2018 (Norminstituut Bomen)

HEEFT U VRAGEN?

✉ INFO@BOMENWACHT.NL

☎ (085) 822 80 10

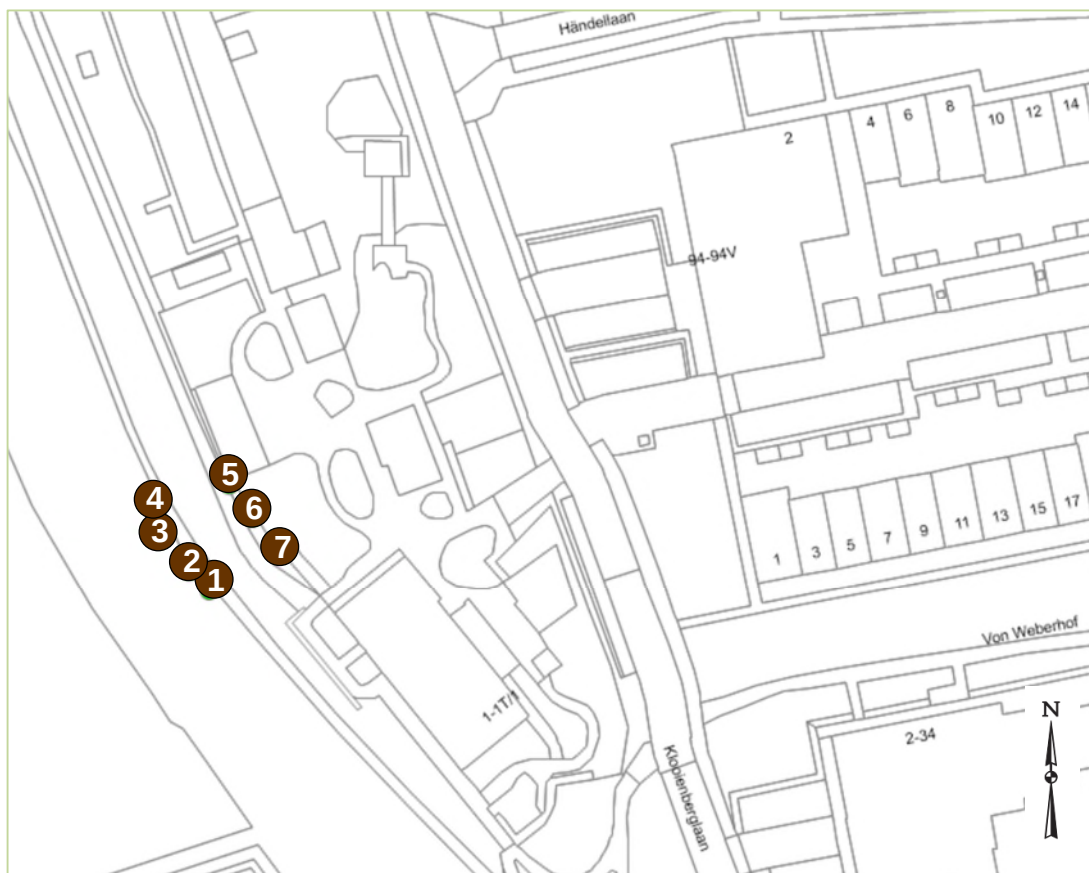
Bomenwacht Nederland

Van Rietlaan 33
3461 HW Linschoten

BIJLAGE A

OVERZICHTSTEKENING

Project : Klooienberglaan, Zwolle
Datum : 13 juli 2020



0 Onderzoeksboom met boomnummer

BIJLAGE B

boomnummer	Boomsoort	Boomsoort Nederlands	Boortype	Standplaats	Stamdiameter exact (cm)	Stamdiameterklasse (cm)	Boomhoogteklasse (m)	Knoedendiameterklasse (m)	Conditie cijfer	Conditie	Veiligheid (cijfer)	Maatregel veiligheid	Beheerbaarheid (cijfer)	Beheerbaarheid	Kwaliteitspunt	Kwaliteitscategorie	Toekomstverwachting	Opmerking veiligheid	Opmerking onderhoud en overig	Minimale straat stabiliteitskwal	Prognose projectievlod	Knotpunt 1	Invloed knotpunt 1	Gevolg knotpunt 1	Knotpunt 2	Invloed knotpunt 2	Gevolg knotpunt 2	Belofstedatum	Planjaar	Projectnaam	Naam adviseur	Organisatie adviseur	Datum opname
1	Ulmus x hollandica	Hollandse iep	Niet vrij uitgroeiende boom	Gras	82	50 - 100	> 24	10 - 15	6	Voldoende	6	Grif dood hout verwijderen (prone)	6	Voldoende	216	Voldoende	> 15 jaar	Dood houtafgraven (balken)	Niet van toepassing	2,25 tot 2,5 m	Beperkt	Herstellen wegprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Herenrichting dijgprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020
2	Quercus robur	Zomereik	Niet vrij uitgroeiende boom	Gras	85	50 - 100	12 - 18	10 - 15	4	Onvoldoende	6	Grif dood hout verwijderen (prone)	6	Voldoende	144	Matig	> 15 jaar	Dood houtafgraven (balken)	Niet van toepassing	1,75 tot 2,25 m	Beperkt	Herstellen wegprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Herenrichting dijgprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020
3	Quercus robur	Zomereik	Niet vrij uitgroeiende boom	Gras	85	50 - 100	18 - 24	10 - 15	6	Voldoende	6	Grif dood hout verwijderen (prone), Jaarlijkse inspectie	4	Onvoldoende	96	Matig	5 - 16 jaar	Dood houtafgraven (balken)	Niet van toepassing	2,25 tot 2,5 m	Beperkt	Herstellen wegprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Herenrichting dijgprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020
4	Quercus robur	Zomereik	Niet vrij uitgroeiende boom	Gras	59	50 - 100	6 - 12	7 - 10	2	Slecht	8	Geen	6	Voldoende	96	Matig	> 15 jaar	Niet van toepassing	Concurrentie	1,5 tot 1,75 m	Beperkt	Herstellen wegprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Herenrichting dijgprofiel	Beperkt	Schade aan verkeer buiten stabiliteitskwal	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020
5	Quercus robur	Zomereik	Niet vrij uitgroeiende boom	Elzenrietenvetharding	79	50 - 100	18 - 24	10 - 15	4	Onvoldoende	6	Grif dood hout verwijderen (prone)	4	Onvoldoende	96	Matig	5 - 16 jaar	Dood houtafgraven (balken)	Concurrentie	1,75 tot 2,25 m	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020	
6	Quercus robur	Zomereik	Niet vrij uitgroeiende boom	Heesterbeplanting	79	50 - 100	> 24	15 - 20	6	Voldoende	6	Grif dood hout verwijderen (prone)	6	Voldoende	216	Voldoende	> 15 jaar	Dood houtafgraven (balken)	Niet van toepassing	1,75 tot 2,25 m	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020	
7	Quercus robur	Zomereik	Niet vrij uitgroeiende boom	Heesterbeplanting	101	100 - 150	> 24	15 - 20	6	Voldoende	6	Grif dood hout verwijderen (prone)	6	Voldoende	216	Voldoende	> 15 jaar	Dood houtafgraven (balken)	Beslatingsoptima (licht), Boomspegel te klein	2,5 tot 3,5 m	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Zeer belangrijk	1920	Kloosterberghaan, Zwolle	Adrian van Oortrum	Bomenwacht Nederland	16 maart en 13 juli 2020	

BIJLAGE C

FOTO-OVERZICHT

Project : Klooienberglaan, Zwolle
Datum : 21 juli 2020



Overzicht 1.



Overzicht 2.



Overzicht 3.



Overzicht 4.



Overzicht 5.



Bomen 5 tot en met 7.

BIJLAGE C

RESULTATEN ONDERGRONDS ONDERZOEK

Bodemprofiel 1

Boomsoort : *Ulmus x hollandica*
 Boomnummer : 1
 Locatie : Circa 250 cm uit het hart van de stam aan de zuidoostzijde
 Datum : 13 juli 2020

PROFIELSLEUF		
Diepte (cm – m.v.)	Bodemlaag	Beworteling
0 tot 30	Matig humeus fijn zand	Fijn, dun & dik (3), intensief
30 tot 70	Zavel	
70 tot 90	Lichte klei	Fijn & dun, extensief
90 tot 140	Matig humeus fijn zand	
Metingen		
Grondwater	Niet bereikt	



Overzicht van de profielsleuf.



Resultaat van aanvullende profielboring

Bodemprofiel 2

Boomsoort : *Quercus robur*
 Boomnummer : 2
 Locatie : 1,75 meter uit het hart van de stam aan de noordwestzijde
 Datum : 16 maart 2020

PROFIELBORING	
Diepte (cm – m.v.)	Bodemlaag
0 – 30	Matig humeus fijn zand
30 – 60	Humusarm fijn zand
60 – 90	Humusarm matig fijn zand
90 – 110	Lichte klei
Opmerkingen	
Diepte beworteling:	Tot meer dan 90 cm beneden maaiveld



Resultaat van de profielboring.

Bodemprofiel 3

Boomsoort : *Quercus robur*
 Boomnummer : 3
 Locatie : 250 cm uit het hart van de stam aan de zuidoostzijde
 Datum : 13 juli 2020

PROFIELSLEUF		
Diepte (cm – m.v.)	Bodemlaag	Beworteling
0 tot 20	Matig humeus fijn zand	Fijn & dun, intensief
20 tot 70	Zavel	
70 tot 80	Lichte klei	
80 tot 90		Fijn & dun, extensief
90 tot 160	Humusarm matig fijn zand	
Metingen		
Grondwater	Niet bereikt	



Overzicht van de profielsleuf.



Resultaat van aanvullende profielboring.

Bodemprofiel 4

Boomsoort : *Quercus robur*
 Boomnummer : 4
 Locatie : 1,75 meter uit het hart van de stam aan de noordwestzijde
 Datum : 16 maart 2020

PROFIELBORING	
Diepte (cm – m.v.)	Bodemlaag
0 - 70	Matig humeus fijn zand
70 - 100	Humusarm fijn zand
Opmerkingen	
Diepte beworteling:	Tot meer dan 100 cm beneden maaiveld



Resultaat van profielboring.

Bodemprofiel 5

Boomsoort : *Quercus robur*
 Boomnummer : 7
 Locatie : 2,5 meter uit het hart van de stam aan de noordwestzijde
 Datum : 16 maart 2020

PROFIELBORING	
Diepte (cm – m.v.)	Bodemlaag
0 - 30	Matig humeus fijn zand
30 - 60	Humeus fijn zand
60 - 100	Matig humeus fijn zand
Opmerkingen	
Diepte beworteling:	Tot meer dan 90 cm beneden maaiveld
Overig:	Puinresten werden aangetroffen op een diepte van circa 40 cm beneden maaiveld



Resultaat van profielboring.

BIJLAGE E

METHODE KWALITEITSBEOORDELING

De kwaliteit van elke onderzoeksboom is vastgesteld aan de hand van 3 aspecten: conditie, veiligheid en beheerbaarheid. Aan elk aspect worden waarderingscijfers toegekend (tussen 0 en 10).

CONDITIE

Bij de conditiebeoordeling is met name gekeken naar de scheutlengte, de kroonstructuur en de knopgrootte en -bezetting. Tevens is er gelet op symptomen die wijzen op een aantasting (bijvoorbeeld door een insect of bacterie).

VEILIGHEID

Bij de beoordeling van de veiligheid is gekeken naar biologische en mechanische aspecten die van invloed kunnen zijn op de stabiliteit en breukveiligheid van de boom. Voorbeelden hiervan zijn schimmelaantastingen, holten, scheuren, zware takken en plakoksels. Deze kunnen leiden tot een verhoogde kans op stambreuk, takbreuk en/of windworp. Waargenomen gebreken leiden tot een veiligheidsmaatregel.

De veiligheid van elke boom wordt gewaardeerd met een cijfer. De geadviseerde veiligheidsmaatregelen zijn gerelateerd aan dit cijfer. *Onderstaande* tabel geeft de samenhang weer tussen de beoordeling van de veiligheid en de geadviseerde veiligheidsmaatregelen.

Veiligheidsmaatregel	Cijfer veiligheid					
	6	4	2	0	Niet te beoordelen	Nader onderzoek
Vellen (boom verwijderen)			X	X		
Tak(ken) innemen (snoei)	X					
Tak(ken) verwijderen (snoei)	X					
Kroonreductie (snoei)		X				
Grof dood hout verwijderen (snoei)	X					
Verankering aanbrengen		X				
Verankering controleren en/of bijstellen		X				
Nader onderzoek						X
Hercontrole					X	
Jaarlijkse inspectie		X				

Goed (waarderingscijfer 8)

Vertoont een boom geen noemenswaardige gebreken in het kader van de veiligheid, dan wordt de veiligheid als goed beoordeeld (waarderingscijfer 8). In dat geval zijn geen gerichte veiligheidsmaatregelen vereist.

Voldoende (waarderingscijfer 6)

Vertoont een boom in het kader van de veiligheid een gebrek dat door het uitvoeren van een reguliere onderhoudsmaatregel kan worden weggenomen, dan wordt de veiligheid als voldoende beoordeeld (waarderingscijfer 6). De invloed op de veiligheidstoestand van de boom is maar tijdelijk.

Onvoldoende (waarderingscijfer 4)

Vertoont een boom in het kader van de veiligheid een gebrek dat niet kan worden weggenomen met het uitvoeren van een reguliere onderhoudsmaatregel, dan wordt de veiligheid als onvoldoende beoordeeld (waarderingscijfer 4). Het gebrek heeft een (blijvende) negatieve invloed op de veiligheidstoestand van de boom.

Eenzijds kan het gaan om gebreken die in de *huidige* situatie een veiligheidsrisico met zich meebrengen. Door het uitvoeren van een ingrijpende onderhoudsmaatregel kan *wel* het veiligheidsrisico worden weggenomen, maar *niet* het gebrek zelf.

Anderzijds kan het gaan om gebreken die in de *toekomst* breuk- en/of instabiliteitsgevaar kunnen opleveren. In de huidige situatie is er geen veiligheidsrisico. Vanwege het mogelijke gevaar in de toekomst is als veiligheidsmaatregel jaarlijkse inspectie nodig.

Slecht (waarderingscijfer 2)

Vertoont een boom een gebrek dat in de huidige situatie een veiligheidsrisico met zich meebrengt, en is het ongewenst de boom te handhaven door het uitvoeren van een veiligheidsmaatregel, dan wordt de veiligheid als slecht beoordeeld (waarderingscijfer 2).

Onhoudbaar (waarderingscijfer 0)

Vertoont een boom een gebrek dat in de huidige situatie een veiligheidsrisico met zich meebrengt, en is het onmogelijk de boom te handhaven door het uitvoeren van een veiligheidsmaatregel, dan wordt de veiligheid als onhoudbaar beoordeeld. (waarderingscijfer 0).

Nader onderzoek

Vertoont een boom een gebrek waarvan de precieze aard en omvang niet kunnen worden vastgesteld bij de visuele inspectie, dan is nader onderzoek noodzakelijk om het aangetroffen gebrek in kaart te kunnen brengen en daarmee zicht te krijgen op de (mogelijke) veiligheidsrisico's.

Niet (volledig) beoordeeld (hercontrole)

Wanneer een boom niet volledig kan worden beoordeeld, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van klimopbegroeiing, dan wordt deze geregistreerd als 'Niet te beoordelen'. In dat geval wordt de maatregel 'Hercontrole' geadviseerd. Eventueel gesignaleerde veiligheidsrisico's worden wel opgenomen.

Risicobomen en attentiebomen

Bomen met een gebrek dat in de huidige situatie leidt tot een veiligheidsrisico voor de omgeving worden als *risicoboom* geclassificeerd. Om het gevaar weg te nemen, zijn actieve maatregelen noodzakelijk.

Bomen waarbij alleen gebreken worden geconstateerd die in de toekomst breuk- en/of instabiliteitsgevaar kunnen opleveren, worden als attentieboom aangemerkt. Actieve maatregelen zijn op dit moment niet noodzakelijk. Wel dient tijdens de toekomstige jaarlijkse inspecties extra aandacht te worden besteed aan de aangetroffen gebreken (zie *Conclusie en advies*).

BEHEERBAARHEID

De beheerbaarheid van elke onderzoeksboom is beoordeeld aan de hand van diverse factoren. Naast de conditie en veiligheid zijn onder andere ook de standplaats, de boomsoort, de resterende levensduur en het beoogde eindbeeld bepalend.

KWALITEIT

De waarderingscijfers voor conditie, veiligheid en beheerbaarheid worden vermenigvuldigd. Dit resulteert in een kwaliteitsgetal (tussen 0 en 1000). Op basis hiervan wordt de boom ingedeeld in een kwaliteitscategorie.

De *volgende* tabel geeft een overzicht van de gehanteerde categorieën en de bijbehorende omschrijvingen.

Kwaliteitscategorie	Kwaliteitsgetal	Omschrijving
Slecht	0 – 75	De boom functioneert niet.
Matig	75 - 200	De boom functioneert niet naar behoren.
Voldoende	200 - 1000	De boom functioneert naar behoren.
<i>Nader onderzoeken</i>	–	<i>Om de kwaliteit te kunnen vaststellen, dient eerst een nader onderzoek te worden uitgevoerd.</i>
<i>Niet te beoordelen</i>	–	<i>De kwaliteit kan niet worden beoordeeld.</i>
<i>Niet aanwezig</i>	–	<i>De boom is op locatie niet aangetroffen.</i>

ADVIES

Naar aanleiding van de kwaliteitsbeoordeling is een advies opgesteld met veiligheids- en/of onderhoudsmaatregelen. Indien actieve veiligheidsmaatregelen noodzakelijk zijn om de risico's voor de omgeving te minimaliseren, heeft de boom de status van *risicoboom*. Vergen de gebreken in de huidige situatie (nog) geen actieve maatregelen maar is jaarlijkse inspectie wel gewenst, dan heeft de boom de status *attentieboom*.

HOOFDSTUK 2

WERKEN ROND BOMEN

WERKEN ROND BOMEN

Het aan de hand van een 'Goedgekeurd Werkplan' boomtechnisch verantwoord uitvoeren van (bouw)werkzaamheden rond bomen.

De uitvoering van werkzaamheden rond bomen moet zodanig plaatsvinden dat er sprake is van een verantwoorde inpassing van de te handhaven bomen. Deze werkzaamheden mogen nooit leiden tot een bedreiging van de beoogde duurzame instandhouding van de te handhaven bomen.

Het werken rond bomen (H2) omvat en moet samenvattend voldoen aan:

- uitgevoerd volgens de uitvraag en de eisen Handboek Bomen 2018 | H2 | Werken rond bomen
- afgestemd op een verantwoorde duurzame inpassing van te handhaven bomen
- gebaseerd op gerichte randvoorwaarden en beschermingsmaatregelen voor de te handhaven bomen
- uitgevoerd aan de hand van een 'Goedgekeurd Werkplan'.
 - werkplan ten minste voorzien van werktekening en toelichting
 - werkplan waar nodig voorzien van technische (detail)werktekeningen
 - werkplan opgesteld op basis van of afgeleid van een vooronderzoek van de bestaande bomen (BEA)
- indien niet ter beschikking gesteld, inclusief vooronderzoek bestaande bomen: BEA (Bomen Effect Analyse)
- werkzaamheden binnen de kwetsbare boomzone zijn zonder toestemming niet toegestaan!

Aanvullend (indien specifiek voorgeschreven):

- optioneel: bestaande bomen landmeetkundig ingemeten (art. 2.9a)
-

Uitvraagrelevante specificaties:

- formuleren van de uitvraag
- verwijzen in uitvraag naar eisen: Handboek Bomen 2018 | H2 | Werken rond bomen
- voorschrijven dat Handboek Bomen 2018 bij tegenstrijdigheden in de uitvraag (indien niet specifiek anders is voorgeschreven) prevaleert
- voorschrijven van specifieke uitgangspunten en randvoorwaarden
- beschikbaarheid (ter beschikking stellen van) uitvraagspecifieke data, kaartmateriaal en overige stukken:
 - vooronderzoek bestaande bomen (BEA) en groei- en standplaats (indien beschikbaar)
 - projecttekening(en), bestaande en nieuwe situatie (indien beschikbaar)
 - overzicht bestaande bomen en beschikbare data (indien beschikbaar)
 - overzicht, te handhaven bomen (indien beschikbaar)

Optionele (aanvullende) uitvraagspecificaties:

- (optioneel) voorschrijven (bestaande) bomen landmeetkundig inmeten (art. 2.9a)
- Indien BEA niet beschikbaar (gesteld) dan benadrukken in uitvraag dat opstellen BEA standaard onderdeel is van de de uitvraag

H2 | EISEN WERKEN ROND BOMEN

2.1 Werken rond bomen: het uitvoeren van (bouw)werkzaamheden (in de ruimste zin van het woord) in de (directe) omgeving van bomen mag alleen worden uitgevoerd door of onder directe begeleiding van vakbekwaam personeel dat specifiek en vakinhoudelijk op de hoogte is van de in het Handboek Bomen gestelde eisen ten aanzien van het werken rond bomen, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 6.

Hij/zij moet in staat zijn om het werken rond bomen volgens de gestelde eisen zelfstandig uit te voeren, te controleren en, indien nodig, te corrigeren.

2.2 De uitvoering van Werken rond bomen moet voldoen aan de in hoofdstuk 2 van het Handboek Bomen 2018 gestelde eisen. Voor zover niet specifiek anders is voorgeschreven, zijn tevens de Algemene aanvullende bepalingen van het Handboek Bomen 2018 van toepassing als waren deze integraal opgenomen in dit hoofdstuk.

De werkzaamheden moeten zodanig plaatsvinden dat deze in relatie tot de (directe) omgeving schadevrij en veilig worden uitgevoerd, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 2 en 3. Onder schadevrij wordt tevens verstaan het voorkomen van schades aan (buur)bomen en beplantingen alsmede het voorkomen van schade aan de ondergrondse infrastructuur en de groei- en standplaats, zoals bodemverdichting, bodem- c.q. top laagverslapping, rij- en inslagsporen et cetera. Bestaande schades dienen door de opdrachtnemer voorafgaand aan het werk gemeld te worden.

Voor de uitvoering van gestelde werkzaamheden kunnen op grond van landelijke wet- en regelgeving of lokale keuren of verordeningen verschillende (voor)onderzoeken, meldingen, vergunningen, ontheffingen, verklaringen et cetera benodigd zijn. Benodigde 'vergunningen en ontheffingen' dienen op het werk aanwezig te zijn, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 5.

2.3 De uitvoering van werkzaamheden rond bomen moet zodanig plaatsvinden dat er sprake is van het waarborgen van een verantwoorde inpassing van te handhaven bomen en mag nooit leiden tot beschadigingen of een bedreiging van de 'beoogde' (duurzame) instandhouding van een te handhaven boom. Onder duurzame instandhouding wordt verstaan: de (oorspronkelijk) beoogde omlooptijd van de boom alsook de kwaliteit, functie of bijzonder boomwaarde mogen niet door de werkzaamheden worden bedreigd.

2.4 Voor zover niet specifiek anders voorgeschreven vermeldt de opdrachtnemer, rekening houdend met de gestelde eisen, wanneer en op welke wijze de werkzaamheden worden gerealiseerd (Plan van Aanpak | Algemeen tijdschema aangevuld met een gedetailleerd 'Goedgekeurd Werkplan' (hierna te noemen 'Werkplan')). Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 1. De opdrachtnemer borgt dat de werkzaamheden worden uitgevoerd conform het goedgekeurde Werkplan.

Werkplan: het Werkplan vermeldt onder andere gedetailleerd per boom: wanneer, op welke wijze, volgens welke (uitgewerkte) randvoorwaarden, met welk materieel en met welke hulpmiddelen werkzaamheden (moeten) worden uitgevoerd.

2.5 Alle benodigde randvoorwaarden (zie art. 2.18 e.v.) voor, tijdens en indien relevant na de werkzaamheden, voor het waarborgen van een verantwoorde inpassing van de te handhaven bomen moeten nader worden uitgewerkt in het Werkplan (art. 2.8). Het Werkplan omschrijft tevens belangrijke start-, stop- en contactmomenten met betrekking tot de, voor de bomen, kritische werkzaamheden en geeft een overzicht van de binnen het project betrokken contactpersonen en hun contactgegevens, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 1.3.

Als algemene regel geldt: zonder een (door de opdrachtgever of directie) 'Goedgekeurd Werkplan' mogen werkzaamheden binnen de kwetsbare boomzones niet plaatsvinden!

2.6 (Voor)onderzoek 'Bestaande bomen': voor zover niet specifiek anders is voorgeschreven en indien niet bij de uitvraag ter beschikking gesteld, maakt een goedgekeurde BEA (Bomen Effect Analyse) als vooronderzoek integraal deel uit van het Werkplan.

BEA (BESTAANDE BOMEN)

Om inzicht te krijgen in en een betere waarborg te stellen voor de verantwoorde uitvoering van (bouw)werkzaamheden rond bomen, moeten de randvoorwaarden voor het Werkplan (art. 2.8) opgesteld of afgeleid worden op grond van een vooronderzoek middels een zogenoemde Bomen Effect Analyse (BEA).

Voor het opstellen van de BEA gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H16 | Bomen Effect Analyse (BEA).

Toelichting BEA: een BEA geeft een overzicht van de binnen een project aanwezige bomen (nulmeting), de geplande (bouw) werkzaamheden en de gevolgen die de werkzaamheden hebben voor de binnen de reikwijdte van het project (c.q. werkzaamheden) aanwezige bomen. De BEA brengt risico's en knelpunten in beeld en geeft een overzicht van de voor de te handhaven bomen benodigde (beschermende) maatregelen en randvoorwaarden.

2.7 Het Werkplan (art. 2.4) moet ten minste bestaan uit een (digitale) werktekening van het werkterrein (bovenaanzicht) en een bij het Werkplan behorende toelichting (motivering). Het Werkplan moet zijn opgesteld op basis van een goedgekeurde BEA (art. 2.6).

2.8 In de toelichting (motivering) van het Werkplan moeten minimaal onderstaande gegevens, juist zijn opgenomen en eenduidig (ter goedkeuring art. 2.4) zijn uitgewerkt.

WERKPLAN (TOELICHTING)

A. Algemene projectgegevens:

- Projectnaam (projectkenmerk)
- Opdrachtgever en opdrachtnemer (rechtspersoon) en contactgegevens
- Projectlocatie en plaats
- Beknopte omschrijving en aanleiding van het project
- Projectstatus

B. Werktekeningen: (weergave op schaal en juist gepositioneerd)

- Werkterrein van project (topografische ondergrond met omvang en grenzen van werkterrein)
- Bomen binnen het project voorzien van uniek boomnummer (art. 2.9 en 2.13)
- Bestaande inrichting werkterrein (actueel), inclusief relevante ondergrondse infrastructuur o.a. kabels en leidingen
- Inrichting werkterrein tijdens projectfase (opslag, transport, tijdelijke infrastructuur, werkketen etc.)
- Geplande toekomstige inrichting werkterrein volgens projectplan (nieuwbouw, infrastructuur etc.)
- Weergave beoogde (project)werkzaamheden (indien van toepassing onderverdeeld in verschillende planfasen)
- Aanvullende (detail)tekeningen (art. 2.10) voor werkzaamheden binnen de kwetsbare boomzone (art. 2.16)

C. Registratiekenmerken bomen: (volgens eisen Handboek Bomen 2018 | H14 | Dataregistratie bomen)

- Boomnummer (Boom-ID) herleidbaar op werktekening (art. 2.9)
- Boomsoort: wetenschappelijke naam en Nederlandse naam (volgens: Naamlijst Houtige Gewassen)
- Specifiek benoemde beleidsstatus (art. 2.12)
- Boomtype, actuele boomhoogteklasse, stamdiameterklasse en kroondiameterklasse
- Conditie en toekomstverwachting (zie ook art. 2.3)
- Bestaande schades en overige 'noemenswaardigheden' (waaronder afwijkingen, ziekten en aantastingen)

D. Overige kenmerken bomen: (binnen kwetsbare boomzone = kroonprojectie +1,5 m)

- Type maaiveld en het actuele en toekomstige gebruik van het maaiveld
- Benodigde en beschikbare vrije doorgang en benodigde obstakelvrije zone(s)
- Indien relevant voor het werk:
 - Ondergrondse en bovengrondse obstakels
 - Bodemsamenstelling (zand, klei, veen etc.) en bodemgeschiktheid (groeiplaats)
 - Actuele en toekomstige waterhuishouding (hangwater- | grondwater- | contactprofiel en GWST | GHVG in cm -m.v.)

E. Maatregelen en randvoorwaarden te handhaven bomen

- Vermelding en motivering: 'te handhaven', 'te vellen', 'te verplanten' of 'nieuwe aanplant'
- Weergave bomenbalans (art. 2.11)
- Uitwerking eisen, randvoorwaarden en (beschermings)maatregelen 'te handhaven bomen' (art. 2.5 en 2.18)
- Start-, stop- en contactmomenten (art. 2.5)

F. Bijlage: BEA-rapportage (art. 2.6)

2.9 Alle bomen binnen het werkterrein moeten op schaal en juist gepositioneerd en voorzien van een herleidbaar en binnen het werkplan uniek boomnummer op de werktekening (bovenaanzicht) zijn weergegeven (art. 2.13). Bomen die buiten het werkterrein staan maar met de kroonprojectie of wortels binnen het werkterrein reiken, worden beschouwd als bomen die binnen (de invloedssfeer van) het werkterrein staan.

Indien er binnen de beoogde werkzaamheden sprake is van een (tijdelijke) verlaging of verhoging van de grondwaterstand (art. 2.41 t/m 2.45) dan vallen mogelijk ook bomen buiten het directe werkterrein binnen de invloedssfeer van het werk. Een nadere inventarisatie van de werkelijke invloedssfeer en de daarbinnen betrokken bomen is dan noodzakelijk (art. 2.6).

Afgestorven ('dode') bomen en bomen met ernstige afwijkingen of bomen met een toekomstverwachting van < 15 jaar moeten (vooraf) gemeld worden, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 4.1.

2.9a Optioneel, indien specifiek voorgeschreven, moeten bestaande bomen binnen de werktekening landmeetkundig worden ingemeten.

2.10 Indien voor de te handhaven bomen relevant (bijvoorbeeld wanneer kritische werkzaamheden moeten plaatsvinden binnen de kwetsbare boomzone, art. 2.15 en art. 2.16) moeten (ter verduidelijking) aanvullend in het Werkplan technische (detail)werktekeningen worden opgenomen.

Deze technische (detail)werktekeningen (alsook dwarsprofielen) moeten (op schaal) zijn voorzien van de juiste positionering van de boom (incl. omvang van de kwetsbare boomzone). Tevens voorzien van maatvoeringen en een overzicht en toelichting van beoogde werkzaamheden en dienen als 'engineeringstekening' op basis waarvan het feitelijk uitvoeringsplan kan worden berekend en gerealiseerd. Deze technische (detail)werktekeningen omvatten aanvullend ten minste één of meerdere 'dwarsprofielen' waarin de boom en de opbouw van de groei- en standplaatsen en het raakvlak van de beoogde werkzaamheden in detail zijn weergegeven.

2.11 Van bestaande bomen moet expliciet zowel op de werktekening als binnen de toelichting worden weergegeven of ze binnen het Werkplan wel of niet gehandhaafd blijven (keuzeopties: 'handhaven', 'vellen' of 'verplanten'). Indien binnen het Werkplan sprake is van nieuw aan te planten bomen moeten deze als zodanig als 'nieuwe aanplant' op de werktekening worden aangeduid en in de toelichting worden vermeld.

Bomenbalans: In het Werkplan moet een 'bomenbalans' worden opgenomen waarin wordt aangegeven hoeveel bomen er volgens het beoogde werkplan worden aangeplant, gehandhaafd blijven, worden verplant of zullen (moeten) worden geveld. Voor de te handhaven bomen moet tevens worden vermeld bij hoeveel bomen specifieke maatregelen tot behoud nodig zijn.

BOMENBALANS

- Totaal aan bomen binnen het werkplan
- Aantal 'te handhaven bomen' (zonder specifieke maatregelen tot behoud)
- Aantal 'te handhaven bomen' (met specifieke maatregelen tot behoud)
- Aantal 'te vellen bomen'
- Aantal 'te verplanten bomen'
- Aantal 'nieuwe aanplant bomen'

2.12 Indien bomen of bomengroepen een specifiek benoemde (beleids)status hebben of krijgen moet dit zowel op de werktekening als binnen de toelichting worden vermeld. Bomen met een specifiek benoemde beleidsstatus (beleidsstatus I of II) hebben een bijzondere meerwaarde. Als uitgangspunt voor bomen met een specifieke status geldt (voor zover niet anders is voorgeschreven) 'Plan wijkt voor boom'.

Beleidsstatus: voor de indeling van de beleidsstatus zie Handboek Bomen 2018 | H16 | Bomen Effect Analyse (BEA) | art. 16.18.

2.13 Op de werktekening (bovenaanzicht) moeten *alle* bomen als volgt worden aangeduid:

WERKTEKENING (BOVENAANZICHT)

- Op schaal en juist gepositioneerd (art. 2.9)
- Markering hart van de stamvoet (middels stip met herleidbaar 'uniek' boomnummer-ID, art. 2.9)
- Markering actuele kroonomvang c.q. kroonprojectie (middels doorgetrokken lijn)
- Vermelding per boom(groep): '*handhaven*', '*handhaven met maatregel*', '*verplanten*', '*vellen*' of '*nieuwe aanplant*' (art. 2.11)
- Vermelding (indien van toepassing) specifiek benoemde beleidsstatus (art. 2.12)

2.14 Werktekeningen dienen, naast de weergave van de bomen (art. 2.13), ook de juiste positionering en omvang weer te geven van relevante boven- en ondergrondse infrastructuur, obstakels en objecten alsmede bouw- en sloopwerken zoals gevels, funderingen, openbare verlichting, kabel- en leidingtracés, huisaansluitingen, riolen et cetera.

Om de verschillende markeringen zichtbaar te maken en overzichtelijk te houden, moet indien aan de orde de kaart-schaal worden aangepast en moeten voor zover nodig verschillende (digitale) kaartlagen worden aangemaakt.

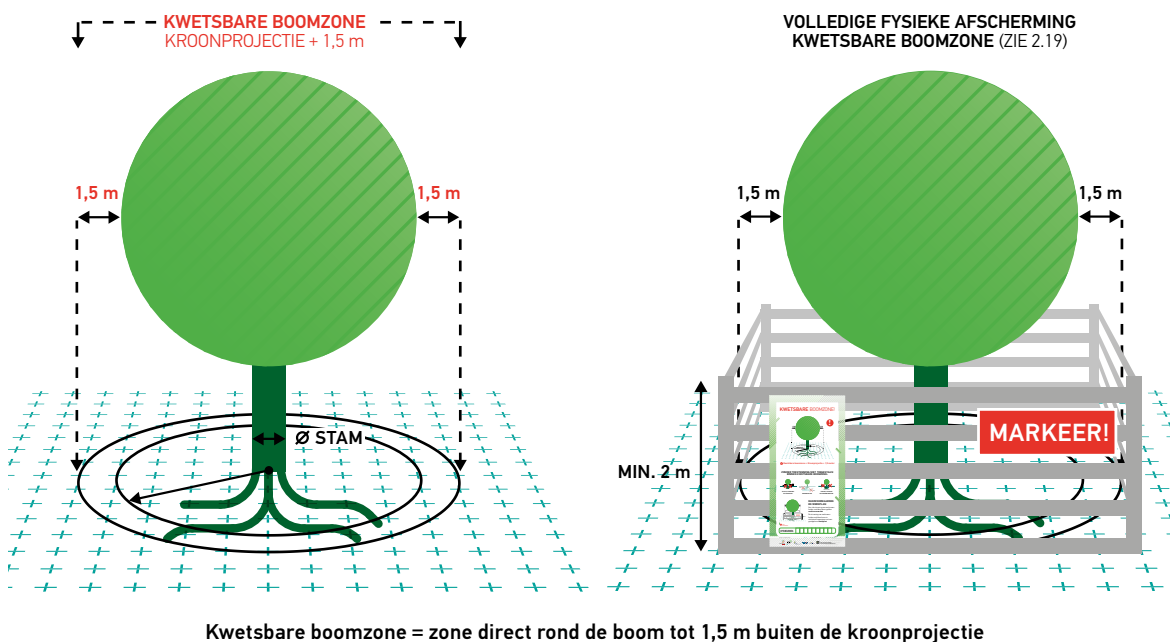
Alle werktekeningen moeten op schaal zijn getekend en ten minste (per kaartlaag) zijn voorzien van project-naam of code, een herleidbaar tekeningnummer, de naam van de tekenaar, geografische noordpijl, dagtekening, de actuele status en een legenda met verwijzing naar bijbehorende toelichting in het Werkplan.

2.15 Werkzaamheden die binnen de kwetsbare boomzone (art. 2.16) worden uitgevoerd moeten op een aparte detailkaart worden weergegeven en indien relevant (ter verduidelijking) worden voorzien van een aanvullende dwarsdoorsnede (detailwerktekening art. 2.10).

2.16 Kwetsbare boomzone: rond elke boom bevindt zich een boven- en ondergrondse, doorgaans in het veld niet direct zichtbare, kwetsbare boomzone (de 'projectie' van de kroon en het wortelpakket). Op basis van gericht vooronderzoek (art. 2.6) kan een beter inzicht verkregen worden in de feitelijk omvang van de 'kwetsbare boomzone'. De omvang en situering van deze kwetsbare boomzone is standaard gedefinieerd als (zie figuur 2.16): Kwetsbare boomzone = Kroonprojectie + 1,5 m.

KWETSBARE BOOMZONE = KROONPROJECTIE + 1,5 M

Voor de uitvoering van werkzaamheden alsmede de (tijdelijke) opslag van materialen en het transport of parkeren van voertuigen binnen de kwetsbare boomzone is altijd expliciete toestemming nodig (Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 2.3).



FIGUUR 2.16 Kwetsbare boomzone | Handboek Bomen 2018

2.17 Binnen de kwetsbare boomzone zijn werkzaamheden (alsmede de opslag van materiaal en materieel) alleen toegestaan met toestemming via een 'Goedgekeurd Werkplan' (art. 2.5). Binnen de gehele kwetsbare boomzone art. 2.16 gelden als uitgangspunt de algemene verboden zoals weergegeven in overzicht 2.17.

ALGEMENE VERBODEN 'KWETSBARE BOOMZONE'

werkzaamheden binnen kwetsbare boomzone uitsluitend toegestaan met 'Goedgekeurd Werkplan'

- Geen beschadiging van wortels, stam(voet), kroon en/of groeiplaats van de boom
- Geen vel- of snoeiwerkzaamheden
- Geen materiaal of materieel aanbinden of stallen aan, op of tegen kroon, stam en wortels
- Geen (tijdelijke) opslag van materiaal of materieel, parkeren of transport
- Geen open vuur, geen hete of koude luchtstromen of uitlaatgassen
- Geen infiltratie van 'bodemvreemde' gassen of vloeistoffen
- Geen infiltratie van (afvoer)water, bronbemaling of wijzigingen in de grondwaterstand
- Geen graafwerkzaamheden of andere bodembewerkingen
- Geen plaatsing van kunstwerken, (reclame)bebordingen etc.
- Geen ophogingen of omvorming van het maaiveld
- Geen bouw, aanleg of voorzieningen binnen de obstakelvrije boomzone(s)

2.17 Overzicht: Algemene verboden binnen 'Kwetsbare boomzone' | Handboek Bomen 2018

H2 | INDELING RANDVOORWAARDEN

2.18 De in dit hoofdstuk opgenomen randvoorwaarden zijn onderverdeeld volgens de indeling van overzicht 2.18 en weergegeven op hoofdpunten. Indien er werkzaamheden of activiteiten binnen de ‘Kwetsbare boomzone art. 2.16’ (moeten) plaatsvinden, moeten de benodigde randvoorwaarden en (beschermings)maatregelen steeds per boom of bomengroep op basis van deze randvoorwaarden in het Werkplan nader worden gemotiveerd en uitgewerkt (art. 2.5, 2.6 en 2.15).

RANDVOORWAARDEN (INDELING)

• Fysieke afscherming (boombescherming)	(art. 2.19 t/m 2.27)
• Vel- en snoeiwerkzaamheden en aanbinden materialen	(art. 2.28 t/m 2.30)
• Opslag, parkeren en transport	(art. 2.31 t/m 2.35)
• Infiltratie en lozen van gassen en/of vloeistoffen	(art. 2.36 t/m 2.40)
• Bronbemaling en veranderingen van de grondwaterstand	(art. 2.41 t/m 2.45)
• Graafwerkzaamheden en andere bodembewerkingen	(art. 2.46 t/m 2.51)
• Ophogingen en omvorming maaiveld	(art. 2.52 t/m 2.59)

2.18 Overzicht: Onderverdeling randvoorwaarden werken rond bomen | Handboek Bomen 2018

Een ‘Goedgekeurd Werkplan’ ontslaat de opdrachtnemer nooit van zijn verplichting om (in overleg) andere en aanvullende maatregelen te treffen indien deze voor een goede bescherming van de bomen (alsnog) nodig blijken.

Indien de gestelde randvoorwaarden en (beschermings)maatregelen in het ‘Goedgekeurd Werkplan’ niet afdoende blijken voor een verantwoorde handhaving van een te handhaven boom, moet dit door de opdrachtnemer (aannemer) direct (en aansluitend schriftelijk ten minste binnen 24 uur) gemeld worden. De (bouw) werkzaamheden en/of de randvoorwaarden kunnen dan in overleg tijdig worden aangepast of aangevuld. Werkzaamheden die de duurzame instandhouding van een te handhaven boom in gevaar brengen dienen (tijdelijk) zolang als nodig (in overleg) te worden onderbroken.

Het niet of onvoldoende naleven van randvoorwaarden kan grote (vaak onomkeerbare) schade aan de boom en zijn groeiplaats veroorzaken en daarmee de duurzame instandhouding (art. 2.3) van de betreffende boom in gevaar brengen, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 2.

Bomenposters: om te attenderen op de ‘Kwetsbare boomzones’ en de verplichting van een ‘Goedgekeurd Werkplan’, zijn de bomenposters *WERKEN ROND BOMEN* ontwikkeld. Deze bomenposters dienen bij alle bij het werk betrokken partijen bekend te zijn en moeten zichtbaar op het werk zijn aangebracht (Bomenposter: H2 | Werken rond bomen | Bijlage 1 en 2).

H2 | RANDVOORWAARDEN FYSIEKE AFSCHERMING (BOOMBESCHERMING)

2.19 Fysieke afscherming (boombescherming): rond de gehele kwetsbare boomzone (art. 2.16) van elke te handhaven boom (of bomengroep) binnen de reikwijdte van het Werkplan dient, voor zover niet specifiek anders voorgeschreven, een volledige (fysieke) afscherming geplaatst te worden. Dit op zodanige wijze dat deze afscherming de kwetsbare boomzone (boom en groeiplaats) volledig rondom en ononderbroken afschermt (art. 2.23).

2.20 Indien het plaatsen van een volledige fysieke afscherming niet mogelijk is, moet (met motivering en toestemming in het Werkplan) ten minste een 'beperkte' of 'minimale' afscherming geplaatst worden (overzicht 2.20). Voor elke afscherming geldt dat deze de boom steeds volledig rondom en ononderbroken afschermt (art. 2.23) en gelden onderstaande maatvoeringseisen:

FYSIEKE AFSCHERMINGEN

A. Volledige afscherming (art. 2.19): de volledige kwetsbare boomzone (figuur 2.16) wordt fysiek afgeschermd

B. Beperkte afscherming (art. 2.21): ten minste de obstakelvrije zone ondergronds + 0,5 m wordt fysiek afgeschermd (art. 2.50)

C. Minimale afscherming (art. 2.22): ten minste de stam en stamvoet + wortelaanlopen zijn fysiek afgeschermd

2.20 Overzicht: Indeling fysieke afscherming | werken rond bomen | Handboek Bomen 2018

2.21 Bij een 'beperkte' of 'minimale' afscherming is slechts een (klein) deel van de kwetsbare boomzone fysiek afgeschermd. Hierdoor gelden er voor werkzaamheden binnen de resterende, niet-afgeschermdde kwetsbare boomzone nog steeds aanvullende randvoorwaarden (uitwerking en toelichting in Werkplan).

2.22 Een 'minimale' afscherming beschermt ten minste de stam en stamvoet plus de bovengrondse wortelaanzetten en (aan het maaiveld) zichtbare wortelaanlopen.

Indien een 'minimale' afscherming direct rond de stam van de boom wordt bevestigd (bijvoorbeeld door middel van verticaal geplaatste planken rondom de stam, rustend op een, rondom de stam gedraaide bemantelde ribdrain), dan mag deze de boom nooit beschadigen of afknellen.

2.23 Een fysieke afscherming (ongeachte het type afscherming art. 2.20) reikt minimaal vanaf 10 cm +m.v. tot minimaal 2 m +m.v.

De fysieke afscherming is zonder specifiek gereedschap niet te verplaatsen of te verwijderen en sluit de toegang tot de afschermingszone volledig af (bijvoorbeeld door koppelbare bouwhekken). De fysieke afscherming is minimaal bestand tegen de gemiddelde impact van aanrij-stootschade van een personen-/werkvoertuig.

2.24 De fysieke afscherming moet voorafgaand aan de (sloop-/bouw)werkzaamheden worden geplaatst. Zolang de fysieke afscherming nog niet is geplaatst en goedgekeurd, mag *geen* aanvang worden gemaakt met de (sloop-/ bouw)werkzaamheden. Voor het plaatsen en aanbrengen van de afschermingen gelden onverkort de randvoorwaarden van dit hoofdstuk. Afschermingen moeten zodanig worden geplaatst dat voorafgaande aan het plaatsen geen voertuigbewegingen plaatsvinden binnen de kwetsbare boomzone (specifiek 'open' maaiveld).

2.25 De geplaatste afschermingen mogen uitsluitend met toestemming worden verwijderd nadat de werkzaamheden ter plaatse volledig zijn afgerond. Een eenmaal geplaatste (en goedgekeurde) afscherming mag zonder toestemming niet meer (tijdelijk) worden verplaatst.

2.26 Binnen de fysieke afschermingszone is de toegang (ook voor personen) zonder uitdrukkelijke toestemming verboden en gelden onverkort alle algemene verboden voor de kwetsbare boomzone (art. 2.17).

2.27 Elke geplaatste afscherming binnen het werkterrein moet in het veld steeds duidelijk zichtbaar zijn gemarkeerd met een weersbestendige bomenposter 'Kwetsbare boomzone' (H2 | Werken rond bomen | Bijlage 2: Bomenposter: 'Kwetsbare boomzone').

H2 | RANDVOORWAARDEN VEL- EN SNOEIWERKZAAMHEDEN EN AANBINDEN MATERIALEN

2.28 Voor bomen die binnen het werkterrein moeten worden geveld (uitsluitend met toestemming binnen het ‘Goedgekeurd Werkplan’) gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H12 | Vellen bomen en rooien stobben.

Vellen en snoeien: voor het vellen is net als voor het verplanten en (ingrijpend) snoeien van bomen als regel een (omgevings)vergunning in het kader van de Wabo benodigd, Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 5.

2.29 Voor het snoeien van bomen (uitsluitend met toestemming binnen het ‘Goedgekeurd Werkplan’) gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H8 | Snoeien bomen en H9 | Specifieke vormsnoei bomen. Het snoeien van bomen mag alleen worden uitgevoerd na het verkrijgen van expliciete toestemming, dit geldt ook indien er sprake is van een minimale snoei-ingreep, bijvoorbeeld het snoeien van een gebroken of beschadigde tak.

Wortelsnoei of wortelkap gelden niet als reguliere beheermaatregel, hiertoe gelden de randvoorwaarden en restricties voor graafwerkzaamheden (art. 2.48 tot en met 2.51). Wanneer wortelsnoei of wortelkap moet worden uitgevoerd (bijvoorbeeld in het kader van herstelwerkzaamheden ‘bestratingsopdruk’), dan is boomtechnisch advies op maat noodzakelijk. Het advies en daaruit voortvloeiende maatregelen en randvoorwaarden moeten (met als uitgangspunt art. 2.48 t/m 2.51) zijn opgenomen en gemotiveerd in het ‘Goedgekeurd Werkplan’.

2.30 Direct aan of tegen de boom (kroon, stam, wortels) mag geen materiaal of materieel worden gehangen, aangeboden of geplaatst. Het plaatsen van de voorgeschreven bomenposter of een afscherming (art. 2.22) mag nimmer schade veroorzaken aan de boom.

H2 | RANDVOORWAARDEN OPSLAG, PARKEREN EN TRANSPORT

2.31 Ter bescherming van de bodem en de groeiplaats van de boom zijn de (tijdelijke) opslag van materialen en het berijden, verplaatsen of parkeren van voertuigen (materieel en materiaal) evenals het plaatsen van een (werk)keet, container of aggregaat et cetera binnen de kwetsbare boomzone (art. 2.16) zonder toestemming (Goedgekeurd Werkplan) niet toegestaan. Dit geldt in het bijzonder op locaties waar rond de boom sprake is van een open (onverhard) maaiveld, grasberm of een open boomspiegel.

2.32 De (tijdelijke) opslag van materiaal en materieel of transport mogen de bodemstructuur alsmede de infiltratie van regenwater en de diffusie van (bodem)lucht (art. 2.36 en overzicht 2.37) in de bodem binnen de kwetsbare boomzone niet verstoren (art. 2.34).

2.33 Het (tijdelijk) storten of opslaan van modder, klei, slib of slootbagger (alsook onverteerd organisch materiaal) mag nimmer binnen de kwetsbare boomzone plaatsvinden.

2.34 Werkzaamheden en activiteiten rond bomen mogen nooit leiden tot bodemverslemping of structuurbederf van de bodem. Met name in een natte (verzadigde) bodem nemen de risico's van structuurbederf van de bodem sterk toe. Indien werkzaamheden (hieronder wordt ook verstaan: opslag, parkeren of transport) als gevolg van weers- of terreinomstandigheden (bijvoorbeeld aanhoudende zware regen) structuurbederf van de bodem kunnen veroorzaken, moeten deze tijdelijk en zolang als nodig (in overleg) worden onderbroken. *Plasvorming duidt op bodemverslemping of structuurbederf en moet gemeld en in overleg verholpen worden.*

2.35 Drukverdelende rijplaten of elementen: indien opslag of het berijden, verplaatsen of parkeren van materieel en materiaal binnen de kwetsbare boomzone (open maaiveld of niet-dragende verharding) toch moet plaatsvinden (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan), dan geldt als randvoorwaarde ten minste het aanbrengen van drukverdelende rijplaten of elementen. Indien het maaiveld kleihoudend is moet vooraf aan het plaatsen van de rijplaten eerst een laag van 20 cm (zoet) grof zand (als extra afscherming) op het bestaande maaiveld worden aangebracht. Rijplaten en eventuele zandlaag moeten zodanig worden geplaatst dat voorafgaande aan het plaatsen geen voertuigbewegingen plaatsvinden op het bestaande (open) maaiveld.

Wanneer op het bestaande maaiveld een organische toplaag aanwezig is (bijvoorbeeld gras of een strooisellaag) en de situatie langer dan circa 2 weken zal aanhouden, moet deze organische toplaag binnen de kwetsbare boomzone eerst worden verwijderd, voorafgaand aan het opbrengen (van zand) en het plaatsen van drukverdelende rijplaten (art. 2.46).

'Ploffen': bodemverdichting of verslapping van de bodem (toplaag) binnen de kwetsbare boomzone kan (met toestemming of Goedgekeurd Werkplan) onder andere worden behandeld (herstelmaatregel) met behulp van het met luchtpulsen losbreken van de bodemstructuur. Dit zogenoemde 'ploffen' of pneumatisch losbreken van de bodemstructuur kan ook worden toegepast nadat genoemde rijplaten zijn verwijderd, zodat eventuele negatieve effecten van de bodemverdichting kunnen worden verminderd (zie Handboek Bomen 2018 | H4 | Aanleg groeiplaatsen voor bomen | Bijlage 'ploffen').

H2 | RANDVOORWAARDEN INFILTRATIE EN LOZEN VAN GASSEN EN/OF VLOEISTOFFEN

2.36 Binnen en in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone mogen 'bodemvreemde' gassen of vloeistoffen niet in de bodem infiltreren. Lozingen van water en/of andere vloeistoffen zijn binnen of in de (directe) omgeving van de kwetsbare boomzone eveneens niet toegestaan. In terreinen met reliëf moet de inspoeling naar en binnen de kwetsbare zone worden voorkomen.

Ter voorkoming van ongewenste infiltratie binnen of in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone is opslag of verwerking van potentieel lekkende vloeistoffen (vaten of tanks) verboden. Eveneens verboden is opslag of verwerking van brandstof (aftanken), oliën en de aanwezigheid van smeermiddelen binnen of in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone. Verboden zijn voorts cementspecie, cementmolens of cement-silo's alsmede loos-/spoelwater van werkketen, (mobiele) toiletten et cetera binnen of in de directe omgeving van kwetsbare boomzones.

Water lozen: ook schoon (drink)water kan bij een verzadigde bodem de zuurstofhuishouding sterk negatief beïnvloeden en daarmee het voortbestaan van een boom in gevaar kan brengen. Infiltratie als gevolg van lozing, lekkende, verspilde of gemorste materialen alsmede water(afvoer) is binnen of in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone niet toegestaan (Bronbemaling en grondwaterfluctuaties, zie art. 2.42).

2.37 Gaslekkages in de bodem, binnen of in de directe omgeving van een kwetsbare boomzone zijn doorgaans acuut en zeer bedreigend voor de zuurstofhuishouding in de bodem. Deze kunnen op (zeer) korte termijn (binnen enkele uren) bodemzuurstofproblemen en daarmee wortelsterfte en de afsterving van bomen veroorzaken. Gaslekkages en bodemzuurstofproblemen moeten worden voorkomen.

Gasschade en zuurstofproblemen kunnen ook ontstaan indien (bijvoorbeeld door bodembewerking) in de bodem bestaande afsluitende bodemlagen worden doorbroken waaronder moerasgas (CH_4) is opgesloten of wanneer onvoldoende verteerde organische (rest)materialen in of op de bodem zijn terechtgekomen. Zuurstofproblemen kunnen ook ontstaan wanneer de bewortelde bodemzone is verzadigd met water (bijvoorbeeld bij wateroverlast, waterstagnatie of een verhoogde grondwaterstand) of de bodem onder te natte bodemomstandigheden wordt bewerkt.

Indien gaslekkages of zuurstofproblemen worden geconstateerd (O_2 % ten minste 12 tot 16%) dan moeten deze direct (Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 2) gemeld en ook (in overleg, maatwerk) direct verholpen worden, bijvoorbeeld door het beluchten van de bodem of het geforceerd afzuigen van gas of overtollig water. Als resultaat dient het zuurstofpercentage in de bodem snel te worden genormaliseerd tot ten minste 12 tot 16% (streefwaarde 16 - 18%). Daarnaast zijn aanvullende nazorg en monitoring van de bodemluchthuishouding noodzakelijk. Monitorwaarden voor bodemlucht- en waterhuishouding zijn weergegeven in overzicht 2.37).

MONITORWAARDEN BODEMLUCHT- EN WATERHUISHOUDING

(in relatie tot wortelgroei | in groeiseizoen gemeten op 50 cm -m.v.)

Bodemzuurstofwaarde (O₂%):

Optimaal	19 tot 20% (maximale buitenluchtwaarde = ca. 21%)
Goed	18 tot 19%
Voldoende	16 tot 18%
Matig	14 tot 16%
Zeer matig	12 tot 14%
Slecht	10 tot 12%
Zeer slecht	< 10% (beneden 10% risico van acute wortelsterfte)

Bodemkoolzuurgaswaarde: kooldioxide (CO₂%):

Normaal	0,5 tot 5%
Te hoog	> 5%

Bodemgaswaarde (CH₄%)

Te hoog	> 0,5%
---------	--------

Referentiewaarden bodemvochtkarakteristiek (indicatie vochtgehalte %)

Bodemsoort:	Verwelkingspunt (te droog)	Streefwaarde (bij verwerking)	Veldcapaciteit
Humusarm zand	≤ 5%	10 - 15 %	ca. 10%
Humeus zand	≤ 10%	15 - 20 %	ca. 35%
Kleigrond	≤ 25%	30 - 40 %	ca. 50%

2.37 Overzicht: Monitorwaarden bodemlucht- en waterhuishouding bomen | Handboek Bomen 2018

2.38 Zout en zuurinfiltraties in de bodem zijn voor het bodemleven en de bomen zeer bedreigend. Zoutschade kan onder meer ontstaan door inspoeling van opgelost strooizout (als gevolg van gladheidsbestrijding), een overmaat aan anorganische meststoffen of zout of brak kwelwater dat infiltreert vanuit de bodem of brak water dat wordt gebruikt bij het water geven.

Zout- en zuurschades moeten voorkomen worden en, indien aan de orde, direct gemeld en (in overleg, maatwerk) verholpen worden (bijvoorbeeld: spoelen van de bodem met zoet water). Voor de gemiddelde zout-tolerantie van bomen geldt een toelaatbare EC-zoutwaarde van de bodem van 0,6 tot maximaal 1,5 mS/cm.

Zuren beïnvloeden ook de pH-waarde van de bodem. Voor de meeste bomen geldt een gewenste pH-KCL-waarde van circa 5,0 tot 6,0 (= pH-H₂O circa 6 tot 7); deze is echter sterk boomsoortafhankelijk. Voor verschillende boomsoorten is eveneens de inspoeling van kalk bedreigend.

Zouten, zuren en kalk kunnen bij infiltratie in de bodem directe wortelschade veroorzaken en zijn door uitspoeling (achteraf) vaak niet of onvoldoende in de bodem traceerbaar. Zo is strooizout dat in de winterperiode is gestrooid en is geïnfiltreerd in de bodem al vaak in het voorjaar weer (ten dele) uitgespoeld en daardoor niet juist traceerbaar in de bodem, terwijl de boom het zout al wel heeft opgenomen en daardoor (ernstige) zoutschade kan ondervinden. Tijdig controleren en monitoren maar vooral 'het voorkomen van' is dus noodzakelijk!

2.39 Binnen of in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone mag geen sprake zijn van open vuur. Daarnaast is het binnen of in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone verboden om gassen af te fakkelen of (kunstmatig) hete of koude luchtstromen of uitlaatgassen af te blazen.

2.40 Binnen of in de directe omgeving van de kwetsbare boomzone mogen geen afval of andere materialen (art. 2.31) worden gestort of opgeslagen.

H2 | RANDVOORWAARDEN BRONBEMALING EN VERANDERINGEN IN DE GRONDWATERSTAND

2.41 Veranderingen in de grondwaterstand: kunstmatige fluctuatie of bronbemaling zijn binnen de kwetsbare boomzone zonder toestemming (Goedgekeurd Werkplan) niet toegestaan. Het (tijdelijk) verhogen van de grondwaterstand (GWST) met meer dan 10% of het (tijdelijk) verlagen van de GWST met meer dan 20% van de bestaande bewortelingsdiepte kan schade aan de wortels en daarmee aan de bomen veroorzaken (overzicht 2.41).

Een 'verhoging' van de GWST is voor bomen extra bedreigend. Een (kortstondige) verhoging van de GWST in het groeiseizoen kan leiden tot acute wortelsterfte (verdrinken) vanwege zuurstofgebrek en daarmee leiden tot de afsterving van bomen (art. 2.37).

Een 'daling' van de GWST in het groeiseizoen is vooral bedreigend wanneer deze langere tijd (meerdere weken) aanhoudt. Naast de mate van verandering (fluctuatie) zijn dus ook de tijdsduur en de periode waarin de GWST-veranderingen plaatsvinden van belang. In een droge periode (zonder neerslag) kan een (> 20%) van meer dan twee weken reeds aanzienlijke invloed hebben op de waterhuishouding van de boom en kunnen er dus gerichte maatregelen noodzakelijk zijn (art. 2.43).

(Kunstmatige) grondwaterfluctuaties die buiten het groeiseizoen (periode november tot en met februari) plaatsvinden, hebben doorgaans minder invloed op bomen. Binnen een hangwaterprofiel heeft een grondwaterreductie (doorgaans) geen invloed op de bomen.

LEIDRAAD MAXIMAAL TOELAATBARE GRONDWATERFLUCTUATIE

Bestaande doorwortelbare diepte of actuele grondwaterstand (GWST)	Maximaal toelaatbare % grondwaterfluctuatie verlaging ▼GWST (= -20%) of verhoging ▲GWST (= +10%)
tot 50 cm -m.v.	▼ GWST 20% = max. 10 cm ▲ GWST 10% = max. 5 cm
tot 100 cm -m.v.	▼ GWST 20% = max. 20 cm ▲ GWST 10% = max. 10 cm
tot 150 cm -m.v.	▼ GWST 20% = max. 30 cm ▲ GWST 10% = max. 15 cm
tot 200 cm -m.v.	▼ GWST 20% = max. 40 cm ▲ GWST 10% = max. 20 cm

2.41 Overzicht: Leidraad maximale grondwaterfluctuatie | Handboek Bomen 2018

2.42 Bronbemalingen, retourbemalingen en infiltraties hebben doorgaans invloed op de grondwaterstand, ook op grote afstand van de bron (en daarmee dus mogelijk ook buiten het werkterrein). Indien kunstmatige fluctuaties van het grondwater aan de orde zijn (art. 2.41) dan moeten binnen en rond het werkterrein (ten minste in alle windrichtingen) peilbuizen ter controle (monitoring) van de grondwaterfluctuaties worden geplaatst, zodanig dat een goed beeld wordt verkregen van de gevolgen van de fluctuaties voor de bomen die binnen de invloedssfeer ervan staan (art. 2.9 en art. 2.43).

Monitoring start voordat de werkzaamheden aanvangen, zodat een goed beeld wordt verkregen van de zogenaamde nulwaarden. Periodiek monitoren van de (maximale) fluctuaties (overzicht 2.41) is noodzakelijk (ten minste eens per week), zolang de werkzaamheden aanhouden en de 'nulwaarden' niet zijn hersteld.

2.43 Indien een (tijdelijke) bronbemaling of infiltratie de genoemde maximale fluctuatiewaarden (overzicht 2.41) overschrijdt (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan), dan gelden als potentiële randvoorwaarden: het toepassen van een gesloten bronbemaling, het individueel water geven of het afvoeren van overtollig water.

Water geven: te veel of te vaak water geven kan wortels eveneens ernstig bedreigen. Een watergift van circa 150 tot 200 liter per m³ per watergeefronde is doorgaans (ruim) voldoende; te veel water spoelt uit of veroorzaakt een verzadigde bodem en (tijdelijke) zuurstofproblemen (art. 2.37). Voor het monitoren van het bodemvochtgehalte kunnen in de bodem (binnen de wortelzone) bodemvochtmeters worden geplaatst (zie referentiewaarden vochtkarakteristiek ter indicatie overzicht 2.37). Wanneer de veldcapaciteit wordt overschreden is de bodem verzadigd met water ('te nat').

Gebruik voor het water geven nooit sterk ijzerhoudende, zuurstofloze retourbemalingen. Voor het water geven van bomen gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H7 | Nazorg en hergroei-garantie bomen | art. 7.17 tot en met 7.19.

2.44 Het vervangen van bestaande riolen en waterafvoersystemen alsmede het dempen van sloten en watergangen (art. 2.45) kan eveneens (op afstand) grote invloed hebben op de grondwaterstand, waardoor genoemde maximale fluctuaties (overzicht 2.41) kunnen worden overschreden en er, evenals bij bemaling en infiltratie, specifieke randvoorwaarden nodig zijn.

Herinrichting groeiplaats: indien er sprake is van een blijvende verandering van grondwaterstanden waarbij de genoemde maximale fluctuaties worden overschreden, dan is eventueel een structurele herinrichting c.q. aanpassing van de groeiplaats noodzakelijk (nadere uitwerking 'maatwerk' in Goedgekeurd Werkplan).

2.45 Bij het dempen van sloten of watergangen binnen (of in de directe omgeving van) de kwetsbare boomzone (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan) gelden minimaal de onderstaande aanvullende randvoorwaarden.

DEMPEN VAN SLOTEN EN WATERGANGEN

- Verwijder eerst bestaande slootbagger en organische componenten uit sloot of watergang; deze bij het dempen van de watergang niet opsluiten of doormengen (bodempluchthuishouding art. 2.37)
- Vrijkomende slootbagger en organische componenten nimmer (tijdelijk) opslaan op maaiveld rond de boom (art. 2.33)
- Demp de sloot of watergang niet met organische, onvoldoende verteerde materialen (zuurstofhuishouding art. 2.37)
- Voorkom wortelschade bij ontgraven en dempen van de sloot of watergang (art. 2.46 e.v.)
- Borg bodeminfiltratie en -diffusie (voorkom bodemverslapping en/of structuurbederf van de bodem (art. 2.46 e.v.)
- Draag zorg (na demping) voor continuering van afwatering (drainage/afvoer)
- Monitor en bewaak grondwaterstanden (art. 2.41) en zuurstofhuishouding (art. 2.37) binnen kwetsbare boomzone

H2 | RANDVOORWAARDEN GRAAFWERKZAAMHEDEN EN ANDERE BODEMBEWERKINGEN

2.46 Graafwerkzaamheden en andere bodembewerkingen zijn binnen de kwetsbare boomzone zonder toestemming (Goedgekeurd Werkplan) niet toegestaan.

Wanneer graafwerkzaamheden of andere bodembewerkingen toch binnen de kwetsbare boomzone moeten plaatsvinden (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan), dan gelden minimaal de randvoorwaarden in artikelen 2.46 tot en met 2.51. Zonder expliciete toestemming (Goedgekeurd Werkplan) mogen genoemde graaf- en bodembewerkingen binnen de kwetsbare zone niet anders dan uitsluitend handmatig worden uitgevoerd.

Onder bodembewerkingen wordt hier onder andere verstaan: graven, afgraven, spitten, frezen, boren, egaliseren, afwerken maaiveld, heien, (her)bestraten, aftrillen, plaatsen van kunstwerken op en (reclame) bebordingen in de bodem et cetera.

Voor bodembewerking ten behoeve van de aanleg of (her)inrichting van groeiplaatsen gelden aanvullend de eisen Handboek Bomen 2018 | H4 | Aanleg groeiplaatsen voor bomen.

***KLIC:** om eventuele schade aan ondergrondse infrastructuur (kabels en/of leidingen) te voorkomen, is de aannemer verplicht werkzaamheden in de bodem ten minste 3 werkdagen vóór aanvang te melden bij het Kadaster via een KLIC-melding op grond van de Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION of 'grondroerdersregeling'), Handboek Bomen 2018 | Algemene aanvullende bepalingen | art. 3.*

Gaslekkages (als gevolg van schades aan gasleidingen bij graafwerkzaamheden) vormen een acute bedreiging voor bomen (art. 2.37).

2.47 Bodembewerkingen (art. 2.46) binnen de kwetsbare boomzone mogen niet onder (te) natte (verzadigde, overzicht 2.37), met sneeuw bedekte of bevroren bodemomstandigheden worden uitgevoerd. Grondwerkzaamheden mogen nooit leiden tot verslemping of structuurbederf van de bodem. Wanneer de veldcapaciteit van de bodem wordt overschreden is er sprake van een verzadigde bodem.

Structuurbederf: wanneer graafwerkzaamheden of bodembewerkingen als gevolg van weers-, terrein- of bodemomstandigheden structuurbederf van de bodem kunnen veroorzaken (bijvoorbeeld tijdens en direct na aanhoudende of zware regen) dan moeten deze werkzaamheden (tijdelijk) zolang als nodig (in overleg) worden onderbroken en uitgesteld.

Plasvorming (op een onverhard maaiveld) duidt op bodemverslemping of structuurbederf en moet direct gemeld en in overleg hersteld worden.

2.48 Bij de uitvoering van bodembewerkingen (binnen de kwetsbare boomzone) mogen geen onverteerde organische materialen in of door de bodem worden verwerkt (zoals 'doorspitten' van de strooisellaag, blad, graszoden, verse organische mest et cetera). Daarnaast mag de bestaande toplaag (0 tot 20 cm) niet worden verwerkt met andere, dieper gelegen of opgebrachte bodemlagen en mogen zuurstofloze (anaerobe) bodemlagen niet worden doorgemengd met de zuurstofhoudende (aerobe) bodemlagen (art. 2.37).

De bodem moet bij bewerking of verwerking vrij zijn van kruiden die zich door wortelstok kunnen vermeerderen en vrij zijn van grondkluiten (kluitgrootte maximaal 10 cm) en ongerechtigheden zoals puin, stenen, metaal, bouwhout, glasscherven, plastic et cetera. Aangetroffen onregelmatigheden moeten worden beschouwd en verwerkt als vrijkomend materiaal. Vrijkomende grond en materialen mogen niet zonder toestemming (tijdelijk) worden gestort of opgeslagen binnen de kwetsbare boomzone (art. 2.32).

2.49 Wortelschades: ter voorkoming van (ontoelaatbare) wortelschades gelden strikte randvoorwaarden voor bodembewerkingen en graafwerkzaamheden. Blootliggende (levende) wortels moeten direct worden afgedekt (bijvoorbeeld met grond) om uitdrogen te voorkomen, maar altijd op zodanige wijze dat broei en zuurstofproblemen (art. 2.37) worden voorkomen.

Bodembewerking en graafwerkzaamheden zijn binnen de kwetsbare boomzone uitsluitend toegestaan met toestemming of met een Goedgekeurd Werkplan (art. 2.46).

WORTELS DIKKER DAN 2,5 CM

Wortels dikker dan 2,5 cm moeten bij bodembewerking of graafwerkzaamheden altijd haaks op de groeirichting worden doorgezaagd of doorgeknipt (noot: frezen, hakken, lostrekken of doorscheuren): dit voorkomt onnodige, extra omvangrijke wortelschade door 'rafelen' en 'kapot trekken'.

Wortels dikker dan 5 cm mogen niet of (bij uitzondering) alleen onder toezicht en met expliciete toestemming worden doorgezaagd of verwijderd.

2.50 Minimale graafafstanden: de in overzicht en figuur 2.50 weergegeven minimale graafafstanden gelden vanuit het hart van de stamvoet van de boom. De maatvoering geldt als leidraad en is gerelateerd aan de stamdiameter van de boom gemeten op 1,3 m +m.v. in relatie tot de straal van de stabiliteitszone rondom de boom. Bodembewerking en graafwerkzaamheden zijn als regel binnen de weergegeven minimale graafafstanden niet toegestaan.

MINIMALE GRAAFAFSTANDEN

De minimale graafafstand (overzicht 2.50) bevindt zich (doorgaans) binnen de kwetsbare boomzone (art. 2.16) en is dus alleen toegestaan mits gemotiveerd en uitgewerkt in een Goedgekeurd Werkplan. Graafwerkzaamheden en beoogde graafafstanden binnen de kwetsbare boomzone moeten op basis van gericht veldonderzoek altijd nader in het Werkplan zijn gemotiveerd. Met behulp van het rekenprogramma 'Boommonitor' kan (per situatie) meer specifiek de minimale graafafstand, afgestemd op de boomgrootte en boomomvang, worden berekend (art. 2.51).

De weergegeven minimale graafafstanden (overzicht en figuur 2.50) zijn gebaseerd op een normale, vrije ontwikkeling van stabiliteitswortels, uitgaande van een actuele doorwortelde diepte van minimaal 75 cm -m.v. (overzicht 2.50 'kolom 1'). Bij een meer oppervlakkige wortelontwikkeling of scheefstaande boom zijn afwijkende normeringen van toepassing (overzicht 2.50 'kolom 2'). Overschrijding van de minimum graafafstanden leidt tot (potentiële) schade aan de stabiliteitswortels, dit kan de stabiliteit van de boom en daardoor de veiligheid van de boom en de directe omgeving in gevaar brengen.

Gestuurd boren en mantelbuizen: voor graafwerkzaamheden ten behoeve van de aanleg van kabels en leidingen binnen de kwetsbare boomzone is 'gestuurd boren' een gangbaar alternatief. Bij gestuurd boren moet steeds (bij elke boom) ten minste aan weerszijden van de boom de minimale graafafstand (overzicht 2.50) worden overbrugd. De boring moet op zodanige diepte (nader onderzoek) plaatsvinden dat schade aan de stabiliteitswortels wordt voorkomen (nadere uitwerking in Werkplan).

Preventief kunnen bij de aanleg van een groeiplaats mantelbuizen worden geplaatst die een gecontroleerde doorvoer van kabels en leidingen binnen de bewortelingsruimte van een groeiplaats mogelijk maken (zie Handboek Bomen 2018 | H4 | Aanleg groeiplaatsen voor bomen | Bijlage: 'aanvullende voorzieningen').

Zuigen: soms is het als alternatief mogelijk de bestaande grond of zand tussen de wortels af te zuigen, zodat er werkruimte ontstaat tussen de wortels zonder deze te beschadigen. Deze methode wordt bijvoorbeeld toegepast op plaatsen waar graafwerkzaamheden vanwege de aanwezigheid van zwaardere wortels ($\varnothing > 5$ cm) niet zijn toegestaan.

LEIDRAAD MINIMALE GRAAFSTANDEN (uitsluitend met toestemming Goedgekeurd Werkplan)

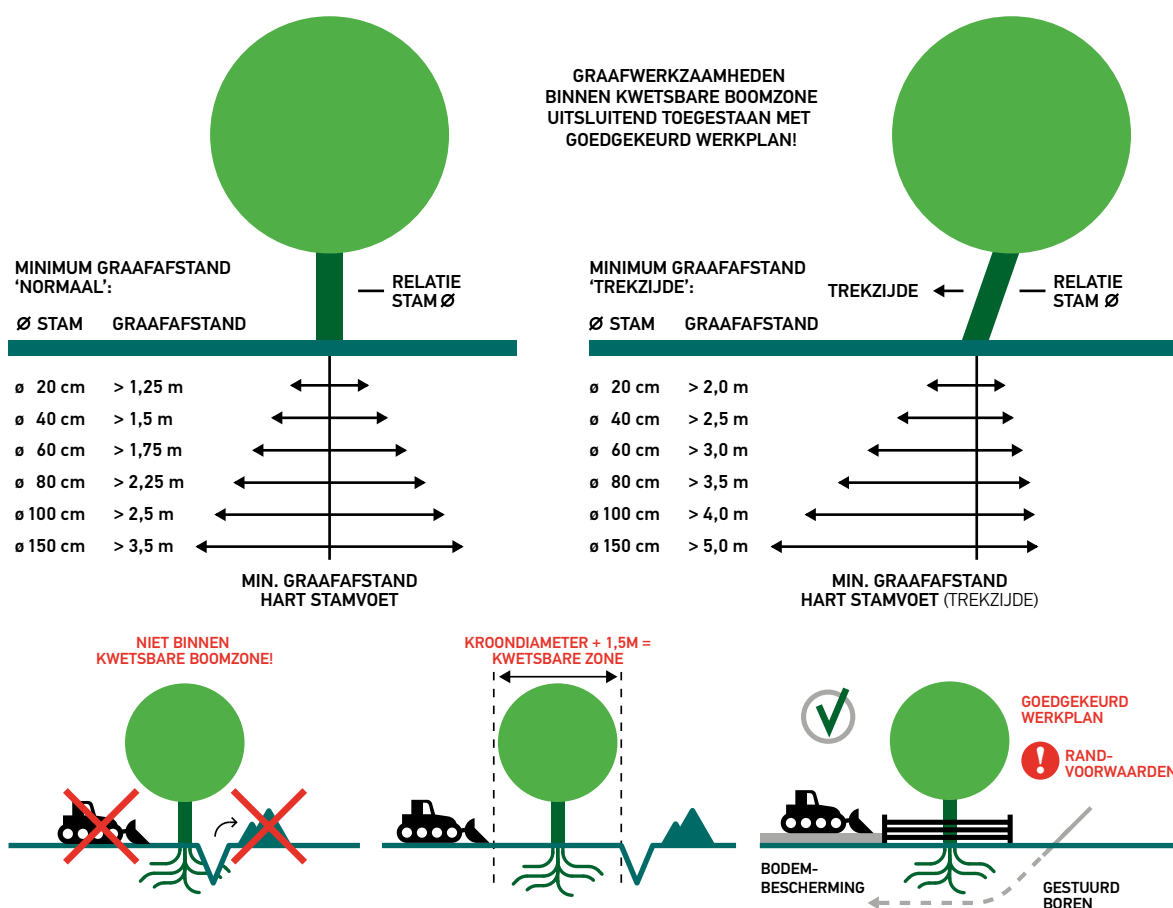
Stamdiameter op 1,3 m +m.v.	(kolom 1) minimale graafafstand, gerekend vanuit het hart van de stamvoet	(2) minimale graafafstand bij eenzijdige wortelontwikkeling of scheefstaande boom (trekzijde), gerekend vanuit het hart van de stamvoet
20 cm	> 1,25 m	> 2,0 m
40 cm	> 1,50 m	> 2,5 m
60 cm	> 1,75 m	> 3,0 m
80 cm	> 2,25 m	> 3,5 m
100 cm	> 2,50 m	> 4,0 m
150 cm	> 3,50 m	> 5,0 m

Graafwerkzaamheden binnen de kwetsbare boomzone zijn uitsluitend toegestaan via een 'Goedgekeurd Werkplan'.

De maatvoering binnen kolom 1 geldt voor bomen met een rondom normale evenwichtige (vrije) wortelontwikkeling, uitgaande van een actuele bewortelingsdiepte van minimaal 75 cm -m.v.

Kolom 2 geldt specifiek voor bomen met een meer oppervlakkige of eenzijdige wortelontwikkeling en scheefstaande of aan de trekzijde belaste bomen (zie ook figuur 2.50).

2.50 Overzicht: Leidraad minimale graafafstanden in relatie tot stabiliteitskluif | Handboek Bomen 2018

LEIDRAAD MINIMALE GRAAFSTANDEN IN RELATIE TOT STAMDIAMETER

FIGUUR 2.50 Leidraad minimale graafafstanden in relatie tot stabiliteitskluif | Handboek Bomen 2018

2.51 Graafwerkzaamheden (en bodembewerking) buiten de minimale graafafstand (art. 2.50) - ook wel aangeduid als de ondergrondse obstakelvrije zone - kunnen nog steeds leiden tot aanzienlijk wortelverlies en daarmee een bedreiging vormen voor de duurzame instandhouding van de boom.

Buiten de weergegeven graafafstand (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan) mag slechts een deel van het bestaande wortelvolumen (tijdelijk) verloren gaan, mits dit verlies direct aansluitend wordt gecompenseerd, bijvoorbeeld door het beschikbaar stellen van alternatieve doorwortelbare ruimte (herinrichting groei- en standplaats) of het direct aansluitend op de graafwerkzaamheden herstellen van de oorspronkelijke doorwortelbare ruimte. Wortelverlies kan in sommige gevallen ook (deels) worden gecompenseerd door de uitvoering van groeiplaats verbeterende maatregelen.

Wanneer te veel beworteling c.q. doorwortelbare ruimte verloren gaat, kan dit vooral op een hangwaterprofiel of bij een boom met een verminderde conditie leiden tot ernstige (groei)schade aan de boom en daarmee de duurzame instandhouding ervan in gevaar brengen. Graafwerkzaamheden en wortelverlies (binnen de kwetsbare boomzone) moeten altijd in het Werkplan worden gemeld en gemotiveerd. De mate waarin beworteling buiten de graafafstand (tijdelijk) verloren mag gaan en de benodigde maatregelen om dit te compenseren moeten middels vooronderzoek (BEA art. 2.6) worden vastgesteld.

Kroonreductie: bij een aanzienlijk verlies van bestaande beworteling kan een kroonreductie ten behoeve van het corrigeren van de wortel-kroonverhouding noodzakelijk zijn. Een dergelijke kroonreductie (innemen van de kroon) is een noodmaatregel (schade!) en geldt dus niet als reguliere beheermaatregel. Het innemen van de kroon wordt ook niet door elke boomsoort verdragen. De uitvoering van snoeimaatregelen in het algemeen en het innemen van een kroon in het bijzonder is zonder expliciete toestemming niet toegestaan, art. 2.29.

Boommonitor: overzicht 2.51 geeft een beeld van de richtlijnen die gelden voor de maatvoering van bomen en de benodigde groei- en standplaatsruimte (zie ook Handboek Bomen 2018 | H1 | Bomenontwerp).

Met behulp van het rekenprogramma Boommonitor kunnen belangrijke kengetallen van bomen en hun groei- en standplaats, bijvoorbeeld ten behoeve van een onderbouwing van een advies binnen de BEA worden doorgerekend. Naast benodigde doorwortelbare ruimte (m³) worden in Boommonitor ook de benodigde obstakelvrije boomzones (ondergronds en bovengronds) per situatie doorgerekend en schematisch weergegeven. Figuur 2.51 geeft een voorbeeld van zo'n weergave binnen de Boommonitor.

LEIDRAAD: MAATVOERING BOMEN EN GROEIPLAATS

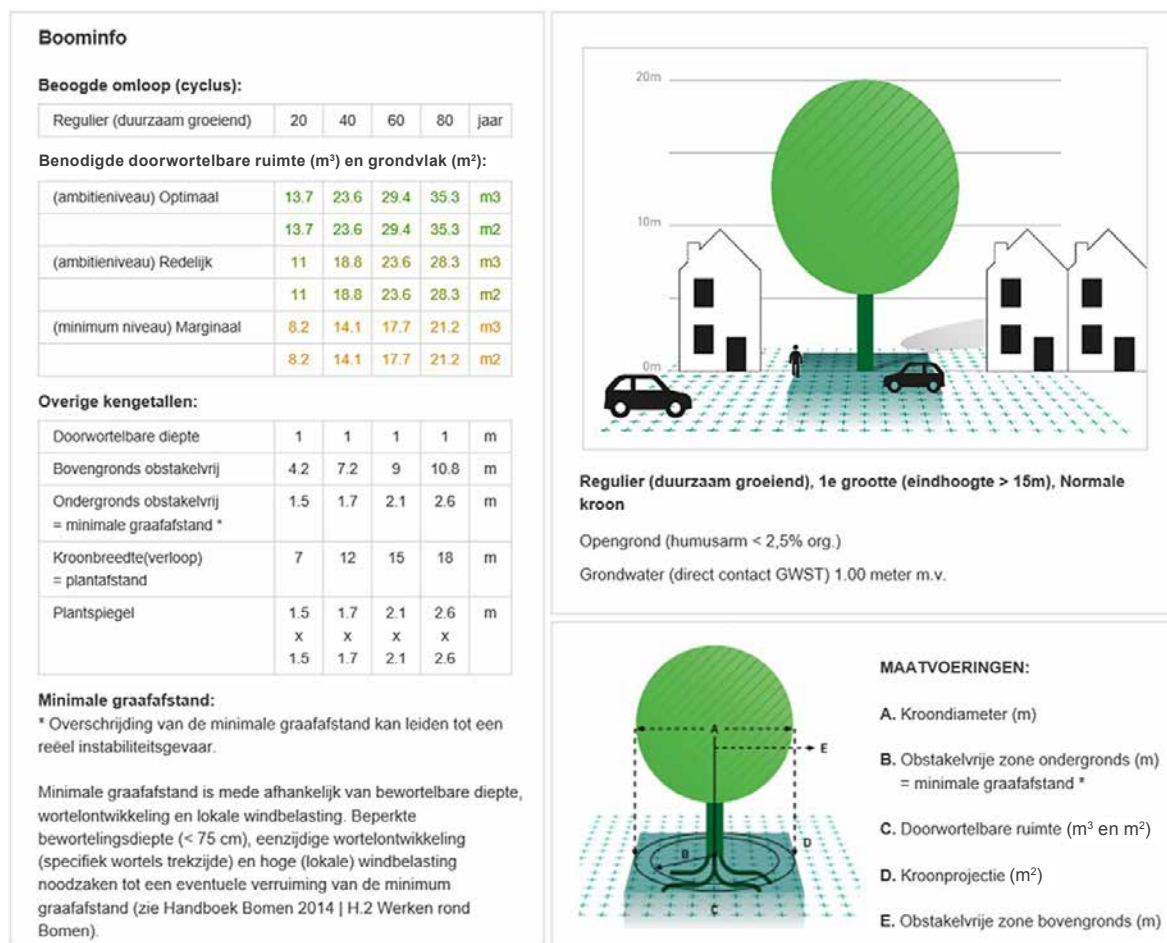
Boomgrootte	Kroondiameter	Stamdiameter	Doorwortelbare ruimte m ³ (hangwaterprofiel)	Doorwortelbare ruimte m ³ (grondwaterprofiel)	Obstakelvrije zone (ondergronds)*
1 ^e grootte	15 > 20 m	60 - 80 cm	40 - 70 m ³	25 - 40 m ³	2,0 - 2,5 m
1 ^e grootte 2 ^e grootte	10 - 15 m	40 - 60 cm	30 - 50 m ³	20 - 30 m ³	1,5 - 2,0 m
1 ^e grootte 2 ^e grootte	8 - 12 m	30 - 40 cm	20 - 35 m ³	15 - 20 m ³	1,25 - 1,5 m
3 ^e grootte	3 - 8 m	15 - 20 cm	10 - 20 m ³	5 - 10 m ³	1,0 - 1,25 m
vormboom	2 - 4 m (variabel)	20 - 40 cm	4 - 8 m ³	3 - 5 m ³	0,75 - 1,25 m

* Obstakelvrije zone(s) vanuit het hart van de boom (stamvoet):

- Obstakelvrije zone bovengronds = kroondiameter 'beoogd eindbeeld' x 0,6
- Obstakelvrije zone ondergronds = minimum graafafstand (art. 2.50) rondom 'beoogde eindbeeld'

2.51 Overzicht: Richtlijnen maatvoering bomen en benodigde groei- en standplaatsruimte | Handboek Bomen 2018

REKENPROGRAMMA BOOMMONITOR: KENGETALLEN



2.51 Figuur: Voorbeeld weergave rekenprogramma Boommonitor | Handboek Bomen 2018

Boommonitor is voor licentiehouders beschikbaar via de login op www.norminstituutbomen.nl.

Naast de obstakelvrije zones in overzicht en figuur 2.51, kan er ook sprake van een vereiste 'wettelijke' vrije doorgang voor het verkeer, die in het Werkplan moet worden geborgd.

RICHTLIJN: VEREISTE (WETTELIJKE) VRIJE DOORGANG

Extra vrije doorgang	6,5 m +m.v. (alleen wanneer extra vrije doorgang expliciet is voorgeschreven)
Auto(rij)weg	4,5 m +m.v.
Voet- en fietspad	2,5 m +m.v.

De 'wettelijk' vereiste vrije doorgang wordt gemeten vanaf het maaiveld of bij een verharding loodrecht boven de verharding, vanaf de doorgetrokken streep (of opstaande rand) langs de wegzijde (breedtemarkering) of de buitenzijde van de verharding indien een doorgetrokken breedtemarkering ontbreekt.

Wanneer fiets- en voetpaden ook worden gebruikt door andere voertuigen (bijvoorbeeld hulpdiensten, veeg- en strooiwagens etc.) dat geldt daarvoor ook de vereiste vrije doorgang van rijwegen. Wanneer er sprake is van extra benodigde vrije doorgang, bijvoorbeeld vanwege een trolleybus- of tramleiding of langs specifieke 'zwaarverkeerroutes', dan kan de benodigde vrije doorgang bijvoorbeeld worden verruimd tot 6,5 m +m.v.

H2 | RANDVOORWAARDEN OPHOGINGEN EN OMVORMING MAAIVELD

2.52 Ophogingen van de bodem en het omvormen van het bestaande maaiveld (herprofilering) zijn binnen de kwetsbare boomzone zonder toestemming (Goedgekeurd Werkplan) niet toegestaan.

OPHOGINGEN

Een ophoging of omvorming van het bestaande maaiveld wordt door de meeste bomen niet of slecht verdragen. Wanneer een ophoging of omvorming van het bestaande maaiveld toch binnen de kwetsbare boomzone moet plaatsvinden (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan), dan gelden (op basis van nader onderzoek) minimaal de randvoorwaarden in artikelen 2.52 tot en met 2.59. Zonder expliciete goedkeuring binnen het Werkplan mogen genoemde ophogingen en omvorming van het maaiveld binnen de kwetsbare zone uitsluitend handmatig worden uitgevoerd.

2.53 Bij een ophoging binnen de kwetsbare boomzone (uitsluitend met goedgekeurd Werkplan) moeten diffusie (bodemlucht) en infiltratie (water) van de bestaande bodem en de opgebrachte grond middels het gebruik van geschikte ophoogmaterialen en verwerkingsmethoden geborgd worden. De tolerantie voor een ophoging is onder andere (sterk) boom- en bodemsoortafhankelijk.

Bij een ophoging rond kwetsbare boomsoorten moet direct grondcontact met het bestaande schorsweefsel van de stam en stamvoet worden voorkomen (wortelhals en wortelaanlopen niet afdekken). Dit kan bijvoorbeeld door op het bestaande maaiveld rondom de stamvoet een keerrand of grondwerende kraag aan te brengen, of door (direct) rond de boom geen grond of zand op te brengen.

Bij de ophoging moeten structuurbederf en bodemverslapping van zowel het bestaande profiel als het op te brengen ophogingsmateriaal (art. 2.47) worden voorkomen. De toplaag (bovenste 2 tot 3 cm) van het bestaande maaiveld moet een voldoende losse structuur hebben (eventueel oppervlakkig bodem bewerken toepassen) en mag niet te nat (niet verzadigd) zijn. Bij eventuele bodembewerking moet wortelschade worden voorkomen (art. 2.46 e.v.).

Een organische toplaag (bijvoorbeeld gras of een strooisellaag) moet ter plaatse van de voorgenomen ophoging, voorafgaand verwijderd worden. Deze organische toplaag mag nooit in de bodem worden doorgespit of doorgefreesd (zuurstofproblemen bij nadere vertering, art. 2.37 en 2.47).

Materiaalkeuze en verwerking: een ophoging van slechts enkele centimeters kan funest zijn wanneer de materiaalkeuze en/of verwerkingwijze de mogelijkheden voor diffusie en infiltratie van de bodem negatief beïnvloeden (bijvoorbeeld afsluitende kleilaag). De materiaalkeuze voor een ophoging rond bomen is essentieel. Eventuele organische bestanddelen moeten goed zijn uitgerijpt, zodat bodemzuurstofproblemen worden voorkomen (art. 2.37).

Het ophoogmateriaal en de mate van verdichting moeten zodanig worden gekozen dat infiltratie van water en diffusie van lucht na verwerking niet worden verstoord; streefwaarde bodemzuurstof ten minste 16 - 18%. Dit kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van (grof) bomenzand (M50-cijfer: 420 - 700 µm) of bomengranulaat als ophoogmateriaal op plaatsen waar verdichtingseisen relevant zijn. Bij een open maaiveld of berm (zonder verdichtingseisen) kan bijvoorbeeld gekozen worden voor bomengrond met 5 - 7% organische stof (bomengrond = teelaarde, specifiek voor bomen samengesteld).

Voor de levering en verwerking van bomengrond en bomenzand gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H3 | Levering bomensubstraten en H4 | Aanleg groeiplaatsen voor bomen.

In het Werkplan moeten de werkwijze, materiaalkeuze voor de ophoging en de verwerking ervan nader worden uitgewerkt (maatwerk).

Lichten bomen: als alternatieve maatregel bij een ophoging of herprofilering kan (Goedgekeurd Werkplan) worden gekozen om de betrokken bomen te lichten en ter plaatse te herplanten. Hiermee kunnen de verandering van de groei- en standplaats met een juiste (her)plantwijze worden afgestemd.

Voor het lichten en (her)planten gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H13 | Verplanten bomen.

2.54 Aanbrengen van een verharding, indien het aanbrengen van een verharding op een (voorheen) open of met gras bedekt maaiveld binnen de kwetsbare boomzone noodzakelijk is (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan), geldt als randvoorwaarde dat op het bestaande maaiveld eerst een laag grof (M50 cijfer ≥ 400 mu) zoet zand wordt aangebracht nadat een eventuele organische toplaag (art. 2.53) is verwijderd. Dit houdt dus in dat het zandcunet moet worden aangebracht op het bestaande maaiveld en dat het ontgraven of uitkisten van het bestaande maaiveld ten behoeve van het zandcunet niet is toegestaan! (art. 2.57).

Een op te brengen zandlaag dient als regel te worden voorzien van een beluchtingssysteem (maatwerk) en afhankelijk van de belastbaarheid van de nieuw aan te brengen verharding te worden afgedekt met een drukverdelende of drukspreidende constructie of geotextuur (zuurstof- en waterdoorlatend en afgestemd op de toekomstige belastingseisen), waarop het zandcunet (EC-waarde $< 1,5$ mS/cm) ten behoeve van de verharding kan worden aangebracht.

Indien er tevens sprake is van een ophoging, dan geldt een combinatie van art. 2.53 en art. 2.54 en is een nadere uitwerking van een specifiek gecombineerd (maatwerk)ophoogplan binnen het Werkplan noodzakelijk.

***Zwevende of zelfdragende constructie:** voor ophogingen rond bomen en het aanbrengen van verhardingen op een bestaand open maaiveld kan de toepassing van een zwevende of zelfdragende (groeiplaats)constructie binnen de kwetsbare boomzone een goed alternatief bieden (maatwerk).*

2.55 Bij een grondophoging met of zonder verharding (maaiveldverhoging) is borging (indien ter plaatse relevant) van voldoende vrije doorgang (vrije doorrijhoogte) onder en naast de kroon noodzakelijk. Wanneer er sprake is van een onvoldoende vrije doorgang dient dit (tijdig) te worden gemeld. Leidraad (wettelijke) vrije doorrijhoogte: zie art. 2.51.

2.56 Ten behoeve van (voldoende) infiltratie (regenwater) en diffusie (lucht/zuurstof) geldt als regel binnen de kwetsbare boomzone het toepassen van een open of niet gebonden verharding; bijvoorbeeld grastegels, klinkers of tegels met een open voeg.

***Halfverharding:** optioneel (motivering Werkplan) is de toepassing van een halfverharding (grind, steenslag et cetera). Sommige halfverhardingen slaan gemakkelijk dicht of spoelen uit en zijn om die reden boomtechnisch ongeschikt. Gebruik daarom binnen de kwetsbare boomzone bijvoorbeeld geen schelpen, fijn split, leemhoudende materialen of gravel et cetera (zie ook Handboek Bomen 2018 | H1 | Bomenontwerp | art. 1.22).*

2.57 Indien binnen de kwetsbare boomzone een bestaande verharding moet worden vervangen (uitsluitend met Goedgekeurd Werkplan) dan mag het ontgraven of uitkisten 'vernieuwen van het (zand)cunet' slechts (met toestemming) plaatsvinden wanneer er zich in het bestaande (te vervangen) cunet (nog) geen wortels met een diameter dikker dan 1,0 cm bevinden. Binnen de minimale graafafstand mag als uitgangspunt geen grond of zand worden ontgraven c.q. worden vervangen of worden bewerkt (art. 2.50).

In sommige gevallen is het mogelijk het bestaande cunet tussen de wortel met behulp van het zogenoemde afzuigen af te voeren (art. 2.50). Als alternatief geldt de optie om het nieuwe cunet aan te brengen boven op het bestaande cunet (art. 2.54).

2.58 Ter voorkoming van zoutinspoeling en het waarborgen van voldoende infiltratie dient binnen de kwetsbare boomzone uitsluitend grof zoet (voeg- en cunet)zand of split te worden toegepast of grof zand dat voldoende is ontzilt (EC-waarde $< 1,5$ mS/cm).

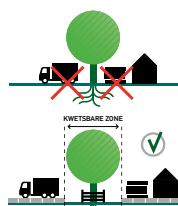
De toepassing van gestabiliseerd zand (dit is zand met toevoeging van cement) is binnen de kwetsbare zone (als cunet) niet toegestaan. De mogelijkheden voor infiltratie en diffusie zullen door het toepassen van gestabiliseerd zand verloren gaan.

2.59 Wanneer er binnen de kwetsbare boomzone sprake is van een (toekomstige) potentiële strooizoutbelasting, moeten in het Werkplan specifieke voorzieningen worden opgenomen om bijvoorbeeld de inspoeling van zout in de bodem te beperken (art. 2.56). Dit kan bijvoorbeeld middels het plaatsen een opstaande betonrand en het realiseren van een adequate waterafvoer, zodat het zoute smeltwater via inspoeling de groeiplaats niet negatief beïnvloedt (nadere uitwerking in Werkplan). Voor de randvoorwaarden van de groei- en standplaats van bomen gelden de eisen Handboek Bomen 2018 | H1 | Bomenontwerp en H4 | Aanleg groeiplaatsen voor bomen.

H2 | BIJLAGE 1 BOMENPOSTER 'WERKEN ROND BOMEN'

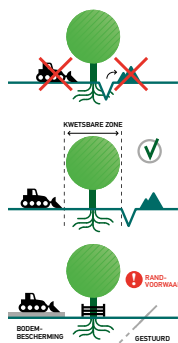
BOMENPOSTER

WERKEN ROND BOMEN

OPSLAG, PARKEREN
EN TRANSPORT

Voor opslag, parkeren en transport gelden randvoorwaarden binnen de kwetsbare boomzone. Bijvoorbeeld het plaatsen van drukverdelende rijplaten.

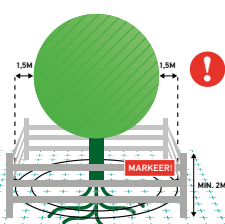
❗ Randvoorwaarden moeten worden uitgewerkt in een goedgekeurd Werkplan!

GRAVEN, OPHOGEN
EN ANDERE BODEM-
BEWERKINGEN

Voor graven, ophogen en bodembewerking gelden randvoorwaarden binnen de kwetsbare boomzone. Bijvoorbeeld minimale graafafstanden en wortelbescherming.

❗ Randvoorwaarden moeten worden uitgewerkt in een goedgekeurd Werkplan!

Kabelgoten, mantelbuizen en gestuurd boren bieden soms een goed alternatief. Let bij grond- en graafwerkzaamheden ook op kabels en leidingen (KLIC-melding, WIGQ).

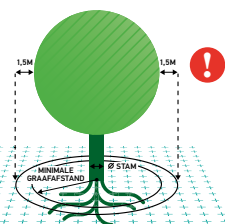
KWETSBAIRE
BOOMZONE

❗ Werkzaamheden en de opslag van materiaal en materieel zijn binnen de KWETSBAIRE BOOMZONE alleen toegestaan MET TOESTEMMING (goedgekeurd Werkplan).

RANDVOORWAARDEN EN EISEN

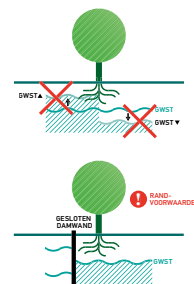
- 1 Plaats een niet-verplaatsbare fysieke bescherming rond de boom (vanaf 10 cm tot minimaal 2 m boven het maaiveld) en markeer deze als beschermd boomgebied.
- 2 Binnen elke kwetsbare boomzone zijn de uitvoering van werkzaamheden en de opslag van materiaal en materieel alleen toegestaan met toestemming via een door de opdrachtgever of directie goedgekeurd Werkplan.
- 3 Binnen elke kwetsbare boomzone gelden randvoorwaarden die uitgewerkt moeten zijn in het goedgekeurde Werkplan. Deze randvoorwaarden worden in de regel opgesteld aan de hand van een Bomen Effect Analyse (BEA).
- 4 Het Werkplan vermeldt gedetailleerd (per boom) wanneer, op welke wijze, volgens welke randvoorwaarden en met welk materieel en welke hulpmiddelen werkzaamheden binnen de kwetsbare boomzone moeten worden uitgevoerd.
- 5 Werkzaamheden mogen de duurzame standhouding van de boom nooit in gevaar brengen.
- 6 Graafwerkzaamheden binnen de kwetsbare boomzone zijn uitsluitend toegestaan met toestemming via het goedgekeurde Werkplan.

Stam Ø	Minimale graafafstand vanuit het hart van de stamvoet	Eenzijdige wortelontwikkeling of scheefstaande boom (trekzijde)
20 cm	> 1,25 m	2,0 m
40 cm	> 1,50 m	2,5 m
60 cm	> 1,75 m	3,0 m
80 cm	> 2,25 m	3,5 m
100 cm	> 2,50 m	4,0 m
150 cm	> 3,50 m	5,0 m



❗ Kwetsbare boomzone = Kroonprojectie + 1,5 meter

Kijk voor aanvullende informatie over randvoorwaarden en een goedgekeurd Werkplan op: www.bomenposter.nl

BRONBEMALING EN
VERANDERINGEN IN
GRONDWATERSTAND

Voor bronbemalingen en veranderingen in de grondwaterstand gelden zowel binnen als buiten de kwetsbare boomzone randvoorwaarden. Bijvoorbeeld het toepassen van een gesloten bronbemaling.

❗ Randvoorwaarden moeten worden uitgewerkt in een goedgekeurd Werkplan!

VLOEISTOFFEN
EN GASSEN

Bodemvreemde gassen en vloeistoffen kunnen grote schade veroorzaken aan de groeiplaats van een boom.

Houd gassen en vloeistoffen, maar ook cementmolens en (water)afvoeren, op grote afstand van de kwetsbare boomzone!

SNOEI-
WERKZAAMHEDEN

Het snoeien van bomen is alleen toegestaan met toestemming van de opdrachtgever of directie, ook wanneer er enkel sprake is van een gebroken of beschadigde tak.

Deze uitgave van Stadswerk is tot stand gekomen dankzij:



Kijk voor meer info op
www.norminstituutbomen.nl

Bomenposters zijn beschikbaar via LOGIN op www.norminstituutbomen.nl

KWETSBARE BOOMZONE!



OPSLAG, PARKEREN EN TRANSPORT

BRONBEMALING

GRAVEN, OPHOGEN EN BODEMBEWERKING



De uitvoering van werkzaamheden rond deze boom is uitsluitend toegestaan met een goedgekeurd **werkplan!**

 **RAND-
VOORWAARDEN**

**VOOR MELDINGEN
OF OPMERKINGEN:**

Deze uitgave is tot stand gekomen dankzij:



HANDBOEK BOMEN 2018 Toepassing, inclusief verwijzing naar, uitsluitend toegestaan voor genoemde licentiehouder.
LICENTIEHOUDER: BOMENWACHT NEDERLAND

Bijlage 5. Beoordeling keerwand Hornbach

Notitie

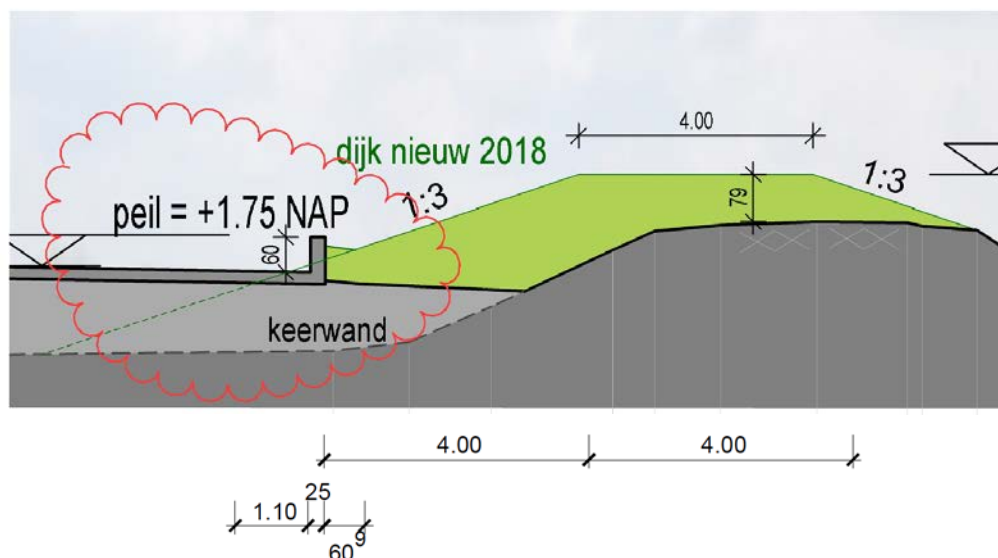
Contactpersoon	Bouwe van Ens
Datum	12 maart 2020
Kenmerk	N001-1273406BME-V01-mdg-NL

Stabiliteit L-wand Hornbach

In het kader van het project waterveiligheid Stadsdijken Zwolle is de vraag gerezen of de L-wand, welke de noordgrens vormt van het terrein van Hornbach wel stabiel en sterk genoeg is bij de nu voorziene verhoging van de dijk ten noorden van deze wand tot NAP +3,4 meter. Voorliggende notitie geeft een antwoord op die vraag.

1 Situatie

De L-wand bij Hornbach is ontworpen in 2014. Daarbij is als volgt rekening gehouden met een verhoging van de dijk:

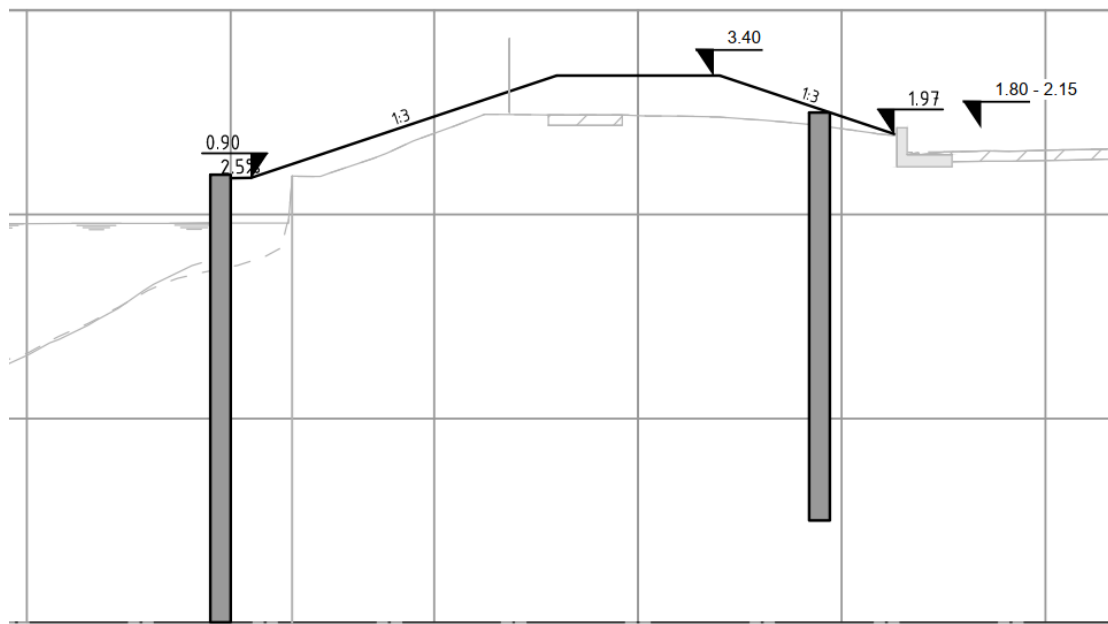


In deze notitie is onderzocht in hoeverre de bestaande constructie in staat de extra belastingen als gevolg van de beoogde dijkverhoging te dragen. Uit de ontvangen gegevens, kan niet vastgesteld worden in hoeverre in het verleden rekening gehouden is met de dijkverhoging bij het ontwerp van de keerwand.



2 Berekening

2.1 Uitgangspunt berekening



Figuur 2.1 Toekomstige situatie dijk - keerwand

- De ingemeten hoogte van de bovenzijde van de keerwand varieert van NAP +1,80 meter tot NAP +2,15 meter. Dit komt “redelijk” overeen met het peil van het maaiveld (NAP +1,75 meter) in combinatie met de aanname dat het maaiveld horizontaal is en de aangegeven hoogte van de keerwand boven het maaiveld van 60 centimeter (wat leidt tot een peil bovenzijde keerwand van NAP +2,35 meter).
- Het peil van de bestaande dijk is NAP +2,4 meter en wordt verhoogt naar NAP +3,4 meter.
- Het binnen talud van de nieuwe dijk wordt 1:3

2.2 Verder input berekening

Er is gerekend met CC3 en 100 jaar conform NEN-EN1991-2. Dat houdt in $\gamma_G = 1,4$ en $\gamma_Q = 1,65$. Er is gerekend op een bovenbelasting van 5 kPa, zowel op het talud (maaivoertuig) als op het onderhoudspad op de kruin van de dijk. Ons inziens is dit (voor een niet openbare weg) acceptabel.

De keerwand vormt een geheel met de terrein verharding van Hornbach. Hiermee kan gesteld worden dat stabiliteit in verticale richting, stabiliteit in horizontale richting en het kantelen van de keerwand geborgd is.

Uitgangspunten grond (conform NEN9997-1 artikel 9.5.3)

- Voor de grondslag wordt zand aangehouden met $\phi = 30^\circ$



- Talud 1:3. Dat is een hoek van $18,4^\circ$
- $K_0 = (1 - \sin(\varphi)) * (1 + \sin(18,4)) = 0,66$.
- $K_{\gamma,a,rep} = 0,427$
- $K_{sur,a,rep} = 0,405$
- Gerekend wordt met een oneindig talud. Met andere woorden: het feit dat het talud stopt en overgaat in een horizontaal vlak, wordt niet in rekening gebracht gezien het feit dat dit punt relatief ver van de keermuur gelegen is en weinig effect meer heeft.

2.3 Belastingaannee

Permanente belasting

Rustende korreldruk: $P_{k,g} = 0,90 * 18,0 * 0,66 = 10,69 \text{ kN/m}^2$

Veranderlijke belasting

Rustende korreldruk: $P_{k,g} = 5,00 * 0,405 = 2,02 \text{ kN/m}^2$

2.4 Resultaat berekening (per meter)

2.4.1 Momenten

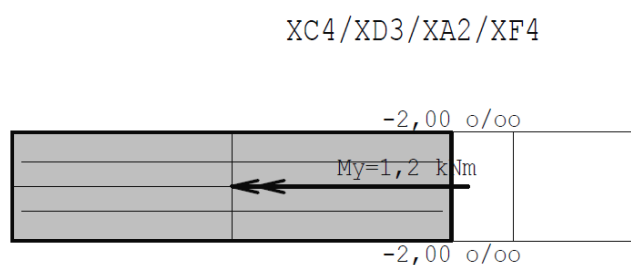
In bijlage 1 is de controle berekening uitgevoerd van de keermwand.

Het maximale moment bedraagt $2,19 \text{ kNm/m}$ in de UGT en $1,46 \text{ kNm/m}$ in de BGT.

XC4/XD3/XA2/XF4

BUIGINGSONTWERP $A_{s2}/A_{s1} = 1$			
$N_{xd} =$	0.00 kN	$M_{yd} =$	1.20 kNm
$\epsilon_1 =$	-2.00 o/oo	$\epsilon_{2s} =$	-2.00 o/oo
$x/d =$	5555.56	$z/d =$	0.69
Vereist:	$A_{s_o} =$	3.72 cm^2	$A_{s_b} = 3.72 \text{ cm}^2$
	$\mu =$	0.30 % (MinBg)	

Schaal 1 : 10



gekozen : **Ø 10mm e=10cm B500**

De wand dik 250 mm dit moment opnemen met de toegepaste wapening. Dit wordt aangetoond in bijlage 2. OK.

NB: Er is niet gerekend op temperatuurbelastingen omdat er in de richting van de hoofdwapening geen sprake is van verhinderde vervormingen.



2.4.2 Dwarskrachten

In bijlage 1 is de controle berekening uitgevoerd van de keerwand.

De maximale dwarskracht bedraagt 8,14 kN/m. Dit is aanzienlijk minder dan wat de beton van de wand dik 250 mm zonder dwarskrachtwapening op kan nemen (zie bijlage 3). OK

3 Conclusie

De keerwand bij Hornbach voldoet aan de nu voorziene verhoging van de bestaande dijk tot NAP +3,40 meter met een talud van 1:3 naar de bovenzijde van de keerwand.



Bijlage 1

Herberekening keerwand

**Project keerwand Hornbach Zwolle****1. Inhoudsopgave**

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Materialen	2
4. Knopen	2
5. 2D-elementen	2
6. Knoopondersteuning	2
7. Geometrie	3
8. Genereer vrije lasten	3
9. Vrije oppervlakte last	3
10. Vlaklast	3
11. Belastingsgevallen	3
11.1. Belastingsgevallen - BG1	3
11.1.1. Weergave BG	4
11.2. Belastingsgevallen - BG2	4
11.2.1. Weergave BG	5
11.3. Belastingsgevallen - BG3	5
11.3.1. Weergave BG	6
12. Belastinggroepen	6
13. Combinaties	6
14. Resultaatklassen	6
15. Instellingen net	6
16. Instellingen solver	7
17. Berekeningsverslag	7
18. Oppervlakte lasten; qx, qy, qz, Fy	8
19. Oppervlakte lasten; qx, qy, qz, Fy	9
20. Reacties; Ry	9
21. 2D element - Interne krachten; qmax-b	10
22. 2D element - Interne krachten; myD-	10
23. 2D element - Interne krachten; myD+	11



2. Project

Licentienaam	Tauw Group B.V.
Project	keerwand Hornbach Zwolle
Onderdeel	herberekening
Omschrijving	-
Auteur	bme
Datum	12-3-2020
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	11
Aantal staven :	0
Aantal platen :	2
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	0
Aantal belastingsgevallen :	3
Aantal gebruikte materialen :	1
Gravitatieversnelling [m/s ²]	10,000
Nationale norm	EC - EN

3. Materialen

Naam	Type	ρ [kg/m ³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k,28}$ [MPa]	Kleur
C30/37	Beton	2500,0	2600,0	3,2800e+04	0.15	0,00	30,00	■

Verklaring van symbolen

Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.
-----------------------------	---

4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,000	0,000	1,400
K2	1,000	0,000	1,400
K3	1,000	1,350	1,550
K4	0,000	1,350	1,550
K9	0,000	0,000	2,300
K10	1,000	0,000	2,300
K11	0,500	1,350	1,550
K12	0,500	0,000	1,550
K13	0,500	0,000	2,300
K14	0,000	0,000	1,550
K15	1,000	0,000	1,550

5. 2D-elementen

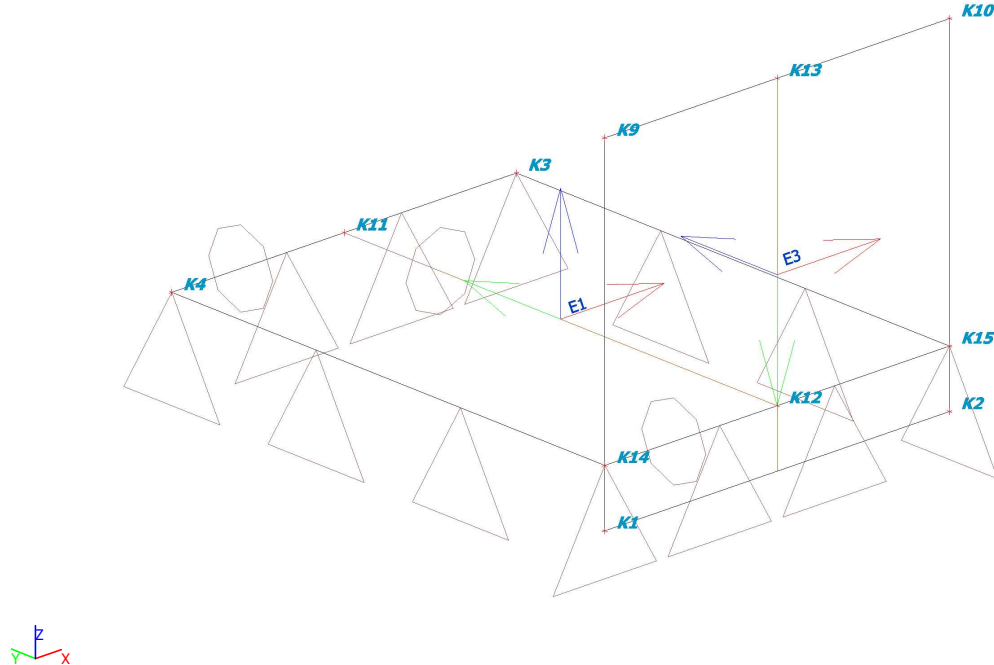
Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C30/37	constant	300
E3	Laag1	wand (80)	Standaard	C30/37	constant	250

6. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K11	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K12	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij



7. Geometrie



8. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingstype Type	ronkelijke bel.	Systeem Locatie
GFF1	BG2 - rustende	E3	Z 3 punten	Oppervlak Kracht	FF1	Element LCS Lengte

9. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsg	Rich	Type	Verdeling	q1 [kN/m²]	q2 [kN/m²]	q3 [kN/m²]	Belastingst	Selectee	Systeem	Locatie
FF1	BG2 - ru	Z	Kracht	3 punten	0,00	10,69	10,69	Alle	Selectee	Element	Lengte

10. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	2,02	E3	BG3 - veranderlijke korreldruk	LCS	Lengte

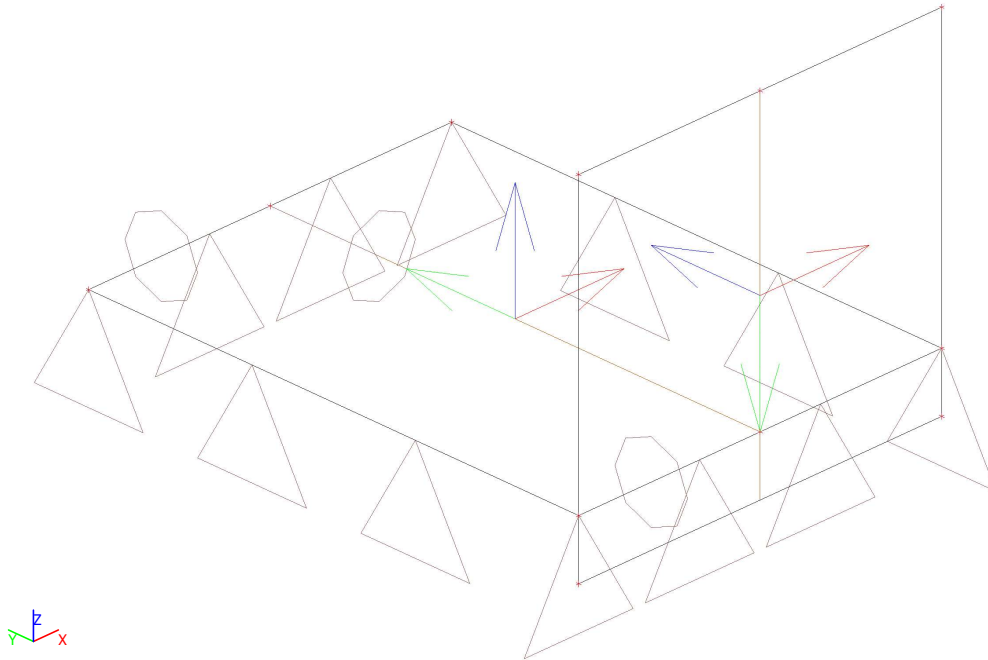
11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

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



11.1.1. Weergave BG

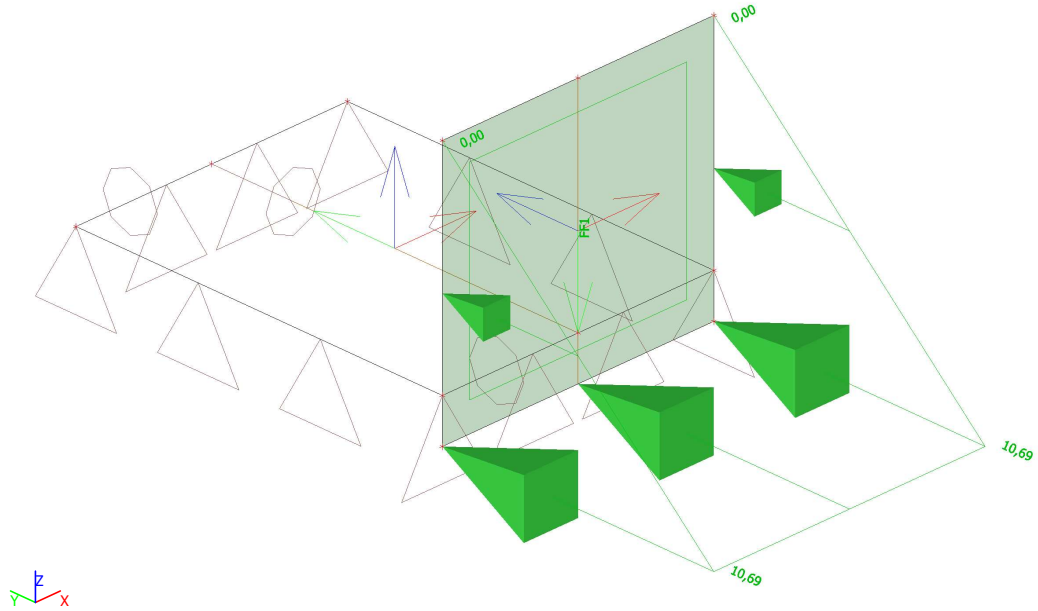


11.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving Spec	Actie type Belastingtype	Lastgroep
BG2	rustende korreldruk	Permanent Standaard	LG1



11.2.1. Weergave BG

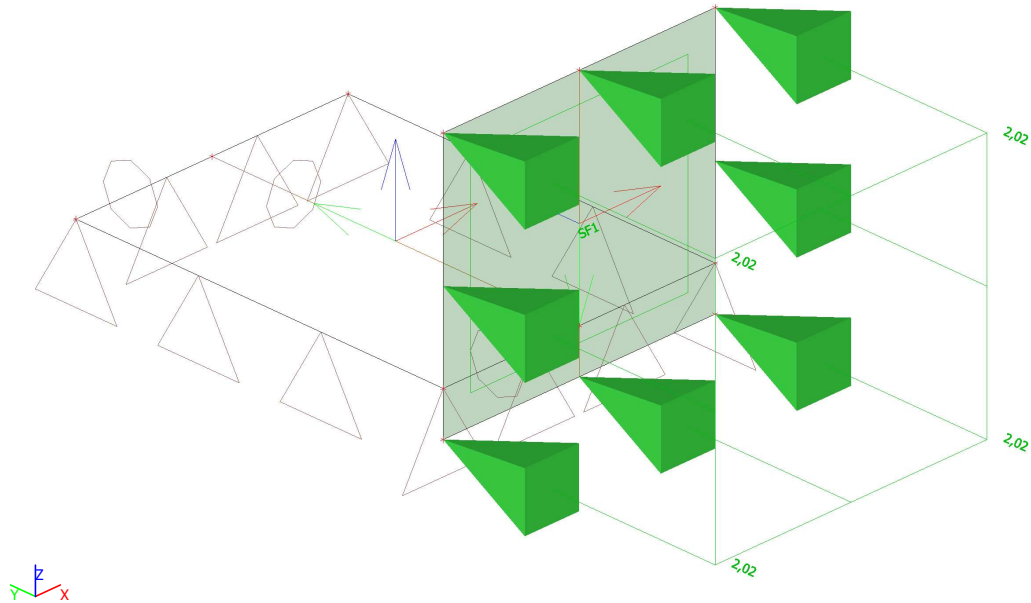


11.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3	veranderlijke korreldruk	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			



11.3.1. Weergave BG



12. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Standaard	Constructiebelasting

13. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1 UGT		Omhullende - uiterst	BG1 - EG	1,40
			BG2 - rustende korreldruk	1,40
			BG3 - veranderlijke korreldruk	1,65
Combi2 BGT		Omhullende - uiterst	BG1 - EG	1,00
			BG2 - rustende korreldruk	1,00
			BG3 - veranderlijke korreldruk	1,00

14. Resultaatklassen

Naam	Omschrijving	Lijst
RC1	UGT	Combi1 UGT - Omhullende - uiterst
RC2	BGT	

15. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	X
Generatie van knopen op staven	X
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwevende knopen voor voorspanning	✓



Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	X
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	1
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	0,100
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Verh. voorgedefinieerd net	1.5
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0.001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

16. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	X
Aantal diktes van plaatrib	20
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Wapeningscoëfficiënt	1
Waarschuwing als de maximale translatie groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Parallelisme tolerantie voor automatische calculatie [deg]	10,00
Overspanningslengte ratio L/beff,max (1 kant) voor automatische calculatie [-]	8,00
Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,00
Inwendige overspanning [-]	0,70
Eind overspanning [-]	0,85
Uitkraging [-]	2,00
Grond combinatie	Geen
Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Kirchhoff
Type solver	Direct

17. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	230
Aantal 1D elementen	0
Aantal netknopen	264
Aantal vergelijkingen	1584
Belastinggevallen	BG1
	BG2
	BG3
Buigtheorie	Kirchhoff
Start berekening	12.03.2020 16:38
Einde berekening	12.03.2020 16:38

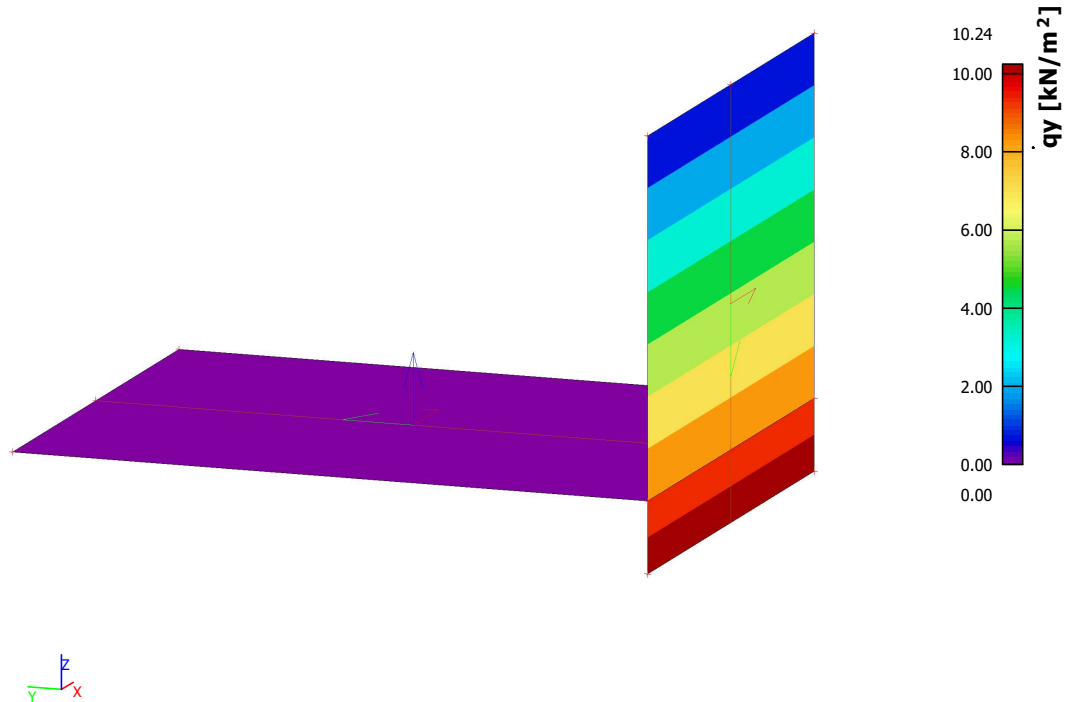
Som van lasten en reacties.

	[kN]	X	Y	Z
BG BG1	last	0.0	0.0	-15.8
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	15.8
BG BG2	last	0.0	4.8	0.0



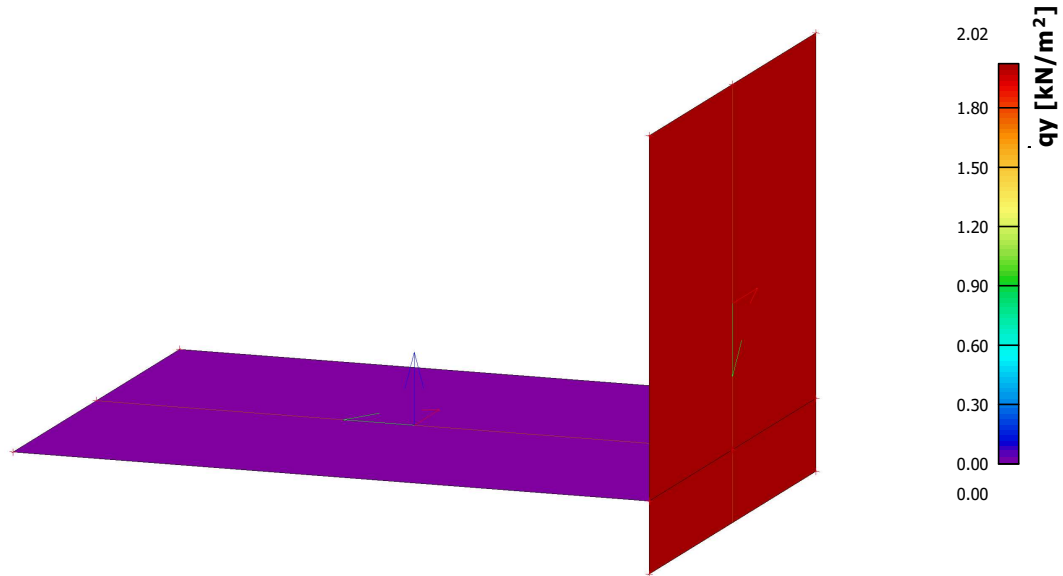
	[kN]	X	Y	Z
	knoopreacties	0.0	-4.8	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG3	last	0.0	1.8	0.0
	knoopreacties	0.0	-1.8	0.0
	lijnreacties	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

18. Oppervlakte lasten; qx, qy, qz, Fy

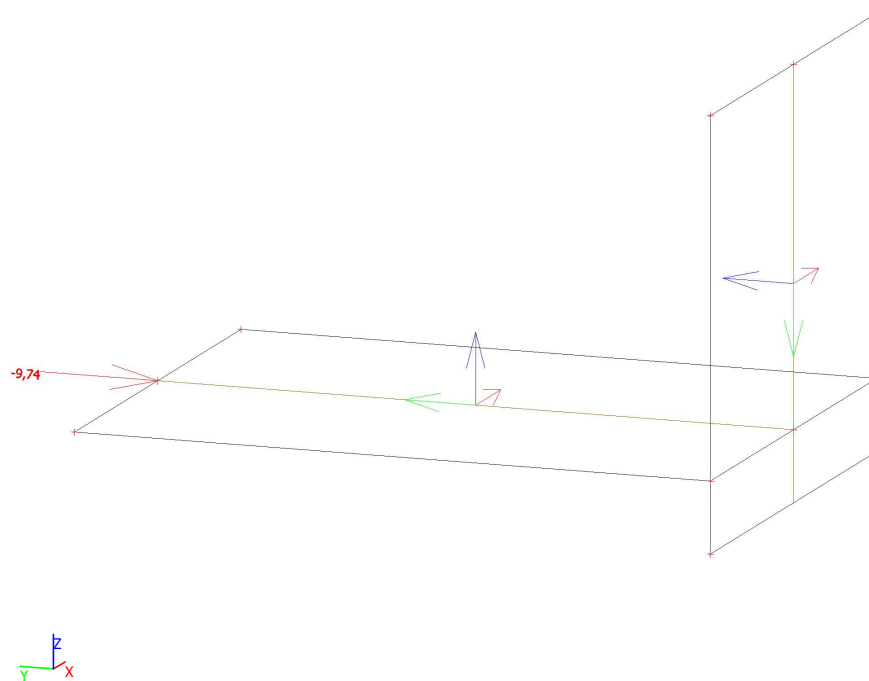




19. Oppervlakte lasten; q_x , q_y , q_z , F_y

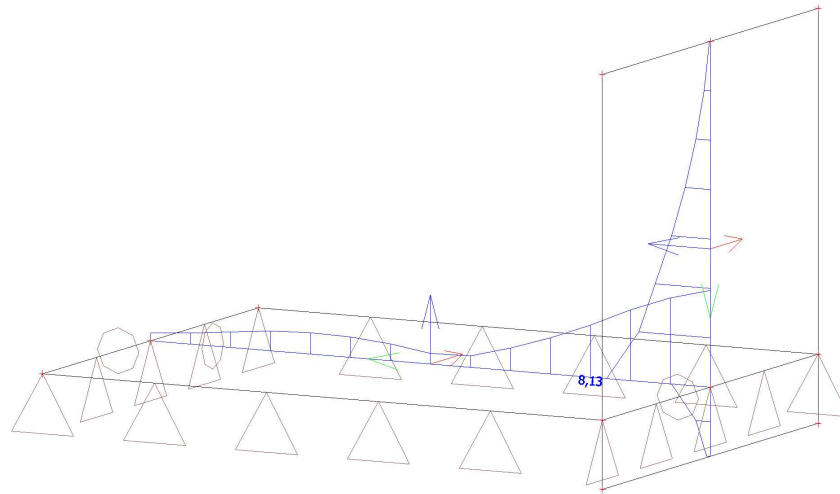


20. Reacties; R_y

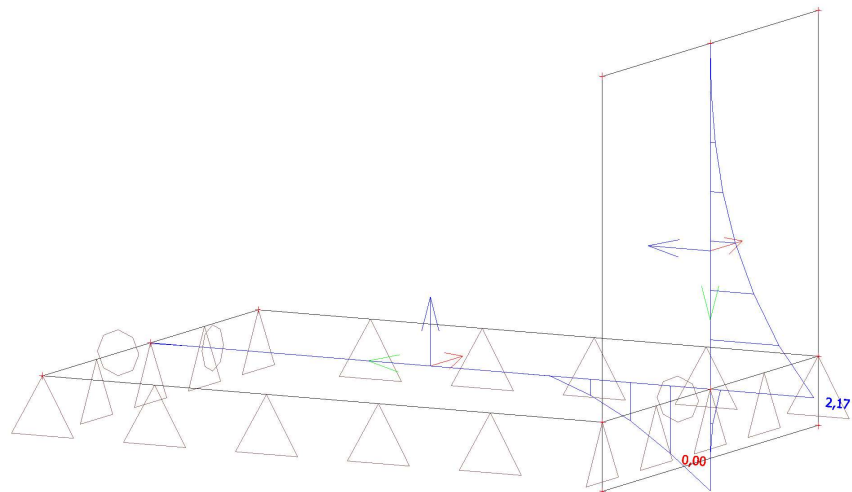




21. 2D element - Interne krachten; q_{max-b}

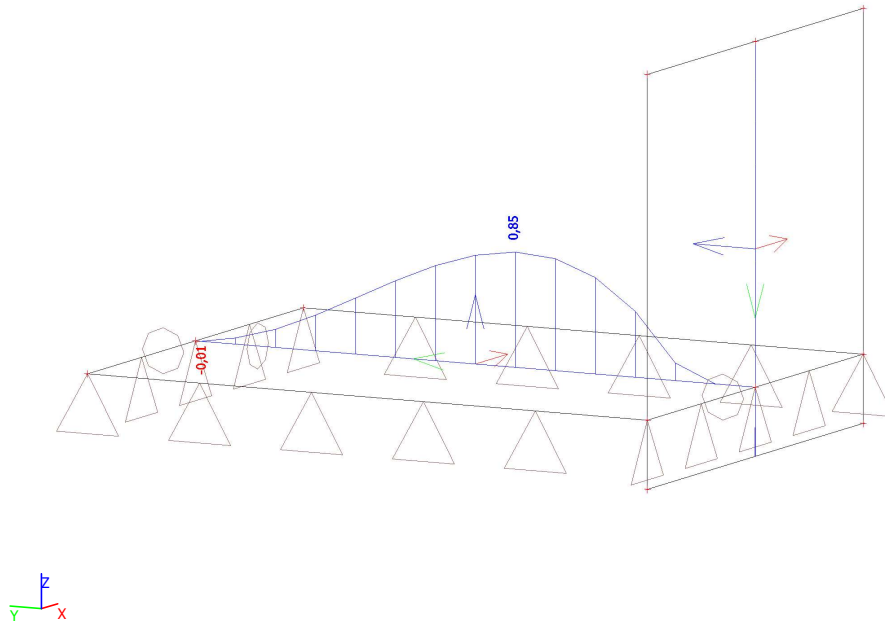


22. 2D element - Interne krachten; $m_y D-$



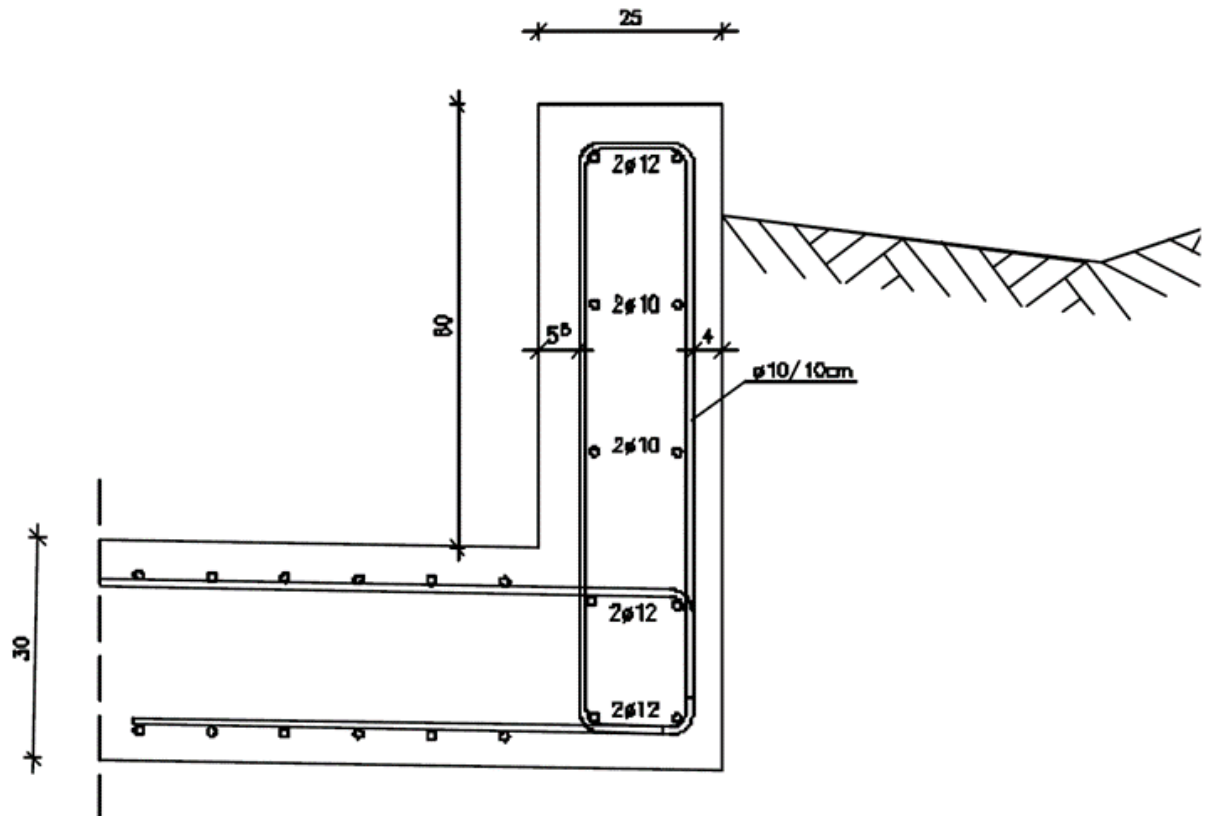


23. 2D element - Interne krachten; myD+





Bijlage 2 Sterkte beton



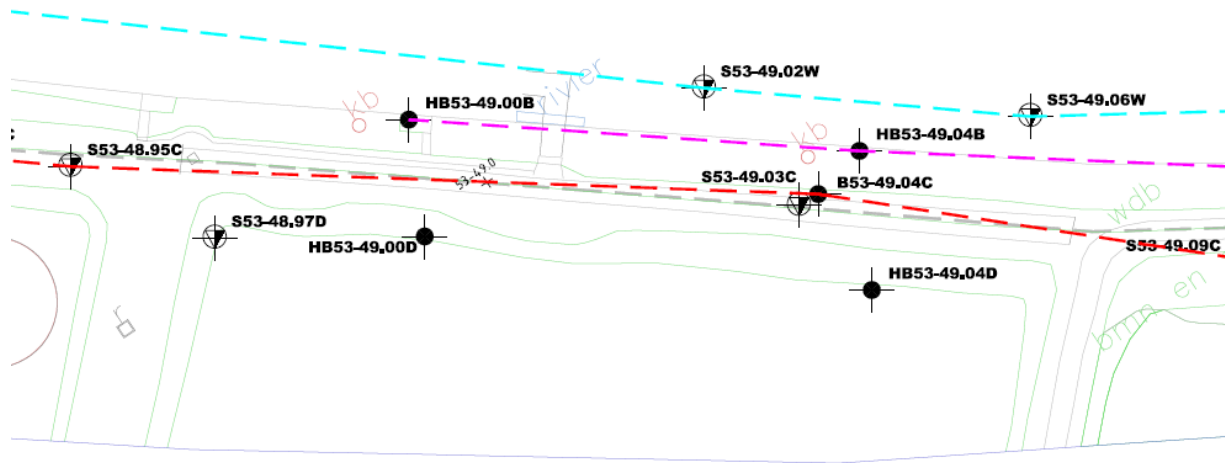


ECwap_2.4	Kolomnr	1
	Type	plaat
	Deel	wand
	plaats	achter
	laag	1e
NEN-EN 1992-2 van toepassing		ja
ROK van toepassing		nee
Sterkteklasse		C30/37
h [m] hoogte balk		0,250
b [m] breedte balk		1,000
$c_{nom} = \max(C_{nom} + \Delta c_{dev}; k_1; k_2)$		40
c [mm] dekking op bgl/ buitenste staaf		40
c_{extra} [mm] beugel of dwarsstaaf		0
UC dekking		1,00
M_{Ed} (UGT)	Kolomnr	1
M_{Ed} [kNm] buigend moment, reken, positief		2,2
N_{Ed} [kN] normaalkracht, reken, druk= neg.		0,0
$\emptyset_{1.1}$ [mm] diam hoofdwap, gelijkwaardige (bundels)		10,0
$n_{1.1} = \text{aantal}/b_c$ aantal staven trek-hoofdwap		10,00
$\emptyset_{1.2}$ [mm] trekwapening, diam bijlegwap		0
$n_{1.2} = \text{aantal}/b_c$ aantal staven trek-bijlegwap		0,00
c_2 [mm] hart - hart staven diam1 / diam2		0,0
x_u bij $M_{Ed} + N_{Ed}$ [m]		0,0007
ϵ_s		0,0280
UC sterkte		0,03
UC minimumwapening 9.2.1.1		0,44
M_E (BGT)	Kolomnr	1
M_E [kNm] buigend moment, rep, positief		1,5
N_E [kN] normaalkracht, rep, druk negatief		0,0
x [m] hoogte drukzone		0,0558
ϵ_c betonrek in uiterst gedrukte vezel		-0,00002
	Doel-	
Moet voldaan zijn aan art. 7.3.2 vlg 7.3.2(1) NB		nee
UC scheurwijdte		0,02
UC minimumwapening 7.3.2		
V_{Ed}	Kolomnr	1
Dwarskrachtwapening benodigd?		nee
V_{Ed} [kN] dwarskracht, reken		8,1
$\cot(\theta)$ $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$		
$\emptyset_{bgl}$ [mm]		
$n_{sn} = \text{aantal snedes per breedte}$		
α [graden] = hoek v.d. beugelwapening t.o.v de horizonta		
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)		
s_t [mm] = hart op hart beugels (dwarsrichting)		
$\rho_w = A_{sw} / (s_l * b_w * \sin \alpha)$		
UC dwarskracht		0,07



Bijlage 3

Sondering bij Hornbach





Sondering S53-49.03C

Opdracht : 1800737

Conus nummer : S10-CFIIP.1467

Plaats : Zwolle

Soort conus : Elektrisch

Datum : 12-09-2018

Opp. conuspunt : 1000 mm²

Project : Dijkonderzoek HWBP Stadsdijken

NEN-EN-ISO-22476-1

Klasse 2, type TE2

Sondeerunit : SW10

Blad : 1 van 1

