

Toelichting Definitief Ontwerp

**Klimaatrobuuste Polder Heerhugowaard - duiker IV, stuwen V, duiker X en ophogen watergang B2
Gemeente Dijk & Waard**

15 mei 2023

Contactpersoon

**Projectleider Water, Klimaat en
Landschap**

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Introductie	4
1.2	Klimaatrobuuste Polder	4
2	Uitgangspunten ontwerp	6
3	Ontwerpomschrijving	8
3.1	Duiker IV – Franklinstraat	8
3.2	Stuw V – Costerstraat	9
3.3	Ophogen waterbodembodem locatie B2	11
3.4	Duiker X Middenweg	12

Bijlage A – ontwerptekeningen (VO)

Bijlage B: hydrologische berekeningen kunstwerken

Bijlage C: geotechnische berekeningen stabiliteit locatie V en locatie B2

Bijlage D: geotechnische analyse Klimaatrobuuste Polder, inclusief funderingsadvies, bemalingsadvies en advies aanbrengen damwanden locaties IV en V

Colofon

1 Inleiding

1.1 Introductie

In Heerhugowaard worden voorbereidingen getroffen voor de aanleg van een tunnel onder het spoor bij de Zuidtangent. Hierdoor ontstaat een nieuwe peilscheiding binnen het watersysteem. Vooruitlopend op de werkzaamheden wil gemeente Dijk & Waard (hierna gemeente genoemd) enkele knelpunten in de waterhuishouding verbeteren. Hierdoor wordt het watersysteem meer robuust en beter voorbereid op klimaatveranderingen. Een van de gevolgen is peilverhoging binnen een aantal watergangen. Arcadis zoekt voor vier locaties binnen het nieuwe peilgebied uit wat het gevolg is van de peilverhoging voor bestaande kunstwerken en een nieuw aan te leggen kunstwerk (stuw). Met een stromingsberekening op basis van het nieuwe peil zijn in overleg met de gemeente en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (hierna HHNK genoemd) de maximale debieten, opstuwing en daarmee afmetingen van de kunstwerken bepaald. Tevens is door Arcadis gekeken naar de milieuhygiëne van de (water)bodems (verontreiniging) en geotechnische aandachtspunten.

Deze ontwerpnota licht het Definitieve Ontwerp (DO) toe – zie hoofdstuk 2 & 3. Het DO is tot stand gekomen na intensieve afstemming tussen de gemeente, HHNK en ProRail en beheerders van kabels en leidingen. De tekeningen per locatie zijn bijgevoegd in bijlage A. Bijlage B geeft de hydrologische berekeningen achter de aan te brengen duikers en stuwen weer, bijlage C de geotechnische berekeningen voor de aan te brengen damwand bij locatie V en het ophogen van de waterbodem bij locatie B2. Bijlage D geeft het funderingsadvies, bemalingsadvies en advies met betrekking tot het aanbrengen (d.m.v. drukken) en trekken van de tijdelijke en definitieve (houten en stalen) damwanden weer.

1.2 Klimaatrobuuste Polder

Als gevolg van de bouw van de tunnelbak bij de Zuidtangent verandert het watersysteem in Heerhugowaard (zie figuur 1). Er wordt een vervangend gemaal gebouwd aan de noordzijde van de toekomstige tunnel, ter hoogte van de Kamerling Onnesweg (N194) in bedrijventerrein Zandhorst. Voor de toestroming naar dit gemaal zijn aanpassingen van het watersysteem nodig. Een deel van het water dat voorheen ten oosten van het spoor afwaterde naar het huidige gemaal moet nu via een nieuwe hoofdwatgang onder het spoor door richting het nieuwe gemaal aan de westzijde van het spoor stromen. De stromingsrichting van enkele waterlopen verandert en enkele duikers en stuwen moeten hiervoor aangepast of nieuw geplaatst worden.



Figuur 1: weergave van de werkgebieden, onderverdeeld in vier locaties: IV, V, B2 en X.

2 Uitgangspunten ontwerp

Het project Klimaatrobuuste Polder heeft voor de locaties IV, V, B2 en X (zie figuur 1) gevolgen. De huidige duikers bij locaties IV, V en X voldoen niet aan de nieuwe situatie. Op basis van een stromingsberekening, en eerder door het HHNK uitgevoerde oppervlaktewatermodellering, zijn de nieuwe ontwerpisen bepaald per locatie. Tevens is er een algemene, eerste analyse gemaakt van de bodem (milieukundig) en grondopbouw (geotechniek) per locatie. Tenslotte zijn de aanwezige kabels & leidingen geanalyseerd. Op basis van deze factoren gelden onderstaande uitgangspunten voor het ontwerp van duiker IV, stuwen V en duiker X.

Aanleiding van de ontwerpen is onder andere de peilverhoging. De effecten van de peilverhoging per peilgebied op het nabijgelegen spoor zijn vanuit geotechniek doorberekend. Als gevolg hiervan wordt over een lengte van 550m bij locatie B2 de waterbodem opgehoogd. Het ophogen van de waterbodem geldt als beheersmaatregel voor het verslechteren van de stabiliteit van de spoorbaan bij locatie B2.

Eenzelfde analyse van de effecten van de peilverhoging op de stabiliteit van de spoorbaan heeft bij locatie V ervoor gezorgd dat als beheersmaatregel een stalen damwand wordt toegepast langs het talud van het spoor. Dit betreft een lengte van ±20 m tussen de twee nieuw te plaatsen stuwen. Beide maatregelen zorgen ervoor dat de stabiliteit van de spoorbaan niet verslechterd ten opzichte van de huidige situatie, of zelfs verbeterd. Zie hiervoor bijlage C bij deze ontwerpnota.

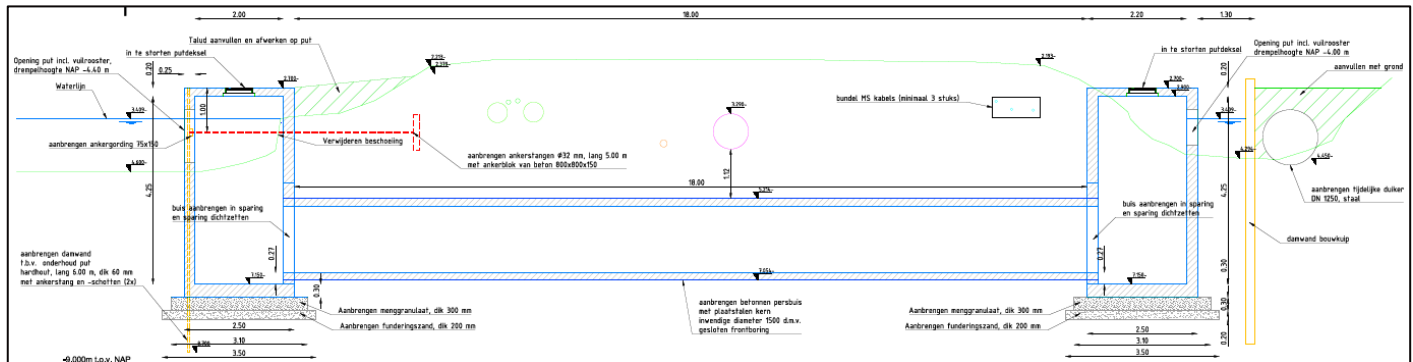
■ Duiker IV – Franklinstraat

- Bestaande situatie:
 - Duiker verbindt watergang in het bedrijventerrein Zandhorst met de spoorloot.
 - Bestaand kunstwerk KDU-Q-703.
 - Locatie [x,y]: 117.941, 523.009.
 - Bestaande duiker tussen peilgebieden 3150-20 (NAP -3,40m) en 3150-19 (NAP -3,40m).
 - Duiker heeft te weinig lucht en er zit grond in de duiker.
- Uitgangspunten voor inrichting nieuwe situatie:
 - Huidige duiker voldoet niet aan ontwerpdebiet en moet vervangen worden.
 - De huidige duiker wordt tijdens de werkzaamheden verwijderd.
 - Het ontwerpdebiet van de aan te leggen duiker is 0,64 m³/s.
 - Het peil van -3,40 m bij beide watergangen die verbonden worden door de duiker verandert niet.
 - Vanuit de stromingsberekening voldoet een duiker van 1000mm rond niet. Er ontstaat daarmee teveel opstuwing (conform eisen HHNK).
 - In overleg met de gemeente en HHNK is een duiker van 15000mm rond gekozen.
 - De kabels en leidingen zorgen voor een aantal knelpunten. Een daarvan is dat een persing nodig is om de nieuwe duiker aan te leggen. Tevens zorgen ze ervoor dat de duiker onder de slootbodem aangelegd moet worden. Daarom is voor een sifonconstructie gekozen met twee instroomputten aan weerskanten van de buis.

■ Stuw V – Costerstraat

- Bestaande situatie:
 - Duiker onder het spoorlichaam verbindt de twee watergangen die aan weerskanten van het spoor liggen. De verbinding tussen de watergangen is echter geblokkeerd door een later aangebrachte grondwal aan het uiteinde van de duiker bij de spoorloot aan de westkant.
 - In de bestaande situatie hebben beide watergangen een peil van -3,40 m NAP.
 - Bestaand kunstwerk KVD-M-8280.
 - Locatie [x,y]: 117.888, 521.914
 - Bestaande duiker is in het beheer van ProRail. Uit overleg met ProRail blijkt dat het plan is om deze duiker op den duur te vervangen. Wanneer dit gebeurt is nog niet duidelijk.
- Uitgangspunten voor inrichting nieuwe situatie:
 - In de nieuwe situatie is er een peilverschil van 30 cm tussen de twee spoorloten. In de nieuwe situatie is het peil in de oostelijke spoorloot -3,40 m NAP en de westelijke spoorloot -3,70 m NAP.
 - Om dit peilverschil op te vangen en doorstroming naar het toekomstige gemaal mogelijk te maken is een stuwconstructie nodig.
 - Het water dat door de duiker stroomt kan zowel via het noorden (langs de watergang bij de Kamerlingh Onnesweg) en het zuiden richting het nieuwe gemaal stromen.

- Op basis van de stromingsberekening en in overleg met de gemeente en HHNK is gekozen om twee stuwen te ontwerpen in de westelijke spoorloot.
 - Het gekozen type is een klepstuw met een ontwerpdebiet van 0,46 m³/s, breedte 2,50m en een overstortende straal van maximaal 15 cm.
 - Vanuit de geotechnische analyse is een beheersmaatregel bepaald in verband met een verwachte daling van de spoorbaanstabiliteit na de peilopzet. Er wordt een stalen damwand type AZ18-700 tot een diepte van -6,5m NAP aangebracht. Met deze beheersmaatregel verbeterd de baanstabieliteit van het spoor tussen de aan te brengen stuwen waar het peil verhoogd wordt. Ondanks de peilverhoging is berekend dat de damwand ervoor zorgt dat de stabiliteit stijgt naar 1.
- **Watergang B2 – Titaniaalaa**
 - Bestaande situatie:
 - Deel van de watergangen langs het spoor waar het peil met 0,1 m verhoogd wordt.
 - Locatie [x,y]: 117.684, 521.018
 - Waterbodem variërend van hoogte tussen -5,08 m NAP en -4,75m NAP
 - Uitgangspunten voor inrichting nieuwe situatie:
 - Uit de berekeningen op stabiliteit van het spoor blijkt dat deze verslechterd over een lengte van 550 m als gevolg van de peilopzet. Als beheersmaatregel wordt de waterbodem over deze lengte verhoogd. Uit de berekeningen blijkt dat een ophoging van de bodem tot -4,55m NAP voldoende is om de stabiliteit niet te laten verslechteren ten opzichte van de huidige situatie, of zelfs te laten verbeteren.
 - De resterende doorvaarhoogte voor onderhoudsbotten van HHNK blijft 95cm bij een nieuw in te voeren peil van -3,6m NAP.
 - Voor de ophoging wordt (kleiig) zand gebruikt.
 - Voorafgaand aan de ophoging van de waterbodem wordt het slib gebaggerd en afgevoerd.
- **Duiker X – Middenweg**
 - Bestaande situatie:
 - Huidige duiker loopt onder de Middenweg door.
 - Locatie [x,y]: 118.645, 521.950
 - Huidige duiker zit vol met grond en begroeiing en heeft geen lucht.
 - Bovendien is de uitstroming niet terug te vinden in de oostelijke watergang.
 - Uitgangspunten voor inrichting nieuwe situatie:
 - In het ontwerp wordt rekening gehouden met de aanpassing van de westelijke watergang van de toekomstige duiker. Deze is verbreed en (wordt) verdiept.
 - De nieuwe duiker wordt aangelegd zodat het peilvak ten oosten van de Middenweg voor een deel richting de westzijde kan afwateren, of een deel richting het oosten kan afwateren bij beperkte afvoercapaciteit of peilopzet in het vak dat afwatert op het nieuwe gemaal.
 - Gewenste diameter van nieuwe duiker is 1000 mm.
 - De aanwezige kabels en leidingen zorgen voor één knelpunt: de aanwezige waterleiding van PWN zal gezinkerd moeten worden bij als de nieuwe duiker met $\pm \frac{1}{3}$ lucht aangelegd wordt.
 - De hoogte van de slootbodem in de oostelijke watergang voldoet niet. Om de duiker met voldoende dekking, maar ook onder de huidige kabels en leidingen aan te leggen wordt bij de oostelijke in- en uitstroomzijde een uistroomvoorziening aangebracht. Die zorgt ervoor dat er voldoende lucht in de duiker blijft ondanks de relatief hoge slootbodem.

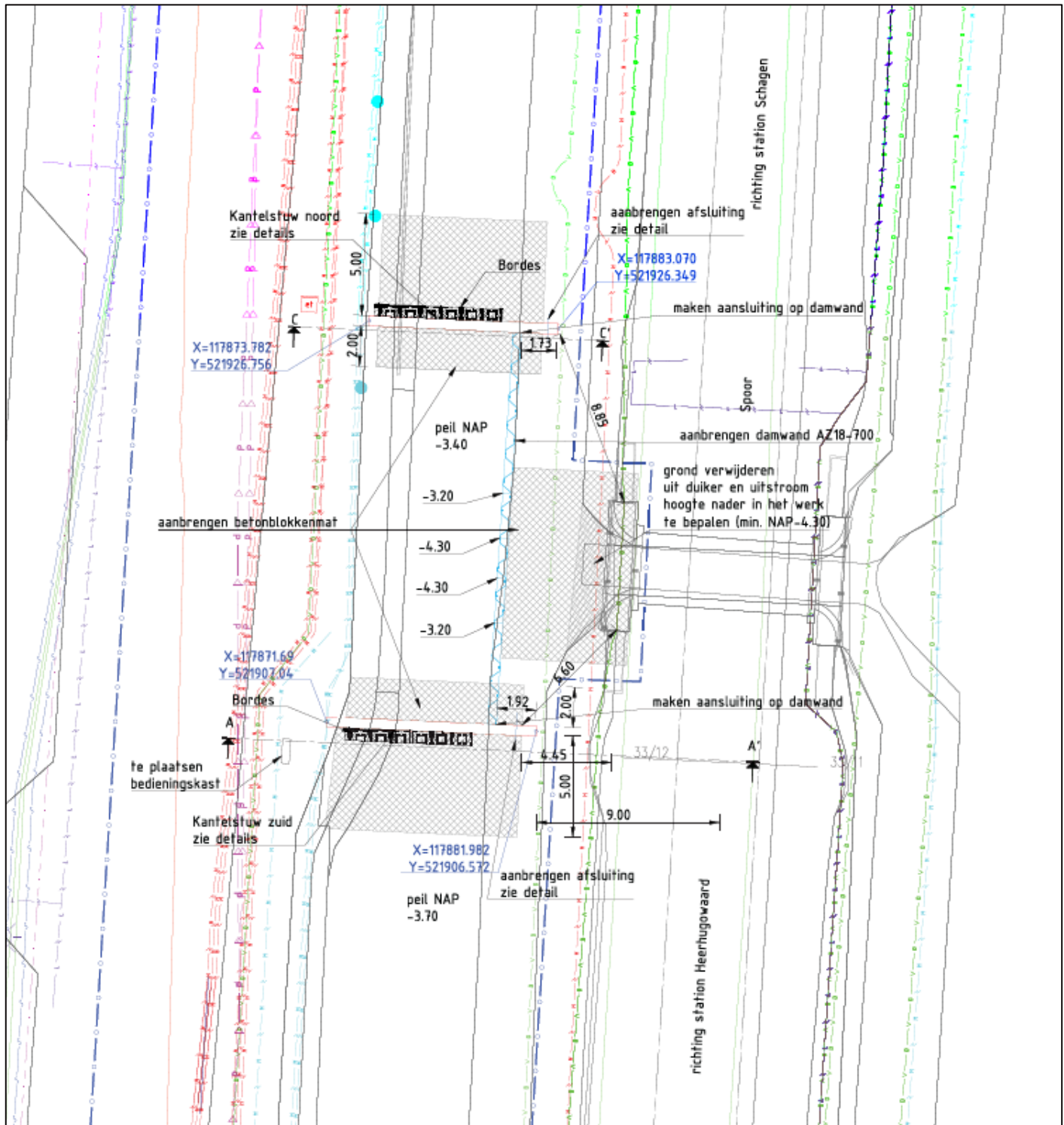


Figuur 3: dwarsdoorsnede van de sifonconstructie bij duiker IV, schaal 1:50

- Door de aanwezige kabels en leidingen is door gemeente en HHNK gekozen voor de sifonconstructie. Met HHNK is afgesteld dat er ten minste 50 cm tussen de bovenkant buis zit en de persleiding (zie paarse cirkel in figuur 4). Daarom wordt de sifonbuis met een persing aangebracht vanaf de westelijke watergang (Franklinstraat).
- De instroompotten aan weerszijden verschillen in omvang. Dit is het gevolg van de instroompotten die aan weerskanten ten minste 2,30 m² moet zijn en het verschil aan de west- en oostkant in hoogte van de waterbodem ten opzichte van het waterpeil.
- Om verstopping van de buis (1500 mm rond) met zand en / of grond te voorkomen hebben beide putten een overdiepte van ongeveer 20-25cm. Deze dienen regelmatig leeggezogen te worden.
- Om de putten aan te brengen worden tijdelijke stalen damwanden met stempelramen aangebracht. In verband met de nabijheid van het spoor worden deze gedrukt in plaats van getrild. Ook moet de aannemer de ProRail richtlijnen met betrekking tot het monitoren van zettingen (RLN00416-1 en RLN00416-2) aanhouden bij de uitvoering van het werk.
- Om uitspoeling van het spoortalud te voorkomen wordt bij uitvoering van het werk tijdelijk een stalen duiker aangebracht tussen de bouwkuip en het spoortalud.

3.2 Stuw V – Costerstraat

Onderstaand de situatietekening, zie figuur 5 op de volgende bladzijde, waarop de twee stuwen ingetekend zijn. De huidige duiker in het beheer van ProRail is ook ingetekend.



Figuur 5: situatietekening stuw V

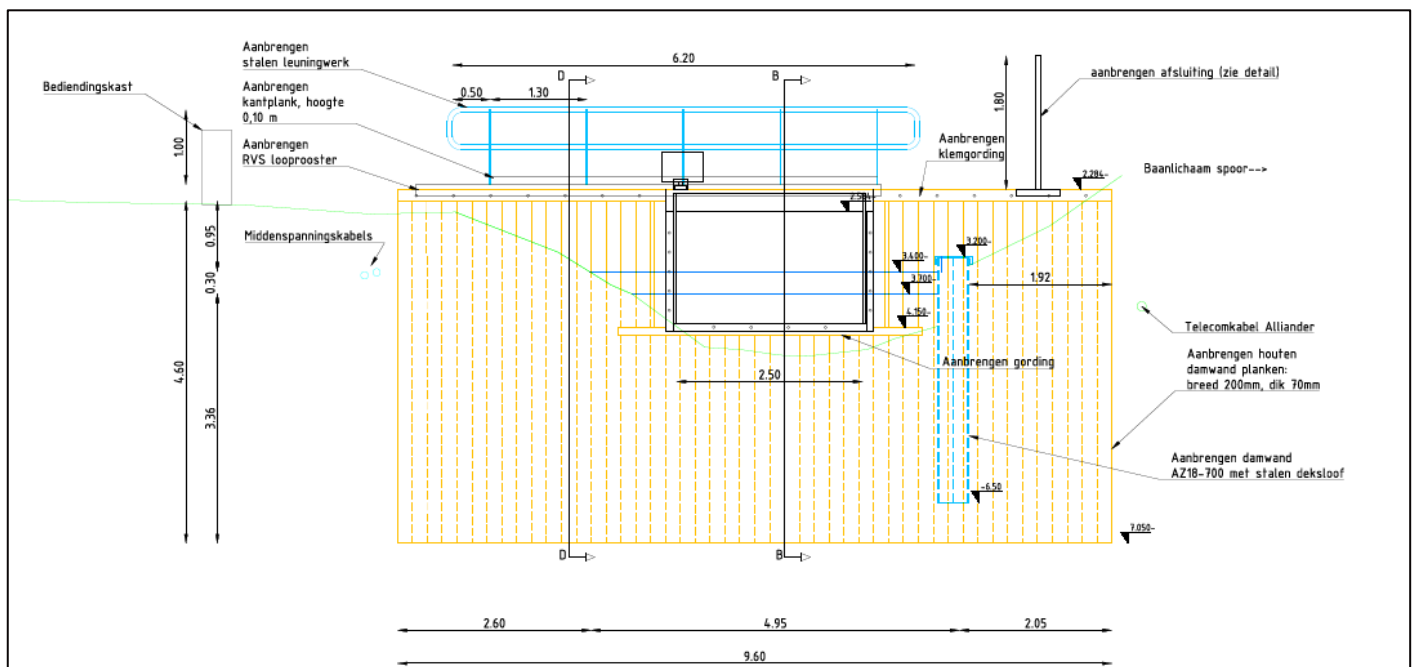
Ontwerpkeuzes:

- Om het peilverschil op te vangen en doorstroming naar het gemaal mogelijk te maken is overwogen om een ontwerp te maken van één stuw direct aan de duiker. Echter, de duiker wordt op termijn vervangen door ProRail. Tevens zijn de stuwen in beheer van HHNK. Daarom is de voorkeursvariant om twee stuwen te plaatsen in de westelijke spoorlood. Deze staan op voldoende afstand van de duiker zodat deze bij de werkzaamheden om de duiker te vervangen niet beschadigd worden of hinder veroorzaken. De noordelijke stuw staat 13,30 m van de duiker (hemelsbreed). Bij de zuidelijke stuw is de afstand 13,90 m.

- In overleg met de gemeente en HHNK is besloten twee kantelstuwen toe te passen die vanuit één bedienkast bestuurd wordt. Idealiter wordt er direct aan de duiker een stuw aangebracht, maar gezien het feit dat deze vervangen wordt heeft dit niet de voorkeur. Met deze voorkeursvariant sluit het type stuw aan bij de al bestaande stuw in dezelfde watergang, meer naar het zuiden gelegen (locatie V op figuur 1, buiten scope).

In figuur 6 is een dwarsdoorsnede van de stuw weergegeven. Onderstaand een aantal toelichtingen hierop:

- De kantelstuwen hebben een breedte van 2,50 m en een overstortende straal van 15 cm.
- Vanuit de stromingsberekening blijkt dat er geen erosie plaatsvindt waardoor taludbescherming niet nodig is.
- De vuistregels voor onder- en achterloopsheid vanuit HHNK zijn toegepast om het ontwerp op te stellen. Deze bepalen de hoogte en diepte van de damwand. Hierdoor steekt de damwand door in het talud van het spoorlichaam.
- Het ontwerp is in lijn met de door HHNK voorgeschreven ontwerpen voor klepstuwen in hun beheergebied.
- Er wordt een stalen damwand type AZ18-700 tot een diepte van -6,5m NAP aangebracht en aan de bovenkant met een deksloof afgewerkt. De damwand komt ter hoogte van de huidige beschoeiing die vooraf verwijderd wordt. Met deze beheersmaatregel verbeterd de baanstabieleit van het spoor tussen de aan te brengen stuwen waar het peil verhoogd wordt. Ondanks de peilverhoging is berekend dat de damwand ervoor zorgt dat de stabiliteit stijgt naar 1.
- Bij de uitstroom van de duiker onder de spoorbaan door wordt de damwand verlaagd tot aan het niveau van de waterbodem. De damwand kan niet haaks richting de duiker worden aangebracht in verband aanwezige kabels en leidingen. Om uitspoeling van het talud te voorkomen worden daarom extra betonblokkenmatten aangebracht.
- Alle aan te brengen damwanden (houten damwanden van de stuwen en de stalen damwand) worden gedrukt en de aannemer is verplicht de RLN00416-1 en 2 aan te houden.
- Er wordt zoveel als mogelijk gewerkt vanaf de berm aan de westkant van de spoorloot waar de stuwen en damwand in komen. Hier liggen meerdere kabels en leidingen. Om beschadiging te voorkomen worden (extra) rijplaten aangebracht.



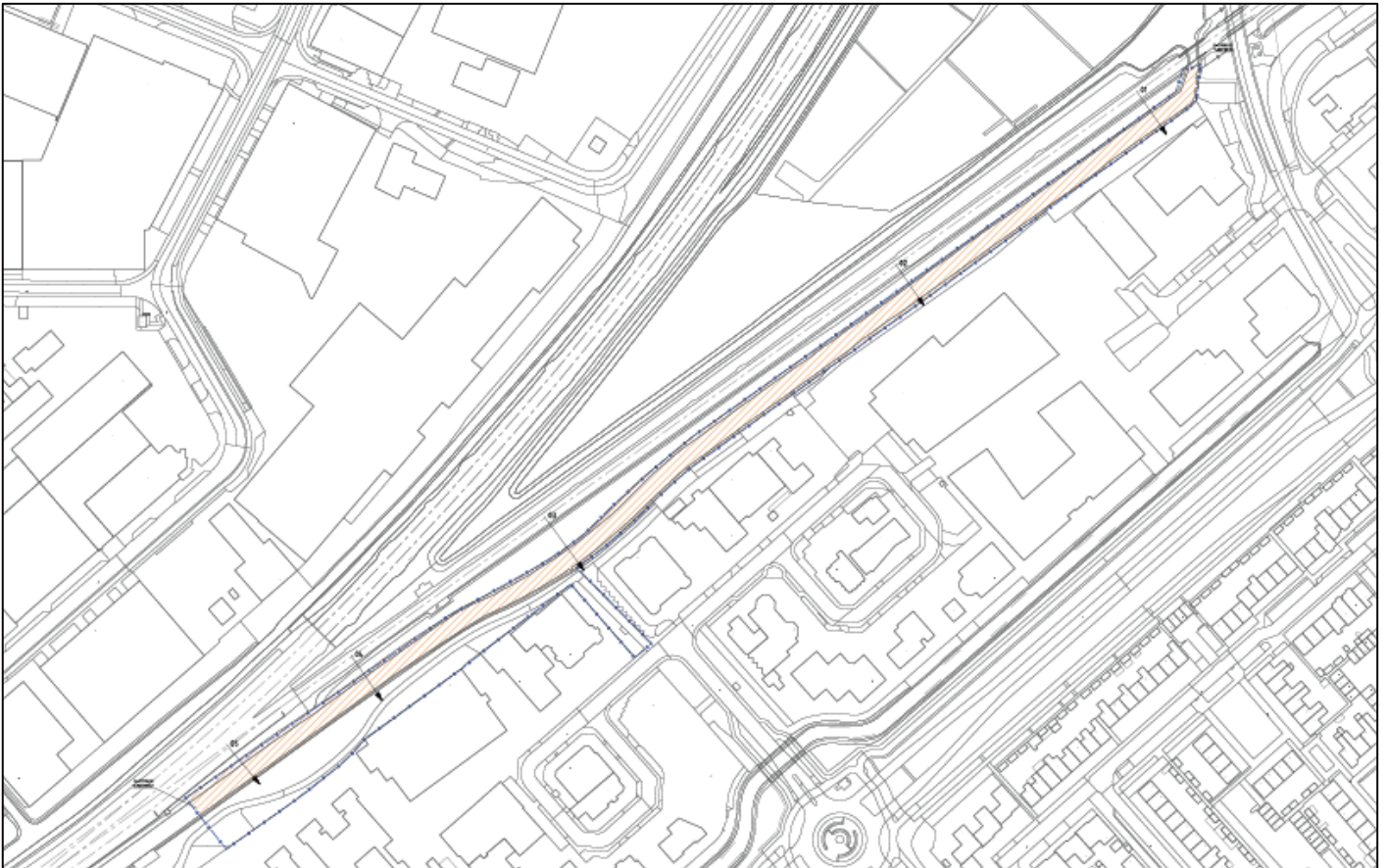
Figuur 6: doorsnede kantelstuw locatie V. Schaaf 1:50.

3.3 Ophogen waterbodem locatie B2

Als gevolg van de opzet van het peil is er kans op verslechtering van de stabiliteit van het spoor over een lengte van 550m ter hoogte van de Titaniaaan. Om tenminste geen verslechtering van de stabiliteit te hebben wordt de waterbodem opgehoogd tot een niveau van -4,55 m NAP.

Ontwerpkeuzes:

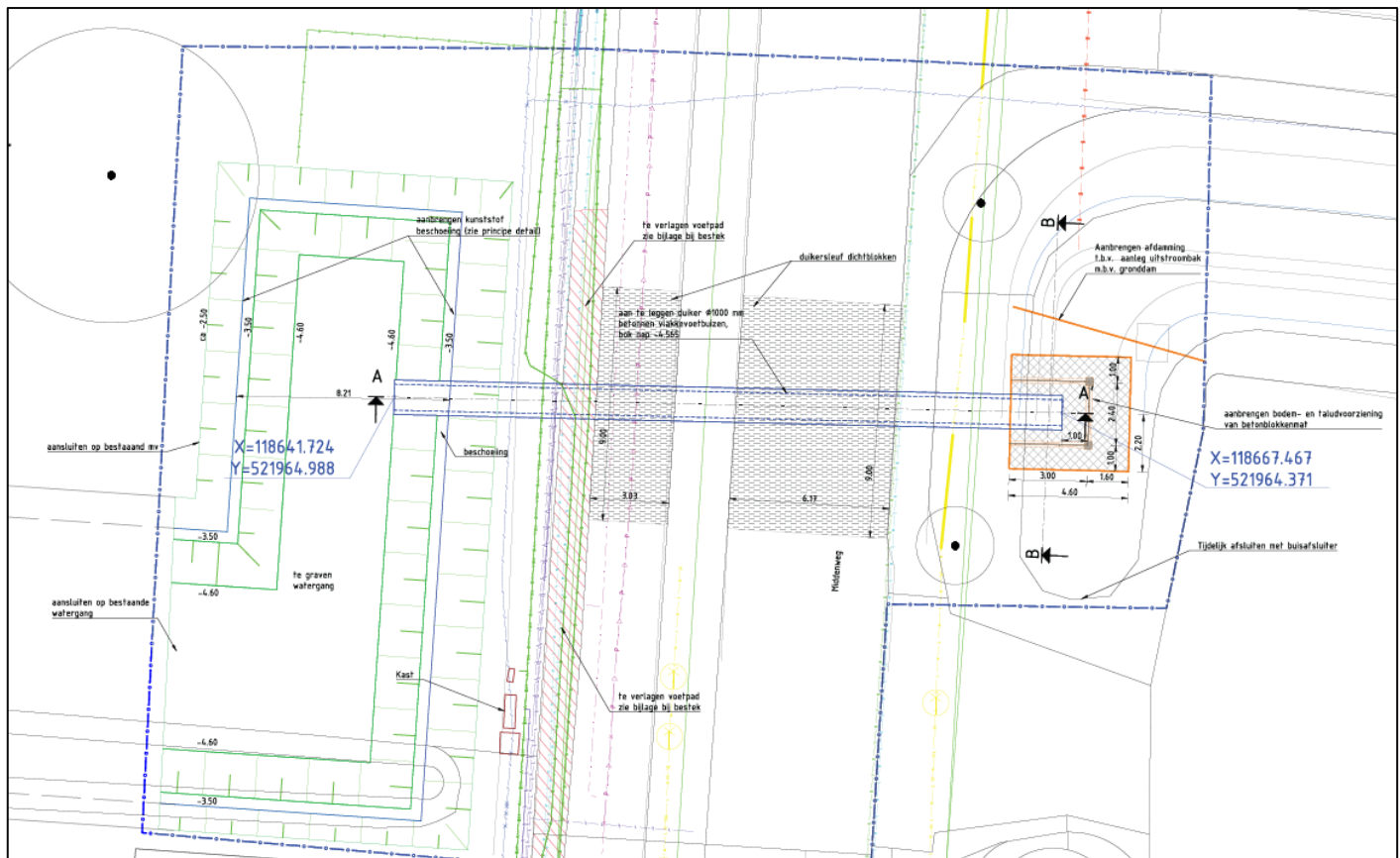
- Langs een deel van de oever aan de oostkant van het de watergang (niet de kant van het spoor) is vanwege bebouwing geen mogelijkheid om vanaf de kant te werken. Daarom wordt het baggeren van slib vanaf het water uitgevoerd.
- Het ophogen van de waterbodem gebeurt deels vanaf de kant, deels vanaf het water. Het slib wordt niet eerst in een tijdelijk depot gelegd of langs de kant, maar direct naar het slibdepot van HHNK gereden.
- De PCR0036 is van toepassing, inclusief V&G-plan conform de ProRail standaarden, maar het uitgangspunt is dat er geen treinvrije periode nodig is voor het uitvoeren van het werk.



Figuur 7: situatietekening te baggeren en vervolgens op te hogen waterbodem van watergang B2.

3.4 Duiker X Middenweg

De duiker onder de Middenweg verbindt de nieuw gegraven watergang aan de westzijde verbinden met de bestaande watergangen aan de oostzijde van de weg. De bestaande duiker wordt niet geruimd. Daarmee komt de nieuwe duiker tussen de bestaande duiker en de onderdoorgang van de Kamerlingh Onnesweg met de Middenweg te liggen. De aanwezige afwatering van de Kamerlingh Onnesweg speelt hier geen rol. Ook de nabijgelegen trafo-unit van Liander heeft geen invloed op het ontwerp. Zie in figuur 8 de nieuwe duiker ingetekend op de situatietekening.



Figuur 8: situatietekening duiker X onder de Middenweg.

Ontwerpekeuzes:

- De nieuwe duiker heeft een diameter van 1000 mm. Daarmee kan het zowel water vanuit het oostelijke peilvak laten afwateren naar het westen als andersom. Voor het aan te brengen gemaal (zie locatie II op figuur 1) is deze duiker niet maatgevend.
- De aanwezige kabels en leidingen zijn ingemeten door middel van proefsleuven. Om extra werkzaamheden voor het aanvragen en uiteindelijk verleggen van kabels en leidingen grotendeels te voorkomen, dient de duiker daaronder aangebracht te worden.
- Bij de uitvoering kan de weg opengemaakt worden en de kabels en leidingen worden opgehangen wanneer de duiker wordt aangebracht.
- De hoogte van de slootbodembodem en het waterpeil aan weerskanten bepalen tevens de diepteligging van de duiker. Om een duiker met voldoende lucht aan te brengen wordt aan de oostelijke in- en uitstroombak een (tijdelijke) voorziening geplaatst. In overleg met gemeente en HHNK is gekozen voor een houten uitstroombak die aan in het westelijke talud van de oostelijke watergang wordt aangebracht. Binnen de uitstroombak wordt de bodem op ontwerphoogte van -4,38 m NAP uitgegraven zodat in- en uitstroom niet bekneld wordt door grond in de duiker. Zie hiervoor de ontwerptekeningen in bijlage A.
- Het uitgangspunt is dat de waterdiepte in de westelijke watergang 1,25 m is. De gemeente heeft aangegeven dat het uitgraven van deze (nieuwe) watergang tegelijk met de uitvoering van de duiker plaatsvindt.
- Bovenstaande punten bepalen de diepteligging van de duiker. Daarbij is enkel nog de waterleiding van PWN die verlegd wordt.

Lijst met bijlagen

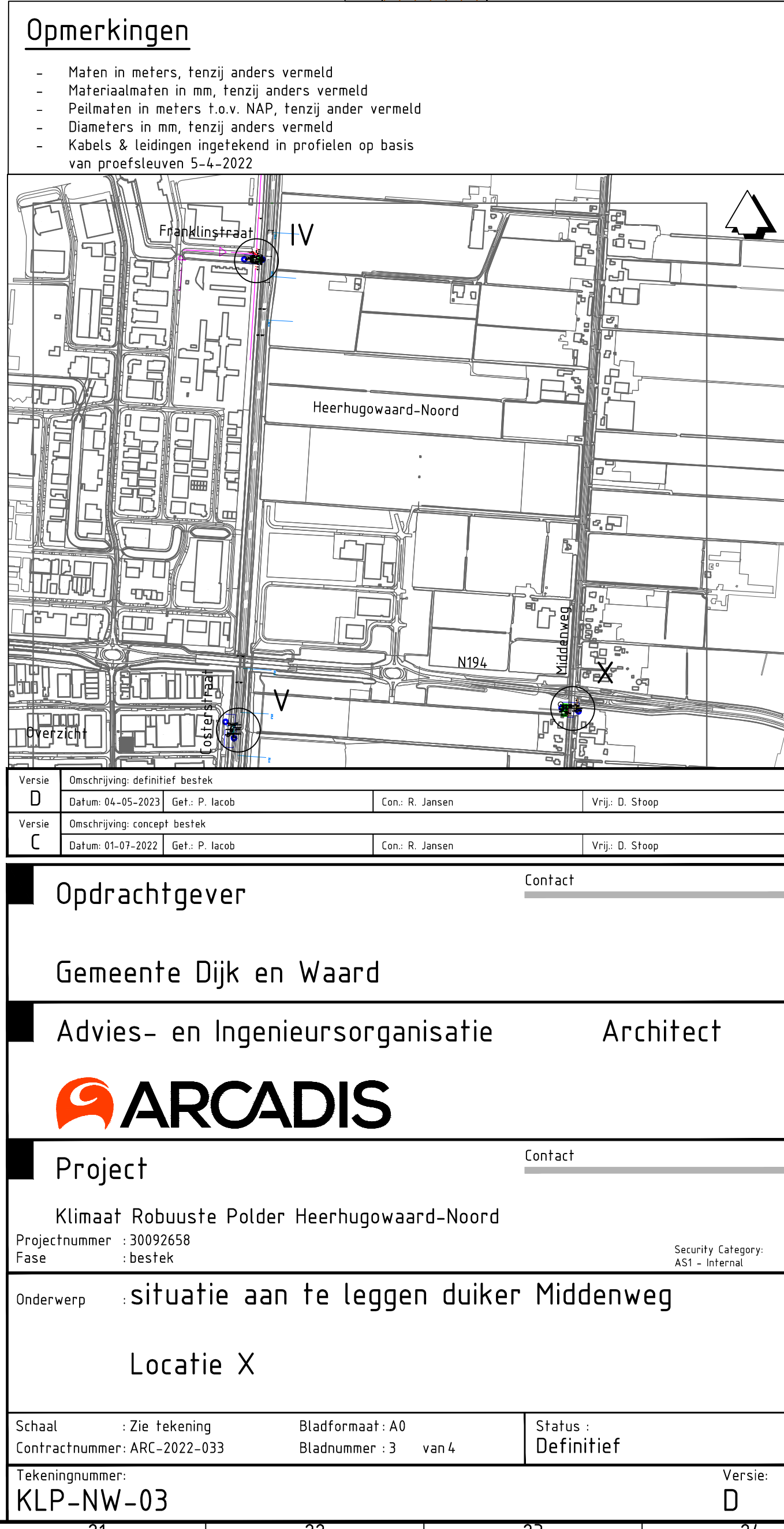
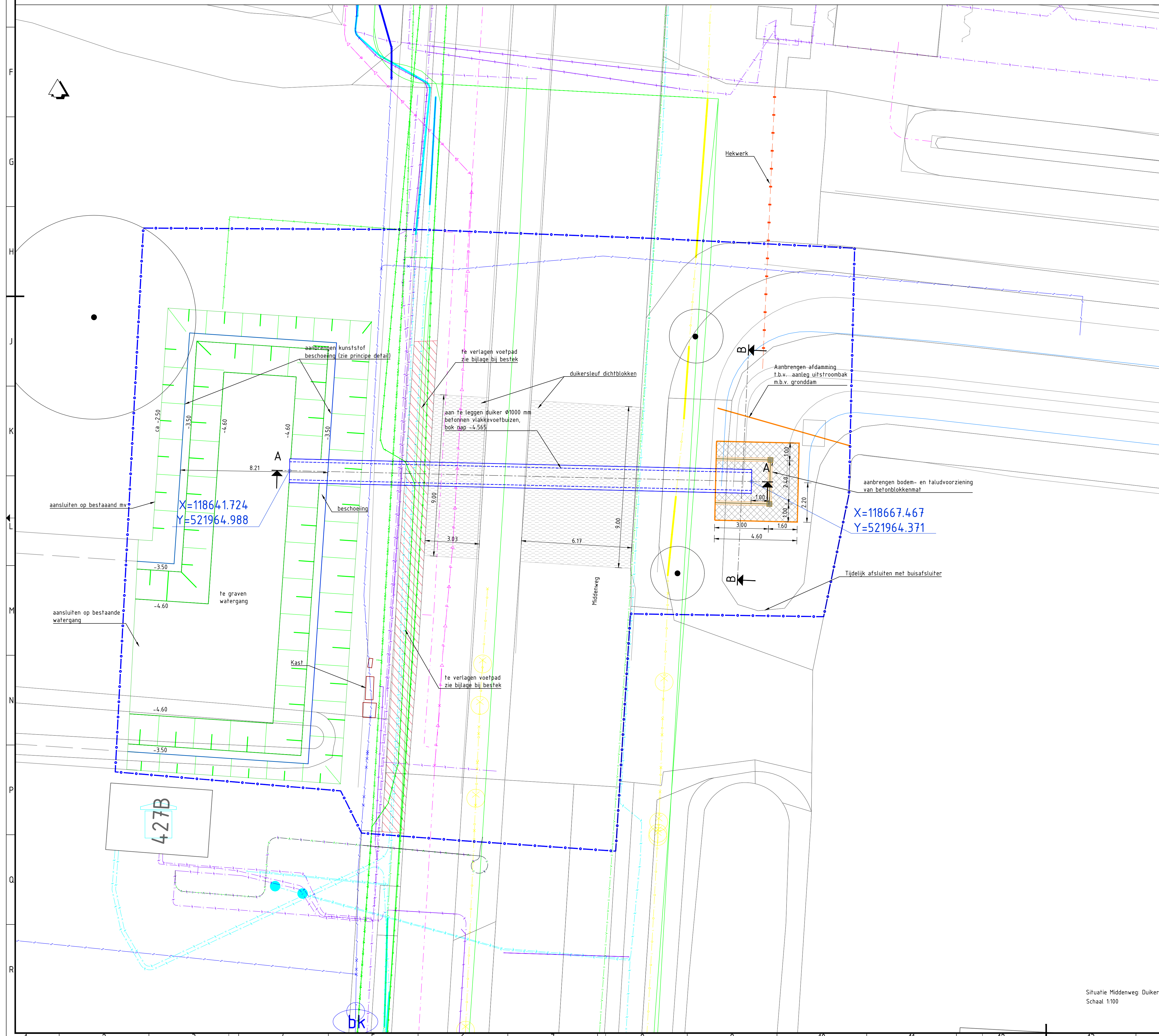
Bijlage A: set van ontwerptekeningen

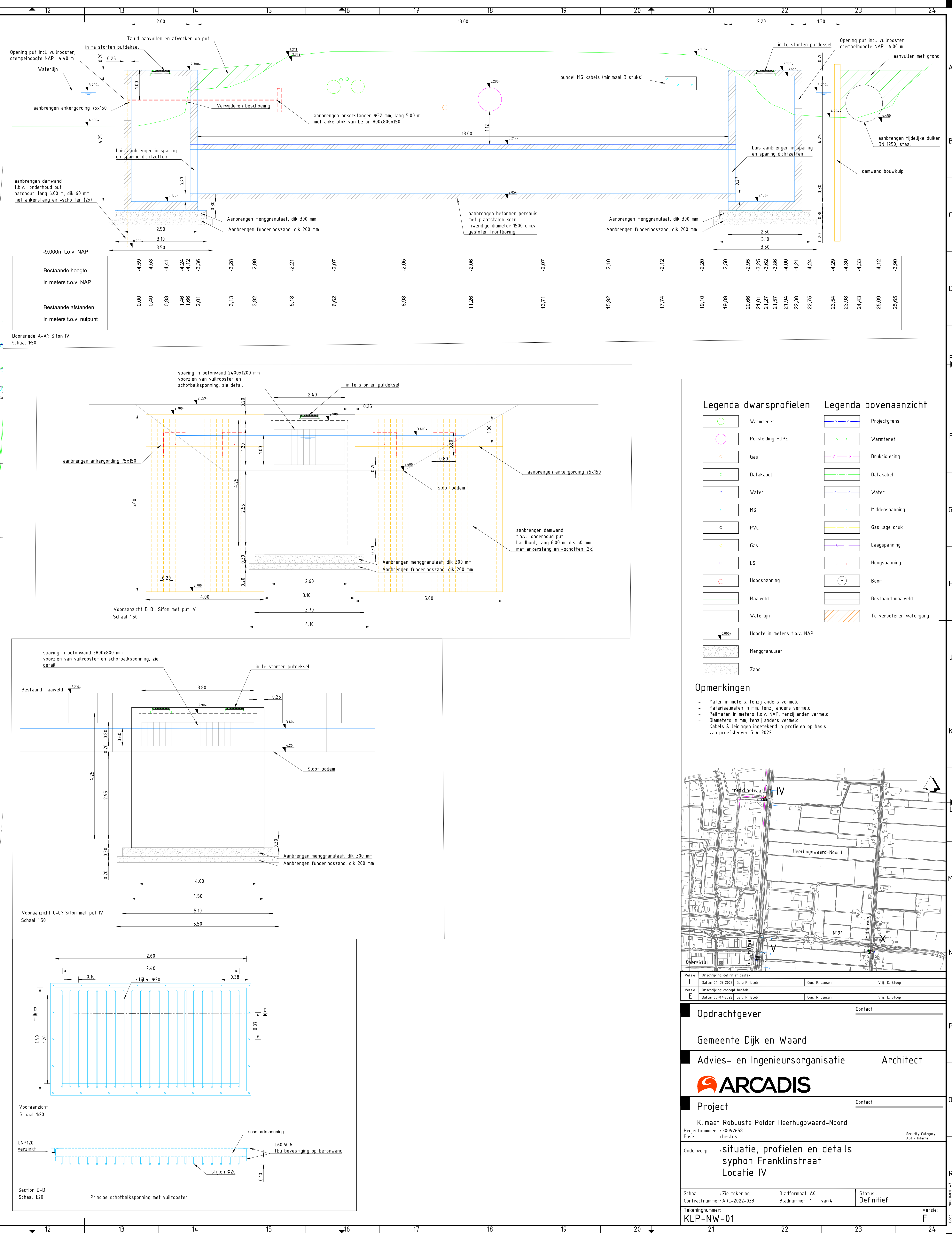
Bijlage B: hydrologische berekeningen kunstwerken

Bijlage C: geotechnische berekeningen stabiliteit locatie V en locatie B2

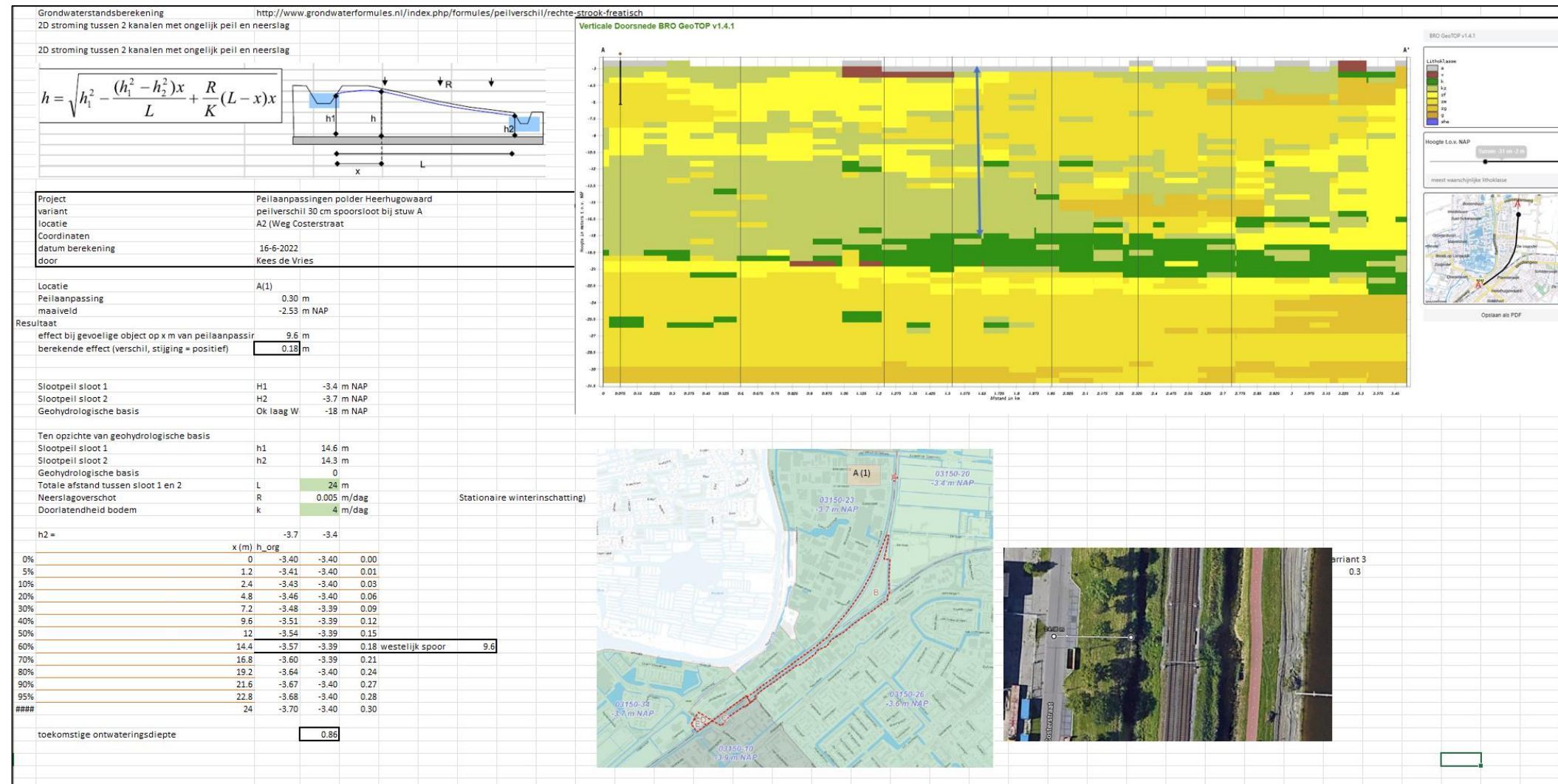
Bijlage D: geotechnische analyse Klimaatrobuuste Polder, inclusief funderingsadvies, bemalingsadvies en advies aanbrengen damwanden locaties IV en V

Bijlage A: set van ontwerptekeningen





Bijlage B Berekeningen invloed peilstijging per deelgebied op omliggende bebouwing

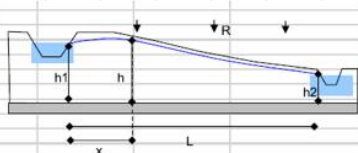


Figuur 1 Berekening ontwateringsdiepte spoor bij A

Grondwaterstandsberekening <http://www.grondwaterformules.nl/index.php/formules/peilverschilrechte-strook-freatisch> **2D stroming tussen 2 kanalen met ongelijk peil en neerslag**

2D stroming tussen 2 kanalen met ongelijk peil en neerslag

$$h = \sqrt{h_1^2 - \frac{(h_1^2 - h_2^2)x}{L} + \frac{R}{K}(L-x)x}$$



Project variant	Peilaanpassingen polder Heerhugow aard
locatie	peilverschil 30 cm spoorloot bij stuw A
Coördinaten	A2 (Spoor bij onderdoorgang en nieuwe stuwen)
datum berekening	16-6-2022
door	Kees de Vries

Locatie	A(1)
Peilaanpassing	0.30 m
maaienveld	-0.88 m NAP

Resultaat	
effect bij gevoelige object op x m van peilaanpassing	9.6 m
berekende effect (verschil, stijging = positief)	0.18 m

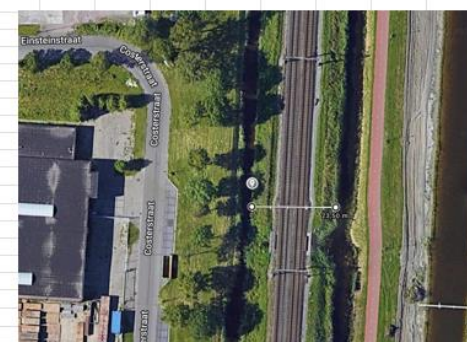
Slootpeil sloot 1	H1	-3.4 m NAP
Slootpeil sloot 2	H2	-3.7 m NAP
Geohydrologische basis	Ok laag w/ormer	-18 m NAP

Ten opzichte van geohydrologische basis		
Slootpeil sloot 1	h1	14.6 m
Slootpeil sloot 2	h2	14.3 m
Geohydrologische basis		0
Totale afstand tussen sloot 1 en 2	L	24 m
Neerslagoverschot	R	0.005 m/dag
Doorlatendheid bodem	k	4 m/dag

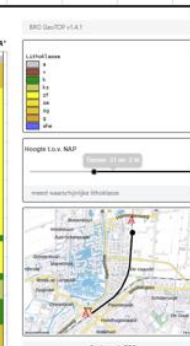
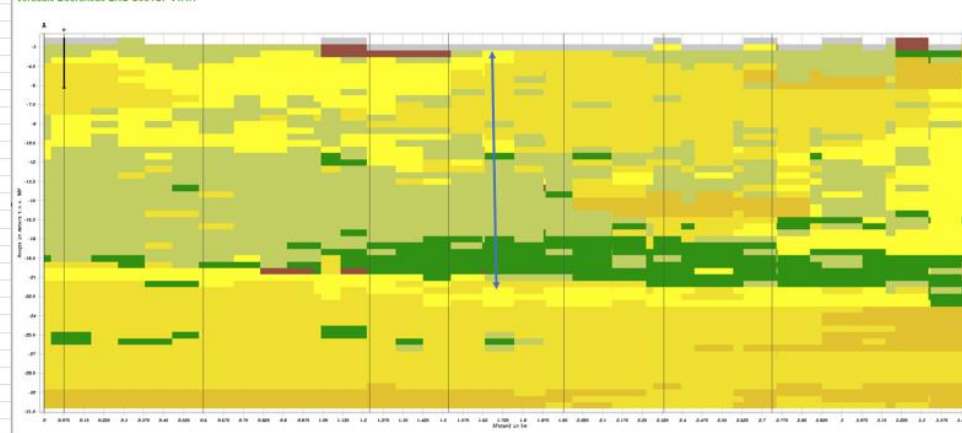
h2 =		-3.7	-3.4				
	x(m)	h_org	h-nieuw				
<	0	-3.40	-3.40	0.00			
<	1.2	-3.41	-3.40	0.01			
<	2.4	-3.43	-3.40	0.03			
#	4.8	-3.46	-3.40	0.06			
#	7.2	-3.48	-3.39	0.09			
#	9.6	-3.51	-3.39	0.12			
#	12	-3.54	-3.39	0.15			
	14.4	-3.57	-3.39	0.18	westelijk spoor	9.60	
#	16.8	-3.60	-3.39	0.21			
#	19.2	-3.64	-3.40	0.24			
#	21.6	-3.67	-3.40	0.27			
#	22.8	-3.68	-3.40	0.28			
#	24	-3.70	-3.40	0.30			

toekomstige ontwateringsdiepte	2.51
--------------------------------	------

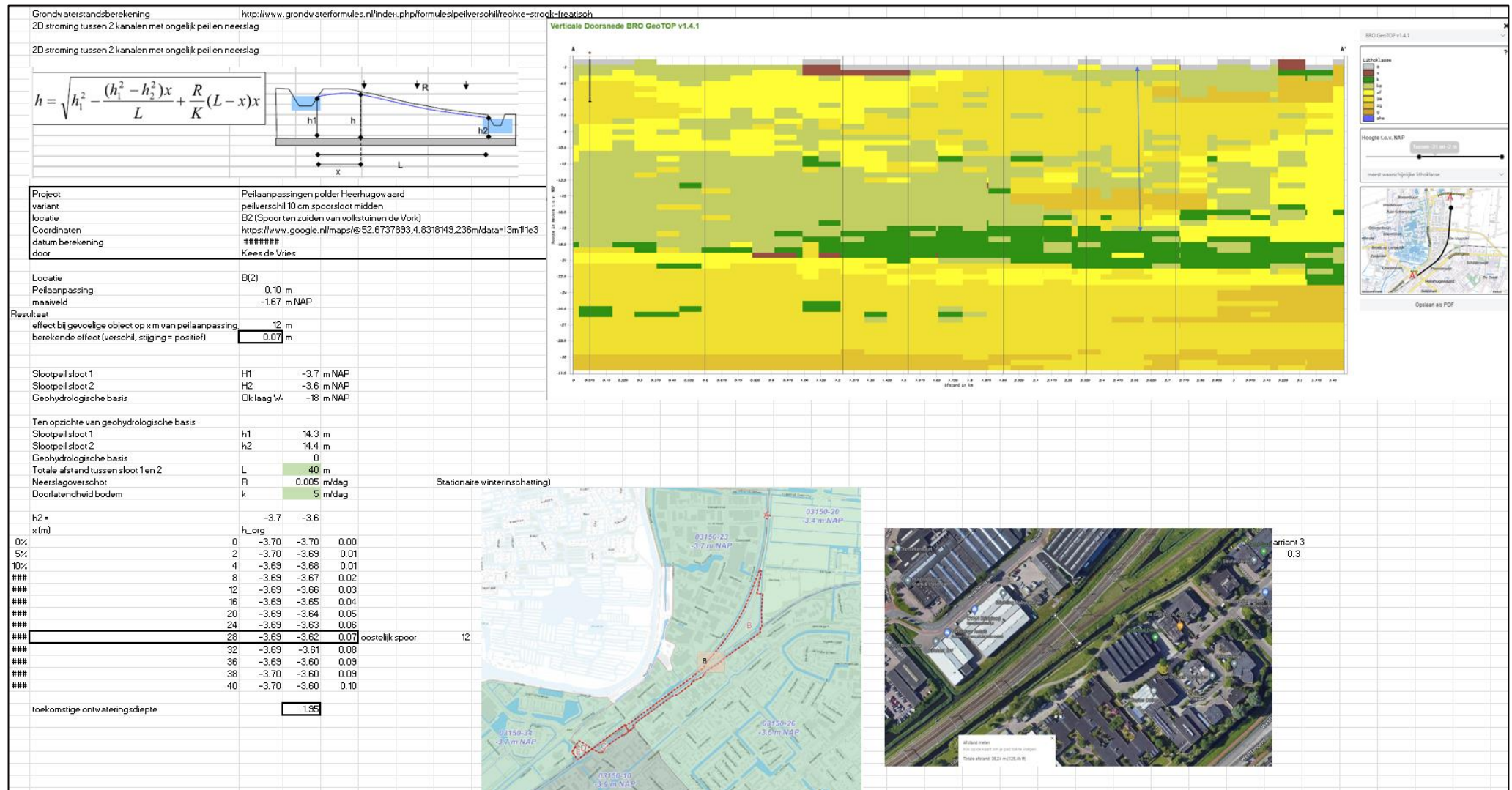
Stationaire winterschatting)



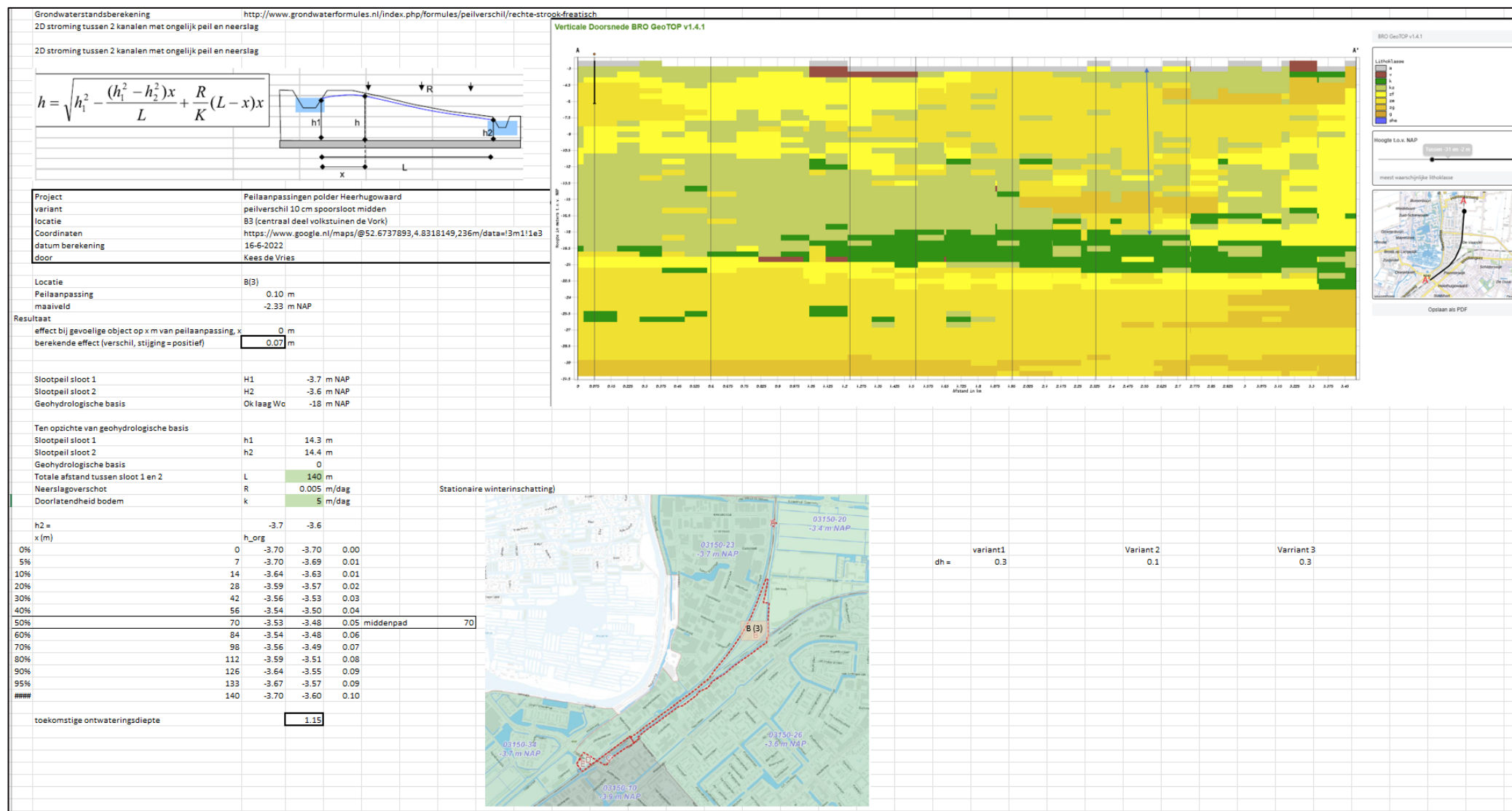
Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4.1



Figuur 2 Berekening ontwateringsdiepte weg Costerstraat



Figuur 19 Berekening ontwatering spoor ten zuiden van De Vork (B)



Figuur 20 Berekening ontwatering volkstuinen De Vork

Bijlage C: geotechnische berekeningen stabiliteit locatie V en locatie B2

ONDERWERP

Aanvullende stabiliteitsberekeningen locatie A en B2

ONZE REFERENTIE

4NCQH7XQPHTR-842118273-67:1.0

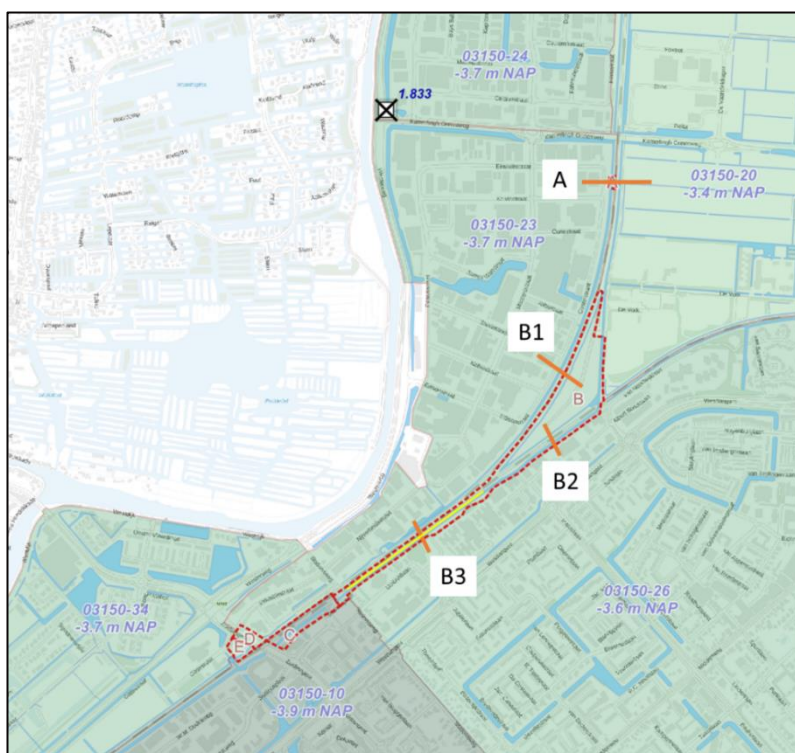
DATUM

28 april 2023

VAN

De gemeente Heerhugowaard is bezig met de voorbereidingen voor de aanleg van een tunnelbak onder het spoor bij de Zuidtangent. Als gevolg van deze onderdoorgang wordt een nieuwe peilscheiding aangelegd. Deze memo geeft een analyse van het effect van de voorgenomen peilverhogingen op de bestaande spoorlijnen in Heerhugowaard die langs de watergangen liggen waar het peil verhoogd wordt. De spoorlijnen zijn in beheer van ProRail. In een eerdere memo [1] zijn 4 locaties berekend, zie Figuur 1. Hieruit volgde dat voor B1 en B3 geen aanvullende maatregelen nodig zijn. Bij doorsnede B3 blijft in de nieuwe situatie de huidige veiligheid op afschuiven behouden, doordat hier al eerder een beschoeiing is geplaatst door ProRail. Bij doorsnede B1 is de veiligheid op afschuiven in de huidige en nieuwe situatie groter dan 1,0.

Voor de andere 2 locaties (A en B2) wordt zonder aanvullende maatregelen niet voldaan aan de eisen t.a.v. stabiliteit. Bij locatie A wordt een beschoeiing geplaatst om aan een veiligheid op afschuiven van 1,0 te komen. Het ontwerp van de beschoeiing is in deze memo uitgewerkt. Voor locatie B2 is de slootbodem ingemeten om met meer zekerheid de berekeningen te kunnen maken. In deze memo is voor 5 doorsneden de veiligheid in de huidige en nieuwe situatie bepaald. Wanneer er niet aan de veiligheid op afschuiven voldaan wordt, is beoordeeld welke verhoging van de bodem van de sloot noodzakelijk is om wel te voldoen aan de vereiste minimale veiligheid.



Figuur 1: Peilgebieden met doorsneden. Bestaande, door ProRail in 2015 aangebrachte, beschoeiing weergegeven in geel. Binnen gebied A is een peilverhoging van 30 cm voorzien. In gebied B gaat het om 10 cm.

Referenties

[1]	Klimaatrobuuste polder - Opties beschoeiingen o.b.v. stabiliteit spoorbaan na peilverhoging, Arcadis, D10058008:17, d.d. 18-10-2022
[2]	Ontwerpvoorschrift Baanlichaam en Geotechniek, ProRail, OVS00056-7.1, Versie: 004, d.d. 01-12-2016
[3]	CUR162 – Construeren met grond, d.d. 11-1992
[4]	NEN9997-1, Geotechnisch ontwerp van constructies, d.d. 11-2017
[5]	Richtlijn beoordelen constructieve veiligheid bestaande baanlichamen, ProRail, RLN00414-1, versie 001
[6]	Netverklaring 2022, ProRail, T20180019-117460140-1690, versie 1.0
[7]	Tekening Stuwen en duikers Klimaat robuuste polder HHW, Arcadis, KLP-NW-01, versie:14, 18-02-2022
[8]	Tekening situatie en dwarsprofielen locatie B2, Arcadis, KLP-NW-04, versie A, 10-04-2023
[9]	Geotechnisch grondonderzoek, Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard, Ortageo, 217863/R01, 15-11-2022

Veiligheidsfilosofie

Conform de OVS-baanlichamen is RC3 van toepassing op de beoordeling van de stabiliteit van het baanlichaam van de spoorlijn [2] en zijn partiële factoren voor verbouw gebruikt conform de RLN414 [5].

1A: III	Partiele factoren
Volume gewicht	1,0
Cohesie	1,45
Tan ϕ	1,25

Voor de bepaling van de stabiliteit van de spoorbaan dient uitgegaan te worden van de volgende karakteristieke belastingcombinatie [5]: 1,0 $Q_{k,rep}$ + 1,3 $Q_{mob,rep}$

Grondopbouw

De gehanteerde grondparameters in de stabiliteitsberekening zijn weergegeven in Tabel 1. Voor het ontwerp van de stuwen bij doorsnede A is aanvullend grondonderzoek uitgevoerd [9]. Hier blijkt uit dat de kleilaag direct onder maaiveld niet aanwezig is bij doorsnede A. Bij doorsnede B2 is geen aanvullend grondonderzoek uitgevoerd. De maatgevende grondopbouw is gebaseerd op de reeds bekende grondgegevens. Hierop is de kleilaag direct onder maaiveld van 1,0m dik boven de wadzand aanwezig.

Tabel 1: Grondparameters stabiliteitsberekening conform NEN 9997-1[4]

	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ [°]	ψ [°]
Ophoogzand	18,0	20,0	0	35,0	35,0
Klei	17,0	17,0	5,0	17,5	17,5
Klei houdend zand (wadzand)	18,0	18,0	0	27,0	27,0

Waterstanden

In Tabel 2 zijn de huidige en nieuwe waterstanden per doorsnede weergegeven. Onder het spoor is rekening gehouden met een opbolling van 0,5m.

Tabel 2: Waterpeilen sloten per doorsnede. Dikgedrukt de veranderde waterpeilen

Doorsnede	Huidige situatie		Nieuwe situatie	
	Westkant	Oostkant	Westkant	Oostkant
A	NAP -3,7m	NAP -3,4m	NAP -3,4m	NAP -3,4m
B1	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,6m
B2	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,6m	NAP -3,6m
B3	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,6m

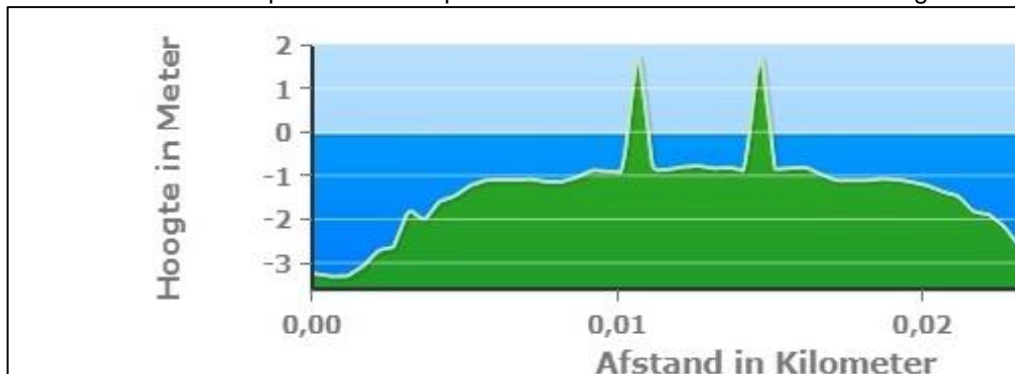
Belastingen

Op de spoorbaan is voor de permanente belasting uitgegaan van 12,5 kN/m² voor de bovenbouwconstructies [2]. Voor de variabele spoorbelasting is 31 kN/m² gehanteerd over 3,0m breedte. Dit is gebaseerd op de belasting voor een tijdelijke situatie voor een spoorbaan met classificatie C2 [6]. Van de 2^e spoorbaan vanaf de sloot gezien mag de mobiele belasting verlaagd worden naar 80% [2]. Voor de grondlagen onder de grondwaterstand dient uitgegaan te worden van een consolidatiegraad van 0% als gevolg van de mobiele belasting [2].

Profiel doorsnedes

Spoor

Het maaiveld van de spoorbaan is bepaald aan de hand van het Actueel Hoogtebestand, zie Figuur 2.

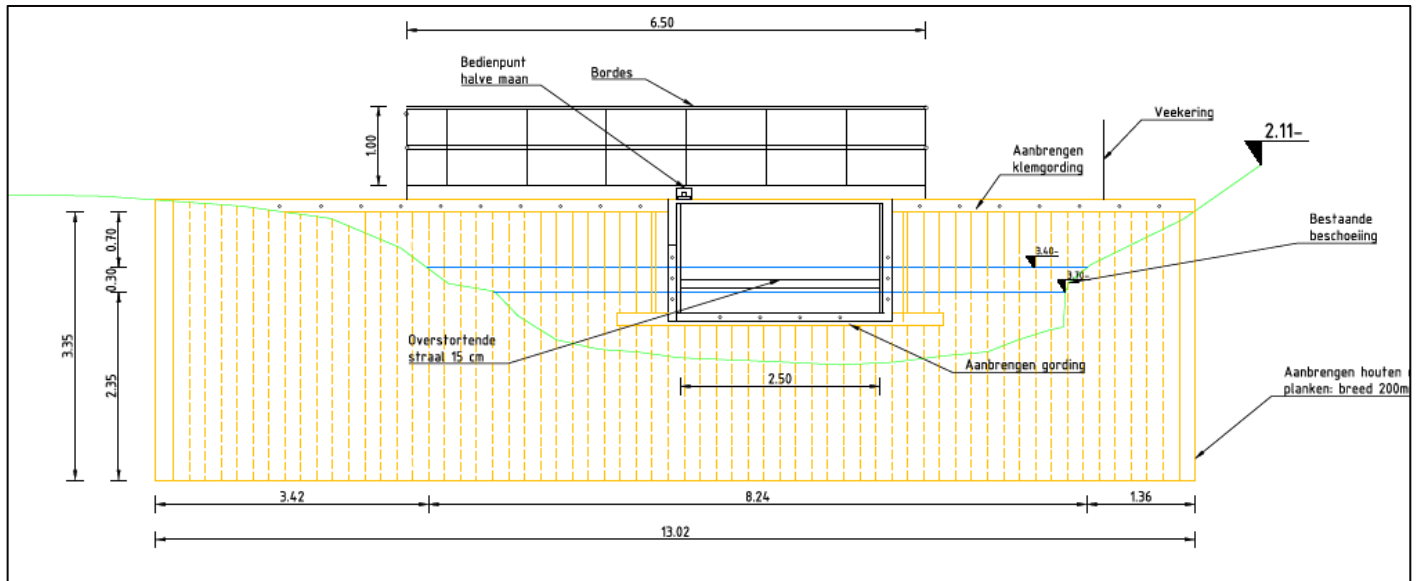


Figuur 2: Lengteprofiel maaiveld spoorbaan

Watergangen

Voor de bepaling van het profiel van de watergangen zijn uit verschillende tekeningen en databases gegevens betrokken:

- Bij locatie A worden nieuwe stuwen gebouwd en hiervoor is de sloot ingemeten, zie Figuur 3;
- Bij locatie B2 is op 5 dwarsdoorsnedes (03 t/m 07) het slootprofiel ingemeten [8]. Maatgevend is doorsnede 04, waarvan het profiel weergegeven in Figuur 4. De ingemeten slip wordt afgegraven, dus voor de berekeningen is de doorsnede zonder slib gebruikt.



Berekeningen

Voor beide locaties zijn berekeningen gemaakt met D-Geo stability om de veiligheid op afschuiven van de spoorbaan te bepalen.

Aanpak

De minimale lengte van de damwand is bepaald op basis van stabiliteitsberekeningen met D-Geo Stability. De sterkte en het type damwand zijn bepaald op basis berekeningen met D-Sheet Piling.

In eerste instantie is nagegaan wat de stabiliteitsfactor in de huidige situatie is. Daarna is beschouwd wat de stabiliteitsfactor is als gevolg van de aanpassingen van het waterpeil. In het geval van een lagere stabiliteitsfactor en welke kleiner is dan 1,0 zijn de volgende beheersmaatregelen toegepast:

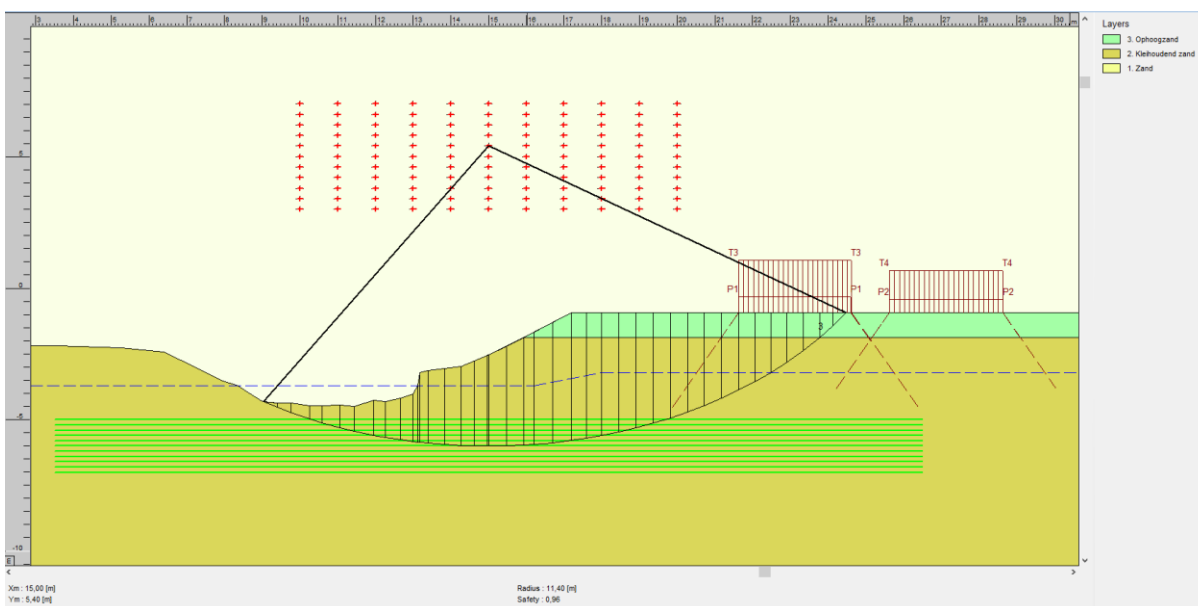
- Locatie A: plaatsen van een damwand als beschoeiing om een stabiliteitsfactor van 1,0 te halen.
- Locatie B2: verhogen van het bodemniveau om het huidige stabiliteitsfactor te behouden of verbeteren. Hier hoeft de stabiliteitsfactor van 1,0 niet gehaald te worden in de toekomstige situatie, zolang de stabiliteitsfactor maar gelijk blijft aan die in de huidige situatie.

Van alle doorsneden is voor de huidige en nieuwe situatie (na peilverhoging) de stabiliteit berekend van het talud aan de zijde waar een peilverhoging is voorzien.

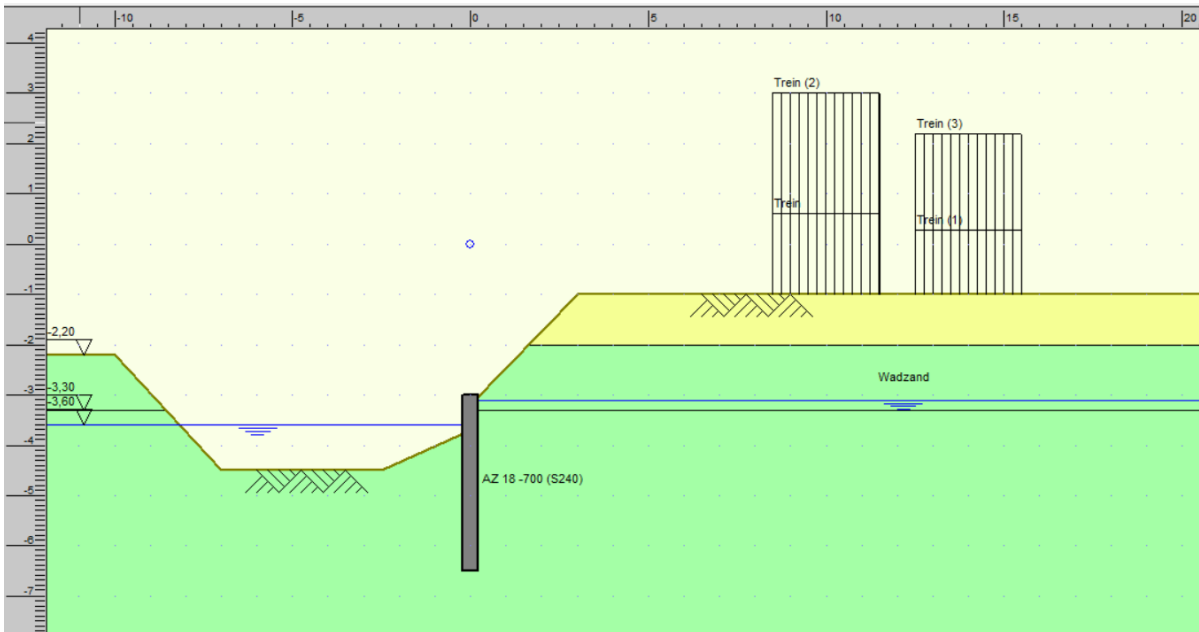
In bijlage C zijn van alle D-Geo stability berekening de maatgevende glijcirkel met bijbehorende stabiliteitsfactor weergegeven. In bijlage D is voor één D-Geo stability berekening bijgevoegd. De andere berekeningen zijn op een gelijke wijze berekend.

Locatie A

Voor doorsnede A is de stabiliteit bepaald in de huidige situatie (GWS= NAP -3,4m) en de toekomstige situatie (GWS = NAP -3,7m), zie Figuur 5. Hieruit volgt respectievelijk een veiligheid op afschuiven van 0,96 en 0,92. De veiligheid voldoet hiermee niet aan de minimale eis van een veiligheid >1,0 en de veiligheid vermindert ook door de verhoging van het waterpeil. Om een stabiliteitsfactor van 1,0 te halen is een damwand noodzakelijk tot een diepte van NAP -6,5 m. Voor de inbrengbaarheid van de damwand is gekozen voor de een AZ18-700. De AZ-18-700 voldoet met een lengte tot NAP -6,5m ruim voor de benodigde sterkte. In de berekening is corrosie niet meegenomen, maar de capaciteit is ruim voldoende voor de optredende corrosie.



Figuur 5: D-Geo stability berekening huidige situatie doorsnede A



Figuur 6: D-sheet pilling model beschoeiing doorsnede A

Locatie B2

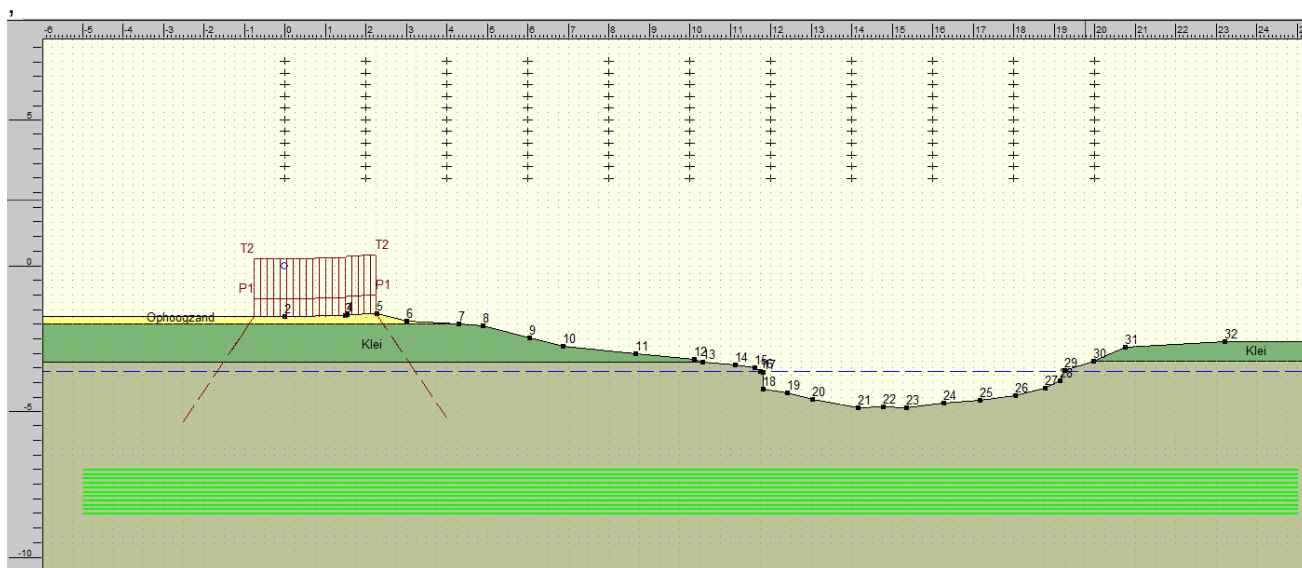
Bij de locatie van doorsnede B2 zijn 5 verschillende dwarsdoorsneden ingemeten. Voor alle 5 de dwarsdoorsneden zijn 3 berekeningen gemaakt om de veiligheid te toetsen:

- Huidige situatie: waterpeil is NAP -3,7m;
- Toekomstige situatie zonder maatregelen: waterpeil is NAP -3,6m;
- Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau van de sloot.

De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in Tabel 3. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de veiligheid ter plaatse van de dwarsdoorsneden 03, 04, 06 en 07 minder dan 1,0 is na verhoging van het waterpeil en lager wordt ten opzichte van de huidige situatie. Hier zijn daarom berekeningen uitgevoerd om de benodigde verhoging van het bodemniveau te bepalen. Met de benodigde verhoging van het bodemniveau blijft de doorvaarhoogte groter dan de gewenste 0,8m. Bij doorsnede 05 ligt het spoor een stuk verder van de sloot af, waardoor de veiligheid hoger is dan bij de overige doorsneden. Op dit stuk hoeven geen maatregelen genomen te worden. De bodemverhoging dient bij voorkeur uitgevoerd te worden met zand. Voor de uitvoering is er voor gekozen om de gehele sloot tot hetzelfde niveau op te hogen van de maatgevende doorsnede 04.

Tabel 3: Veiligheid huidige en toekomstige situatie 5 dwarsdoorsnede locatie B2

	Huidige situatie	Toekomstige situatie	Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau	Verhoging bodemniveau	Doorvaarhoogte op diepste punt
Bodemprofiel 03	1,0	0,99	1,0	20 cm	1,0 m
Bodemprofiel 04	0,96	0,94	0,96	30 cm	0,95 m
Bodemprofiel 05	1,66	1,64	n.v.t.	n.v.t.	1,45 m
Bodemprofiel 06	0,97	0,96	0,97	20 cm	0,95 m
Bodemprofiel 07	0,97	0,96	0,98	10 cm	1,1 m



Figuur 7: D-Geo stability berekening toekomstige situatie doorsnede B2 slootprofiel 04

Bijlage A: Grondonderzoek



GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK

Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard



TITELBLAD

Opdrachtgever: ARCADIS Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam

Rapportnummer: 217863/R01

Status rapport: Definitief

Datum: Dinsdag 15 november 2022

Projectomschrijving: Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

Rapport opgesteld door: Ortageo Noordoost B.V.
Einsteinstraat 12a
7601 PR Almelo
Tel: +31 546 53 20 74
E-mail: info@ortageo.nl



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
2	Veldwerkzaamheden.....	2
2.1	Algemeen	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Handboringen / voorboringen	2
2.4	Bepaling coördinaten en NAP-hoogte	2
3	Resultaten.....	3
3.1	Bijzonderheden tijdens de uitvoering.....	3
3.2	Sonderingen	3
3.3	Handboringen / voorboringen	3
3.4	Bepaling coördinaten en NAP-hoogte	4

Bijlagen:

- 1) Situatietekening met onderzoekspunten
- 2) Sondeergrafieken
- 3) Boorprofielbeschrijvingen
- 4) Foto's

	Naam	Paraaf	Datum
Auteur rapport			15-11-2022
Kwaliteitscontrole			15-11-2022

1 INLEIDING

In opdracht van ARCADIS Nederland B.V. is een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd bij drie locaties (IV, V en X) in Heerhugowaard. Op onderstaande luchtfoto is de globale ligging van de onderzoek locaties (IV, V en X) aangegeven. In bijlage 4 zijn foto's van de onderzoekslocatie opgenomen.



Afbeelding 1: Geel omcirkeld de globale situering van de onderzoekslocatie (bron: PDOK viewer).

De aanleiding voor het onderzoek is de voorgenomen realisatie van het aanleggen van nieuwe duikers en stuwen. Het doel van het onderzoek is het verkennen van de bodemopbouw en de grondwaterstand voor het verkrijgen van inzicht in de fundatiemogelijkheden.

Het onderzoek is gebaseerd op de door de opdrachtgever verstrekte situatietekening.

Voorliggend rapport presenteert het onderzoeksprogramma (hoofdstuk 2) en de resultaten van het onderzoek (hoofdstuk 3).

2 VELDWERKZAAMHEDEN

2.1 Algemeen

Het onderzoek is uitgevoerd op woensdag 12 oktober 2022. Hierbij zijn twee sonderingen CPT01 en CPT02 verricht tot een diepte van maximaal 25m – mv. Daarnaast zijn er zes handboringen HB01 t/m HB06 uitgevoerd tot een diepte van circa 6 m - mv.

2.2 Sonderingen

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus overeenkomstig de norm NEN-EN-ISO 22476-1 (klasse 3). Met de elektrische conus vindt een meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. Zodoende is een beeld verkregen van zowel de vastheid van de grond als van de aanwezige grondsoorten. De verhouding tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, geeft beneden de grondwaterstand een indicatie van de aangetroffen grondsoort. Het wrijvingsgetal is het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de conusweerstand en geeft een indicatie van de laagopbouw weer. In onderstaande tabel is per grondsoort het wrijvingsgetal opgenomen.

Tabel 1: Indicatie van de grondsoorten op basis van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Wrijvingsgetal (%)
Grind en grof zand	0,2 - 0,6
Zand	0,6 - 1,2
Silt, leem, löss	1,2 - 4,0
Klei	3,0 - 5,0
Potklei	5,0 - 7,0
Veen	5,0 - 10,0

2.3 Handboringen / voorboringen

Per locatie zijn er twee handboringen (HB01 t/m HB06) uitgevoerd voor de verkenning van de toplagen en de bepaling van de actuele grondwaterstand. Tevens is ter plaatse van de sondeerlocaties CPT01 en CPT02 voorgeboord in verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen. De handboringen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22475-1, de opgeboorde grond is geclassificeerd conform NEN-EN-ISO 14688:B3.

2.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De onderzoekspunten zijn in het terrein uitgezet in RD-coördinaten. De RD-coördinaten en de NAP-hoogte zijn ingemeten met een RTK-GPS.

3 RESULTATEN

3.1 Bijzonderheden tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden waren er geen beperkingen of bijzonderheden.

3.2 Sonderingen

De sondeerlocaties zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. De sondeerresultaten zijn grafisch weergegeven in bijlage 2, waarbij het maaiveld is uitgezet ten opzichte van NAP.

3.3 Handboringen / voorboringen

De situering van de handboringen zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. De resultaten zijn gepresenteerd op de boorprofielbeschrijvingen in bijlage 3.

De grondwaterstanden zijn opgenomen in onderstaande tabel. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem bestaat de mogelijkheid dat het grondwater zich tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zich niet volledig heeft ingesteld. De gemeten grondwaterstand is een momentopname en is onder andere afhankelijk van lokale omstandigheden en het jaargetijde.

Tabel 2: Grondwaterstand

Boringen	Grondwaterstand (m -mv)
HB01	1,40
HB02	1,50
HB03	1,40
HB04	1,30
HB05	0,60
HB06	1,50
VB01	1,40
VB02	1,30



3.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen bedoeld om de bodemopbouw te refereren aan NAP en zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek. Voor de resultaten van de GPS metingen wordt verwezen naar onderstaande tabel.

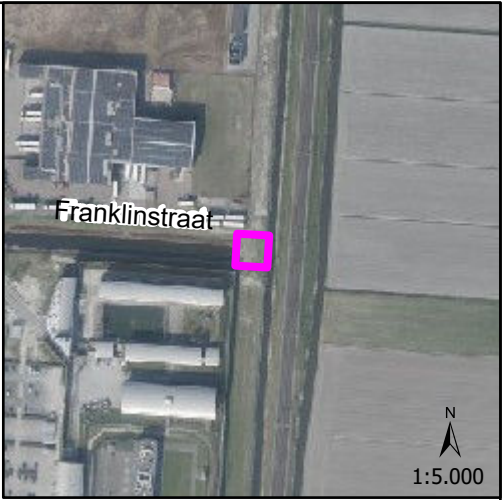
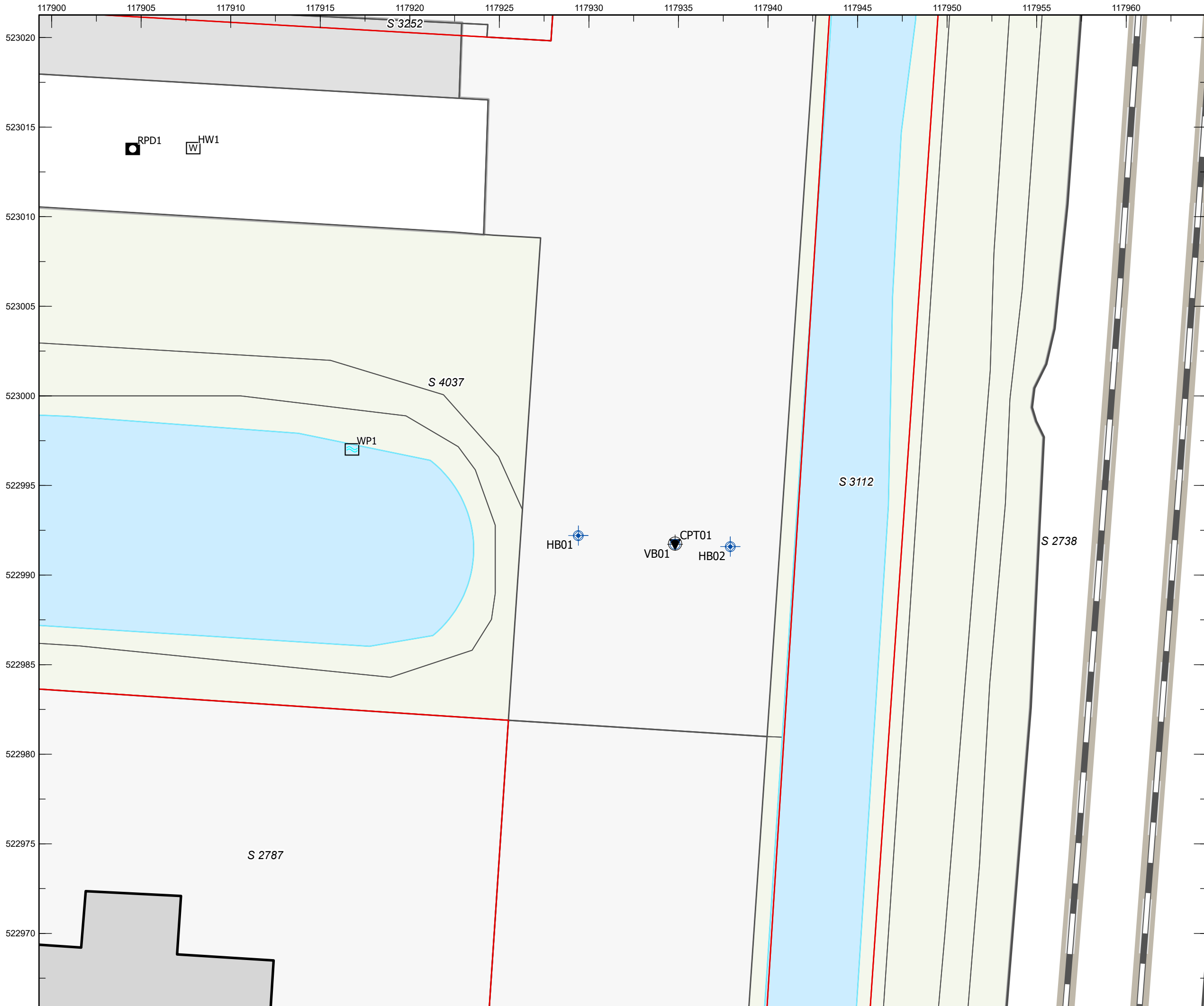
Tabel 3: Coördinaten en NAP-hoogte

Sondering	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveldhoogte (t,o,v, NAP)
CPT01	117934,811	522991,721	-2,10
CPT02	117863,034	521921,854	-2,44
Boring			
HB01	117929,407	522992,200	-2,16
HB02	117937,894	522991,586	-2,27
HB03	117866,524	521935,906	-2,46
HB04	117865,687	521907,638	-2,45
HB05	118644,147	521964,957	-3,08
HB06	118662,484	521964,526	-2,20
VB01	117934,811	522991,721	-2,10
VB02	117863,034	521921,854	-2,44
Extra ingemeten punten			
Hart van de weg 1	117907,904	523013,828	-1,88
Hart van de weg 2	117852,847	521920,043	-2,65
Hart van de weg 3	118658,147	521964,351	-1,96
Rioolputdeksel 1	117904,527	523013,784	-1,86
Rioolputdeksel 2	117849,059	521932,661	-2,71
Rioolputdeksel 3	118650,227	521954,331	-2,39
Waterpeil 1	117916,769	522997,013	-3,53
Waterpeil 2	117876,539	521927,590	-3,79
Waterpeil 3	118665,761	521962,786	-3,50



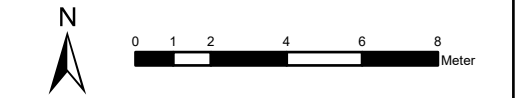
BIJLAGE 1

Situatietekening met onderzoekspunten



- Legenda
- boring tot 2,0 m-mv
 - boring tot 6,0 m-mv
 - sondering
 - hart weg
 - putdeksel
 - waterpeil
 - perceel
 - bebouwing

Meetpunt	X	Y	Z
CPT01	117934,811	522991,721	-2,10
HB01	117929,407	522992,200	-2,16
HB02	117937,894	522991,586	-2,27
VB01	117934,811	522991,721	-2,10
HW1	117907,904	523013,828	-1,88
RPD1	117904,527	523013,784	-1,86
WP1	117916,769	522997,013	-3,53



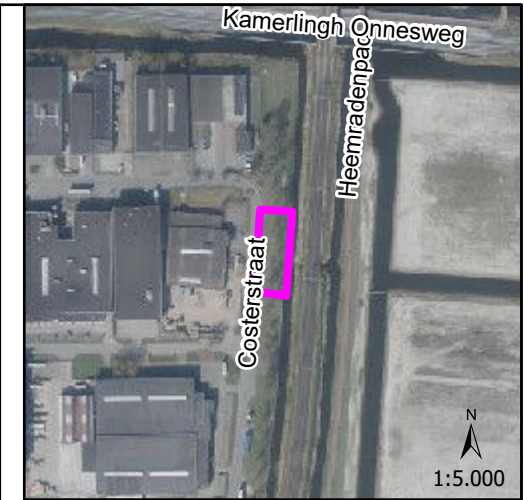
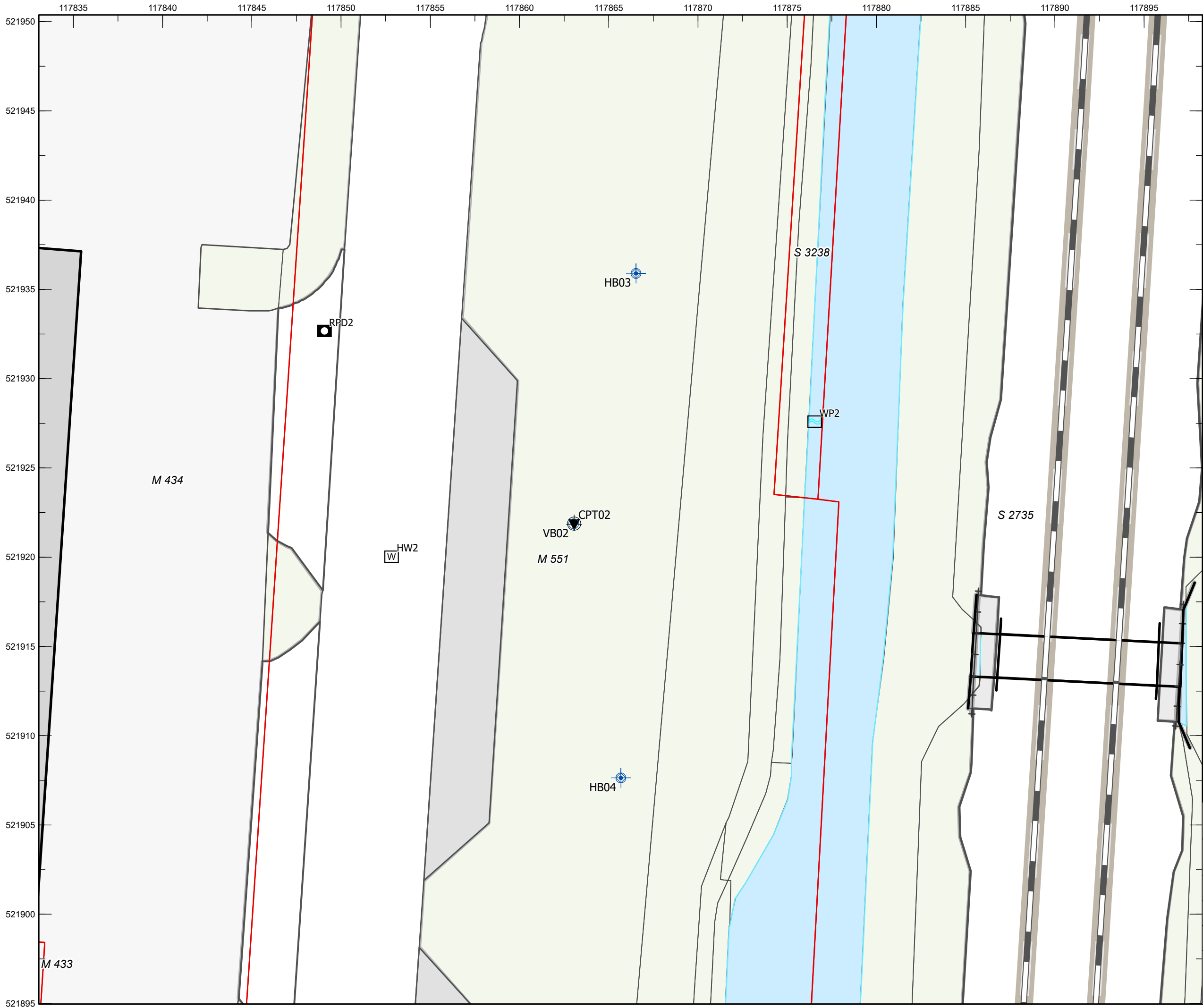
Projectnaam:
Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

Titel:
Situatietekening met onderzoekspunten
locatie IV

Opdrachtgever:
ARCADIS Nederland B.V.

Schaal: 1:200	Projectnummer: 217863	Bijlage: 1	Formaat: A3
Getekend: N.Pasman			Datum tekening: 14-10-2022





- Legenda
- boring tot 2,0 m-mv
 - boring tot 6,0 m-mv
 - sondering
 - hart weg
 - putdeksel
 - waterpeil
 - perceel
 - bebouwing

Meetpunt	X	Y	Z
CPT02	117863,034	521921,854	-2,44
HB03	117866,524	521935,906	-2,46
HB04	117865,687	521907,638	-2,44
VB02	117863,034	521921,854	-2,44
HW2	117852,847	521920,043	-2,65
RPD2	117849,059	521932,661	-2,71
WP2	117876,539	521927,590	-3,79



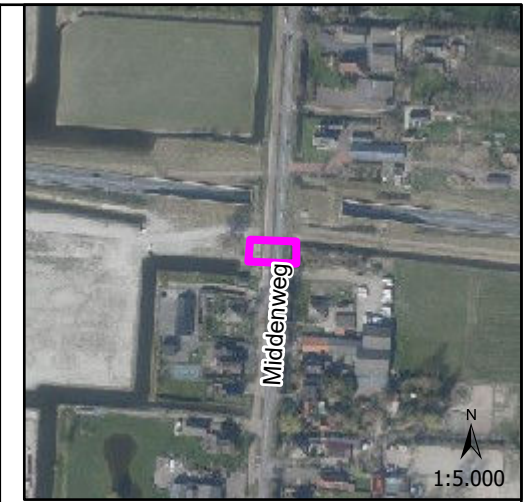
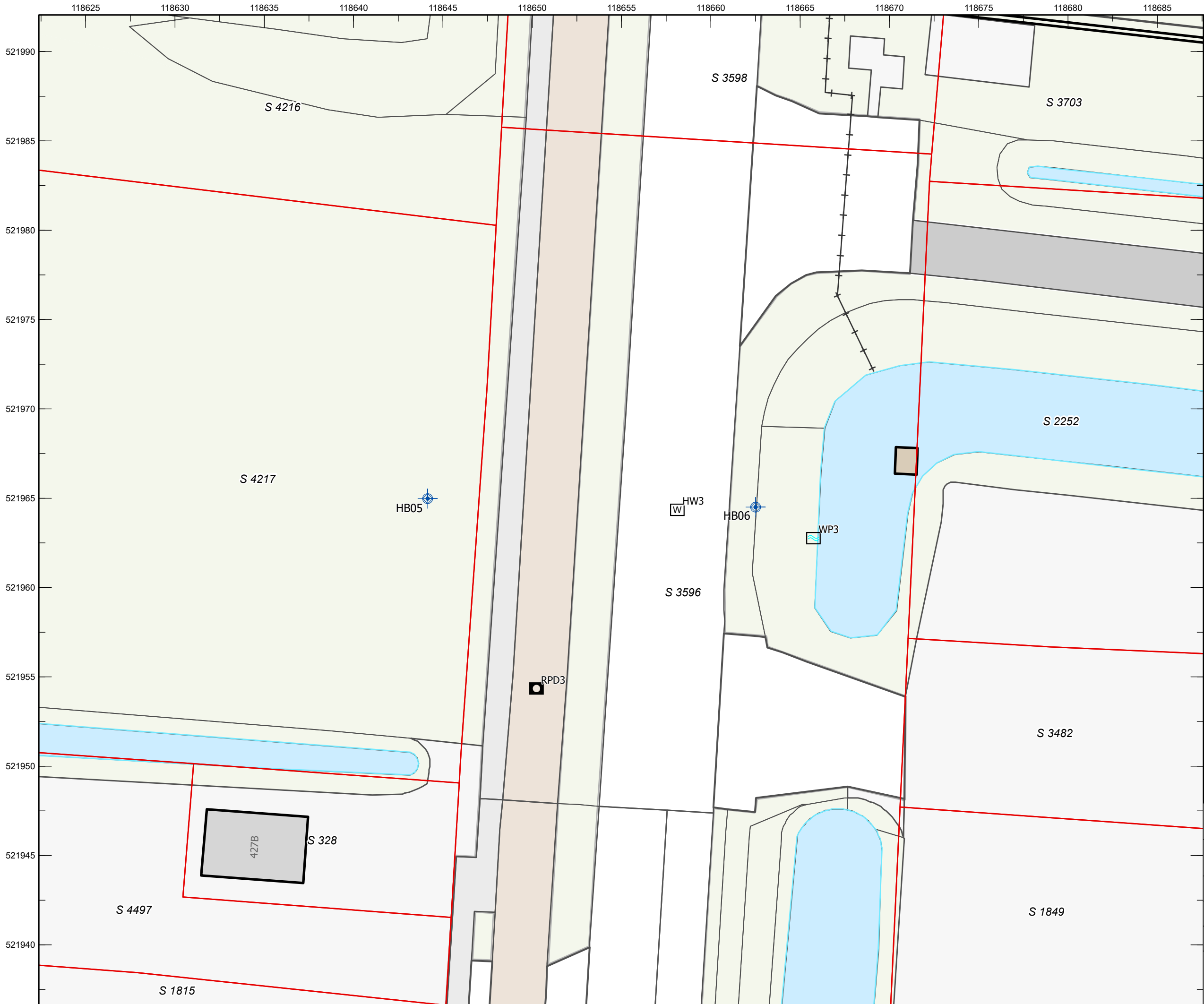
Projectnaam:
Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

Titel:
Situatietekening met onderzoekspunten
locatie V

Opdrachtgever:
ARCADIS Nederland B.V.

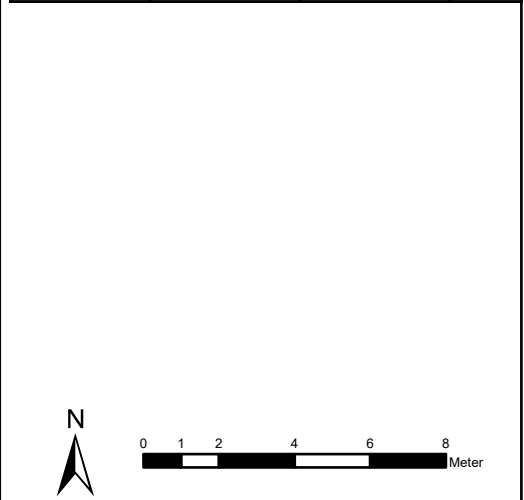
Schaal: 1:200	Projectnummer: 217863	Bijlage: 1	Formaat: A3
Getekend: N.Pasman			Datum tekening: 14-10-2022





- Legenda
- boring tot 6,0 m-mv
 - hart weg
 - putdeksel
 - waterpeil
 - perceel
 - bebouwing

Meetpunt	X	Y	Z
HB05	118644,147	521964,957	-3,08
HB06	118662,484	521964,526	-2,20
HW3	118658,147	521964,351	-1,96
RPD3	118650,227	521954,331	-2,39
WP3	118665,761	521962,786	-3,50



Projectnaam:
Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

Titel:
Situatietekening met onderzoekspunten
locatie X

Opdrachtgever:
ARCADIS Nederland B.V.

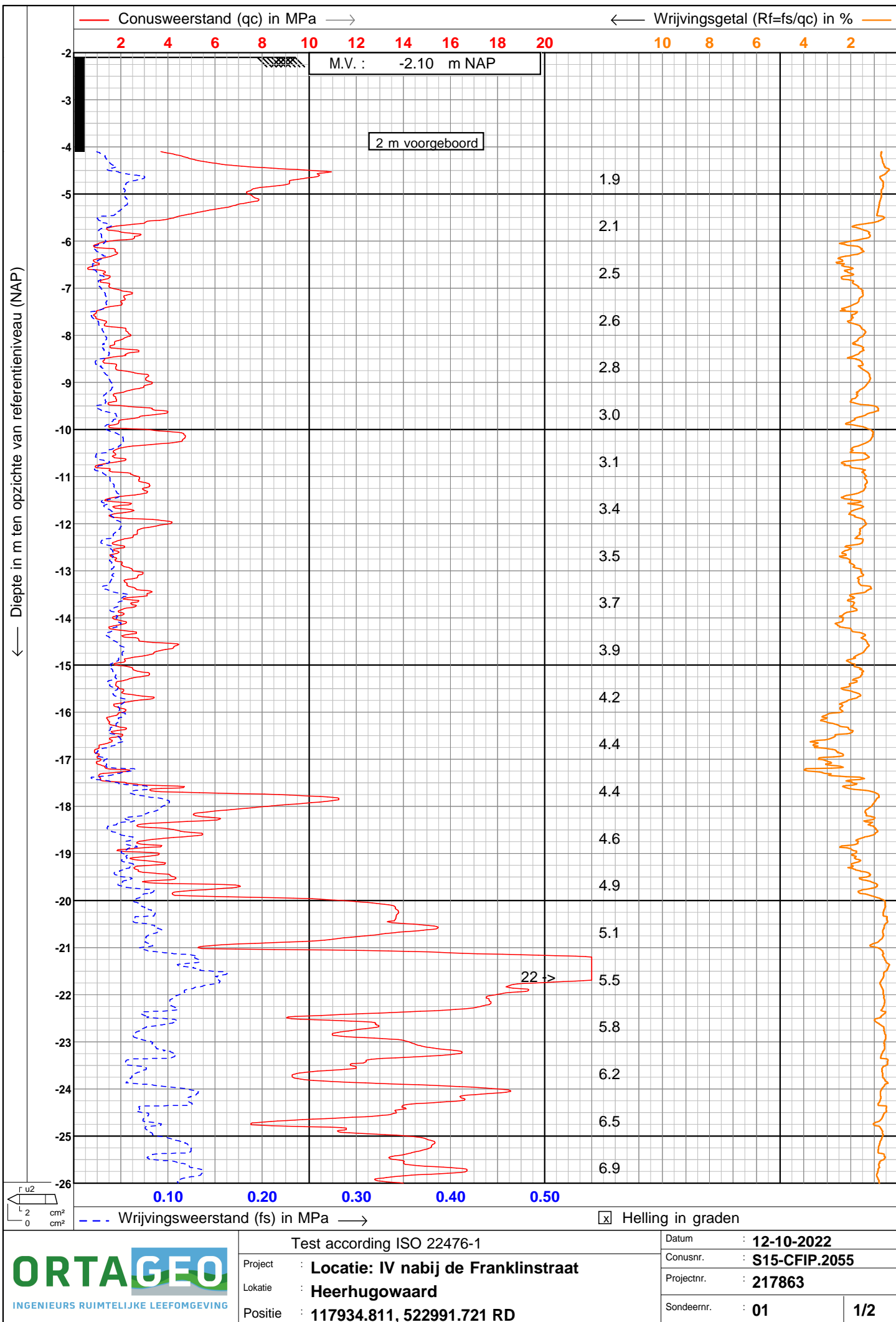
Schaal: 1:200	Projectnummer: 217863	Bijlage: 1	Formaat: A3
Getekend: N.Pasman			Datum tekening: 14-10-2022



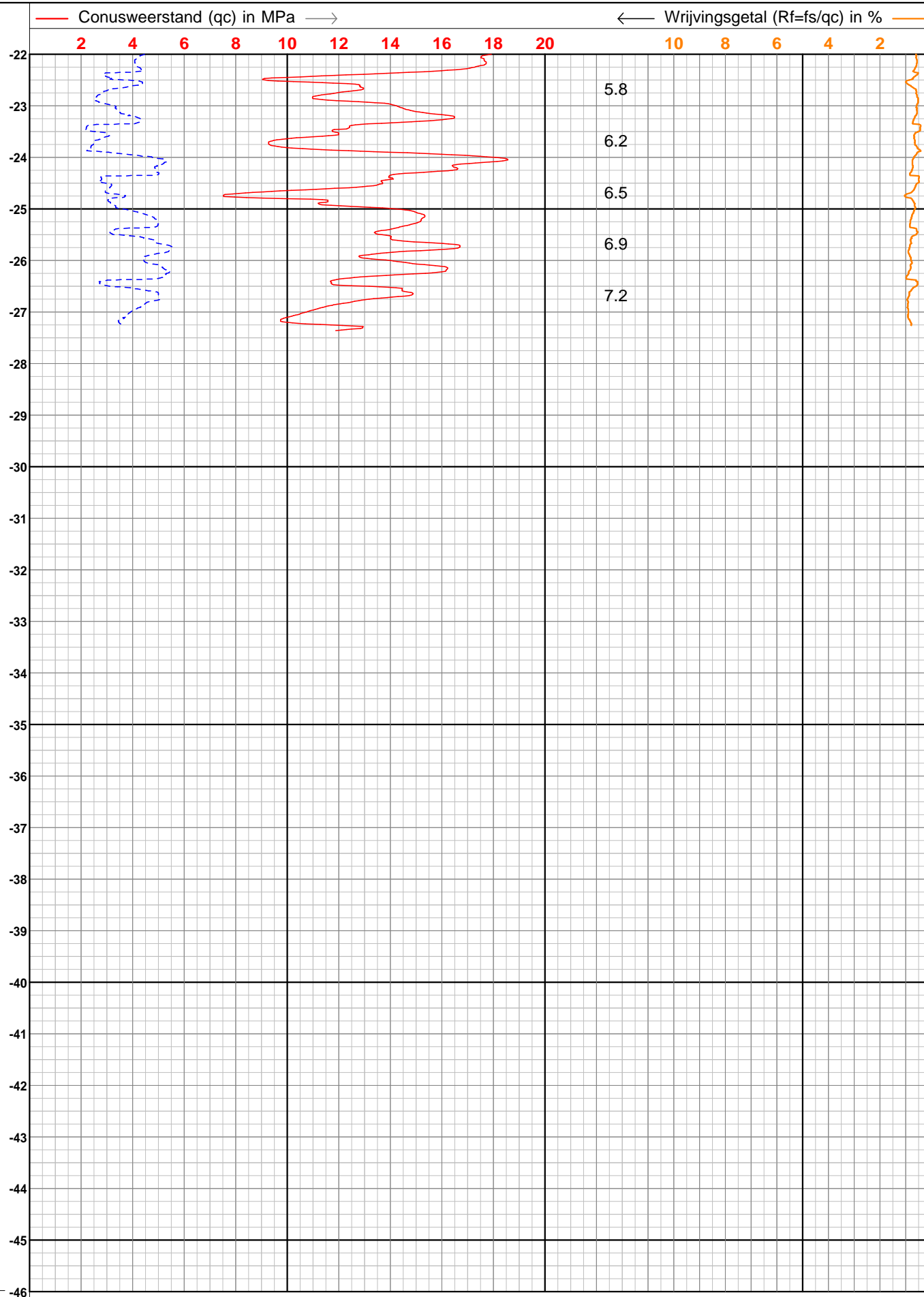


BIJLAGE 2

Sondeergrafieken



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal ($R_f = f_s/q_c$) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -2.44 m NAP

2 m voorgeboord

-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

1.5

2.1

2.4

2.5

2.6

2.6

2.7

2.8

3.1

3.3

3.5

3.6

3.7

3.9

4.1

4.2

4.3

4.3

4.3

4.4

4.6

4.6

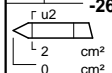
0.10 0.20

0.30 0.40

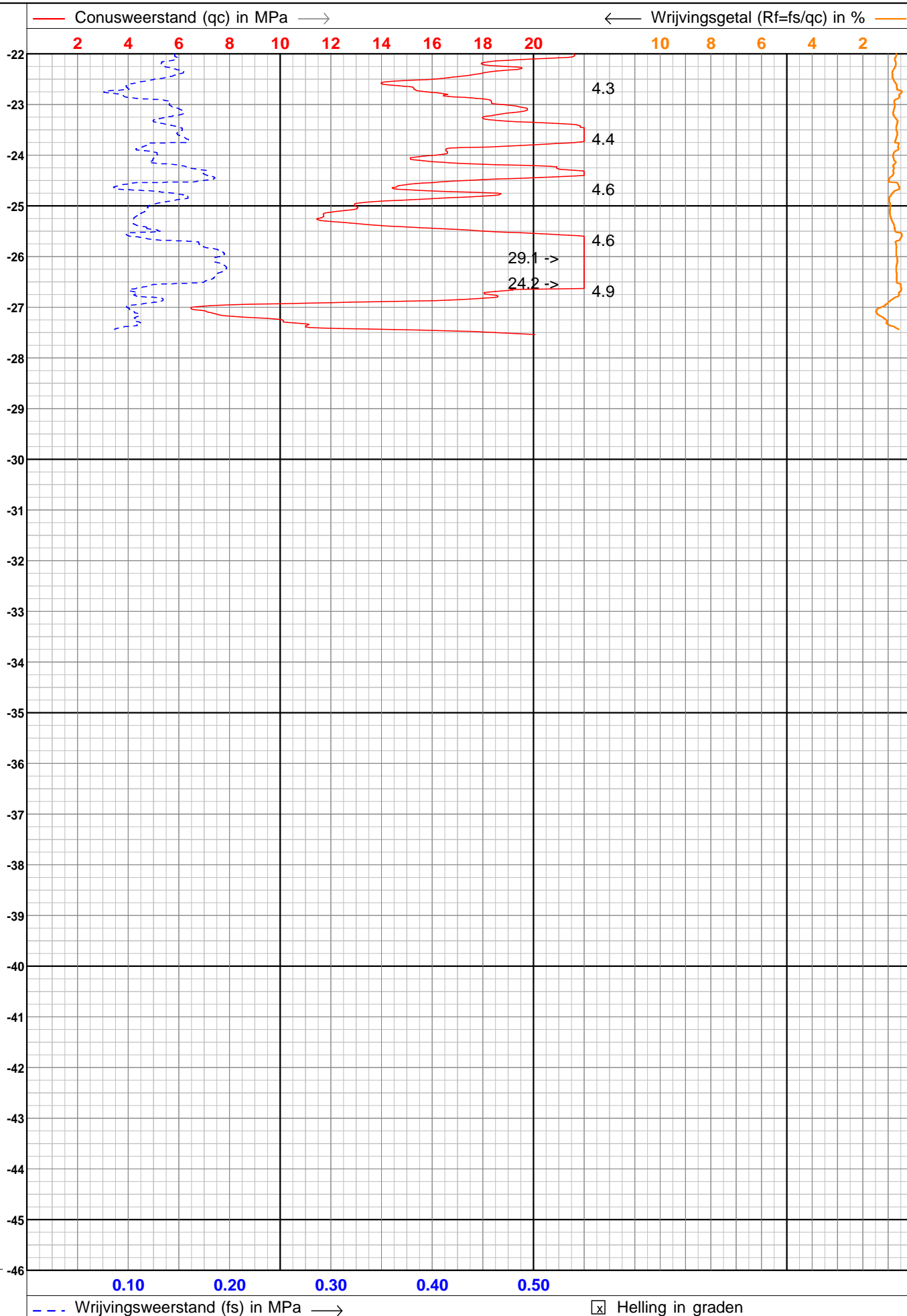
0.50

--- Wrijvingsweerstand (f_s) in MPa →

☒ Helling in graden



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)





BIJLAGE 3

Boorprofielbeschrijvingen

Meetpunt: HB05

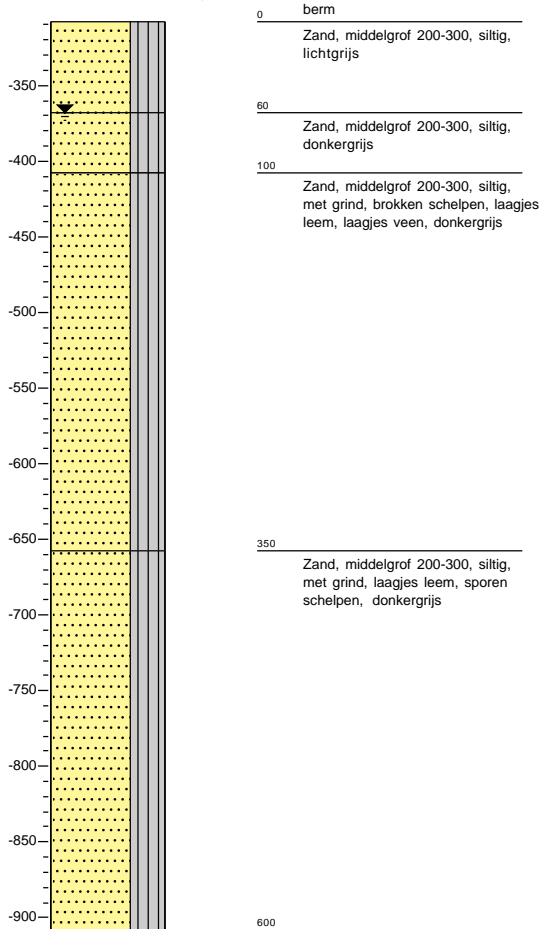
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 118644.14 Y: 521964.95 Z: -3.08

GWS in cm-mv: 60

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: HB06**

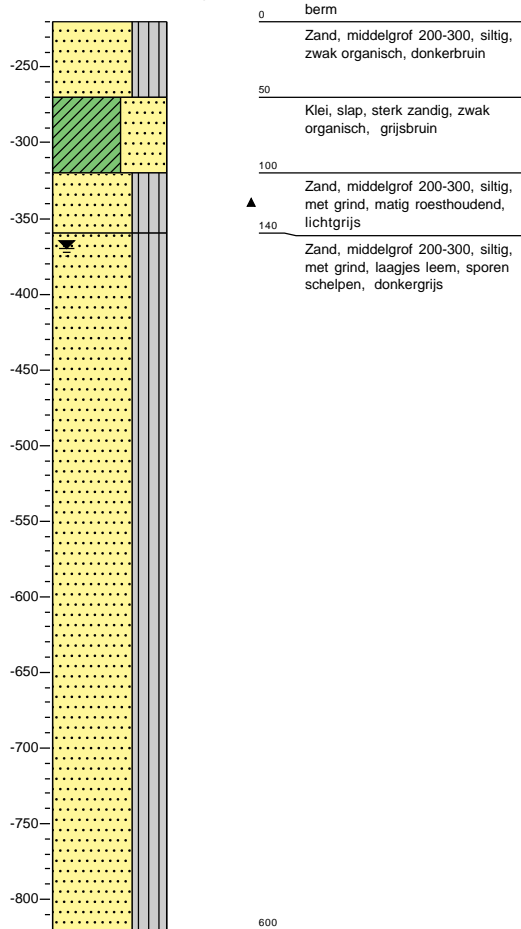
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 118662.48 Y: 521964.53 Z: -2.2

GWS in cm-mv: 150

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak



Meetpunt: HB01

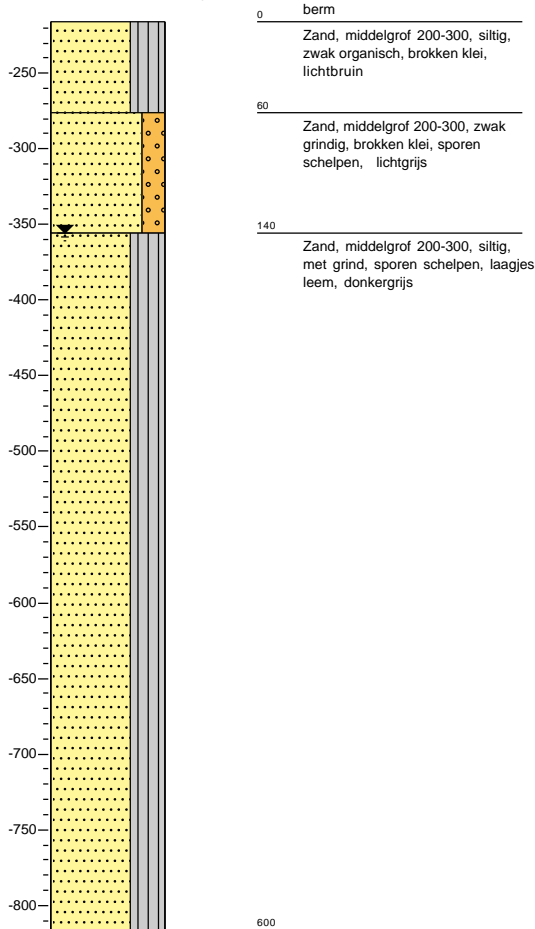
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117929.41 Y: 522992.20 Z: -2.16

GWS in cm-mv: 140

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: HB02**

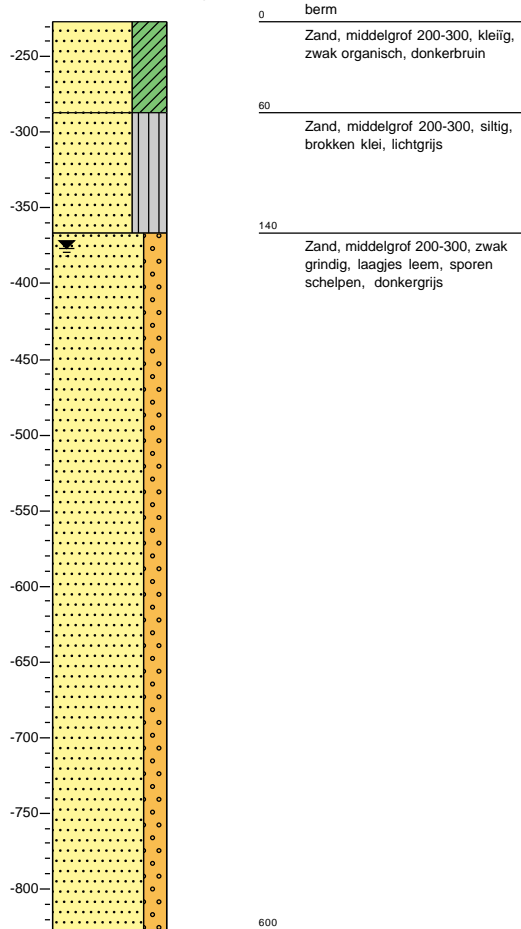
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117937.89 Y: 522991.59 Z: -2.27

GWS in cm-mv: 150

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: VB01**

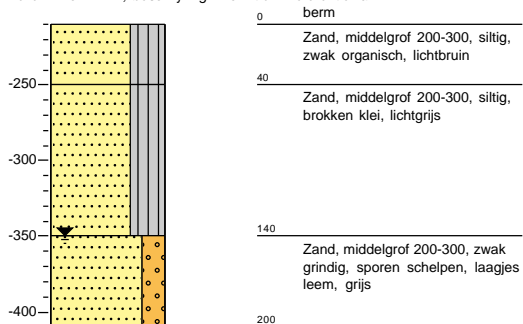
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117934.81 Y: 522991.72 Z: -2.1

GWS in cm-mv: 140

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak



Meetpunt: HB03

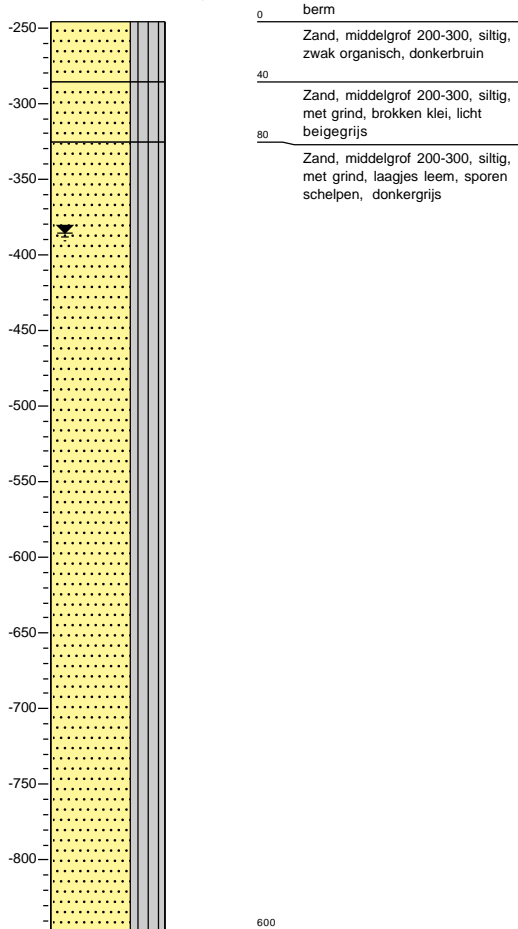
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117866.53 Y: 521935.91 Z: -2.46

GWS in cm-mv: 140

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: HB04**

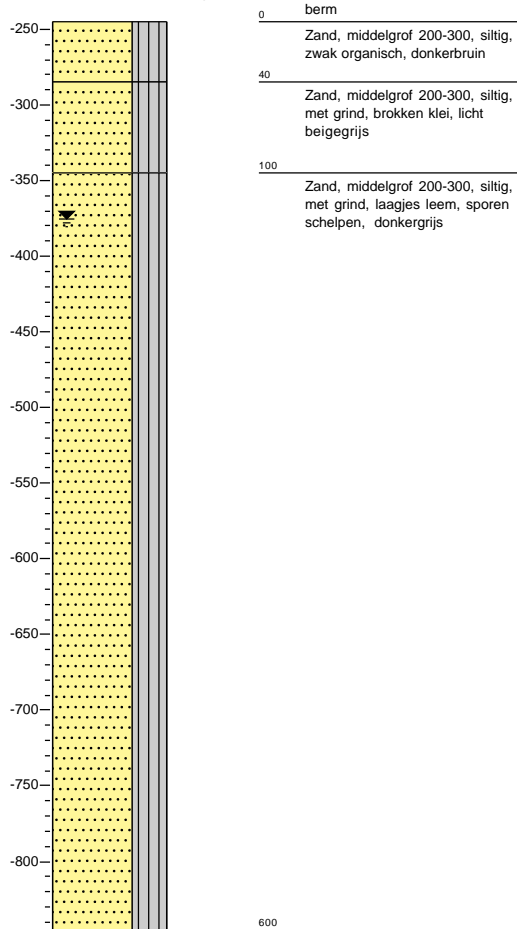
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117865.69 Y: 521907.64 Z: -2.45

GWS in cm-mv: 130

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: VB02**

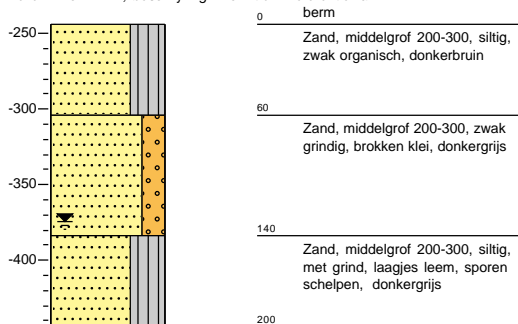
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

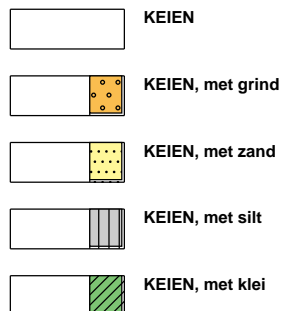
X: 117863.03 Y: 521921.85 Z: -2.44

GWS in cm-mv: 130

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak



KEIEN (KEITJES)



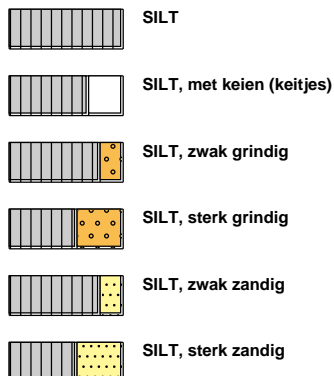
GRIND



ZAND



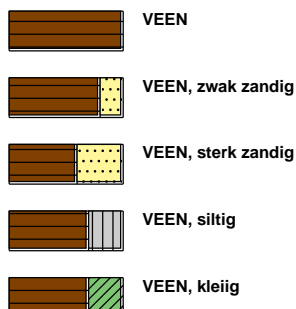
SILT



KLEI



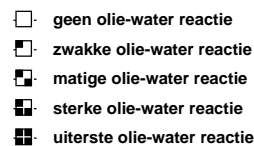
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



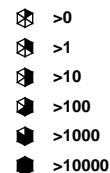
geur



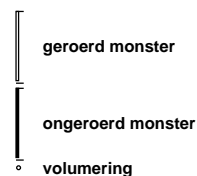
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



BIJLAGE 4

Foto's



Foto 1



Foto 2



Foto 3

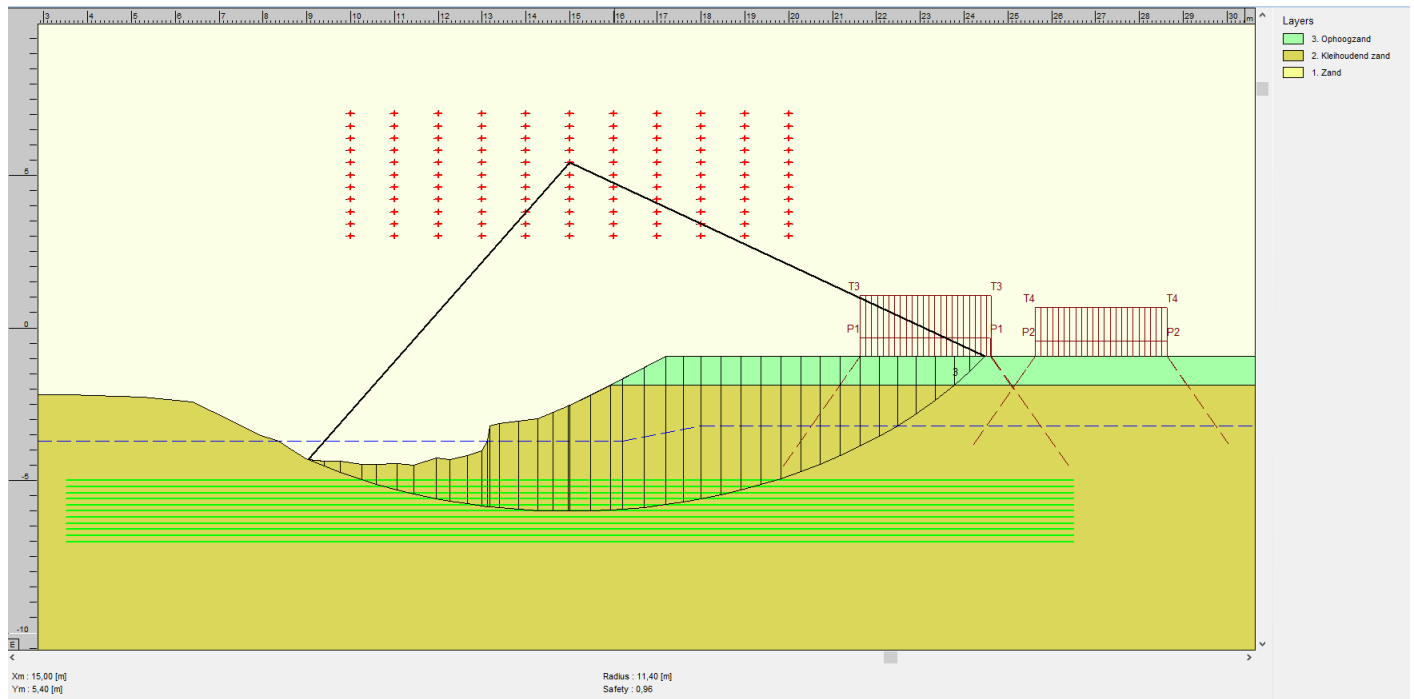


Foto 4

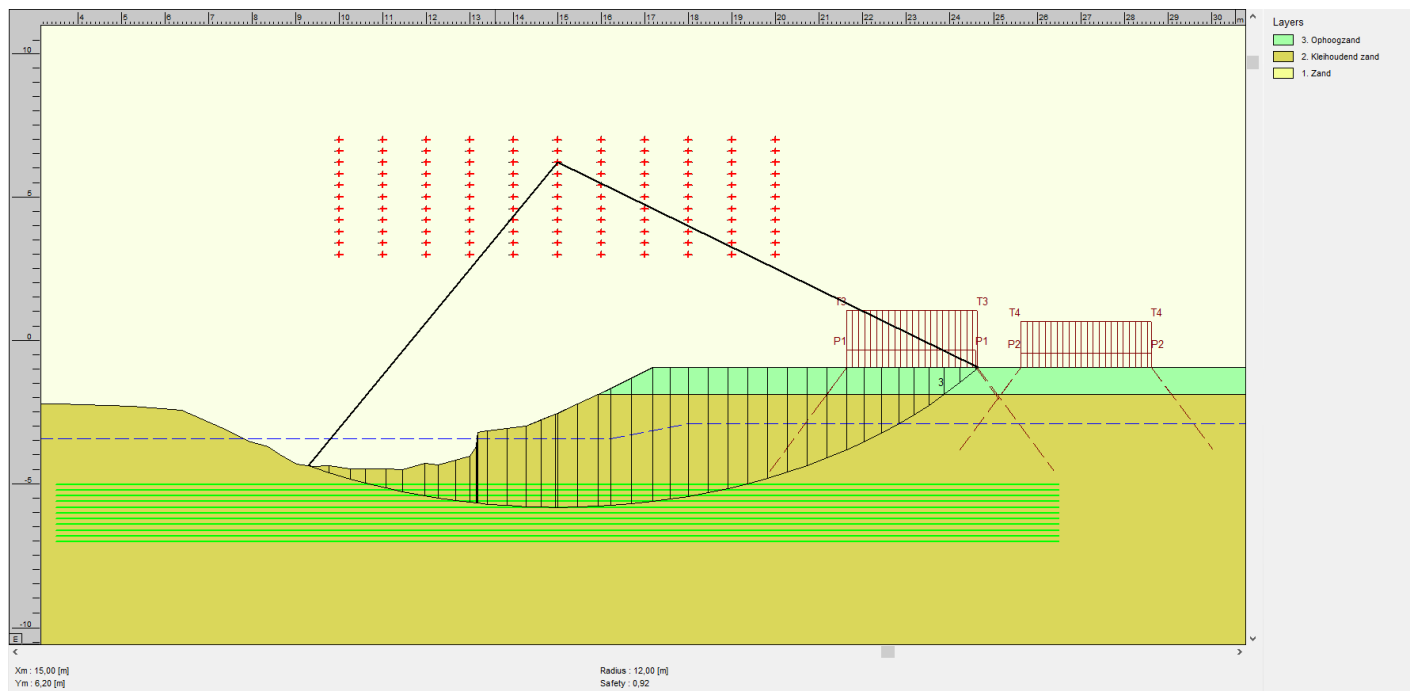
Bijlage D: Glijcirkels D-Geo Stability berekeningen

Locatie A

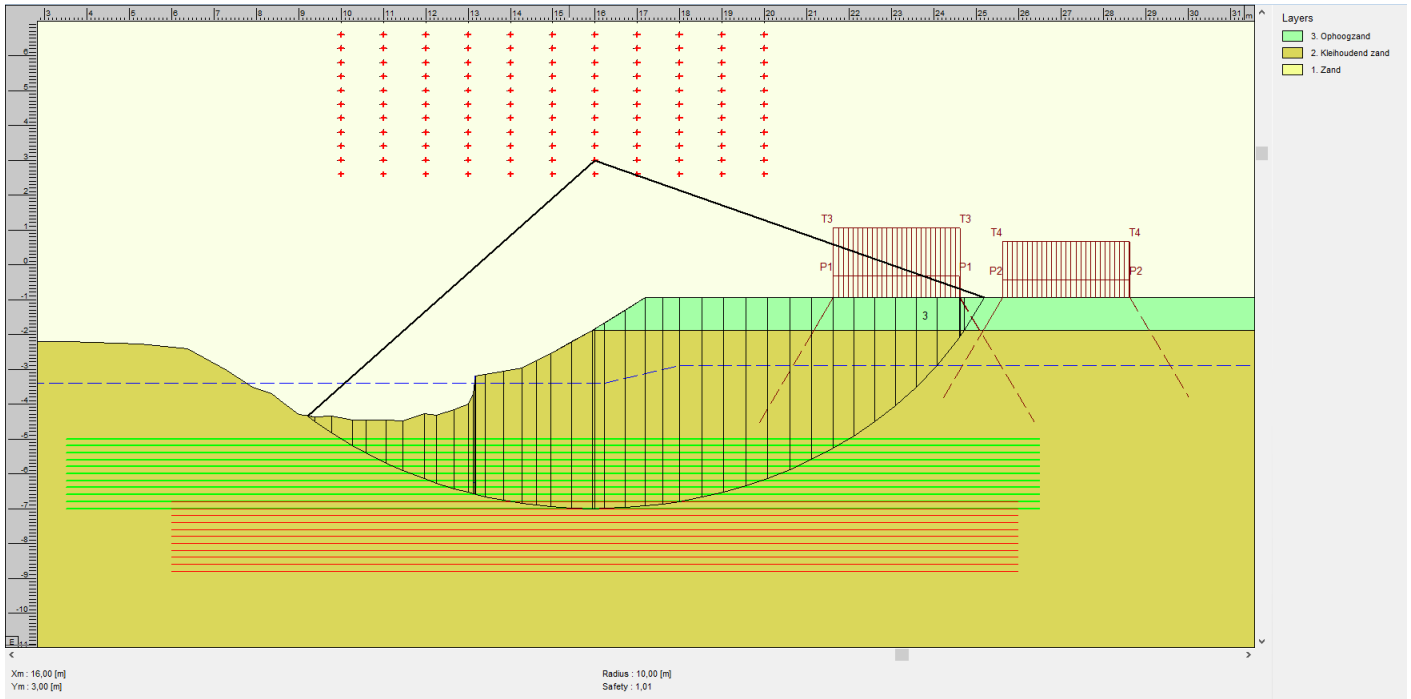
Huidige situatie



Toekomstige situatie

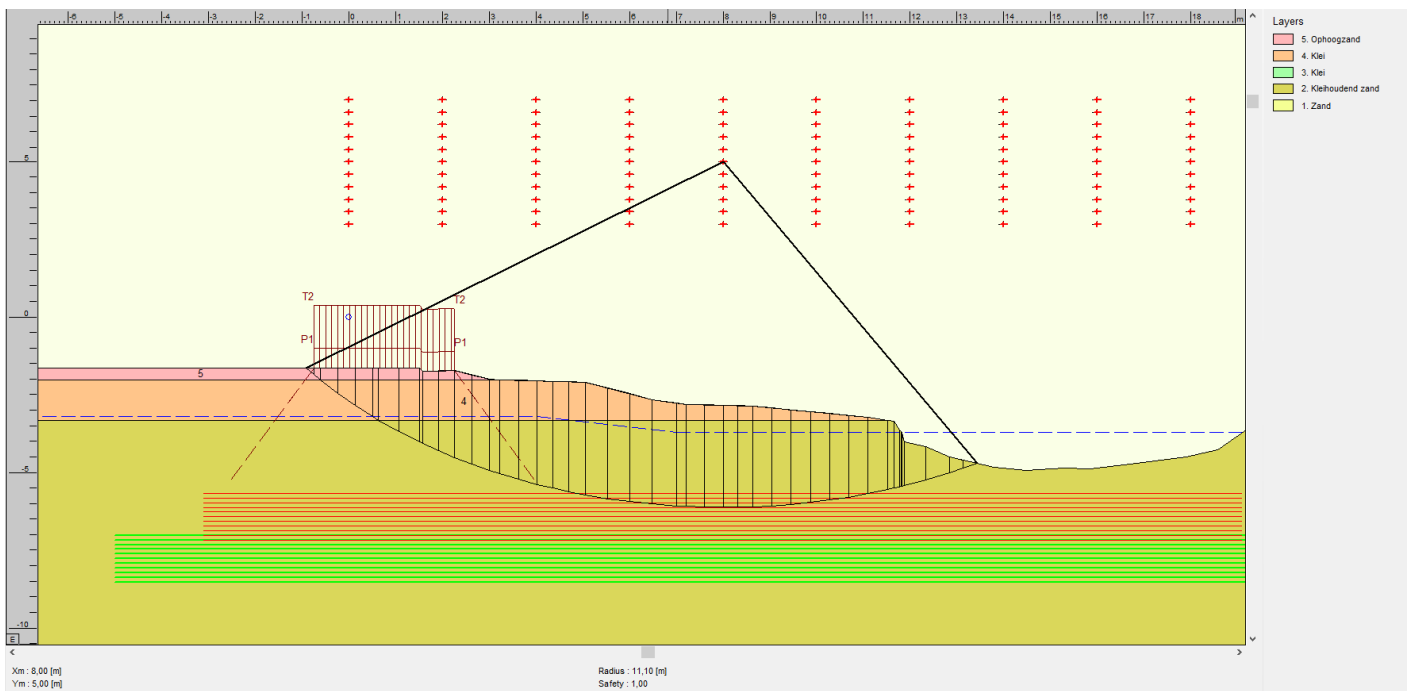


Toekomstige situatie met beschoeiing (AZ18-700 tot NAP -6,5m)

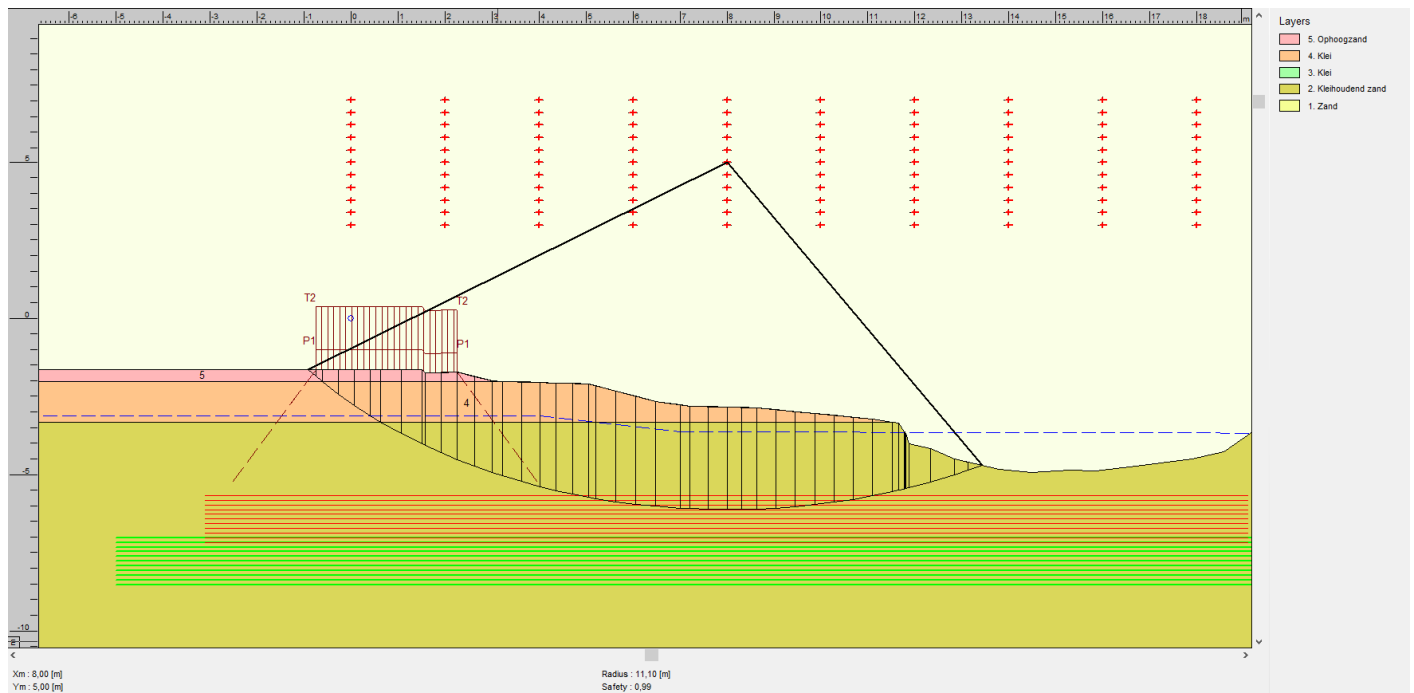


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 03

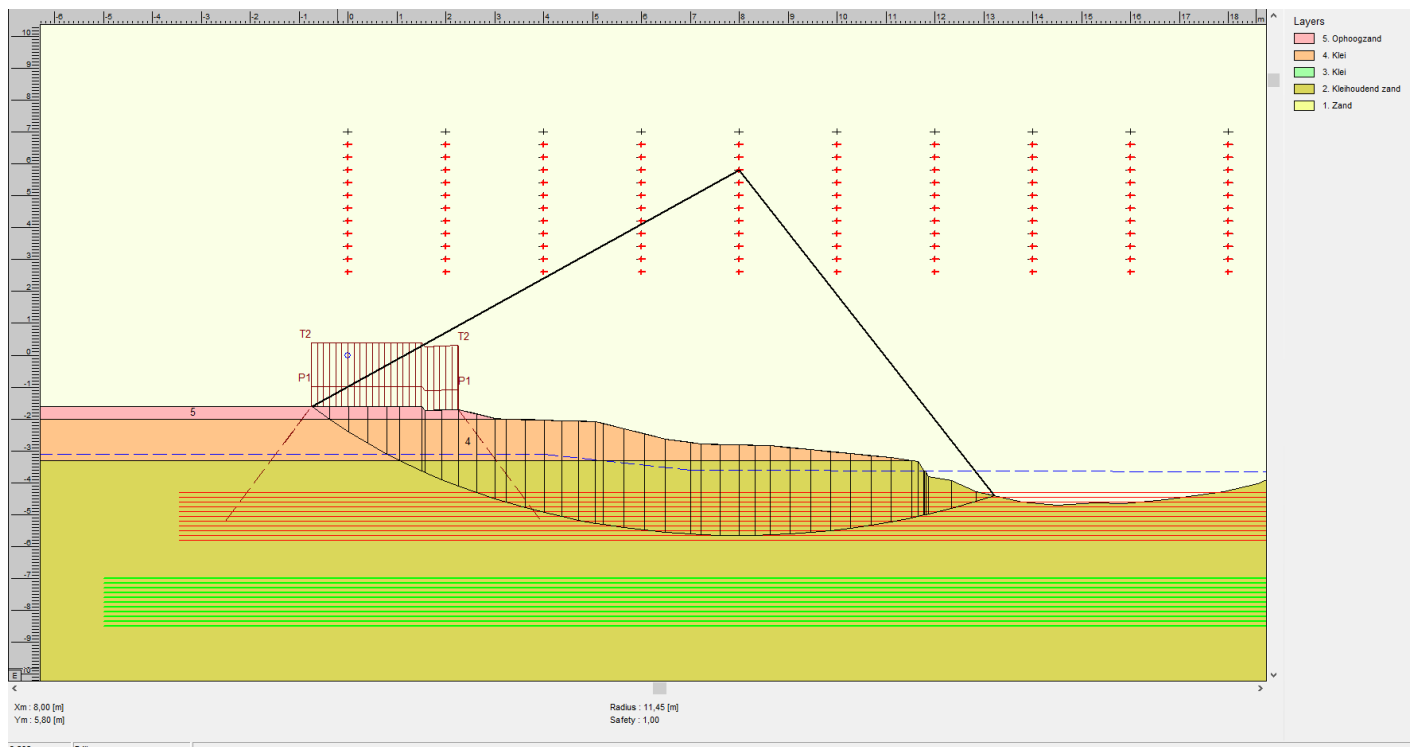
Huidige situatie



Toekomstige situatie

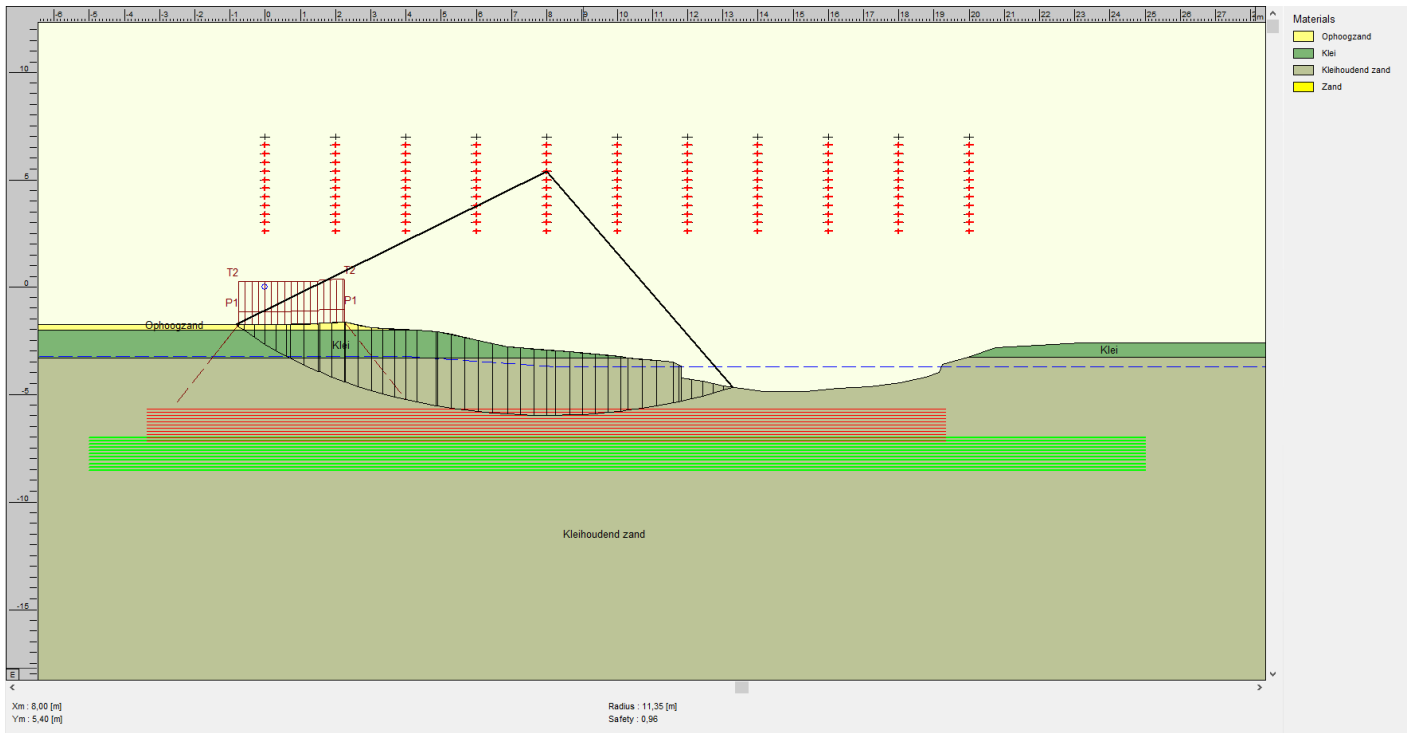


Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau (20 cm)

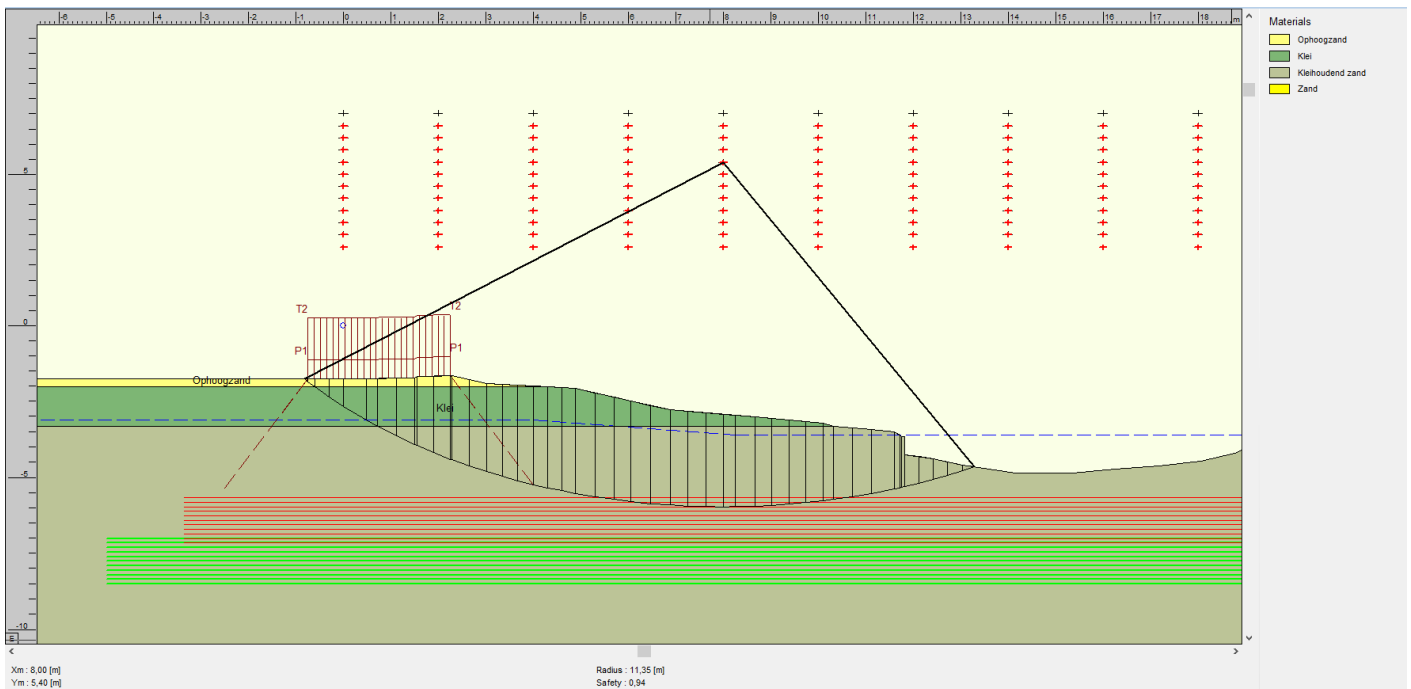


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 04

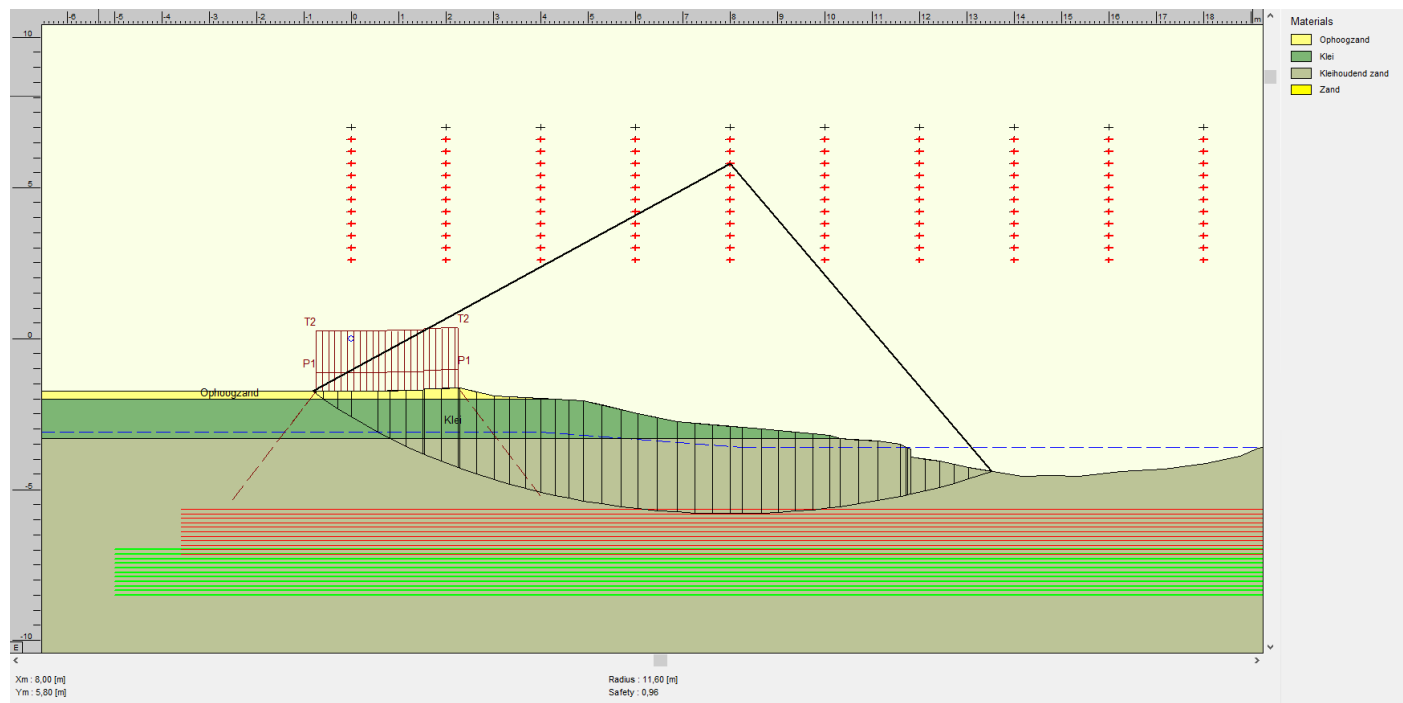
Huidige situatie



Toekomstige situatie

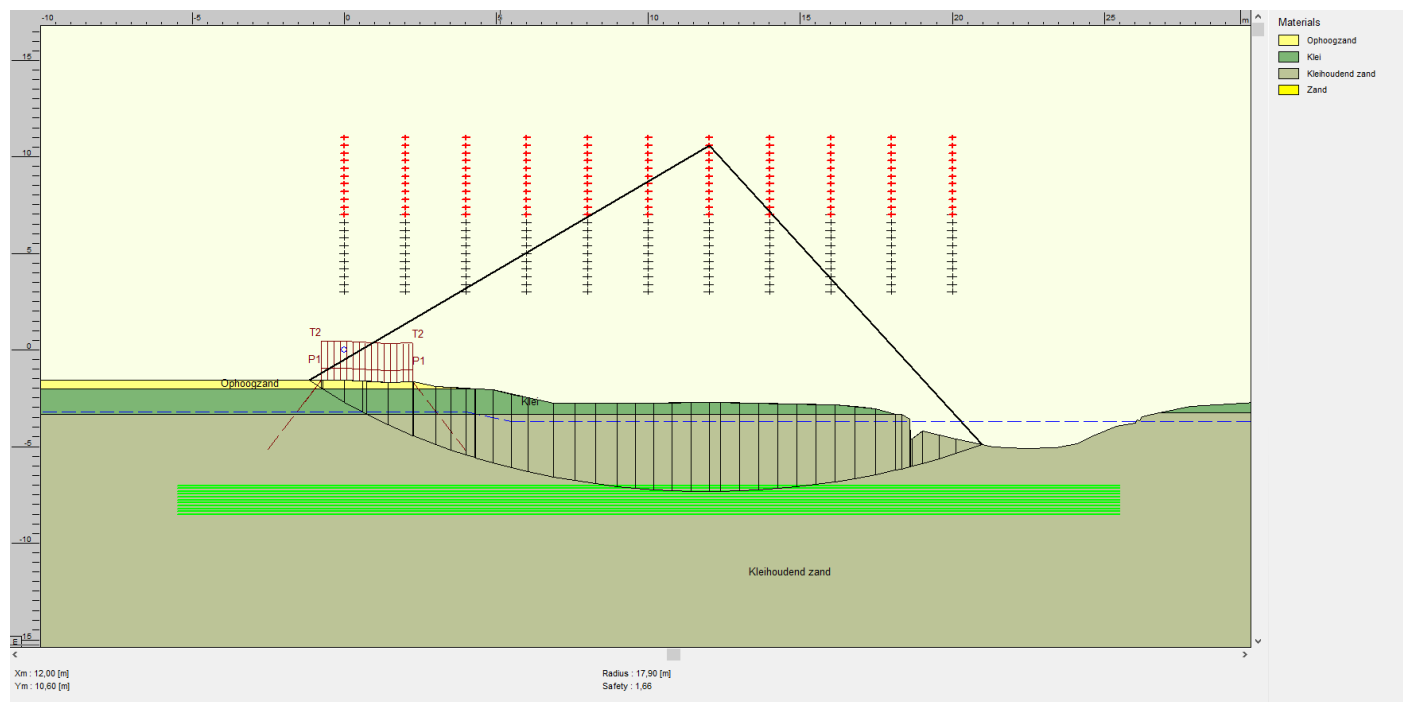


Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau (30 cm)

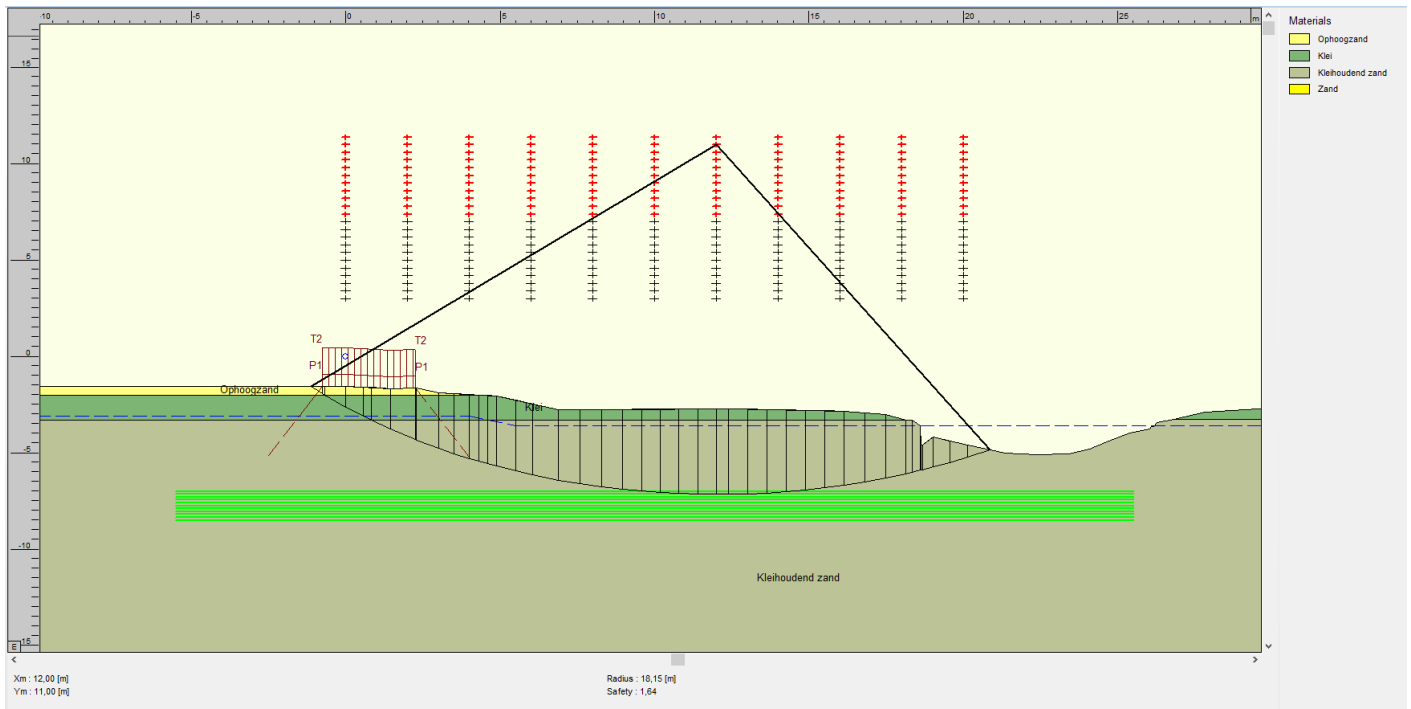


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 05

Huidige situatie

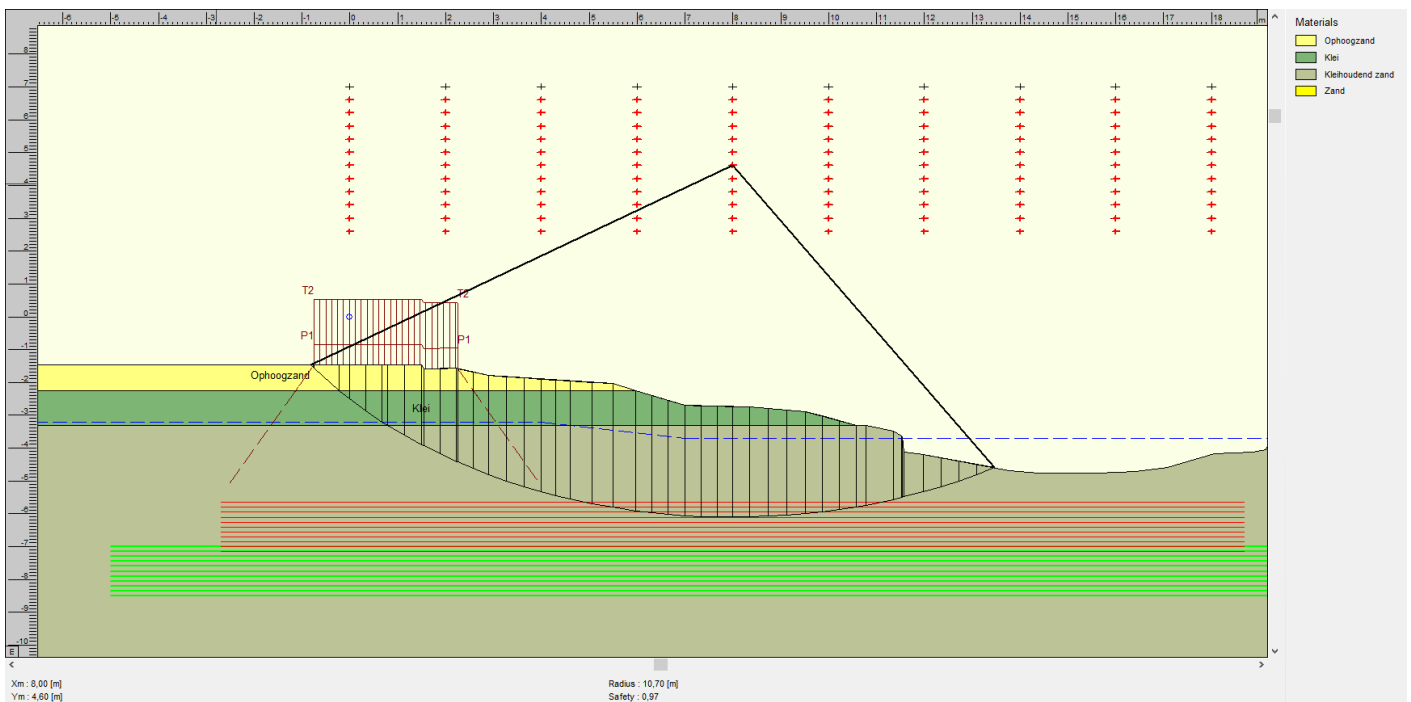


Toekomstige situatie

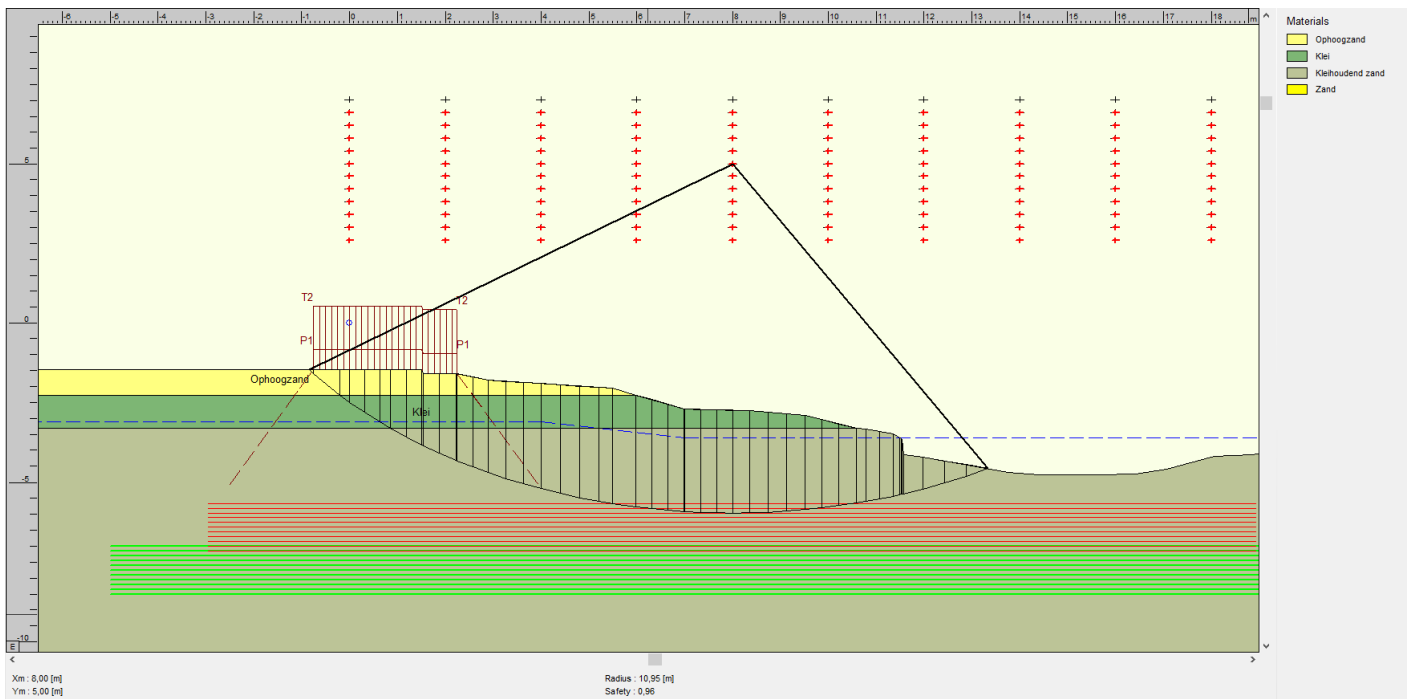


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 06

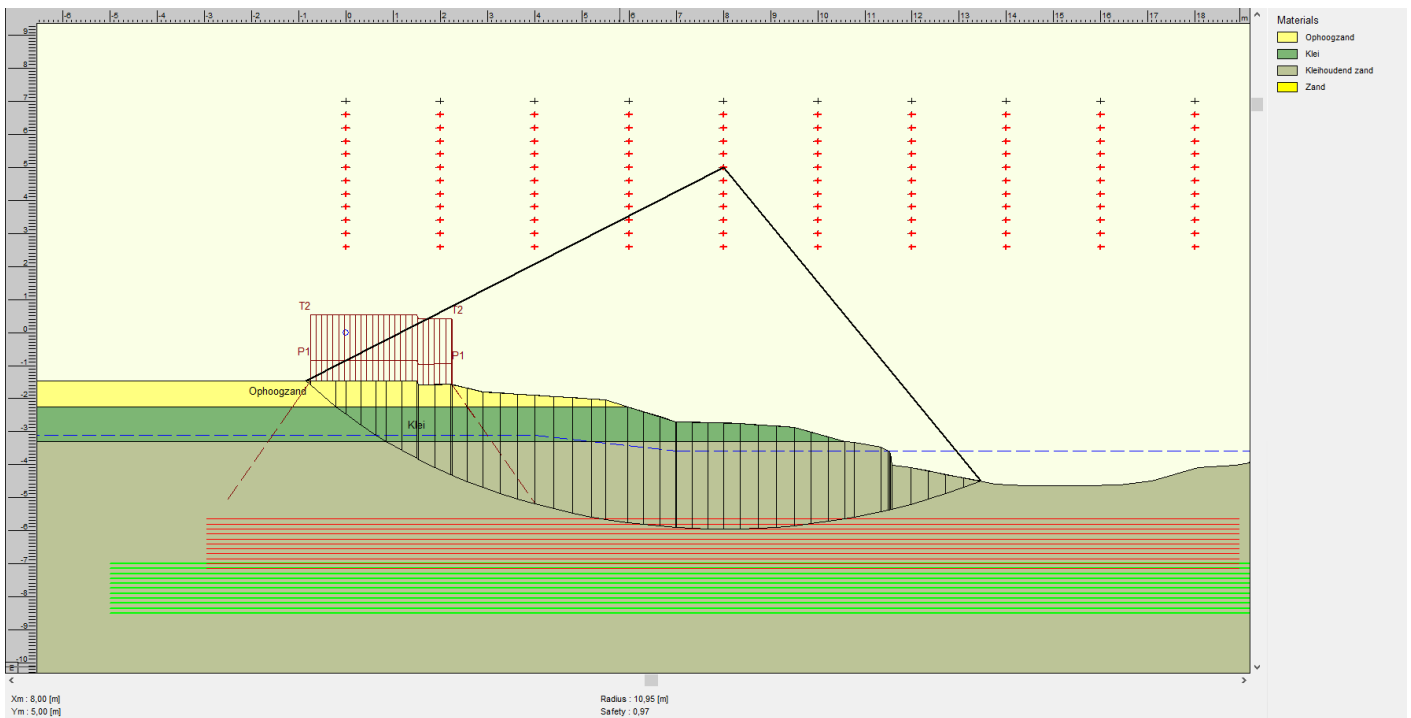
Huidige situatie



Toekomstige situatie

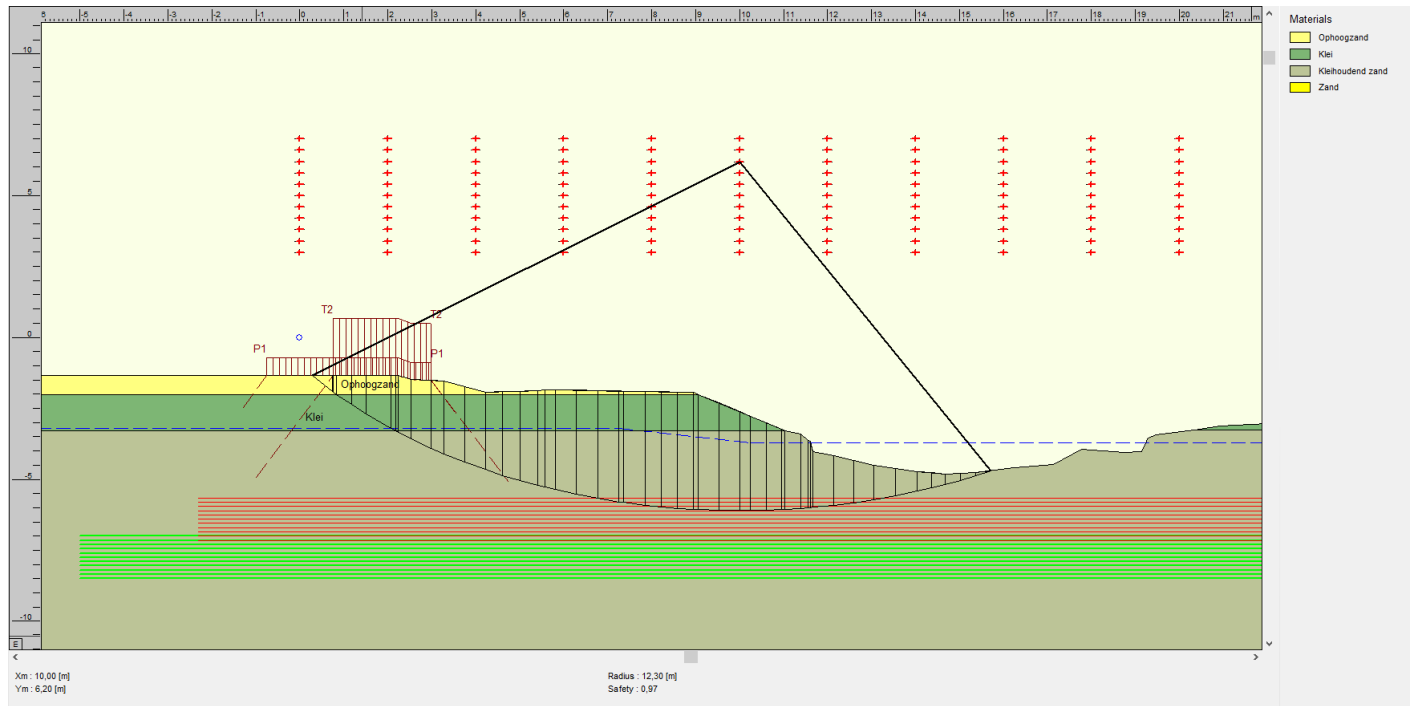


Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau (10 cm)

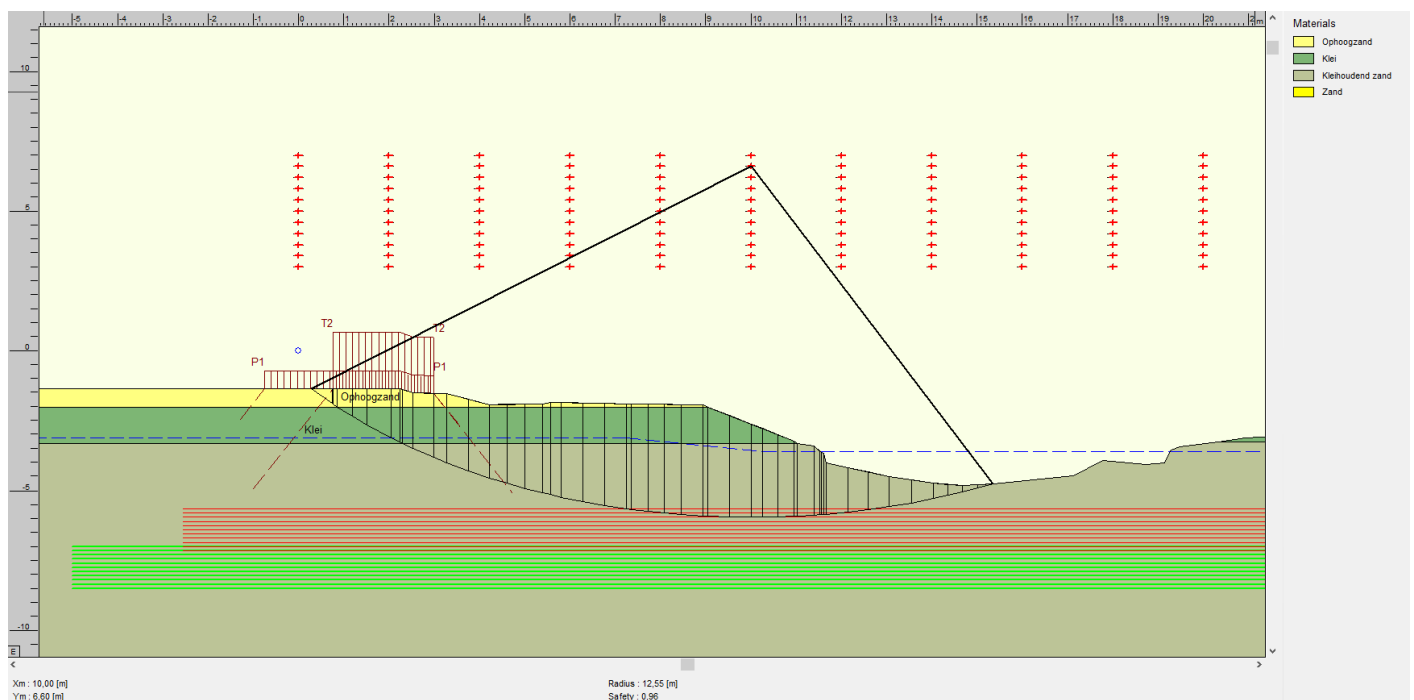


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 07

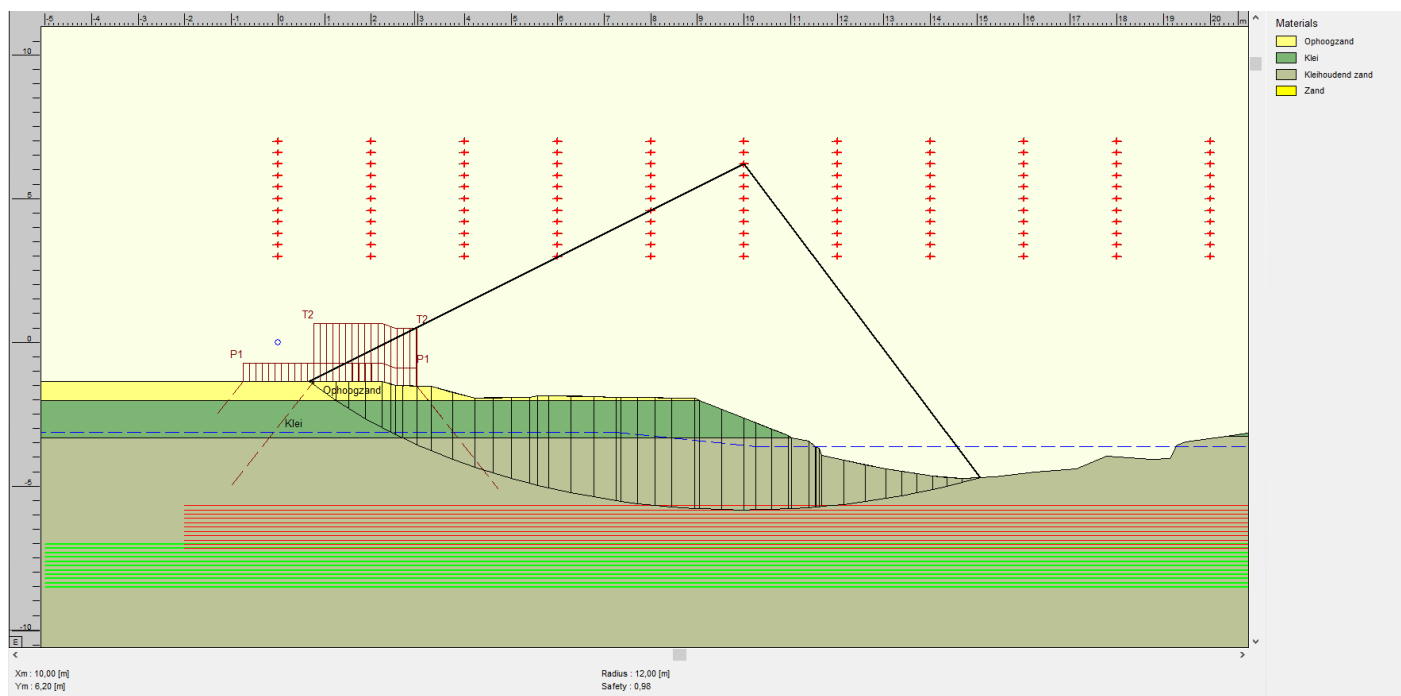
Huidige situatie



Toekomstige situatie



Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau (10 cm)



Bijlage C: Representatieve D-Geo Stability berekening

D-Geo Stability 18.2

Program : D-Geo Stability
Version : 18.2.2.32619
Company :
Date : 30-3-2023
Time : 18:11:40

Output file : C:\Users\vanoverf2819\OneDrive - ARCADIS\018 HHW\Peilbesluit\Maart 2023\Stuwpeil HHW

Input file : C:\Users\vanoverf2819\OneDrive - ARCADIS\018 HHW\Peilbesluit\Maart 2023\Stuwpeil HHW

===== BEGINNING OF DATA =====

ECHO OF THE INPUT

=====

Problem identification : HHW peilbesluit - ProRail
: Stabiliteitsberekening Bishop

Calculation model : Bishop
Default shear strength : C phi

LAYER BOUNDARIES

=====

Boundary no.	Co-ordinates [m]
3 - X -	-30.00 1.76 3.56 5.25 6.38 7.30
3 - Y -	-2.24 -2.21 -2.20 -2.27 -2.42 -3.04
3 - X -	7.91 8.36 8.64 9.01 9.39 9.77
3 - Y -	-3.51 -3.70 -3.97 -4.31 -4.37 -4.35
3 - X -	10.26 10.59 11.06 11.45 11.96 12.26
3 - Y -	-4.47 -4.47 -4.45 -4.49 -4.27 -4.32
3 - X -	12.67 13.00 13.13 13.17 13.40 14.28
3 - Y -	-4.17 -4.01 -3.70 -3.20 -3.14 -2.97
3 - X -	14.96 15.94 17.19 35.00
3 - Y -	-2.55 -1.88 -0.94 -0.94
2 - X -	-30.00 1.76 3.56 5.25 6.38 7.30
2 - Y -	-2.24 -2.21 -2.20 -2.27 -2.42 -3.04
2 - X -	7.91 8.36 8.64 9.01 9.39 9.77
2 - Y -	-3.51 -3.70 -3.97 -4.31 -4.37 -4.35
2 - X -	10.26 10.59 11.06 11.45 11.96 12.26
2 - Y -	-4.47 -4.47 -4.45 -4.49 -4.27 -4.32
2 - X -	12.67 13.00 13.13 13.17 13.40 14.28
2 - Y -	-4.17 -4.01 -3.70 -3.20 -3.14 -2.97
2 - X -	14.96 15.94 35.00
2 - Y -	-2.55 -1.88 -1.88
1 - X -	-30.00 35.00
1 - Y -	-19.00 -19.00
0 - X -	-30.00 35.00
0 - Y -	-25.00 -25.00

PL-LINES

=====

Pl-line no.	Co-ordinates [m]
1 - X -	-30.00 16.22 18.00 35.00

D-Geo Stability 18.2

1 - Y - | -3.40 -3.40 -2.90 -2.90

Unit weight of water used for calculation: 9.81 [kN/m3]
The groundwater level is determined by Pl-line number 1

FORBIDDEN LINES =====

No forbidden lines were input.

SOIL PROPERTIES =====

Layer no. | Material name

3	Ophoogzand
2	Kleiholdend zand
1	Zand

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	Pl-line top	Pl-line bottom
3	18.00	20.00	1	1
2	18.00	18.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Dilatancy [degrees]	S [-]	POP [kN/m2]	m [-]
3	0.00	29.25	29.25	-	-	-
2	0.00	22.18	22.18	-	-	-
1	0.00	29.25	29.25	-	-	-

Layer number	Su top [kN/m2]	Su bot. [kN/m2]	Su grad. [kN/m2/m]	POP top [kN/m2]	POP bot. [kN/m2]	Gamma LEM [-]
3	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES =====

X co-ordinate grid left : 10.00 [m]
X co-ordinate grid right : 20.00 [m]
Number of grid points in X - direction : 11

Y co-ordinate grid bottom : 3.00 [m]
Y co-ordinate grid top : 7.00 [m]
Number of grid points in Y - direction : 11

Y co-ordinate tangent smallest circle : -5.00 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : -7.00 [m]
Number of circles per grid point : 11

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 121
Total number of slip circles in the grid : 1331

MEASURED YIELD STRESS
=====

No measured yield stress input.

LINE LOADS
=====

No line loads were input.

UNIFORM LOAD
=====

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	12.50	21.63	24.60	26.00	Permanent
2	10.00	25.63	28.63	26.00	Permanent
3	40.30	21.63	24.63	26.00	Temporary
4	32.24	25.63	28.63	26.00	Temporary

TREE ON SLOPE
=====

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS
=====

Layer number	Degree of consolidation
3	100
2	0
1	100

GEOTEXTILES
=====

No geotextiles were input.

NAILS
=====

No nails were input.

EARTHQUAKE
=====

No earth quake factors were input.

***** The input has been tested, and is correct. *****



RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS

=====

Minimum safety factor per slip circle.

=====

X-coord [m]	Y-coord [m]	Radius [m]	F
10.00	3.00	10.00	-
10.00	3.00	9.80	-
10.00	3.00	9.60	-
10.00	3.00	9.40	-
10.00	3.00	9.20	-
10.00	3.00	9.00	-
10.00	3.00	8.80	-
10.00	3.00	8.60	-
10.00	3.00	8.40	-
10.00	3.00	8.20	-
10.00	3.00	8.00	-
10.00	3.40	10.40	-
10.00	3.40	10.20	-
10.00	3.40	10.00	-
10.00	3.40	9.80	-
10.00	3.40	9.60	-
10.00	3.40	9.40	-
10.00	3.40	9.20	-
10.00	3.40	9.00	-
10.00	3.40	8.80	-
10.00	3.40	8.60	-
10.00	3.40	8.40	-
10.00	3.80	10.80	-
10.00	3.80	10.60	-
10.00	3.80	10.40	-
10.00	3.80	10.20	-
10.00	3.80	10.00	-
10.00	3.80	9.80	-
10.00	3.80	9.60	-
10.00	3.80	9.40	-

D-Geo Stability 18.2

10.00	3.80	9.20	-
10.00	3.80	9.00	-
10.00	3.80	8.80	-
10.00	4.20	11.20	-
10.00	4.20	11.00	-
10.00	4.20	10.80	-
10.00	4.20	10.60	-
10.00	4.20	10.40	-
10.00	4.20	10.20	-
10.00	4.20	10.00	-
10.00	4.20	9.80	-
10.00	4.20	9.60	-
10.00	4.20	9.40	-
10.00	4.20	9.20	-
10.00	4.60	11.60	-
10.00	4.60	11.40	-
10.00	4.60	11.20	-
10.00	4.60	11.00	-
10.00	4.60	10.80	-
10.00	4.60	10.60	-
10.00	4.60	10.40	-
10.00	4.60	10.20	-
10.00	4.60	10.00	-
10.00	4.60	9.80	-
10.00	4.60	9.60	-
10.00	5.00	12.00	-
10.00	5.00	11.80	-
10.00	5.00	11.60	-
10.00	5.00	11.40	-
10.00	5.00	11.20	-
10.00	5.00	11.00	-
10.00	5.00	10.80	-
10.00	5.00	10.60	-
10.00	5.00	10.40	-
10.00	5.00	10.20	-
10.00	5.00	10.00	-

D-Geo Stability 18.2

10.00	5.40	12.40	-
10.00	5.40	12.20	-
10.00	5.40	12.00	-
10.00	5.40	11.80	-
10.00	5.40	11.60	-
10.00	5.40	11.40	-
10.00	5.40	11.20	-
10.00	5.40	11.00	-
10.00	5.40	10.80	-
10.00	5.40	10.60	-
10.00	5.40	10.40	-
10.00	5.80	12.80	5.87
10.00	5.80	12.60	-
10.00	5.80	12.40	-
10.00	5.80	12.20	-
10.00	5.80	12.00	-
10.00	5.80	11.80	-
10.00	5.80	11.60	-
10.00	5.80	11.40	-
10.00	5.80	11.20	-
10.00	5.80	11.00	-
10.00	5.80	10.80	-
10.00	6.20	13.20	5.76
10.00	6.20	13.00	-
10.00	6.20	12.80	-
10.00	6.20	12.60	-
10.00	6.20	12.40	-
10.00	6.20	12.20	-
10.00	6.20	12.00	-
10.00	6.20	11.80	-
10.00	6.20	11.60	-
10.00	6.20	11.40	-
10.00	6.20	11.20	-
10.00	6.60	13.60	5.66
10.00	6.60	13.40	-
10.00	6.60	13.20	-

D-Geo Stability 18.2

10.00	6.60	13.00	-
10.00	6.60	12.80	-
10.00	6.60	12.60	-
10.00	6.60	12.40	-
10.00	6.60	12.20	-
10.00	6.60	12.00	-
10.00	6.60	11.80	-
10.00	6.60	11.60	-
10.00	7.00	14.00	5.58
10.00	7.00	13.80	-
10.00	7.00	13.60	-
10.00	7.00	13.40	-
10.00	7.00	13.20	-
10.00	7.00	13.00	-
10.00	7.00	12.80	-
10.00	7.00	12.60	-
10.00	7.00	12.40	-
10.00	7.00	12.20	-
10.00	7.00	12.00	-
11.00	3.00	10.00	-
11.00	3.00	9.80	-
11.00	3.00	9.60	-
11.00	3.00	9.40	-
11.00	3.00	9.20	-
11.00	3.00	9.00	-
11.00	3.00	8.80	-
11.00	3.00	8.60	-
11.00	3.00	8.40	-
11.00	3.00	8.20	-
11.00	3.00	8.00	-
11.00	3.40	10.40	4.02
11.00	3.40	10.20	-
11.00	3.40	10.00	-
11.00	3.40	9.80	-
11.00	3.40	9.60	-
11.00	3.40	9.40	-

D-Geo Stability 18.2

11.00	3.40	9.20	-
11.00	3.40	9.00	-
11.00	3.40	8.80	-
11.00	3.40	8.60	-
11.00	3.40	8.40	-
11.00	3.80	10.80	4.00
11.00	3.80	10.60	-
11.00	3.80	10.40	-
11.00	3.80	10.20	-
11.00	3.80	10.00	-
11.00	3.80	9.80	-
11.00	3.80	9.60	-
11.00	3.80	9.40	-
11.00	3.80	9.20	-
11.00	3.80	9.00	-
11.00	3.80	8.80	-
11.00	4.20	11.20	4.00
11.00	4.20	11.00	-
11.00	4.20	10.80	-
11.00	4.20	10.60	-
11.00	4.20	10.40	-
11.00	4.20	10.20	-
11.00	4.20	10.00	-
11.00	4.20	9.80	-
11.00	4.20	9.60	-
11.00	4.20	9.40	-
11.00	4.20	9.20	-
11.00	4.60	11.60	3.99
11.00	4.60	11.40	3.86
11.00	4.60	11.20	-
11.00	4.60	11.00	-
11.00	4.60	10.80	-
11.00	4.60	10.60	-
11.00	4.60	10.40	-
11.00	4.60	10.20	-
11.00	4.60	10.00	-

D-Geo Stability 18.2

11.00	4.60	9.80	-
11.00	4.60	9.60	-
11.00	5.00	12.00	3.99
11.00	5.00	11.80	3.87
11.00	5.00	11.60	-
11.00	5.00	11.40	-
11.00	5.00	11.20	-
11.00	5.00	11.00	-
11.00	5.00	10.80	-
11.00	5.00	10.60	-
11.00	5.00	10.40	-
11.00	5.00	10.20	-
11.00	5.00	10.00	-
11.00	5.40	12.40	3.94
11.00	5.40	12.20	3.87
11.00	5.40	12.00	-
11.00	5.40	11.80	-
11.00	5.40	11.60	-
11.00	5.40	11.40	-
11.00	5.40	11.20	-
11.00	5.40	11.00	-
11.00	5.40	10.80	-
11.00	5.40	10.60	-
11.00	5.40	10.40	-
11.00	5.80	12.80	3.76
11.00	5.80	12.60	3.85
11.00	5.80	12.40	-
11.00	5.80	12.20	-
11.00	5.80	12.00	-
11.00	5.80	11.80	-
11.00	5.80	11.60	-
11.00	5.80	11.40	-
11.00	5.80	11.20	-
11.00	5.80	11.00	-
11.00	5.80	10.80	-
11.00	6.20	13.20	3.52

D-Geo Stability 18.2

11.00	6.20	13.00	3.71
11.00	6.20	12.80	3.78
11.00	6.20	12.60	-
11.00	6.20	12.40	-
11.00	6.20	12.20	-
11.00	6.20	12.00	-
11.00	6.20	11.80	-
11.00	6.20	11.60	-
11.00	6.20	11.40	-
11.00	6.20	11.20	-
11.00	6.60	13.60	3.33
11.00	6.60	13.40	3.49
11.00	6.60	13.20	3.69
11.00	6.60	13.00	-
11.00	6.60	12.80	-
11.00	6.60	12.60	-
11.00	6.60	12.40	-
11.00	6.60	12.20	-
11.00	6.60	12.00	-
11.00	6.60	11.80	-
11.00	6.60	11.60	-
11.00	7.00	14.00	3.14
11.00	7.00	13.80	3.31
11.00	7.00	13.60	3.47
11.00	7.00	13.40	-
11.00	7.00	13.20	-
11.00	7.00	13.00	-
11.00	7.00	12.80	-
11.00	7.00	12.60	-
11.00	7.00	12.40	-
11.00	7.00	12.20	-
11.00	7.00	12.00	-
12.00	3.00	10.00	2.78
12.00	3.00	9.80	2.62
12.00	3.00	9.60	2.47
12.00	3.00	9.40	-

D-Geo Stability 18.2

12.00	3.00	9.20	-
12.00	3.00	9.00	-
12.00	3.00	8.80	-
12.00	3.00	8.60	-
12.00	3.00	8.40	-
12.00	3.00	8.20	-
12.00	3.00	8.00	-
12.00	3.40	10.40	2.83
12.00	3.40	10.20	2.68
12.00	3.40	10.00	2.53
12.00	3.40	9.80	-
12.00	3.40	9.60	-
12.00	3.40	9.40	-
12.00	3.40	9.20	-
12.00	3.40	9.00	-
12.00	3.40	8.80	-
12.00	3.40	8.60	-
12.00	3.40	8.40	-
12.00	3.80	10.80	2.98
12.00	3.80	10.60	2.73
12.00	3.80	10.40	2.58
12.00	3.80	10.20	-
12.00	3.80	10.00	-
12.00	3.80	9.80	-
12.00	3.80	9.60	-
12.00	3.80	9.40	-
12.00	3.80	9.20	-
12.00	3.80	9.00	-
12.00	3.80	8.80	-
12.00	4.20	11.20	2.86
12.00	4.20	11.00	2.87
12.00	4.20	10.80	2.64
12.00	4.20	10.60	2.49
12.00	4.20	10.40	-
12.00	4.20	10.20	-
12.00	4.20	10.00	-

D-Geo Stability 18.2

12.00	4.20	9.80	-
12.00	4.20	9.60	-
12.00	4.20	9.40	-
12.00	4.20	9.20	-
12.00	4.60	11.60	2.67
12.00	4.60	11.40	2.71
12.00	4.60	11.20	2.78
12.00	4.60	11.00	2.54
12.00	4.60	10.80	-
12.00	4.60	10.60	-
12.00	4.60	10.40	-
12.00	4.60	10.20	-
12.00	4.60	10.00	-
12.00	4.60	9.80	-
12.00	4.60	9.60	-
12.00	5.00	12.00	2.52
12.00	5.00	11.80	2.59
12.00	5.00	11.60	2.64
12.00	5.00	11.40	2.51
12.00	5.00	11.20	-
12.00	5.00	11.00	-
12.00	5.00	10.80	-
12.00	5.00	10.60	-
12.00	5.00	10.40	-
12.00	5.00	10.20	-
12.00	5.00	10.00	-
12.00	5.40	12.40	2.41
12.00	5.40	12.20	2.46
12.00	5.40	12.00	2.54
12.00	5.40	11.80	2.59
12.00	5.40	11.60	-
12.00	5.40	11.40	-
12.00	5.40	11.20	-
12.00	5.40	11.00	-
12.00	5.40	10.80	-
12.00	5.40	10.60	-

D-Geo Stability 18.2

12.00	5.40	10.40	-
12.00	5.80	12.80	2.31
12.00	5.80	12.60	2.35
12.00	5.80	12.40	2.42
12.00	5.80	12.20	2.43
12.00	5.80	12.00	2.45
12.00	5.80	11.80	-
12.00	5.80	11.60	-
12.00	5.80	11.40	-
12.00	5.80	11.20	-
12.00	5.80	11.00	-
12.00	5.80	10.80	-
12.00	6.20	13.20	2.23
12.00	6.20	13.00	2.27
12.00	6.20	12.80	2.31
12.00	6.20	12.60	2.37
12.00	6.20	12.40	2.40
12.00	6.20	12.20	-
12.00	6.20	12.00	-
12.00	6.20	11.80	-
12.00	6.20	11.60	-
12.00	6.20	11.40	-
12.00	6.20	11.20	-
12.00	6.60	13.60	2.17
12.00	6.60	13.40	2.19
12.00	6.60	13.20	2.22
12.00	6.60	13.00	2.28
12.00	6.60	12.80	2.35
12.00	6.60	12.60	-
12.00	6.60	12.40	-
12.00	6.60	12.20	-
12.00	6.60	12.00	-
12.00	6.60	11.80	-
12.00	6.60	11.60	-
12.00	7.00	14.00	2.11
12.00	7.00	13.80	2.14

D-Geo Stability 18.2

12.00	7.00	13.60	2.16	
12.00	7.00	13.40	2.20	
12.00	7.00	13.20	2.25	
12.00	7.00	13.00	-	
12.00	7.00	12.80	-	
12.00	7.00	12.60	-	
12.00	7.00	12.40	-	
12.00	7.00	12.20	-	
12.00	7.00	12.00	-	
13.00	3.00	10.00	1.99	
13.00	3.00	9.80	2.02	
13.00	3.00	9.60	1.99	
13.00	3.00	9.40	1.73	
13.00	3.00	9.20	1.59	
13.00	3.00	9.00	-	
13.00	3.00	8.80	-	
13.00	3.00	8.60	-	
13.00	3.00	8.40	-	
13.00	3.00	8.20	-	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,40 till 20,19 taken.
"	"	"	"	
13.00	3.00	8.00	-	
13.00	3.40	10.40	1.91	
13.00	3.40	10.20	1.92	
13.00	3.40	10.00	1.92	
13.00	3.40	9.80	1.91	
13.00	3.40	9.60	1.66	
13.00	3.40	9.40	1.52	
13.00	3.40	9.20	-	
13.00	3.40	9.00	-	
13.00	3.40	8.80	-	
13.00	3.40	8.60	-	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,28 till 20,43 taken.
"	"	"	"	
13.00	3.40	8.40	-	
13.00	3.80	10.80	1.85	
13.00	3.80	10.60	1.84	
13.00	3.80	10.40	1.85	
13.00	3.80	10.20	1.86	

D-Geo Stability 18.2

13.00	3.80	10.00	1.77	
13.00	3.80	9.80	1.59	
13.00	3.80	9.60	-	
13.00	3.80	9.40	-	
13.00	3.80	9.20	-	
13.00	3.80	9.00	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,14 till 20,65 taken.
13.00	3.80	8.80	-	
13.00	4.20	11.20	1.80	
13.00	4.20	11.00	1.79	
13.00	4.20	10.80	1.79	
13.00	4.20	10.60	1.80	
13.00	4.20	10.40	1.81	
13.00	4.20	10.20	1.71	
13.00	4.20	10.00	-	
13.00	4.20	9.80	-	
13.00	4.20	9.60	-	
13.00	4.20	9.40	-	
13.00	4.20	9.20	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,62 till 20,63 taken.
13.00	4.60	11.60	1.75	
13.00	4.60	11.40	1.75	
13.00	4.60	11.20	1.74	
13.00	4.60	11.00	1.73	
13.00	4.60	10.80	1.73	
13.00	4.60	10.60	1.70	
13.00	4.60	10.40	-	
13.00	4.60	10.20	-	
13.00	4.60	10.00	-	
13.00	4.60	9.80	-	
13.00	4.60	9.60	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,56 till 20,84 taken.
13.00	5.00	12.00	1.72	
13.00	5.00	11.80	1.71	
13.00	5.00	11.60	1.70	
13.00	5.00	11.40	1.70	
13.00	5.00	11.20	1.69	
13.00	5.00	11.00	1.69	

D-Geo Stability 18.2

13.00	5.00	10.80	-	
13.00	5.00	10.60	-	
13.00	5.00	10.40	-	
13.00	5.00	10.20	-	
13.00	5.00	10.00	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,49 till 21,05 taken.
13.00	5.40	12.40	1.69	
13.00	5.40	12.20	1.68	
13.00	5.40	12.00	1.67	
13.00	5.40	11.80	1.66	
13.00	5.40	11.60	1.65	
13.00	5.40	11.40	1.64	
13.00	5.40	11.20	-	
13.00	5.40	11.00	-	
13.00	5.40	10.80	-	
13.00	5.40	10.60	-	
13.00	5.40	10.40	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,43 till 21,25 taken.
13.00	5.80	12.80	1.67	
13.00	5.80	12.60	1.66	
13.00	5.80	12.40	1.65	
13.00	5.80	12.20	1.64	
13.00	5.80	12.00	1.62	
13.00	5.80	11.80	1.62	
13.00	5.80	11.60	-	
13.00	5.80	11.40	-	
13.00	5.80	11.20	-	
13.00	5.80	11.00	-	
13.00	5.80	10.80	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,35 till 21,44 taken.
13.00	6.20	13.20	1.66	
13.00	6.20	13.00	1.64	
13.00	6.20	12.80	1.63	
13.00	6.20	12.60	1.61	
13.00	6.20	12.40	1.60	
13.00	6.20	12.20	1.58	
13.00	6.20	12.00	1.58	

D-Geo Stability 18.2

13.00	6.20	11.80	-	
13.00	6.20	11.60	-	
13.00	6.20	11.40	-	
13.00	6.20	11.20	-	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,22 till 21,63 taken.
"	"	"	"	
13.00	6.60	13.60	1.65	
13.00	6.60	13.40	1.63	
13.00	6.60	13.20	1.61	
13.00	6.60	13.00	1.60	
13.00	6.60	12.80	1.57	
13.00	6.60	12.60	1.57	
13.00	6.60	12.40	1.56	
13.00	6.60	12.20	-	
13.00	6.60	12.00	-	
13.00	6.60	11.80	-	
13.00	6.60	11.60	-	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,10 till 21,82 taken.
"	"	"	"	
13.00	7.00	14.00	1.64	
13.00	7.00	13.80	1.61	
13.00	7.00	13.60	1.60	
13.00	7.00	13.40	1.58	
13.00	7.00	13.20	1.57	
13.00	7.00	13.00	1.55	
13.00	7.00	12.80	1.54	
13.00	7.00	12.60	-	
13.00	7.00	12.40	-	
13.00	7.00	12.20	-	
13.00	7.00	12.00	-	
14.00	3.00	10.00	1.35	
14.00	3.00	9.80	1.32	
14.00	3.00	9.60	1.28	
14.00	3.00	9.40	1.25	
14.00	3.00	9.20	1.23	
14.00	3.00	9.00	1.22	
14.00	3.00	8.80	1.21	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,13 till 21,87 taken.
"	"	"	"	
14.00	3.00	8.60	-	
14.00	3.00	8.40	-	

D-Geo Stability 18.2

14.00	3.00	8.20	-	
14.00	3.00	8.00	-	
14.00	3.40	10.40	1.35	
14.00	3.40	10.20	1.31	
14.00	3.40	10.00	1.28	
14.00	3.40	9.80	1.24	
14.00	3.40	9.60	1.20	
14.00	3.40	9.40	1.18	
14.00	3.40	9.20	1.18	
14.00	3.40	9.00	1.18	
14.00	3.40	8.80	-	
14.00	3.40	8.60	-	
14.00	3.40	8.40	-	
14.00	3.80	10.80	1.34	
14.00	3.80	10.60	1.30	
14.00	3.80	10.40	1.27	
14.00	3.80	10.20	1.23	
14.00	3.80	10.00	1.20	
14.00	3.80	9.80	1.17	
14.00	3.80	9.60	1.15	
14.00	3.80	9.40	1.14	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,34 till 22,12 taken.
"	"	"	"	
14.00	3.80	9.20	-	
14.00	3.80	9.00	-	
14.00	3.80	8.80	-	
14.00	4.20	11.20	1.34	
14.00	4.20	11.00	1.30	
14.00	4.20	10.80	1.27	
14.00	4.20	10.60	1.23	
14.00	4.20	10.40	1.19	
14.00	4.20	10.20	1.16	
14.00	4.20	10.00	1.12	
14.00	4.20	9.80	1.12	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,19 till 22,35 taken.
"	"	"	"	
14.00	4.20	9.60	-	
14.00	4.20	9.40	-	
14.00	4.20	9.20	-	

14.00	4.60	11.60	1.33	
14.00	4.60	11.40	1.30	
14.00	4.60	11.20	1.26	
14.00	4.60	11.00	1.23	
14.00	4.60	10.80	1.19	
14.00	4.60	10.60	1.16	
14.00	4.60	10.40	1.13	
14.00	4.60	10.20	1.08	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,04 till 22,57 taken.
"	"	"	"	
14.00	4.60	10.00	-	
14.00	4.60	9.80	-	
14.00	4.60	9.60	-	
14.00	5.00	12.00	1.34	
14.00	5.00	11.80	1.30	
14.00	5.00	11.60	1.26	
14.00	5.00	11.40	1.23	
14.00	5.00	11.20	1.19	
14.00	5.00	11.00	1.16	
14.00	5.00	10.80	1.12	
14.00	5.00	10.60	1.09	
14.00	5.00	10.40	-	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,48 till 22,54 taken.
"	"	"	"	
14.00	5.00	10.20	-	
14.00	5.00	10.00	-	
14.00	5.40	12.40	1.34	
14.00	5.40	12.20	1.31	
14.00	5.40	12.00	1.27	
14.00	5.40	11.80	1.23	
14.00	5.40	11.60	1.20	
14.00	5.40	11.40	1.16	
14.00	5.40	11.20	1.13	
14.00	5.40	11.00	1.10	
14.00	5.40	10.80	-	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,40 till 22,75 taken.
"	"	"	"	
14.00	5.40	10.60	-	
14.00	5.40	10.40	-	
14.00	5.80	12.80	1.37	

D-Geo Stability 18.2

14.00	5.80	12.60	1.31	
14.00	5.80	12.40	1.28	
14.00	5.80	12.20	1.24	
14.00	5.80	12.00	1.20	
14.00	5.80	11.80	1.17	
14.00	5.80	11.60	1.13	
14.00	5.80	11.40	1.10	
14.00	5.80	11.20	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,27 till 22,95 taken.
14.00	5.80	11.00	-	
14.00	5.80	10.80	-	
14.00	6.20	13.20	1.41	
14.00	6.20	13.00	1.34	
14.00	6.20	12.80	1.28	
14.00	6.20	12.60	1.24	
14.00	6.20	12.40	1.21	
14.00	6.20	12.20	1.18	
14.00	6.20	12.00	1.14	
14.00	6.20	11.80	1.11	
14.00	6.20	11.60	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,13 till 23,14 taken.
14.00	6.20	11.40	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,69 till 22,89 taken.
14.00	6.20	11.20	-	
14.00	6.60	13.60	1.44	
14.00	6.60	13.40	1.37	
14.00	6.60	13.20	1.31	
14.00	6.60	13.00	1.25	
14.00	6.60	12.80	1.22	
14.00	6.60	12.60	1.18	
14.00	6.60	12.40	1.15	
14.00	6.60	12.20	1.11	
14.00	6.60	12.00	-	
14.00	6.60	11.80	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,62 till 23,08 taken.
14.00	6.60	11.60	-	
14.00	7.00	14.00	1.49	
14.00	7.00	13.80	1.41	

D-Geo Stability 18.2

14.00	7.00	13.60	1.34	
14.00	7.00	13.40	1.27	
14.00	7.00	13.20	1.22	
14.00	7.00	13.00	1.19	
14.00	7.00	12.80	1.16	
14.00	7.00	12.60	1.12	
14.00	7.00	12.40	-	
14.00	7.00	12.20	-	Circle cuts surface > 2 times =>
"	"	"	"	Piece X=9,55 till 23,27 taken.
14.00	7.00	12.00	-	
15.00	3.00	10.00	1.05	
15.00	3.00	9.80	1.02	
15.00	3.00	9.60	1.00	
15.00	3.00	9.40	1.00	
15.00	3.00	9.20	1.00	
15.00	3.00	9.00	1.02	
15.00	3.00	8.80	1.05	
15.00	3.00	8.60	1.09	
15.00	3.00	8.40	1.14	
15.00	3.00	8.20	-	
15.00	3.00	8.00	-	
15.00	3.40	10.40	1.06	
15.00	3.40	10.20	1.02	
15.00	3.40	10.00	0.99	
15.00	3.40	9.80	0.98	
15.00	3.40	9.60	0.98	
15.00	3.40	9.40	0.99	
15.00	3.40	9.20	1.01	
15.00	3.40	9.00	1.04	
15.00	3.40	8.80	1.09	
15.00	3.40	8.60	-	
15.00	3.40	8.40	-	
15.00	3.80	10.80	1.07	
15.00	3.80	10.60	1.03	
15.00	3.80	10.40	0.99	
15.00	3.80	10.20	0.97	
15.00	3.80	10.00	0.96	

D-Geo Stability 18.2

15.00	3.80	9.80	0.97	
15.00	3.80	9.60	0.99	
15.00	3.80	9.40	1.02	
15.00	3.80	9.20	1.05	
15.00	3.80	9.00	-	
15.00	3.80	8.80	-	
15.00	4.20	11.20	1.11	
15.00	4.20	11.00	1.05	
15.00	4.20	10.80	1.00	
15.00	4.20	10.60	0.96	
15.00	4.20	10.40	0.95	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,03 till 24,04 taken.
"	"	"	"	
15.00	4.20	10.20	0.95	
15.00	4.20	10.00	0.97	
15.00	4.20	9.80	0.99	
15.00	4.20	9.60	1.02	
15.00	4.20	9.40	-	
15.00	4.20	9.20	-	
15.00	4.60	11.60	1.14	
15.00	4.60	11.40	1.08	
15.00	4.60	11.20	1.02	
15.00	4.60	11.00	0.97	
15.00	4.60	10.80	0.95	
15.00	4.60	10.60	0.94	
15.00	4.60	10.40	0.95	
15.00	4.60	10.20	0.97	
15.00	4.60	10.00	1.00	
15.00	4.60	9.80	-	
15.00	4.60	9.60	-	
15.00	5.00	12.00	1.20	
15.00	5.00	11.80	1.12	
15.00	5.00	11.60	1.05	
15.00	5.00	11.40	0.99	
15.00	5.00	11.20	0.95	
15.00	5.00	11.00	0.93	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,19 till 24,26 taken.
"	"	"	"	
15.00	5.00	10.80	0.94	

D-Geo Stability 18.2

15.00	5.00	10.60	0.96	
15.00	5.00	10.40	0.98	
15.00	5.00	10.20	-	
15.00	5.00	10.00	-	
15.00	5.40	12.40	1.25	
15.00	5.40	12.20	1.17	
15.00	5.40	12.00	1.09	
15.00	5.40	11.80	1.03	
15.00	5.40	11.60	0.97	
15.00	5.40	11.40	0.92	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,03 till 24,48 taken.
"	"	"	"	
15.00	5.40	11.20	0.93	
15.00	5.40	11.00	0.95	
15.00	5.40	10.80	0.97	
15.00	5.40	10.60	-	
15.00	5.40	10.40	-	
15.00	5.80	12.80	1.32	
15.00	5.80	12.60	1.22	
15.00	5.80	12.40	1.13	
15.00	5.80	12.20	1.06	
15.00	5.80	12.00	1.00	
15.00	5.80	11.80	0.94	
15.00	5.80	11.60	0.93	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,42 till 24,44 taken.
"	"	"	"	
15.00	5.80	11.40	0.94	
15.00	5.80	11.20	0.96	
15.00	5.80	11.00	-	
15.00	5.80	10.80	-	
15.00	6.20	13.20	1.38	
15.00	6.20	13.00	1.29	
15.00	6.20	12.80	1.19	
15.00	6.20	12.60	1.10	
15.00	6.20	12.40	1.03	
15.00	6.20	12.20	0.97	
15.00	6.20	12.00	0.92	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,29 till 24,65 taken.
"	"	"	"	
15.00	6.20	11.80	0.93	

D-Geo Stability 18.2

15.00	6.20	11.60	0.95	
15.00	6.20	11.40	0.98	
15.00	6.20	11.20	-	
15.00	6.60	13.60	1.37	
15.00	6.60	13.40	1.35	
15.00	6.60	13.20	1.27	
15.00	6.60	13.00	1.15	
15.00	6.60	12.80	1.06	
15.00	6.60	12.60	1.00	
15.00	6.60	12.40	0.93	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,15 till 24,85 taken.
"	"	"	"	
15.00	6.60	12.20	0.93	
15.00	6.60	12.00	0.95	
15.00	6.60	11.80	0.97	
15.00	6.60	11.60	-	
15.00	7.00	14.00	1.41	
15.00	7.00	13.80	1.34	
15.00	7.00	13.60	1.28	
15.00	7.00	13.40	1.19	
15.00	7.00	13.20	1.11	
15.00	7.00	13.00	1.03	
15.00	7.00	12.80	0.97	
15.00	7.00	12.60	0.94	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,55 till 24,79 taken.
"	"	"	"	
15.00	7.00	12.40	0.94	
15.00	7.00	12.20	0.96	
15.00	7.00	12.00	-	
16.00	3.00	10.00	1.01	
16.00	3.00	9.80	1.01	
16.00	3.00	9.60	0.98	
16.00	3.00	9.40	0.96	
16.00	3.00	9.20	0.96	
16.00	3.00	9.00	0.97	
16.00	3.00	8.80	0.99	
16.00	3.00	8.60	1.01	
16.00	3.00	8.40	1.04	
16.00	3.00	8.20	1.08	

D-Geo Stability 18.2

16.00	3.00	8.00	-	
16.00	3.40	10.40	1.04	
16.00	3.40	10.20	1.00	
16.00	3.40	10.00	0.97	
16.00	3.40	9.80	0.95	
16.00	3.40	9.60	0.95	
16.00	3.40	9.40	0.95	
16.00	3.40	9.20	0.97	
16.00	3.40	9.00	0.99	
16.00	3.40	8.80	1.02	
16.00	3.40	8.60	1.05	
16.00	3.40	8.40	-	
16.00	3.80	10.80	1.11	
16.00	3.80	10.60	1.03	
16.00	3.80	10.40	0.99	
16.00	3.80	10.20	0.96	
16.00	3.80	10.00	0.95	
16.00	3.80	9.80	0.94	
16.00	3.80	9.60	0.95	
16.00	3.80	9.40	0.97	
16.00	3.80	9.20	1.00	
16.00	3.80	9.00	1.03	
16.00	3.80	8.80	-	
16.00	4.20	11.20	1.14	
16.00	4.20	11.00	1.10	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,03 till 25,73 taken.
"	"	"	"	
16.00	4.20	10.80	1.02	
16.00	4.20	10.60	0.98	
16.00	4.20	10.40	0.96	
16.00	4.20	10.20	0.95	
16.00	4.20	10.00	0.94	
16.00	4.20	9.80	0.96	
16.00	4.20	9.60	0.98	
16.00	4.20	9.40	1.01	
16.00	4.20	9.20	-	
16.00	4.60	11.60	1.13	
16.00	4.60	11.40	1.13	

D-Geo Stability 18.2

16.00	4.60	11.20	1.09	
16.00	4.60	11.00	1.01	
16.00	4.60	10.80	1.00	
16.00	4.60	10.60	0.96	
16.00	4.60	10.40	0.95	
16.00	4.60	10.20	0.95	
16.00	4.60	10.00	0.97	
16.00	4.60	9.80	1.00	
16.00	4.60	9.60	-	
16.00	5.00	12.00	1.16	
16.00	5.00	11.80	1.11	
16.00	5.00	11.60	1.10	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,10 till 25,97 taken.
"	"	"	"	
16.00	5.00	11.40	1.04	
16.00	5.00	11.20	1.00	
16.00	5.00	11.00	1.00	
16.00	5.00	10.80	0.96	
16.00	5.00	10.60	0.95	
16.00	5.00	10.40	0.96	
16.00	5.00	10.20	0.98	
16.00	5.00	10.00	-	
16.00	5.40	12.40	1.17	
16.00	5.40	12.20	1.14	
16.00	5.40	12.00	1.09	
16.00	5.40	11.80	1.08	
16.00	5.40	11.60	1.02	
16.00	5.40	11.40	1.03	
16.00	5.40	11.20	1.00	
16.00	5.40	11.00	0.96	
16.00	5.40	10.80	0.96	
16.00	5.40	10.60	0.98	
16.00	5.40	10.40	-	
16.00	5.80	12.80	1.18	
16.00	5.80	12.60	1.15	
16.00	5.80	12.40	1.10	
16.00	5.80	12.20	1.09	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,22 till 26,17 taken.
"	"	"	"	

D-Geo Stability 18.2

16.00	5.80	12.00	1.08	
16.00	5.80	11.80	1.02	
16.00	5.80	11.60	1.03	
16.00	5.80	11.40	0.97	
16.00	5.80	11.20	0.97	
16.00	5.80	11.00	0.98	
16.00	5.80	10.80	-	
16.00	6.20	13.20	1.19	
16.00	6.20	13.00	1.16	
16.00	6.20	12.80	1.13	
16.00	6.20	12.60	1.09	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,06 till 26,38 taken.
"	"	"	"	
16.00	6.20	12.40	1.07	
16.00	6.20	12.20	1.07	
16.00	6.20	12.00	1.02	
16.00	6.20	11.80	1.02	
16.00	6.20	11.60	0.98	
16.00	6.20	11.40	0.98	
16.00	6.20	11.20	-	
16.00	6.60	13.60	1.21	
16.00	6.60	13.40	1.17	
16.00	6.60	13.20	1.13	
16.00	6.60	13.00	1.11	
16.00	6.60	12.80	1.09	
16.00	6.60	12.60	1.09	
16.00	6.60	12.40	1.08	
16.00	6.60	12.20	1.04	
16.00	6.60	12.00	1.03	
16.00	6.60	11.80	1.00	
16.00	6.60	11.60	-	
16.00	7.00	14.00	1.23	
16.00	7.00	13.80	1.18	
16.00	7.00	13.60	1.15	
16.00	7.00	13.40	1.12	
16.00	7.00	13.20	1.09	Circle cuts surface > 2 times => Piece X=9,26 till 26,55 taken.
"	"	"	"	
16.00	7.00	13.00	1.06	

D-Geo Stability 18.2

16.00	7.00	12.80	1.08
16.00	7.00	12.60	1.06
16.00	7.00	12.40	1.06
16.00	7.00	12.20	1.05
16.00	7.00	12.00	-
17.00	3.00	10.00	1.19
17.00	3.00	9.80	1.17
17.00	3.00	9.60	1.18
17.00	3.00	9.40	1.10
17.00	3.00	9.20	1.06
17.00	3.00	9.00	1.03
17.00	3.00	8.80	1.02
17.00	3.00	8.60	1.02
17.00	3.00	8.40	1.04
17.00	3.00	8.20	1.07
17.00	3.00	8.00	1.11
17.00	3.40	10.40	1.16
17.00	3.40	10.20	1.18
17.00	3.40	10.00	1.16
17.00	3.40	9.80	1.17
17.00	3.40	9.60	1.09
17.00	3.40	9.40	1.09
17.00	3.40	9.20	1.03
17.00	3.40	9.00	1.03
17.00	3.40	8.80	1.03
17.00	3.40	8.60	1.05
17.00	3.40	8.40	1.09
17.00	3.80	10.80	1.14
17.00	3.80	10.60	1.16
17.00	3.80	10.40	1.15
17.00	3.80	10.20	1.16
17.00	3.80	10.00	1.17
17.00	3.80	9.80	1.09
17.00	3.80	9.60	1.09
17.00	3.80	9.40	1.04
17.00	3.80	9.20	1.04

D-Geo Stability 18.2

17.00	3.80	9.00	1.04
17.00	3.80	8.80	1.07
17.00	4.20	11.20	1.14
17.00	4.20	11.00	1.14
17.00	4.20	10.80	1.15
17.00	4.20	10.60	1.15
17.00	4.20	10.40	1.15
17.00	4.20	10.20	1.15
17.00	4.20	10.00	1.09
17.00	4.20	9.80	1.09
17.00	4.20	9.60	1.05
17.00	4.20	9.40	1.05
17.00	4.20	9.20	1.06
17.00	4.60	11.60	1.13
17.00	4.60	11.40	1.12
17.00	4.60	11.20	1.13
17.00	4.60	11.00	1.16
17.00	4.60	10.80	1.14
17.00	4.60	10.60	1.15
17.00	4.60	10.40	1.15
17.00	4.60	10.20	1.09
17.00	4.60	10.00	1.10
17.00	4.60	9.80	1.06
17.00	4.60	9.60	1.07
17.00	5.00	12.00	1.13
17.00	5.00	11.80	1.12
17.00	5.00	11.60	1.12
17.00	5.00	11.40	1.14
17.00	5.00	11.20	1.13
17.00	5.00	11.00	1.15
17.00	5.00	10.80	1.17
17.00	5.00	10.60	1.14
17.00	5.00	10.40	1.09
17.00	5.00	10.20	1.12
17.00	5.00	10.00	1.07
17.00	5.40	12.40	1.12

D-Geo Stability 18.2

17.00	5.40	12.20	1.12
17.00	5.40	12.00	1.11
17.00	5.40	11.80	1.12
17.00	5.40	11.60	1.15
17.00	5.40	11.40	1.14
17.00	5.40	11.20	1.16
17.00	5.40	11.00	1.18
17.00	5.40	10.80	1.15
17.00	5.40	10.60	1.14
17.00	5.40	10.40	1.13
17.00	5.80	12.80	1.13
17.00	5.80	12.60	1.11
17.00	5.80	12.40	1.11
17.00	5.80	12.20	1.11
17.00	5.80	12.00	1.13
17.00	5.80	11.80	1.13
17.00	5.80	11.60	1.15
17.00	5.80	11.40	1.15
17.00	5.80	11.20	1.17
17.00	5.80	11.00	1.12
17.00	5.80	10.80	1.15
17.00	6.20	13.20	1.13
"	"	"	"
17.00	6.20	13.00	1.12
17.00	6.20	12.80	1.11
17.00	6.20	12.60	1.11
17.00	6.20	12.40	1.12
17.00	6.20	12.20	1.14
17.00	6.20	12.00	1.14
17.00	6.20	11.80	1.17
17.00	6.20	11.60	1.18
17.00	6.20	11.40	1.17
17.00	6.20	11.20	1.17
17.00	6.60	13.60	1.13
17.00	6.60	13.40	1.12
17.00	6.60	13.20	1.11

Circle cuts surface > 2 times =>
Piece X=9,01 till 28,10 taken.

D-Geo Stability 18.2

17.00	6.60	13.00	1.11
17.00	6.60	12.80	1.11
17.00	6.60	12.60	1.14
17.00	6.60	12.40	1.14
17.00	6.60	12.20	1.16
17.00	6.60	12.00	1.16
17.00	6.60	11.80	1.19
17.00	6.60	11.60	1.19
17.00	7.00	14.00	1.14
17.00	7.00	13.80	1.12
"	"	"	"
17.00	7.00	13.60	1.11
17.00	7.00	13.40	1.11
17.00	7.00	13.20	1.11
17.00	7.00	13.00	1.13
17.00	7.00	12.80	1.15
17.00	7.00	12.60	1.16
17.00	7.00	12.40	1.18
17.00	7.00	12.20	1.18
17.00	7.00	12.00	1.20
18.00	3.00	10.00	1.23
18.00	3.00	9.80	1.24
18.00	3.00	9.60	1.25
18.00	3.00	9.40	1.27
18.00	3.00	9.20	1.28
18.00	3.00	9.00	1.30
18.00	3.00	8.80	1.33
18.00	3.00	8.60	1.26
18.00	3.00	8.40	1.27
18.00	3.00	8.20	1.25
18.00	3.00	8.00	1.20
18.00	3.40	10.40	1.22
18.00	3.40	10.20	1.22
18.00	3.40	10.00	1.23
18.00	3.40	9.80	1.24
18.00	3.40	9.60	1.27
18.00	3.40	9.40	1.28

Circle cuts surface > 2 times =>
Piece X=9,12 till 28,29 taken.

D-Geo Stability 18.2

18.00	3.40	9.20	1.30
18.00	3.40	9.00	1.34
18.00	3.40	8.80	1.27
18.00	3.40	8.60	1.29
18.00	3.40	8.40	1.26
18.00	3.80	10.80	1.21
18.00	3.80	10.60	1.21
18.00	3.80	10.40	1.22
18.00	3.80	10.20	1.22
18.00	3.80	10.00	1.24
18.00	3.80	9.80	1.27
18.00	3.80	9.60	1.28
18.00	3.80	9.40	1.31
18.00	3.80	9.20	1.34
18.00	3.80	9.00	1.27
18.00	3.80	8.80	1.30
18.00	4.20	11.20	1.21
18.00	4.20	11.00	1.20
18.00	4.20	10.80	1.20
18.00	4.20	10.60	1.21
18.00	4.20	10.40	1.22
18.00	4.20	10.20	1.25
18.00	4.20	10.00	1.26
18.00	4.20	9.80	1.29
18.00	4.20	9.60	1.29
18.00	4.20	9.40	1.34
18.00	4.20	9.20	1.28
18.00	4.60	11.60	1.20
18.00	4.60	11.40	1.19
18.00	4.60	11.20	1.20
18.00	4.60	11.00	1.20
18.00	4.60	10.80	1.21
18.00	4.60	10.60	1.22
18.00	4.60	10.40	1.26
18.00	4.60	10.20	1.27
18.00	4.60	10.00	1.32

D-Geo Stability 18.2

18.00	4.60	9.80	1.34
18.00	4.60	9.60	1.33
18.00	5.00	12.00	1.19
18.00	5.00	11.80	1.19
18.00	5.00	11.60	1.19
18.00	5.00	11.40	1.20
18.00	5.00	11.20	1.20
18.00	5.00	11.00	1.21
18.00	5.00	10.80	1.24
18.00	5.00	10.60	1.28
18.00	5.00	10.40	1.29
18.00	5.00	10.20	1.32
18.00	5.00	10.00	1.37
18.00	5.40	12.40	1.19
18.00	5.40	12.20	1.18
18.00	5.40	12.00	1.19
18.00	5.40	11.80	1.19
18.00	5.40	11.60	1.20
18.00	5.40	11.40	1.21
18.00	5.40	11.20	1.22
18.00	5.40	11.00	1.26
18.00	5.40	10.80	1.28
18.00	5.40	10.60	1.33
18.00	5.40	10.40	1.33
18.00	5.80	12.80	1.20
18.00	5.80	12.60	1.18
18.00	5.80	12.40	1.18
18.00	5.80	12.20	1.19
18.00	5.80	12.00	1.19
18.00	5.80	11.80	1.20
18.00	5.80	11.60	1.22
18.00	5.80	11.40	1.25
18.00	5.80	11.20	1.27
18.00	5.80	11.00	1.30
18.00	5.80	10.80	1.34
18.00	6.20	13.20	1.21

D-Geo Stability 18.2

18.00	6.20	13.00	1.20
18.00	6.20	12.80	1.18
18.00	6.20	12.60	1.19
18.00	6.20	12.40	1.19
18.00	6.20	12.20	1.20
18.00	6.20	12.00	1.21
18.00	6.20	11.80	1.23
18.00	6.20	11.60	1.27
18.00	6.20	11.40	1.29
18.00	6.20	11.20	1.35
18.00	6.60	13.60	1.23
18.00	6.60	13.40	1.21
18.00	6.60	13.20	1.19
18.00	6.60	13.00	1.18
18.00	6.60	12.80	1.19
18.00	6.60	12.60	1.20
18.00	6.60	12.40	1.21
18.00	6.60	12.20	1.23
18.00	6.60	12.00	1.27
18.00	6.60	11.80	1.28
18.00	6.60	11.60	1.34
18.00	7.00	14.00	1.25
18.00	7.00	13.80	1.22
18.00	7.00	13.60	1.21
18.00	7.00	13.40	1.19
18.00	7.00	13.20	1.19
18.00	7.00	13.00	1.20
18.00	7.00	12.80	1.21
18.00	7.00	12.60	1.22
18.00	7.00	12.40	1.25
18.00	7.00	12.20	1.29
18.00	7.00	12.00	1.32
19.00	3.00	10.00	1.36
19.00	3.00	9.80	1.36
19.00	3.00	9.60	1.37
19.00	3.00	9.40	1.39

D-Geo Stability 18.2

19.00	3.00	9.20	1.41
19.00	3.00	9.00	1.43
19.00	3.00	8.80	1.45
19.00	3.00	8.60	1.51
19.00	3.00	8.40	1.52
19.00	3.00	8.20	1.58
19.00	3.00	8.00	1.60
19.00	3.40	10.40	1.34
19.00	3.40	10.20	1.34
19.00	3.40	10.00	1.35
19.00	3.40	9.80	1.37
19.00	3.40	9.60	1.38
19.00	3.40	9.40	1.40
19.00	3.40	9.20	1.42
19.00	3.40	9.00	1.46
19.00	3.40	8.80	1.51
19.00	3.40	8.60	1.53
19.00	3.40	8.40	1.58
19.00	3.80	10.80	1.33
19.00	3.80	10.60	1.33
19.00	3.80	10.40	1.34
19.00	3.80	10.20	1.35
19.00	3.80	10.00	1.37
19.00	3.80	9.80	1.38
19.00	3.80	9.60	1.40
19.00	3.80	9.40	1.43
19.00	3.80	9.20	1.48
19.00	3.80	9.00	1.50
19.00	3.80	8.80	1.55
19.00	4.20	11.20	1.34
19.00	4.20	11.00	1.32
19.00	4.20	10.80	1.32
19.00	4.20	10.60	1.33
19.00	4.20	10.40	1.35
19.00	4.20	10.20	1.36
19.00	4.20	10.00	1.38

D-Geo Stability 18.2

19.00	4.20	9.80	1.41
19.00	4.20	9.60	1.44
19.00	4.20	9.40	1.50
19.00	4.20	9.20	1.51
19.00	4.60	11.60	1.35
19.00	4.60	11.40	1.33
19.00	4.60	11.20	1.32
19.00	4.60	11.00	1.32
19.00	4.60	10.80	1.33
19.00	4.60	10.60	1.35
19.00	4.60	10.40	1.37
19.00	4.60	10.20	1.39
19.00	4.60	10.00	1.42
19.00	4.60	9.80	1.47
19.00	4.60	9.60	1.49
19.00	5.00	12.00	1.37
19.00	5.00	11.80	1.34
19.00	5.00	11.60	1.33
19.00	5.00	11.40	1.32
19.00	5.00	11.20	1.32
19.00	5.00	11.00	1.34
19.00	5.00	10.80	1.35
19.00	5.00	10.60	1.38
19.00	5.00	10.40	1.40
19.00	5.00	10.20	1.44
19.00	5.00	10.00	1.49
19.00	5.40	12.40	1.40
19.00	5.40	12.20	1.36
19.00	5.40	12.00	1.34
19.00	5.40	11.80	1.33
19.00	5.40	11.60	1.32
19.00	5.40	11.40	1.33
19.00	5.40	11.20	1.34
19.00	5.40	11.00	1.36
19.00	5.40	10.80	1.39
19.00	5.40	10.60	1.42

D-Geo Stability 18.2

19.00	5.40	10.40	1.48
19.00	5.80	12.80	1.43
19.00	5.80	12.60	1.39
19.00	5.80	12.40	1.36
19.00	5.80	12.20	1.34
19.00	5.80	12.00	1.33
19.00	5.80	11.80	1.33
19.00	5.80	11.60	1.34
19.00	5.80	11.40	1.35
19.00	5.80	11.20	1.38
19.00	5.80	11.00	1.41
19.00	5.80	10.80	1.46
19.00	6.20	13.20	1.43
19.00	6.20	13.00	1.42
19.00	6.20	12.80	1.39
19.00	6.20	12.60	1.39
19.00	6.20	12.40	1.34
19.00	6.20	12.20	1.34
19.00	6.20	12.00	1.34
19.00	6.20	11.80	1.35
19.00	6.20	11.60	1.37
19.00	6.20	11.40	1.41
19.00	6.20	11.20	1.43
19.00	6.60	13.60	1.45
19.00	6.60	13.40	1.44
19.00	6.60	13.20	1.41
19.00	6.60	13.00	1.38
19.00	6.60	12.80	1.39
19.00	6.60	12.60	1.35
19.00	6.60	12.40	1.35
19.00	6.60	12.20	1.34
19.00	6.60	12.00	1.37
19.00	6.60	11.80	1.40
19.00	6.60	11.60	1.43
19.00	7.00	14.00	1.48
19.00	7.00	13.80	1.44

D-Geo Stability 18.2

19.00	7.00	13.60	1.44
19.00	7.00	13.40	1.41
19.00	7.00	13.20	1.41
19.00	7.00	13.00	1.36
19.00	7.00	12.80	1.36
19.00	7.00	12.60	1.36
19.00	7.00	12.40	1.36
19.00	7.00	12.20	1.39
19.00	7.00	12.00	1.42
20.00	3.00	10.00	1.61
20.00	3.00	9.80	1.62
20.00	3.00	9.60	1.59
20.00	3.00	9.40	1.57
20.00	3.00	9.20	1.59
20.00	3.00	9.00	1.61
20.00	3.00	8.80	1.63
20.00	3.00	8.60	1.65
20.00	3.00	8.40	1.68
20.00	3.00	8.20	1.71
20.00	3.00	8.00	1.77
20.00	3.40	10.40	1.64
20.00	3.40	10.20	1.60
20.00	3.40	10.00	1.58
20.00	3.40	9.80	1.57
20.00	3.40	9.60	1.57
20.00	3.40	9.40	1.58
20.00	3.40	9.20	1.60
20.00	3.40	9.00	1.62
20.00	3.40	8.80	1.64
20.00	3.40	8.60	1.67
20.00	3.40	8.40	1.71
20.00	3.80	10.80	1.66
20.00	3.80	10.60	1.63
20.00	3.80	10.40	1.59
20.00	3.80	10.20	1.57
20.00	3.80	10.00	1.56
20.00	3.80	9.80	1.56
20.00	3.80	9.60	1.58
20.00	3.80	9.40	1.59
20.00	3.80	9.20	1.61
20.00	3.80	9.00	1.64
20.00	3.80	8.80	1.68
20.00	4.20	11.20	1.69
20.00	4.20	11.00	1.65
20.00	4.20	10.80	1.62
20.00	4.20	10.60	1.59
20.00	4.20	10.40	1.57
20.00	4.20	10.20	1.56
20.00	4.20	10.00	1.55
20.00	4.20	9.80	1.58
20.00	4.20	9.60	1.59
20.00	4.20	9.40	1.62
20.00	4.20	9.20	1.66
20.00	4.60	11.60	1.68
20.00	4.60	11.40	1.68
20.00	4.60	11.20	1.64
20.00	4.60	11.00	1.62
20.00	4.60	10.80	1.59
20.00	4.60	10.60	1.57
20.00	4.60	10.40	1.56
20.00	4.60	10.20	1.56
20.00	4.60	10.00	1.58
20.00	4.60	9.80	1.60

D-Geo Stability 18.2

20.00	4.60	9.60	1.64
20.00	5.00	12.00	1.71
20.00	5.00	11.80	1.67
20.00	5.00	11.60	1.67
20.00	5.00	11.40	1.64
20.00	5.00	11.20	1.61
20.00	5.00	11.00	1.59
20.00	5.00	10.80	1.57
20.00	5.00	10.60	1.56
20.00	5.00	10.40	1.57
20.00	5.00	10.20	1.59
20.00	5.00	10.00	1.62
20.00	5.40	12.40	1.73
20.00	5.40	12.20	1.70
20.00	5.40	12.00	1.67
20.00	5.40	11.80	1.67
20.00	5.40	11.60	1.64
20.00	5.40	11.40	1.65
20.00	5.40	11.20	1.59
20.00	5.40	11.00	1.58
20.00	5.40	10.80	1.57
20.00	5.40	10.60	1.57
20.00	5.40	10.40	1.60
20.00	5.80	12.80	1.73
20.00	5.80	12.60	1.72
20.00	5.80	12.40	1.69
20.00	5.80	12.20	1.67
20.00	5.80	12.00	1.67
20.00	5.80	11.80	1.64
20.00	5.80	11.60	1.65
20.00	5.80	11.40	1.60
20.00	5.80	11.20	1.59
20.00	5.80	11.00	1.58
20.00	5.80	10.80	1.59
20.00	6.20	13.20	1.75
20.00	6.20	13.00	1.72
20.00	6.20	12.80	1.72
20.00	6.20	12.60	1.69
20.00	6.20	12.40	1.67
20.00	6.20	12.20	1.67
20.00	6.20	12.00	1.64
20.00	6.20	11.80	1.65
20.00	6.20	11.60	1.61
20.00	6.20	11.40	1.60
20.00	6.20	11.20	1.58
20.00	6.60	13.60	1.77
20.00	6.60	13.40	1.74
20.00	6.60	13.20	1.74
20.00	6.60	13.00	1.72
20.00	6.60	12.80	1.69
20.00	6.60	12.60	1.70
20.00	6.60	12.40	1.67
20.00	6.60	12.20	1.69
20.00	6.60	12.00	1.67
20.00	6.60	11.80	1.62
20.00	6.60	11.60	1.61
20.00	7.00	14.00	1.79
20.00	7.00	13.80	1.76
20.00	7.00	13.60	1.74
20.00	7.00	13.40	1.74
20.00	7.00	13.20	1.72
20.00	7.00	13.00	1.70
20.00	7.00	12.80	1.70
20.00	7.00	12.60	1.68
20.00	7.00	12.40	1.69
20.00	7.00	12.20	1.64
20.00	7.00	12.00	1.63

Information on the critical circle : Fmin = 0.923
Calculation method used : Bishop - C phi

D-Geo Stability 18.2

X co-ordinate center point : 15.00 [m]
 Y co-ordinate center point : 6.20 [m]
 Radius of critical circle : 12.00 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment : -3031.55 [kNm/m]
 Driving moment free water : 184.61 [kNm/m]
 Driving moment external loads : -1284.19 [kNm/m]
 Iterated resisting moment : 2799.20 [kNm/m]
 Non-iterated resisting moment : 2831.62 [kNm/m]

SLICE DATA =====

Slice	X-coor [m]	Y-bot [m]	Y-top [m]	Width [m]	Angle bottom	Angle top	Arc.len. [m]	Cohesion [kN/m2]
1	9.34	-4.38	-4.36	0.10	-28.14	-8.97	0.11	0.00
2	9.58	-4.50	-4.36	0.38	-26.86	3.01	0.43	0.00
3	10.02	-4.71	-4.41	0.49	-24.55	-13.76	0.54	0.00
4	10.43	-4.89	-4.47	0.33	-22.41	0.00	0.36	0.00
5	10.82	-5.05	-4.46	0.47	-20.36	2.44	0.50	0.00
6	11.26	-5.20	-4.47	0.39	-18.19	-5.86	0.41	0.00
7	11.71	-5.34	-4.38	0.51	-15.94	23.33	0.53	0.00
8	12.11	-5.45	-4.29	0.30	-13.94	-9.46	0.31	0.00
9	12.46	-5.53	-4.25	0.41	-12.20	20.10	0.42	0.00
10	12.84	-5.60	-4.09	0.33	-10.40	25.87	0.34	0.00
11	13.07	-5.64	-3.85	0.13	-9.28	67.25	0.13	0.00
12	13.14	-5.66	-3.55	0.02	-8.91	85.43	0.02	0.00
13	13.16	-5.66	-3.30	0.02	-8.81	85.43	0.02	0.00
14	13.29	-5.68	-3.17	0.23	-8.22	14.62	0.23	0.00
15	13.62	-5.72	-3.10	0.44	-6.60	10.93	0.44	0.00
16	14.06	-5.76	-3.01	0.44	-4.49	10.93	0.44	0.00
17	14.45	-5.79	-2.87	0.34	-2.63	31.70	0.34	0.00
18	14.79	-5.80	-2.66	0.34	-1.00	31.70	0.34	0.00
19	14.98	-5.80	-2.54	0.04	-0.10	34.36	0.04	0.00
20	15.23	-5.80	-2.36	0.47	1.12	34.36	0.47	0.00
21	15.70	-5.78	-2.04	0.47	3.37	34.36	0.47	0.00
22	16.08	-5.75	-1.78	0.28	5.15	37.12	0.28	0.00
23	16.46	-5.71	-1.49	0.48	6.98	37.12	0.49	0.00
24	16.94	-5.64	-1.12	0.48	9.32	37.12	0.49	0.00
25	17.39	-5.56	-0.94	0.41	11.49	0.00	0.42	0.00
26	17.80	-5.47	-0.94	0.41	13.48	0.00	0.42	0.00
27	18.23	-5.36	-0.94	0.45	15.60	0.00	0.47	0.00
28	18.68	-5.22	-0.94	0.45	17.87	0.00	0.48	0.00
29	19.13	-5.06	-0.94	0.45	20.16	0.00	0.48	0.00
30	19.59	-4.89	-0.94	0.45	22.48	0.00	0.49	0.00
31	20.04	-4.69	-0.94	0.45	24.85	0.00	0.50	0.00
32	20.50	-4.46	-0.94	0.45	27.26	0.00	0.51	0.00
33	20.95	-4.22	-0.94	0.45	29.73	0.00	0.52	0.00
34	21.40	-3.95	-0.94	0.45	32.26	0.00	0.54	0.00
35	21.83	-3.66	-0.94	0.40	34.69	0.00	0.48	0.00
36	22.23	-3.38	-0.94	0.40	37.04	0.00	0.50	0.00
37	22.62	-3.06	-0.94	0.40	39.45	0.00	0.51	0.00
38	23.00	-2.74	-0.94	0.35	41.80	0.00	0.47	0.00
39	23.35	-2.42	-0.94	0.35	44.09	0.00	0.49	0.00
40	23.70	-2.06	-0.94	0.35	46.46	0.00	0.51	0.00
41	24.05	-1.67	-0.94	0.36	49.00	0.00	0.55	0.00
42	24.42	-1.23	-0.94	0.36	51.73	0.00	0.59	0.00
43	24.62	-0.98	-0.94	0.03	53.25	0.00	0.05	0.00
44	24.64	-0.95	-0.94	0.02	53.44	0.00	0.03	0.00

Slice	Phi degree	Psi degree	Sw surf [kN/m2]	Fw hor. [kN]	Fw ver. [kN]	Weight [kN]	S-tot. [kN/m2]	S-eff. [kN/m2]
1	22.18	22.18	9.44	-0.15	-0.95	0.03	9.78	0.16
2	22.18	22.18	9.42	0.19	-3.58	0.99	12.01	1.18
3	22.18	22.18	9.91	-1.19	-4.85	2.67	15.35	2.48
4	22.18	22.18	10.50	0.00	-3.46	2.51	18.10	3.46

D-Geo Stability 18.2

5	22.18	22.18	10.40	0.21	-4.89	4.97	20.97	4.81
6	22.18	22.18	10.50	-0.42	-4.09	5.12	23.62	5.97
7	22.18	22.18	9.61	2.12	-4.90	8.77	26.82	7.83
8	22.18	22.18	8.78	-0.44	-2.63	6.21	29.49	9.42
9	22.18	22.18	8.29	1.24	-3.40	9.46	31.37	10.50
10	22.18	22.18	6.77	1.08	-2.23	8.98	33.98	12.38
11	22.18	22.18	4.46	1.38	-0.58	4.18	36.64	14.64
12	22.18	22.18	1.47	0.44	-0.04	0.91	39.37	17.24
13	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	0.68	42.45	20.30
14	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	10.38	45.11	22.78
15	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	20.76	47.17	24.43
16	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	21.77	49.47	26.31
17	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	17.88	52.58	29.17
18	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	19.23	56.56	33.04
19	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	2.35	58.75	35.20
20	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	29.05	61.80	38.30
21	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	31.61	67.25	43.94
22	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	19.75	71.55	48.49
23	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	36.85	75.98	52.66
24	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	39.45	81.33	57.37
25	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	33.85	83.18	58.78
26	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	33.19	81.55	56.92
27	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	36.09	79.53	55.45
28	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	34.97	77.08	54.33
29	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	33.70	74.26	53.05
30	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	32.25	71.07	51.60
31	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	30.62	91.25	55.57
32	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	28.81	88.06	53.94
33	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	26.80	84.57	52.15
34	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	24.57	80.81	50.18
35	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	19.51	77.05	48.19
36	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	17.46	73.33	46.18
37	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	15.21	69.46	44.03
38	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	11.38	65.75	65.75
39	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	9.33	62.27	62.27
40	22.18	22.18	0.00	0.00	-0.00	7.10	58.90	58.90
41	29.25	29.25	0.00	0.00	-0.00	4.81	55.82	55.82
42	29.25	29.25	0.00	0.00	-0.00	1.92	53.47	53.47
43	29.25	29.25	0.00	0.00	-0.00	0.02	52.84	52.84
44	29.25	29.25	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.21	0.21

Slice	Sw-hydro	Sw-extr	Sw tot.	S shear	Su	Sig-Vo'	Sig-Load	Sig-Norm
	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	
1	9.62	0.00	9.62	0.08	N.A.	N.A.	0.00	0.20
2	10.83	0.00	10.83	0.62	N.A.	N.A.	0.00	1.52
3	12.87	0.00	12.87	1.26	N.A.	N.A.	0.00	3.10
4	14.64	0.00	14.64	1.72	N.A.	N.A.	0.00	4.23
5	16.16	0.00	16.16	2.35	N.A.	N.A.	0.00	5.75
6	17.65	0.00	17.65	2.85	N.A.	N.A.	0.00	6.98
7	18.99	0.00	18.99	3.65	N.A.	N.A.	0.00	8.96
8	20.07	0.00	20.07	4.32	N.A.	N.A.	0.00	10.58
9	20.87	0.00	20.87	4.73	N.A.	N.A.	0.00	11.61
10	21.60	0.00	21.60	5.49	N.A.	N.A.	0.00	13.47
11	22.00	0.00	22.00	6.43	N.A.	N.A.	0.00	15.78
12	22.12	0.00	22.12	7.55	N.A.	N.A.	0.00	18.52
13	22.15	0.00	22.15	8.88	N.A.	N.A.	0.00	21.79
14	22.33	0.00	22.33	9.92	N.A.	N.A.	0.00	24.33
15	22.74	0.00	22.74	10.50	N.A.	N.A.	0.00	25.75
16	23.16	0.00	23.16	11.11	N.A.	N.A.	0.00	27.26
17	23.41	0.00	23.41	12.14	N.A.	N.A.	0.00	29.78
18	23.51	0.00	23.51	13.58	N.A.	N.A.	0.00	33.30
19	23.54	0.00	23.54	14.36	N.A.	N.A.	0.00	35.23
20	23.50	0.00	23.50	15.48	N.A.	N.A.	0.00	37.97
21	23.32	0.00	23.32	17.46	N.A.	N.A.	0.00	42.82
22	23.06	0.00	23.06	19.01	N.A.	N.A.	0.00	46.64
23	23.31	0.00	23.31	20.37	N.A.	N.A.	0.00	49.96
24	23.97	0.00	23.97	21.81	N.A.	N.A.	0.00	53.49
25	24.40	0.00	24.40	21.99	N.A.	N.A.	0.00	53.94
26	24.63	0.00	24.63	20.99	N.A.	N.A.	0.00	51.48
27	24.09	0.00	24.09	20.12	N.A.	N.A.	0.00	49.36
28	22.75	0.00	22.75	19.39	N.A.	N.A.	0.00	47.56

D-Geo Stability 18.2

29	21.22	0.00	21.22	18.61	N.A.	N.A.	0.00	45.65
30	19.48	0.00	19.48	17.79	N.A.	N.A.	0.00	43.63
31	17.53	18.16	35.69	18.81	N.A.	N.A.	23.76	46.14
32	15.35	18.77	34.12	17.91	N.A.	N.A.	24.56	43.94
33	12.93	19.50	32.43	16.98	N.A.	N.A.	25.51	41.65
34	10.25	20.37	30.63	16.00	N.A.	N.A.	26.66	39.25
35	7.50	21.36	28.86	15.05	N.A.	N.A.	27.95	36.91
36	4.68	22.47	27.15	14.12	N.A.	N.A.	29.41	34.64
37	1.60	23.83	25.43	13.17	N.A.	N.A.	31.19	32.30
38	0.00	0.00	0.00	19.22	N.A.	N.A.	33.23	47.14
39	0.00	0.00	0.00	17.78	N.A.	N.A.	35.61	43.62
40	0.00	0.00	0.00	16.40	N.A.	N.A.	38.61	40.22
41	0.00	0.00	0.00	18.41	N.A.	N.A.	42.61	32.88
42	0.00	0.00	0.00	16.93	N.A.	N.A.	48.19	30.24
43	0.00	0.00	0.00	16.33	N.A.	N.A.	52.07	29.16
44	0.00	0.00	0.00	0.06	N.A.	N.A.	0.00	0.11

Slice	SPreLoad	S-eff.	Yield	POP	OCR	S	m	Su	GammaLEM
	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[-]	[-]	[-]	[kN/m2]	[-]
1	N.A.	0.16	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
2	N.A.	1.18	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3	N.A.	2.48	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
4	N.A.	3.46	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
5	N.A.	4.81	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
6	N.A.	5.97	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
7	N.A.	7.83	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
8	N.A.	9.42	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
9	N.A.	10.50	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10	N.A.	12.38	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
11	N.A.	14.64	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
12	N.A.	17.24	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
13	N.A.	20.30	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
14	N.A.	22.78	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
15	N.A.	24.43	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
16	N.A.	26.31	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
17	N.A.	29.17	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
18	N.A.	33.04	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
19	N.A.	35.20	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
20	N.A.	38.30	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
21	N.A.	43.94	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
22	N.A.	48.49	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
23	N.A.	52.66	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
24	N.A.	57.37	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
25	N.A.	58.78	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
26	N.A.	56.92	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
27	N.A.	55.45	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
28	N.A.	54.33	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
29	N.A.	53.05	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
30	N.A.	51.60	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
31	N.A.	55.57	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
32	N.A.	53.94	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
33	N.A.	52.15	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
34	N.A.	50.18	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
35	N.A.	48.19	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
36	N.A.	46.18	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
37	N.A.	44.03	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
38	N.A.	65.75	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
39	N.A.	62.27	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
40	N.A.	58.90	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
41	N.A.	55.82	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
42	N.A.	53.47	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
43	N.A.	52.84	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
44	N.A.	0.21	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

END OF D-Geo Stability OUTPUT

=====

Bijlage D: D-Sheet Pilling berekening

Report for D-Sheet Piling 22.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 28-4-2023
Time of report: 09:28:27
Report with version: 22.1.2.36786

Date of calculation: 28-4-2023
Time of calculation: 09:23:00
Calculated with version: 22.1.2.36786

File name: Beschoeiing_AZ

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General Properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum Allowable Moments	5
3.3 Calculation Options	5
4 Outline Stage 1: New Stage	7
5 Overall Stability Stage 1: New Stage	8
5.1 Overall Stability	8

2 Summary

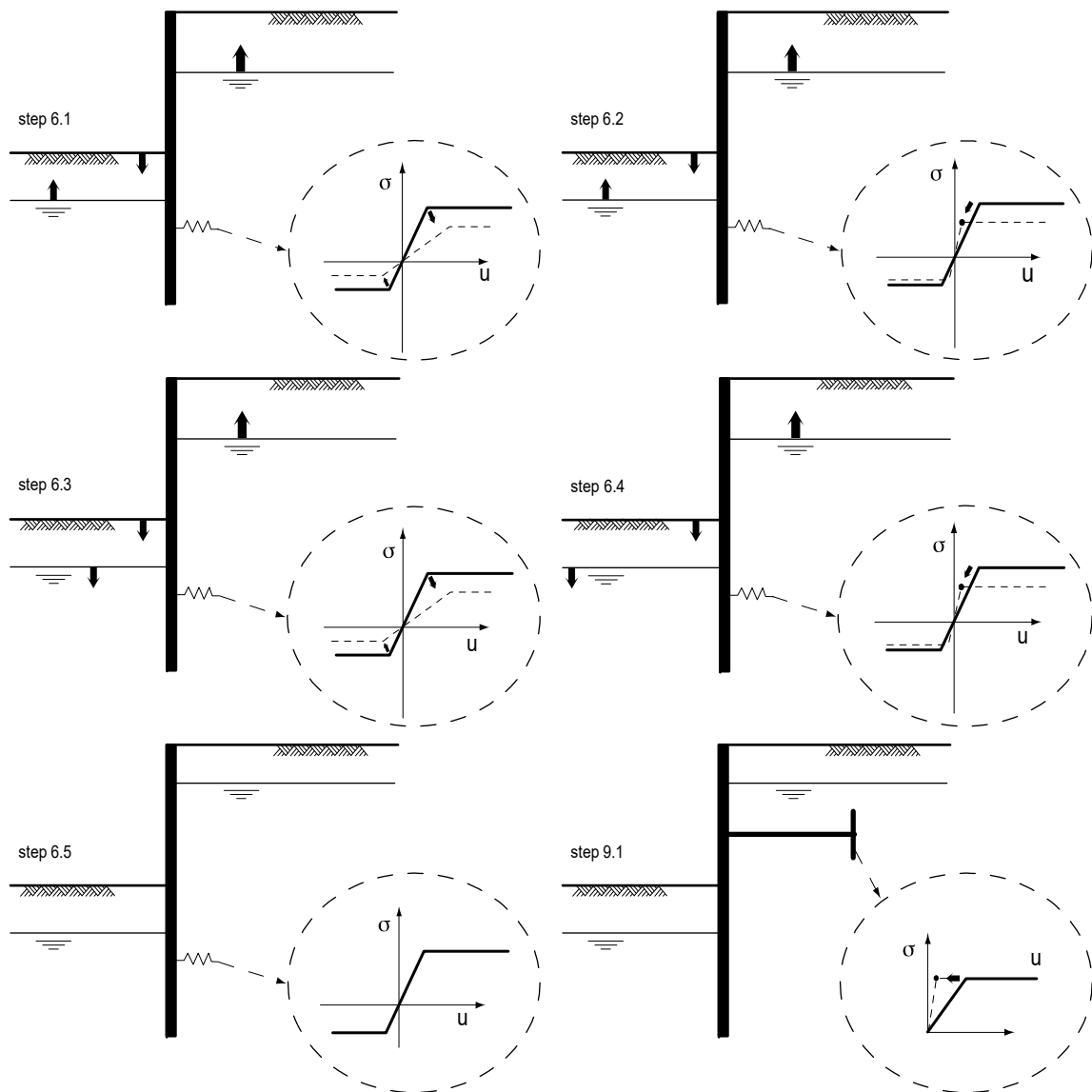
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		4,67	-7,11	0,0	69,4	
1	EC7(NL)-Step 6.4		4,67	-7,11	0,0	69,4	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-1,5	0,88	1,80	0,0	35,0	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,350		1,19	2,42			
Max		-1,5	4,67	-7,11	0,0	69,4	

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	1,32

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	3,50 m
Level top side	-3,00 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 18 -700 (S2...	-6,50	-3,00	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 18 -700 (S2...	7,9380E+04	1,00	7,9380E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 18 -700 (S2...	432,00	1,00	1,00	1,00	432,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Used partial factor set RC 3

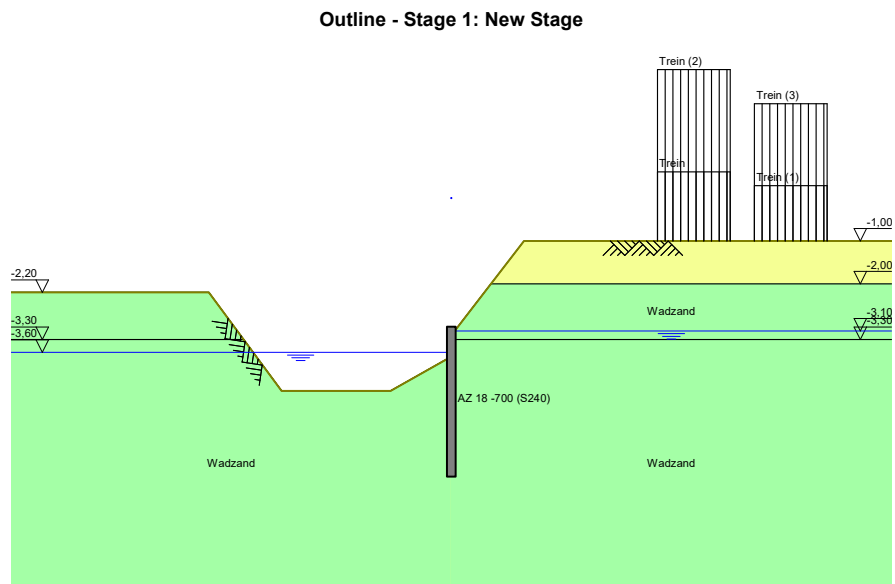
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,300 User defined
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000 User defined
- Permanent load, favourable	1,000 User defined
- Variable load, unfavourable	1,300 User defined
- Variable load, favourable	0,000

Material factors	
- Cohesion	1,400
- Tangent phi	1,200
- Delta (wall friction angle)*	1,200
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,350
Overall stability factors	
- Cohesion	1,600
- Tangent phi	1,300
- Factor on unit weight soil	1,000

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: New Stage

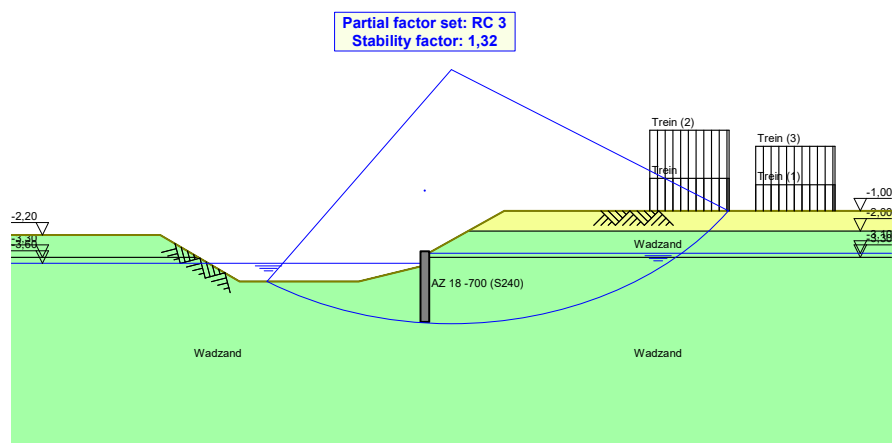


5 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 1,32

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage



End of Report

Bijlage D: geotechnische analyse Klimaatrobuuste Polder, inclusief funderingsadvies, bemalingsadvies en advies aanbrengen damwanden locaties IV en V

Geotechnische analyse Klimaatrobuuste polder

**Geotechnisch advies voor het uitvoeren van de ontwerpen
ter plaatse van locatie IV, V en X.**

20 december 2022

Contactpersoon

Geotechnisch Adviseur

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Uitgangspunten	7
2.1	Referenties	7
2.2	Grondopbouw	7
2.3	Grondparameters	10
2.4	Grondwaterstanden	10
3	Duiker IV Franklinstraat	11
4	Stuw V Costerstraat	14
4.1	Stuw	14
4.2	Tijdelijke damwand	16
5	Duiker X Middenweg	19
5.1	Tijdelijke damwand	20
6	Conclusie	22

Bijlagen

Bijlage A: Damwandberekeningen locatie IV

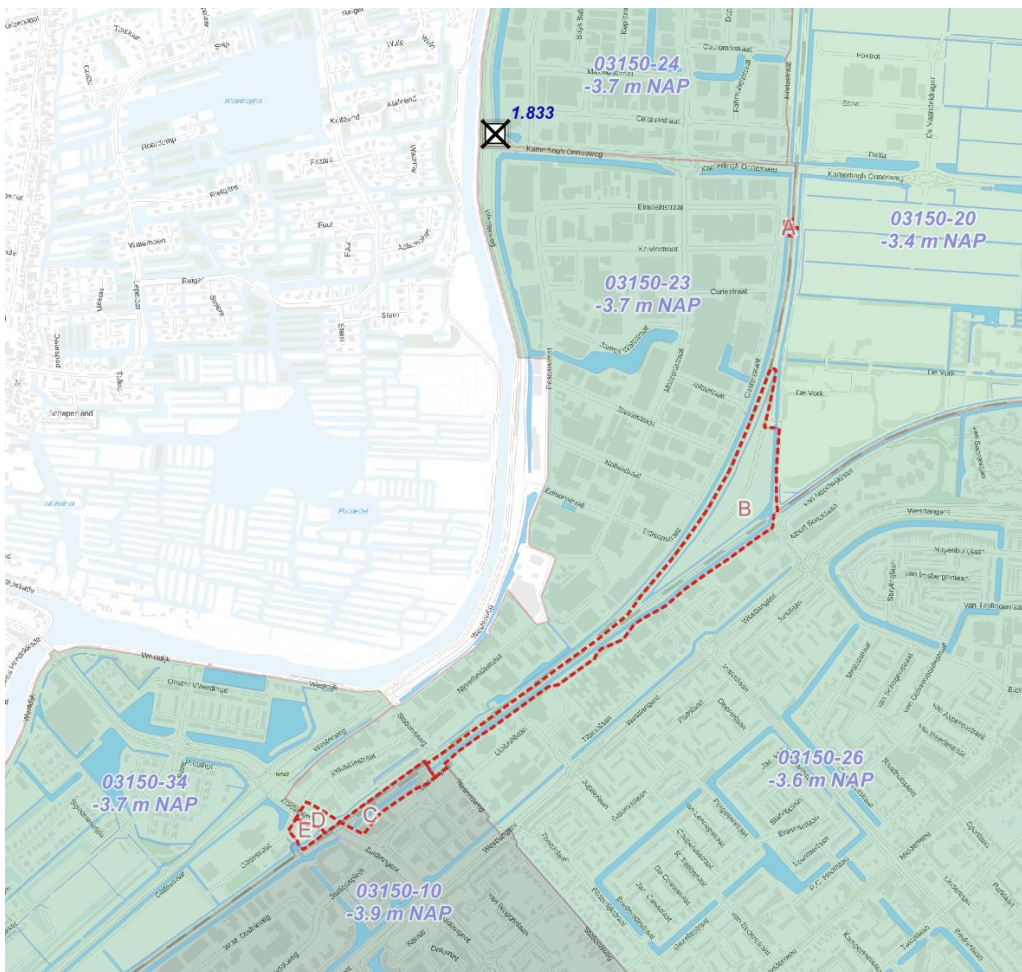
Bijlage B: Damwandberekeningen locatie V

Bijlage C: Damwandberekeningen locatie X

Bijlage D: Aanvullend grondonderzoek

1 Inleiding

De gemeente Heerhugowaard is bezig met de voorbereidingen op de aanleg van een tunnelbak onder het spoor bij de Zuidtangente. Als gevolg van deze onderdoorgang wordt een nieuwe peilscheiding aangelegd. Hierdoor verandert het watersysteem ten noorden van de toekomstige tunnel, zie Figuur 1. De stijging van het waterpeil is niet enkel een direct gevolg van de aanleg van de tunnel, maar is ook ingegeven om het watersysteem in Heerhugowaard aan te passen op extremere neerslagpieken die als gevolg van klimaatverandering zijn te verwachten. Door de veranderingen dienen oude stuwen en duikers aangepast te worden naar de nieuwe situatie. Deze rapportage bevat het geotechnisch ontwerp (concept DO) van de nieuwe stuwen en duikers.



Figuur 1-1: Locatie van de peilaanpassingen A tot en met E in de polder Heerhugowaard. De peilvak-coding en streefpeilen van het peilbesluit Heerhugowaard staan weergegeven, inclusief de positie van het toekomstige gemaal aan de Kamerling Onnesweg.

Om de nieuwe waterhuishouding mogelijk te maken zijn op drie locaties (IV, V en X) werkzaamheden (nieuwe duikers en stuwen) voorzien, zie Figuur 1-2. In deze rapportage zijn per locatie de relevante geotechnische aspecten van de verschillende objecten behandeld:

Locatie IV, nieuwe duiker:

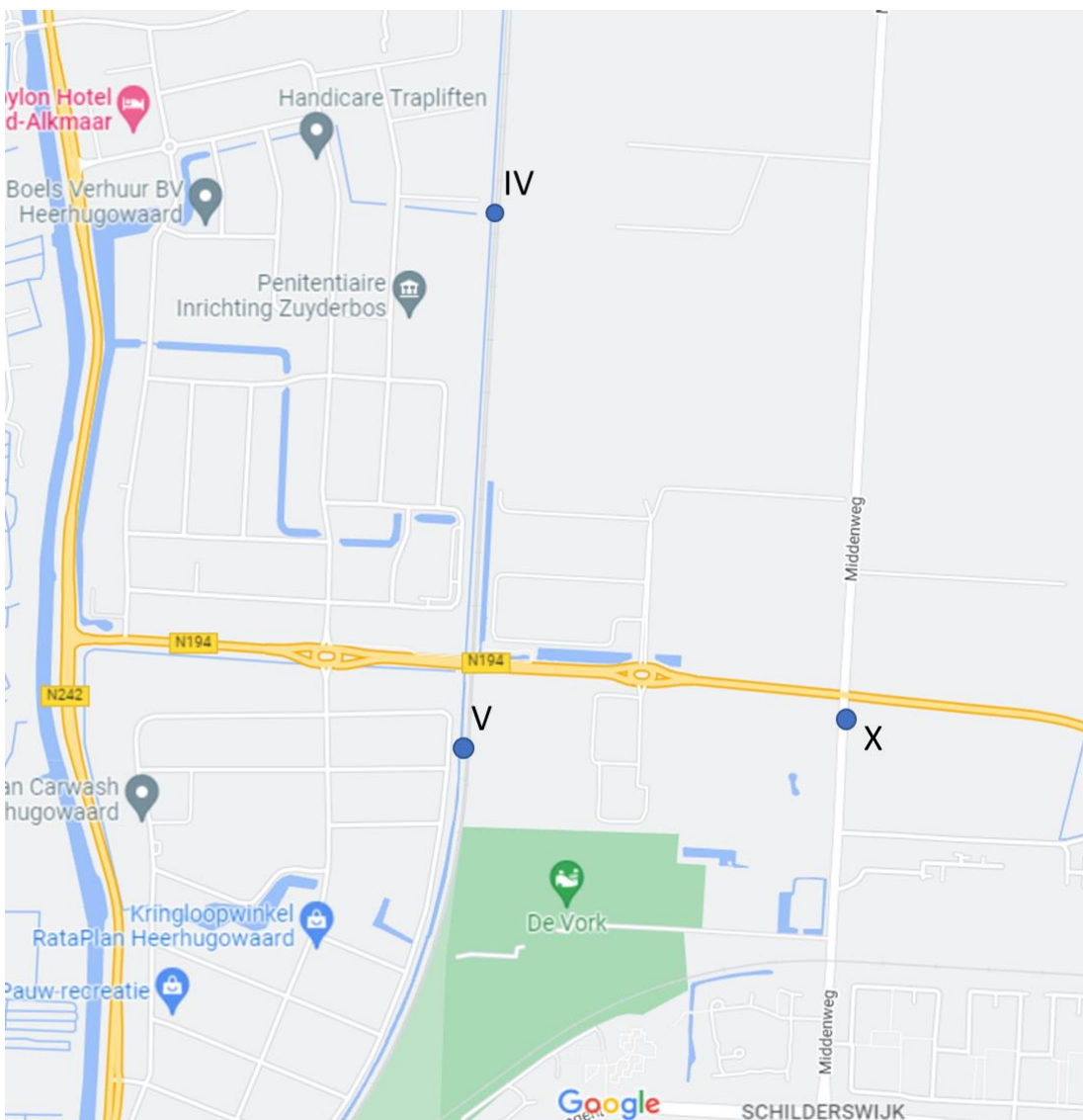
- Funderingsadvies
- Damwandontwerp
- Bemalingsadvies
- Opbarstadvies

Locatie V, 2 nieuwe stuwen:

- Damwandontwerp
- Bemalingsadvies

Locatie X, nieuwe duiker:

- Bemalingsadvies
- Opbarstadvies



Figuur 1-2: Locaties IV, V en X

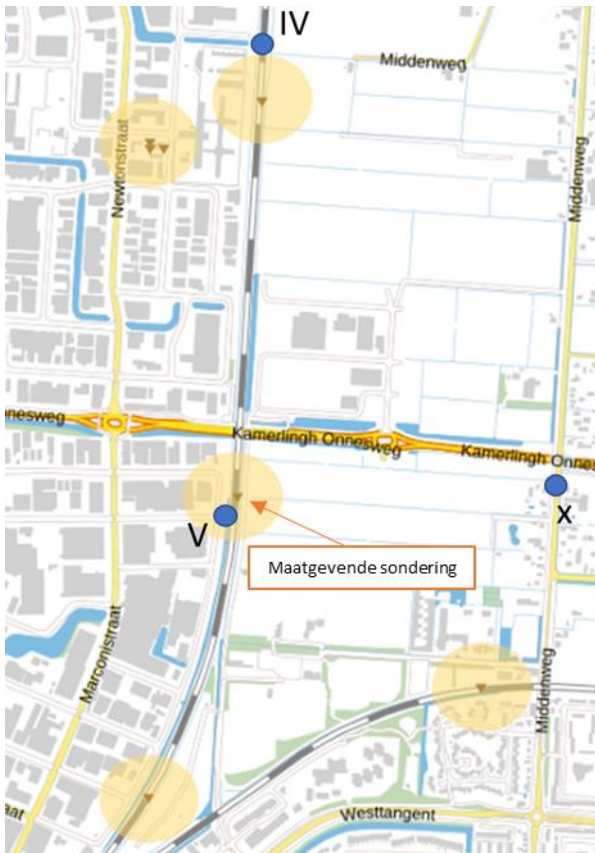
2 Uitgangspunten

2.1 Referenties

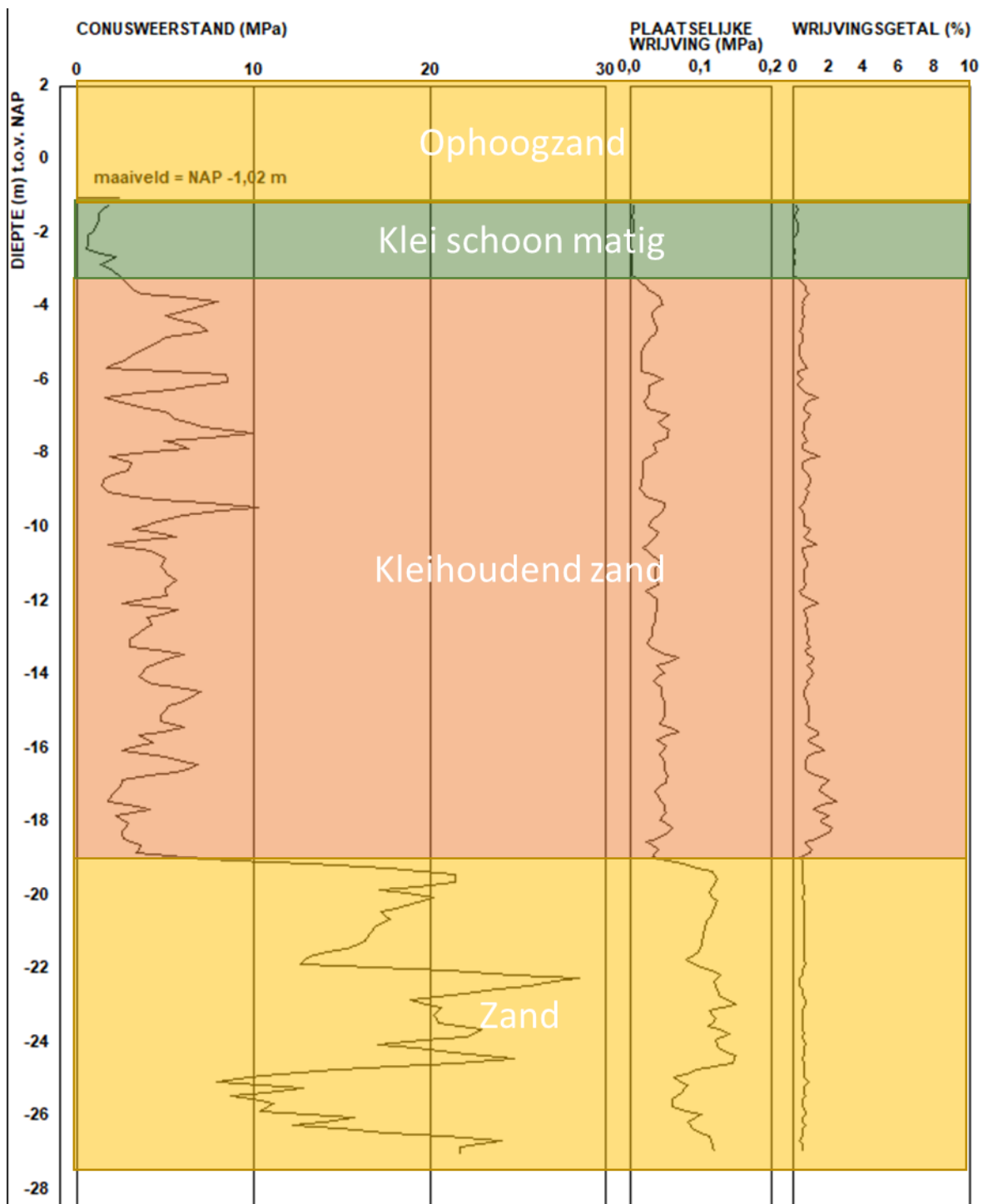
[1]	NEN9997-1, Geotechnisch ontwerp van constructies, d.d. 11-2017
[2]	Tekening Stuwen en duikers Klimaat robuuste polder HHW, Arcadis, KLP-NW-01, Versie:14, 18-02-2022
[3]	CUR Omgevingsbeïnvloeding inbrengen en trekken van damwanden, SBRCURNET, d.d. 12-2017
[4]	RLN 00416-1, Monitoring Spoorinfrastructuur bij de uitvoering van werken, ProRail, Versie 001, d.d. 01-10-2019
[5]	RLN 00416-2, Monitoring spoorgeometrie bij bouwwerkzaamheden, ProRail, Versie 001, d.d. 01-04-2020

2.2 Grondopbouw

In deze fase van het project is nog geen grondonderzoek uitgevoerd. Op basis van gegevens uit Dinoloket is een inschatting verkregen van de grondopbouw en stijghoogtes. In Figuur 2-1 zijn de locaties van de gehanteerde sonderingen weergegeven. Tot ca. NAP -20 m komen voornamelijk kleiige zandlagen voor. Deze formatie staat bekend als het wadzand-pakket. Pleistoceen zand komt voor vanaf een diepte van ca. NAP -20,0m. Voor de grondopbouw is voor alle locaties uitgegaan van de maatgevende sondering in het gebied welke ter plaatse van het spoor is uitgevoerd, zie Figuur 2-2. Voor het definitieve ontwerp zijn 2 aanvullende sonderingen bij locatie IV en V uitgevoerd en boringen bij alle 3 de locaties. In de aanvullende uitgevoerde sonderingen en boringen is de ondiepe kleilaag (niveau van ca. NAP -1,0 m) niet aangetroffen, welke wel was aangetroffen in de reeds beschikbare sondering waarop de berekeningen gebaseerd zijn. De berekeningen zijn hierdoor licht conservatief ten aanzien van het ontwerp van de damwanden. De doorlatendheid van de ondergrond en met name van de ondiepe zandlagen en het bovenste gedeelte van het wadzandpakket is hoger dan aangenomen. De beoordeling van het effect van de bemalingen op de omgeving is hierop aangepast. De resultaten van het aanvullende grondonderzoek is bijgevoegd in Bijlage D.



Figuur 2-1: Locatie sonderingen



Figuur 2-2: Maatgevende sondering

2.3 Grondparameters

De gehanteerde grondparameters zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Grondparameters conform NEN 9997-1 [2]

	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	C [kPa]	ϕ [-]
Ophoogzand	18,0	20,0	0	35,0
Klei	17,0	17,0	5,0	17,5
Klei houdend zand	18,0	18,0	0	27,0
Zand	18,0	20,0	0	35,0

2.4 Grondwaterstanden

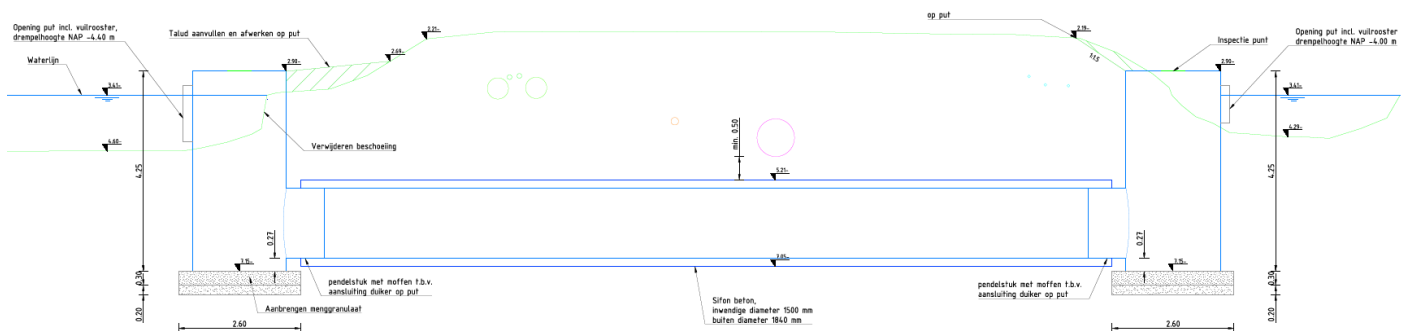
De grondwaterstanden zijn gebaseerd op de peilniveaus van de verschillende peilgebieden, zie Tabel 1. Bij locatie V zal peilgebied 23 verhoogd worden van NAP -3,7m naar NAP -3,4m. Bij de andere locaties blijven de waterpeilen gelijk.

Tabel 1. Verandering van de peilvakken en nieuwe streefpeilen.

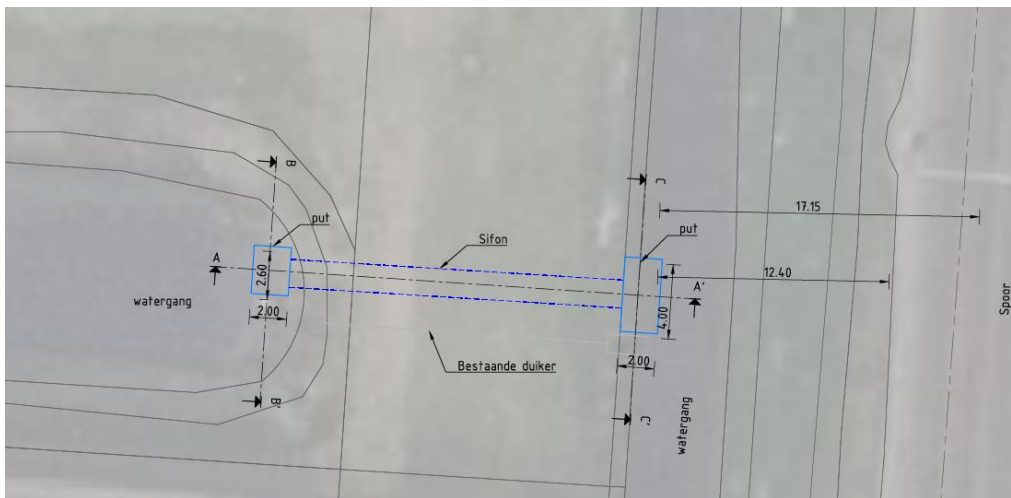
Deelgebied	Peilvak (oud)	Peilvak (nieuw)	Peilbeheerder	Streefpeil (m NAP)	Ondergrens (m NAP)	Bovengrens (m NAP)
A	03150-23	03150-20	HHNK	-3,4 m	-3,5 m	-3,3 m
B	03150-23	03150-26	HHNK	-3,6 m	-3,7 m	-3,5 m
C	03150-10	03150-26	HHNK	-3,6 m	-3,7 m	-3,5 m
D	03150-23	03150-10	HHNK	-3,9 m	-4,0 m	-3,8 m
E	03150-23	03150-10	HHNK	-3,9 m	-4,0 m	-3,8 m

3 Duiker IV Franklinstraat

Bij de Franklinstraat wordt een nieuwe duiker aangelegd met aan beide kanten een put. De onderkant van de duiker komt op NAP -7,05m te liggen en de onderkant van de putten iets lager: NAP -7,15m. De putten hebben verschillende afmetingen. De put aan de oostkant van de duiker is 2,6m x 2,0m x 4,25m groot. De put aan de westkant van de duiker heeft afmetingen van 4,0m x 2,0m x 4,25m. Voor de duiker en putten is ingegaan op de fundering. De duiker wordt persend geplaatst, hiervoor is een pers- en ontvangstuip nodig. Voor beide kuipen is een damwandontwerp gemaakt. Het risico op opdrijven van de duiker is niet bekeken, dit dient bekeken te worden door de leverancier.



Figuur 3-1: Langsdoorsnede duiker IV [2]



Figuur 3-2: Bovenaanzicht duiker IV [2]

Uitgangspunten

Voor de onderstaande adviezen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

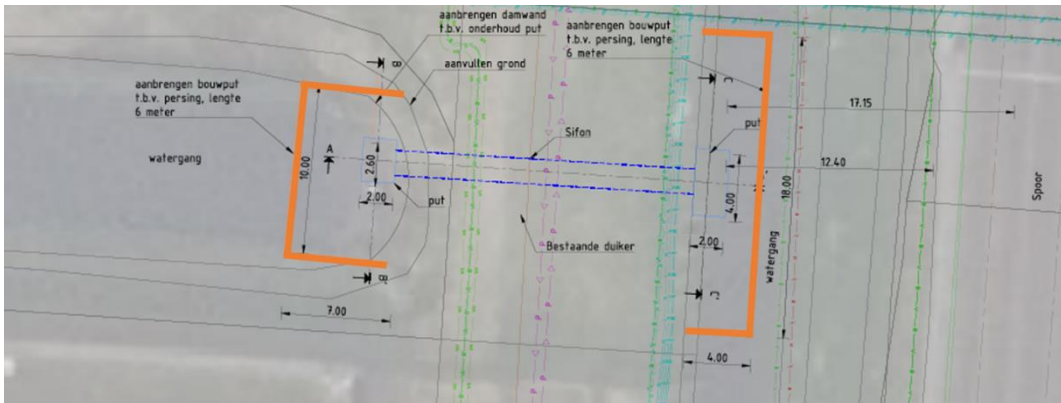
- Maaiveldniveau boven duiker = ca. NAP -2,2m (zie Figuur 3-1 voor maaiveldprofiel)
- Bodemniveau sloot = maximaal NAP -4,60m Figuur 5-1: Langsdoorsnede duiker X [2]
- Ontgravingsniveau = ca. NAP -7,65m
- Grondwaterstand = NAP -3,4m
- Bemalingsdiepte = NAP - 7,85m

Funderingsadvies

De putten en de duiker kunnen op staal worden gefundeerd. Voor de putten wordt geadviseerd deze te plaatsen op een laag menggranulaat met een dikte van 0,3 m. De duiker kan op een grondverbetering van zand (ca. 0,25 m dik) worden aangelegd. Op funderingsniveau bevindt zich een klei houdende zandlaag met een gemiddelde conusweerstand van 4 MPa. De putten hebben een inbedding van minimaal 2,5m ten opzichte van bodemniveau sloot, waardoor er genoeg weerstand is tegen de verschillende bezwijkmechanismes van een fundering op staal (draagvermogen, afglijden). Doordat de putten minder wegen dan de grond die weggehaald wordt voor de installatie van de putten, zal zetting ook te verwaarlozen zijn.

Damwandontwerp

Om de duiker en putten in het drogen te kunnen uitvoeren, worden er tijdelijke damwanden geplaatst, zie Figuur 3-3. Aan de westkant van de duiker is de perskuip. Deze heeft een diepte nodig van 7,0m ruimte hebben voor 2 buisdelen en de boorkop. De ontvangstput heeft genoeg aan een diepte van 4,0m. In deze paragraaf is het type damwand uitgewerkt. Het opgestelde ontwerp is bedoeld voor de beoordeling van haalbaarheid en een kostenindicatie. De aannemer dient een definitief ontwerp te maken van de tijdelijke damwand. In het ontwerp is geen rekening gehouden met eventuele perskrachten tegen de damwand van de perskuip. Het ontwerp moet door de aannemer hierop worden aangepast.



Figuur 3-3: Locatie damwanden (oranje)

Voor het ontwerp van de tijdelijke damwanden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekeningen zijn gemaakt met D-Sheet Pilling;
- Veiligheidsklasse: RC1;
- Maaiveld: NAP -4,3m;
- Ontgravingsdiepte: NAP -7,65m (onderkant grondverbetering putten);
- Waterstand: NAP -3,4m.
- Bemalingsniveau: 20cm onder ontgravingsniveau (NAP -7,85m).

De damwandberekeningen zijn bijgevoegd in Bijlage A.

Uit de berekeningen blijkt dat zonder stempeling de damwand erg lang moet worden om evenwicht te vinden (tot NAP -24,0m). Dit is geen haalbare oplossing voor een tijdelijke damwand en daarom wordt geadviseerd om de damwanden rondom te plaatsen en een stempelraam toe te passen voor beide bouwputten, zie Figuur 3-4. Wanneer er op een hoogte van NAP -3,0m een stempelraam met veerstijfheid van 10.000 kN/m/m' wordt toegepast, wordt de benodigde lengte en profieltype aanzienlijk lichter. Met stempel voldoet een AZ17-700 (S355) of gelijkwaardig met een lengte tot NAP -16,0m.

Tabel 2: Resultaten berekeningen tijdelijke damwand

	Maximaal optredend moment	UC	Vervormingen
Tijdelijke damwand	479 kNm	0,78	25,8 mm



Figuur 3-4: Aangepast ontwerp tijdelijke damwand locatie IV

De invloed van het intrillen en uittrillen van de damwand is bepaald op basis van de richtlijnen uit de CUR-rapportage "Omgevingsbeïnvloeding inbrengen en trekken van damwanden" [3]. Hierin is bepaald dat de invloedzone van een te plaatsen en te trekken damwand loopt in een hoek van 30 graden vanaf de punt de damwand. In dit geval is de invloedzone 9,5m groot. Het spoor ligt op ruim 10m vanaf de dichtstbijzijnde damwand en het is de verwachting dat het aanbrengen en trekken van de damwand geen zakking zal veroorzaken van het spoor. Dit geldt voor het intrillen en uittrillen van de damwand. Omdat de dichtheid van het zandpakket onbekend is, kan niet worden uitgesloten dat er geen verdichting optreedt in het baanlichaam van het spoor door de trilling. Daarom wordt geadviseerd om de damwanden van de ontvangstuip te drukken. Voor uittrekken geldt ook een invloedsgedebiet met een hoek van 30 graden vanaf de teen van de damwand. Dit geeft een invloedsgedebiet van 9,5m naar de maaiveldhoogte van het spoor (NAP -0,5m). De afstand van de berm tussen spoor en sloot is 10,5m, zie Figuur 3-5. Er worden daarom er geen problemen voor het spoor verwacht. De damwand voor de perskuip staat ver genoeg van het spoor, zodat het spoor buiten het invloedsgedebiet van het intrillen valt. Deze damwand kan daardoor getrild worden bij een goede uitvoeringsmethode. Het spoor moet gemonitord worden tijdens de werkzaamheden volgens de RLN 00416 van ProRail [4][5].



Figuur 3-5: Bovenaanzicht met afstands-aanduiding sloot - spoor

Bemalingsadvies

Er wordt in dit bemalingsadvies uitgegaan van de toepassing van een gesloten bouwkuip. De laag waarin bemalen zal worden betreft een zandlaag met mogelijk wat grind (zie HB01 en HB02) met een naar verwachting matig tot hoge doorlatendheid (circa 10,0m/dag). Voor het droogleggen van de bouwput is een waterstandsverlaging nodig van 4,45m. Op basis van een verkennende bemalingsberekening is de grootte van het invloedsgedebiet van de bemaling ingeschat op 145m. Dit is meer dan de afstand tussen het spoor en de bemaling (ca. 10,0m). Echter door de toepassing van een gesloten bouwkuip zal het effect op de omgeving minimaal zijn wanneer er in een kort tijdbestek bemalen zal worden. Zolang de werkzaamheden binnen 1 week worden uitgevoerd worden hierdoor geen problemen verwacht voor het spoor.

Opbarstadvies

Het risico op opbarsten is niet aanwezig, omdat er geen ondoorlatende lagen aanwezig zijn in de ondergrond. Mocht de kleihoudende zandlaag (wadzandpakket) ondoorlatender zijn dan wordt verwacht, dan is deze alsnog dik genoeg om weerstand te kunnen bieden tegen opbarsten.

4 Stuw V Costerstraat

Bij locatie V worden 2 nieuwe stuwen aangelegd, zie Figuur 4-1 voor het ontwerp van de stuw. Ook zijn er tijdelijke damwanden noodzakelijk om de stuwen in het droge te kunnen aanleggen.

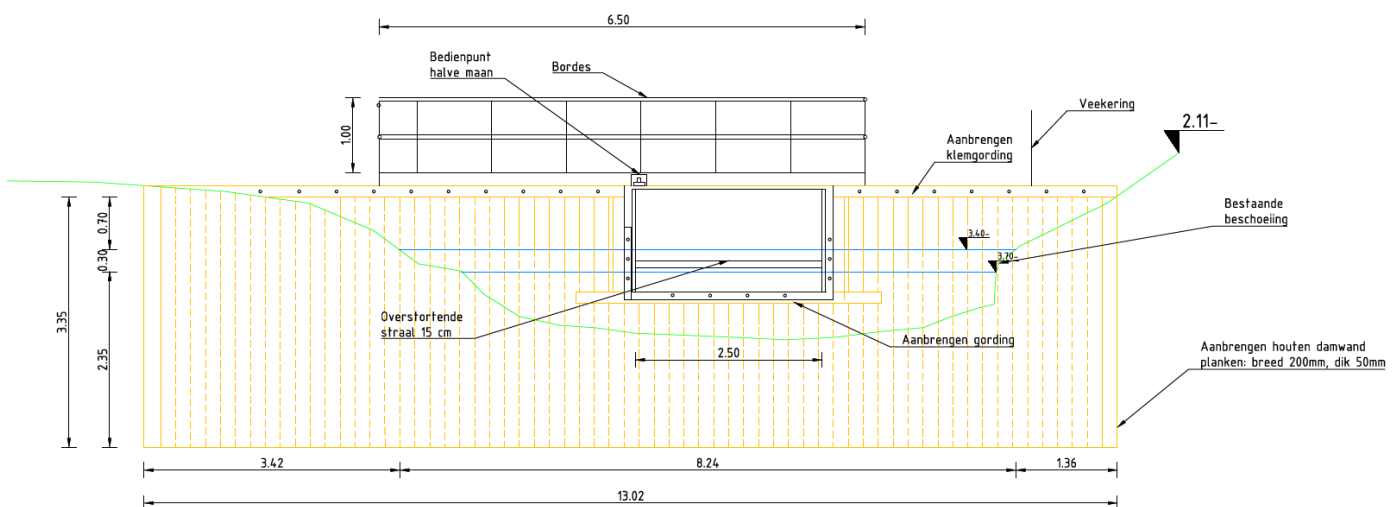
4.1 Stuw

Voor de damwanden van de stuwen is uitgegaan van het in Figuur 4-1 weergegeven ontwerp. Deze is getoetst op sterkte, stabiliteit en vervormingen. Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekeningen zijn gemaakt met D-Sheet Piling;
- Veiligheidsklasse: RC1;
- Damwandplank met dikte 50 mm en houtkwaliteit D40*;
- Maaiveld aangenomen op diepste punt van de sloot (NAP -4,6m);
- Waterstandsverschil van NAP -3,7m en NAP -3,4m;
- Geen waterstandsverhoging meegenomen aan de actieve zijde, omdat het water zal overlopen naar de andere kant van de stuw.
- Onderkant damwand NAP -6,05m, bovenkant damwand NAP -2,7m.

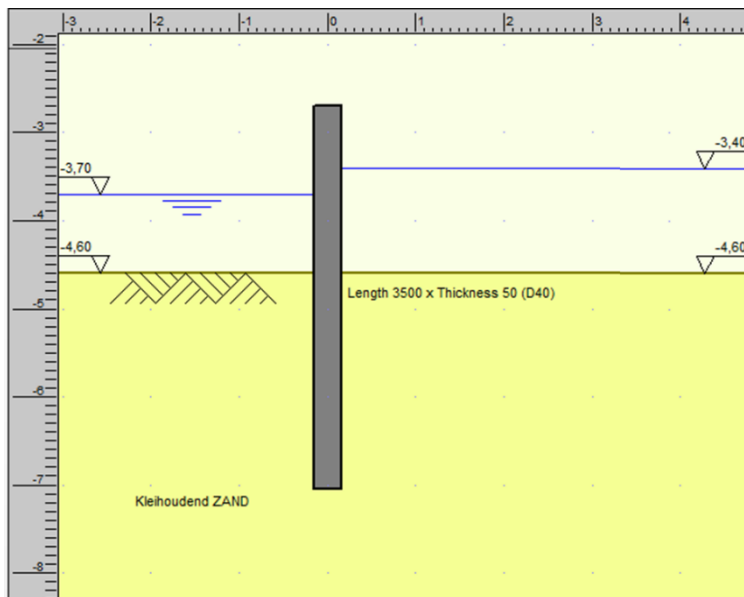
De damwandberekeningen zijn bijgevoegd in Bijlage B.

**De damwand voldoet op sterkte met een dikte van 50mm, maar om schade bij inbrengen te voorkomen, wordt geadviseerd om planken met een dikte van 70mm toe te passen. Dit advies is verwerkt in het concept DO.*



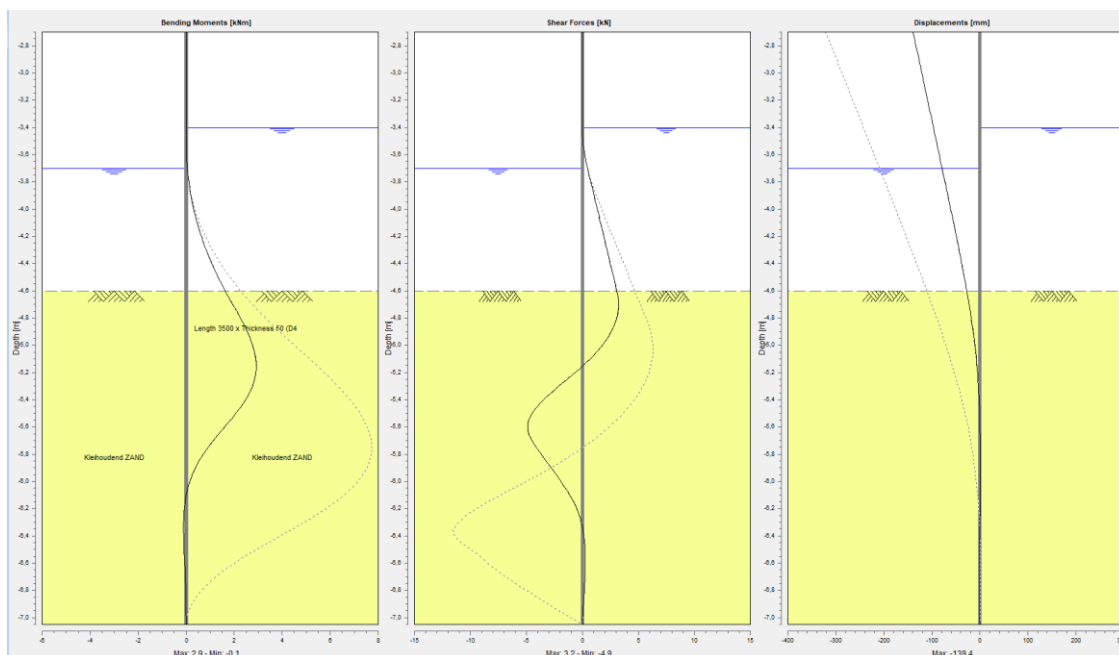
Figuur 4-1: Ontwerp stuw V [2]

In Figuur 4-2 is het model van D-Sheet Piling weergegeven.



Figuur 4-2: D-Sheet pilling model

Uit de berekeningen blijkt dat de damwandlengte van het huidige ontwerp niet voldoet. De damwand moet 1,0m dieper worden aangebracht tot NAP -7,05m. Met een damwand tot NAP -7,05m wordt een U.C. van 0,85 gehaald op de sterkte van de damwand. De stabiliteit van de damwand is ruim voldoende met een veiligheid van 10,16. De vervorming van de damwand komt uit op 140mm, zie Figuur 4-3. Deze vervormingen zijn veel groter dan de normaal aangehouden vervormingseis van 1/100 van de kerende hoogte. In dit geval zou de toegestane vervormingen slechts 19mm zijn. De berekende vervormingen zijn echter zeer conservatief. De damwanden steken voor een groot gedeelte in de berm van de sloot en zitten met gordingen aan elkaar vast. Hierdoor zal de vervormingen in het midden van de stuw, bij de grootste kerende hoogte, kleiner uitvallen dan berekend is. Of de vervormingen daarmee binnen de 1/100 eis blijven, valt echter niet te zeggen.

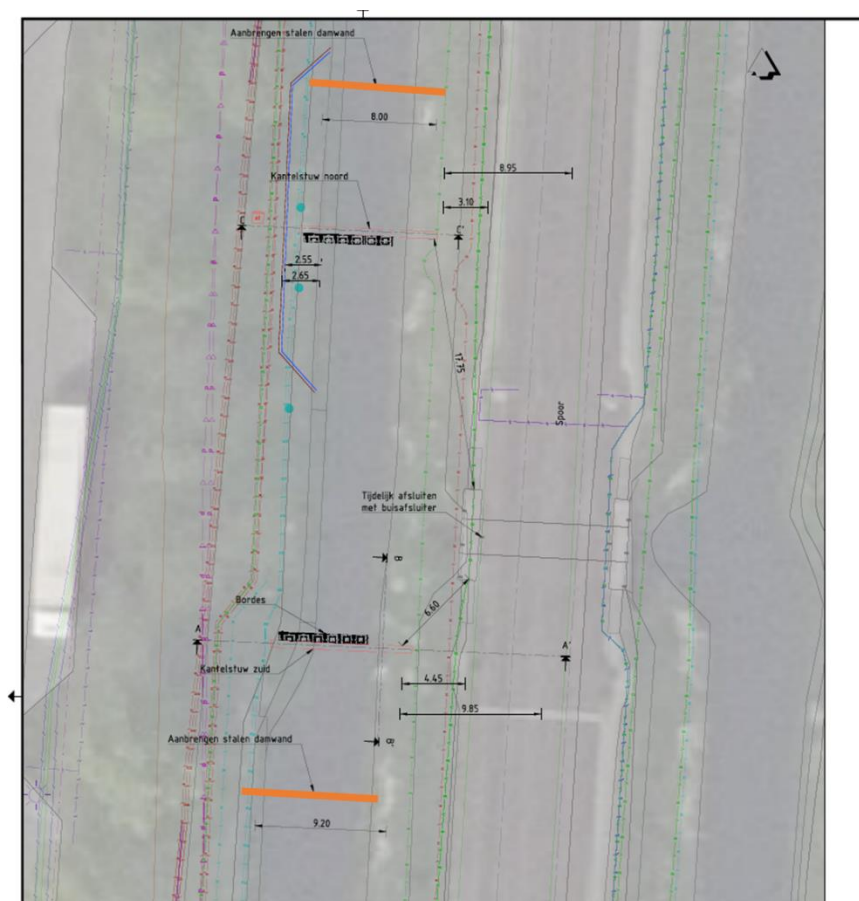


Figuur 4-3: Resultaten D-sheet pilling SLS

De invloed van het intrillen en uittrillen van de damwand is bepaald met richtlijnen uit de CUR Omgevingsbeïnvloeding inbrengen en trekken van damwanden [3]. Hierin is bepaald dat de invloedszone loopt in een hoek van 30 graden vanaf de punt de damwand. In dit geval is dat 3,0m vanaf de damwand. Het spoor ligt op ruim 5,0m vanaf de dichtstbijzijnde damwand en zal hierdoor geen zakkingen ervaren door het inbrengen van de damwanden. Doordat het om relatieve korte damwanden gaat, wordt verwacht dat het effect van de trillingen in het baanlichaam van het spoor minimaal zullen zijn. Hierdoor kunnen de houten en tijdelijke damwand trillend geplaatst en verwijderd worden. Het spoor moet gemonitord worden tijdens de werkzaamheden volgens de RLN 00416 van ProRail [4][5].

4.2 Tijdelijke damwand

Aan de noordkant en zuidkant van de stuwen worden tijdelijke damwanden geplaatst, zie Figuur 4-4. Er moet 1,4m water gekeerd te worden. Dit geeft minimale krachten in de damwand en daardoor voldoet al een zeer licht profiel. Het gemaakte ontwerp is bedoeld voor haalbaarheid en een kostenindicatie. De aannemer dient een definitief ontwerp te maken van de tijdelijke damwand.



Figuur 4-4: Locatie tijdelijke damwanden in Voorlopig Ontwerp (oranje)

Voor het ontwerp van de tijdelijke damwanden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekeningen zijn gemaakt met D-Sheet Pilling;
- Veiligheidsklasse: RC1;
- Damwandtype: AZ12-700 (S240) of gelijkwaardig*;
- Maaiveld aangenomen op diepste punt van de sloot (NAP -4,6m);
- Waterstand is NAP -3,4m. Bemaling niveau 20cm onder maaiveld (NAP -4,8m).
- Onderkant damwand NAP -8,5m, bovenkant damwand NAP -2,7m.

De damwandberekeningen zijn bijgevoegd in Bijlage B.

**Inbrengbaarheid van dit profiel dient door de aannemer bepaald te worden en indien nodig een sterker profiel gekozen worden.*

Uit de berekeningen volgt dat een AZ12-700 ruim voldoet voor sterkte met een UC van 0,10. De vervormingen zijn 6,9mm en vallen daarmee ruim binnen de 1/100 eis. Doordat de krachten in de damwand gering zijn, kan er ook worden overwogen om een grond dam te gebruiken i.p.v. een damwand. Hierbij is het risico op onderloopsheid wel aanwezig. Wanneer de aannemer de voorkeur heeft voor een grond dam dient dit risico te bepalen.

Tabel 3: Resultaten berekeningen tijdelijke damwand

	Maximaal optredend moment	UC	Vervormingen
Tijdelijke damwand	30 kNm	0,10	6,9 mm

De invloed van het intrillen en uittrillen van de damwand is bepaald met richtlijnen uit de CUR Omgevingsbeïnvloeding inbrengen en trekken van damwanden [3]. Hierin is bepaald dat de invloed zone loopt in een hoek van 30 graden vanaf de punt de damwand. In dit geval is dat 3,5m vanaf de damwand. Het spoor ligt op ruim 10m vanaf de dichtstbijzijnde damwand en zal hierdoor geen zakkingen ervaren door het intrillen en uittrillen van de damwanden. De aannemer zal op basis van een trilling analyse moeten aantonen dat trillingen geen gevolgen hebben voor de zakking van het spoor, anders zullen de damwanden gedrukt dienen te worden. Het spoor moet gemonitord worden tijdens de werkzaamheden volgens de RLN 00416 van ProRail [4][5].

Bemalingsadvies

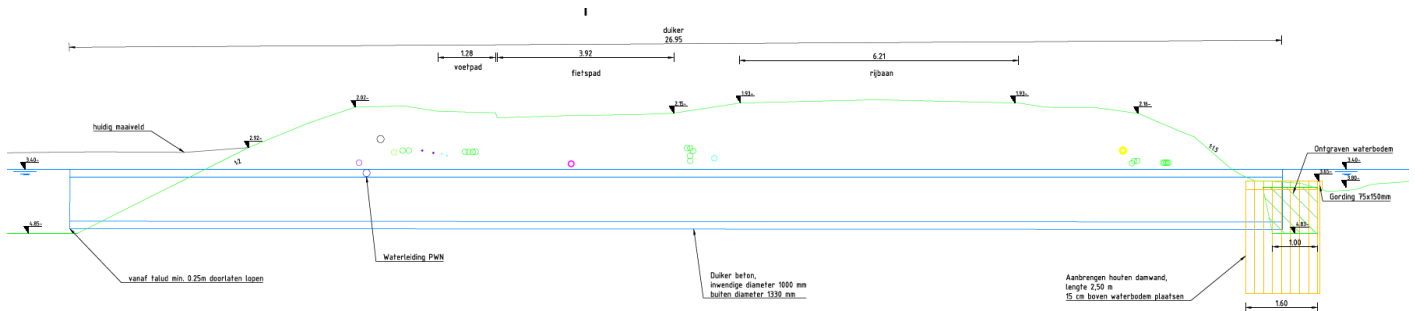
Door de huidige locatie van de damwanden zal er een groot stuk van de watergang droog gelegd worden. Er wordt geadviseerd om 2 kleine bouwputten te maken, zie Figuur 4-5. Één bij elke stuw, zodat er maar een klein stuk bemalen moet worden en daardoor het effect op het nabijgelegen spoor minimaal is. Dit advies is reeds verwerkt in het concept DO (versie 4 mei). De laag waarin bemalen zal worden betreft een zandlaag met silt (zie HB03 en HB04 met een matige doorlatendheid (circa 5,0m/dag). Op basis van een verkennende bemalingsberekening is de invloed zone van de bemaling ingeschat op ca. 40m rondom vanaf de watergang. Dit is meer dan de afstand tussen het spoor en de bemaling (ca. 5,0m). Uit het aanvullende grondonderzoek is gebleken dat er geen ondiepe kleilaag aanwezig is en dat het bovenste gedeelte van het wadzandpakket geen kleilaag bevat. Een tijdelijke waterstandverlaging zal hiermee geen of nauwelijks zetting veroorzaken. Zolang de werkzaamheden binnen 1 week worden uitgevoerd worden hierdoor geen problemen verwacht voor het spoor. Er kan ook aan de kop van de bouwkuip damwanden geplaatst worden, zodat de invloed op het spoor wordt geminimaliseerd.



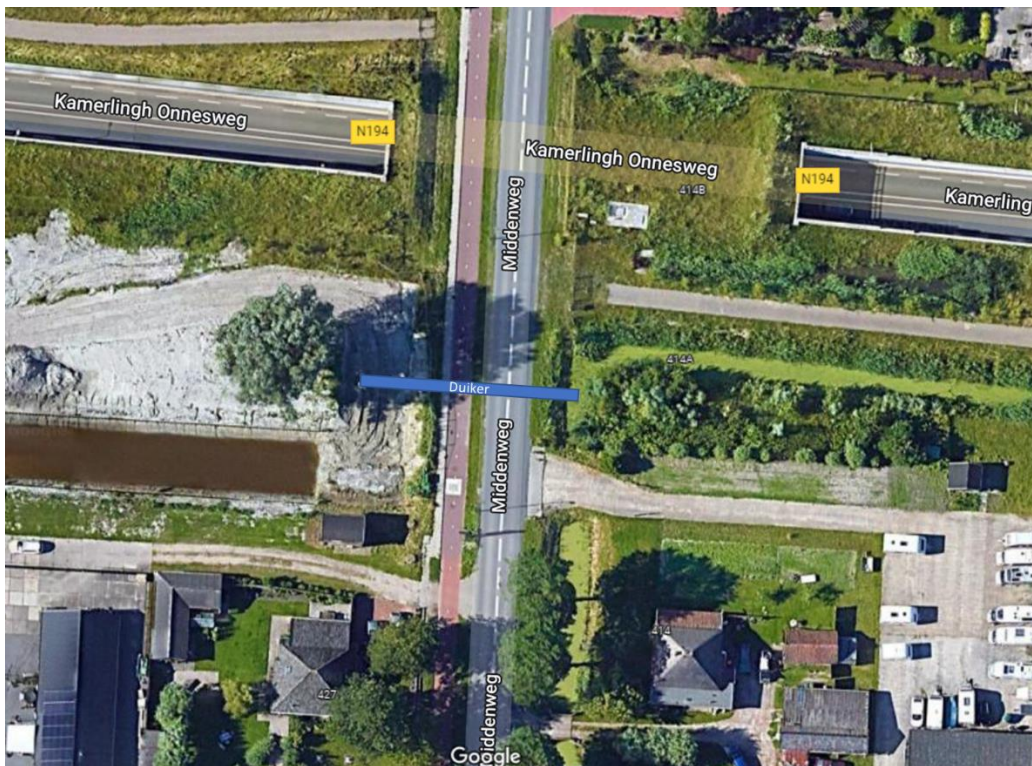
Figuur 4-5: Advies nieuwe locatie tijdelijke damwanden. Dit advies is overgenomen in het concept DO.

5 Duiker X Middenweg

Ter plaatse van de Middenweg zal er een nieuwe duiker worden aangelegd. Deze zal met onderkant buis op NAP -4,73 komen te liggen, zie Figuur 5-1. Het waterpeil ligt hier op NAP -3,4m. Er zal daarom bemalen moeten worden om de duiker te kunnen aanleggen. In dit hoofdstuk is een beknopt bemalingsadvies gegeven en bepaald wat het risico is op opbarsten door de ontgraving. Ook wordt er een tijdelijke damwand geplaatst om de duiker en uitstroombak in het droge te kunnen uitvoeren. Hiervoor is een damwandontwerp gemaakt. Het ontwerp van de uitstroombak is niet getoetst in deze rapportage.



Figuur 5-1: Langsdoorsnede duiker X [2]



Figuur 5-2: Bovenaanzicht ligging duiker X en omliggende bebouwing

Uitgangspunten

Voor het VO is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Maaiveldniveau = ca. NAP -2,0m (zie Figuur 5-1 voor maaiveldprofiel)Figuur 5-1: Langsdoorsnede duiker X [2]
- Ontgravingsniveau = NAP -4,73m;
- Grondwaterstand = NAP -3,4m;
- Bemalingsdiepte = NAP -5,0 m (0,25m onder ontgravingsniveau);

Bemalingsadvies

Bij een open ontgraving zal de grondwaterstand minimaal 1,5 m verlaagd moeten worden. Rondom de bemaling liggen 3 objecten. Aan de noordkant ligt een tunnelbak voor de Kamerlingh Onnesweg. Dit zal als barrière werken voor alles ten noorden van de tunnelbak. De tunnelbak zelf zal op palen gefundeerd zijn en zal niet beïnvloed worden door een bemaling. Aan de zuidkant van de bemaling liggen 2 huizen op een afstand van circa 30 m afstand. Voor het huis aan de oostkant van de Middenweg werkt de tussenliggende sloot als barrière die de invloed van de bemaling minimaliseert. Het huis aan de westkant van de Middenweg is een oude boerderij die naar zeer grote waarschijnlijkheid op staal is gefundeerd. Er zit geen barrière tussen dit huis en de bemaling en zal daardoor de meeste invloed kunnen ondervinden door de bemaling.

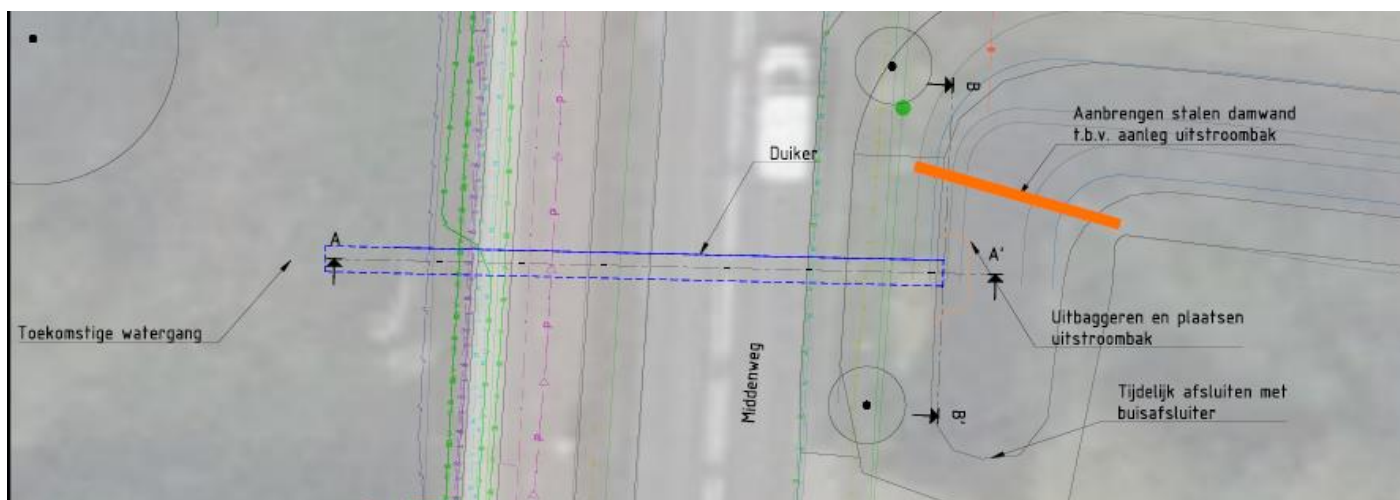
De laag waarin bemalen zal worden betreft een zandlaag met silt (zie HB05 en HB06) en heeft een matige doorlatendheid (circa 5,0m/dag). Op basis van een verkennende bemalingsberekening is de invloedsszone van de bemaling ingeschat op ca. 40m rondom de ontgraving. Dit is meer dan de afstand tussen de oude boerderij en de bemaling. Echter het risico dat het wadzandpakket zal, door de relatief zandige toplaag hiervan geen of nauwelijks zettingen veroorzaken, zolang de werkzaamheden binnen 1 werkweek (5 werkdagen) worden uitgevoerd. Dit geeft geen problemen voor de omliggende bebouwing, ook door de aanwezigheid van open water in de nabijheid van de ontgraving.

Opbarstadvies

Het risico op opbarsten is niet aanwezig, omdat er geen ondoorlatende lagen aanwezig zijn in de bodemopbouw. Mocht de kleihoudende zandlaag (wadzandpakket) ondoorlatender zijn dan wordt verwacht, dan is deze alsnog dik genoeg om weerstand te kunnen bieden tegen opbarsten.

5.1 Tijdelijke damwand

Aan de oostkant van de duiker is een tijdelijke damwand nodig om de sloot droog te leggen, zie Figuur 5-3. Er hoeft slecht 40cm water gekeerd te worden, dus voldoet een zeer licht profiel al. De damwand kan zowel gedrukt als getrild aangebracht worden, omdat er geen gevoelige objecten in de buurt liggen. Het gemaakte ontwerp is bedoeld voor haalbaarheid en een kostenindicatie. De aannemer dient een definitief ontwerp te maken van de tijdelijke damwand.



Figuur 5-3: Locatie tijdelijke damwand (oranje)

Voor het ontwerp van de tijdelijke damwanden zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekeningen zijn gemaakt met D-Sheet Pilling;
- Veiligheidsklasse: RC1;
- Damwandtype: AZ12-700 (S240) of gelijkwaardig;
- Maaiveld aangenomen op diepste punt van de sloot (NAP -3,8m);
- Waterstand is NAP -3,4m. Bemaling niveau 20cm onder maaiveld (NAP -4,0m);
- Onderkant damwand NAP -5,5m, bovenkant damwand NAP -2,7m.

De damwandberekeningen zijn bijgevoegd in Bijlage C.

Uit de berekeningen volgt dat een AZ12-700 ruim voldoet voor sterkte met een UC van 0,10. De vervormingen zijn 6,9mm en vallen daarmee ruim binnen de 1/100 eis. Doordat damwand slecht 40cm water keert, wordt er geadviseerd om een grond dam te gebruiken als waterkering i.p.v. een damwand. Wanneer een damwand wel gewenst wordt, kan bovenstaand damwandontwerp gebruikt worden. Door de relatief korte lengte van de damwand zal het inbrengen en trekken van de damwand incl. het effect van eventuele trillingen geen invloed hebben op de nabijgelegen bebouwing.

Tabel 4: Resultaten berekeningen tijdelijke damwand

	Maximaal optredend moment	UC	Vervormingen
Tijdelijke damwand	2 kNm	0,10	1,0 mm

6 Conclusie

Door de verandering van het watersysteem dienen oude stuwen en duikers aangepast te worden voor de nieuwe situatie. Onderstaand zijn er per locatie de belangrijkste conclusies samengevat.

Duiker locatie IV

Voor de duiker op locatie IV is een tijdelijke damwand ontworpen. In het VO was die nog getekend in de U-vorm, maar er wordt geadviseerd om er een gesloten bouwkuip van te maken. Deze kan echter niet zonder stempelraam worden uitgevoerd, doordat er ca. 4,0 m water en 3,0m grond moet worden gekeerd. Door een stempelraam toe te passen kan er een lichter en kortere damwand worden toegepast. Dit geeft ook minder risico's voor de omgeving (baanlichaam spoor). Geadviseerd wordt het stempelraam te laten uitwerken door de aannemer. Door de gesloten bouwkuip zal ook de bemaling minimaal effect hebben op het naastliggende spoor. Deze punten zijn verwerkt in het concept DO.

Het inbrengen en trekken van de damwanden zal zettingen veroorzaken onder het spoor. Echter wordt er geadviseerd om de damwand van de ontvangskuip te drukken, omdat onbekend is wat de effecten zijn van de trillingen op het zand in het baanlichaam van het spoor.

De leverancier van de putten dient aan te tonen dat deze voldoen aan de veiligheid tegen opdrijven in de gegeven situatie.

Stuwen locatie V

De stuwen bij locatie V kunnen op een houten damwand geplaatst worden. Hiervoor wordt geadviseerd om planken van 70mm dik te gebruiken om tijdens de uitvoering geen schade te krijgen. Voor de installatie van de stuwen is een tijdelijke stalen damwand nodig om de stuwen in het drogen te kunnen aanleggen. De damwanden zijn relatief kort en daarom wordt verwacht dat de trillingen geen effect zullen hebben op het naastliggende spoor.

Om de invloed van de bemaling zo minimaal mogelijk te houden, wordt geadviseerd om per stuw een bouwput te maken. Wanneer de bouwputten verkleind worden, is er naar verwachting geen effect op het spoor als gevolg van de bemaling.

Duiker locatie X

Voor de duiker op locatie X zijn geen verdere bijzonderheden. De duiker kan met een open ontgraving met bemaling. De bemaling zal naar verwachting geen effect hebben op omliggende huizen wanneer dit maximaal een week duurt (met aanvullende grondonderzoek definitief te zeggen). Voor de drooglegging van de sloot wordt geadviseerd om een grond dam te gebruiken, omdat er slecht 40cm water gekeerd hoeft te worden. In het concept DO is de damwand nog aangehouden.

Aandachtspunten voor volgende fase:

- Definitief ontwerp van de tijdelijke damwanden door de aannemer uit te voeren.
- Ontwerp nodig voor stempelraam tijdelijke damwand locatie IV.
- Er moet een monitoringsplan worden opgesteld voor het spoor tijdens de werkzaamheden.

Bijlagen

Bijlagen A: Damwandberekeningen locatie IV

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: ARCADIS
Infrastructure

Date of report: 5/3/2022
Time of report: 5:02:45 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 5/3/2022
Time of calculation: 5:01:32 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Stuw IV - tijdelijke damwand met stempel

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Supports	4
2.3 Overall Stability per Stage	4
2.4 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Stempel plaatsen	9
5 Overall Stability Stage 1: Stempel plaatsen	10
5.1 Overall Stability	10
6 Step 6.3 Stage 3: Afgraving	11
6.1 General Input Data	11
6.1.1 Spring Supports	11
6.2 Input Data Left	11
6.2.1 Calculation Method	11
6.2.2 Water Level	11
6.2.3 Surface	11
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	11
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	11
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	12
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	12
6.5 Input Data Right	12
6.5.1 Calculation Method	12
6.5.2 Water Level	12
6.5.3 Surface	12
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	12
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	13
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	13
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	13
6.8 Calculation Results	13
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	14
6.8.2 Moments, Forces and Displacements	14
6.8.3 Charts of Stresses	15
6.8.4 Stresses	15
6.8.5 Percentage Mobilized Resistance	16
6.8.6 Rigid and Spring Supports	17
7 Step 6.4 Stage 3: Afgraving	18
7.1 General Input Data	18
7.1.1 Spring Supports	18
7.2 Input Data Left	18
7.2.1 Calculation Method	18
7.2.2 Water Level	18
7.2.3 Surface	18
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	18
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	18
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	19
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	19
7.5 Input Data Right	19
7.5.1 Calculation Method	19
7.5.2 Water Level	19
7.5.3 Surface	19
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	19
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	20
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	20
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	20
7.8 Calculation Results	20
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	21
7.8.2 Moments, Forces and Displacements	21

7.8.3 Charts of Stresses	22
7.8.4 Stresses	22
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance	23
7.8.6 Rigid and Spring Supports	24
8 Step 6.5 Stage 3: Afgraving	25
8.1 General Input Data	25
8.1.1 Spring Supports	25
8.2 Input Data Left	25
8.2.1 Calculation Method	25
8.2.2 Water Level	25
8.2.3 Surface	25
8.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	25
8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	25
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	26
8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	26
8.5 Input Data Right	26
8.5.1 Calculation Method	26
8.5.2 Water Level	26
8.5.3 Surface	26
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	26
8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	27
8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	27
8.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	27
8.8 Calculation Results	28
8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	28
8.8.2 Moments, Forces and Displacements	28
8.8.3 Charts of Stresses	29
8.8.4 Stresses	29
8.8.5 Percentage Mobilized Resistance	30
8.8.6 Rigid and Spring Supports	31

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		1,32	1,28	16,9	17,0	
1	EC7(NL)-Step 6.4		0,75	-1,02	16,9	17,0	
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,00	0,00	11,8	11,7	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		0,00	0,00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		-7,59	-6,72	20,3	21,2	
2	EC7(NL)-Step 6.2		-4,00	-4,15	20,3	21,3	
2	EC7(NL)-Step 6.3		-7,30	-6,53	20,4	21,3	
2	EC7(NL)-Step 6.4		-3,86	-4,05	20,4	21,4	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-1,2	-5,23	-4,08	15,0	15,6	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-6,27	-4,89			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-479,09	-131,90	87,3	89,4	
3	EC7(NL)-Step 6.4		-473,10	-130,74	89,9	91,7	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-25,8	-186,55	-66,80	49,4	55,4	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-223,86	-80,16			
Max		-25,8	-479,09	-131,90	89,9	91,7	

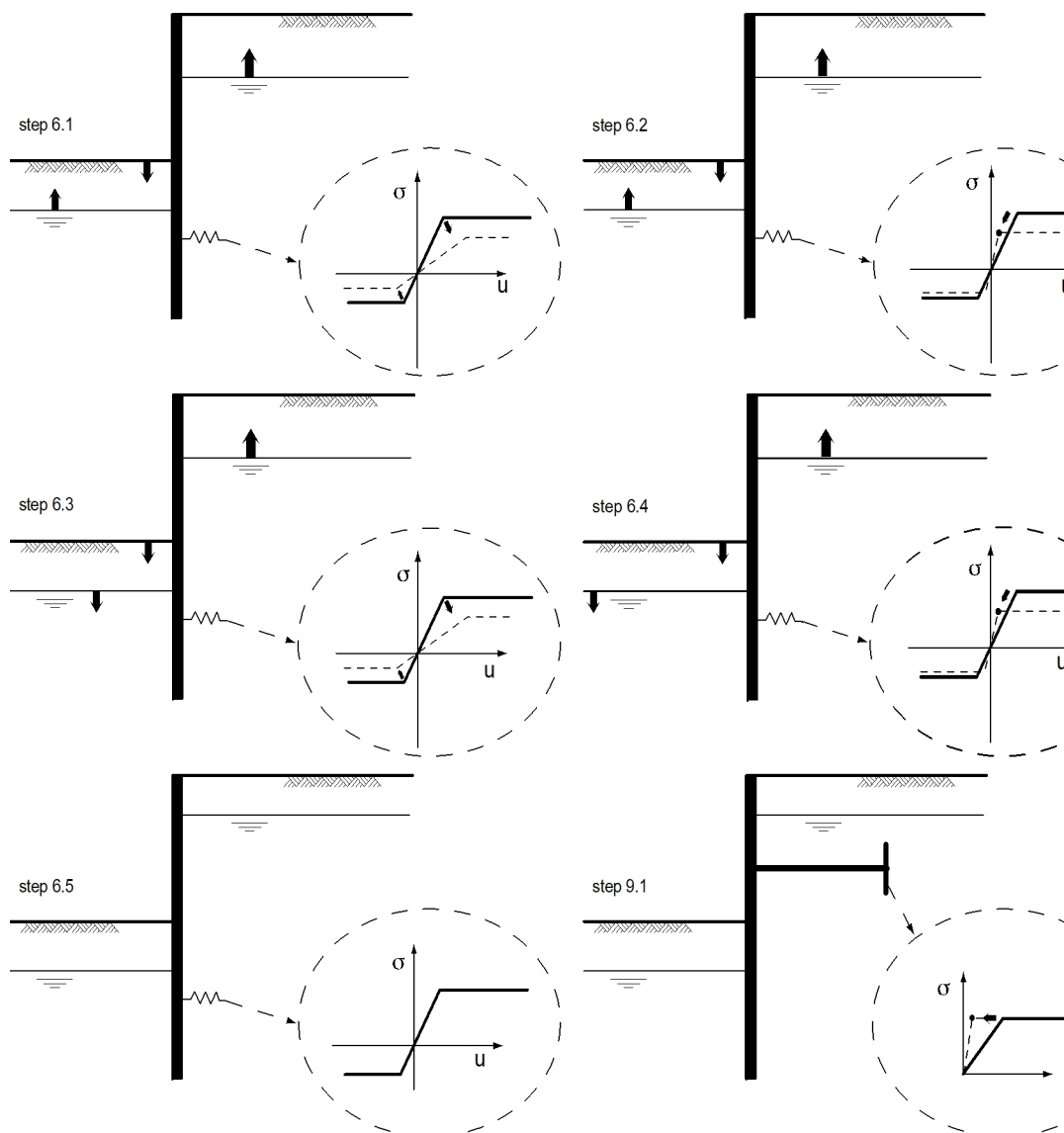
2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support Stempel		
		Force [kN]	Moment [kNm]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1	---	---	
1	EC7(NL)-Step 6.2	---	---	
1	EC7(NL)-Step 6.3	-1,28	-	
1	EC7(NL)-Step 6.4	-0,81	-	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	---	---	
2	EC7(NL)-Step 6.1	6,72	-	
2	EC7(NL)-Step 6.2	4,15	-	
2	EC7(NL)-Step 6.3	6,53	-	
2	EC7(NL)-Step 6.4	4,05	-	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	4,89	-	
3	EC7(NL)-Step 6.1	---	---	
3	EC7(NL)-Step 6.2	---	---	
3	EC7(NL)-Step 6.3	131,90	-	
3	EC7(NL)-Step 6.4	130,74	-	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	80,16	-	
Max		131,90	---	

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Stempel plaatsen	828,94
Bemaling	20,31
Afgraving	1,43

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	3
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	13,30 m
Level top side	-2,70 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 17 -700 (S3...	-16,00	-2,70	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 17 -700 (S3...	7,6083E+04	1,00	7,6083E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 17 -700 (S3...	614,00	1,00	1,00	1,00	614,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Stempel plaatsen
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900

- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,300
- Tangent phi	1,200
- Factor on unit weight soil	1,000
Verification of stage	2: Bemaling
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,300
- Tangent phi	1,200
- Factor on unit weight soil	1,000
Verification of stage	3: Afgraving
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000

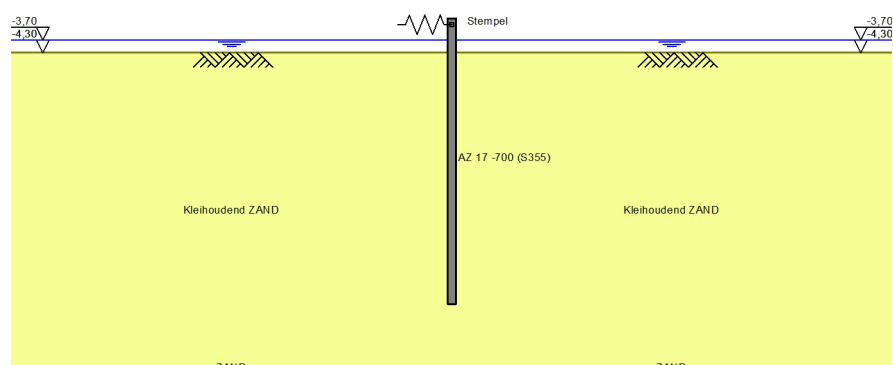
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,300
- Tangent phi	1,200
- Factor on unit weight soil	1,000

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: Stempel plaatsen

Outline - Stage 1: Stempel plaatsen

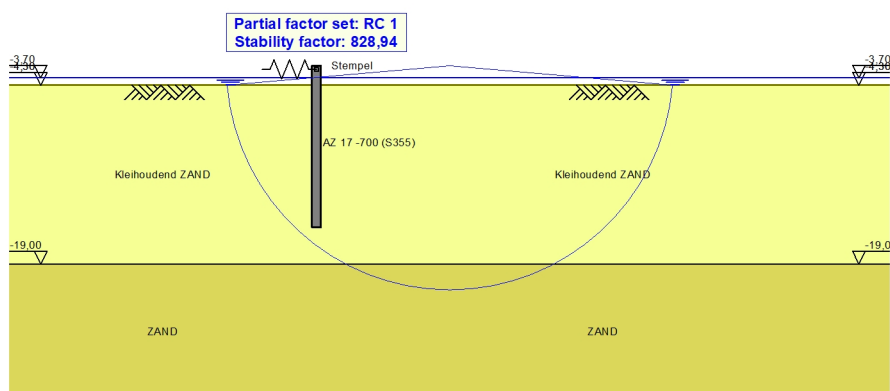


5 Overall Stability Stage 1: Stempel plaatsen

Stability factor : 828,94

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: Stempel plaatsen



6 Step 6.3 Stage 3: Afgraving

6.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Stempel	-3,00	0,00000E+00	1,00000E+04

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -8,05 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-8,14

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	17,50	17,50
ZAND	-19,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-7,65	0,87	23,90	15,93	15,93
ZAND	-19,00	0,87	31,34	20,14	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-7,65	1,00	1,00	Fine
ZAND	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-7,65	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	40,00
ZAND	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	40,00	40,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
ZAND	-19,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	2307,69	2307,69
ZAND	-19,00	7692,31	7692,31

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-8,47	0,0	4,3	0,00	0,00	0,00
2	-9,13	0,0	11,4	0,00	0,59	4,86
3	-9,78	0,0	22,7	0,00	0,59	4,47
4	-10,44	1,5	32,5	0,19	0,59	4,17
5	-11,09	2,8	42,4	0,27	0,59	4,03
6	-11,75	3,8	52,3	0,29	0,59	3,94
7	-12,40	4,8	62,1	0,30	0,59	3,89
8	-13,05	5,8	72,0	0,31	0,59	3,85
9	-13,71	6,8	81,9	0,32	0,59	3,82
10	-14,36	7,8	91,8	0,32	0,59	3,80
11	-15,02	8,7	101,6	0,33	0,59	3,78
12	-15,67	9,7	111,5	0,33	0,59	3,77

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	399,20
ZAND	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -3,35 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,30

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	17,50	17,50
ZAND	-19,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,30	0,87	23,90	15,93	15,93
ZAND	-19,00	0,87	31,34	20,14	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,30	1,00	1,00	Fine
ZAND	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Kleihoudend ZA...	-4,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
ZAND	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
ZAND	-19,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	2307,69	2307,69
ZAND	-19,00	7692,31	7692,31

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,58	0,0	12,1	0,00	0,59	5,62
2	-5,14	1,2	27,6	0,18	0,59	4,29
3	-5,70	2,9	43,2	0,27	0,59	4,02
4	-6,25	4,5	58,7	0,30	0,59	3,91
5	-6,81	6,0	74,2	0,31	0,59	3,84
6	-7,37	7,6	89,8	0,32	0,59	3,80
7	-7,75	8,6	100,3	0,32	0,59	3,78
8	-7,95	9,2	105,9	0,33	0,59	3,77
9	-8,10	9,6	110,0	0,33	0,59	3,77
10	-8,47	10,6	120,4	0,33	0,59	3,75
11	-9,13	12,5	138,7	0,34	0,59	3,74
12	-9,78	14,3	156,9	0,34	0,59	3,72
13	-10,44	16,1	175,1	0,34	0,59	3,71
14	-11,09	17,9	193,3	0,34	0,59	3,70
15	-11,75	19,7	211,5	0,34	0,59	3,69
16	-12,40	21,6	229,8	0,35	0,59	3,69
17	-13,05	23,4	248,0	0,35	0,59	3,68
18	-13,71	25,2	266,2	0,35	0,59	3,68
19	-14,36	27,0	284,4	0,35	0,59	3,68
20	-15,02	28,9	302,6	0,35	0,59	3,67
21	-15,67	30,7	320,9	0,35	0,59	3,67

6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	179,62
ZAND	0,00

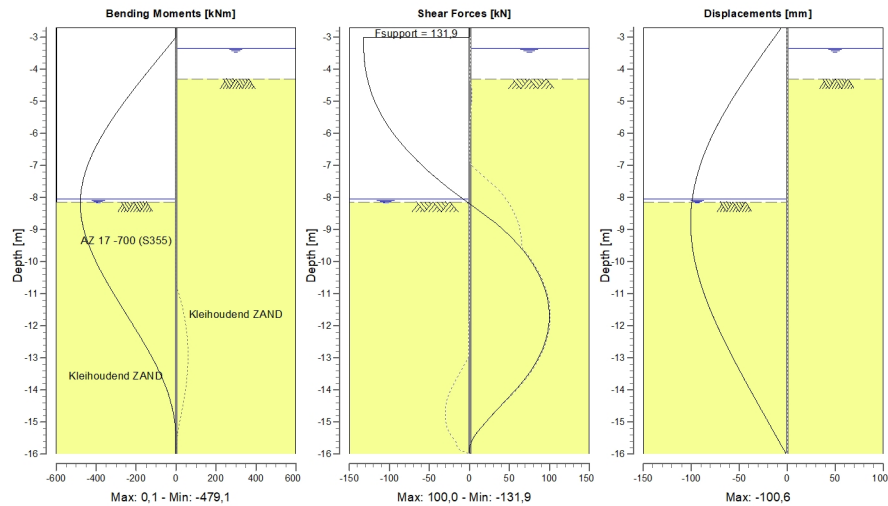
6.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Afgraving

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.8.2 Moments, Forces and Displacements

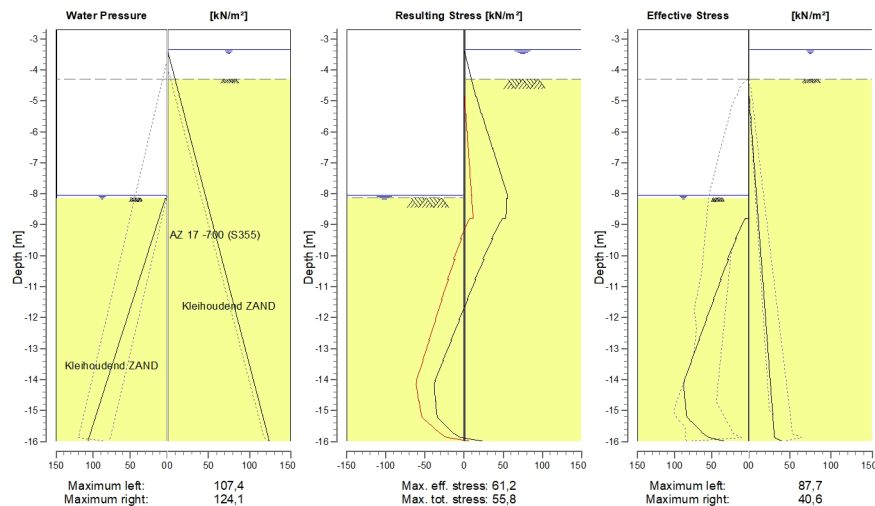
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-6,0
1	-3,00	0,00	0,00	-13,2
2	-3,00	0,00	-131,90	-13,2
2	-3,35	-46,17	-131,90	-21,5
3	-3,35	-46,17	-131,90	-21,5
3	-3,40	-52,76	-131,89	-22,7
4	-3,40	-52,76	-131,89	-22,7
4	-3,70	-92,26	-131,30	-29,8
5	-3,70	-92,26	-131,30	-29,8
5	-4,30	-170,07	-127,48	-43,5
6	-4,30	-170,07	-127,47	-43,5
6	-4,86	-239,51	-120,74	-55,6
7	-4,86	-239,51	-120,74	-55,6
7	-5,42	-304,17	-110,30	-66,7
8	-5,42	-304,17	-110,30	-66,7
8	-5,97	-361,88	-95,83	-76,6
9	-5,97	-361,88	-95,83	-76,6
9	-6,53	-410,43	-77,44	-85,0
10	-6,53	-410,43	-77,44	-85,0
10	-7,09	-447,61	-55,12	-91,7
11	-7,09	-447,61	-55,12	-91,7
11	-7,65	-471,24	-28,87	-96,6
12	-7,65	-471,24	-28,87	-96,6
12	-7,85	-475,98	-18,52	-97,9
13	-7,85	-475,98	-18,52	-97,9
13	-8,05	-478,61	-7,66	-98,9
14	-8,05	-478,61	-7,66	-98,9
14	-8,14	-479,09	-2,37	-99,3
15	-8,14	-479,09	-2,37	-99,3
15	-8,80	-469,08	32,87	-100,6
16	-8,80	-469,08	32,87	-100,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-9,45	-438,08	60,33	-99,2
17	-9,45	-438,08	60,33	-99,2
17	-10,11	-391,66	80,10	-95,3
18	-10,11	-391,66	80,10	-95,3
18	-10,76	-334,56	93,09	-89,3
19	-10,76	-334,55	93,08	-89,3
19	-11,42	-271,18	99,30	-81,3
20	-11,42	-271,18	99,30	-81,3
20	-12,07	-205,96	98,73	-71,8
21	-12,07	-205,96	98,73	-71,8
21	-12,73	-143,34	91,39	-61,2
22	-12,73	-143,34	91,39	-61,2
22	-13,38	-87,75	77,27	-49,8
23	-13,38	-87,75	77,27	-49,8
23	-14,04	-43,62	56,37	-37,9
24	-14,04	-43,61	56,33	-37,9
24	-14,69	-14,79	31,84	-25,7
25	-14,69	-14,79	31,82	-25,7
25	-15,35	-1,58	9,07	-13,4
26	-15,35	-1,57	8,91	-13,4
26	-16,00	0,06	0,76	-1,1
Max		-479,09	-131,90	-100,6
Max, minor nodes incl.		-479,09	-131,90	-100,6

6.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Afgraving

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-3,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
3	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
4	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
4	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	3,43	-	
5	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	3,43	-	
5	-4,30	0,00	0,00	-		0,00	9,32	-	
6	-4,30	0,00	0,00	-		0,00	9,32	A	
6	-4,86	0,00	0,00	-		0,00	14,80	A	
7	-4,86	0,00	0,00	-		0,77	14,80	A	
7	-5,42	0,00	0,00	-		1,55	20,27	A	
8	-5,42	0,00	0,00	-		2,32	20,27	A	
8	-5,97	0,00	0,00	-		3,48	25,75	A	
9	-5,97	0,00	0,00	-		3,82	25,75	A	
9	-6,53	0,00	0,00	-		5,09	31,23	A	
10	-6,53	0,00	0,00	-		5,34	31,23	A	
10	-7,09	0,00	0,00	-		6,68	36,71	A	
11	-7,09	0,00	0,00	-		6,87	36,71	A	
11	-7,65	0,00	0,00	-		8,25	42,18	A	
12	-7,65	0,00	0,00	-		8,37	42,18	A	
12	-7,85	0,00	0,00	-		8,87	44,15	A	
13	-7,85	0,00	0,00	-		8,92	44,15	A	
13	-8,05	0,00	0,00	-		9,43	46,11	A	
14	-8,05	0,00	0,00	-		9,47	46,11	A	
14	-8,14	0,00	0,93	-		9,70	47,04	A	
15	-8,14	0,00	2,68	P		9,79	47,04	A	
15	-8,80	0,00	11,40	P		11,46	53,46	A	
16	-8,80	4,78	11,40	P		11,61	53,46	A	
16	-9,45	18,04	20,13	P		13,30	59,88	A	
17	-9,45	16,58	20,13	P		13,42	59,88	A	
17	-10,11	28,77	28,86	P		15,13	66,30	A	
18	-10,11	26,85	28,86	P		15,24	66,30	A	
18	-10,76	38,23	37,59	P		16,95	72,72	A	
19	-10,76	36,92	37,59	P		17,05	72,72	A	
19	-11,42	47,90	46,32	P		18,78	79,15	A	
20	-11,42	46,90	46,32	P		18,87	79,15	A	
20	-12,07	57,66	55,05	P		20,61	85,57	A	
21	-12,07	56,85	55,05	P		20,69	85,57	A	
21	-12,73	67,45	63,77	P		22,43	91,99	A	
22	-12,73	66,77	63,77	P		22,51	91,99	A	
22	-13,38	77,27	72,50	P		24,26	98,41	A	
23	-13,38	76,68	72,50	P		24,33	98,41	A	
23	-14,04	87,10	81,23	P		26,09	104,83	A	
24	-14,04	86,58	81,23	P		26,15	104,83	A	
24	-14,69	85,87	89,96	3	89	27,91	111,25	A	
25	-14,69	85,56	89,96	3	89	27,97	111,25	A	
25	-15,35	77,88	98,69	2	73	29,73	117,68	A	
26	-15,35	77,73	98,69	2	73	29,79	117,68	A	
26	-16,00	31,33	107,42	1	27	40,62	124,10	1	

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	399,2	179,6
Water	432,4	784,9
Total	831,6	964,5

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	446,59 kN
Mobilized passive effective resistance	399,20 kN
Percentage mobilized resistance	89,4 %
Position single support	-3,00 m
Maximum passive moment	4670,21 kNm
Mobilized passive moment	4078,85 kNm
Percentage mobilized moment	87,3 %

6.8.6 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	-3,00	131,90	0,00

7 Step 6.4 Stage 3: Afgraving

7.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

7.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Stempel	-3,00	0,00000E+00	1,00000E+04

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -8,05 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-8,14

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	17,50	17,50
ZAND	-19,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-7,65	0,87	23,90	15,93	15,93
ZAND	-19,00	0,87	31,34	20,14	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-7,65	1,00	1,00	Fine
ZAND	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-7,65	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	40,00
ZAND	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	40,00	40,00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
ZAND	-19,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	6750,00	6750,00
ZAND	-19,00	22500,00	22500,00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-8,47	0,0	4,3	0,00	0,00	0,00
2	-9,13	0,0	11,4	0,00	0,59	4,86
3	-9,78	0,0	22,7	0,00	0,59	4,47
4	-10,44	1,5	32,5	0,19	0,59	4,17
5	-11,09	2,8	42,4	0,27	0,59	4,03
6	-11,75	3,8	52,3	0,29	0,59	3,94
7	-12,40	4,8	62,1	0,30	0,59	3,89
8	-13,05	5,8	72,0	0,31	0,59	3,85
9	-13,71	6,8	81,9	0,32	0,59	3,82
10	-14,36	7,8	91,8	0,32	0,59	3,80
11	-15,02	8,7	101,6	0,33	0,59	3,78
12	-15,67	9,7	111,5	0,33	0,59	3,77

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	409,54
ZAND	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -3,35 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,30

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	17,50	17,50
ZAND	-19,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,30	0,87	23,90	15,93	15,93
ZAND	-19,00	0,87	31,34	20,14	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,30	1,00	1,00	Fine
ZAND	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Kleihoudend ZA...	-4,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
ZAND	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
ZAND	-19,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	6750,00	6750,00
ZAND	-19,00	22500,00	22500,00

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,58	0,0	12,1	0,00	0,59	5,62
2	-5,14	1,2	27,6	0,18	0,59	4,29
3	-5,70	2,9	43,2	0,27	0,59	4,02
4	-6,25	4,5	58,7	0,30	0,59	3,91
5	-6,81	6,0	74,2	0,31	0,59	3,84
6	-7,37	7,6	89,8	0,32	0,59	3,80
7	-7,75	8,6	100,3	0,32	0,59	3,78
8	-7,95	9,2	105,9	0,33	0,59	3,77
9	-8,10	9,6	110,0	0,33	0,59	3,77
10	-8,47	10,6	120,4	0,33	0,59	3,75
11	-9,13	12,5	138,7	0,34	0,59	3,74
12	-9,78	14,3	156,9	0,34	0,59	3,72
13	-10,44	16,1	175,1	0,34	0,59	3,71
14	-11,09	17,9	193,3	0,34	0,59	3,70
15	-11,75	19,7	211,5	0,34	0,59	3,69
16	-12,40	21,6	229,8	0,35	0,59	3,69
17	-13,05	23,4	248,0	0,35	0,59	3,68
18	-13,71	25,2	266,2	0,35	0,59	3,68
19	-14,36	27,0	284,4	0,35	0,59	3,68
20	-15,02	28,9	302,6	0,35	0,59	3,67
21	-15,67	30,7	320,9	0,35	0,59	3,67

7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	189,21
ZAND	0,00

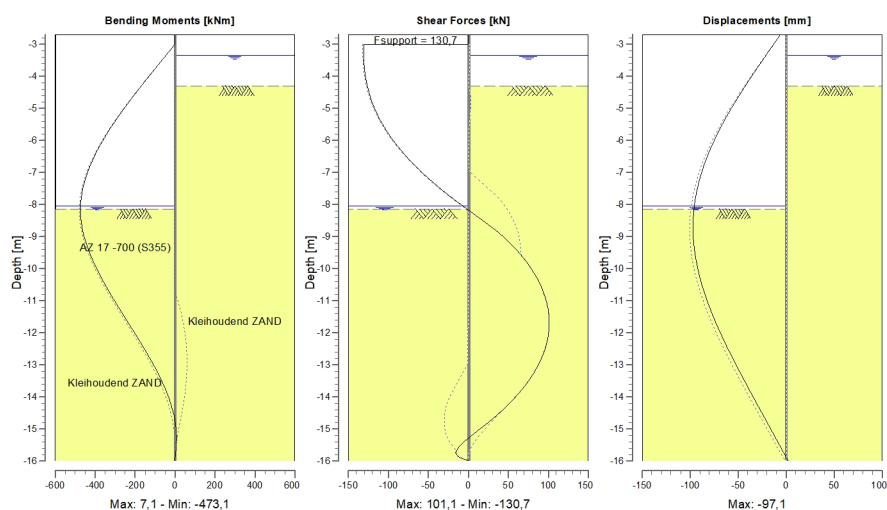
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Afgraving

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



7.8.2 Moments, Forces and Displacements

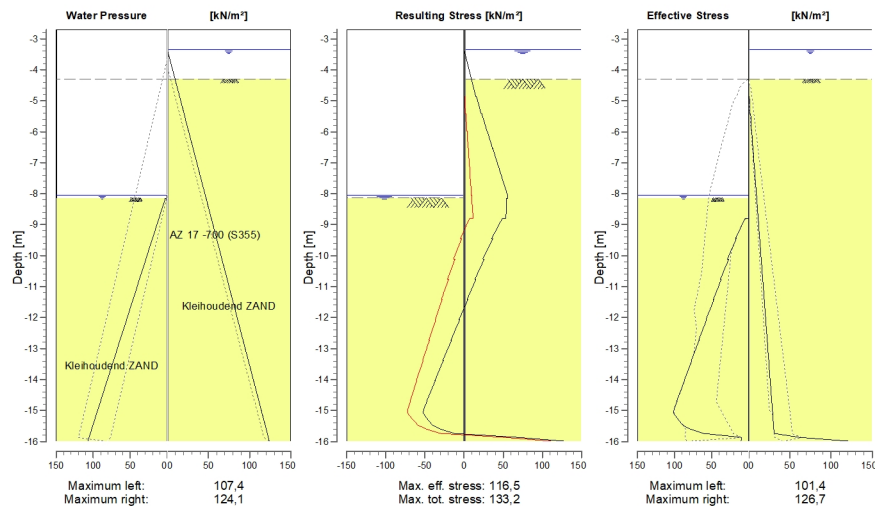
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-6,1
1	-3,00	0,00	0,00	-13,1
2	-3,00	0,00	-130,74	-13,1
2	-3,35	-45,76	-130,74	-21,2
3	-3,35	-45,76	-130,74	-21,2
3	-3,40	-52,30	-130,73	-22,3
4	-3,40	-52,30	-130,73	-22,3
4	-3,70	-91,45	-130,14	-29,2
5	-3,70	-91,45	-130,14	-29,2
5	-4,30	-168,56	-126,31	-42,6
6	-4,30	-168,56	-126,31	-42,6
6	-4,86	-237,34	-119,58	-54,3
7	-4,86	-237,34	-119,57	-54,3
7	-5,42	-301,35	-109,13	-65,1
8	-5,42	-301,35	-109,14	-65,1
8	-5,97	-358,42	-94,67	-74,6
9	-5,97	-358,42	-94,67	-74,6
9	-6,53	-406,32	-76,27	-82,6
10	-6,53	-406,32	-76,27	-82,6
10	-7,09	-442,85	-53,96	-89,0
11	-7,09	-442,85	-53,96	-89,0
11	-7,65	-465,83	-27,71	-93,6
12	-7,65	-465,83	-27,71	-93,6
12	-7,85	-470,34	-17,35	-94,8
13	-7,85	-470,34	-17,35	-94,8
13	-8,05	-472,73	-6,49	-95,8
14	-8,05	-472,73	-6,49	-95,8
14	-8,14	-473,10	-1,20	-96,1
15	-8,14	-473,10	-1,20	-96,1
15	-8,80	-462,33	34,04	-97,1
16	-8,80	-462,33	34,04	-97,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-9,45	-430,57	61,49	-95,4
17	-9,45	-430,57	61,49	-95,4
17	-10,11	-383,39	81,26	-91,4
18	-10,11	-383,39	81,26	-91,4
18	-10,76	-325,52	94,25	-85,1
19	-10,76	-325,52	94,25	-85,1
19	-11,42	-261,38	100,46	-77,1
20	-11,42	-261,38	100,46	-77,1
20	-12,07	-195,40	99,89	-67,6
21	-12,07	-195,40	99,89	-67,6
21	-12,73	-132,02	92,55	-57,0
22	-12,73	-132,02	92,55	-57,0
22	-13,38	-75,67	78,43	-45,6
23	-13,38	-75,67	78,43	-45,6
23	-14,04	-30,78	57,53	-33,8
24	-14,04	-30,78	57,53	-33,8
24	-14,69	-1,79	29,85	-21,8
25	-14,69	-1,78	29,80	-21,8
25	-15,35	7,04	-2,66	-9,8
26	-15,35	7,10	-3,15	-9,8
26	-16,00	0,11	0,86	2,1
Max		-473,10	-130,74	-97,1
Max, minor nodes incl.		-473,10	-130,74	-97,1

7.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Afgraving

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-3,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
3	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
4	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
4	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	3,43	-	
5	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	3,43	-	
5	-4,30	0,00	0,00	-		0,00	9,32	-	
6	-4,30	0,00	0,00	-		0,00	9,32	A	
6	-4,86	0,00	0,00	-		0,00	14,80	A	
7	-4,86	0,00	0,00	-		0,77	14,80	A	
7	-5,42	0,00	0,00	-		1,55	20,27	A	
8	-5,42	0,00	0,00	-		2,32	20,27	A	
8	-5,97	0,00	0,00	-		3,48	25,75	A	
9	-5,97	0,00	0,00	-		3,82	25,75	A	
9	-6,53	0,00	0,00	-		5,09	31,23	A	
10	-6,53	0,00	0,00	-		5,34	31,23	A	
10	-7,09	0,00	0,00	-		6,68	36,71	A	
11	-7,09	0,00	0,00	-		6,87	36,71	A	
11	-7,65	0,00	0,00	-		8,25	42,18	A	
12	-7,65	0,00	0,00	-		8,37	42,18	A	
12	-7,85	0,00	0,00	-		8,87	44,15	A	
13	-7,85	0,00	0,00	-		8,92	44,15	A	
13	-8,05	0,00	0,00	-		9,43	46,11	A	
14	-8,05	0,00	0,00	-		9,47	46,11	A	
14	-8,14	0,00	0,93	-		9,70	47,04	A	
15	-8,14	0,00	2,68	P		9,79	47,04	A	
15	-8,80	0,00	11,40	P		11,46	53,46	A	
16	-8,80	4,78	11,40	P		11,61	53,46	A	
16	-9,45	18,04	20,13	P		13,30	59,88	A	
17	-9,45	16,58	20,13	P		13,42	59,88	A	
17	-10,11	28,77	28,86	P		15,13	66,30	A	
18	-10,11	26,85	28,86	P		15,24	66,30	A	
18	-10,76	38,23	37,59	P		16,95	72,72	A	
19	-10,76	36,92	37,59	P		17,05	72,72	A	
19	-11,42	47,90	46,32	P		18,78	79,15	A	
20	-11,42	46,90	46,32	P		18,87	79,15	A	
20	-12,07	57,66	55,05	P		20,61	85,57	A	
21	-12,07	56,85	55,05	P		20,69	85,57	A	
21	-12,73	67,45	63,77	P		22,43	91,99	A	
22	-12,73	66,77	63,77	P		22,51	91,99	A	
22	-13,38	77,27	72,50	P		24,26	98,41	A	
23	-13,38	76,68	72,50	P		24,33	98,41	A	
23	-14,04	87,10	81,23	P		26,09	104,83	A	
24	-14,04	86,58	81,23	P		26,15	104,83	A	
24	-14,69	96,94	89,96	P		27,91	111,25	A	
25	-14,69	96,48	89,96	P		27,97	111,25	A	
25	-15,35	93,42	98,69	3	87	29,73	117,68	A	
26	-15,35	93,14	98,69	3	88	29,79	117,68	A	
26	-16,00	10,18	107,42	A		126,65	124,10	1	38

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	409,5	189,2
Water	432,4	784,9
Total	842,0	974,1

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	446,59 kN
Mobilized passive effective resistance	409,54 kN
Percentage mobilized resistance	91,7 %
Position single support	-3,00 m
Maximum passive moment	4670,21 kNm
Mobilized passive moment	4197,56 kNm
Percentage mobilized moment	89,9 %

7.8.6 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	-3,00	130,74	0,00

8 Step 6.5 Stage 3: Afgraving

8.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

8.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Stempel	-3,00	0,00000E+00	1,00000E+04

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: -7,85 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-7,65

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	17,50	17,50
ZAND	-19,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-7,65	1,00	27,00	18,00	18,00
ZAND	-19,00	1,00	35,00	22,50	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-7,65	1,00	1,00	Fine
ZAND	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-7,65	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	40,00
ZAND	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	40,00	40,00

8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
ZAND	-19,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-7,65	3000,00	3000,00
ZAND	-19,00	10000,00	10000,00

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-7,75	0,0	12,1	0,00	0,55	8,68
2	-8,16	0,1	24,4	0,02	0,55	5,94
3	-8,79	1,1	36,2	0,16	0,55	5,39
4	-9,42	1,9	48,0	0,20	0,55	5,15
5	-10,04	2,7	59,8	0,23	0,55	5,01
6	-10,67	3,6	71,6	0,25	0,55	4,92
7	-11,30	4,4	83,4	0,26	0,55	4,86
8	-11,93	5,2	95,2	0,26	0,55	4,82
9	-12,55	6,1	107,1	0,27	0,55	4,78
10	-13,18	6,9	118,9	0,28	0,55	4,76
11	-13,81	7,7	130,7	0,28	0,55	4,73
12	-14,43	8,5	142,5	0,28	0,55	4,72
13	-15,06	9,4	154,3	0,29	0,55	4,70
14	-15,69	10,2	166,1	0,29	0,55	4,69

8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	431,36
ZAND	0,00

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: -3,40 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,30

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	17,50	17,50
ZAND	-19,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,30	1,00	27,00	18,00	18,00
ZAND	-19,00	1,00	35,00	22,50	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,30	1,00	1,00	Fine
ZAND	-19,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Kleihoudend ZA...	-4,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
ZAND	-19,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
ZAND	-19,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Kleihoudend ZA...	-4,30	3000,00	3000,00
ZAND	-19,00	10000,00	10000,00

8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,58	0,0	15,5	0,00	0,55	7,23
2	-5,14	0,6	35,0	0,10	0,55	5,43
3	-5,70	2,4	54,4	0,22	0,55	5,07
4	-6,25	3,7	73,8	0,25	0,55	4,91
5	-6,81	5,1	93,2	0,26	0,55	4,82
6	-7,37	6,4	112,6	0,27	0,55	4,77
7	-7,75	7,4	125,8	0,28	0,55	4,74
8	-8,16	8,4	140,2	0,28	0,55	4,72
9	-8,79	9,9	162,0	0,29	0,55	4,69
10	-9,42	11,4	183,8	0,29	0,55	4,67
11	-10,04	13,0	205,6	0,29	0,55	4,65
12	-10,67	14,5	227,4	0,30	0,55	4,64
13	-11,30	16,0	249,2	0,30	0,55	4,63
14	-11,93	17,6	271,0	0,30	0,55	4,62
15	-12,55	19,1	292,8	0,30	0,55	4,61
16	-13,18	20,6	314,6	0,30	0,55	4,61
17	-13,81	22,2	336,4	0,30	0,55	4,60
18	-14,43	23,7	358,2	0,30	0,55	4,60
19	-15,06	25,2	380,0	0,30	0,55	4,59
20	-15,69	26,8	401,8	0,31	0,55	4,59

8.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	168,24
ZAND	0,00

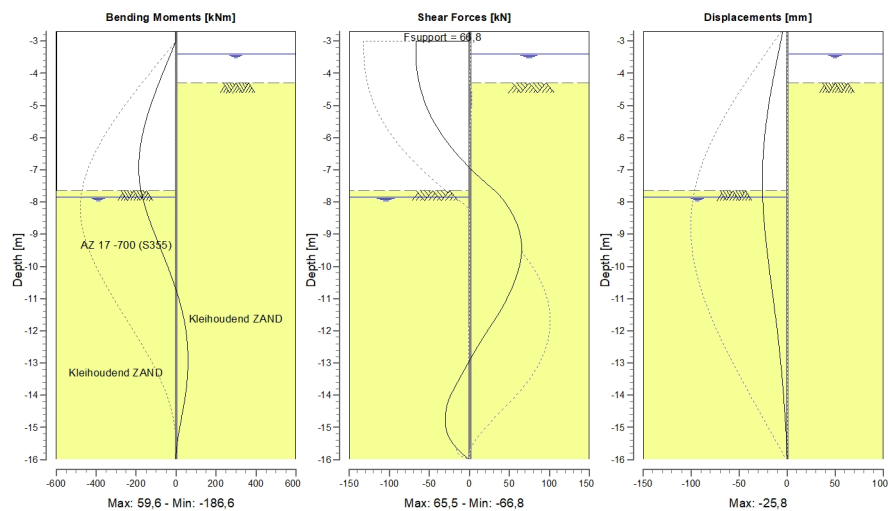
8.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Afgraving

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



8.8.2 Moments, Forces and Displacements

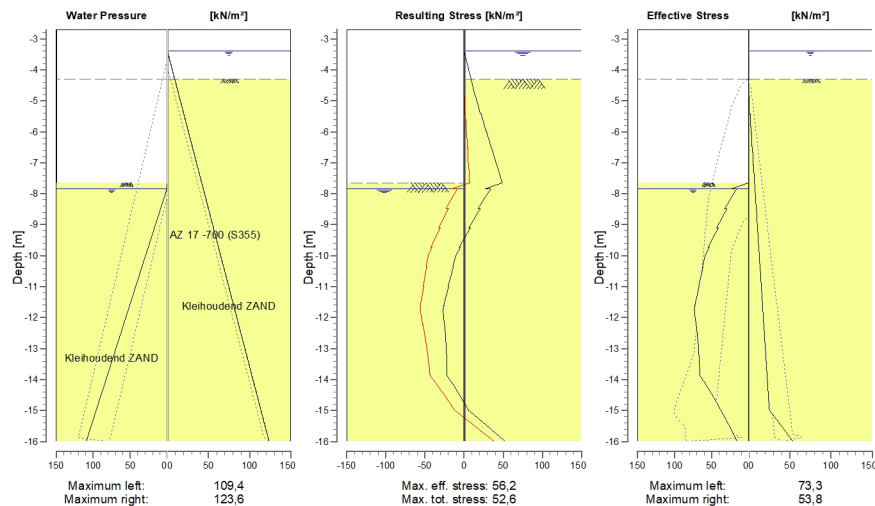
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-4,6
1	-3,00	0,00	0,00	-6,7
2	-3,00	0,00	-66,80	-6,7
2	-3,40	-26,72	-66,80	-9,4
3	-3,40	-26,72	-66,80	-9,4
3	-3,70	-46,72	-66,36	-11,5
4	-3,70	-46,72	-66,36	-11,5
4	-4,30	-85,65	-62,83	-15,4
5	-4,30	-85,65	-62,82	-15,4
5	-4,86	-119,06	-56,36	-18,6
6	-4,86	-119,06	-56,36	-18,6
6	-5,42	-147,93	-46,48	-21,4
7	-5,42	-147,93	-46,48	-21,4
7	-5,97	-170,17	-32,60	-23,6
8	-5,97	-170,17	-32,60	-23,6
8	-6,53	-183,60	-14,89	-25,0
9	-6,53	-183,60	-14,89	-25,0
9	-7,09	-186,07	6,64	-25,8
10	-7,09	-186,07	6,64	-25,8
10	-7,65	-175,46	31,99	-25,7
11	-7,65	-175,46	31,99	-25,7
11	-7,85	-168,24	39,50	-25,5
12	-7,85	-168,24	39,50	-25,5
12	-8,48	-137,86	55,70	-24,4
13	-8,48	-137,86	55,70	-24,4
13	-9,10	-99,83	64,07	-22,5
14	-9,10	-99,83	64,07	-22,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-9,73	-59,03	64,61	-20,2
15	-9,73	-59,03	64,60	-20,2
15	-10,36	-20,27	58,05	-17,5
16	-10,36	-20,27	58,05	-17,5
16	-10,98	13,00	47,39	-14,7
17	-10,98	13,00	47,39	-14,7
17	-11,61	38,43	33,03	-12,0
18	-11,61	38,43	33,02	-12,0
18	-12,24	53,95	16,61	-9,5
19	-12,24	53,95	16,61	-9,5
19	-12,87	59,60	1,58	-7,2
20	-12,87	59,60	1,59	-7,2
20	-13,49	56,16	-12,49	-5,3
21	-13,49	56,16	-12,51	-5,3
21	-14,12	44,09	-25,39	-3,6
22	-14,12	44,08	-25,43	-3,6
22	-14,75	26,19	-30,09	-2,2
23	-14,75	26,19	-30,14	-2,2
23	-15,37	8,45	-23,90	-0,9
24	-15,37	8,45	-23,92	-0,9
24	-16,00	0,00	0,00	0,4
Max		-186,07	-66,80	-25,8
Max, minor nodes incl.		-186,55	-66,80	-25,8

8.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Afgraving

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



8.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-3,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]
3	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	2,94	-	
4	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	2,94	-	
4	-4,30	0,00	0,00	-		0,00	8,83	-	
5	-4,30	0,00	0,00	-		0,00	8,83	A	
5	-4,86	0,00	0,00	-		0,00	14,31	A	
6	-4,86	0,00	0,00	-		0,43	14,31	A	
6	-5,42	0,00	0,00	-		0,86	19,78	A	
7	-5,42	0,00	0,00	-		1,88	19,78	A	
7	-5,97	0,00	0,00	-		2,83	25,26	A	
8	-5,97	0,00	0,00	-		3,19	25,26	A	
8	-6,53	0,00	0,00	-		4,25	30,74	A	
9	-6,53	0,00	0,00	-		4,52	30,74	A	
9	-7,09	0,00	0,00	-		5,64	36,22	A	
10	-7,09	0,00	0,00	-		5,86	36,22	A	
10	-7,65	0,00	0,00	-		7,03	41,69	A	
11	-7,65	0,00	0,00	P		7,16	41,69	A	
11	-7,85	24,27	0,70	P		7,58	43,65	A	
12	-7,85	16,62	0,70	P		7,70	43,65	A	
12	-8,48	32,14	9,06	P		9,06	49,80	A	
13	-8,48	29,15	9,06	P		9,22	49,80	A	
13	-9,10	43,23	17,42	P		10,60	55,95	A	
14	-9,10	41,28	17,42	P		10,74	55,95	A	
14	-9,73	54,73	25,78	P		12,14	62,10	A	
15	-9,73	53,27	25,78	P		12,26	62,10	A	
15	-10,36	62,33	34,14	3	94	13,68	68,25	A	
16	-10,36	61,55	34,14	3	94	13,79	68,25	A	
16	-10,98	67,46	42,50	3	86	15,22	74,41	A	
17	-10,98	66,81	42,50	3	87	15,32	74,41	A	
17	-11,61	72,68	50,86	3	81	16,75	80,56	A	
18	-11,61	72,12	50,86	3	81	16,84	80,56	A	
18	-12,24	71,00	59,22	2	70	18,29	86,71	A	
19	-12,24	70,74	59,22	2	70	18,37	86,71	A	
19	-12,87	68,31	67,58	2	60	19,82	92,86	A	
20	-12,87	68,07	67,58	2	60	19,90	92,86	A	
20	-13,49	66,61	75,94	2	53	21,36	99,01	A	
21	-13,49	66,39	75,94	2	53	21,43	99,01	A	
21	-14,12	58,96	84,30	1	43	22,89	105,16	A	
22	-14,12	58,96	84,30	1	43	22,96	105,16	A	
22	-14,75	43,16	92,66	1	29	24,42	111,31	A	
23	-14,75	43,16	92,66	1	29	24,49	111,31	A	
23	-15,37	28,99	101,02	1	18	36,14	117,46	1	
24	-15,37	28,99	101,02	1	18	36,14	117,46	1	
24	-16,00	15,39	109,38	1		53,80	123,61	1	13

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

8.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	431,4	168,2
Water	448,7	778,7
Total	880,0	947,0

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	778,66 kN
Mobilized passive effective resistance	431,36 kN
Percentage mobilized resistance	55,4 %
Position single support	-3,00 m
Maximum passive moment	7789,58 kNm
Mobilized passive moment	3848,14 kNm
Percentage mobilized moment	49,4 %

8.8.6 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	-3,00	66,80	0,00

End of Report

Bijlagen B: Damwandberekeningen locatie V

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: ARCADIS
Infrastructure

Date of report: 5/3/2022
Time of report: 4:57:42 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 21-3-2022
Time of calculation: 16:45:56
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Stuw V

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General Properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum Allowable Moments at Short and Long Terms	5
3.3 Calculation Options	5
4 Outline Stage 1: New Stage	7
5 Overall Stability Stage 1: New Stage	8
5.1 Overall Stability	8
6 Step 6.3 Stage 1: New Stage	9
6.1 General Input Data	9
6.2 Input Data Left	9
6.2.1 Calculation Method	9
6.2.2 Water Level	9
6.2.3 Surface	9
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	9
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	9
6.3 Calculated Force from a Layer - Left Side	10
6.4 Input Data Right	10
6.4.1 Calculation Method	10
6.4.2 Water Level	10
6.4.3 Surface	10
6.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	10
6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
6.5 Calculated Force from a Layer - Right Side	10
6.6 Calculation Results	11
6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	11
6.6.2 Moments, Forces and Displacements	11
6.6.3 Charts of Stresses	12
6.6.4 Stresses	12
6.6.5 Percentage Mobilized Resistance	13
7 Step 6.5 Stage 1: New Stage	14
7.1 General Input Data	14
7.2 Input Data Left	14
7.2.1 Calculation Method	14
7.2.2 Water Level	14
7.2.3 Surface	14
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	14
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	14
7.3 Calculated Force from a Layer - Left Side	15
7.4 Input Data Right	15
7.4.1 Calculation Method	15
7.4.2 Water Level	15
7.4.3 Surface	15
7.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	15
7.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	15
7.5 Calculated Force from a Layer - Right Side	15
7.6 Calculation Results	16
7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	16
7.6.2 Moments, Forces and Displacements	16
7.6.3 Charts of Stresses	17
7.6.4 Stresses	17
7.6.5 Percentage Mobilized Resistance	18

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

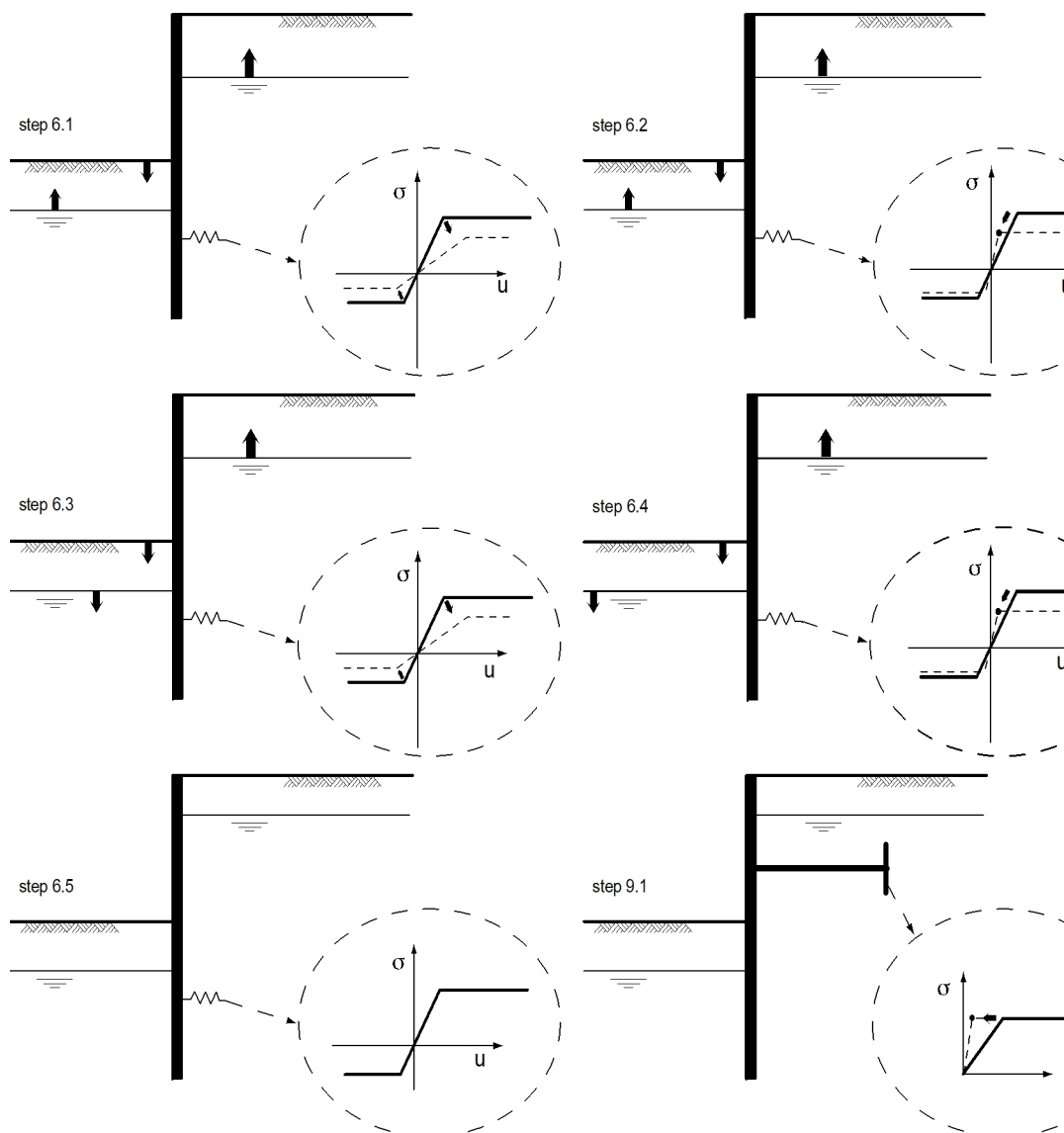
Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		7,73	-10,25	0,0	46,6	
1	EC7(NL)-Step 6.4		7,73	-11,52	0,0	48,3	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-139,4	2,91	-4,90	0,0	21,5	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		3,49	-5,89			
Max		-139,4	7,73	-11,52	0,0	48,3	

The maximum allowable moment is 11,95 kNm at short term and 9,19 kNm at long term.

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	9,98

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Wooden sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	4,35 m
Level top side	-2,70 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]	Height [mm]	Material factor [-]
Length 3500 x Thickness 50 (...)	-7,05	-2,70	Wood	1,00	50	1,30

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	E-Modulus [kN/m ²]	Deform. factor k_def [-]	Modif. factor k_mod;E [-]	Creep factor Psi_2;eff [-]	Stiffness at SLS EI_SLS [kNm ²]	Stiffness at ULS EI_ULT [kNm ²]
Length 3500 x Thickness 50 (...)	1,300000E+07	1,00	0,80	1,00	5,416667E+01	1,083333E+02

3.2.3 Maximum Allowable Moments at Short and Long Terms

Section name	Modification factor (short term) k_mod;f;short [-]	Modification factor (long term) k_mod;f;long [-]	System factor k_sys [-]	Height factor k_h [-]
Length 3500 x Thickness 50 (...)	0,65	0,50	1,15	1,25

Section name	Characteristic flexural strength f_m;0;char [kN/m ²]	Section modulus W [cm ³ /m']	Admissible moment (short term) M_r;d;short [kNm/m']	Admissible moment (long term) M_r;d;long [kNm/m']
Length 3500 x Thickness 50 (...)	40000,00	417	11,95	9,19

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads - Permanent load, unfavourable	1,000

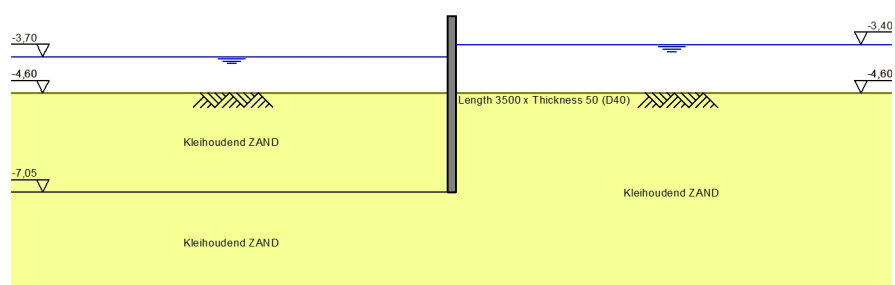
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,00 m User defined
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,300
- Tangent phi	1,200
- Factor on unit weight soil	1,000

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: New Stage

Outline - Stage 1: New Stage

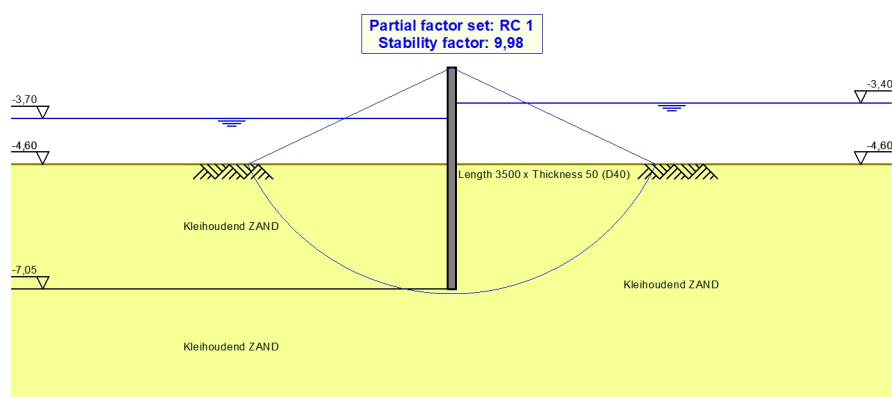


5 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 9,98

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage



6 Step 6.3 Stage 1: New Stage

6.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

6.2.2 Water Level

Water level: -3,90 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,79

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50
Kleihoudend ZA...	-7,05	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	23,90	15,93	n.a.
Kleihoudend ZA...	-7,05	0,00	23,90	15,93	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine
Kleihoudend ZA...	-7,05	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,36	0,59	3,62	0,00	1,45
Kleihoudend ZA...	-7,05	0,36	0,59	3,62	1,45	1,45

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Kleihoudend ZA...	-7,05	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	2307,69	2307,69
Kleihoudend ZA...	-7,05	2307,69	2307,69

6.3 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	30,16
Kleihoudend ZAND	0,00

6.4 Input Data Right

6.4.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

6.4.2 Water Level

Water level: -3,40 [m]

6.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,60

6.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	23,90	15,93	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,36	0,59	3,62	0,00	-1,45

6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	2307,69	2307,69

6.5 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	17,05

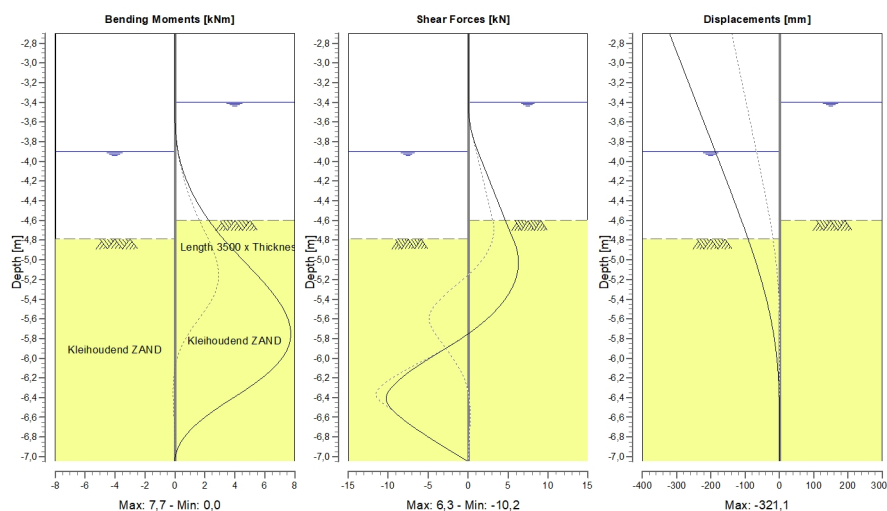
6.6 Calculation Results

Number of iterations: 8

6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.6.2 Moments, Forces and Displacements

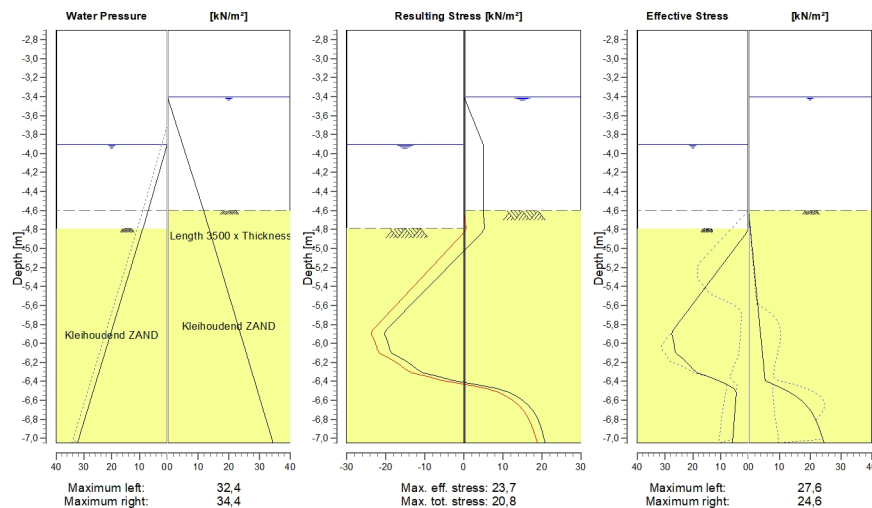
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-321,1
1	-2,88	0,00	0,00	-301,6
2	-2,88	0,00	0,00	-301,6
2	-3,05	0,00	0,00	-282,1
3	-3,05	0,00	0,00	-282,1
3	-3,23	0,00	0,00	-262,5
4	-3,23	0,00	0,00	-262,5
4	-3,40	0,00	0,00	-243,0
5	-3,40	0,00	0,00	-243,0
5	-3,55	0,01	0,11	-226,3
6	-3,55	0,01	0,11	-226,3
6	-3,70	0,04	0,44	-209,5
7	-3,70	0,04	0,44	-209,5
7	-3,90	0,20	1,23	-187,2
8	-3,90	0,20	1,23	-187,2
8	-4,08	0,49	2,08	-167,8
9	-4,08	0,49	2,08	-167,8
9	-4,25	0,93	2,94	-148,5
10	-4,25	0,93	2,94	-148,5
10	-4,42	1,52	3,80	-129,5
11	-4,42	1,52	3,80	-129,5
11	-4,60	2,26	4,66	-110,9
12	-4,60	2,26	4,66	-110,9
12	-4,79	3,24	5,64	-91,4
13	-4,79	3,24	5,64	-91,4
13	-5,00	4,48	6,29	-71,6
14	-5,00	4,48	6,29	-71,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-5,20	5,75	5,94	-53,5
15	-5,20	5,75	5,94	-53,5
15	-5,41	6,85	4,58	-37,7
16	-5,41	6,85	4,58	-37,7
16	-5,61	7,57	2,21	-24,5
17	-5,61	7,57	2,21	-24,5
17	-5,82	7,69	-1,16	-14,3
18	-5,82	7,69	-1,17	-14,3
18	-6,02	7,04	-5,22	-7,0
19	-6,02	7,04	-5,23	-7,0
19	-6,23	5,58	-8,72	-2,5
20	-6,23	5,58	-8,73	-2,5
20	-6,43	3,57	-10,24	-0,1
21	-6,43	3,57	-10,24	-0,1
21	-6,64	1,67	-7,86	0,9
22	-6,64	1,67	-7,85	0,9
22	-6,84	0,43	-4,14	1,2
23	-6,84	0,43	-4,14	1,2
23	-7,05	0,00	0,00	1,4
Max		7,69	-10,24	-321,1
Max, minor nodes incl.		7,73	-10,25	-321,1

6.6.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.6.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-2,88	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,88	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,05	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,05	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,23	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,23	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
4	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,55	0,00	0,00	-		0,00	1,47	-	
6	-3,55	0,00	0,00	-		0,00	1,47	-	
6	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	2,94	-	
7	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	2,94	-	
7	-3,90	0,00	0,00	-		0,00	4,91	-	
8	-3,90	0,00	0,00	-		0,00	4,91	-	
8	-4,08	0,00	1,72	-		0,00	6,62	-	
9	-4,08	0,00	1,72	-		0,00	6,62	-	
9	-4,25	0,00	3,43	-		0,00	8,34	-	
10	-4,25	0,00	3,43	-		0,00	8,34	-	
10	-4,42	0,00	5,15	-		0,00	10,06	-	
11	-4,42	0,00	5,15	-		0,00	10,06	-	
11	-4,60	0,00	6,87	-		0,00	11,77	-	
12	-4,60	0,00	6,87	-		0,00	11,77	A	
12	-4,79	0,00	8,73	-		0,57	13,52	A	
13	-4,79	0,00	8,84	P		0,57	13,52	A	
13	-5,00	4,87	10,98	P		1,19	15,42	A	
14	-5,00	4,87	10,98	P		1,19	15,42	A	
14	-5,20	10,15	13,12	P		1,80	17,31	A	
15	-5,20	10,15	13,12	P		1,80	17,31	A	
15	-5,41	15,43	15,25	P		2,42	19,21	A	
16	-5,41	15,43	15,25	P		2,42	19,21	A	
16	-5,61	20,71	17,39	P		3,03	21,10	A	
17	-5,61	20,71	17,39	P		3,03	21,10	A	
17	-5,82	25,99	19,53	P		3,65	22,99	A	
18	-5,82	25,99	19,53	P		3,65	22,99	A	
18	-6,02	26,69	21,67	3	85	4,27	24,89	A	
19	-6,02	26,69	21,67	3	85	4,27	24,89	A	
19	-6,23	21,20	23,80	2	58	4,88	26,78	A	
20	-6,23	21,20	23,80	2	58	4,88	26,78	A	
20	-6,43	7,77	25,94	1	19	8,14	28,67	1	
21	-6,43	7,77	25,94	1	19	8,14	28,67	1	
21	-6,64	4,71	28,08	A		18,36	30,57	1	30
22	-6,64	4,71	28,08	A		18,36	30,57	1	30
22	-6,84	5,24	30,21	A		22,37	32,46	1	33
23	-6,84	5,24	30,21	A		22,37	32,46	1	33
23	-7,05	5,77	32,35	A		24,59	34,36	1	33

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

6.6.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	30,1	17,1
Water	50,4	63,6
Total	80,6	80,6

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	64,70 kN
Mobilized passive effective resistance	30,15 kN
Percentage mobilized resistance	46,6 %

7 Step 6.5 Stage 1: New Stage

7.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

7.2.2 Water Level

Water level: -3,70 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,60

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50
Kleihoudend ZA...	-7,05	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	27,00	18,00	n.a.
Kleihoudend ZA...	-7,05	0,00	27,00	18,00	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine
Kleihoudend ZA...	-7,05	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,32	0,55	4,52	0,00	1,45
Kleihoudend ZA...	-7,05	0,32	0,55	4,52	1,45	1,45

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Kleihoudend ZA...	-7,05	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	3000,00	3000,00
Kleihoudend ZA...	-7,05	3000,00	3000,00

7.3 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	20,74
Kleihoudend ZAND	0,00

7.4 Input Data Right

7.4.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

7.4.2 Water Level

Water level: -3,40 [m]

7.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,60

7.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	27,00	18,00	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,32	0,55	4,52	0,00	-1,45

7.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	3000,00	3000,00

7.5 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	14,03

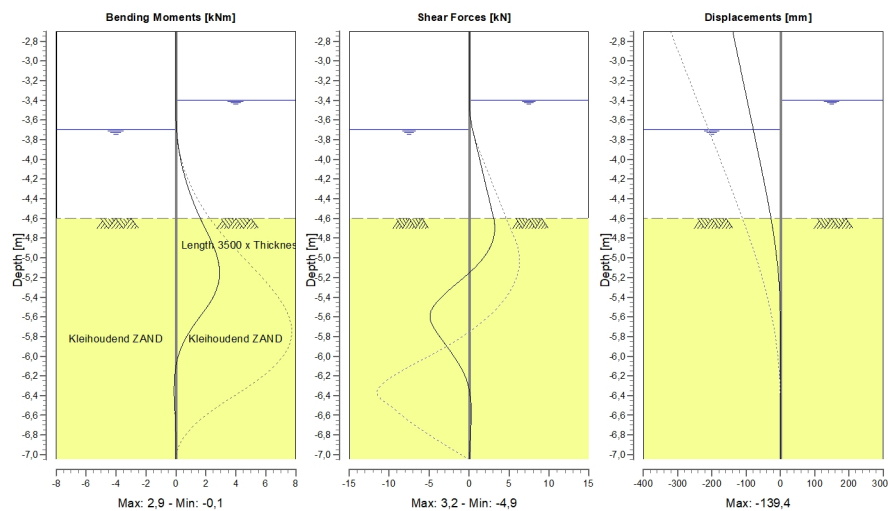
7.6 Calculation Results

Number of iterations: 7

7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



7.6.2 Moments, Forces and Displacements

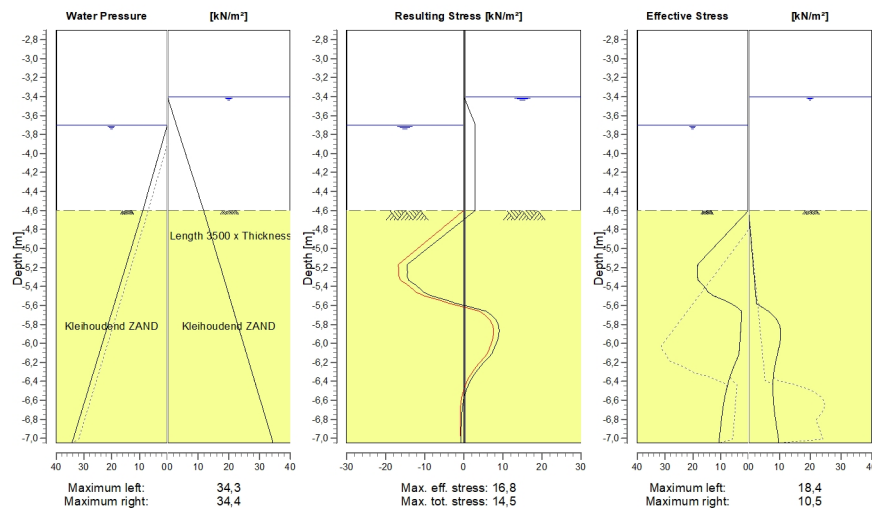
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-139,4
1	-2,88	0,00	0,00	-128,8
2	-2,88	0,00	0,00	-128,8
2	-3,05	0,00	0,00	-118,3
3	-3,05	0,00	0,00	-118,3
3	-3,23	0,00	0,00	-107,7
4	-3,23	0,00	0,00	-107,7
4	-3,40	0,00	0,00	-97,2
5	-3,40	0,00	0,00	-97,2
5	-3,55	0,01	0,11	-88,1
6	-3,55	0,01	0,11	-88,1
6	-3,70	0,04	0,44	-79,1
7	-3,70	0,04	0,44	-79,1
7	-3,88	0,17	0,97	-68,3
8	-3,88	0,17	0,97	-68,3
8	-4,06	0,39	1,50	-57,5
9	-4,06	0,39	1,49	-57,5
9	-4,24	0,71	2,02	-47,1
10	-4,24	0,71	2,02	-47,1
10	-4,42	1,12	2,55	-37,0
11	-4,42	1,12	2,55	-37,0
11	-4,60	1,63	3,08	-27,6
12	-4,60	1,63	3,08	-27,6
12	-4,80	2,27	3,04	-18,2
13	-4,80	2,27	3,04	-18,2
13	-5,01	2,78	1,72	-10,5
14	-5,01	2,78	1,72	-10,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-5,21	2,89	-0,84	-5,0
15	-5,21	2,89	-0,85	-5,0
15	-5,42	2,42	-3,65	-1,6
16	-5,42	2,42	-3,67	-1,6
16	-5,62	1,50	-4,90	0,0
17	-5,62	1,50	-4,90	0,0
17	-5,83	0,62	-3,47	0,4
18	-5,83	0,62	-3,47	0,4
18	-6,03	0,10	-1,69	0,3
19	-6,03	0,10	-1,68	0,3
19	-6,23	-0,10	-0,36	0,1
20	-6,23	-0,10	-0,35	0,1
20	-6,44	-0,10	0,18	0,0
21	-6,44	-0,10	0,18	0,0
21	-6,64	-0,06	0,25	-0,1
22	-6,64	-0,06	0,25	-0,1
22	-6,85	-0,01	0,14	-0,1
23	-6,85	-0,01	0,14	-0,1
23	-7,05	0,00	0,00	-0,1
Max		2,89	-4,90	-139,4
Max, minor nodes incl.		2,91	-4,90	-139,4

7.6.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



7.6.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-2,88	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,88	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,05	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,05	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,23	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,23	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
4	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,55	0,00	0,00	-		0,00	1,47	-	
6	-3,55	0,00	0,00	-		0,00	1,47	-	
6	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	2,94	-	
7	-3,70	0,00	0,00	-		0,00	2,94	-	
7	-3,88	0,00	1,77	-		0,00	4,71	-	
8	-3,88	0,00	1,77	-		0,00	4,71	-	
8	-4,06	0,00	3,53	-		0,00	6,47	-	
9	-4,06	0,00	3,53	-		0,00	6,47	-	
9	-4,24	0,00	5,30	-		0,00	8,24	-	
10	-4,24	0,00	5,30	-		0,00	8,24	-	
10	-4,42	0,00	7,06	-		0,00	10,01	-	
11	-4,42	0,00	7,06	-		0,00	10,01	-	
11	-4,60	0,00	8,83	-		0,00	11,77	-	
12	-4,60	0,00	8,83	P		0,00	11,77	A	
12	-4,80	6,55	10,95	P		0,54	13,65	A	
13	-4,80	6,55	10,95	P		0,54	13,65	A	
13	-5,01	13,11	13,08	P		1,07	15,54	A	
14	-5,01	13,11	13,08	P		1,07	15,54	A	
14	-5,21	18,26	15,20	3	93	1,61	17,42	A	
15	-5,21	18,26	15,20	3	93	1,61	17,42	A	
15	-5,42	15,53	17,32	2	59	2,15	19,30	A	
16	-5,42	15,53	17,32	2	59	2,15	19,30	A	
16	-5,62	4,10	19,45	1	13	4,47	21,18	1	
17	-5,62	4,10	19,45	1	13	4,47	21,18	1	
17	-5,83	2,76	21,57	A		10,23	23,06	1	22
18	-5,83	2,76	21,57	A		10,23	23,06	1	22
18	-6,03	3,22	23,69	A		9,97	24,95	1	19
19	-6,03	3,22	23,69	A		9,97	24,95	1	19
19	-6,23	5,15	25,82	1		8,56	26,83	1	14
20	-6,23	5,15	25,82	1		8,56	26,83	1	14
20	-6,44	7,52	27,94	1	13	7,91	28,71	1	
21	-6,44	7,52	27,94	1	13	7,91	28,71	1	
21	-6,64	8,97	30,07	1	14	8,18	30,59	1	
22	-6,64	8,97	30,07	1	14	8,18	30,59	1	
22	-6,85	9,90	32,19	1	14	8,96	32,47	1	
23	-6,85	9,90	32,19	1	14	8,96	32,47	1	
23	-7,05	10,67	34,31	1	14	9,91	34,36	1	

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

7.6.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	20,7	14,0
Water	56,8	63,6
Total	77,6	77,6

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance 96,33 kN
 Mobilized passive effective resistance 20,74 kN
 Percentage mobilized resistance 21,5 %

End of Report

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: ARCADIS
Infrastructure

Date of report: 5/3/2022
Time of report: 4:56:27 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 5/3/2022
Time of calculation: 4:38:36 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Stuw V - tijdelijke damwand

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General Properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum Allowable Moments	5
3.3 Calculation Options	5
4 Overall Stability Stage 1: New Stage	7
4.1 Overall Stability	7
5 Step 6.3 Stage 1: New Stage	8
5.1 General Input Data	8
5.2 Input Data Left	8
5.2.1 Calculation Method	8
5.2.2 Water Level	8
5.2.3 Surface	8
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	8
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	8
5.3 Calculated Force from a Layer - Left Side	9
5.4 Input Data Right	9
5.4.1 Calculation Method	9
5.4.2 Water Level	9
5.4.3 Surface	9
5.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	9
5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	9
5.5 Calculated Force from a Layer - Right Side	9
5.6 Calculation Results	10
5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	10
5.6.2 Moments, Forces and Displacements	10
5.6.3 Charts of Stresses	11
5.6.4 Stresses	11
5.6.5 Percentage Mobilized Resistance	12
6 Step 6.5 Stage 1: New Stage	14
6.1 General Input Data	14
6.2 Input Data Left	14
6.2.1 Calculation Method	14
6.2.2 Water Level	14
6.2.3 Surface	14
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	14
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	14
6.3 Calculated Force from a Layer - Left Side	15
6.4 Input Data Right	15
6.4.1 Calculation Method	15
6.4.2 Water Level	15
6.4.3 Surface	15
6.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	15
6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	15
6.5 Calculated Force from a Layer - Right Side	15
6.6 Calculation Results	16
6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	16
6.6.2 Moments, Forces and Displacements	16
6.6.3 Charts of Stresses	17
6.6.4 Stresses	17
6.6.5 Percentage Mobilized Resistance	18

2 Summary

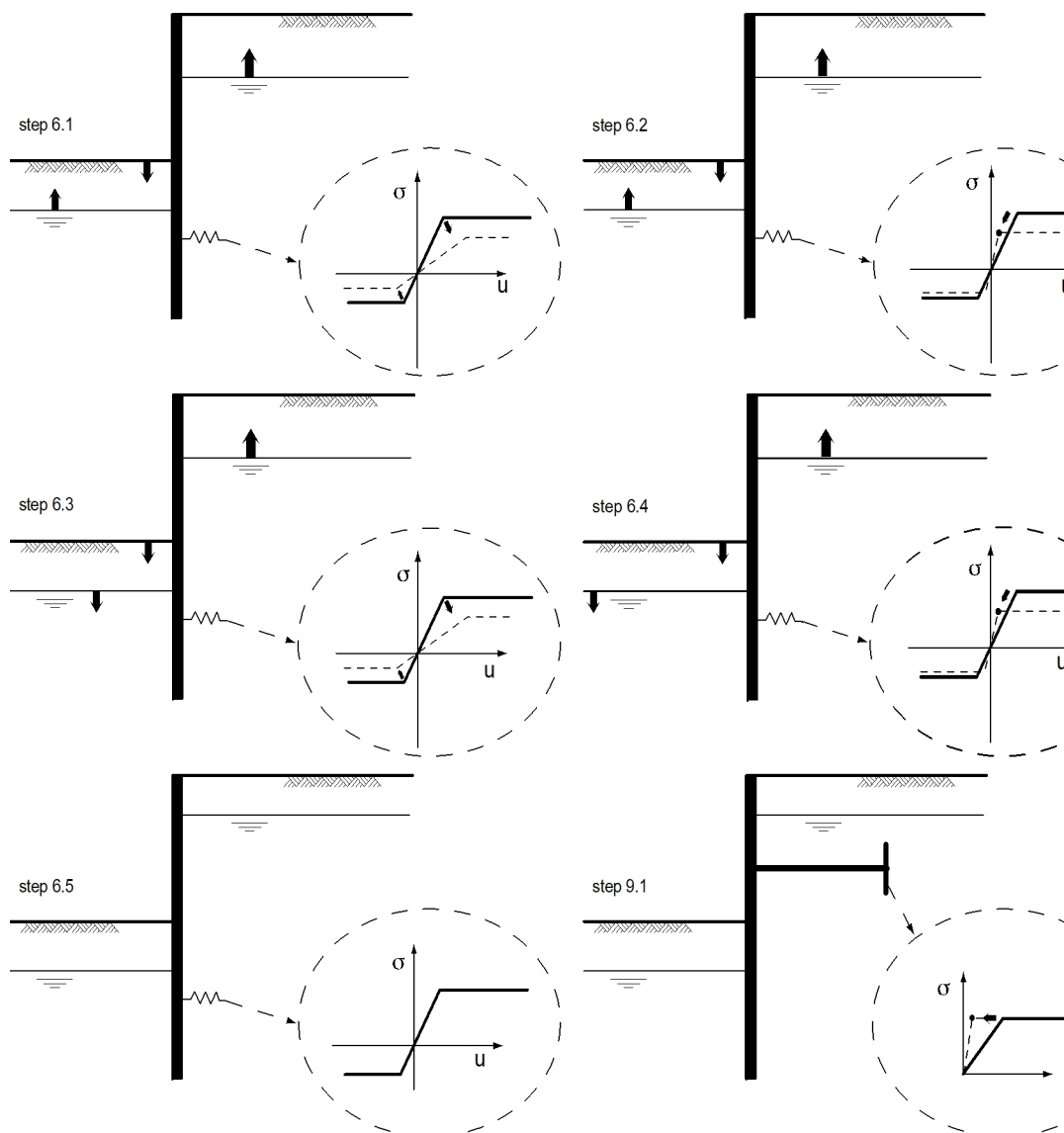
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		27,90	-27,58	0,0	60,9	
1	EC7(NL)-Step 6.2		27,90	-27,53	0,0	60,8	
1	EC7(NL)-Step 6.3		21,07	-17,68	0,0	49,0	
1	EC7(NL)-Step 6.4		20,94	-17,36	0,0	48,8	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-5,8	11,56	8,28	0,0	27,3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		13,87	9,93			
Max		-5,8	27,90	-27,58	0,0	60,9	

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	3,95

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	5,80 m
Level top side	-2,70 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 12-700 (S240)	-8,50	-2,70	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 12-700 (S240)	3,9648E+04	1,00	3,9648E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 12-700 (S240)	289,00	1,00	1,00	1,00	289,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: New Stage
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900

- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,300
- Tangent phi	1,200
- Factor on unit weight soil	1,000

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

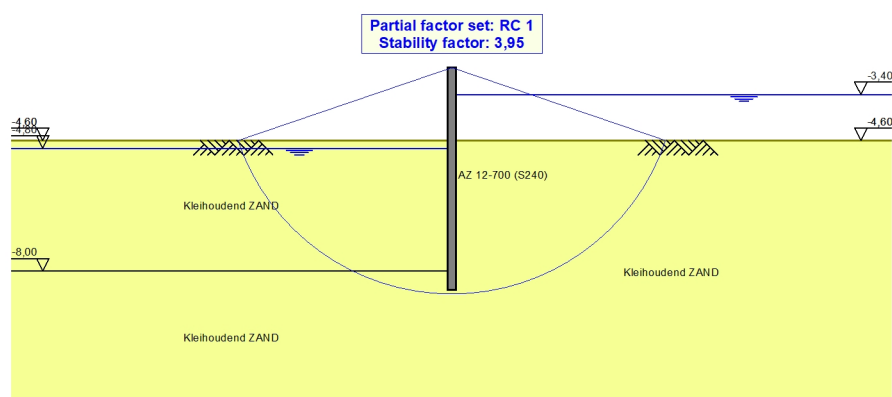
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 3,95

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage



5 Step 6.3 Stage 1: New Stage

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

5.2.2 Water Level

Water level: -5,00 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,79

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50
Kleihoudend ZA...	-8,00	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	23,90	15,93	n.a.
Kleihoudend ZA...	-8,00	0,00	23,90	15,93	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine
Kleihoudend ZA...	-8,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,36	0,59	3,62	0,00	6,50
Kleihoudend ZA...	-8,00	0,36	0,59	3,62	6,50	6,50

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Kleihoudend ZA...	-8,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	2307,69	2307,69
Kleihoudend ZA...	-8,00	2307,69	2307,69

5.3 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	77,75
Kleihoudend ZAND	4,02

5.4 Input Data Right

5.4.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

5.4.2 Water Level

Water level: -3,35 [m]

5.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,60

5.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	23,90	15,93	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,36	0,59	3,62	0,00	-6,50

5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	2307,69	2307,69

5.5 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	38,73

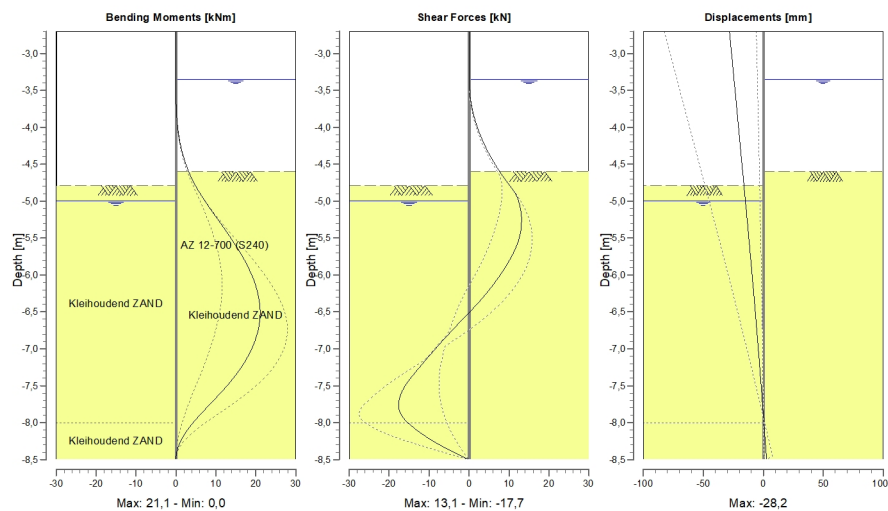
5.6 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



5.6.2 Moments, Forces and Displacements

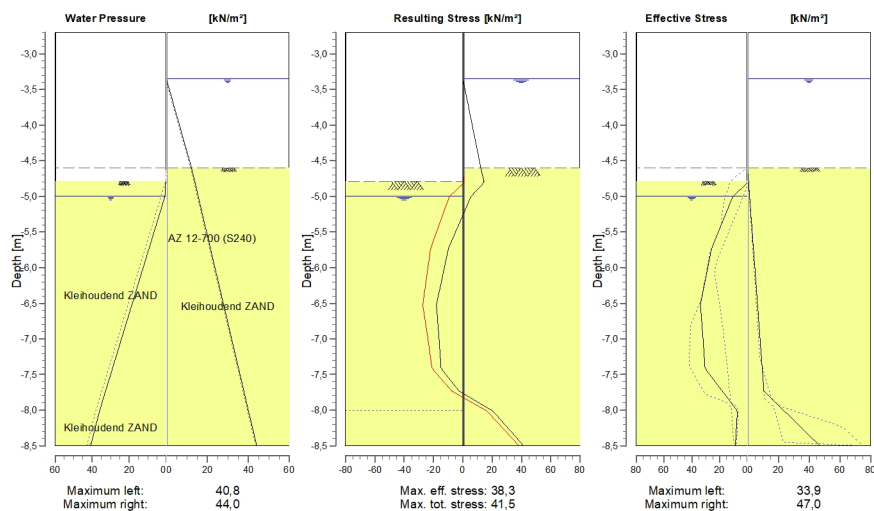
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-28,2
1	-2,92	0,00	0,00	-27,0
2	-2,92	0,00	0,00	-27,0
2	-3,13	0,00	0,00	-25,7
3	-3,13	0,00	0,00	-25,7
3	-3,35	0,00	0,00	-24,5
4	-3,35	0,00	0,00	-24,5
4	-3,40	0,00	0,01	-24,2
5	-3,40	0,00	0,01	-24,2
5	-3,64	0,04	0,41	-22,8
6	-3,64	0,04	0,41	-22,8
6	-3,88	0,24	1,38	-21,4
7	-3,88	0,24	1,38	-21,4
7	-4,12	0,75	2,91	-20,0
8	-4,12	0,75	2,91	-20,0
8	-4,36	1,68	5,00	-18,6
9	-4,36	1,68	5,00	-18,6
9	-4,60	3,19	7,66	-17,2
10	-4,60	3,19	7,66	-17,2
10	-4,79	4,88	10,20	-16,1
11	-4,79	4,88	10,20	-16,1
11	-4,80	4,99	10,34	-16,1
12	-4,80	4,99	10,34	-16,1
12	-5,00	7,29	12,38	-14,9
13	-5,00	7,29	12,38	-14,9
13	-5,27	10,80	13,12	-13,4
14	-5,27	10,80	13,12	-13,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-5,55	14,30	12,28	-11,8
15	-5,55	14,30	12,28	-11,8
15	-5,82	17,36	9,92	-10,3
16	-5,82	17,36	9,92	-10,3
16	-6,09	19,63	6,59	-8,8
17	-6,09	19,63	6,59	-8,8
17	-6,36	20,89	2,50	-7,4
18	-6,36	20,89	2,50	-7,4
18	-6,64	20,92	-2,27	-6,0
19	-6,64	20,92	-2,27	-6,0
19	-6,91	19,66	-6,93	-4,7
20	-6,91	19,66	-6,93	-4,7
20	-7,18	17,17	-11,32	-3,3
21	-7,18	17,17	-11,32	-3,3
21	-7,45	13,51	-15,43	-2,0
22	-7,45	13,51	-15,45	-2,0
22	-7,73	8,93	-17,63	-0,8
23	-7,73	8,93	-17,65	-0,8
23	-8,00	4,29	-15,37	0,5
24	-8,00	4,29	-15,36	0,5
24	-8,25	1,18	-9,03	1,6
25	-8,25	1,18	-9,03	1,6
25	-8,50	0,00	0,00	2,7
Max		20,92	-17,65	-28,2
Max, minor nodes incl.		21,07	-17,68	-28,2

5.6.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



5.6.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-2,92	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,92	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
2	-3,13	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,13	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
5	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
5	-3,64	0,00	0,00	-		0,00	2,84	-	
6	-3,64	0,00	0,00	-		0,00	2,84	-	
6	-3,88	0,00	0,00	-		0,00	5,20	-	
7	-3,88	0,00	0,00	-		0,00	5,20	-	
7	-4,12	0,00	0,00	-		0,00	7,55	-	
8	-4,12	0,00	0,00	-		0,00	7,55	-	
8	-4,36	0,00	0,00	-		0,00	9,91	-	
9	-4,36	0,00	0,00	-		0,00	9,91	-	
9	-4,60	0,00	0,00	-		0,00	12,26	-	
10	-4,60	0,00	0,00	-		0,00	12,26	A	
10	-4,79	0,00	0,00	-		0,64	13,81	A	
11	-4,79	0,00	0,36	P		0,64	13,81	A	
11	-4,80	0,00	0,38	P		0,68	13,89	A	
12	-4,80	0,00	0,38	P		0,68	13,89	A	
12	-5,00	10,53	0,76	P		1,36	15,52	A	
13	-5,00	10,53	0,76	P		1,36	15,52	A	
13	-5,27	16,24	3,96	P		2,28	17,74	A	
14	-5,27	16,24	3,96	P		2,28	17,74	A	
14	-5,55	21,94	7,16	P		3,20	19,96	A	
15	-5,55	21,94	7,16	P		3,20	19,96	A	
15	-5,82	26,75	10,36	3	97	4,13	22,18	A	
16	-5,82	26,75	10,36	3	97	4,13	22,18	A	
16	-6,09	29,49	13,55	3	88	5,05	24,40	A	
17	-6,09	29,49	13,55	3	88	5,05	24,40	A	
17	-6,36	32,27	16,75	3	83	5,97	26,62	A	
18	-6,36	32,27	16,75	3	83	5,97	26,62	A	
18	-6,64	33,41	19,95	2	75	6,90	28,85	A	
19	-6,64	33,41	19,95	2	75	6,90	28,85	A	
19	-6,91	32,32	23,14	2	64	7,82	31,07	A	
20	-6,91	32,32	23,14	2	64	7,82	31,07	A	
20	-7,18	31,33	26,34	2	56	8,75	33,29	A	
21	-7,18	31,33	26,34	2	56	8,75	33,29	A	
21	-7,45	29,01	29,54	1	47	9,67	35,51	A	
22	-7,45	29,01	29,54	1	47	9,67	35,51	A	
22	-7,73	18,27	32,73	1	27	10,59	37,73	A	
23	-7,73	18,27	32,73	1	27	10,59	37,73	A	
23	-8,00	7,69	35,93	1		23,28	39,95	1	20
24	-8,00	7,69	35,93	1		23,28	39,95	1	20
24	-8,25	8,03	38,38	A		35,16	41,99	1	28
25	-8,25	8,03	38,38	A		35,16	41,99	1	28
25	-8,50	8,72	40,84	A		47,02	44,02	1	36

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

5.6.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	81,8	38,7
Water	74,3	117,4
Total	156,1	156,1

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	166,83 kN
Mobilized passive effective resistance	81,77 kN
Percentage mobilized resistance	49,0 %

6 Step 6.5 Stage 1: New Stage

6.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

6.2.2 Water Level

Water level: -4,80 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,60

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50
Kleihoudend ZA...	-8,00	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	27,00	18,00	n.a.
Kleihoudend ZA...	-8,00	0,00	27,00	18,00	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine
Kleihoudend ZA...	-8,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,32	0,55	4,52	0,00	6,50
Kleihoudend ZA...	-8,00	0,32	0,55	4,52	6,50	6,50

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Kleihoudend ZA...	-8,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	3000,00	3000,00
Kleihoudend ZA...	-8,00	3000,00	3000,00

6.3 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	58,38
Kleihoudend ZAND	5,37

6.4 Input Data Right

6.4.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

6.4.2 Water Level

Water level: -3,40 [m]

6.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,60

6.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,00	27,00	18,00	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-4,60	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-4,60	0,32	0,55	4,52	0,00	-6,50

6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-4,60	3000,00	3000,00

6.5 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	30,30

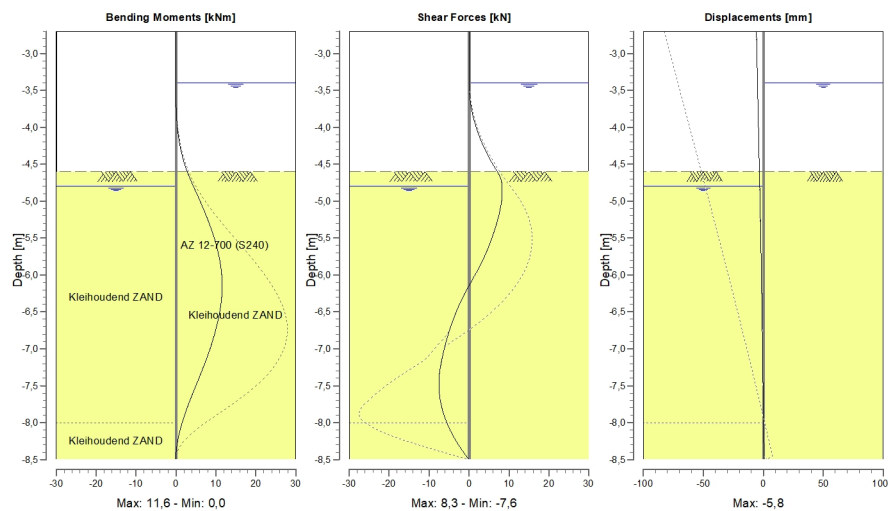
6.6 Calculation Results

Number of iterations: 5

6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



6.6.2 Moments, Forces and Displacements

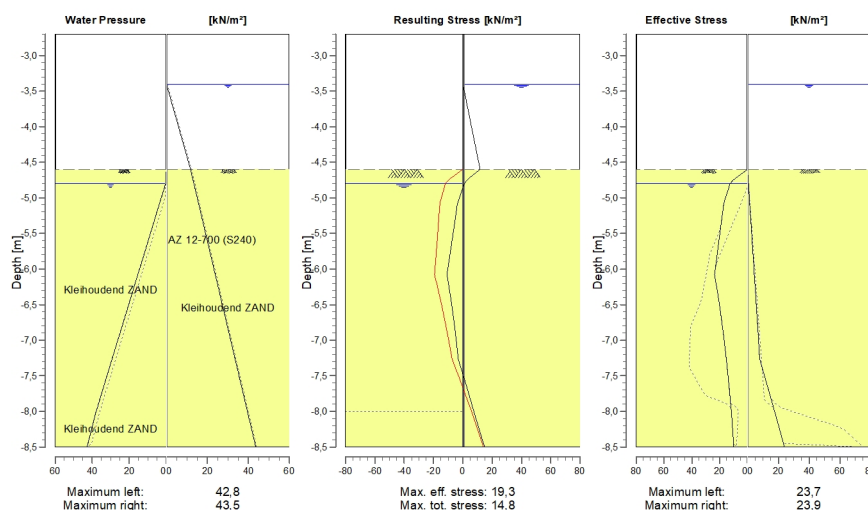
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-5,8
1	-2,93	0,00	0,00	-5,5
2	-2,93	0,00	0,00	-5,5
2	-3,17	0,00	0,00	-5,2
3	-3,17	0,00	0,00	-5,2
3	-3,40	0,00	0,00	-4,9
4	-3,40	0,00	0,00	-4,9
4	-3,64	0,02	0,28	-4,5
5	-3,64	0,02	0,28	-4,5
5	-3,88	0,18	1,13	-4,2
6	-3,88	0,18	1,13	-4,2
6	-4,12	0,61	2,54	-3,9
7	-4,12	0,61	2,54	-3,9
7	-4,36	1,45	4,52	-3,6
8	-4,36	1,45	4,52	-3,6
8	-4,60	2,83	7,06	-3,3
9	-4,60	2,83	7,06	-3,3
9	-4,80	4,39	8,25	-3,0
10	-4,80	4,39	8,25	-3,0
10	-5,07	6,58	7,93	-2,7
11	-5,07	6,58	7,93	-2,7
11	-5,33	8,54	6,72	-2,3
12	-5,33	8,54	6,72	-2,3
12	-5,60	10,12	5,01	-2,0
13	-5,60	10,12	5,01	-2,0
13	-5,87	11,17	2,79	-1,7
14	-5,87	11,17	2,79	-1,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-6,13	11,56	0,07	-1,4
15	-6,13	11,56	0,07	-1,4
15	-6,40	11,23	-2,42	-1,2
16	-6,40	11,23	-2,42	-1,2
16	-6,67	10,31	-4,40	-0,9
17	-6,67	10,31	-4,40	-0,9
17	-6,93	8,93	-5,91	-0,7
18	-6,93	8,93	-5,91	-0,7
18	-7,20	7,20	-7,02	-0,5
19	-7,20	7,20	-7,02	-0,5
19	-7,47	5,23	-7,57	-0,3
20	-7,47	5,23	-7,57	-0,3
20	-7,73	3,26	-7,08	-0,2
21	-7,73	3,26	-7,08	-0,2
21	-8,00	1,55	-5,58	0,0
22	-8,00	1,55	-5,58	0,0
22	-8,25	0,42	-3,25	0,2
23	-8,25	0,42	-3,25	0,2
23	-8,50	0,00	0,00	0,3
Max		11,56	8,25	-5,8
Max, minor nodes incl.		11,56	8,28	-5,8

6.6.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



6.6.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-2,93	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,93	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-3,17	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,17	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
4	-3,64	0,00	0,00	-		0,00	2,35	-	
5	-3,64	0,00	0,00	-		0,00	2,35	-	
5	-3,88	0,00	0,00	-		0,00	4,71	-	
6	-3,88	0,00	0,00	-		0,00	4,71	-	
6	-4,12	0,00	0,00	-		0,00	7,06	-	
7	-4,12	0,00	0,00	-		0,00	7,06	-	
7	-4,36	0,00	0,00	-		0,00	9,42	-	
8	-4,36	0,00	0,00	-		0,00	9,42	-	
8	-4,60	0,00	0,00	-		0,00	11,77	-	
9	-4,60	0,00	0,00	P		0,00	11,77	A	
9	-4,80	12,54	0,38	3	89	0,59	13,40	A	
10	-4,80	12,54	0,38	3	89	0,59	13,40	A	
10	-5,07	16,92	3,51	3	80	1,39	15,57	A	
11	-5,07	16,92	3,51	3	80	1,39	15,57	A	
11	-5,33	18,75	6,63	2	67	2,18	17,74	A	
12	-5,33	18,75	6,63	2	67	2,18	17,74	A	
12	-5,60	20,48	9,76	2	59	2,97	19,92	A	
13	-5,60	20,48	9,76	2	59	2,97	19,92	A	
13	-5,87	22,27	12,89	2	53	3,76	22,09	A	
14	-5,87	22,27	12,89	2	53	3,76	22,09	A	
14	-6,13	23,21	16,01	1	47	4,56	24,26	A	
15	-6,13	23,21	16,01	1	47	4,56	24,26	A	
15	-6,40	20,97	19,14	1	38	5,35	26,43	A	
16	-6,40	20,97	19,14	1	38	5,35	26,43	A	
16	-6,67	18,98	22,26	1	30	6,14	28,60	A	
17	-6,67	18,98	22,26	1	30	6,14	28,60	A	
17	-6,93	17,20	25,39	1	25	6,93	30,77	A	
18	-6,93	17,20	25,39	1	25	6,93	30,77	A	
18	-7,20	15,62	28,51	1	20	7,73	32,94	A	
19	-7,20	15,62	28,51	1	20	7,73	32,94	A	
19	-7,47	14,19	31,64	1	17	10,58	35,12	1	
20	-7,47	14,19	31,64	1	17	10,58	35,12	1	
20	-7,73	12,87	34,77	1	14	14,10	37,29	1	
21	-7,73	12,87	34,77	1	14	14,10	37,29	1	
21	-8,00	11,62	37,89	1		17,55	39,46	1	12
22	-8,00	11,62	37,89	1		17,55	39,46	1	12
22	-8,25	10,74	40,34	1		20,75	41,50	1	13
23	-8,25	10,74	40,34	1		20,75	41,50	1	13
23	-8,50	9,88	42,80	1		23,95	43,53	1	15

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

6.6.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	63,8	30,3
Water	81,5	114,9
Total	145,2	145,2

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance
 Mobilized passive effective resistance
 Percentage mobilized resistance

Left
 233,49 kN
 63,75 kN
 27,3 %

End of Report

Bijlagen C: Damwandberekeningen locatie X

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: ARCADIS
Infrastructure

Date of report: 5/3/2022
Time of report: 5:05:36 PM
Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 5/3/2022
Time of calculation: 5:05:11 PM
Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: Duiker X - tijdelijke damwand

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General Properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum Allowable Moments	5
3.3 Calculation Options	5
4 Overall Stability Stage 1: New Stage	7
4.1 Overall Stability	7
5 Step 6.3 Stage 1: New Stage	8
5.1 General Input Data	8
5.2 Input Data Left	8
5.2.1 Calculation Method	8
5.2.2 Water Level	8
5.2.3 Surface	8
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	8
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	8
5.3 Calculated Force from a Layer - Left Side	9
5.4 Input Data Right	9
5.4.1 Calculation Method	9
5.4.2 Water Level	9
5.4.3 Surface	9
5.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	9
5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	9
5.5 Calculated Force from a Layer - Right Side	9
5.6 Calculation Results	10
5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	10
5.6.2 Moments, Forces and Displacements	10
5.6.3 Charts of Stresses	11
5.6.4 Stresses	11
5.6.5 Percentage Mobilized Resistance	12
6 Step 6.5 Stage 1: New Stage	13
6.1 General Input Data	13
6.2 Input Data Left	13
6.2.1 Calculation Method	13
6.2.2 Water Level	13
6.2.3 Surface	13
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)	13
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	13
6.3 Calculated Force from a Layer - Left Side	14
6.4 Input Data Right	14
6.4.1 Calculation Method	14
6.4.2 Water Level	14
6.4.3 Surface	14
6.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile	14
6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	14
6.5 Calculated Force from a Layer - Right Side	14
6.6 Calculation Results	15
6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	15
6.6.2 Moments, Forces and Displacements	15
6.6.3 Charts of Stresses	16
6.6.4 Stresses	16
6.6.5 Percentage Mobilized Resistance	17

2 Summary

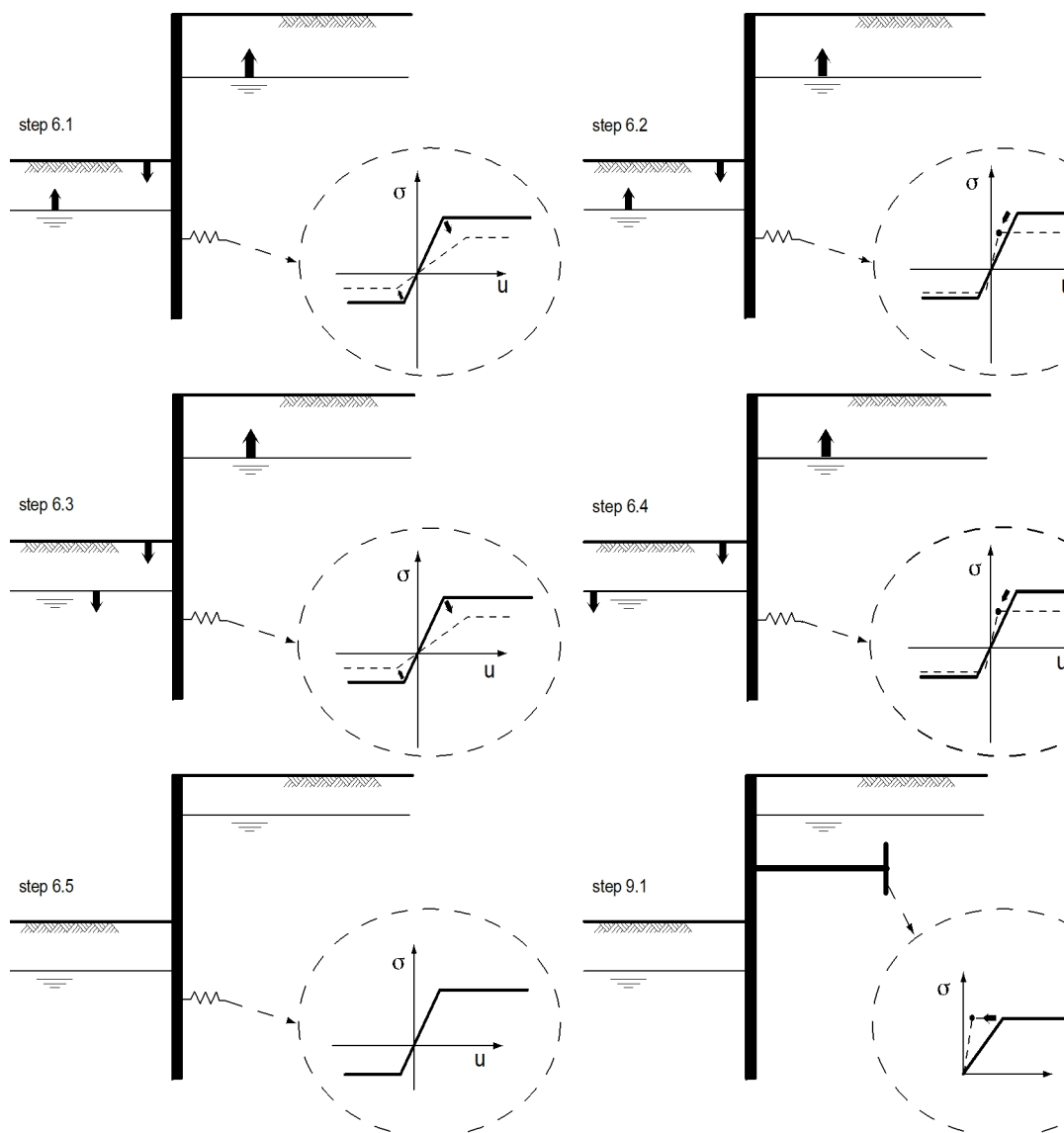
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		1,66	-3,50	0,0	50,2	
1	EC7(NL)-Step 6.2		1,66	-3,50	0,0	50,2	
1	EC7(NL)-Step 6.3		1,16	-2,00	0,0	38,0	
1	EC7(NL)-Step 6.4		1,16	-2,00	0,0	38,0	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-1,0	0,49	0,95	0,0	21,3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		0,58	1,14			
Max		-1,0	1,66	-3,50	0,0	50,2	

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
New Stage	5,71

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	No
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	2,80 m
Level top side	-2,70 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 12-700 (S240)	-5,50	-2,70	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 12-700 (S240)	3,9648E+04	1,00	3,9648E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 12-700 (S240)	289,00	1,00	1,00	1,00	289,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: New Stage
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900

- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,300
- Tangent phi	1,200
- Factor on unit weight soil	1,000

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

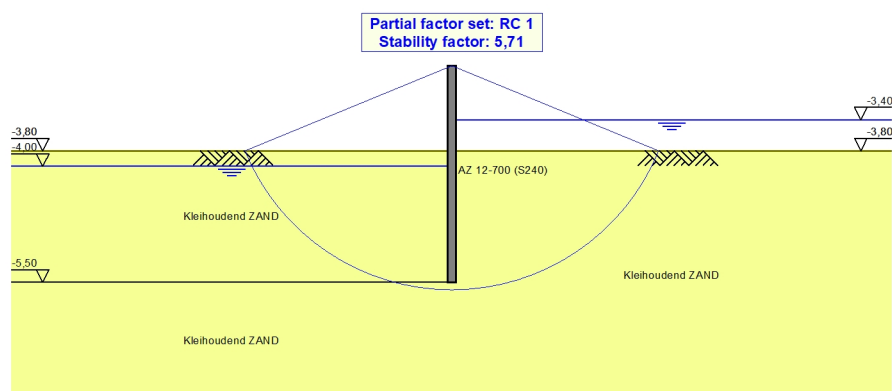
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 5,71

4.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage



5 Step 6.3 Stage 1: New Stage

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

5.2.2 Water Level

Water level: -4,20 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,91

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	17,50	17,50
Kleihoudend ZA...	-5,50	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,00	23,90	15,93	n.a.
Kleihoudend ZA...	-5,50	0,00	23,90	15,93	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-3,80	1,00	1,00	Fine
Kleihoudend ZA...	-5,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,36	0,59	3,62	0,00	3,00
Kleihoudend ZA...	-5,50	0,36	0,59	3,62	3,00	3,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Kleihoudend ZA...	-5,50	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	2307,69	2307,69
Kleihoudend ZA...	-5,50	2307,69	2307,69

5.3 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	15,53
Kleihoudend ZAND	0,00

5.4 Input Data Right

5.4.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

5.4.2 Water Level

Water level: -3,35 [m]

5.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,80

5.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,00	23,90	15,93	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-3,80	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,36	0,59	3,62	0,00	-3,00

5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	2307,69	2307,69

5.5 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	6,26

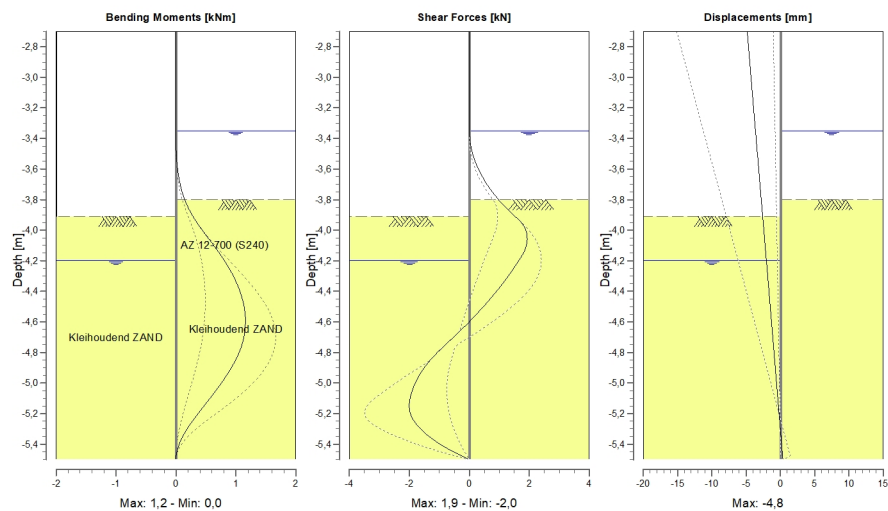
5.6 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



5.6.2 Moments, Forces and Displacements

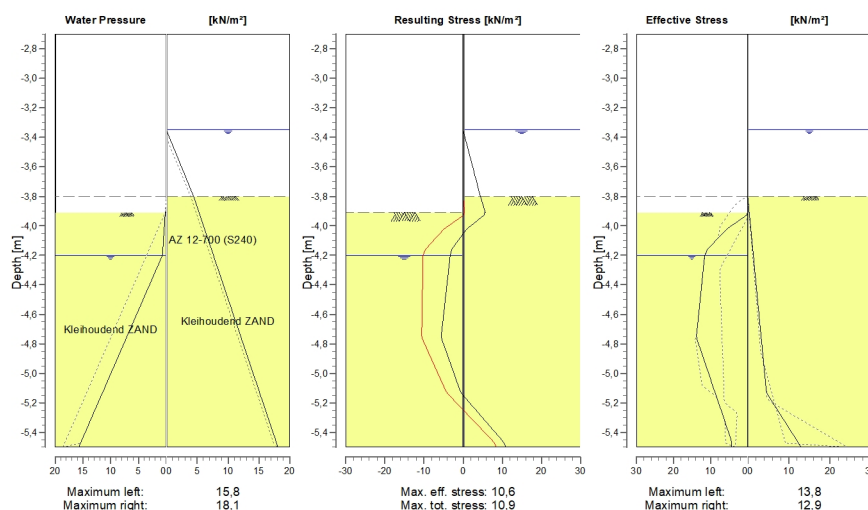
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-4,8
1	-2,83	0,00	0,00	-4,6
2	-2,83	0,00	0,00	-4,6
2	-2,96	0,00	0,00	-4,4
3	-2,96	0,00	0,00	-4,4
3	-3,09	0,00	0,00	-4,1
4	-3,09	0,00	0,00	-4,1
4	-3,22	0,00	0,00	-3,9
5	-3,22	0,00	0,00	-3,9
5	-3,35	0,00	0,00	-3,6
6	-3,35	0,00	0,00	-3,6
6	-3,40	0,00	0,01	-3,5
7	-3,40	0,00	0,01	-3,5
7	-3,53	0,01	0,16	-3,3
8	-3,53	0,01	0,16	-3,3
8	-3,67	0,05	0,48	-3,0
9	-3,67	0,05	0,47	-3,0
9	-3,80	0,15	0,98	-2,8
10	-3,80	0,15	0,97	-2,8
10	-3,91	0,28	1,52	-2,6
11	-3,91	0,28	1,52	-2,6
11	-4,00	0,44	1,88	-2,4
12	-4,00	0,44	1,88	-2,4
12	-4,10	0,63	1,90	-2,2
13	-4,10	0,63	1,90	-2,2
13	-4,20	0,81	1,65	-2,0
14	-4,20	0,81	1,65	-2,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-4,33	0,99	1,18	-1,8
15	-4,33	0,99	1,18	-1,8
15	-4,46	1,11	0,65	-1,6
16	-4,46	1,11	0,65	-1,6
16	-4,59	1,16	0,04	-1,3
17	-4,59	1,16	0,04	-1,3
17	-4,72	1,12	-0,63	-1,1
18	-4,72	1,12	-0,64	-1,1
18	-4,85	0,99	-1,30	-0,8
19	-4,85	0,99	-1,30	-0,8
19	-4,98	0,79	-1,76	-0,6
20	-4,98	0,79	-1,76	-0,6
20	-5,11	0,55	-1,98	-0,4
21	-5,11	0,55	-1,99	-0,4
21	-5,24	0,29	-1,87	-0,1
22	-5,24	0,29	-1,87	-0,1
22	-5,37	0,08	-1,20	0,1
23	-5,37	0,08	-1,20	0,1
23	-5,50	0,00	0,00	0,4
Max		1,16	-1,99	-4,8
Max, minor nodes incl.		1,16	-2,00	-4,8

5.6.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



5.6.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-2,83	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,83	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,96	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-2,96	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,09	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,09	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
4	-3,22	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,22	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
6	-3,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
6	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
7	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,49	-	
7	-3,53	0,00	0,00	-		0,00	1,80	-	
8	-3,53	0,00	0,00	-		0,00	1,80	-	
8	-3,67	0,00	0,00	-		0,00	3,11	-	
9	-3,67	0,00	0,00	-		0,00	3,11	-	
9	-3,80	0,00	0,00	-		0,00	4,41	-	
10	-3,80	0,00	0,00	-		0,00	4,41	A	
10	-3,91	0,00	0,00	-		0,38	5,30	A	
11	-3,91	0,00	0,19	P		0,38	5,30	A	
11	-4,00	4,42	0,35	P		0,68	6,02	A	
12	-4,00	4,42	0,35	P		0,68	6,02	A	
12	-4,10	8,60	0,53	3	85	1,03	6,83	A	
13	-4,10	8,60	0,53	3	85	1,03	6,83	A	
13	-4,20	11,60	0,71	2	73	1,37	7,63	A	
14	-4,20	11,60	0,71	2	73	1,37	7,63	A	
14	-4,33	12,13	2,21	2	65	1,81	8,68	A	
15	-4,33	12,13	2,21	2	65	1,81	8,68	A	
15	-4,46	12,66	3,72	2	59	2,26	9,72	A	
16	-4,46	12,66	3,72	2	59	2,26	9,72	A	
16	-4,59	13,19	5,22	2	55	2,70	10,77	A	
17	-4,59	13,19	5,22	2	55	2,70	10,77	A	
17	-4,72	13,72	6,72	2	51	3,15	11,82	A	
18	-4,72	13,72	6,72	2	51	3,15	11,82	A	
18	-4,85	12,59	8,23	1	42	3,59	12,86	A	
19	-4,85	12,59	8,23	1	42	3,59	12,86	A	
19	-4,98	10,83	9,73	1	33	4,04	13,91	A	
20	-4,98	10,83	9,73	1	33	4,04	13,91	A	
20	-5,11	9,07	11,24	1	26	4,48	14,95	A	
21	-5,11	9,07	11,24	1	26	4,48	14,95	A	
21	-5,24	7,32	12,74	1	19	7,05	16,00	1	
22	-5,24	7,32	12,74	1	19	7,05	16,00	1	
22	-5,37	5,57	14,25	1		9,99	17,05	1	19
23	-5,37	5,57	14,25	1		9,99	17,05	1	19
23	-5,50	4,37	15,75	A		12,93	18,09	1	22

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

5.6.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	15,5	6,3
Water	10,8	20,1
Total	26,4	26,4

Considered as passive side	Left
Maximum passive effective resistance	40,88 kN
Mobilized passive effective resistance	15,53 kN
Percentage mobilized resistance	38,0 %

6 Step 6.5 Stage 1: New Stage

6.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

6.2.2 Water Level

Water level: -4,00 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,80

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	17,50	17,50
Kleihoudend ZA...	-5,50	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,00	27,00	18,00	n.a.
Kleihoudend ZA...	-5,50	0,00	27,00	18,00	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-3,80	1,00	1,00	Fine
Kleihoudend ZA...	-5,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,32	0,55	4,52	0,00	3,00
Kleihoudend ZA...	-5,50	0,32	0,55	4,52	3,00	3,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Kleihoudend ZA...	-5,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	3000,00	3000,00
Kleihoudend ZA...	-5,50	3000,00	3000,00

6.3 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	11,24
Kleihoudend ZAND	0,00

6.4 Input Data Right

6.4.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

6.4.2 Water Level

Water level: -3,40 [m]

6.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,80

6.4.4 Soil Material Properties in Profile: New Profile

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	17,50	17,50

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,00	27,00	18,00	n.a.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Kleihoudend ZA...	-3,80	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Kleihoudend ZA...	-3,80	0,32	0,55	4,52	0,00	-3,00

6.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Kleihoudend ZA...	-3,80	3000,00	3000,00

6.5 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Kleihoudend ZAND	5,73

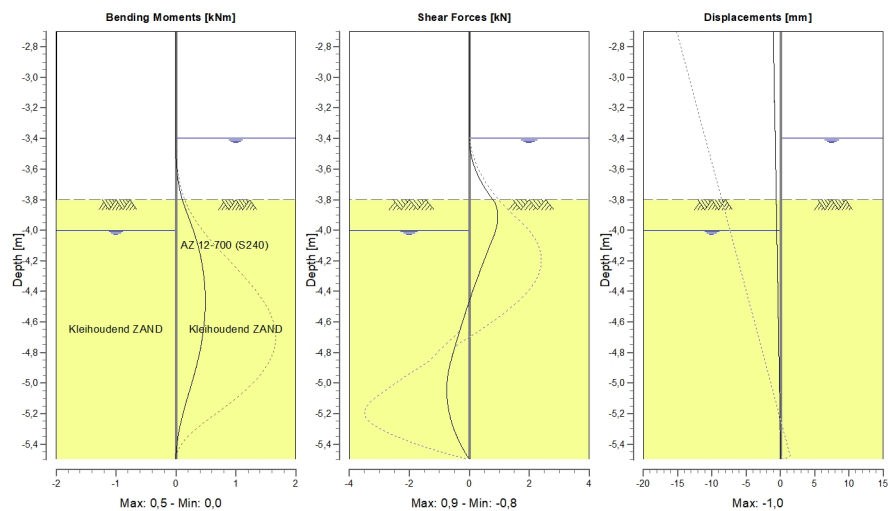
6.6 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



6.6.2 Moments, Forces and Displacements

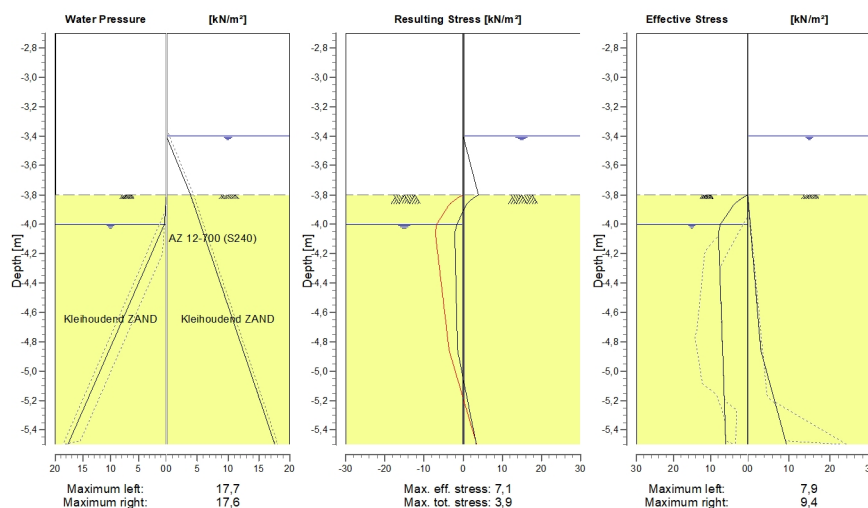
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	-2,70	0,00	0,00	-1,0
1	-2,82	0,00	0,00	-1,0
2	-2,82	0,00	0,00	-1,0
2	-2,93	0,00	0,00	-0,9
3	-2,93	0,00	0,00	-0,9
3	-3,05	0,00	0,00	-0,9
4	-3,05	0,00	0,00	-0,9
4	-3,17	0,00	0,00	-0,8
5	-3,17	0,00	0,00	-0,8
5	-3,28	0,00	0,00	-0,8
6	-3,28	0,00	0,00	-0,8
6	-3,40	0,00	0,00	-0,8
7	-3,40	0,00	0,00	-0,8
7	-3,53	0,00	0,09	-0,7
8	-3,53	0,00	0,09	-0,7
8	-3,67	0,03	0,35	-0,7
9	-3,67	0,03	0,35	-0,7
9	-3,80	0,10	0,78	-0,6
10	-3,80	0,10	0,78	-0,6
10	-3,90	0,19	0,95	-0,6
11	-3,90	0,19	0,95	-0,6
11	-4,00	0,29	0,88	-0,5
12	-4,00	0,29	0,88	-0,5
12	-4,14	0,39	0,61	-0,5
13	-4,14	0,39	0,62	-0,5
13	-4,27	0,45	0,34	-0,4
14	-4,27	0,45	0,35	-0,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-4,41	0,48	0,09	-0,4
15	-4,41	0,48	0,10	-0,4
15	-4,55	0,48	-0,14	-0,3
16	-4,55	0,48	-0,14	-0,3
16	-4,68	0,45	-0,36	-0,3
17	-4,68	0,45	-0,36	-0,3
17	-4,82	0,38	-0,56	-0,2
18	-4,82	0,38	-0,56	-0,2
18	-4,95	0,30	-0,72	-0,2
19	-4,95	0,30	-0,72	-0,2
19	-5,09	0,19	-0,74	-0,1
20	-5,09	0,19	-0,75	-0,1
20	-5,23	0,10	-0,63	0,0
21	-5,23	0,10	-0,64	0,0
21	-5,36	0,03	-0,38	0,0
22	-5,36	0,03	-0,39	0,0
22	-5,50	0,00	0,00	0,1
Max		0,48	0,95	-1,0
Max, minor nodes incl.		0,49	0,95	-1,0

6.6.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: New Stage

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



6.6.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob** [%]
1	-2,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	-2,82	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,82	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-2,93	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-2,93	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-3,05	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,05	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-3,17	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
5	-3,17	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
5	-3,28	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
6	-3,28	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
6	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
7	-3,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
7	-3,53	0,00	0,00	-		0,00	1,31	-	
8	-3,53	0,00	0,00	-		0,00	1,31	-	
8	-3,67	0,00	0,00	-		0,00	2,62	-	
9	-3,67	0,00	0,00	-		0,00	2,62	-	
9	-3,80	0,00	0,00	-		0,00	3,92	-	
10	-3,80	0,00	0,00	P		0,00	3,92	A	
10	-3,90	4,65	0,18	2	65	0,30	4,73	A	
11	-3,90	4,65	0,18	2	65	0,30	4,73	A	
11	-4,00	7,35	0,35	2	52	0,60	5,53	A	
12	-4,00	7,35	0,35	2	52	0,60	5,53	A	
12	-4,14	7,77	1,93	1	43	1,01	6,63	A	
13	-4,14	7,77	1,93	1	43	1,01	6,63	A	
13	-4,27	7,58	3,51	1	35	1,42	7,73	A	
14	-4,27	7,58	3,51	1	35	1,42	7,73	A	
14	-4,41	7,38	5,09	1	29	1,83	8,82	A	
15	-4,41	7,38	5,09	1	29	1,83	8,82	A	
15	-4,55	7,19	6,67	1	25	2,24	9,92	A	
16	-4,55	7,19	6,67	1	25	2,24	9,92	A	
16	-4,68	7,01	8,24	1	22	2,65	11,02	A	
17	-4,68	7,01	8,24	1	22	2,65	11,02	A	
17	-4,82	6,82	9,82	1	19	3,06	12,12	A	
18	-4,82	6,82	9,82	1	19	3,06	12,12	A	
18	-4,95	6,64	11,40	1	17	4,13	13,21	1	
19	-4,95	6,64	11,40	1	17	4,13	13,21	1	
19	-5,09	6,46	12,98	1	15	5,45	14,31	1	
20	-5,09	6,46	12,98	1	15	5,45	14,31	1	
20	-5,23	6,28	14,56	1	13	6,78	15,41	1	
21	-5,23	6,28	14,56	1	13	6,78	15,41	1	
21	-5,36	6,10	16,14	1		8,10	16,50	1	12
22	-5,36	6,10	16,14	1		8,10	16,50	1	12
22	-5,50	5,92	17,71	1		9,43	17,60	1	13

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
 Mob** Percentage passive mobilized

6.6.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	11,3	5,7
Water	13,6	19,1
Total	24,8	24,8

Considered as passive side
 Maximum passive effective resistance 52,91 kN
 Mobilized passive effective resistance 11,25 kN
 Percentage mobilized resistance 21,3 %

End of Report

Bijlage D: Aanvullend grondonderzoek



GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK

Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard



TITELBLAD

Opdrachtgever: ARCADIS Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam

Rapportnummer: 217863/R01

Status rapport: Definitief

Datum: Dinsdag 15 november 2022

Projectomschrijving: Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

Rapport opgesteld door: Ortageo Noordoost B.V.
Einsteinstraat 12a
7601 PR Almelo
Tel: +31 546 53 20 74
E-mail: info@ortageo.nl



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
2	Veldwerkzaamheden.....	2
2.1	Algemeen	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Handboringen / voorboringen	2
2.4	Bepaling coördinaten en NAP-hoogte	2
3	Resultaten.....	3
3.1	Bijzonderheden tijdens de uitvoering.....	3
3.2	Sonderingen	3
3.3	Handboringen / voorboringen	3
3.4	Bepaling coördinaten en NAP-hoogte	4

Bijlagen:

- 1) Situatietekening met onderzoekspunten
- 2) Sondeergrafieken
- 3) Boorprofielbeschrijvingen
- 4) Foto's

	Naam	Paraaf	Datum
Auteur rapport			15-11-2022
Kwaliteitscontrole			15-11-2022

1 INLEIDING

In opdracht van ARCADIS Nederland B.V. is een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd bij drie locaties (IV, V en X) in Heerhugowaard. Op onderstaande luchtfoto is de globale ligging van de onderzoek locaties (IV, V en X) aangegeven. In bijlage 4 zijn foto's van de onderzoekslocatie opgenomen.



Afbeelding 1: Geel omcirkeld de globale situering van de onderzoekslocatie (bron: PDOK viewer).

De aanleiding voor het onderzoek is de voorgenomen realisatie van het aanleggen van nieuwe duikers en stuwen. Het doel van het onderzoek is het verkennen van de bodemopbouw en de grondwaterstand voor het verkrijgen van inzicht in de fundatiemogelijkheden.

Het onderzoek is gebaseerd op de door de opdrachtgever verstrekte situatietekening.

Voorliggend rapport presenteert het onderzoeksprogramma (hoofdstuk 2) en de resultaten van het onderzoek (hoofdstuk 3).

2 VELDWERKZAAMHEDEN

2.1 Algemeen

Het onderzoek is uitgevoerd op woensdag 12 oktober 2022. Hierbij zijn twee sonderingen CPT01 en CPT02 verricht tot een diepte van maximaal 25m – mv. Daarnaast zijn er zes handboringen HB01 t/m HB06 uitgevoerd tot een diepte van circa 6 m - mv.

2.2 Sonderingen

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus overeenkomstig de norm NEN-EN-ISO 22476-1 (klasse 3). Met de elektrische conus vindt een meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. Zodoende is een beeld verkregen van zowel de vastheid van de grond als van de aanwezige grondsoorten. De verhouding tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, geeft beneden de grondwaterstand een indicatie van de aangetroffen grondsoort. Het wrijvingsgetal is het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de conusweerstand en geeft een indicatie van de laagopbouw weer. In onderstaande tabel is per grondsoort het wrijvingsgetal opgenomen.

Tabel 1: Indicatie van de grondsoorten op basis van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Wrijvingsgetal (%)
Grind en grof zand	0,2 - 0,6
Zand	0,6 - 1,2
Silt, leem, löss	1,2 - 4,0
Klei	3,0 - 5,0
Potklei	5,0 - 7,0
Veen	5,0 - 10,0

2.3 Handboringen / voorboringen

Per locatie zijn er twee handboringen (HB01 t/m HB06) uitgevoerd voor de verkenning van de toplagen en de bepaling van de actuele grondwaterstand. Tevens is ter plaatse van de sondeerlocaties CPT01 en CPT02 voorgeboord in verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen. De handboringen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22475-1, de opgeboorde grond is geclassificeerd conform NEN-EN-ISO 14688:B3.

2.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De onderzoekspunten zijn in het terrein uitgezet in RD-coördinaten. De RD-coördinaten en de NAP-hoogte zijn ingemeten met een RTK-GPS.



3 RESULTATEN

3.1 Bijzonderheden tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden waren er geen beperkingen of bijzonderheden.

3.2 Sonderingen

De sondeerlocaties zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. De sondeerresultaten zijn grafisch weergegeven in bijlage 2, waarbij het maaiveld is uitgezet ten opzichte van NAP.

3.3 Handboringen / voorboringen

De situering van de handboringen zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. De resultaten zijn gepresenteerd op de boorprofielbeschrijvingen in bijlage 3.

De grondwaterstanden zijn opgenomen in onderstaande tabel. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem bestaat de mogelijkheid dat het grondwater zich tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zich niet volledig heeft ingesteld. De gemeten grondwaterstand is een momentopname en is onder andere afhankelijk van lokale omstandigheden en het jaargetijde.

Tabel 2: Grondwaterstand

Boringen	Grondwaterstand (m -mv)
HB01	1,40
HB02	1,50
HB03	1,40
HB04	1,30
HB05	0,60
HB06	1,50
VB01	1,40
VB02	1,30



3.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen bedoeld om de bodemopbouw te refereren aan NAP en zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek. Voor de resultaten van de GPS metingen wordt verwezen naar onderstaande tabel.

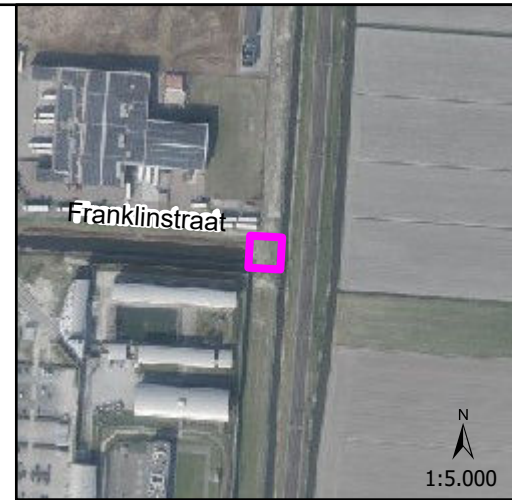
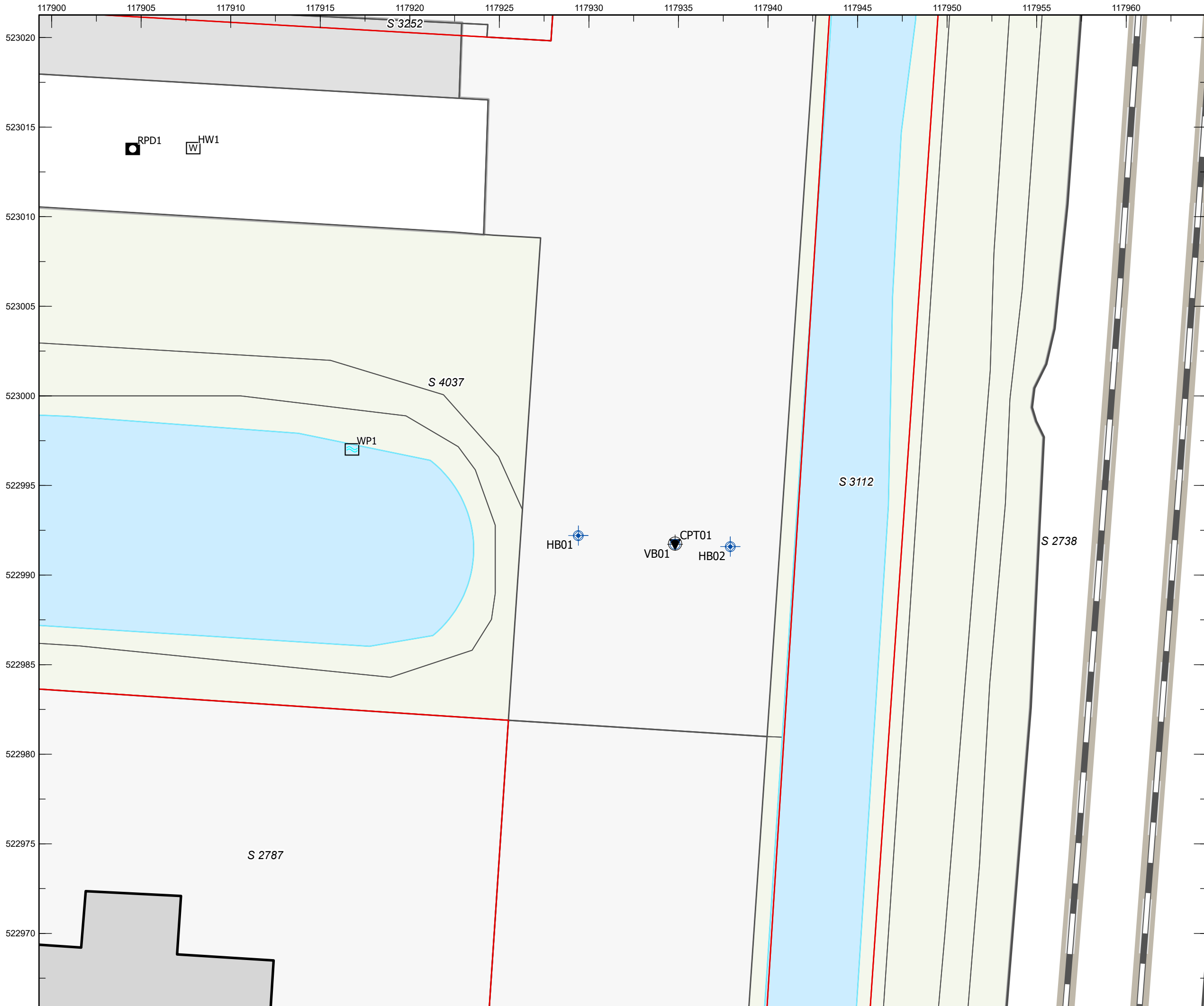
Tabel 3: Coördinaten en NAP-hoogte

Sondering	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveldhoogte (t,o,v, NAP)
CPT01	117934,811	522991,721	-2,10
CPT02	117863,034	521921,854	-2,44
Boring			
HB01	117929,407	522992,200	-2,16
HB02	117937,894	522991,586	-2,27
HB03	117866,524	521935,906	-2,46
HB04	117865,687	521907,638	-2,45
HB05	118644,147	521964,957	-3,08
HB06	118662,484	521964,526	-2,20
VB01	117934,811	522991,721	-2,10
VB02	117863,034	521921,854	-2,44
Extra ingemeten punten			
Hart van de weg 1	117907,904	523013,828	-1,88
Hart van de weg 2	117852,847	521920,043	-2,65
Hart van de weg 3	118658,147	521964,351	-1,96
Rioolputdeksel 1	117904,527	523013,784	-1,86
Rioolputdeksel 2	117849,059	521932,661	-2,71
Rioolputdeksel 3	118650,227	521954,331	-2,39
Waterpeil 1	117916,769	522997,013	-3,53
Waterpeil 2	117876,539	521927,590	-3,79
Waterpeil 3	118665,761	521962,786	-3,50



BIJLAGE 1

Situatietekening met onderzoekspunten



- Legenda
- boring tot 2,0 m-mv
 - boring tot 6,0 m-mv
 - sondering
 - hart weg
 - putdeksel
 - waterpeil
 - perceel
 - bebouwing

Meetpunt	X	Y	Z
CPT01	117934,811	522991,721	-2,10
HB01	117929,407	522992,200	-2,16
HB02	117937,894	522991,586	-2,27
VB01	117934,811	522991,721	-2,10
HW1	117907,904	523013,828	-1,88
RPD1	117904,527	523013,784	-1,86
WP1	117916,769	522997,013	-3,53



Projectnaam:
Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

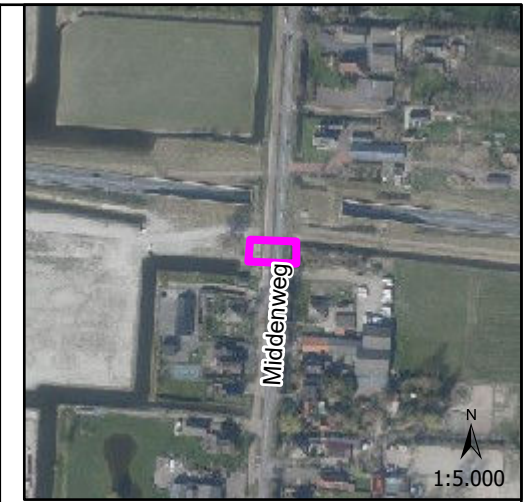
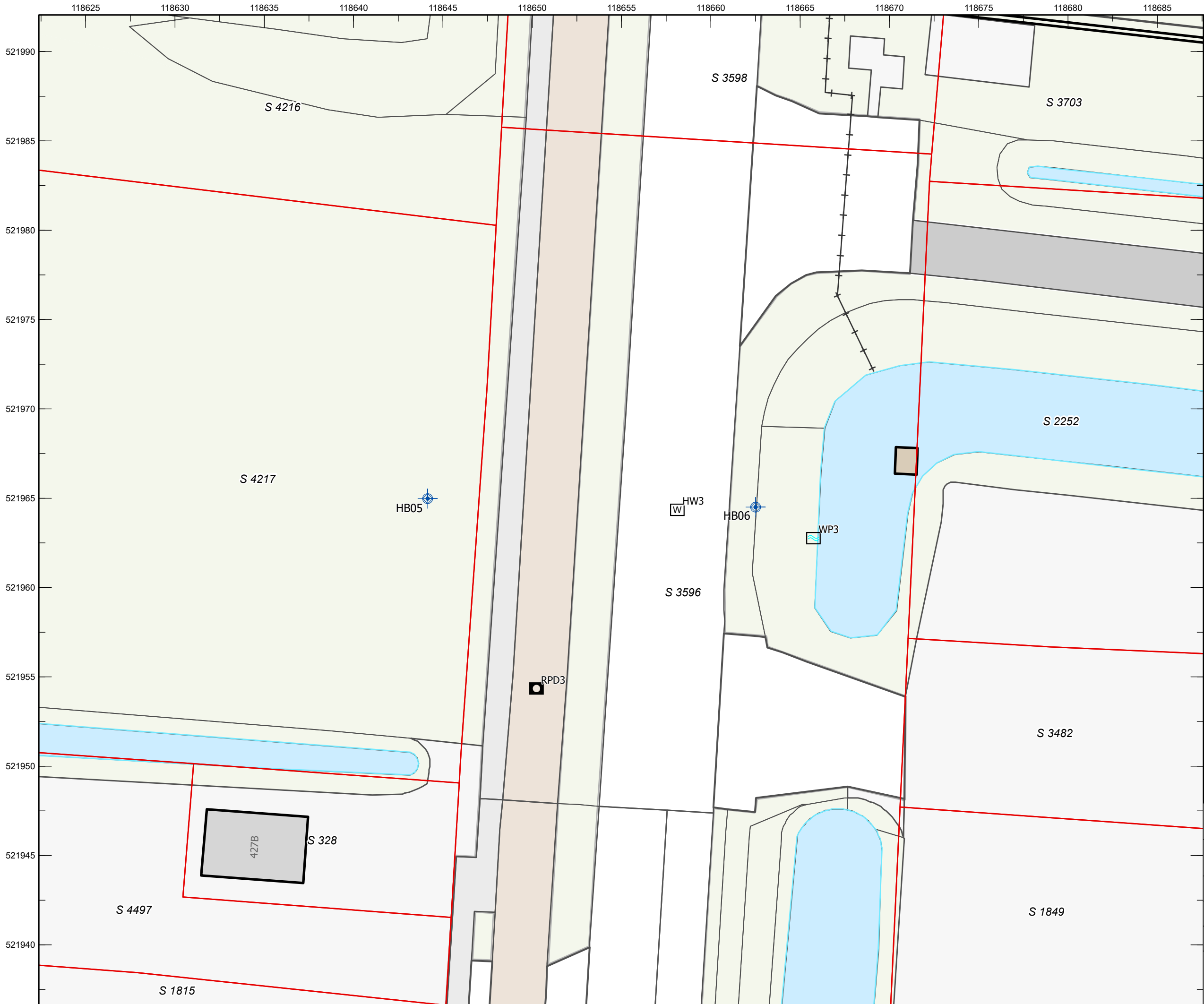
Titel:
Situatietekening met onderzoekspunten
locatie IV

Opdrachtgever:
ARCADIS Nederland B.V.

Schaal: 1:200	Projectnummer: 217863	Bijlage: 1	Formaat: A3
------------------	--------------------------	---------------	----------------

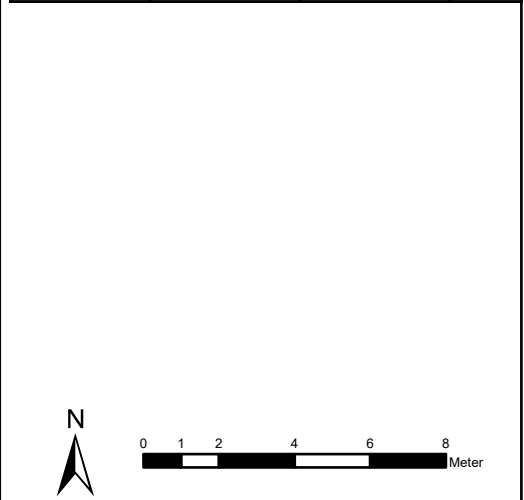
Getekend: N.Pasman	Datum tekening: 14-10-2022
-----------------------	-------------------------------





- Legenda
- boring tot 6,0 m-mv
 - hart weg
 - putdeksel
 - waterpeil
 - perceel
 - bebouwing

Meetpunt	X	Y	Z
HB05	118644,147	521964,957	-3,08
HB06	118662,484	521964,526	-2,20
HW3	118658,147	521964,351	-1,96
RPD3	118650,227	521954,331	-2,39
WP3	118665,761	521962,786	-3,50



Projectnaam:
Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

Titel:
Situatietekening met onderzoekspunten
locatie X

Opdrachtgever:
ARCADIS Nederland B.V.

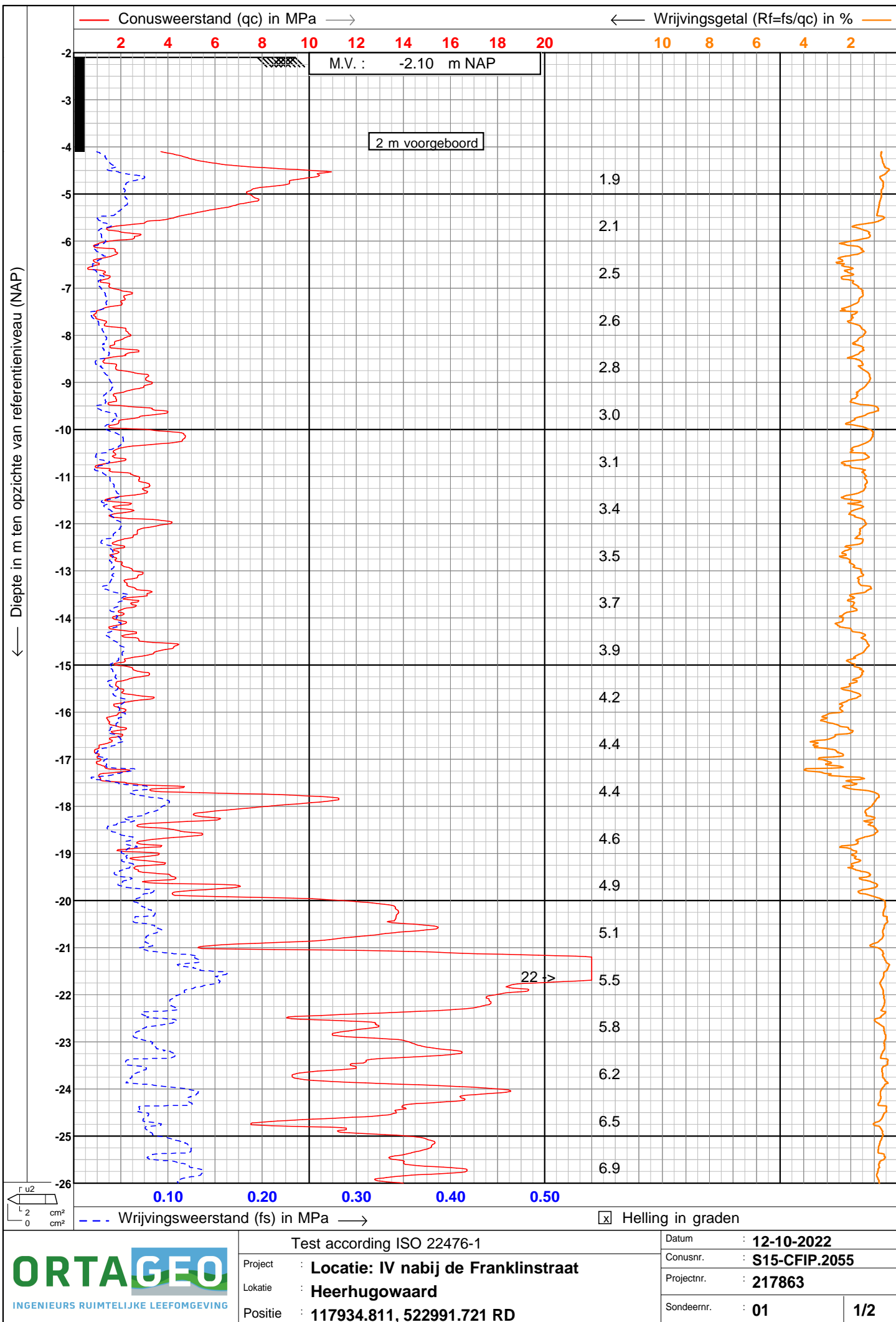
Schaal: 1:200	Projectnummer: 217863	Bijlage: 1	Formaat: A3
Getekend: N.Pasman			Datum tekening: 14-10-2022



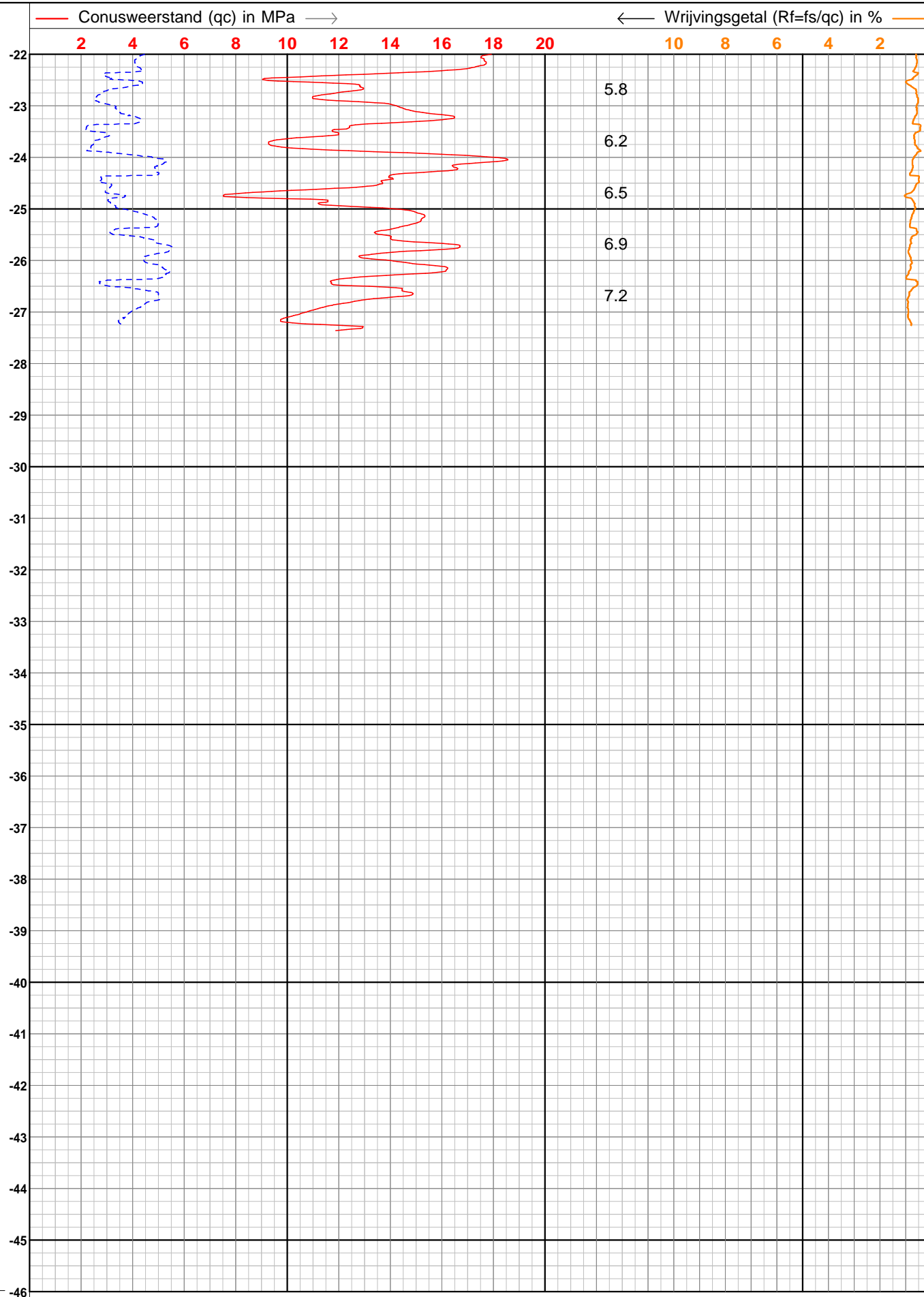


BIJLAGE 2

Sondeergrafieken



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa →

← Wrijvingsgetal ($R_f = f_s/q_c$) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

10 8 6 4 2

M.V. : -2.44 m NAP

2 m voorgeboord

-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

1.5

2.1

2.4

2.5

2.6

2.6

2.7

2.8

3.1

3.3

3.5

3.6

3.7

3.9

4.1

4.2

4.3

4.3

4.3

4.4

4.6

4.6

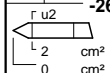
0.10 0.20

0.30 0.40

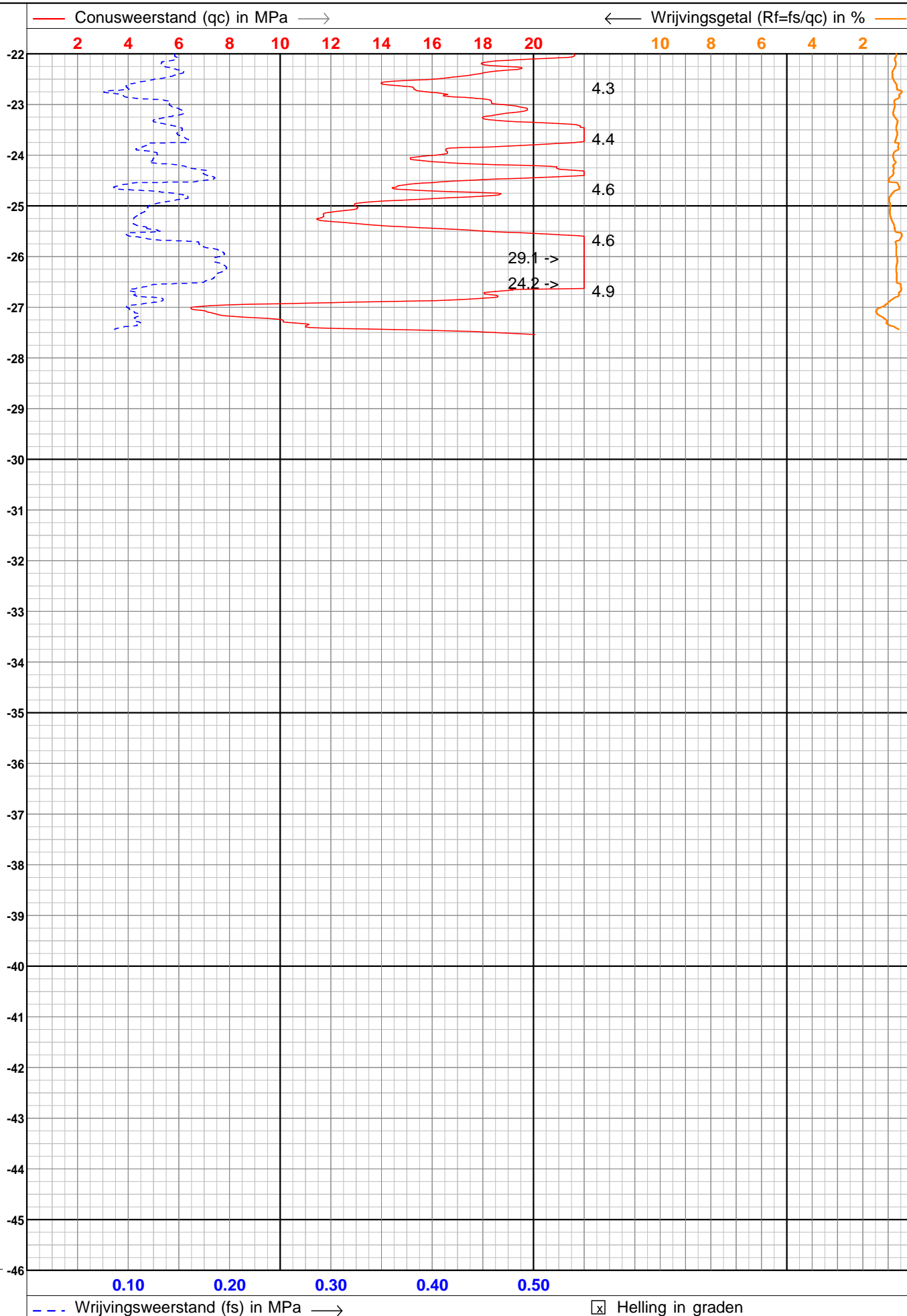
0.50

--- Wrijvingsweerstand (f_s) in MPa →

☒ Helling in graden



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)





BIJLAGE 3

Boorprofielbeschrijvingen

Meetpunt: HB05

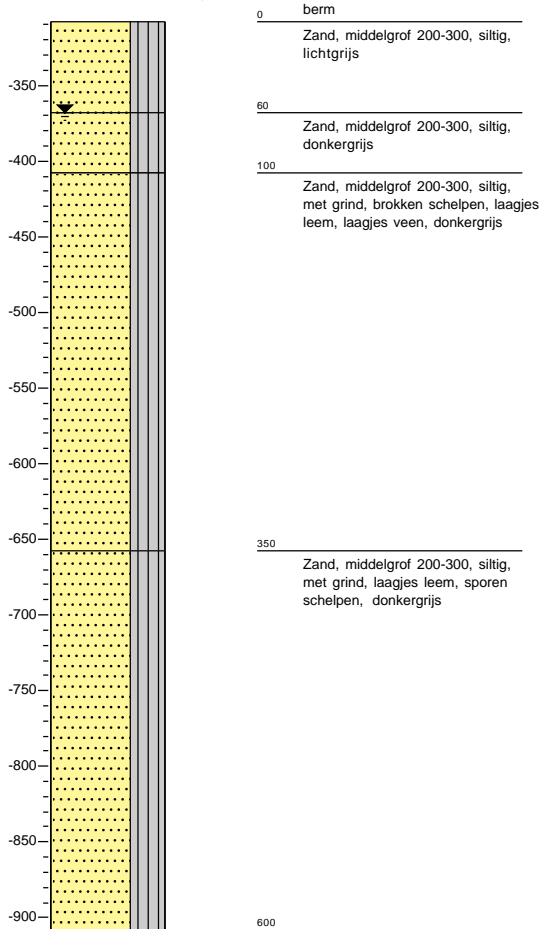
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 118644.14 Y: 521964.95 Z: -3.08

GWS in cm-mv: 60

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: HB06**

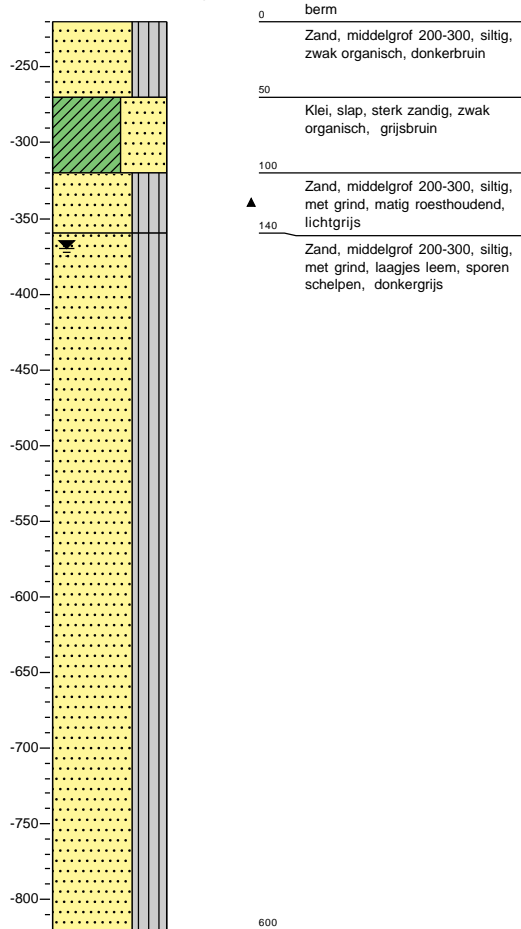
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 118662.48 Y: 521964.53 Z: -2.2

GWS in cm-mv: 150

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak



Meetpunt: HB01

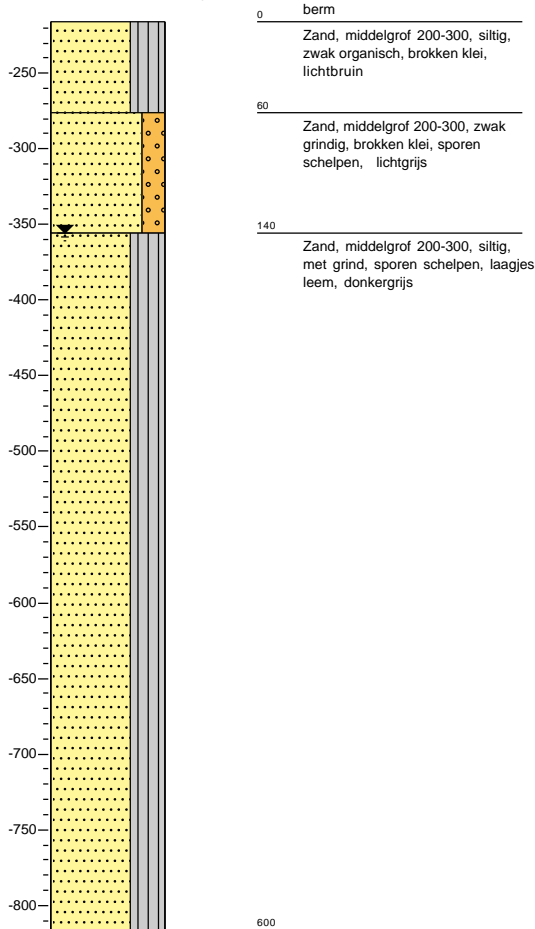
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117929.41 Y: 522992.20 Z: -2.16

GWS in cm-mv: 140

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: HB02**

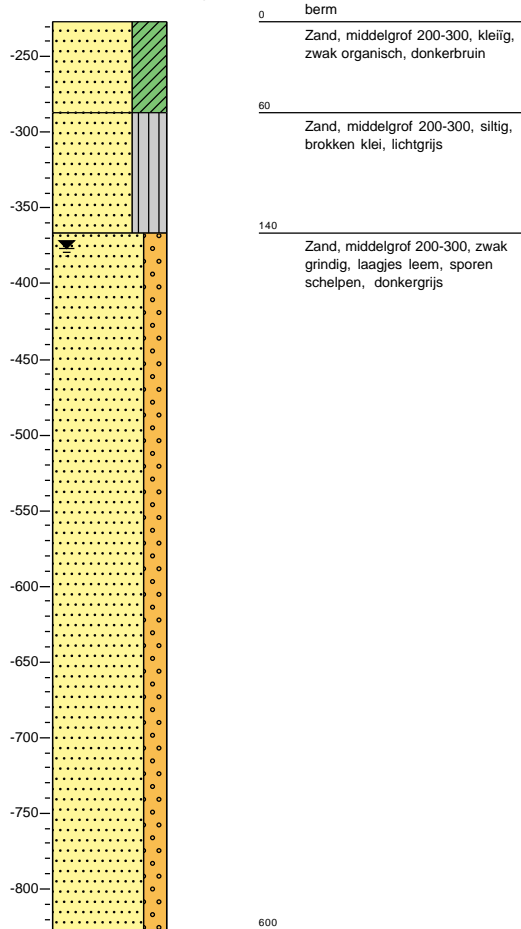
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117937.89 Y: 522991.59 Z: -2.27

GWS in cm-mv: 150

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: VB01**

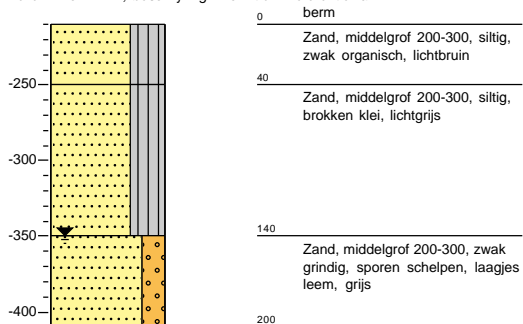
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117934.81 Y: 522991.72 Z: -2.1

GWS in cm-mv: 140

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak



Meetpunt: HB03

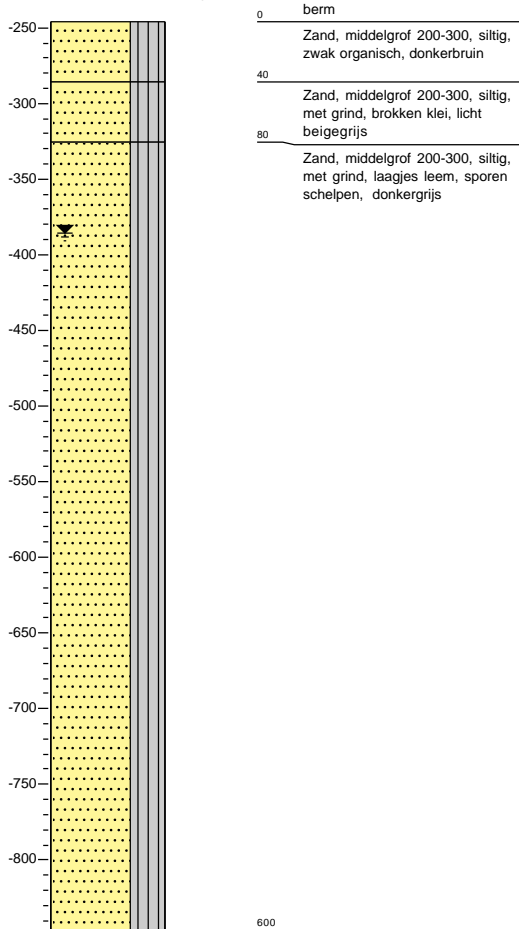
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117866.53 Y: 521935.91 Z: -2.46

GWS in cm-mv: 140

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: HB04**

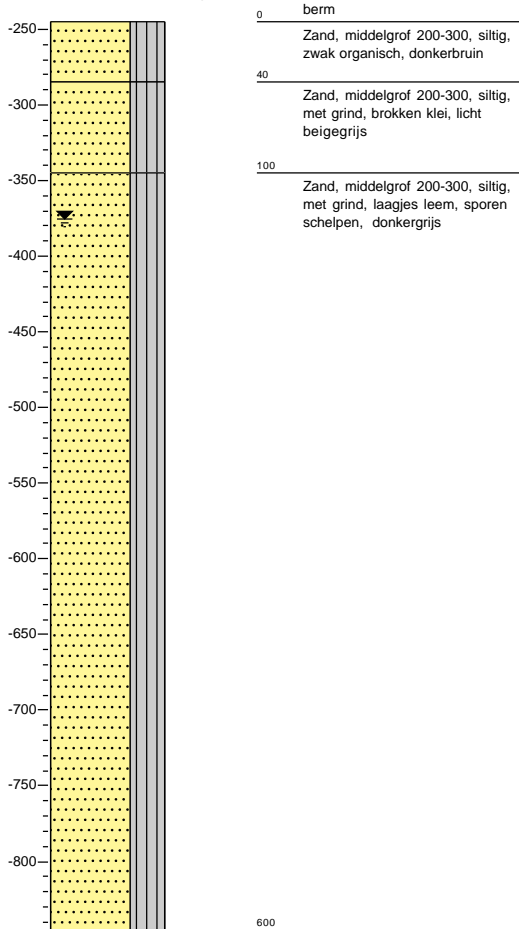
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

X: 117865.69 Y: 521907.64 Z: -2.45

GWS in cm-mv: 130

Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: VB02**

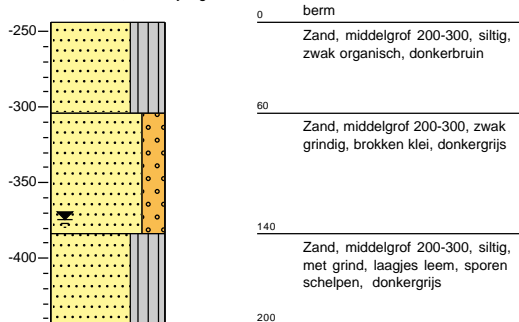
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

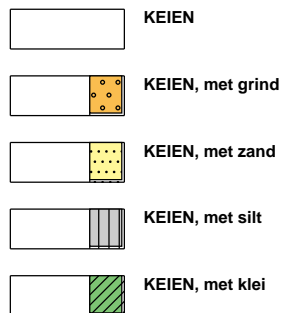
X: 117863.03 Y: 521921.85 Z: -2.44

GWS in cm-mv: 130

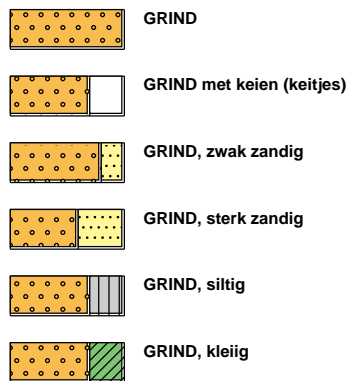
Peilen in cm NAP, beschrijving in cm t.o.v. referentievlak



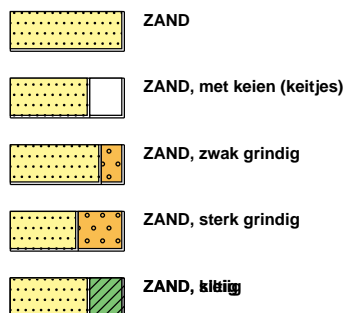
KEIEN (KEITJES)



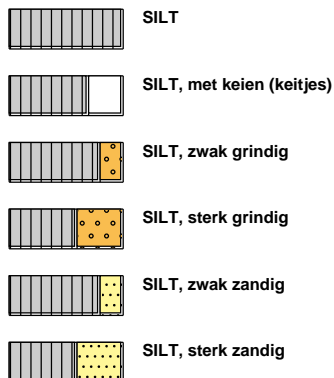
GRIND



ZAND



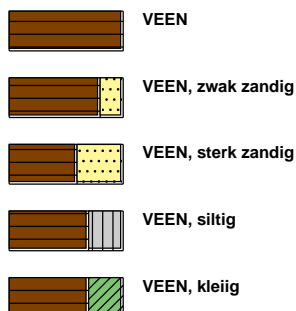
SILT



KLEI



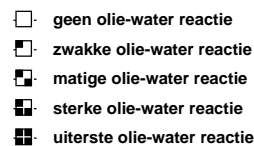
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



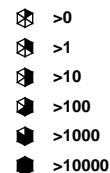
geur



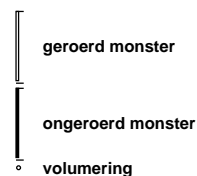
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



BIJLAGE 4

Foto's



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Colofon

GEOTECHNISCHE ANALYSE KLIMAATROBUUSTE POLDER
GEOTECHNISCH ADVIES VOOR HET UITVOEREN VAN DE ONTWERPEN TER PLAATSE VAN LOCATIE IV, V EN X.

AUTEUR

Femke van Overstraten Kruijsse

ONZE REFERENTIE

D10053189:52Colofon27

DATUM

20 december 2022

STATUS

Definitief

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.ArcadisNetherlands.nl)

Colofon

TOELICHTING DEFINITIEF ONTWERP

KLIMAATROBUUSTE POLDER HEERHUGOWAARD - DUIKER IV, STUWEN V, DUIKER X EN OPHOGEN
WATERGANG B2

KLANT

Gemeente Dijk & Waard

AUTEUR

PROJECTNUMMER

30092658

ONZE REFERENTIE

D10046031:28

DATUM

15 mei 2023

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Senior Specialist Hydrologie

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.linkedin.com/company/arcadis-nederland)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)