

Watergebiedsplan Klimaatrobuuste Polder Heerhugowaard

**Partiële herziening van peilbesluit Heerhugowaard omgeving
Zuidtangent-de Vork
Gemeente Dijk en Waard**

10 mei 2023



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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Proces	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Gebiedsbeschrijving	7
2.1	Plangebied en functies	7
2.2	Bodem, grondwater en hoogteligging	7
2.2.1	Bodem en ondergrond	7
2.2.2	Grondwater	9
2.2.3	Hoogteligging	10
2.3	Watersysteem, maaiveldhoogte en drooglegging	11
2.4	Milieukundig onderzoek	14
2.5	Archeologie	14
2.6	Natuurwaarden	15
2.7	Verkeer en vervoer	15
3	Ontwikkeling	16
3.1	Aanpassing watersysteem ten gevolge van tunnelbouw	16
3.1.1	Voorgenomen inrichtingsmaatregelen	16
3.1.2	Aanpassing kunstwerken	17
3.1.3	Waterpeilen en waterstroming	19
3.1.4	Waterberging	21
4	Belangen, effecten en afweging	22
4.1	Factsheet 1. Deelgebied A.	22
4.2	Factsheet 2. Deelgebied B	24
4.3	Factsheet 3. Deelgebied C	27
5	Besluitprocedures	30
5.1	Partiele herzien van het peilbesluit Polder Heerhugowaard	30
5.2	MER-beoordelingsplicht	30
5.3	Watervergunning	31
5.4	Spoorwetgeving	31

5.5 Bouwvergunning

31

Bijlage A Wateradvies bestemmingsplan Stationsgebied'

Bijlage B Berekeningen invloed peilstijging per deelgebied op omliggende bebouwing

Bijlage C Geotechnische analyse op draagkracht en stabiliteit spoorbaan

Bijlage D Memo ter toelichting aanvullende berekening effect peilverhoging op draagkracht, onderdeel pons, op het spoor

Bijlage E Geotechnische analyse effect peilopzet op stabiliteit spoorbaan

Bijlage F Aanvullende berekeningen op stabiliteit locatie A en B2

Bijlage G Ontwerptekeningen werkzaamheden Klimaatrobuuste Polder locaties A en B2

Colofon

42

Samenvatting

De gemeente Dijk en Waard is van plan om een tunnel (onderdoorgang) aan te leggen zodat de ontsluitingsweg Zuidtangent ter hoogte van station Heerhugowaard via een tunnel onder het spoor loopt. Door de aanleg van de tunnel zal een deel van het watersysteem van de polder Heerhugowaard niet meer rechtstreeks naar het gemaal aan de zuidzijde van deze tunnel stromen. 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.

Onderliggende rapportage brengt de verwachte effecten van de peilverhoging op de omgeving in kaart. Daarbij zijn voor de belangrijkste belanghebbenden de uitkomsten als volgt:

- Langs de spoorbaan van **ProRail** wordt het peil verhoogd. Hiermee wordt teruggedaan naar een eerder bestaande situatie (tot 2008). Door de peilverhoging in deelgebieden A en B verslechtert deze licht.
 - o De peilverhoging heeft beperkte invloed op de draagkracht en stabiliteit van het spoorlichaam. Op basis van een maatgevende sondering en ontwerpvoorschrift (inclusief aanvullend aangedragen richtlijn) van ProRail is conservatief berekend dat in de huidige situatie de veiligheidsklasse voor de stabiliteit niet voldoet. Als gevolg van de peilopzet is er een lichte verslechtering langs delen van het spoor wat betreft stabiliteit. Op basis van meerdere vooroverleggen tussen initiatiefnemer van de peilverhoging (de gemeente Dijk & Waard) en ProRail zijn beheersmaatregelen bepaald langs delen van de watergangen in deelgebieden A en B. In deelgebied A wordt langs een gedeelte van de watgang waar het peil verhoogd wordt een damwand geplaatst. In deelgebied B wordt de waterbodem opgehoogd langs een deel van de watgang waar in de huidige situatie een eerder door ProRail geplaatste damwand eindigt. Beide beheersmaatregelen zorgen ervoor dat de stabiliteit van de spoorbaan niet verslechtert of juist verbetert ten opzichte van de huidige stabiliteit.
 - o De draagkracht van de spoorbaan voldoet wel aan de gestelde eisen in de nieuwe situatie.
 - o Aan de hand van een tweede vooroverleg, extra verkregen informatie over de bodemopbouw in de spoorbaan is een tweede berekening voor het effect op pons gemaakt. Deze voldoet ook.
- Door de peilverhoging neemt de drooglegging in deelgebied A af. Vanuit de wegbeheerder **gemeente Dijk en Waard** zijn hiervoor geen specifieke eisen opgesteld. Daarom is het effect van de peilverhoging getoetst aan de algemeen geldende eisen voor primaire en secundaire wegen. Voor de deelgebieden blijft de drooglegging voldoen ondanks een lichte afname. Er zijn geen aanvullende maatregelen nodig.
- In deelgebied C ligt het **Forumgebouw** met een ondergrondse parkeergarage. Peilverhoging zorgt voor extra opwaartse druk, ondanks een eerder aangebrachte scheiding (damwand van 11 meter) tussen de parkeergarage en de watgang waren effecten niet uit te sluiten. Daarom is besloten om het peil in deelgebied C niet te verhogen, maar de watgang in dit gebied te dempen. De demping en verplaatsing van de hemelwaterafvoer die in bestaande situatie op deze watgang uitkwam wordt opgenomen in de uitvoering van de werkzaamheden van het project 'Spooronderdoorgang Zuidtangent Heerhugowaard'.
- Voor **omwonenden / het bedrijventerrein** kan peilverhoging risico's voor de fundering veroorzaken. In de deelgebieden waar peilverhoging voorzien is, is de invloed van het te verhogen peil op het grondwater berekend. Uit deze berekeningen, gegevens over de aanwezige bebouwing (bouwjaar en type fundering) en de minimumeisen voor drooglegging van funderingen blijkt dat er geen risico's zijn voor omwonenden en het bedrijventerrein.
- De benodigde inrichtingsmaatregelen worden ontworpen conform de richtlijnen van het **Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier**. Door de peilverhoging is er minder bergend vermogen in watergangen. De kans op wateroverlast kan toenemen als er onvoldoende compensatie plaatsvindt. In het plan voor de Klimaatrobuuste Polder wordt er echter een nieuw gemaal met een overcapaciteit aangelegd, ook wordt er voldoende berging aangelegd in de gehele polder. Door de extra gemaalcapaciteit en door robuustere verbindingen zal het risico op wateroverlast gecompenseerd worden.
- Voor het **volkstuintencomplex De Vork** wordt de minimaal benodigde ontwateringsdiepte niet overschreden.

De uitkomsten van het onderzoek naar aanpassing van deze peilaanpassing worden verwerkt in de partiele herziening op het peilbesluit Polder Heerhugowaard. De peilaanpassingen en inrichtingsmaatregelen zijn afgestemd met de directe belanghebbenden. De fysieke wijzigingen aan het watersysteem, zoals het aanbrengen van de nieuwe duikers, stuwen en het dempen en graven van de watergangen worden in een watervergunning geregeld.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In Heerhugowaard treft gemeente Dijk en Waard (hierna gemeente genoemd) de voorbereidingen voor de aanleg van een tunnel onder het spoor bij de Zuidtangent. Hierdoor worden bestaande hoofdwaterlopen doorsneden en ontstaat een nieuwe scheiding binnen het watersysteem van polder Heerhugowaard. Om de afvoer te waarborgen wordt een nieuw gemaal gebouwd in het gebied ten noorden van de spooronderdoorgang. Ten behoeve van de aanvoer richting het nieuwe gemaal zijn er aanpassingen nodig in het watersysteem. Het gemaal en de aanpassingen aan het watersysteem zijn ondergebracht in het project Klimaatrobuuste Polder Heerhugowaard. Het gevolg van deze aanpassingen is ook dat er een aantal peilwijzigingen en wijzigingen in peilgebiedgrenzen plaatsvinden.

1.2 Proces

Voordat het plan gerealiseerd wordt is een wijziging van het vigerende peilbesluit Heerhugowaard en een watervergunning nodig om de werkzaamheden en aanpassing aan het watersysteem uit te voeren. Het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is hiervoor het bevoegd gezag. Het voorliggende watergebiedsplan (ook wel 'onderbouwing peilbesluit' genoemd) vormt de toelichting op de partiële herziening van het peilbesluit waarin de peilverhoging wordt vastgesteld. Daarnaast is een watervergunning nodig voor de aanleg van de duikers en stuwen en uitvoering van de overige werkzaamheden die de peilwijziging mogelijk maken. Het ontwerp van watergebiedsplan en watervergunning worden door HHNK zo mogelijk tegelijkertijd ter visie gelegd, zodat burgers en belanghebbende organisaties maar één keer zienswijzen hoeven in te dienen.

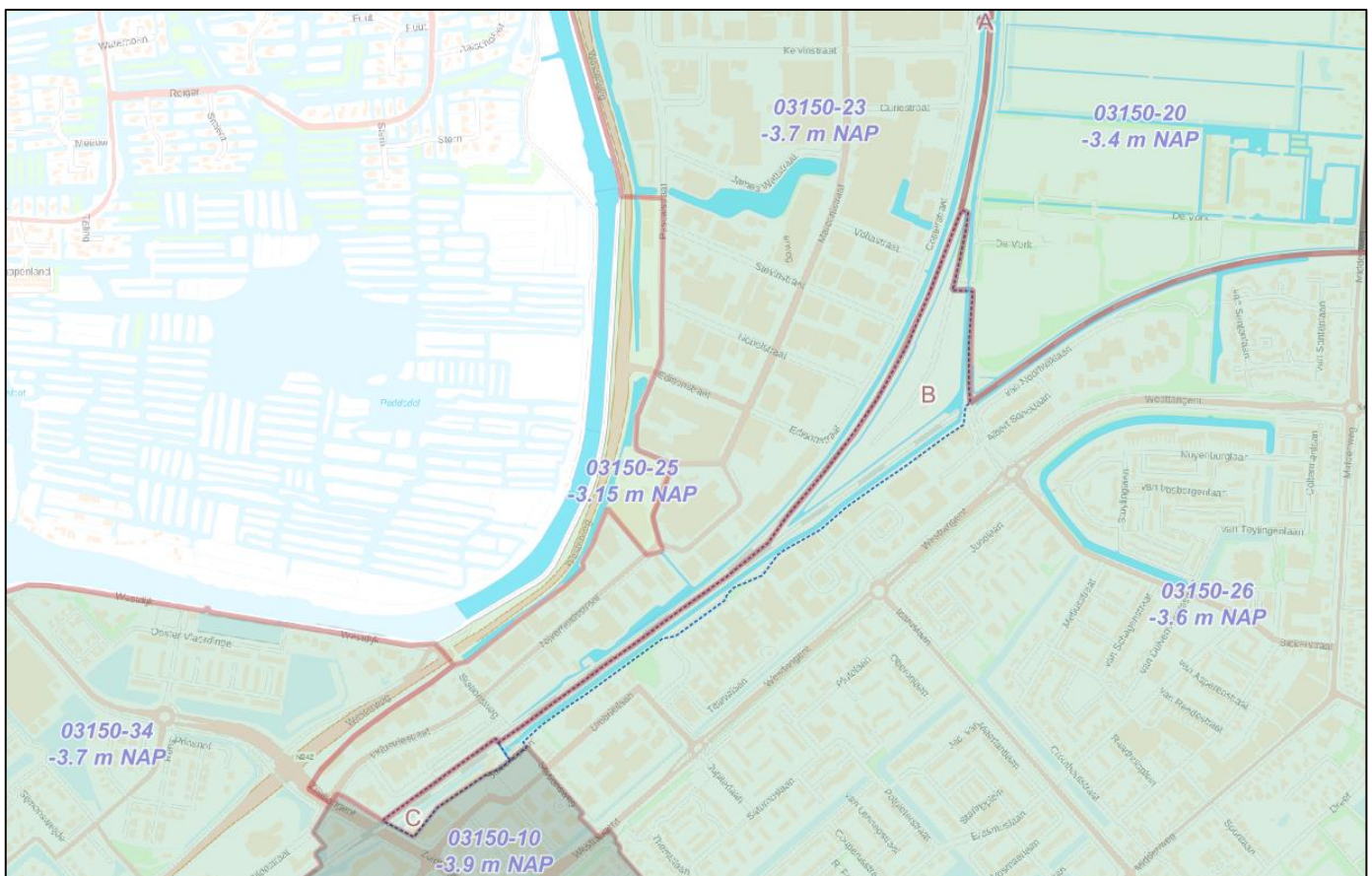
1.3 Leeswijzer

Het doel van dit watergebiedsplan is om inzicht te geven in de voorgenomen aanpassingen van het watersysteem, de daarbij geplande werkzaamheden en de effecten daarvan op de omgeving en belangen van omwonenden en belanghebbende organisaties. De peilaanpassingen verschillen per gebied en zijn genummerd. In dit stuk brengen we per gebied de aanpassingen, geplande werkzaamheden en mogelijke effecten in beeld. Dit doen we door in hoofdstuk 2 eerst in te gaan op het gebied en bestaande kenmerken (bodemsamenstelling, watersysteem, grondwater en drooglegging). Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de voorgenomen ingrepen en aanpassingen behandeld. In hoofdstuk 4 worden de verschillende belangen, verwachte effecten en afwegingen neergezet. Tenslotte geeft hoofdstuk 5 een overzicht van de van toepassing zijnde juridische instrumenten en het vervolgtraject. De bijlagen geven relevante toelichtingen.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Plangebied en functies

Het plangebied ligt binnen de gemeente Dijk en Waard en is onderdeel van de polder Heerhugowaard. Het peilbesluit voor deze polder is op 11 mei 2016 vastgesteld (reg.nr. 15.52931). Aanpassing van de peilgebiedgrenzen en waterpeilen is gewenst voor twee deelgebieden, aangeduid met de letters A en B, zoals weergegeven in Figuur 1 dat een deel van de peilgebieden van het peilbesluit laat zien. Voor deelgebied C is na het afwegen van de mogelijke effecten van peilverhoging in dit gebied besloten geen verhoging door te voeren, maar de watergang te dempen.



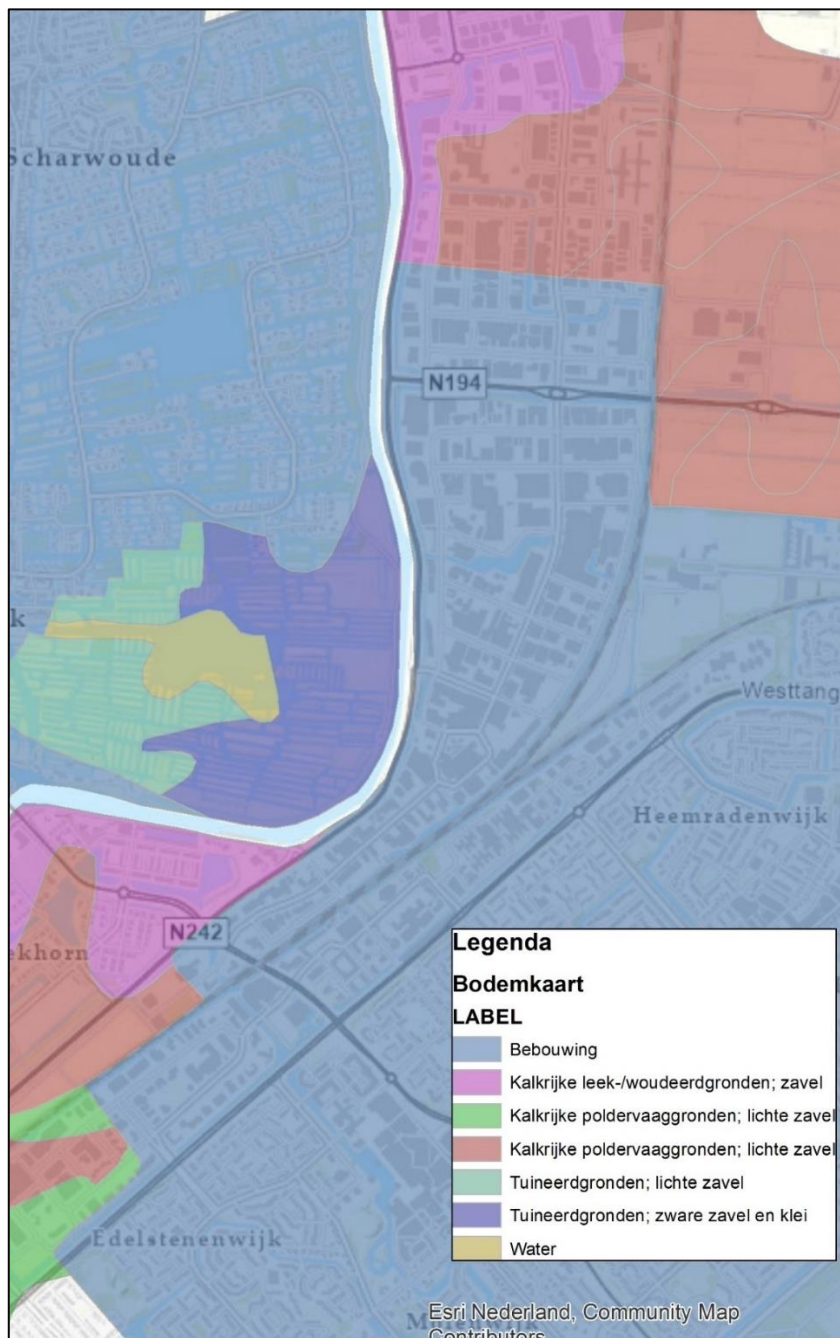
Figuur 1. Locatie van de deelgebieden A tot en met C in de polder Heerhugowaard. In deelgebied A en B vindt peilverhoging plaats. De peilgebied-codering en streefpeilen van het peilbesluit Heerhugowaard staan weergegeven.

De peilaanpassingen bevinden zich allen langs het spoor. Locatie A ligt binnen bedrijventerrein de Zandhorst, locatie B is het gebied De Vork, dat als volkstuinencomplex gebruikt wordt en is gelegen tussen de twee spoorlijnen. De smalle strook van deel B aan de zuidzijde ligt tussen bedrijventerrein De Zandhorst en bedrijven ten westen van de weg Westtangent en het spoor. Locatie C bestaat uit de omgeving van het Stationsplein. Het grondgebruik van de locaties bestaat uit stedelijk gebied en infrastructuur (trein- en wegverbindingen).

2.2 Bodem, grondwater en hoogteligging

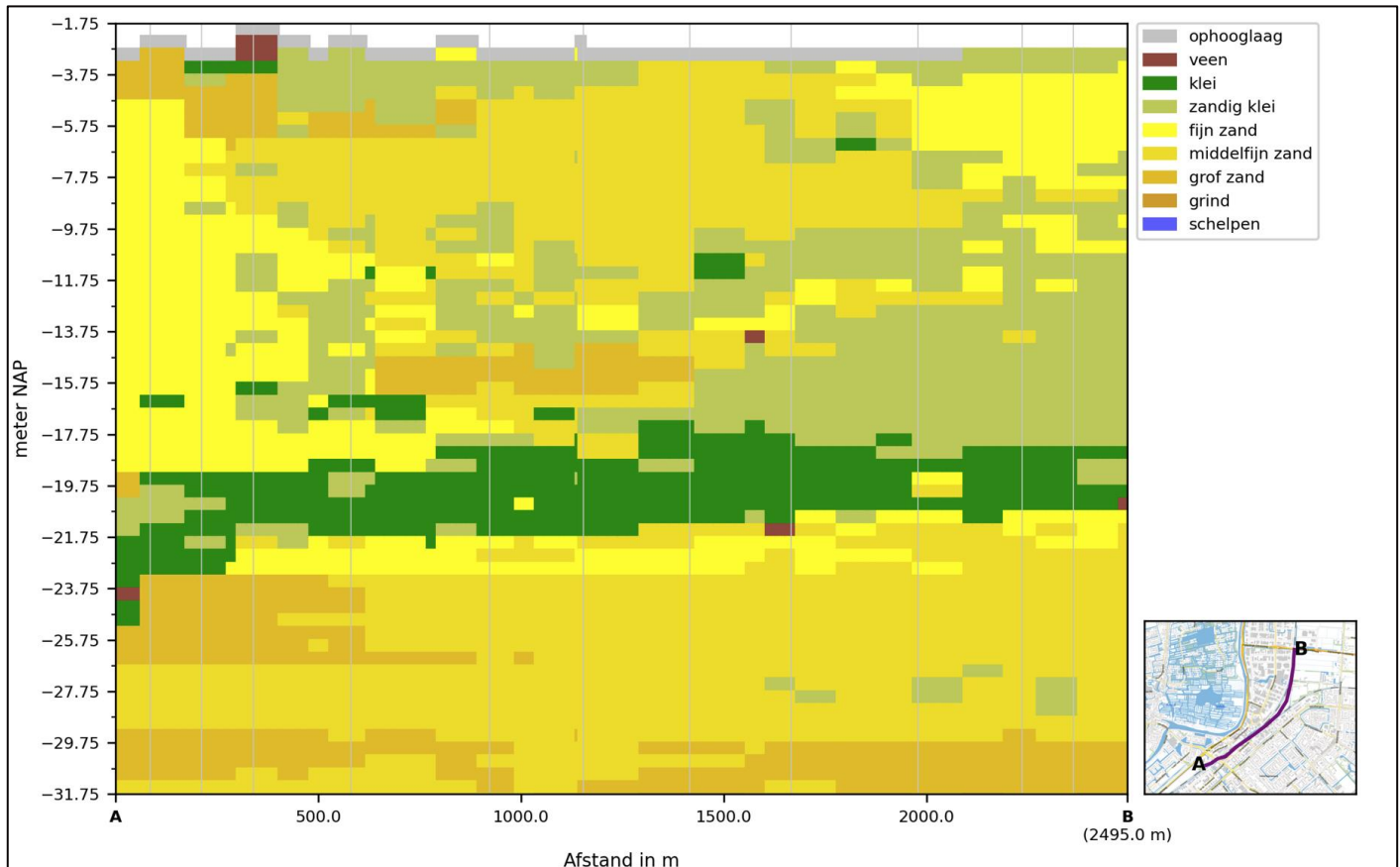
2.2.1 Bodem en ondergrond

De bodem van het projectgebied bestaat voor een groot deel uit de oorspronkelijke lichte zavel van de polder Heerhugowaard (Kalkrijke poldervaaggronden, lichte zavel, Mn15A). Delen van stedelijk gebied van Heerhugowaard zijn niet gekarteerd in de bodemkaart 1:50.000. Stedelijk gebied in figuur 2 valt onder "bebouwing".



Figuur 2. Bodemkaart van Nederland, 1:50.000. De oorspronkelijke bodem bestaat uit lichte zavel (Poldervaaggrond).

Uit boringen en sonderingen en met model GeoTOP kan een goed beeld gevormd worden van de ondergrond van het projectgebied. Het dwarsprofiel langs het spoor, van zuid naar noord laat zien dat de ondiepe ondergrond bestaat uit de ophooglaag, zand en keig zand (leem), met op enkele locaties veen in de bovengrond. Op een diepte van NAP -18 m bevindt zich een laag van ca. 2 m dikke klei (zie Figuur 3).



Figuur 3. Lengteprofiel van de ondergrond op basis van GeoTOP.

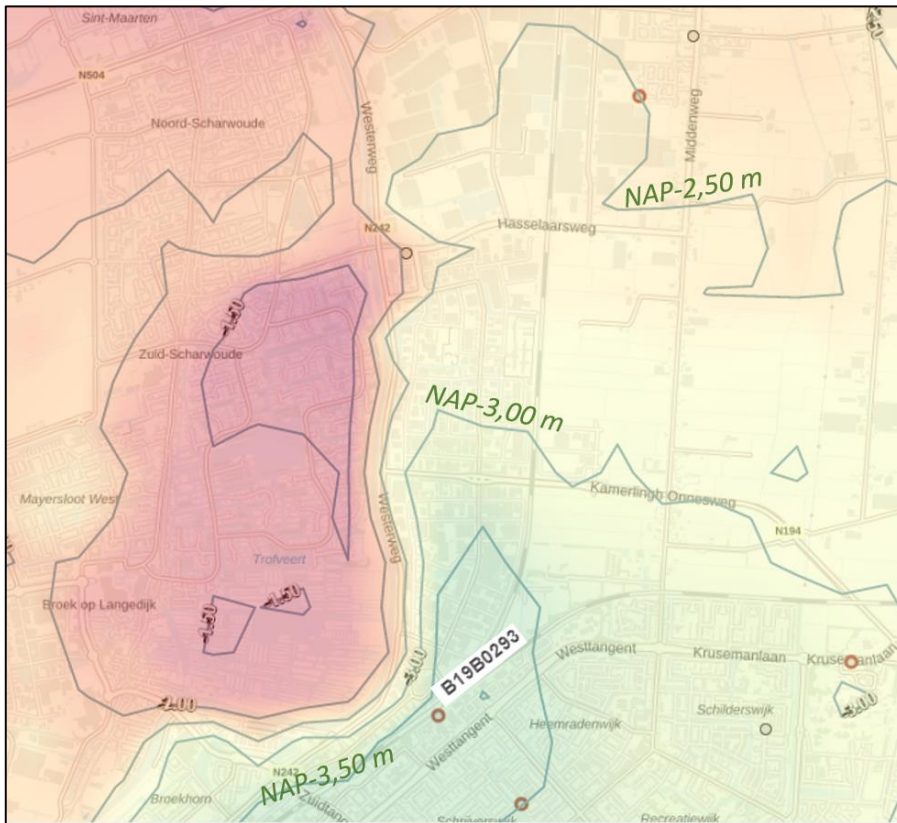
Boringen en sonderingen langs het spoor laten zien dat de ondergrond tot een diepte van ca. NAP -10 tot NAP -18 m uit relatief zandig materiaal bestaat.

2.2.2 Grondwater

Het grondwater in de polder wordt beïnvloed door de handhaving van de waterpeilen van het oppervlaktewater en door de afstand van de bodem tot aan de sloten en eventuele drains. Op korte afstanden van de waterlopen (5 tot 10 m) zal bij de huidige grondslag (lichte zavel / zandige klei) het grondwater in de orde van 0,2 m tot 0,4 m kunnen fluctueren rondom het streefpeil.

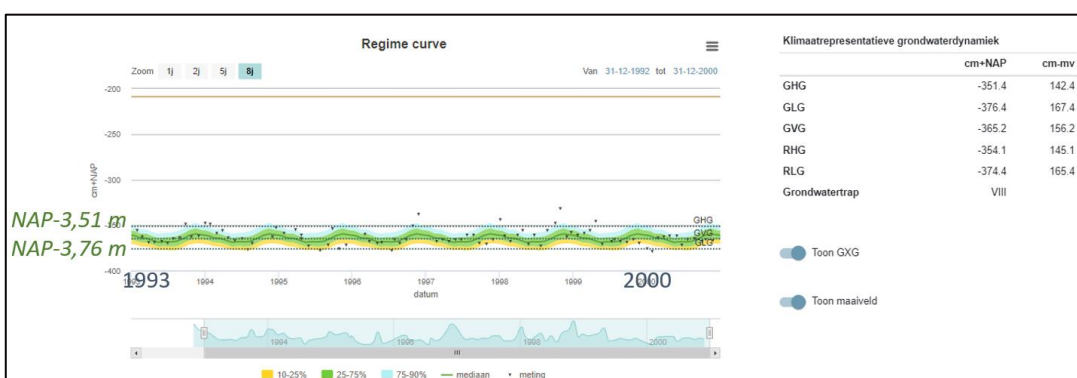
In de diepere delen van de polder komt kwel voor. Op grotere diepte is de stijghoogte van het grondwater daar hoger dan in het (ondiepe) freatische pakket. De kwel zal vooral optreden in de waterlopen; de kwel-druk zorgt samen met het neerslagoverschot vooral in de winter voor opbolling van het grondwater tussen waterlopen.

De grondwaterstand direct langs het spoor wordt bepaald door de naastgelegen waterpeilen. Het bovenste watervoerende pakket bevat een variatie die aansluit op de waterpeilen in de peilgebieden. Het grondwater bij de Hasselaarsweg staat ca. 1 m hoger dan het grondwater bij het station, blijkt onder andere uit de interpolatie van de aanwezige peilbuizen in combinatie met het landelijk grondwatermodel LHM.



Figuur 4. Variatie van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (situatie 1999): interpolatie van metingen en de simulatie van het LHM. Bron: <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld> > Isohypsens.

Peilbuis B19B0293 geeft een goed beeld van de fluctuaties van het grondwater in de directe omgeving van het spoor. Het freatisch grondwater ligt gemiddeld op NAP -3,65 m, met een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van NAP -3,51 m. De ontwateringsdiepte (het verschil tussen maaiveld en de hoogste grondwaterstand) is 1,42 m.



Figuur 5. Kenmerken van het grondwater bij peilbuis b19B0293. Bij een streefpeil van NAP -3,70 m voor het oppervlaktewater fluctueert het grondwater tussen NAP -3,51 en NAP -3,76 m.

2.2.3 Hoogteligging

De hoogte van het maaiveld in de polder in deze omgeving ligt tussen de NAP -2,80 m en NAP -2,10 m. De spoorbaan ligt hoger dan de omgeving en varieert van ca. NAP -0,90 m in het noordelijke deel tot ca. NAP -1,46 m in de omgeving van het station. Het onderscheid tussen de weg en de spoorbaan is van belang vanwege verschillende eisen ten aanzien van de drooglegging voor het spoor en de weg.

Tabel 1. Gemiddelde hoogte van het maaiveld voor het terrein en voor de spoorbaan.

Deelgebied	Peilgebied	Hoogte weg, terrein (NAP)	Hoogte spoor (NAP)
A	03150-23	-2,53 m	-0,90 m
B	03150-23	-2,50 m	-1,10 m
C	03150-10	-2,80 m	-1,35 m

Voor de hoogte van de weg is de as van de weg genomen, voor de hoogte van het spoor is het niveau van de spoordragers (bielzen) genomen. Per deelgebied is de mediane waarde van de hoogte genomen.

Naast de hoogteligging van de infrastructuur is ook de hoogteligging van overige gebieden van belang.

- Volkstuinencomplex De Vork heeft een gemiddelde hoogte van NAP -2,60 m; op de laagste delen is de hoogte ca. NAP -2,70 m.
- Achterzijde van het Trinitas college Johannes Bosco heeft hoogte van straat en parkeren van ca. NAP -2,75 m.

2.3 Watersysteem, maaiveldhoogte en drooglegging

De polder Heerhugowaard heeft een oppervlakte van ca. 3800 ha. De polder wordt door gemaal Huygendijk met drie pompen bemalen. Dit gemaal bevindt zich in het zuiden van het gebied en heeft een capaciteit van 450 m³ per minuut (17 mm/dag). De waterloop langs het spoor zorgt in de huidige situatie voor de afvoer van 840 ha. Bij de normaalvoer, dus met een functionerend gemaal, zal deze watergang 1,7 m³/s afvoeren richting het zuiden.

Peilregime

De partiele herziening betreft een aantal peilgebieden met een dynamisch of vast peilbeheer vanuit HHNK.

Het soort peilbeheer per peilgebied is in het peilbesluit Heerhugowaard uit 2015 door HHNK vastgelegd:

- Vast peilbeheer: Er wordt één streefpeil aangehouden, waarbij niet wordt geanticipeerd op de weersomstandigheden. Wanneer het waterpeil stijgt wordt water afgevoerd. Bij een daling van het peil wordt water ingelaten.
- Dynamisch peilbeheer: Er is één streefpeil vastgesteld, met een boven- en ondergrens. De beheerder kan actief sturen binnen de gestelde grenzen om de berging of watervoorraad te optimaliseren.

In 5 van de 6 peilgebieden (die binnen of rondom de deelgebieden A, B en C liggen) geldt dynamisch peilbeheer. Dat houdt in dat het waterpeil mag fluctueren tussen een boven- en ondergrens voordat het water wordt afgevoerd dan wel aangevuld door het inlaten van water van bovenstrooms. De uitsnede van de peilentabel van het peilbesluit voor de polder Heerhugowaard geeft de vastgestelde peilregimes weer, inclusief de waarden voor de zomer en de winter.

Tabel 2. Peilentabel polder Heerhugowaard, streefpeilen in m NAP. Detail van peilbesluit 2015.

Peilgebied	Peilregime	Ondergrens (NAP)	Vast peil middenpeil (NAP)	Bovengrens (NAP)
3150-10	dynamisch	-4,00 m	-3,90 m	-3,80 m
3150-20	dynamisch	-3,50 m	-3,40 m	-3,30 m
3150-23	dynamisch	-3,80 m	-3,70 m	-3,60 m
3150-24	dynamisch	-3,80 m	-3,70 m	-3,70 m
3150-26	dynamisch	-3,70 m	-3,60 m	-3,50 m
3150-34	vast		-3,70 m	

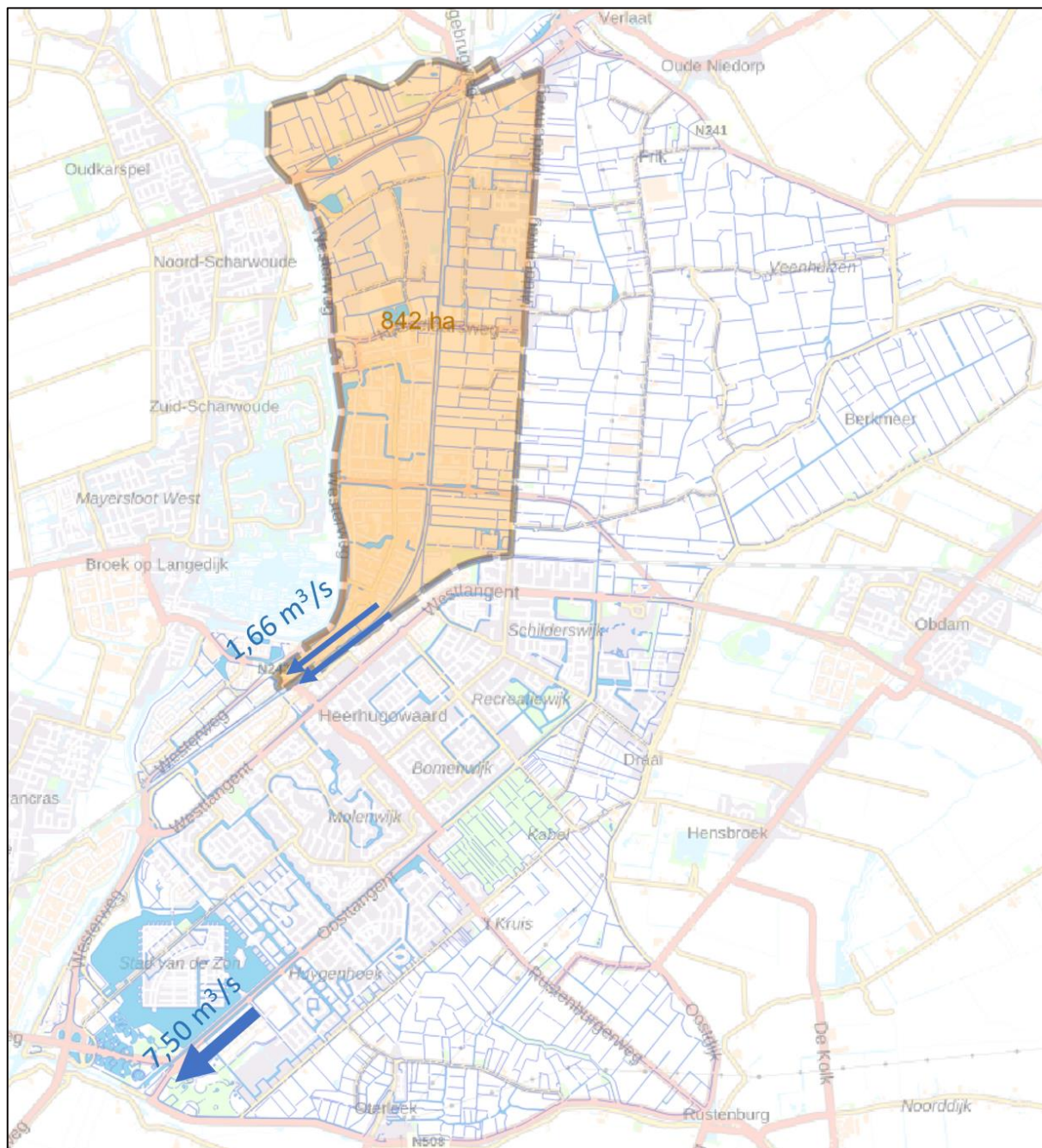
Met de streefpeilen en de gemiddelde hoogteligging van het maaiveld van de weg en van het spoor is de drooglegging van de deelgebieden uitgerekend.

Tabel 3. Drooglegging van weg en spoor in de deelgebieden bij (gemiddeld) streefpeil in huidige situatie.

Deelgebied	Peilgebied	streefpeil (m NAP)	weg (m NAP)	spoor (m NAP)	drooglegging weg (m)	drooglegging spoor (m)
A	03150-23	-3,70 m	-2,53 m	-0,90 m	1,17 m	2,80 m
B	03150-23	-3,70 m	-2,50 m	-1,10 m	1,20 m	2,60 m
C	03150-10	-3,90 m	-2,80 m	-1,35 m	1,10 m	2,55 m

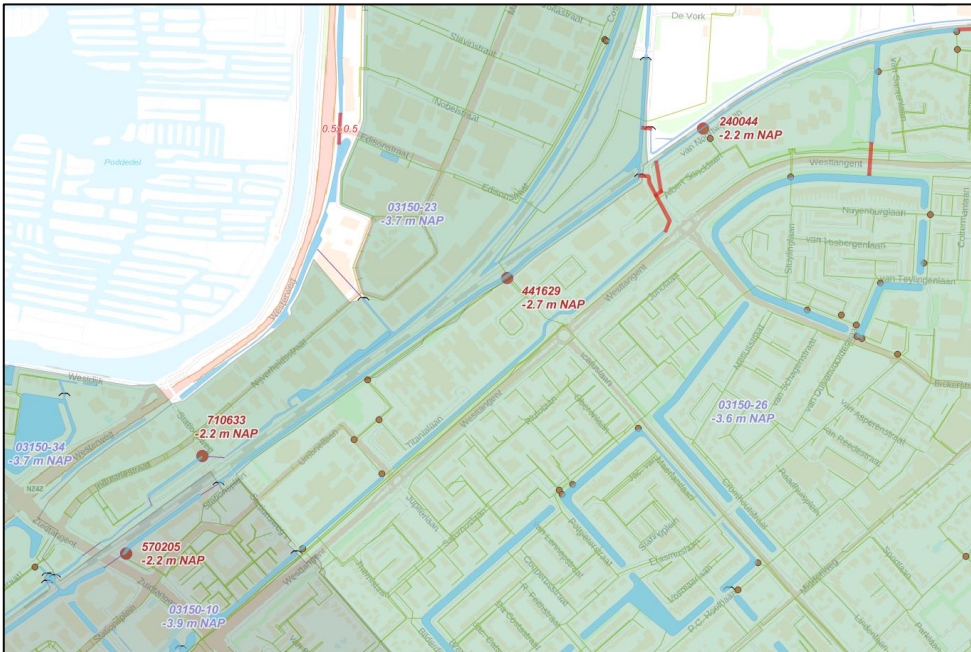
Tabel 4. Berekening van de afvoer langs het stationsgebied bij maatgevende afvoer.

Afvoerend oppervlak	Oppervlak	Aandeel	Afvoer (m3/min)	(m3/s)
Stationsgebied	842 ha	22%	100	1,66
Polder Heerhugowaard	3 800 ha	100%	450	7,50



Figuur 6. De waterlopen langs het spoor voeren 1,66 m³/s af richting het gemaal (22% van de normaalvoer).

Het hemelwater van stedelijk gebied loost via overstorten en hemelwateruitlaten op de naastgelegen waterlopen. Voor deze aanpassing zijn de uitlaten relevant die genummerd zijn in onderstaande figuur. Alle hemelwateruitlaten hebben een drempel die hoger ligt dan NAP -2,7 m. Onder de Van Forrestraat (tussen de uitlaten nummers 240044 en 441629 in) ligt een verbinding met duikers tussen peilgebied 03150-23 (NAP -3,70 m) en peilgebied 03150-26 (NAP -3,60 m). Met een automatische stuw kan op deze locatie water ingelaten of geloosd worden op het peilgebied waar nog ruimte is voor tijdelijke berging (in beide richtingen, dus).



Figuur 7. Details van hemelwateruitlaten die aangesloten zijn op de waterlopen parallel aan het spoor. Drempelhoogte in m NAP.

2.4 Milieukundig onderzoek

Op basis van bestaande onderzoeken en de bodemkwaliteitskaart is per deelgebied milieukundige status van de bodem nagegaan. De tabel hieronder bevat informatie over de status van eventuele bodemverontreinigingen per deelgebied.

Deelgebied	Bodemkundig onderzoek	Status	Toelichting
A	Verkennd bodemonderzoek	Voor bodem onder spoorbaan aanvullend grondonderzoek uitvoeren Voor bodem langs watergangen geen belemmeringen	Voor grond onder de spoorweg geldt: historisch verdacht op voorkomen van verontreinigingen met zware metalen, teerstoffen (PAK), minerale olie en asbest.
B	Verkennd bodemonderzoek	Geen risico	De puinlaag voor het ophogen van De Vork is voldoende gesaneerd. Voor het spooreplacement moest in 2004 een saneringsplan opgesteld worden.
C	Historisch bodemonderzoek	Voldoende onderzocht	

2.5 Archeologie

De digitale Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de provincie Noord-Holland laat zien dat er geen aardkundig waardevolle gebieden en geen aardkundige monumenten in het gebied langs het spoor voorkomen. Het hele gebied van de polder van Heerhugowaard behoort wel tot de regio West-Friesland, die als één van de 10 regio's met een archeologisch belang wordt genoemd.

De archeologie-nota van de gemeente Heerhugowaard uit 2022 geeft aan dat er verkennend archeologisch onderzoek uitgevoerd moet worden bij bodemingrepen groter dan 500 m² én meer dan 40cm diep. De werkzaamheden die uitgevoerd worden in het kader van de peilverhoging zijn minder dan 500 m². Daarom is aanvullend archeologisch

onderzoek niet van toepassing. Bovendien is er sprake van peilopzet en vernatting is in het algemeen positief voor behoud van archeologische waarden.

2.6 Natuurwaarden

In het gebied komen geen natuurgebieden voor die een bijzondere status hebben in het kader van het Natuurnetwerk. Ook is het gebied geen onderdeel van een weidevogelgebied. Ten aanzien van de vispopulatie is het aan te raden om de peilverhoging in het niet actieve seizoen (september – maart) uit te voeren.

2.7 Verkeer en vervoer

Voor de instandhouding van wegen en spoorbanen geldt dat een geringe ontwateringsdiepte ongunstig is voor de stabiliteit van de fundering van de weg of van het spoor en dat relatief hoge grondwaterstanden nadelig zijn voor de levensduur van de verharding. Om die reden worden ontwerpvoorschriften en eisen gesteld aan de ontwatering van wegen en baanlichamen voor het spoor.

Spoorbaan

Voor de spoorbaan is in het ontwerpvoorschrift OVS00056-7.1 opgenomen dat de ontwateringsdiepte van het baanlichaam minimaal 1,00 m moet zijn onder het hart van het spoor. Het baanlichaam heeft een totale dikte van 0,7 m van onderkant ballast tot bovenkant spoor. De totale ontwateringsdiepte wordt 1,7 m ten opzichte van de bovenkant spoor.

Wegen

De gemeente Heerhugowaard heeft geen specifieke richtlijnen voor de ontwatering van wegen. In het algemeen worden de volgende eisen gesteld aan de minimale ontwateringsdiepte bij stationaire afvoer:

Tabel 5 Gewenst minimale ontwateringsdiepte bij stationaire afvoer (grondwaterzakboekje, tabel 12.18).

Functie	Ontwateringsdiepte (m)	Stationaire ontwerpafvoer (mm/dag)
Woningen en andere gebouwen (t.o.v. vloerpeil)	0,70 – 0,90 m	5 mm
Kruipruimte-loos gebouw	0,50 m	5 mm
Secundaire wegen	0,70 m	7 mm
Primaire wegen	1,00 m	7 mm
Industriegebied	0,70 m	7 mm
Tuinen, plantsoenen, parken	0,5-1,0 m	7 mm
Bomen	0,8 – 1,0 m	

3 Ontwikkeling

3.1 Aanpassing watersysteem ten gevolge van tunnelbouw

De gemeente is van plan om een nieuwe onderdoorgang onder het spoor aan te leggen in de Zuidtangent. Hierdoor wordt de bestaande afvoer van een deel van de polder Heerhugowaard naar gemaal Huygendijk onmogelijk gemaakt doordat de hoofdwaterlopen langs het spoor doorsneden worden. Ter vervanging van deze afvoer en algehele verbetering van het poldersysteem wordt er een nieuw gemaal gebouwd naast de Kamerling Onnesweg. Dit gemaal krijgt een capaciteit van 1,88 m³/s voor de bemaling van 842 ha van de polder Heerhugowaard welke worden afgesneden door de spooronderdoorgang.

Vanwege de tunnelbouw (onderdoorgang) en vanwege de aanvoer naar het nieuwe gemaal zijn aanpassingen in het watersysteem nodig:

- a. Verandering van de grenzen van de peilgebieden in de directe omgeving van de tunnel, vanwege de doorsnijding en opheffing van duikers onder de weg Zuidtangent
- b. Aanleg van duikerverbindingen tussen peilgebied 03150-20 (ten oosten van het spoor) en de peilgebieden 03150-19 en 03150-23
- c. Plaatsing en aanpassing van stuwen.
- d. Aanpassing van het gemeentelijk rioolstelsel vanwege peilaanpassingen.

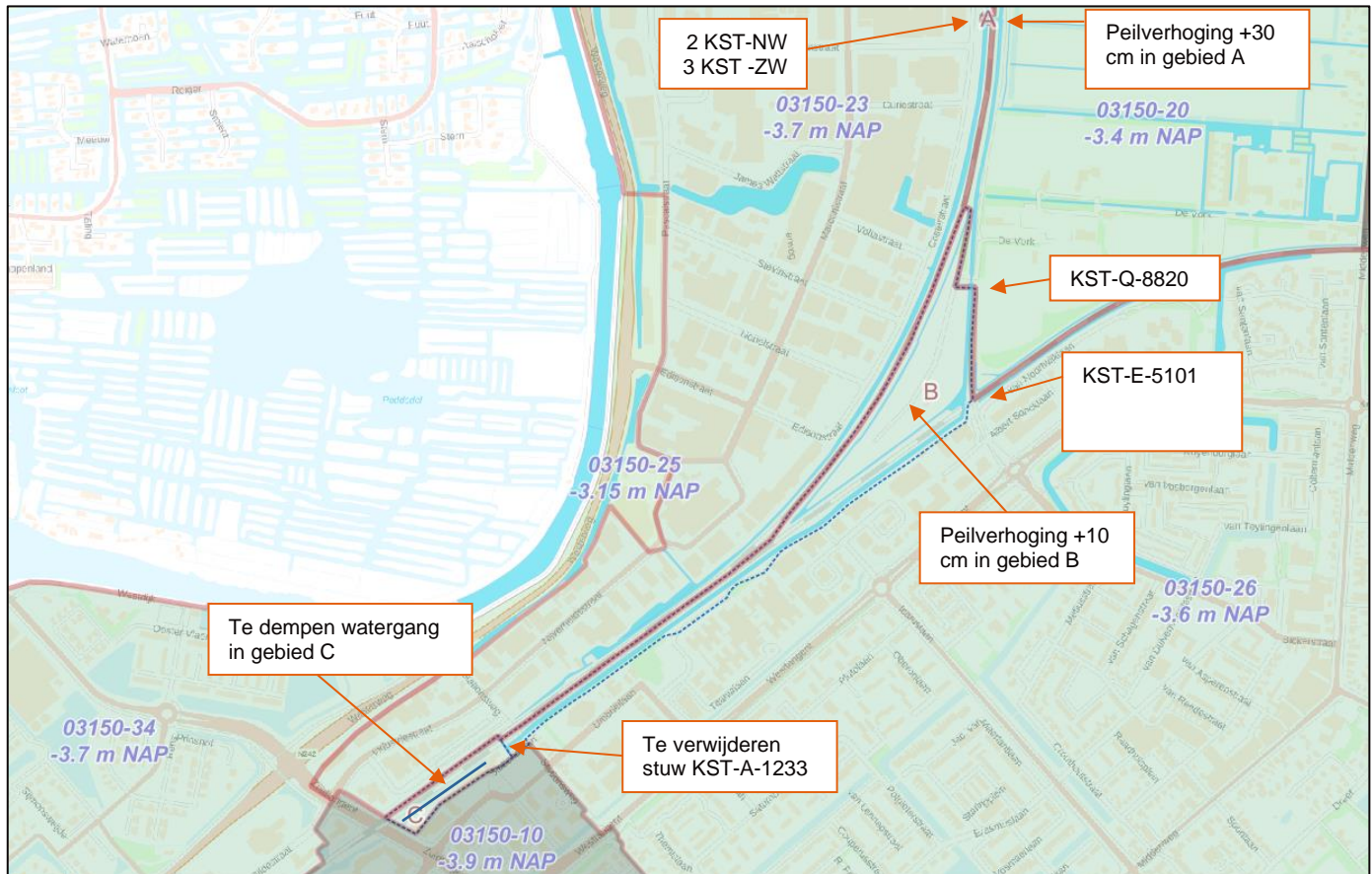
Het nieuwe gemaal ligt ten westen van de spoorlijn, waardoor een deel van het watersysteem in noordwestelijke richting moet gaan stromen. De aanleg van extra verbindingen onder het spoor is kostbaar en vergt een lange voorbereidingstijd. Om die reden wordt een bestaande duikerbrug, ter hoogte van de Costerstraat, open gegraven om water naar het gemaal te leiden vanaf de oostzijde van het spoor.

3.1.1 Voorgenomen inrichtingsmaatregelen

Om de onderbreking van de afvoer onder de Zuidtangent mogelijk te maken zijn de aanpassingen van de inrichting van het watersysteem nodig. Onderstaande tabel geeft het overzicht van alle maatregelen.

Tabel 6 Inrichtingsmaatregelen voor de peilaanpassingen.

Deelgebied	Nummer	Maatregel
A	1	Doorgang onder spoor open graven
	2	Plaatsen stuw aan noordzijde van westelijke spoorsloot
	3	Plaatsen stuw aan zuidzijde van westelijke spoorsloot
	4	Peilverhoging naar NAP -3,40 m (+0,30 m)
	5	Ter compensatie / beheersmaatregel voor het effect van de peilverhoging op de baanstabieleit van het spoor wordt een damwand (staal, type AZ18-700) geplaatst langs het talud van het spoor, tussen de twee stuwen waar het peil verhoogd wordt.
B	6	Stuw de Vork (KST-Q-8820) instellen op de hoogste stand (-2,75 m)
	7	Stuw KST-E-5101 instellen op laagste stand
	8	Peilverhoging B in peilgebied de Vork naar NAP -3,60 m (+0,10 m)
	9	Ter compensatie / beheersmaatregel voor het effect van de peilverhoging op de baanstabieleit van het spoor wordt over een lengte van 550m m de waterbodem van de oostelijke watergang langs het spoor verhoogd met 10cm.
C	10	Verwijderen/omhoog zetten stuw KST-A-1233
	11	Aanpassen stedelijke afwatering hemelwateruitlaat
	12	Dempen watergang



Figuur 8. Aanpassing watersysteem.

3.1.2 Aanpassing kunstwerken

Locatie A, Spoorbaan ter hoogte van Costerstraat en Einsteinstraat

1. Doorgang spoor open graven.

De vaste dam (grondwal) onder de bestaande gemetselde duiker onder het spoor wordt verwijderd nadat er twee stuwen aan de westzijde zijn geplaatst (2). Aanpassing aan de gemetselde duiker is niet nodig. Aanvullend wordt er langs het talud van de spoorbaan een stalen damwand geplaatst.

2. Plaatsen van de noordelijke stuw aan de westzijde van het spoor

De bestaande hoofdwatgang wordt aan weerszijden afgedamd met een houten damwand. In elke damwand wordt de klepstuw / kantelstuw stuw 2 KST-NW geplaatst. De stuwen worden ingesteld op het bovenstroomse peil van NAP - 3,40 m. Bij afvoer naar het gemaal zakt de klep van de stuw. De kantelstuw heeft een breedte van 2,50 m en een overstortende straal van 15 cm.

3. Plaatsen van de zuidelijke stuw aan de westzijde van het spoor.

Voor de toestroming naar het gemaal en om doorstroming van de waterloop aan de zuidzijde te bevorderen wordt een tweede stuw 3 KST-ZW geplaatst. Ook deze stuw wordt geautomatiseerd bediend. Het zuidelijke tracé tot aan het gemaal is langer (1,7 km), bevat meer duikers en duikers van geringere diameter (rond 0,8 m) dan het noordelijke tracé (960 m, duikers van 1 x 1 m).

4. Peilopzet naar NAP -3,40 m (+0,30 m).

De westelijke spoorstoot krijgt over een lengte van ±20 m (tussen beide stuwen) een hoger waterpeil, dat aansluit op peilgebied 035150-20. De gevolgen van de peilverhoging voor het spoor, de bomen en voor de verharding in de Costerstraat worden besproken in hoofdstuk 4.

Locatie B: De Vork.

5. Stuw KST-Q-8820 wordt opgezet.

De stromingsrichting van het water aan de oostzijde van De Vork wordt omgekeerd. Nu stroomt het water van Noord naar Zuid, na aanpassing stroomt het water naar het Noorden. In principe wordt de stuw hoog gezet zodat er geen water meer overheen kan stromen, ook niet in noordelijke richting.

6. Inlaatschuif KST-E-5101 open zetten om aan te sluiten op peilgebied 03150-26.

De inlaatschuif wordt open gezet zodat er een permanente open verbinding via de lange duiker onder de Van Noordwijklaan / Van Foreestraat ontstaat. De inlaatschuif is geautomatiseerd. Door peilopzet en omkering van de stroomrichting zal er ca. 11 ha af gaan wateren via deze duiker. De normafvoer is beperkt (ca. 25 l/s).

7. Peilopzet naar NAP -3,60 m (+0,10 m).

Het gebied van de Vork (met aan weerszijden een waterloop) en de spoorsloot aan de oostzijde van het spoor tot aan het stationsgebied gaat aansluiten op het stedelijke peilgebied 31050-26. De effecten op de spoorbaan, voor de bomen, voor het moestuincomplex en voor de bebouwing worden besproken in hoofdstuk 4.

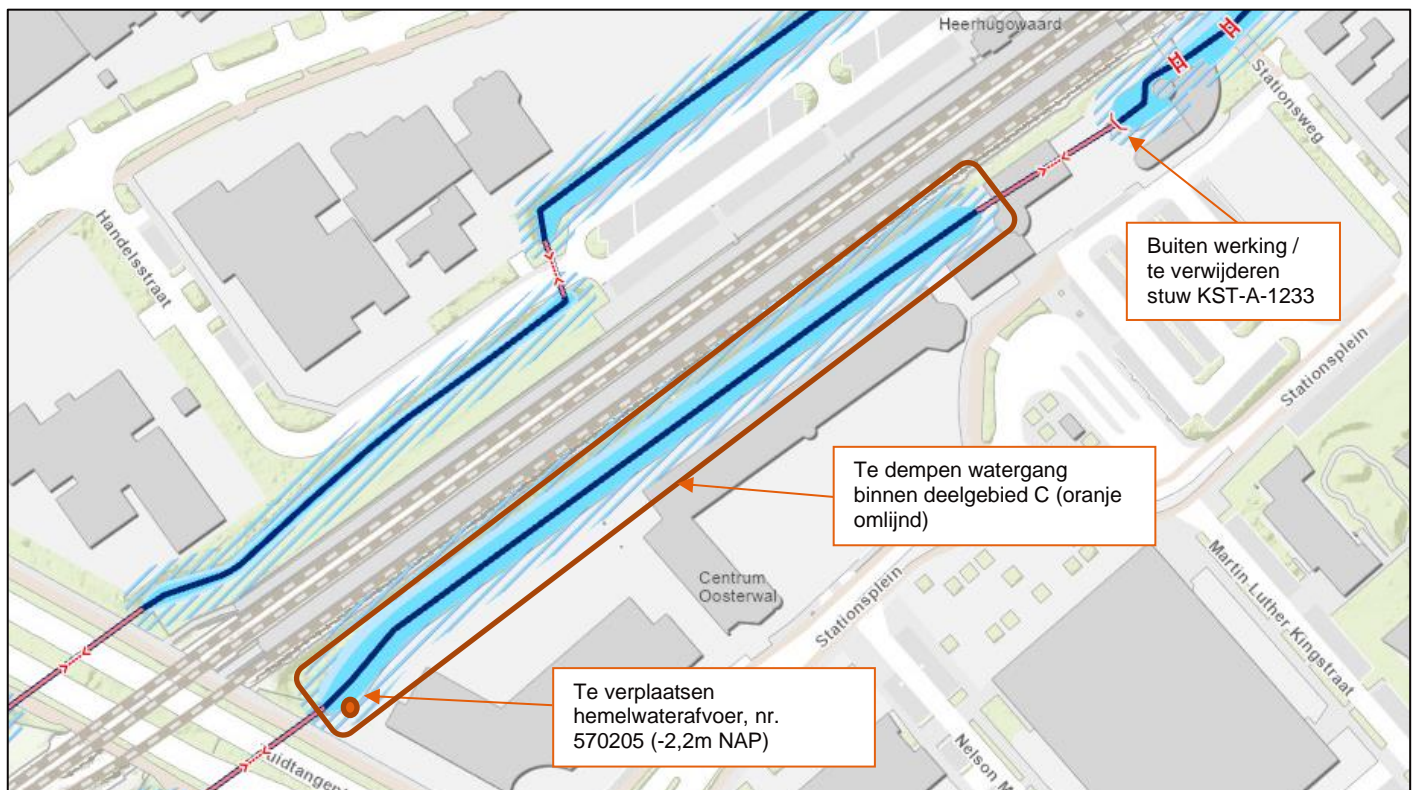
Locatie C: Forumgebouw en stationsgebied.

8. Stuw KST-A-1233 vervalt

Omdat de watergang in gebied C gedempt wordt, verliest de stuw zijn functie. De stuw wordt buiten functie geplaatst en kan (in de toekomst) verwijderd worden. Dit komt pas aan de orde bij de herinrichting van het stationsplein waarin de stuw zich bevindt.

9. Aanpassen afwatering hemelwateruitlaten

Het hemelwater van de omgeving stationsgebied loost via een hemelwaterriool aan de zuidzijde van de te dempen waterloop.



Figuur 9. Aanpassing watersysteem en hemelwaterriolerings in deelgebied C.

Dit riool komt te vervallen door de aanpassingen. In bijlage A 'Wateradvies bestemmingsplan Stationsgebied' (Movares 2022 versie 21-4-22, hierna Wateradvies genoemd) is beschreven op welke wijze een nieuwe uitlaat voor dit stelsel aangelegd kan worden. Door beperkte aanpassing van de leiding op één van de twee locaties aan de zuidoostzijde van het stelsel kan het hemelwater zonder belemmering afstromen.

10. Demping deel watergang OAF-Q-71763 binnen deelgebied C

Als gevolg van de mogelijke effecten van peilverhoging op de omliggende bebouwing is besloten de watergang binnen deelgebied C te dempen en de hemelwaterafvoer die hierop uit komt om te leggen. Zie ook figuur 9 en hoofdstuk 4.3 'Factsheet 3, deelgebied C'.



Figuur 10. Foto van de waterloop die gedempt wordt.

3.1.3 Waterpeilen en waterstroming

Met de nieuwe streefpeilen en de gemiddelde hoogteligging van het maaiveld van de weg en van het spoor is de drooglegging van de deelgebieden uitgerekend [Tabel 7]. De drooglegging van de wegen neemt af in de deelgebieden waar een peilverhoging wordt voorgesteld. De drooglegging van de wegen is 0,87 m of meer. Daarmee voldoet de drooglegging aan de eisen die aan bedrijventerreinen en secundaire wegen gesteld worden.

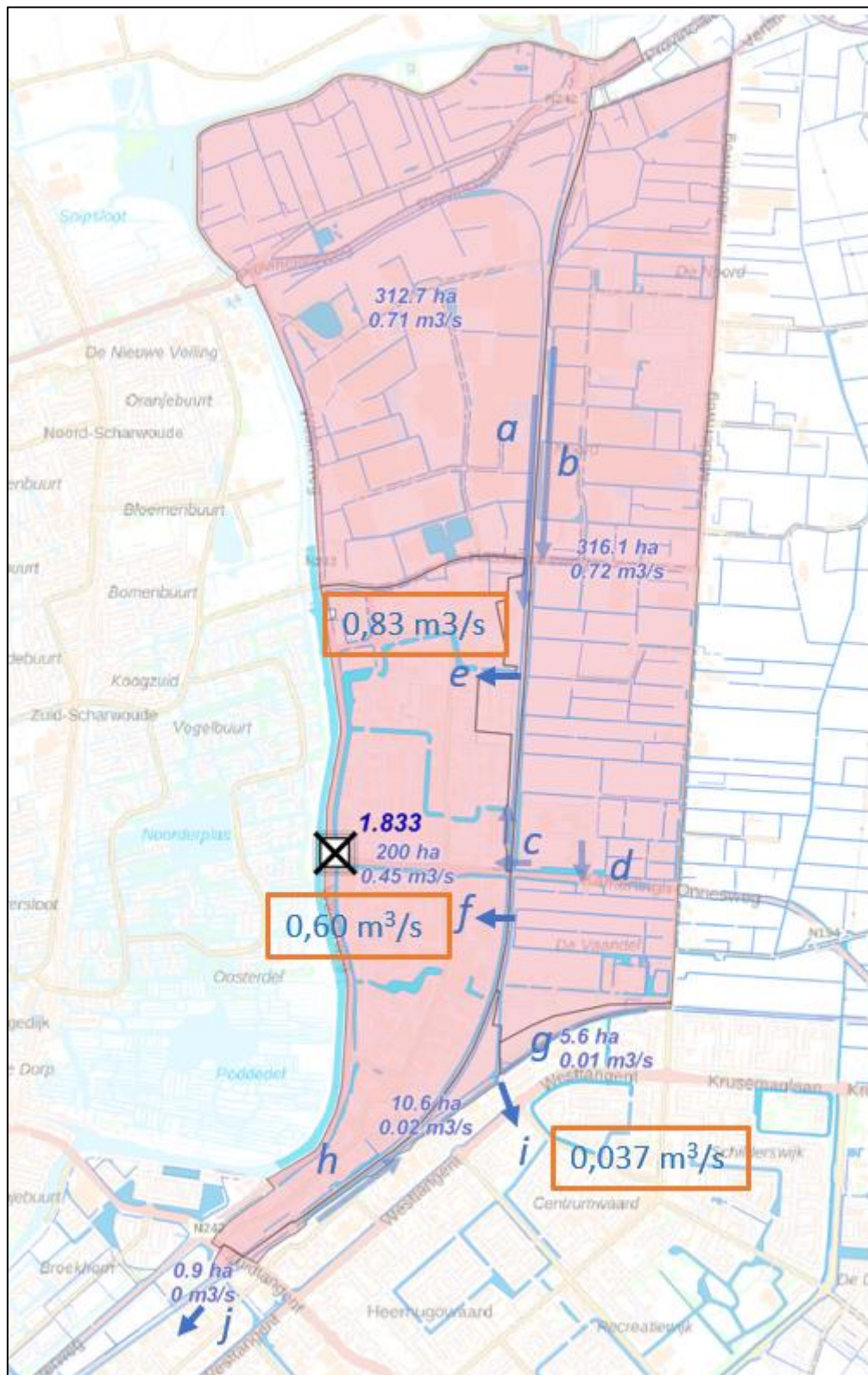
Tabel 7. Drooglegging van weg en spoor in de deelgebieden bij (gemiddeld) streefpeil in nieuwe situatie

Deelgebied	Peilgebied	Nieuw streefpeil (m NAP)	Weg (m NAP)	Spoor (m NAP)	Drooglegging weg (m)	Drooglegging spoor (m)
A	03150-23	-3,40	-2,53	-0,90	0,87	1,63
B	03150-23	-3,60	-2,50	-1,10	1,10	1,40
C	03150-10	-3,60	-2,80	-1,35	0,80	1,45

De toekomstige verdeling van de waterafvoer is door het hoogheemraadschap berekend met een model. Voor de toestroming naar het gemaal geldt dat bij een piekafvoer 1,833 m³/s onttrokken wordt uit de polder. De verdeling van de relevante waterstromen bij afvoer is als volgt. Zie ook figuur 16 voor een weergave van deze waterstromen.

1. Een deel van de toevoer naar het nieuwe gemaal komt rechtstreeks van de 200 ha van het bedrijventerrein Zandhorst (0,45 m³/s).
2. Via de noordelijke duiker bij (e) wordt 0,83 m³/s aangevoerd. Deze aanvoer is voornamelijk afkomstig van het gebied ten noordwesten van Zandhorst; een klein deel komt bij de spoorduiker bij (c) vanaf het gebied ten oosten van het spoor.
3. Via de nieuw aan te leggen stuwen bij (f) zal ca. 0,60 m³/s toestromen. Dit water is grotendeels afkomstig van het gebied ten oosten van het spoor, dat toestroomt via de duiker (d).
4. Het gebied g en het gebied h voeren via het stedelijk gebied van Heerhugowaard af als onderdeel van peilgebied 03150-10. Onder piekafvoer zal hier ca. 0,037 m³/s afgevoerd worden.

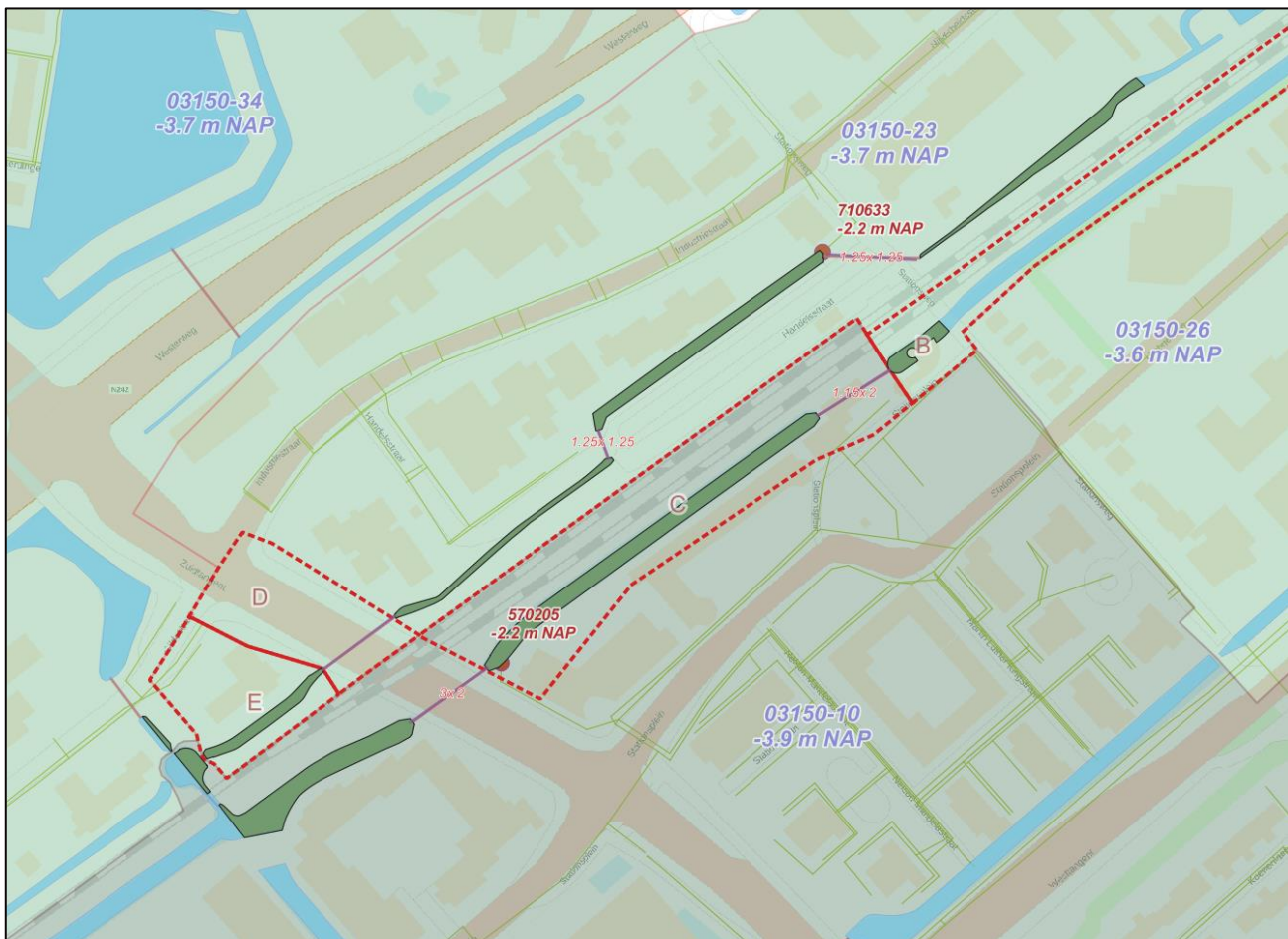
5. Het gebied van de tunnelbak en het deel ten zuiden van de Zuidtangent is ca. 0,9 hectare. Dit gebied is onderdeel van peilgebied 03150-10 en zal versneld water afvoeren naar het peilgebied, vanwege de bemaling van de tunnelbak en de toename van verharding.



Figuur 11. Stromingsrichting bij afvoer in de toekomstige situatie.

3.1.4 Waterberging

Het Wateradvies bestemmingsplan Stationsgebied (Bijlage A) beschrijft dat er ca. 4.150 m² aan water gedempt zal worden in de omgeving van het stationsgebied. Optioneel wordt voorgesteld om 1745 m² te dempen ten zuidwesten van het spoor en de weg Zuidtangent. De te dempen waterlopen hebben een waterbergende functie en een functie voor de handhaving van het grondwaterpeil in de omgeving en voor de afvoer van hemelwater. In onderstaande figuur zijn de te dempen wateren (groen) weergegeven.



Figuur 12. Te dempen wateren (groen) in de omgeving van het stationsplein, op basis van het Wateradvies (figuur 4-1).

De dempingen maken onderdeel uit van de herinrichting van het Stationsgebied van Heerhugowaard en kunnen pas worden uitgevoerd wanneer het nieuwe gemaal in bedrijf is. Voor de beheersing van het grondwater in deze omgeving kunnen drains toegepast worden.

Vanwege de demping zullen twee hemelwater-uitlaten vervangen moeten worden door een alternatief. In het Wateradvies is uitgewerkt dat de uitlaat van het stedelijk watersysteem op nr 570205 vervangen wordt door een nieuwe uitlaat aan de zuidzijde van dit stelsel.

De te dempen wateren liggen in de peilgebieden 03150-23 en 03150-10. In het Wateradvies wordt compensatie voor de demping gezocht in het watersysteem van Broekhorn, peilgebied 03150-34 (NAP -3,70 m). Bij deze gebiedsontwikkeling is hier een overmaat aan waterberging van circa 44.000 m² gerealiseerd. Opheffing van het open water in de aangeven peilgebieden en benutting van de berging in het peilgebied van Broekhorn is mogelijk omdat het hemelwaterstelsel omgeleid wordt naar dit watersysteem.

4 Belangen, effecten en afweging

We beschrijven voor elk deelgebied de verandering en de afweging van voor de relevante partijen. Voor elk deelgebied is een factsheet samengesteld.

4.1 Factsheet 1. Deelgebied A.

Locatie

	Ligging
Gemeente	Dijk en Waard
Vigerend peilbesluit	Heerhugowaard, 15.52931, 11 mei 2016
Peilgebiedcode	03150-23, 03150-20

Aanleiding

Voor de wateraanvoer naar het nieuwe gemaal wordt de bestaande, geblokkeerde duiker-brug onder het spoor open gemaakt. Het spoor is nu de peilscheiding tussen twee peilgebieden. Om het water gecontroleerd te kunnen laten afstromen is een stuw tussen de twee peilvakken nodig op deze locatie. De nieuwe stuw kan niet ingepast worden onder de brug. Ook is plaatsing aan de bovenstroomse zijde van de brug ongewenst. Om die reden wordt de stuw aan de benedenstroomse zijde geplaatst. Er worden twee stuwen geplaatst om te zorgen dat water zowel via de noordelijke richting als via de zuidelijke richting kan afstromen.

Verandering

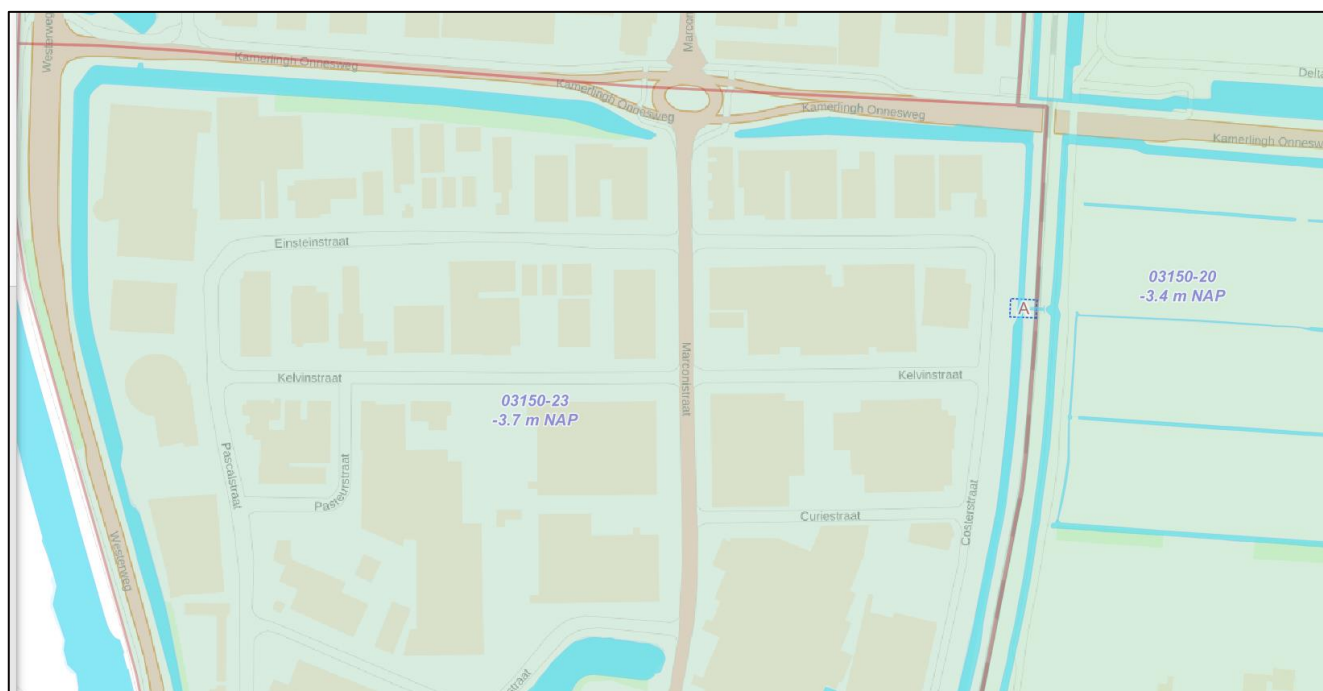
Het peilgebied 03150-20 wordt uitgebreid aan de westzijde van het spoor, het peilgebied 03150-23 wordt hierdoor kleiner. Het betreft een grensaanpassing waarbij het streefpeil 0,30 m hoger komt te staan.

Afweging en effecten

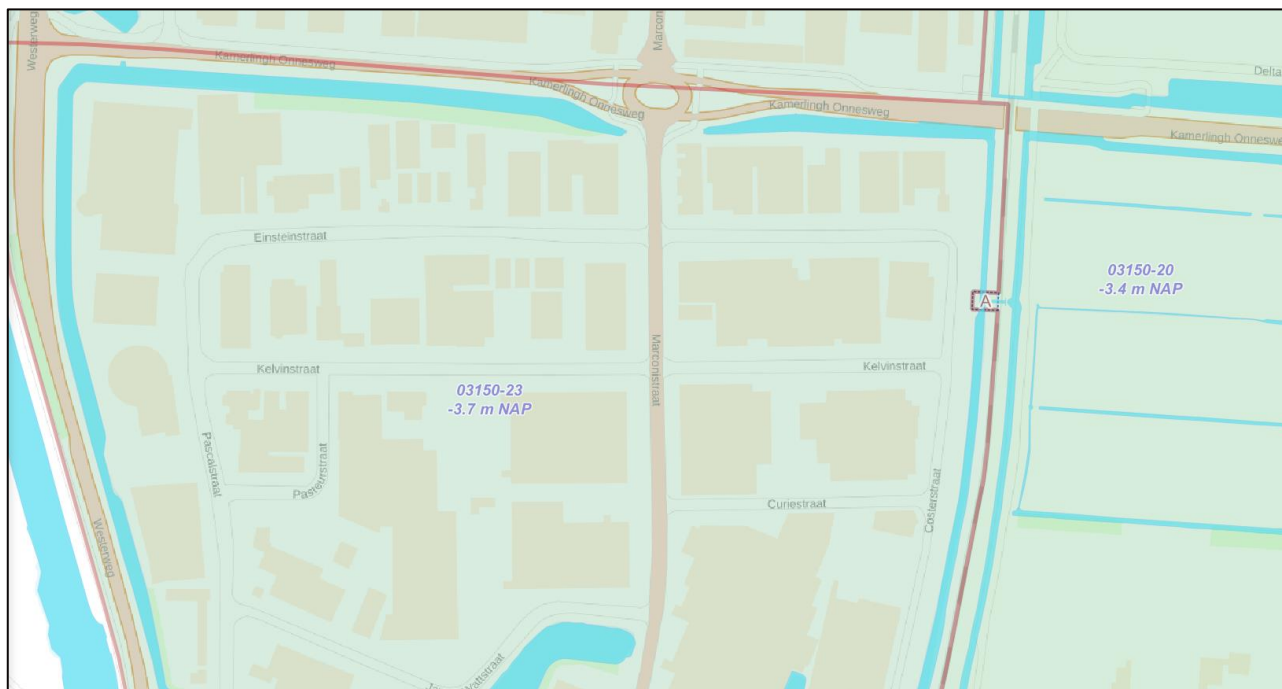
Belanghebbende	Afweging en effect
Railbeheerder ProRail	<p>Door de peilverhoging neemt de ontwateringdiepte onder de spoorbaan af. Er is berekend dat deze bij de westelijke spoorbaan in de toekomst 2,51 m wordt. Dat voldoet aan de eisen.</p> <p>De effecten van de peilverhoging op de spoorbaan zijn doorberekend volgens de OVS00056-7.1 en de CUR, inclusief een aanvullende berekening op 'pons'. Op draagkracht, en daaronder pons, voldoet de spoorbaan aan de veiligheidseisen, zowel in bestaande als toekomstige situatie. Zie hiervoor bijlage C en D.</p> <p>Echter, op stabiliteit (berekent volgens de OVS-baanlichamen, RC3 van toepassing,) en partiële factoren voor verbouw gebruikt conform de RLN414) voldoet de huidige situatie niet, net zoals de toekomstige situatie. Er is sprake van een lichtere verslechtering in een deelgebied A van 0,89 in de huidige situatie en 0,87 in de toekomstige situatie. Op basis van meerdere overleggen tussen de gemeente en ProRail is besloten als beheersmaatregel een stalen damwand type AZ18-700 langs het spoortalud te zetten in het deel van de watergang waar de verslechtering optreedt (tussen de te plaatsen stuwen waar het peil verhoogd wordt). Door deze beheersmaatregel verbetert de stabiliteit naar 1,0. De berekeningen en analyse van deze effecten zijn beschreven in bijlagen E en F. Het ontwerp van de te plaatsen damwand is bijgevoegd in bijlagen G.</p>
Wegbeheerder, Gemeente Heerhugowaard	<p>De drooglegging neemt af bij een peilstijging. De gemeente als wegbeheerder ondervindt hiervan negatieve effecten als de grondwaterstand onder wegen hoger komt te liggen dan 0,7 m (secundaire wegen) of hoger dan 1,0 m. (primaire wegen).</p>

	De bestaande weg Costerstraat ligt op NAP -2,53 m. Over een lengte van ca. 30 m neemt de drooglegging af. De drooglegging wordt 0,87 m; de weg voldoet aan de eisen voor secundaire wegen. Er zijn geen aanvullende maatregelen nodig om het effect op de drooglegging van wegen te mitigeren.
Waterbeheerder, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	De waterbeheerder heeft belang bij de goede werking van het nieuwe watersysteem vanwege de afvoer vanuit een groot deel van de polder. De twee stuwen en de waterloop worden opgenomen in de legger. Het hoogheemraadschap zorgt dat de kunstwerken op de juiste wijze vergund, geplaatst, bediend en onderhouden zullen worden.
Eigenaren/gebruikers bedrijventerrein	De peilverhoging zorgt niet voor extra risico's met betrekking tot gebouwen die op een paalfundering zijn gebouwd. De kaart kwetsbare funderingen geeft aan dat deze funderingen niet voorkomen in dit deel van het bedrijventerrein.
Overige belangen	De plaatsing van damwanden en de peilverhoging heeft geen invloed op de ligging van kabels en leidingen. Hier is het ontwerp op aangepast en vooraf overleg geweest met nutsbeheerders. Vanuit Alliander is akkoord gegeven om een aanwezige 'slapende datakabel' in het spoortalud te verwijderen zodat de damwanden van de stuw hier geplaatst kunnen worden.

Peilenkaarten deelgebied A



Figuur 13 Bestaande peilgebieden en de locatie van de onderdoorgang (A).



Figuur 14 toekomstige peilgebied bij de onderdoorgang (A)



Figuur 15 Maatregelen voor de peilaanpassing bij A

4.2 Factsheet 2. Deelgebied B

Locatie

Ligging

Gemeente	Dijk en Waard
Vigerend peilbesluit	Heerhugowaard, 15.52931, 11 mei 2016
Peilgebiedcode	03150-20, 03150-23, 03150-26

Aanleiding

Vanwege de nieuwe onderdoorgang kan het water in deelgebied B niet meer naar het zuiden afstromen. Door gebruik te maken van een bestaande duikerverbinding kan het water van dit deelgebied gaan afstromen richting het bestaand stedelijk gebied. Het waterpeil in het stedelijk gebied ligt echter 10 cm hoger. Het water binnen deelgebied B moet daarom worden opgezet om de aansluiting te kunnen realiseren.

Verandering

Peilgebied 03150-26 wordt uitgebreid tot het hart van het spoor. Het volkstuintencomplex van de Vork, een deel van de spoorbaan en de bebouwing aan de oostzijde van gebied B krijgen hierdoor te maken met een hoger waterpeil.

Het oppervlak van peilgebied 03150-23 wordt kleiner, door de grensaanpassing wordt peilgebied 03150-26 groter. Het betreft een aanpassing waarbij het streefpeil 0,10 m hoger komt te staan.

Afweging en effecten

belanghebbende

Afweging en effect

Railbeheerder ProRail

Het laagst gelegen gedeelte van het spoor ligt op NAP -1,40m (bovenkant spoorbaan). Op basis van de ontwerpvoorschriften voor het spoor geldt dan een minimale ontwateringsdiepte van het baanlichaam van NAP -3,10m. Als gevolg van de verhoging van het waterpeil naar NAP -3,60 m wordt de ontwateringsdiepte NAP -3,15m op het laagst gelegen gedeelte van het spoor binnen deelgebied B. Hiermee wordt aan de eis van ProRail voldaan.

De effecten van de peilverhoging op de spoorbaan zijn doorberekend volgens de OVS00056-7.1 en de CUR, inclusief een aanvullende berekening op 'pons'. Op draagkracht, en daaronder pons, voldoet de spoorbaan aan de veiligheidseisen, zowel in bestaande als toekomstige situatie. Zie hiervoor bijlagen C en D.

Echter, op stabiliteit (berekent volgens de OVS-baanlichamen, RC3 van toepassing,] en partiële factoren voor verbouw gebruikt conform de RLN414) voldoet de huidige situatie in een deel van de oostelijke watergang langs het spoor niet ter hoogte van de Titaniaaan en Hectorlaan, net zoals de toekomstige situatie. In de geotechnische analyse, die bijgevoegd is in bijlage E, is dit deel van de watergang aangeduid met nummer B3 (zie ook de figuur hieronder). Er is sprake van een lichte verslechtering in een deel van dit gebied van 0,69 in de huidige situatie en naar 0,68 in de toekomstige situatie. Op basis van meerdere overleggen tussen de gemeente en ProRail is besloten als beheersmaatregel een verhoging van de waterbodem over dit deel van de watergang aan te brengen. Hierdoor blijft de stabiliteit na peilverhoging gelijk aan de huidige situatie (0,69). De berekeningen en analyse van deze effecten zijn beschreven in bijlagen E en F. Het ontwerp van de te plaatsen damwand is bijgevoegd in bijlage G.

Gemeente Heerhugowaard

De drooglegging neemt af bij een peilstijging. De gemeente als wegbeheerder ondervindt hiervan negatieve effecten als de grondwaterstand onder wegen hoger komt te liggen dan 0,7 m (secundaire wegen) of hoger dan 1,0 m. (primaire wegen). Het fietspad langs de Vork (Heemraadpad) ligt op NAP -2,29 m. De drooglegging wordt na de peilverhoging 1,30 m: dat is ruim voldoende.

Volkstuinen De Vork

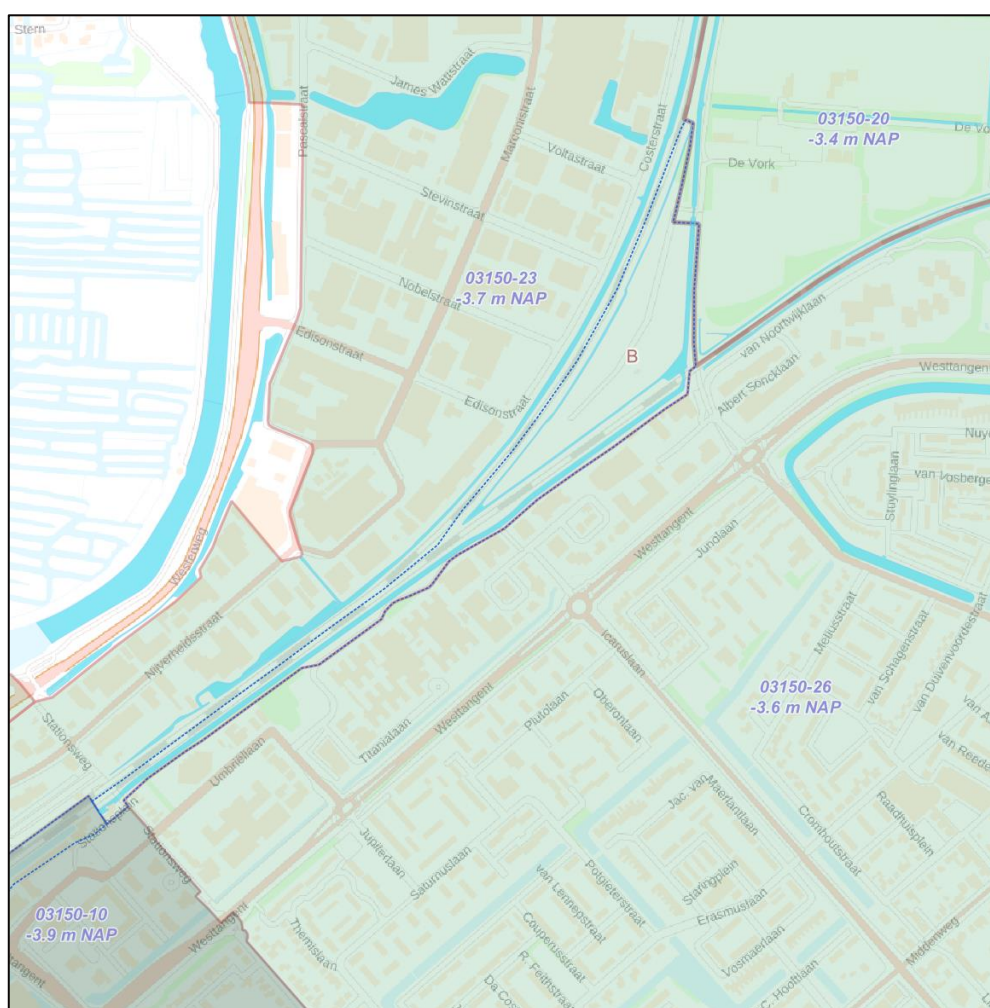
Het volkstuintencomplex ligt op ca. NAP -2,30 m. Vanwege de peilaanpassing neemt het grondwaterpeil onder de tuinen met gemiddeld 0,05 m toe. De toekomstige ontwatering onder het centrale pad van de tuinen wordt 1,15 m. Dat is voor veel tuinen nog steeds relatief diep. De kans op droogteschade in de tuinen neemt af, de kans op natschade wordt vooral bepaald door de aanwezigheid van terreindrainage (de gemiddelde afstand tot de waterlopen is relatief groot.). De verwachting is dat

hier geen noemenswaardige effecten optreden. In een gesprek met de beheerder van de Volkstuinen is het bovenstaande toegelicht.

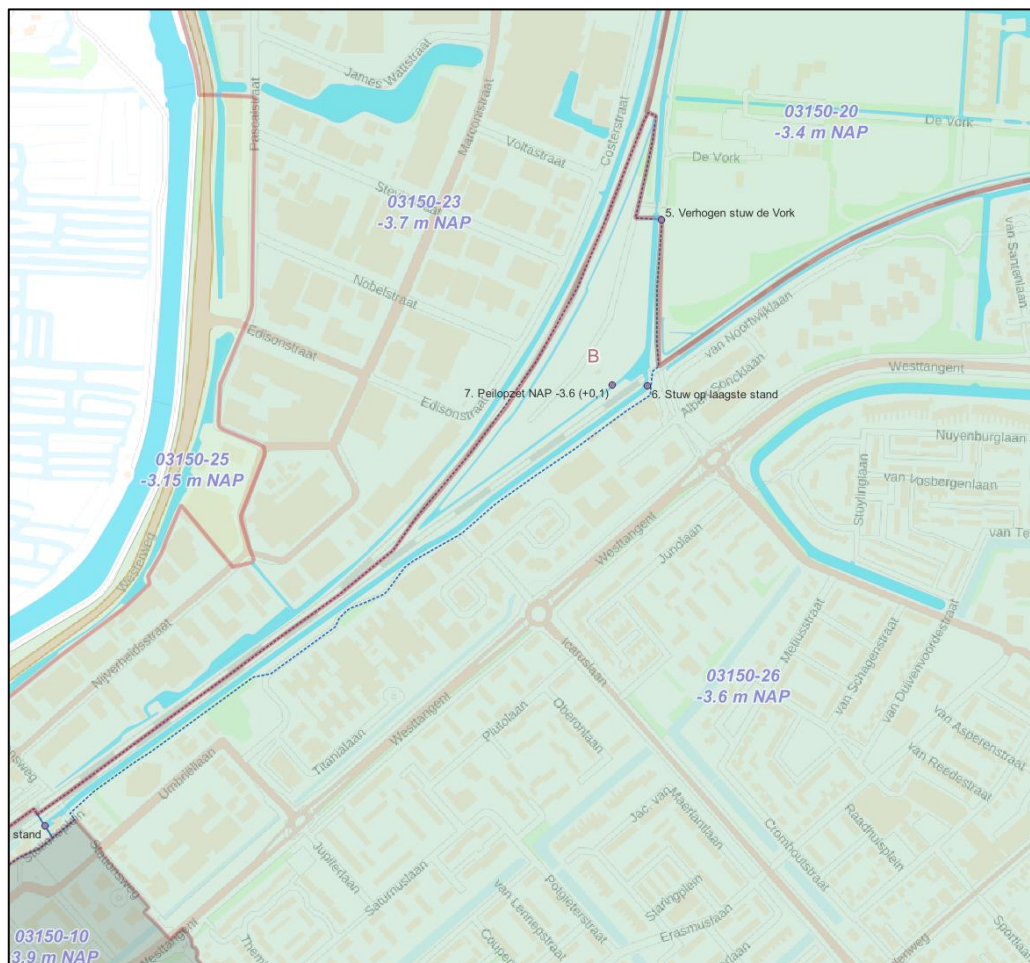
Bebouwing

De bedrijven en instellingen ten westen van de Westtangent, aan de straten Umbriëlaan, Titaniaal, Hectorlaan en Van Benckhuizenlaan vallen formeel onder het peilgebied 03150-26. De peilverhoging van 0,10 m kan gevolgen hebben voor de ontwatering van de gronden waarop de panden staan. Het Trinitascollege Johannes Bosco heeft de laagste terreinverharding, met een gemiddelde hoogte van NAP - 2,75 m. De toekomstige drooglegging wordt 0,85 m. Voor parkeren en secundaire wegen is dit voldoende. Er is geen kans op overlast.

Peilkaarten deelgebied B



Figuur 16 Bestaande peilgebieden en deelgebieden B



Figuur 17 Toekomstige peilgebieden en maatregelen

4.3 Factsheet 3. Deelgebied C

Locatie

Ligging

Gemeente	Dijk en Waard
Vigerend peilbesluit	Heerhugowaard, 15.52931, 11 mei 2016
Peilgebiedcode	03150-10, 03150-26

Vanwege de nieuwe onderdoorgang kan het water in deelgebied C niet meer naar het zuiden afstromen. Door bestaande stuwen aan te passen kan het water ten oosten van het spoor via het oosten omgeleid worden naar het huidige gemaal. Het water aan beide zijden van het spoor zal naar het noordoosten gaan afstromen. Vanwege aansluiting op het peilgebied 03150-26 moet het peil opgezet worden.

Verandering

Voor de spoorsloot tussen het station Heerhugowaard en het Forumgebouw was een toename van het waterpeil met 0,30 m voorzien. Na afweging van de mogelijke effecten op omliggende bebouwing (zie kopje 'Afweging en effecten' hieronder) is na overleg tussen de gemeente en het waterschap besloten geen peilverhoging toe te passen, maar de op de waterloop uitkomende hemelwaterafvoer te verleggen, de stuw buiten werking te stellen en de (als gevolg van de tunnelbak doodlopende) watergang te dempen.

Het oppervlak van deelgebied C blijft onderdeel van peilgebied 03150-10.

Afweging en effecten

Belanghebbende

Afweging en effect

Railbeheerder ProRail

Als gevolg van de voorgenomen peilverhoging zou er mogelijk effect zijn op het nabijgelegen spoor. Echter, uit de afweging van het mogelijke effect op de omliggende bebouwing (zie 'Beheerder Forumgebouw') is besloten om de watergang te dempen.

Als de watergang wordt gedempt dient een drainage te worden aangelegd om de grondwaterstand onder de NAP -3,0 m te houden. Deze drainage dient met de binnenkant onderkant buis op een hoogte van NAP -3,6 m of dieper te worden gelegd met daaromheen goed doorlatend zand om de drainerende werking te maximaliseren. De drainage kan gelegd worden in de huidige watergang wanneer deze gedempt wordt en in dezelfde richting (oosten) afwateren als de watergang in tijdelijke situatie doet. De verdere eisen aan de drainageleidingen en putten zijn vastgelegd in het Technisch Programma van Eisen Riolering 2020 van de gemeente Heerhugowaard.

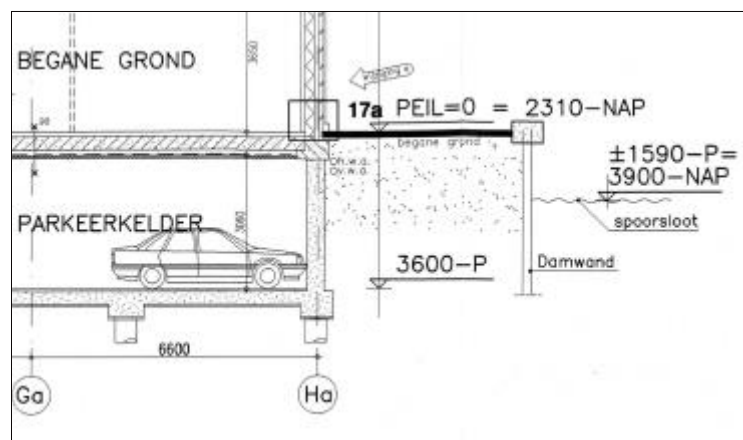
Gemeente Heerhugowaard

Het hemelwaterstelsel van de gemeente lost op de te dempen waterloop. Vanwege de demping van de watergang is aanpassing van het lozingspunt nodig. De gevolgen voor het functioneren van de afwatering van dit deel van het stedelijk gebied zijn verwaarloosbaar.

Beheerder Forumgebouw

Als gevolg van de initieel voorgenomen peilverhoging van de watergang (met 0,10 m) zou de drooglegging bij de ingang van de parkeergarage bij Forumgebouw 2 met ca. 0,30 m afnemen. De ontwatering van de verdiept aangelegde ingang wordt 0.86 m. Dat is voldoende voor draagkracht. De peilstijging zou geen gevolgen hebben voor de fundering van het gebouw.

Echter, bij Forum 3 is een ondergrondse parkeergarage aanwezig (1 verdieping). Als scheiding tussen de watergang en de parkeergarage is een stalen damwand met een lengte van 11 meter aangebracht. Na overleg met de beheerder van het Forumgebouw is besloten om af te zien van de voorgenomen peilstijging, omdat eventuele effecten (wateroverlast) op de parkeergarage niet direct uit te sluiten waren.



03150-23
-3.7 m NAP

Stuw buiten werking stellen / verwijderen

03150-26
-3.6 m NAP

Te dempen watergang

03150-10
-3.9 m NAP

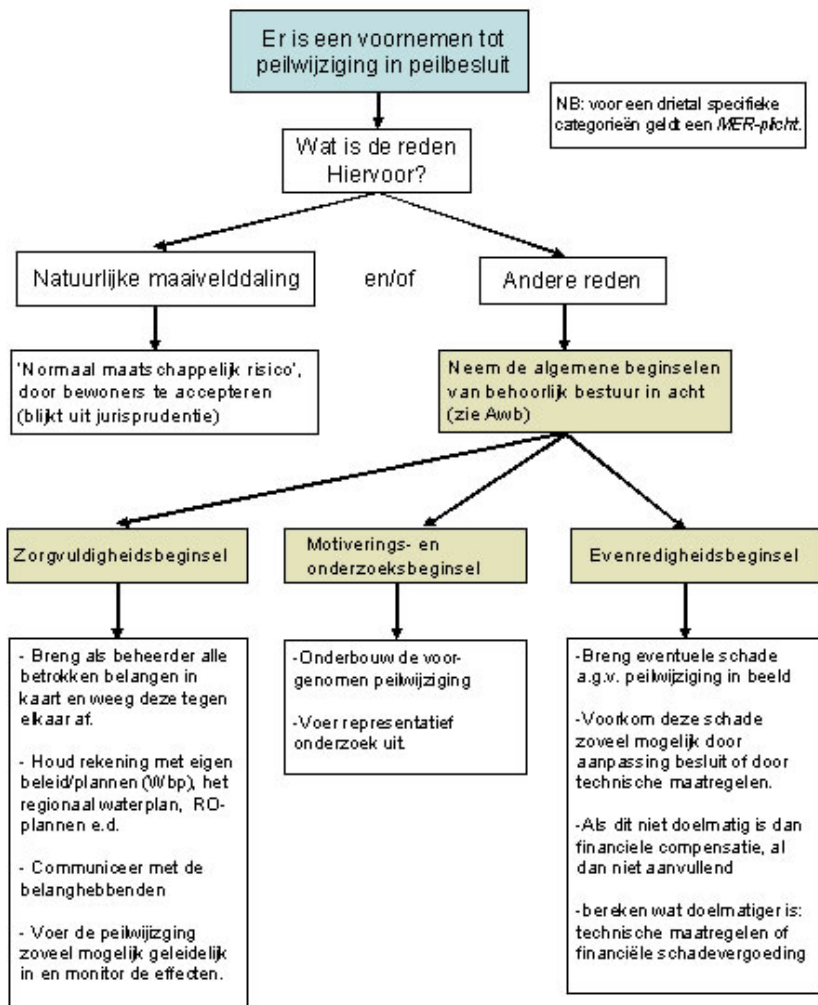
Alternatieve locatie voor te verplaatsen hemelwaterafvoer

29 Onze referentie: D10054388:97 - Datum: 10 mei 2023

5 Besluitprocedures

5.1 Partiele herzien van het peilbesluit Polder Heerhugowaard

Het HHNK heeft een afweging gemaakt in het kader van de algemene beginselen van behoorlijk bestuur. De peilbaanpassing wordt beoordeeld op basis van het zorgvuldigheidsbeginsel en het evenredigheidsbeginsel. Daarnaast is onderzoek naar de effecten uitgevoerd (motiverings- en onderzoeksbeginsel).



Deelgebied	Peilgebied (oud)	Peilgebied (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

5.2 MER-beoordelingsplicht

Op grond van de Wet milieubeheer en de bijlage bij het Besluit M.E.R. (artikel D49.3) kan een structurele verlaging van het (streef-) peil van een oppervlaktewater m.e.r.-beoordelingsplichtig zijn. Dit is het geval wanneer de activiteit:

1. betrekking heeft op een verlaging van 16 centimeter of meer, en

2. plaatsvindt in een gevoelig gebied of een weidevogelgebied, en
3. betrekking heeft op een oppervlakte van 200 hectare of meer.

Voor de deelgebieden A en B betreft de peilaanpassing een verhoging van 10 tot 30 cm, het betreft niet een gebied met weidevogelbescherming en de peilaanpassing gaat over een gebied kleiner dan 200 hectare. Geen van de drie drempelwaarden wordt overschreden, er hoeft voor deze deelgebieden geen m.e.r-beoordeling uitgevoerd te worden. Voor het dempen van de watergang wordt een watervergunning aangevraagd en geldt ook geen MER-beoordelingsplicht.

5.3 Watervergunning

Voor het realiseren van de peilwijzigingen en het voorkomen van negatieve effecten op de stabiliteit van de spoorbaan, zijn fysieke werkzaamheden nodig. Het gaat dan om aanleg van stuwen, duikers, damwanden en ophogen van de waterbodem. Voor deze werken en werkzaamheden wordt een watervergunning aangevraagd door de gemeente. Hierin worden afspraken gemaakt over het toekomstig onderhoud van het watersysteem en de werken.

Het streven is de concept watervergunning tegelijk ter inzage te leggen met de partiële herziening van het peilbesluit. De werkzaamheden worden door gemeente Dijk en Waard uitgevoerd.

5.4 Spoorwetgeving

Voor de aan het peilbesluit gerelateerde werkzaamheden wordt er langs het spoor gewerkt. Op basis van de ontwerpen is de conclusie dat de werkzaamheden om nieuwe kunstwerken aan te brengen (deels) in de kernzone plaatsvinden. Hiervoor is een spoorvergunning nodig. Deze zal de gemeente Dijk en Waard aanvragen.

5.5 Bouwvergunning

Voor het realiseren van de kunstwerken, behorend bij het operationaliseren van de nieuwe peilen, is geen Omgevingsvergunning – onderdeel Bouw nodig. De kunstwerken zijn als losse objecten niet groter dan 15m² en vallen daarmee onder een vrijstelling.

Daarnaast is er wel een Omgevingsvergunning – onderdeel Werk werkzaamheden nodig. Tenslotte moet voor uitvoering ook een melding gedaan worden op basis van *de Algemene verordening ondergrondse infrastructuur*, omdat er gegraven wordt in gemeenteground. De gemeente Dijk en Waard draagt de zorg voor deze aanvraag.

Bijlage A Wateradvies bestemmingsplan Stationsgebied

RAPPORT

Spoorwegonder doorgang Zuidtangent

Wateradvies

Versie: 2.0

Status: Vrijgegeven

Datum: 21-04-2022

Kenmerk: D81-JBR-HS-RAP-
22001840

Autorisatieblad

Spoorwegonderdoorgang Zuidtangent

Wateradvies

Versie historie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
1.0		02-03-2022	Versie 1.0 wateradvies Zuidtangent te Heerhugowaard
2.0		21-04-2022	Versie 2.0 wateradvies Zuidtangent te Heerhugowaard, opmerkingen verwerkt van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Wettelijk kader	1
1.3	Doel	1
1.4	Leeswijzer	1
2	Situatiebeschrijving en gevoerd proces	2
2.1	Huidige situatie	2
2.2	Aanleiding voor aanpassing	2
2.3	Toekomstige situatie	4
2.4	Gevoerd proces voorafgaand aan het ontwerp	4
2.5	Gevoerd proces tijdens het ontwerp	5
3	Gevolgen watersysteem	6
3.1	Aanleg extra gemaal	6
3.2	Aanpassing watersysteem	6
3.2.1	Doorsnijding hoofdwatertangen parallel spoor	7
3.2.2	Watertang Gildestraat	7
3.3	Peilbesluiten	11
3.3.1	Peilgebiedsgrenzen	11
3.3.2	Ontwateringsdiepte spoorbaan	12
3.3.3	Omliggend terrein	13
4	Effect wegotwerp waterhuishouding	14
4.1	Te dempen en te graven water	14
4.2	Verhard oppervlak	15
4.3	Waterkelder	16
4.3.1	Aandachtspunten vanuit Hoogheemraadschap	17
4.3.2	Bronbemaling	17
4.4	Realisatie van wadi's	17
5	Conclusies en advies	19
	Colofon	21

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Dijk en Waard wil op verzoek van ProRail de Zuidtangent aanpassen. De Zuidtangent is een belangrijke verkeersverbinding tussen Heerhugowaard, Broek op Langedijk en de N242. De kruising met het spoor vormt momenteel een knelpunt voor het wegverkeer. Met de aanpassingen van ProRail in het kader van het Programma Hoogfrequent Spoor en een nieuw te bouwen opstelsterrein in het noordelijk gelegen gebied "De Vaandel te Heerhugowaard" zal de overweg nog vaker gesloten zijn. Om opstopping en gevaarlijke situaties te voorkomen is besloten onderdoorgang te realiseren onder het spoor door, en aansluitende kruisingen en wegen opnieuw in te richten. Daarnaast worden de Handelsstraat en Gildestraat met elkaar verbonden middels een nieuwe weg. Deze realisatie heeft tot gevolg dat het watersysteem in het projectgebied en directe omgeving aangepast gaat worden. Aansluitend zal het stationsgebied van Heerhugowaard worden aangepast.

1.2 Wettelijk kader

In het kader van het Besluit Ruimtelijke Ordening is het voor ruimtelijke ontwikkelingen sinds 1 november 2003 wettelijk verplicht een watertoets te verrichten. In de toelichting bij ruimtelijke besluiten en plannen, waarop bovengenoemd besluit van toepassing is, is het noodzakelijk een beschrijving te geven van de manier waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via Rijks-, provinciaal en waterschapsbeleid, naar gemeentelijk beleid om samen de waterproblematiek in Nederland aan te pakken. Dit resulteert in de verplichting een watertoets uit (te) laten voeren. De voorschriften zijn vastgelegd in onder andere de Europese Kaderrichtlijn Water (22 december 2004) en zijn verder geïmplementeerd in het Rijksbeleid.

Daarnaast heeft het waterschap waar nodig nog toegespitst beleid en beleidsregels op de verschillende thema's/speerpunten uit het waterbeheersplan en heeft het waterschap een eigen verordening: Keur. Onderdeel van de Keur is de Legger. De legger geeft aan waar de waterstaatswerken liggen, aan welke afmetingen en eisen die moeten voldoen en wie onderhoudsplichtig is. De regels in de Keur hebben betrekking op het lozen, afvoeren, onttrekken of aanvoeren van grondwater en water uit sloten en andere watergangen. Iedereen die werkzaamheden uitvoert of activiteiten plant in of nabij waterlopen of dijken, heeft met de Keur te maken en moet bij het niet voldoen aan de Algemene Regels een vergunning aanvragen. De meeste werkzaamheden zijn minimaal meldingsplichtig.

1.3 Doel

Het rapport heeft tot doel om te bepalen of het ontwerp negatieve effecten heeft, of in welke mate mitigerende of compenserende maatregelen kunnen worden getroffen voor wat betreft de waterhuishouding. Effecten worden voornamelijk kwalitatief beoordeeld, met uitzondering van de toename van het verhard oppervlak.

Eventueel benodigde vergunningen worden niet met dit wateradvies geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden. Wanneer een bronnering nodig is voor de bouwwerkzaamheden of bij ingrepen op de plaatselijke waterhuishouding (lozing / onttrekking & infiltratie grondwater of werkzaamheden in de buurt van een watergang), moeten in het kader van de Waterwet vergunningen/meldingen aangevraagd worden middels het Omgevingsloket.

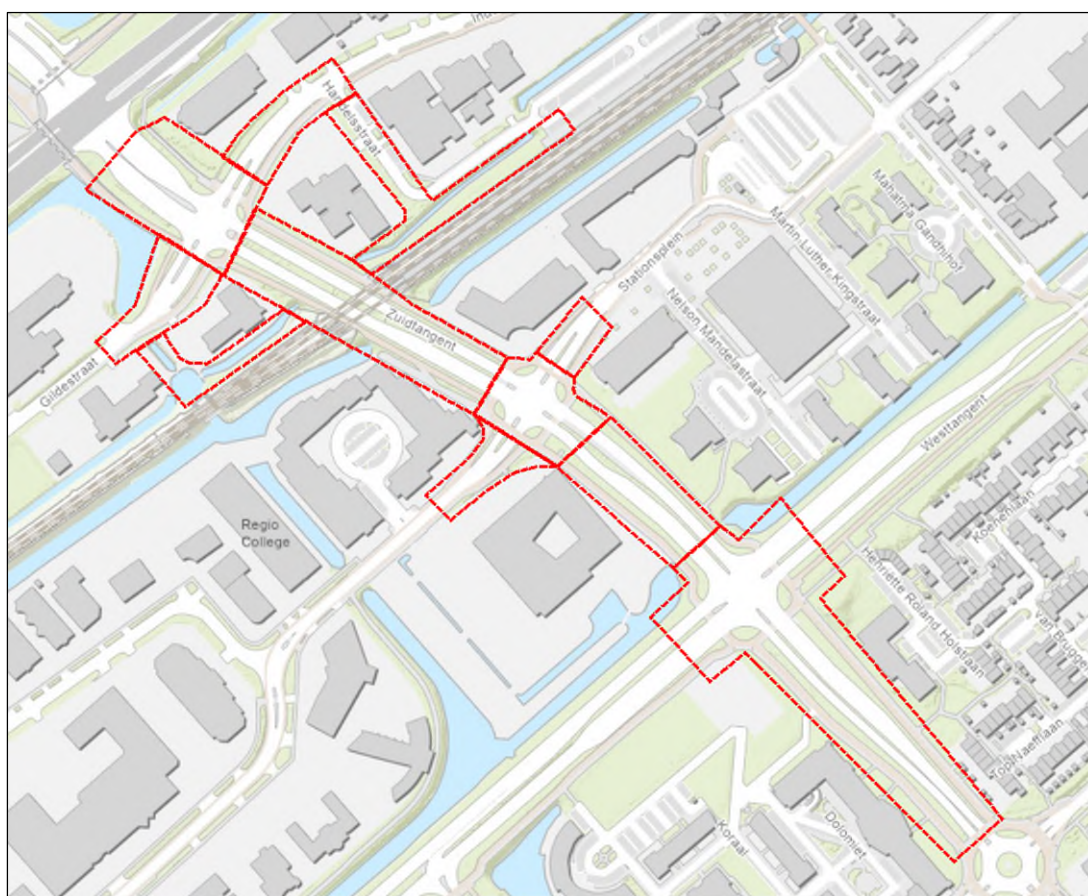
1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is te lezen wat de huidige situatie is en welk proces is gevoerd ten aanzien van de waterzaken. In hoofdstuk 3 zijn de aanpassingen aan het watersysteem beschreven, en in hoofdstuk 4 de gevolgen van het ontwerp voor de aanvoer van water op het watersysteem. Het rapport sluit af met conclusies en advies.

2 Situatiebeschrijving en gevoerd proces

2.1 Huidige situatie

In Figuur 2-1 is een bovenaanzicht van de huidige situatie weergegeven. Het projectgebied loopt vanaf de rotonde Zuidtangent en Dirk Camphuysenstraat aan de zuidoostzijde tot aan de kruising van de Zuidtangent met de provinciale weg N242 aan de noordwestzijde. Er bevinden zich drie grote kruisingen met de wegen, dit zijn Westtangent, Stationsplein en Industriestraat / Gildestraat. De openbare ruimte bestaat naast de wegen tevens uit fietspaden en voetpaden. De spoorkruising betreft een gelijkvloerse kruising met spoorbomen. In de directe omgeving van de openbare ruimte zijn meerdere bedrijfsgebouwen aanwezig. In Figuur 2-2 is een impressie weergegeven van de inrichting van het plangebied. De wegen en fietspaden bestaan uit asfaltverharding, het trottoir bestaat uit tegels.



Figuur 2-1 Bovenaanzicht projectgebied Zuidtangent.

2.2 Aanleiding voor aanpassing

Om de verkeersontsluiting van Heerhugowaard te verbeteren, en tegelijkertijd het centrum groener, duurzamer en klimaatbestendiger te maken wordt een bestemmingsplan opgesteld. In het plangebied wordt de Zuidtangent via een onderdoorgang onder het spoor door gerealiseerd. Parallel aan het spoor ligt zowel aan de noordwest- als de zuidoostzijde een belangrijke hoofdwatergang die beiden noodzakelijk zijn voor de waterafvoer van de polder én de stad Heerhugowaard. Bij het aanbrengen van een verdiepte Zuidtangent doorsnijdt de onderdoorgang deze hoofdwatergangen. Het herstellen van de afvoer is een voorwaarde voor het aanleggen van de onderdoorgang. Tegelijkertijd moet het stationsgebied klimaatbestendig worden (hitte, droogte).

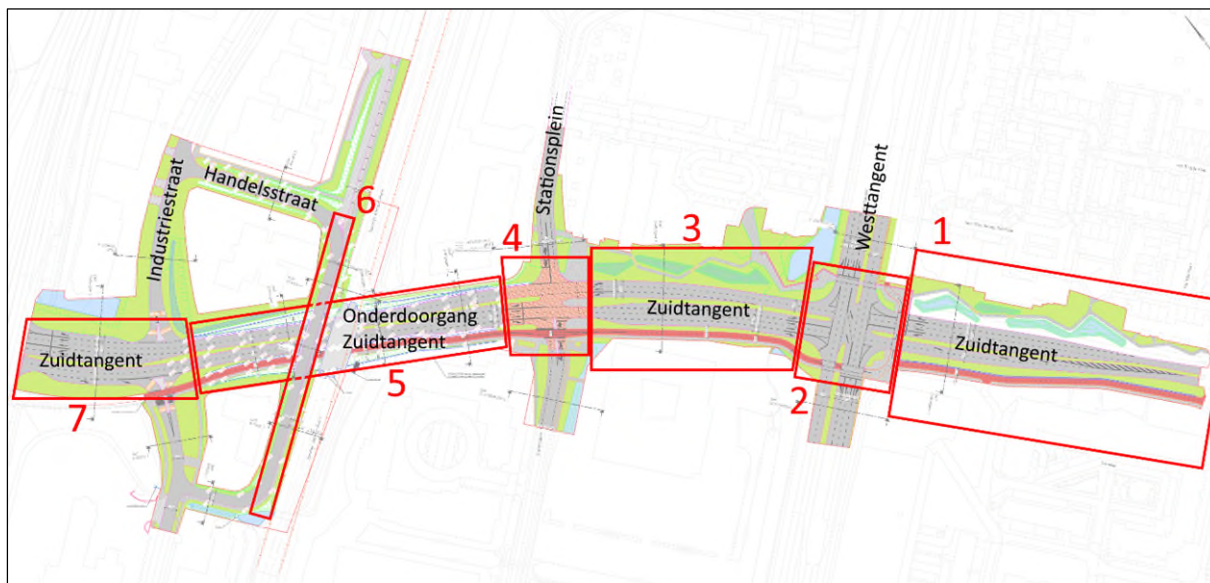


Figuur 2-2: Impressie van de Zuidtangent te Heerhugowaard.

2.3 Toekomstige situatie

De herinrichting van de Zuidtangent is inmiddels uitgewerkt in een ontwerp. In Figuur 2-3 is het bovenaanzicht van het (schets)wegontwerp van de nieuwe inrichting weergegeven.

De belangrijkste wijziging is de realisatie van een spoorwegonderdoorgang (onderdeel 5). Daarnaast worden diverse kruisingen aangepakt (onderdelen 1, 4 en 7), worden bestaande wegen opgewaardeerd (onderdelen 1 en 3) en wordt een nieuwe weg (bypass) aangelegd tussen de Handelsstraat en Gildestraat (onderdeel 6). Daarnaast komt het fietspad aan één zijde van de weg te liggen en wordt meer openbaar groen met wadi's gerealiseerd.



Figuur 2-3 Bovenaanzicht projectgebied Zuidtangent, ingedeeld in deelgebieden.

2.4 Gevoerd proces voorafgaand aan het ontwerp

Als gevolg van de aanpassing aan de weg worden watergangen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) doorkruist, gedempt of aangepast. De gevolgen hiervan zijn in de aanloop van het project onderzocht.

In 2017 en 2018 heeft de gemeente samen met ProRail en HHNK onderzocht op welke manier de afvoer van de polder kan worden hersteld als de onderdoorgang wordt aangelegd. Eenvoudig is het niet, de ruimte om nieuwe watergangen te graven is beperkt. De studies en workshops hebben geleid tot vele varianten die kunnen worden gegroepeerd in drie categorieën:

- Aanpassen afvoer rond het stationsgebied via bestaande en nieuwe watergangen;
- Omleiden afvoer van de polder naar de oostzijde van Heerhugowaard;
- Plaatsen van een nieuw en extra gemaal dat de westelijke afvoer van de polder op de boezem maalt.

In 2020 heeft Movares een studie uitgevoerd voor HHNK en gemeente Dijk en Waard om de polder Heerhugowaard klimaat-robust in te richten op basis van de bovenstaande opties (kenmerk A90-TLI-KA-2000004). Hieruit kwam de keuze naar voren voor de derde optie: een nieuw en extra gemaal. Hiermee komt na realisatie de functie van hoofdwatergang langs het spoor te vervallen. Dit gemaal is door HHNK inmiddels in voorbereiding om te worden gerealiseerd.

In 2021 is door Movares voor de gemeente Dijk en Waard een advies opgesteld hoe om te gaan met wateroverlast en hittestress in het stationsgebied en het stadshart (kenmerk B85-MHE-KA-2100003). Het betrof een analyse van het Masterplan in hoeverre sprake is van een verbetering. Tevens is in 2021 een rioleringsplan opgesteld voor het gebied rond de Industriestraat (kenmerk D80-GAL-KA-2200001). Vanuit dit onderzoek zullen een aantal aspecten in deze rapportage terugkomen.

2.5 Gevoerd proces tijdens het ontwerp

Bij de nadere uitwerking van de onderdoorgang van de Zuidtangent zijn onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van de aan te leggen tunnelbak en de lozing vanuit de aan te leggen pompkelder. Tevens is onderzocht wat de effecten zijn van de aanleg voor de afvoer van Broekhorn. In een overleg met HHNK op 21 december 2021 zijn meerdere punten afgestemd. Via mail is afgestemd omtrent de te dempen watergang langs de Gildestraat en de waterbalans rondom Broekhorn ten behoeve van de balans voor dempen en graven water. Tevens is afgestemd over de lozingskwaliteit van de tunnelbak.

3 Gevolgen watersysteem

In dit hoofdstuk wordt de analyse van de gevolgen voor watersysteem uitgewerkt. Hierin worden knelpunten en maatregelen beschreven om de afvoerende functie van de polder in stand te houden.

3.1 Aanleg extra gemaal

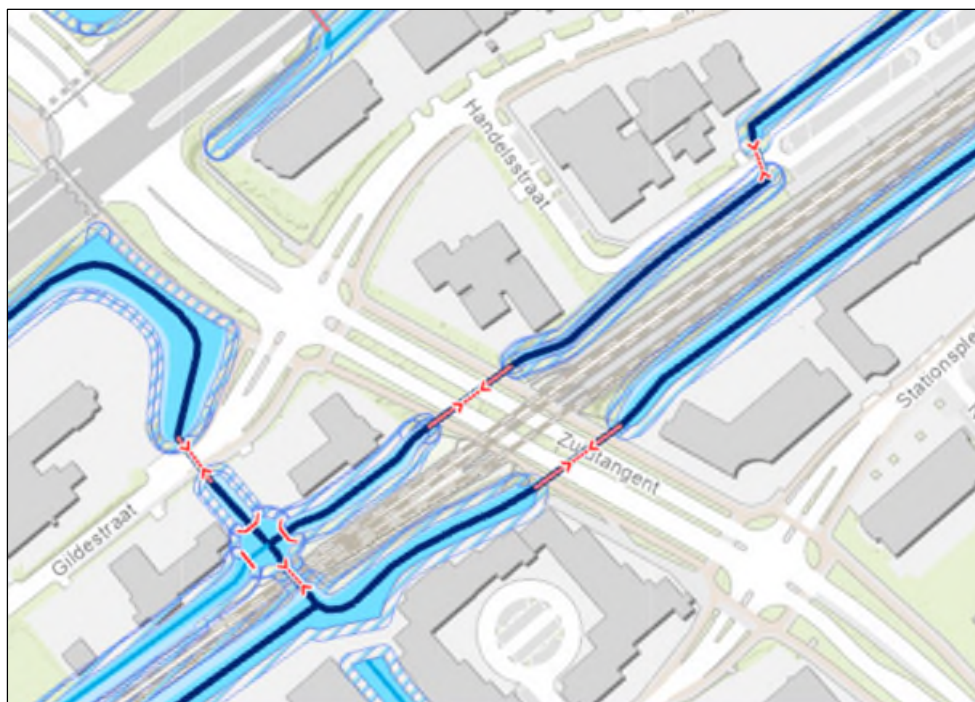
In samenwerking met het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en de gemeente Heerhugowaard is een project in uitvoering om een extra poldergemaal voor de polder Heerhugowaard te realiseren. Deze wordt gerealiseerd ten noorden van het stationsgebied, op het bedrijventerrein Zandhorst. Dit extra gemaal heeft twee voordelen:

- Het watersysteem van de polder Heerhugowaard wordt flexibeler en robuuster waardoor de schade als gevolg van wateroverlast door (extreme) neerslag fors afneemt. Dit is noodzakelijk om de polder van Heerhugowaard klaar te maken voor een veranderend klimaat
- Doordat het westen van de polder van Heerhugowaard via het nieuwe gemaal afwatert, is de afvoerroute via de watergangen langs het stationsgebied niet noodzakelijk meer. Hierdoor is de onderdoorgang van de Zuidtangent onder het spoor mogelijk zonder lokaal ingrijpende compenserende maatregelen. Hierdoor heeft de gemeente meer ruimte om het stationsgebied te herinrichten met meer flexibiliteit met klimaatmaatregelen om hittestress tegen te gaan.

Het gemaal is inmiddels in voorbereiding en heeft een geplande opleverdatum van 31 december 2023. De oplevering en het in bedrijf nemen van het gemaal is de belangrijkste voorwaarde om werkzaamheden te kunnen verrichten in het stationsgebied. De risico's van het gemaal (bouw, planning en financiën) werken dus ook door in de risico's en planning van het stationsgebied.

3.2 Aanpassing watersysteem

Als gevolg van de aanleg van de onderdoorgang en de wegen eromheen zijn meerdere aanpassingen aan het bestaande watersysteem noodzakelijk. In Figuur 3-1 is het hoofdwatersysteem rondom de Zuidtangent conform de legger van HHNK weergegeven.



Figuur 3-1 Bestaand afvoersysteem rond de Zuidtangent, met in donkerblauw het hoofdwatersysteem.

3.2.1 Doorsnijding hoofdwatgangen parallel spoor

Parallel aan het spoor bevinden zich twee primaire watgangen, zoals te zien in Figuur 3-1. In de huidige situatie lopen deze beide watgangen via een duiker onder de Zuidtangent door. Ze hebben een afwaterende functie voor het (achterliggende) poldergebied ten noordoosten van Heerhugowaard. De afwatering vindt plaats in zuidwestelijke richting naar het hoofdgemaal. De aan te leggen spoorwegonderdoorgang doorsnijdt beide hoofdwatgangen. Zoals hierboven aangegeven verliezen beide watgangen de afvoerende functie door de aanleg van het nieuwe gemaal en is doorsnijding mogelijk zonder grote lokale aanpassingen in het watersysteem.

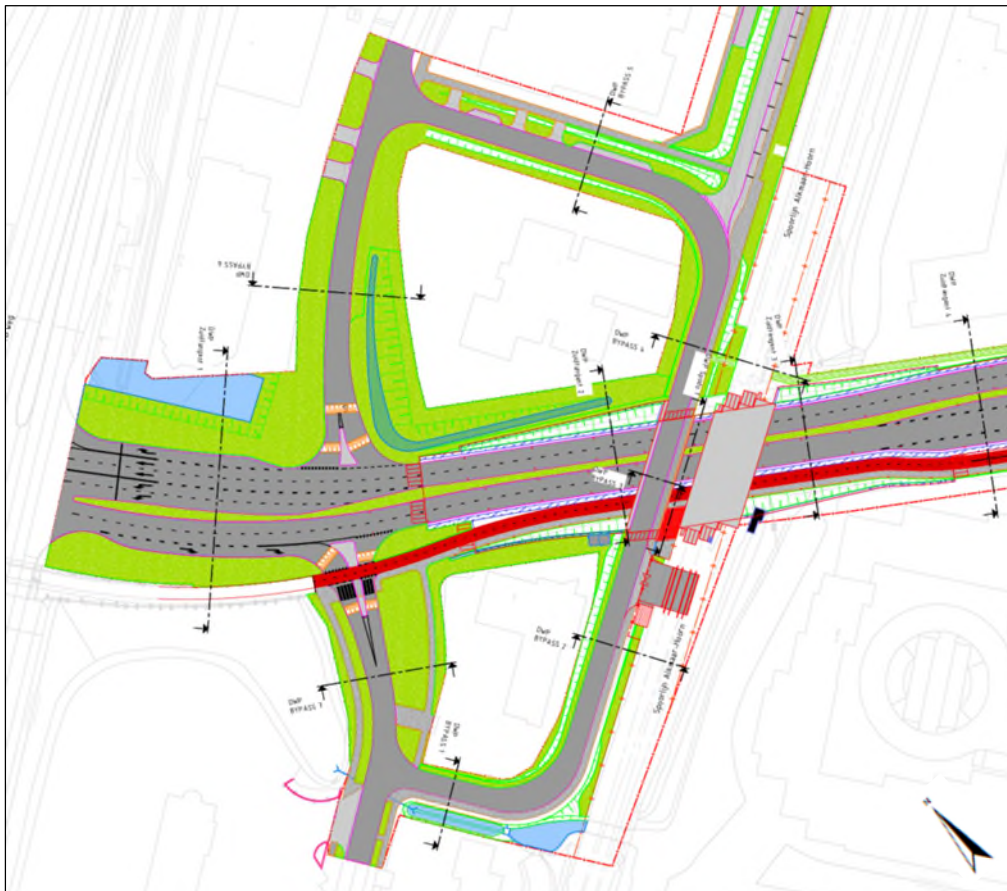
Aan weerszijden van de Zuidtangent ontstaan op deze manier doodlopende watgangen.

- Aan de zuidwestzijde van de Zuidtangent wordt de watgang aan de noordzijde van het spoor gedempt in verband met de aanleg van een afrit en aansluiting met de Gildestraat. Hierover meer in de volgende paragraaf. De watgang aan de zuidzijde is doodlopend en optioneel te dempen. Indien deze open blijft bestaat er kans op vuil en kroos dat herin blijft hangen.
- Aan de noordoostzijde van de Zuidtangent wordt de watgang aan zowel de noord- als de zuidzijde van het spoor op termijn gedempt. Om het grondwater op peil te houden zal in dat geval drainage worden toegepast.

De huidige duikers komen te vervallen en worden verwijderd.

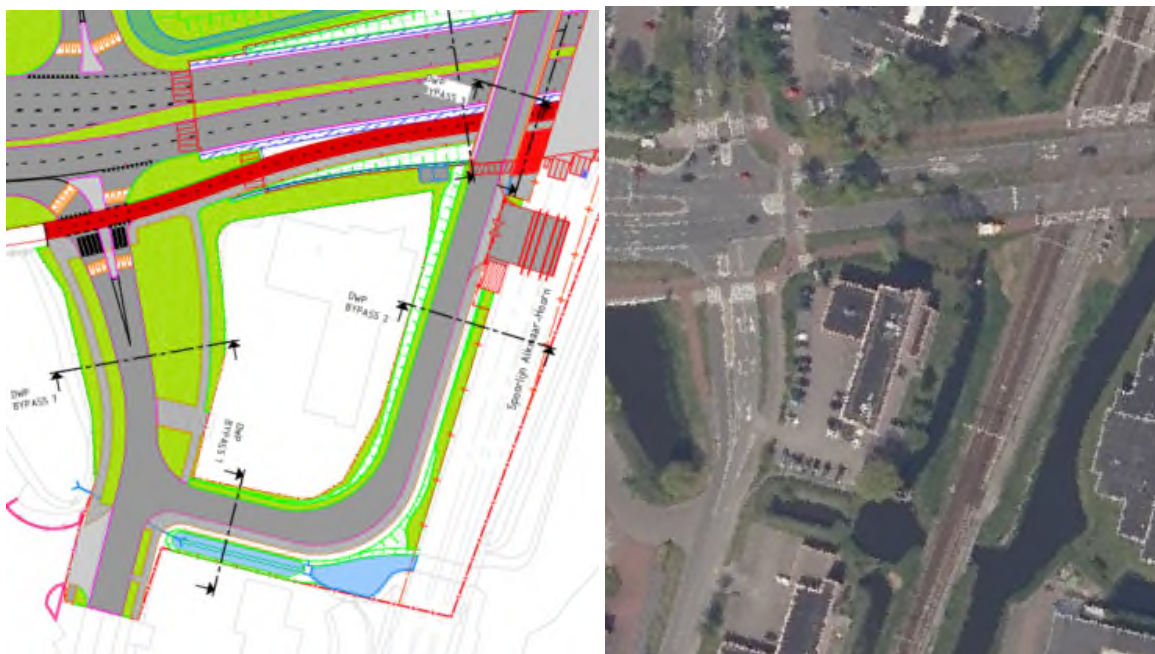
3.2.2 Watergang Gildestraat

Naast de nieuwe spoorwegonderdoorgang wordt een extra weg (bypass) gerealiseerd tussen de Handelsstraat en de Gildestraat. Zie Figuur 3-2 voor een detail van het ontwerp.



Figuur 3-2 Uitsnede ontwerp Zuidtangent rond het spoor, met ten zuiden de bypass richting de Gildestraat.

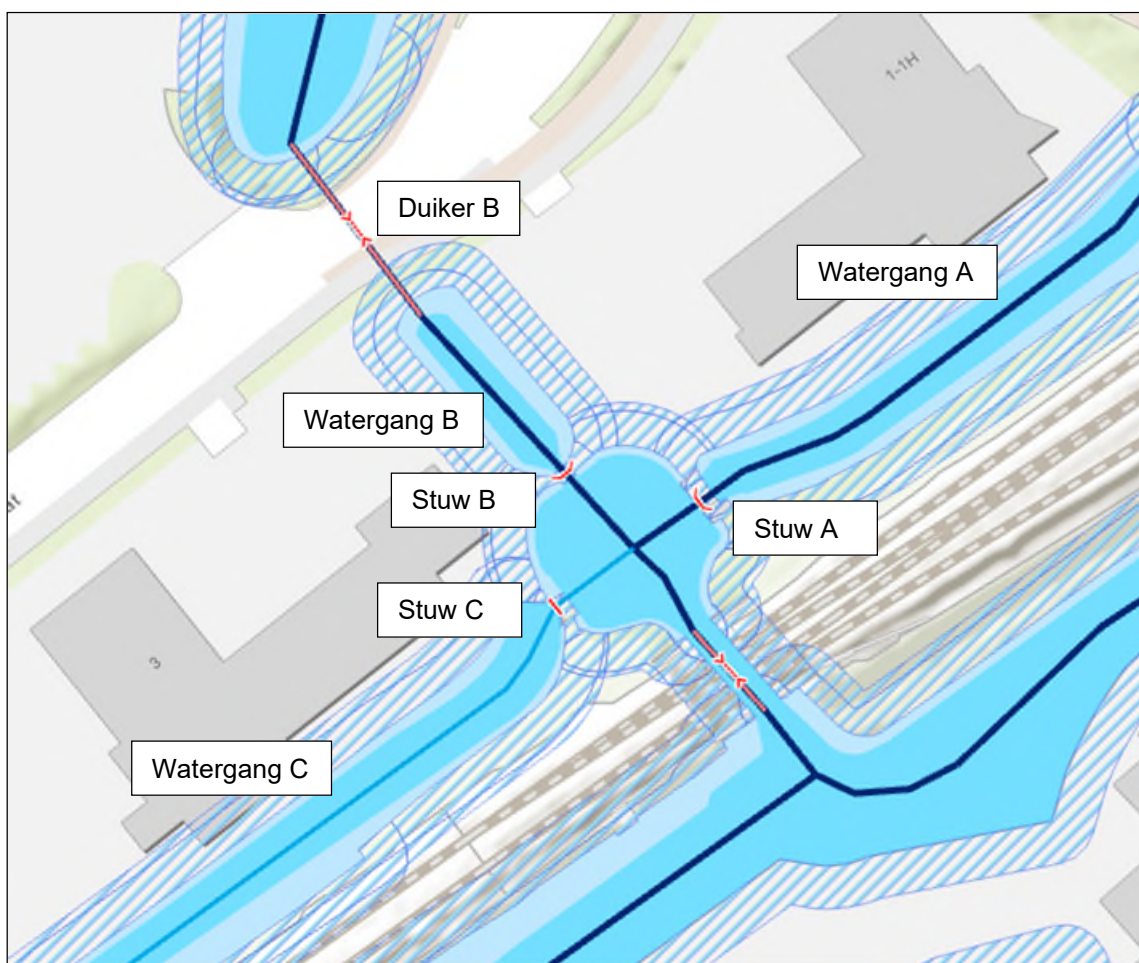
De weg is over de bestaande (hoofd)watergang geprojecteerd. In Figuur 3-3 is het detail te zien, met de huidige situatie ernaast. Na de bocht richting de Gildestraat blijft er nog een smal strookje watergang over tussen de bedrijfsgebouwen nrs. 1 en 3 aan de Gildestraat. Dat smalle strookje is echter wel van belang, het betreft namelijk de hoofdafvoer route van de nieuwe wijk Broekhorn en de Scheg waarbij de spoorloot een aanvullende functie heeft met betrekking tot de afwatering van dit gebied. De hoofdafvoer route is aangegeven op Figuur 3-4.



Figuur 3-3 In detail de bypass, met recht de huidige situatie. De weg komt over de watergang te liggen, en verkleint de watergang haaks op de Gildestraat.



Figuur 3-4 Hoofdafvoer route (blauwe lijn) van Broekhorn en de Scheg (groene vlak).



Figuur 3-5 Huidige watersysteem in detail.

De aanpassingen aan het systeem zijn als volgt, volgens de weergaven in Figuur 3-5:

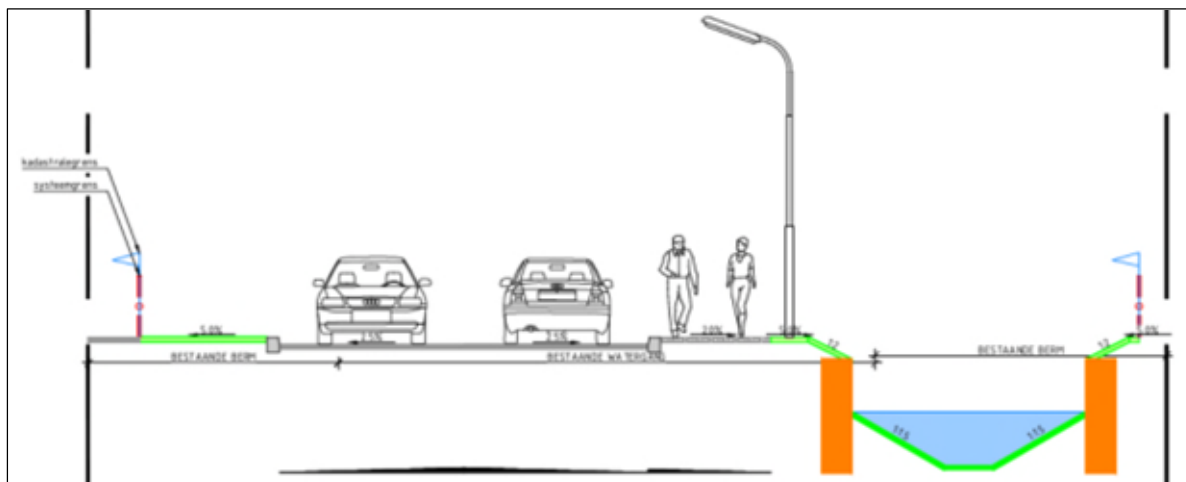
- Watergang A wordt gedempt.
- Stuw A wordt verwijderd.
- Watergang B wordt versmald en teruggebracht tot leggerformaat. Tevens wordt de ligging een stukje verschoven richting het zuidwesten.
- Stuw B behoudt zijn afmeting en zal worden aangelegd op een iets verschoven plek.
- Duiker B behoudt zijn afmeting en zal een net andere ligging krijgen.

Watergang B heeft de volgende afmetingen volgens de legger:

Tabel 3-1 Afmeting volgens legger

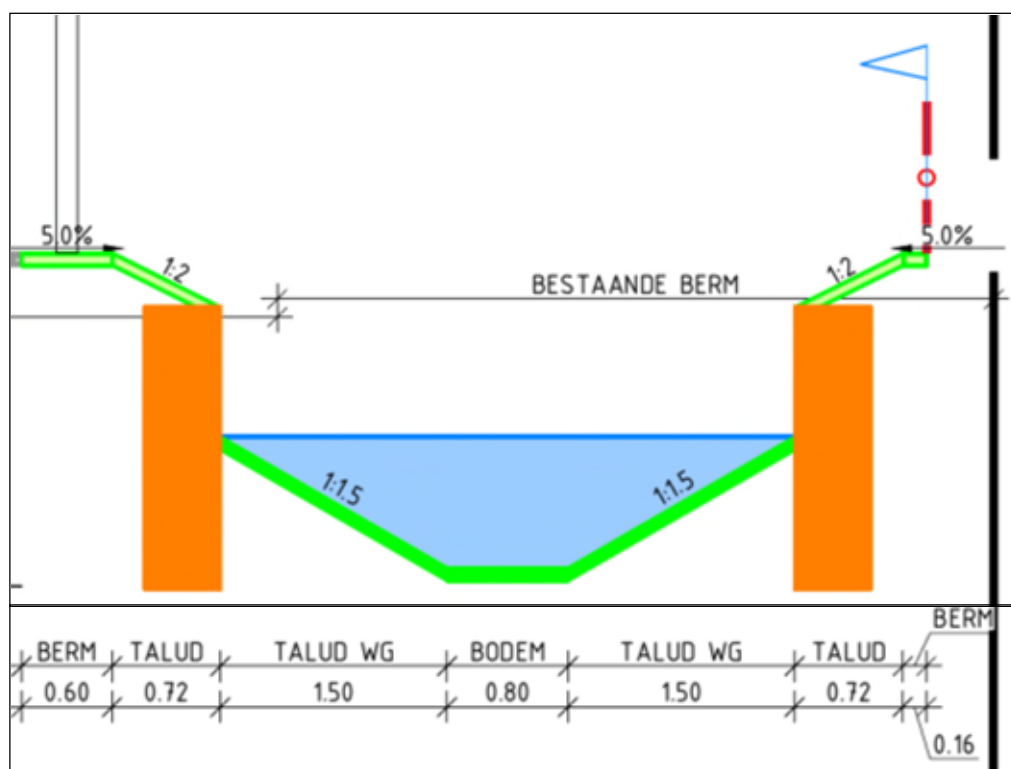
Onderdeel	Afmetingen vastgesteld
Bodembreedte	0,80 m
Bodemhoogte	-4,70 m NAP
Talud links	1: 1,50
Talud rechts	1: 1,50
Gemiddelde Breedte	4,68 m

Op basis van deze leggerafmetingen is een profiel voorgesteld aan HHNK. Dit past net naast de nieuwe weg, waardoor de watergang behouden blijft. De watergang wordt smaller ten opzichte van het huidige werkelijke profiel, maar voldoet aan de legger. Dit is goedgekeurd op 10 november 2021 om verder uit te werken. Het profiel zoals opgenomen in het ontwerp is weergegeven in Figuur 3-6.



Figuur 3-6 Dwarsprofiel genomen van watergang B en de nieuw aan te leggen weg.

In Figuur 3-7 is het profiel van watergang B in detail weergegeven inclusief maatvoering.



Figuur 3-7 Dwarsprofiel van alleen watergang B met maatvoering, conform legger

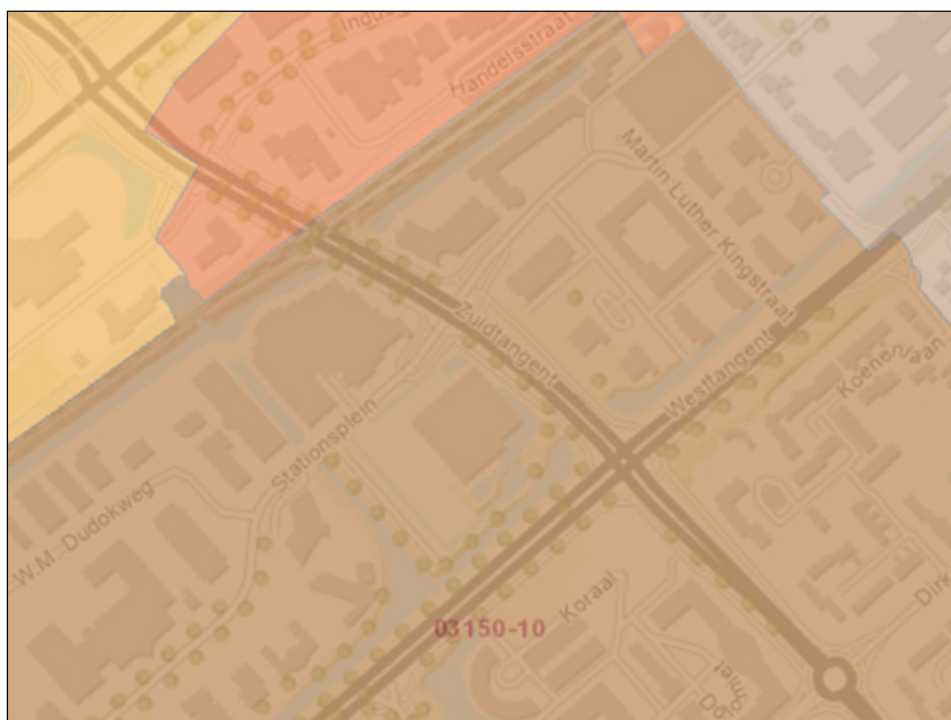
Aangezien watergang B en C uit Figuur 3-5 hetzelfde peil hebben en via dezelfde stuwhoogte op het lager gelegen peilvak lozen, is het eventueel mogelijk de stuwen te combineren tot 1 stuw en op een andere locatie te plaatsen, bijvoorbeeld vlak voor de spoorduiker. Hier is nu niet voor gekozen aangezien de gevolgen voor de vijver nu niet duidelijk zijn. Gekozen is zoveel mogelijk de vijver in stand te houden.

3.3 Peilbesluiten

3.3.1 Peilgebiedsgrenzen

Het plangebied bevindt zich binnen de grenzen van drie verschillende peilgebieden:

- Vigerend peilbeheer 03150-34 met een vast peilbeheer van NAP -3,70 m (gele kleur).
- Vigerend peilbeheer 03150-23 met een dynamisch peilbeheer met een ondergrenspeil van NAP -3,80 m en bovengrenspeil van NAP -3,60 m (roze kleur).
- Vigerend peilbeheer 03150-10 met een dynamisch peilbeheer met een ondergrenspeil van NAP -4,00 m en bovengrenspeil van NAP -3,80 m (bruine kleur).




Figuur 3-8 Peilgebieden rondom de Zuidtangente.

Arcadis werkt in noordelijk Heerhugowaard aan de Klimaatrobuuste Polder en daarmee ook aan de aanliggende peilstijging. In deze paragraaf wordt beschreven welke peilwijzigingen worden voorzien. De beslissing over de peilverhoging en de condities waaronder die genomen kan worden vindt plaats in het nog te nemen peilbesluit. Naar aanleiding van de afstemming met het Hoogheemraadschap en ProRail kunnen eventueel aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Ter plaatse van de oostelijke watergang is een peilwijziging voorzien naar NAP -3,60 m. In Figuur 3-9 is dit weergegeven, voor het groene vlak betekent dit een wijziging van 30 cm en voor het rode gaat het om 10 cm. Dit betreft een tijdelijke situatie, het deel dat met 30 cm wordt verhoogd zal op termijn worden gedempt. Indien de watergang wordt gedempt is een drainage voorzien. Deze drainage dient met de binnenkant onderkant buis op NAP -3,6 m of dieper te worden gelegd met daaromheen goed doorlatend zand om de drainerende werking te maximaliseren.

Door de aanleg van de tunnelbak vervallen de duikers onder de Zuidtangente. De watergang ten oosten van de zuidelijke duiker (blauw in Figuur 3-10) voert in dat geval de andere kant af (noordoosten). Ten oosten van deze watergang ligt echter een ander peilgebied met een hoger peil (03150-23), afgescheiden door een stuw onder het stationsgebouw. Deze stuw kan bij de verandering van het waterpeil volledig naar beneden worden gezet of eventueel worden verwijderd.



Streeppeil: NAP -3,7 m ($\pm 0,1$ m)

03150-23

Streeppeil: NAP -3,7 m ($\pm 0,1$ m)

Nieuwe richting afwateren

Nieuwe grens peilgeieden (schematisch)

03150-26

Streeppeil: -3,6 m ($\pm 0,1$ m)

Duiker vervalt

3.3.2 Ontwateringsdiepte spoorbaan



totaal 0,7 meter dik (tussen onderkant ballast en bovenkant spoor). Hierbij dient 1,0 meter opgeteld te worden waardoor de ontwateringsdiepte 1,7 m onder bovenkant spoor moet zijn. De bovenkant spoor ligt naast de watergang op ca. NAP -1,30 m. Dit betekent dat de minimale ontwateringsdiepte van het baanlichaam ter plaatse NAP -3,0 meter betreft.

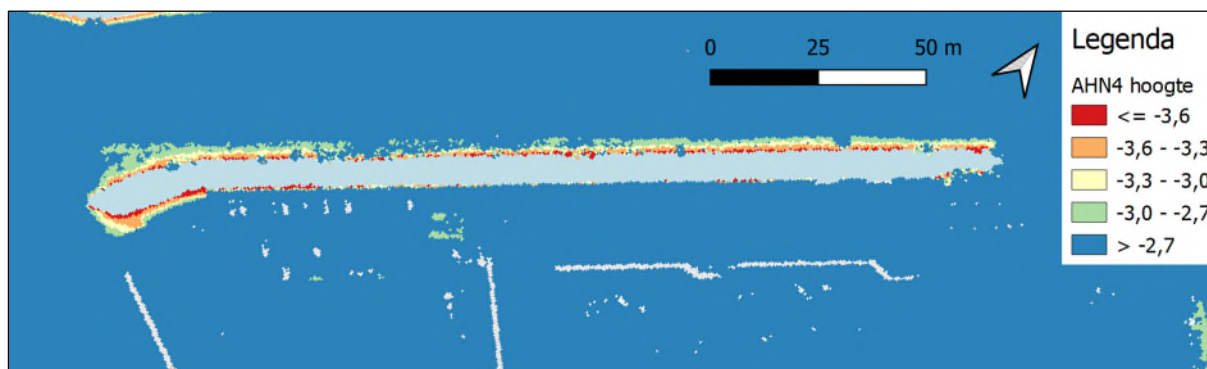
Het slootpeil is in huidige situatie NAP -3,9 m maar wordt verhoogd tot maximaal NAP -3,6 m. Hierbij dient volgens de OVS om tot een maatgevende grondwaterstand te komen nog eens 0,45 m opbolling van het grondwater opgeteld te worden. De maatgevende grondwaterstand bedraagt NAP -3,15 m. Dit ligt nog onder de minimale ontwateringsdiepte van NAP -3,0 m waarmee ook na de peilopzet aan de ontwateringseis wordt voldaan.

Als de watergang wordt gedempt dient een drainage te worden aangelegd om de grondwaterstand onder de NAP -3,0 m te houden. Deze drainage dient met de binnenkant onderkant buis op een hoogte van NAP -3,6 m of dieper te worden gelegd met daaromheen goed doorlatend zand om de drainerende werking te maximaliseren. De drainage kan gelegd worden in de huidige watergang wanneer deze gedempt wordt en in dezelfde richting (oosten) afwateren als de watergang in tijdelijke situatie doet. De verdere eisen aan de drainageleidingen en putten zijn vastgelegd in het Technisch Programma van Eisen Riolering 2020 van de gemeente Heerhugowaard.

Aan de noordzijde van het spoor wordt ook een watergang gedempt waar een DT-riool gerealiseerd wordt om de ontwatering van de spoorbaan te bevorderen.

3.3.3 Omliggend terrein

Aan de hand van de AHN4 hoogtekaart (Figuur 3-11) is geanalyseerd of bij een peilopzet van 30 cm naar NAP -3,60 m mogelijk delen van het omliggende terrein onder water kunnen lopen. In Figuur 3-11 is te zien dat er maar een minimale hoeveelheid terrein onderwater komt te staan (rood aangegeven). Naar verwachting zijn de rode delen ook deels al wateroppervlak dat in de AHN4 is aangezien voor maaiveld.



Figuur 3-11 AHN4 ter hoogte van spoorweginfrastructuur.

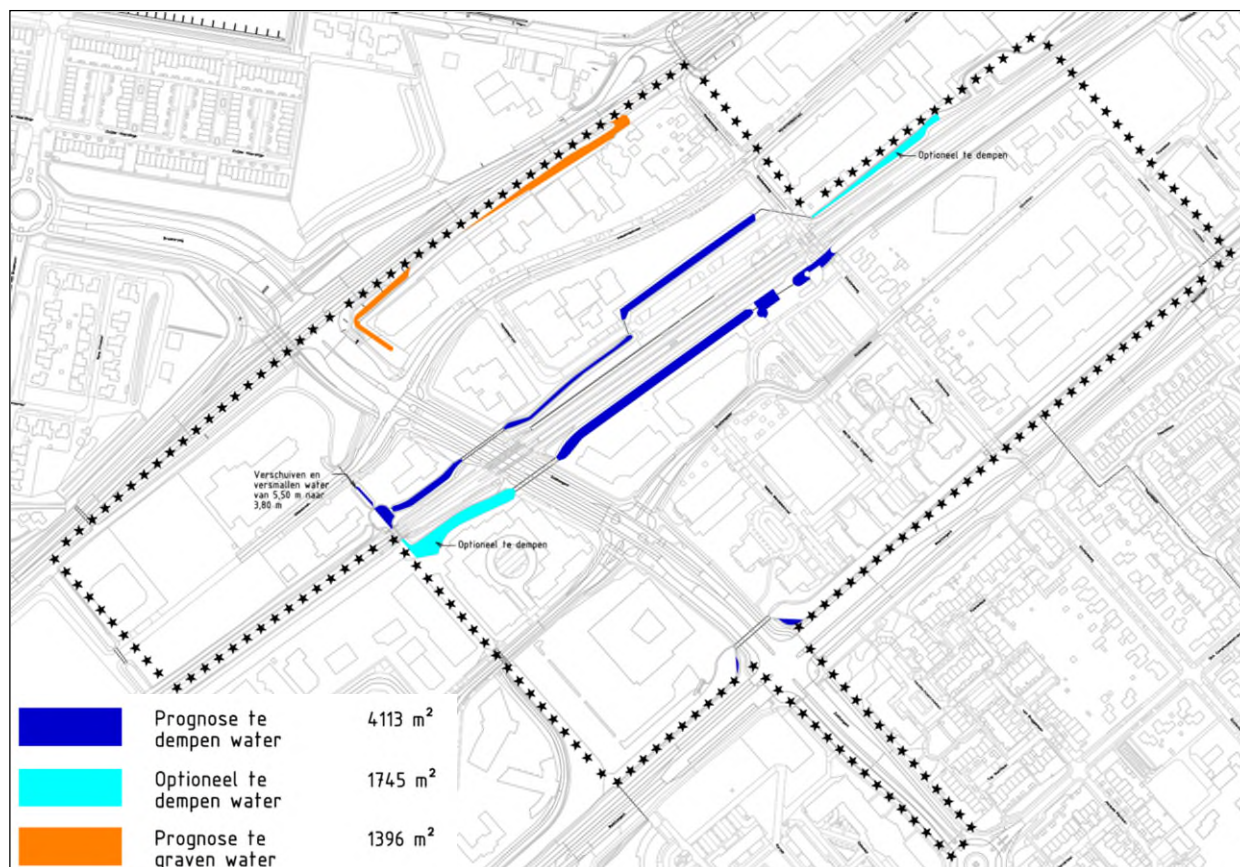
De afwatering van de gebouwen en het parkeerterrein ten zuidoosten van de watergang is naar verwachting direct op de watergang via regenpijpen. Deze afwatering zal door de peilopzet niet beïnvloed worden en zolang de watergang nog niet gedempt is blijven functioneren. Wel heeft de peilopzet invloed op de afwatering van het hemelwaterriool van de gehele buurt tussen de spoorlijn en de Westtangent. De afvoer zal in dat geval plaats vinden op de watergang langs de Westtangent. Het hemelwaterrioleringssysteem zal moeten worden aangepast, dit is uitgewerkt in hoofdstuk 4 van de watertoets bestemmingsplan Stationsgebied met kenmerk B85-MJH-HS-RAP-22001970.

Bij het dempen van de spoorweginfrastructuur kunnen de gebouwen en het parkeerterrein hier niet meer op afwateren. Deze kunnen aan het bestaande hemelwaterriool worden aangesloten of dit kan gecombineerd worden met de drainage in de vorm van een DT riool in plaats van conventionele drainage. Hierop kunnen deze gebouwen en het parkeerterrein dan aangesloten worden.

4 Effect wegontwerp waterhuishouding

4.1 Te dempen en te graven water

Aangezien de projectlocatie valt binnen het te ontwikkelen stationsgebied Heerhugowaard is de prognose van de te dempen watergangen groter. In Figuur 4-1 is dit weergegeven in de kleuren donkerblauw en lichtblauw. Tevens is een nieuw te graven watergang opgenomen ten noordoosten van de projectlocatie, in de kleur oranje.



Figuur 4-1 De te dempen en te graven watergangen in het stationsgebied van Heerhugowaard.

Ten noordwesten en zuidwesten van het projectgebied bevindt zich een nieuwbouwwijk: Broekhorn en de Scheg. Bij de realisatie is meer oppervlaktewater gerealiseerd dan in eerste instantie voorzien. In dat gebied is 85.312 m² extra water gegraven. Dit water dient ter afvoer van het water uit dat gebied en deels ook ter compensatie van de toename van verhard oppervlak in dat gebied. Hiervan is circa 45.000 m² noodzakelijk als compensatie van Broekhorn en De Scheg. Hierdoor is circa 44.000 m² aan overmaat aan water gerealiseerd. Na herontwikkeling zal een groot deel van het stationsgebied afwateren via de wegsloot van de N242 welke in verbinding staat met het water in Broekhorn.

Wanneer binnen het projectgebied onvoldoende ruimtebeslag aanwezig is om te compenseren mag ervoor worden gekozen om gebruik te maken van de overwaarde van dit gebied. Zoals aangegeven in Figuur 4-1 is sprake van minimaal 4.113 m² te dempen, en mogelijk aanvullend 1.745 m² te dempen. Dit wordt gecompenseerd met het verbreden van de watergang langs de provinciale weg met 1.396 m². De opgave kan ruimschoots worden gecompenseerd met de overwaarde van Broekhorn.

4.2 Verhard oppervlak

In verhard gebied vindt nauwelijks of geen infiltratie in de bodem plaats. Vrijwel al het water stroomt direct of via het rioolstelsel af naar het oppervlaktewater. Bij het maken van werken, zoals nieuwbouw, aanleg van wegen of parkeerterreinen, bouw van grote schuren of kassen is sprake van het verhardening van gebieden waar voorheen neerslag in de bodem kon infiltreren. De toename van verhard gebied betekent minder berging van regenwater en als gevolg daarvan een toename van piekbelastingen van het oppervlaktewatersysteem.

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier heeft beleidsregels opgesteld voor compensatie verhardingstoename en alternatieve vormen van waterberging.

Uitvoeringsregels uit de Keur

Op grond van artikel 4.2 van de Keur is het verboden zonder vergunning van het bestuur neerslag versneld tot afvoer te laten komen als:

- Door bebouwing of verharding van 800 m² of meer onverharde grond;
- Door realisatie van verscheidene min of meer aaneengesloten bouwplannen met een gezamenlijke oppervlakte van 800 m² of meer;
- Door aanleg van nieuw verhard oppervlak dat meer dan 10% van het oppervlak van het desbetreffende peilgebied beslaat;
- Door uitbreiding van het verhard oppervlak met minder dan 800 m², indien het desbetreffende watersysteem de toename van de piekafvoer niet kan verwerken.

Verhard oppervlak

Op basis van het ontwerp is een inschatting gemaakt van de toename van het verhard oppervlak.

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De fietspaden en het trottoir aan de (noord)oostzijde van de Zuidtangent komen volledig te vervallen.
- De rijstroken en kruisingen op de Zuidtangent worden beperkt verbreed en verplaatst. Bij de herinrichting wordt vooralsnog uitgegaan dat sprake is van een toename van het verhard oppervlak van 750 m².
- De nieuwe weg wordt gerealiseerd tussen de Handelsstraat en de Gildestraat, hier is sprake van een toename van het verhard oppervlak.

Op basis van het schetsontwerp is sprake van een toename van het verhard oppervlak. De verwachting is dat de drempelwaarde van 800 m² wordt overschreden, maar door het aanleggen van wadi's voldoende wordt gecompenseerd dat aanvullende maatregelen niet meer nodig zijn.

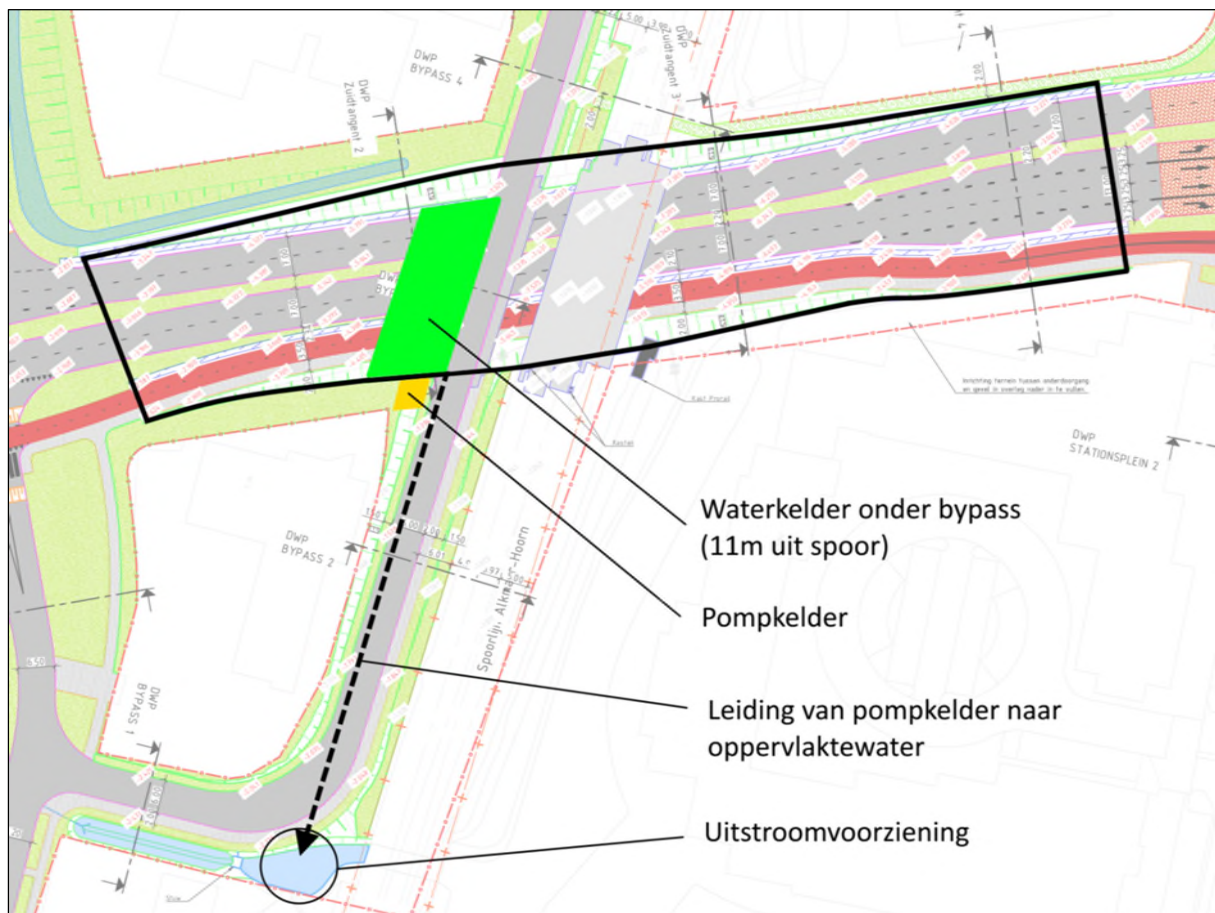
4.3 Waterkelder

De spoorwegonderdoorgang krijgt een waterkelder waarin water in eerste instantie wordt gebufferd en een pompkelder van waaruit het water vervolgens naar het oppervlaktewater wordt gepompt. Bij het dimensioneren is rekening gehouden met een neerslag van 90 mm in 24 uur, dit komt overeen met een 1 in 100 jaar neerslag gebeurtenis in 2050 (<https://edepot.wur.nl/382198>).

In Figuur 4-2 is de onderdoorgang weergegeven met schematisch de ligging van de waterkelder, pompkelder en afvoerleiding. De pomp zal het water via een 160 mm PE leiding richting het oppervlaktewater ten zuidwesten pompen. De leiding moet minimaal 1 m dekking hebben. De leiding eindigt in een kleine uitstroomvoorziening om de smalle watergang te beschermen.

In de onderdoorgang komen langs de rijbanen goten met kolken om de ca. 15 m die aangesloten zijn op de waterkelder. Hierbij is het belangrijk dat op het diepst gelegen punt ook een kolk komt zodat hier geen badkuipeffect kan optreden. Voor een nadere technische uitwerking wordt verwezen naar de eerdere opgestelde adviesnota over riolering en dimensionering ter plaatse van de Zuidtangent.

Van de 440 m³ ruimte in de pompkelder is 20 m³ een first-flush die de eerste 4 mm neerslag kan opvangen en afvoeren naar het DWA-stelsel zoals voorgeschreven in het besluit lozen buiten inrichtingen (BLBI) artikel 3.4 lid 3.



Figuur 4-2: Situatieligging waterkelder onder bypass en pompkelder.

4.3.1 Aandachtspunten vanuit Hoogheemraadschap

Vanuit het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier zijn bij de lozing vanuit de pompkelder twee belangrijke aandachtsgebieden, namelijk waterkwantiteit en waterkwaliteit.

Waterkwantiteit:

Uit de adviesnota blijkt dat nu wordt gedacht aan het toepassen van een pomp (lozing) van 20 m³/uur bij een bergingscapaciteit van 90 mm. De bijbehorende ledigingstijd van de kelder wordt daarmee ongeveer een etmaal. Het Hoogheemraadschap voorziet met dat debiet geen problemen voor de hydraulische capaciteit van de watergang waarop geloosd gaat worden en, meer direct, de aanwezige capaciteit van de duiker onder het spoor direct ten zuiden van het beoogde lozingspunt.

Waterkwaliteit:

Lozingen van afstromend hemelwater vanuit tunnelbakken is geregeld in het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (BLBI) artikel 3.4 lid 3. Het is duidelijk dat dit artikel wijst op een first flush voorziening die het eerste water loost op het DWA-stelsel, waarna de rest van de kelder kan lozen op het oppervlaktewater. Wanneer lozing op het DWA-stelsel niet mogelijk blijkt, dan kan het Hoogheemraadschap met maatwerkvoorschriften (en overleg uiteraard) kijken naar andere mogelijkheden. De voorkeur gaat uit naar first flush lozen op het DWA-stelsel.

4.3.2 Bronbemaling

Bij een bronbemaling tijdens de uitvoering wordt grondwater opgepompt. Zo kan worden gewerkt in een droge omgeving. In dit project gaat het om het drooghouden van de bouwkuip bij een aanleg van een tunnelbak.

Voor een bronbemaling geldt minimaal een meldplicht. Daarvoor moet worden voldaan aan de volgende voorwaarden:

- U onttrekt niet langer dan zes maanden per jaar grondwater.
- U onttrekt maximaal 15.000 m³ grondwater per maand (20 m³ per uur).
- U registreert de hoeveelheid onttrokken grondwater.
- De onttrekking vindt niet plaats in beschermingszone A van een dijk of in een waterstaatswerk.

Indien niet aan bovenstaande eisen wordt voldaan is een vergunning benodigd. Een nadere toelichting is te vinden via de volgende link: [Bronbemaling en sleufbemaling | Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier \(hnnk.nl\)](#)

4.4 Realisatie van wadi's

In deelgebied 1 en 3 komen ten noordoosten van de Zuidtangent wadi's te liggen die afstromend regenwater van de noordoostelijke rijbaan kunnen bergen, zie hiervoor Figuur 4-3. Middels openingen in de banden om de 15 á 20 m kan regenwater naar de berm en wadi's stromen. De wadi's krijgen een Slokop waardoor water kan overstromen richting het oppervlaktewater wanneer de wadi's vol zijn. Door de realisatie van wadi's wordt het regenwater vertraagd afgevoerd en zal het kunnen infiltreren in de bodem.

De wadi in deelgebied 1 ligt verder van het oppervlaktewater waardoor de overstortleiding onder de Westtangent door zou moeten lopen. Onder de Westtangent liggen onder andere een hoogspanningskabel en een warmtenet leiding waardoor het mogelijk lastig is deze leiding van de overstort onder de Westtangent te realiseren. Een alternatief zou één of meerdere overstorten op het riool zijn. Hiervoor moet wel gecontroleerd worden of het riool hiervoor voldoende capaciteit biedt.



Figuur 4-3 Wadi's zoals opgenomen in het ontwerp.

5 Conclusies en advies

Voor het project spoorwegonderdoorgang en herinrichting Zuidtangent heeft Movares in opdracht van gemeente Dijk en Waard een wateradvies opgesteld. Het rapport heeft tot doel om te bepalen of het ontwerp negatieve effecten heeft, of en in welke mate mitigerende of compenserende maatregelen kunnen worden getroffen voor wat betreft de waterhuishouding.

De effecten op de waterhuishouding zijn verder samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 5-1: Samenvatting van de verschillende waterthema's

Thema	Opmerkingen
Aanleg extra gemaal	Ten noorden van het stationsgebied wordt een extra gemaal gerealiseerd. Het watersysteem van de polder Heerhugowaard wordt flexibeler en robuuster waardoor de schade als gevolg van wateroverlast door (extreme) neerslag fors afneemt. Doordat het westen van de polder van Heerhugowaard via het nieuwe gemaal afwatert, is de afvoerroute via de watergangen langs het stationsgebied niet noodzakelijk meer. Hierdoor is de onderdoorgang van de Zuidtangent onder het spoor mogelijk zonder lokaal ingrijpende compenserende maatregelen.
Aanpassing watersysteem	<p>Parallel aan het spoor bevinden zich twee primaire watergangen. De aan te leggen spoorwegonderdoorgang doorsnijdt beide hoofdwatergangen. Aan weerszijden van de Zuidtangent ontstaan op deze manier doodlopende watergangen. Door de aanleg van het gemaal zijn geen grote aanpassingen in het watersysteem noodzakelijk.</p> <p>Naast de nieuwe spoorwegonderdoorgang wordt een extra weg (bypass) gerealiseerd tussen de Handelsstraat en de Gildestraat. Na de bocht richting de Gildestraat blijft nog een smal strookje watergang over tussen de bedrijfsgebouwen nrs. 1 en 3 aan de Gildestraat. Verschillende duikers en stuwen worden verwijderd of verplaatst. Dit smalle strookje watergang behoudt zijn afwaterende functie.</p> <p>In het gebied rond het station wordt meer water gedempt dan gegraven. Doordat in de nieuwe wijk Broekhorn een overwaarde aan water wordt gegraven is het mogelijk deze demping daarmee te compenseren.</p> <p>Arcadis werkt in noordelijk Heerhugowaard aan de Klimaatrobuuste Polder en daarmee ook aan de aanliggende peilstijging. Langs het spoor en ten noorden van de Zuidtangent is in de watergang een peilwijziging voorzien naar NAP -3,60 m.</p> <p>Voor bovenstaande aanpassingen van de watergangen dient een watervergunning te worden aangevraagd bij HHNK.</p>
Verhard oppervlak	Op basis van het schetsontwerp is sprake van een toename van het verhard oppervlak. De verwachting is dat de drempelwaarde van 800 m ² wordt overschreden, maar door het aanleggen van wadi's voldoende wordt gecompenseerd dat aanvullende maatregelen niet meer nodig zijn.

Thema	Opmerkingen
Waterkelder	<p>De spoorwegonderdoorgang krijgt een waterkelder waarin water in eerste instantie wordt gebufferd en een pompkelder van waaruit het water vervolgens naar het oppervlaktewater wordt gepompt.</p> <p>De pomp zal het water via een 160 mm PE leiding richting het oppervlaktewater ten zuidwesten pompen. De leiding moet minimaal 1 m dekking hebben. De leiding eindigt in een kleine uitstroomvoorziening om de smalle watergang te beschermen. In de onderdoorgang komen langs de rijbanen goten met kolken om de ca. 15 m die aangesloten zijn op de waterkelder.</p> <p>Van de 440 m³ ruimte in de pompkelder is 20 m³ een first-flush die de eerste 4 mm neerslag kan opvangen en afvoeren naar het DWA-stelsel zoals voorgeschreven in het besluit lozen buiten inrichtingen (BLBI) artikel 3.4 lid 3.</p>
Realisatie van wadi's	<p>Ten noordoosten van de Zuidtangent komen wadi's te liggen die afstromend regenwater van de oostelijke rijbaan kunnen bergen. Middels openingen in de banden om de 15 á 20 m kan regenwater naar de berm en wadi's stromen. De wadi's krijgen een Slokop waardoor water kan overstromen richting het oppervlaktewater wanneer de wadi's vol zijn. Door de realisatie van wadi's wordt het regenwater vertraagd afgevoerd en zal het kunnen infiltreren in de bodem.</p>

Op basis van de uitvoeringsregels van de Keur en de onderzochte waterthema's gelden de volgende aandachtspunten bij het nader uitwerken van het ontwerp:

- (Tijdelijke) grondwateronttrekkingen zijn minimaal meldingsplichtig, evenals infiltratie in de bodem en de (in)directe lozing op het oppervlaktewater. Indien niet aan de voorwaarden van een melding worden voldaan dient een vergunning aangevraagd te worden. Deze vergunning dient te worden aangevraagd bij het Hoogheemraadschap.
- Voor het toekomstig plangebied is het vooralsnog niet noodzakelijk om watercompensatie toe te gaan passen. Belangrijk om te vermelden is dat wanneer het schetsontwerp wordt aangepast, dit (negatieve) consequenties kan hebben voor het verhard oppervlak. Een nieuwe kwantitatieve analyse is dan benodigd.
- Ten noordwesten van het projectgebied bevindt zich een nieuwbouwwijk met een overzicht aan oppervlaktewater. Bij de realisatie is meer oppervlaktewater gerealiseerd dan in eerste instantie voorzien. Wanneer binnen het projectgebied onvoldoende ruimtebeslag aanwezig is om te compenseren mag ervoor worden gekozen om gebruik te maken van de overwaarde van dit gebied.
- De ontwikkeling van de onderdoorgang zijn nauw verwant aan de ontwikkeling in het stationsgebied. De opgave om te dempen en te graven en de verdere ontwikkeling hangen nauw samen, alsook de gevolgen voor de waterketen.
- Voor de aanpassingen aan het watersysteem dient een watervergunning te worden aangevraagd bij HHNK.
- Geadviseerd wordt om een geotechnisch onderzoek uit te voeren om inzicht te krijgen in de invloed van de peilverhoging op de stabiliteit van de noordkant (spoorzijde) van de oostelijke watergang. Hiermee kan getoetst worden of (aanvullende) damwanden benodigd zijn.
- De invloed van de peilverhoging in het kader van de Klimaatrobuuste Polder dient te worden besproken met ProRail. De ontwateringsdiepte van de spoorbaan is door Movares reeds in beeld gebracht.

Colofon

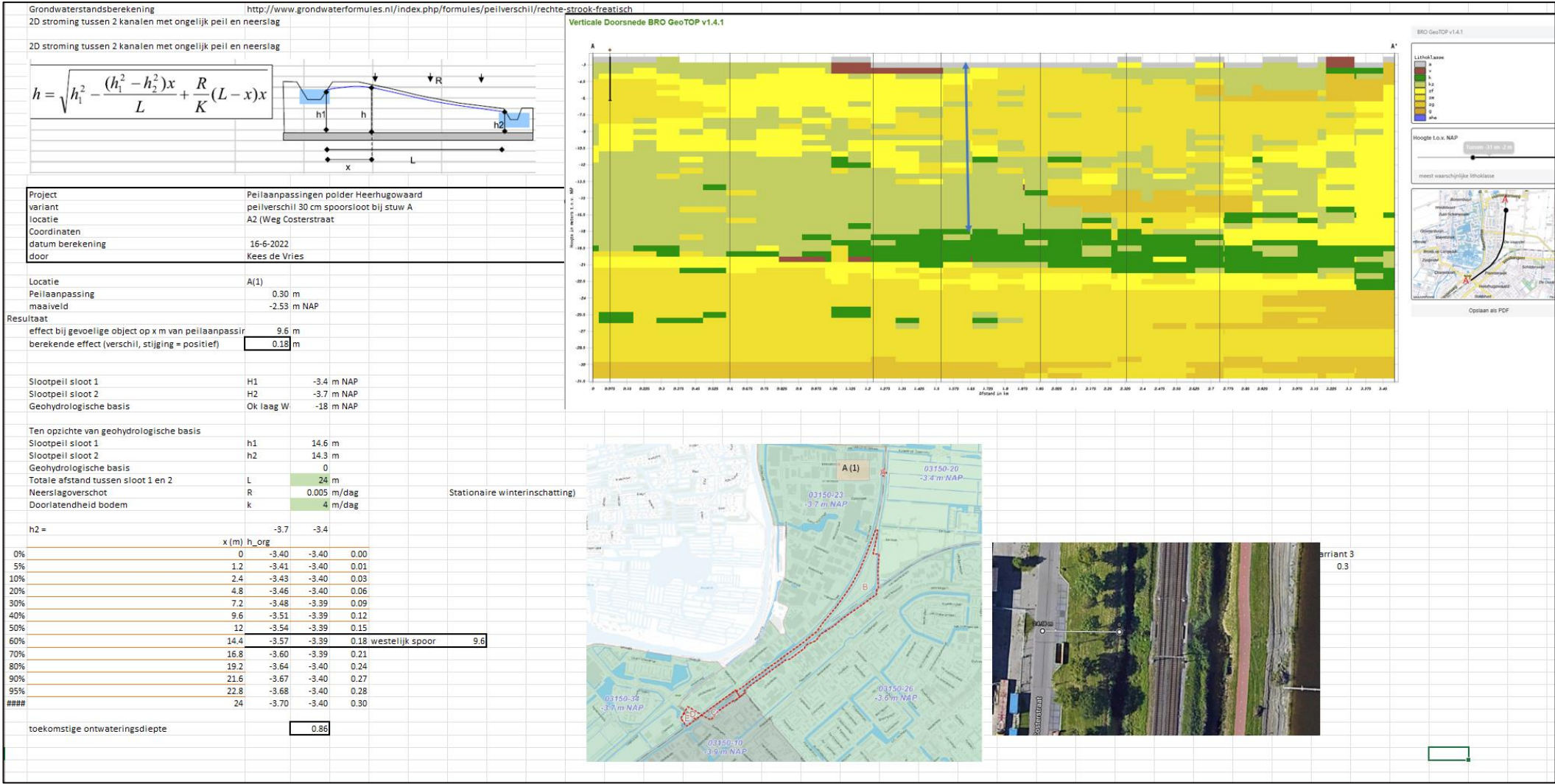
OPDRACHTGEVER	Gemeente Dijk en Waard t.a.v. Postbus 390 1700 AJ Heerhugowaard
UITGAVE	Movares Nederland B.V. Daalseplein 100 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
TELEFOON	+31 (0)30 - 265 5555
ONDERTEKENAAR	@movares.nl
PROJECTNUMMER	MN002550
KENMERK	D81-JBR-HS-RAP-22001840

© 2022, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

 **Movares** samen werkt het

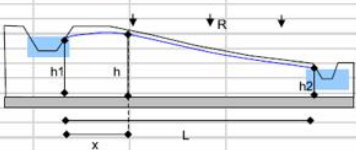
Bijlage B Berekeningen invloed peilstijging per deelgebied op omliggende bebouwing



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

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



Project variant	Peilaanpassingen polder Heerhugowaard
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

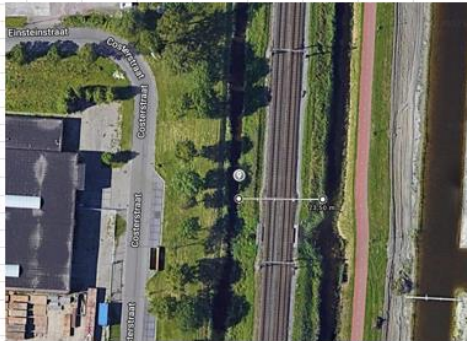
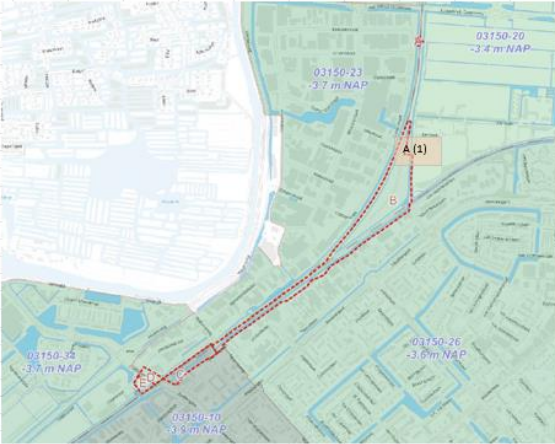
h2 =		-3.7	-3.4				
	x(m)	h_org	h-nieuw				
	0	-3.40	-3.40	0.00			
	1.2	-3.41	-3.40	0.01			
	2.4	-3.43	-3.40	0.03			
	4.8	-3.46	-3.40	0.06			
	7.2	-3.48	-3.39	0.09			
	9.6	-3.51	-3.39	0.12			
	12	-3.54	-3.39	0.15			
	14.4	-3.57	-3.39	0.18	westelijk spoor		9.60
	16.8	-3.60	-3.39	0.21			
	19.2	-3.64	-3.40	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

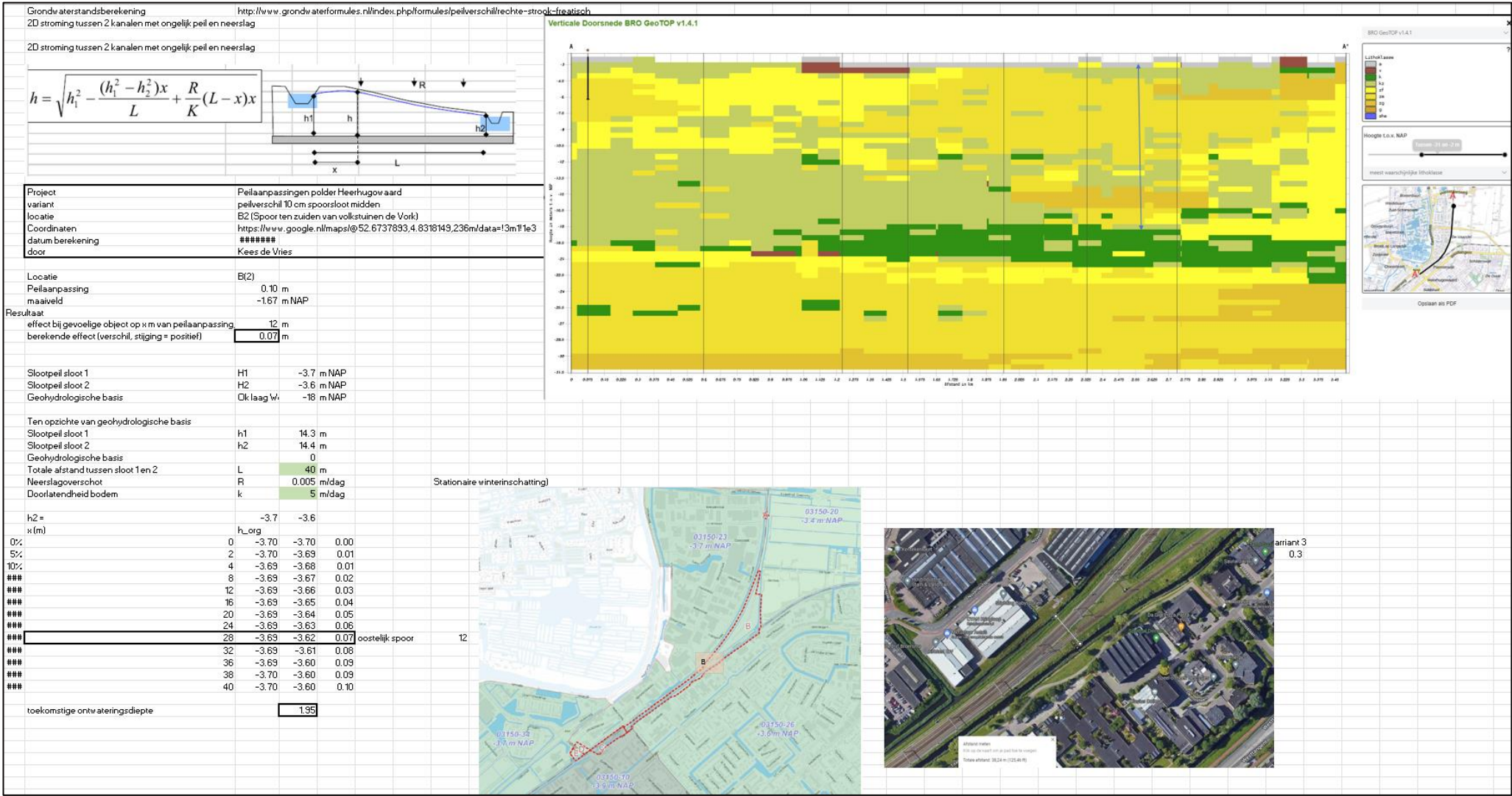
Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4.1



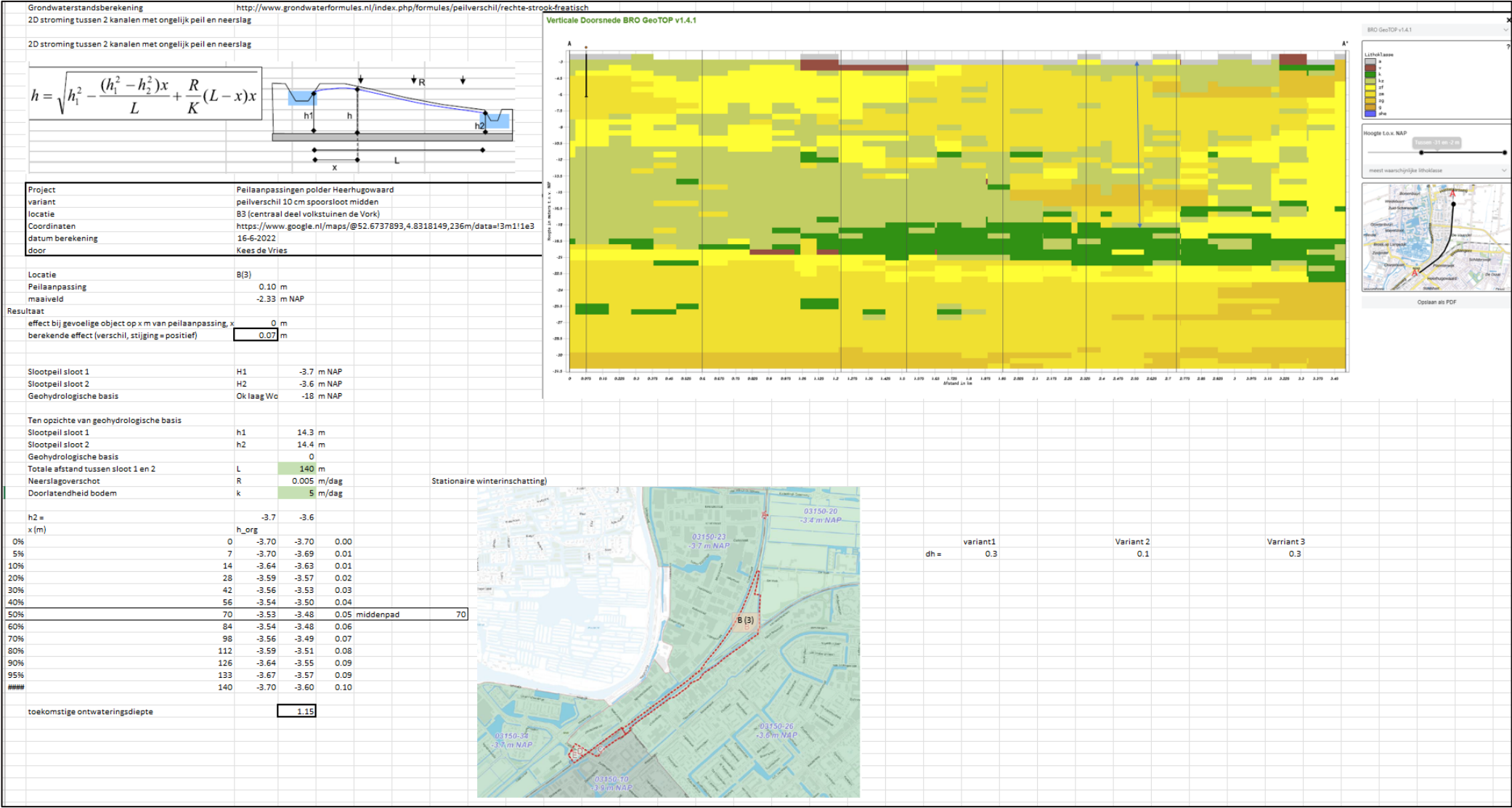
Stationaire winterschatting)



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 analyse op draagkracht en stabiliteit spoorbaan

ONDERWERP

HHW Peilbesluit: memo stabiliteitsanalyse en draagvermogen ProRail

PROJECTNUMMER

30092658

DATUM

3 mei 2022

VAN**AAN**

Gemeente Heerhugowaard

KOPIE AAN

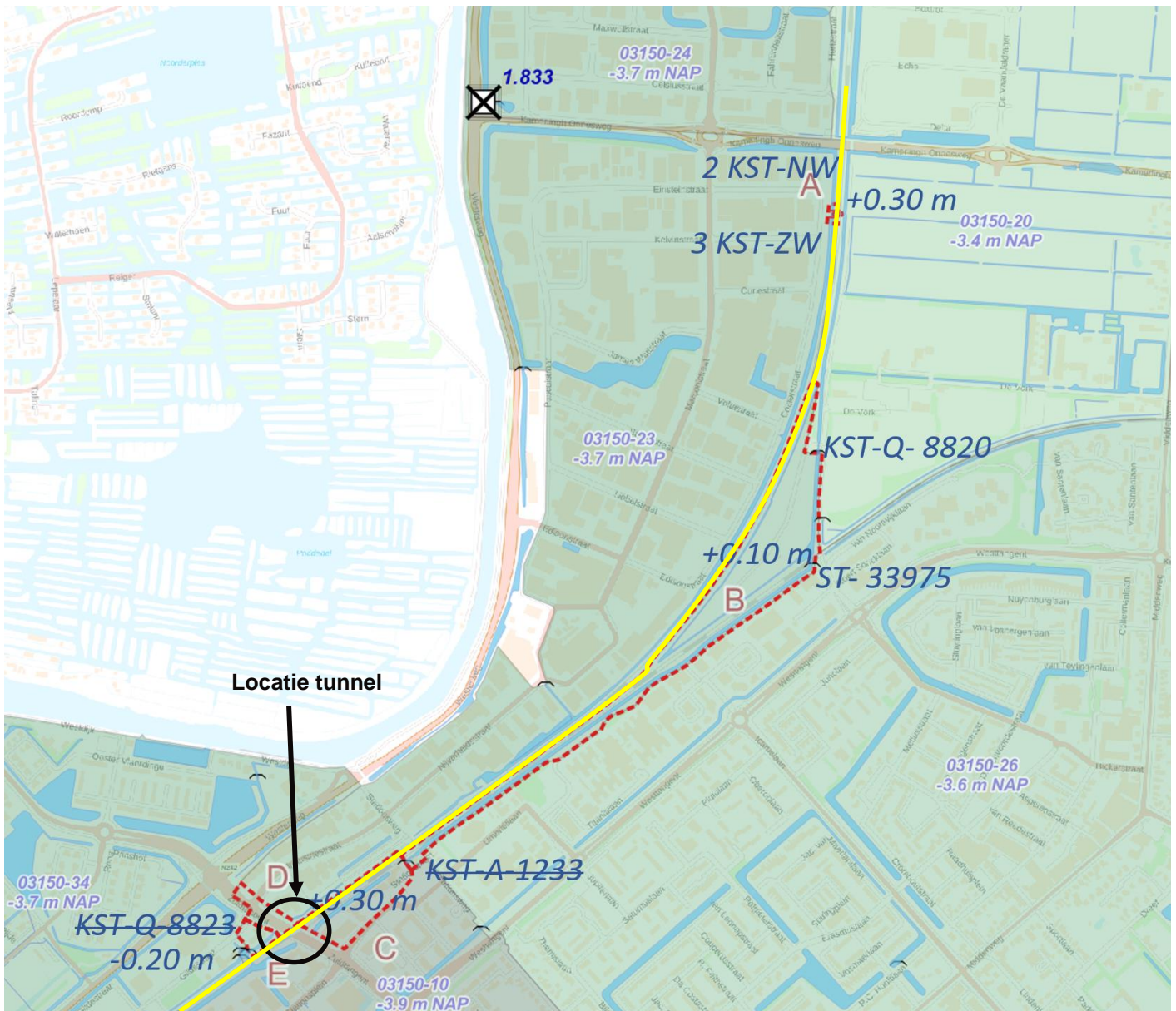
1. Inleiding

De gemeente Heerhugowaard is bezig met de voorbereidingen op de aanleg van een tunnelbak onder het spoor bij de Zuidtangent. Als gevolg van deze onderdoorgang wordt een nieuwe peilscheiding gecreëerd. 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.

Langs het spoor wordt het waterpeil verhoogd. In het noorden van het Zuidtangent gebied wordt het waterpeil 0,3 m hoger aan de westzijde van het spoor. Iets zuidelijker (vanaf deelgebied B) wordt het waterpeil aan de zuidoostelijke zijde verhoogd met 0,1 m. Een verhoging van het waterpeil verlaagt de korrelspanningen in de ondergrond en daarmee de sterkte. Deze memo omschrijft de invloed van de peilverhoging in deelgebieden A en B op de stabiliteit en draagvermogen van de spoorbaan. Voor deze geotechnische analyse van de peilveranderingen is geen grondonderzoek uitgevoerd. De opbouw van de ondergrond is gebaseerd op openbaar beschikbare gegevens.

Tabel 1: peilwijzigingen per deelgebied

Deelgebieden	Peilvak	Peilstijging/daling	NAP
A	03150-24	Stijging van 30 cm	Van -3,7 m naar -3,4 m
B	03150-23	Stijging van 10 cm	Van -3,7 m naar -3,6 m
C	03150-10	Stijging van 30 cm	Van -3,9 m naar -3,6 m
D	03150-34	Daling van 20 cm	Van -3,7 m naar -3,9 m
E	03150-34	Daling van 20 cm	Van -3,7 m naar -3,9 m



Figuur 1: locatie van de peilaanpassingen A tot en met E in de polder Heerhugowaard. Inclusief locatie tunnel en spoor geel gemarkeerd.

2. Technische uitgangspunten

Dit hoofdstuk omschrijft de technische uitgangspunten voor de geotechnische analyse. De specifieke uitgangspunten met betrekking tot de analyse van het draagvermogen zijn opgenomen in paragraaf *Resultaten draagvermogen* op bladzijde

2.1 Software

De onderstaande software is gebruikt voor de geotechnische analyse van de stabiliteit en het draagvermogen.

Software	Ontwikkelaar	Versie
D-Geo Stability	Deltares	18.2
D-Foundations	Deltares	19.1

2.2 Veiligheid

Conform de OVS-baanlichamen geotechniek [REF 1] is RC3 van toepassing op de beoordeling van de stabiliteit van het baanlichaam van de spoorlijn. De partiële materiaalfactoren zijn voor grenstoestand 1A en RC3 gebaseerd op de NEN9997-1 [REF 2]

Grondparameter	Partiële factor
volume gewicht	1,0
cohesie	1,6
tan ϕ	1,3

Voor bepaling van de stabiliteit van de spoorbaan dient uitgegaan te worden van de volgende belastingscombinatie [REF 1]:

1,0 G_k + 1,5 Q_{mob} = karakteristieke combinatie

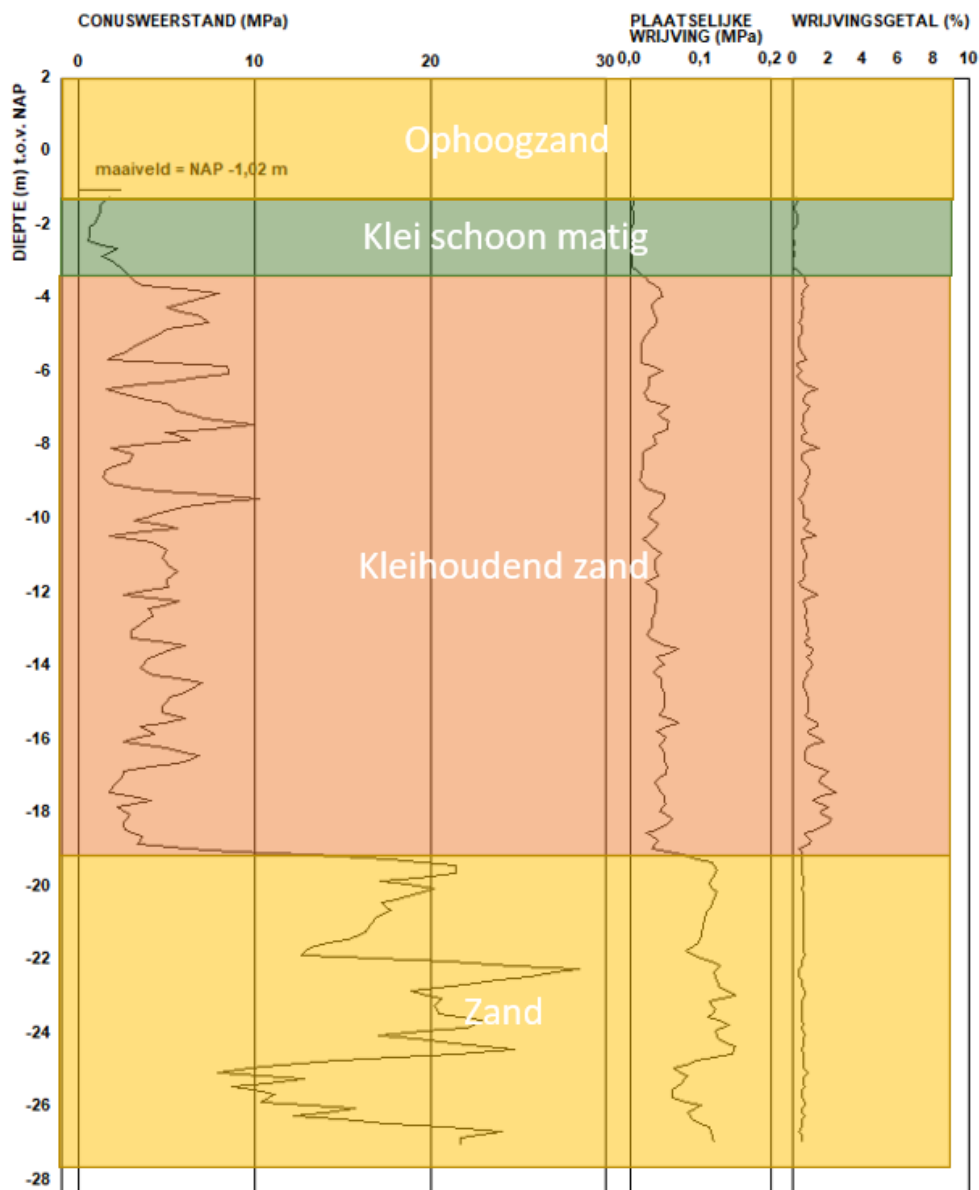
2.3 Grondopbouw

Maatgevende grondopbouw is gebaseerd op de rapportage Geotechnische analyse Klimaatrobuuste polder [REF 3]. In Figuur 2 zijn de beschikbare sonderingen uit het Dinoloket weergegeven. Uit de sonderingen blijkt dat de toplaag voornamelijk bestaat uit kleiige zandlagen. Deze laag is bekend als het Wadzand-pakket. Het Pleistocene zand komt voor vanaf een diepte van circa NAP-20 m.

Sondering CPT000000043764 is beschouwd als maatgevende sondering. De opbouw van de ondergrond is weergegeven in Figuur 3 en Tabel 2. De dikte van het baanlichaam van het spoor is niet bekend. Hiervoor is aangenomen dat het zandlichaam een dikte heeft van circa 0,5 m tot 1,0 m, dit is een conservatieve aanname. Er is geen grondonderzoek ter plaatse van het spoor beschikbaar waardoor dus onbekend is wat de exacte dikte is van het zand onder het spoor.



Figuur 2: locatie sonderingen Dinoloket



Figuur 3: maatgevende sondering CPT000000043764

Tabel 2: schematisatie sondering CPT000000043764

Grondlaag	Diepte van [m NAP]	Diepte tot [m NAP]	Dikte laag [m]
Ophoogzand (spoorbaan)	-0,6 (maaiveld)	-1,5	0,5 – 1,0
Klei, schoon matig	-1,2	-3,3	2,1
Zandig klei (klei houdend zand)	-3,3	-19,1	15,8
Zand	-19,1	Einde sondering	-

2.4 Grondparameters

De gehanteerde grondparameters zijn weergegeven in Tabel 3 conform NEN9997-1 [REF 2].

Tabel 3: Grondparameters conform NEN 9997-1 [REF 2]

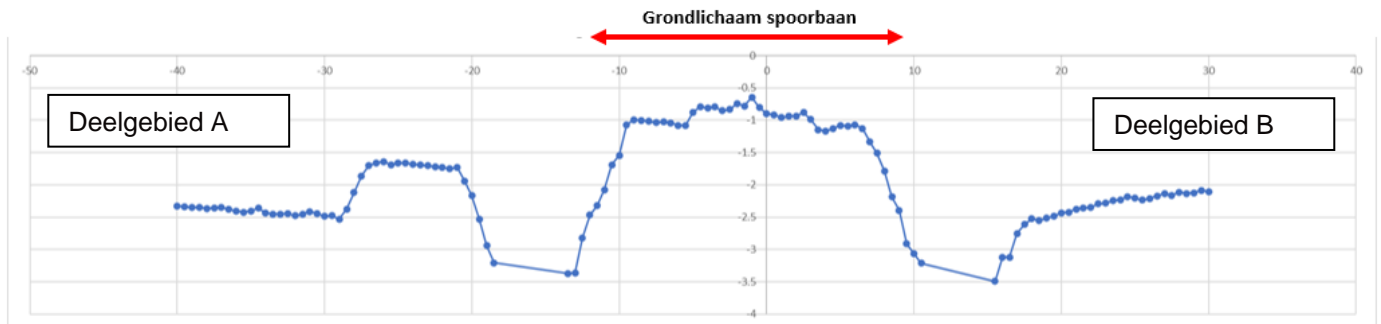
Grondlaag	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ [-]
Ophoogzand	18,0	20,0	0	35,0
Klei	17,0	17,0	5,0	17,5
Zandig klei (klei houdend zand)	18,0	18,0	0	27,0
Zand	18,0	20,0	0	35,0

2.5 Geometrie

De geometrie van de spoorbaan is ingeschat op basis van het Actuele Hoogtebestand (AHN4). Er zijn geen inmetingen beschikbaar van de spoorbaan zelf. In Figuur 4 is een bovenaanzicht gegeven van het traject, met in het rood de locatie van de maatgevende geometrie. De spoorbaan heeft op deze locatie het steilste talud en een hoge kruin. Ondanks dat op deze locatie het waterpeil aan de oostzijde niet wordt verhoogd, is dit wel meegenomen in de stabiliteitsanalyses omdat de hoogtegegevens te summier zijn. Dit betreft een conservatieve aanname. In Figuur 5 is het dwarsprofiel van de maatgevende geometrie weergegeven. Voor de dimensie van de sloten is de legger van HHNK geraadpleegd.



Figuur 4: bovenaanzicht deelgebied A - locatie maatgevende geometrie (rood)



Figuur 5: maatgevende geometrie spoorbaan

2.6 Waterpeil

In de onderstaande tabel zijn de waterpeilen gegeven die gelden voor deelgebieden A en B. Vooralsnog is in deze fase de opbolling van de grondwaterstand tussen de sloten aan beide zijden van het spoor niet meegenomen.

Tabel 4: Waterpeilen deelgebieden

Deelgebied	Huidig peil [m NAP]	Nieuw peil [m NAP]
A	-3,7	-3,4
B	-3,7	-3,6

2.7 Belasting

Op de spoorbaan is voor de permanente belasting uitgegaan van $12,5 \text{ kN/m}^2$ voor de bovenbouwconstructies [REF 1]. Voor de variabele spoorbelasting is 52 kN/m^2 gehanteerd over $3,0 \text{ m}$ per spoor.

De belastingspreiding door het grondlichaam bedraagt 26° en voor de consolidatiegraad als gevolg van mobiele belastingen voor grondlagen onder de grondwaterstand is 0% aangehouden [REF 1].

3. Resultaten geotechnische analyse

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de geotechnische analyse weergegeven.

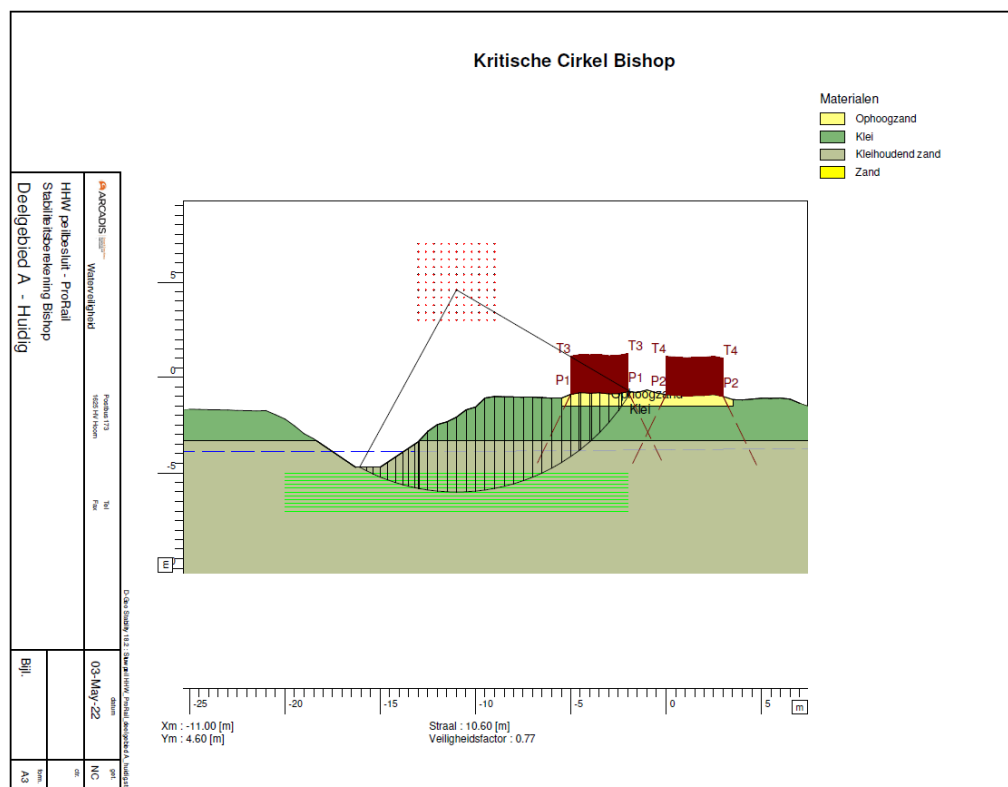
3.1 Resultaten stabiliteitsanalyse

Voor de stabiliteitsanalyse is het programma D-Geo Stability gebruikt met rekenmodel Bishop. De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 5. Uit de berekeningen volgt dat de verhoging van de waterpeilen leidt tot een lichte afname van de veiligheid tegen afschuiven. Uit de verkennende berekeningen blijkt overigens dat het baanlichaam ook in de huidige situatie niet lijkt te voldoen aan de vereiste veiligheidsfactor. Lokaal grondonderzoek in combinatie met hoogtemetingen is noodzakelijk om na te gaan wat de meest realistische veiligheidsfactor is in de huidige situatie. Op basis hiervan kan vastgesteld worden of een peilverhoging kan leiden tot een kritische situatie van het baanlichaam.

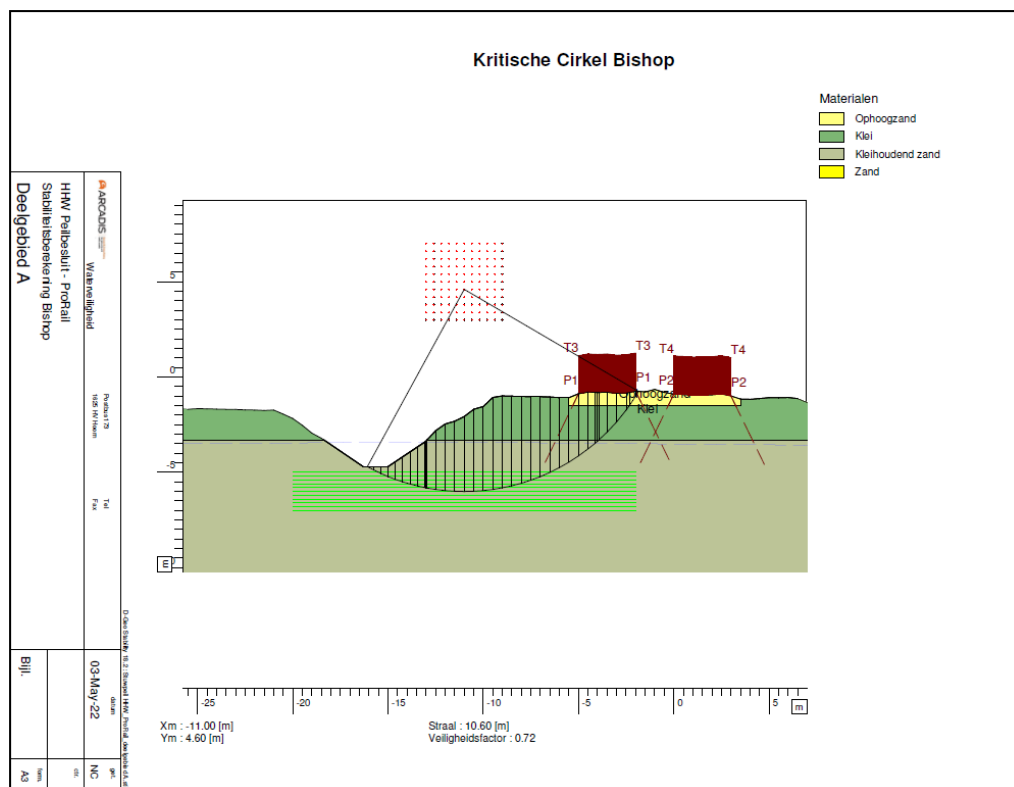
Tabel 5: resultaten stabiliteitsanalyse

Som	Waterpeil [m NAP]	Vereiste veiligheidsfactor	Veiligheidsfactor Bishop	Relatieve afname
Deelgebied A (huidig*)	-3,7	1,00	0,77	N.v.t.
Deelgebied A (nieuwe peil)	-3,4	1,00	0,72	0,94
Deelgebied B (huidig*)	-3,7	1,00	0,74	N.v.t.
Deelgebied B (nieuwe peil)	-3,6	1,00	0,71	0,96

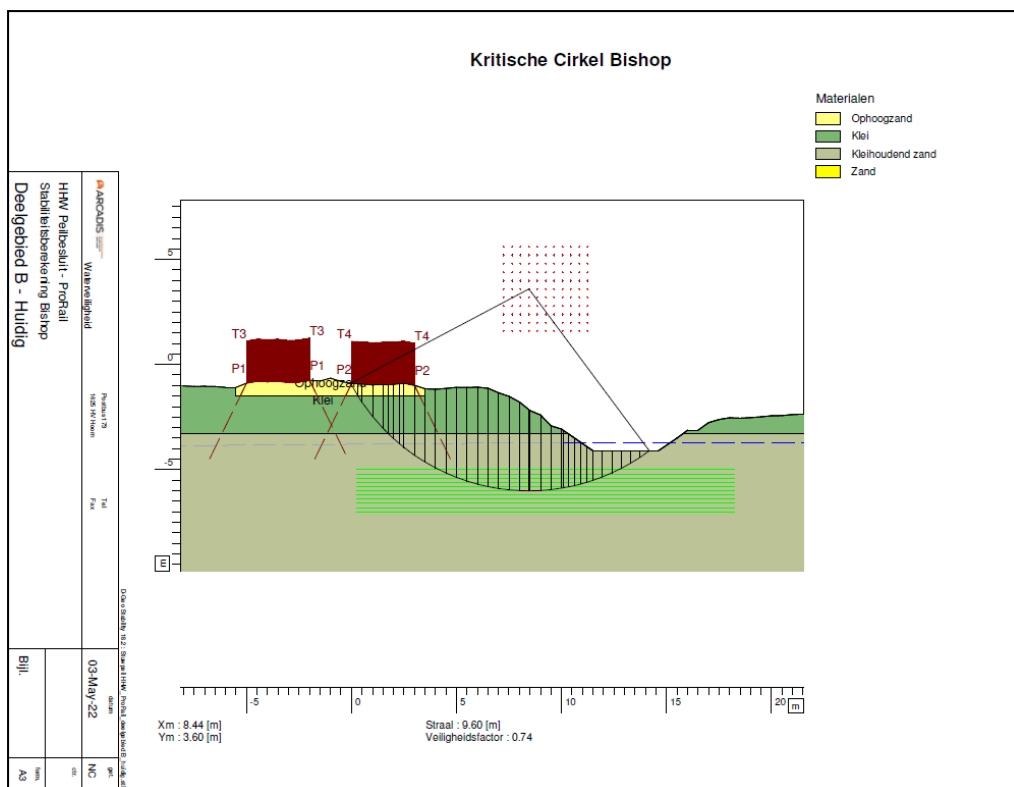
*: huidig is bestaande situatie.



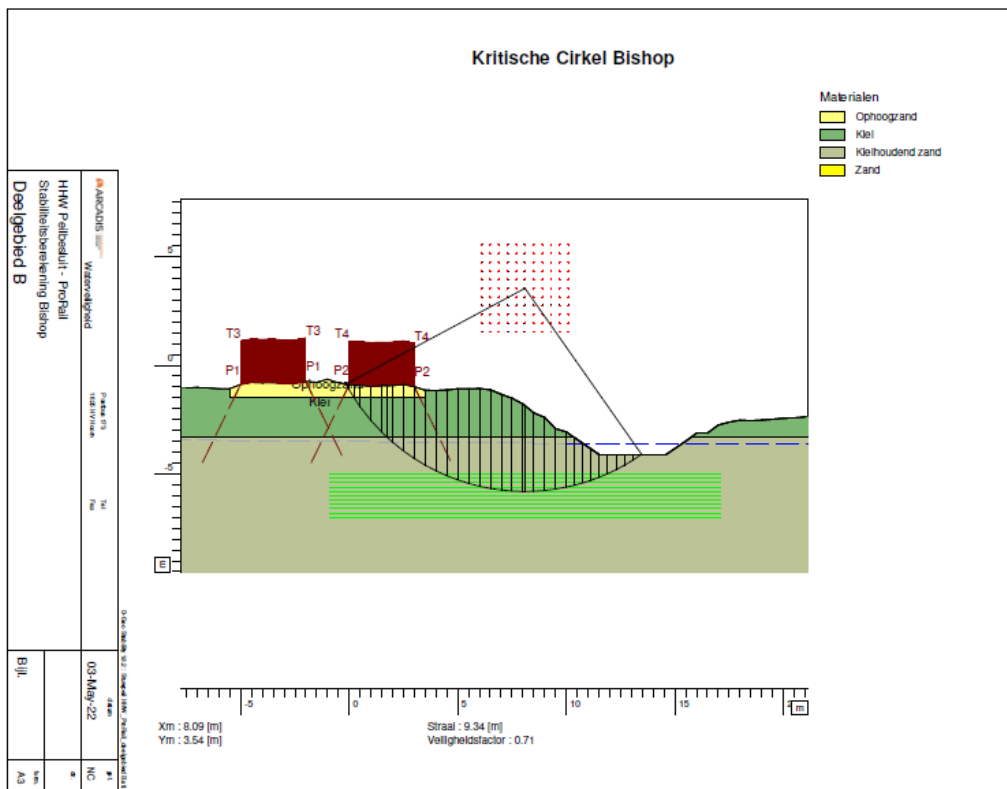
Figuur 6: resultaten D-Geo Stability - deelgebied A (huidig)



Figuur 7: resultaten D-Geo Stability - deelgebied A



Figuur 8: resultaten D-Geo Stability - deelgebied B (huidig)



Figuur 9: resultaten D-Geo Stability - deelgebied B

3.2 Resultaten draagvermogen

Voor de berekeningen van het draagvermogen zijn de uitgangspunten gebruikt die zijn omschreven in Tabel 6.

Tabel 6: uitgangspunten D-Foundations berekening

Uitgangspunt		Omschrijving
Programmatuur		D-Foundations (v19.1)
Type fundering		Stripfundering van 3,0 m breed
Belasting	SLS	193,5 kN
	ULS	271,5 kN
Berm	Breedte	3,0 m
	Lengte	5,0 m
	Hoogte	3,0 m
Waterpeil	Huidig	NAP -3,7 m
	Nieuw	NAP -3,7 m

Er zijn in totaal twee draagkrachberekening gemaakt, onder te verdelen in:

- Huidig peil.
- Nieuw peil.

Uit beide berekeningen volgt dat de draagkracht in gedraineerde - en ongedraineerde toestand voldoet aan de vereiste veiligheid, zie Tabel 7 en Tabel 8. De stabiliteit van de spoorbaan voldoet niet, maar deze is gecontroleerd in D-Geo Stability, zie paragraaf 3.1. De berekening met het nieuwe peil voldoet niet op pons. De controle berekening met het huidige peilniveau (NAP -3,7 m) lijkt ook niet te voldoen op pons. Lokaal grondonderzoek is noodzakelijk om deze uitkomst te toetsen en om te bepalen of de pons werkelijk kritisch is.

Tabel 7: resultaten verticale draagkracht, ongedraineerde situatie

Som	Berekeningsgeval	Belasting V_d [kN]	Draagkracht R_d [kN]	Resultaat
Huidig peil	Geval C	331,15	1083,84	Voldoet
Nieuw peil	Geval C	331,15	1083,84	Voldoet

Tabel 8: resultaten verticale draagkracht, gedraineerde situatie

Som	Berekeningsgeval	Belasting V_d [kN]	Draagkracht R_d [kN]	Pons V_d	Pons R_d	Resultaat
Huidig peil	Geval C	271,50	281,73	331,15	0,00	Voldoet niet
Nieuw peil	Geval C	271,50	278,40	331,15	0,00	Voldoet niet

Conclusie & aanbevelingen

Stabiliteit wordt beperkt beïnvloedt door de invloed van de peilverhoging. Lokaal grondonderzoek in combinatie met hoogtemetingen is noodzakelijk om na te gaan wat de meest realistische veiligheidsfactor is in de huidige situatie. Op basis hiervan kan vastgesteld worden of een peilverhoging kan leiden tot een kritische situatie van het baanlichaam. Zodra het lokaal grondonderzoek is uitgevoerd kan tevens de opbolling van de waterstand in het baanlichaam realistisch worden meegenomen.

De draagkracht van het baanlichaam lijkt zowel te voldoen in de gedraineerde situatie als in de ongedraineerde situatie. De draagkracht wordt beperkt beïnvloedt door de invloed van de peilverhoging. Lokaal grondonderzoek is noodzakelijk om deze uitkomst te toetsen en of de pons in werkelijkheid kritisch is.

Geadviseerd wordt om handboringen te doen in het baanlichaam van het spoor om de opbouw van het baanlichaam te bepalen. Tevens wordt er geadviseerd om sonderingen te doen naast het spoor om inzicht te krijgen in de diepere opbouw van de grond.

Referenties

- [REF 1]. Ontwerpvoorschrift Baanlichaam en Geotechniek, ProRail, OVS00056-7.1, versie: 004, d.d. 01-12-2016
- [REF 2]. NEN9997-1, Geotechnisch ontwerp van constructies, d.d. 11-2017
- [REF 3]. Geotechnische analyse klimaatrobuuste polder, Arcadis, d.d. 22-03-2022

**Bijlage D Memo ter toelichting aanvullende berekening effect peilverhoging op
draagkracht, onderdeel pons, op het spoor**

ONDERWERP

Klimaat robuuste polder Heerhugowaard - Aanvullingen geotechnische analyse

ONZE REFERENTIE

D10056750:11

DATUM

12 augustus 2022

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. Hierdoor verandert het watersysteem ten noorden van de toekomstige tunnel en zal het waterpeil in een aantal zones verhoogd worden. In [Naam rapportage] is een analyse uitgevoerd wat de invloed is van de peilverhoging op verschillende geotechnische aspecten. Voor sommige onderdelen hiervan is extra informatie beschikbaar gekomen en/of zijn aanpassingen in berekeningen gedaan. In deze memo is ingegaan op de invloed van de nieuwe informatie op eerdere analyses en de aangepaste berekeningen.

Partiele factoren

In de hoofdrapportage zijn de resultaten van stabiliteitsberekeningen gepresenteerd om de invloed van de peilverhoging op de stabiliteit van het baanlichaam van het spoor te beoordelen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd op basis van partiële factoren welke van toepassing zijn voor nieuwbouw, conform OVS00056-7.1. Deze situatie kan gezien worden als dient hierbij gebruik gemaakt te worden van andere partiële materiaal en belasting factoren. . In Tabel 1 zijn de partiële materiaalfactoren gegeven voor beide situaties.

Tabel 1: Partiele factoren nieuwbouw en verbouw

Partiele factoren	Nieuwbouw	Verbouw
Volume gewicht	1,0	1,0
Cohesie	1,6	1,45
Tan ϕ	1,3	1,25

Voor de bepaling van de stabiliteit van de spoorbaan dient rekening gehouden te worden met volgende belastingcombinaties voor nieuwbouw en verbouw.

Karakteristieke combinatie nieuwbouw = $1,0 Q_{k;rep} + 1,5 Q_{mob;rep}$

Karakteristieke combinatie verbouw = $1,0 Q_{k;rep} + 1,3 Q_{mob;rep}$

Stabiliteit berekening

In de hoofdrapportage voldeed de huidige en nieuwe situatie niet voor stabiliteit van de spoorbaan. Ook had de nieuwe situatie, inclusief peilverhoging, een iets lagere veiligheid dan in de huidige situatie. Echter is bij deze berekeningen niet meegenomen dat de situatie na peilverhoging mag worden berekend met de normen voor verbouw. Wanneer deze normen worden toegepast, is de stabiliteitsfactor, benaderd als nieuwbouw, hoger dan in de huidige situatie (berekend als nieuwbouw), zie Tabel 2.

Tabel 2: Berekende veiligheid stabiliteit spoor

Gebied			Veiligheid
A	Huidige situatie	Nieuwbouw	0,70

B	Nieuwe situatie	Verbouw	0,74
	Huidige situatie	Nieuwbouw	0,69
	Nieuwe situatie	Verbouw	0,75

Draagvermogen (punch berekening)

In de hoofdrapportage is aangegeven dat deze niet leek te voldoen aan het mechanisme “punch” (“doorponsen”). In de D-foundations berekening werd geen weerstand aan de onderliggende kleilaag toegekend. Met een handberekening is toen aangetoond dat de weerstand in de onderliggende kleilaag voldoende is om ook te voldoen aan doorponsen. Er is ook contact geweest met Deltares om duidelijkheid te krijgen over de uitkomst van de berekening. Hieruit volgde dat het talud naast de spoorbaan te stijl was om punch te kunnen uitrekenen in D-foundations. Doordat de stabiliteit al met D-stability is gecontroleerd en het draagvermogen voldoet met het talud, is voor de toetsing van punch het talud verwijderd uit de som. Er volgt vervolgens een weerstand van 807 kN tegen punch. Dit ligt ruim boven de aandrijvende kracht.

3.2.2 Vertical Bearing Capacity, Drained Situation

Found elem. name	Calc. case	Vd [kN]	Rd [kN]	Vd (Punch) [kN]	Rd (Punch) [kN]	Result of verification
1	Case C	271,50	881,01	331,15	806,76	PASSED

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

Bijlage E Geotechnische analyse effect peilopzet op stabiliteit spoorbaan

ONDERWERP

Klimaatrobuuste polder - Opties damwanden o.b.v. stabiliteit spoorbaan na peilverhoging

PROJECTNUMMER

30109237

DATUM

25 oktober 2022

ONZE REFERENTIE

D10058008:26

VAN

AAN

KOPIE AAN

Inleiding

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. Deze peilverhoging is onderdeel van het project Klimaatrobuuste Polder van de gemeente Dijk & Waard. De spoorlijnen zijn in beheer van ProRail. Naast het effect op de spoorlijnen zijn twee opties doorgerekend als beheersmaatregel voor de peilopzet, indien noodzakelijk. Bij de eerste optie is gekeken naar de maatregel (damwand) waarbij de huidige veiligheid gehandhaafd blijft bij de voorgenomen peilopzet. Als tweede optie is geanalyseerd welke maatregel noodzakelijk is om een veiligheidsfactor van minimaal 1,0 te behalen, indien noodzakelijk. Het Hoogheemraadschap heeft aangegeven dat als beheersmaatregel een damwand (beschoeiing) de voorkeur heeft.

In een voorgaande rapportage zijn 2 doorsneden doorgerekend, doorsnede A en B [1]. Doorsnede B is nu onderverdeeld in 3 doorsneden, omdat dit gedeelte verschillende situaties kent, zie Figuur 1. Daarnaast is bekend geworden dat ProRail in 2015 over een gedeelte van het traject (bij doorsnede B3) aan de OZ-zijde een beschoeiing heeft geplaatst, omdat het talud onderuit aan het schuiven was. Voor elke doorsnede is de veiligheid bepaald en welke beheersmaatregelen eventueel nodig zijn om de effecten van de voorgenomen peilwijzigingen te beheersen. Alleen in het geval van nieuwe of aangepaste uitgangspunten, zijn deze in deze memo specifiek vermeld. Het effect van de waterstandsverhoging op de draagkracht van het spoor is in de eerdere rapportage en een aanvullende memo behandeld [1], [2].



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]	Partiele herziening peilbesluit Heerhugowaard, Arcadis, D10048700, d.d. 11-7-2022
[2]	Klimaat robuuste polder Heerhugowaard - Aanvullingen geotechnische analyse, Arcadis, D10058008:26, d.d. 12-08-2022
[3]	Ontwerpvoorschrift Baanlichaam en Geotechniek, ProRail, OVS00056-7.1, Versie: 004, d.d. 01-12-2016
[4]	CUR162 – Construeren met grond, d.d. 11-1992
[5]	NEN9997-1, Geotechnisch ontwerp van constructies, d.d. 11-2017
[6]	Richtlijn beoordelen constructieve veiligheid bestaande baanlichamen, ProRail, RLN00414-1, versie 001
[7]	Netverklaring 2022, ProRail, T20180019-117460140-1690, versie 1.0
[8]	Situatietekening inclusief dwarsprofielen Baanvak Noord-Heerhugowaard, Talud herstellen en beschoeiing aanbrengen, Movares, C30-HSC-AU-1500005, Versie 0.2, d.d. 02-02-2015
[9]	Tekening Stuwen en duikers Klimaat robuuste polder HHW, Arcadis, KLP-NW-01, versie:14, 18-02-2022

Veiligheidsfilosofie

Conform de OVS-baanlichamen is RC3 van toepassing op de beoordeling van de stabiliteit van het baanlichaam van de spoorlijn [3] en zijn partiële factoren voor verbouw gebruikt conform de RLN414 [6].

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 karakteristiek belastingcombinatie [6]: 1,0 $Q_{k;rep}$ + 1,3 $Q_{mob;rep}$

Grondopbouw

De gehanteerde grondparameters in de stabiliteitsberekening zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Grondparameters stabiliteitsberekening conform NEN 9997-1[5]

	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 (wadzand)	18,0	18,0	0	27,0

Waterstanden

In Tabel 2 zijn de huidige en nieuwe waterstanden per doorsnede weergegeven. Onder het spoor wordt er nog 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

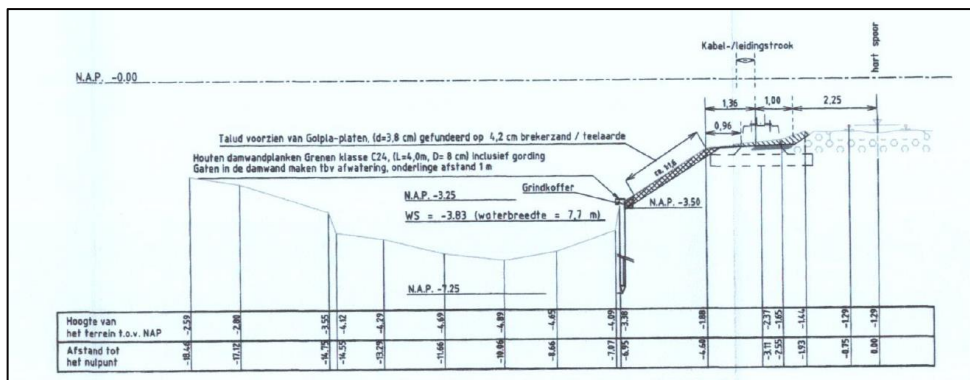
B1	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,6m
B2	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,6m	NAP -3,6m
B3	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,7m	NAP -3,6m

Belastingen

Op de spoorbaan is voor de permanente belasting uitgegaan van 12,5 kN/m² voor de bovenbouwconstructies [3]. 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 [7]. Van de 2^e spoorbaan vanaf de sloot gezien mag de mobiele belasting verlaagd worden naar 80%[3]. Voor de grondlagen onder de grondwaterstand dient uitgegaan te worden van een consolidatiegraad van 0% als gevolg van de mobiele belasting [3].

Beschoeiing

De geplaatste beschoeiing ter plaatse van de doorsnede B3 bestaat uit houten damwanden tot een diepte van NAP - 7,25m, zie Figuur 2.

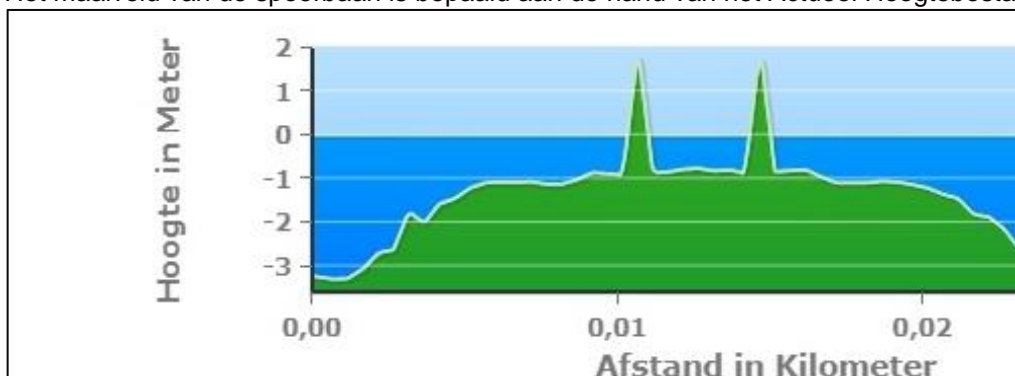


Figuur 2: Ontwerp beschoeiing [8]

Profiel doorsneden

Spoor

Het maaiveld van de spoorbaan is bepaald aan de hand van het Actueel Hoogtebestand, zie Figuur 3.



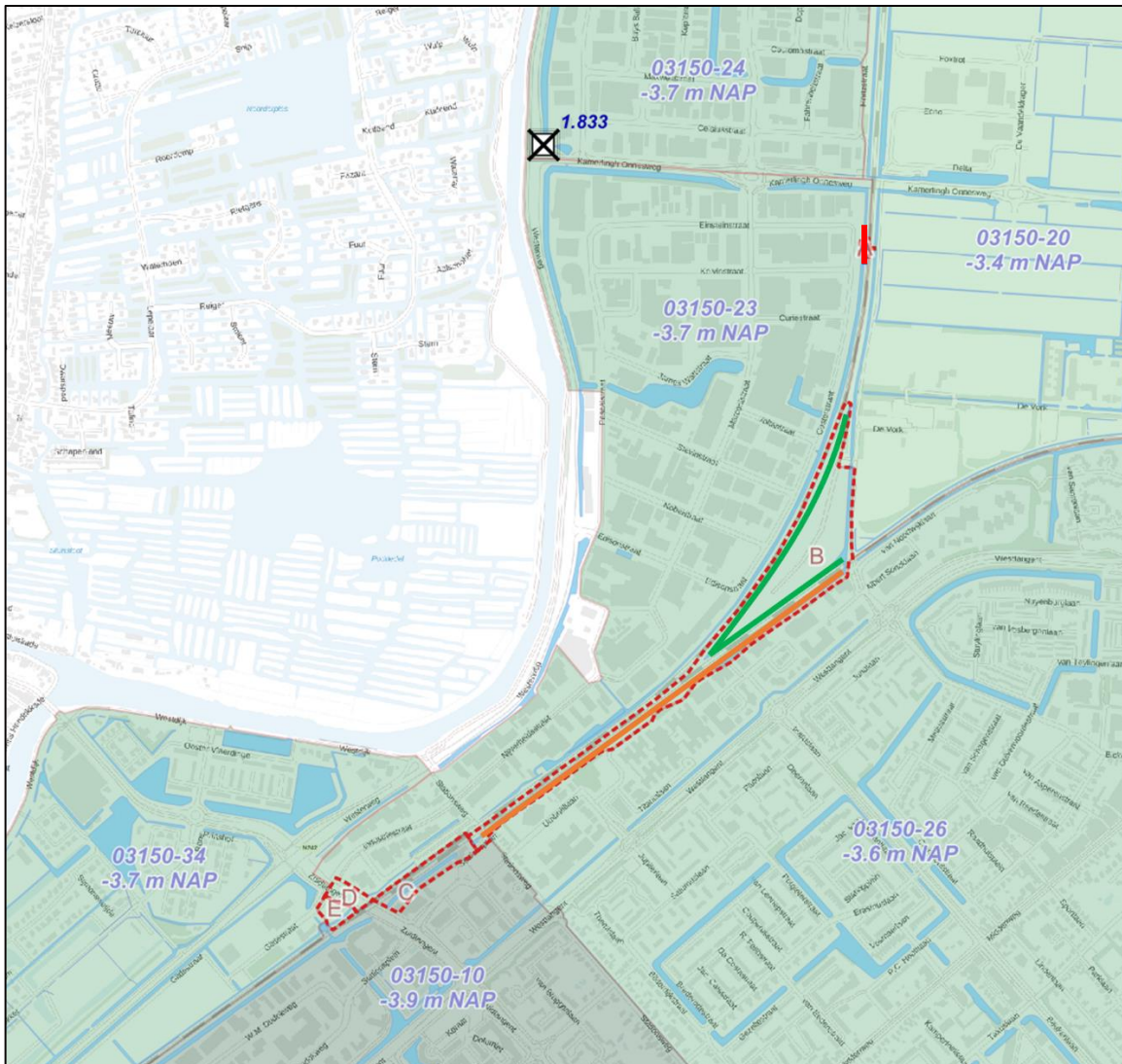
Figuur 3: Lengteprofiel maaiveld spoorbaan

Watergangen

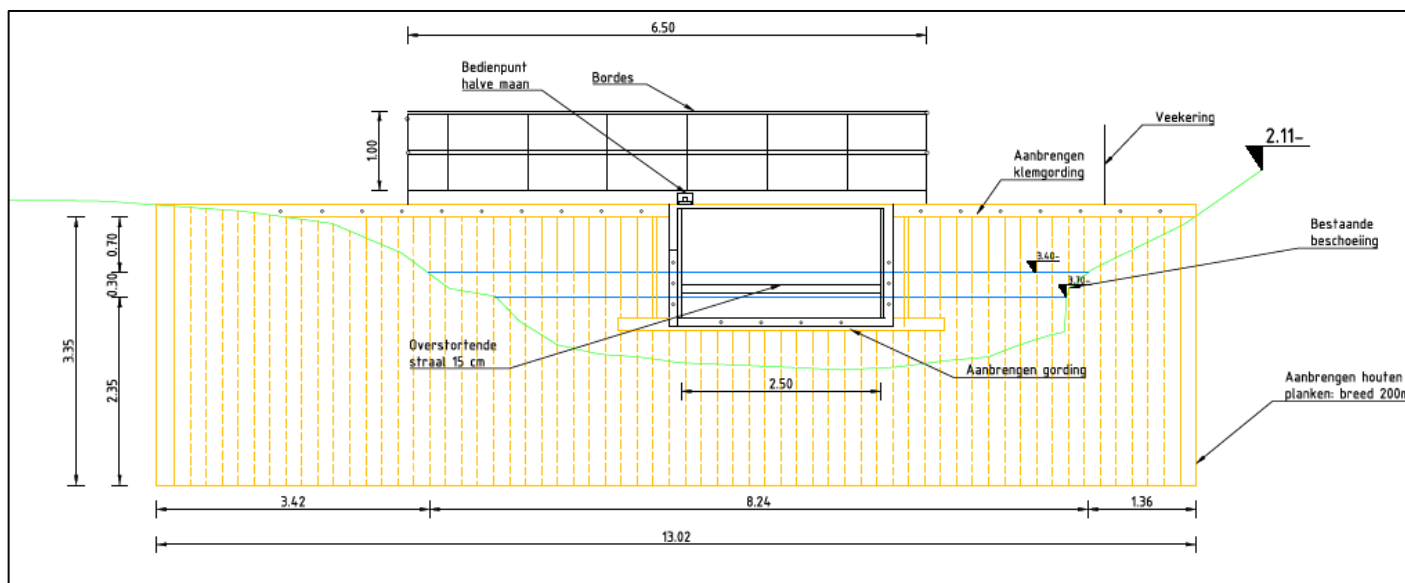
Voor de bepaling van het profiel van de watergangen zijn uit verschillende tekeningen en databases gegevens betrokken. Binnen de gebieden van de peilverhogingen zijn de sloten onderverdeeld in 3 trajecten waarvoor het profiel is bepaald, zie Figuur 4.

- Bij doorsnede A worden nieuwe stuwen gebouwd en hiervoor is de sloot ingemeten, zie Figuur 4. Het profiel van de "rode" sloot aan de westkant van het spoor bij A is hierop gebaseerd.
- Het profiel van de "oranje" sloot is bepaald aan de hand van de doorsnede met het ontwerp van de beschoeiing in Figuur 2.

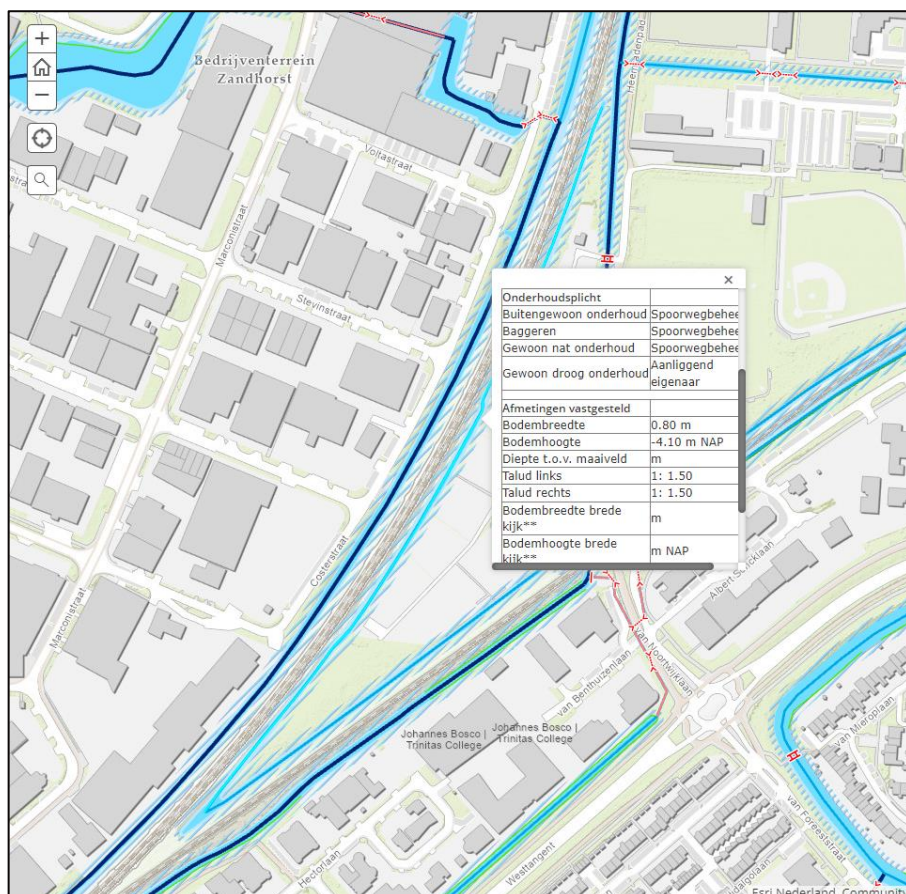
- Voor de “groene” sloot is gebruik gemaakt van de legger van Hoogheemraadschap Hollandse Noorderkwartier, zie Figuur 6.



Figuur 4: Onderverdeling slootprofielen



Figuur 5: Profiel van de in figuur 4 aangegeven "rode" sloot ter hoogte van doorsnede A.



Figuur 6: Legger profiel "groene" sloot voor doorsnede B1.

Berekeningen

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 is in de huidige situatie (kolom 2, Tabel 3) en is beschouwd wat de stabiliteitsfactor is als gevolg van de aanpassingen van het waterpeil (kolom 3, Tabel 3). In het geval van een lagere stabiliteitsfactor en welke kleiner is dan 1,0 is nagegaan wat de minimale lengte van de damwand dient te zijn bij een aanpassing van het waterpeil om:

- De huidige veiligheid te handhaven (zie kolom 4, Tabel 3) en om;
- Op een minimale veiligheidsfactor uit te komen van 1,0 (zie kolom 5, Tabel 3).

Bij de handhaving van de huidige veiligheid zijn wij voor de sterkte uitgegaan van het type damwand zoals ontworpen door ProRail voor doorsnede B3. Voor de situatie waarbij uitgegaan is van een minimale veiligheid van 1,0 is een sterkteberekening gemaakt op basis van D-Sheet Piling om de dikte en sterkte van de damwand te bepalen.

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

Resultaten stabiliteitsberekeningen

Uit de berekeningen volgt dat doorsnede A, B2 en B3 niet voldoen in de uiterste grenstoestand (UGT) aan de veiligheidseis van 1,0 in huidige en nieuwe situatie. Er volgt ook uit dat de veiligheidsfactor 1 tot 2 procent lager wordt door de verhoging van het waterpeil, behalve wanneer er al een damwand aanwezig is (doorsnede B3).

Doorsnede B1 (geldt voor de gehele groene lijn in figuur 4) voldoet zowel in de huidige als nieuwe situatie. Bij deze doorsnede is de sloot een stuk minder breed en diep dan bij de overige doorsnedes. Ook ligt de sloot verder van het spoor vandaan.

Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt dat de aangebrachte damwand (aangebracht tot NAP -7,25m) ter plaatse van doorsnede B3 niet lang genoeg is. Strikt genomen zou deze iets langer moeten zijn. Vooralsnog gaan wij ervanuit dat deze damwand niet vervangen wordt, gezien het feit dat deze in 2015 door ProRail geplaatst is en de veiligheidsfactor in de nieuwe situatie gelijk blijft op 0,78 (zie Tabel 3).

Voor de doorsnedes die niet voldoen, zijn beheersmaatregelen vastgesteld. Doordat er langs een deel van het spoor al de in 2015 door ProRail houten damwand is geplaatst, wordt voor de andere locaties ook voorgesteld een houten damwand te plaatsen indien dit technisch uitvoerbaar is. Per doorsnede is beschouwd welke lengte de damwand dient te hebben om de huidige veiligheid te borgen en welke maatregel noodzakelijk is om uit te komen op een veiligheidsfactor van 1,0. Voor doorsnede B3 zijn geen beheersmaatregelen bepaald.

Tabel 3: Berekende veiligheid per doorsnede en de benodigde beheersmaatregelen op basis van stabiliteit

Doorsnede	Veiligheid		Benodigde diepte damwand	
	Huidige situatie	Nieuwe situatie	Behoud veiligheid	Verbeteren veiligheid naar $F_s = 1,0$
A	0,89	0,87	NAP -6,0m	NAP -7,25m
B1	1,13	1,11	n.v.t.	n.v.t.
B2	0,69	0,68	NAP -6,0m	NAP -8,0m
B3	0,78	0,78	n.v.t.	n.v.t.

Resultaat sterkteberekeningen

De sterkte en dikte van de benodigde damwand is gecheckt met D-Sheet Piling. Hierbij is ook uitgegaan van RC3 en zijn de volgende 3 situaties beschouwd:

- Handhaving huidige stabiliteit: damwand gebaseerd op stabiliteitsberekening en dikte en sterkte conform ontwerp ProRail;
- Veiligheidsfactor 1,0 incl. toetsing op sterkte en dikte, waarbij uitgegaan van drainage incl. grindkoffer direct achter de damwand met op regelmatige afstand openingen in de damwand;
- Veiligheidsfactor 1,0 incl. toetsing op sterkte en dikte zonder drainage voorzieningen waarbij uitgegaan is dat de maximale opbolling achter de damwand 0,5m hoger is dan het waterpeil in de watergang.

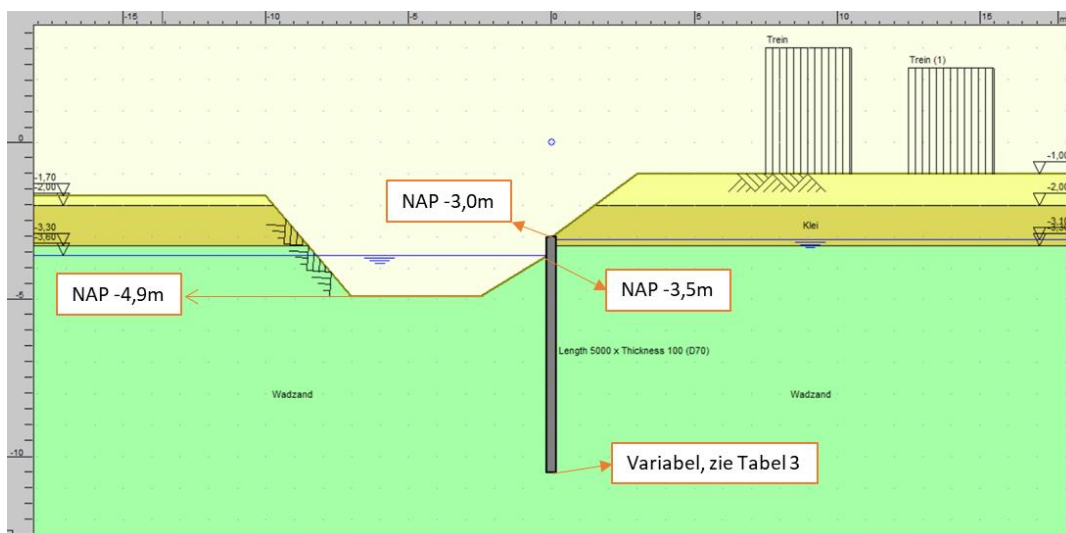
Voor de berekening van de sterkte om aan een veiligheid van 1,0 te voldoen is alleen de maatgevende doorsnede B2 getoetst. Deze doorsnede heeft de laagste veiligheidsfactor. In deze doorsnede moet de damwand minimaal tot een diepte van NAP -8,0m aangebracht worden om te voldoen aan stabiliteit. De resultaten van de berekening zijn samengevat in Tabel 4. Uit de sterkteberekeningen blijkt dat een grotere diepte noodzakelijk is in verband met de minimale sterkte.

Tabel 4: Benodigde beheersmaatregelen per doorsnede

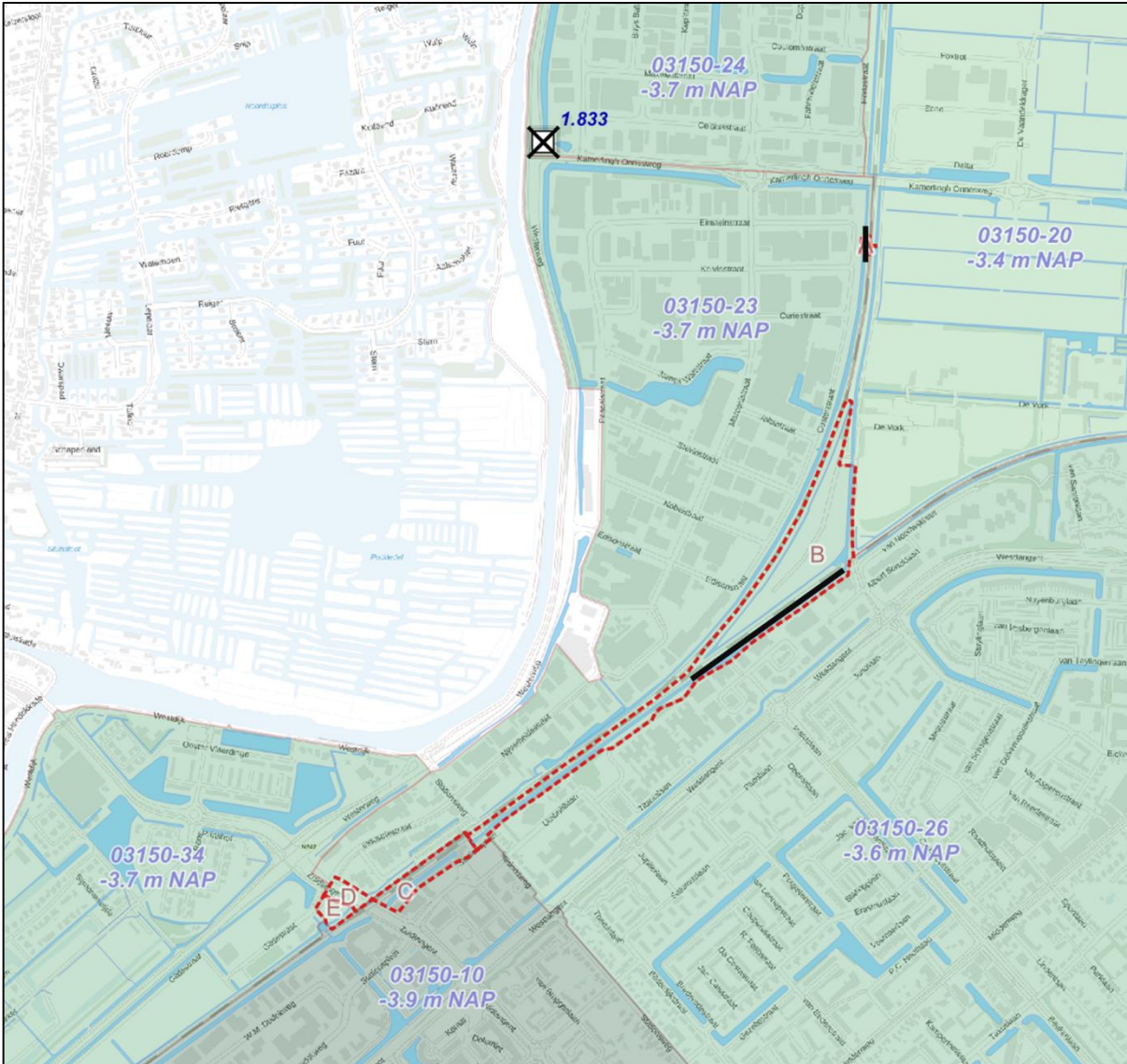
Doorsnede	Benodigde eigenschappen damwand			Locatie in figuur 4 te plaatsen damwand
	Behoud huidige veiligheid	Veiligheidsfactor 1,0 incl. drainage	Veiligheidsfactor 1,0 excl. drainage	
A	Diepte: NAP -6,0m Ontwerp: conform ProRail (C24, 80 mm dik)	Diepte: NAP -9,0 m Hout: D60, 80 mm dik	Diepte: NAP -10,0m Staal: AZ12-700 (S240)	Rood
B1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
B2	Diepte: NAP-6,0m Ontwerp: conform ProRail (C24, 80 mm dik)	Diepte: NAP -9,0 m Hout: D60, 80 mm dik	Diepte: NAP -10,0m Staal: AZ12-700 (S240)	Oranje
B3	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.

Noot: de aangegeven diepte onder "Behoud huidige veiligheid" is kleiner dan het ontwerp van ProRail (NAP -7,25m). Echter deze lengte voldoet niet aan de minimale sterkte en dikte bij een veiligheidsfactor van 1,0. Een lagere veiligheid kan niet aangehouden worden in D-Sheet.

Uitgangspunt bij het ontwerp is een hoogte van de damwand van NAP -3,0m (Figuur 7). Voor de slootbodem direct voor de damwand is uitgegaan van een niveau van NAP -3,5m en een talud van 1:1,8. In Figuur 8 is de locatie van de te plaatsen damwanden schetsmatig weergegeven op de kaart. De gekozen damwand bij doorsnede B2 moet aansluiten op de bestaande damwand van doorsnede B3 (in 2015 door ProRail aangebracht).



Figuur 7: D-sheet pilling model



Figuur 8: Locatie te plaatsen beschoeiingen. De zwarte lijn in deelgebied B betreft $\pm 550\text{m}$. De zwarte lijn in deelgebied A betreft $\pm 30\text{m}$. In totaal dient er dus ongeveer 580m beschoeiing aangebracht te worden.

Bijlage F Aanvullende berekeningen op stabiliteit spoorbaan locatie A en B2

ONDERWERP

Aanvullende stabiliteitsberekeningen locatie A en B2

ONZE REFERENTIE

4NCQH7XQPHTR-842118273-67:1.0

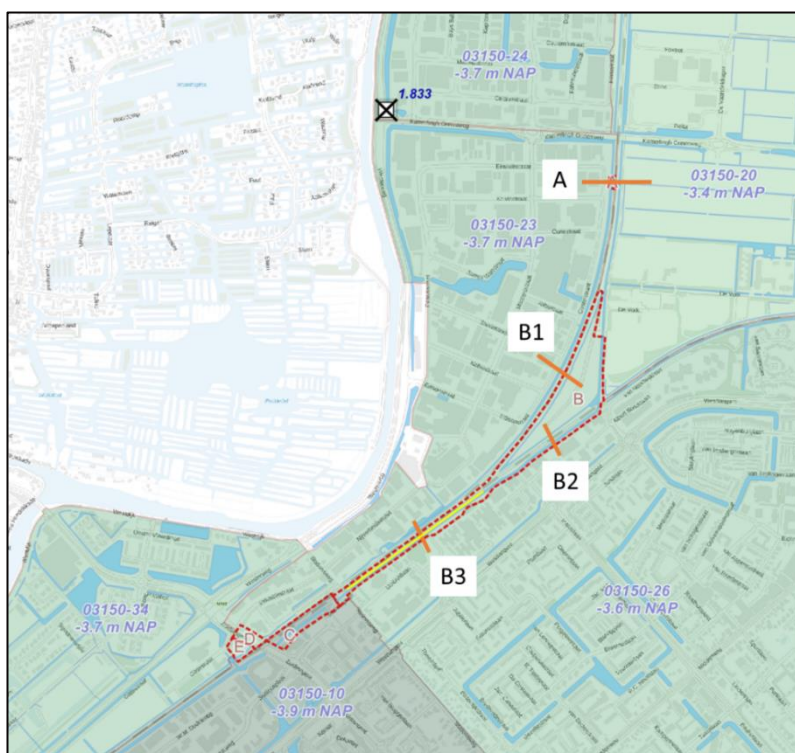
DATUM

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 slootbodembodem 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

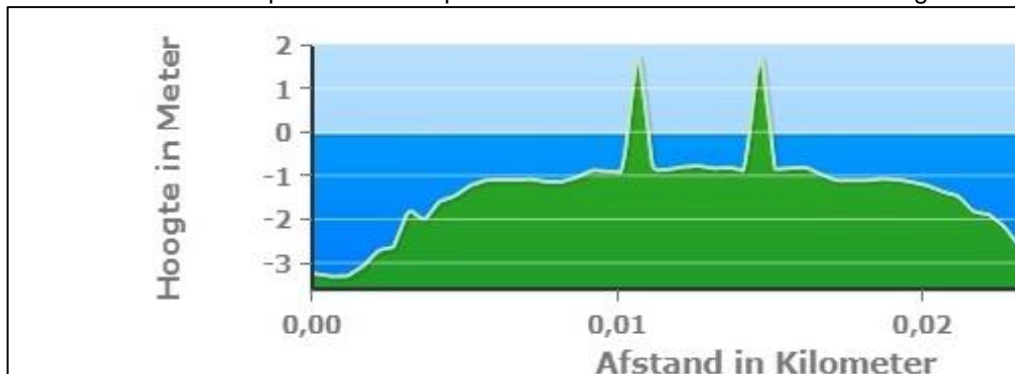
Belastingen

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:

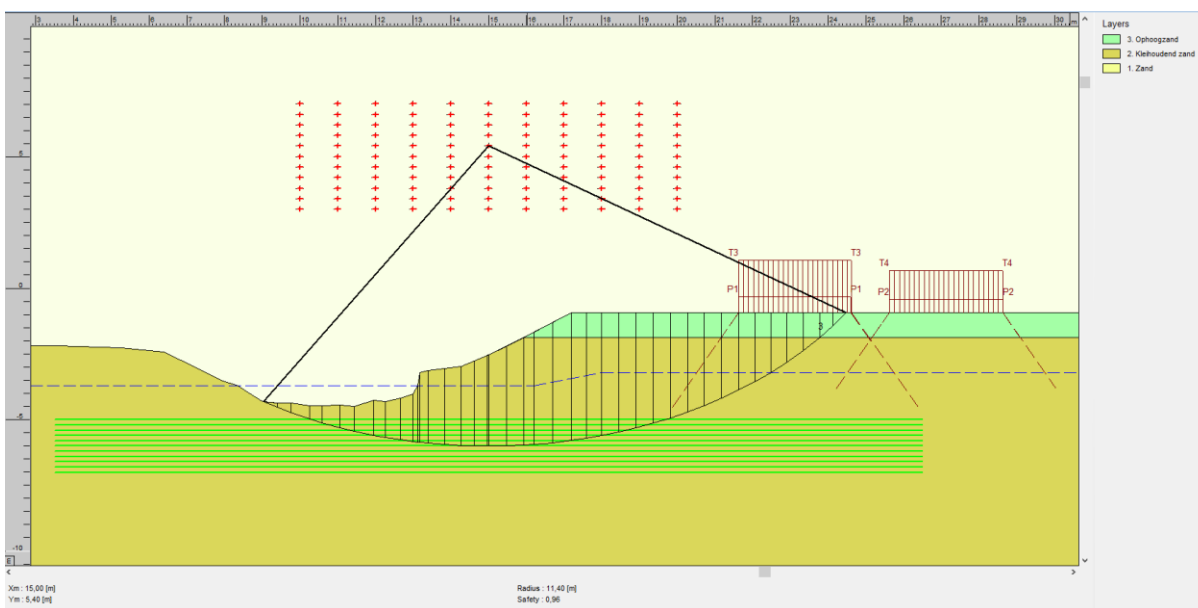
- Locatie A: plaatsen van een damwand als beschoeiing om een stabiliteitsfactor van 1,0 te halen.
- Locatie B2: verhogen van het bodemniveau om het huidige stabiliteitsfactor te behouden of verbeteren. Hier hoeft de stabiliteitsfactor van 1,0 niet gehaald te worden in de toekomstige situatie, zolang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

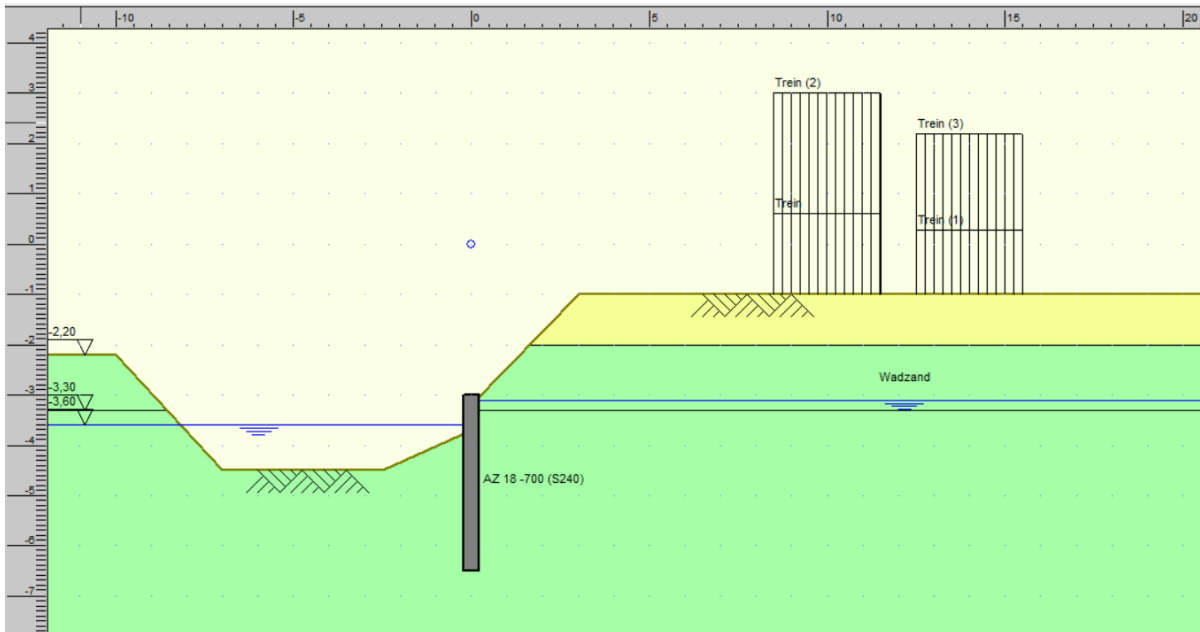
In bijlage C zijn van alle D-Geo stability berekening de maatgevende glijcirkel met bijbehorende stabiliteitsfactor weergegeven. In bijlage D is voor één D-Geo stability berekening bijgevoegd. De andere berekeningen zijn op een gelijke wijze berekend.

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

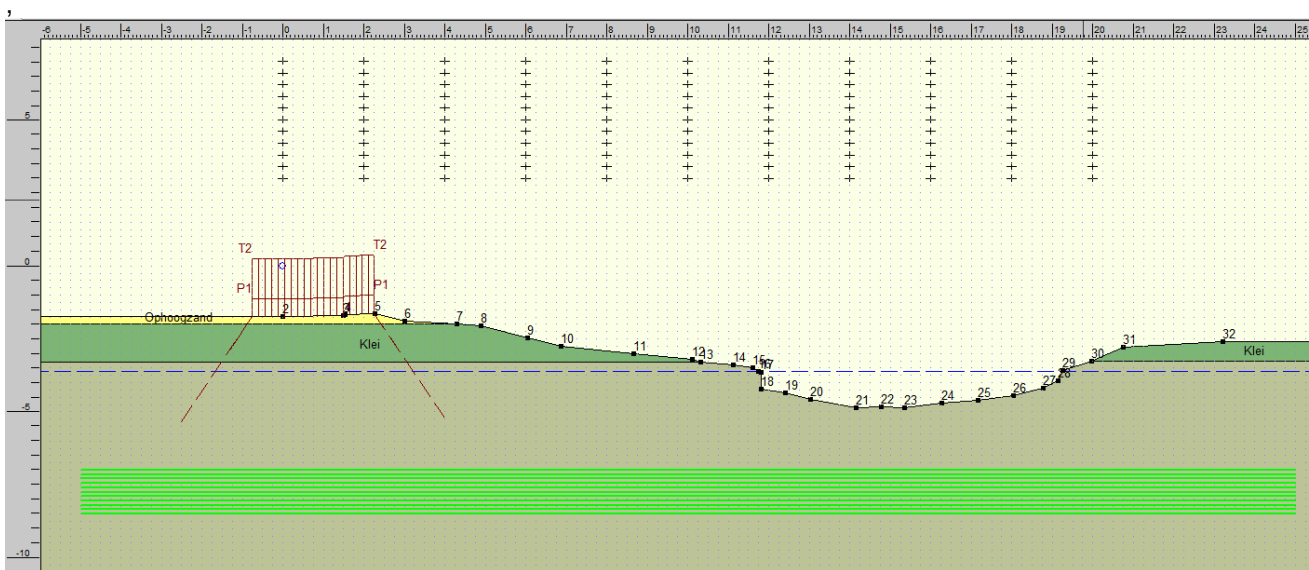
Bij de locatie van doorsnede B2 zijn 5 verschillende dwarsdoorsneden ingemeten. Voor alle 5 de dwarsdoorsneden zijn 3 berekeningen gemaakt om de veiligheid te toetsen:

- 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.

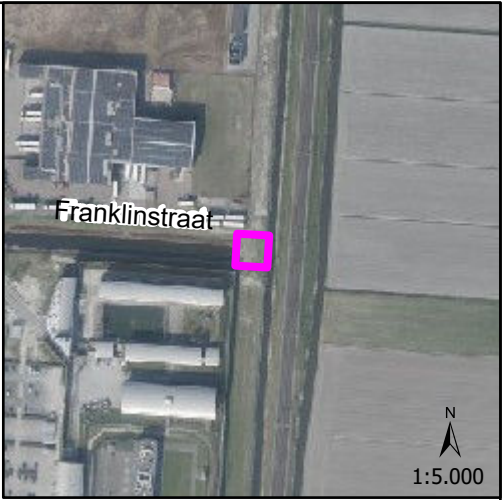
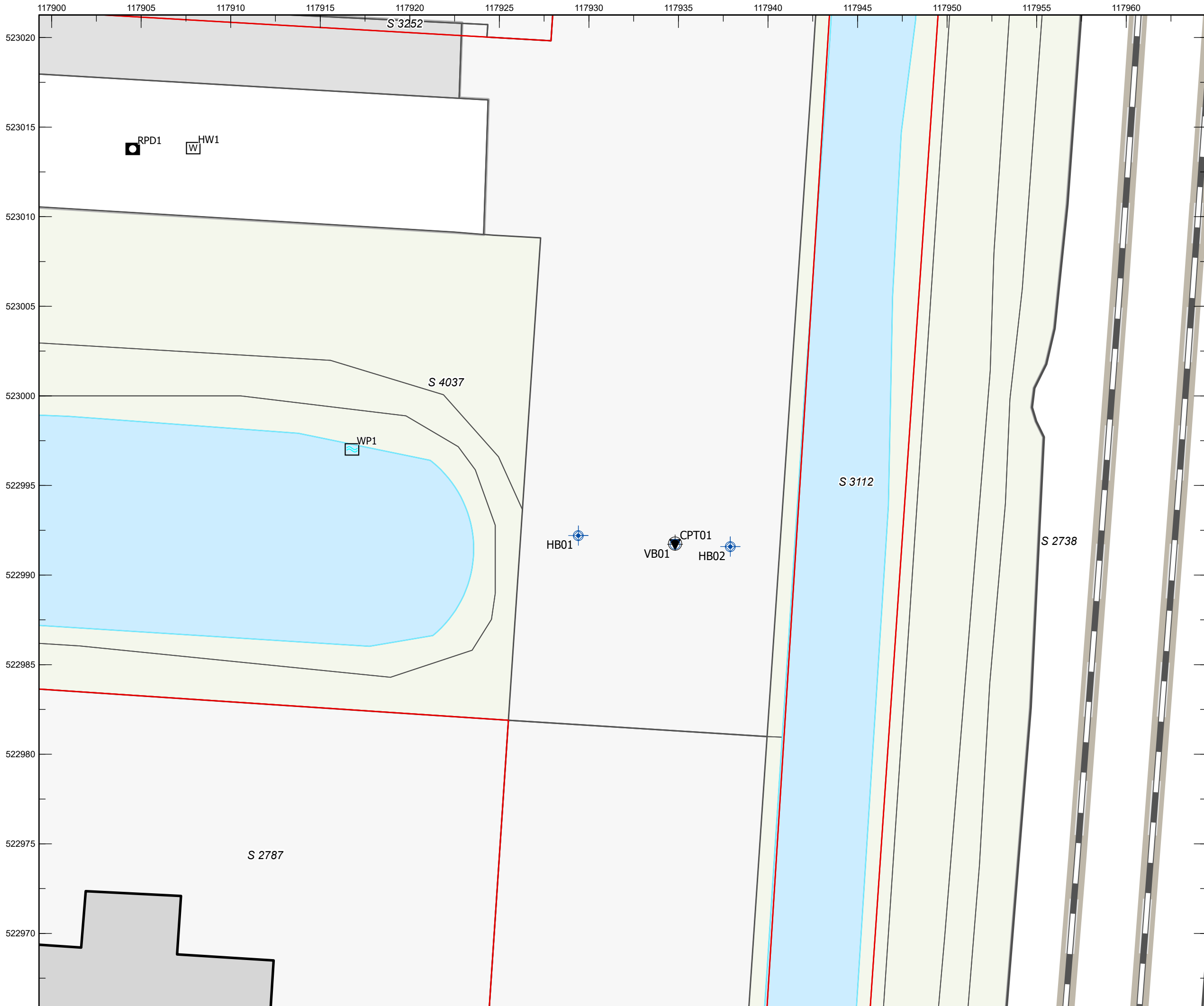
Tabel 3: Coördinaten en NAP-hoogte

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



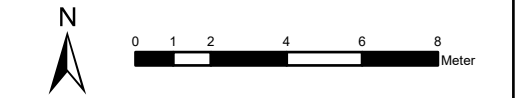
BIJLAGE 1

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



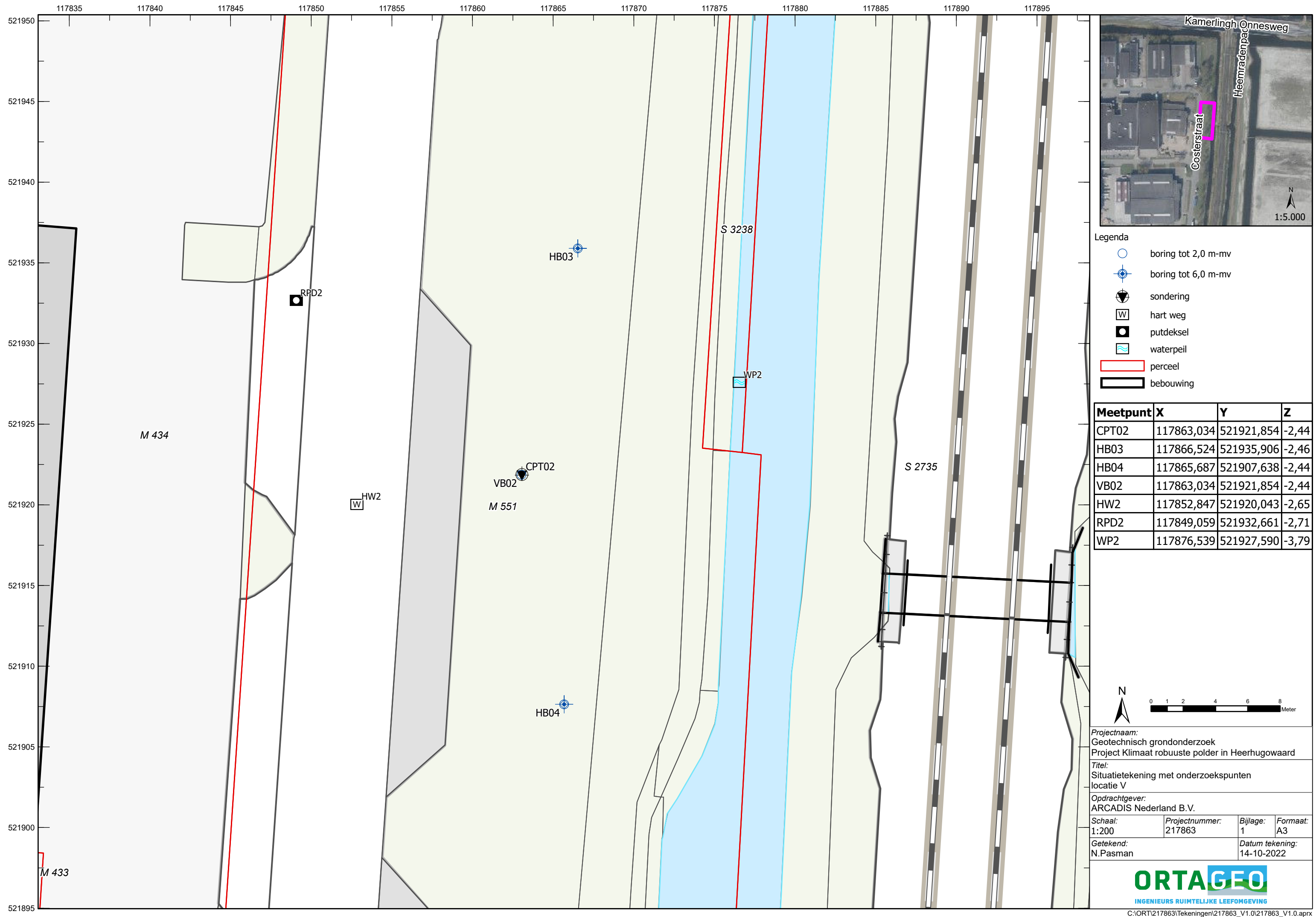
Projectnaam:
Geotechnisch grondonderzoek
Project Klimaat robuuste polder in Heerhugowaard

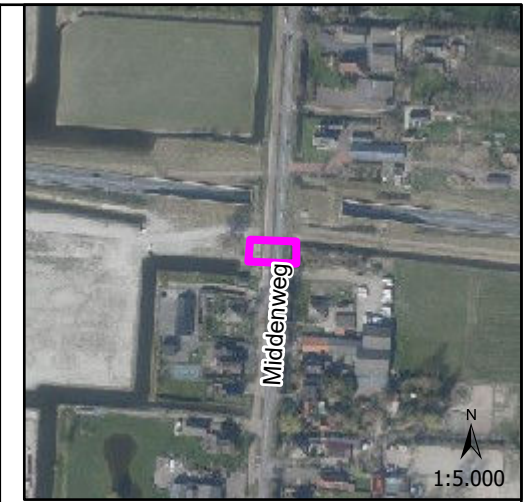
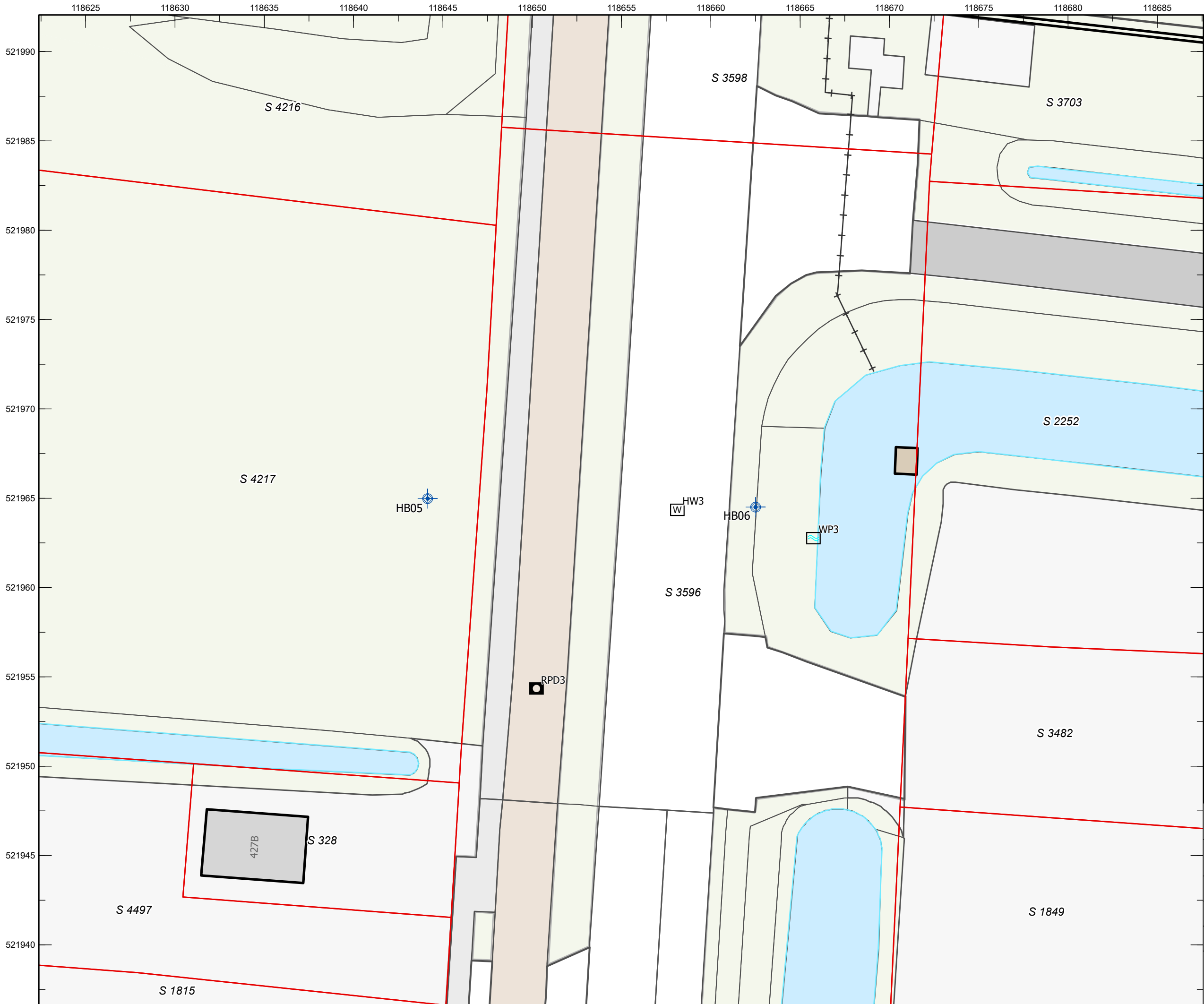
Titel:
Situatietekening met onderzoekspunten
locatie IV

Opdrachtgever:
ARCADIS Nederland B.V.

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

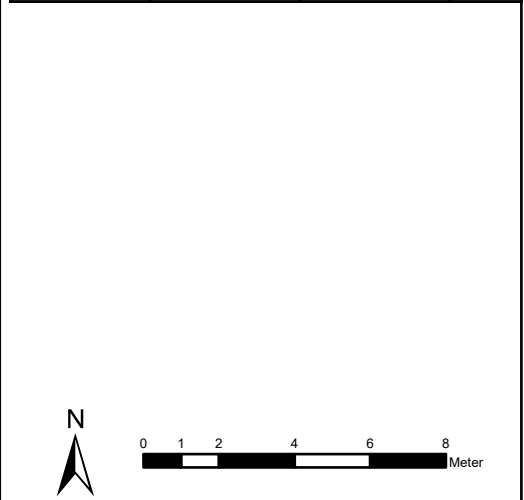






- Legenda
- boring tot 6,0 m-mv
 - hart weg
 - putdeksel
 - waterpeil
 - perceel
 - bebouwing

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.

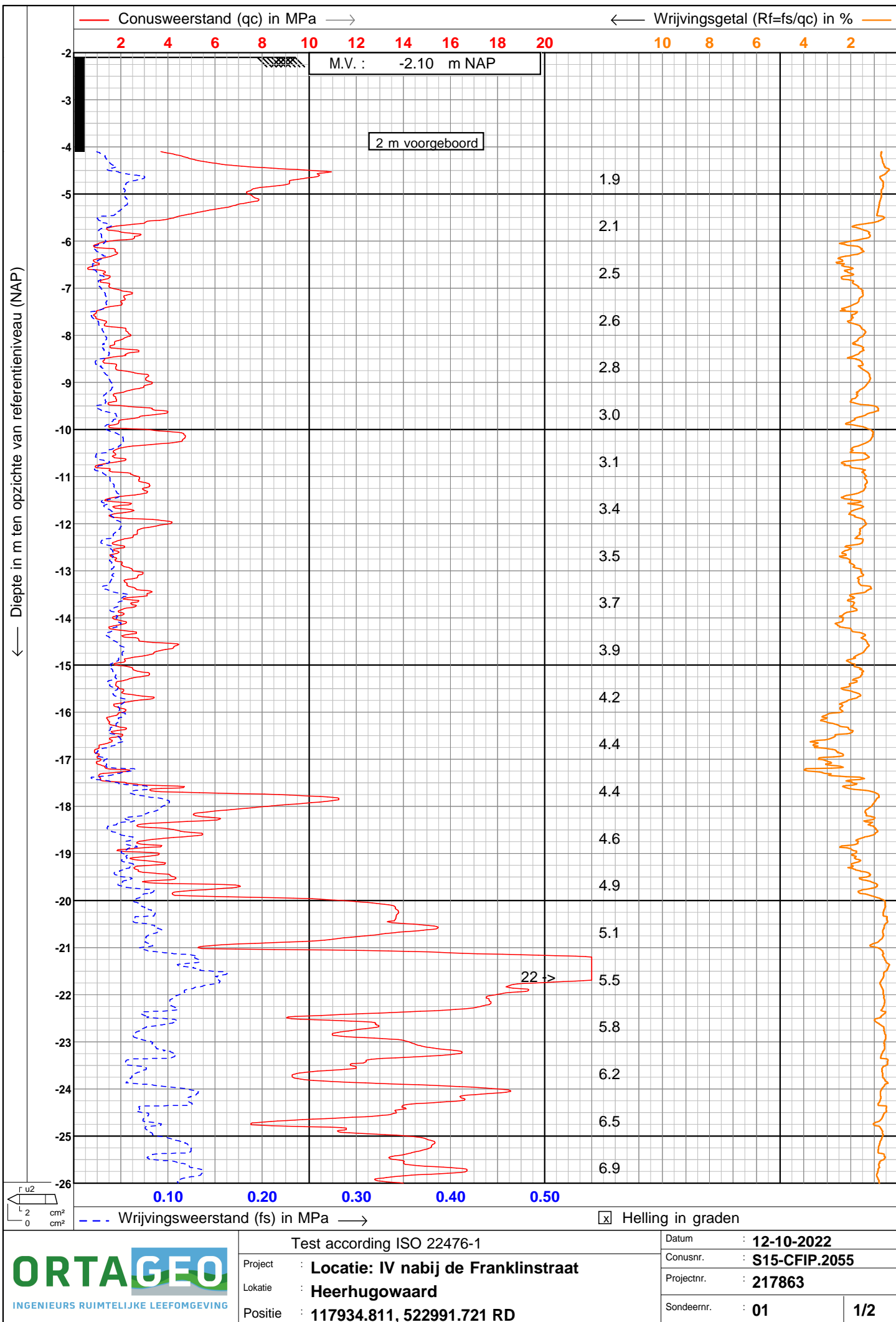
Schaal: 1:200	Projectnummer: 217863	Bijlage: 1	Formaat: A3
Getekend: N.Pasman			Datum tekening: 14-10-2022





BIJLAGE 2

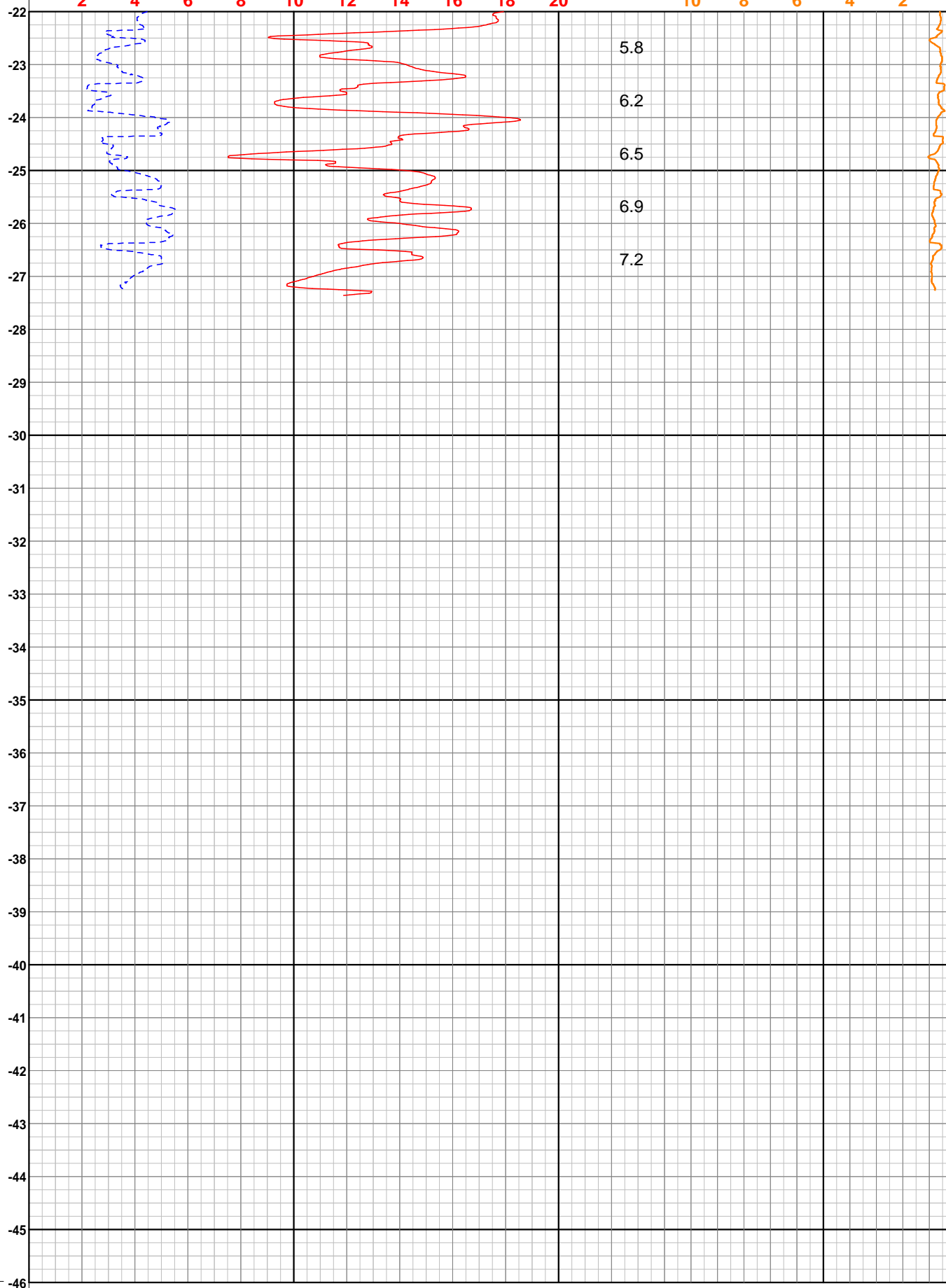
Sondeergrafieken



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa —→ ← Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in % —

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 10 8 6 4 2



0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 ☒ Helling in graden

-- Wrijvingsweerstand (fs) in MPa -->

Test according ISO 22476-1

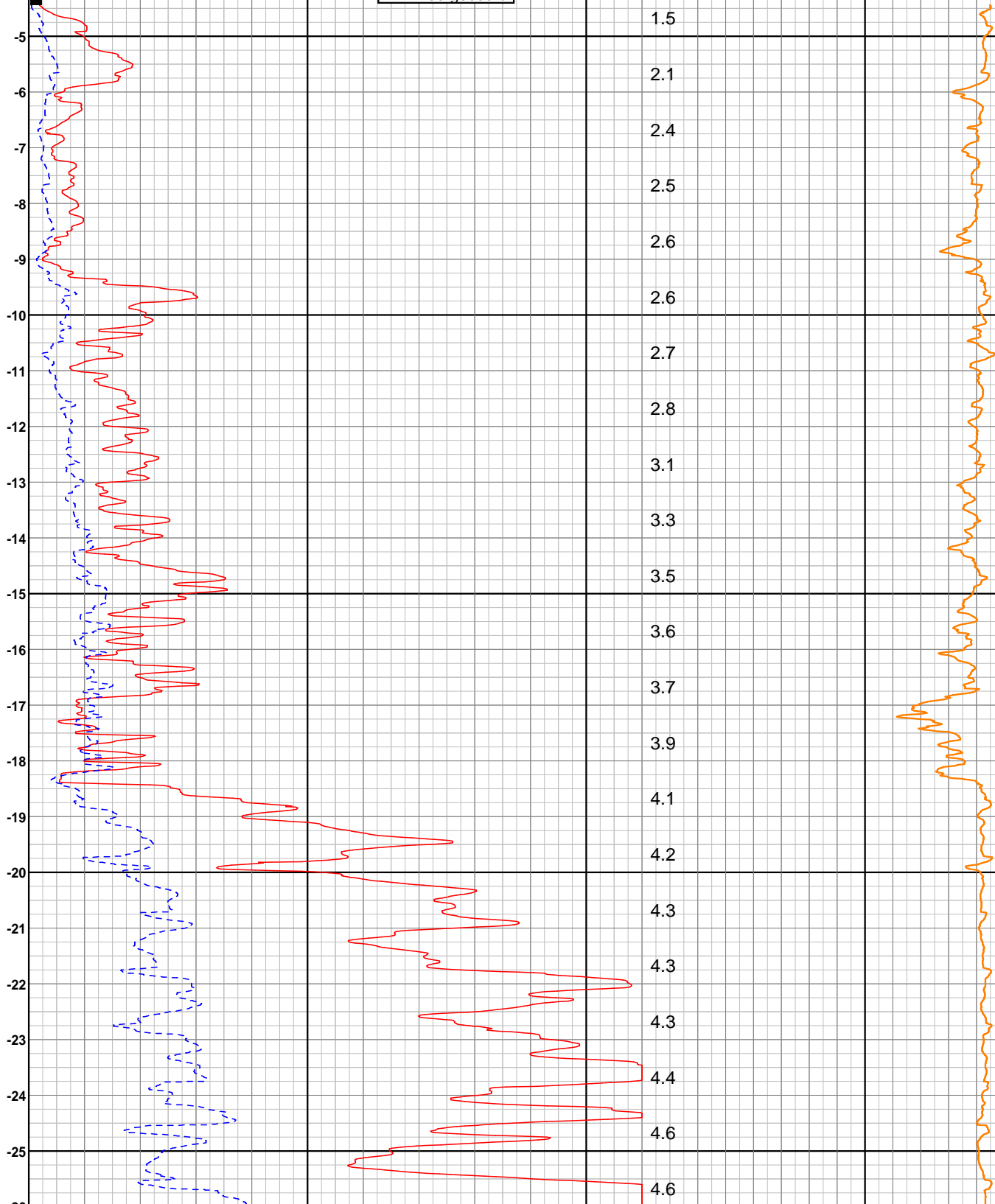
← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)

— Conusweerstand (qc) in MPa —> <— Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) 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



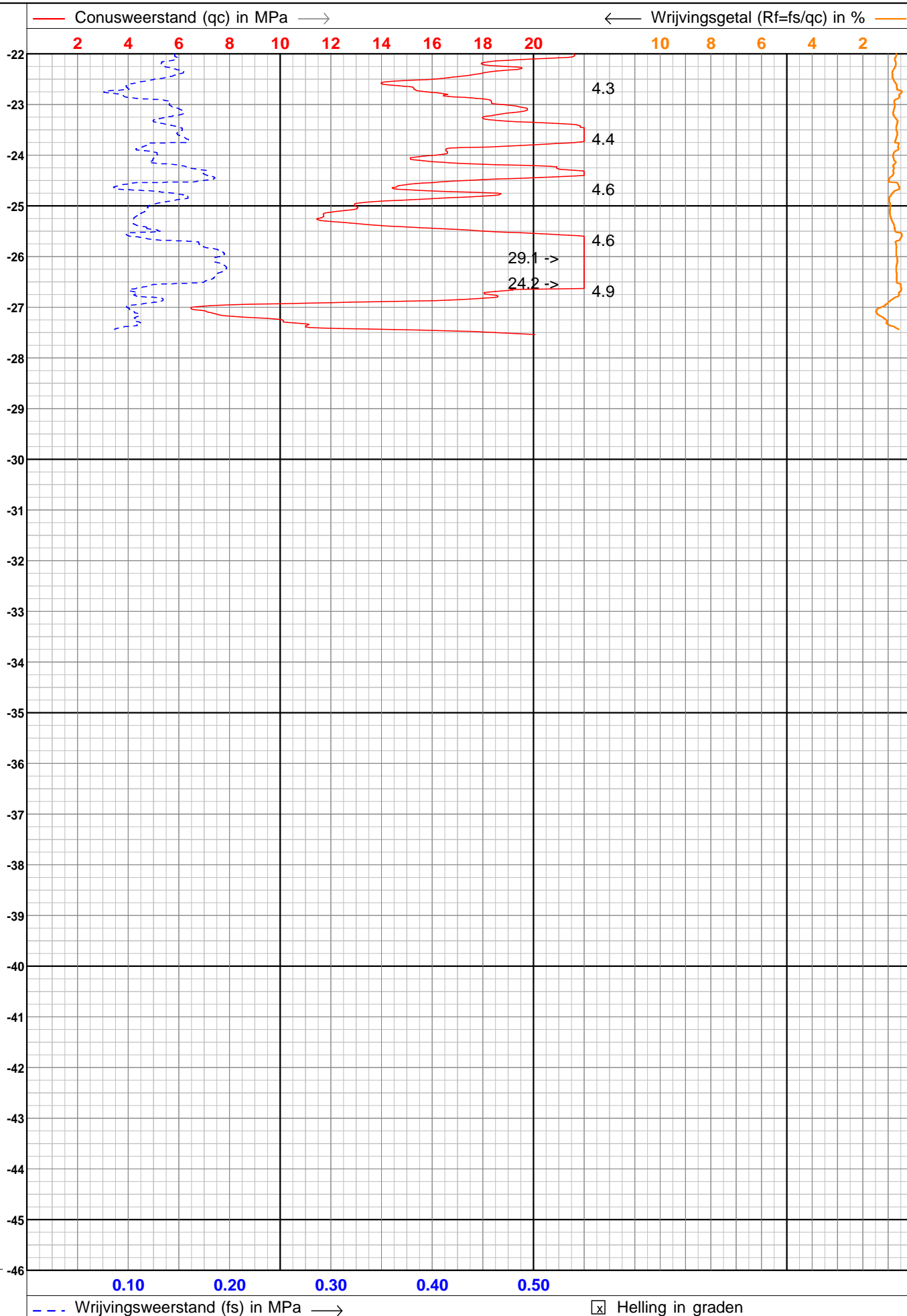
0 2 0 2 cm² cm²

0.10 0.20 0.30 0.40 0.50

--- Wrijvingsweerstand (fs) in MPa —>

☒ Helling in graden

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)





BIJLAGE 3

Boorprofielbeschrijvingen

Meetpunt: HB05

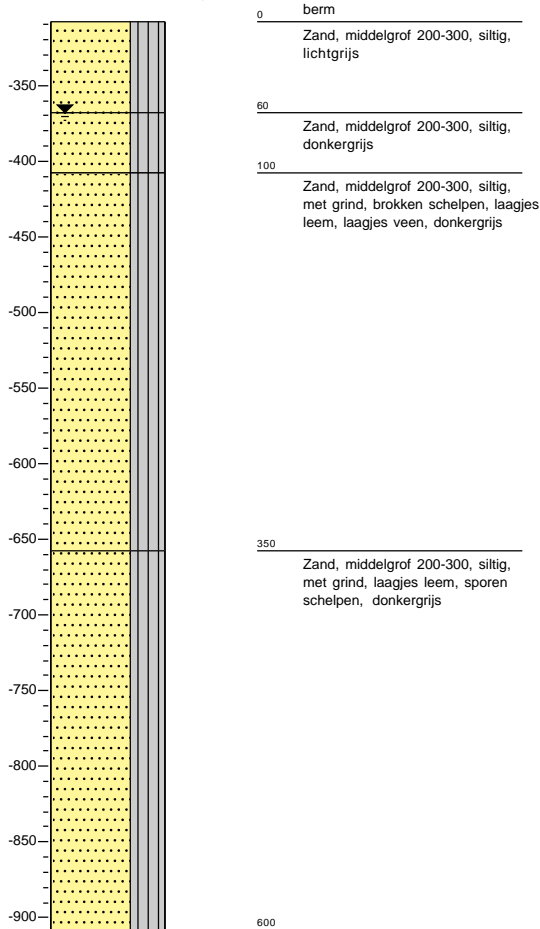
Datum meting: 12-10-2022

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**

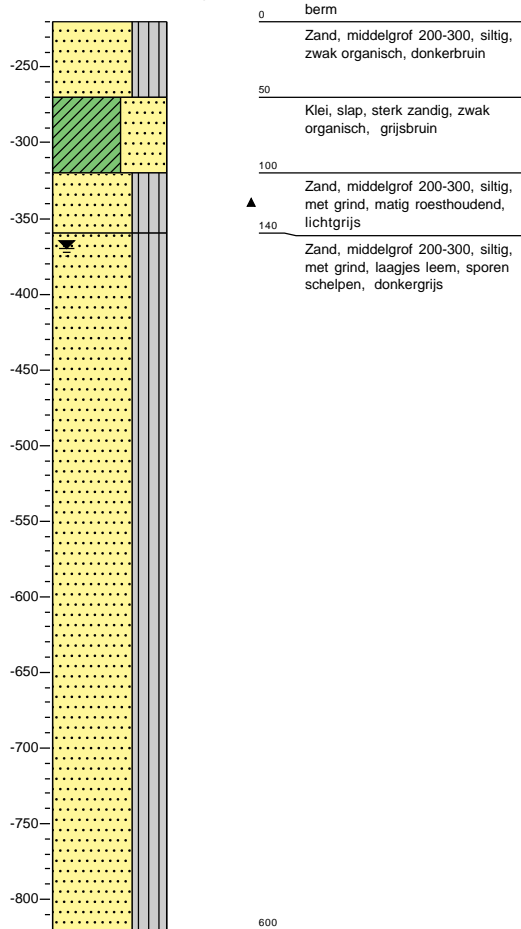
Datum meting: 12-10-2022

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

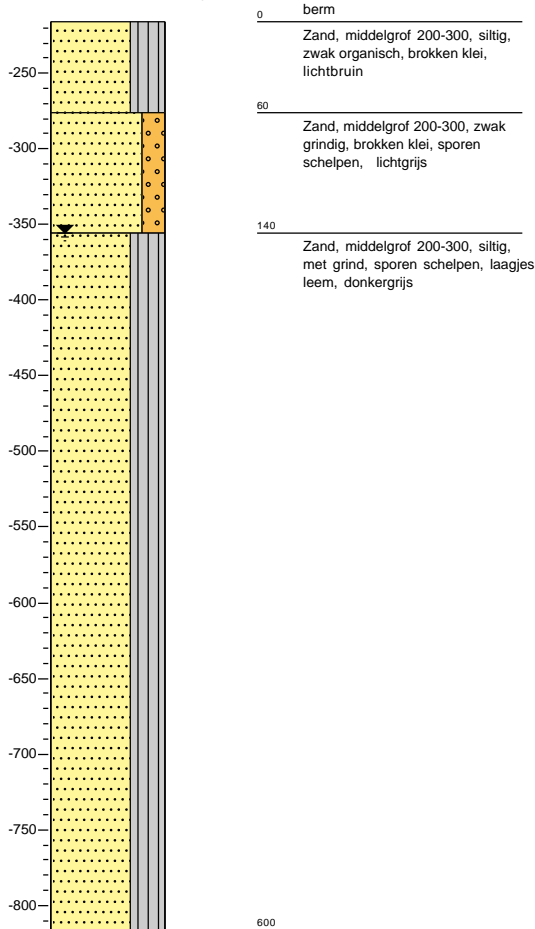
Datum meting: 12-10-2022

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**

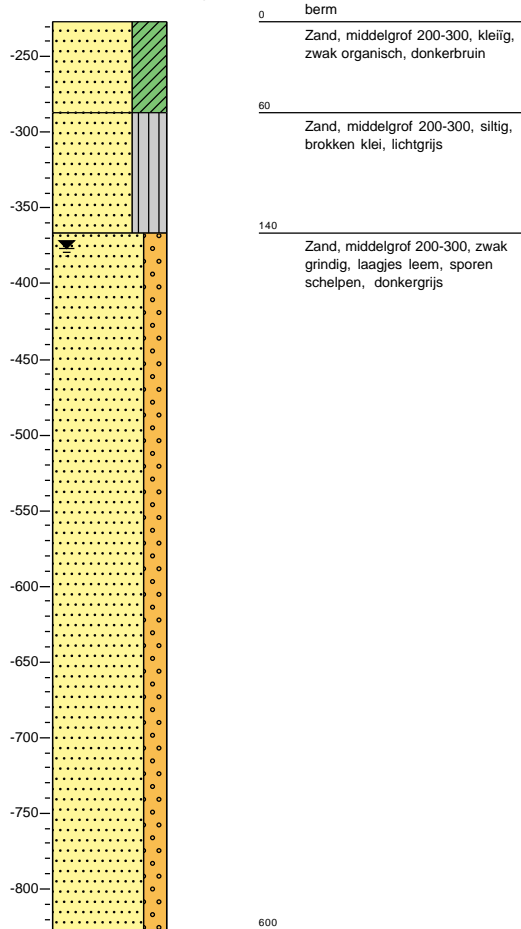
Datum meting: 12-10-2022

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**

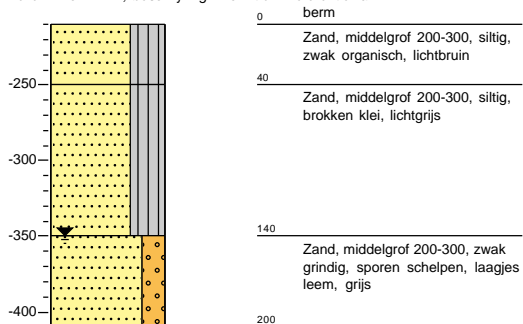
Datum meting: 12-10-2022

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

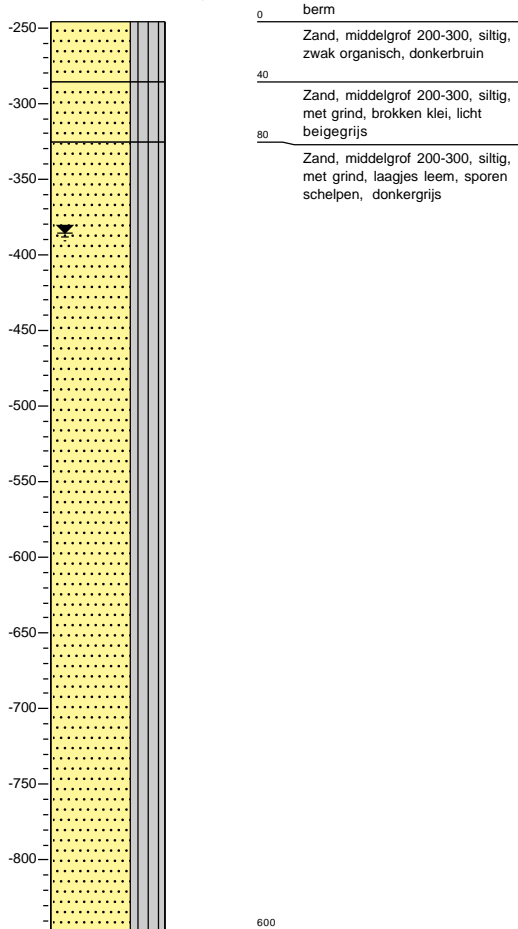
Datum meting: 12-10-2022

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**

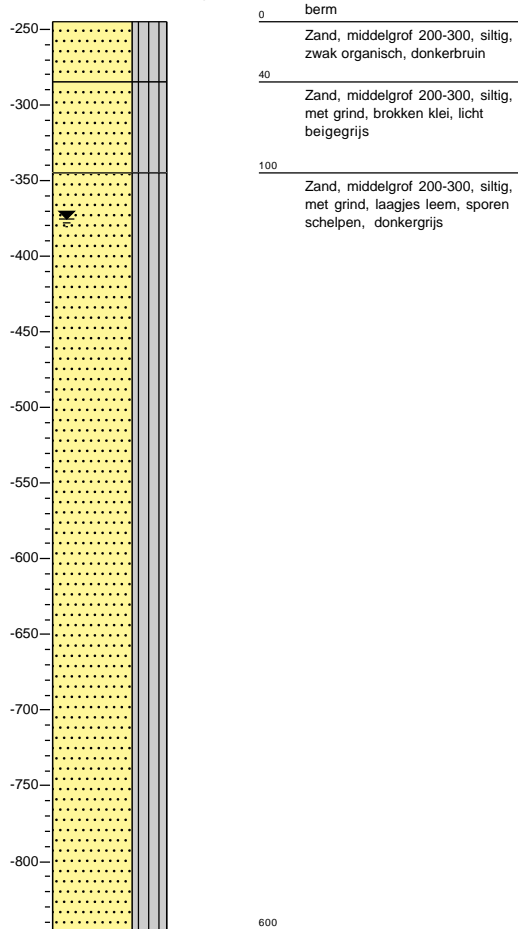
Datum meting: 12-10-2022

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**

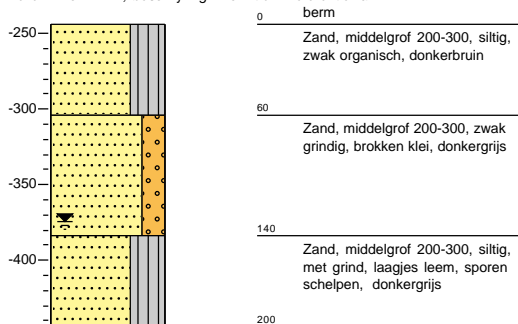
Datum meting: 12-10-2022

Boormeester: Patrick de Ruig

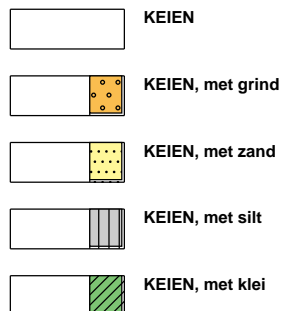
X: 117863.03 Y: 521921.85 Z: -2.44

GWS in cm-mv: 130

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



KEIEN (KEITJES)



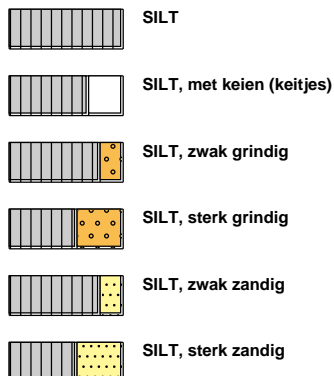
GRIND



ZAND



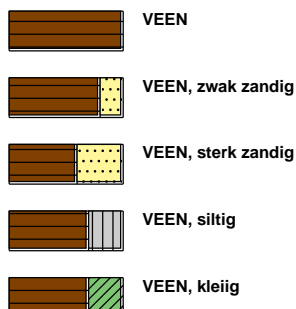
SILT



KLEI



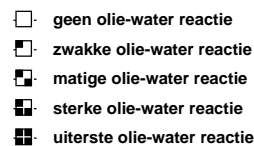
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



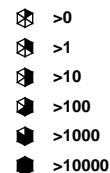
geur



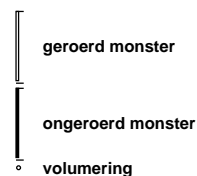
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



BIJLAGE 4

Foto's



Foto 1



Foto 2



Foto 3

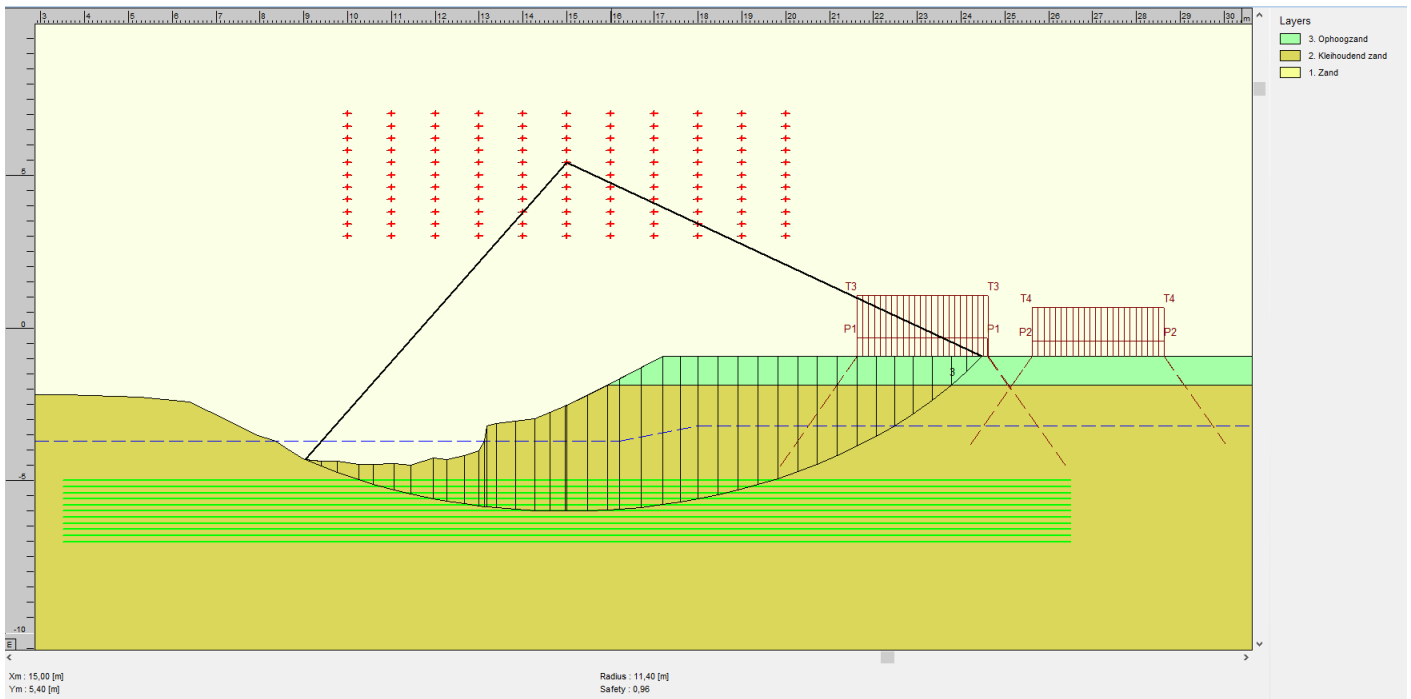


Foto 4

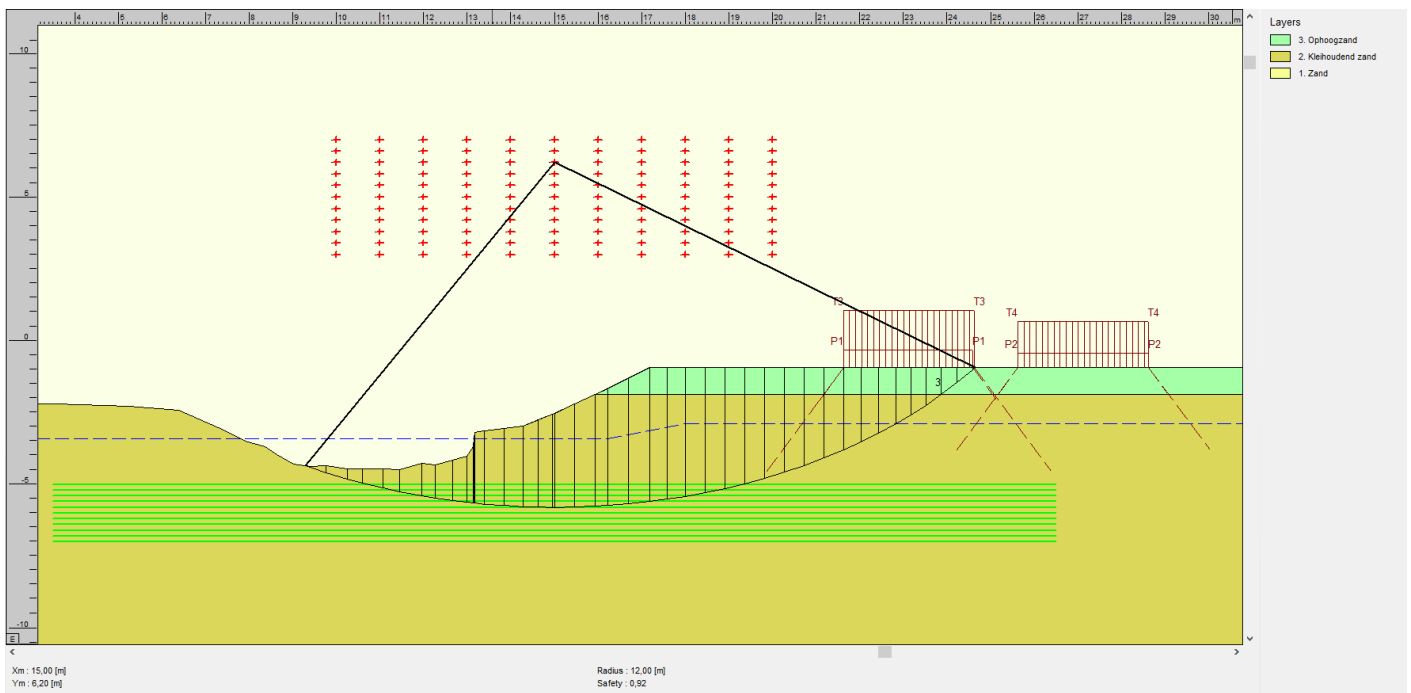
Bijlage D: Glijcirkels D-Geo Stability berekeningen

Locatie A

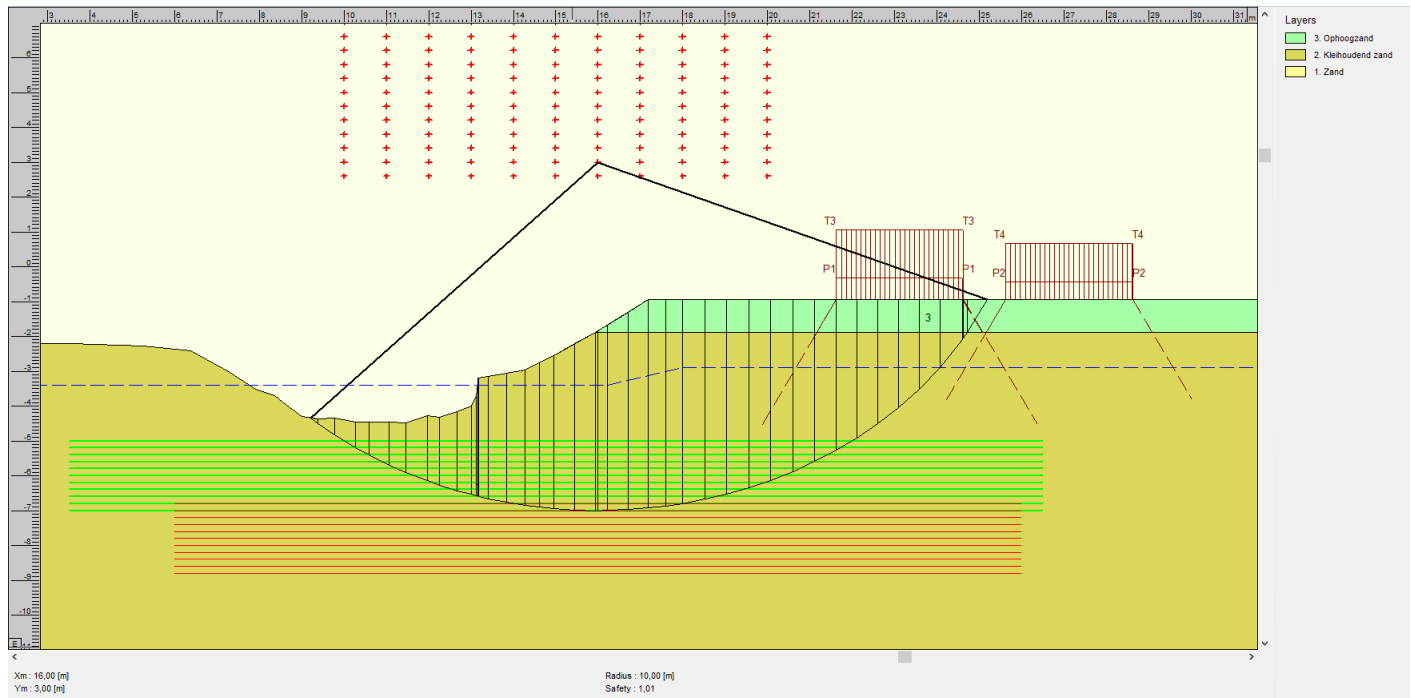
Huidige situatie



Toekomstige situatie

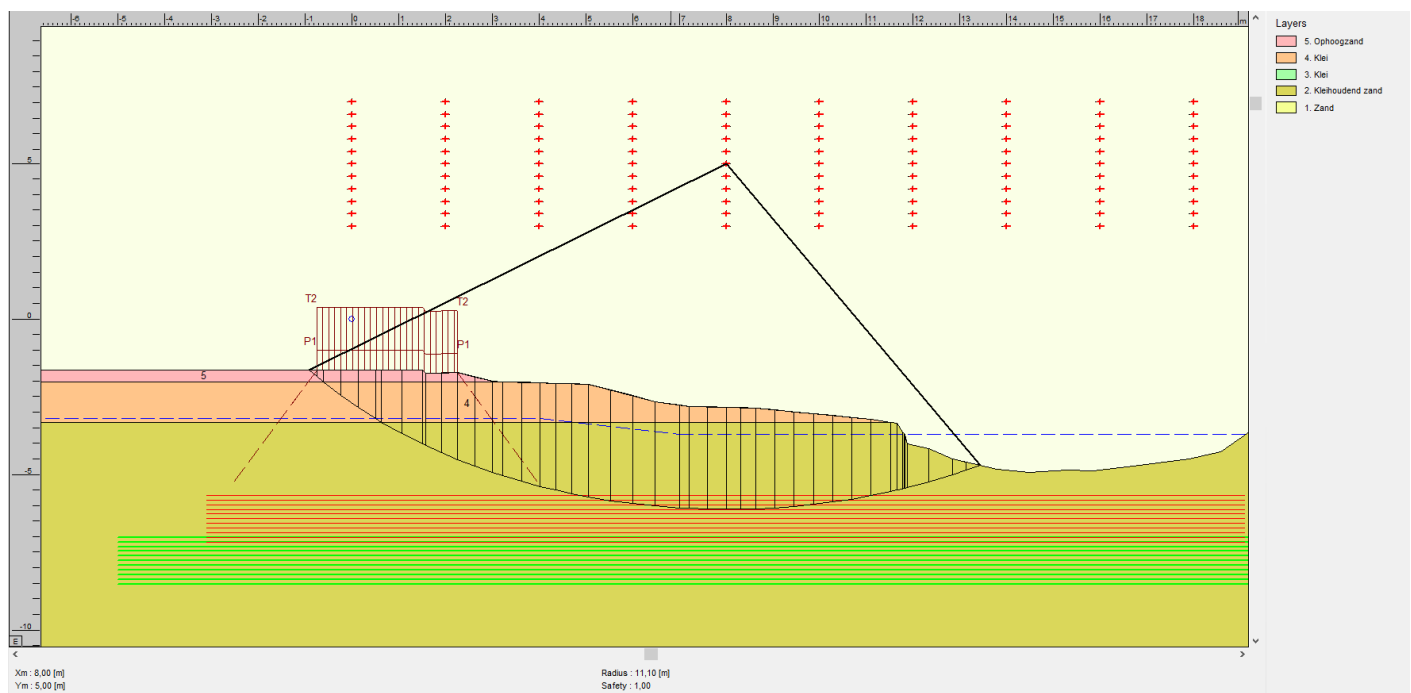


Toekomstige situatie met beschoeiing (AZ18-700 tot NAP -6,5m)

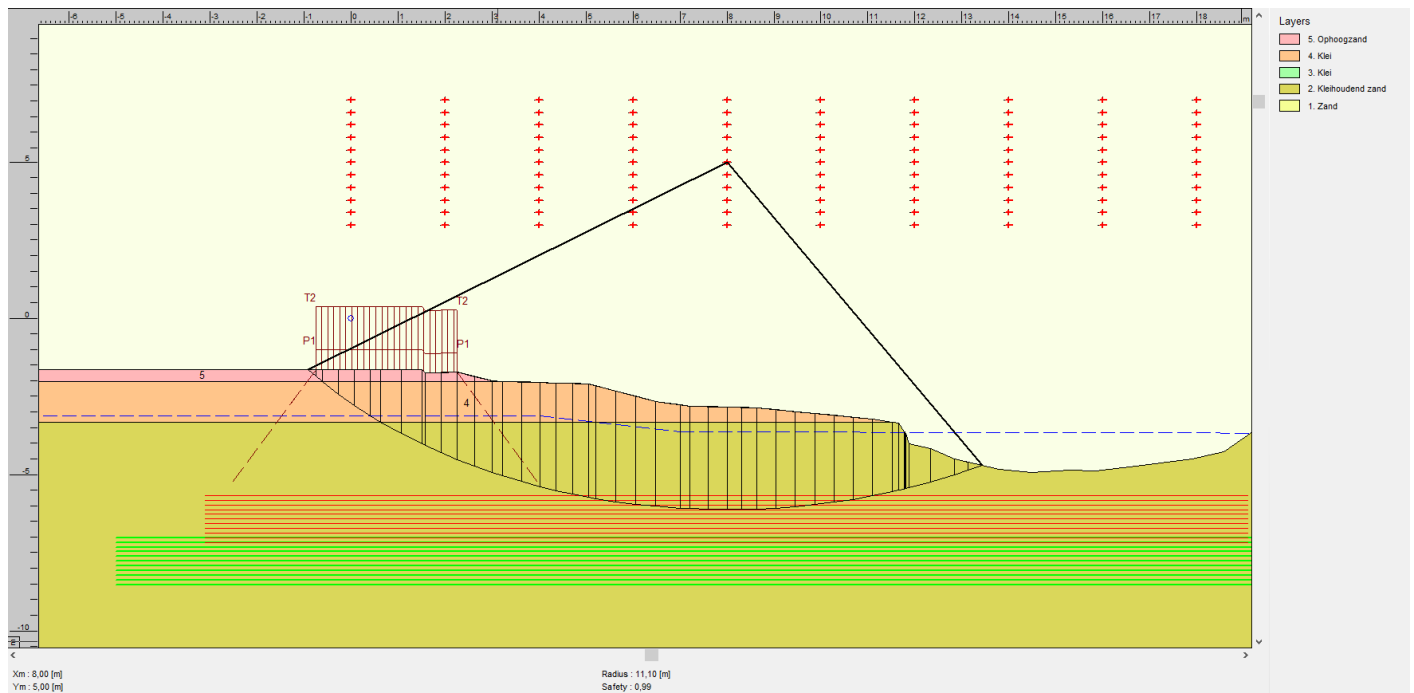


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 03

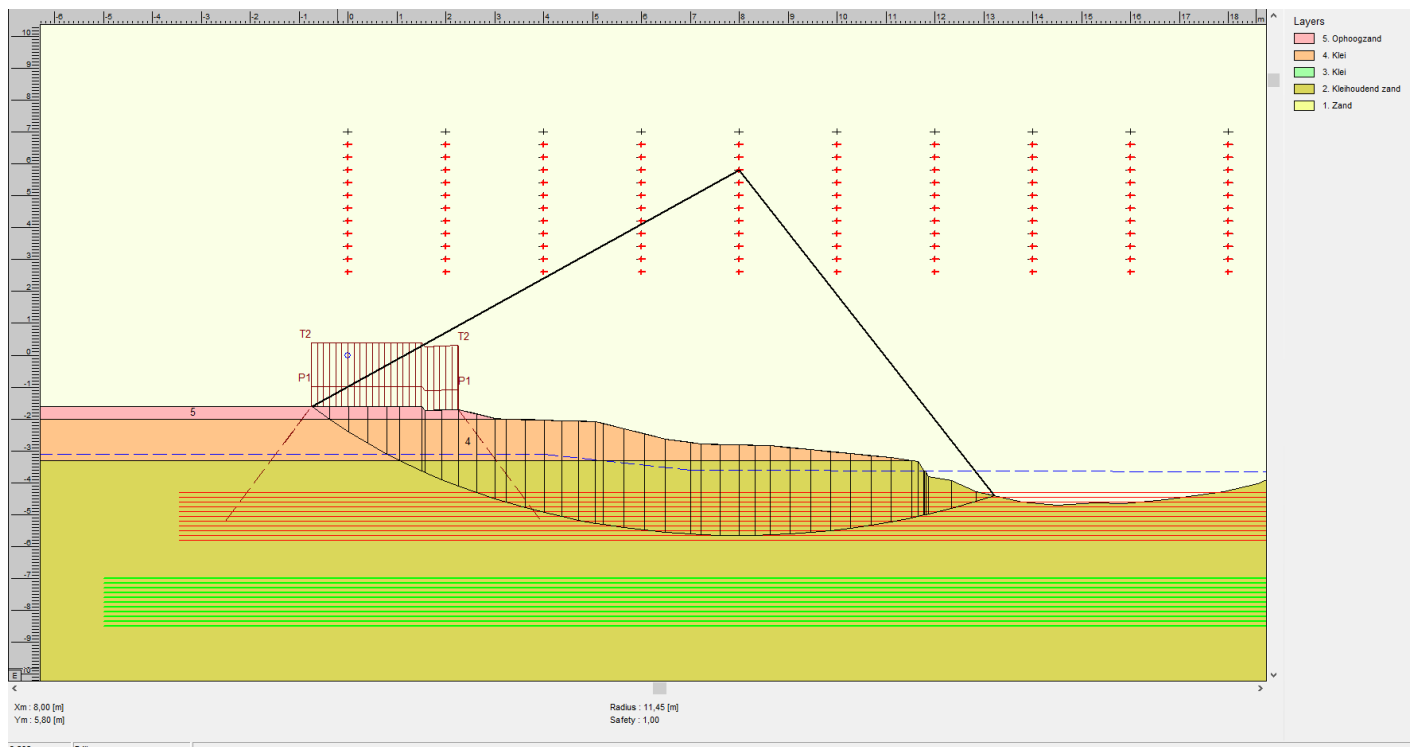
Huidige situatie



Toekomstige situatie

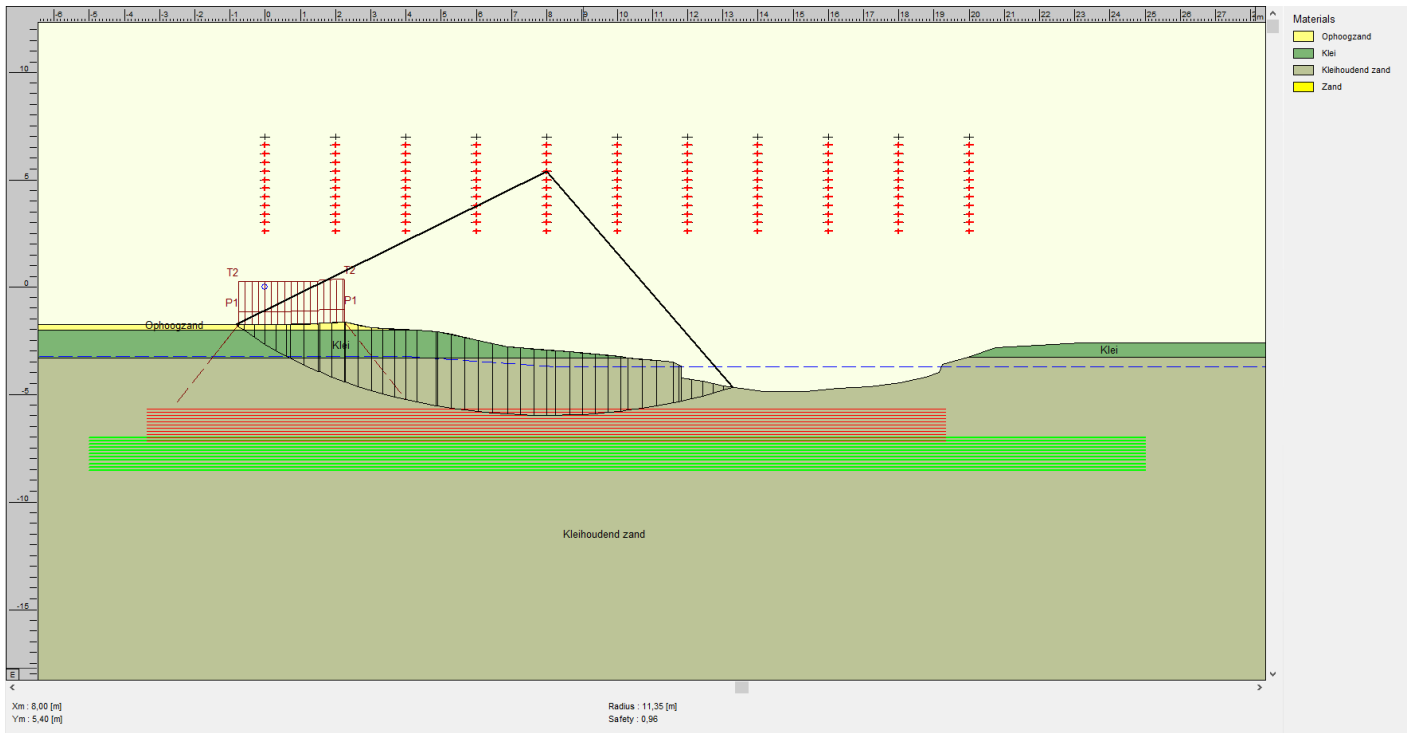


Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau (20 cm)

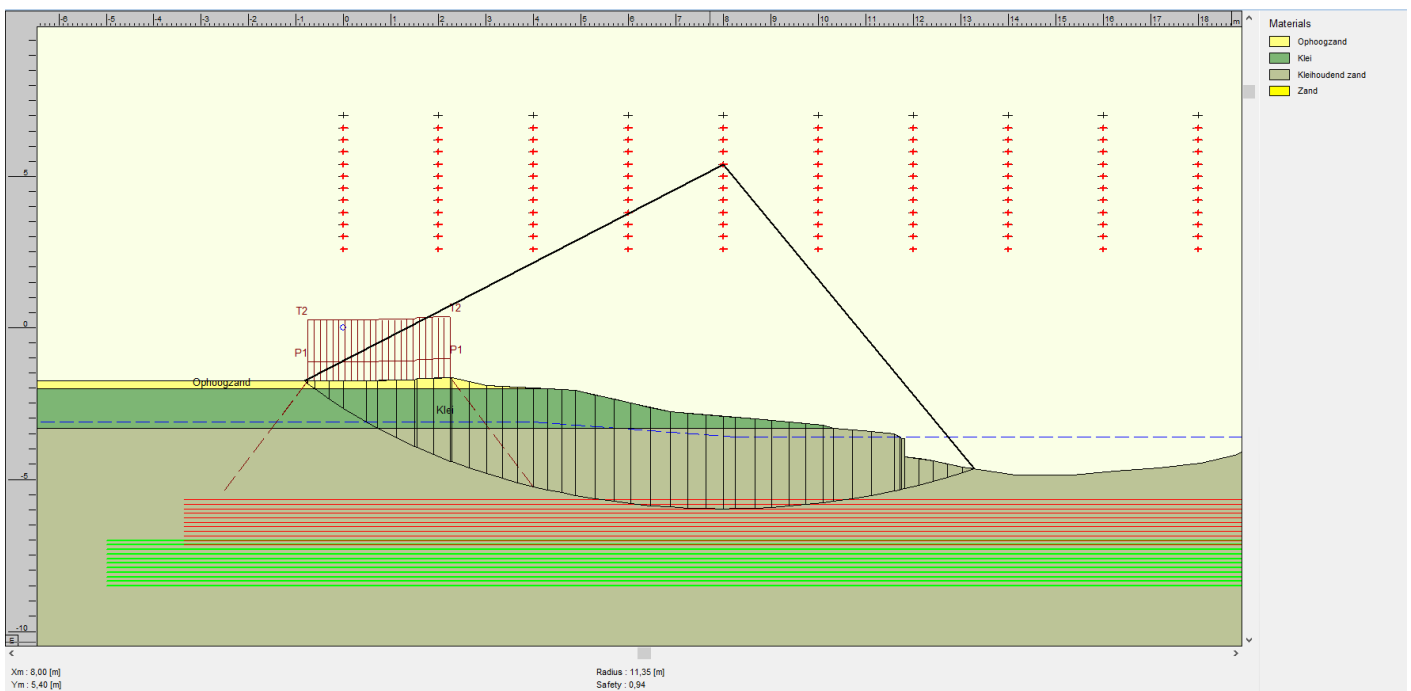


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 04

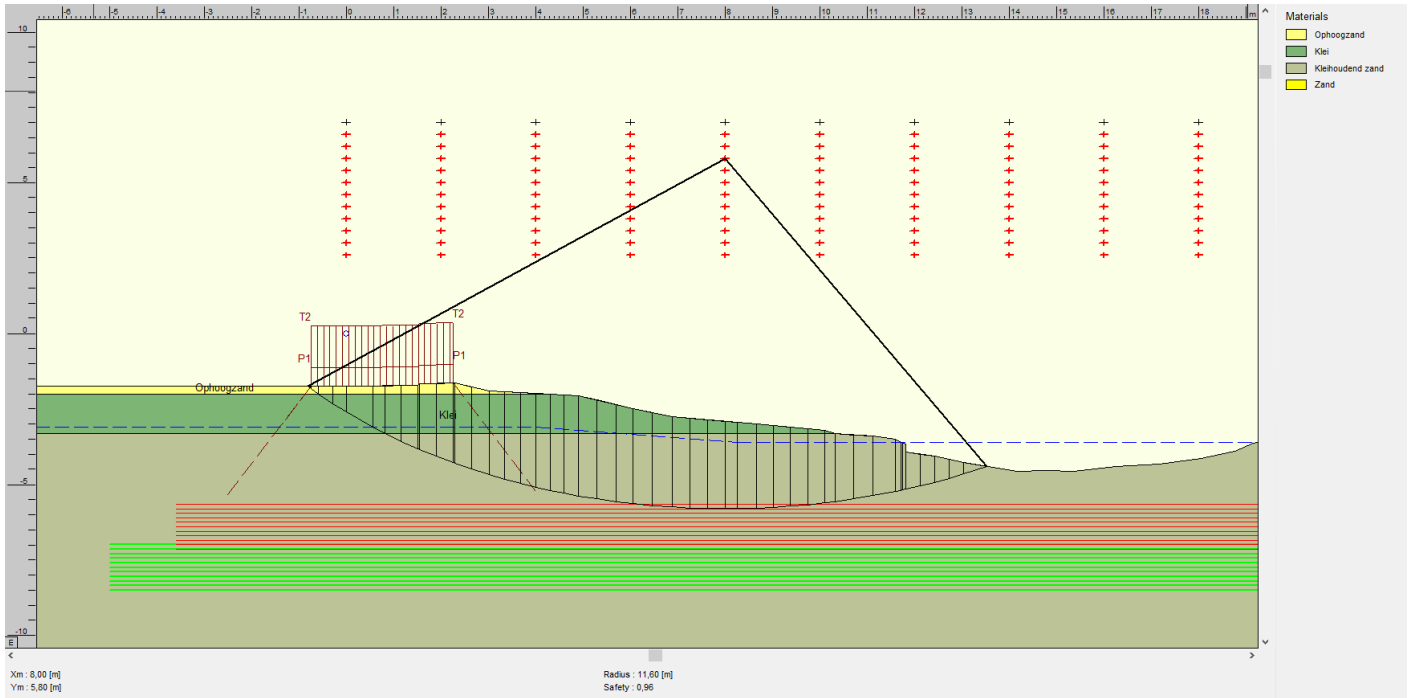
Huidige situatie



Toekomstige situatie

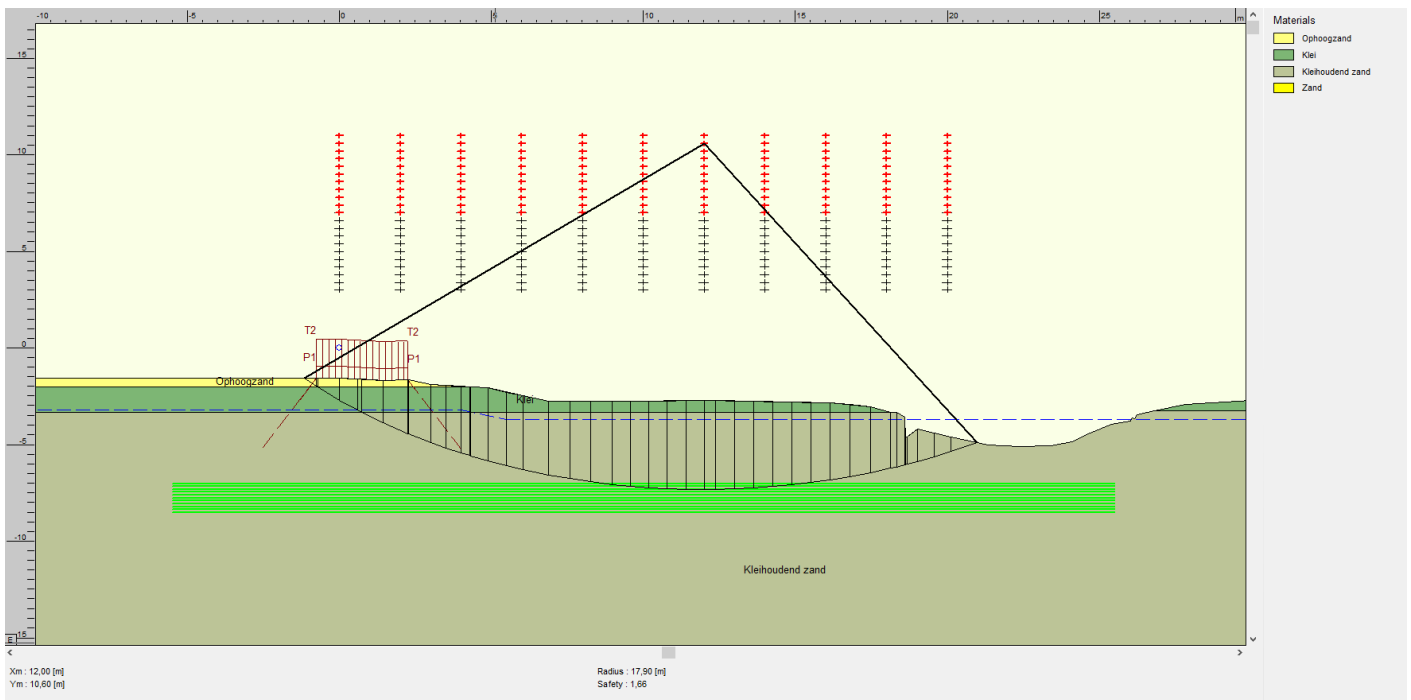


Toekomstige situatie met verhoogd bodemniveau (30 cm)



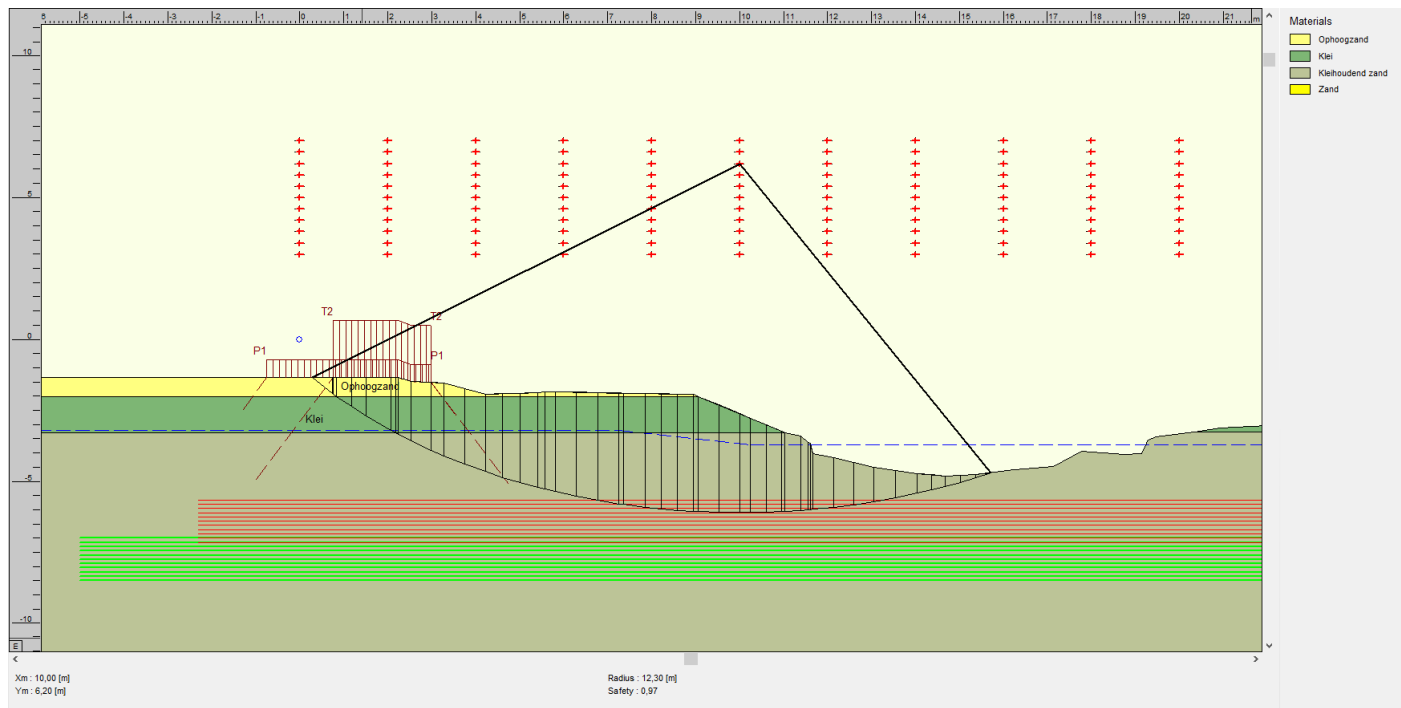
Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 05

Huidige situatie

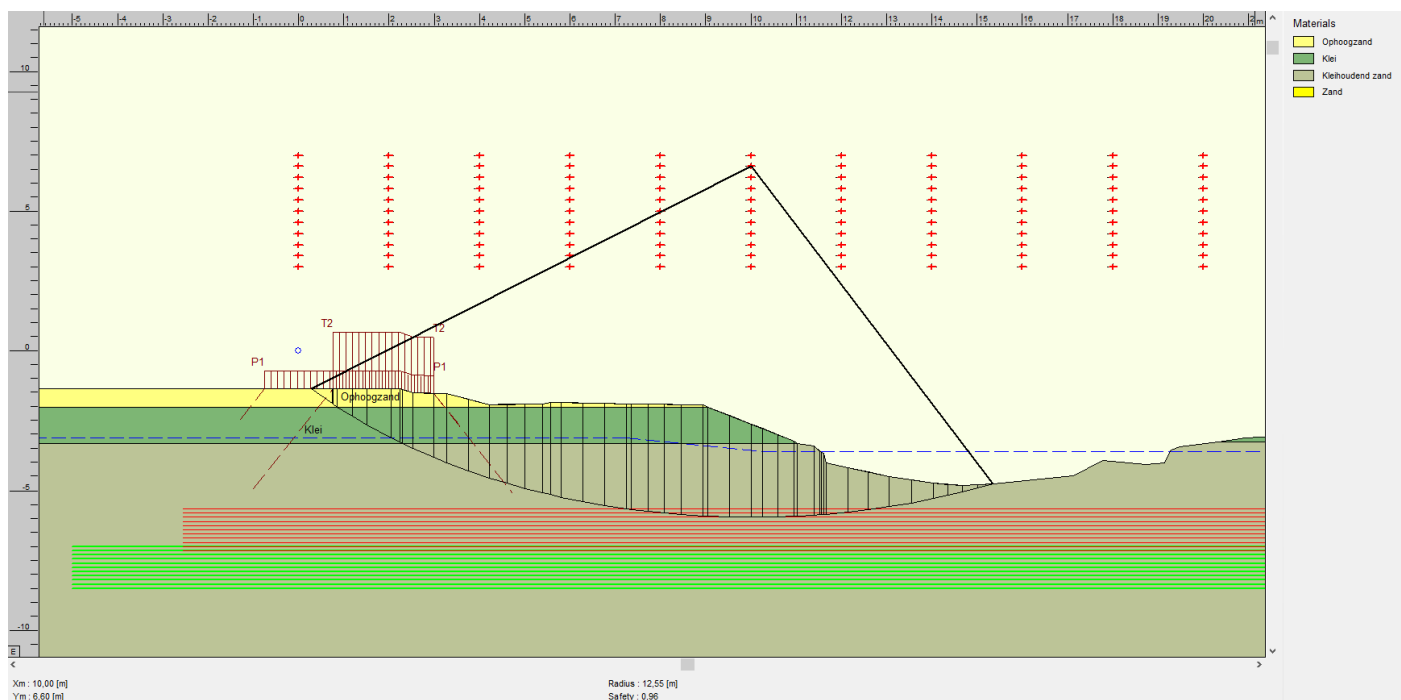


Locatie B2 – Dwarsdoorsnede 07

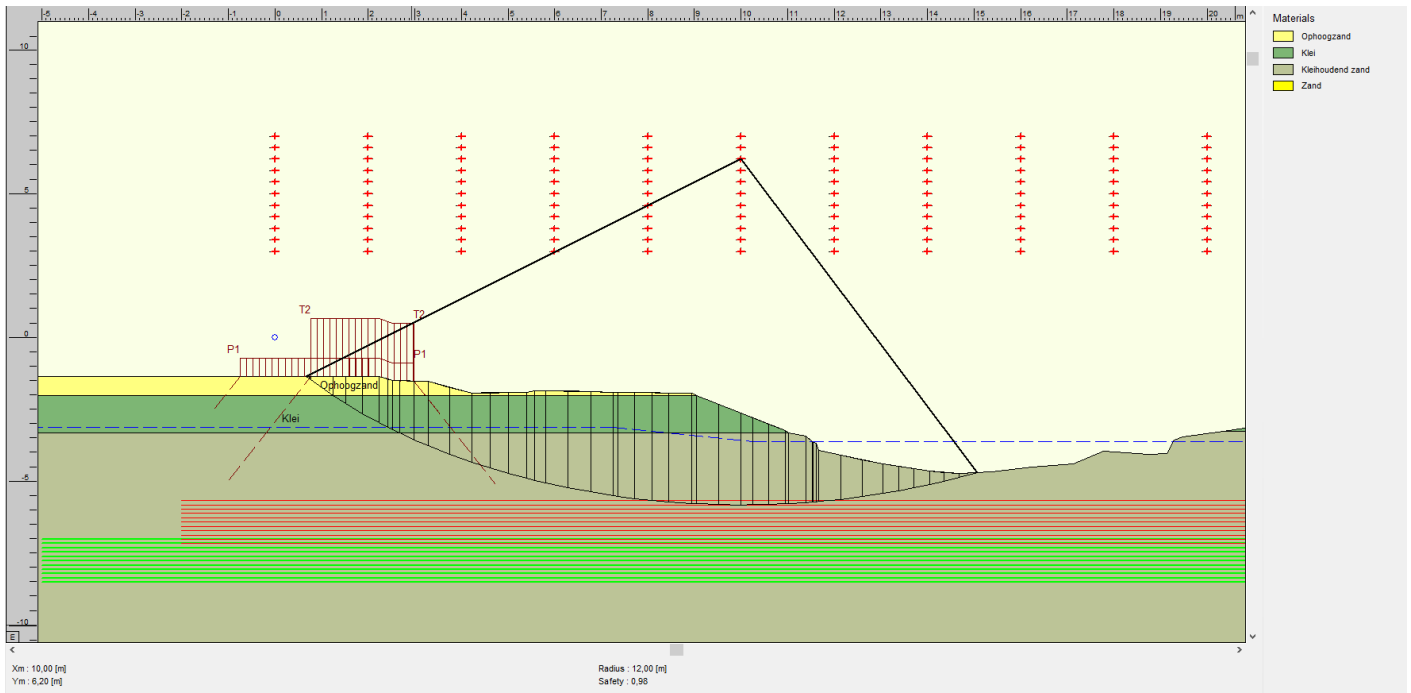
Huidige situatie



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

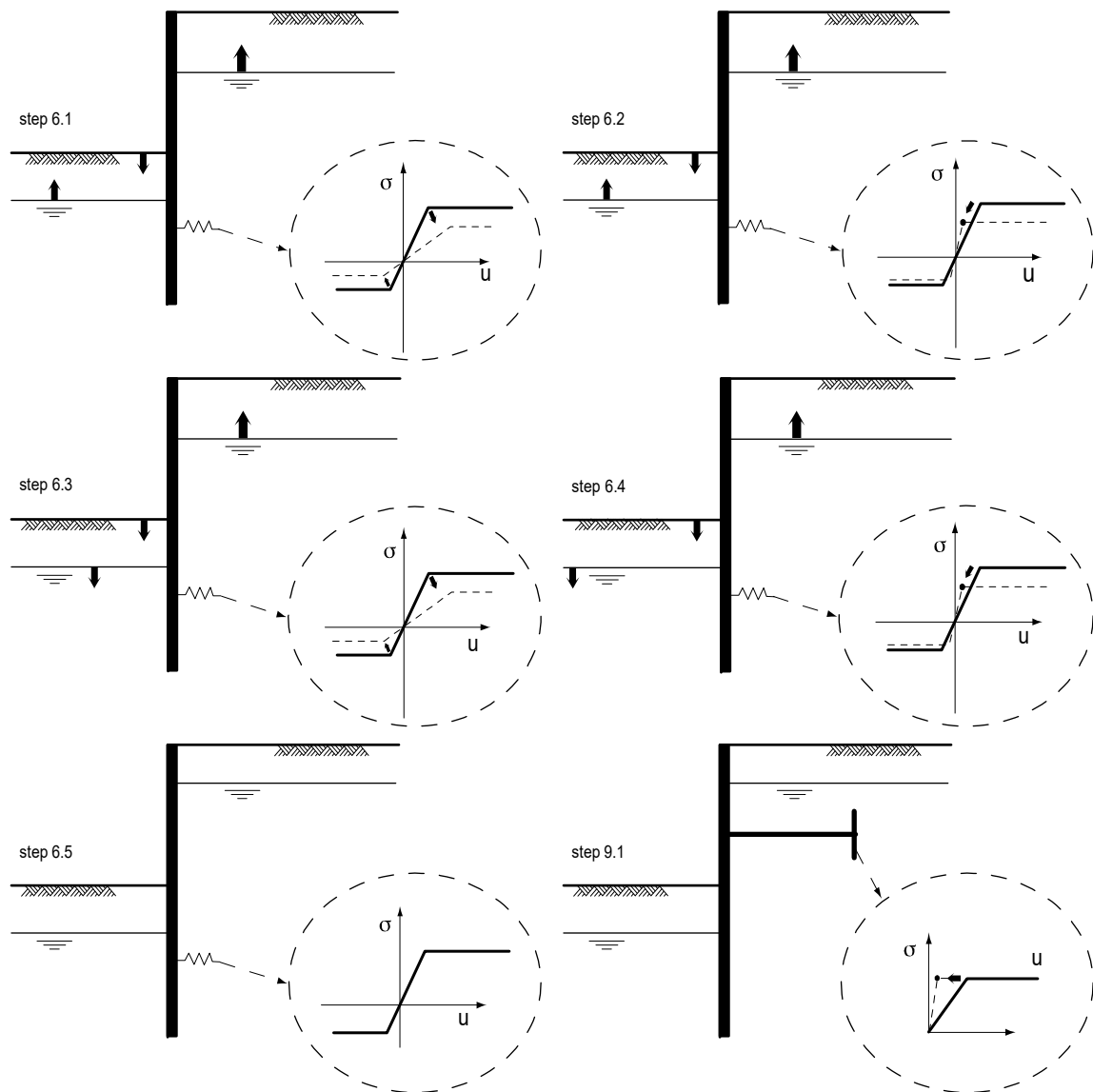
2.1 Overview per Stage and Test

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

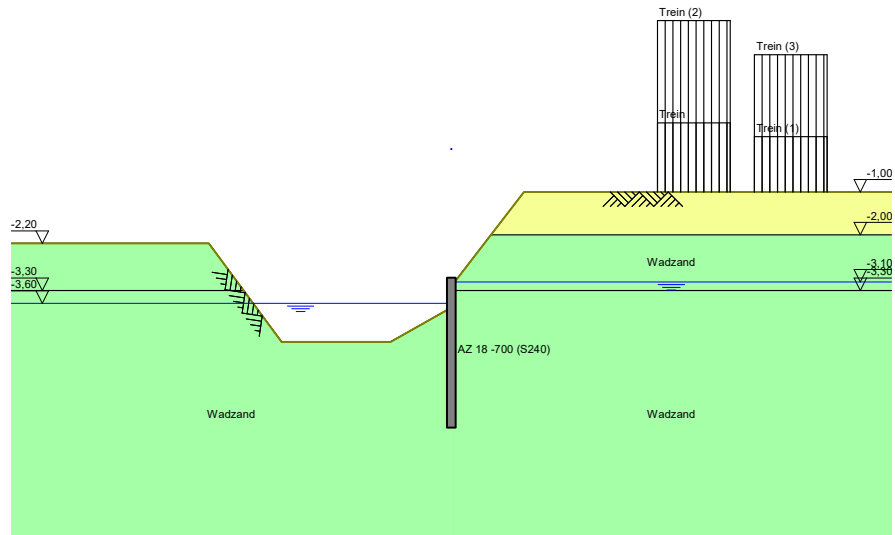
Material factors	
- Cohesion	1,400
- Tangent phi	1,200
- Delta (wall friction angle)*	1,200
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0,25 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

Outline - Stage 1: New Stage

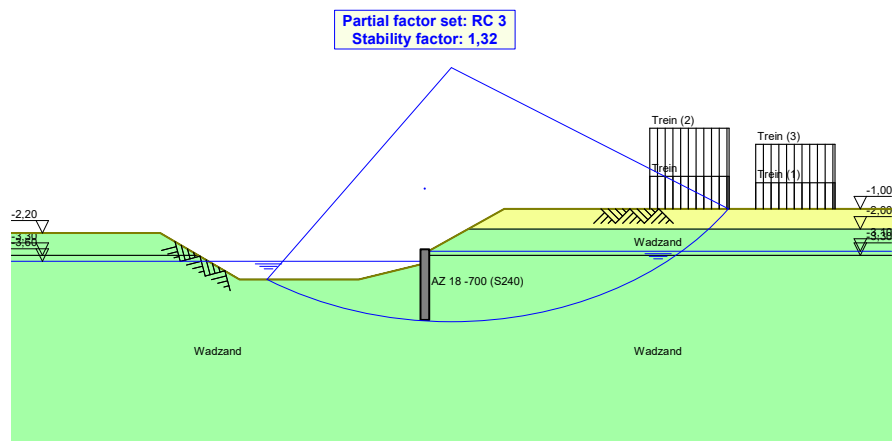


5 Overall Stability Stage 1: New Stage

Stability factor : 1,32

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: New Stage



End of Report

Bijlage G Ontwerptekeningen werkzaamheden Klimaatrobuuste Polder locaties A en B2

Colofon

WATERGEBIEDSPAN KLIMAATROBUUSTE POLDER HEERHUGOWAARD
PARTIËLE HERZIENING VAN PEILBESLUIT HEERHUGOWAARD OMGEVING ZUIDTANGENT-DE VORK

KLANT

Gemeente Dijk en Waard

AUTEUR

PROJECTNUMMER

30092658

ONZE REFERENTIE

D10054388:97

DATUM

10 mei 2023

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Projectleider Water, Klimaat en Landschap