

Vervangen Oude Haagsebrug

Definitief Dijkverleggingsplan Waterkering Ringvaart (Noordzijde)

Dijktrajectcode A540





















Vervangen Oude Haagsebrug

Definitief Dijkverleggingsplan Waterkering Ringvaart (Noordzijde)

Documentnummer SPLP3PROJ-ORP-100015375

Opdrachtgever
Schiphol Nederland BV

E	Definitief		 -10-2023		17-10-2023		 -10-2023
D	Definitief		31-7-2023		31-7-2023		31-7-2023
C	Definitief		21-6-2023		21-6-2023		21-6-2023
B	Definitief		31-5-2023		31-5-2023		31-5-23
A	definitief						
Revisie	Status	Opsteller	Datum	Geverifieerd	Datum	Vrijgegeven	Datum

© Niets van dit rapport mag worden veeelvoudigd, openbaar gemaakt en / of overhandigd aan derden, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van BAM Infraconsult bv.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1.	Aanleiding	1
1.2.	Omschrijving van het project	1
1.3.	Doel	3
1.4.	Vraagstelling	3
1.5.	Bij deze revisie:.....	3
2.	Algemene Uitgangspunten.....	4
2.1.	Van toepassing zijnde documenten	4
2.2.	Eisen vanuit contract.....	6
2.3.	Eisen vanuit Waterschap Amstel Gooi en Vecht	7
2.4.	Eenheden	9
2.5.	Gebruikte Software	9
3.	Geotechnische uitgangspunten	10
3.1.	Situatie Waterkering.....	10
3.1.1.	Maaiveldverloop	12
3.1.2.	Peil in Ringvaart en naastliggende polders	13
3.1.3.	Aan te houden grondwaterstanden en stijghoogten.....	14
3.2.	Beschikbaar grondonderzoek	14
3.2.1.	Sonderingen en boringen	14
3.2.2.	Aanvullend grondonderzoek	16
3.3.	Schematisering van de ondergrond	17
4.	Instandhouding waterkering en toetsing waterkering.....	20
4.1.	Stapsgewijze weergave Fasering	20
4.1.1.	Fase 6 Aanbrengen Waterkering	20
4.1.2.	Fase 7 Onderbouw slopen.....	21
4.1.3.	Fase 8 aanbrengen palen as 4 en as 5	22
4.1.4.	Fase 9 Bouwkuip en betonwerk.....	23
4.1.5.	Fase 10 - 12: afbouw brug en geleidewerk plaatsen.....	24
4.1.6.	Gebruiksfase	25
4.2.	Dimensies	26
4.3.	Uitgangspunten Toetsingen.....	27
4.3.1.	Berekeningsmethode.....	27
4.3.2.	Grondprofiel en -parameters.....	28
4.3.3.	Corrosie en eigenschappen damwand	29

4.3.4.	Belastinggevallen	29
4.3.5.	Onder- en achterloopsheid	31
4.4.	Toetsingen	32
4.4.1.	Toetsing waterkering Binnenwaarts	32
4.4.2.	Toetsing waterkering Buitenwaarts	34
4.4.3.	Toetsing onder- en achterloopsheid	34
5.	Specificaties en aandachtspunten voor uitvoering	36
5.1.	Aanpassing leggerprofiel	36
5.2.	Aandachtspunten voor uitvoering	38
5.3.	Keur	39
5.4.	Afwerking	39
5.5.	Monitoring	39
6.	Eigendom, beheer & onderhoud	40
6.1.	Eigendom	40
6.2.	Beheer & onderhoud	40
Bijlage 1.	Weergave situatie (SPLP3PROJ-T-K-W5.0443-SI-2001)	41
Bijlage 2.	Eigenschappen en toetsing damwand	42
Bijlage 3.	D Sheetpiling berekening Binnenwaarts	46
Bijlage 4.	D Sheetpiling berekening Buitenwaarts	47
Bijlage 5.	Bemalingsplan	48
Bijlage 6.	Relevant deel aanvullend grondonderzoek	49

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

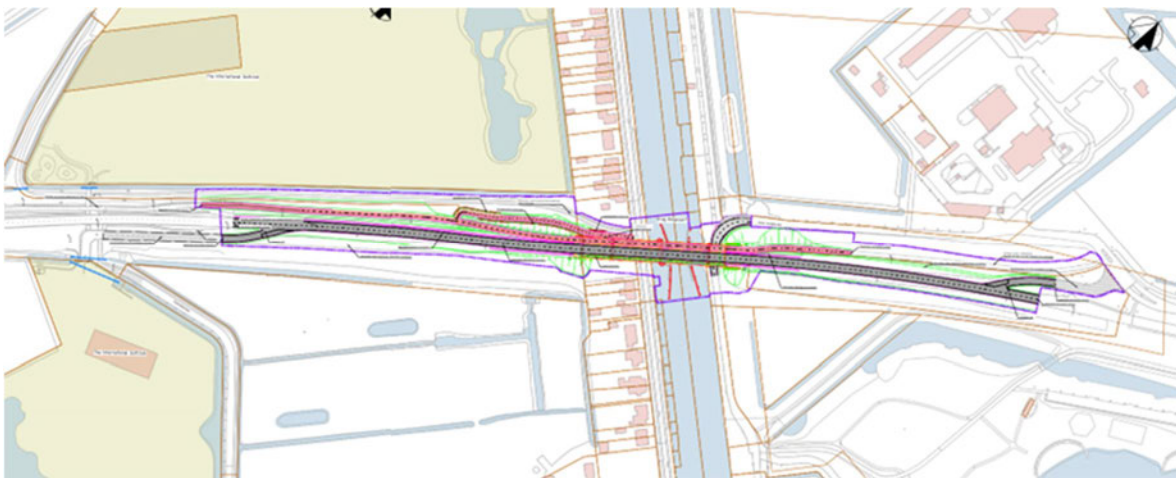
De fundatie van de bestaande en nieuwe Oude Haagsebrug kruist de waterkering van de Ringvaart, waarbij een van de pijlers ('as 4') in de kernzone van de noordelijke dijk ter plaatse van de Oude Haagseweg is geprojecteerd. De betreffende dijk is in het beheer bij Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, in de praktijk vertegenwoordigd door Waternet.

Omdat de pijler in de kernzone is geprojecteerd is een waterkering benodigd en zal de legger moeten worden aangepast.

1.2. Omschrijving van het project

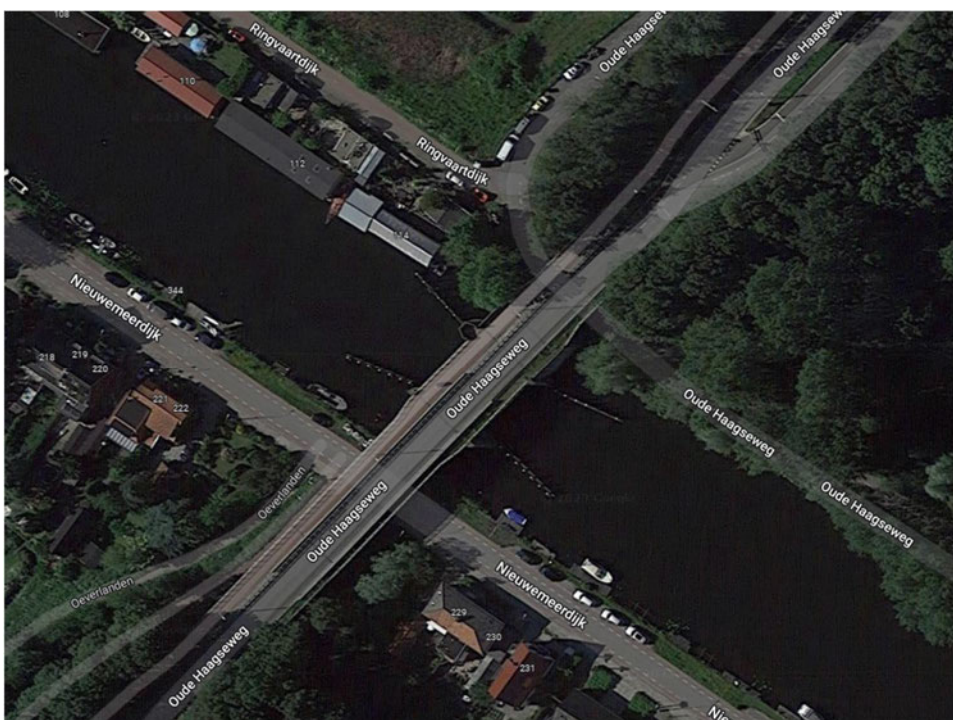
De scope van het project "Vervangen Oude Haagsebrug" betreft op hoofdlijnen de sloop en nieuwbouw van de Oude Haagsebrug die is gelegen in de Oude Haagseweg, gemeente Haarlemmermeer. Oorspronkelijk was dit een deel van de scope van het project HOV Westtangent dat in overleg tussen betrokken partijen na de pre-kwalificatie-fase is stopgezet. De huidige scope is bij Schiphol ook bekend als Terugvalvariant.

De bestaande brug is gebouwd in 1935 als beweegbare basculebrug. In de jaren 90 is het beweegbare deel vervangen door een noodvoorziening voor hulpdiensten. In 2002 is besloten om de brug te gebruiken voor de vrije busbaan van Amsterdam naar Schiphol. Toen is de brug gerenoveerd en is de stalen noodoverspanning vervangen door een vast betonnen dek. De bestaande constructie nadert einde levensduur en functioneert momenteel onder regime van jaarlijkse inspectie i.c.m. een gewichtsbepijking.



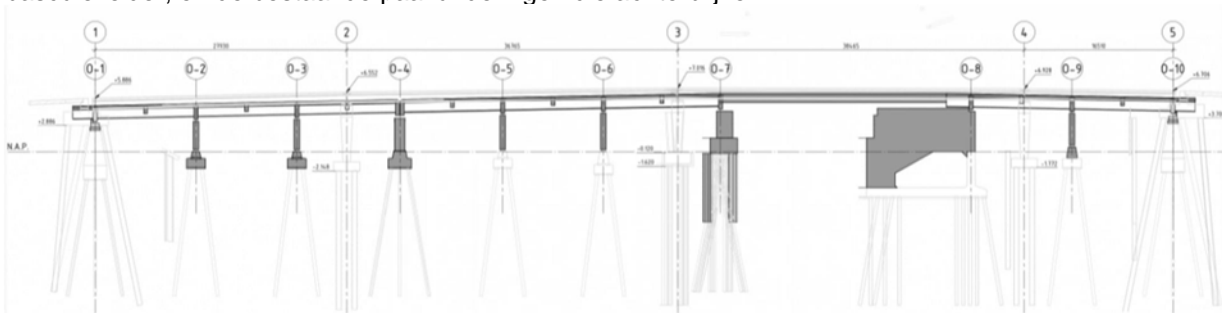
Figuur 1: Globale scope van het project o.b.v. het SO

De bestaande Oude Haagsebrug over de Ringvaart wordt vervangen door een nieuwe brug. Deze brug wordt gebouwd op de locatie van de huidige brug. Een deel van de nieuwe brug wordt hierbij onder de bestaande brug gerealiseerd, waarna de bestaande brug wordt gesloopt en de nieuwe brug verder wordt afgebouwd. Hiermee wordt de periode dat het busverkeer moet omrijden zo beperkt mogelijk gehouden. De situatie en locatie van de Oude Haagsebrug is in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2: Weergave bestaande 'Oude Haagsebrug'

Het huidig ontwerp (VO) is hieronder ingetekend samen met (donkergrijs) de te slopen bestaande pijlers en basculekelder, en (lichtgrijs) de bestaande paalfunderingen die achterblijven. Het eerder, door Arcadis opgestelde, DO is hieronder ingetekend samen met (in rood) de te slopen bestaande pijlers en basculekelder, en de bestaande paalfunderingen die achterblijven.



Figuur 3 Weergave bestaande 'Oude Haagsebrug' met ontwerpoplossing

Deze figuur illustreert dat de inpassing van de pijlers naast te slopen en achterblijvende constructieonderdelen een belangrijke uitdaging vormen.

1.3. Doel

Dit rapport betreft het definitief- Dijkverleggingsplan ter plaatse van het noordelijke dijklichaam ter plaatse van de Oude Haagseweg. Dit rapport heeft als doel instandhouding van de waterkering te onderbouwen in zowel de bouwfase als de gebruiksfase, en dat de inpassing in de omgeving zorgvuldig is gebeurd.

Met dit dijkverleggingsplan wordt aangetoond dat de waterkerende functie blijft behouden, en zal ter goedkeuring aangeboden worden aan het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht.

1.4. Vraagstelling

In dit rapport worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat is de impact van de bouwwerkzaamheden op de waterkering?
- Op welke wijze wordt de waterveiligheid van de constructie geborgd?
- Wat is de toekomstige ligging van kern- en beschermzones bij deze oplossing?

1.5. Bij deze revisie:

Dit betreft revisie E, met t.o.v. revisie D de wijziging van 'ontwerp dijkverleggingsplan' naar 'definitief dijkverleggingsplan').

2. Algemene Uitgangspunten

2.1. Van toepassing zijnde documenten

In onderstaand overzicht zijn de relevante documenten aangegeven waarnaar wordt gerefereerd. Het betreft van toepassing zijnde contractuele documenten, normen en richtlijnen, specificaties.

Tabel 1: Relevante contractdocumenten en voorschriften Waternet

	Kenmerk en titel
[OG1.]	Handleiding berekenen vervangende waterkering – Waternet, rapport nummer 17.114624 V2 (november 2019)
[OG2.]	Update AGV- proevenverzameling okt. 2019 tabellen notitie 20.003662, 30-1-2020
[OG3.]	Vraagspecificatie eisen, <i>beschrijving van de eisen Rijkswaterstaat, Grote projecten en Onderhoud</i> ,

Tabel 2: Relevante ontwerpdocumenten en tekeningen

	Kenmerk en titel
[ON1.]	SPLP3PROJ-ORP-100015375 Uitgangspuntennotitie Geotechniek Vervanging Oude Haagse Brug
[ON2.]	SPLP3PROJ-ONO-100015439 Ontwerpnota VO
[ON3.]	SPLP3PROJ-OBA-100015445 Uitgangspuntennota Waterhuishouding
[ON4.]	SPLP3PROJ-T-K-W5.0443-O-2001-VO Overzichtstekening
[ON5.]	SPLP3PROJ-T-K-W5.0443-SI-2001- Overzicht Leggers Waterschappen
[ON6.]	SPLP3PROJ-T-W-W5.0443-SI-2008 Ontwerptekening VO Situatietekening
[ON7.]	Geotechnisch bodemonderzoek ten behoeve van project ‘Oude Haagsebrug te Amsterdam’, 11-5-2023 BAM Infra afdeling Bodem
[ON8.]	R2301091-02 - Laboratoriumwerkzaamheden tbv project Oude Haagsebrug, MOS Grondmechanica

Tabel 3: Relevante informatieve documenten

	Kenmerk en titel
[OG4.]	I.03.01 Geotechnisch grondonderzoek, Ortago nr 212511/R01
[OG5.]	2020-100-013-DO_Bestaande_Situatie-003
[OG6.]	Geotechnisch adviesrapport HOV Westtangent deeltracé Ringvaart - Schiphol Noord Arcadis, nr D10014418:190
[OG7.]	HOV Westtangent Situatie SO 2022-100-002-SO_Situatie_Fase2_v2
[OG8.]	Ontwerprapport definitief ontwerp, Arcadis nr D10015340:196
[OG9.]	2020-100-007-DO_Brug over de Ringvaart, tekening Arcadis
[OG10.]	2022-100-002-SO_Situatie_Fase2_v2, tekening Arcadis
[OG11.]	FILE0001; bestaande situatie, oude ontwerptekening
[OG12.]	I.09.02 Onderzoek bestaand paalfundering Ringvaartbrug, Arcadis, nr D10018165:4

[OG13.] Rapportage waterhuishouding HOV Westtangent deeltracé Ringvaart - Schiphol Noord, Arcadis
nr D10015230:76

Tabel 4: Relevante normen, richtlijnen en literatuur

Kenmerk en titel

- [1] NEN 9997-1+C2:2017 (nl), Geotechnisch ontwerp van constructies Deel 1 Algemene regels, 2017;
- [2] RAW 2020, Standaard RAW bepalingen, CROW;
- [3] CUR 166, Damwandconstructies (6e druk, deel 1+2) inclusief Errata (2014);
- [4] TAW rapport Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies
- [5] Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen
- [6] STOWA Leidraad Waterkering in Regionale Waterkeringen
- [7] Technisch rapport waterkerende grondconstructies TAW

Tabel 5: Overige bronnen

Kenmerk en titel

- [OB1.]** Legger regionale keringen - Hoogheemraadschap van Rijnland
- [OB2.]** Kaartlagen behorend bij de regelgeving van het Waterschap (arccgis.com) Amstel Gooi en Vechtstreek
- [OB3.]** Leggerprofiel secundaire Waterkering WaterschapAmstel, Gooi en Vecht, nr A540_02
- [OB4.]** Actueel hoogtebestand ahn.nl
- [OB5.]** Dinoloket
- [OB6.]** Bodemdalingskaart 2.0 (skygeo.com)

2.2. Eisen vanuit contract

De van toepassing zijnde eisen op dit document zijn opgenomen in [ON1.] De voor dit rapport van relevante eisen zijn vermeld in onderstaande Tabel 6:

Tabel 6: Eisen vraagspecificatie met betrekking tot geotechniek en fundering

Nr	Omschrijving (de eis)	Zie paragraaf
VSE-0071	Brug over de Ringvaart, Handhaven Regionale Kering Brug over de Ringvaart dient de bestaande Regionale keringen van de Ringvaart te handhaven conform de eisen van de Keur	4 Zie hieronder
VSE-0379	Grondkering, verschilverplaatsing De maximale verschilverplaatsing van de kop van de grondkerende constructie dient over een lengte van 100 meter maximaal 1/200 van de te keren hoogte te bedragen.	Zie hieronder
VSE-0380	Grondkering, verplaatsing object De grondkerende constructie dient verplaatsingen van objecten achter de grondkering te beperken tot maximaal 10 mm.	Zie hieronder
VSE-0331	Grondkerende constructie, onderhoudsvrij Grondkerende constructies dienen gedurende de levensduur onderhoudsvrij te zijn.	0 5.4

Werkzaamheden in de kernzone

Omdat binnen de kernzone poeren en palen worden aangebracht zullen onze werkzaamheden worden getoetst en afgestemd aan de keur en waar nodig voorgelegd aan het Waterschap (HHS Rijnland aan zuidzijde, Amstel Gooi en Vecht aan noordzijde). Dit rapport is hier een uitwerking van; in hoofdstuk 4 is een stapsgewijze beschrijving en de technische onderbouwing opgenomen.

Grondkerende constructie, verschilverplaatsing en verplaatsing object

Omdat de waterkering enkel in een calamiteitensituatie grondkerend is, worden de eisen VSE-0379 en VSE 0380 niet toegepast op deze damwand. Hiervoor gelden de vervormingseisen van Waterschap Amstel Gooi en Vecht, zie paragraaf 0.

2.3. Eisen vanuit Waterschap Amstel Gooi en Vecht

In [OG1.] Handleiding berekenen vervangende waterkering – Waternet, rapport nummer 17.114624 zijn daarnaast enkele specifieke eisen en criteria opgenomen:

Tabel 7: Eisen en criteria opgenomen in [OG1.]

Par	Omschrijving (de eis)	Zie paragraaf
2.1, 2.2, 3.1	Omdat een paalfundering en poer wordt voorzien binnen de dijkskern, wordt een <u>waterkering</u> in de vorm van een damwand voorzien. Aan de poer- en paalfundering zal geen stabiliteit worden ontleend.	4
3.3	Veiligheidsklasse De constructie voor een waterkering is volgens de NEN-EN-1990 (EC0) ingedeeld in de betrouwbaarheidsklasse RC2 ($\beta=3,8$).	4.3.1
3.4	Levensduur De waterkering wordt uitgerekend voor een planperiode van 100 jaar	0
3.5	Materiaalkeuze Staal, minimaal kwaliteit S240 GP	0
3.6	Corrosietoeslag Op basis van het advies van de ENW 16-01 aangaande de nieuwe methode ter bepaling corrosietoeslag van stalen damwanden, - zoals gepresenteerd op de site van helpdesk Water [4] - dient voor de corrosietoeslag bij ongeroerde grond een reductie van 0,024mm/jaar in rekening te worden gebracht, en voor geroerde grond een reductie van 0,044mm/jaar. Een planperiode van 100 jaar levert een reductie van respectievelijk 2,4mm en 4,4mm op.	0
3.7	Sterkte damwand Als sterkte-eis wordt gecontroleerd of de rekenwaarde van het optredende moment ($M_{max}; E_d$) kleiner is dan de rekenwaarde van het opneembare moment ($M_c; R_d$).	4.4.1 0
3.8	Vervorming damwand Als vervormingseis bij berekening van een waterkering wordt in de bruikbaarheidgrenstoestand (BGT) de empirische waarde van maximaal 10cm aangehouden. Reden hiervoor is dat de maximale vervorming optreedt bij een calamiteit onder maatgevende omstandigheden.	4.4.1 0
3.9	Grondparameters Voor de berekening van de waterkering kunnen de karakteristieke waarden van de parameters van de nieuwe regionale proevenverzameling van het beheergebied van AGV (september 2016) worden aangehouden. Conform het gestelde in de CUR 166 (deel 2, blz. 128) [5] worden de damwand-	4.3.2

Par	Omschrijving (de eis)	Zie paragraaf
	berekeningen doorgerekend met de karakteristieke sterkteparameters bij 5% rekwaarden.	
4.1	<p>Te maken berekening</p> <p>Voor het ontwerpen van een waterkering Type I wordt een aantal damwandberekeningen gemaakt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Binnenwaartse stabiliteit 2. Buitenwaartse stabiliteit <p>Er worden géén aanvullende stabiliteitsberekeningen gemaakt voor het achterliggende grondlichaam met een geometrie van het leggerprofiel.</p>	4.3.4
4.2	<p>Rekenprogrammatuur</p> <p>D Sheetpiling</p>	2.5
4.3	<p>Schematisering</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poldermaaiveld is aan te houden maaiveldniveau (voor Binnenwaartse stabiliteit) - Bovenbelasting: 13 kN/m² over minimaal 2.5 m (verharde kade) - Val van de boezen: conform NEN 9997, RC2 en CUR 166: 0.25 m - Toeslag op ontgravingsdiepte (ontgronding): conform NEN 9997 en CUR, 0.5 m 	4.3.4
4.4	<p>Belastingschema's</p> <p>Maatgevend, naar binnen</p> <ul style="list-style-type: none"> • maximaal ontgravingsnivo • maatgevend boezempeil (NAP -0.10m) met laag polderpeil • geen verkeersbelasting <p>Maatgevend, naar buiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • verlaagde waterstand in boezem • bovenbelasting • gemiddelde grondwaterstand <p>Beide schema's in een aparte berekening</p> <p>Bij 'kerend naar binnen' wordt het maximaal ontgravingsnivo aangehouden</p>	4.3.4

2.4. Eenheden

Tenzij anders vermeld, worden in de berekeningen de volgende eenheden gebruikt:

Lengte : m, mm
Oppervlakte : m²
Kracht : kN
Moment : kNm
Spanningen : MN/m² (MPa), kN/m² (kPa), N/mm²

2.5. Gebruikte Software

Bij het ontwerp zal gebruik gemaakt worden van diverse programmatuur. De uitgangspunten voor de rekenmethoden zijn als volgt:

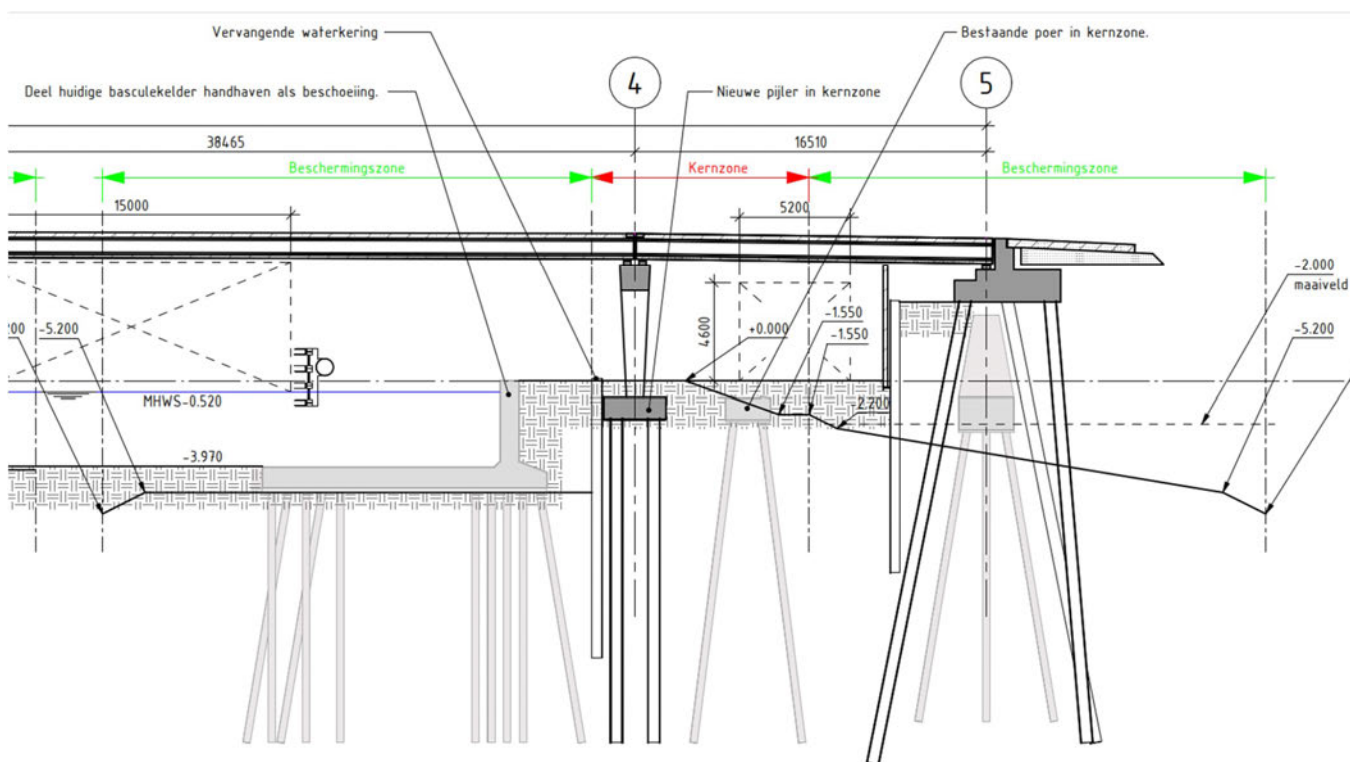
- 1) Damwand volgens methode Mixed met D-Sheet Piling versie 22.1
- 2) D-Pile groep 18.1;
- 3) Excel

3. Geotechnische uitgangspunten

3.1. Situatie Waterkering

De werkzaamheden dienen, ook tijdens de werkzaamheden, zodanig te zijn dat de bestaande Regionale keringen van de Ringvaart worden gehandhaafd conform de eisen van de Keur (VSE 0071). Bij akkoord op de vergunningaanvraag wordt voldaan aan de keur. In deze paragraaf zijn de relevante gegevens en overwegingen beschreven. De werkzaamheden dienen, ook tijdens de werkzaamheden, zodanig te zijn dat de bestaande Regionale keringen van de Ringvaart worden gehandhaafd conform de eisen van de Keur (VSE 0071). Bij akkoord op de vergunningaanvraag wordt voldaan aan de keur. In deze paragraaf zijn de relevante gegevens en overwegingen beschreven.

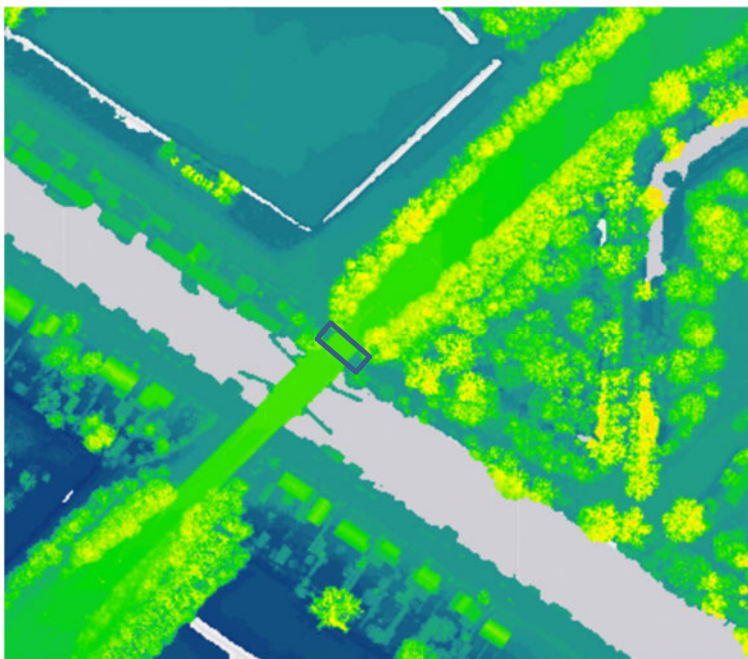
De uitgangspunten met betrekking tot de waterkeringen is samengevat in SPLP3PROJ-T-K-W5.0443-SI-2001- Overzicht Leggers [ON5.]. Bijlage 1 geeft deze weer. In Figuur 4 is een uitsnede van de belangrijkste doorsnede weergegeven:



Figuur 4 Doorsnede uit [ON5.].

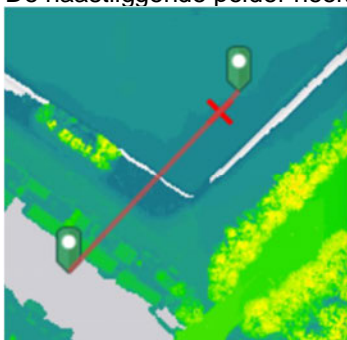
3.1.1. Maaiveldverloop

Onderstaand is, aan de hand van ahn.nl een weergave van het algemene maaiveldverloop gegeven. Het maaiveld rond de brug aan zuidzijde vormt een terp in deze verdiepte polder, zoals weergegeven in onderstaande figuur. De dijkverlegging (aangegeven met een rechthoek) bevindt zich ter hoogte van deze terp. Dit illustreert dat binnenwaartse stabiliteit niet in het geding is.

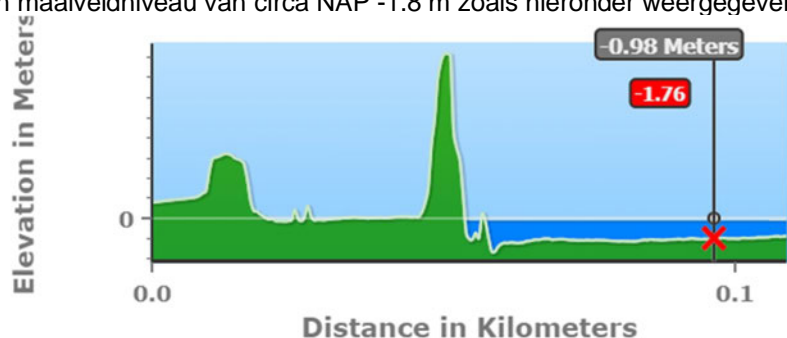


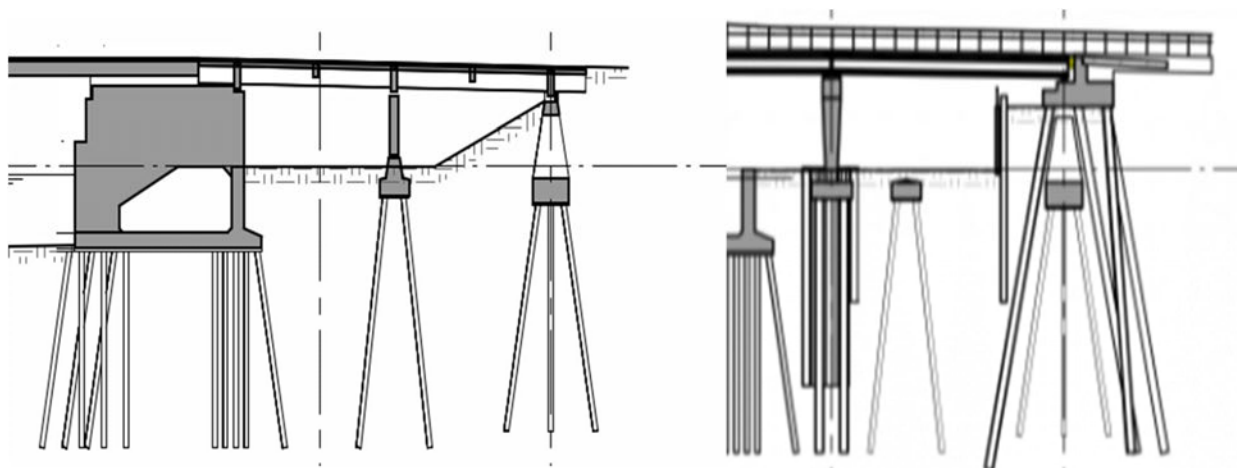
Figuur 7 Doorsnede uit [ON5].

De naastliggende polder heeft een maaiveldniveau van circa NAP -1.8 m zoals hieronder weergegeven.



Figuur 8 Doorsnede uit [ON5].





Figuur 9: Doorsnede uit [ON5] – (links is de huidige situatie, rechts is de toekomstige situatie)

Het niveau van de Oude Haagseweg, in feite het achterland van de betreffende waterkering, is hieronder weergegeven voor de huidige en de toekomstige situatie. Het bovenkant-wegniveau bedraagt bij het landhoofd momenteel NAP +5.5 m, na vervanging van de brug zal dat verhoogd zijn tot NAP + 6.6 m.

3.1.2. Peil in Ringvaart en naastliggende polders

Volgens het peilbesluit [OB1.] is het peil in de Ringvaart:

Zomerpeil: NAP -0.61 m

Winterpeil: NAP - 0.64 m

MHWS bedraagt NAP -0.52 m

In een extreme situatie zou het peil in de Ringvaart circa NAP 0.0 kunnen bedragen (bron: [OG1.])

Het toetspeil in de boezem bedraagt, volgens opgaaf Waterschap Amstel, Gooi en Vecht NAP -0.1 m ('MBP').

Voor het ontwerp van de damwanden langs de oever van de Ringvaart wordt uitgegaan van de lage waterstand van NAP -0.64, verlaagd met de toeslagfactoren (Δ) op waterpeil volgens NEN 9997-1 [1]. Een extreme situatie betreft 'snelle val van boezem'; hiervoor wordt – conform par. 4.3.3 van [OG1.], uitgegaan van een peil van winterpeil – 0.30 m \cong NAP -0.94 m.

In de polder aan noordoostzijde (Amstel Gooi en Vecht) is een vast peil van NAP -1.9 m van toepassing. Dit is enkele decimeters beneden maaiveld.

3.1.3. Aan te houden grondwaterstanden en stijghoogten

Freatische grondwaterstand

Voor de damwandberekening is de freatische grondwaterstand aan de hoge zijde, in de dijkskern, van belang.

Voor de maatgevende situatie 'val boezem' wordt uitgegaan van een extreme situatie dat het grondwaterpeil achter de damwand gelijk is aan het toetspeil van NAP -0.1 m.

Voor andere ontwerpdoeleinden wordt aangehouden:

Tabel 8: Aan te houden GWS en GHG

Item	GHG	GWS	
Damwand noord	NAP -0.5	NAP -0.85	Maaiveld hoog NAP -0.15 m
Pijlers brug Noord As 4	m	m	Peil ca NAP -0.61 m

Stijghoogte

Uit de Grondwaterkaart van Nederland blijkt dat de stijghoogte circa NAP -4 m bedraagt. Op deze locatie is dus sprake van een inzijgingssituatie. Dit is in overeenstemming met de bevindingen in [OG5].

3.2. Beschikbaar grondonderzoek

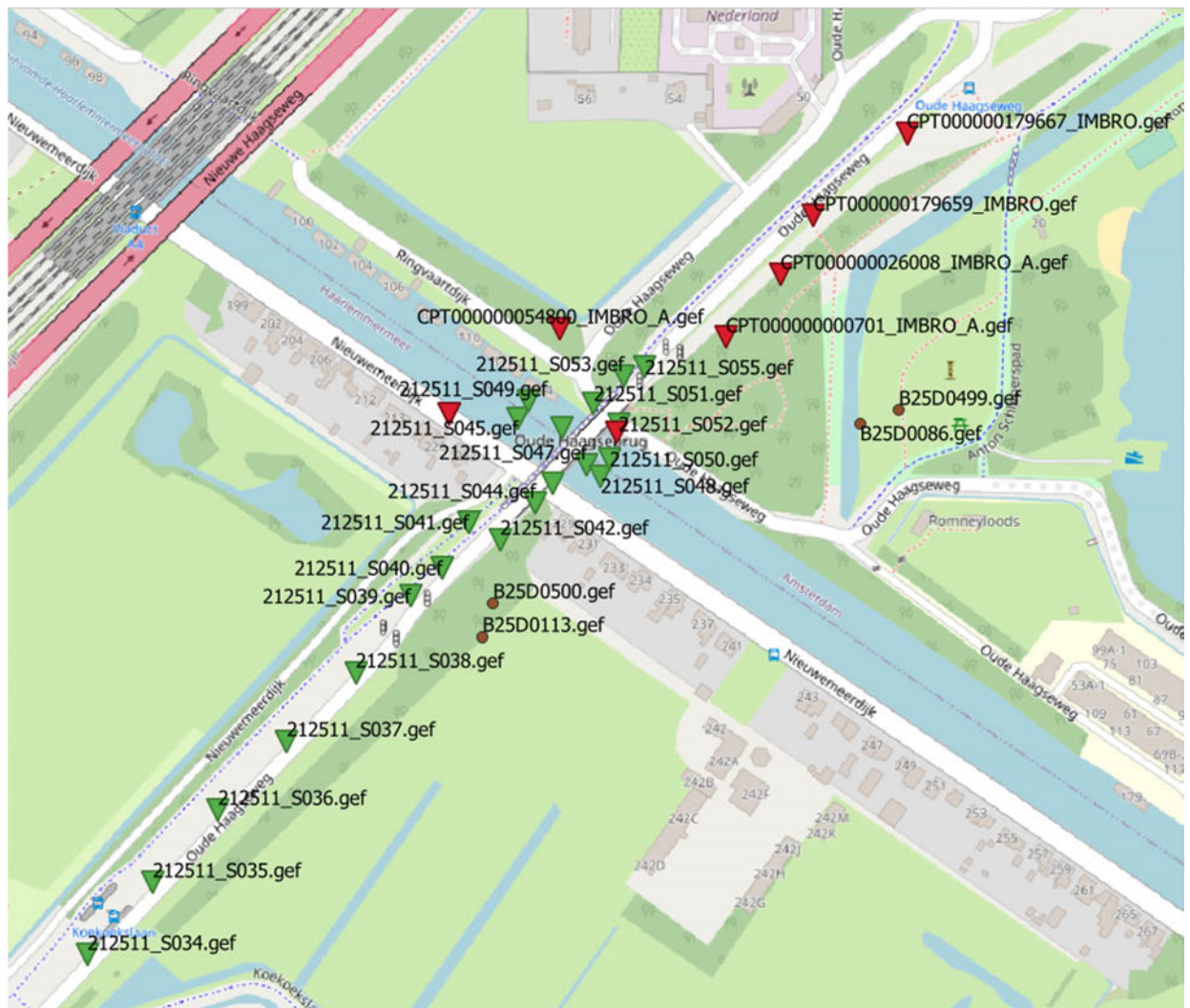
3.2.1. Sonderingen en boringen

In [OG4.] zijn de door ORTAGEO uitgevoerde sonderingen weergegeven. De sonderingen zijn uitgevoerd tot maximaal 30 m minus maaiveld. In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen zijn de sondeerlocaties voorgeboord. In de Ringvaart zijn eveneens een aantal watersonderingen uitgevoerd.

Daarnaast is eerder onderzoek gevonden in Dinoloket [OB5].

Aanvullend is door BAM een grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit sonderingen en boringen. In Bijlage 2 zijn de relevante sonderingen weergegeven.

De onderzoekslocaties zijn hieronder weergegeven:



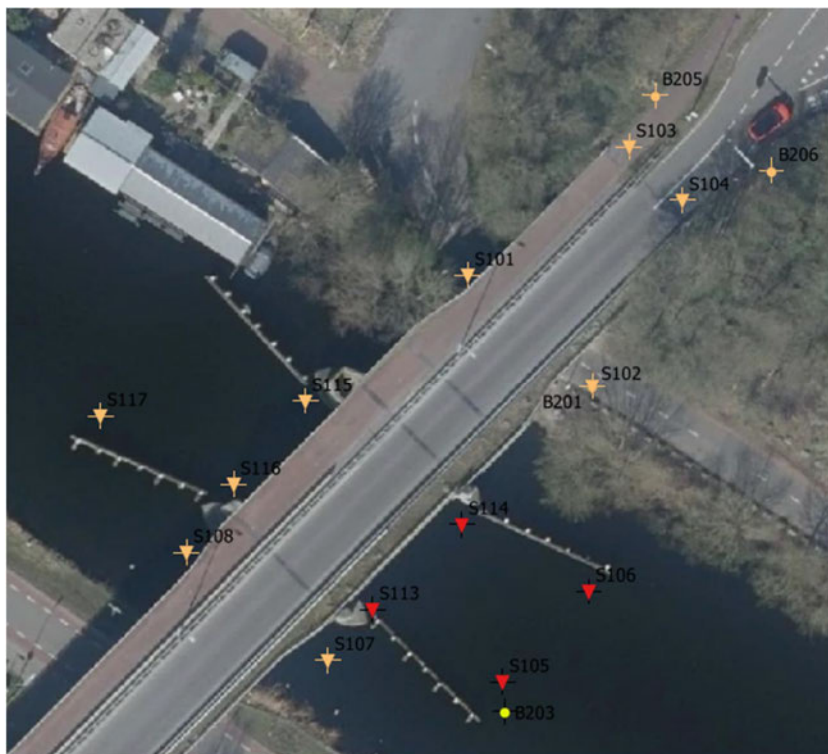
Figuur 10: Weergave locaties grondonderzoek

In de ondergrond in de (directe) omgeving van de Oude Haagseweg is geen laboratoriumonderzoek uitgevoerd.

3.2.2. Aanvullend grondonderzoek

Het aanvankelijke beschikbaar grondonderzoek dekt het ontwerp grotendeels af. Enkele meegeleverde sonderingen zijn niet betrouwbaar of lang genoeg. Tezamen met het beoogde ontwerp is bepaald waar aanvullend grondonderzoek benodigd is om een ontwerp te maken dat voldoet aan het bouwbesluit.

Binnen het invloedsgebied van de dijkverlegging betreft dit twee sonderingen (S101 en S102) en een boring (B201). Dit grondonderzoek is uitgevoerd in april 2023, en gerapporteerd in [ON7.] en [ON8.].

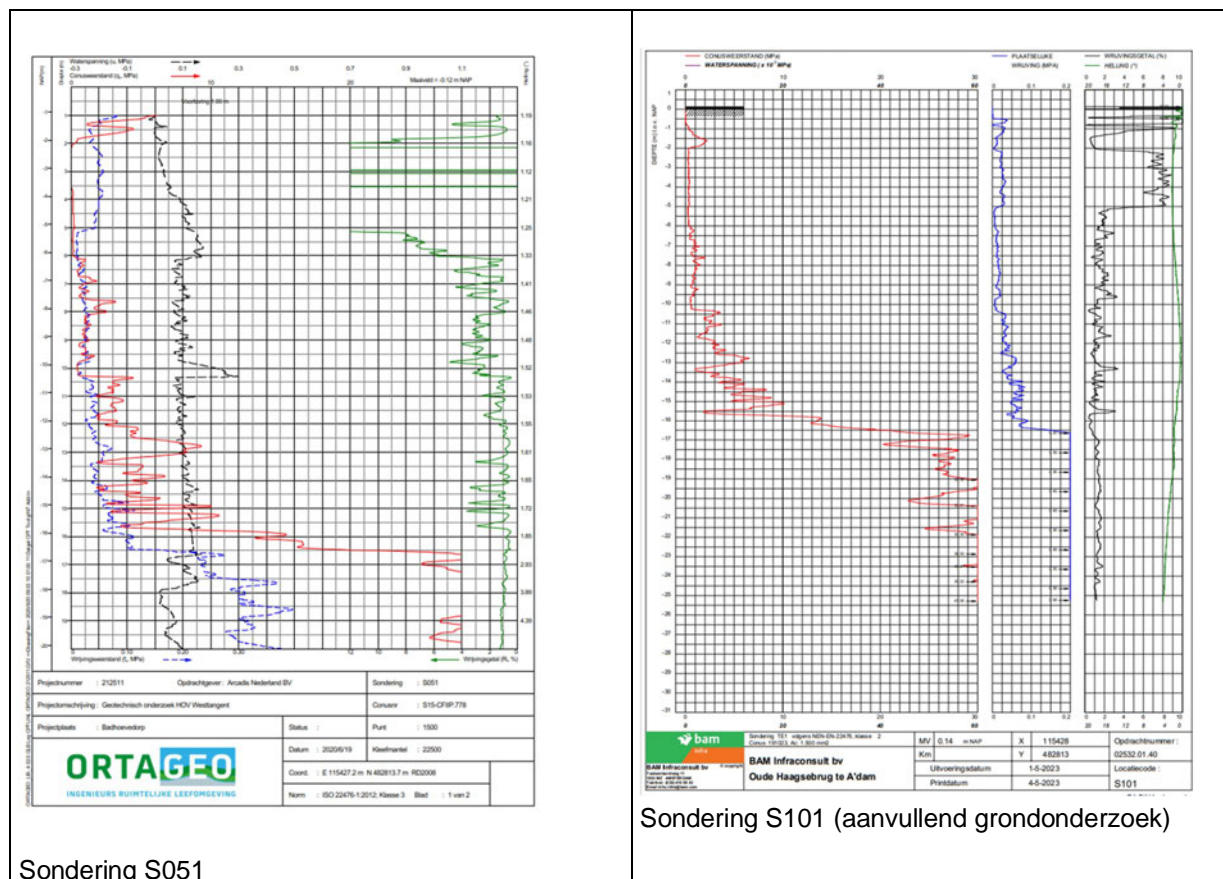


Figuur 11: Weergave locaties aanvullend grondonderzoek

Relevante gegevens hieruit zijn opgenomen in Bijlage 6.

3.3. Schematisering van de ondergrond

Bijgaand zijn twee typische sonderingen weergegeven ter plaatse van de noordoever van de Ringvaart:



Figuur 12: Typische sonderingen nabij Oude Haagse Brug: gelegen nabij Ringvaart, noordoever

Kenmerkend is:

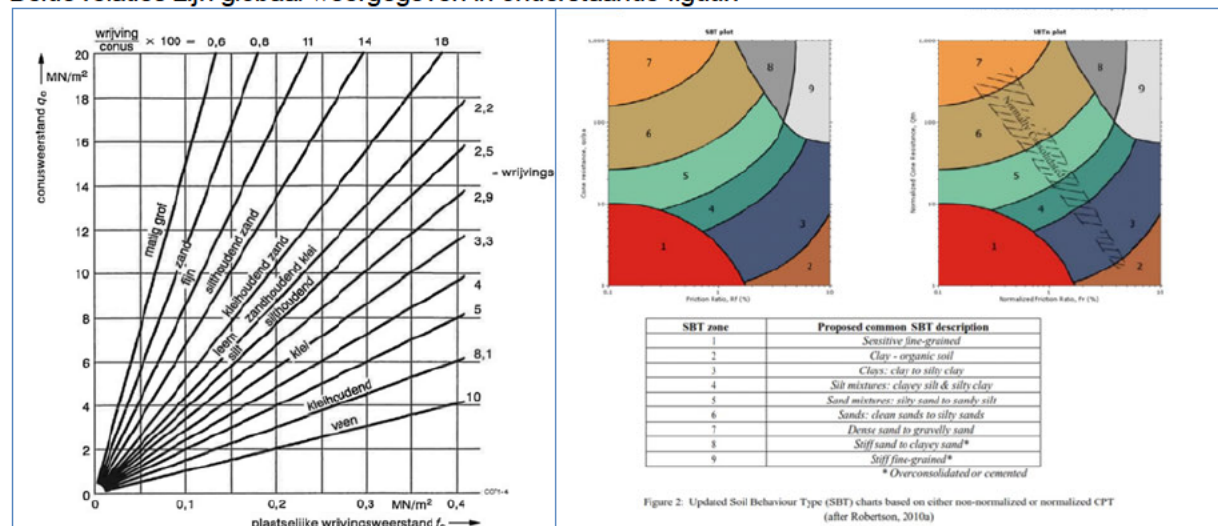
- 1 In het niet voorbelaste gedeelte bevindt zich in de bovenste 5 a 6 m slecht draagkrachtige grond (veen)
De getoonde sondering S101 in Figuur 12 vertoont een betrouwbaar beeld.
- 2 Tussen NAP -6 en NAP -10 bevindt zich een redelijk stevige, siltige / zwak zandige kleilaag, $q_c = 1$ MPa
- 3 Ter plaatse van NAP -10 m tot circa NAP -15 m is een kleilige, losse tussenzandlaag aanwezig
- 4 De draagkrachtige laag bevindt zich rond NAP -15 m a -16 m. Deze zandlaag is goed draagkrachtig

Bij de interpretatie is gebruik gemaakt van de door BAM Infraconsult gemaakte applicatie die gebaseerd is op de verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal. Gebruik wordt gemaakt van twee bekende relaties:

- De 'klassieke' relatie, wrijving/conus \rightarrow grondsoort (tabelmethode)

– De relaties zoals gepubliceerd door Robertson.

Beide relaties zijn globaal weergegeven in onderstaande figuur:



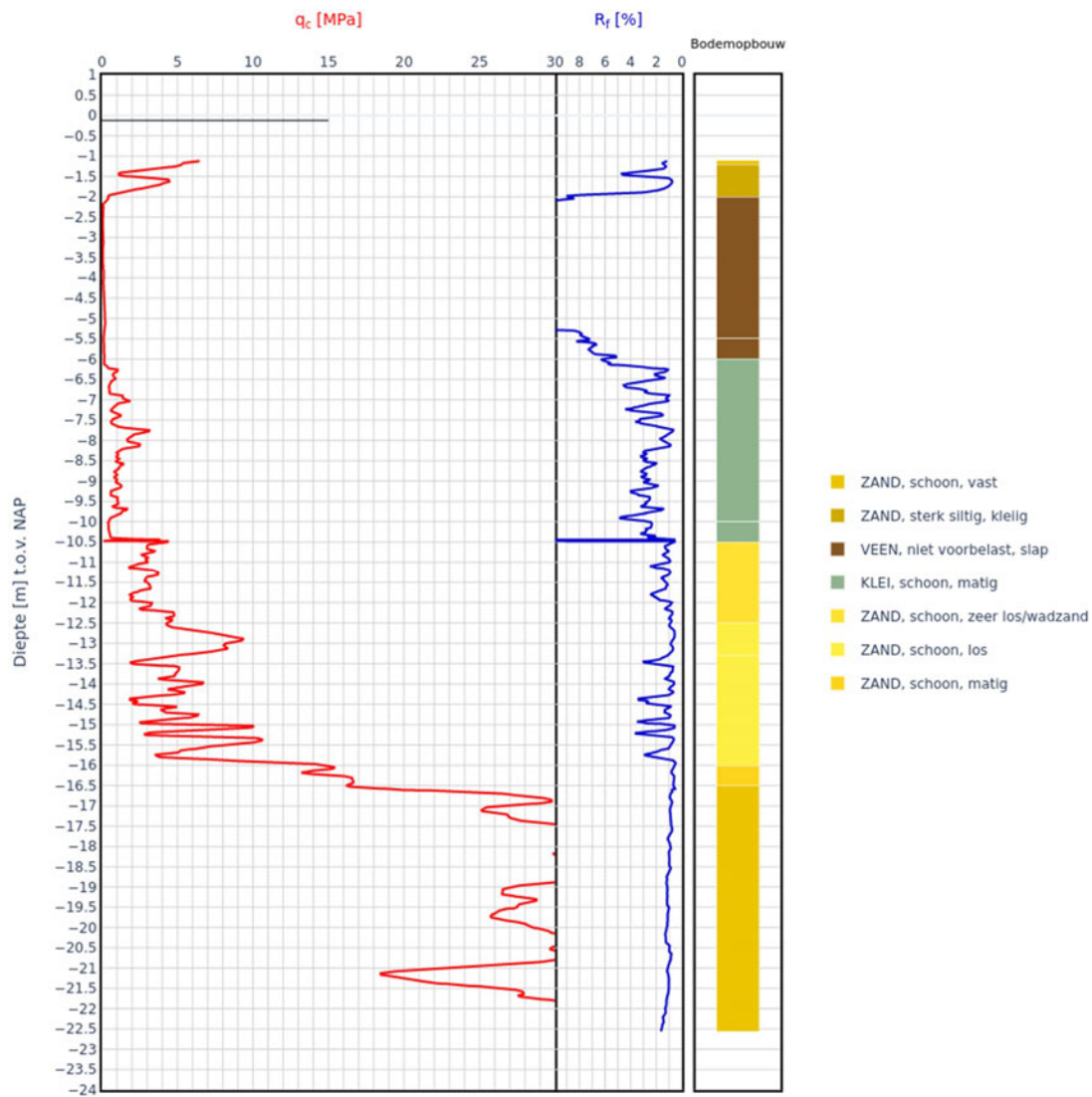
Figuur 13: Grondclassificatie 'Klassiek' en Robertson

Sondering S051 is geclassificeerd, gebruikmakend van de Tabel en Robertson-Methode en is gecontroleerd/aangepast o.b.v. de inzichten van de geotechnisch specialist. De aangehouden grondopbouw is weergegeven in onderstaande tabel en afbeelding.

Tabel 9: Grondopbouw sondering 212511_S051.gef en S101

Grondsoort	B.k. [m NAP]	O.k. [m NAP]	Mean qc [MPa]	Mean Rf [%]
ZAND, schoon, vast	-1.1	-1.2	5.68	1.4
ZAND, sterk siltig, kleilig	-1.2	-2.0	2.76	2.46
VEEN, niet voorbelast, slap	-2.0	-5.5	0.11	50.17
VEEN, niet voorbelast, slap	-5.5	-6.0	0.13	6.78
KLEI, schoon, matig	-6.0	-10.0	1.06	2.64
KLEI, schoon, matig	-10.0	-10.5	0.75	3.19
ZAND, schoon, zeer los/wadzand	-10.5	-12.5	3.11	1.29
ZAND, schoon, los	-12.5	-13.3	7.18	0.77
ZAND, schoon, los	-13.3	-16.0	5.4	1.41
ZAND, schoon, matig	-16.0	-16.5	15.46	0.67
ZAND, schoon, vast	-16.5	-22.56	29.54	1.07

GEF: 212511_S051.get



Figuur 14 Grondopbouw sondering 212511_S051.get

Opmerking: tussen NAP -2 en -5.5 m is het sondeerbeeld in het eerste grondonderzoek niet betrouwbaar geacht. Aanvullend onderzoek [ON7.][ON8.] heeft bevestigd dat dit inderdaad veen betreft.

4. Instandhouding waterkering en toetsing waterkering

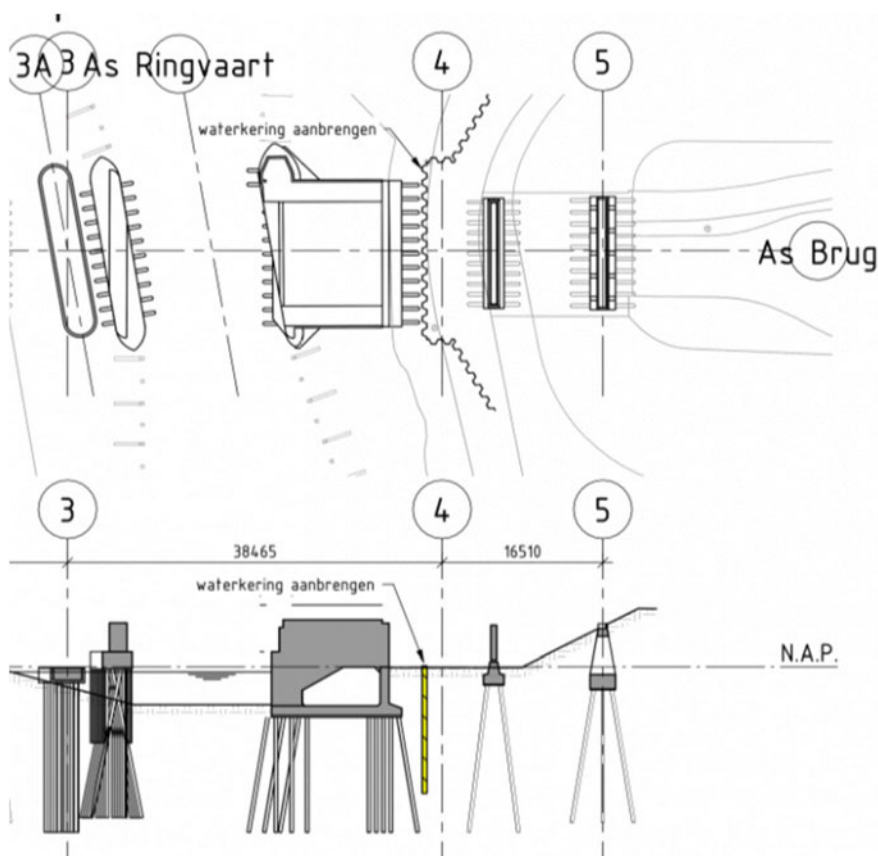
In dit hoofdstuk wordt stap voor stap beschreven hoe de waterkerende functie wordt gegarandeerd in bouw- en exploitatiefase. Rekenkundige onderbouwing wordt in hoofdstuk 5 behandeld.

4.1. Stapsgewijze weergave Fasering

In deze paragraaf wordt grafisch, per fase, weergegeven hoe de instandhouding van de waterkering wordt geborgd.

4.1.1. Fase 6 Aanbrengen Waterkering

In de voorgaande fasen vinden geen werkzaamheden binnen de beschermingszone plaats. Bij aanvang van fase 6 is het bestaande dek afgebroken en zijn aan de zuidzijde (zijde Rijnland) een tweetal fundaties voor pijlers aangebracht (as 2 en as 3). De waterkering wordt als eerste, na slopen dek, geïnstalleerd door middel van drukken.



Figuur 15 Fase 6 aanbrengen damwand waterkering

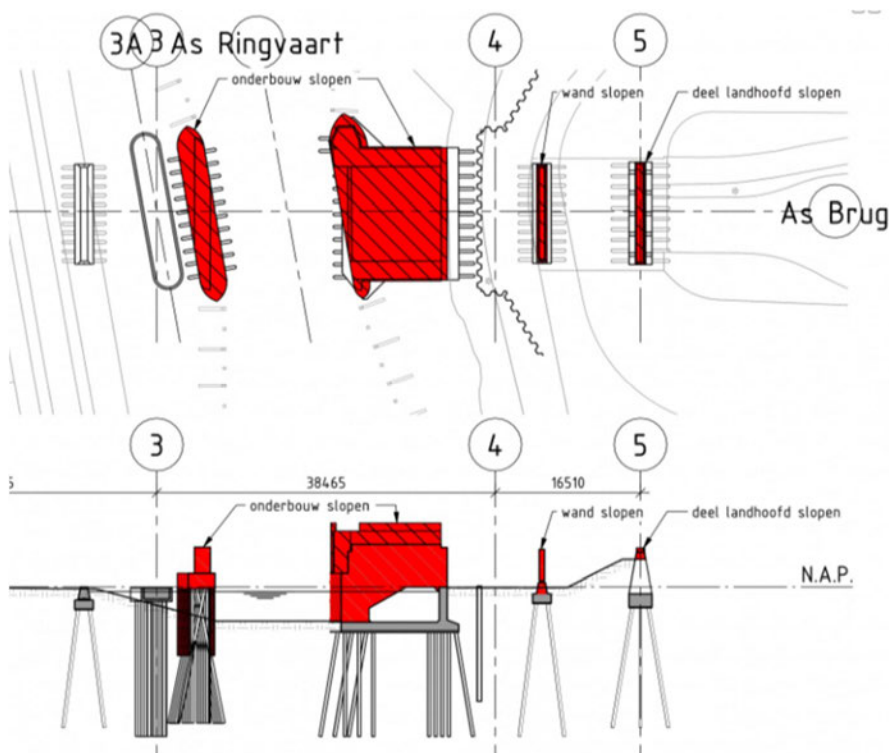
De damwand heeft een diepte van NAP -13 m. Aan de uiteinden is een minimaal 6.9 m lang kwelscherm voorzien, met diepte NAP -8 m.

Instandhouding waterkering:

Op dit moment is er nog niet gegraven binnen de kern van de dijk; stabiliteit en waterkerendheid zijn niet in het geding.

4.1.2.Fase 7 Onderbouw slopen

De brugpijler in de Ringvaart en de bovenbouw van de bestaande Basculebrug worden gesloopt. De paalfundaties blijven achter. Ook de vloer en de opstaande wand van de Basculekelder blijven achter.



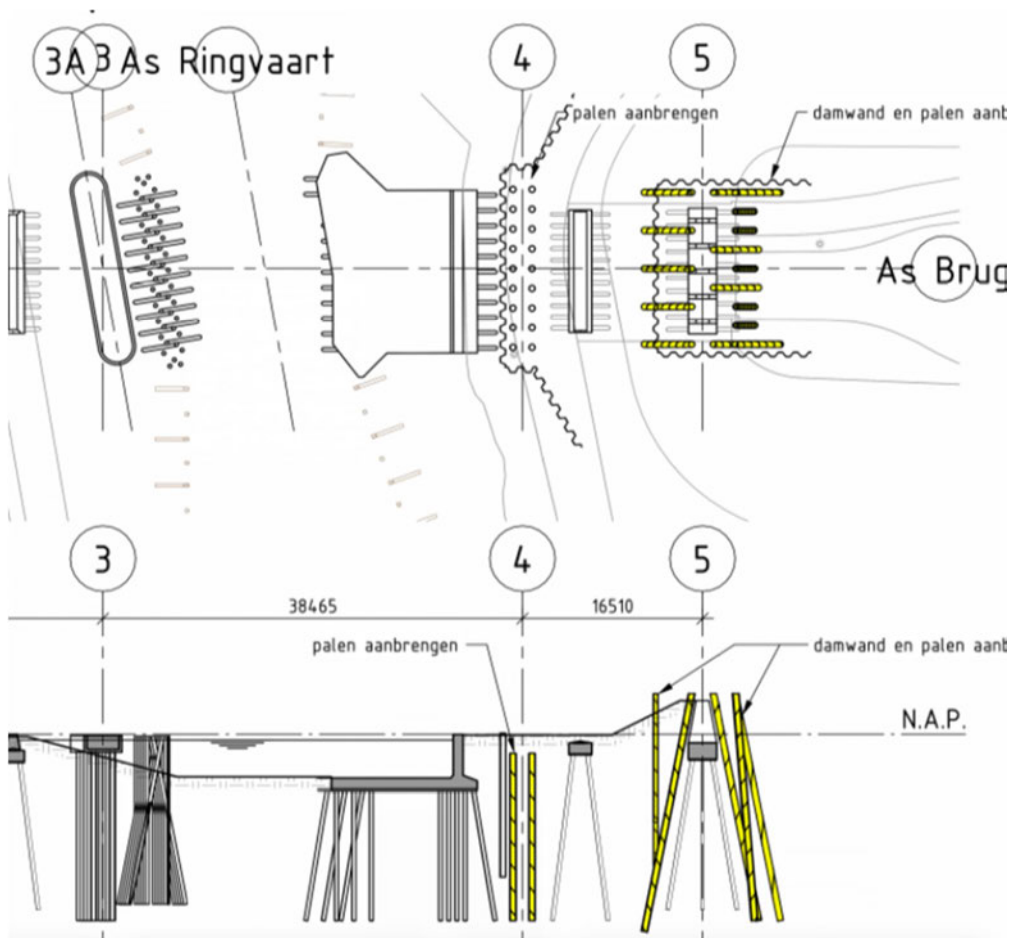
Figuur 16 Fase 7 slopen betonwerk pijler en bovenbouw Basculebrug

Instandhouding waterkering:

Op dit moment is er nog niet gegraven binnen de kern van de dijk; stabiliteit en waterkerendheid zijn niet in het geding.

4.1.3. Fase 8 aanbrengen palen as 4 en as 5

Vanaf het maaiveld worden in fase 8 grondverdringende schroefpalen geïnstalleerd (Tubex). Om de palen van het landhoofd (as 5) te maken wordt het huidige grondlichaam enkele meters afgegraven.



Figuur 17 Fase 8 palen aanbrengen as 4 en 5

Instandhouding waterkering:

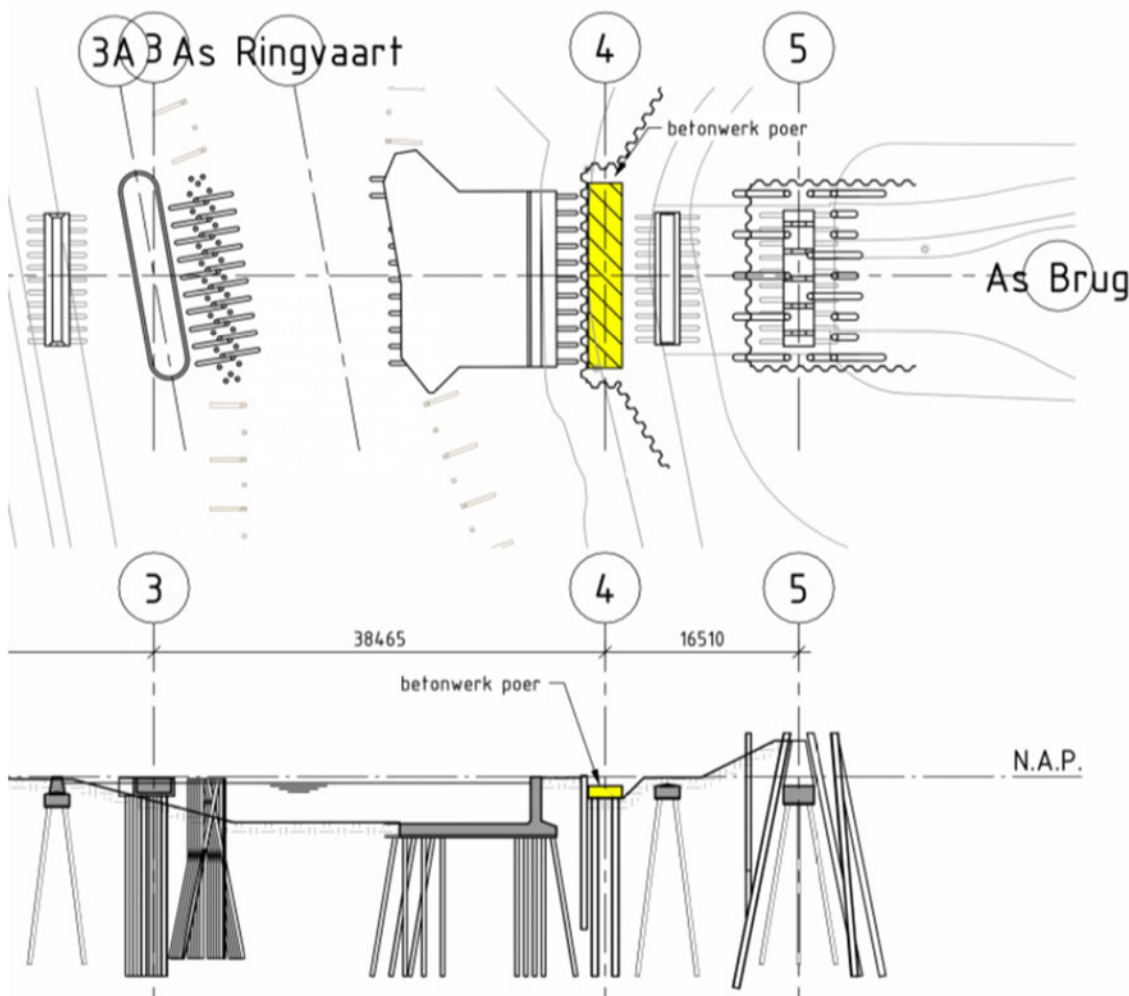
Op dit moment is er nog niet gegraven binnen de kern van de dijk; stabiliteit en waterkerendheid zijn niet in het geding.

De van maaiveld aangebrachte tubexpalen vormen geen achteruitgang van de waterafsluitende lagen omdat deze grondverdringend zijn (met groutinjectie, trillingsvrij). De palen worden achter het scherm van de waterkering gemaakt, het roeren van grond door de installatie brengt daarom geen achteruitgang van waterdichtheid met zich mee. Ook blijft de dijkhoogte gegarandeerd.

4.1.4.Fase 9 Bouwkuip en betonwerk

In fase 9 wordt de bouwkuip gegraven om de gewapend betonnen poer te maken. De onderzijde van de bouwkuip ligt op circa NAP -2 m.

In deze fase zal een oppervlaktebemaling aanwezig zijn, tot aan het aanvullen van de bouwkuip. Het bestaand geleidewerk wordt hier eveneens – vanaf het bodemniveau – verwijderd (palen blijven achter).



Figuur 18 Fase 9 Bouwkuip en betonwerk

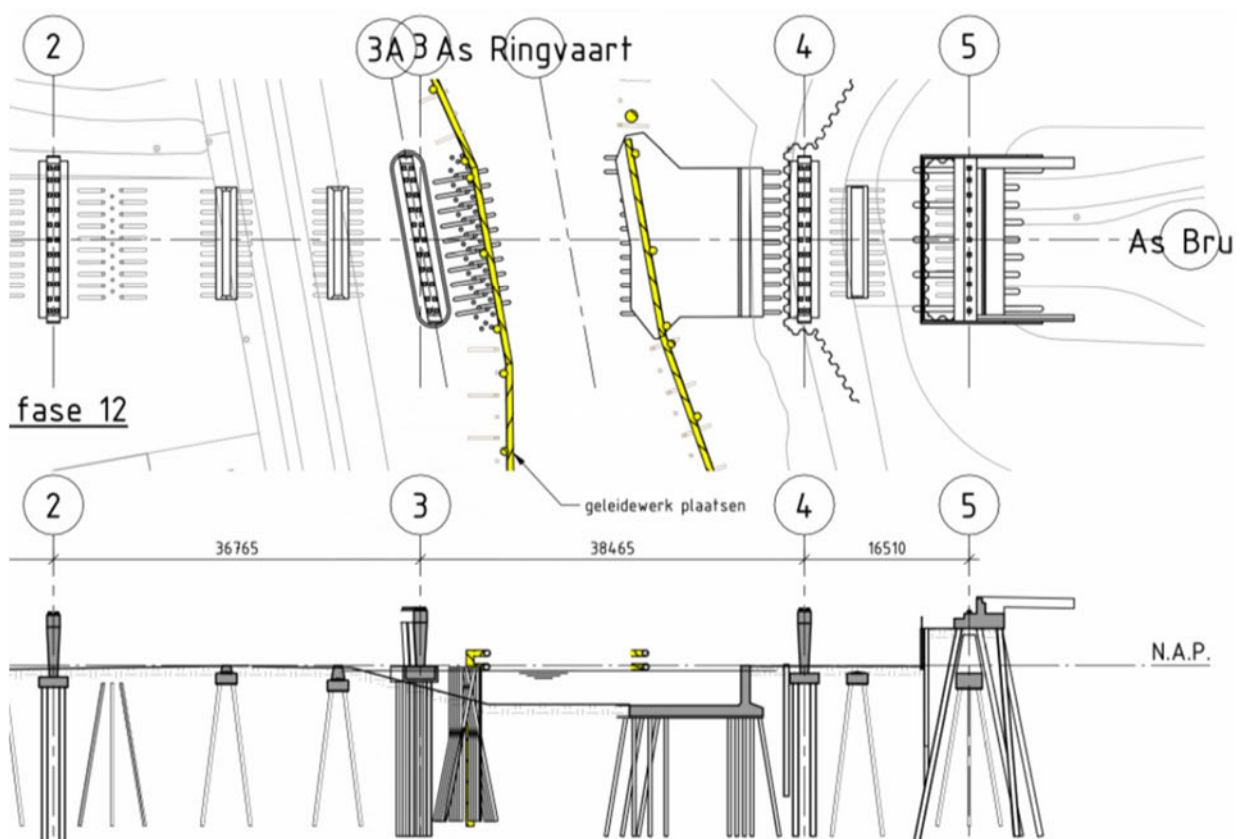
Instandhouding waterkering

De ontgraving die nodig is om de betonnen poer te realiseren vindt plaats achter het scherm van de waterkering. Het verwijderen van dijk materiaal brengt daarom geen achteruitgang van waterdichtheid met zich mee. Ook blijft de dijkhoogte gegarandeerd.

De bouwkuip wordt, achter het scherm, in een open ontgraving aangebracht. Om nadelige effecten van de oppervlakte bemaling te voorkomen zal de nabijgelegen dijkdelen gemonitord worden (zie Bijlage 5).

4.1.5.Fase 10 - 12: afbouw brug en geleidewerk plaatsen

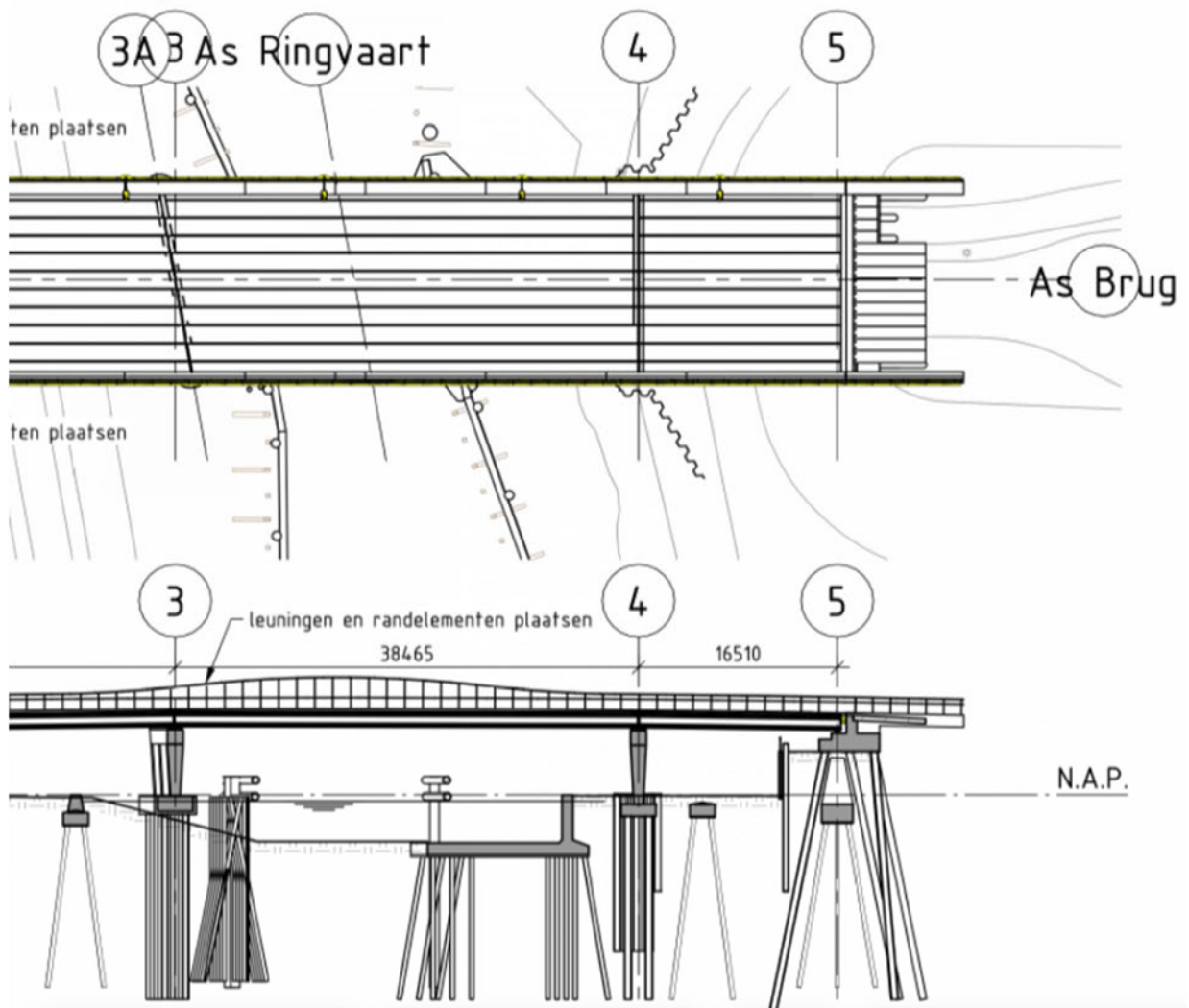
In vervolgfases worden de pijlers en landhoofden gebouwd, het remmingwerk geplaatst, prefab liggers geplaatst, dekken gelegd en verharding aangebracht.



Figuur 19 fase 10-12: afbouwen brug en remmingwerk

Het landhoofd bij as 5 is per saldo een 'afsnuiting' van het bestaande landhoofd.

Tenslotte worden de dekken afgewerkt en verhardingen aangebracht.



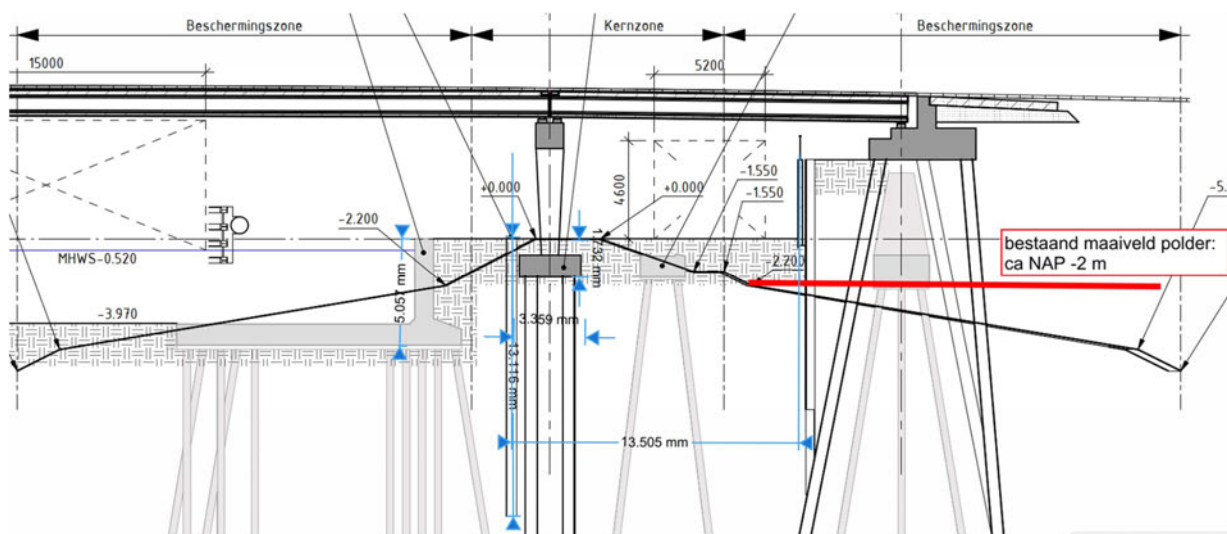
Figuur 20 fase 13-19: afbouwen brug

4.1.6. Gebruiksfase

Deze situatie wordt in de gebruiksfase niet meer gewijzigd: damwand en Basculekelder blijven aanwezig. De damwand wordt zodanig gedimensioneerd dat deze geen stabiliteit ontleent aan de fundatie van de Basculebrug. Voor de constructieve veiligheid van de brug wordt er wel vanuitgegaan dat de vloer en fundatie instand blijft.

4.2. Dimensies

In deze paragraaf worden de specifieke dimensies die van belang zijn voor de toetsing weergegeven. Hierbij wordt verwezen naar Figuur 21 waarin de belangrijkste maten zijn opgenomen in de tekening [ON5.] (zie ook bijlage 1).



Figuur 21 belangrijkste dimensies

Resumerend:

- Niveau 'Onderkant Basculebrug' NAP -5 m
- Niveau onderkant vloer NAP -1.7 m; in verband met grondverbetering: NAP -2 m
- Niveau onderkant damwand
 - o Tpv fundatie NAP -13 m (= waterkering)
 - o Ter weerszijden NAP -8 m (= kwelscherm)
- Niveau bovenkant damwand NAP + 0.1 m
- Maaiveldniveau in polder ca NAP -2 m
- Breedte poer 3 m
- Afstand tot grondkering landhoofd 13.5 m

4.3. Uitgangspunten Toetsingen

4.3.1. Berekeningsmethode

Damwandconstructies

De kerende constructies voor het project worden gedimensioneerd conform het stappenplan van CUR 166 [2] en conform NEN 9997-1 [1]. Hierbij wordt gebruikgemaakt van het programma D-Sheet Piling, dat uitgaat van de berekeningsmethode waarbij de damwand wordt geschematiseerd tot een door elasto-plastische veren ondersteunde ligger.

Op de grondparameters worden hierbij partiele factoren γ_M volgens tabel A4b [1] aangehouden. Daarnaast worden de geometrische toeslagen volgens art 9.3.2.2 en tabel 9.a van [1] aangehouden.

Deze grondkering wordt geplaatst in RC 2.

Hieronder zijn de toegepaste factoren weergegeven:

Tabel 10: partiële factoren voor grondkerende constructies horend bij RC2 [1]

		Partiele factor
Hoek van inwendige wrijving	γ_ϕ	1,175
Cohesie	γ_c	1,25
Volumiek gewicht	γ_γ	1,0
Grondwaterstand lage zijde ($\min \mu + \gamma^* \sigma; \mu \Delta$) ¹⁾	$\gamma; \Delta a$	1,90; 0,25
Grondwaterstand hoge zijde ($\max \mu + \gamma^* \sigma; \mu \Delta$) ¹⁾	$\gamma; \Delta a$	1,18; 0,05
Niveau maaiveld aan lage zijde ($\mu - \Delta a$)	Δa	$\min (0.5 \text{ m}; 0.1h)$ ²⁾

¹⁾ bij ontbreken van statistische informatie wordt gebruik gemaakt van Δ

²⁾ met h = kerende hoogte ingeval van een vrijstaande wand. Ingeval van een verankerde of gestempelde damwand is h gelijk aan de afstand tussen hoogste steunpunt en het ontgravingsniveau

Voor de te toetsen rekenwaarden van buigende momenten en steunpuntskrachten wordt het maximum aangehouden van de UGT-waarden (stap 6.1 t/m 6.4) en de BGT-waarde vermenigvuldigd met 1,2 (stap 6.5). Dit laatste wordt, evenals de toepassing van de partiele factoren, automatisch gedaan in D-Sheetpiling.

4.3.2. Grondprofiel en -parameters

Conform [OG1.] wordt voor de toetsing van de waterkering uitgegaan van de karakteristieke sterkteparameters bij 5% rek, zoals opgegeven in de parameterset van de regionale proevenverzameling van beheergebied AGV (tabel 1 Ref [OG1.]). Voor de beddingsconstante wordt uitgegaan van de waarden uit tabel 3.3 van [3]. Voor zandlagen wordt uitgegaan van de laagkarakteristieke waarden uit tabel 2b van [1]. Tezamen met het profiel zoals afgeleid in 3.3 volgt voor het aangehouden bodemprofiel – en parameters:

Tabel 11: Geotechnische profiel en representatieve grondparameters (tabel 2) – [OG2.]

Grondsoort	B.k. [m NAP]	O.k. [m NAP]	γ_{dr}/γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ'_{rep} [°]	c'_{rep} [kPa]	δ ¹⁾ [°]	$k_{h2,rep}$ ²⁾ [kN/m ³]
ZAND, schoon, vast	-1.1	-1.2	19/21	35	0	23.3	
ZAND, sterk siltig, kleiig	-1.2	-2.0	18/20	25	0	18.7	
VEEN, niet voorbelaast, slap ³⁾	-2.0	-6	10.5	29.41	1.94		
KLEI, schoon, matig	-6.0	-10.5	17	30.13	4	20	2000
ZAND, schoon, zeer los/wadzand	-10.5	-12.5	17/19	28	0	18.7	6000
ZAND, schoon, los	-12.5	-16.0	18/20	30	0	20	6000
ZAND, schoon, matig	-16.0	-16.5					
ZAND, schoon, vast	-16.5	-22.56					

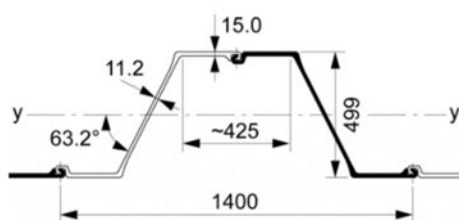
- De wandwrijvingshoek (δ) is bepaald conform NEN9997-1 tabel 9.b [1]:
 zand/klei/keileem: $\delta = 2/3 \phi'$
 veen / organische slappe klei: $\delta = 0$.
- Er wordt gebruik gemaakt van drietakkige secans-waarden voor de beddingsconstanten. Voor de laag representatieve waarden voor de beddingsconstanten wordt uitgegaan van tabel 3.3 van CUR 166 [3], waarvan hier de tweede tak is weergegeven.

Voor het ontwerp van kerende constructies wordt gekozen voor lage karakteristieke waarden van de sterkteparameters. In D-Sheet Piling wordt in eerste instantie uitgegaan van rechte glijvlakken. Bij berekening met rechte glijvlakken dient bij hoge ϕ'_{rep} -waarden ($> 32,5^\circ$) rekening te worden gehouden met de beperking van het model conform CUR 166 [2]. Hiertoe is de in het programma D-Sheet Piling ingebouwd optie 'reduce delta friction angle(s) according to CUR' toegepast.

4.3.3. Corrosie en eigenschappen damwand

Er wordt uitgegaan van AZ-36-700 damwanden, S240 GP. De ongecorrodeerde eigenschappen zijn hieronder weergegeven:

Tabel 12: eigenschappen damwand waterkering (bron: Arcelor)



Metric units ☒ Imperial units

AZ 36-700N

	A	G	I_y	$W_{el,y}$	r_g	A_L
	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m
Per S	151.1	118.6	62 730	2 510	20.37	1.03
Per D	302.2	237.3	125 450	5 030	20.37	2.05
Per m of wall	215.9	169.5	89 610	3 590	20.37	1.47

A	Sectional area
G	Mass per m
I_y	Moment of inertia about the main neutral axis y-y
$W_{el,y}$	Elastic section modulus
r_g	Radius of gyration about the y-y axis
A_L	Coating area. One side, excludes inside of interlocks
S	Single pile
D	Double pile

Conform [OG1.] wordt voor de corrosietoeslag uitgegaan van:

- Ongeroerde grond: 2.4 mm corrosie na 100 jaar, ofwel 1.2 mm corrosie per zijde
- Geroerde grond: 4.4 mm corrosie na 100 jaar, ofwel 2.2 mm corrosie per zijde

Voor de overgang van 'geroerde grond' naar 'ongeroderde grond' is uitgegaan van NAP – 5 m (zijnde het nivo van de huidige basculebrug)

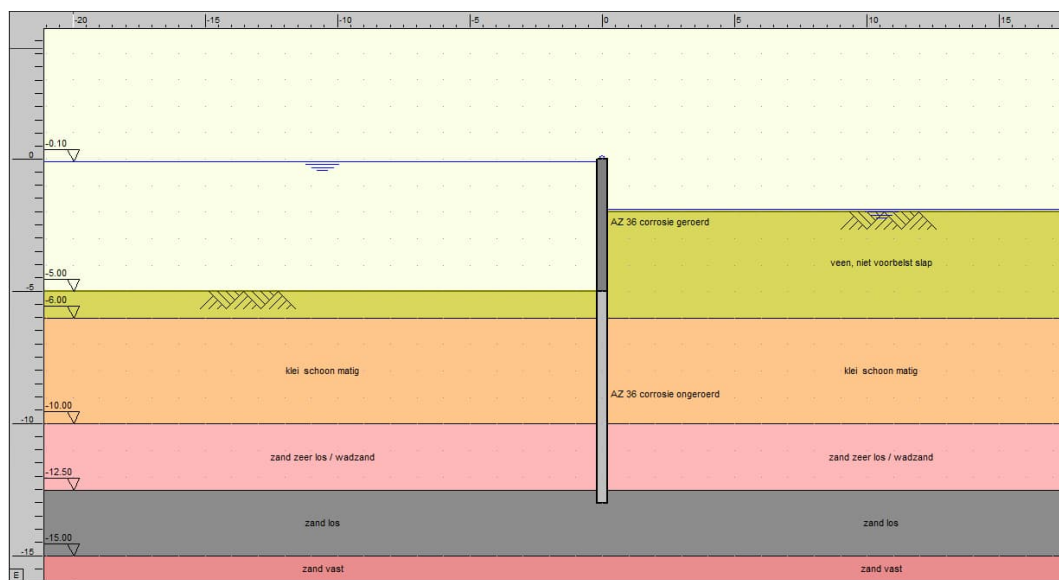
4.3.4. Belastinggevallen

Conform [OG1.] worden voor de waterkering (Type I) twee situaties getoetst:

- 1) De maatgevende situatie voor de waterkering kerend naar binnen.

- a) Daarbij wordt de maximaal toelaatbare ontgraving achter de damwand ter grootte van het nivo 'onderkant poer' (NAP -2 m).
Dit komt overeen met het maaiveldniveau van de achterliggende polder.
- b) Maatgevend boezempeil (NAP - 0.1 m)
- c) Laag polderpeil (NAP -1.9 m)

Opmerking: er wordt hiermee voor de waterkering geen stabiliteit toegekend aan de aanwezige poeren en de grondkerende wand aan voorzijde van het landhoofd.

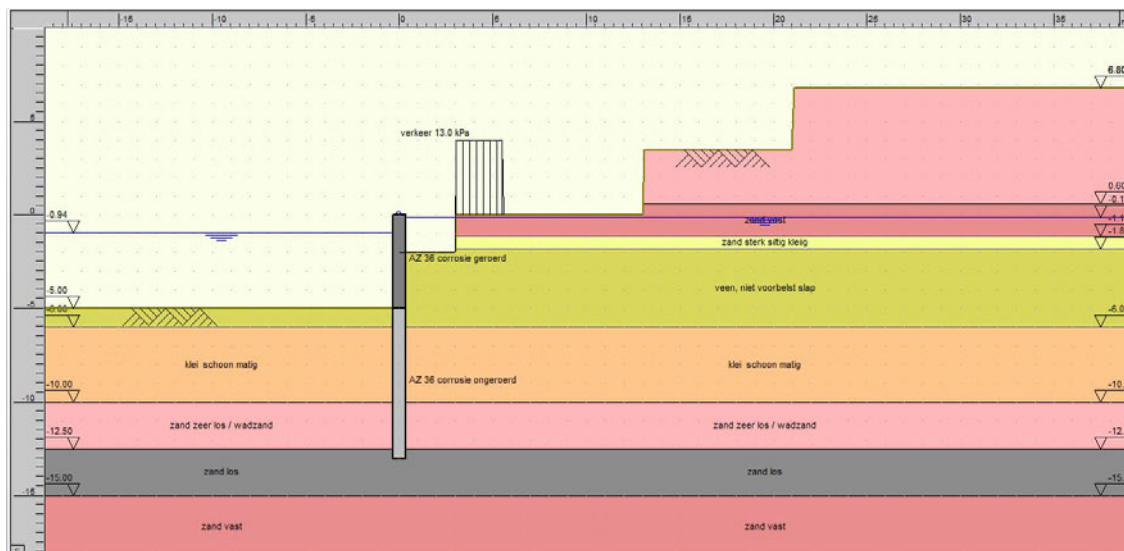


Figuur 22 weergave belastinggeval 'binnenwaarts kerend'

2. De maatgevende situatie voor de waterkering kerend naar buiten.

- a) een snelle val van de waterstand op de boezem door een calamiteit elders (NAP -0.94 m)
- b) aan grondzijde een waterstand NAP -0.1 m
- c) het maaiveldniveau aan hoge zijde is gelijk aan onderzijde poer over de eerste 3 m, en daarachter gelijk aan het dijkniveau, NAP 0.0 m. Op 13.5 m afstand uit de damwand is de contour van het nieuw te maken landhoofd aangehouden als maaiveld.
- d) een bovenbelasting aan de hoge zijde van 13.0 kPa over 2.5 m breedte. Deze grijpt aan vlak achter de poer.
- e) een bodemniveau van NAP -5.0 m, zijnde het niveau 'onderkant vloer' van de huidige basculekelder. Dit is maatgevend ten opzichte van het bodemniveau volgens de legger verminderd met 0.5 m ontgrondingsdiepte

opmerking: er wordt hiermee voor de waterkering geen sterkte ontleend aan het achterblijvende deel van de bestaande basculekelder (vloer plus opstaande wand)



Figuur 23 weergave belastinggeval 'buitenwaarts kerend'

4.3.5. Onder- en achterloopsheid

Omdat het scherm in de waterafsluitende veen- en kleipakketten steekt, is onderloopsheid uitgesloten.

Het scherm wordt ter weerszijden doorgezet tot in de kruin van de waterkering, met voldoende lengte om achterloopsheid in de zandige bovenlagen te voorkomen.

Voor het ontwerp van kwelshielden voor achterloopsheid wordt in TAW rapport Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [4] verwezen naar Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen [5]. In dit rapport wordt gesteld dat de lengte van achterloopsheidsschermen bepaald kunnen worden met de formule van Bligh:

$$\Delta H \leq \Delta H_c = \frac{L}{C_{\text{creep};b}}$$

Hierin is:

- ΔH = het verval over de waterkering
- ΔH_c = het maximaal toelaatbare verval
- L = de kwelweglengte
(igv damwanden: verfoppervlak)
- $C_{\text{creep};b}$ = creepfactor volgens Bligh

Tabel 4 Creepfactor per grondsoort (Bligh)

Grondsoort	Mediane korreldiameter (μm)	C_{creep} (Bligh) ($\gamma = 1$)
Uiterst fijn zand, silt	< 105	
Zeer fijn zand	105 - 150	18
Zeer fijn zand (mica)		18
Matig fijn zand (kwarts)	150 - 210	15
Matig grof zand	210 - 300	
Zeer/uiterst grof zand	300 - 2000	12
Fijn grind	2000 - 5600	9
Matig grof grind	5600 - 16000	
Zeer grof grind	> 16000	4

Omdat geen gegevens van het zand bekend zijn, dan wordt voor de creepfactor de waarde 12 aangehouden, dit is een conservatieve aanname. De creepfactoren van Bligh kennen geen uitgebreide probabilistische onderbouwing, maar men mag aannemen dat het een veilige benadering is (TAW, 1999). In de creepfactor zit tevens de veiligheidsfactor van de methode verwerkt.

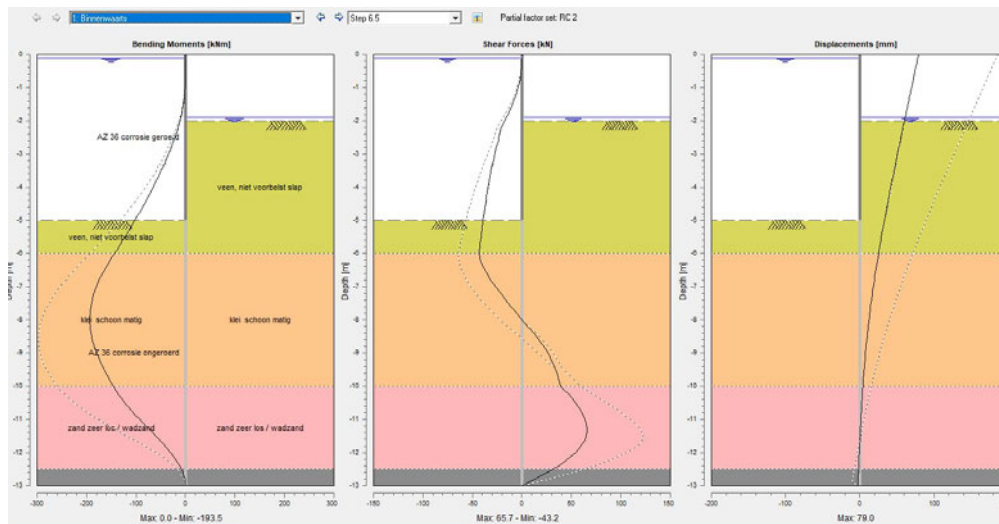
4.4. Toetsingen

4.4.1. Toetsing waterkering Binnenwaarts

In Bijlage 3 is de berekening van de waterkering bij het geval 'binnenwaartse stabiliteit' gepresenteerd. Berekening is uitgevoerd op basis van de in paragraaf 4.3 gegeven uitgangspunten, zie ook Figuur 22 weergave belastinggeval 'binnenwaarts kerend'

De belangrijkste resultaten zijn hieronder weergegeven. Er volgt:

$\delta =$	79 mm	< 100 mm	→ ok
$M_d =$	297 kNm	moment voldoet ruim	→ ok (zie bijlage 2)
Gemob. passief	39%	< 100%	→ ok



Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
1	EC7(NL)-Step 6.3		-297.26	122.52	0.0	38.6
1	EC7(NL)-Step 6.4		-293.34	114.95	0.0	37.8
1	EC7(NL)-Step 6.5	79.0	-193.53	65.68	0.0	23.5
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		-232.24	78.82		
Max		79.0	-297.26	122.52	0.0	38.6

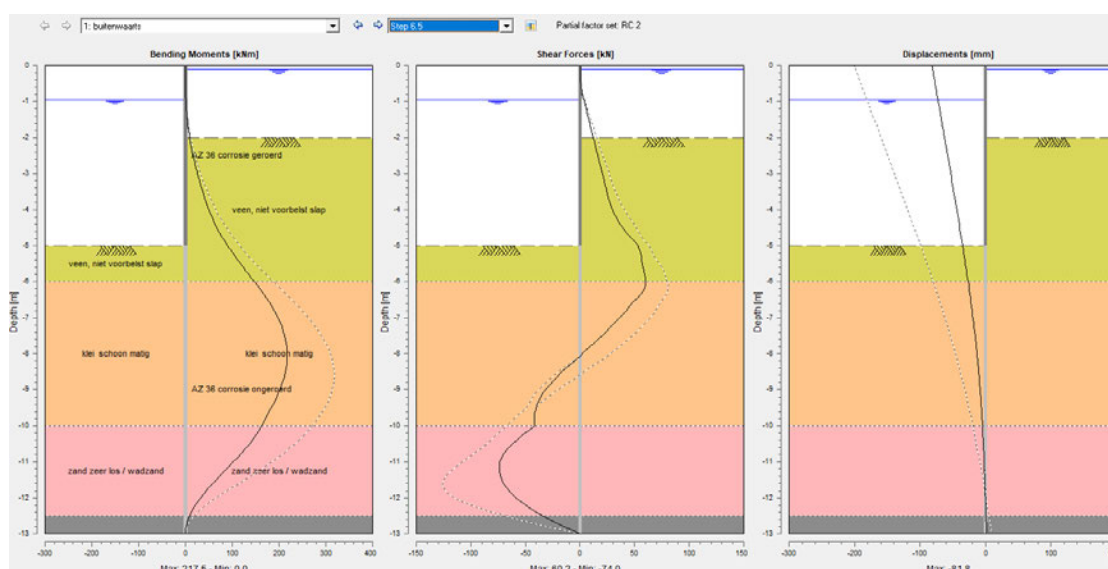
Figuur 24 resultaten 'Binnenwaarts'

4.4.2.Toetsing waterkering Buitenwaarts

In Bijlage 4 is de berekening van de waterkering bij het geval 'buitenwaartse stabiliteit' gepresenteerd. Berekening is uitgevoerd op basis van de in paragraaf 4.3 gegeven uitgangspunten, zie ook Figuur 23 weergave belastinggeval 'buitenwaarts kerend'.

De belangrijkste resultaten zijn hieronder weergegeven. Er volgt:

$\delta =$	82 mm	< 100 mm	→ ok
$M_d =$	317 kNm	moment voldoet ruim	→ ok (zie bijlage 2)
Gemob. passief	41%	< 100%	→ ok



Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		317.96	-125.79	0.0	41.4	
1	EC7(NL)-Step 6.4		303.24	-112.36	0.0	39.7	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-81.8	217.51	-74.02	0.0	24.3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		261.01	-88.83			
Max		-81.8	317.96	-125.79	0.0	41.4	

Figuur 25 resultaten 'Buitenwaarts'

4.4.3.Toetsing onder- en achterloopsheid

De diepte van de kwelschermen kunnen minder diep dan de waterkering. Een insteekniveau van NAP -8 m is hier voldoende (1 a 2 m in het matig vaste klei).

Het belastinggeval 'buitenwaartse stabiliteit' is maatgevend voor de lengte. Hierbij geldt een verhang van 2.0 m (extreem peil in Ringvaart = NAP -0.2 m, polderpeil = NAP -1.9 m). De lengte van het kwelscherm volgt uit de formule van Bligh (4.3.5)

De benodigde kwelweglengte bedraagt daarmee:

$$L = \Delta H_C * C_{\text{creep;b}} = 1.7 * 12 = 20.4 \text{ m}$$

De lengte van het scherm volgt uit het verfoppervlak van het AZ 36-700 profiel van 1.47 m, en het principe dat de kwelweg gerekend wordt over beide zijden van de damwand:

$$L_{\text{scherm}} \geq 20.4 / 2 / 1.47 = 6.9 \text{ m}$$

Dit komt neer op 5 planken AZ 36-700 (strekking 1.4 m per plank)

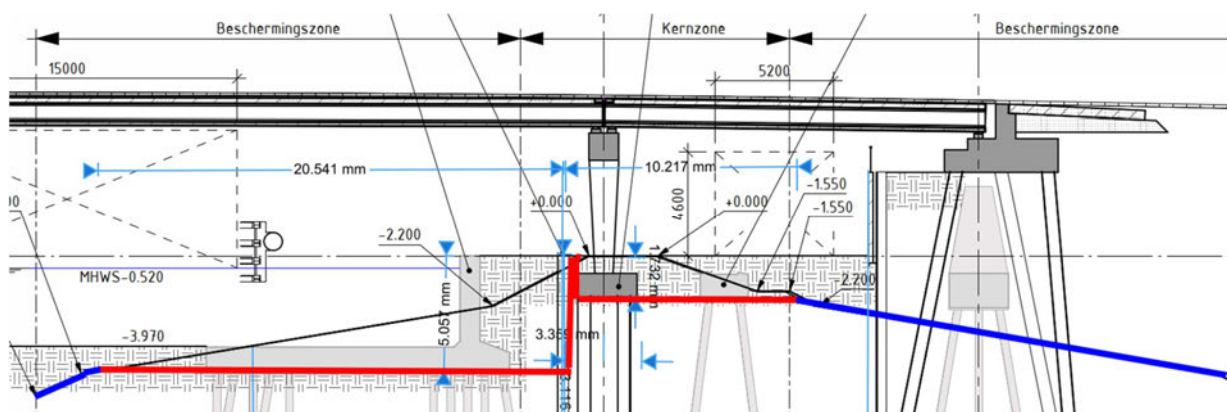
5. Specificaties en aandachtspunten voor uitvoering

5.1. Aanpassing leggerprofiel

De legger is een register waarin de locatie, vorm, afmeting en constructie van de dijk worden vastgelegd. Het is een officieel document dat door het bestuur van het waterschap wordt vastgesteld. Ook worden de kern- en beschermingszones van de waterkering aangegeven in de legger, en wie onderhoudsplichtig is. Voor de zones gelden bepaalde regels die zijn beschreven in de Keur AGV 2019.

De werkzaamheden aan de waterkering vereisen een wijziging van de legger. Deze wijziging volgt uit het dijkverleggingsplan bij de vergunningsaanvraag. Daarom loopt de procedure voor de vaststelling van de leggerwijziging gelijk met de procedure voor het verlenen van de vergunning. Als de vergunning inclusief dijkverleggingsplan definitief vastgesteld is én de werkzaamheden zijn uitgevoerd, wordt de leggerwijziging verwerkt in de legger van AGV.

De waterkering en de poer die in de huidige kernzone gemaakt wordt maakt dat het leggerprofiel moet worden aangepast. Aan de hand van paragraaf 4.4 van ref [OG1.] is het nieuwe leggerprofiel ingeschat.



Figuur 26 Voorstel nieuw leggerprofiel

Bovenstaande is verwerkt in tekening [ON5.], zie ook Bijlage 1.

In

Tabel 13 is het leggerprofiel tabellarisch gepresenteerd, zoals gevraagd is in hoofdstuk 5 van [OG1.]. Deze zal, volgens opgaaf van Waterschap AGV worden verwerkt in het nieuw te creëren dijkvak A540-002.

Tabel 13: tabel nieuw leggerprofiel nieuw dijkvak A540-002

Code	x [m t.o.v. ref.lijn]	y [m t.o.v. NAP]	Opmerking
25	-24,2	-6,2	Grens beschermingszone
99	-22,21	-5,2	Opgegeven profilering bestaande legger (secundaire waterkering)
99	-1,3	-5,2	Snijpunt damwand onderwatertalud
25	-1,3	0,1	voorkant damwand; grens kernzone buitenwaarts
99	-0,9	0,1	achterkant damwand; hoogte grens kernzone
99	-0,9	0	Snijpunt damwand bestaande kernzone
90	0	0	Bestaande referentielijn opgegeven profilering bestaande legger (secundaire waterkering)
99	3	0	Bestaande kruin
99	7,35	-1,55	Onderkant talud kernzone
25	8,76	-1,55	Grens kernzone binnenwaarts
99	10,07	-2,2	Opgegeven profilering bestaande legger (secundaire waterkering)
99	28,07	-5,2	Opgegeven profilering bestaande legger (secundaire waterkering)
25	30,07	-6,2	Grens beschermingszone

De wijziging in leggerprofiel betreft voor dijkvak A540-002:

- De referentielijn van het dijkvak loopt over de lengte van de te maken poer
- De referentielijn verschuift 1.3 m
- De kernzone wordt $8.76 + 1.3 = 10.05$ m breed (nu 11.76 m)
- De beschermingszone wordt $22.9 + 21.31$ m = 44.21 m breed
- De grenzen van de beschermingszone zijn ongewijzigd
- De constructie van de kernzone is aangepast in een damwandprofiel met grondtalud (binnenzijde)
- Het totale ruimtebeslag van het leggerprofiel is daarmee ongewijzigd

5.2. Aandachtspunten voor uitvoering

Installeren damwand:

De heiweerstand is gering, en de damwand wordt ingedrukt nadat de bestaande brug buiten bedrijf is genomen. De risico's voor trillingen zijn daarmee niet aanwezig

K&L, indien van toepassing, moeten zijn verwijderd.

Bemaling

Omdat de poer aangebracht wordt in een open bouwput is een bemalingsplan opgesteld (Bijlage E). Hieruit volgen bemalingsdebieten, en monitorings specificaties van de naastgelegen dijkhoogte en het freatische peil.

5.3. Keur

Voor de in de kernzone te maken poeren en bijbehorende ontgravingen is afstemming met het Waterschap benodigd, waar deze rapportage een onderdeel van uitmaakt.

Omdat poeren worden gerealiseerd en palen worden aangebracht dient te worden voldaan aan de keur. Werkzaamheden en werkplannen worden daarbij afgestemd en waar nodig voorgelegd aan het Waterschap (HHS Rijnland aan zuidzijde, Amstel Gooi en Vecht aan noordzijde). Dit betreft o.a.:

- 1 De planning van de specifieke werkzaamheden zoals ontgraven , en funderingswerkzaamheden
- 2 De tijdelijke bemaling van de bouwputbenodigd voor het maken van de poer (duur, debiet, lozing, zie bijlage D)

Hieruit volgende voorwaarden worden in de werk- en keuringsplannen opgenomen.

Enkele voorwaarden die op de keur aansluiten zijn reeds in het vigerende plan opgenomen zoals:

- 1 Alvorens enige ontgraving of funderingsactiviteit plaatsvindt word als eerste de waterkering geplaatst
- 2 Er is geen sprake van een kwelgebied, maar een inzijgingsgebied, er wordt ook geen gebruik gemaakt van verticale drainage zodat de waterremmende functie van de dijk niet negatief wordt beïnvloedt
- 3 Er wordt gebruik gemaakt van grondverdringende, trillingsarme palen
- 4 Er worden geen bestaande palen en damwanden getrokken
- 5 De fundering van de bestaande basculebrug wordt niet gesloopt
- 6 Het beoogde grondonderzoek wordt afgedicht met zwelklei

5.4. Afwerking

De damwanden worden afgebraamd aan de bovenzijde.

De naast de damwand te maken poer blijft los van de waterkering.

5.5. Monitoring

De naast de waterkering liggende dijk monitoren.

6. Eigendom, beheer & onderhoud

6.1. Eigendom

De kernzone van de huidige waterkering ligt in grondeigendom van de gemeente Amsterdam. De huidige en toekomstige brug is met recht van opstal voor de Provincie Noord-Holland geplaatst op grond van de gemeente Amsterdam.. Achterblijvende objecten van de bestaande Oude Haagsebrug (poeren en gedeelte basculekelder) blijven eigendom van de Provincie Noord-Holland. De waterkering wordt eigendom van de gemeente Amsterdam.

6.2. Beheer & onderhoud

Onderhoudsverplichting (dagelijks, groot en buitengewoon onderhoud) ligt bij de eigenaar van de waterkering.

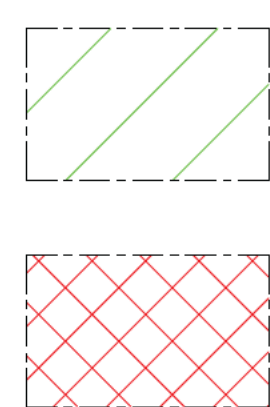
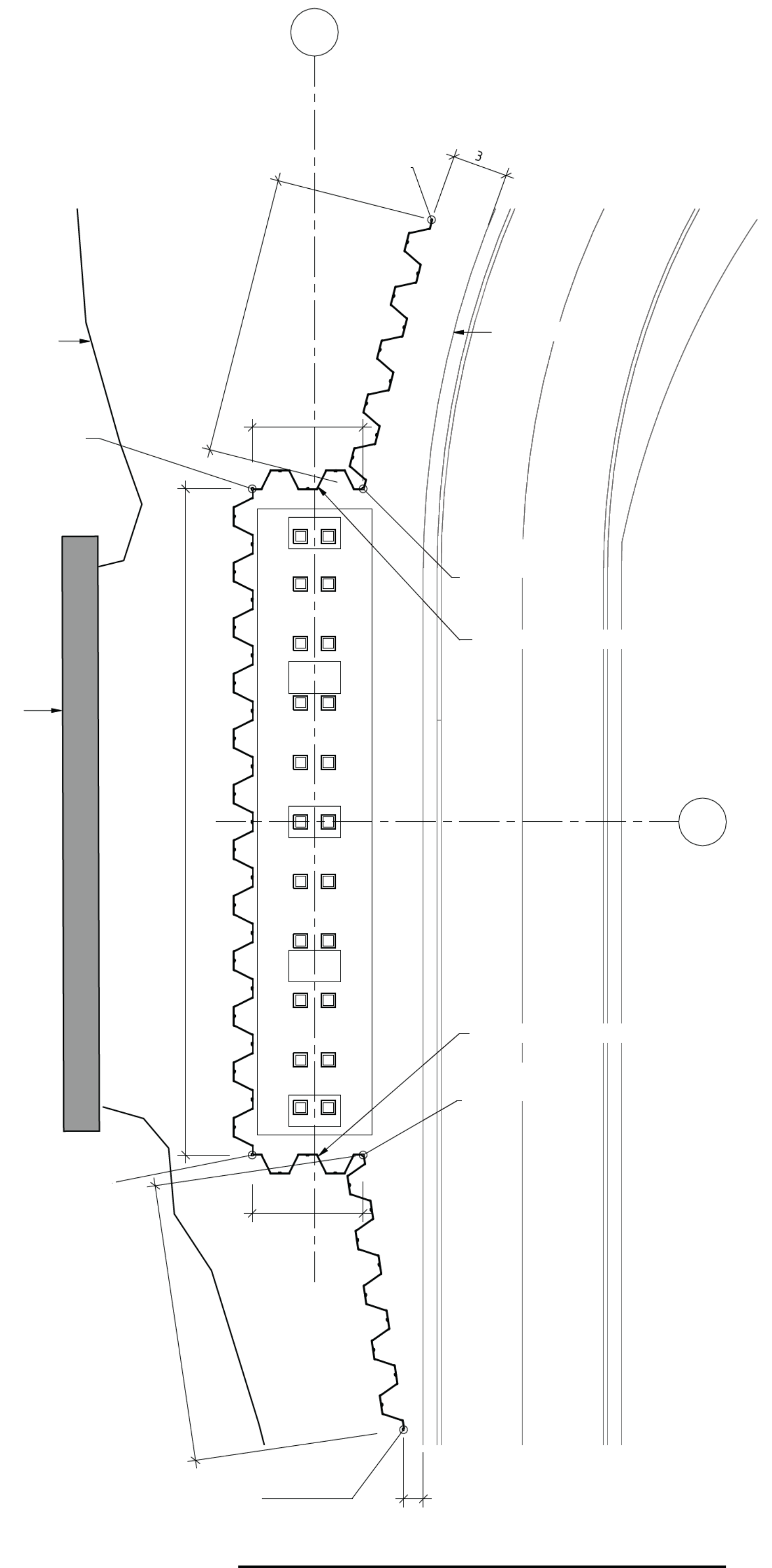
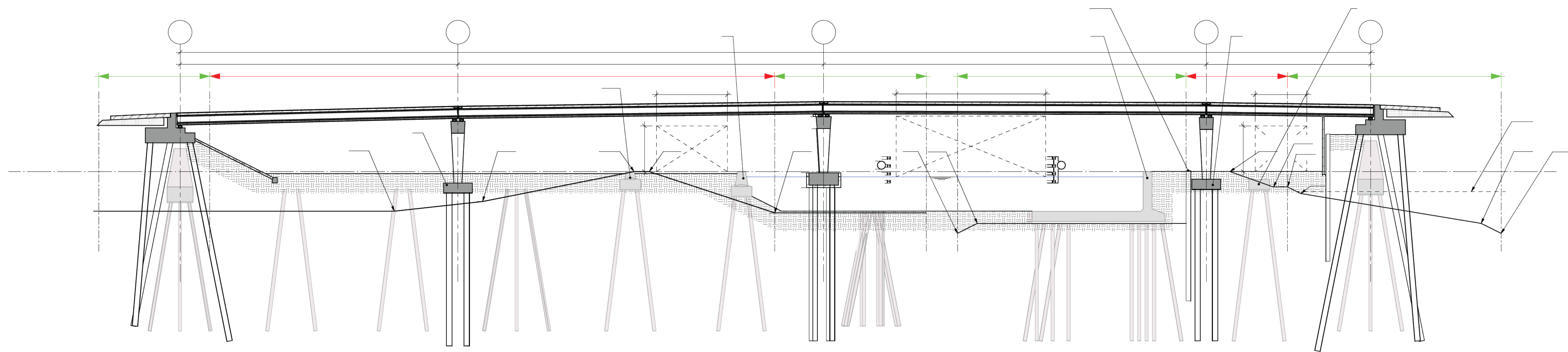
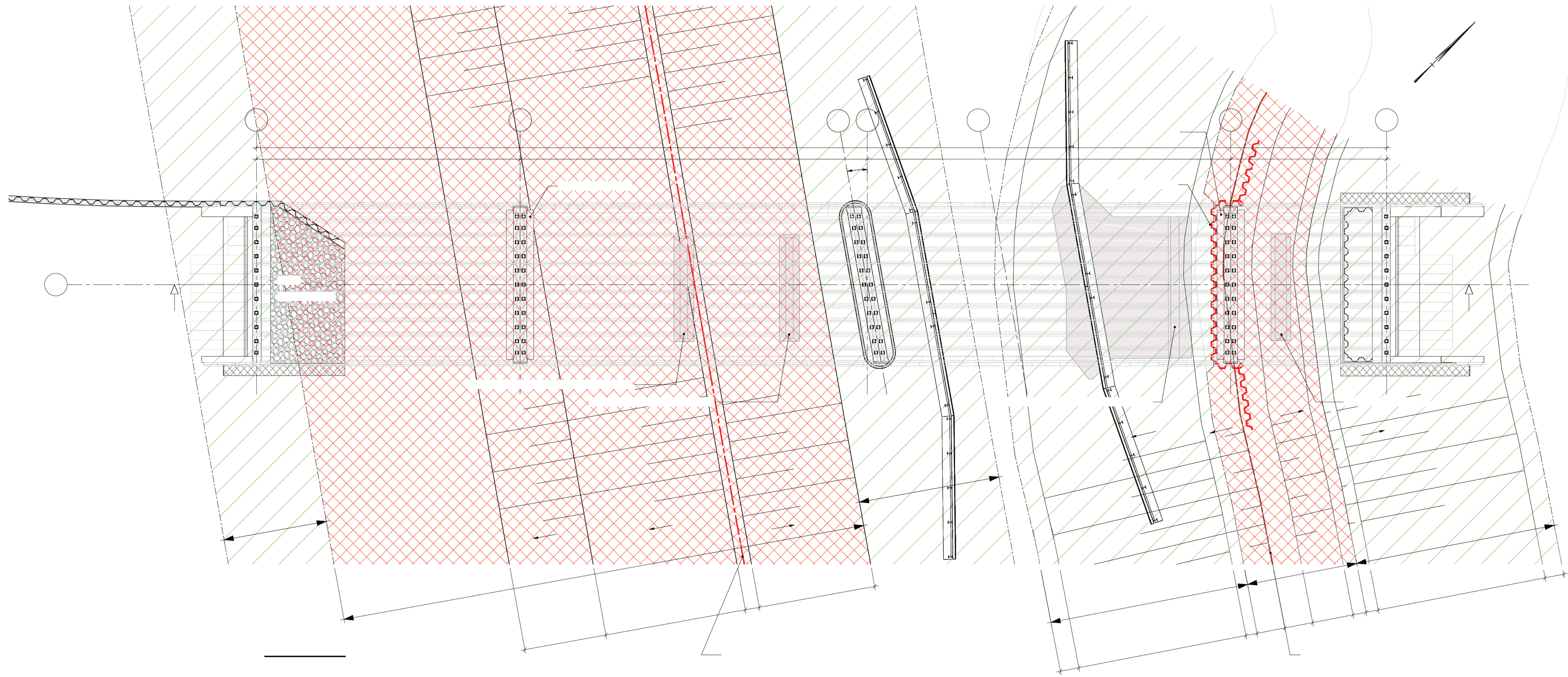
Het dagelijks beheer zal worden opgepakt door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Vanwege de levensduureis van 100 jaar zal er extensief inspectie plaats vinden, gebaseerd op de NEN2767. De frequentie daarvan zal eens per 6 jaar zijn, en gericht op de constructie van het kunstwerk. Indien de beheerder het noodzakelijk acht, dient de eigenaar op aanschrijven van de beheerder tussentijds extra inspecties uit te voeren.

Bovenstaande is samengevat in de volgende tabel:

Tabel 14: Samenvatting eigendom, beheer & onderhoud

Eigendom waterkering	Gemeente Amsterdam
Eigendom achterblijvende objecten (poeren en gedeelte basculekelder)	Provincie Noord-Holland
Onderhoud waterkering	Gemeente Amsterdam
Beheer waterkering	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

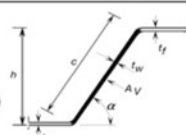
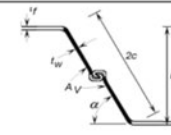
Bijlage 1. Weergave situatie (SPLP3PROJ-T-K-W5.0443-SI-2001)



S			
s			
bam			
infra			
B			
P	PR	0	

Bijlage 2. Eigenschappen en toetsing damwand

'Geroerde grond'

Damwandcontrole o.b.v. NEN-EN 1993-5+NB																																		
Project	Project 1	Auteur	ing. B. Am																															
Onderdeel	Onderdeel 1	Datum	7-4-2023																															
<p>Deze sheet controleert de capaciteit van damwandprofielen op sterkte en stabiliteit o.b.v. de volgende normen:</p> <p>[1] NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012 - Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden</p> <p>[2] NEN 9997-1+C2:2017 - Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels</p> <p>[3] CUR-publicatie 166 Damwandconstructies, 6e herziene druk</p> <p>De controle kan worden uitgevoerd voor alle doorsnedeklassen (1 t/m 4), voor U- en Z-vormige profielen.</p> <p>Damwanden gevoelig voor vermoeuingschade vallen buiten de scope van deze sheet.</p> <p>In de bibliotheek zijn de damwandprofielen opgenomen van Arcelor, echter kan elk type profiel handmatig worden ingevoerd in tabblad 'Database'.</p>																																		
Damwandprofiel Gegevens damwand Damwandprofiel Type profiel Staalqualiteit Vloei grens Treksterkte Elasticiteitsmodulus Corrosie voorzijde Corrosie achterzijde Sloten gelast		Profiel eigenschappen Breedte Hoogte Lijfdikte Flensdikte Breedte flens Hoek Lengte lijf Oppervlak Afschuifoppervlak Elastisch weerstandsmoment Plastisch weerstandsmoment Traagheidsmoment																																
AZ36-700N Z-profiel S240GP $f_y = 240$ [N/mm ²] $f_u = 340$ [N/mm ²] $E_s = 210000$ [N/mm ²] $cor_v = 2,4$ [mm] $cor_a = 2,4$ [mm] Nee		initieel gecorrodeerd $b = 700$ $h = 499$ $t_w = 11,2$ $t_f = 15$ $b_f = 425$ $\alpha = 63,2$ $c = 542,2$ $A = 21590$ $A_s = 7744$ $W_{el} = 3590$ $W_{pl} = 4110$ $I = 89610$ 700 [mm] 494,2 [mm] 6,4 [mm] 10,2 [mm] 425 [mm] 63,2 [°] 542,2 [mm] 14957 [mm ² /m] 4425 [mm ² /m] 2594 [cm ³ /m] 2930 [cm ³ /m] 64088 [cm ⁴ /m]																																
Interne krachten Buigend moment Dwarskracht Normaalkracht 2e orde effect Effect reeds verwerkt in M_{Ed} Uitbuiging damwand Kniklengte factor		$M_{Ed} = 327$ [kNm/m] $V_{Ed} = 0$ [kN/m] $N_{Ed} = 0$ [kN/m] (druk is positief) $M_{2e\text{ orde}} = 0,0$ [kNm/m] (CUR166, deel 2, par. 4.10.10) Nee $\delta = 10$ [mm] $L_k = 9500$ [mm] (afstand momentennulpunten, zie art. 5.2.3(5) t/m (8) van de NEN-EN 1993-5+NB) $n = 0,00$ [-]																																
																																		
Partiele factoren Correcte partiele factoren (CUR166, deel 2, par. 2.4.7) Veiligheidsklasse Levensduur Lengte effect van toepassing Lengte effect Betrouwbaarheidsindex β_1 Referentiewaarde β_{ref} Invloedsfactor sterkte α_1 Variatiecoëfficiënt V_s Correctiefactor $\gamma_{M, corr}$ $\gamma_{M0} = 1,00$ [-] $\gamma_{M1} = 1,10$ [-] $\gamma_{M2} = 1,25$ [-]																																		
Doorsnedeklasse (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.1) $\epsilon = 0,99$ [-] $b = 425$ [mm] (initieel) 425 [mm] (gecorrodeerd) $b/t_f = 28,6$ [-] $42,1$ [-] klasse = 2 [-] 2 [-] $f_{y, red} = 240$ [N/mm ²] $240,0$ [N/mm ²] klasse = 2 [-] 2 [-]																																		
Lokale effecten t.g.v. waterdruk (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.4) Waterdrukverschil $w = 2$ [m] $b = 425,0$ [mm] $425,0$ [mm] $t_{min} = 11,2$ [mm] $6,4$ [mm] $(b/t_{min})\epsilon = 37,5$ [-] $65,7$ [-] $\rho_D = 1,00$ [-] $1,00$ [-] $f_{y, red} = 240,0$ [N/mm ²] $240,0$ [N/mm ²]																																		
<table><tr><th>Classification</th><th>Z-profiel</th><th>U-profiel</th></tr><tr><td>Class 1</td><td colspan="2">the same boundaries as for class 3 apply a rotation check has to be carried out</td></tr><tr><td>Class 2</td><td>$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 45$</td><td>$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 37$</td></tr><tr><td>Class 3</td><td>$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 66$</td><td>$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 49$</td></tr></table> <table><tr><th>$\epsilon = \frac{235}{\sqrt{f_y}}$</th><th>$f_y$ [N/mm²]</th><th>240</th><th>270</th><th>320</th><th>355</th><th>390</th><th>430</th></tr><tr><td>ϵ</td><td></td><td>0,99</td><td>0,93</td><td>0,86</td><td>0,81</td><td>0,76</td><td>0,74</td></tr></table> Key: b : width of the flat portion of the flange, measured between the corner radii, provided that the ratio b/t_f is not greater than 5,5; otherwise a more precise approach should be used. t_f : thickness of the flange for flanges with constant thickness; r : midline radius of the corners between the webs and the flanges; f_y : yield strength. Note: For class 1 cross-sections it should be verified that the plastic rotation provided by the cross-section is not less than the plastic rotation required in the actual design case. Guidance for this verification (rotation check) is given in Annex C.							Classification	Z-profiel	U-profiel	Class 1	the same boundaries as for class 3 apply a rotation check has to be carried out		Class 2	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 45$	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 37$	Class 3	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 66$	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 49$	$\epsilon = \frac{235}{\sqrt{f_y}}$	f_y [N/mm ²]	240	270	320	355	390	430	ϵ		0,99	0,93	0,86	0,81	0,76	0,74
Classification	Z-profiel	U-profiel																																
Class 1	the same boundaries as for class 3 apply a rotation check has to be carried out																																	
Class 2	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 45$	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 37$																																
Class 3	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 66$	$\frac{b t_f}{\epsilon} \leq 49$																																
$\epsilon = \frac{235}{\sqrt{f_y}}$	f_y [N/mm ²]	240	270	320	355	390	430																											
ϵ		0,99	0,93	0,86	0,81	0,76	0,74																											

Doorsnedecontrole			
Controle dwarskrachtcapaciteit damwandlijven (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.2(4)(5))			
Afschuifoppervlak	$A_v =$	7744,0 [mm ² /m]	4425,1 [mm ² /m]
Dwarskrachtcapaciteit	$V_{d,Rd} =$	1073,04 [kN/m]	613,2 [kN/m]
Controle capaciteit	UC =	0,00 [-]	0,00 [-] Akkoord
Controle plooi stabiliteit damwandlijven (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.2(6)(7))			
Noodzakelijk controle	$c/t_w =$	48,41 [-]	84,73 [-]
	$72\varepsilon =$	71,25 [-]	- [-]
	<i>Controle n.v.t.</i>		<i>Controle uitvoeren</i>
Relatieve slankheid	$\lambda =$	- [-]	0,991 [-]
	$f_{bv} =$	- [N/mm ²]	116,2 [N/mm ²]
Dwarskrachtcapaciteit	$V_{d,Rd} =$	- [kN/m]	360,1 [kN/m]
Controle capaciteit	UC =	- [-]	0,00 [-] Akkoord
Controle momentcapaciteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.2(1)(2)(8)(9))			
Invloed scheve buiging	$\beta_0 =$	1 [-]	(CUR-publicatie 166, deel 2, par. 3.3.2)
Momentcapaciteit	$M_{c,Rd} =$	986,4 [kNm/m]	703,3 [kNm/m]
Reductie t.g.v. V_{ed}	$\rho =$	0,00 [-]	(indien $V_{ed} \geq 0,5 V_{pl,Rd}$)
Momentcapaciteit	$M_{c,Rd} =$	986,4 [kNm/m]	703,3 [kNm/m] (gelijk aan $M_{c,Rd}$ indien $\rho=0$)
Controle capaciteit	UC =	0,33 [-]	0,46 [-] Akkoord
Controle normaalkrachtcapaciteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(9))			
Capaciteit	$N_{t,Rd} =$	5181,6 [kN/m]	3589,8 [kN/m]
Controle	UC =	0,00 [-]	0,00 [-] Akkoord
Bepaling knikcapaciteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(1) t/m (3))			
Kniklengte	$l =$	9,50 [m]	
Invloed scheve buiging	$\beta_0 =$	1 [-]	
Kritische knikkracht	$N_{cr} =$	20579 [kN/m]	14718 [kN/m]
		- [kN/m]	- [kN/m] (bepaald mbv geotechnisch model - cf. CUR toegestaan knikkracht te bepalen mbv geotechnisch)
	$N_{Ed}/N_{cr} =$	0,000 [-]	0,000 [-]
Controle noodzakelijk	Nee	Nee	(Noodzakelijk indien $N_{Ed} > 0,04 N_{cr}$)
Controle knikstabiliteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(4))			
Slankheid	$\lambda =$	- [-]	- [-] (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(4))
Imperfectiefactor	$\alpha =$	- [-]	- [-] (NEN-EN 1993-1-1+NB, art. 6.3.1.2, kromme d)
Factor Φ	$\Phi =$	- [-]	- [-] (NEN-EN 1993-1-1+NB, art. 6.3.1.2)
Knikcoëfficiënt	$\chi =$	- [-]	- [-] (NEN-EN 1993-1-1+NB, art. 6.3.1.2)
Controle	UC =	- [-]	- [-] Akkoord
Controle momentcapaciteit i.c.m. normaalkracht (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(10) t/m (12))			
Verwaarlozing effect N_{Ed}	Ja	Ja	
Reductie t.g.v. V_{Ed}	Nee	Nee	
Capaciteit	$M_{t,Rd} =$	986,4 [kNm/m]	703,3 [kNm/m]
Controle	UC =	0,33 [-]	0,46 [-] Akkoord
Conclusie Damwand voldoet			

'Ongeroerde grond'

Damwandcontrole o.b.v. NEN-EN 1993-5+NB			
Project	Project 1		Auteur
Onderdeel	Onderdeel 1		Datum
ing. B. Am 7-4-2023			
<p>Deze sheet controleert de capaciteit van damwandprofielen op sterkte en stabiliteit o.b.v. de volgende normen:</p> <p>[1] NEN-EN 1993-5:2008+C1:2009+NB:2012 - Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Paalen en damwanden</p> <p>[2] NEN 9997-1+C2:2017 - Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels</p> <p>[3] CUR-publicatie 166 Damwandconstructies, 6e herziene druk</p> <p>De controle kan worden uitgevoerd voor alle doorsnedeklassen (1 t/m 4), voor U- en Z-vormige profielen.</p> <p>Damwanden gevoelig voor vermoeiingsschade vallen buiten de scope van deze sheet.</p> <p>In de bibliotheek zijn de damwandprofielen opgenomen van Arcelor, echter kan elk type profiel handmatig worden ingevoerd in tabblad 'Database'.</p>			
<p>Damwandprofiel</p> <p>Gegevens damwand</p> <p>Damwandprofiel AZ36-700N</p> <p>Type profiel Z-profiel</p> <p>Staalqualiteit S355GP</p> <p>Vloei grens $f_y = 355$ [N/mm²]</p> <p>Treksterkte $f_u = 480$ [N/mm²]</p> <p>Elasticiteitsmodulus $E_s = 210000$ [N/mm²]</p> <p>Corrosie voorzijde $cor_v = 1,2$ [mm]</p> <p>Corrosie achterzijde $cor_a = 1,2$ [mm]</p> <p>Sloten gelast Nee</p>			
<p>Profiel eigenschappen</p> <p>initieel gecorrodeerd</p> <p>Breedte $b = 700$ [mm] $b = 700$ [mm]</p> <p>Hoogte $h = 499$ [mm] $h = 496,6$ [mm]</p> <p>Lijfdikte $t_w = 11,2$ [mm] $t_w = 8,8$ [mm]</p> <p>Flensdikte $t_f = 15$ [mm] $t_f = 12,6$ [mm]</p> <p>Breedte flens $b_f = 425$ [mm] $b_f = 425$ [mm]</p> <p>Hoek $\alpha = 63,2$ [°] $\alpha = 63,2$ [°]</p> <p>Lengte lijf $c = 542,2$ [mm] $c = 542,2$ [mm]</p> <p>Oppervlak $A = 21590$ [mm²/m] $A = 18274$ [mm²/m]</p> <p>Afschuifoppervlak $A_w = 7744$ [mm²/m] $A_w = 6085$ [mm²/m]</p> <p>Elastisch weerstandsmoment $W_{el} = 3590$ [cm³/m] $W_{el} = 3089$ [cm³/m]</p> <p>Plastisch weerstandsmoment $W_{pl} = 4110$ [cm³/m] $W_{pl} = 3517$ [cm³/m]</p> <p>Traagheidsmoment $I = 89610$ [cm⁴/m] $I = 76706$ [cm⁴/m]</p>			
<p>Interne krachten</p> <p>Buigend moment $M_{Ed} = 327$ [kNm/m]</p> <p>Dwarskracht $V_{Ed} = 0$ [kN/m]</p> <p>Normaalkracht $N_{Ed} = 0$ [kN/m] (druk is positief)</p> <p>2e orde effect $M_{2e\text{orde}} = 0,0$ [kNm/m] (CUR166, deel 2, par. 4.10.10)</p> <p>Effect reeds verwerkt in M_{Ed} Nee</p> <p>Uitbuiging damwand $\delta = 10$ [mm]</p> <p>Kniklengte $L_k = 9500$ [mm] (afstand momentennulpunten, zie art. 5.2.3(5) t/m (8) van de NEN-EN 1993-5+NB)</p> <p>factor $n = 0,00$ [-]</p>			
<p>Partiele factoren</p> <p>Correctie partiele factoren (CUR166, deel 2, par. 2.4.7)</p> <p>Veiligheidsklasse RC2 [-]</p> <p>Levensduur 50 [jaar]</p> <p>Lengte effect van toepassing Nee [-]</p> <p>Lengte effect $\beta_{n,lengte} = -$ [-]</p> <p>Betrouwbaarheidsindex $\beta_n = 3,8$ [-]</p> <p>Referentiewaarde $\beta_{ref} = 3,8$ [-]</p> <p>Invloedsfactor sterkte $\alpha_T = 0,8$ [-]</p> <p>Variatiecoëfficiënt $V_s = 0,1$ [-]</p> <p>Correctiefactor $Y_{M,cor} = 1,00$ [-]</p> <p>$Y_{M0} = 1,00$ [-]</p> <p>$Y_{M1} = 1,10$ [-]</p> <p>$Y_{M2} = 1,25$ [-]</p>			
<p>Doorsnedeklasse (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.1)</p> <p>$\epsilon = 0,81$ [-]</p> <p>initieel gecorrodeerd</p> <p>$b = 425$ [mm] $b = 425$ [mm]</p> <p>$b/t_f \epsilon = 34,8$ [-] $b/t_f \epsilon = 41,5$ [-]</p> <p>klasse = 2 [-] $\epsilon = 2$ [-]</p> <p>Reductie vloeispanning $f_{y,red} = 355$ [N/mm²] $f_{y,red} = 355,0$ [N/mm²]</p> <p>klasse = 2 [-] $\epsilon = 2$ [-]</p>			
<p>Lokale effecten t.g.v. waterdruk (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.4)</p> <p>Waterdrukverschil $w = 5$ [m]</p> <p>$b = 425,0$ [mm] $b = 425,0$ [mm]</p> <p>$t_{min} = 11,2$ [mm] $t_{min} = 8,8$ [mm]</p> <p>$(b/t_{min})\epsilon = 30,9$ [-] $(b/t_{min})\epsilon = 39,3$ [-]</p> <p>$\rho_D = 1,00$ [-] $\rho_D = 1,00$ [-]</p> <p>Reductie vloeispanning $f_{y,red} = 355,0$ [N/mm²] $f_{y,red} = 355,0$ [N/mm²]</p>			
<p>Classification</p> <p>Z-profile</p> <p>U-profile</p> <p>Class 1 the same boundaries as for class 2 apply</p> <p>Class 2 $b/t_f \epsilon \leq 45$ $b/t_f \epsilon \leq 37$</p> <p>Class 3 $b/t_f \epsilon \leq 66$ $b/t_f \epsilon \leq 49$</p> <p>Key:</p> <p>b: width of the flat portion of the flange, measured between the corner radii, provided that the ratio b/t_f is not greater than 5,0; otherwise a more precise approach should be used;</p> <p>t_f: thickness of the flange for flanges with constant thickness;</p> <p>r: midline radius of the corners between the webs and the flanges;</p> <p>f_y: yield strength.</p> <p>Note: For class 1 cross-sections it should be verified that the plastic rotation provided by the cross-section is not less than the plastic rotation required in the actual design case. Guidance for this verification (rotation check) is given in Annex C.</p>			

Doorsnedecontrole				
Controle dwarskrachtcapaciteit damwandlijven (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.2(4)(5))				
Afschuifoppervlak	$A_v =$	7744,0 [mm ² /m]	6084,6 [mm ² /m]	
Dwarskrachtcapaciteit	$V_{d,Rd} =$	1587,21 [kN/m]	1247,1 [kN/m]	
Controle capaciteit	UC =	0,00 [-]	0,00 [-]	Akkoord
Controle plooiinstabiliteit damwandlijven (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.2(6)(7))				
Noodzakelijk controle	$c/\lambda_w =$	48,41 [-]	61,62 [-]	
	$72\epsilon =$	58,58 [-]		
	Controle n.v.t.		Controle uitvoeren	
Relatieve slankheid	$\lambda =$	- [-]	0,877 [-]	
	$f_{0,v} =$	- [N/mm ²]	194,4 [N/mm ²]	
Dwarskrachtcapaciteit	$V_{d,Rd} =$	- [kN/m]	828,0 [kN/m]	
Controle capaciteit	UC =	- [-]	0,00 [-]	Akkoord
Controle momentcapaciteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.2(1)(2)(8)(9))				
Invloed scheve buiging	$\beta_B =$	1 [-]		(CUR-publicatie 166, deel 2, par. 3.3.2)
Momentcapaciteit	$M_{c,Rd} =$	1459,1 [kNm/m]	1248,7 [kNm/m]	
Reductie t.g.v. V_{Ed}	$\rho =$	0,00 [-]	0,00 [-]	(indien $V_{Ed} \geq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$)
Momentcapaciteit	$M_{v,Rd} =$	1459,1 [kNm/m]	1248,7 [kNm/m]	(gelijk aan $M_{c,Rd}$ indien $\rho=0$)
Controle capaciteit	UC =	0,22 [-]	0,26 [-]	Akkoord
Controle normaalkrachtcapaciteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(9))				
Capaciteit	$N_{pl,Rd} =$	7664,5 [kN/m]	6487,2 [kN/m]	
Controle	UC =	0,00 [-]	0,00 [-]	Akkoord
Bepaling knikcapaciteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(1) t/m (3))				
Kniklengte	$l =$	9,50 [m]		
Invloed scheve buiging	$\beta_D =$	1 [-]		
Kritische knikkracht	$N_{cr} =$	20579 [kN/m]	17616 [kN/m]	
		- [kN/m]	- [kN/m]	(bepaald mbv geotechnisch model - cf. CUR toegestaan knikkracht te bepalen mbv geotechnisch)
	$N_{Ed}/N_{cr} =$	0,000 [-]	0,000 [-]	
Controle noodzakelijk	Nee	Nee	Nee	(Noodzakelijk indien $N_{Ed} > 0,04N_{cr}$)
Controle knikstabiliteit damwand (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(4))				
Slankheid	$\lambda =$	- [-]	- [-]	(NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(4))
Imperfectiefactor	$\alpha =$	- [-]	- [-]	(NEN-EN 1993-1-1+NB, art. 6.3.1.2, kromme d)
Factor Φ	$\Phi =$	- [-]	- [-]	(NEN-EN 1993-1-1+NB, art. 6.3.1.2)
Knikcoëfficiënt	$\chi =$	- [-]	- [-]	(NEN-EN 1993-1-1+NB, art. 6.3.1.2)
Controle	UC =	- [-]	- [-]	Akkoord
Controle momentcapaciteit i.c.m. normaalkracht (NEN-EN 1993-5+NB, art. 5.2.3(10) t/m (12))				
Verwaarlozing effect N_{Ed}	Ja	Ja	Ja	
Reductie t.g.v. V_{Ed}	Nee	Nee	Nee	
Capaciteit	$M_{n,Rd} =$	1459,1 [kNm/m]	1248,7 [kNm/m]	
Controle	UC =	0,22 [-]	0,26 [-]	Akkoord
Conclusie Damwand voldoet				

Bijlage 3. D Sheetpiling berekening Binnenwaarts

Report for D-Sheet Piling 22.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: BAM Infraconsult bv

Date of report: 24/05/2023

Time of report: 13:42 59

Report with version: 22.1.2.36786

Date of calculation: 24/05/2023

Time of calculation: 13:14 01

Calculated with version: 22.1.2.36786

File name: Dijkverlegig scherm as 3 Binnenwaarts Rev B

Project identification: Vervangende Waterkering Oude Haagsedijk
Binnenwaartse stabiliteit

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Binnenwaarts	8
5 Step 6.3 Stage 1: Binnenwaarts	9
5.1 General Input Data	9
5.2 Input Data Left	9
5.2.1 Calculation Method	9
5.2.2 Water Level	9
5.2.3 Surface	9
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	9
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	10
5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	10
5.5 Input Data Right	11
5.5.1 Calculation Method	11
5.5.2 Water Level	11
5.5.3 Surface	11
5.5.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	11
5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	12
5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	12
5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	12
5.8 Calculation Results	13
5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
5.8.2 Moments, Forces and Displacements	13
5.8.3 Charts of Stresses	14
5.8.4 Stresses	15
5.8.5 Percentage Mobilized Resistance	16
6 Step 6.4 Stage 1: Binnenwaarts	17
6.1 General Input Data	17
6.2 Input Data Left	17
6.2.1 Calculation Method	17
6.2.2 Water Level	17
6.2.3 Surface	17
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	17
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	18
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	18
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	18
6.5 Input Data Right	19
6.5.1 Calculation Method	19
6.5.2 Water Level	19
6.5.3 Surface	19
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	19
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	20
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	20
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	20
6.8 Calculation Results	21
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	21
6.8.2 Moments, Forces and Displacements	21
6.8.3 Charts of Stresses	22
6.8.4 Stresses	23
6.8.5 Percentage Mobilized Resistance	24
7 Step 6.5 Stage 1: Binnenwaarts	25
7.1 General Input Data	25
7.2 Input Data Left	25

7.2.1 Calculation Method	25
7.2.2 Water Level	25
7.2.3 Surface	25
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	25
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	26
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	26
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	26
7.5 Input Data Right	27
7.5.1 Calculation Method	27
7.5.2 Water Level	27
7.5.3 Surface	27
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	27
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	28
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	28
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	28
7.8 Calculation Results	29
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	29
7.8.2 Moments, Forces and Displacements	29
7.8.3 Charts of Stresses	30
7.8.4 Stresses	31
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance	32

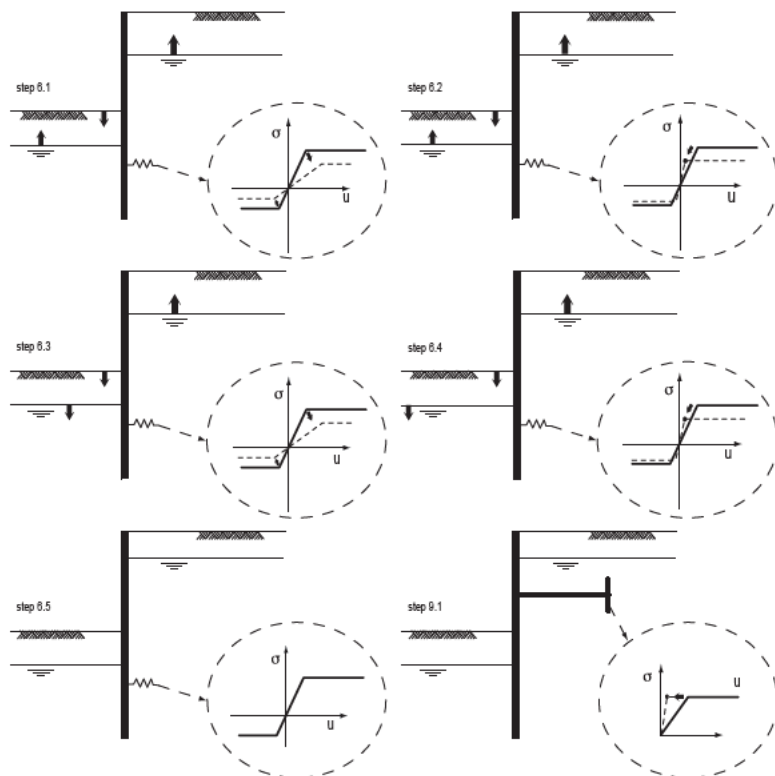
2 Summary

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		-297.26	122.52	0.0	38.6	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-293.34	114.95	0.0	37.8	
1	EC7(NL)-Step 6.5	79.0	-193.53	65.68	0.0	23.5	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		-232.24	78.82			

Max		79.0	-297.26	122.52	0.0	38.6	
-----	--	-------------	----------------	---------------	------------	-------------	--

2.2 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/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	13.00 m
Level top side	0.00 m
Number of sections	2

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 36 corrosie ...	-5.00	0.00	Steel	1.00
AZ 36 corrosie ...	-13.00	-5.00	Steel	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 36 corrosie ...	1.3450E+05	1.00	1.3450E+05	
AZ 36 corrosie ...	1.5960E+05	1.00	1.5960E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr, char, el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr, d, el [kNm]
AZ 36 corrosie ...	864.00	1.00	1.00	1.00	864.00
AZ 36 corrosie ...	864.00	1.00	1.00	1.00	864.00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Binnenwaarts
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1.000
- Permanent load, favourable	1.000
- Variable load, unfavourable	1.100

- Variable load, favourable	0.000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1.350
- Permanent load, favourable	0.900
- Variable load, unfavourable	1.500
- Variable load, favourable	0.000

Material factors

- Cohesion	1.250
- Tangent phi	1.175
- Delta (wall friction angle)*	1.175
- 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	1.200
-----------------------------------	-------

* 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: Binnenwaarts

Outline - Stage 1: Binnenwaarts



5 Step 6.3 Stage 1: Binnenwaarts

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -0.05 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-5.00
6.00	-5.00

5.2.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand vast	0.60	19.00	21.00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20.00
veen, niet voorb...	-1.80	10.80	10.80
klei schoon matig	-6.00	17.00	17.00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19.00
zand los	-12.50	17.00	19.00
zand vast	-15.00	19.00	21.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand vast	0.60	0.00	30.79	20.23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21.65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25.63	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	0.00	26.29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24.35	15.36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20.23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	0.60	1.00	1.00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1.00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1.00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1.00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1.00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1.00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
zand sterk siltig ...	-1.10	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
veen, niet voorb...	-1.80	769.23	769.23	384.62	384.62
klei schoon matig	-6.00	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
zand zeer los / ...	-10.00	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand los	-12.50	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand vast	-15.00	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	7692.31	7692.31
zand sterk siltig ...	-1.10	3076.92	3076.92
veen, niet voorb...	-1.80	192.31	192.31
klei schoon matig	-6.00	615.38	615.38
zand zeer los / ...	-10.00	2307.69	2307.69
zand los	-12.50	2307.69	2307.69
zand vast	-15.00	7692.31	7692.31

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-5.25	0.0	5.6	0.00	0.57	22.45
2	-5.75	0.0	6.8	0.00	0.57	9.17
3	-6.29	0.0	14.0	0.00	0.56	4.59
4	-6.86	0.2	31.0	0.03	0.56	4.33
5	-7.43	3.7	48.3	0.33	0.56	4.29
6	-8.00	5.0	65.8	0.33	0.56	4.28
7	-8.57	6.4	83.4	0.33	0.56	4.28
8	-9.14	7.7	100.9	0.33	0.56	4.28
9	-9.71	9.1	118.5	0.33	0.56	4.28
10	-10.31	13.2	135.1	0.36	0.59	3.65
11	-10.94	18.4	187.8	0.36	0.59	3.65
12	-11.56	23.6	240.5	0.36	0.59	3.65
13	-12.19	28.8	293.3	0.36	0.59	3.64
14	-12.75	29.6	383.3	0.33	0.56	4.26

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleig	0.00
veen, niet voorbelst slap	0.00
klei schoon matig	18.37
zand zeer los / wadzand	97.83
zand los	67.60
zand vast	0.00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -2.15 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.20

5.5.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand vast	0.60	19.00	21 00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20 00
veen, niet voorb...	-1.80	10.80	10 80
klei schoon matig	-6.00	17.00	17 00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19 00
zand los	-12.50	17.00	19 00
zand vast	-15.00	19.00	21 00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand vast	0.60	0.00	30.79	20 23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21 65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25 63	0 00	0.00
klei schoon matig	-6.00	0.00	26 29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24 35	15 36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20 23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	0.60	1.00	1 00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1 00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1 00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1 00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1 00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1 00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	30769.23	30769 23	15384.62	15384.62
zand sterk siltig ...	-1.10	12307.69	12307 69	6153.85	6153.85
veen, niet voorb...	-1.80	769.23	769 23	384 62	384.62
klei schoon matig	-6.00	3076 92	3076 92	1538.46	1538.46
zand zeer los / ...	-10.00	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand los	-12.50	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand vast	-15.00	30769.23	30769 23	15384.62	15384.62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	7692 31	7692 31
zand sterk siltig ...	-1.10	3076 92	3076 92
veen, niet voorb...	-1.80	192.31	192 31
klei schoon matig	-6.00	615.38	615 38
zand zeer los / ...	-10.00	2307 69	2307 69
zand los	-12.50	2307 69	2307 69
zand vast	-15.00	7692 31	7692 31

5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.48	0.0	5.6	0 00	0.57	20 32
2	-3.04	0.0	7.0	0 00	0.57	8.46
3	-3.60	0.0	8.4	0 00	0.57	6 08
4	-4.16	0.0	9.8	0 00	0.57	5 07
5	-4.72	0.0	11.2	0 00	0.57	4 50
6	-5.25	0.0	12.6	0 00	0.57	4.16
7	-5.75	0.0	13.8	0 00	0.57	3 93
8	-6.29	0.0	28.0	0 00	0.56	4 81
9	-6.86	0.0	44.3	0 00	0.56	4.47
10	-7.43	1.7	61.1	0.12	0.56	4 36
11	-8.00	5.9	78.3	0 33	0.56	4 32
12	-8.57	7.3	95.6	0 33	0.56	4 30
13	-9.14	8.6	113.0	0 33	0.56	4 29
14	-9.71	10.0	130.5	0 33	0.56	4 28
15	-10.31	14.2	145.0	0 36	0.59	3 65
16	-10.94	19.4	197.7	0 36	0.59	3 64
17	-11.56	24.6	250.5	0 36	0.59	3 64
18	-12.19	29.8	303.3	0 36	0.59	3 64
19	-12.75	30.5	395.3	0 33	0.56	4 26

5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
zand vast	0 00
zand sterk siltig kleig	0 00
veen, niet voorbelst slap	36.78
klei schoon matig	218 90
zand zeer los / wadzand	157.78
zand los	15 27
zand vast	0 00

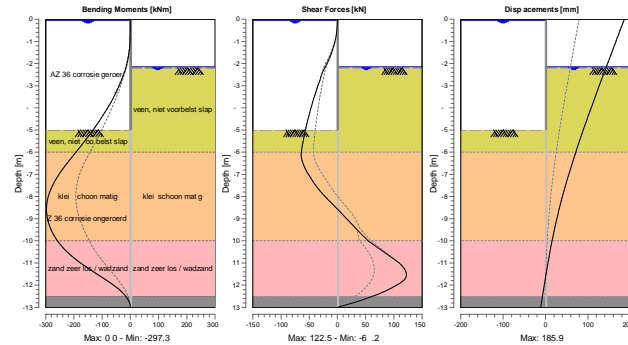
5.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Binnenwaarts

Step 6.3 Partial factor set: RC 2



5.8.2 Moments, Forces and Displacements

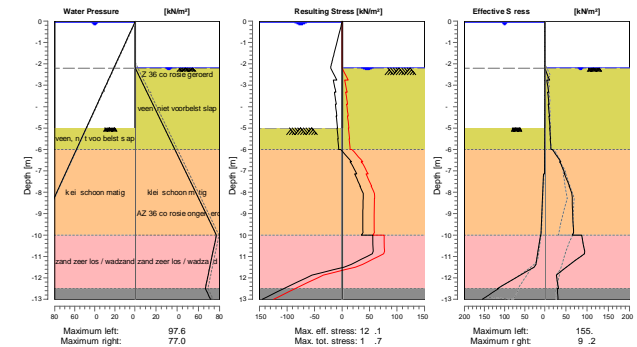
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.00	0.00	0.00	185.9
1	-0.05	0.00	0.00	184.9
2	-0.05	0.00	0.00	184.9
2	-0.10	0.00	-0.01	183.9
3	-0.10	0.00	-0.01	183.9
3	-0.50	-0.15	-0.99	176.0
4	-0.50	-0.15	-0.99	176.0
4	-1.10	-1.89	-5.41	164.2
5	-1.10	-1.89	-5.41	164.2
5	-1.45	-4.49	-9.61	157.3
6	-1.45	-4.49	-9.61	157.3
6	-1.80	-8.76	-15.02	150.5
7	-1.80	-8.76	-15.02	150.5
7	-1.90	-10.35	-16.79	148.5
8	-1.90	-10.35	-16.79	148.5
8	-2.00	-12.12	-18.65	146.5
9	-2.00	-12.12	-18.65	146.5
9	-2.15	-15.14	-21.63	143.6
10	-2.15	-15.14	-21.63	143.6
10	-2.20	-16.25	-22.66	142.6
11	-2.20	-16.25	-22.66	142.6
11	-2.76	-31.58	-31.04	131.7
12	-2.76	-31.58	-31.04	131.7
12	-3.32	-51.22	-38.64	120.8
13	-3.32	-51.22	-38.64	120.8
13	-3.88	-74.85	-45.46	110.0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-3.88	-74.85	-45.46	110.0
14	-4.44	-102.07	-51.49	99.4
15	-4.44	-102.07	-51.49	99.4
15	-5.00	-132.44	-56.74	89.1
16	-5.00	-132.44	-56.74	89.1
16	-5.50	-161.86	-60.76	80.1
17	-5.50	-161.86	-60.76	80.1
17	-6.00	-193.13	-64.17	71.4
18	-6.00	-193.13	-64.17	71.4
18	-6.57	-229.13	-59.95	61.7
19	-6.57	-229.13	-59.94	61.7
19	-7.14	-260.28	-47.95	52.6
20	-7.14	-260.28	-47.95	52.6
20	-7.71	-283.36	-31.91	44.0
21	-7.71	-283.36	-31.90	44.0
21	-8.29	-295.78	-10.91	35.9
22	-8.29	-295.77	-10.90	35.9
22	-8.86	-295.76	10.90	28.5
23	-8.86	-295.76	10.90	28.5
23	-9.43	-283.36	32.49	21.6
24	-9.43	-283.36	32.49	21.6
24	-10.00	-258.62	53.98	15.4
25	-10.00	-258.62	54.03	15.4
25	-10.63	-213.94	89.03	9.1
26	-10.63	-213.95	89.15	9.1
26	-11.25	-148.00	118.41	3.4
27	-11.25	-148.01	118.59	3.4
27	-11.88	-72.93	112.89	-2.0
28	-11.88	-72.94	112.73	-2.0
28	-12.50	-16.47	62.63	-7.1
29	-12.50	-16.47	62.63	-7.1
29	-13.00	0.00	0.00	-11.2
Max		-295.78	118.59	185.9
Max, minor nodes incl.		-297.26	122.52	185.9

5.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Binnenwaarts

Step 6.3 Partial factor set: RC 2



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.10	0.00	0.49	-		0.00	0.00	-	
3	-0.10	0.00	0.49	-		0.00	0.00	-	
3	-0.50	0.00	4.41	-		0.00	0.00	-	
4	-0.50	0.00	4.41	-		0.00	0.00	-	
4	-1.10	0.00	10.30	-		0.00	0.00	-	
5	-1.10	0.00	10.30	-		0.00	0.00	-	
5	-1.45	0.00	13.73	-		0.00	0.00	-	
6	-1.45	0.00	13.73	-		0.00	0.00	-	
6	-1.80	0.00	17.17	-		0.00	0.00	-	
7	-1.80	0.00	17.17	-		0.00	0.00	-	
7	-1.90	0.00	18.15	-		0.00	0.00	-	
8	-1.90	0.00	18.15	-		0.00	0.00	-	
8	-2.00	0.00	19.13	-		0.00	0.00	-	
9	-2.00	0.00	19.13	-		0.00	0.00	-	
9	-2.15	0.00	20.60	-		0.00	0.00	-	
10	-2.15	0.00	20.60	-		0.00	0.00	-	
10	-2.20	0.00	21.09	-		0.00	0.49	-	
11	-2.20	0.00	21.09	-		0.00	0.49	P	
11	-2.76	0.00	26.59	-		11.26	5.98	P	
12	-2.76	0.00	26.59	-		4.69	5.98	P	
12	-3.32	0.00	32.08	-		9.37	11.48	P	
13	-3.32	0.00	32.08	-		6.74	11.48	P	
13	-3.88	0.00	37.57	-		10.12	16.97	P	
14	-3.88	0.00	37.57	-		8.43	16.97	P	
14	-4.44	0.00	43.07	-		11.23	22.46	P	
15	-4.44	0.00	43.07	-		9.98	22.46	P	
15	-5.00	0.00	48.56	-		12.48	27.96	P	
16	-5.00	0.00	48.56	A		11.53	27.96	P	
16	-5.50	0.00	53.46	A		13.58	32.86	P	
17	-5.50	0.00	53.46	A		12.83	32.86	P	
17	-6.00	0.00	58.37	A		14.60	37.77	3	99
18	-6.00	0.00	58.37	A		18.10	37.77	P	
18	-6.57	0.00	63.98	A		37.86	43.37	P	
19	-6.57	0.18	63.98	A		35.15	43.37	P	
19	-7.14	0.32	69.58	A		47.68	48.98	3	89
20	-7.14	3.01	69.58	A		46.75	48.98	3	90
20	-7.71	4.36	75.19	A		57.96	54.59	3	83
21	-7.71	4.36	75.19	A		57.49	54.59	3	83
21	-8.29	5.71	80.79	A		64.90	60.19	2	74
22	-8.29	5.71	80.79	A		64.77	60.19	2	75
22	-8.86	7.05	86.40	A		65.57	65.80	2	63
23	-8.86	7.05	86.40	A		65.50	65.80	2	63
23	-9.43	8.40	92.00	A		66.79	71.40	2	55
24	-9.43	8.40	92.00	A		66.75	71.40	2	55
24	-10.00	9.75	97.61	A		65.45	77.01	1	47
25	-10.00	10.64	97.61	A		87.04	77.01	2	73
25	-10.63	15.83	94.99	A		92.86	74.39	2	54
26	-10.63	15.83	94.99	A		92.84	74.39	2	54
26	-11.25	21.02	92.37	A		67.63	71.77	1	30
27	-11.25	21.03	92.37	A		67.63	71.77	1	30
27	-11.88	61.09	89.75	1	23	27.19	69.15	A	
28	-11.88	61.09	89.75	1	23	27.20	69.15	A	
28	-12.50	117.46	87.13	1	37	32.39	66.53	A	
29	-12.50	114.94	87.13	1	31	29.77	66.53	A	
29	-13.00	155.43	92.04	1	40	31.29	71.44	A	

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

5.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	183.8	428.7
Water	761.3	516.2
Total	945.1	944.9

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

Right
1109.56 kN
428.72 kN
38.6 %

6 Step 6.4 Stage 1: Binnenwaarts

6.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -0.05 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-5.00
6.00	-5.00

6.2.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand vast	0.60	19.00	21.00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20.00
veen, niet voorb...	-1.80	10.80	10.80
klei schoon matig	-6.00	17.00	17.00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19.00
zand los	-12.50	17.00	19.00
zand vast	-15.00	19.00	21.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand vast	0.60	0.00	30.79	20.23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21.65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25.63	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	0.00	26.29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24.35	15.36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20.23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	0.60	1.00	1.00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1.00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1.00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1.00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1.00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1.00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
veen, niet voorb...	-1.80	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
klei schoon matig	-6.00	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
zand zeer los / ...	-10.00	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
zand los	-12.50	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
zand vast	-15.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	22500.00	22500.00
zand sterk siltig ...	-1.10	9000.00	9000.00
veen, niet voorb...	-1.80	562.50	562.50
klei schoon matig	-6.00	1800.00	1800.00
zand zeer los / ...	-10.00	6750.00	6750.00
zand los	-12.50	6750.00	6750.00
zand vast	-15.00	22500.00	22500.00

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-5.25	0.0	5.6	0.00	0.57	22.45
2	-5.75	0.0	6.8	0.00	0.57	9.17
3	-6.29	0.0	14.0	0.00	0.56	4.59
4	-6.86	0.2	31.0	0.03	0.56	4.33
5	-7.43	3.7	48.3	0.33	0.56	4.29
6	-8.00	5.0	65.8	0.33	0.56	4.28
7	-8.57	6.4	83.4	0.33	0.56	4.28
8	-9.14	7.7	100.9	0.33	0.56	4.28
9	-9.71	9.1	118.5	0.33	0.56	4.28
10	-10.31	13.2	135.1	0.36	0.59	3.65
11	-10.94	18.4	187.8	0.36	0.59	3.65
12	-11.56	23.6	240.5	0.36	0.59	3.65
13	-12.19	28.8	293.3	0.36	0.59	3.64
14	-12.75	29.6	383.3	0.33	0.56	4.26

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleig	0.00
veen, niet voorbelst slap	0.00
klei schoon matig	18.37
zand zeer los / wadzand	97.36
zand los	59.09
zand vast	0.00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -2.15 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.20

6.5.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand vast	0.60	19.00	21 00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20 00
veen, niet voorb...	-1.80	10.80	10 80
klei schoon matig	-6.00	17.00	17 00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19 00
zand los	-12.50	17.00	19 00
zand vast	-15.00	19.00	21 00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand vast	0.60	0.00	30.79	20 23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21 65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25 63	0 00	0.00
klei schoon matig	-6.00	0.00	26 29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24 35	15 36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20 23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	0.60	1.00	1 00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1 00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1 00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1 00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1 00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1 00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	90000.00	90000 00	45000.00	45000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	36000.00	36000 00	18000.00	18000.00
veen, niet voorb...	-1.80	2250 00	2250 00	1125.00	1125.00
klei schoon matig	-6.00	9000 00	9000 00	4500.00	4500.00
zand zeer los / ...	-10.00	27000.00	27000 00	13500.00	13500.00
zand los	-12.50	27000.00	27000 00	13500.00	13500.00
zand vast	-15.00	90000.00	90000 00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	22500.00	22500 00
zand sterk siltig ...	-1.10	9000 00	9000 00
veen, niet voorb...	-1.80	562.50	562 50
klei schoon matig	-6.00	1800 00	1800 00
zand zeer los / ...	-10.00	6750 00	6750 00
zand los	-12.50	6750 00	6750 00
zand vast	-15.00	22500.00	22500 00

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.48	0.0	5.6	0 00	0.57	20 32
2	-3.04	0.0	7.0	0 00	0.57	8.46
3	-3.60	0.0	8.4	0 00	0.57	6 08
4	-4.16	0.0	9.8	0 00	0.57	5 07
5	-4.72	0.0	11.2	0 00	0.57	4 50
6	-5.25	0.0	12.6	0 00	0.57	4.16
7	-5.75	0.0	13.8	0 00	0.57	3 93
8	-6.29	0.0	28.0	0 00	0.56	4 81
9	-6.86	0.0	44.3	0 00	0.56	4.47
10	-7.43	1.7	61.1	0.12	0.56	4 36
11	-8.00	5.9	78.3	0 33	0.56	4 32
12	-8.57	7.3	95.6	0 33	0.56	4 30
13	-9.14	8.6	113.0	0 33	0.56	4 29
14	-9.71	10.0	130.5	0 33	0.56	4 28
15	-10.31	14.2	145.0	0 36	0.59	3 65
16	-10.94	19.4	197.7	0 36	0.59	3 64
17	-11.56	24.6	250.5	0 36	0.59	3 64
18	-12.19	29.8	303.3	0 36	0.59	3 64
19	-12.75	30.5	395.3	0 33	0.56	4 26

6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
zand vast	0 00
zand sterk siltig kleig	0 00
veen, niet voorbelst slap	36.79
klei schoon matig	224.12
zand zeer los / wadzand	143 59
zand los	15 27
zand vast	0 00

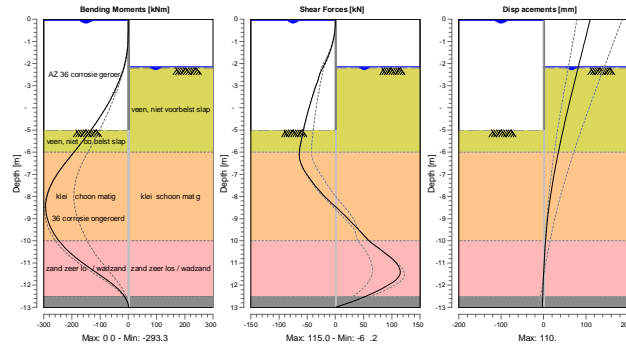
6.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Binnenwaarts

Step 6.4 Partial factor set: RC 2



6.8.2 Moments, Forces and Displacements

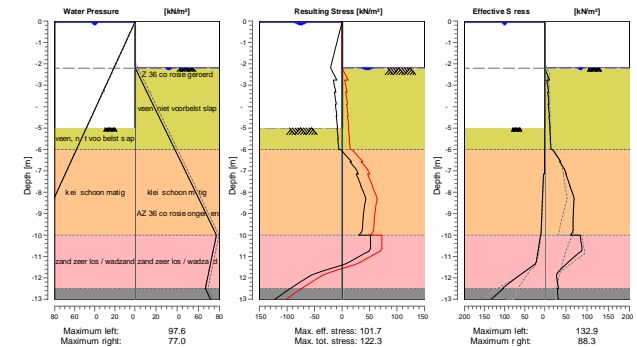
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.00	0.00	0.00	110.4
1	-0.05	0.00	0.00	109.7
2	-0.05	0.00	0.00	109.7
2	-0.10	0.00	-0.01	109.1
3	-0.10	0.00	-0.01	109.1
3	-0.50	-0.15	-0.99	103.8
4	-0.50	-0.15	-0.99	103.8
4	-1.10	-1.89	-5.41	95.9
5	-1.10	-1.89	-5.41	95.9
5	-1.45	-4.49	-9.61	91.3
6	-1.45	-4.49	-9.61	91.3
6	-1.80	-8.76	-15.02	86.7
7	-1.80	-8.76	-15.02	86.7
7	-1.90	-10.35	-16.79	85.4
8	-1.90	-10.35	-16.79	85.4
8	-2.00	-12.12	-18.65	84.1
9	-2.00	-12.12	-18.65	84.1
9	-2.15	-15.14	-21.63	82.1
10	-2.15	-15.14	-21.63	82.1
10	-2.20	-16.25	-22.66	81.4
11	-2.20	-16.25	-22.66	81.4
11	-2.76	-31.58	-31.04	74.1
12	-2.76	-31.58	-31.04	74.1
12	-3.32	-51.22	-38.64	66.9
13	-3.32	-51.22	-38.64	66.9
13	-3.88	-74.85	-45.46	59.8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-3.88	-74.85	-45.46	59.8
14	-4.44	-102.07	-51.49	52.8
15	-4.44	-102.07	-51.49	52.8
15	-5.00	-132.44	-56.74	46.1
16	-5.00	-132.44	-56.74	46.1
16	-5.50	-161.86	-60.76	40.4
17	-5.50	-161.86	-60.76	40.4
17	-6.00	-193.13	-64.16	34.9
18	-6.00	-193.13	-64.16	34.9
18	-6.57	-229.12	-59.94	28.9
19	-6.57	-229.12	-59.94	28.9
19	-7.14	-260.06	-46.84	23.5
20	-7.14	-260.06	-46.84	23.5
20	-7.71	-282.09	-29.43	18.6
21	-7.71	-282.09	-29.43	18.6
21	-8.29	-292.80	-7.20	14.3
22	-8.29	-292.80	-7.18	14.3
22	-8.86	-290.04	16.50	10.5
23	-8.86	-290.04	16.50	10.5
23	-9.43	-274.26	38.57	7.4
24	-9.43	-274.26	38.57	7.4
24	-10.00	-246.17	59.23	4.8
25	-10.00	-246.16	59.27	4.8
25	-10.63	-199.00	91.61	2.5
26	-10.63	-199.01	91.75	2.5
26	-11.25	-133.48	113.67	0.7
27	-11.25	-133.49	113.82	0.7
27	-11.88	-63.86	101.27	-0.7
28	-11.88	-63.87	101.11	-0.7
28	-12.50	-14.11	54.12	-2.0
29	-12.50	-14.12	54.12	-2.0
29	-13.00	0.00	0.00	-3.0
Max		-292.80	113.82	110.4
Max, minor nodes incl.		-293.34	114.95	110.4

6.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Binnenwaarts

Step 6.4 Partial factor set: RC 2



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.10	0.00	0.49	-		0.00	0.00	-	
3	-0.10	0.00	0.49	-		0.00	0.00	-	
3	-0.50	0.00	4.41	-		0.00	0.00	-	
4	-0.50	0.00	4.41	-		0.00	0.00	-	
4	-1.10	0.00	10.30	-		0.00	0.00	-	
5	-1.10	0.00	10.30	-		0.00	0.00	-	
5	-1.45	0.00	13.73	-		0.00	0.00	-	
6	-1.45	0.00	13.73	-		0.00	0.00	-	
6	-1.80	0.00	17.17	-		0.00	0.00	-	
7	-1.80	0.00	17.17	-		0.00	0.00	-	
7	-1.90	0.00	18.15	-		0.00	0.00	-	
8	-1.90	0.00	18.15	-		0.00	0.00	-	
8	-2.00	0.00	19.13	-		0.00	0.00	-	
9	-2.00	0.00	19.13	-		0.00	0.00	-	
9	-2.15	0.00	20.60	-		0.00	0.00	-	
10	-2.15	0.00	20.60	-		0.00	0.00	-	
10	-2.20	0.00	21.09	-		0.00	0.49	-	
11	-2.20	0.00	21.09	-		0.00	0.49	P	
11	-2.76	0.00	26.59	-		11.26	5.98	P	
12	-2.76	0.00	26.59	-		4.69	5.98	P	
12	-3.32	0.00	32.08	-		9.37	11.48	P	
13	-3.32	0.00	32.08	-		6.74	11.48	P	
13	-3.88	0.00	37.57	-		10.12	16.97	P	
14	-3.88	0.00	37.57	-		8.43	16.97	P	
14	-4.44	0.00	43.07	-		11.23	22.46	P	
15	-4.44	0.00	43.07	-		9.98	22.46	P	
15	-5.00	0.00	48.56	-		12.48	27.96	P	
16	-5.00	0.00	48.56	A		11.53	27.96	P	
16	-5.50	0.00	53.46	A		13.58	32.86	P	
17	-5.50	0.00	53.46	A		12.83	32.86	P	
17	-6.00	0.00	58.37	A		14.78	37.77	P	
18	-6.00	0.00	58.37	A		18.10	37.77	P	
18	-6.57	0.00	63.98	A		37.86	43.37	P	
19	-6.57	0.18	63.98	A		35.15	43.37	P	
19	-7.14	0.32	69.58	A		50.60	48.98	3	95
20	-7.14	3.01	69.58	A		49.68	48.98	3	95
20	-7.71	4.36	75.19	A		59.85	54.59	3	85
21	-7.71	4.36	75.19	A		59.37	54.59	3	86
21	-8.29	5.71	80.79	A		69.73	60.19	3	80
22	-8.29	5.71	80.79	A		69.47	60.19	3	80
22	-8.86	7.05	86.40	A		67.48	65.80	2	65
23	-8.86	7.05	86.40	A		67.40	65.80	2	65
23	-9.43	8.40	92.00	A		66.70	71.40	2	55
24	-9.43	8.40	92.00	A		66.66	71.40	2	55
24	-10.00	9.75	97.61	A		61.08	77.01	1	44
25	-10.00	10.64	97.61	A		83.47	77.01	2	70
25	-10.63	15.83	94.99	A		88.35	74.39	2	52
26	-10.63	15.83	94.99	A		88.33	74.39	2	52
26	-11.25	21.02	92.37	A		55.95	71.77	1	25
27	-11.25	21.03	92.37	A		55.95	71.77	1	25
27	-11.88	62.47	89.75	1	23	27.19	69.15	A	
28	-11.88	62.47	89.75	1	23	27.20	69.15	A	
28	-12.50	105.88	87.13	1	33	32.39	66.53	A	
29	-12.50	103.36	87.13	1	28	29.77	66.53	A	
29	-13.00	132.95	92.04	1	34	31.29	71.44	A	

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

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	174.8	419.8
Water	761.3	516.2
Total	936.2	935.9

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

Right
1109.56 kN
419.76 kN
37.8 %

7 Step 6.5 Stage 1: Binnenwaarts

7.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -0.10 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-5.00
6.00	-5.00

7.2.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand vast	0.60	19.00	21.00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20.00
veen, niet voorb...	-1.80	10.80	10.80
klei schoon matig	-6.00	17.00	17.00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19.00
zand los	-12.50	17.00	19.00
zand vast	-15.00	19.00	21.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand vast	0.60	0.00	35.00	23.00	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	25.00	16.70	16.70
veen, niet voorb...	-1.80	1.94	29.41	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	0.00	30.13	20.00	16.60
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	28.00	17.66	17.66
zand los	-12.50	0.00	30.00	20.00	20.00
zand vast	-15.00	0.00	35.00	23.00	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	0.60	1.00	1.00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1.00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1.00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1.00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1.00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1.00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
veen, niet voorb...	-1.80	1000.00	1000.00	500.00	500.00
klei schoon matig	-6.00	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
zand zeer los / ...	-10.00	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
zand los	-12.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
zand vast	-15.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	10000.00	10000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	4000.00	4000.00
veen, niet voorb...	-1.80	250.00	250.00
klei schoon matig	-6.00	800.00	800.00
zand zeer los / ...	-10.00	3000.00	3000.00
zand los	-12.50	3000.00	3000.00
zand vast	-15.00	10000.00	10000.00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-5.25	0.0	7.4	0.00	0.51	29.76
2	-5.75	0.0	8.8	0.00	0.51	11.87
3	-6.29	0.0	16.7	0.00	0.50	5.50
4	-6.86	0.0	37.0	0.00	0.50	5.18
5	-7.43	2.3	57.8	0.20	0.50	5.13
6	-8.00	4.3	78.7	0.28	0.50	5.12
7	-8.57	5.4	99.7	0.28	0.50	5.12
8	-9.14	6.6	120.7	0.28	0.50	5.12
9	-9.71	7.7	141.7	0.28	0.50	5.12
10	-10.31	11.3	174.6	0.31	0.53	4.72
11	-10.94	15.8	243.1	0.31	0.53	4.72
12	-11.56	20.2	311.5	0.31	0.53	4.72
13	-12.19	24.7	379.9	0.31	0.53	4.72
14	-12.75	25.1	519.6	0.28	0.50	5.77

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleiig	0.00
veen, niet voorbelst slap	0.00
klei schoon matig	14.98
zand zeer los / wadzand	72.89
zand los	35.46
zand vast	0.00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -1.90 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.00

7.5.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand vast	0.60	19.00	21 00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20 00
veen, niet voorb...	-1.80	10.80	10 80
klei schoon matig	-6.00	17.00	17 00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19 00
zand los	-12.50	17.00	19 00
zand vast	-15.00	19.00	21 00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand vast	0.60	0.00	35 00	23 00	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	25 00	16.70	16.70
veen, niet voorb...	-1.80	1.94	29.41	0 00	0.00
klei schoon matig	-6.00	0.00	30.13	20 00	16.60
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	28 00	17 66	17.66
zand los	-12.50	0.00	30 00	20 00	20.00
zand vast	-15.00	0.00	35 00	23 00	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	0.60	1.00	1 00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1 00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1 00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1 00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1 00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1 00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	40000.00	40000 00	20000.00	20000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	16000.00	16000 00	8000.00	8000.00
veen, niet voorb...	-1.80	1000 00	1000 00	500 00	500 00
klei schoon matig	-6.00	4000 00	4000 00	2000.00	2000.00
zand zeer los / ...	-10.00	12000.00	12000 00	6000.00	6000.00
zand los	-12.50	12000.00	12000 00	6000.00	6000.00
zand vast	-15.00	40000.00	40000 00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand vast	0.60	10000.00	10000 00
zand sterk siltig ...	-1.10	4000 00	4000 00
veen, niet voorb...	-1.80	250.00	250 00
klei schoon matig	-6.00	800.00	800 00
zand zeer los / ...	-10.00	3000 00	3000 00
zand los	-12.50	3000 00	3000 00
zand vast	-15.00	10000.00	10000 00

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.30	0.0	7.5	0 00	0.51	25 29
2	-2.90	0.0	9.3	0 00	0.51	10 38
3	-3.50	0.0	11.0	0 00	0.51	7.40
4	-4.10	0.0	12.7	0 00	0.51	6.12
5	-4.70	0.0	14.5	0 00	0.51	5.41
6	-5.25	0.0	16.1	0 00	0.51	4 99
7	-5.75	0.0	17.5	0 00	0.51	4.72
8	-6.29	0.0	34.7	0 00	0.50	5.77
9	-6.86	0.0	54.2	0 00	0.50	5 35
10	-7.43	0.0	74.3	0 00	0.50	5 22
11	-8.00	2.3	94.7	0.13	0.50	5.16
12	-8.57	6.2	115.4	0.28	0.50	5.14
13	-9.14	7.4	136.2	0.28	0.50	5.13
14	-9.71	8.5	157.1	0.28	0.50	5.12
15	-10.31	12.2	188.8	0.31	0.53	4.72
16	-10.94	16.7	257.2	0.31	0.53	4.72
17	-11.56	21.1	325.6	0.31	0.53	4.72
18	-12.19	25.6	394.0	0.31	0.53	4.72
19	-12.75	26.0	537.7	0.28	0.50	5.78

7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
zand vast	0 00
zand sterk siltig kleig	0 00
veen, niet voorbelst slap	45 08
klei schoon matig	167 51
zand zeer los / wadzand	109 56
zand los	12 99
zand vast	0 00

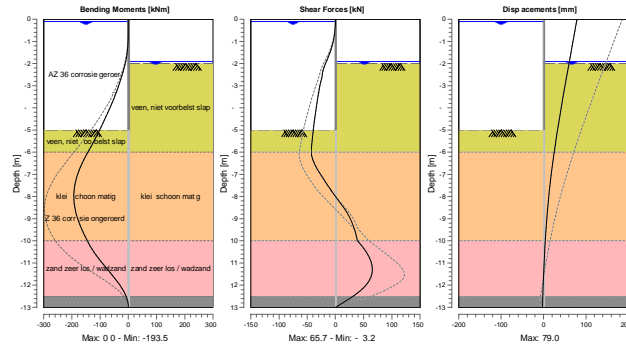
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Binnenwaarts

Step 6.5 Partial factor set: RC 2



7.8.2 Moments, Forces and Displacements

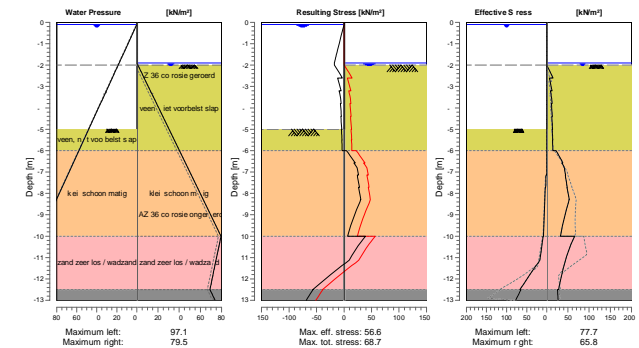
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.00	0.00	0.00	79.0
1	-0.10	0.00	0.00	78.1
2	-0.10	0.00	0.00	78.1
2	-0.50	-0.10	-0.78	74.3
3	-0.50	-0.10	-0.78	74.3
3	-1.10	-1.64	-4.91	68.6
4	-1.10	-1.64	-4.91	68.6
4	-1.45	-4.02	-8.94	65.3
5	-1.45	-4.02	-8.94	65.3
5	-1.80	-8.03	-14.18	62.0
6	-1.80	-8.03	-14.18	62.0
6	-1.90	-9.54	-15.89	61.1
7	-1.90	-9.54	-15.89	61.1
7	-2.00	-11.21	-17.66	60.1
8	-2.00	-11.21	-17.66	60.1
8	-2.60	-24.09	-23.77	54.5
9	-2.60	-24.09	-23.77	54.5
9	-3.20	-40.05	-28.81	48.9
10	-3.20	-40.05	-28.81	48.9
10	-3.80	-58.67	-32.89	43.5
11	-3.80	-58.67	-32.89	43.5
11	-4.40	-79.49	-36.30	38.2
12	-4.40	-79.49	-36.30	38.2
12	-5.00	-102.21	-39.26	33.1
13	-5.00	-102.21	-39.26	33.1
13	-5.50	-122.40	-41.37	29.0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-5.50	-122.40	-41.37	29.0
14	-6.00	-143.56	-43.20	25.2
15	-6.00	-143.56	-43.20	25.2
15	-6.57	-166.64	-36.09	21.1
16	-6.57	-166.65	-36.08	21.1
16	-7.14	-183.64	-22.65	17.3
17	-7.14	-183.64	-22.65	17.3
17	-7.71	-192.45	-7.82	13.9
18	-7.71	-192.45	-7.82	13.9
18	-8.29	-192.38	8.43	10.8
19	-8.29	-192.38	8.46	10.8
19	-8.86	-183.05	23.31	8.2
20	-8.86	-183.05	23.31	8.2
20	-9.43	-166.70	33.15	5.9
21	-9.43	-166.70	33.14	5.9
21	-10.00	-145.98	38.73	4.0
22	-10.00	-145.98	38.73	4.0
22	-10.63	-115.39	57.32	2.3
23	-10.63	-115.39	57.31	2.3
23	-11.25	-76.44	65.62	0.8
24	-11.25	-76.43	65.68	0.8
24	-11.88	-36.85	57.77	-0.5
25	-11.88	-36.85	57.77	-0.5
25	-12.50	-8.08	31.30	-1.7
26	-12.50	-8.08	31.30	-1.7
26	-13.00	0.00	0.00	-2.6
Max		-192.45	65.68	79.0
Max, minor nodes incl.		-193.53	65.68	79.0

7.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Binnenwaarts

Step 6.5 Partial factor set: RC 2



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.50	0.00	3.92	-		0.00	0.00	-	
3	-0.50	0.00	3.92	-		0.00	0.00	-	
3	-1.10	0.00	9.81	-		0.00	0.00	-	
4	-1.10	0.00	9.81	-		0.00	0.00	-	
4	-1.45	0.00	13.24	-		0.00	0.00	-	
5	-1.45	0.00	13.24	-		0.00	0.00	-	
5	-1.80	0.00	16.68	-		0.00	0.00	-	
6	-1.80	0.00	16.68	-		0.00	0.00	-	
6	-1.90	0.00	17.66	-		0.00	0.00	-	
7	-1.90	0.00	17.66	-		0.00	0.00	-	
7	-2.00	0.00	18.64	-		0.00	0.98	-	
8	-2.00	0.00	18.64	-		0.00	0.98	P	
8	-2.60	0.00	24.52	-		14.58	6.87	3	97
9	-2.60	0.00	24.52	-		6.17	6.87	P	
9	-3.20	0.00	30.41	-		12.34	12.75	P	
10	-3.20	0.00	30.41	-		8.79	12.75	P	
10	-3.80	0.00	36.30	-		12.49	18.64	3	95
11	-3.80	0.00	36.30	-		10.91	18.64	P	
11	-4.40	0.00	42.18	-		12.98	24.52	3	89
12	-4.40	0.00	42.18	-		11.86	24.52	3	92
12	-5.00	0.00	48.07	-		13.60	30.41	3	85
13	-5.00	0.00	48.07	A		12.77	30.41	3	86
13	-5.50	0.00	52.97	A		14.10	35.32	3	82
14	-5.50	0.00	52.97	A		13.47	35.32	3	82
14	-6.00	0.00	57.88	A		14.21	40.22	2	76
15	-6.00	0.00	57.88	A		22.17	40.22	3	97
15	-6.57	0.00	63.48	A		38.05	45.83	3	82
16	-6.57	0.00	63.48	A		35.69	45.83	3	83
16	-7.14	0.00	69.09	A		44.21	51.43	2	68
17	-7.14	1.86	69.09	A		43.60	51.43	2	69
17	-7.71	2.69	74.70	A		48.23	57.04	2	57
18	-7.71	3.70	74.70	A		47.92	57.04	2	57
18	-8.29	4.84	80.30	A		52.89	62.64	2	50
19	-8.29	4.84	80.30	A		52.72	62.64	2	50
19	-8.86	5.99	85.91	A		45.03	68.25	1	36
20	-8.86	5.99	85.91	A		45.03	68.25	1	36
20	-9.43	7.13	91.51	A		38.05	73.86	1	26
21	-9.43	7.13	91.51	A		38.05	73.86	1	26
21	-10.00	8.27	97.12	A		32.43	79.46	1	19
22	-10.00	9.12	97.12	A		65.76	79.46	1	43
22	-10.63	13.57	94.50	A		52.35	76.84	1	23
23	-10.63	13.57	94.50	A		52.35	76.84	1	23
23	-11.25	21.58	91.88	1		42.32	74.22	1	15
24	-11.25	21.58	91.88	1		42.32	74.22	1	15
24	-11.88	44.75	89.26	1	13	34.53	71.60	1	
25	-11.88	44.75	89.26	1	13	34.53	71.60	1	
25	-12.50	66.81	86.64	1	16	27.85	68.99	1	
26	-12.50	64.13	86.64	1	13	25.34	68.99	A	
26	-13.00	77.70	91.55	1	15	26.62	73.89	A	

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

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	123.3	335.1
Water	755.0	543.1
Total	878.3	878.2

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

Right
1427.97 kN
335.14 kN
23.5 %

End of Report

Bijlage 4. D Sheetpiling berekening Buitenwaarts

Report for D-Sheet Piling 22.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: BAM Infraconsult bv

Date of report: 24/05/2023

Time of report: 13:41 56

Report with version: 22.1.2.36786

Date of calculation: 24/05/2023

Time of calculation: 13 34 57

Calculated with version: 22.1.2.36786

File name: Dijkverlegig scherm as 3 Buitenwaarts Rev B

Project identification: Vervangende Waterkering Oude Haagdijk
Buitenwaartse Stabiliteit

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: buitenwaarts	8
5 Step 6.3 Stage 1: buitenwaarts	9
5.1 General Input Data	9
5.2 Input Data Left	9
5.2.1 Calculation Method	9
5.2.2 Water Level	9
5.2.3 Surface	9
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	9
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	10
5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	10
5.5 Input Data Right	11
5.5.1 Calculation Method	11
5.5.2 Water Level	11
5.5.3 Surface	11
5.5.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	11
5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	12
5.5.6 Surcharge Loads	12
5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	12
5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	13
5.8 Calculation Results	13
5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
5.8.2 Moments, Forces and Displacements	13
5.8.3 Charts of Stresses	15
5.8.4 Stresses	15
5.8.5 Percentage Mobilized Resistance	16
6 Step 6.4 Stage 1: buitenwaarts	17
6.1 General Input Data	17
6.2 Input Data Left	17
6.2.1 Calculation Method	17
6.2.2 Water Level	17
6.2.3 Surface	17
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	17
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	18
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	18
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	18
6.5 Input Data Right	19
6.5.1 Calculation Method	19
6.5.2 Water Level	19
6.5.3 Surface	19
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	19
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	20
6.5.6 Surcharge Loads	20
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	20
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	21
6.8 Calculation Results	21
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	21
6.8.2 Moments, Forces and Displacements	21
6.8.3 Charts of Stresses	23
6.8.4 Stresses	23
6.8.5 Percentage Mobilized Resistance	24
7 Step 6.5 Stage 1: buitenwaarts	25

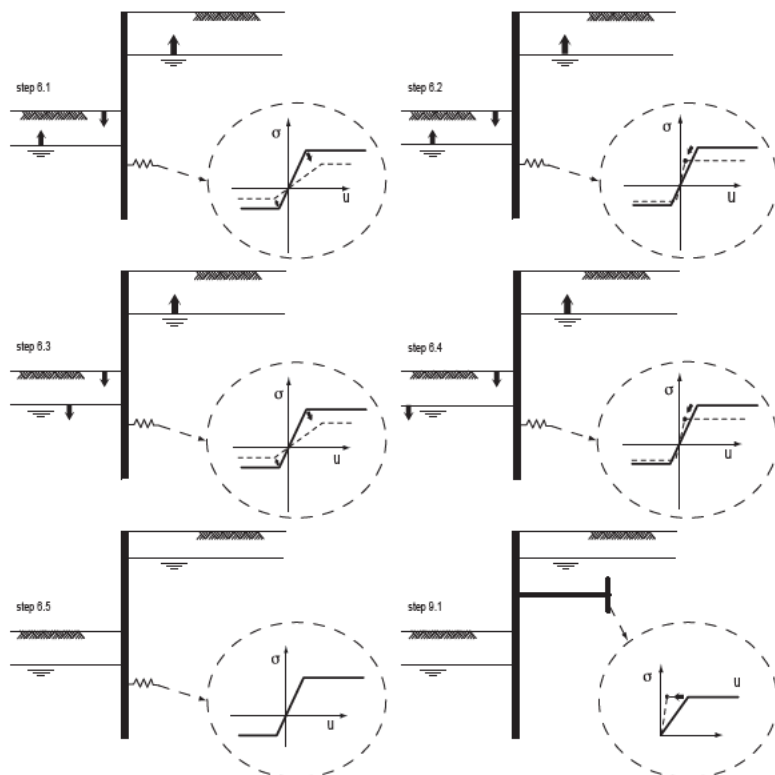
7.1 General Input Data	25
7.2 Input Data Left	25
7.2.1 Calculation Method	25
7.2.2 Water Level	25
7.2.3 Surface	25
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	25
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	26
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	26
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	26
7.5 Input Data Right	27
7.5.1 Calculation Method	27
7.5.2 Water Level	27
7.5.3 Surface	27
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: S0052 venig	27
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	28
7.5.6 Surcharge Loads	28
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	28
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	29
7.8 Calculation Results	29
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	29
7.8.2 Moments, Forces and Displacements	30
7.8.3 Charts of Stresses	31
7.8.4 Stresses	31
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance	32

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		317.96	-125.79	0.0	41.4	
1	EC7(NL)-Step 6.4		303.24	-112.36	0.0	39.7	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-81.8	217.51	-74.02	0.0	24.3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1.200		261.01	-88.83			
Max		-81.8	317.96	-125.79	0.0	41.4	

2.2 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/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	13.00 m
Level top side	0.00 m
Number of sections	2

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 36 corrosie ...	-5.00	0.00	Steel	1.00
AZ 36 corrosie ...	-13.00	-5.00	Steel	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 36 corrosie ...	1.3450E+05	1.00	1.3450E+05	
AZ 36 corrosie ...	1.5960E+05	1.00	1.5960E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr, char, el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr, d, el [kNm]
AZ 36 corrosie ...	864.00	1.00	1.00	1.00	864.00
AZ 36 corrosie ...	864.00	1.00	1.00	1.00	864.00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: buitenwaarts
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1.000
- Permanent load, favourable	1.000
- Variable load, unfavourable	1.100

- Variable load, favourable	0.000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1.350
- Permanent load, favourable	0.900
- Variable load, unfavourable	1.500
- Variable load, favourable	0.000

Material factors

- Cohesion	1.250
- Tangent phi	1.175
- Delta (wall friction angle)*	1.175
- 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

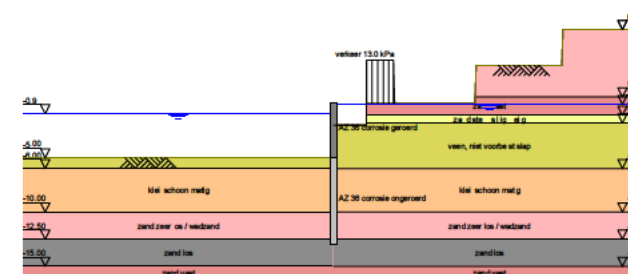
- Partial factor on M, D and Pmax	1.200
-----------------------------------	-------

* 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: buitenwaarts

Outline - Stage 1: buitenwaarts



5 Step 6.3 Stage 1: buitenwaarts**5.1 General Input Data**

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left**5.2.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -1.19 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-5.50
6.00	-5.50

5.2.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	17.00	19.00
zand vast	0.60	19.00	21.00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20.00
veen, niet voorb...	-1.80	10.50	10.50
klei schoon matig	-6.00	17.00	17.00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19.00
zand los	-12.50	17.00	19.00
zand vast	-15.00	19.00	21.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand zeer los / ...	6.80	0.00	24.35	15.36	15.36
zand vast	0.60	0.00	30.79	20.23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21.65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25.63	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	3.20	26.29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24.35	15.36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20.23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand zeer los / ...	6.80	1.00	1.00	Fine
zand vast	0.60	1.00	1.00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1.00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1.00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1.00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1.00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1.00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand vast	0.60	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
zand sterk siltig ...	-1.10	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
veen, niet voorb...	-1.80	769.23	769.23	384.62	384.62
klei schoon matig	-6.00	3076.92	3076.92	1538.46	1538.46
zand zeer los / ...	-10.00	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand los	-12.50	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand vast	-15.00	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	2307.69	2307.69
zand vast	0.60	7692.31	7692.31
zand sterk siltig ...	-1.10	3076.92	3076.92
veen, niet voorb...	-1.80	192.31	192.31
klei schoon matig	-6.00	615.38	615.38
zand zeer los / ...	-10.00	2307.69	2307.69
zand los	-12.50	2307.69	2307.69
zand vast	-15.00	7692.31	7692.31

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-5.75	0.0	5.4	0.00	0.57	31.11
2	-6.29	0.0	28.5	0.00	0.56	11.89
3	-6.86	0.0	45.8	0.00	0.56	7.03
4	-7.43	0.0	63.3	0.00	0.56	5.97
5	-8.00	0.0	80.9	0.00	0.56	5.50
6	-8.57	0.0	98.5	0.00	0.56	5.23
7	-9.14	3.0	116.1	0.13	0.56	5.06
8	-9.71	5.4	133.7	0.20	0.56	4.94
9	-10.31	12.9	132.5	0.35	0.59	3.65
10	-10.94	18.1	185.3	0.36	0.59	3.64
11	-11.56	23.3	238.1	0.36	0.59	3.64
12	-12.19	28.5	290.9	0.36	0.59	3.64
13	-12.75	29.4	380.7	0.33	0.56	4.26

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
zand zeer los / wadzand	0.00
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleiig	0.00
veen, niet voorbelst slap	2.68
klei schoon matig	231.60

Name	Force
zand zeer los / wadzand	184 01
zand los	14.70
zand vast	0 00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -0.05 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.00
3.00	-2.00
3.01	0.00
13.00	0.00
13.10	3.50
21.00	3.50
21.10	6.80

5.5.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	17.00	19 00
zand vast	0.60	19.00	21 00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20 00
veen, niet voorb...	-1.80	10.50	10 50
klei schoon matig	-6.00	17.00	17 00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19 00
zand los	-12.50	17.00	19 00
zand vast	-15.00	19.00	21 00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand zeer los / ...	6.80	0.00	24 35	15 36	15.36
zand vast	0.60	0.00	30.79	20 23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21 65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25 63	0 00	0.00
klei schoon matig	-6.00	3.20	26 29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24 35	15 36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20 23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand zeer los / ...	6.80	1.00	1 00	Fine
zand vast	0.60	1.00	1 00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1 00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1 00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1 00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1 00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1 00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand vast	0.60	30769.23	30769 23	15384.62	15384.62
zand sterk siltig ...	-1.10	12307.69	12307 69	6153.85	6153.85
veen, niet voorb...	-1.80	769.23	769 23	384.62	384.62
klei schoon matig	-6.00	3076.92	3076 92	1538.46	1538.46
zand zeer los / ...	-10.00	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand los	-12.50	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
zand vast	-15.00	30769.23	30769 23	15384.62	15384.62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	2307 69	2307 69
zand vast	0.60	7692 31	7692 31
zand sterk siltig ...	-1.10	3076 92	3076 92
veen, niet voorb...	-1.80	192.31	192 31
klei schoon matig	-6.00	615.38	615 38
zand zeer los / ...	-10.00	2307 69	2307 69
zand los	-12.50	2307 69	2307 69
zand vast	-15.00	7692 31	7692 31

5.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
verkeer 13.0 kPa	0 00	0 00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3 00	0 00		
	3 01	13 00		
	5 50	13 00		
	5 60	0 00		

5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.30	0.0	5.5	0 00	4.18	4.18
2	-2.90	0.0	6.5	0 00	2.64	2 64
3	-3.50	1.9	7.5	0.49	1.89	1 89
4	-4.10	10.2	9.8	1.73	1.73	1.73
5	-4.70	6.9	15.3	0.88	1.93	1 93
6	-5.25	7.0	23.6	0.71	2.40	2.40
7	-5.75	7.3	36.4	0.63	2.24	3.16
8	-6.29	6.3	504.8	0.41	1.88	33.24
9	-6.86	7.8	112.0	0.37	1.55	5.40
10	-7.43	8.9	142.3	0.34	1.36	5.41
11	-8.00	9.9	245.3	0.31	1.23	7.72
12	-8.57	11.1	335.2	0.30	1.14	9 01

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
13	-9.14	12.6	448.7	0.29	1.07	10.52
14	-9.71	19.3	618.7	0.40	1.01	12.87
15	-10.31	39.7	785.4	0.68	0.95	13.37
16	-10.94	43.4	1268.1	0.58	0.87	16.98
17	-11.56	49.0	1572.2	0.54	0.82	17.35
18	-12.19	55.6	1370.1	0.52	0.78	12.85
19	-12.75	56.5	955.8	0.48	0.74	8.14

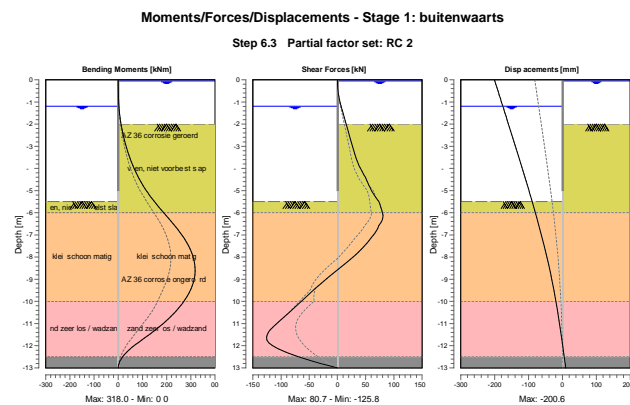
5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
zand zeer los / wadzand	0.00
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleiig	0.00
veen, niet voorbelast slap	22.30
klei schoon matig	43.29
zand zeer los / wadzand	151.30
zand los	77.87
zand vast	0.00

5.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



5.8.2 Moments, Forces and Displacements

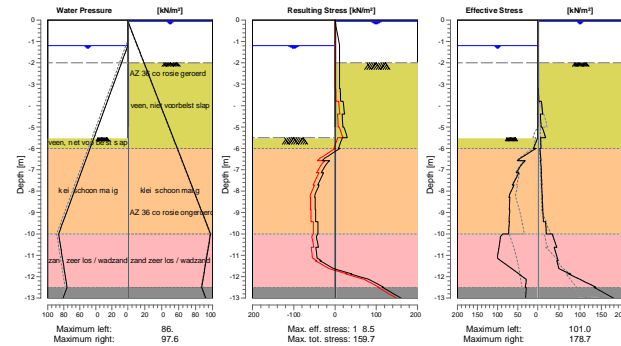
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.00	0.00	0.00	-200.6
1	-0.05	0.00	0.00	-199.6
2	-0.05	0.00	0.00	-199.6
2	-0.10	0.00	0.01	-198.6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
3	-0.10	0.00	0.01	-198.6
3	-0.50	0.15	0.99	-190.3
4	-0.50	0.15	0.99	-190.3
4	-0.94	1.15	3.89	-181.3
5	-0.94	1.15	3.89	-181.3
5	-1.10	1.89	5.41	-178.0
6	-1.10	1.89	5.41	-178.0
6	-1.19	2.42	6.37	-176.1
7	-1.19	2.42	6.37	-176.1
7	-1.80	8.39	13.20	-163.5
8	-1.80	8.39	13.20	-163.5
8	-2.00	11.25	15.43	-159.4
9	-2.00	11.25	15.43	-159.4
9	-2.60	22.53	22.14	-147.1
10	-2.60	22.53	22.14	-147.1
10	-3.20	37.83	28.85	-134.8
11	-3.20	37.83	28.85	-134.8
11	-3.80	57.48	36.73	-122.7
12	-3.80	57.48	36.73	-122.7
12	-4.40	83.26	49.54	-110.7
13	-4.40	83.26	49.54	-110.7
13	-5.00	116.19	60.42	-98.9
14	-5.00	116.19	60.44	-98.9
14	-5.50	149.44	73.27	-89.3
15	-5.50	149.44	73.27	-89.3
15	-6.00	187.91	79.81	-79.9
16	-6.00	187.91	79.81	-79.9
16	-6.57	232.98	73.65	-69.6
17	-6.57	232.98	73.63	-69.6
17	-7.14	271.58	59.58	-59.7
18	-7.14	271.57	59.58	-59.7
18	-7.71	300.29	39.61	-50.4
19	-7.71	300.29	39.61	-50.4
19	-8.29	315.95	14.09	-41.7
20	-8.29	315.95	14.07	-41.7
20	-8.86	316.16	-13.34	-33.6
21	-8.86	316.16	-13.34	-33.6
21	-9.43	300.87	-40.20	-26.2
22	-9.43	300.87	-40.20	-26.2
22	-10.00	271.16	-63.81	-19.4
23	-10.00	271.16	-63.86	-19.4
23	-10.63	222.76	-90.63	-12.6
24	-10.63	222.76	-90.64	-12.6
24	-11.25	157.30	-117.97	-6.3
25	-11.25	157.31	-118.24	-6.3
25	-11.88	80.07	-121.12	-0.4
26	-11.88	80.03	-121.12	-0.4
26	-12.50	18.10	-68.87	5.2
27	-12.50	18.11	-68.76	5.2
27	-13.00	0.00	0.00	9.7
Max		316.16	-121.12	-200.6
Max, minor nodes incl.		317.96	-125.79	-200.6

5.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: buitenwaarts

Step 6.3 Partial factor set: RC 2



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.49	-	
3	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.49	-	
3	-0.50	0.00	0.00	-		0.00	4.41	-	
4	-0.50	0.00	0.00	-		0.00	4.41	-	
4	-0.94	0.00	0.00	-		0.00	8.73	-	
5	-0.94	0.00	0.00	-		0.00	8.73	-	
5	-1.10	0.00	0.00	-		0.00	10.30	-	
6	-1.10	0.00	0.00	-		0.00	10.30	-	
6	-1.19	0.00	0.00	-		0.00	11.18	-	
7	-1.19	0.00	0.00	-		0.00	11.18	-	
7	-1.80	0.00	5.98	-		0.00	17.17	-	
8	-1.80	0.00	5.98	-		0.00	17.17	-	
8	-2.00	0.00	7.95	-		0.00	19.13	-	
9	-2.00	0.00	7.95	-		0.00	19.13	A	
9	-2.60	0.00	13.83	-		0.00	25.02	A	
10	-2.60	0.00	13.83	-		0.00	25.02	A	
10	-3.20	0.00	19.72	-		0.00	30.90	A	
11	-3.20	0.00	19.72	-		1.55	30.90	A	
11	-3.80	0.00	25.60	-		2.38	36.79	A	
12	-3.80	0.00	25.60	-		8.48	36.79	A	
12	-4.40	0.00	31.49	-		11.90	42.67	A	
13	-4.40	0.00	31.49	-		6.04	42.67	A	
13	-5.00	0.00	37.38	-		7.86	48.56	A	
14	-5.00	0.00	37.38	-		9.88	48.56	1	
14	-5.50	0.00	42.28	-		18.57	53.46	2	
15	-5.50	0.00	42.28	P		6.72	53.46	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-6.00	10.73	47.19	P		7.79	58.37	A	
16	-6.00	4.10	47.19	P		5.12	58.37	A	
16	-6.57	50.11	52.79	3	95	7.43	63.98	A	
17	-6.57	31.32	52.79	P		6.74	63.98	A	
17	-7.14	53.59	58.40	3	89	8.82	69.58	A	
18	-7.14	47.14	58.40	3	92	7.96	69.58	A	
18	-7.71	62.90	64.00	3	83	9.82	75.19	A	
19	-7.71	58.68	64.00	3	84	9.01	75.19	A	
19	-8.29	71.05	69.61	2	77	10.71	80.79	A	
20	-8.29	69.43	69.61	2	79	10.27	80.79	A	
20	-8.86	71.11	75.21	2	65	11.89	86.40	A	
21	-8.86	69.81	75.21	2	66	11.75	86.40	A	
21	-9.43	71.78	80.82	2	57	13.35	92.00	A	
22	-9.43	70.70	80.82	2	57	18.22	92.00	A	
22	-10.00	73.00	86.43	2	51	20.40	97.61	A	
23	-10.00	87.10	86.43	3	82	34.28	97.61	A	
23	-10.63	96.50	83.81	2	61	45.04	94.99	A	
24	-10.63	96.48	83.81	2	61	38.75	94.99	A	
24	-11.25	92.55	81.19	1	44	48.01	92.37	A	
25	-11.25	92.55	81.19	1	44	44.66	92.37	A	
25	-11.88	46.76	78.57	1	18	76.54	89.75	1	
26	-11.88	46.76	78.57	1	18	72.85	89.75	1	
26	-12.50	31.11	75.95	A		137.78	87.13	1	9
27	-12.50	28.64	75.95	A		132.81	87.13	1	14
27	-13.00	30.15	80.86	A		178.66	92.04	1	18

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

5.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	433.0	294.8
Water	622.9	761.3
Total	1055.9	1056.1

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

Left
1046.16 kN
432.99 kN
41.4 %

6 Step 6.4 Stage 1: buitenwaarts**6.1 General Input Data**

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left**6.2.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -1.19 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-5.50
6.00	-5.50

6.2.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	17.00	19.00
zand vast	0.60	19.00	21.00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20.00
veen, niet voorb...	-1.80	10.50	10.50
klei schoon matig	-6.00	17.00	17.00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19.00
zand los	-12.50	17.00	19.00
zand vast	-15.00	19.00	21.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand zeer los / ...	6.80	0.00	24.35	15.36	15.36
zand vast	0.60	0.00	30.79	20.23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21.65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25.63	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	3.20	26.29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24.35	15.36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20.23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand zeer los / ...	6.80	1.00	1.00	Fine
zand vast	0.60	1.00	1.00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1.00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1.00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1.00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1.00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1.00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
zand vast	0.60	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	36000.00	36000.00	18000.00	18000.00
veen, niet voorb...	-1.80	2250.00	2250.00	1125.00	1125.00
klei schoon matig	-6.00	9000.00	9000.00	4500.00	4500.00
zand zeer los / ...	-10.00	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
zand los	-12.50	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
zand vast	-15.00	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	6750.00	6750.00
zand vast	0.60	22500.00	22500.00
zand sterk siltig ...	-1.10	9000.00	9000.00
veen, niet voorb...	-1.80	562.50	562.50
klei schoon matig	-6.00	1800.00	1800.00
zand zeer los / ...	-10.00	6750.00	6750.00
zand los	-12.50	6750.00	6750.00
zand vast	-15.00	22500.00	22500.00

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-5.75	0.0	5.4	0.00	0.57	31.11
2	-6.29	0.0	28.5	0.00	0.56	11.89
3	-6.86	0.0	45.8	0.00	0.56	7.03
4	-7.43	0.0	63.3	0.00	0.56	5.97
5	-8.00	0.0	80.9	0.00	0.56	5.50
6	-8.57	0.0	98.5	0.00	0.56	5.23
7	-9.14	3.0	116.1	0.13	0.56	5.06
8	-9.71	5.4	133.7	0.20	0.56	4.94
9	-10.31	12.9	132.5	0.35	0.59	3.65
10	-10.94	18.1	185.3	0.36	0.59	3.64
11	-11.56	23.3	238.1	0.36	0.59	3.64
12	-12.19	28.5	290.9	0.36	0.59	3.64
13	-12.75	29.4	380.7	0.33	0.56	4.26

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
zand zeer los / wadzand	0.00
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleiig	0.00
veen, niet voorbelst slap	2.68
klei schoon matig	231.50

Name	Force
zand zeer los / wadzand	166 08
zand los	14.70
zand vast	0 00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0.05 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.00
3.00	-2.00
3.01	0.00
13.00	0.00
13.10	3.50
21.00	3.50
21.10	6.80

6.5.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	17.00	19 00
zand vast	0.60	19.00	21 00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20 00
veen, niet voorb...	-1.80	10.50	10 50
klei schoon matig	-6.00	17.00	17 00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19 00
zand los	-12.50	17.00	19 00
zand vast	-15.00	19.00	21 00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand zeer los / ...	6.80	0.00	24 35	15 36	15.36
zand vast	0.60	0.00	30.79	20 23	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	21 65	14.46	14.46
veen, niet voorb...	-1.80	1.55	25 63	0 00	0.00
klei schoon matig	-6.00	3.20	26 29	17.45	17.45
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	24 35	15 36	15.36
zand los	-12.50	0.00	26.17	17.45	17.45
zand vast	-15.00	0.00	30.79	20 23	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand zeer los / ...	6.80	1.00	1 00	Fine
zand vast	0.60	1.00	1 00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1 00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1 00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1 00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1 00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1 00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	27000.00	27000 00	13500.00	13500.00
zand vast	0.60	90000.00	90000 00	45000.00	45000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	36000.00	36000 00	18000.00	18000.00
veen, niet voorb...	-1.80	2250 00	2250 00	1125.00	1125.00
klei schoon matig	-6.00	9000 00	9000 00	4500.00	4500.00
zand zeer los / ...	-10.00	27000.00	27000 00	13500.00	13500.00
zand los	-12.50	27000.00	27000 00	13500.00	13500.00
zand vast	-15.00	90000.00	90000 00	45000.00	45000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	6750 00	6750 00
zand vast	0.60	22500.00	22500 00
zand sterk siltig ...	-1.10	9000 00	9000 00
veen, niet voorb...	-1.80	562.50	562 50
klei schoon matig	-6.00	1800 00	1800 00
zand zeer los / ...	-10.00	6750 00	6750 00
zand los	-12.50	6750 00	6750 00
zand vast	-15.00	22500.00	22500 00

6.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
verkeer 13.0 kPa	0 00	0 00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3 00	0 00		
	3 01	13 00		
	5 50	13 00		
	5 60	0 00		

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.30	0.0	5.5	0 00	4.18	4.18
2	-2.90	0.0	6.5	0 00	2.64	2 64
3	-3.50	1.9	7.5	0.49	1.89	1 89
4	-4.10	10.2	9.8	1.73	1.73	1.73
5	-4.70	6.9	15.3	0 88	1.93	1 93
6	-5.25	7.0	23.6	0.71	2.40	2.40
7	-5.75	7.3	36.4	0 63	2.24	3.16
8	-6.29	6.3	504.8	0.41	1.88	33 24
9	-6.86	7.8	112.0	0 37	1.55	5.40
10	-7.43	8.9	142.3	0 34	1.36	5.41
11	-8.00	9.9	245.3	0 31	1.23	7.72
12	-8.57	11.1	335.2	0 30	1.14	9 01

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
13	-9.14	12.6	448.7	0.29	1.07	10.52
14	-9.71	19.3	618.7	0.40	1.01	12.87
15	-10.31	39.7	785.4	0.68	0.95	13.37
16	-10.94	43.4	1268.1	0.58	0.87	16.98
17	-11.56	49.0	1572.2	0.54	0.82	17.35
18	-12.19	55.6	1370.1	0.52	0.78	12.85
19	-12.75	56.5	955.8	0.48	0.74	8.14

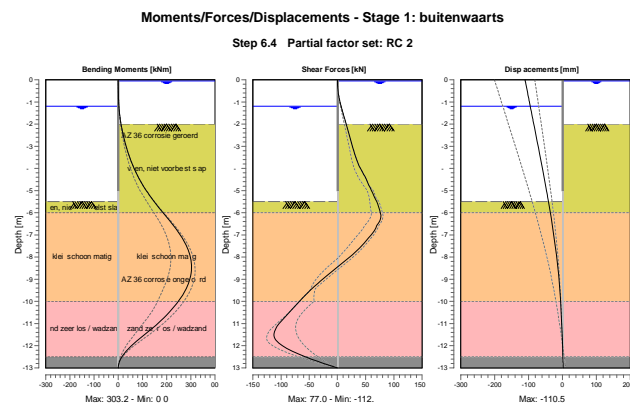
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
zand zeer los / wadzand	0.00
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleiig	0.00
veen, niet voorbelast slap	18.65
klei schoon matig	43.29
zand zeer los / wadzand	148.99
zand los	65.86
zand vast	0.00

6.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



6.8.2 Moments, Forces and Displacements

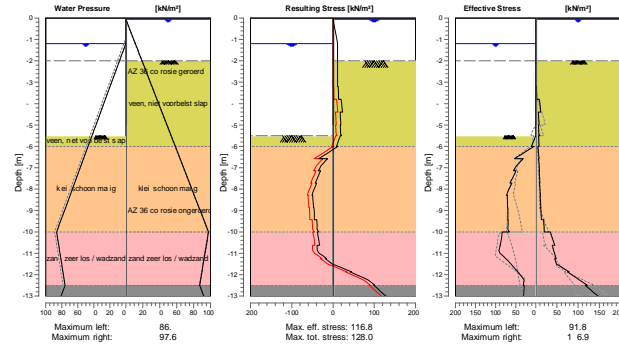
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.00	0.00	0.00	-110.5
1	-0.05	0.00	0.00	-109.9
2	-0.05	0.00	0.00	-109.9
2	-0.10	0.00	0.01	-109.2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
3	-0.10	0.00	0.01	-109.2
3	-0.50	0.15	0.99	-104.1
4	-0.50	0.15	0.99	-104.1
4	-0.94	1.15	3.89	-98.4
5	-0.94	1.15	3.89	-98.4
5	-1.10	1.89	5.41	-96.3
6	-1.10	1.89	5.41	-96.3
6	-1.19	2.42	6.37	-95.1
7	-1.19	2.42	6.37	-95.1
7	-1.80	8.39	13.20	-87.2
8	-1.80	8.39	13.20	-87.2
8	-2.00	11.25	15.43	-84.6
9	-2.00	11.25	15.43	-84.6
9	-2.60	22.53	22.14	-76.9
10	-2.60	22.53	22.14	-76.9
10	-3.20	37.83	28.85	-69.2
11	-3.20	37.83	28.85	-69.2
11	-3.80	57.48	36.73	-61.7
12	-3.80	57.48	36.73	-61.7
12	-4.40	83.26	49.54	-54.3
13	-4.40	83.26	49.54	-54.3
13	-5.00	116.19	60.42	-47.1
14	-5.00	116.19	60.42	-47.1
14	-5.50	148.65	69.60	-41.3
15	-5.50	148.65	69.56	-41.3
15	-6.00	185.26	76.09	-35.8
16	-6.00	185.26	76.09	-35.8
16	-6.57	228.20	69.77	-29.8
17	-6.57	228.20	69.76	-29.8
17	-7.14	264.46	54.98	-24.3
18	-7.14	264.46	54.98	-24.3
18	-7.71	290.27	34.11	-19.3
19	-7.71	290.27	34.11	-19.3
19	-8.29	302.64	8.09	-15.0
20	-8.29	302.64	8.03	-15.0
20	-8.86	299.28	-19.60	-11.2
21	-8.86	299.28	-19.60	-11.2
21	-9.43	280.62	-45.60	-8.1
22	-9.43	280.63	-45.61	-8.1
22	-10.00	248.24	-67.46	-5.5
23	-10.00	248.23	-67.50	-5.5
23	-10.63	199.01	-89.41	-3.3
24	-10.63	199.02	-89.47	-3.3
24	-11.25	136.05	-109.59	-1.5
25	-11.25	136.05	-109.77	-1.5
25	-11.88	67.06	-104.10	-0.1
26	-11.88	67.04	-104.04	-0.1
26	-12.50	14.78	-56.82	1.2
27	-12.50	14.79	-56.75	1.2
27	-13.00	0.00	0.00	2.2
Max		302.64	-109.77	-110.5
Max, minor nodes incl.		303.24	-112.36	-110.5

6.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: buitenwaarts

Step 6.4 Partial factor set: RC 2



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.05	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.49	-	
3	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.49	-	
3	-0.50	0.00	0.00	-		0.00	4.41	-	
4	-0.50	0.00	0.00	-		0.00	4.41	-	
4	-0.94	0.00	0.00	-		0.00	8.73	-	
5	-0.94	0.00	0.00	-		0.00	8.73	-	
5	-1.10	0.00	0.00	-		0.00	10.30	-	
6	-1.10	0.00	0.00	-		0.00	10.30	-	
6	-1.19	0.00	0.00	-		0.00	11.18	-	
7	-1.19	0.00	0.00	-		0.00	11.18	-	
7	-1.80	0.00	5.98	-		0.00	17.17	-	
8	-1.80	0.00	5.98	-		0.00	17.17	-	
8	-2.00	0.00	7.95	-		0.00	19.13	-	
9	-2.00	0.00	7.95	-		0.00	19.13	A	
9	-2.60	0.00	13.83	-		0.00	25.02	A	
10	-2.60	0.00	13.83	-		0.00	25.02	A	
10	-3.20	0.00	19.72	-		0.00	30.90	A	
11	-3.20	0.00	19.72	-		1.55	30.90	A	
11	-3.80	0.00	25.60	-		2.38	36.79	A	
12	-3.80	0.00	25.60	-		8.48	36.79	A	
12	-4.40	0.00	31.49	-		11.90	42.67	A	
13	-4.40	0.00	31.49	-		6.04	42.67	A	
13	-5.00	0.00	37.38	-		7.86	48.56	A	
14	-5.00	0.00	37.38	-		6.36	48.56	A	
14	-5.50	0.00	42.28	-		9.59	53.46	1	
15	-5.50	0.00	42.28	P		6.72	53.46	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-6.00	10.73	47.19	P		7.79	58.37	A	
16	-6.00	4.10	47.19	P		5.12	58.37	A	
16	-6.57	52.95	52.79	P		7.43	63.98	A	
17	-6.57	31.32	52.79	P		6.74	63.98	A	
17	-7.14	55.66	58.40	3	92	8.82	69.58	A	
18	-7.14	49.21	58.40	3	96	7.96	69.58	A	
18	-7.71	64.02	64.00	3	85	9.82	75.19	A	
19	-7.71	59.81	64.00	3	86	9.01	75.19	A	
19	-8.29	72.83	69.61	2	79	10.71	80.79	A	
20	-8.29	70.42	69.61	3	80	10.27	80.79	A	
20	-8.86	70.42	75.21	2	64	11.89	86.40	A	
21	-8.86	69.13	75.21	2	65	11.75	86.40	A	
21	-9.43	69.59	80.82	2	55	13.35	92.00	A	
22	-9.43	68.51	80.82	2	55	18.22	92.00	A	
22	-10.00	65.64	86.43	1	46	20.40	97.61	A	
23	-10.00	83.70	86.43	2	79	34.28	97.61	A	
23	-10.63	88.74	83.81	2	56	45.04	94.99	A	
24	-10.63	88.72	83.81	2	56	38.75	94.99	A	
24	-11.25	74.52	81.19	1	35	48.01	92.37	A	
25	-11.25	74.52	81.19	1	35	44.66	92.37	A	
25	-11.88	44.57	78.57	1	17	78.72	89.75	1	
26	-11.88	44.57	78.57	1	17	75.03	89.75	1	
26	-12.50	31.11	75.95	A		121.43	87.13	1	8
27	-12.50	28.64	75.95	A		116.46	87.13	1	12
27	-13.00	30.15	80.86	A		146.93	92.04	1	15

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

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	414.9	276.8
Water	622.9	761.3
Total	1037.8	1038.1

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

Left
1046.16 kN
414.95 kN
39.7 %

7 Step 6.5 Stage 1: buitenwaarts**7.1 General Input Data**

Passive side:

D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left**7.2.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -0.94 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-5.00
6.00	-5.00

7.2.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	17.00	19.00
zand vast	0.60	19.00	21.00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20.00
veen, niet voorb...	-1.80	10.50	10.50
klei schoon matig	-6.00	17.00	17.00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19.00
zand los	-12.50	17.00	19.00
zand vast	-15.00	19.00	21.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand zeer los / ...	6.80	0.00	28.00	17.66	17.66
zand vast	0.60	0.00	35.00	23.00	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	25.00	16.70	16.70
veen, niet voorb...	-1.80	1.94	29.41	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	4.00	30.13	20.00	16.60
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	28.00	17.66	17.66
zand los	-12.50	0.00	30.00	20.00	20.00
zand vast	-15.00	0.00	35.00	23.00	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand zeer los / ...	6.80	1.00	1.00	Fine
zand vast	0.60	1.00	1.00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1.00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1.00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1.00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1.00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1.00	Fine
zand vast	-15.00	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
zand vast	0.60	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
veen, niet voorb...	-1.80	1000.00	1000.00	500.00	500.00
klei schoon matig	-6.00	4000.00	4000.00	2000.00	2000.00
zand zeer los / ...	-10.00	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
zand los	-12.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
zand vast	-15.00	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	3000.00	3000.00
zand vast	0.60	10000.00	10000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	4000.00	4000.00
veen, niet voorb...	-1.80	250.00	250.00
klei schoon matig	-6.00	800.00	800.00
zand zeer los / ...	-10.00	3000.00	3000.00
zand los	-12.50	3000.00	3000.00
zand vast	-15.00	10000.00	10000.00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-5.25	0.0	7.1	0.00	0.51	41.43
2	-5.75	0.0	8.2	0.00	0.51	15.76
3	-6.29	0.0	39.7	0.00	0.50	14.45
4	-6.86	0.0	59.8	0.00	0.50	8.72
5	-7.43	0.0	80.7	0.00	0.50	7.36
6	-8.00	0.0	101.7	0.00	0.50	6.75
7	-8.57	0.0	122.7	0.00	0.50	6.40
8	-9.14	0.0	143.7	0.00	0.50	6.17
9	-9.71	0.0	164.7	0.00	0.50	6.01
10	-10.31	9.7	173.3	0.27	0.53	4.72
11	-10.94	15.6	241.7	0.30	0.53	4.72
12	-11.56	20.1	310.1	0.31	0.53	4.72
13	-12.19	24.5	378.5	0.31	0.53	4.72
14	-12.75	25.1	518.5	0.28	0.50	5.78

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
zand zeer los / wadzand	0.00
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleiig	0.00
veen, niet voorbelst slap	7.18

Name	Force
klei schoon matig	175 98
zand zeer los / wadzand	131 69
zand los	16 51
zand vast	0 00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -0.10 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-2.00
3.00	-2.00
3.01	0.00
13.00	0.00
13.10	3.50
21.00	3.50
21.10	6.80

7.5.4 Soil Material Properties in Profile S0052 venig

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	17.00	19 00
zand vast	0.60	19.00	21 00
zand sterk siltig ...	-1.10	18.00	20 00
veen, niet voorb...	-1.80	10.50	10 50
klei schoon matig	-6.00	17.00	17 00
zand zeer los / ...	-10.00	17.00	19 00
zand los	-12.50	17.00	19 00
zand vast	-15.00	19.00	21 00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
zand zeer los / ...	6.80	0.00	28 00	17 66	17.66
zand vast	0.60	0.00	35 00	23 00	16.60
zand sterk siltig ...	-1.10	0.00	25 00	16.70	16.70
veen, niet voorb...	-1.80	1.94	29.41	0 00	0.00
klei schoon matig	-6.00	4.00	30.13	20 00	16.60
zand zeer los / ...	-10.00	0.00	28 00	17 66	17.66
zand los	-12.50	0.00	30 00	20 00	20.00
zand vast	-15.00	0.00	35 00	23 00	16.60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand zeer los / ...	6.80	1.00	1 00	Fine
zand vast	0.60	1.00	1 00	Fine
zand sterk siltig ...	-1.10	1.00	1 00	Fine
veen, niet voorb...	-1.80	1.00	1 00	Fine
klei schoon matig	-6.00	1.00	1 00	Fine
zand zeer los / ...	-10.00	1.00	1 00	Fine
zand los	-12.50	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
zand vast	-15.00	1.00	1 00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand vast	0.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand sterk siltig ...	-1.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
veen, niet voorb...	-1.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
klei schoon matig	-6.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
zand zeer los / ...	-10.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	-35.00
zand los	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00
zand vast	-15.00	n.a.	n.a.	n.a.	-35.00	-35.00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
zand zeer los / ...	6.80	12000.00	12000 00	6000.00	6000.00
zand vast	0.60	40000.00	40000 00	20000.00	20000.00
zand sterk siltig ...	-1.10	16000.00	16000 00	8000.00	8000.00
veen, niet voorb...	-1.80	1000 00	1000 00	500 00	500 00
klei schoon matig	-6.00	4000 00	4000 00	2000.00	2000.00
zand zeer los / ...	-10.00	12000.00	12000 00	6000.00	6000.00
zand los	-12.50	12000.00	12000 00	6000.00	6000.00
zand vast	-15.00	40000.00	40000 00	20000.00	20000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
zand zeer los / ...	6.80	3000 00	3000 00
zand vast	0.60	10000.00	10000 00
zand sterk siltig ...	-1.10	4000 00	4000 00
veen, niet voorb...	-1.80	250.00	250 00
klei schoon matig	-6.00	800.00	800 00
zand zeer los / ...	-10.00	3000 00	3000 00
zand los	-12.50	3000 00	3000 00
zand vast	-15.00	10000.00	10000 00

7.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
verkeer 13.0 kPa	0 00	0 00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	3 00	0 00		
	3 01	13 00		
	5 50	13 00		
	5 60	0 00		

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.30	0.0	7.2	0 00	4.33	5 56
2	-2.90	0.0	8.5	0 00	3.43	3.43
3	-3.50	0.0	9.7	0 00	2.41	2.41
4	-4.10	3.6	13.9	0 62	2.35	2 35
5	-4.70	6.1	23.8	0.77	2.77	2 98
6	-5.25	6.1	41.3	0 62	2.45	4.17
7	-5.75	6.0	76.5	0 52	2.23	6 57
8	-6.29	4.5	584.5	0 29	1.86	38.17
9	-6.86	5.8	150.3	0 28	1.52	7.19

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
10	-7.43	7.1	203.1	0.27	1.33	7.68
11	-8.00	8.2	369.8	0.26	1.20	11.58
12	-8.57	9.0	551.1	0.24	1.10	14.74
13	-9.14	9.8	856.6	0.23	1.03	20.00
14	-9.71	11.0	1801.5	0.23	0.97	37.32
15	-10.31	18.5	2667.6	0.31	0.91	45.24
16	-10.94	21.1	1304.3	0.28	0.83	17.41
17	-11.56	25.6	1064.5	0.28	0.77	11.71
18	-12.19	33.9	1334.4	0.32	0.74	12.49
19	-12.75	43.1	1259.6	0.37	0.69	10.70

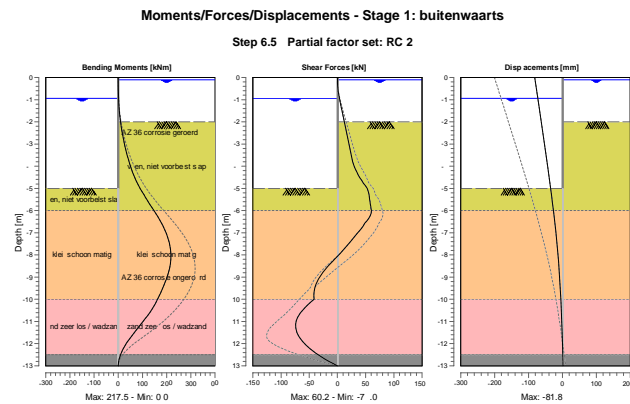
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
zand zeer los / wadzand	0.00
zand vast	0.00
zand sterk siltig kleig	0.00
veen, niet voorbelst slap	22.21
klei schoon matig	41.55
zand zeer los / wadzand	118.43
zand los	46.58
zand vast	0.00

7.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



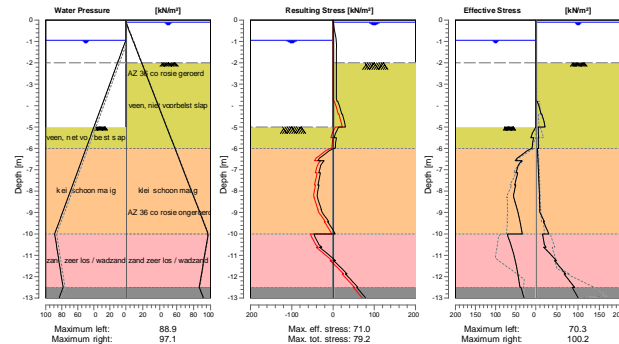
7.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.00	0.00	0.00	-81.8
1	-0.10	0.00	0.00	-80.8
2	-0.10	0.00	0.00	-80.8
2	-0.50	0.10	0.78	-77.0
3	-0.50	0.10	0.78	-77.0
3	-0.94	0.97	3.46	-72.7
4	-0.94	0.97	3.46	-72.7
4	-1.10	1.63	4.78	-71.2
5	-1.10	1.63	4.78	-71.2
5	-1.45	3.81	7.66	-67.9
6	-1.45	3.81	7.66	-67.9
6	-1.80	6.99	10.55	-64.5
7	-1.80	6.99	10.55	-64.5
7	-2.00	9.27	12.20	-62.6
8	-2.00	9.27	12.20	-62.6
8	-2.60	18.07	17.14	-56.9
9	-2.60	18.07	17.14	-56.9
9	-3.20	29.84	22.08	-51.2
10	-3.20	29.84	22.08	-51.2
10	-3.80	44.57	27.14	-45.7
11	-3.80	44.57	27.14	-45.7
11	-4.40	63.52	36.99	-40.2
12	-4.40	63.52	36.99	-40.2
12	-5.00	90.29	53.05	-34.9
13	-5.00	90.29	53.05	-34.9
13	-5.50	118.01	56.89	-30.7
14	-5.50	118.01	56.89	-30.7
14	-6.00	147.33	60.16	-26.6
15	-6.00	147.33	60.16	-26.6
15	-6.57	179.44	48.52	-22.3
16	-6.57	179.44	48.50	-22.3
16	-7.14	202.63	31.49	-18.3
17	-7.14	202.62	31.49	-18.3
17	-7.71	215.33	12.38	-14.7
18	-7.71	215.33	12.38	-14.7
18	-8.29	216.54	-8.57	-11.6
19	-8.29	216.54	-8.63	-11.6
19	-8.86	205.93	-27.58	-8.9
20	-8.86	205.93	-27.60	-8.9
20	-9.43	186.26	-39.36	-6.6
21	-9.43	186.26	-39.36	-6.6
21	-10.00	162.68	-41.43	-4.7
22	-10.00	162.68	-41.49	-4.7
22	-10.63	128.64	-65.57	-3.0
23	-10.63	128.63	-65.63	-3.0
23	-11.25	83.82	-73.75	-1.7
24	-11.25	83.82	-73.74	-1.7
24	-11.88	40.18	-62.49	-0.5
25	-11.88	40.18	-62.48	-0.5
25	-12.50	9.00	-34.19	0.6
26	-12.50	9.00	-34.19	0.6
26	-13.00	0.00	0.00	1.4
Max		216.54	-73.75	-81.8
Max, minor nodes incl.		217.51	-74.02	-81.8

7.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: buitenwaarts

Step 6.5 Partial factor set: RC 2



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0.00	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.10	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	-0.50	0.00	0.00	-		0.00	3.92	-	
3	-0.50	0.00	0.00	-		0.00	3.92	-	
3	-0.94	0.00	0.00	-		0.00	8.24	-	
4	-0.94	0.00	0.00	-		0.00	8.24	-	
4	-1.10	0.00	1.57	-		0.00	9.81	-	
5	-1.10	0.00	1.57	-		0.00	9.81	-	
5	-1.45	0.00	5.00	-		0.00	13.24	-	
6	-1.45	0.00	5.00	-		0.00	13.24	-	
6	-1.80	0.00	8.44	-		0.00	16.68	-	
7	-1.80	0.00	8.44	-		0.00	16.68	-	
7	-2.00	0.00	10.40	-		0.00	18.64	-	
8	-2.00	0.00	10.40	-		0.00	18.64	A	
8	-2.60	0.00	16.28	-		0.00	24.52	A	
9	-2.60	0.00	16.28	-		0.00	24.52	A	
9	-3.20	0.00	22.17	-		0.00	30.41	A	
10	-3.20	0.00	22.17	-		0.00	30.41	A	
10	-3.80	0.00	28.06	-		1.84	36.30	1	
11	-3.80	0.00	28.06	-		3.03	36.30	A	
11	-4.40	0.00	33.94	-		12.69	42.18	2	
12	-4.40	0.00	33.94	-		14.28	42.18	2	
12	-5.00	0.00	39.83	-		22.10	48.07	3	
13	-5.00	0.00	39.83	P		5.55	48.07	A	
13	-5.50	12.10	44.73	3	85	6.63	52.97	A	
14	-5.50	5.44	44.73	P		5.57	52.97	A	
14	-6.00	9.50	49.64	3	87	6.46	57.88	A	
15	-6.00	9.97	49.64	P		3.64	57.88	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-6.57	50.16	55.24	2	72	5.28	63.48	A	
16	-6.57	34.93	55.24	3	83	5.03	63.48	A	
16	-7.14	49.42	60.85	2	64	6.57	69.09	A	
17	-7.14	45.01	60.85	2	69	6.38	69.09	A	
17	-7.71	52.67	66.46	2	55	7.86	74.70	A	
18	-7.71	49.76	66.46	2	57	7.51	74.70	A	
18	-8.29	54.88	72.06	1	47	8.92	80.30	A	
19	-8.29	54.81	72.06	2	50	8.33	80.30	A	
19	-8.86	46.17	77.67	1	34	9.65	85.91	A	
20	-8.86	46.17	77.67	1	35	9.19	85.91	A	
20	-9.43	39.14	83.27	1	25	20.46	91.51	1	
21	-9.43	39.14	83.27	1	26	17.87	91.51	1	
21	-10.00	33.62	88.88	1	19	30.73	97.12	1	
22	-10.00	70.34	88.88	2	51	16.03	97.12	A	
22	-10.63	59.91	86.26	1	29	24.36	94.50	1	
23	-10.63	59.91	86.26	1	29	18.89	94.50	1	
23	-11.25	51.08	83.64	1	19	48.64	91.88	1	
24	-11.25	51.08	83.64	1	19	44.15	91.88	1	
24	-11.88	44.71	81.02	1	13	70.58	89.26	1	
25	-11.88	44.71	81.02	1	13	66.75	89.26	1	
25	-12.50	39.55	78.40	1		91.35	86.64	1	6
26	-12.50	36.88	78.40	1		86.15	86.64	1	7
26	-13.00	29.16	83.31	1		100.17	91.55	1	8

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

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	331.4	228.8
Water	652.1	755.0
Total	983.5	983.8

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

Left
1364.03 kN
331.36 kN
24.3 %

End of Report

Bijlage 5. Bemalingsplan

Memo

Aan [REDACTED]
Kopie aan [REDACTED]

Van [REDACTED]
Afdeling BAM Infraconsult - Geotechniek
Telefoon +31 [REDACTED]
E-mail [REDACTED]@bam.com

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 1 van 15

Onderwerp **bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer**

Inleiding

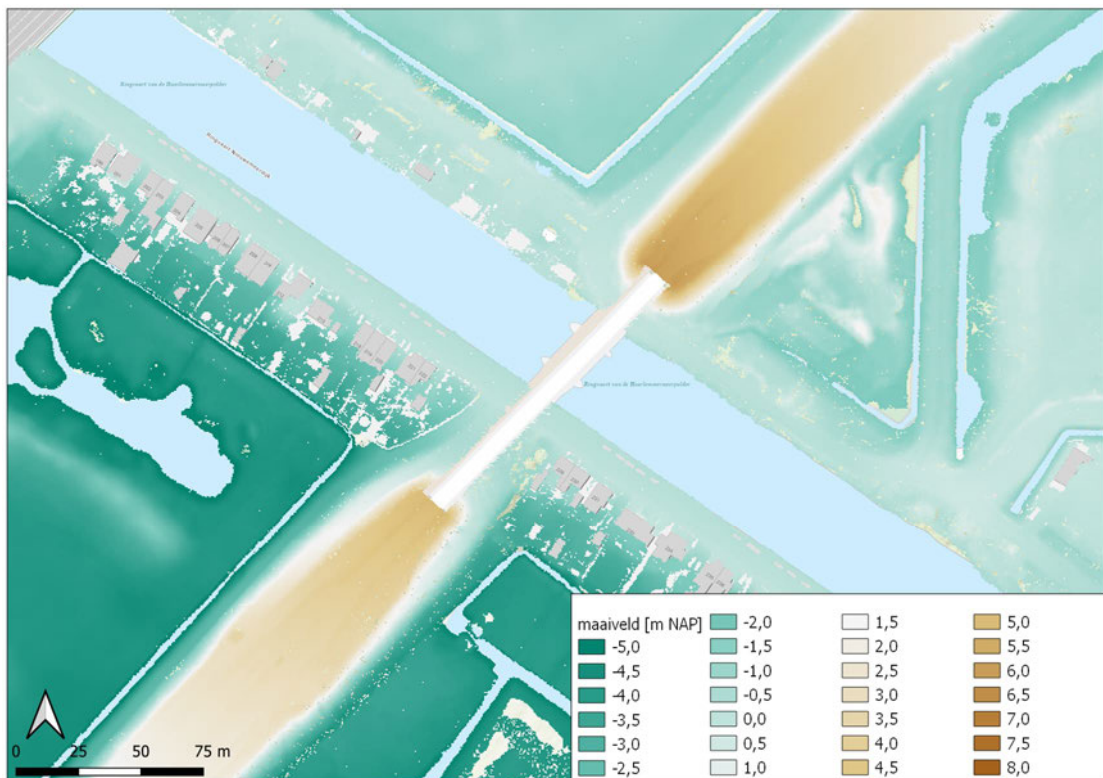
Voor de sloop en nieuwbouw van de Oude Haagsebrug over de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder wordt onder andere een nieuwe fundering in de kernzone van de noordelijke dijk gerealiseerd. Voor het maken van deze brugpijler wordt er ontgraven tot onder de grondwaterstand. Om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren is tijdelijke (bron)bemaling nodig. In deze memo wordt de benodigde bemaling en de effecten hiervan op de omgeving (in het bijzonder de dijkstabiliteit) beschreven. Deze memo maakt onderdeel uit van het rapport 'Vervangen Oude Haagseweg, dijkverleggingsplan Waterkering Ringvaart (Noordzijde)', BAM Infraconsult, SPLP3PROJ-ORP-100015375.

Bodemopbouw

In Figuur 1 is het maaiveldniveau ter plaatse en in de omgeving van de Oude Haagsebrug weergegeven. De hoogte van het wegdek van de brug is circa NAP +6,4 meter. De weghoogte van het fietspad onder de brug door, ter plaatse van het noordelijk landhoofd, bedraagt circa NAP +0 m. De maaiveldhoogte van het poldergebied ten noorden van de Ringvaart bedraagt circa NAP -0,5 a -1,0 m. Het poldergebied ten zuiden van de Ringvaart ligt met NAP -4 a -4,5 m een stuk lager.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 2 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer



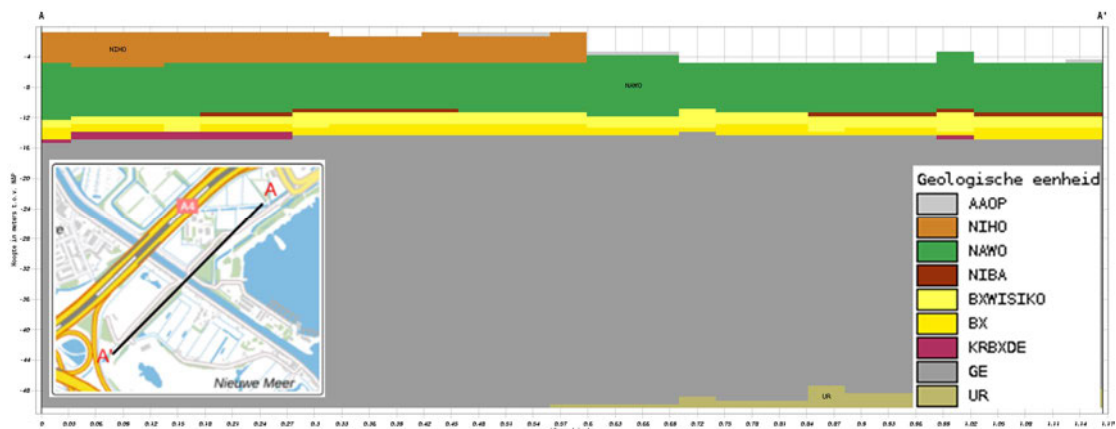
Figuur 1 Maaiveldhoogte volgens AHN3.

De geohydrologische schematisatie van de bodemopbouw is gebaseerd op de uitgevoerde boringen en sonderingen, het REGIS-model en het GeoTOP-model van TNO. Ten noorden van de Ringvaart, waar het maaiveld hoger is dan ten zuiden van de Ringvaart, is (nog) een laag Hollandveen aanwezig. Ten zuiden van de Ringvaart is deze veenlaag in het verleden ontgonnen. De veenlaag bevindt zich tot een diepte van NAP -4 à -5 m. Bovenop de veenlaag is, ter plaatse van de Ringvaartdijk/fietspad Oude Haagseweg, een zandige ophooglaag aanwezig met een dikte van 1 à 2 meter. Ter plaatse van de Oude Haagseweg is deze laag dikker (grondterp). In de polders zal de ophooglaag niet aanwezig zijn. Onder het Hollandveen is slappe klei van het Laagpakket van Wormer aanwezig tot een diepte van circa NAP -10 m. Onder de slecht doorlatende deklaag zijn de fijne zanden van de Formatie van Boxtel aanwezig tot een diepte van circa NAP -15 m. Tussen het Laagpakket van Wormer en het Boxtelzand is geen basisveen aangetroffen.

Onder het Boxtelzand zijn tot circa NAP -50 m goed doorlatende rivierzanden aanwezig, die zijn gestuwd door het landijs tijdens de Saale-ijstijd. In Figuur 2 is een geologisch profiel weergegeven, afkomstig uit het GeoTOP-model.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 3 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

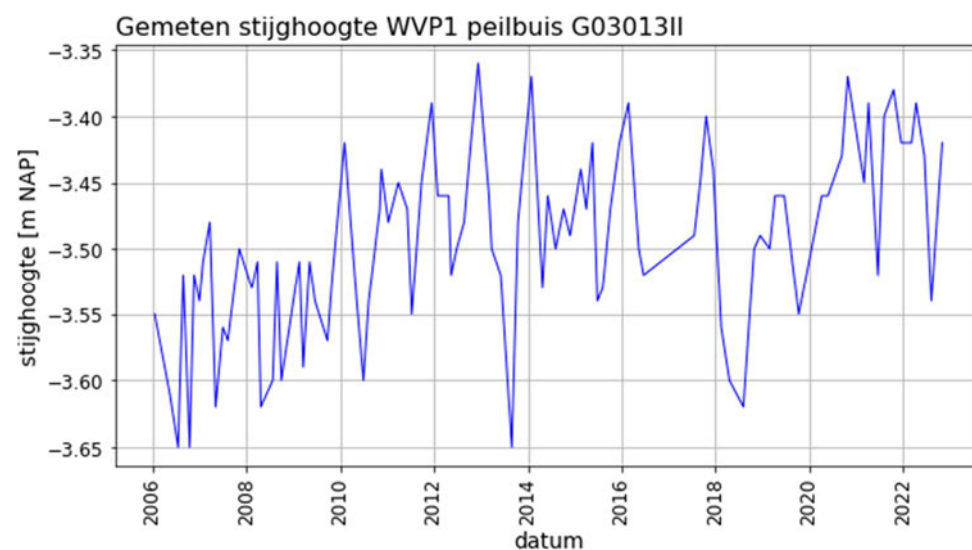


Figuur 2 Doorsnede GeoTOP-model van TNO.

Geohydrologie

Ter plaatse en in de directe omgeving van het projectgebied zijn geen meetreeksen beschikbaar van freatische grondwaterstanden of stijghoogten van het eerste watervoerend pakket.

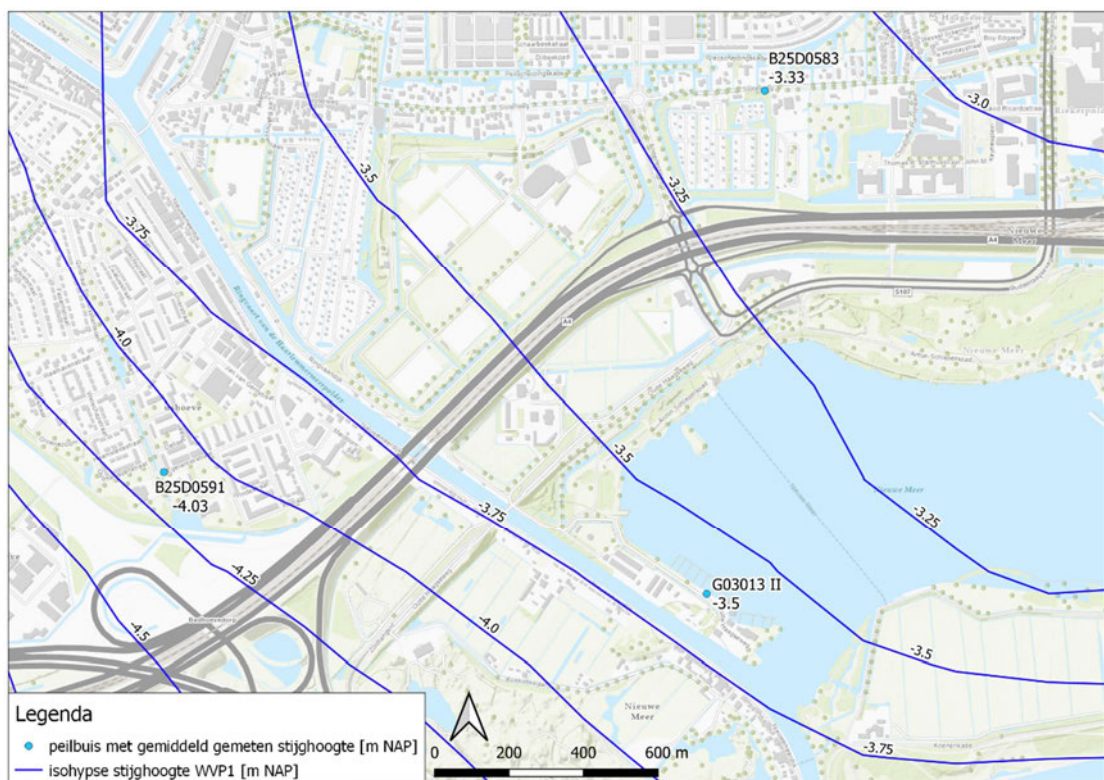
Op circa 575 meter ten oosten van het noordelijk landhoofd is een peilbuis van Waternet aanwezig, waarmee de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket wordt gemeten. De beschikbare meetreeks is weergegeven in Figuur 3. De gemeten stijghoogte varieert van NAP -3,65 m tot NAP -3,35 m; de gemiddelde stijghoogte bedraagt NAP -3,50 m.



Figuur 3 Meetreeks peilbuis grondwatermeetnet Waternet.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 4 van 15
Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

In Figuur 4 is het regionale stijghoogtepatroon van het eerste watervoerend pakket weergegeven (bron: <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>). Er is sprake van een zuidwestelijke stromingsrichting, onder invloed van de diepe polders van de Haarlemmermeerpolder. Naast de peilbuis van Waternet zijn ook twee peilbuizen uit het Dinoloket in deze figuur weergegeven. De gemiddeld gemeten stijghoogten passen redelijk goed in het regionale isohypsenpatroon.



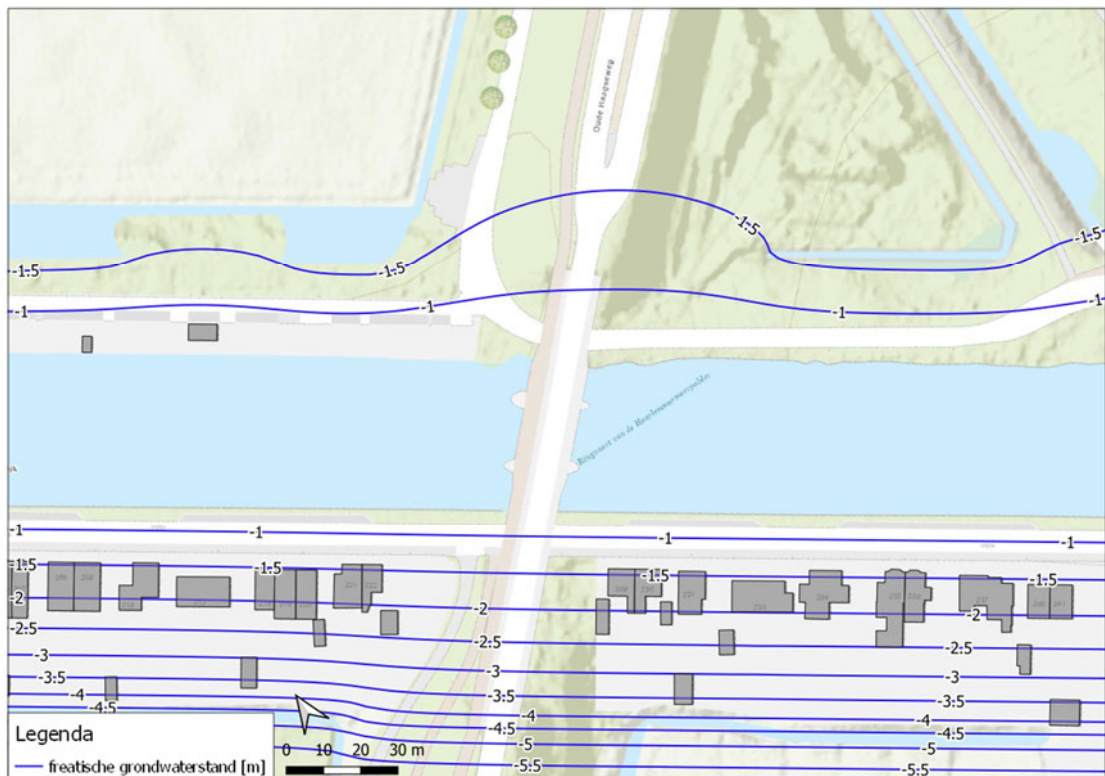
Figuur 4 Regionaal isohypsenpatroon stijghoogte eerste watervoerend pakket [m NAP].

De freatische grondwaterstand ter plaatse van de bemalingslocatie wordt beïnvloed door het waterpeil van de Ringvaart, het polderpeil, de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en infiltrerend neerslagoverschot. De Ringvaart heeft een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -0,61 en -0,64 m. De Maatgevend Hoog Water Stand (MHWS) bedraagt NAP -0,52 m. De Ringvaart staat in directe verbinding met de Nieuwe Meer. Het polderpeil bedraagt NAP -1,9 m. Dit peil wordt gehandhaafd in de aanwezige poldersloten en watergangen. Op basis van het verschil in het oppervlaktewater/polderpeil en de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is er sprake van een infiltratiesituatie.

Met een 3D-grondwatermodel is het ruimtelijk verloop van de freatische grondwaterstand berekend, uitgaande van MHWS en een neerslagoverschot van 200 mm/jaar. De berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 5.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 5 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer



Figuur 5 Berekende freatische grondwaterstanden.

Uit de modellering volgt een verloop van de freatische grondwaterstand van circa NAP -1 tot -1,5 m. Naar verwachting bevindt de freatisch grondwaterstand zich in de zandige ophooglaag.

Ontwerp bouwput

Voor het maken van de poer van de nieuwe brugpijler moet er worden ontgraven tot NAP -2 m. In Figuur 6 staat de langsdoorsnede met de poer. Aan de zijde van de Ringvaart wordt een damwand/kwelscherm aangebracht tot een diepte van NAP -13 m (damwand) en NAP -8 m (kwelscherm), zie Figuur 7.

Voor een droge bouwput dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot minimaal NAP -2,5 m. De bemalingsduur wordt geschat op maximaal 1 maand.



Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 7 van 15
Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

Verticaal evenwicht

Met behulp van een opbarstberekening is het verticaal evenwicht van de bouwput gecontroleerd. Er is uit gegaan van de maximaal gemeten stijghoogte (NAP -3,35 m) en de meest ongunstige bodemopbouw (sondering S052). Uit de berekening blijkt dat bij een ontgraving tot NAP -2 m de veiligheidsfactor voor opbarsten 1,69 bedraagt. Er is derhalve geen risico op opbarsten; het toepassen van spanningsbemaling is niet nodig. De opbarstberekening is opgenomen in bijlage 1 van deze memo.

Bemalingsberekeningen

Voor de berekening van het bemalingsdebiet en de optredende grondwaterstandsverlagingen buiten de bouwput is een 3D-grondwatermodel opgesteld in de modelcode MODFLOW2005. De hiervoor gebruikte software is GroundwaterVistas in combinatie met QGIS en Flopy voor de pre- en postprocessing van de modeldata.

Het modelgebied beslaat een oppervlak van 1000 bij 1000 meter; de resolutie van het rekengrid varieert van 5 bij 5 meter tot 1 bij 1 meter ter plaatse van de bouwput. De bodemopbouw is geschematiseerd in 10 modellagen. De hoogte van het maaiveld is variabel in het model gezet op basis van het AHN.

Als bovenrandvoorwaarde is een uniform neerslagoverschot van 200 mm/jaar gehanteerd over het gehele modelgebied.

De gehanteerde modelparameters voor de doorlatendheid en de elastische berging zijn gebaseerd op het REGIS-model in combinatie met algemene literatuurwaarden. In Tabel 1 zijn de hanteerde parameterwaarden weergegeven.

Tabel 1 Modelparameters.

Model-laag	Top [m NAP]	Bottom [m NAP]	Samenstelling	Geologische formatie	k_h/k_v [m/dag]	S [-]
1	-5,7 à +6*	-3 à -5,8	Veraard veen	Hollandveen	0,5 / 0,1	0,1
2	-3 à -5,8	-4 à -6	Veen		0,05 / 0,0025	0,0001
3	-4 à -6	-8	Klei	Laagpakket van Wormer	0,05 / 0,0025	0,0001
4	-8	-10				0,0001
5	-10	-13	Fijn zand	Boxtel	4 / 1,5	0,0001
6	-13	-15				
7	-15	-50	Matig grof zand	Gestuwd	25 / 25	0,0001
8	-50	-54	Grof zand	Urk	22,5 / 7,5	0,0001
9	-54	-76	Zeer grof zand	Sterksel	32 / 11	0,0001
10	-76	-158	Zeer grof, grindig zand	Peize/Waalre	57 / 19	0,0001

k_h = horizontale doorlatendheid

k_v = verticale doorlatendheid

S = bergingscoëfficiënt

Datum	20 april 2023
Referentie	BIC-230414-M-00026-AVA
Blad	8 van 15
Onderwerp	bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

* maaiveldhoogte varieert van NAP -5,7 m in de polders ten zuiden van de Ringvaart tot NAP +6 m ter van de terp van de Oude Haagseweg.

Modellaag 1 is gemodelleerd als 'unconfined', wat betekent dat het doorlatend vermogen (kD-waarde) afneemt met de verlaging van de stijghoogte. Alle andere lagen zijn gemodelleerd als 'confined' (volledig verzadigd).

De Ringvaart en de Nieuwe Meer zijn gemodelleerd in laag 1 en 2 met respectievelijk 'constant head' en 'river' randvoorwaarden. Voor de hydraulische weerstand van de waterbodem is een waarde van 100 dagen gehanteerd. Deze weerstandswaarde is ook gehanteerd voor de damwand/kwelschermen.

Het benodigde bemalingsdebiet voor de bouwput is berekend met het opleggen van een vaste stijghoogte in de modelcellen van de bouwput. Voor de stijghoogte is een waarde van NAP -2,5 m opgelegd. Vervolgens is door het uitlezen van de fluxen van deze modelcellen het bemalingsdebiet bepaald.

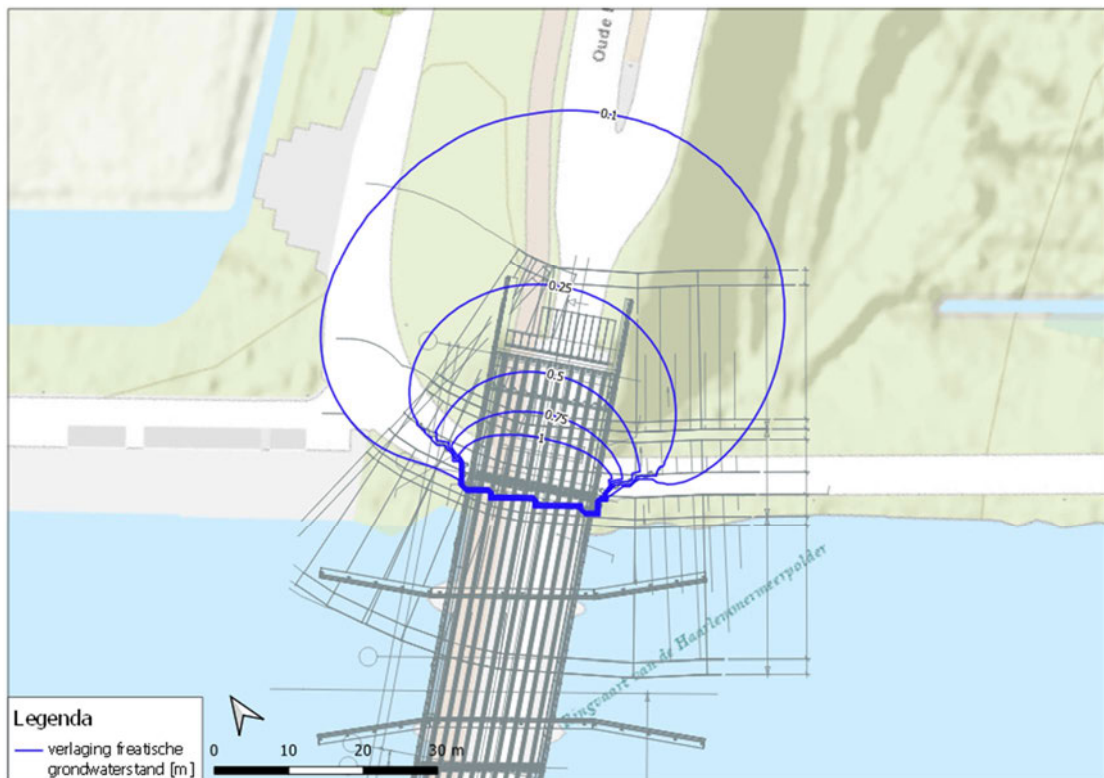
Het berekende bemalingsdebiet bedraagt 6 à 7 m³/uur; bij aanvang (eerste dag) van de bemaling zal het debiet hoger zijn (10 à 15 m³/uur). Het cumulatieve bemalingsvolume, uitgaande van een bemalingsduur van 30 dagen bedraagt circa 5.200 m³.

Met het grondwatermodel zijn de optredende grondwaterstandsverlagingen berekend als gevolg van de bemaling.

De berekende freatische grondwaterstandsverlagingen in de omgeving zijn weergegeven in Figuur 8.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 9 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer



Figuur 8 Berekende verlagingen freatische grondwaterstand bij bemaling bouwput.

Bemalingssysteem en lozing

Gelet op de bodemopbouw en het berekende bemalingsdebiet kan de bemaling worden uitgevoerd met een horizontale drainbemaling, eventueel aangevuld met een open bemaling met klok pomp. Een filterbemaling zal, vanwege de lage doorlatendheid van de bodem, weinig effectief zijn.

Het vrijkomende bemalingswater kan, na passage door een zandvang/bezinkbak, worden geloosd op de Ringvaart.

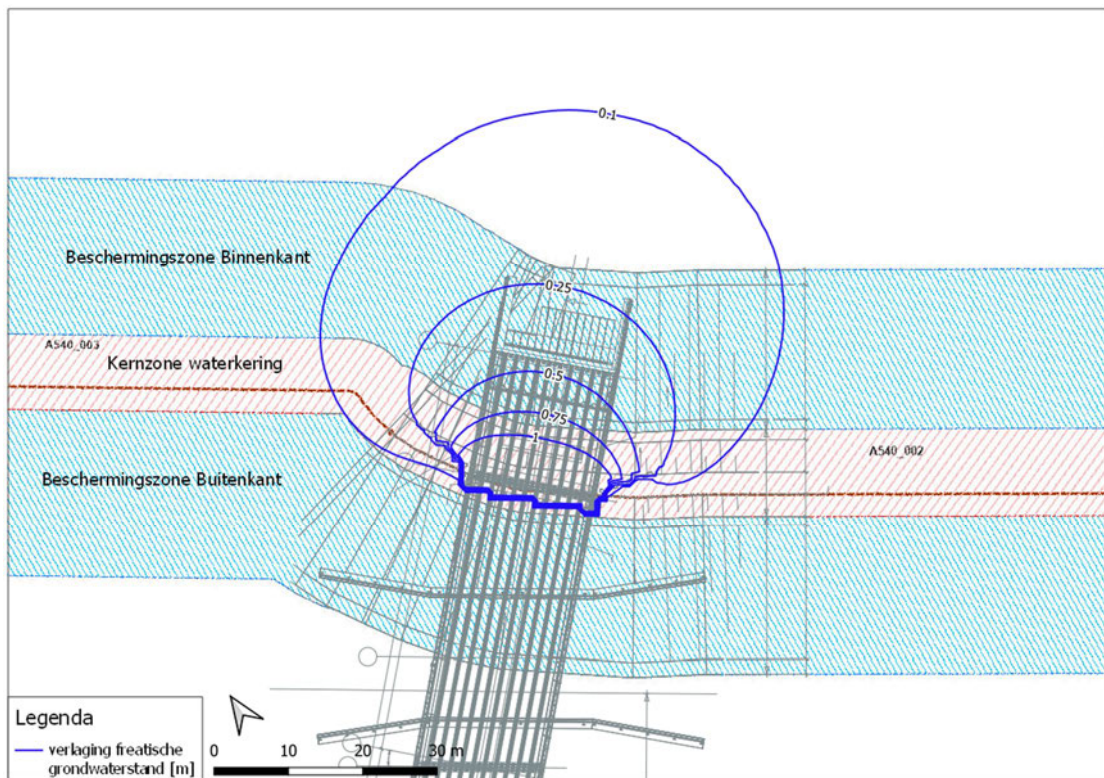
Effecten op de omgeving

Uit de bemalingsberekeningen volgt dat de verlaging van de freatische grondwaterstand buiten de bouwput beperkt zijn tot maximaal 0,75 m. Binnen de invloedssfeer van de bemaling zijn geen grondwatergevoelige objecten en/of terreinen aanwezig. Ontoelaatbare effecten op gebouwen, infrastructuur, natuur en openbaar groen en bodemverontreinigingen treden derhalve niet op.

In Figuur 9 zijn de berekende verlagingcontouren geprojecteerd op de dijkzones van de waterkering van de Ringvaart.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 10 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer



Figuur 9 Berekende grondwaterstandsverlagingen en dijkzones waterkering.

De berekende verlagingen treden op in de kernzone en beschermingszone binnenkant van de waterkering.

Een mogelijk effect van de bemaling op de dijk kan zijn dat door zetting de dijkhoogte afneemt. Op basis van de berekende grondwaterstandsverlagingen buiten de bouwput zal dit effect zeer beperkt zijn (enkele millimeters).

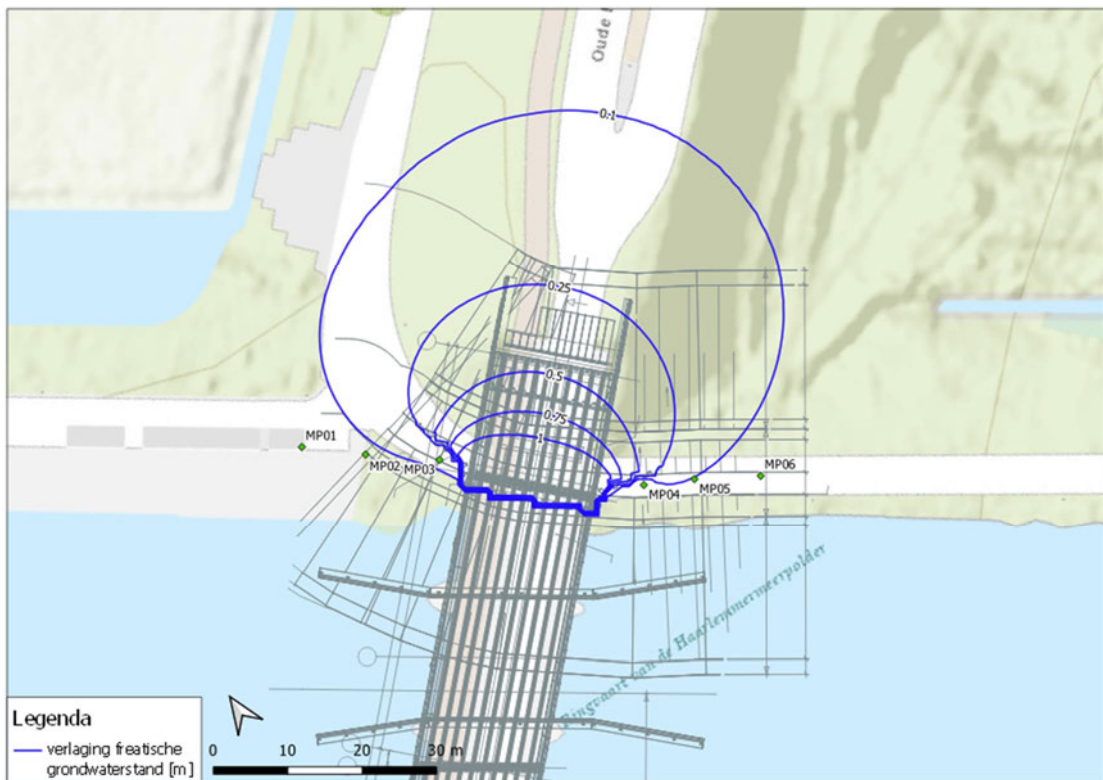
Monitoring

Maaiveldhoogte

Om eventuele zakking van de dijkhoogte te monitoren wordt geadviseerd om op een zestal punten de maaiveldhoogte te monitoren met een meetfrequentie van 5 dagen, zie Figuur 10.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 11 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer



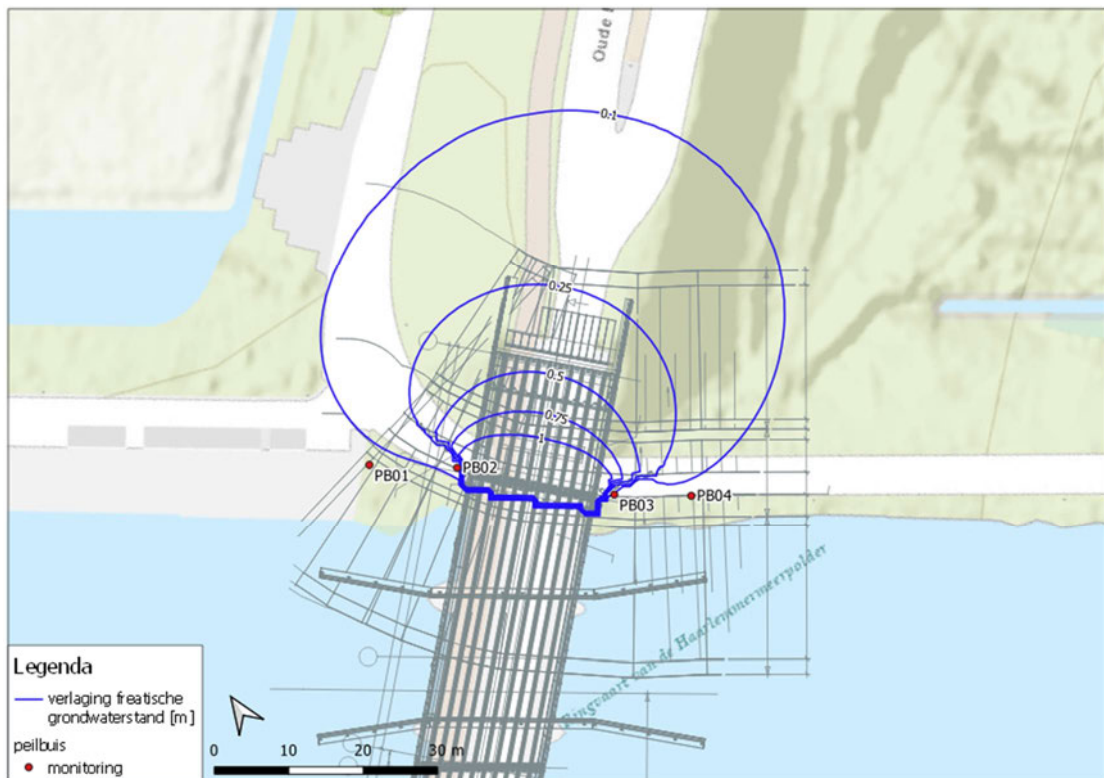
Figuur 10 Monitoringspunt maaiveldzakking.

Voorafgaand aan de bemaling dient twee keer een nulmeting te worden uitgevoerd en na afronding van de bemaling, tweemaal een eindmeting.

Grondwaterstanden

Geadviseerd wordt om de freatische grondwaterstand in het dijklichaam te monitoren. Hiertoe dienen vier peilbuizen te worden gemaakt tot een diepte van circa 3 m -mv, zie Figuur 11 voor de beoogde positie van de peilbuizen.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 12 van 15
Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer



Figuur 11 Situering monitoringspeilbuizen.

De peilbuizen dienen minimaal twee weken voor start van de bemaling operationeel te zijn. Geadviseerd wordt om dataloggers in de peilbuizen te installeren met een meetfrequentie van 15 minuten en de meetgegevens real time via een online portal te ontsluiten.

Debieten

Om het werkelijke debiet en bemalingsvolume te kunnen toetsen aan het berekende debiet en bemalingsvolume, dient bij het lozingspunt een debietmeter te worden geïnstalleerd. Bij analoge debietmeters dient de stand van de debietmeter minimaal één keer per dag te worden afgelezen en geregistreerd in een logboek.

Ter controle van eventuele visuele verontreinigingen ter plaatse van de lozingspunten wordt geadviseerd om minimaal wekelijks een visuele beoordeling uit te voeren inclusief fotografische vastlegging van het lozingspunt.

Geadviseerd wordt om de resultaten van de monitoring terug te koppelen aan de geohydroloog ten behoeve van verificatie van de modelberekeningen en monitoring van de omgevingsbeïnvloeding.

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 13 van 15
Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

Vergunningen en meldingen

Voor het tijdelijke onttrekken van grondwater (bronbemalingen) is de volgende regelgeving van toepassing:

- Voor bemalingen **in** de kernzone en beschermingszone van waterkerende dijklichamen, half-verholen waterkeringen en waterkerende constructies met een duur van minder dan 4 weken per jaar en een debiet van minder dan 3 m³/uur is **geen vergunning of melding** nodig.
- Voor bemalingen **buiten** de kernzone en beschermingszone van waterkerende dijklichamen, half-verholen waterkeringen en waterkerende constructies met een debiet van minder dan 10 m³/uur en 4.000 m³/4 weken is **geen vergunning of melding** nodig.
- Voor bemalingen met een duur van meer dan 6 maanden en een debiet van meer dan 50 m³/uur en 15.000 m³/maand is een vergunning nodig. Voor bemalingen op 'hogere gronden' buiten Natura-2000 gebieden en een zone van 100 m daaromheen, geldt een debiet van 150 m³/uur en 65.000 m³/maand.
- Bemalingen met een debiet van meer dan 10 miljoen m³/jaar zijn m.e.r.-plichtig

Voor lozing op het oppervlaktewater, niet zijnde rijkswater, met een debiet kleiner dan 100 m³/uur geldt een meldingsplicht. Bij een hoger lozingsdebiet is een vergunning vereist.

Lozing op het riool dient te worden afgestemd met de rioolbeheerder, in dit geval de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied.

Aangezien de bemaling wordt uitgevoerd in de kernzone van een waterkerend dijklichaam met een debiet van 6 à 7 m³/uur is de voorgenomen bemaling **vergunningsplichtig**. De beoordelingstermijn door bevoegd gezag bedraagt maximaal 14 weken. De volledige proceduretermijn voor de vergunning (inclusief ter inzage legging) bedraagt maximaal 28 weken.


BAM Infraconsult bv
Gouda

Datum	20 april 2023
Referentie	BIC-230414-M-00026-AVA
Blad	14 van 15
Onderwerp	bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

BIJLAGE 1 – OPBARSTBEREKENING

Datum 20 april 2023
Referentie BIC-230414-M-00026-AVA
Blad 15 van 15

Onderwerp bemaling aanleg nieuwe pijler Oude Haagsebrug, Haarlemmermeer

		Controle veiligheid tegen opbarsten						
		Project: Oude Haagsebrug						
		Opsteller: AVA						
		Datum: 17-04-2023						
		Opmerking: Ontgraving aanleg brugpijler noordoever, obv S052						
TOETSING UPL WATERBODEM CONFORM NEN 9997-1:2017, ART. 10.2								
1. Algemene Gegevens								
Ontgravingsniveau	-2,00	m peil						
Waterpeil	-2,50	m peil						
Bodembreedte	4,00	m	Bepaling stijghoogte WVP:					
Taluds aanwezig	nee				H_{kar}	-3,35	m peil	
Stijghoogte WVP volg.	NEN							
Aantal grondlagen	5							
Onderkant opbarstlaag	-8,60	m peil						
2. Berekening gronddruk (totale gewicht overliggende grond)								
Laagcode	Diepte		Gewicht			Talud (boven ontgraving)	onder ontgraving	Totaal
	van [m peil]	tot [m peil]	γ [kN/m³]	$d_{1,d}$ [m]	$d_{2,d}$ [m]	$f^* \gamma d_{1,d}$ [kN/m²]	$\gamma d_{2,d}$ [kN/m²]	$f^* \gamma d_{1,d} + \gamma d_{2,d}$ [kN/m²]
veen - ontgraven	0,20	-2,00	10,5	2,20	0,00	0,00	0,00	0,0
veen - droog	-2,00	-2,50	10,5	0,00	0,50	0,00	5,25	5,3
veen - nat	-2,50	-4,50	10,5	0,00	2,00	0,00	21,00	21,0
zand	-4,50	-4,80	19,0	0,00	0,30	0,00	5,70	5,7
klei slap	-4,80	-8,60	17,0	0,00	3,80	0,00	64,60	64,6
Grondbelasting uit grond onder bodem en talud [kN/m²]						0,0	96,6	
Karakteristieke waarde totale gronddruk ($G_{G;k}$) [kN/m²]								96,6
Karakteristieke waarde totale neerwaartse waterdruk in sleuf ($G_{W;k}$) [kN/m²]								0,0
Karakteristieke waarde totale gronddruk incl. water in de sleuf ($G_{G+W;k}$) [kN/m²]								96,6
Rekenwaarde totale gronddruk incl. water in sleuf ($G_{G+W;d} = G_{G+W;k} \times \gamma_F = G_{G+W;k} \times 0,9$) [kN/m²]								86,9
Rekenwaarde van weerstandbiedende kracht (R_d) [kN/m²]								0,0
3. Berekening grondwaterdruk								
Volumiek gewicht water [kN/m³]						9,81		
Rekenwaarde grondwaterdruk conform NEN [kN/m²]						51,5		
4. Berekening veiligheidsfactoren tegen opbarsten								
$UC_d = \text{toetsing } [(G_d + R_d) / V_d] =$		1,69	voldoet, verlagen stijghoogte met			0,00	m	
$UC_k = \text{toetsing } [(G_k + R_k) / V_k] =$		1,87	voldoet, verlagen stijghoogte met			0,00	m	

Bijlage 6. Relevant deel aanvullend grondonderzoek

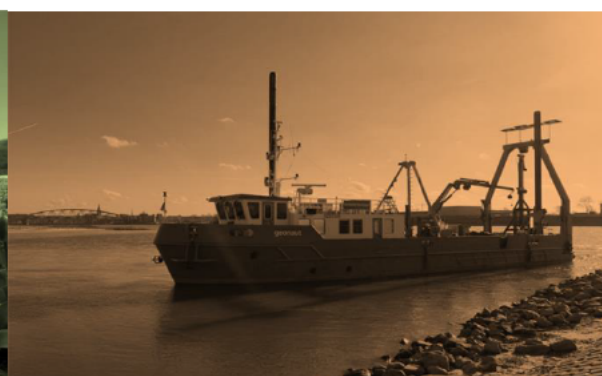
Geotechnisch bodemonderzoek ten behoeve van project “Oude Haagsebrug te Amsterdam”

/COP.02532.01.40

Auteur:

Opdrachtgever

BAM Infraconsult bv

 Postbus 63
 2800 AG GOUDA


01	Definitief	11 mei 2022						
Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf

INHOUDSOPGAVE

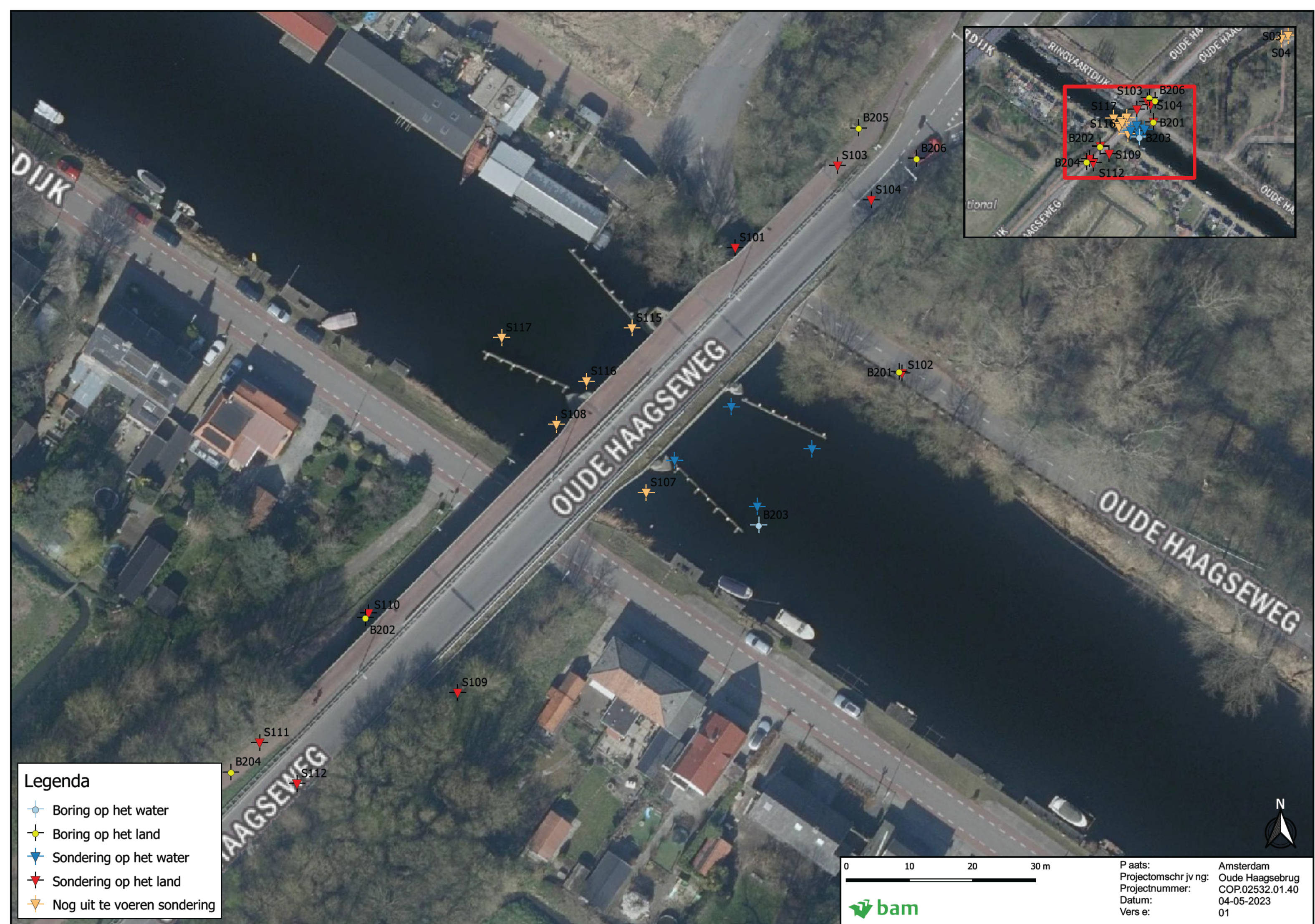
- √ Tabel uitgevoerd werk met bijzonderheden/afwijkingen
- √ Locatietekeningen
- √ Sondeergrafieken (conform NEN-EN-ISO 22476-1)
- √ Boorbeschrijvingen, incl. legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)
- √ Laboratoriumonderzoek (volgt)

Tabel uitgevoerd werk

Overzicht sonderingen en boringen t.b.v. project "Oude Haagsebrug te Amsterdam" (COP.02532.01.40)



Locatietekeningen





S02

S01

S03

S04

Legenda

- ✚ Sondering op het land
- ✚ Nog uit te voeren sondering

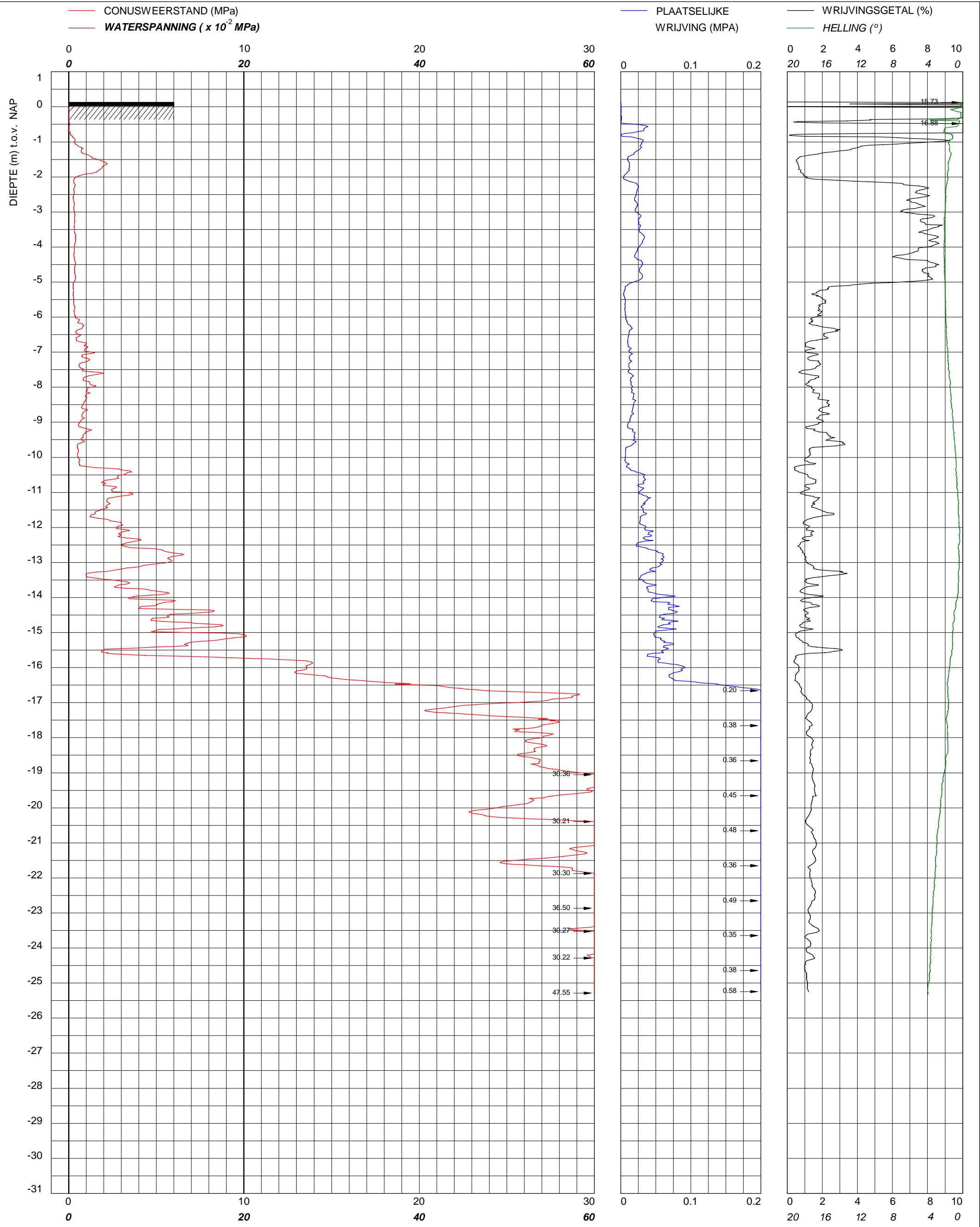
0 10 20 30 m




Plaats: Amsterdam
Projectomschrijving: Oude Haagsebrug
Projectnummer: COP.02532.01.40
Datum: 04-05-2023
Versie: 01



Sondeergrafieken



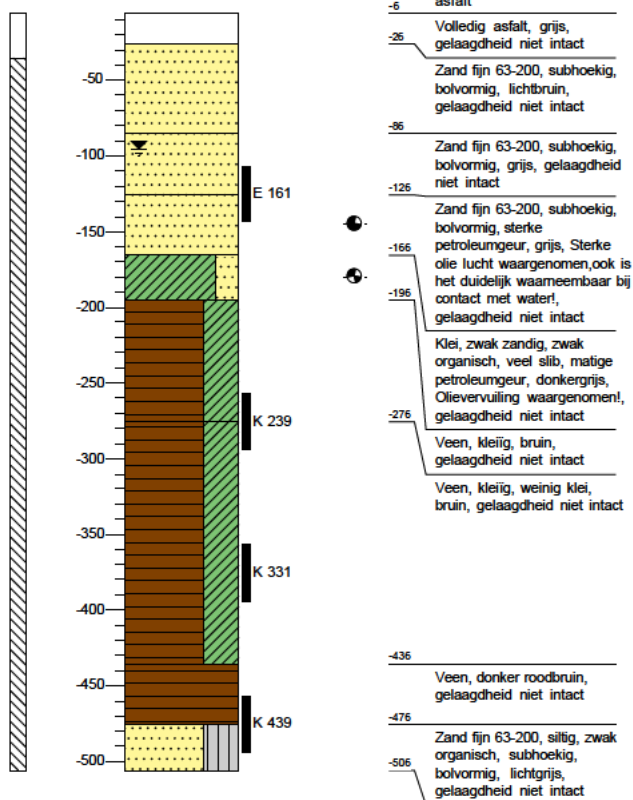
<div><div><div><div></div><div>bam</div></div><div>infra</div></div><div><div>BAM Infraconsult bv</div><div>© copyright</div><div><div>Toetsenbordweg 11</div><div>1033 MZ AMSTERDAM</div><div>Telefoon (020) 410 85 43</div><div>Email info.infra@bam.com</div></div></div></div> <div><div>Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2</div><div>Conus: 191023, Ac: 1.500 mm2</div></div> <div><div>BAM Infraconsult bv</div><div>Oude Haagsebrug te A'dam</div></div>	MV	0.14	m NAP	X	115428	Opdrachtnummer :
	Km			Y	482813	02532.01.40
	Uitvoeringsdatum			1-5-2023		Locatiecode :
	Printdatum			4-5-2023		S101



Boorbeschrijvingen

Boring: B201

Datum: 1-5-2023
X: 115454,09
Y: 482793,17



BAM Infraconsult bv
Toetsenbordweg 11
1033 MZ Amsterdam
Telefoon (020) 410 85 43
Email info.infra@bam.com

Projectnaam: Oude Haagsebrug te A'dam

Opdrachtgever: BAM Infraconsult bv

Projectcode: 02532 01.40

Boomeester: [REDACTED]

Projectleider: [REDACTED]

Pagina: 1/1 Conform NEN-EN-ISO 14688-1

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

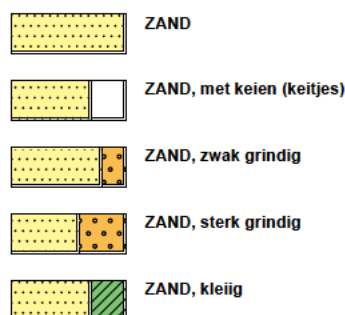
KEIEN (KEITJES)



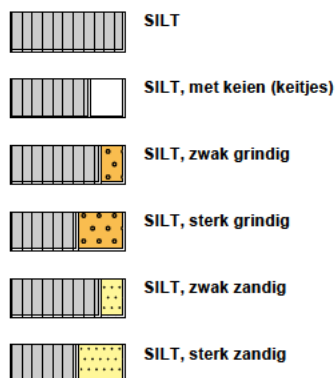
GRIND



ZAND



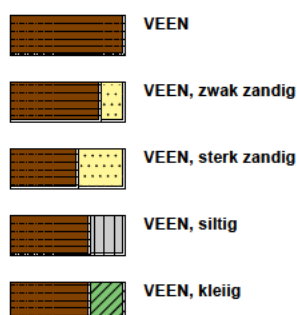
SILT



KLEI



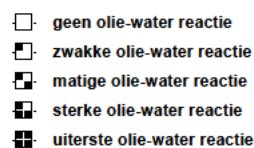
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



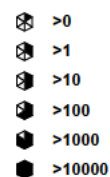
geur



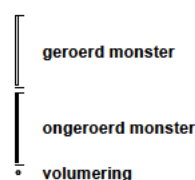
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



Betreft : Laboratoriumonderzoek t.b.v. project
Oude Haagsebrug
te
AMSTERDAM

Opdrachtgever : BAM Infraconsult BV
T.a.v. [REDACTED]
Toetsenbordweg 11
1033 MZ AMSTERDAM
NL

Behandeld door : [REDACTED] (088-[REDACTED])

Kenmerk : R2301091-02

Datum : 15 mei 2023

1. ALGEMENE INFORMATIE

Dit rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde laboratoriumonderzoek ten behoeve van project "Oude Haagsebrug" te AMSTERDAM (COP.02532.01.40).

2. INFORMATIE UITVOERING

Op de door de opdrachtgever aangeleverde monsters van het project "Oude Haagsebrug" te AMSTERDAM zijn onderstaande proeven conform de norm uitgevoerd.

8 Volumieke massa nat/droog incl. watergehalte (NEN-EN-ISO 17892-1/2)

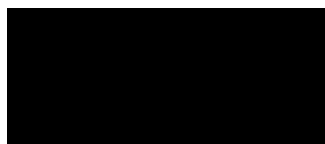
2 Atterbergse grenzen m.b.v. valconus (NEN-EN-ISO 17892-12)

2 Gloeiverlies bepalingen (RAW 2015 Proef 28)

2 Soortelijke massa vaste delen m.b.v. gas pyknometer (NEN-EN-ISO 17892-3)

7 Korrelverdelingen incl. fracties <63 μ (NEN-EN-ISO 17892-4)

Na het uitvoeren van de proeven zijn de door de opdrachtgever opgegeven monsters geïdentificeerd conform NEN-EN-ISO 14688-1

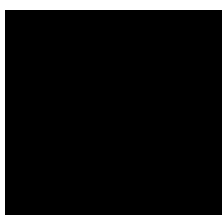


(088-)

Rotterdam, 15 mei 2023

Mos Grondmechanica B.V.

Gecontroleerd door:



Inhoud

Bijlage A	Volumieke massa / soortelijke massa
Bijlage B	Atterbergse grenzen
Bijlage C	Gloeiverlies
Bijlage D	Korrelverdelingen
Bijlage E	Monster identificatie

Bijlage A

Volumieke massa / soortelijke massa

Opdracht : 2301091

Plaats : nvt

Project : Laboratoriumwerkzaamheden project Oude Haagsebrug

Volumieke massa, watergehalte

NEN-EN-ISO 17892-1/2:2014

Boring	Monster of bus- nummer	Diepte t.o.v. NAP		Vol.massa initieel ρ [Mg/m ³]	Vol.massa droog ρ_d [Mg/m ³]	Water- gehalte W [%]	Soortelijke massa [Mg/m ³]	Poriën- gehalte n [%]	Poriën- getal e_0 [-]	Verzadigings- graad S_r [%]	Type proef
		van [m]	tot [m]								
B201	K 239	-2.86	-2.91	1.09	0.32	246.55	1.76				VGM
B201	K 331	-3.66	-3.71	1.10	0.27	300.31					VGM
B201	K 439	-4.61	-4.66	1.01	0.14	627.44					VGM
B201	K 439	-4.75	-4.80	1.37	0.67	104.46					VGM
B202	E 695	-4.55	-4.60	1.04	0.21	392.27	1.52				VGM
B202	E 695	-4.71	-4.76	1.61	1.05	54.12					VGM
B203	B580	-5.59	-5.64	1.80	1.30	39.17					VGM
B203	10137	-7.42	-7.47	1.64	1.04	57.51					VGM

Bijlage B

Atterbergse grenzen

Opdracht : 2301091

Plaats : nvt

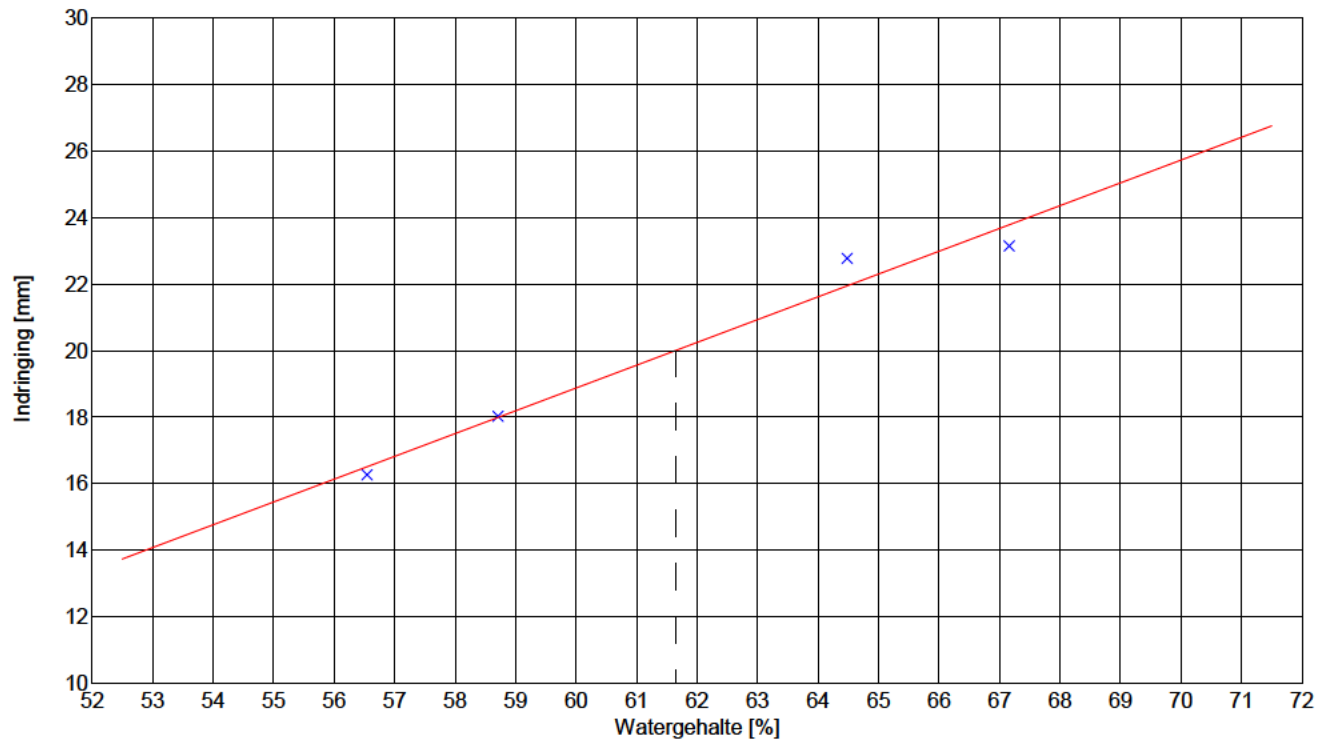
Project : Laboratoriumwerkzaamheden project Oude Haagsebrug

ATTERBERGSE GRENZEN

NEN-EN-ISO 17892-12:2018

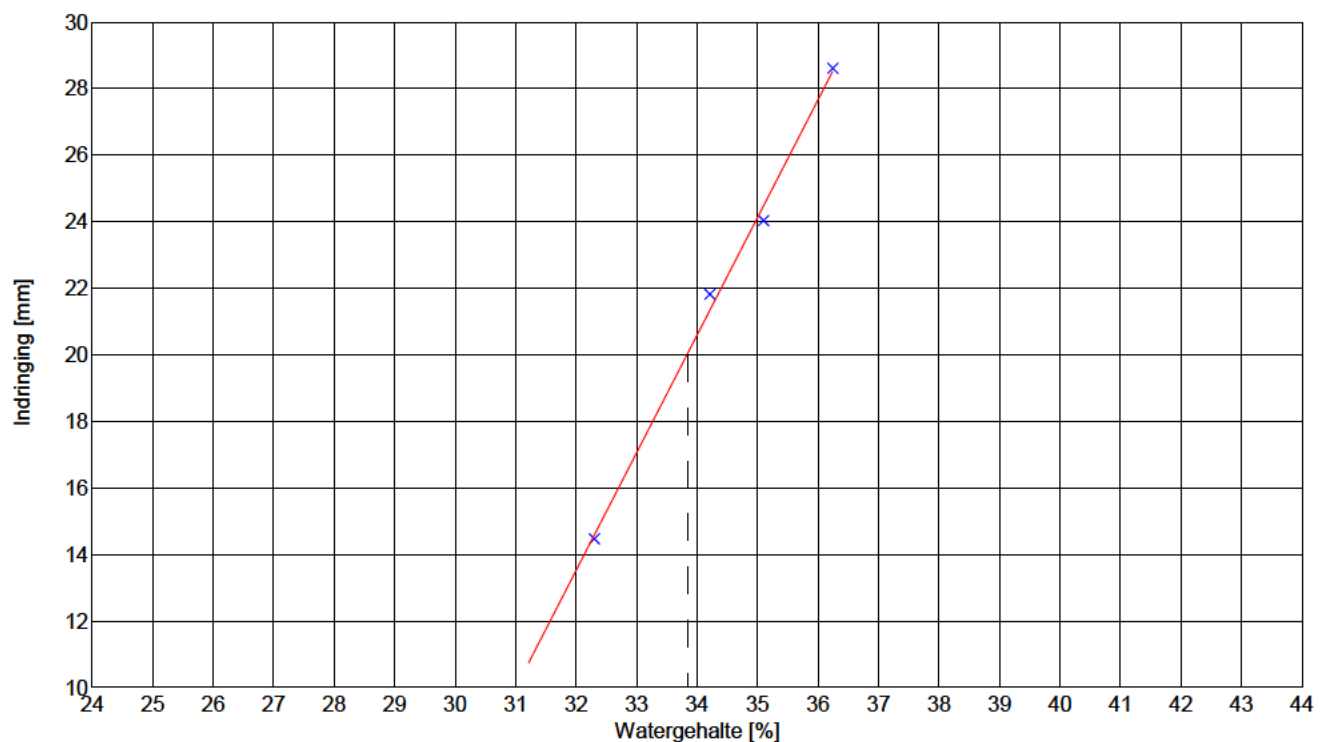
Boring : B203
Bus : 10137
Diepte van / tot : -7.25 / -7.62 m t.o.v. Bodem
Datum : 01-05-2023
Opmerkingen :

Methode : Valconus
Natuurlijk vochtgehalte : 67.4 %
Vloeigrens : 61.6 %
Uitrolgrens : 27.8 %
Plasticiteits-index : 33.9 %



Boring : B203
Bus : B580
Diepte van / tot : -5.25 / -5.64 m t.o.v. Bodem
Datum : 01-05-2023
Opmerkingen : Monster is sterk zandig

Methode : Valconus
Natuurlijk vochtgehalte : 37.5 %
Vloeigrens : 33.8 %
Uitrolgrens : 25.9 %
Plasticiteits-index : 7.9 %



Bijlage C

Gloeiverlies

Opdracht : 2301091

Plaats : nvt

Project : Laboratoriumwerkzaamheden project Oude Haagsebrug

GLOEIVERLIES

RAW 2015 Proef 28

Boring	Monster of bus- nummer	Diepte t.o.v. NAP		Gloeiverlies % (m/m) *
		van [m]	tot [m]	
B201	K 239	-2.86	-2.91	52.8
B201	K 331	-3.67	-3.72	83.1

* op basis van droge grond

Bijlage E

Monster identificatie