

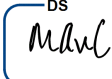



VO - Rapportage Geotechniek Ecopassage

Project:
De Nieuwe N200

Opdrachtgever:
Waterschap Amstel Gooi en Vecht
Gemeente Amsterdam
Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Penvoerder Opdrachtgever:
Waternet



Documentnummer: N200-003700
Revisie: 1.0
Status: Definitief
Datum: 12 oktober 2018

<p>Opgesteld door: <i>Adriëtte van Cappellen</i> Opsteller</p> <p>Paraaf ^{DS} </p>	<p>Gecontroleerd door: <i>Otto de Rooij</i> Ontwerpleider Cluster</p> <p>Paraaf ^{DS} </p>	<p>Gecontroleerd door: <i>Niels Entius</i> Clusterleider realisatie</p> <p>Paraaf ^{DS}  b.a.</p>	<p>Vrijgegeven door: <i>Rens Timmerman</i> Ontwerpmanager</p> <p>Paraaf ^{DS} </p>
<p>Datum 12/10/2018</p>	<p>Datum 12/10/2018</p>	<p>Datum 12/10/2018</p>	<p>Datum 12/10/2018</p>

Document Historie		
Revisie	Datum	Toelichting
0.1	4-10-2018	Concept, interne controle (checkprint)
1.0	12-10-2018	Definitief

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1.	Achtergrond.....	1
1.2.	Scope en doelstelling	1
2.	Systeembeschrijving Ecopassage.....	3
2.1.	Damwandconstructie Ecopassage	3
2.2.	Integraal constructie	3
2.3.	Stootplaat.....	3
3.	Referenties.....	4
4.	Uitgangspunten - Damwandconstructie	5
4.1.	Grondonderzoek.....	5
4.2.	Maaiveldniveau huidig en toekomstig	5
4.3.	Grondopbouw en -parameters.....	6
4.4.	Grondwaterstand.....	6
4.5.	Geometrie.	7
4.6.	Gegevens steunpunt (dekconstructie).....	10
4.7.	Fasering	11
4.8.	Belastingen.....	15
4.9.	Damwandontwerp	16
4.10.	Gegevens damwandtype.....	18
5.	Uitkomsten	20
5.1.	Input voor constructieve beschouwing Ecopassage.	20
5.2.	Resultaten Grondkerende wand.....	20
5.3.	Resultaten Verticaal draagvermogen en veerstijfheid	23
5.4.	Inbrengbaarheid damwand.....	23
6.	Samenvatting en aandachtspunten	24
6.1.	Samenvatting damwandconstructie	24
6.2.	Raakvlakken.....	24
6.3.	Aandachtspunten tbv realisatie.....	25
6.4.	Uit te zoeken in DO	25
6.5.	Afgeleiden eisen	25
Bijlage 1	Grondonderzoek	I
Bijlage 2	Geotechnisch lengteprofiel Ecopassage	II
Bijlage 3	Berekeningsresultaten Dsheet	III
Bijlage 4	Damwandcontrole conform NEN-EN-1993-5	IV
Bijlage 5	Berekeningsresultaten verticaal draagvermogen damwand	V

1. Inleiding

1.1. Achtergrond

De N200 van Halfweg tot in Amsterdam wordt op een aantal punten opgeknapt. Er wordt groot onderhoud aan de dijk verricht, een nieuwe drinkwatertransportleiding aangelegd, bruggen gebouwd, de weg heringericht en een ecopassage aangelegd. Daarbij werken Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Gemeente Amsterdam, Waternet en Rijkswaterstaat samen. Waternet is hierin vanuit de opdrachtgever de rol van penvoerder.



Figuur 1 Huidige situatie N200 Amsterdam Sloterdijk - Halfweg

1.2. Scope en doelstelling

In het rapport wordt het geotechnische VO ontwerp voor de Ecopassage object O-1.09 Substelsiem Ecopassage opgesteld.

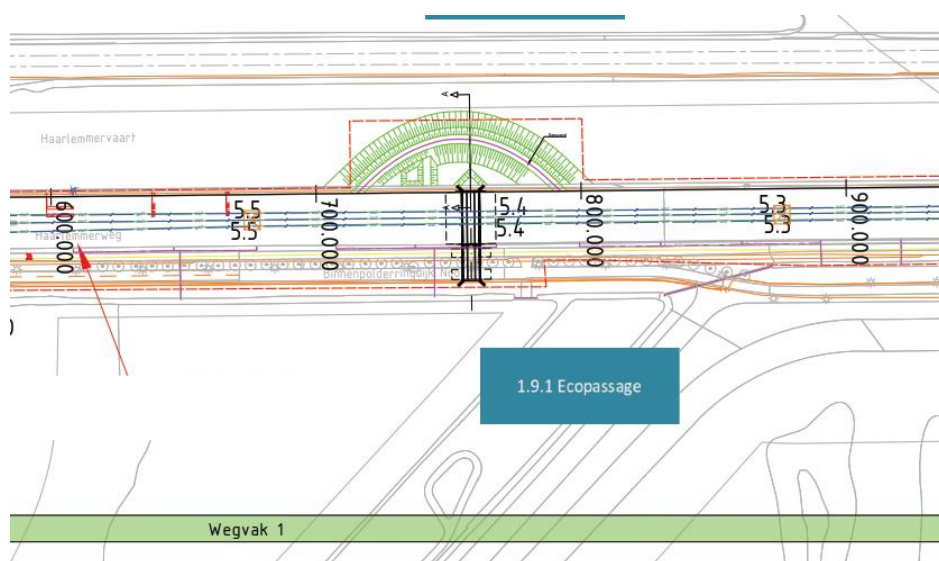
De berekeningen zijn uitgevoerd in het werkpakket WP-512200 I VO Cluster Dijk

Het doel van deze VO-berekeningen is het controleren en actualiseren van het Aanbiedingsontwerp dat voor dit object tijdens de tenderfase is opgesteld.

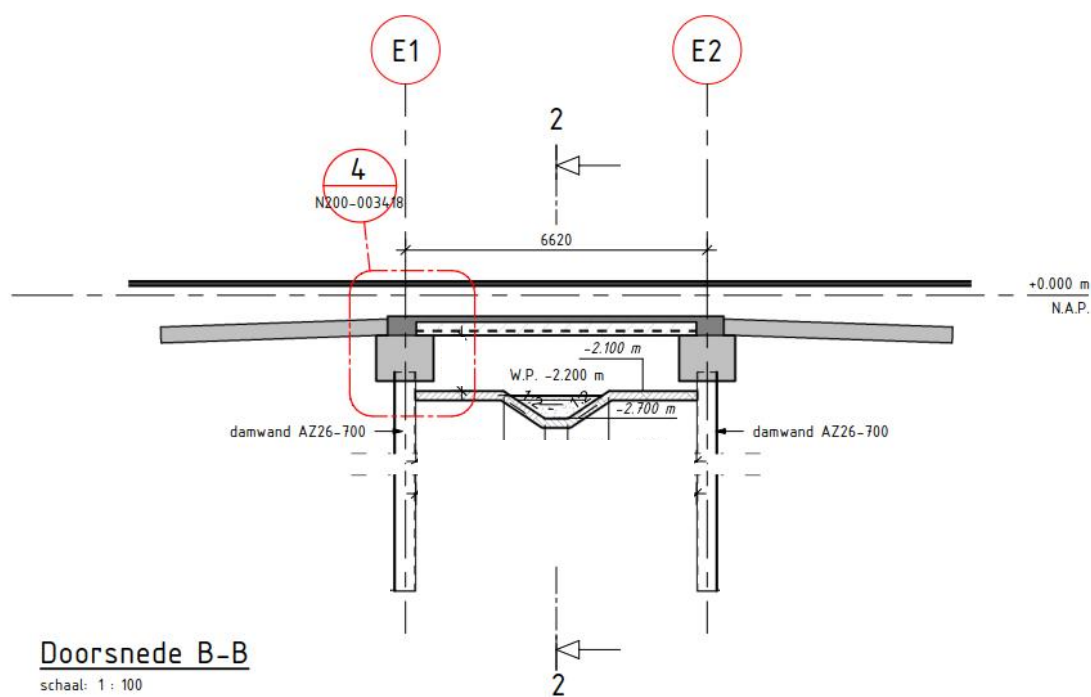
In de N200 wordt door de waterkering een ecopassage aangelegd. De waterkering wordt ter plaatse van de ecopassage omgelegd middels een dijklichaam in de Haarlemmervaart. De ecopassage bestaat uit een viaduct met bovenlangs de N200 en onderlangs een waterloop met aan weerszijden een loopstrook.

De constructie wordt uitgevoerd als integraalviaduct op een damwand.

Dit document behandelt het geotechnische ontwerp van de ecopassage.



Figuur 2 situatie ligging Ecopassage inclusief ligging verlegde dijk



Figuur 3 doorsnede Ecopassage (ter indicatie)

2. Systeembeschrijving Ecopassage

2.1. Damwandconstructie Ecopassage

De damwanden van de Ecopassage hebben in de bouwfase de functie van grondkering (voor de ontgraving van de passage. In eindfase vormen ze onderdeel van de integraalconstructie en zijn ze verticaal dragend voor de verticale belastingafdracht vanuit het dek.

De dekconstructie functioneert als stempel voor de damwandconstructie (in eindfase).





De dekconstructie vormt een rotatie vaste verbinding met de damwandconstructie.

2.2. Integraal constructie

De ecopassage wordt als een integraalconstructie uitgevoerd.

De interactie tussen damwand en dekconstructie is daarmee bepalend, waardoor er geen losstaande berekeningen uitgevoerd kunnen worden.

Korte samenvatting van de genomen ontwerpstappen / interactiemoment geotechnisch ontwerper (damwand) en betonconstructeur (dekconstructie).

Actie geotechnisch ontwerper	Input voor	Actie Constructeur
1. Basis -damwand Ecopassage (inclusief bouwfaserings)		
2. Moment met eenheidswaarde in Dsheetberekening voor bepaling rotatieveer in SCIA	Constructeur 	
	Geotechnieut 	3. Opgave rotatieveer vanuit dekconstructie
	Geotechnieut 	4. Opgave van uitzetting dekconstructie t.g.v. temperatuursuizetting
5. Bepaling verhoogde korreldruk in zandlaag t.g.v. uizetting verwerken in Dsheet voor input constructeur		
6. Invloed aanvulling na storten dek 7. Invloed bovenbelasting 8. Opspaneffect in zandlaag t.g.v. uizetten dek (zonder verkeersbelasting) 9. Idem met verkeersbelasting	Constructeur 	
		10. Opnemen in berekening betonconstructie.

2.3. Stootplaat

Ter plaatse van de Ecopassage worden stootplaten met een lengte van 5m toegepast.

3. Referenties

Onderstaande documenten hebben in aanvulling op de documenten uit de Ontwerpbasis Geo-KW, als uitgangspunt gediend voor voorliggende rapport.

- [1] Ontwerpbasis Geotechniek KW (Kunstwerken – Geotechniek) N200-003329
- [2] Aanvullende sonderingen DKM 20, t/m DKM 27
- [3] Tekening Ecopassage – Bestaand en nieuw - N200-003418

4. Uitgangspunten - Damwandconstructie

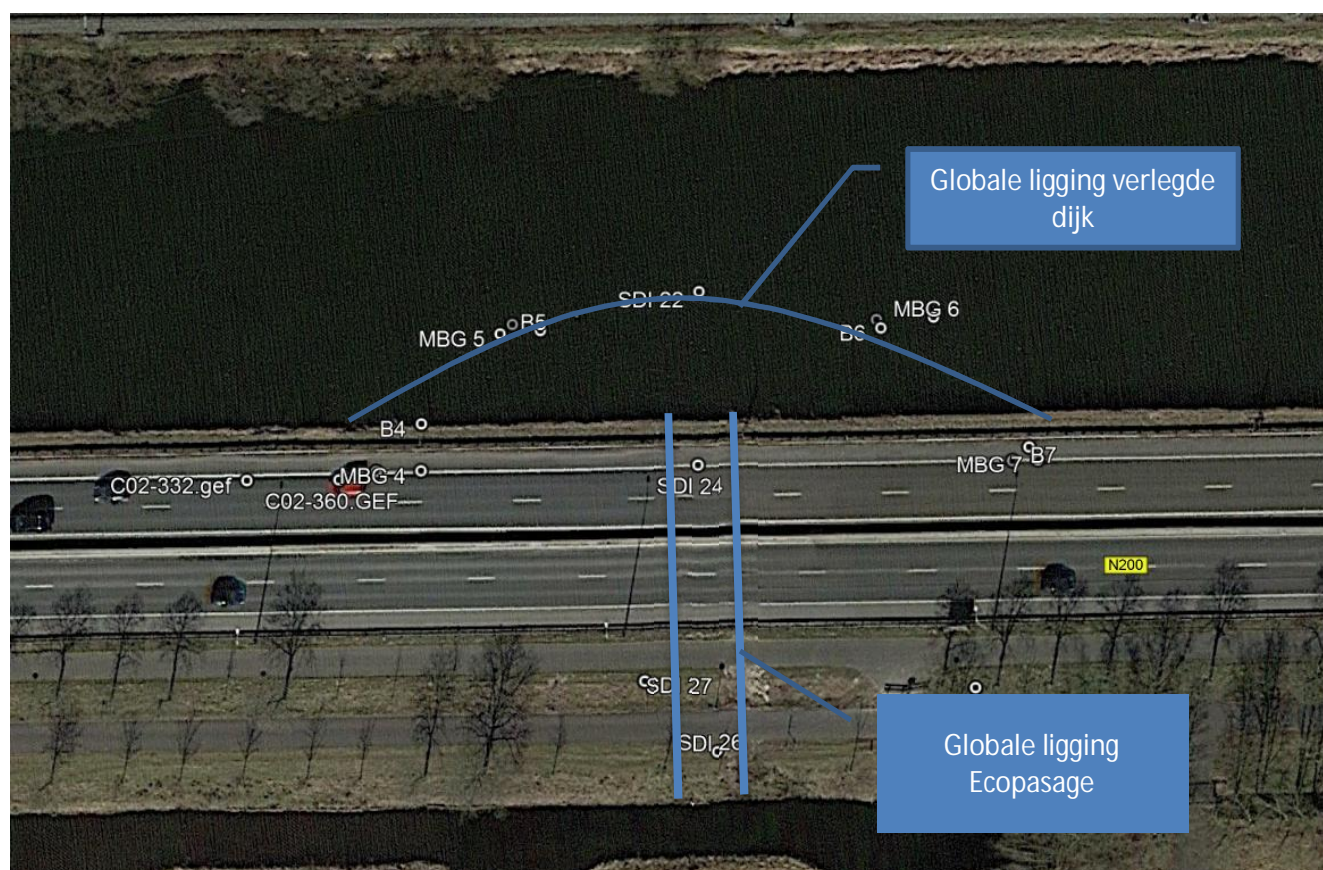
In onderstaande paragrafen zijn de uitgangspunten aanvullend op Ontwerpbasis Geotechniek KW N200-003329 beschreven.

4.1. Grondonderzoek

In het onderstaande overzicht is het beschikbare grondonderzoek per steunpunt weergegeven.

Tabel 1 Grondonderzoek per steunpunt

Onderdeel	sondering	boring
Verlegde dijk	DKM 20, 21, 22, 23, 25	B4, B5, B6, B7
Ecopassage	DKM 24, 26, 27	



Figuur 4 overzicht grondonderzoek Ecopassage

De resultaten van het grondonderzoek is toegevoegd in Bijlage 1.

De sonderingen zijn vertaald naar een geotechnisch lengteprofiel welke is weergegeven in Bijlage 2.

4.2. Maaiveldniveau huidig en toekomstig

De noordzijde van de N200 wordt verhoogd in verband met de benodigde dijkhoogte.

In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de ligging van het maaiveld

Tabel 2 Maaiveldniveau

Ecopassage	MV [m NAP]	Niveau voorbelasting [m NAP]	MV toekomstig [m NAP]
	huidig		toekomstig
Ecopassage - noordzijde	-0,16(cf DKM24)	+1,0	+0,3
Ecopassage - zuidzijde	-0,46 (cf DKM27)	nvt	+0,24

4.3. Grondopbouw en -parameters

De grondparameters zijn vastgelegd de ontwerpbasis Geotechniek Kunstwerken. Op basis van sondering DKM24 is het onderstaande grondprofiel opgezet.

Omschrijving	Bk [m NAP]	$\gamma_{dr:rep}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat:rep}$ [kN/m ³]	j'_{rep} [°]	d'_{rep} [°]	C'_{rep} [kN/m ²]	kh1 [kN/m ³]	kh2 [kN/m ³]	kh3 [kN/m ³]
Antropogeen materiaal	+0,2	17,0	19,0	0	30	20,0	12000	6000	3000
Hollandveen	-2,0	10,0	10,0	1	22	0,0	1000	500	250
Klei,siltig humeus	-4,7	14,5	14,5	2	23	15,3	1500	650	375
Klei, silting	-5,5	15,0	15,0	2	25	16,7	2000	800	500
Zand, siltig (tussenzandlaag)	-7,8	17,0	19,0	0	30	20,0	12000	6000	3000
Klei,siltig-zandig	-10,0	17,0	17,0	2	25	16,7	2000	800	500
Basisveen	-12,3	11,0	11,0	5	22	0,0	2000	800	500
Zand, siltig,humeus, pleistoceen	-12,5	18,0	20,0	0	32,5	21,7	20000	10000	5000
Klei,siltig-zandig	-18,0	-18,5	17,0	2	25	16,7	2000	800	500
Zand, siltig,humeus, pleistoceen	-18,5	-30,0	20,0	0	32,5	21,7	20000	10000	5000

4.4. Grondwaterstand

4.4.1. Boezempeil in Haarlemmertrekvaart:

Gemiddeld boezempeil (GBP):	NAP -0,60m
Maatgevend boezempeil (MBP):	NAP- 0,30m
Hoog Boezempeil (HBP):	NAP -0,40m

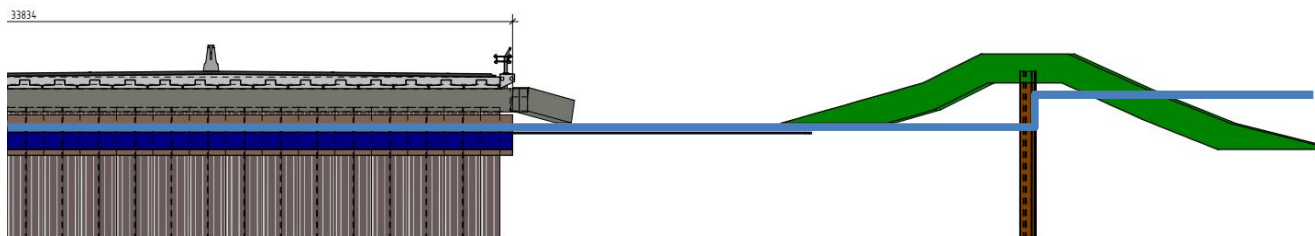
Bron: Basisspecificatie waterkering.

4.4.2. Polderpeil

Polderpeil	NAP -2,20m (maatgevend voor bepaling PVR)
------------	---

Voor het ontwerp van de damwanden wordt gerekend met een grondwaterstand gelijk aan het polderpeil, nl NAP -2,2m.

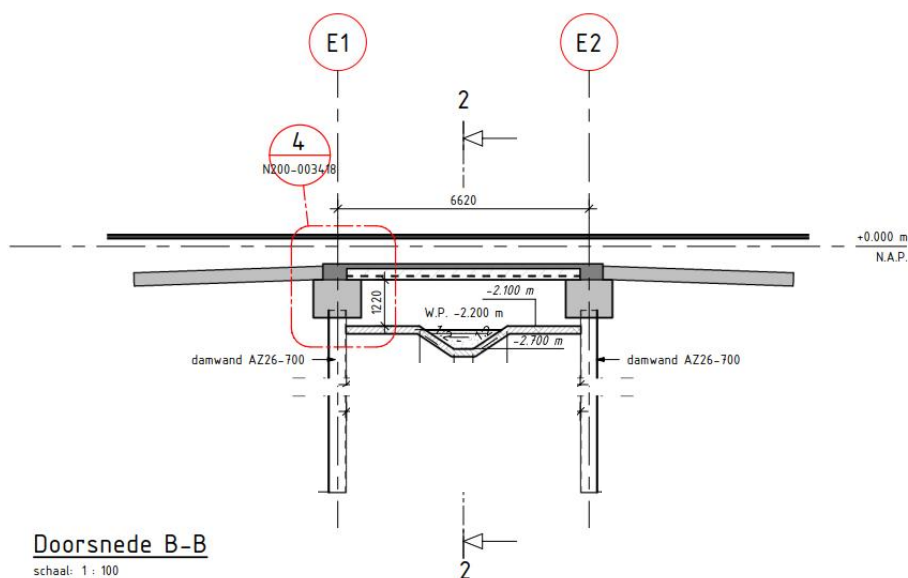
Toelichting: na het aanbrengen van de verlegde dijk (incl. damwand) verloopt de waterstand van polderpeil naar boezempeil over de verlegde dijkconstructie/ damwandconstructie in de dijk. Zie Figuur 5.



Figuur 5 schematisch overzicht waterstandsverloop – Ecopassage – Verlegde dijk

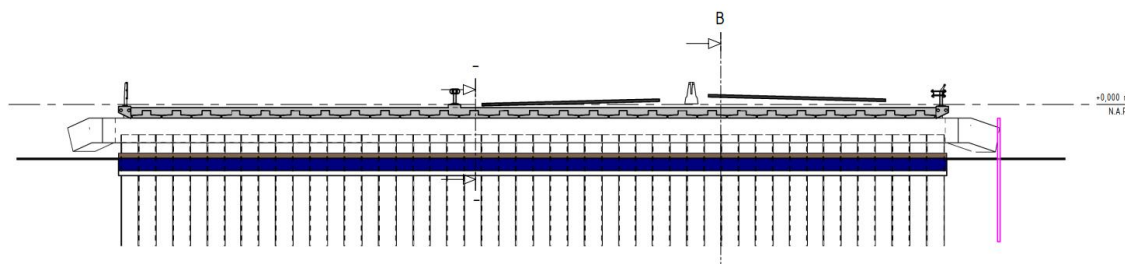
4.5. Geometrie.

4.5.1. Dwarsdoorsnede Ecopassage



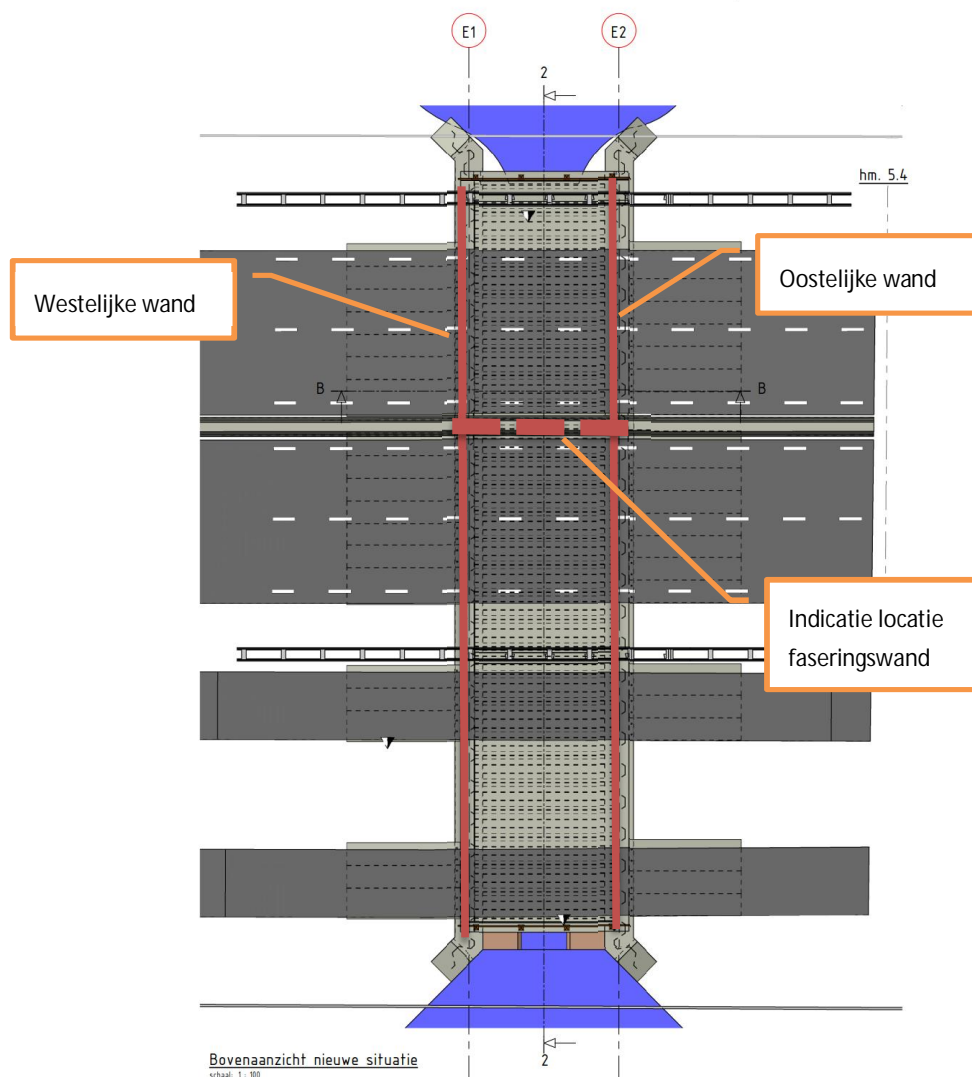
Figuur 6 Indicatieve dwarsdoorsnede constructie Ecopassage

4.5.2. Langsdoorsnede Ecopassage



Figuur 7 Indicatieve langsdoorsnede constructie Ecopassage

4.5.3. Damwanden en stempelniveau



Figuur 8 bovenaanzicht damwanden

Tabel 3 overzicht damwanden

Nr	Profiel	Staal-kwaliteit	b.k. [m NAP]	o.k. [m NAP]	Lengte [m]	Funtie [tijd./def]
Oostelijke wand	AZ26-700	S355	-1,0*	-19	18	def
Westelijke wand	AZ26-700	S355	-1,0	-19	18	def
Faseringswand tussen Noord en zuid	AZ14-700	S240	+1,0	-11	12	tijdelijk

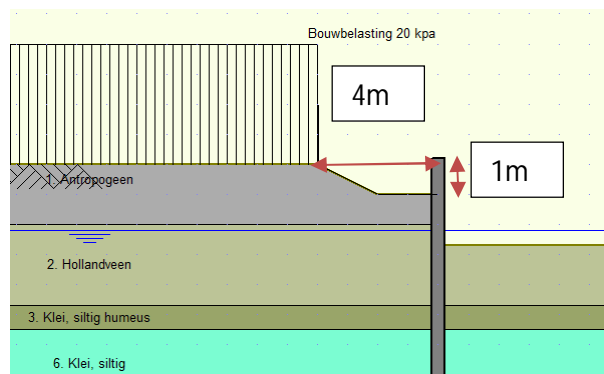
Opmerking bij tabel

*	Damwand wordt aan de bovenzijde opgenomen in betonsloof. Plank naar verwachting aanbrengen met overlengte en afbranden in het werk. B.k. in het DO nader te bepalen iom constructeur
---	--

4.5.3.1. Stempelniveau

Het dek functioneert als stempel voor de damwandconstructie
Dit is aangehouden op hart dekniveau op NAP -0,5m.

4.5.4. Ontlastsleuf voor de definitieve wand (bouwphase)



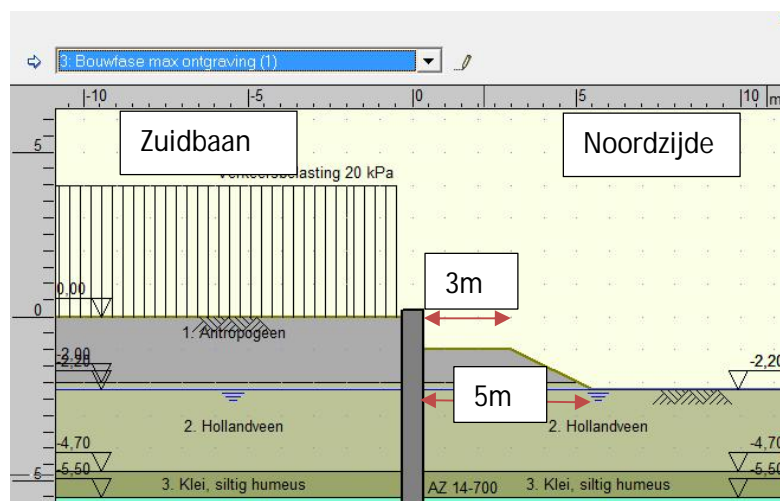
Figuur 9 Afmetingen ontlastsleuf actieve zijde tijdens ontgraven Ecopassage.

4.5.5. Steunberm faseringwand aan zuidzijde

Ecopassage wordt in 2 fasen gebouwd.

Na de voorbelasting wordt de noordzijde van de Ecopassage gebouwd.

Hier toe is een faseringsscherm benodigd tussen noord- en zuidzijde.



Figuur 10 Afmetingen steunberm voor faseringwand.

Voor de faseringwand kan deze vrijstaand uitgevoerd worden tot een ontgraving tot NAP -1m (ok landhoofd / kespconstructie). De maximale ontgraving tot NAP -2,7m kan niet vrijstaand uitgevoerd worden. Door een steunberm te laten staan tegen de wand hoeven er geen aanvullende maatregelen genomen te worden.

Steunberm op NAP -1,0m toepassen 3-5m breed.

E.e.a. is van invloed op de constructieve beschouwing van de dekconstructie. Dit raakvlak wordt in DO nader uitgewerkt.

Deze keuze wordt nader in DO op raakvlakken getoetst. Andere oplossing:

- Stempelconstructie en in het vlak belaste wand;
- Faseringswand doorzetten, met gordingconstructie

4.6. *Gegevens steunpunt (dekconstructie)*

Input vanuit constructeur.

Niveau	NAP -0,5m
Rotatieveer	127MN/m/m
Translatieveer	100MN/m/m

4.7. Fasering

De fasering van de Ecopassage heeft raakvlakken met de aanleg van de verlegde dijk en de voorbelasting voor de noordelijke rijbaan van de N200.

4.7.1. Algemene bouwfasering Ecopassage

De Ecopassage wordt in 2 fasen gebouwd, nml eerst de noordzijde, waarbij het verkeer op de n200 op de zuidbaan rijdt.

Werkzaamheden die uitgevoerd moeten zijn voordat werkzaamheden Ecopassage kunnen starten

- Wegverkeer in 2-0 fase op de zuidelijk gedeelte van N200
- Voorbelasting (overhoogte) Verlegde dijk verwijderen.
- Voorbelasting (overhoogte) Noordbaan N200 verwijderen
- Installeren damwand in verlegde dijk.
- Verwijderen oude waterleiding vanuit noordbaan.

4.7.2. Hoofd fasering bouw Ecopassage

1. Noordzijde
2. Zuidzijde

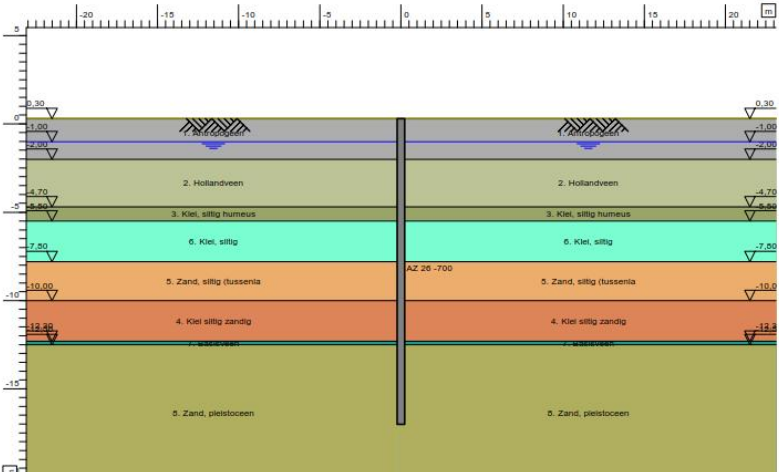
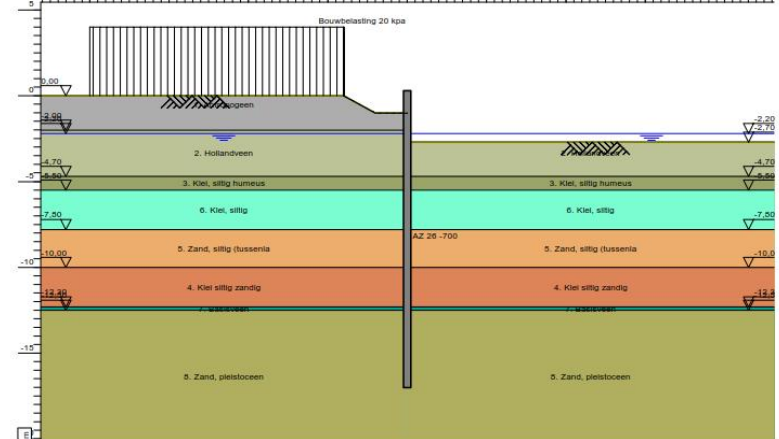
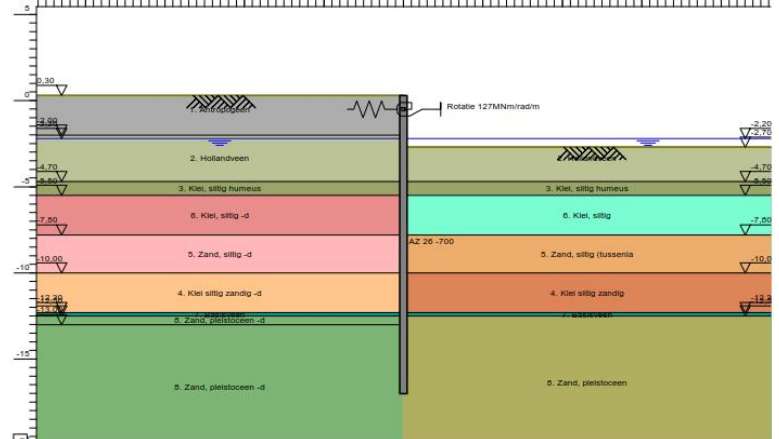
4.7.3. Detailfasering Ecopassage

- Installeren damwand Ecopassage Noordzijde
- Installeren faseringswand tussen noord en zuidbaan
- Ontgraven ontlastsleuf van 4m breed lang
- Ontgraven binnenzijde tot ok landhoofd / kespconstructie
- Aanbrengen Landhoofd / kespconstructie
- Ontgraven Ecopassage tot maximaal NAP -2,7m ;
 - o Langs faseringswand ontgraving uitvoeren met steunberm tegen de faseringswand;
- Aanbrengen liggers
- Storten dekconstructie
- Aanvullen achter landhoofdconstructie
- Aanbrengen stootplaten
- Aanbrengen (wegfundatie en) asfaltconstructie.

Nadat de bouw van de Ecopassage aan noordzijde is afgerond wordt het wegverkeer omgelegd naar de noordbaan en wordt aan de zuidzijde de Ecopassage afgebouwd.

4.7.4. Fasering Dsheet damwanden Ecopassage

Aangehouden fasering Dsheet voor ecopassage

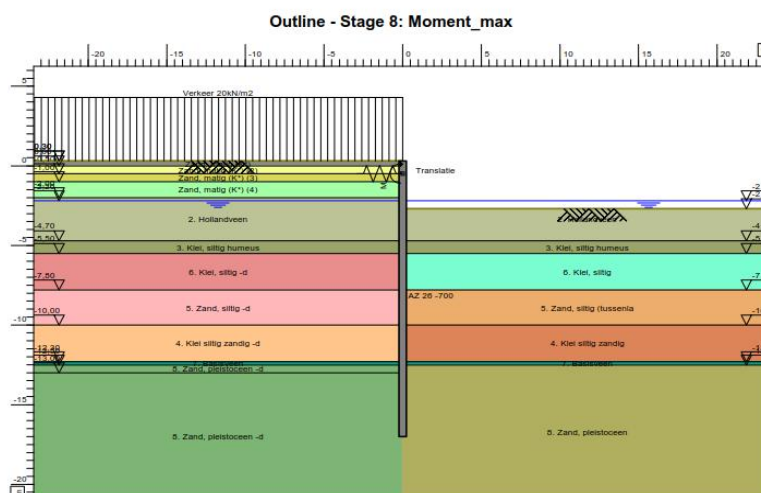
<p>Fase</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installeren damwand Ecopassage Noordzijde 	<p>Outline - Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand</p> 
<ul style="list-style-type: none"> - Ontgraven ontlastsleuf buitenzijde Ecopassage + ontgraven Ecopassage tot ok betonnen landhoofd. - Aanbrengen landhoofd / kespconstructie - ontgraven Ecopassage tot NAP -2,7m 	<p>Outline - Stage 3: Bouwfase max ontgraving Q</p> 
<ul style="list-style-type: none"> - Aanbrengen liggers + storten dekconstructie - Rotatieveer 127MN/m/rad - Translatieveer 100MN/m - Aanvullen ontlastsleuf achter Ecopassage - Aanbrengen stootplaten 	<p>Outline - Stage 4: Gebruiksphase (1)</p> 

-
- Outline - Stage 5: Gebruiksfasen + 20 kPa
- Verkeer 20kNm/m
- Rotatie 127MNm/rad/m
2. Hollandveen
3. Klei, siltig humeus
6. Klei, siltig
5. Zand, siltig -d
4. Klei siltig zandig -d
5. Zand, siltig (russetia)
4. Klei siltig zandig
5. Zand, pleistoceen -d
5. Zand, pleistoceen -d

-
- Outline - Stage 6: Opspanning -
- Rotatie 127 MNm/rad/m
1. Zand, matig (K* 13)
Zand, matig (K* 14)
2. Hollandveen
3. Klei, siltig humeus
4. Klei, siltig -d
5. Zand, siltig (russetia)
6. Klei, siltig
7. Zand, pleistoceen -d
8. Zand, pleistoceen
- AZ 28 -700

- ### Outline - Stage 7: Outspanning + 20 kPa
-
- Verkoer 30x30x2
- Rotatie 127 mNm/rad/m
- AZ 26 - 700
1. Zand, matig (K* 1.13)
2. Hollandveen
3. Klei, siltig humeus
4. Klei siltig zandig-d
5. Zand, matig (K* 1.4)
6. Klei, siltig -d
7. Zand, pleistoceen -d
5. Zand, pleistoceen -d

- Totaalmoment op damwand ten behoeve van bepaling momentenverloop in damwand.



4.7.5. Fasering Dsheet damwanden faseringswand tussen noord- en zuidzijde

Aangehouden fasering Dsheet voor ecopassage

Fase	Omschrijving	opmerking
1	- Installeren faseringswand tussen noordbaan en zuidbaan.	Faseringswand alleen ten behoeve van bouw noordzijde;
2	- Ontgraven ontlastsleuf buitenzijde Ecopassage + ontgraven Ecopassage tot ok betonnen landhoofd.	
2a	- Aanbrengen landhoofd / kespconstructie	Geen aparte fase in Dsheet
3	- ontgraven Ecopassage tot NAP -2,7m – in combinatie met steunberm;	

4.7.5.1. Damwandtoets zonder inklemming dekconstructie

Voor de bepaling van het maximaal op te treden veldmoment in de wand dient de doorsnede ook getoetst te worden zonder een inklemming vanuit het dek.

De fasering wordt doorlopen zonder rotatiestijfheid toe te kennen aan het dek. Hiermee wordt inzichtelijk wat het maximale veldmoment voor de wand bedraagt.

E.e.a. wordt in DO nader uitgewerkt.

4.8. Belastingen

4.8.1. Bouwfase

4.8.1.1. Uniforme bovenbelasting vanuit verkeer / bouw materieel (bouwfase)

Snede	Bovenbelasting
Damwand Ecopassage (noord en zuidzijde)	20 kN/m ² op 4m afstand (buiten ontlastsleuf)
Damwand tussen noord- en zuidzijde (faseringsscherm)	20 kN/m ² op 0,5m afstand vanuit hartlijn wand

4.8.1.2. Aanrijdbelasting

Er wordt geen rekening gehouden met een aanrijdbelasting op de faseringsscherm; dit betekent dat de verkeersbarrier volledig voertuigkerend dient te zijn. Wordt ander bepaald in DO.

4.8.2. Eindsituatie

4.8.2.1. Verticale belasting vanuit dekconstructie + verkeer (eindsituatie)

$F_{s;v;d} = 670 \text{ kN/m}$ wand (opgave van constructeur)

4.8.2.2. Verhoogde gronddruk actieve zijde in eindsituatie

Zoals in [1] beschreven is wordt in eindsituatie een hogere gronddrukcoëfficiënt dan K_0 gevonden ten gevolge van uitzetting van het dak ecopassage.

Voor de passieve gemobiliseerde druk geldt (K^*):

$$K_{ph;mob} = K_0 + (K_{ph} - K_0) * (v/z) / (a + v/z)$$

waarbij:

- K_0 = neutrale gronddrukcoëfficiënt ($(1 - \sin(\varphi))$ – Jaky's formula);
- K_{ph} = passieve horizontale gronddrukcoëfficiënt = K^* ;
- v = kopverplaatsing van de wand;
- z = diepte;- over de hoogte van de zandlaag (tot NAP -2,2m);
- a = parameters die afhankelijk zijn van de pakking van het zand.

Uit onderzoek blijkt dat de parameter a varieert tussen 0,01 voor vastgepakt zand en 0,1 voor losgepakt zand. Bij modelonderzoek waarbij zand in laagjes is verdicht blijkt dat $a=0,03$ de beste fit levert.

De volgende parameters kunnen worden gehanteerd in de analyse:

Tabel 4 – Te hanteren parameterwaarden opspanningseffect

Mate van verdichting	geen	in lagen gereden	actief verdicht
Hoek van inwendige wrijving φ	30°	33°	35°
Wandwrijvingshoek δ	27.5°	27.5°	27.5°
K_p (gekromd glijvlak)	5.0	6.0	6.9

v = kopverplaatsing van de wand ten gevolge van temperatuur is gelijk aan 2mm. (opgave constructeur).

K _{h,mob} met overall belastingsfactor 1,5																
Laag	grondsoort	van	tot	f _{rep}	d _{rep}	K ₀	K _p	K _p ;max	K _p	Z _{bk}	Z _{ok}	a	V _{bk}	V _{ok}	K _{h,mob,gem}	1,5 x K _{h,mob,gem}
		[m NAP]	[m NAP]	[deg]	[deg]	[-]			[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[-]
1	zand	0,2	0	32,5	21,68	0,46	7,16	6	6,00	1E-06	0,2	0,03	0,0050	0,0046	4,43	6,65
2	zand	0	-0,5	32,5	21,68	0,46	7,16	6	6,00	0,2	0,7	0,03	0,0046	0,0035	2,06	3,09
3	zand	-0,5	-1,0	32,5	21,68	0,46	7,16	6	6,00	0,7	1,2	0,03	0,0035	0,0025	1,04	1,56
4	zand	-1	-1,5	32,5	21,68	0,46	7,16	6	6,00	1,2	1,7	0,03	0,0025	0,0015	0,72	1,08
5	zand	-1,5	-2,0	32,5	21,68	0,46	7,16	6	6,00	1,7	2,2	0,03	0,0015	0,0004	0,56	0,84
6	zand	-2	-2,2	32,5	21,68	0,46	7,16	6	6,00	2,2	2,4	0,03	0,0004	0,0000	0,48	0,72

De opspanning wordt in DSheet in rekening gebracht door deze lagen te definiëren waarbij $K_a/K_0/K_p = 1,5 \times k_{h,mob,gem}$.

4.9. Damwandontwerp

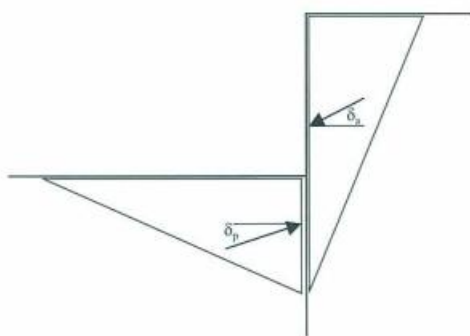
De damwand heeft 2 functies, namelijk een kerende functie en een dragende functie.

De benodigde lengte van de wand wordt ook voornamelijk bepaald door de benodigde verticaal draagvermogen.

4.9.1. Ontwerp kerende functie

Het damwandontwerp wordt uitgevoerd met behulp van DsheetPiling.

Ten behoeve van de kerende functie dient de actieve grondwig (welke een verticale belasting neerwaarts levert) in evenwicht te zijn met de omhoog gerichte passieve wandwrijving.

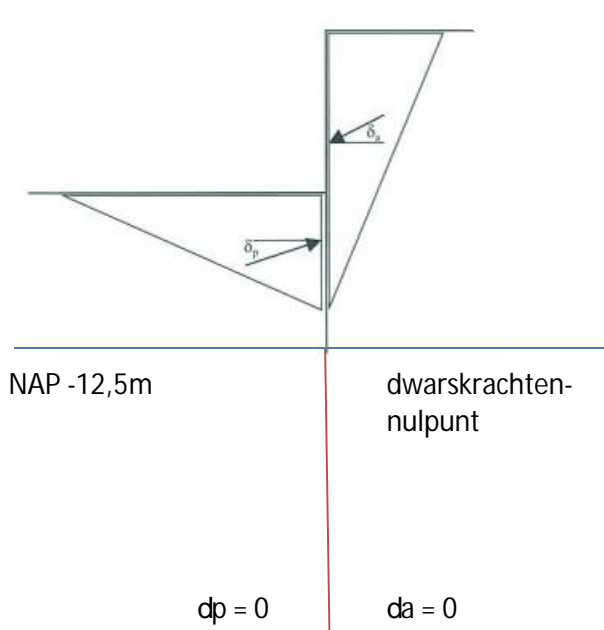
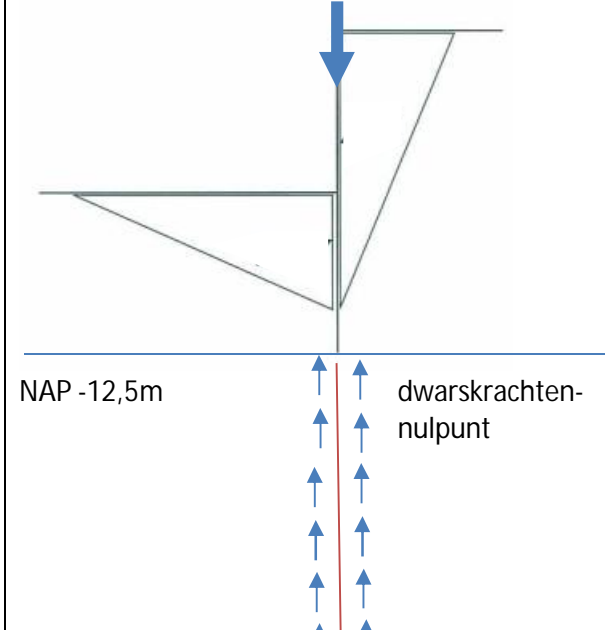


De verhoogde gronddruk aan actieve zijde die veroorzaakt wordt door de uitzetting van de dekconstructie zoals beschreven in 4.8.2.2 wordt in deze beschouwing meegenomen.

4.9.2. Bepaling verticaal draagvermogen

In de situatie van de Ecopassage wordt de externe verticale belasting (welke volgt uit de belastingafdracht vanuit de liggers en dekconstructie op de damwand) apart uitgerekend.

Dit betekent dat er voor de Dsheetberekening in de eindsituatie de wandwrijvingshoek in de pleistocene zandlaag gelijk is gesteld aan 0.

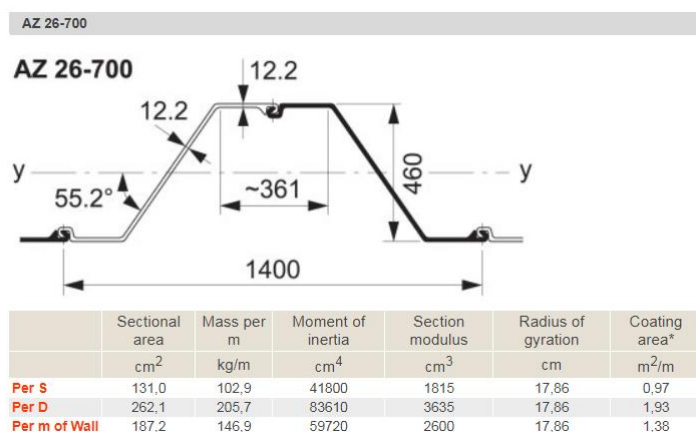
Dsheetbeschouwing – kerende functie wand	Bepaling verticale draagkracht damwand
 <p>NAP -12,5m</p> <p>dwarskrachten-nulpunt</p> <p>$dp = 0$ $da = 0$</p> <p>NAP -19m Niveau Ok damwand</p>	 <p>NAP -12,5m</p> <p>dwarskrachten-nulpunt</p> <p>NAP -19m</p>
op het niveau van dwarskrachtnulpunt dient het verticaal evenwicht vanuit actieve en passieve wig te voldoen. Dit wordt gecheckt in de Dsheet-beschouwing	Verticaal draagvermogen van de wand wordt beschouwd op basis van NEN-EN-9997-1 waarbij de positieve schachtwrijving in rekening wordt gebracht vanaf NAP -12,5 m, niveau bovenzijde pleistocene zand. In de uitwerking van de grondkering is in deze laag de wandwrijvingshoek δ gelijk gesteld aan 0.

4.10. Gegevens damwandtype

4.10.1. Geometrie AZ26-700

De Ecopassage wordt gevormd door damwandplanken type AZ26-700 S355.

De damwandplanken worden op trillend op diepte gebracht.



Op basis van de NVAF grafieken wordt een beschouwing gemaakt van de installeerbaarheid van de planken.

4.10.2. Corrosie

Voor de damwanden en buitenzijde buispaal buiten de spatzone in de grond wordt een aantasting van 1,2mm/zijde aangehouden (conform ontwerp levensduur 100 jaar en ongeroerde schone bodem). Over de lengte van de wand in veenlaag wordt 1,5mm/zijde aangehouden.

NB. Aangezien de levensduur van de Ecopassage 80 jaar bedraagt wordt een afname van $1,5 / 100 * 80 = 1,2\text{mm/zijde}$ van de damwandplank aangehouden.

4.10.3. Draagkrachtfactoren verticaal draagvermogen

De gehanteerde draagkrachtfactoren voor de damwand zijn in overstemming met de NEN9997-1 (2016) Tabel 7c.

Tabel 7.c — Waarden voor de paalklassefactor α_p , α_s en voor α_t (in het geval van zand en zand-grindhoudende grond)

Paaltype			Paalklassefactor ^a			Last-zakkingslijn figuren 7.n en 7.o
Type	Nadere specificatie	Wijze van installeren	α_p	α_s	α_t	
Stalen paal	Constance dwarsafmeting; buis met gesloten punt ^b	Geheid	0,70	0,010	0,007	1
	Constance dwarsafmeting; profiel	Geheid	0,70	0,006	0,004	1
	Constance dwarsafmeting; open buis	Geheid	0,70	0,006	0,004	1
	In de grond gevormde groutschil rond profiel met voetplaat	Geheid; met groutinjectie	0,70	0,014	0,012	1

a_p	0,70		
a_s	0,006		
a_t	0,004		
b	1,0		
S	0,62		
x_3, x_4	1,26	-	Er wordt uitgegaan van 1 sondering en een stijve bovenbouw
g_s	1,20	-	
g_b	1,20	-	
g_t	1,35	-	

4.10.4. Overige uitgangspunten tav berekening drukdraagvermogen

- Ontgravingsreductie:
 - o Er wordt enkelzijdig een beperkte ontgraving uitgevoerd tot maximaal NAP -2,7m.
 - o Conusreductie wordt bepaald met wortelmethode (ontgraving na installatie wand) conform NEN9997-1 (2016); art. 7.6.2.3 (i)
 - als de palen voor het ontgraven zijn geïnstalleerd of als is aangetoond dat ze trillingsarm zijn ingebracht:

$$q_{c,z;ontgr} = q_{c,z} \times \sqrt{\frac{\sigma'_{v,z;ontgr}}{\sigma'_{v,z;0}}}$$

- o Gerekend met een reductie van ca. 10% aan 1 zijde -> praktisch aangehouden 5% aan beide zijden.
- Lastzakkingslijn 1

5. Uitkomsten

5.1. *Input voor constructieve beschouwing Ecopassage.*

Voor de integraalconstructie vanuit het dekconstructie

Tabel 5 ; Moment in ULS / SLS voor input dekconstructie

Fase	Omschrijving	Mstpt;SLS	Mstpt; ULS
4	aanvulling ontlastsleuf	-23,6	-68,46
5	incl. 20 kN/m ²	-81,9	-164,43
6	Opspanning	-63,4	-85,49
7	incl. 20 kN/m ²	-101,8	-178,45

NB. de toename in het moment t.g.v.

5.2. *Resultaten Grondkerende wand*

5.2.1. *Resultaten Dsheet*

De resultaten van de damwandberekeningen zijn opgenomen in Bijlage 3. In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van deze resultaten

5.2.1.1. *Resultaten Definitieve kering*

Tabel 6 Berekeningsresultaten damwandberekeningen

Damwand	Ms;d;max [kNm/m]	Vs;d [kN/m]	Ns;d [kN/m]	Ux [mm]	Fstempel;d [kN/m]	Rmob [%]	Dsheet- file
AZ26-700 S355	504	235	670	40	345	42	011

5.2.1.2. *Resultaten Faserings scherm*

Tabel 7 Berekeningsresultaten damwandberekeningen

Damwand	Ms;d;max [kNm/m]	Vs;d [kN/m]	Ux [mm]	Rmob [%]	Mr;d [kNm/m]	UC	Dsheet- file
AZ14-700 S240	180	103	20	60,5	336	0,53	103

Toelichting bij Tabel 6 en Tabel 7

Ms;d	rekenwaarde van het optredende moment
Vs;d	rekenwaarde van de optredende dwarskracht
Ux	optredende horizontale vervorming
Fstempel;d	rekenwaarde van de maximale stempelkracht in definitieve dekconstructie
Rmob	Percentage gemobiliseerde weerstand
Mr;d	Elastisch momentcapaciteit damwand

5.2.2. Toets snedekrachten damwand definitieve kering

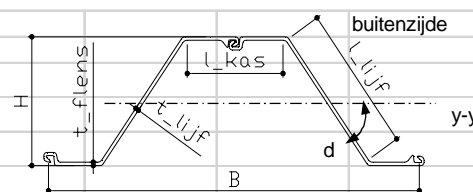
De berekening van de toetsing van de snedekrachten conform NEN-EN-1993-5 van de damwand is opgenomen in Bijlage 4.

Hierbij zijn 2 doorsneden getoetst, namelijk een toetsing met maximaal moment welke ter hoogte van de basisveenlaag optreedt, waarbij een maximale corrosie van 2,6mm (levensduur 80 jaar).

Daarnaast is een toetsing op basis van het maximale berekende moment welke optreedt in de zandlaag.

5.2.2.1. Toets bij maximaal optredende moment

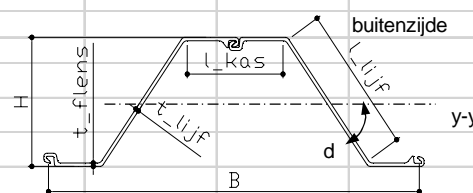
Damwandgegevens									
Damwand:		type =	AZ26-700						
Staalsoort:		kwaliteit =	S355GP						
Corrosie binnenzijde		$x_{cor,in}$ =	0,96 mm						
Corrosie buitenzijde		$x_{cor,uit}$ =	0,96 mm						
Sloten gelast			nee -						
Interne krachten berekend volgens EN 1997-1									
Rekenwaarde buigend moment		M_{ed} =	504 kNm / m			Type =		binnenzijde	
Rekenwaarde afschuiving		V_{ed} =	236 kN / m					z -plank	
Rekenwaarde normaalkracht		N_{ed} =	670 kN / m						
Kniklengte		ℓ =	8,4 m			Voor bepaling kniklengte zie NEN EN 1993-5 H5.2.3			
Waterdrukverschil over damwand		w =	0,0 m						



Controles:			
Dwarskrachtcapaciteit lijven		0,18	Akkoord
Plooi controle lijven		N.V.T.	
Knikstabiliteit bij buiging en normaalkracht		0,87	Akkoord
Combinatie moment, dwarskracht, normaalkracht		0,55	Akkoord

5.2.2.2. Toets bij moment optredend in veenlaag

Omschrijving:	Damwand Ecopassage - toets in veenlaag!								
Damwandgegevens									
Damwand:		type =	AZ26-700						
Staalsoort:		kwaliteit =	S355GP						
Corrosie binnenzijde		$x_{cor,in}$ =	2,6 mm						
Corrosie buitenzijde		$x_{cor,uit}$ =	2,6 mm						
Sloten gelast			nee -						
Interne krachten berekend volgens EN 1997-1									
Rekenwaarde buigend moment		M_{ed} =	225 kNm / m			Type =		binnenzijde	
Rekenwaarde afschuiving		V_{Ed} =	50 kN / m					z -plank	
Rekenwaarde normaalkracht		N_{Ed} =	670 kN / m						
Kniklengte		ℓ =	8,4 m			Voor bepaling kniklengte zie NEN EN 1993-5 H5.2.3			
Waterdrukverschil over damwand		w =	0,0 m						



Controles:					
Dwarskrachtcapaciteit lijven				0,06	Akkoord
Plooi controle lijven				0,07	Akkoord
Knikstabiliteit bij buiging en normaalkracht				0,73	Akkoord
Combinatie moment, dwarskracht, normaalkracht				0,45	Akkoord

5.2.3. Totaal stabiliteit

Doordat de lengte van de damwand bepaald wordt door het benodigde verticaal draagvermogen is de totale stabiliteit van deze constructie ruim voldoende.

Fase	Stability Factor
Gebruiksfase	3,4

5.2.4. Vervormingen

Er zijn geen specifieke projecteisen gesteld aan de toegestane vervorming van de damwand van de Ecopassage. Vanuit CUR 166 zijn eisen voor RWS opgesteld welke gelijk zijn aan:

- Toelaatbare horizontale vervorming van definitieve damwanden (in het zicht) is 1/200 van de maximaal te keren hoogte met een maximum van 50mm.
- Voor tijdelijke damwanden is een goede vuistregel 1/100 van de maximaal te keren hoogte met een maximum van 100mm.

De maximaal kerende hoogte van de Ecopassage is 2,75m.

Voor deze situatie wordt een maximale waarde van 50mm als toelaatbaar geacht.

Toelichting: bij een vervorming van een wandconstructie treedt achter de wand een (mogelijke) verzakking van de weg op. In dit geval treedt het grootste deel van de vervorming op in de situatie waarbij de wand ongesteund ontgraven wordt (in combinatie met een ontlastsleuf); De bijkomende vervorming van de wand nadat de dekconstructie is aangebracht en achter de wand is aangevuld is zeer gering (ca. 2-5mm), zodat dit risico minimaal is. Daarbij worden stootplaten aangebracht zodat de overgang tussen kunstwerk en wegconstructie geleidelijk verloopt.

NB. De berekende vervorming van de wand is gelijk aan 37mm < 50mm. Echter is uitgangspunt nu een volledige ontgraving tot NAP -2,7m. In werkelijkheid wordt binnen de Ecopassage een talud aangebracht. De berekende vervorming wordt als een maximum beschouwd.

5.3. Resultaten Verticaal draagvermogen en veerstijfheid

5.3.1. Draagvermogen

Tabel 8 Drukdraagvermogen AZ26-700.

Damwand	PPN [m NAP]	F _{s;d;max} [kN/m]	R _{c;d} [kN/m]	UC [-]
AZ26-700	-19,0	670	715	0,94

Toelichting bij tabel

PPN	puntniveau
R _{c;d}	rekenwaarde van het bruto draagvermogen
R _{c;net;d}	rekenwaarde van het netto draagvermogen

5.3.2. Veerstijfheid

Tabel 9 verticale veerstijfheid AZ26-700.

Damwand	PPN [m NAP]	F _{s;rep} [kN/paal]	S ₁ [mm]	K _{v;tot} ; incl elastische verkorting [MN/m]
AZ26-700	-19,0	483	3,4	144

Spreading in veerstijfheid

voor de bandbreedte in de veerstijfheid dient rekening te worden gehouden met $k \cdot \sqrt{2}$ en $k / \sqrt{2}$.
(uitgangspunt voor DO)

De berekening van het draagvermogen en veerstijfheid is opgenomen in Bijlage 5.

5.4. Inbrengbaarheid damwand

5.4.1. Analyse inbrengbaarheid op basis van NVAF- grafieken CUR 166.

Op basis van grafiek 030 (Amsterdams profiel) kan gesteld worden dat bij toepassing van een lengte van max. 18m en een weerstandsmoment van de damwandprofiel van ca 1800-3500 cm³ geen schade aan de plank te verwachten is.

5.4.2. Risico schade aan omgeving;

- Verzakking ondergrond t.g.v. verdichting
 - Risico voor zuidzijde N200
 - Risico voor kabels en leidingen.

Nader in het DO uit te werken.

6. Samenvatting en aandachtspunten

6.1. Samenvatting damwandconstructie

Tabel 10 Berekeningsresultaten damwandberekeningen

Wand	Damwand	b _k	o _k	lengte
		m NAP	m NAP	m
Oost - west	AZ26-700 S355	-1,0*	-19	18
Faseringswand	AZ14-700 S240	+1,0	-11	12

B_k damwand wordt opgenomen in betonsloof. Eventueel dient deze afgebrand te worden. E.e.a. nader af te stemmen in DO.

6.2. Raakvlakken

- Voorbelasting Verlegde dijk en Noordbaan; zie 6.2.1
- Verwijderen leiding noordbaan – invloed op ontwerp en bepaling van restzetting zie 6.2.2.
- Faserings t.o.v. de zuidelijke baan –
 - o FASERING d.d. besproken met uitvoering (uitgangspunt benodigd voor geotechnisch ontwerp afgestemd; overige zaken worden in DO nader uitgewerkt

6.2.1. Raakvlakken met bouw Ecopassage

De werkzaamheden van de Ecopassage kunnen van start gaan wanneer:

1. de voorbelasting van de verlegde dijk en de noordbaan is afgerond.
2. De damwand van de verlegde dijkconstructie aangebracht is.
3. Waterleiding ter plaatse van de Ecopassage is verwijderd.

6.2.2. Verwijderen waterleiding N200

De oude waterleiding die in de N200 ligt wordt afgesloten en met dämmer gevuld. Ter plaatse van de Ecopassage dient de waterleiding verwijderd te worden voordat de damwanden geïnstalleerd kunnen worden. Deze werkzaamheden staan gepland aansluitend op de voorbelastingsperiode.

De ontgraving ten behoeve van het verwijderen van de waterleiding dient beperkt te zijn van omvang om de effecten op de restzetting van de stootplaten te beperken. (maximale ontgravingsbreedte is 12m over gehele ecopassage).

Daarnaast dient gecontroleerd te worden in welke grondslag de leiding ligt. Wanneer de leiding in een slappe veen / kleilaag ligt mag na verwijderen van de leiding niet zondermeer aangevuld worden met zand. Dit heeft namelijk een hoger volumiek gewicht, wat van invloed is op de verwachten restzetting van de weg / stootplaat.

6.3. *Aandachtspunten tbv realisatie*

- Verwijderen leiding ter plaatse van Ecopassage – nader uit te werken
- Afstand ontlastsleuf tot damwand is 4m -> afstand bovenbelasting tot de damwand is 4m.

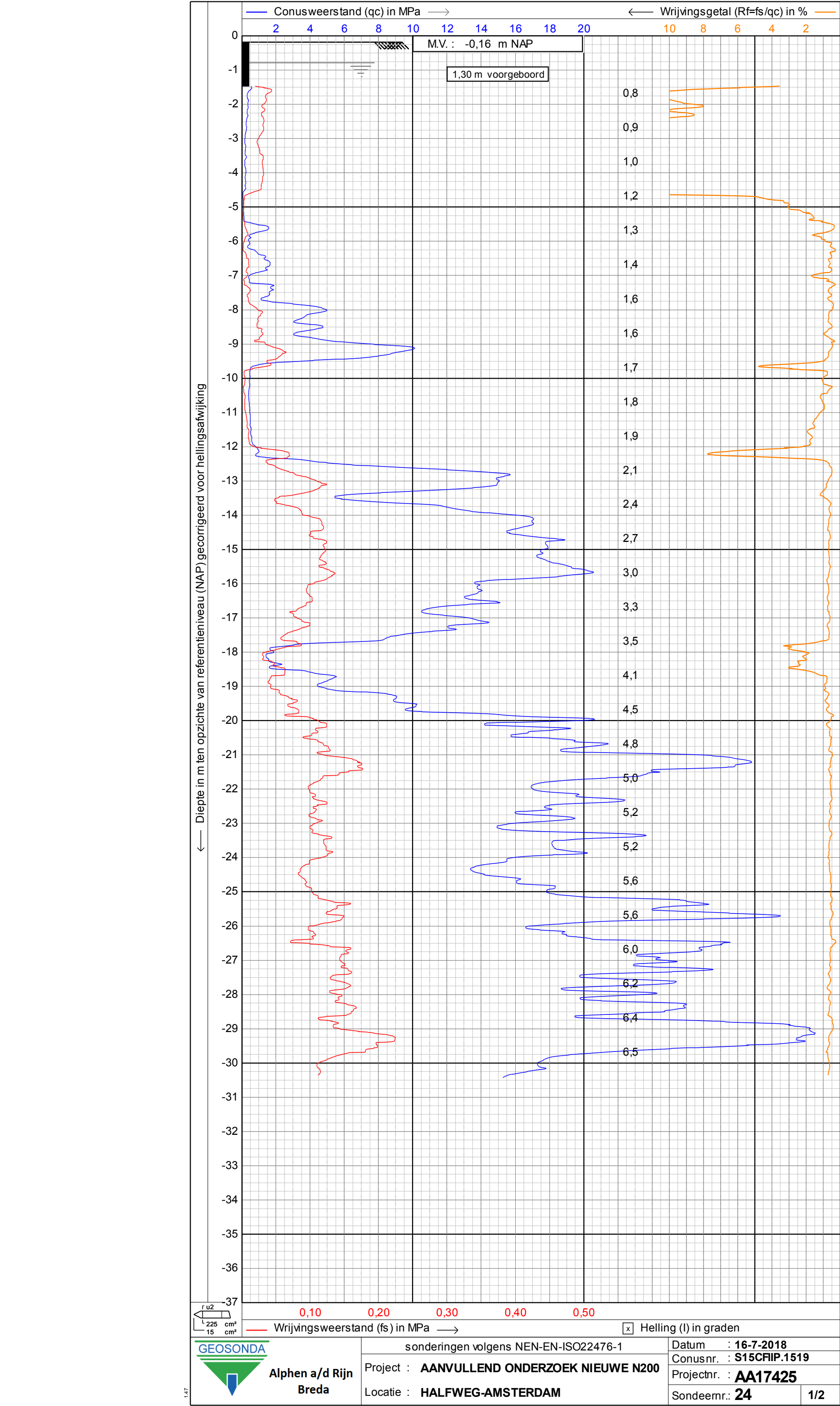
6.4. *Uit te zoeken in DO*

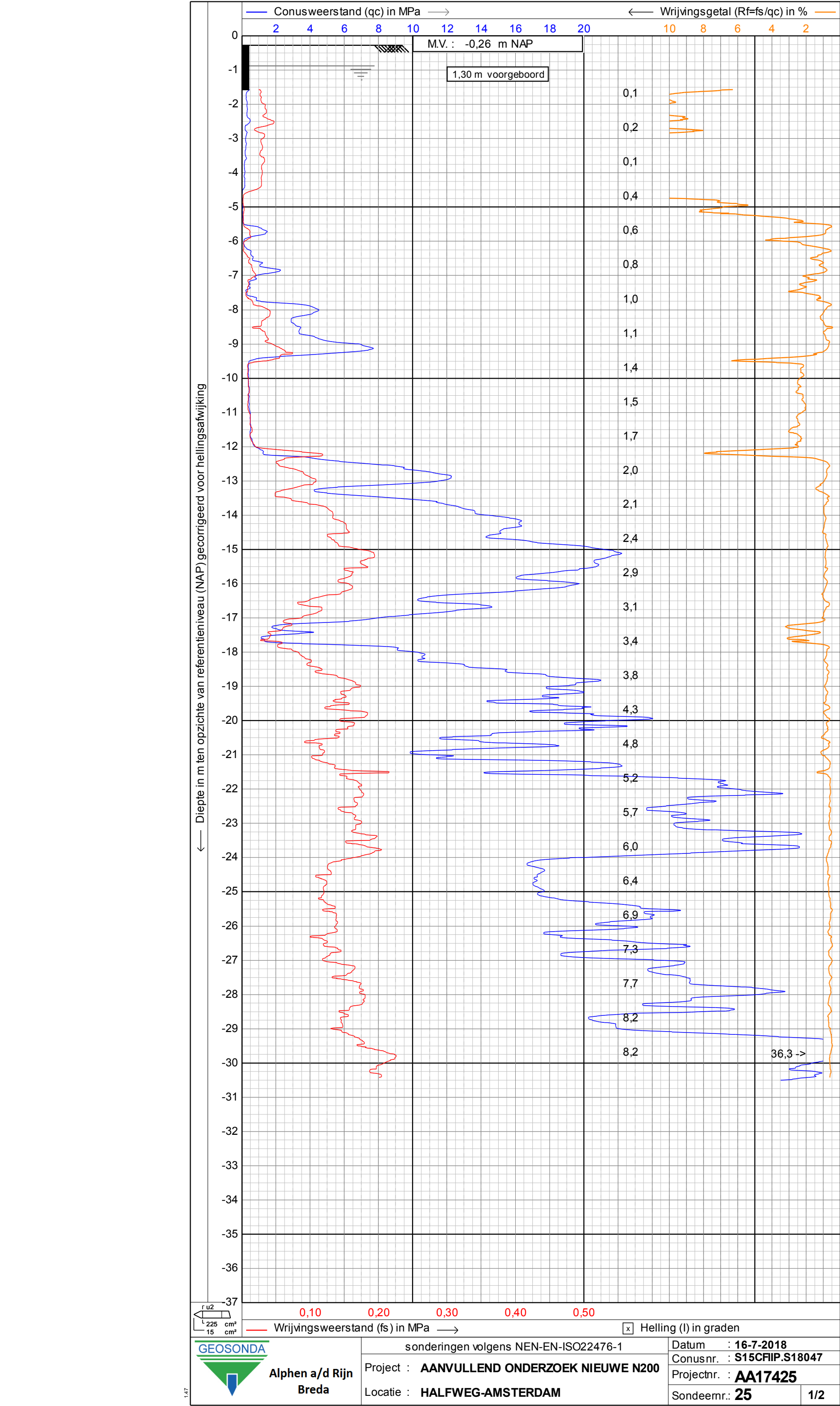
- -locatie faseringsscherm nader af te stemmen met realisatie
- Zetting N200 na voorbelasting eventueel aanpassen in grondprofiel.
- tussen nap 0 en -12 m komen er los gepakte zandlagen voor. Bij het intrillen van de damwanden zullen deze lagen verdichten wat zal leiden tot maaiveldzakking. Ter plaatse van de faseringswand kan dit ook leiden tot zakking van de verharding. In het DO zal de verwachting van de zakking tpv de faseringswand nader worden beschouwd. Daarnaast kan de uitbuiging van de grondkering eveneens leiden tot zakking verharding.
- Gevoeligheidsanalyse om stijfheid damwand – grond versus dek inzichtelijk te maken.

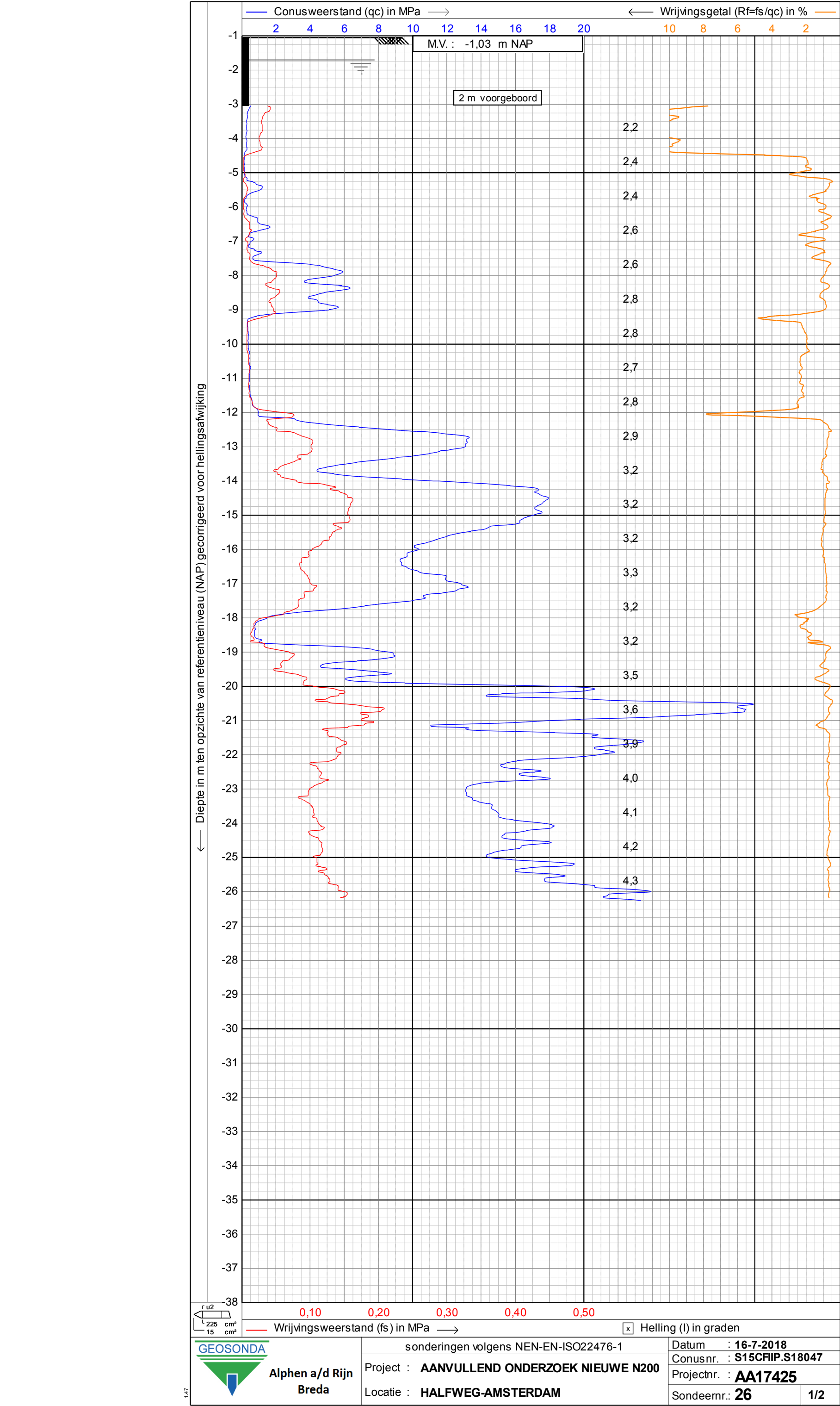
6.5. *Afgeleiden eisen*

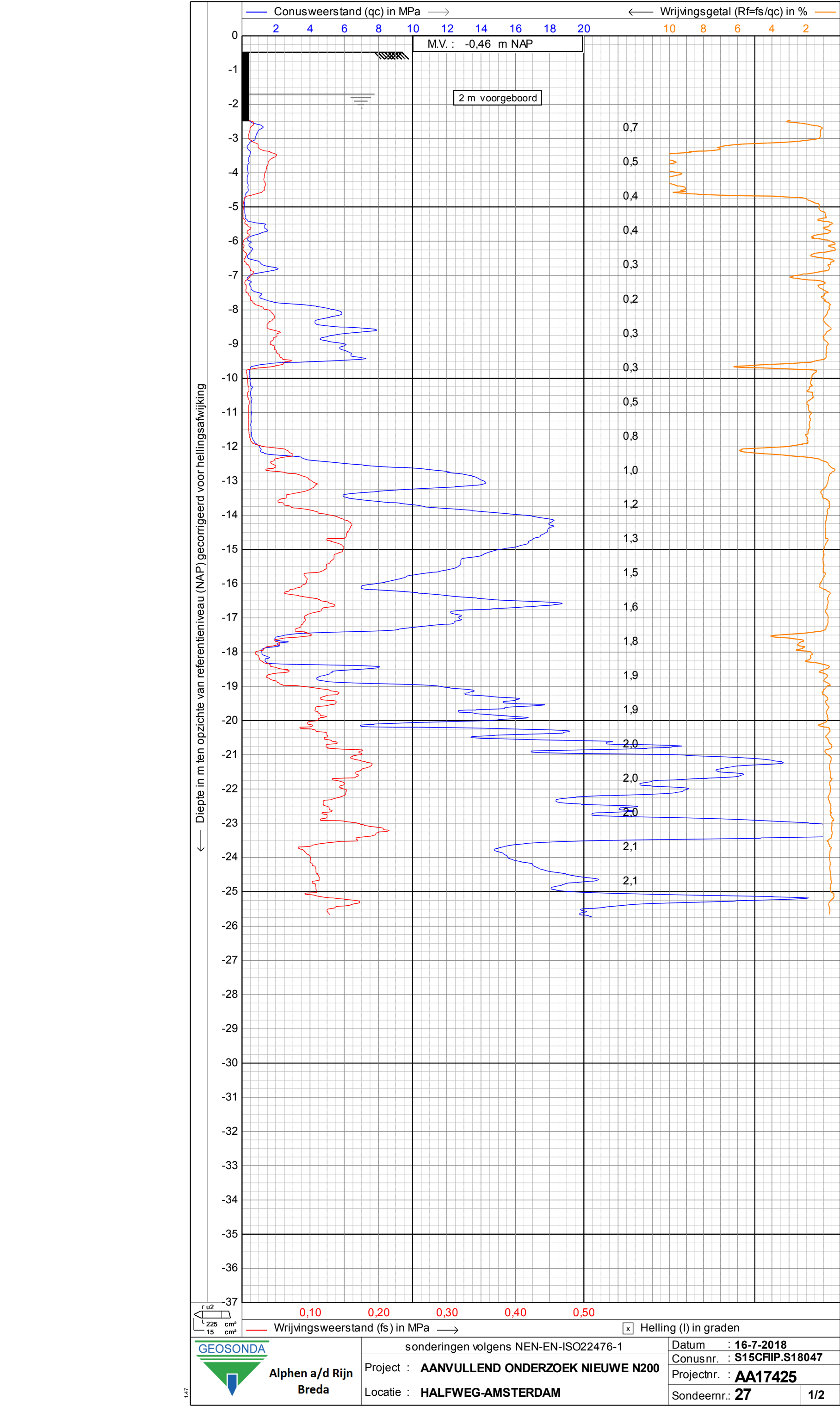
- Ontlastsleuf langs de Ecopassage is 4m breed.
- Verwijderen leiding – aanvullen met “gebiedseigen grond” om grotere zetting te voorkomen
- Verwijderen leiding binnen afmeting Ecopassage – totale breedte maximaal 10-12m (effect op restzetting stootplaatconstructie).

Bijlage 1 Grondonderzoek

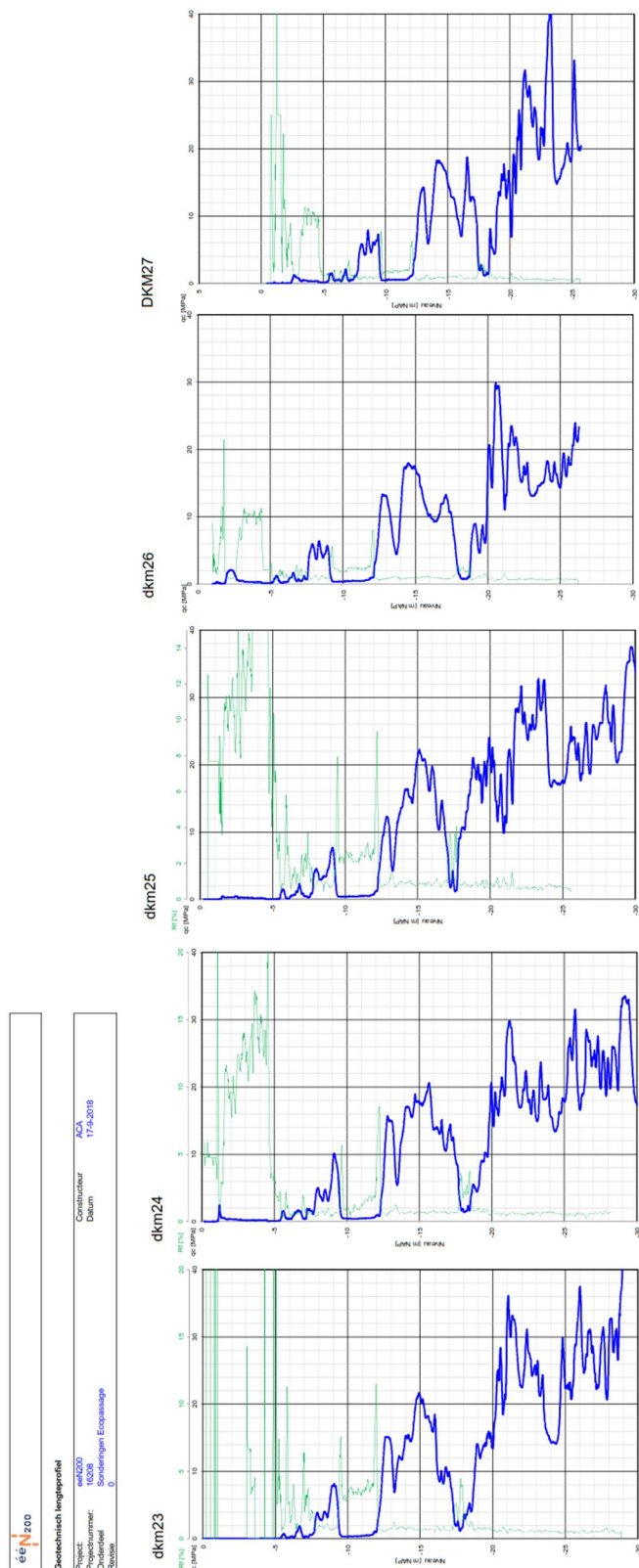








Bijlage 2 Geotechnisch lengteprofiel Ecopassage



7-9-2018 / 10:51
 Syg00700003_Geotechnisch lengteprofiel_Ecopassage_v2 lengteprofiel

Bijlage 3 Berekeningsresultaten Dsheet

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 10/4/2018
Time of report: 1:57:03 PM
Report with version: 18.1.1.2

Date of calculation: 10/4/2018
Time of calculation: 1:49:52 PM
Calculated with version: 18.1.1.2

File name: \\.\07_Berekeningen\03_Ecopassage\02_Dsheet\Ecopassage - 011

Project identification: N200
Ecopassage
Dragende damwand - integraaloplossing

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
4	Not verified						
4	Not verified						
4	Not verified						
4	EC7(NL)-Step 6.3		-108,11	47,41	28,4	31,5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4		-112,87	49,44	28,4	31,6	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	36,6	-108,25	43,14	19,5	21,7	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-129,89	51,76			
5	EC7(NL)-Step 6.3		-148,79	102,33	33,7	37,4	Sufficient
5	EC7(NL)-Step 6.4		-122,32	92,26	33,8	37,7	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5	36,4	-113,72	58,89	22,0	24,6	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-136,46	70,67			
6	EC7(NL)-Step 6.3		-110,78	47,91	28,9	32,2	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.4		-109,94	47,99	28,9	32,2	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5	36,5	-104,72	41,75	20,1	22,5	Upwards
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-125,67	50,10			
7	EC7(NL)-Step 6.3		-148,21	103,34	33,8	37,5	Sufficient
7	EC7(NL)-Step 6.4		-122,85	92,48	33,8	37,7	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5	36,3	-113,87	66,04	22,3	25,0	Upwards
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-136,65	79,25			
8	EC7(NL)-Step 6.3		-99,95	89,20	30,5	34,3	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.4		-100,06	87,05	30,6	34,5	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5	36,4	-99,98	68,82	21,0	23,7	Upwards
8	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-119,98	82,58			
9	EC7(NL)-Step 6.3		-255,54	193,15	24,6	29,0	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.4		-219,70	182,78	24,7	29,4	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5	36,3	-139,53	137,22	15,7	21,2	Upwards
9	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-167,43	164,67			
10	EC7(NL)-Step 6.3		-428,59	219,58	23,9	28,1	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.4		-428,59	225,19	24,1	28,4	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5	40,2	-420,17	196,07	16,3	22,6	Upwards
10	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-504,21	235,28			
Max			-504,21	235,28	33,8	37,7	Sufficient

1.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support Rotatie 127 Mn	
		Force [kN]	Moment [kNm]
4	EC7(NL)-Step 6.3	-45,55	-47,38
5	EC7(NL)-Step 6.3	-119,16	-142,03
6	EC7(NL)-Step 6.3	-47,33	-48,23
7	EC7(NL)-Step 6.3	-120,27	-141,38
8	EC7(NL)-Step 6.3	-109,93	-93,46
9	EC7(NL)-Step 6.3	-302,51	-206,94
10	EC7(NL)-Step 6.3	-328,93	-
4	EC7(NL)-Step 6.4	-43,79	-42,19
5	EC7(NL)-Step 6.4	-111,67	-114,02
6	EC7(NL)-Step 6.4	-50,28	-52,09
7	EC7(NL)-Step 6.4	-111,56	-114,73
8	EC7(NL)-Step 6.4	-107,78	-86,51
9	EC7(NL)-Step 6.4	-292,13	-171,11
10	EC7(NL)-Step 6.4	-334,55	-

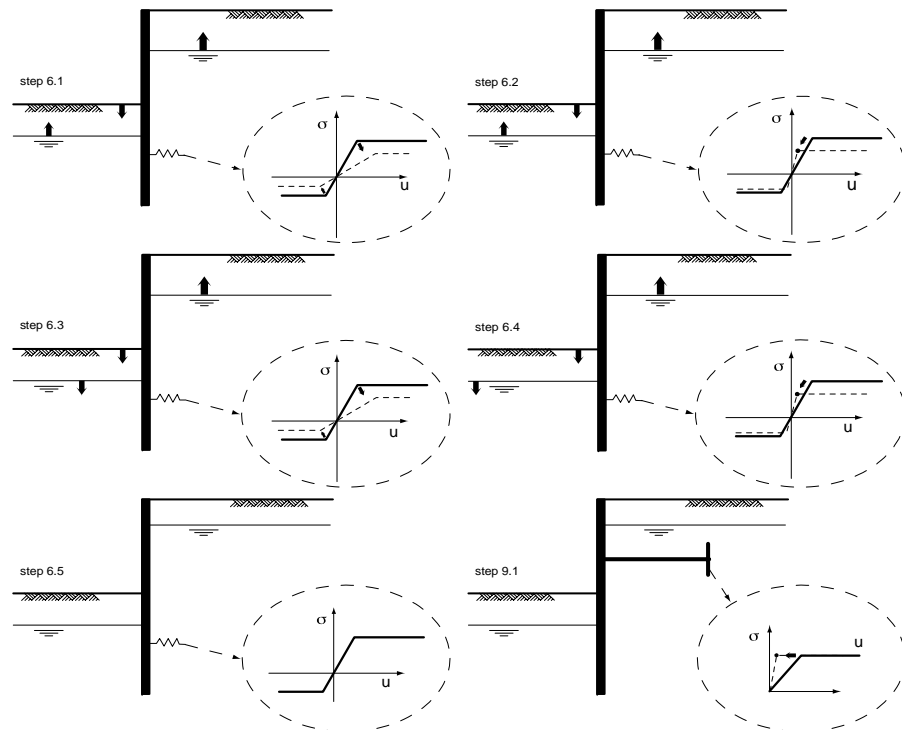
D-Sheet Piling 18.1

Stage nr.	Verification type	Support Rotatie 127 Mn	
		Force [kN]	Moment [kNm]
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-29,01	-16,34
5	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-84,83	-71,43
6	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-41,07	-33,80
7	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-93,76	-84,31
8	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-107,46	-64,36
9	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-274,63	-119,23
10	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-345,24	-
Max		-345,24	-206,94

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Gebruiksfas (1)	4,54
Gebruiksfas + ...	3,34
Gebruiksfas (2)	4,54
Gebruiksfas + ...	3,34
Opspanning -	4,35
Opspanning + 2...	3,26
moment	3,26

1.4 CUR Verification Steps



D-Sheet Piling 18.1

2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	10
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	17,30 m
Level top side	0,30 m
Number of sections	1
q _b ;max	5,00 MPa
Xi factor	1,26

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700	-17,00	0,30	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ² /m]	Note to reduction factor
AZ 26 -700	1,2541E+05	1,00	1,2541E+05	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26 -700	923,00	1,00	1,00	1,00	923,00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m]
AZ 26 -700	-17,00	0,30	460,00	1,38	187,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation
 Calculation refinement
 Reduce delta(s) according to CUR
 Verification

No
 Coarse
 Yes
 EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verification
 Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Verification of stage

4: Gebruiksfas (1)

Used partial factor set

RC 3

D-Sheet Piling 18.1

Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	5: Gebruiksfase + 20 kPa
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	6: Gebruiksfase (2)
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00

D-Sheet Piling 18.1

- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	7: Gebruiksfase + 20 kPa (2)
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	8: Opspanning -
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	

D-Sheet Piling 18.1

- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	9: Opspanning + 20 kPA
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	10: moment
Used partial factor set	RC 3
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30

D-Sheet Piling 18.1

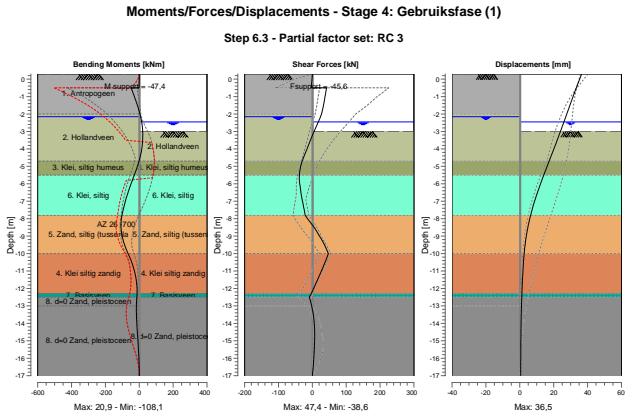
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Step 6.3 Stage 4: Gebruiksfasen (1)

3.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

3.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

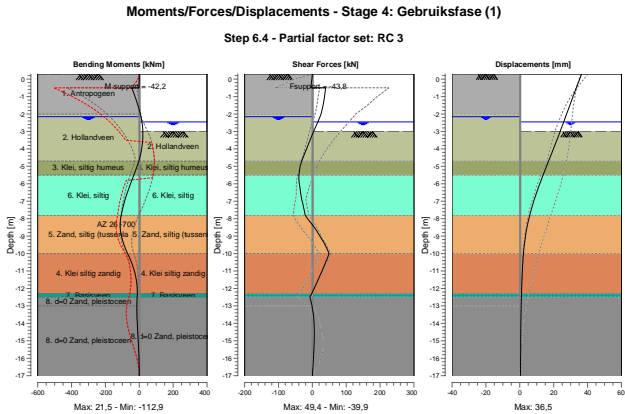


4 Step 6.4 Stage 4: Gebruiksfasen (1)

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

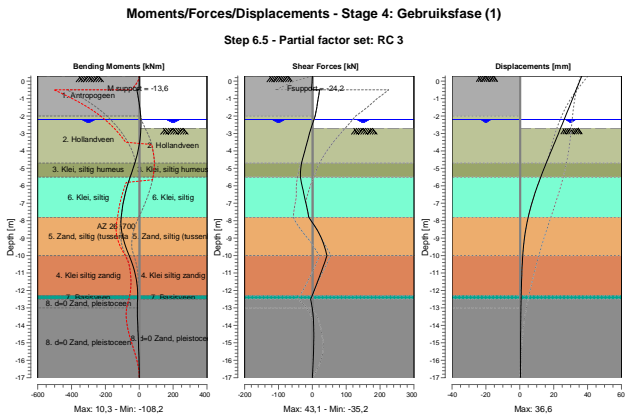


5 Step 6.5 Stage 4: Gebruiksfasen (1)

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

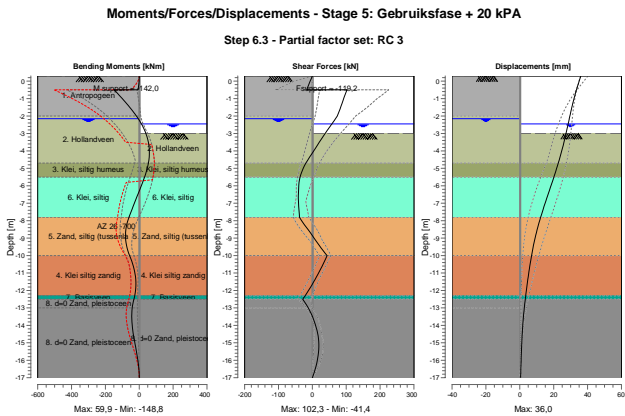


6 Step 6.3 Stage 5: Gebruiksfasen + 20 kPa

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

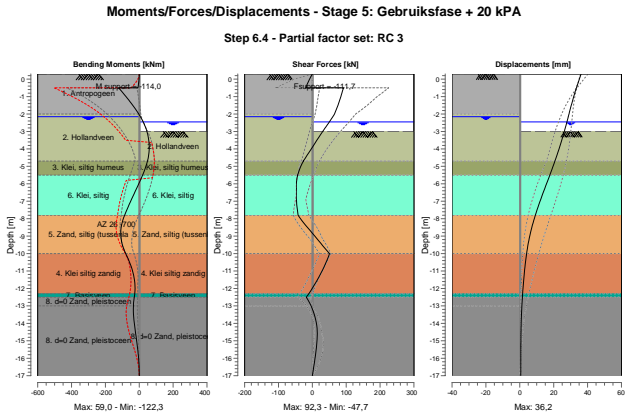


7 Step 6.4 Stage 5: Gebruiksfase + 20 kPa

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

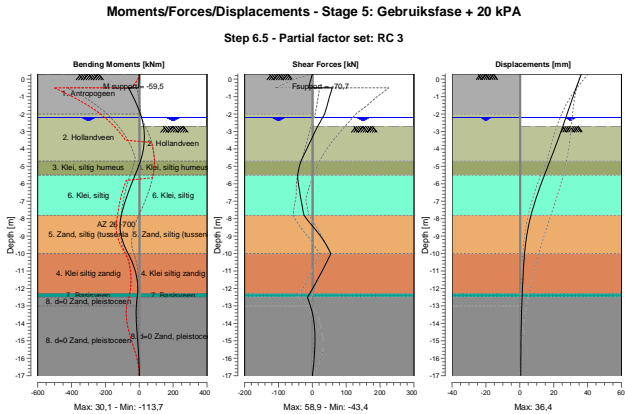


8 Step 6.5 Stage 5: Gebruiksfase + 20 kPa

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

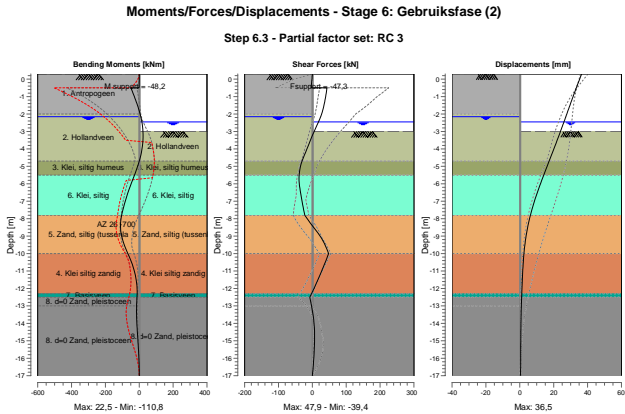


9 Step 6.3 Stage 6: Gebruiksfas (2)

9.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

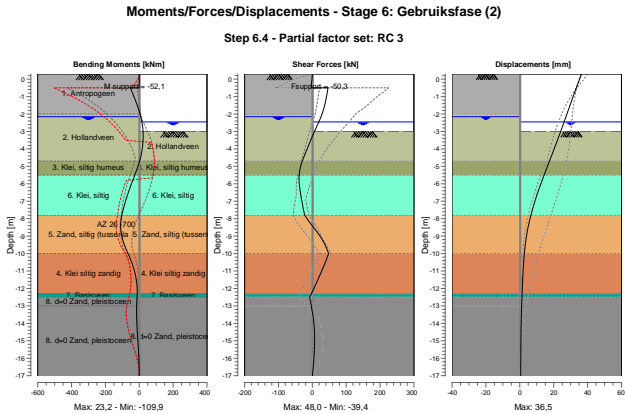


10 Step 6.4 Stage 6: Gebruiksfas (2)

10.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

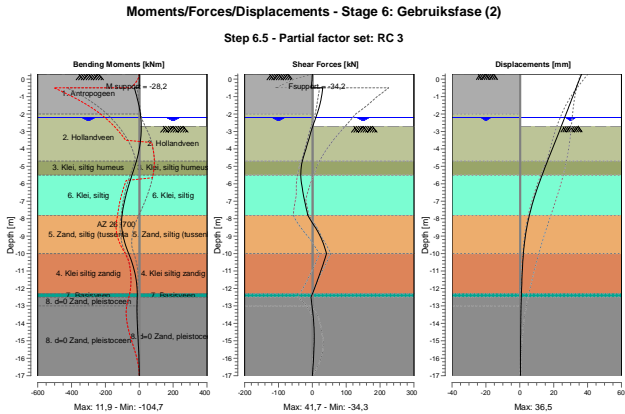


11 Step 6.5 Stage 6: Gebruiksfasen (2)

11.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

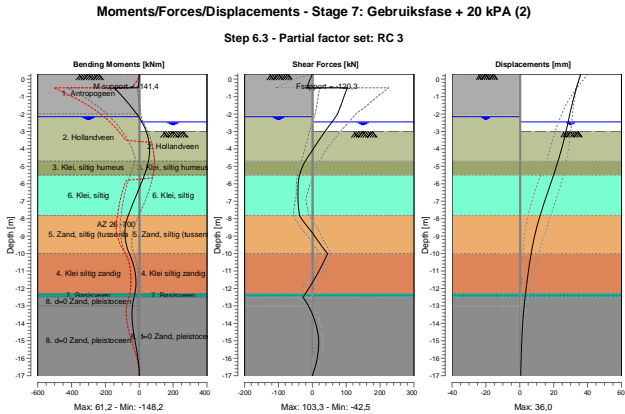


12 Step 6.3 Stage 7: Gebruiksfasen + 20 kPa (2)

12.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

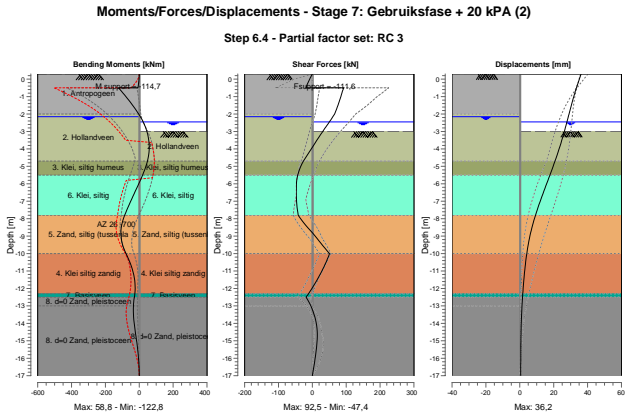


13 Step 6.4 Stage 7: Gebruiksfase + 20 kPa (2)

13.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

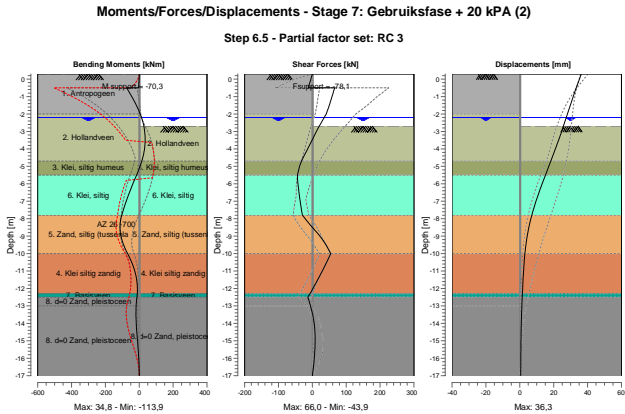


14 Step 6.5 Stage 7: Gebruiksfase + 20 kPa (2)

14.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

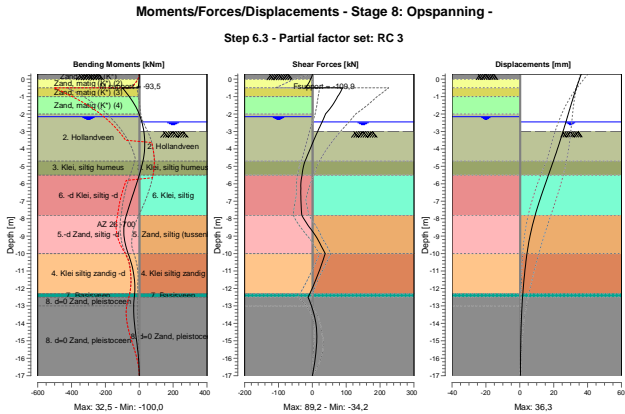


15 Step 6.3 Stage 8: Opspanning -

15.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

15.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

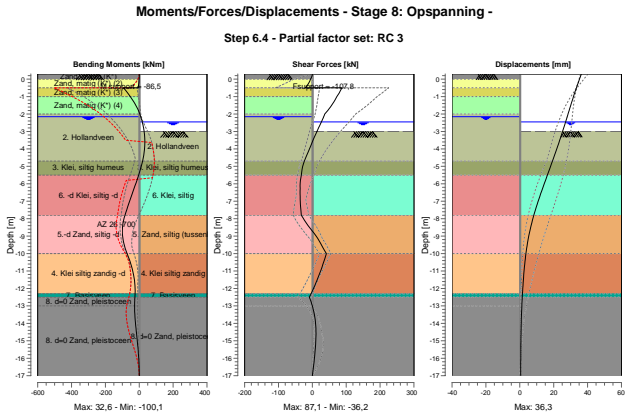


16 Step 6.4 Stage 8: Opspanning -

16.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

16.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

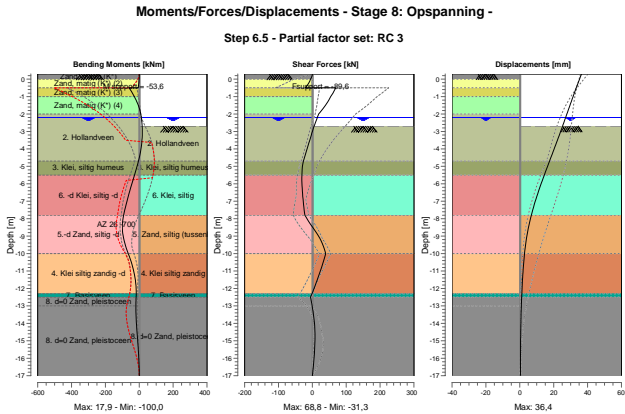


17 Step 6.5 Stage 8: Opspanning -

17.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

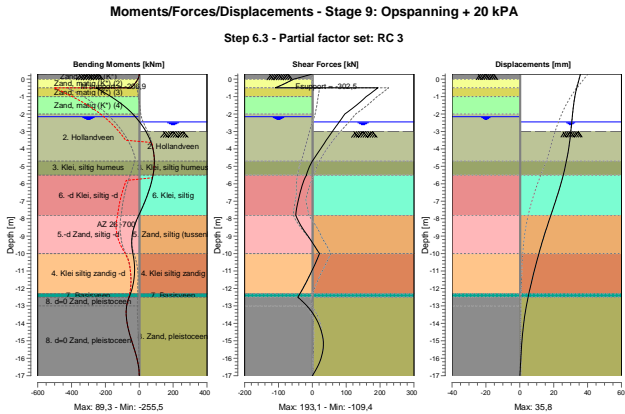


18 Step 6.3 Stage 9: Opspanning + 20 kPa

18.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

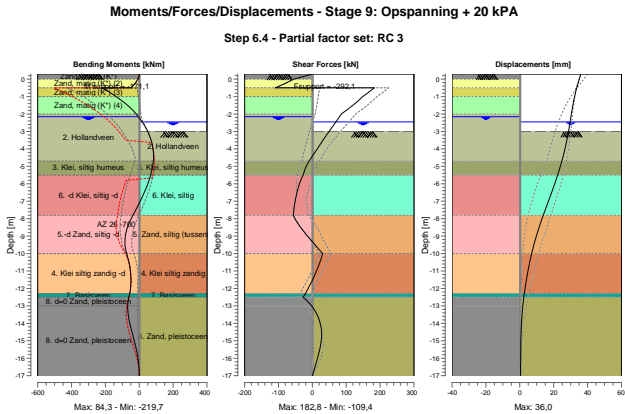


19 Step 6.4 Stage 9: Opspanning + 20 kPA

19.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



20 Step 6.5 Stage 9: Opspanning + 20 kPA

20.1 General Input Data

20.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m]	Translation [kN/m/m]
Rotatie 127 Mn	-0,50	1,27000E+05	1,00000E+06

20.2 Input Data Left

20.2.1 Calculation Method

Calculation method: Ka, Ko, Kp

20.2.2 Water Level

Water level: -2,20 [m]

20.2.3 Surface

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

20.2.4 Soil Material Properties in Profile: Hor opspanning

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, matig (K*)	0,30	18,00	20,00	0,00	n.a.	n.a.
Zand, matig (K...)	0,00	18,00	20,00	0,00	n.a.	n.a.
Zand, matig (K...)	-0,50	18,00	20,00	0,00	n.a.	n.a.
Zand, matig (K...)	-1,00	18,00	20,00	0,00	n.a.	n.a.
2. Hollandveen	-2,00	10,00	10,00	1,00	22,00	0,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	14,50	14,50	2,00	23,00	11,50
6. -d Klei, siltig -d	-5,50	15,00	15,00	2,00	25,00	-16,67
5.-d Zand, siltig...	-7,80	17,00	19,00	0,00	30,00	-20,00
4. Klei siltig za...	-10,00	17,00	17,00	2,00	25,00	-16,67
7. Basisveen	-12,30	11,00	11,00	5,00	22,00	0,00
8. d=0 Zand, pl...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00
8. d=0 Zand, pl...	-13,00	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, matig (K*)	0,30	n.a.	n.a.	n.a.
Zand, matig (K...)	0,00	n.a.	n.a.	n.a.
Zand, matig (K...)	-0,50	n.a.	n.a.	n.a.
Zand, matig (K...)	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.
2. Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
3. Klei, siltig hu...	-4,70	1,00	1,00	Fine
6. -d Klei, siltig -d	-5,50	1,00	1,00	Fine
5.-d Zand, siltig...	-7,80	1,00	1,00	Fine
4. Klei siltig za...	-10,00	1,00	1,00	Fine
7. Basisveen	-12,30	1,00	1,00	Fine
8. d=0 Zand, pl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
8. d=0 Zand, pl...	-13,00	1,00	1,00	Fine

D-Sheet Piling 18.1

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, matig (K*)	0,30	6,65	6,65	6,65	0,00	0,00
Zand, matig (K...	0,00	3,10	3,10	3,10	0,00	0,00
Zand, matig (K...	-0,50	1,56	1,56	1,56	0,00	0,00
Zand, matig (K...	-1,00	1,10	1,10	1,10	0,00	0,00
2. Hollandveen	-2,00	0,46	0,63	2,20	0,00	0,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	0,39	0,61	3,08	0,00	0,00
6. -d Klei, siltig -d	-5,50	0,52	0,58	1,47	0,00	0,00
5.-d Zand, siltig...	-7,80	0,44	0,50	1,55	0,00	0,00
4. Klei siltig za...	-10,00	0,52	0,58	1,47	0,00	-3,00
7. Basisveen	-12,30	0,46	0,63	2,20	-3,00	-3,00
8. d=0 Zand, pl...	-12,50	0,30	0,46	3,32	-3,00	-3,00
8. d=0 Zand, pl...	-13,00	0,30	0,46	3,32	-3,00	-3,00

20.2.5 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, matig (K*)	0,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig (K...	0,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig (K...	-0,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig (K...	-1,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
2. Hollandveen	-2,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	1500,00	1500,00	650,00	650,00
6. -d Klei, siltig -d	-5,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
5.-d Zand, siltig...	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
4. Klei siltig za...	-10,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
7. Basisveen	-12,30	2000,00	2000,00	800,00	800,00
8. d=0 Zand, pl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
8. d=0 Zand, pl...	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, matig (K*)	0,30	5000,00	5000,00
Zand, matig (K...	0,00	5000,00	5000,00
Zand, matig (K...	-0,50	5000,00	5000,00
Zand, matig (K...	-1,00	5000,00	5000,00
2. Hollandveen	-2,00	250,00	250,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	375,00	375,00
6. -d Klei, siltig -d	-5,50	800,00	800,00
5.-d Zand, siltig...	-7,80	3000,00	3000,00
4. Klei siltig za...	-10,00	500,00	500,00
7. Basisveen	-12,30	500,00	500,00
8. d=0 Zand, pl...	-12,50	5000,00	5000,00
8. d=0 Zand, pl...	-13,00	5000,00	5000,00

20.2.6 Uniform Loads

Name	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Verkeer 20kN/m2	20,00	Unfavourable (D-Sheet...	Variable

20.3 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Zand, matig (K*)	45,29
Zand, matig (K*) (2)	46,34
Zand, matig (K*) (3)	30,34
Zand, matig (K*) (4)	57,64
2. Hollandveen	79,55
3. Klei, siltig humeus	19,17

D-Sheet Piling 18.1

Name	Force
6. -d Klei, siltig -d	81,93
5.-d Zand, siltig -d	87,02
4. Klei siltig zandig -d	131,01
7. Basisveen	14,16
8. d=0 Zand, pleistoce...	18,38
8. d=0 Zand, pleistoce...	208,97

20.4 Input Data Right

20.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

20.4.2 Water Level

Water level: -2,20 [m]

20.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,70

20.4.4 Soil Material Properties in Profile: Ini

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
1. Antropogeen	1,00	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
2. Hollandveen	-2,00	10,00	10,00	1,00	22,00	0,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	14,50	14,50	2,00	23,00	11,50
6. Klei, siltig	-5,50	15,00	15,00	2,00	25,00	16,67
5. Zand, siltig (...)	-7,80	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
4. Klei siltig za...	-10,00	17,00	17,00	2,00	25,00	16,67
7. Basisveen	-12,30	11,00	11,00	5,00	22,00	0,00
8. Zand, pleisto...	-12,50	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
1. Antropogeen	1,00	1,00	1,00	Fine
2. Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
3. Klei, siltig hu...	-4,70	1,00	1,00	Fine
6. Klei, siltig	-5,50	1,00	1,00	Fine
5. Zand, siltig (...)	-7,80	1,00	1,00	Fine
4. Klei siltig za...	-10,00	1,00	1,00	Fine
7. Basisveen	-12,30	1,00	1,00	Fine
8. Zand, pleisto...	-12,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
1. Antropogeen	1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
2. Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
6. Klei, siltig	-5,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
5. Zand, siltig (...)	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
4. Klei siltig za...	-10,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-3,00
7. Basisveen	-12,30	n.a.	n.a.	n.a.	-3,00	-3,00
8. Zand, pleisto...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-3,00	-3,00

20.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
1. Antropogeen	1,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
2. Hollandveen	-2,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	1500,00	1500,00	650,00	650,00
6. Klei, siltig	-5,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
5. Zand, siltig (...)	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
4. Klei siltig za...	-10,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
7. Basisveen	-12,30	2000,00	2000,00	800,00	800,00
8. Zand, pleisto...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
1. Antropogeen	1,00	3000,00	3000,00
2. Hollandveen	-2,00	250,00	250,00
3. Klei, siltig hu...	-4,70	375,00	375,00
6. Klei, siltig	-5,50	800,00	800,00
5. Zand, siltig (...)	-7,80	3000,00	3000,00
4. Klei siltig za...	-10,00	500,00	500,00
7. Basisveen	-12,30	500,00	500,00
8. Zand, pleisto...	-12,50	5000,00	5000,00

20.5 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	-3,03	0,0	3,1	0,00	0,63	49,02
2	-3,70	0,0	3,4	0,00	0,63	17,80
3	-4,37	0,0	3,7	0,00	0,63	11,56
4	-5,10	0,0	15,6	0,00	0,61	6,91
5	-5,88	0,0	35,2	0,00	0,58	5,74
6	-6,65	0,0	50,2	0,00	0,58	4,97
7	-7,42	0,0	65,6	0,00	0,58	4,66
8	-8,17	4,5	114,7	0,23	0,50	5,90
9	-8,90	7,3	151,6	0,28	0,50	5,79
10	-9,63	9,2	189,6	0,28	0,50	5,76
11	-10,38	11,4	166,3	0,29	0,58	4,21
12	-11,15	13,7	191,5	0,30	0,58	4,16
13	-11,92	15,9	216,7	0,30	0,58	4,12
14	-12,40	18,7	155,6	0,33	0,63	2,78
15	-12,75	15,2	343,7	0,26	0,46	5,86
16	-13,40	16,9	381,9	0,26	0,46	5,85
17	-14,20	19,1	429,2	0,26	0,46	5,85
18	-15,00	21,2	476,6	0,26	0,46	5,85
19	-15,80	23,4	524,1	0,26	0,46	5,84
20	-16,60	25,5	571,6	0,26	0,46	5,84

20.6 Calculated force from a layer Right

Name	Force
1. Antropogeen	0,00
2. Hollandveen	6,76
3. Klei, siltig humeus	9,30
6. Klei, siltig	77,36
5. Zand, siltig (tussenla	169,40
4. Klei siltig zandig	75,74
7. Basisveen	7,78
8. Zand, pleistoceen	244,43

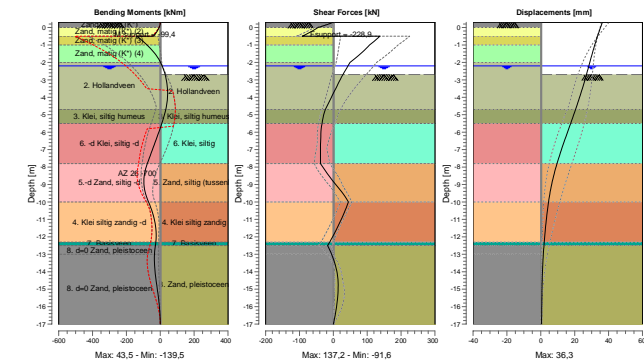
20.7 Calculation Results

Number of iterations: 3

20.7.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 9: Opspanning + 20 kPa

Step 6.5 - Partial factor set: RC 3



20.7.2 Moments, Forces and Displacements

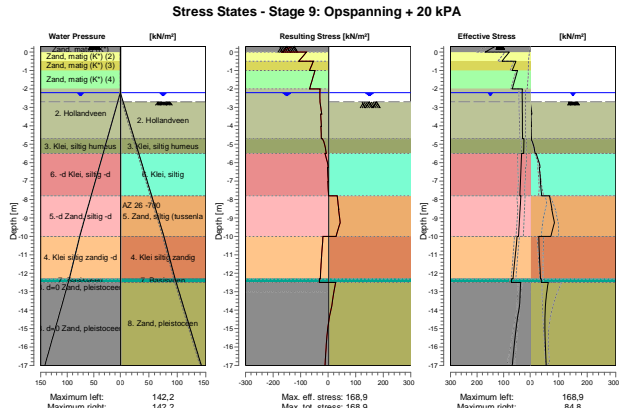
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,30	0,00	0,00	36,3
1	0,00	-6,52	-45,29	35,3
2	0,00	-6,52	-45,29	35,3
2	-0,50	-40,17	-91,63	33,5
3	-0,50	-139,53	137,22	33,5
3	-1,00	-78,21	106,88	31,8
4	-1,00	-78,21	106,89	31,8
4	-1,50	-31,15	80,55	30,3
5	-1,50	-31,14	80,55	30,3
5	-2,00	1,51	49,25	28,9
6	-2,00	1,51	49,25	28,9
6	-2,20	10,77	43,31	28,4
7	-2,20	10,77	43,31	28,4
7	-2,70	28,67	28,32	26,9
8	-2,70	28,67	28,32	26,9
8	-3,37	41,41	10,65	24,9
9	-3,37	41,41	10,65	24,9
9	-4,03	42,67	-6,61	22,8
10	-4,03	42,67	-6,60	22,8
10	-4,70	32,57	-23,51	20,5
11	-4,70	32,56	-23,49	20,5
11	-5,50	9,13	-33,36	17,6
12	-5,50	9,13	-33,33	17,6
12	-6,27	-18,48	-37,16	14,8
13	-6,27	-18,48	-37,14	14,8
13	-7,03	-47,42	-38,01	12,1

D-Sheet Piling 18.1

D-Sheet Piling 18.1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-7,03	-47,42	-37,99	12,1
14	-7,80	-76,63	-37,87	9,6
15	-7,80	-76,62	-37,85	9,6
15	-8,53	-95,06	-11,74	7,5
16	-8,53	-95,06	-11,71	7,5
16	-9,27	-92,96	18,21	5,8
17	-9,27	-92,96	18,22	5,8
17	-10,00	-69,26	44,58	4,6
18	-10,00	-69,26	44,59	4,6
18	-10,77	-40,99	28,72	3,5
19	-10,77	-40,99	28,72	3,5
19	-11,53	-25,92	10,18	2,7
20	-11,53	-25,92	10,17	2,7
20	-12,30	-25,98	-10,68	2,0
21	-12,30	-25,98	-10,68	2,0
21	-12,50	-28,75	-17,07	1,9
22	-12,50	-28,75	-17,07	1,9
22	-13,00	-34,17	-5,11	1,5
23	-13,00	-34,17	-5,10	1,5
23	-13,80	-32,47	8,31	1,1
24	-13,80	-32,47	8,31	1,1
24	-14,60	-22,95	14,04	0,8
25	-14,60	-22,95	14,02	0,8
25	-15,40	-11,83	12,94	0,6
26	-15,40	-11,83	12,93	0,6
26	-16,20	-3,31	7,85	0,5
27	-16,20	-3,31	7,84	0,5
27	-17,00	0,00	0,00	0,5
Max		-139,53	137,22	36,3
Max, minor nodes incl.		-139,53	137,22	36,3

20.7.3 Charts of Stresses



20.7.4 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	0,30	133,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	0,00	168,91	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	0,00	78,74	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	-0,50	106,64	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-0,50	53,66	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-1,00	67,70	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-1,00	47,74	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-1,50	57,64	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-1,50	57,64	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-2,00	67,54	0,00	A		0,00	0,00	-	
6	-2,00	29,40	0,00	1		0,00	0,00	-	
6	-2,20	30,10	0,00	1		0,00	0,00	-	
7	-2,20	30,13	0,00	1		0,00	0,00	-	
7	-2,70	29,82	4,91	1		0,00	4,91	-	
8	-2,70	29,82	4,91	1		0,00	4,91	P	
8	-3,37	29,43	11,45	1		6,21	11,45	P	
9	-3,37	29,43	11,45	1		2,26	11,45	P	
9	-4,03	29,14	17,98	1		4,51	17,98	P	
10	-4,03	29,14	17,98	1		2,93	17,98	P	
10	-4,70	28,90	24,52	1		4,39	24,52	P	
11	-4,70	23,45	24,52	1		2,62	24,52	P	
11	-5,50	24,50	32,37	1		17,54	32,37	2	61
12	-5,50	32,50	32,37	A		21,04	32,37	3	89
12	-6,27	34,58	39,89	A		34,36	39,89	2	74
13	-6,27	34,58	39,89	A		32,08	39,89	2	80
13	-7,03	36,66	47,41	A		36,93	47,41	2	61
14	-7,03	36,66	47,41	A		35,57	47,41	2	63
14	-7,80	38,75	54,94	A		40,21	54,94	2	54
15	-7,80	35,09	54,94	A		67,97	54,94	2	72
15	-8,53	38,07	62,13	A		76,59	62,13	2	57
16	-8,53	38,07	62,13	A		75,69	62,13	2	57
16	-9,27	41,04	69,32	A		84,77	69,32	1	50
17	-9,27	41,04	69,32	A		84,77	69,32	1	50
17	-10,00	44,01	76,52	A		72,84	76,52	1	35
18	-10,00	49,33	76,52	A		30,07	76,52	1	20
18	-10,77	54,29	83,04	1		31,79	83,04	1	18
19	-10,77	54,29	83,04	1		31,79	83,04	1	18
19	-11,53	59,69	89,56	1		33,91	89,56	1	17
20	-11,53	59,69	89,56	1		33,91	89,56	1	17
20	-12,30	64,84	96,08	1		36,28	96,08	1	16
21	-12,30	70,57	96,08	1		38,96	96,08	1	25
21	-12,50	71,04	98,04	1		38,79	98,04	1	25
22	-12,50	35,98	98,04	A		63,23	98,04	1	19
22	-13,00	37,52	102,95	A		58,35	102,95	1	16
23	-13,00	37,52	102,95	A		58,35	102,95	1	16
23	-13,80	40,54	110,80	1		53,35	110,80	1	13
24	-13,80	40,54	110,80	1		53,35	110,80	1	13
24	-14,60	49,47	118,64	1		51,59	118,64	1	11
25	-14,60	49,47	118,64	1		51,59	118,64	1	11
25	-15,40	56,44	126,49	1		52,17	126,49	1	10
26	-15,40	56,44	126,49	1		52,17	126,49	1	10
26	-16,20	62,18	134,34	1		53,97	134,34	1	10
27	-16,20	62,18	134,34	1		53,97	134,34	1	10
27	-17,00	67,53	142,19	1		56,16	142,19	1	9

*

Stat
Mob

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

20.7.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	819,8	590,8
Water	1056,8	1056,8
Total	1876,6	1647,6

Considered as passive side
 Right side is assigned as passive side by user
 Maximum passive effective resistance 3019,64 kN
 Mobilized passive effective resistance 590,77 kN
 Percentage mobilized resistance 19,6 %
 Position single support -0,50 m
 Maximum passive moment 38832,72 kNm
 Mobilized passive moment 6352,25 kNm
 Percentage mobilized moment 16,4 %

20.7.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1,26
 Partial factor base resistance 1,20
 Maximum point resistance 5,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	20,06
Vertical force passive	206,66
Resulting vertical force (no dead weight)	226,72
Vertical toe capacity Rb;d	61,84
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	20,06
Vertical force passive	206,66
Resulting vertical force (no dead weight)	226,72
Vertical toe capacity Rb;d	1521,16
Resultant goes up	

20.7.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
0,30	Zand, matig (K*)	-18,02	-2,70	2. Hollandveen	0,00
0,00	Zand, matig (K...)	-18,44	-4,70	3. Klei, siltig hu...	1,89
-0,50	Zand, matig (K...)	-12,07	-5,50	6. Klei, siltig	23,16
-1,00	Zand, matig (K...)	-22,94	-7,80	5. Zand, siltig (...)	61,66
-2,00	2. Hollandveen	0,00	-10,00	4. Klei siltig za...	22,68
-4,70	3. Klei, siltig hu...	-3,90	-12,30	7. Basisveen	0,00
-5,50	6. -d Klei, siltig -d	24,53	-12,50	8. Zand, pleisto...	97,27
-7,80	5.-d Zand, siltig...	31,67			
-10,00	4. Klei siltig za...	39,23			
-12,30	7. Basisveen	0,00			
-12,50	8. d=0 Zand, pl...	0,00			
-13,00	8. d=0 Zand, pl...	0,00			

20.7.8 Rigid and Spring Supports

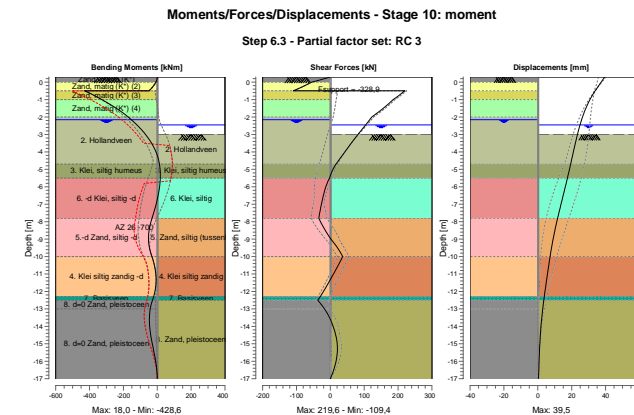
Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-0,50	-228,86	-99,36

21 Step 6.3 Stage 10: moment

21.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

21.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

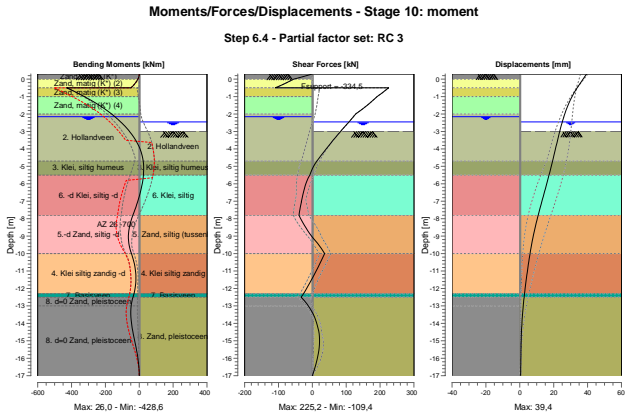


22 Step 6.4 Stage 10: moment

22.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

22.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

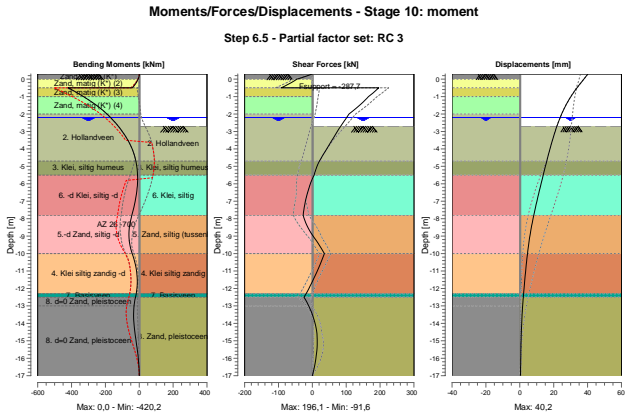


23 Step 6.5 Stage 10: moment

23.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

23.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

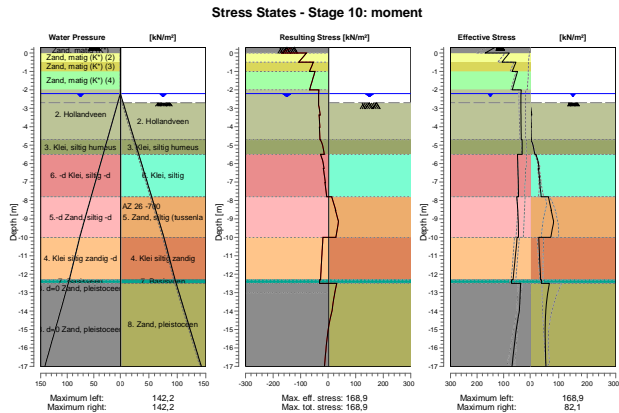


23.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,30	0,00	0,00	40,2
1	0,00	-6,52	-45,29	37,8
2	0,00	-6,52	-45,29	37,8
2	-0,50	-40,17	-91,63	33,8
3	-0,50	-420,17	196,07	33,8
3	-1,00	-329,43	165,73	30,1
4	-1,00	-329,43	165,73	30,1
4	-1,50	-252,94	139,39	27,2
5	-1,50	-252,94	139,39	27,2
5	-2,00	-190,87	108,10	24,7
6	-2,00	-190,87	108,10	24,7
6	-2,20	-169,92	101,27	23,8
7	-2,20	-169,92	101,27	23,8
7	-2,70	-123,63	83,88	21,9
8	-2,70	-123,63	83,88	21,9
8	-3,37	-75,13	62,38	19,7
9	-3,37	-75,13	62,38	19,7
9	-4,03	-40,65	41,36	17,7
10	-4,03	-40,65	41,37	17,7
10	-4,70	-19,96	20,95	15,9
11	-4,70	-19,96	20,97	15,9
11	-5,50	-10,19	5,25	13,8
12	-5,50	-10,18	5,27	13,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-6,27	-12,68	-10,22	11,9
13	-6,27	-12,68	-10,21	11,9
13	-7,03	-24,90	-20,74	10,0
14	-7,03	-24,90	-20,72	10,0
14	-7,80	-43,55	-27,12	8,3
15	-7,80	-43,55	-27,09	8,3
15	-8,53	-58,61	-12,24	6,8
16	-8,53	-58,61	-12,20	6,8
16	-9,27	-59,25	11,87	5,5
17	-9,27	-59,25	11,87	5,5
17	-10,00	-41,52	35,49	4,5
18	-10,00	-41,51	35,50	4,5
18	-10,77	-20,17	19,83	3,7
19	-10,77	-20,17	19,83	3,7
19	-11,53	-11,72	1,84	2,9
20	-11,53	-11,72	1,83	2,9
20	-12,30	-17,92	-18,38	2,2
21	-12,30	-17,92	-18,38	2,2
21	-12,50	-22,22	-24,60	2,1
22	-12,50	-22,22	-24,60	2,1
22	-13,00	-30,91	-10,76	1,7
23	-13,00	-30,91	-10,75	1,7
23	-13,80	-32,73	5,07	1,2
24	-13,80	-32,73	5,07	1,2
24	-14,60	-24,64	13,58	0,9
25	-14,60	-24,64	13,57	0,9
25	-15,40	-13,22	13,90	0,7
26	-15,40	-13,22	13,90	0,7
26	-16,20	-3,81	8,91	0,5
27	-16,20	-3,81	8,91	0,5
27	-17,00	0,00	0,00	0,4
Max		-420,17	196,07	40,2
Max, minor nodes incl.		-420,17	196,07	40,2

23.1.3 Charts of Stresses



23.1.4 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	0,30	133,00	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	0,00	168,91	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	0,00	78,74	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	-0,50	106,64	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-0,50	53,66	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-1,00	67,70	0,00	P		0,00	0,00	-	
4	-1,00	47,74	0,00	P		0,00	0,00	-	
4	-1,50	57,64	0,00	P		0,00	0,00	-	
5	-1,50	57,64	0,00	P		0,00	0,00	-	
5	-2,00	67,54	0,00	P		0,00	0,00	-	
6	-2,00	33,61	0,00	1		0,00	0,00	-	
6	-2,20	34,62	0,00	1		0,00	0,00	-	
7	-2,20	34,65	0,00	1		0,00	0,00	-	
7	-2,70	34,86	4,91	1		0,00	4,91	-	
8	-2,70	34,86	4,91	1		0,00	4,91	A	
8	-3,37	34,70	11,45	1		5,77	11,45	3	93
9	-3,37	34,70	11,45	1		1,82	11,45	3	81
9	-4,03	34,23	17,98	1		4,09	17,98	3	91
10	-4,03	34,23	17,98	1		2,51	17,98	3	86
10	-4,70	33,51	24,52	1		4,01	24,52	3	91
11	-4,70	30,35	24,52	1		1,82	24,52	2	69
11	-5,50	30,18	32,37	1		16,27	32,37	2	57
12	-5,50	47,65	32,37	1	46	20,15	32,37	3	85
12	-6,27	46,22	39,89	1	42	31,19	39,89	2	67
13	-6,27	46,22	39,89	1	42	28,91	39,89	2	72
13	-7,03	44,89	47,41	1	39	34,68	47,41	2	58
14	-7,03	44,89	47,41	1	39	33,32	47,41	2	59
14	-7,80	43,96	54,94	1		38,78	54,94	2	52
15	-7,80	50,75	54,94	1	41	63,70	54,94	2	67
15	-8,53	46,81	62,13	1	35	74,21	62,13	2	55
16	-8,53	46,81	62,13	1	35	73,30	62,13	2	55
16	-9,27	44,71	69,32	1		81,10	69,32	1	47
17	-9,27	44,71	69,32	1		81,10	69,32	1	48
17	-10,00	44,33	76,52	1		72,52	76,52	1	35
18	-10,00	49,38	76,52	1		30,01	76,52	1	20
18	-10,77	54,01	83,04	1		32,07	83,04	1	18
19	-10,77	54,01	83,04	1		32,07	83,04	1	18
19	-11,53	59,28	89,56	1		34,32	89,56	1	17
20	-11,53	59,28	89,56	1		34,32	89,56	1	17
20	-12,30	64,43	96,08	1		36,70	96,08	1	16
21	-12,30	70,16	96,08	1		39,38	96,08	1	25
21	-12,50	70,64	98,04	1		39,19	98,04	1	25
22	-12,50	35,98	98,04	A		67,22	98,04	1	20
22	-13,00	37,52	102,95	A		61,82	102,95	1	17
23	-13,00	37,52	102,95	A		61,82	102,95	1	17
23	-13,80	39,97	110,80	A		55,75	110,80	1	14
24	-13,80	39,97	110,80	A		55,75	110,80	1	14
24	-14,60	48,12	118,64	1		52,94	118,64	1	12
25	-14,60	48,12	118,64	1		52,94	118,64	1	12
25	-15,40	55,99	126,49	1		52,62	126,49	1	11
26	-15,40	55,99	126,49	1		52,62	126,49	1	11
26	-16,20	62,49	134,34	1		53,66	134,34	1	10
27	-16,20	62,49	134,34	1		53,66	134,34	1	10
27	-17,00	68,55	142,19	1		55,14	142,19	1	9

*

Stat
Mob

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

D-Sheet Piling 18.1**23.1.5 Percentage mobilized resistance**

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	873,6	585,8
Water	1056,8	1056,8
Total	1930,5	1642,6

Considered as passive side
 Right side is assigned as passive side by user
 Maximum passive effective resistance 3019,64 kN
 Mobilized passive effective resistance 585,75 kN
 Percentage mobilized resistance 19,4 %
 Position single support -0,50 m
 Maximum passive moment 38832,72 kNm
 Mobilized passive moment 6357,93 kNm
 Percentage mobilized moment 16,4 %

23.1.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1,26
 Partial factor base resistance 1,20
 Maximum point resistance 5,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	31,04
Vertical force passive	205,74
Resulting vertical force (no dead weight)	236,78
Vertical toe capacity Rb;d	61,84
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	31,04
Vertical force passive	205,74
Resulting vertical force (no dead weight)	236,78
Vertical toe capacity Rb;d	1521,16
Resultant goes up	

23.1.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
0,30	Zand, matig (K*)	-18,02	-2,70	2. Hollandveen	0,00
0,00	Zand, matig (K...)	-18,44	-4,70	3. Klei, siltig hu...	1,73
-0,50	Zand, matig (K...)	-12,07	-5,50	6. Klei, siltig	21,71
-1,00	Zand, matig (K...)	-22,94	-7,80	5. Zand, siltig (...)	59,77
-2,00	2. Hollandveen	0,00	-10,00	4. Klei siltig za...	22,89
-4,70	3. Klei, siltig hu...	-4,93	-12,30	7. Basisveen	0,00
-5,50	6. -d Klei, siltig -d	31,42	-12,50	8. Zand, pleisto...	99,64
-7,80	5.-d Zand, siltig...	37,01			
-10,00	4. Klei siltig za...	39,02			
-12,30	7. Basisveen	0,00			
-12,50	8. d=0 Zand, pl...	0,00			
-13,00	8. d=0 Zand, pl...	0,00			

23.1.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-0,50	-287,70	0,00

End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 10/4/2018
Time of report: 2:01:19 PM
Report with version: 18.1.1.2

Date of calculation: 9/20/2018
Time of calculation: 1:50:19 PM
Calculated with version: 18.1.1.2

File name: \\.\03_Ecopassage\02_Dsheet\Ecopassage - 103_faseringscherm

Project identification: N200
Ecopassage
Dragende damwand - integraaloplossing

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

1 Summary

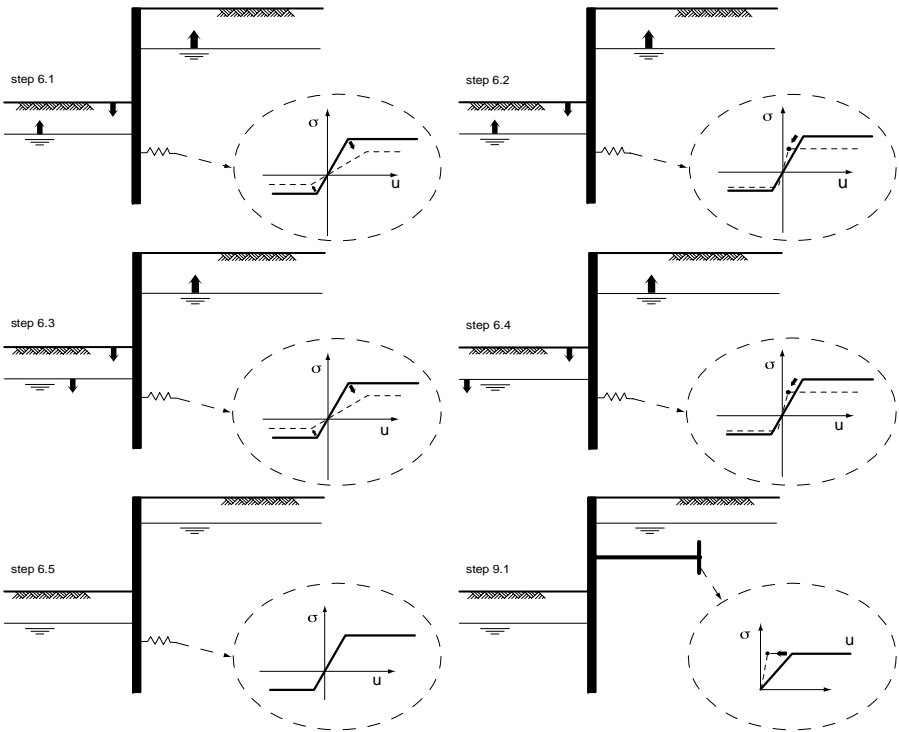
1.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-1,16	-0,76	0,0	18,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0,70	-0,65	0,0	18,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.3		2,50	1,68	0,0	18,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		1,52	1,43	0,0	18,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,0	0,00	0,00	0,0	12,6	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		0,00	0,00			
2	EC7(NL)-Step 6.1		-31,09	15,39	0,0	29,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		-18,46	11,52	0,0	29,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		-32,44	16,55	0,0	30,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		-19,34	12,74	0,0	29,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	6,9	-17,85	18,51	0,0	20,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-21,42	22,21			
3	EC7(NL)-Step 6.1		-179,93	103,01	0,0	59,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		-179,42	102,22	0,0	59,2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3		-162,15	92,68	0,0	60,5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		-160,98	90,62	0,0	60,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	18,8	-30,52	-19,13	0,0	32,2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-36,62	-22,95			
Max			-179,93	103,01	0,0	60,5	Sufficient

1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Bouwfase-aanb...	10000,00
Bouwfase-ontgr...	3,34
Bouwfase max ...	1,89

1.3 CUR Verification Steps



2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

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

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

2.2 Sheet Piling Properties

Length	11,20 m
Level top side	0,20 m
Number of sections	1
q _{b,max}	2,00 MPa
Xi factor	1,26

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 14-700	-11,00	0,20	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 14-700	4,6599E+04	1,00	4,6599E+04	

2.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 14-700	492,00	1,00	1,00	0,50	246,00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 14-700	-11,00	0,20	316,00	1,22	146,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation
Calculation refinement
Reduce delta(s) according to CUR
Verification

No
Coarse
Yes
EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verification according to Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Verification of stage

1: Bouwfase-aanbrengen damwand

Used partial factor set

RC 2

D-Sheet Piling 18.1

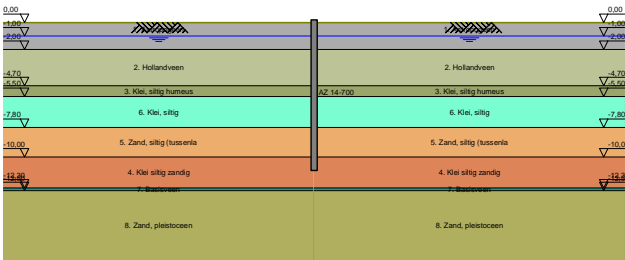
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry 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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	2: Bouwfase-ontgr. ok gording
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20
Verification of stage	3: Bouwfase max ontgraving (1)
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00

D-Sheet Piling 18.1

- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,45
- Tangent phi	1,25
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Outline Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

Outline - Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

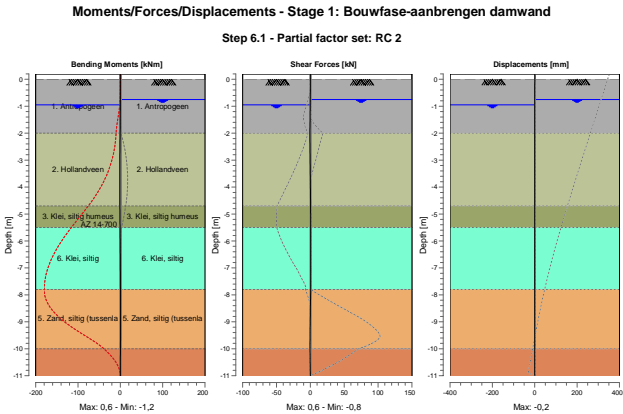


4 Step 6.1 Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

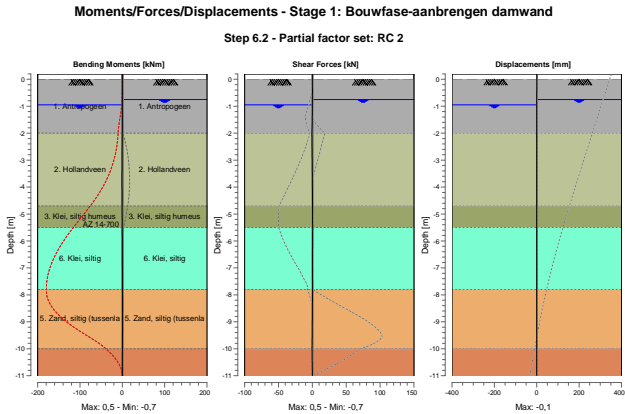


5 Step 6.2 Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

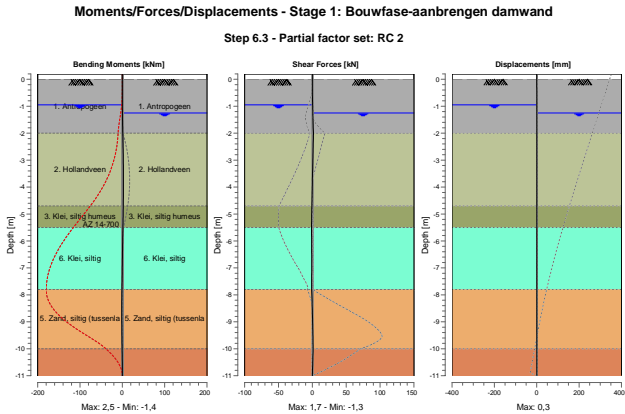


6 Step 6.3 Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

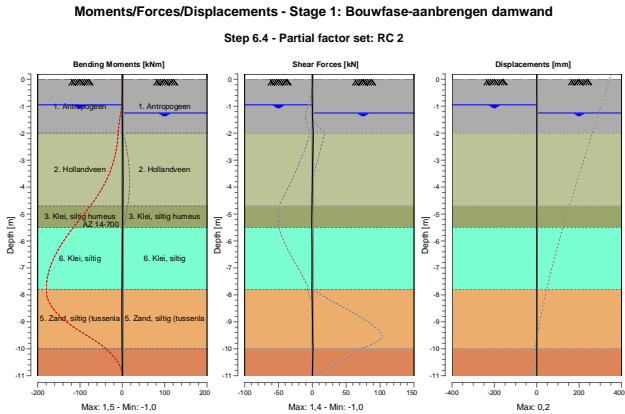


7 Step 6.4 Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

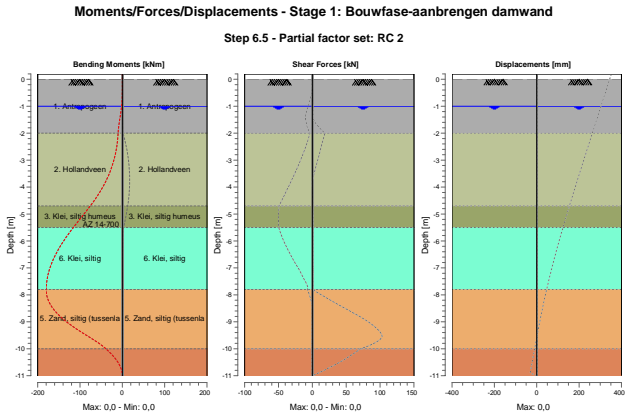


8 Step 6.5 Stage 1: Bouwfase-aanbrengen damwand

8.1 Calculation Results

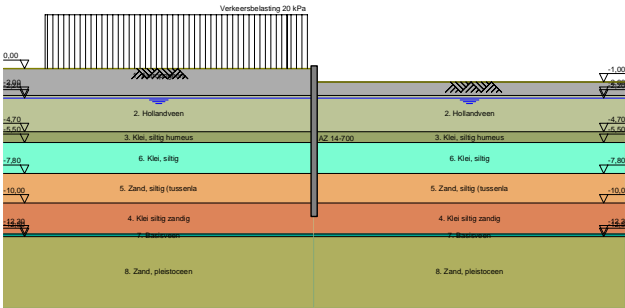
Number of iterations: 2

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9 Outline Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

Outline - Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording



10 Step 6.1 Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

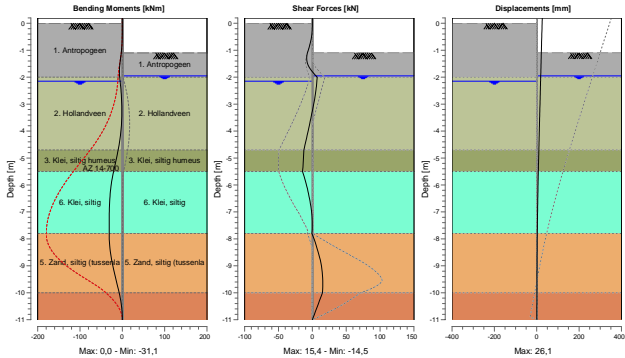
10.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2

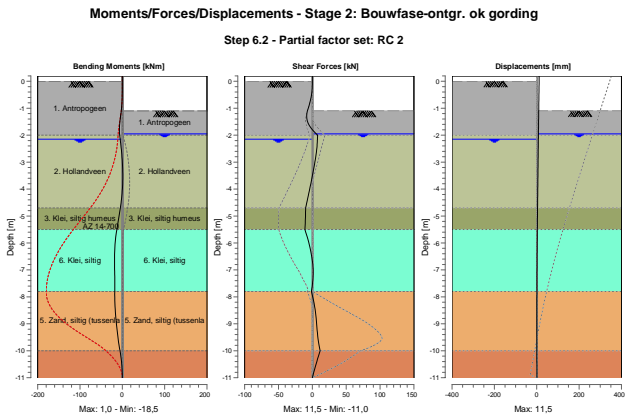


11 Step 6.2 Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

11.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

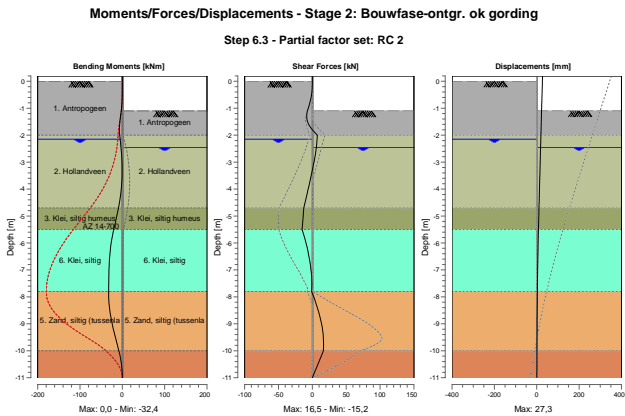


12 Step 6.3 Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

12.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

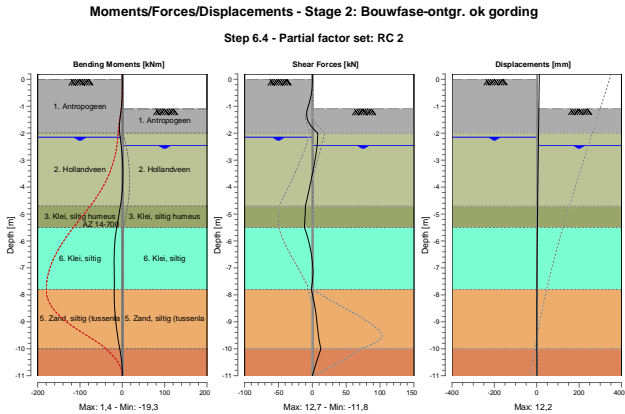


13 Step 6.4 Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

13.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

13.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

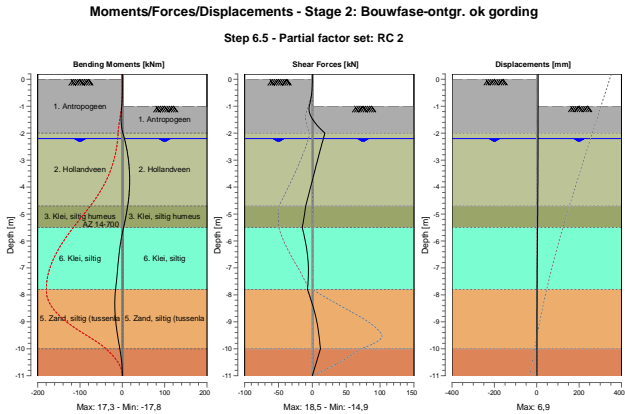


14 Step 6.5 Stage 2: Bouwfase-ontgr. ok gording

14.1 Calculation Results

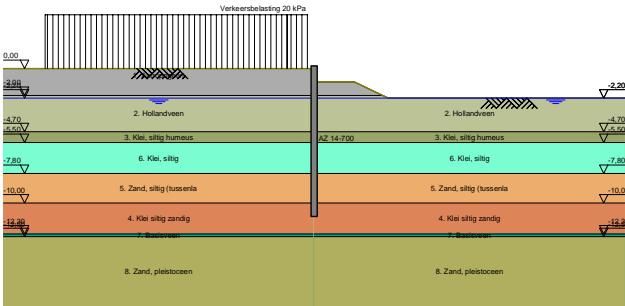
Number of iterations: 4

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



15 Outline Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

Outline - Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)



16 Step 6.1 Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

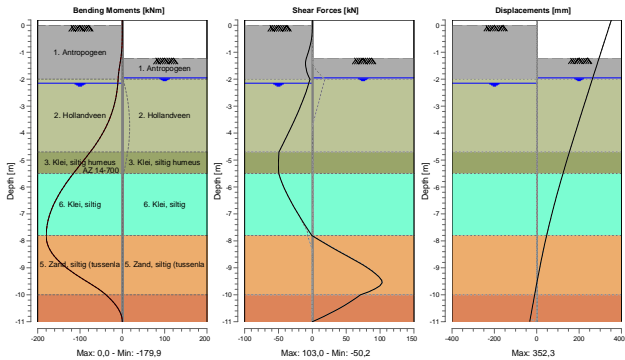
16.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

16.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2

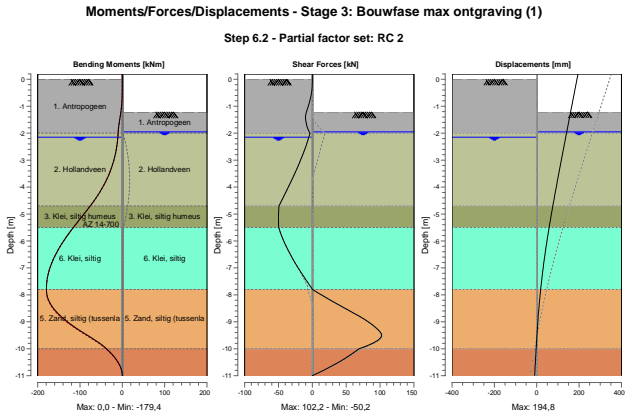


17 Step 6.2 Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

17.1 Calculation Results

Number of iterations: 8

17.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

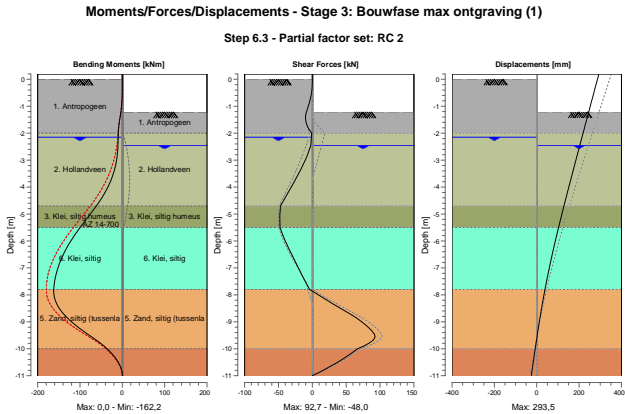


18 Step 6.3 Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

18.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

18.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

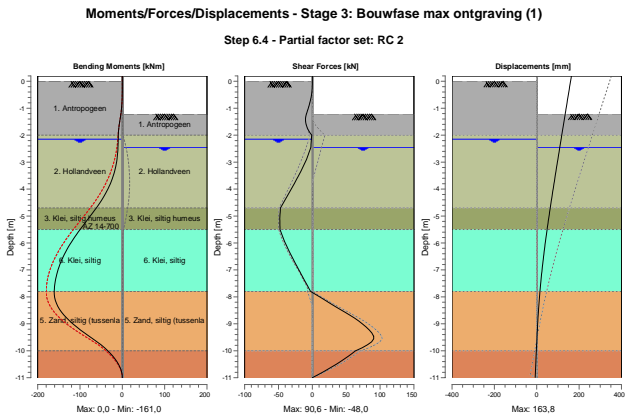


19 Step 6.4 Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

19.1 Calculation Results

Number of iterations: 8

19.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

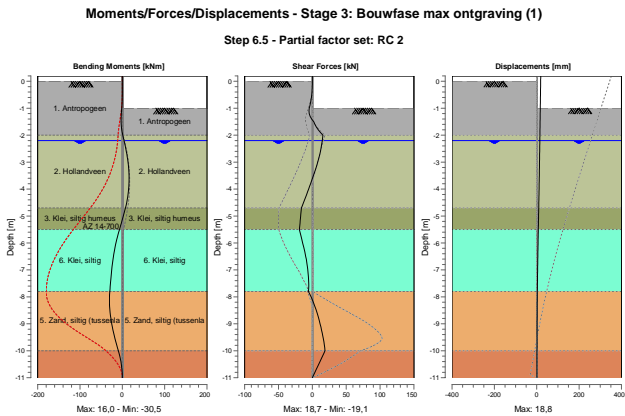


20 Step 6.5 Stage 3: Bouwfase max ontgraving (1)

20.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

20.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



End of Report

Bijlage 4 Damwandcontrole conform NEN-EN-1993-5



Project: N200
Projectnummer: C1620801

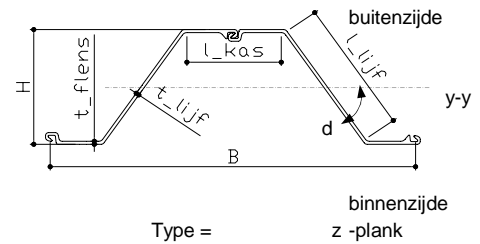
Opsteller: ACA
Datum: 27-9-2018
Revisie: rev 1

Damwandcontrole volgens NEN EN 1993-5, NEN-EN 1997-1 en CUR 166 6e druk

Omschrijving: Damwand Ecopassage - toets maximaal moment - Corrosie 0,96mm / zijde (80 jaar)

Damwandgegevens

Damwand: type = AZ26-700
Staalsoort: kwaliteit = S355GP
Corrosie binnenzijde: $x_{cor,in}$ = 0,96 mm
Corrosie buitenzijde: $x_{cor,uit}$ = 0,96 mm
Sloten gelast: nee -



Interne krachten berekend volgens EN 1997-1

Rekenwaarde buigend moment: M_{Ed} = 504 kNm / m
Rekenwaarde afschuiving: V_{Ed} = 50 kN / m
Rekenwaarde normaalkracht: N_{Ed} = 670 kN / m

Type = z-plank

Kniklengte: ℓ = 8,4 m
Waterdrukverschil over damwand: w = 0,0 m

Voor bepaling kniklengte zie NEN EN 1993-5 H5.2.3

Levensduur en veiligheidsniveau constructie

verhoging partiële factoren volgens CUR 166 pag. 72

Veiligheidsklasse: RC3 -
Levensduur: 100 Jaar
Lengte effect in rekening brengen voor b_n ? nee
 $b_{n,lengte}$ incl. lengteeffect (zie figuur): $b_{n,lengte}$ = -

Gewenste betrouwbaarheidsindex: b_n = 4,5 -
invloedsfactor onzekerheid sterkte: a_r = 0,8 -
Referentie betrouwbaarheidsindex: b_{ref} = 4,3 -
Variatiecoëfficiënt voor sterkte van staal: V_r = 0,1 -

Correctiefactor op partiële factoren: $g_{M,corr} = \exp(a_r * (b_n - b_{ref}) * \sqrt{\ln(1 + V_r^2)})$
 $g_{M,corr}$ = 1,016 -

Partiële factoren: γ_{M0} = 1,02
 γ_{M1} = 1,12

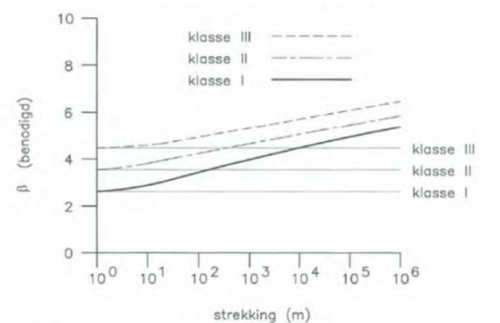


Fig. 2.13. Lengte-effect bij damwanden op de benodigde β -waarden bij CUR veiligheidsklassen.

Profiel eigenschappen voor damwand met corrosie

	Ongecorrodeerd	Gecorrodeerd		Ongecorrodeerd	Gecorrodeerd
H =	460 mm	458,08 mm	L_{kas} =	361 mm	361 mm
B =	1400 mm	1400 mm	A =	18700 mm ² / m	16173 mm ² / m
$t_{flens} = t_f$ =	12,2 mm	10,28 mm	$W_{y,el}$ =	2600 cm ³ / m	2262 cm ³ / m
$t_{lijf} = t_w$ =	12,2 mm	10,28 mm	$W_{y,pl}$ =	3070 cm ³ / m	2666 cm ³ / m
d =	55,2 °		I_y =	59720 cm ⁴ / m	51816 cm ⁴ / m

Gecorrodeerde oppervlakte

Corrosie totaal: x_{cor} = 1,92 mm
Lengte lijf: $L_{lijf} \approx H / \sin(d)$ = 560,2 mm
Oppervlak gecorrodeerd: $A_{cor} = A - x_{cor} * 2 * (L_{lijf} + L_{kas}) * (1000 / B)$ = 16173 mm² / m

Gecorrodeerd traagheidsmoment

Correctie voor kas: $I_{cor,kas} = 1/12 * L_{kas} * (x_{cor})^3 + x_{cor} * L_{kas} * (0,5 * H)^2$ = 3636,1 * 10⁴ mm⁴
Correctie voor lijf: $I_{cor,lijf} = 1/12 * (x_{cor} / \sin(d)) * H^3$ = 1896,6 * 10⁴ mm⁴
Traagheidsmoment: $I_{cor} = I - 2 * (I_{cor,kas} + I_{cor,lijf}) * (1000 / B)$ = 51816 * 10⁴ mm⁴ / m

Gecorrodeerd weerstandsmoment

Elastisch weerstandsmoment: $W_{el,cor} = I_{cor} / (0,5 * H_{cor})$ = 2262 * 10³ mm³ / m
Plastisch weerstandsmoment: $W_{pl,cor} = W_{pl} - (2 * L_{lijf} * x_{cor} * 0,25 * H + 2 * L_{kas} * x_{cor} * 0,5 * H) * (1000 / B)$
 $W_{pl,cor}$ = 2666 * 10³ mm³ / m



Project: N200
Projectnummer: C1620801

Opsteller: ACA
Datum: 27-9-2018
Revisie: rev 1

Klasse-indeling gecorrodeerd profiel (5.2.1)

Vloei spanning	$f_y =$	355 N/mm ²
Bezuikspanning	$f_u =$	480 N/mm ²
$e = \sqrt{(235 / f_y)} =$	0,81 -	
$b_{benadering} = L_{kas} + t_w =$	373,2 mm	*
$b / t_f / e =$	ongecor. 37,6	gecor. 44,6 -
klasse bij ongereduc. $f_y =$	2	2 -
Gereduceerde vloei spanning $f_{y,red} =$	355	355,0 N/mm ²
Profielklasse	2	2 -

Bij klasse 4 profiel wordt f_y gereduceerd tot max 235 N/mm² voor een klasse 3 berekening: **N.v.t.**

Handmatig gekozen profielklasse (optioneel) = -

Table 5-1: Classification of cross-sections

Classification	Z-profile	U-profile
Class 1	- the same boundaries as for class 2 apply - a rotation check has to be carried out	
Class 2	$\frac{b/t_f}{e} \leq 45$	$\frac{b/t_f}{e} \leq 37$
Class 3	$\frac{b/t_f}{e} \leq 66$	$\frac{b/t_f}{e} \leq 49$
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	f_y [N/mm ²] 240 270 320 355 390 430	ϵ 0,99 0,93 0,86 0,81 0,78 0,74
Key: b : width of the flat portion of the flange, measured between the corner radii, provided that the ratio r/t_f is not greater than 5,0; 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.		

* voor b is aangenomen dat dit overeenkomt met $l_{kas} + t_{lijf}$

- Klasse 1: plastische berekening met herverdeling mag worden gedaan, mits het profiel voldoende rotatiecapaciteit heeft.
 Klasse 2: elastische berekening mag worden uitgevoerd met plastisch weerstandsmoment
 Klasse 3: elastische berekening en verdeling van spanningen over de doorsnede, vloeit op de uiterste vezel is toegelaten.
 Klasse 4: plooi gevoelige doorsnede berekening volgens bijlage A van 1993-5, onderstaande berekening is niet van toepassing

In onderstaande berekeningen wordt steeds uitgegaan van de gecorrodeerde eigenschappen van het damwandprofiel

Lokale effecten als gevolg van waterdruk (5.2.4)

Alleen voor z-planken en geldig bij een waterdrukverschil tussen 5m en 20m

w = rekenwaarde waterdrukverschil =	5,0 m
$b = \max(b_{benadering}, c / \sqrt{2}) =$	386 mm
$t_{min} = \min(t_f; t_w) =$	10,28 mm
$(b / t_{min}) e =$	30,5 -

voor de berekening van c zie hieronder bij 1.

$r_p =$	$(b / t_{min}) e =$			
w =	20	30	40	50
5	1	1	1	1
10	0,99	0,97	0,95	0,87
15	0,98	0,96	0,92	0,76
20	0,98	0,94	0,88	0,60

Bij gelaste sloten $r_p = 1,0$

reductiefactor op vloei spanning $r_p =$	1,000 -
Rekenw. vloei spanning $f_{y,red} = f_y * r_p =$	355,0 N/mm ²
(de waarde $f_{y,red}$ wordt in het vervolg gebruikt voor f_y)	

Damwandcontrole met buiging, afschuiving en normaalkracht, incl. corrosie (5.2.2 t/m 5.2.3)

1. Controle dwarskrachtcapaciteit lijven damwand

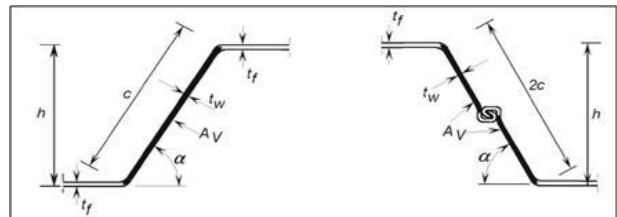
Plooi controle van het lijf nodig als $c / t_w > 72 e$

Voor z-plank: $c = (h - t_f) / \sin \alpha =$ 545,3 mm

Voor u-plank: $c = (h - t_f) / (2 * \sin \alpha) =$ n.v.t. mm

$c / t_w = 53,0 < 72 * e = 58,6$

Conclusie: **Geen plooi controle van het lijf nodig**



Afschuifoppervlak per lijf	$A_v = t_w * (H - t_f) =$	4603 mm ²
Opneembare dwarskracht	$V_{pl,Rd} = 2 * A_v * f_y / (\sqrt{3} * B * g_{M0}) =$	1326,5 kN / m
Controle dwarskrachtcapaciteit	$UC = V_{Ed} / V_{pl,Rd} =$	

UC = 0,04 Akkoord



Project:
Projectnummer:

N200
C1620801

Opsteller:
Datum:
Revisie:

ACA
27-9-2018
rev 1

2. Plooi controle lijven

Relatieve slankheid $I = 0,346 * c / t_w * \sqrt{(f_y / E)} = 0,75 -$

Toelaatbare spanning t.b.v plooi volgens tabel 6.1 van NEN EN 1993-1-3:
voor een lijf zonder verstijving bij de oplegging $f_{bv} =$

$I_w \leq 0,83 \rightarrow f_{bv} = 0,58 * f_y = 205,9 \text{ N/mm}^2$
 $0,83 < I_w < 1,40 \rightarrow f_{bv} = 0,48 * f_y / I = 225,8 \text{ N/mm}^2$
 $I_w \geq 1,40 \rightarrow f_{bv} = 0,67 * f_y / I^2 = 417,6 \text{ N/mm}^2$

Conclusie toelaatbare spanning $f_{bv} = 205,9 \text{ N/mm}^2$
 Opneembare dwarskracht $V_{b,Rd} = 2 * (h - t_f) * t_w * f_{bv} / (B * g_{M0}) = 1332,6 \text{ kN / m}$

Controle plooi capaciteit $UC = V_{Ed} / V_{b,Rd} =$

UC = N.V.T.

3. Moment capaciteit damwand

Reductiefactor weerstandsmoment (1,0 voor Z-planken en < 1,0 voor U-planken)

$b_B = 1,0 -$

Moment capaciteit plastisch klasse 1 & 2 $M_{c,Rd,2} = b_B * W_{pl} * f_y / g_{M0} = 931,3 \text{ kNm / m}$

Moment capaciteit elastisch klasse 3 $M_{c,Rd,3} = b_B * W_{el} * f_y / g_{M0} = 790,4 \text{ kNm / m}$

Reductiefactor als $V_{pl,Rd} < 2 * V_{Ed}$ dan $r = (2 * V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,00 -$

Moment capaciteit voor dwarskracht $M_{v,Rd} = [b_B * W_{pl} - (r * (2A_v)^2 / (4t_w * \sin d * B))] * f_y / g_{M0} = 946,3 \text{ kNm / m}$

4. Knik capaciteit damwand voor normaalkracht

Knik lengte

$\ell = 8,4 \text{ m}$

Reductiefactor traagheidsmoment ($b_D = 1,0$ voor z-plank en < 1,0 voor u-plank)

$b_D = 1,0 -$

Elastisch kritische normaalkracht $N_{cr} = E * I * b_D * \pi^2 / \ell^2$ $N_{cr} = 15220,4 \text{ kN / m}$

Of, elastisch kritische normaalkracht bepaald met een geotechnische berekening $N_{cr} = \text{ kN / m}$

Knik stabiliteit van de damwand toetsen als $N_{Ed} / N_{cr} \geq 0,04$

UC = 0,04 -

Knik stabiliteit toetsen!

5. Controle knik stabiliteit bij buiging en normaalkracht

slankheid $I = \sqrt{(A * f_y / N_{cr})}$

$I = 0,61 -$

imperfectiefactor volgens knikkromme d uit NEN-EN 1993-1-1 (6.3.1.2)

$a = 0,76 -$

factor t.b.v. knikcoëfficiënt $F = 0,5 * (1 + a * (I - 0,2) + I^2)$

$F = 0,85 -$

knikcoëfficiënt $c = 1 / (F + \sqrt{(F^2 - I^2)})$ en < 1,0

$c = 0,70 -$

Klasse damwandprofiel:

$i = 2 -$

Weerstand tegen normaalkracht $N_{pl,Rd} = A * f_y / g_{M0}$

$N_{pl,Rd} = 5650,6 \text{ kN / m}$

Moment capaciteit damwand excl. reductie voor dwarskracht

$M_{c,Rd,i} = 931,3 \text{ kNm / m}$

Controle knik stabiliteit bij buiging en normaalkracht

$UC = N_{Ed} / (c * N_{pl,Rd} * g_{M0} / g_{M1}) + 1,15 * M_{Ed} / (M_{c,Rd} * g_{M0} / g_{M1})$

UC = 0,87 Akkoord

6. Controle moment capaciteit in combinatie met normaalkracht

Klasse damwandprofiel:

$i = 2 -$

Moment capaciteit damwand is minimum van $M_{c,Rd,i}$ en $M_{v,Rd} =$

$M_{c,Rd} = 931,3 \text{ kNm / m}$

Verwaarlozen van normaalkracht als $N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 0,1$

$UC = 0,12 -$

Combinatie controle uitvoeren

Klasse 1 / 2 profiel

Z-plank $M_{N,Rd} = 1,11 * M_{c,Rd} * (1 - N_{Ed} / N_{pl,Rd})$

$M_{N,Rd} = 911,2 \text{ kNm / m}$

U-plank $M_{N,Rd} = 1,33 * M_{c,Rd} * (1 - N_{Ed} / N_{pl,Rd})$

$M_{N,Rd} = \text{N.V.T. kNm / m}$

Klasse 3 profiel $M_{N,Rd} = M_{c,Rd} * (1 - N_{Ed} / N_{pl,Rd})$

$M_{N,Rd} = \text{N.V.T. kNm / m}$

Moment capaciteit damwand op basis van belastingen, type damwand en klasse:

911,2 kNm / m

Combinatie controle:

UC = 0,55 Akkoord

Ruimte voor opmerkingen



Project: N200
Projectnummer: C1620801

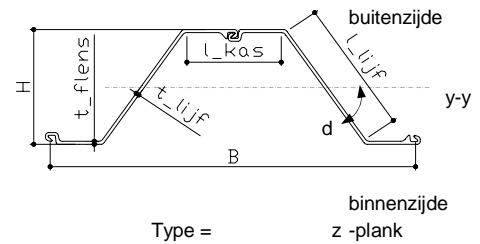
Opsteller: ACA
Datum: 7-9-2018
Revisie: rev 1

Damwandcontrole volgens NEN EN 1993-5, NEN-EN 1997-1 en CUR 166 6e druk

Omschrijving: Damwand Ecopassage - toets in veenlaag!

Damwandgegevens

Damwand: type = AZ26-700
Staalsoort: kwaliteit = S355GP
Corrosie binnenzijde: $x_{cor,in}$ = 2,6 mm
Corrosie buitenzijde: $x_{cor,uit}$ = 2,6 mm
Sloten gelast: nee -



Interne krachten berekend volgens EN 1997-1

Rekenwaarde buigend moment: M_{ed} = 225 kNm / m
Rekenwaarde afschuiving: V_{ed} = 50 kN / m
Rekenwaarde normaalkracht: N_{ed} = 670 kN / m

Type = z-plank

Kniklengte: ℓ = 8,4 m
Waterdrukverschil over damwand: w = 0,0 m

Voor bepaling kniklengte zie NEN EN 1993-5 H5.2.3

Levensduur en veiligheidsniveau constructie

verhoging partiële factoren volgens CUR 166 pag. 72

Veiligheidsklasse: RC3 -
Levensduur: 100 Jaar
Lengte effect in rekening brengen voor b_n ? nee
 $b_{n,lengte}$ incl. lengteeffect (zie figuur): $b_{n,lengte}$ = -

Gewenste betrouwbaarheidsindex: b_n = 4,5 -
invloedsfactor onzekerheid sterkte: a_r = 0,8 -
Referentie betrouwbaarheidsindex: b_{ref} = 4,3 -
Variatiecoëfficiënt voor sterkte van staal: V_r = 0,1 -

Correctiefactor op partiële factoren: $g_{M,corr} = \exp(a_r * (b_n - b_{ref}) * \sqrt{\ln(1 + V_r^2)})$
 $g_{M,corr}$ = 1,016 -

Partiële factoren: g_{M0} = 1,02
 g_{M1} = 1,12

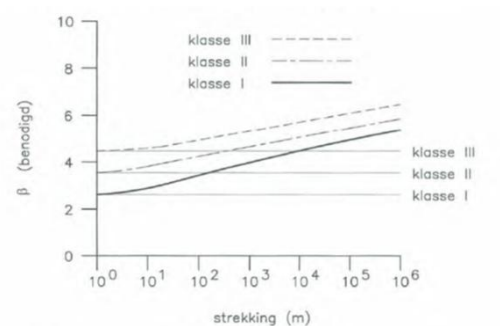


Fig. 2.13. Lengte-effect bij damwanden op de benodigde β -waarden bij CUR veiligheidsklassen.

Profiel eigenschappen voor damwand met corrosie

	Ongecorrodeerd	Gecorrodeerd		Ongecorrodeerd	Gecorrodeerd
H =	460 mm	454,8 mm	L_{kas} =	361 mm	361 mm
B =	1400 mm	1400 mm	A =	18700 mm ² / m	11857 mm ² / m
$t_{flens} = t_f$ =	12,2 mm	7 mm	$W_{y,ei}$ =	2600 cm ³ / m	1694 cm ³ / m
$t_{lijf} = t_w$ =	12,2 mm	7 mm	$W_{y,pl}$ =	3070 cm ³ / m	1975 cm ³ / m
d =	55,2 °		I_y =	59720 cm ⁴ / m	38514 cm ⁴ / m

Gecorrodeerde oppervlakte

Corrosie totaal: x_{cor} = 5,2 mm
Lengte lijf: $L_{lijf} \approx H / \sin(d)$ = 560,2 mm
Oppervlak gecorrodeerd: $A_{cor} = A - x_{cor} * 2 * (L_{lijf} + L_{kas}) * (1000 / B)$ = 11857 mm² / m

Gecorrodeerd traagheidsmoment

Correctie voor kas: $I_{cor,kas} = 1/12 * L_{kas} * (x_{cor})^3 + x_{cor} * L_{kas} * (0,5 * H)^2$ = 9707,6 * 10⁴ mm⁴
Correctie voor lijf: $I_{cor,lijf} = 1/12 * (x_{cor} / \sin(d)) * H^3$ = 5136,6 * 10⁴ mm⁴
Traagheidsmoment: $I_{cor} = I - 2 * (I_{cor,kas} + I_{cor,lijf}) * (1000 / B)$ = 38514 * 10⁴ mm⁴ / m

Gecorrodeerd weerstandsmoment

Elastisch weerstandsmoment: $W_{el,cor} = I_{cor} / (0,5 * H_{cor})$ = 1694 * 10³ mm³ / m
Plastisch weerstandsmoment: $W_{pl,cor} = W_{pl} - (2 * L_{lijf} * x_{cor} * 0,25 * H + 2 * L_{kas} * x_{cor} * 0,5 * H) * (1000 / B)$
 $W_{pl,cor}$ = 1975 * 10³ mm³ / m



Project: N200
Projectnummer: C1620801

Opsteller: ACA
Datum: 7-9-2018
Revisie: rev 1

Klasse-indeling gecorrodeerd profiel (5.2.1)

Vloei spanning	$f_y =$	355 N/mm ²
Bezuikspanning	$f_u =$	480 N/mm ²
$e = \sqrt{(235 / f_y)} =$	0,81 -	
$b_{benadering} = L_{kas} + t_w =$	373,2 mm	*
$b / t_f / e =$	ongecor. 37,6	gecor. 65,5 -
klasse bij ongereduc. $f_y =$	2	3 -
Gereduceerde vloei spanning $f_{y,red} =$	355	355,0 N/mm ²
Profielklasse	2	3 -

Bij klasse 4 profiel wordt f_y gereduceerd tot max 235 N/mm² voor een klasse 3 berekening: **N.v.t.**

Handmatig gekozen profielklasse (optioneel) = -

Table 5-1: Classification of cross-sections

Classification	Z-profile	U-profile
Class 1	- the same boundaries as for class 2 apply - a rotation check has to be carried out	
Class 2	$\frac{b/t_f}{e} \leq 45$	$\frac{b/t_f}{e} \leq 37$
Class 3	$\frac{b/t_f}{e} \leq 66$	$\frac{b/t_f}{e} \leq 49$
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	f_y [N/mm ²] 240 270 320 355 390 430	ϵ 0,99 0,93 0,86 0,81 0,78 0,74
Key: b : width of the flat portion of the flange, measured between the corner radii, provided that the ratio r/t_f is not greater than 5,0; 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.		

* voor b is aangenomen dat dit overeenkomt met $l_{kas} + t_{lijf}$

- Klasse 1: plastische berekening met herverdeling mag worden gedaan, mits het profiel voldoende rotatiecapaciteit heeft.
 Klasse 2: elastische berekening mag worden uitgevoerd met plastisch weerstandsmoment
 Klasse 3: elastische berekening en verdeling van spanningen over de doorsnede, vloeit op de uiterste vezel is toegelaten.
 Klasse 4: plooi gevoelige doorsnede berekening volgens bijlage A van 1993-5, onderstaande berekening is niet van toepassing

In onderstaande berekeningen wordt steeds uitgegaan van de gecorrodeerde eigenschappen van het damwandprofiel

Lokale effecten als gevolg van waterdruk (5.2.4)

Alleen voor z-planken en geldig bij een waterdrukverschil tussen 5m en 20m

w = rekenwaarde waterdrukverschil =	5,0 m
$b = \max(b_{benadering}; c / \sqrt{2}) =$	386 mm
$t_{min} = \min(t_f; t_w) =$	7 mm
$(b / t_{min}) e =$	44,8 -
reductiefactor op vloei spanning $r_p =$	1,000 -
Rekenw. vloei spanning $f_{y,red} = f_y * r_p =$	355,0 N/mm ²
(de waarde $f_{y,red}$ wordt in het vervolg gebruikt voor f_y)	

voor de berekening van c zie hieronder bij 1.

$r_p =$	$(b / t_{min}) e =$			
w =	20	30	40	50
5	1	1	1	1
10	0,99	0,97	0,95	0,87
15	0,98	0,96	0,92	0,76
20	0,98	0,94	0,88	0,60

Bij gelaste sloten $r_p = 1,0$

Damwandcontrole met buiging, afschuiving en normaalkracht, incl. corrosie (5.2.2 t/m 5.2.3)

1. Controle dwarskrachtcapaciteit lijven damwand

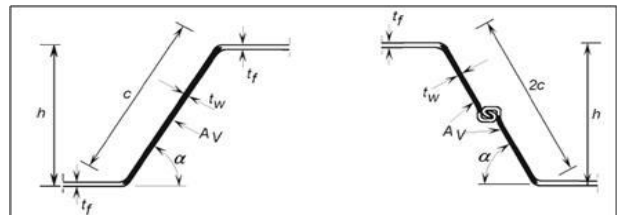
Plooi controle van het lijf nodig als $c / t_w > 72 e$

Voor z-plank: $c = (h - t_f) / \sin \alpha =$ 545,3 mm

Voor u-plank: $c = (h - t_f) / (2 * \sin \alpha) =$ n.v.t. mm

$c / t_w = 77,9 > 72 * e = 58,6$

Conclusie: **Plooi controle van lijf uitvoeren!**



Afschuifoppervlak per lijf	$A_v = t_w * (H - t_f) =$	3135 mm ²
Opneembare dwarskracht	$V_{pl,Rd} = 2 * A_v * f_y / (\sqrt{3} * B * g_{M0}) =$	903,3 kN / m
Controle dwarskrachtcapaciteit	$UC = V_{Ed} / V_{pl,Rd} =$	

UC = 0,06 Akkoord



Project:
Projectnummer:

N200
C1620801

Opsteller:
Datum:
Revisie:

ACA
7-9-2018
rev 1

2. Plooi controle lijven

Relatieve slankheid $I = 0,346 * c / t_w * \sqrt{(f_y / E)} = 1,11 -$

Toelaatbare spanning t.b.v plooi volgens tabel 6.1 van NEN EN 1993-1-3:
voor een lijf zonder verstijving bij de oplegging $f_{bv} =$

$I_w \leq 0,83 \rightarrow f_{bv} = 0,58 * f_y = 205,9 \text{ N/mm}^2$
 $0,83 < I_w < 1,40 \rightarrow f_{bv} = 0,48 * f_y / I = 153,8 \text{ N/mm}^2$
 $I_w \geq 1,40 \rightarrow f_{bv} = 0,67 * f_y / I^2 = 193,6 \text{ N/mm}^2$

Conclusie toelaatbare spanning $f_{bv} = 153,8 \text{ N/mm}^2$
 Opneembare dwarskracht $V_{b,Rd} = 2 * (h - t_f) * t_w * f_{bv} / (B * g_{M0}) = 677,6 \text{ kN / m}$

Controle plooi capaciteit $UC = V_{Ed} / V_{b,Rd} =$

UC = 0,07 Akkoord

3. Moment capaciteit damwand

Reductiefactor weerstandsmoment (1,0 voor Z-planken en < 1,0 voor U-planken)

$b_B = 1,0 -$

Moment capaciteit plastisch klasse 1 & 2 $M_{c,Rd,2} = b_B * W_{pl} * f_y / g_{M0} = 689,9 \text{ kNm / m}$

Moment capaciteit elastisch klasse 3 $M_{c,Rd,3} = b_B * W_{el} * f_y / g_{M0} = 591,7 \text{ kNm / m}$

Reductiefactor als $V_{pl,Rd} < 2 * V_{Ed}$ dan $r = (2 * V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1)^2 = 0,00 -$

Moment capaciteit voor dwarskracht $M_{v,Rd} = [b_B * W_{pl} - (r * (2A_v)^2 / (4t_w * \sin d * B))] * f_y / g_{M0} = 701,0 \text{ kNm / m}$

4. Knik capaciteit damwand voor normaalkracht

Knik lengte

$\ell = 8,4 \text{ m}$

Reductiefactor traagheidsmoment ($b_D = 1,0$ voor z-plank en < 1,0 voor u-plank)

$b_D = 1,0 -$

Elastisch kritische normaalkracht $N_{cr} = E * I * b_D * \pi^2 / \ell^2$ $N_{cr} = 11313,1 \text{ kN / m}$

Of, elastisch kritische normaalkracht bepaald met een geotechnische berekening

$N_{cr} = \text{ kN / m}$

Knik stabiliteit van de damwand toetsen als $N_{Ed} / N_{cr} \geq 0,04$

UC = 0,06 -

Knik stabiliteit toetsen!

5. Controle knik stabiliteit bij buiging en normaalkracht

slankheid $I = \sqrt{(A * f_y / N_{cr})}$

$I = 0,61 -$

imperfectiefactor volgens knikkromme d uit NEN-EN 1993-1-1 (6.3.1.2)

$a = 0,76 -$

factor t.b.v. knikcoëfficiënt $F = 0,5 * (1 + a * (I - 0,2) + I^2)$

$F = 0,84 -$

knikcoëfficiënt $c = 1 / (F + \sqrt{(F^2 - I^2)})$ en < 1,0

$c = 0,70 -$

Klasse damwandprofiel:

$i = 3 -$

Weerstand tegen normaalkracht $N_{pl,Rd} = A * f_y / g_{M0}$

$N_{pl,Rd} = 4142,5 \text{ kN / m}$

Moment capaciteit damwand excl. reductie voor dwarskracht

$M_{c,Rd,i} = 591,7 \text{ kNm / m}$

Controle knik stabiliteit bij buiging en normaalkracht

$UC = N_{Ed} / (c * N_{pl,Rd} * g_{M0}/g_{M1}) + 1,15 * M_{Ed} / (M_{c,Rd} * g_{M0}/g_{M1})$

UC = 0,73 Akkoord

6. Controle moment capaciteit in combinatie met normaalkracht

Klasse damwandprofiel:

$i = 3 -$

Moment capaciteit damwand is minimum van $M_{c,Rd,i}$ en $M_{v,Rd} =$

$M_{c,Rd} = 591,7 \text{ kNm / m}$

Verwaarlozen van normaalkracht als $N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 0,1$

$UC = 0,16 -$

Combinatie controle uitvoeren

Klasse 1 / 2 profiel

Z-plank $M_{N,Rd} = 1,11 * M_{c,Rd} * (1 - N_{Ed} / N_{pl,Rd})$

$M_{N,Rd} = \text{N.V.T. kNm / m}$

U-plank $M_{N,Rd} = 1,33 * M_{c,Rd} * (1 - N_{Ed} / N_{pl,Rd})$

$M_{N,Rd} = \text{N.V.T. kNm / m}$

Klasse 3 profiel $M_{N,Rd} = M_{c,Rd} * (1 - N_{Ed} / N_{pl,Rd})$

$M_{N,Rd} = 496,0 \text{ kNm / m}$

Moment capaciteit damwand op basis van belastingen, type damwand en klasse:


496,0 kNm / m

Combinatie controle:

UC = 0,45 Akkoord

Ruimte voor opmerkingen

Bijlage 5 Berekeningsresultaten verticaal draagvermogen damwand

	Volker InfraDesign vakgroep Geotechniek	versie 4.01 revisiedatum 06-sep-13
--	---	---------------------------------------

PAALDRAAGVERMOGEN VOLGENS NEN 9997-1
Berekening van het paaldragvermogen op basis van 1 sondering met het minimum draagvermogen

Project:	N200	Constructeur:	ACA
Projectnummer:	C1620801	Datum:	27-9-2018
Onderdeel	draagkracht damwand ECOpassage		
Revisie	x		

INVOER	
Sondering nr.	DKM26
Paaltype	AZ26-700
Paalcode	1 (1=grondverdringend, 2=avegaar, 3=boorpaal)
E _{p,mat,d}	210000 MPa
Paalpuntniveau	-19 m + NAP
Bovenbelasting	20 kPa
Paalkopniveau	-1 m + NAP
g _{nk}	1
g _{en} g _s	1,2 [conform tabel A.6, A.7 en A.8 combinatie R3/c voor berekening op basis van sonderingen]
X ₄	1,26 [conform tabel A.10a en A.10b]
Grondwaterstand	0 m + NAP

BEREKENING									
Negatieve kleef alleenstaande paal				(excl. neg kleef op poer)			Tb.v. paal	vierkant	0 mm
Laagnr.	OK laag	Dikte	g	s' _{v0,ok}	s' _{v0,mid}	K _G *tan d _{rep}	F _{s,nk,rep}	F _{s,nk,rep,cum}	F _{s,nk,d,cum}
	[m tov NAP]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[]	[kN]	[kN]	[kN]
1	-2	1	19	39,00	29,5	0,25	0	0	0
2	-4,7	2,7	0,4	40,08	39,5	0,25	0	0	0
3	-5,5	0,8	3	42,48	41,3	0,25	0	0	0
4	-7,8	2,3	5	53,98	48,2	0,25	0	0	0
5	-10	2,2	10	75,98	65,0	0,25	0	0	0
6	-12,5	2,5	5	88,48	82,2	0,25	0	0	0
7	0	0		88,48	88,5	0,00	0	0	0
8	0	0		88,48	88,5	0,00	0	0	0
9	0	0		88,48	88,5	0,00	0	0	0
10	0	0		88,48	88,5	0,00	0	0	0
11	0	0		88,48	88,5	0,00	0	0	0

ppn -19,0
sondering dkm21
Paaldragvermogen AZ26-700

Vorm (rond/vierkant)	v	v	v	v	Vorm	v	v	v	v	
D _{punt}	136,8				D _{punt}	136,8	0	0	0	mm
D _{neg}	0	1	1	1	D _{neg}	0	1	1	1	mm
D _{pos}	690				D _{pos}	690	0	0	0	mm
D _{eq}	0,15458	0	0	0						
OK 0,7D _{eq} zone	-19,1	-19,0	-19,0	-19,0	tov NAP					
OK 4D _{eq} zone	-19,6	-19,0	-19,0	-19,0	tov NAP	A _{punt}	0,0187	0,0000	0,0000	0,0000 m ²
BK 8D _{eq} zone	-17,8	-19,0	-19,0	-19,0	tov NAP	O _{schacht,neg}	0,00	0,00	0,00	0,00 m
a _p	0,70				--	O _{schacht,pos}	2,76	0,00	0,00	0,00 m
a _s	0,006				--	q _{b,max}	0,43	0,00	0,00	0,00 MPa
b	1,0	1,0	1,0	1,0	--	R _{b,cal,max}	8	0	0	0 kN
S	0,62	0,62	0,62		--	R _{s,cal,max}	1074	0	0	0 kN
X ₄ Reductie q _c	1,26	1,26	1,26	1,26	--	R _{c,cal}	1082	0	0	0 kN
q _{z,c;α,gem}	0,95	10,5			MPa	R _{c,k}	859	0	0	0 kN
DL	6,5			4,0	m	R _{c,d}	715	0	0	0 kN
q _{cl}	1,00	1,0			MPa	F _{s,nk,d}	0	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0! kN
q _{cl,II}	1,00	1,0			MPa	Paalafmeting	136,8	0	0	0 mm
q _{cl,III}	1,00	1,0			MPa	F _{r,net,d}	715	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0! kN
Gem. q _c	1,0	0,0	0,0	0,0	MPa	INDICATIEVE RESULTATEN				

Bepaling verticale veerstijfheid t.b.v. paal				vierkant	136,8 mm
					Toelichting
F _{c,rep,stat}	483	kN	statische paalbelasting BGT		$k_{v,tot} = \frac{F_{c,stat} + F_{c,dyn}}{(s_{b,stat} + s_{e1,stat} + s_{2,stat}) + (s_{b,dyn} + s_{e1,dyn} + s_{2,dyn})}$
F _{nk,rep}	0	kN	negatieve kleef BGT		
F _{c,tot}	483	kN	totale paalbelasting		
F _{c,rep,dyn}	0	kN	dynamische paalbelasting BGT		
F _{c,tot} + F _{c,rep,dyn}	483				$k_{v,tot,excl,elast,verkort} = \frac{F_{c,stat} + F_{c,dyn}}{(s_{b,stat} + s_{2,stat}) + (s_{b,dyn} + s_{2,dyn})}$
m _{dyn}	1,0	-	reductiefactor dyn. eff.		
	stat.	dyn	totaal		
S _b	1,8	0,0	1,8	mm	
S _{el}	1,8	0,0	1,8	mm	
S ₁ (S _{punt} +S _{el})	3,6	0,0	3,6	mm	
S ₂	0,0	0,0	0,0	mm	
S (s ₁ +s ₂)	3,6	0,0	3,6	mm	
	Waarbij:				
k _{v,tot}	(¹ 134	0	134	MN/m' (incl. elast.verkort.)	$s_{b,dyn} = \frac{s_b(F_{c,stat} + F_{c,dyn}) - s_b(F_{c,stat})}{m}$
k _{v,tot,laag}	95	0	95	MN/m' (incl. elast.verkort.)	
k _{v,tot,hoog}	189	0	189	MN/m' (incl. elast.verkort.)	
k _{v,tot,excl}	(² 270	0	270	MN/m' (excl. elast. verkort.)	$s_{el,dyn} = \frac{s_{el}(F_{c,dyn})}{m}$
k _{v,tot,excl,laag}	191	0	191	MN/m' (excl. elast. verkort.)	
k _{v,tot,excl,hoog}	380	0	380	MN/m' (excl. elast. verkort.)	

Hoge en lage k_v zijn bepaald op basis k_{v,tot,gem} x √2 resp. k_{v,tot,gem} / √2

Opmerking:
- w2 is bepaald op basis van methode w2 is niet relevant voor de berekening / w2 is nihil [w2=0]