Rapport

Projectnummer: 361019
Referentienummer: SWNL0230751

Datum: 24-08-2018

Rapportage Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

Beoordeling regionale kering ten behoeve van baggerwerkzaamheden

Definitief D1.0

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR)
Projectnummer: 401610.06
T.a.v. dhr. J. Belo
Poldermolen 2
3994 DA Houten

Sweco
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt

T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Sweco Nederland B.V.

Handelsregister 30129769
Statutair gevestigd te De Bilt

Verantwoording

Titel	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
Subtitel	Beoordeling regionale kering ten behoeve van baggerwerkzaamheden
Projectnummer	361019
Referentienummer	SWNL0230751
Revisie	Definitief D1.0
Datum	24-08-2018
Auteur(s)	Martin Roosendaal, Vincent Moerland, Ilse Marieke van Middelkoop
Gecontroleerd door	Jana Steenbergen, Jeroen Vos
Paraaf gecontroleerd	b.a. J.H. Poodt
Goedgekeurd door	Nico van der Schuit
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1 Inleiding 6
1.1 Aanleiding 6
1.2 Uitvraag 6
1.3 Probleemstelling 7
1.4 Doelstelling 7
1.5 Leeswijzer 7
2 Beschrijving locaties 8
2.1 Montfoort, stedelijk gebied 8
2.2 Fam. Klever Waardsedijk 103, Oudewater (Snelrewaard) 8
2.3 Fam. Klever Waardsedijk 107, Oudewater (Snelrewaard) 9
2.4 Oudewater, stedelijk gebied 9
2.5 Hekendorp, stedelijk gebied 10
2.6 Haastrecht, stedelijk gebied 11
3 Algemene uitgangspunten 12
3.1 Normen en richtlijnen 12
3.1.1 Programma's en software 12
3.1.2 Literatuur 12
3.2 Normeringsklasse regionale kering 12
3.3 Hydraulische randvoorwaarden 12
3.4 Materiaalsoorten 13
3.5 Bodemopbouw 13
3.5.1 Aanwezig grondonderzoek Montfoort 14
3.5.2 Aanwezig grondonderzoek Waardsedijk 103 Oudewater 14
3.5.3 Aanwezig grondonderzoek Waardsedijk 107 Oudewater 15
3.5.4 Aanwezig grondonderzoek Oudewater 16
3.5.5 Aanwezig grondonderzoek Hekendorp 17
3.5.6 Aanwezig grondonderzoek Haastrecht 18
3.6 Schematisatie baggerprofiel 19
3.7 Verkeersbelasting 19
3.8 Levensduur 20
4 Uitgangspunten stabiliteit waterkering 21
4.1 Gekozen geometrie binnen een deelgebied 21
4.2 Freatische lijnen 22
4.3 Toetsing buitenwaartse stabiliteit (STBU) 22
4.3.1 Modelfactoren 23
4.3.2 Schadefactor 23

4.3.3 Schematiseringsfactor ... 23
4.3.4 Materiaalfactoren LTVWR [ref 1] ... 23
4.4 Sterkteparameters ... 23
5 Uitgangspunten kadeconstructies ... 24
5.1 Veiligheidsklasse en veiligheidsfactoren ... 24
5.2 Verkeersbelasting / bovenbelasting ... 24
5.3 Bodemopbouw ... 25
5.4 Schematisering kadeconstructies ... 25
5.4.1 Achtergrond informatie betonnen palen constructie ... 29
5.4.2 Interactie houten damwand met betonnen kadeconstructie ... 30
6 Resultaten ... 31
6.1 Resultaten A1 – Montfoort ... 31
6.1.1 Stabiliteit waterkering ... 31
6.1.2 Sterkteberekening kadeconstructie Montfoort ... 31
6.1.3 Analyse & conclusie ... 33
6.2 Resultaten B1 – Waardsedijk 103 ... 33
6.2.1 Stabiliteit waterkering ... 33
6.2.2 Sterkteberekening kadeconstructie ... 34
6.2.3 Analyse & conclusie ... 35
6.3 Resultaten C1 – Waardsedijk 107 ... 36
6.3.1 Stabiliteit waterkering ... 36
6.3.2 Sterkteberekening kadeconstructie ... 36
6.3.3 Analyse & conclusie ... 38
6.4 Resultaten D1 – Oudewater ... 39
6.4.1 Stabiliteit waterkering ... 39
6.4.2 Sterkteberekening kadeconstructie ... 40
6.4.3 Analyse & conclusie ... 41
6.5 Resultaten D3 – Oudewater ... 42
6.5.1 Stabiliteit waterkering ... 42
6.5.2 Sterkteberekening kadeconstructie ... 43
6.5.3 Analyse & conclusie ... 45
6.6 Resultaten E1 – Hekendorp ... 46
6.6.1 Stabiliteit waterkering ... 46
6.6.2 Sterkteberekening kadeconstructie ... 46
6.6.3 Analyse & conclusie ... 48
6.7 Resultaten E2 – Hekendorp ... 48
6.7.1 Stabiliteit waterkering ... 49

6.7.2 Sterkteberekening kadeconstructie 49
6.7.3 Analyse & conclusie 51
6.8 Resultaten F1 – Haastrecht 52
6.8.1 Stabiliteit waterkering 52
6.8.2 Sterkteberekening kadeconstructie 53
6.8.3 Analyse & conclusie 54
6.9 Resultaten F2 – Haastrecht 55
6.9.1 Stabiliteit waterkering 55
6.9.2 Sterkteberekening kadeconstructie 56
6.9.3 Analyse & conclusie 57
6.10 Samenvatting resultaten 58
7 Advisering aangepast baggerpofiel 58
8 Conclusie 60
Bijlage 1: Grondonderzoek 61
Bijlage 2: Bepaling geometrie 62
Bijlage 3: Berekeningen D-Geo Stability 63
Bijlage 4: Aangepaste baggerprofielen D-Geo Stability 64
Bijlage 5: Berekeningen D-Sheet Piling 65
Bijlage 6: Berekening moment L-muur 66

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) is voornemens om de gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) uit te baggeren. Het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden is eerder uitbesteed, echter is de opdracht door de uitvoerende partij teruggegeven aan HDSR. Door HDSR wordt het werk opnieuw aanbesteed. Het dieper uitbaggeren van de bodem van de GHIJ heeft mogelijk een negatief effect op de oevers en de aanwezige kadeconstructies. Daarnaast is er op een aantal locaties bij bewoners een kwelprobleem gesignaleerd, dat mogelijk toeneemt na het uitbaggeren van de GHIJ.

Voorafgaand aan deze nieuwe aanbesteding heeft HDSR aan Sweco gevraagd om voor een aantal risicovolle locaties de stabiliteit en sterkte van de oever en aanwezige kadeconstructies te beschouwen en voor een tweetal locaties het effect op het kwelwater.

1.2 Uitvraag

Sweco is gevraagd om voorafgaand aan de nieuwe aanbesteding van de baggerwerkzaamheden voor een aantal locaties langs de GHIJ de stabiliteit van de kadeconstructie en de kering te bepalen om te onderzoeken of de voorgestelde baggerdiepte uitvoerbaar is. Het baggeren in de GHIJ heeft mogelijk negatieve invloed op de stabiliteit van boezemkades en kadeconstructies. Daarnaast wordt ook op twee locaties gekeken naar kwelprobleem. Dit laatste onderdeel wordt opgenomen in een separaat op te stellen notitie en vormt geen onderdeel van de voorliggende notitie.

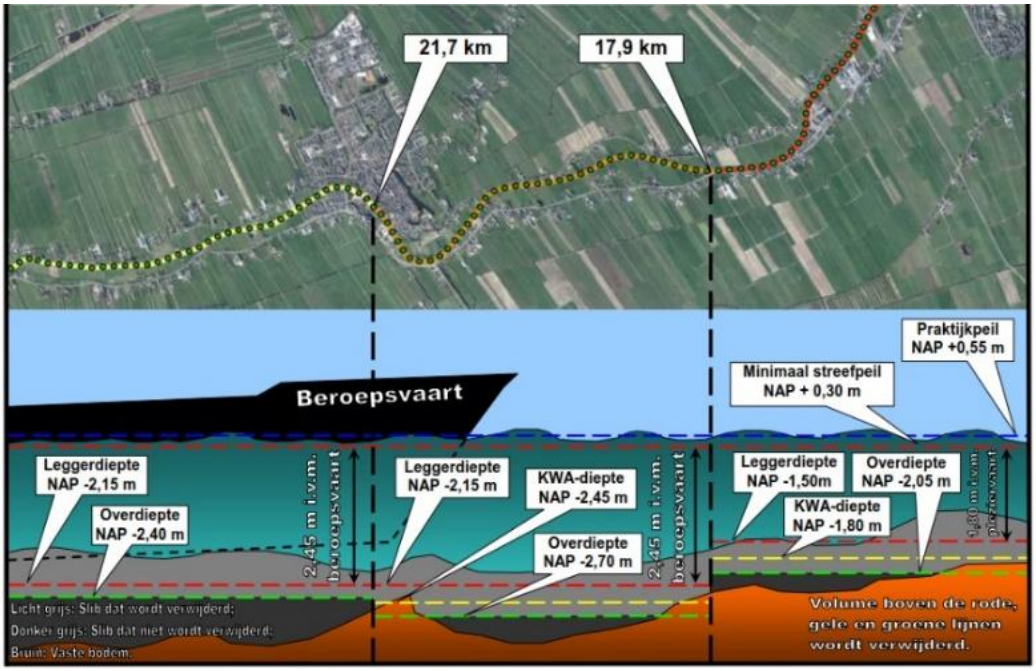
Het desbetreffende onderzoeksgebied langs de GHIJ is onderverdeeld in drie trajecten met ieder een eigen baggerdiepte. Deze zijn weergegeven in tabel 1-1.

Tabel 1-1 Trajecten GHIJ

Traject	Km	Huidig bodem [m NAP]	Legger-diepte [m NAP]	KWA-diepte [m NAP]	Over-diepte [m NAP]	Locaties
1	0,0 – 17,9	Ca. -1,9	-1,50	-1,80	-2,05	Montfoort, stedelijk gebied
2	17,9 – 21,7	Ca. -1,8	-2,15	-2,45	-2,70	Fam. Klever Waardsedijk 103, Oudewater (Snelrewaard) Fam. Klever Waardsedijk 107, Oudewater (Snelrewaard)
3	21,7 – 32,5	Ca. -2,0 Ca. -2,1 Ca. -2,4	-2,15	n.v.t.	-2,40	Oudewater, stedelijk gebied* Hekendorp, stedelijk gebied Haastrecht, stedelijk gebied

**) onderzoeksgebied valt voor 0,1 km binnen traject 2 met een andere uitbaggerdiepte, voor de berekeningen is uitgegaan voor de diepten behorend bij traject 1, aangezien deze maatgevend zijn voor de berekeningen*

In figuur 1-1 wordt de baggerdiepte schematisch weergegeven per traject.



Figuur 1-1 Baggerdiepte per traject

1.3 Probleemstelling

De GHIJ dient uitgebaggerd te worden met als gevolg dat de stabiliteit van de kering en/of kadeconstructie mogelijk afneemt en de kering/kadeconstructie niet meer voldoet aan de vereiste veiligheid. Voor elke locatie (6 stuks) worden berekeningen uitgevoerd om inzichtelijk te krijgen wat het gevolg is voor stabiliteit en sterkte van de kering. Wanneer blijkt dat als gevolg van het uitbaggeren de veiligheid afneemt en onvoldoende wordt, wordt een aanpassing op het baggerprofiel bepaald.

1.4 Doelstelling

Het doel is om te onderzoeken of de stabiliteit en sterkte van de kades voldoen of niet verslechteren na het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden. Wanneer niet wordt voldaan, wordt onderzocht welke aanpassingen nodig zijn aan het baggerprofiel om wel te voldoen. Om tot het eindadvies te komen worden uitgangspunten opgesteld om de berekeningen voor de kadeconstructie en de regionale waterkering op de juiste wijze uit te voeren.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden algemene gegevens beschreven per locatie (6 stuks). Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 een aantal algemene uitgangspunten benoemd. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de specifieke uitgangspunten voor de berekeningen van het faalmechanisme macrostabiliteit van de waterkering en in hoofdstuk 5 zijn de uitgangspunten voor de sterkteberekeningen van de kadeconstructie opgenomen.

2 Beschrijving locaties

In dit hoofdstuk worden de locaties beschreven die worden beschouwd. Per locatie wordt een aantal karakteristieken beschreven en hoeveel berekeningen worden uitgevoerd. Op basis van mapboek 'Soort oever en status' [ref 8] is de toestand van de damwand/ kadeconstructie vastgesteld van het desbetreffende deelgebied. De type kadeconstructies zijn besproken met de heer Jaap Belo van HDSR. Door HDSR zijn aanvullend gegevens van de damwanden verstrekt op 26 april 2018. De gegevens van de betonnen damwanden ter hoogte van Waardsedijk 103 en 107 zijn op basis van een telefoongesprek tussen Sweco en de bewoner van Waardsedijk 103. Na het uitvoeren van de eerste berekeningen is door Sweco geconstateerd dat de lengte van de damwand te kort is (3m) op de locaties Hekendorp (E1) en Haastrecht (F1) om een berekening uit te voeren (geen passieve weerstand). De lengte van de damwand is op aangeven van het waterschap langer gemaakt om i.i.g. de invloed van het baggerprofiel te kunnen bekijken (tijdens het overleg op 15 mei 2018). Op 14 mei zijn tevens de uitgangspunten vastgesteld voor het uitvoeren van de berekeningen.

2.1 Montfoort, stedelijk gebied

In figuur 2-1 is de locatie Montfoort weergegeven. De waterkering aan de zuidzijde wordt beschouwd. De algemene gegevens van het deelgebied zijn te vinden in tabel 2-1.

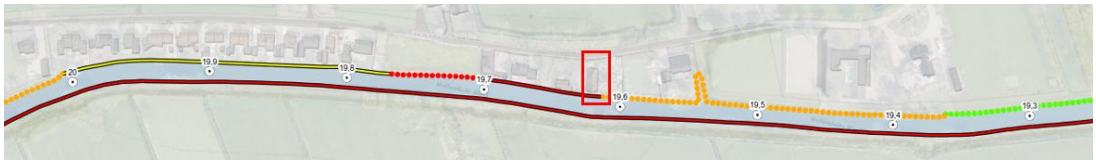
Figuur 2-1 Deelgebied in Montfoort

Tabel 2-1 Beschrijving Montfoort, stedelijk gebied

Beschrijving waterkering		Beschrijving kadeconstructie	
Hectometrering	14,3 – 14,5 km	Hectometrering	14,3 – 14,5 km
		Type damwand	Staal AZ26
		Lengte	8 m
		Status	Goed
		Gording type	Hout
Verkeer	Ja / ~~nee~~	Verankering	ankerstang + plaat
Aantal berekeningen	1	Aantal berekeningen	1

2.2 Fam. Klever Waardsedijk 103, Oudewater (Snelrewaard)

De locatie Waardsedijk 103, gelegen tussen Montfoort en Oudewater is weergegeven in figuur 2-2 en is aangegeven met een rood kader. De algemene gegevens worden van de locatie zijn weergegeven in tabel 2-2.



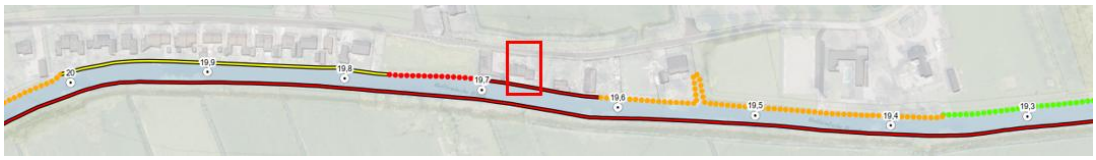
Figuur 2-2 Deelgebied Waardsedijk 103 Oudewater

Tabel 2-2 Beschrijving Oudewater (Waardsedijk 103)

Beschrijving waterkering		Beschrijving kadeconstructie	
Hectometrering	19,7; huisnummer 103	Hectometrering	19,7; huisnummer 103
		Type damwand	Beton(dikte 0,06 m)
		Lengte	3 m
		Status	Onbekend
		Gording type	Onbekend
Verkeer	~~Ja~~ / nee	Verankering	~~Ja~~ / nee
Aantal berekeningen	1	Aantal berekeningen	1

2.3 Fam. Klever Waardsedijk 107, Oudewater (Snelrewaard)

De locatie Waardsedijk 107, gelegen tussen Montfoort en Oudewater is weergegeven in Figuur 2-3 en is aangegeven met een rood kader. De algemene gegevens worden van de locatie zijn weergegeven in figuur 2-3.



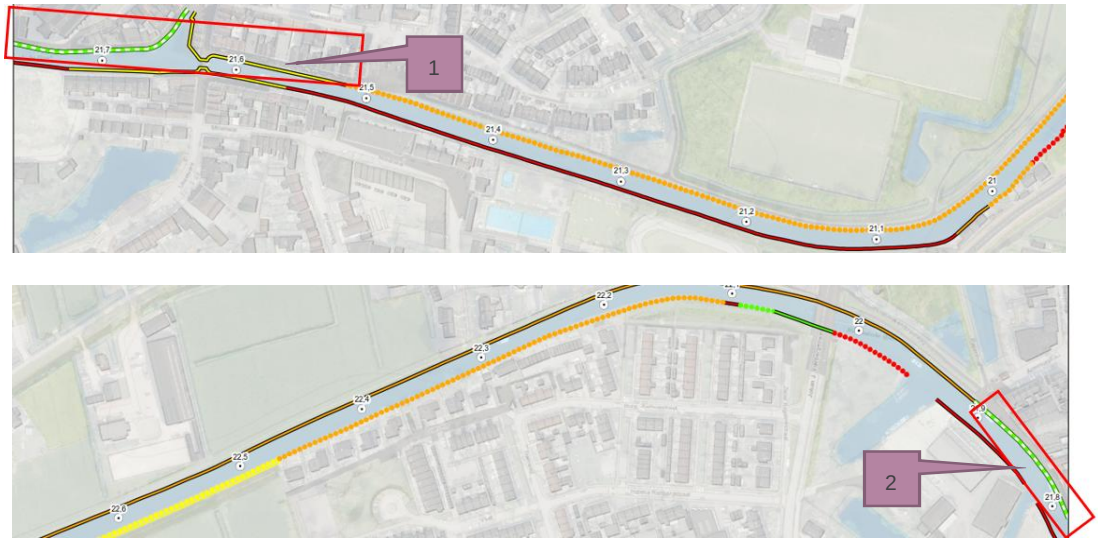
Figuur 2-3 Deelgebied Waardsedijk 107 Oudewater

Tabel 2-3 Beschrijving Oudewater (Waardsedijk 107)

Beschrijving waterkering		Beschrijving kadeconstructie	
Hectometrering	19,7; huisnummer 107	Hectometrering	19,7; huisnummer 107
		Type damwand	Beton (dikte 0,06 m)
		Lengte	3 m
		Status	Onbekend
		Gording type	Onbekend
Verkeer	Ja / ~~nee~~	Verankering	Ja / ~~nee~~
Aantal berekeningen	1	Aantal berekeningen	1

2.4 Oudewater, stedelijk gebied

In Oudewater worden meerdere berekeningen uitgevoerd om de stabiliteit te berekenen van een stalen damwand en een betonnen kademuur. De locaties die worden beschouwd zijn weergegeven in Figuur 2-4 waarbij het totale deelgebied rood omkaderd staat weergegeven. De kaden liggen aan de noordzijde van de GHIJ. De algemene gegevens van de kaden worden weergegeven in tabel 2-4.



Figuur 2-4 Deelgebied Oudewater

Tabel 2-4 Oudewater, stedelijk gebied

Beschrijving waterkering		Beschrijving kadeconstructie	
Hectometrering	21,6 – 21,9 km	Hectometrering	21,6 – 21,9 km
		Type damwand 1	Staal AZ18
		Type damwand 2	Beton
		Lengte 1	6 m
		Lengte 2	-
		Status 1	-
		Status 2	In goede staat
		Gording type 1	-
		Gording type 2	-
Verkeer	Ja / ~~nee~~	Verankering 1	~~Ja~~ / nee
		Verankering 2	Ja / ~~nee~~
Aantal berekeningen	2	Aantal berekeningen	1 damwand 2 kadeberekeningen (palen van houten damwand)

2.5 Hekendorp, stedelijk gebied

Het deelgebied (rode kader) ter plaatse van Hekendorp is weergegeven in figuur 2-5. In tabel 2-5 staan de algemene gegevens van de kade opgenomen.

Figuur 2-5 Deelgebied Hekendorp

Tabel 2-5 Hekendorp, stedelijk gebied

Beschrijving waterkering		Beschrijving kadeconstructie	
Hectometrering	26,2 – 26,5 km	Hectometrering	26,2 – 26,5 km
		Type damwand 1	Hout (dikte 0,06 m)
		Type damwand 2	Perkoenpalen (dikte 0,15 m)
		Lengte 1	6 m
		Lengte 2	6 m
		Status 1	In redelijke staat
		Status 2	In slechte staat
		Gording type 1	-
		Gording type 2	-
Verkeer	~~Ja~~ / nee	Verankering 1	~~Ja~~ / nee
		Verankering 2	~~Ja~~ / nee
Aantal berekeningen	2: Houten damwand en damwand met perkoenpalen	Aantal berekeningen	2: Houten damwand en damwand met perkoenpalen

2.6 Haastrecht, stedelijk gebied

De locatie bij Haastrecht bevindt zich in het stedelijke gebied en is weergegeven in Figuur 2-6. De kadeconstructies lopen langs de percelen van huizen. Algemene gegevens over de waterkering en kadeconstructie zijn weergegeven in tabel 2-6.

Figuur 2-6 Deelgebied Haastrecht

Tabel 2-6 Haastrecht, stedelijk gebied

Beschrijving waterkering		Beschrijving kadeconstructie	
Hectometrering	29,2 – 29,5 km	Hectometrering	29,2 – 29,5 km
		Type damwand 1	Azobé (dikte 0,06 m)
		Type damwand 2	Azobé (dikte 0,06 m)
		Lengte 1	6 m
		Lengte 2	6 m
		Status 1	In goede staat
		Status 2	In goede staat
		Gording type 1	Hout
		Gording type 2	Hout
Verkeer	Ja / ~~nee~~	Verankering	Ja / ~~nee~~ om de 2m
Aantal berekeningen	2: Verschillende bodemopbouw	Aantal berekeningen	2: verschillende bodemopbouw

3 Algemene uitgangspunten

Voor het toetsen van de waterkering en constructies wordt het volgende beschouwd:

- geotechnische instabiliteit van het omringende grondlichaam (Macrostabiliteit buitenwaarts 'STBU');
- onvoldoende stabiliteit van grondkerende constructies (Sterkte constructie).

Een aantal uitgangspunten zijn van toepassing op zowel de stabiliteitsberekening van de waterkering als de sterkteberekening van de kadeconstructie en ze zijn terug te vinden in dit hoofdstuk. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten specifiek voor de waterkering (stabiliteitsberekening) benoemd en in hoofdstuk 5 de uitgangspunten specifiek voor de kadeconstructie (sterkteberekening). De berekeningen worden uitsluitend aan de buitenwaartse zijde uitgevoerd aangezien aan deze zijde de GHIJ wordt uitgebaggerd.

In de berekeningen wordt als uitgangspunt gehanteerd dat sprake is van een goede staat van de constructie. Op basis van een veldinspectie kan dit oordeel anders uitvallen. Dit is niet beschouwd in de toetsing van de kadeconstructies.

3.1 Normen en richtlijnen

3.1.1 Programma's en software

De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd in D-Geo Stability versie 18.1. De sterkteberekeningen van de kadeconstructie worden uitgevoerd in D-Sheet Piling versie 18.1.

3.1.2 Literatuur

[ref 1] Leidraad Toetsen Veiligheid Regionale Waterkeringen (blauw), STOWA, Amersfoort, 2015.
[ref 2] Leidraad waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen. Stowa week 15 2011.
[ref 3] CUR166 Damwandconstructies deel 1, 6de druk. CUR bouw & infra, juli 2012.
[ref 4] CUR166 Damwandconstructies deel 2, 6de druk. CUR bouw & infra, juli 2012.
[ref 5] NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies Deel 1: Algemene regels. NEN, 11 oktober 2016.
[ref 6] Dossier Oudewater.
[ref 7] Risicoanalyse GHIJ, Onderzoek naar de invloed van het verdiepen van de GHIJ t.b.v. de KWA op de stabiliteit van de oevers en de kans op piping, HDSR, 28 juni 2016.
[ref 8] Mapboek oevers, soort oever en status. De Stichtse Rijnlanden, 23 augustus 2016.

3.2 Normeringsklasse regionale kering

Voor elke regionale kering geldt een normklasse uitgedrukt in een overschrijdingskans per jaar. Voor de GHIJ geldt de normklasse IPO-I met een overschrijdingskans van 1/10 per jaar.

3.3 Hydraulische randvoorwaarden

De buitenwaartse stabiliteit wordt berekend met een waterstand in de kruin gelijk aan het toetspeil en de buitenwaterstand gelijk aan het streefpeil. Deze waarden zijn afkomstig uit de rapportage risicoanalyse [ref 7].

In tabel 3-1 wordt per deelgebied de bijbehorende buitenwaterstand weergegeven met de freatische lijn in de kering.

Tabel 3-1 Buitenwaterstand en freatische lijn per deelgebied

Deelgebied	**Buiten waterstand (Streefpeil)** [NAP + m]	**Freatische lijn (Toetspeil)** [NAP + m]
Montfoort	+ 0,40	+ 0,60
Oudewater	+ 0,50	+ 0,70
Haastrecht	+ 0,50	+ 0,70

3.4 Materiaalsoorten

Binnen het projectgebied zijn verschillende grondgegevens beschikbaar gesteld. Er is een overzicht gemaakt in tabel 3-2 van alle aanwezige grondlagen met het bijbehorende volumieke gewicht.

Tabel 3-2 Aanwezige materiaalsoorten

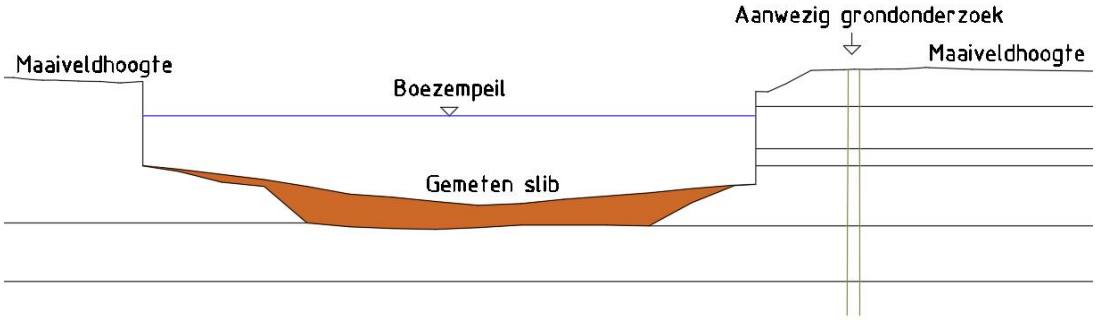
Grondsoort	γ_n [kN/m^3]	γ_{sat} [kN/m^3]
Klei	15	15
Kleiig veen	13	13
Veen	10	10
Klei zandig en siltig	18,5	18,5
Zand (matig)	18	20
Zand (vast)	19	21
Slib*	15	15

**) afkomstig uit Risicoanalyse GHIJ [ref 7]*

De rekenwaarden voor de cohesie en de hoek van inwendige wrijving worden bepaald door de karakteristieke waarde te delen door de materiaalfactor. Aangezien de materiaalfactor bij de berekening van de waterkering anders is dan de materiaalfactor bij de berekening van de kadeconstructie, wordt dit afzonderlijk (in paragraaf 4.4 en 5.3) uitgewerkt.

3.5 Bodemopbouw

Op basis van de gegevens uit DinoLoket is de bodemopbouw bepaald. Voor de kadeconstuctie te Oudewater is gebruik gemaakt van boringen en sonderingen uit het dossier Oudewater [ref 6]. In de onderstaande paragrafen is per deelgebied een beschrijving van de bodemopbouw gegeven. Op basis van bestaande sonderingen en boringen worden de grondlagen bepaald en geschematiseerd in D-Geo Stability en D-sheet piling. In enkele gevallen ligt de genomen sondering of boring relatief ver van de kering. De bodemopbouw bij de kering kan niet exact bepaald worden. Aangenomen wordt dat de grondlagen doorlopen en dat bij een tekort in de hoogte de bovenste grondlaag wordt doorgetrokken tot maaiveldhoogte. Dit introduceert een extra onzekerheid voor het schematiseren. Aan de buitenwaartse zijde is veelal ook een sliblaag aanwezig die wordt bepaald op basis van peilingen. In figuur 3-1 wordt een principetekening weergegeven van de bodemopbouw bij de kering en de bodemopbouw in de watergang.



Figuur 3-1 Grondlagen en sliblaag

3.5.1 Aanwezig grondonderzoek Montfoort

Het aanwezige grondonderzoek ter hoogte van Montfoort is weergegeven in figuur 3-2.

Figuur 3-2 Grondonderzoek Montfoort

Een deel van het beschikbare grondonderzoek is uitgevoerd ten noorden van de GHIJ en een deel ten zuiden van de GHIJ. De maatgevende sondering is gekozen ter hoogte van S31G00030 op basis van de dikte van de deklaag en aangezien deze sondering het meest maatgevend is.

Tabel 3-3 Bodemopbouw op basis van S31G00030

Materiaal	**Van** [NAP + m]	**Tot** [NAP + m]
Klei zandig en siltig	2,82	+1,50
Kleiig veen	+1,50	0
Klei	0	-9,8
Zand matig	-1,6	-3,2
Zand vast	-3,2	-13,5

3.5.2 Aanwezig grondonderzoek Waardsedijk 103 Oudewater

Het aanwezige grondonderzoek ter hoogte van Waardsedijk 103 is weergegeven in figuur 3-3.

Figuur 3-3 Grondonderzoek Waardsedijk 103 & 107

Boring B38E1722 geeft het beste beeld van de grondopbouw, omdat deze boring uitgevoerd is in de waterkering. Aangezien de boring tot geringe diepte gaat, wordt gebruik gemaakt van sondering CPT000000069746 om de diepere lagen te bepalen. De bodemopbouw is beschreven in tabel 3-4.

Tabel 3-4 Bodemopbouw op basis van B38E1722 en CPT000000069746 (onderste 4 lagen)

Materiaal	**Van** [NAP + m]	**Tot** [NAP + m]
Klei zandig en siltig	+1,05	+0,35
Klei	+0,35	-1,35
Klei zandig en siltig	-1,35	-1,95
Kleiig veen	-1,95	-4,50
Klei zandig en siltig	-4,50	-6,00
Veen	-6,00	-7,30
Klei	-7,20	-7,80

3.5.3 Aanwezig grondonderzoek Waardsedijk 107 Oudewater

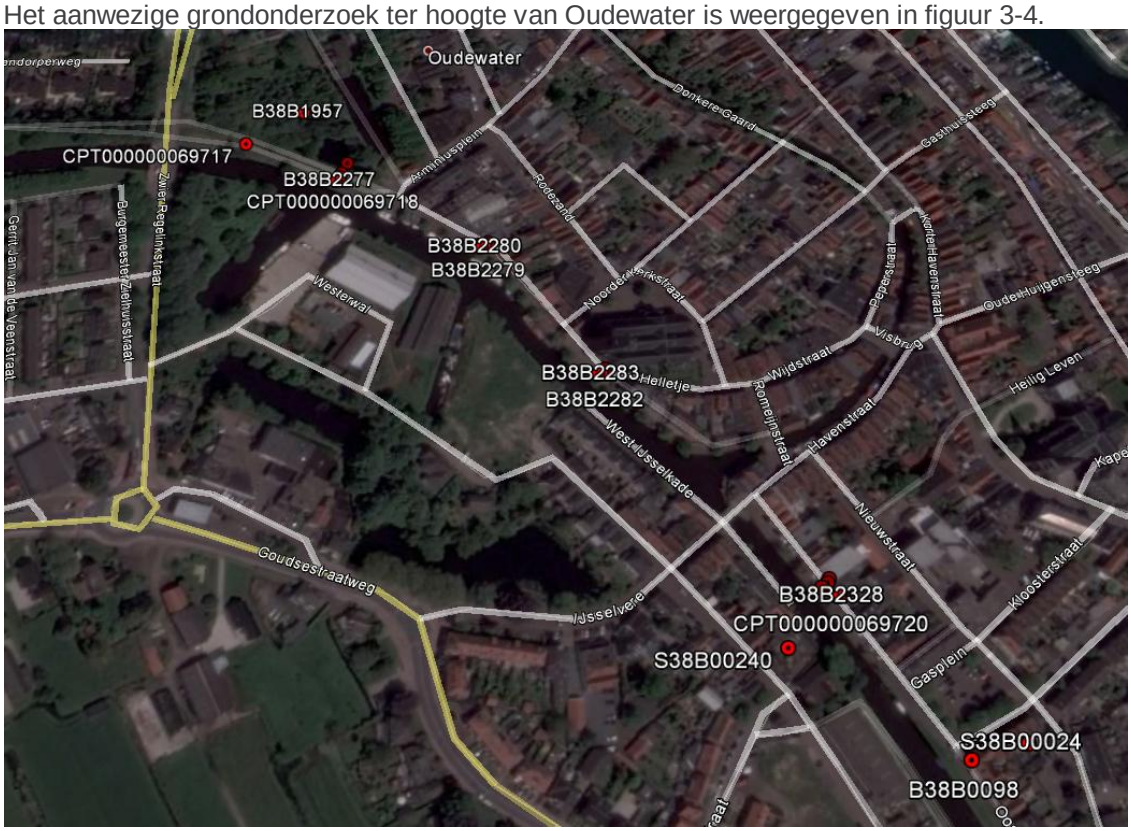
In figuur 3-3 wordt het aanwezig grondonderzoek bij Waardsesdijk 107 weergegeven. Boring B38E1645 geeft het beste beeld van de grondopbouw, omdat deze boring uitgevoerd is in de waterkering. Vlakbij de boring is er een sondering (CPT000000069746) beschikbaar die wordt gebruikt om diepere lagen te bepalen. De bodemopbouw wordt weergegeven in tabel 3-5.

Tabel 3-5 Bodemopbouw op basis van B38E1645 en CPT000000069746 (voor diepere lagen)

Materiaal	**Van** [NAP + m]	**Tot** [NAP + m]
Klei zandig en siltig	+1,08	-1,92
Kleiig veen	-1,92	-4,50
Klei zandig en siltig	-4,50	-6,00
Veen	-6,00	-7,30
Klei	-7,20	-7,80

3.5.4 Aanwezig grondonderzoek Oudewater

Het aanwezige grondonderzoek ter hoogte van Oudewater is weergegeven in figuur 3-4.



Figuur 3-4 Grondonderzoek Oudewater

Ter hoogte van Oudewater worden drie berekeningen uitgevoerd. Voor de kadeconstructie zijn twee typen bodemopbouw bepaald. Voor de betonnen damwand is eveneens apart de bodemopbouw bepaald.

Allereerst zijn de boringen beschouwd. Maatgevend hierin is B38B2279 voor het bepalen van de toplagen. Daarnaast is de bodemopbouw bepaald op basis van boringen en sonderingen uit het document ´Dossier Oudewater´ [ref 6]. In eerste instantie wordt alleen een berekening uitgevoerd op basis van bodemopbouw E. Op basis van de resultaten wordt de keuze gemaakt om ook aanvullend een berekening uit te voeren op basis van bodemopbouw G (deze is minder maatgevend gezien de dunnere deklaag).

Voor de kadeconstructie west is uitgegaan van locatie G, zie tabel 3-6. Voor kadeconstructie oost is uitgegaan van locatie E, zie tabel 3-7.

Tabel 3-6 Bodemopbouw kadeconstructie west op basis van Sondering G

Materiaal	**Van** [NAP + m]	**Tot** [NAP + m]
Zand	1,7	0,5
Klei	0,5	-2,6
Klei zandig en siltig	-2,6	-3,9
Veen	-3,9	-4,9
Zand matig	-4,9	-9,5
Zand vast	-9,5	-18,0

Tabel 3-7 Bodemopbouw kadeconstructie oost op basis van Sondering E

Materiaal	Van [NAP + m]	Tot [NAP + m]
Zand	3,15	2,15
Klei	2,15	0,45
Kleiig veen	0,45	-0,60
Klei zandig en siltig	-0,60	-1,25
Klei	-1,25	-4,05
Veen	-4,05	-5,45
Klei	-5,45	-9,2
Zand vast	-9,2	-16

De bodemopbouw ter plaatse van de betonnen kade is op basis van boring B38B2328 en sondering CPT000000069720.

Tabel 3-8 Bodemopbouw kade betonnen damwand op basis van B38B2328 en CPT000000069720

Materiaal	Van [NAP + m]	Tot [NAP + m]
Kleiig veen	1,66	1
Klei	1	-6,50
Zand	-6,50	-8,5

3.5.5 Aanwezig grondonderzoek Hekendorp

Het aanwezige grondonderzoek ter hoogte van Hekendorp is weergegeven in figuur 3-5.

Figuur 3-5 Grondonderzoek Hekendorp

Bij Hekendorp oost is de maatgevende bodemopbouw bepaald op basis CPT000000071253 op basis van de aanwezigheid van de dikke deklaag en is weergegeven in tabel 3-9.

Tabel 3-9 Bodemopbouw Hekendorp oost op basis van Sondering CPT000000071253

Materiaal	Van [NAP + m]	Tot [NAP + m]
Zand matig	2,2	1,75
Klei	1,75	-1,1
Kleiig veen	-1,1	-3,4
Veen	-3,4	-5,8
Kleiig veen	-5,8	-8,9
Klei	-8,9	-9,8
Zand vast	-9,8	-15

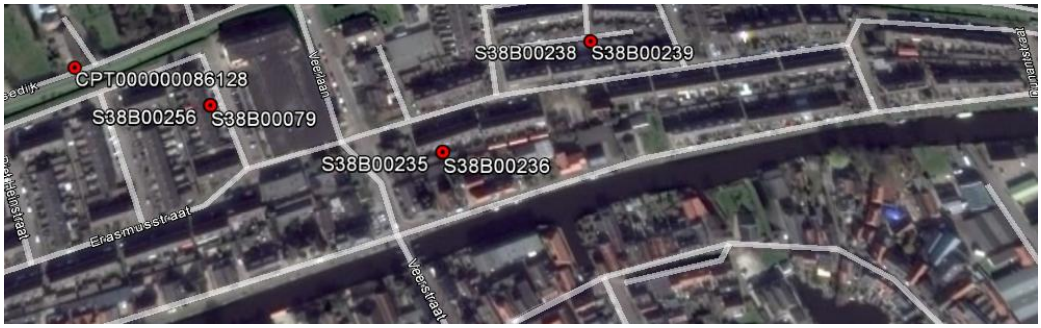
Bij Hekendorp oost is de maatgevende bodemopbouw bepaald op basis Sondering CPT000000069977 en boring B38B2245 en is weergegeven in tabel 3-10.

Tabel 3-10 Bodemopbouw Hekendorp west op basis van Sondering CPT000000069977 en boring B38B2245

Materiaal	**Van** [NAP + m]	**Tot** [NAP + m]
Klei	0,4	-0,35
Zand matig	-0,35	-0,65
Klei	-0,65	-4,0
Veen	-4,0	-7,0
Klei	-7,0	-8,2
Zand vast	-8,1	-20,0

3.5.6 Aanwezig grondonderzoek Haastrecht

Het aanwezige grondonderzoek ter hoogte van Haastrecht is weergegeven in figuur 3-6.



Figuur 3-6 Grondonderzoek Haastrecht

Bij Haastrecht oost is de maatgevende bodemopbouw bepaald op basis van CPT00000086130 door aanwezigheid van een dikkere deklaag en is weergegeven in tabel 3-11.
Uit andere sonderingen is gebleken dat de zandlaag (vast) in het gehele bied tussen NAP -11,00 m en -12,00m ligt. Aangenomen is dat de ondiepe lagen doorlopen tot aan de kering.

Tabel 3-11 Bodemopbouw Haastrecht oost op basis van CPT0000000086130.

Materiaal	**Van** [NAP + m]	**Tot** [NAP + m]
Klei	3,0	1,50
Kleiig veen	1,50	-2,00
Klei	-2,00	-4,20
Veen	-4,20	-6,10
Klei zandig en siltig	-6,10	-8,40
Kleiig veen	-8,40	-10,80
Klei	-10,80	-11,80
Zand vast	-11,80	-22,00

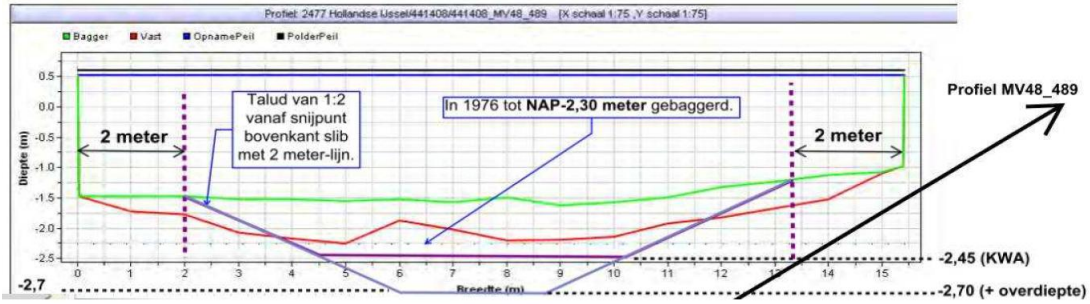
Bij Haastrecht west is de maatgevende bodemopbouw bepaald op basis van CPT00000086128 door aanwezigheid van dikkere deklaag en is weergegeven in tabel 3-12.
Uit andere sonderingen is gebleken dat de zandlaag (vast) in het gehele gebied tussen NAP -11,00 m en -12,00 m ligt.

Tabel 3-12 Bodemopbouw Haastrecht west op basis van CPT000000086128

Materiaal	Van [NAP + m]	Tot [NAP + m]
Zand matig	2,60	2,40
klei	2,40	1,70
Kleiig veen	1,70	-1,00
Klei	-1,00	-4,80
Kleiig veen	-4,80	-6,80
Veen	-6,50	-8,00
Klei	-8,00	-9,00
Kleiig veen	-9,00	-11,70
Zand vast	-11,70	-22,3

3.6 Schematisatie baggerprofiel

Het bodemprofiel wordt uitgebaggerd zoals weergegeven is in *Figuur 3-7*. Het talud van 1:2 wordt vanaf het snijpunt bovenkant slib met de 2 meter-lijn gevolgd tot de te baggeren diepte.



Figuur 3-7 Baggerprofiel en huidig bodemprofiel

De GHIJ is verdeeld in 3 trajecten waarin de volgende maximale dieptes gebaggerd moeten worden:

- Traject 1 hectometerpunt 0,0 tot 17,9: NAP -2,05 m (overdiepte);
- Traject 2 hectometerpunt 17,9 tot 21,7: NAP -2,70 m (overdiepte);
- Traject 3 hectometerpunt 21,7 tot 32,5: NAP -2,40 m (overdiepte).

Deze maximale diepte wordt als eerste uitgangspunt gehanteerd in de berekeningen.

3.7 Verkeersbelasting

Conform de LTVRW [ref 1] wordt een verkeersbelasting toegepast op de kruin. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een kade waar in de huidige situatie al een weg op aanwezig is en een groene kade waar in de huidige situatie geen weg op aanwezig is. Bij een groene kade kan het voorkomen dat vanwege onderhoud of grondonderzoek een wagen zich over de kruin verplaatst. Bij een groene kade wordt daarom een verkeersbelasting van 5 kN/m² toegepast. Dit is van toepassing op de locaties Waardsedijk 103 en 107 tussen Montfoort en Oudewater. Ook geldt dit voor de locatie bij Hekendorp.

Voor de overige locaties wordt een verkeersbelasting van 13,3 kN/m² gehanteerd. De belastingspreiding is onder een hoek van 26,6 graden een aanpassingspercentage van de wateroverspanning in de cohesieve lagen van 50% [ref 1]. De verkeersbelasting wordt geschematiseerd over een breedte van 2,5 m. De gehanteerde verkeersbelasting per profiel is weergegeven in Tabel 3-13.

Tabel 3-13 Verkeersbelasting

Bagger traject	Locatie	Reken-profiel	Zijde kering	Weg	Belasting [kN/m^2]
1	Montfoort, stedelijk gebied, 14,3 - 14,5 km	A1	Noord	Ja	13,3
2	Fam. Klever Waardsedijk 103, Oudewater 19,7 km	B1	Noord	Nee	5,0
2	Fam. Klever Waardsedijk 107, Oudewater 19,7 km	C1	Noord	Nee	5,0
3	Oudewater, stedelijk gebied, 21,6 en 21,9 km.	D1	Noord	Ja	13,3
		D2	Noord	Ja	13,3
		D3	Noord	Ja	13,3
3	Hekendorp, stedelijk gebied 26,2 en 26,5 km.	E1	Noord	Nee	5,0
		E2	Noord	Nee	5,0
3	Haastrecht, stedelijk gebied 29,2 en 29,5 km.	F1	Noord	Ja	13,3
		F2	Noord	Ja	13,3

3.8 Levensduur

Corrosie wordt niet beschouwd voor de stalen damwanden. Afroesting en daardoor een afname van de sterkte-eigenschappen wordt dus niet meegenomen in de berekening. Ook voor de houten damwandconstructies is het uitgangspunt dat deze nog in goede staat zijn wat betreft sterkte-eigenschappen.

4 Uitgangspunten stabiliteit waterkering

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de specifieke uitgangspunten ten behoeve van het berekenen van de buitenwaartse stabiliteit.

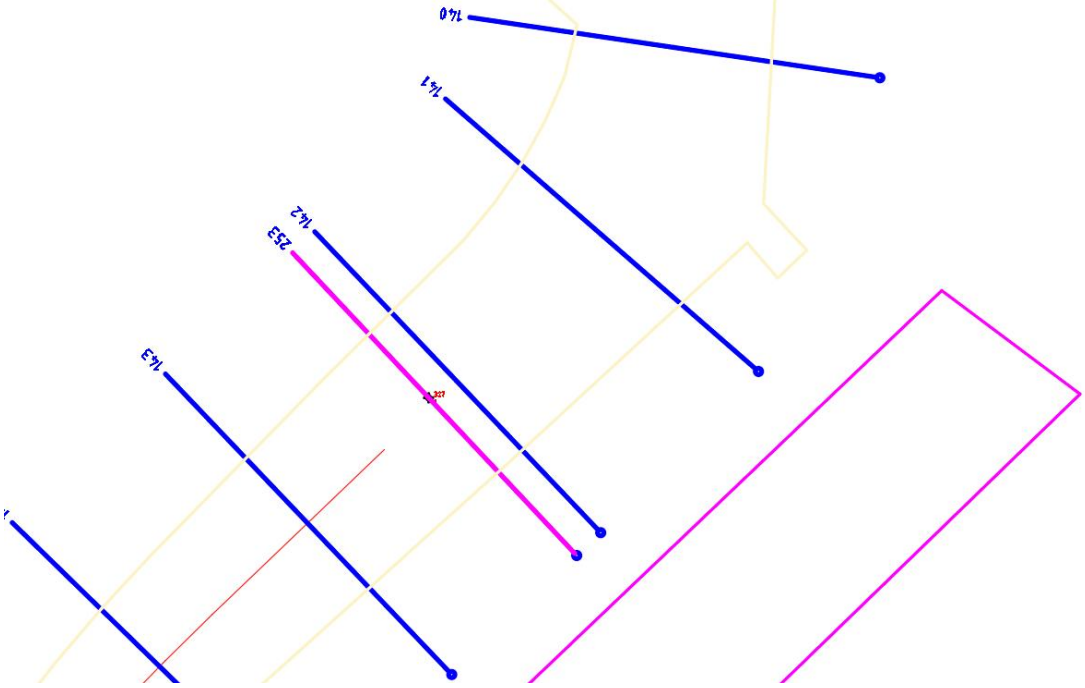
4.1 Gekozen geometrie binnen een deelgebied

Voor de beschouwde locaties is de maatgevende geometrie bepaald ten behoeve van de schematisatie in D-Stab. Het maatgevende profiel wordt bepaald door meerdere geometrieën met elkaar te vergelijken op basis van de volgende criteria:

1. Steilheid buitentalud (aansluiting op de kade of kademuur);
2. NAP-hoogte ter plaatse van de buitenteen;
3. Sliblaagdikte.

Objecten langs of tegen de kering in worden voor de buitenwaartse stabiliteit buiten beschouwing gelaten.

Per locatie worden de bovenstaande criteria in acht genomen om de maatgevende geometrie te bepalen. De geometrie is opgesteld op basis van een combinatie van de Algemene Hoogtekaart Nederland (AHN) en een gemeten bodemprofiel.



Figuur 4-1 Dwarsprofielen uit AHN (blauw) en dwarsprofiel t.p.v. een huidig bodemprofiel (paars)

Per locatie wordt elke 20 meter een dwarsprofiel gegenereerd plus de locaties waar een profiel is ingemeten (zie Figuur 4-1 en 4e kolom van tabel 4-1). De hoeveelheid berekeningen per locatie verschilt, daarom wordt in tabel 4-1 een overzicht gegeven.

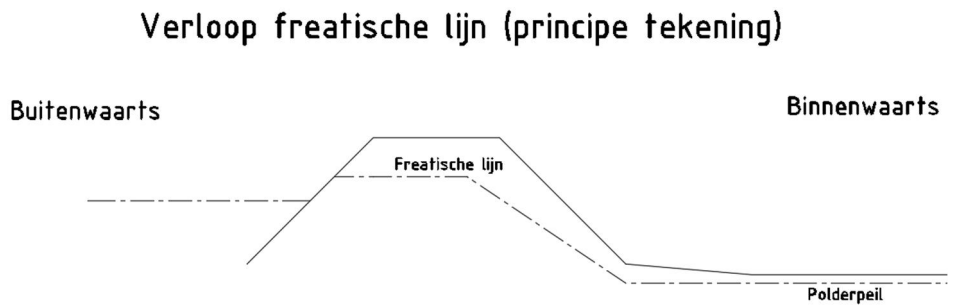
Tabel 4-1 Gegevens voor het bepalen van de maatgevende geometrie

Locatie	Traject	Zone (km)	Maatgevend bodemprofiel	Maatgevend rekenprofiel (km)
Montfoort, stedelijk gebied	1	14,3 - 14,5	441408_MV33_327	14,375
Fam. Klever (103) Oudewater	1	19,6 - 19,7	441408_MV44_442	19,625
Fam. Klever (107) Oudewater	1	19,6 - 19,7	441408_MV44_442	19,675
Oudewater, stedelijk gebied	2 & 3	21,6 - 21,9	441408_MV48_483 441408_MV48_487	21,550 21,750
Hekendorp, stedelijk gebied	3	26,2 - 26,5	441408_MV57_582 441408_MV57_585	26,275 26,275
Haastrecht, stedelijk gebied	3	29,2 -29,5	441408_MV63_646 441408_MV63_650	29,350 29,450

De aanwezige damwanden worden als “forbidden line” geschematiseerd in D-stab.

4.2 Freatische lijnen

Het verloop van de freatische lijn is weergegeven in Figuur 4-2 waarbij de peilen worden gehanteerd zoals weergegeven in paragraaf 3.3.



Figuur 4-2 Verloop freatische lijn na val van HBP (principetekening)

4.3 Toetsing buitenwaartse stabiliteit (STBU)

Om de stabiliteit van de regionale kering te waarborgen moeten de berekeningen voldoen aan de minimale vereiste stabiliteitsfactor (F_d). Deze factor wordt bepaald op basis van de IPO-klasse, schadefactor, schematiseringfactor en materiaalfactoren.

De stabiliteit wordt uitgedrukt in een verhoudingsgetal tussen de sterkte van de dijk en de belasting op de dijk. Voor de regionale keringen is een toetscriterium opgesteld om te voldoen aan de stabiliteit aan de hand van de modelfactor, schadefactor, schematiseringfactor en materiaalfactor. De materiaalfactor is verdisconteerd in de sterkteparameters van de grondlagen.

Toetscriterium: $F_d > \gamma_d \times \gamma_n \times \gamma_b$

Modelfactor (paragraaf 4.3.1) $= \gamma_d$
Schadefactor (paragraaf 4.3.2) $= \gamma_n$
Schematiseringsfactor (paragraaf 4.3.3) $= \gamma_b$

Minimale vereiste stabiliteitsfactor: $F_d > 1{,}0 \times 0{,}8 \times 1{,}2$

$F_d > 0{,}96$

4.3.1 Modelfactoren
De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd volgens het Bishop-rekenmodel. De bijbehorende modelfactor is 1,0.

4.3.2 Schadefactor
GHIJ wordt als een IPO-klasse 1 beschouwd en heeft schadefactor van 0,80.

4.3.3 Schematiseringsfactor
Er wordt een waarde van 1,2 gehanteerd voor de schematiseringsfactor. Dit in verband met de afwezigheid van lokaal grondonderzoek.

4.3.4 Materiaalfactoren LTVWR [ref 1]
Voor de stabiliteitsberekeningen worden de effectieve cohesie en effectieve hoek van inwendige wrijving gebruikt. De karakteristieke waarden worden gedeeld door de partiële factoren (derde kolom van tabel 4-2). In tabel 4-2 worden de materiaalfactoren weergegeven.

Tabel 4-2 Materiaalfactoren boezemkaden (Materiaalfactoren boezemkaden, STOWA 2009]

Grondsoort	Grondparameter	Symbool	Waarde
Klei	Effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	1,20
	Hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,15
Veen	Effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	1,35
	Hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,15
Zand	Effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	n.v.t.
	Hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,15

4.4 Sterkteparameters
De grondparameters voor het volumieke gewicht en de sterkte zijn bepaald op basis van de NEN9997-1 tabel 2a [ref 5] en weergegeven in tabel 4-3. De karakteristieke cohesie en hoek van inwendige wrijving (kolom 3 en 4) worden omgerekend naar rekenwaarden door middel van de materiaalfactoren [ref 1]. De materiaalfactoren zijn op basis van paragraaf 4.3.4. De rekenwaarden voor slib zijn gehanteerd op basis van het document ‘Risicoanalyse GHIJ’ [ref 7].

Tabel 4-3 Sterkteparameters grond

Grondsoort	γ_{unsat} [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	c'_{kar} [kN/m²]	φ'_{kar} [°]	$g_{m;c}$ [-]	$g_{m;\varphi}$ [-]	c'_d [kN/m²]	φ'_d [°]
Klei	15	15	5	17,5	1,20	1,15	4,2	15,3
Kleiig veen	13	13	1	20	1,35	1,15	0,7	17,6
Veen	10	10	1	15	1,35	1,15	1,9	13,1
Klei zandig en siltig	18,5	18,5	1	20	1,20	1,15	0,8	17,6
Zand matig	18	20	0	32,5	n.v.t.	1,15	0	29,0
Zand vast	19	21	0	35	n.v.t.	1,15	0	31,3
Slib	15	15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,1	10,0

g_{unsat} *volumegewicht van de grond bij natuurlijk watergehalte;*
g_{sat} *volledig verzadigd volumieke gewicht;*
c'_{kar} *karakteristieke waarde van de effectieve cohesie;*
φ'_{kar} *karakteristieke waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving;*
$g_{m;c}$ *materiaalfactor voor de effectieve cohesie;*
$g_{m;f}$ *materiaalfactor voor de effectieve hoek van inwendige wrijving;*
c'_d *rekenwaarde van de effectieve cohesie;*
φ'_d *rekenwaarde van effectieve hoek van inwendige wrijving.*

5 Uitgangspunten kadeconstructies

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de specifieke uitgangspunten ten behoeve van het berekenen van de sterkte van de kadeconstructies.

5.1 Veiligheidsklasse en veiligheidsfactoren

Conform de 'Leidraad waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen' [ref 1] geldt bij IPO-klasse 1 op basis van de betrouwbaarheidsindex de veiligheidsklasse RC1 zie tabel 5-1.

Tabel 5-1 Veiligheidsklasse

IPO-klasse	Normfrequentie	Betrouwbaarheidsklasse	Betrouwbaarheidsindex β
I	1/10 jaar	RC1	3,3

De benodigde veiligheidsfactoren op basis van de CUR166 zijn weergegeven in tabel 5-2. Deze veiligheidsfactoren wijken af van de veiligheidsfactoren zoals opgenomen in paragraaf 4.4 aangezien van een andere norm wordt uitgegaan dan bij een constructie.

Tabel 5-2 Partiële factoren en toeslagen RC1

Parameter	γ
Cohesie c'	1,15
Inwendige wrijving tan φ'	1,15
Bovenbelasting (permanent)	1,0
Bovenbelasting (veranderlijk)	1,0

5.2 Verkeersbelasting / bovenbelasting

Voor de bovenbelasting wordt uitgegaan van de bovenbelasting op basis van de LTVRW [ref 1]. Deze is gelijk aan de stabiliteitsberekeningen, zie paragraaf 3.7.

5.3 Bodemopbouw

De bodemopbouw is overgenomen uit paragraaf 4.4 waarin parameters toegevoegd zijn ten behoeve van de berekeningen van de kades. Deze zijn weergegeven in tabel 5-3.

Tabel 5-3: Grondparameters (karakteristieke waarden)

Grondsoort	γ_{unsat} [kN/m^3]	γ_{sat} [kN/m^3]	c'_{kar} [kN/m^2]	φ'_{kar} [°]	δ [°]	k_1 [kN/m^3]	k_2 [kN/m^3]	k_3 [kN/m^3]
Klei	15	15	5	17,5	11,7	4000	2000	800
Kleiig veen	13	13	1	20	13,3	2000	800	500
Veen	10	10	1	15	10,0	1000	500	250
Klei zandig en siltig	18,5	18,5	1	20	13,3	6000	4000	2000
Zand matig	18	20	n.v.t.	32,5	20,0	12000	6000	3000
Zand vast	19	21	n.v.t.	35	21,3	40000	20000	10000
Slib	15	15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1000	500	250

g_{unsat} volumegewicht van de grond bij natuurlijk watergehalte;
g_{sat} volumegewicht van verzadigde grond;
c'_{kar} karakteristieke waarde van de effectieve cohesie;
φ'_{kar} karakteristieke waarde van de effectieve hoek van inwendige wrijving;
δ wandwrijvingshoek, bedraagt 2/3 φ' of bij veen 0 (NEN 9997-1) voor zowel staal, beton als hout;
k1 / k2 / k3 beddingconstanten (CUR 166).

5.4 Schematisering kadeconstructies

In deze paragraaf wordt per type kade weergegeven hoe deze wordt geschematiseerd en welke karakteristieken worden gehanteerd in de berekeningen. Ter plaatse van Montfoort en de kade aan de oostzijde bij Oudewater worden stalen damwanden berekend; hierbij wordt uitgegaan van standaardwaarden.

Ter plaatse van Waardsedijk 103 en 107 is sprake van een betonnen constructie. Voor deze locaties zijn het traagheidsmoment (I) en de elasticiteitsmodules (E) bepaald. De formule voor het bepalen van het traagheidsmoment is weergegeven in de onderstaande formule.

$$I_{rep} = \frac{1}{12} bh^3$$

waarbij geldt:

I_{rep} rekenwaarde voor het representatieve traagheidsmoment [m^4];
h dimensie van de damwand // aan de horizontale krachten [m] (voor een damwand is het de dikte);
b dimensie van de damwand ^ op de horizontale krachten [m] (in D-sheet Piling is dit 1 strekkende meter)

Uitgaande van een kwaliteit van B45 gescheurd wordt uitgegaan van een E-modulus van 16.750 N/mm^2. De bepaling van de buigstijfheid van de betonnen damwanden is weergegeven in tabel 5-4.

Tabel 5-4 Bepaling EI betonnen damwanden

Omschrijving Deelgebied	Kadeconstructie	Dikte [m]	Lengte [m]	Traagheids-moment I [m^4]	Buigstijfheid EI [kNm^2/m^1]
Waardsedijk 103	Betonnen damwand	0,06	3,0	$1{,}04*10^{-5}$	174
Waardsedijk 107	Betonnen damwand	0,06	3,0	$1{,}04*10^{-5}$	174

Ter plaatse van Hekendorp en Haastrecht is sprake van een houten damwand. Voor deze locaties is eveneens de buigstijfheid bepaald op basis van een rechthoekige vorm. De elasticiteitsmodus is bepaald op 10.000 N/mm^2. De bepaling van de buigstijfheid is weergegeven in tabel 5-5.

Voor de rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van hout geldt:

$$E_d = \frac{E_{0,mean}}{\gamma_m}$$

waarbij geldt:

E_d	*rekenwaarde voor elasticiteitsmodulus [MPa]*
$E_{0,mean}$	*representatieve waarde van de elasticiteitsmodulus [MPa]*
g_m	*materiaalfactor voor gezaagd hout is 1,3 [-]*

Tabel 5-5 Bepaling EI houten damwanden

Omschrijving Deelgebied	**Kadeconstructie**	**Dikte** [m]	**Lengte** [m]	**Traagheids-moment I** [m^4]	**Buigstijfheid EI** [kNm^2/m^1]
Hekendorp, kadeconstructie_noord1	Houten damwand (verduurzaamd hout)	0,06	3,0	1,8*10^{-5}	138
Haastrecht, kadeconstructie_noord1	Houten damwand (Azobé)	0,06	3,0	1,8*10^{-5}	138
Haastrecht, kadeconstructie_noord2	Houten damwand (Azobé)	0,06	3,0	1,8*10^{-5}	138

Ter plaatse van Hekendorp bestaat een deel van het te beschouwen traject uit aaneengesloten perkoenpalen. Het traagheidsmoment wordt bepaald op basis onderstaande formule. De bepaling van de buigstijfheid is weergegeven in tabel 5-6.

$$I_{rep} = \frac{\pi}{64} d^4$$

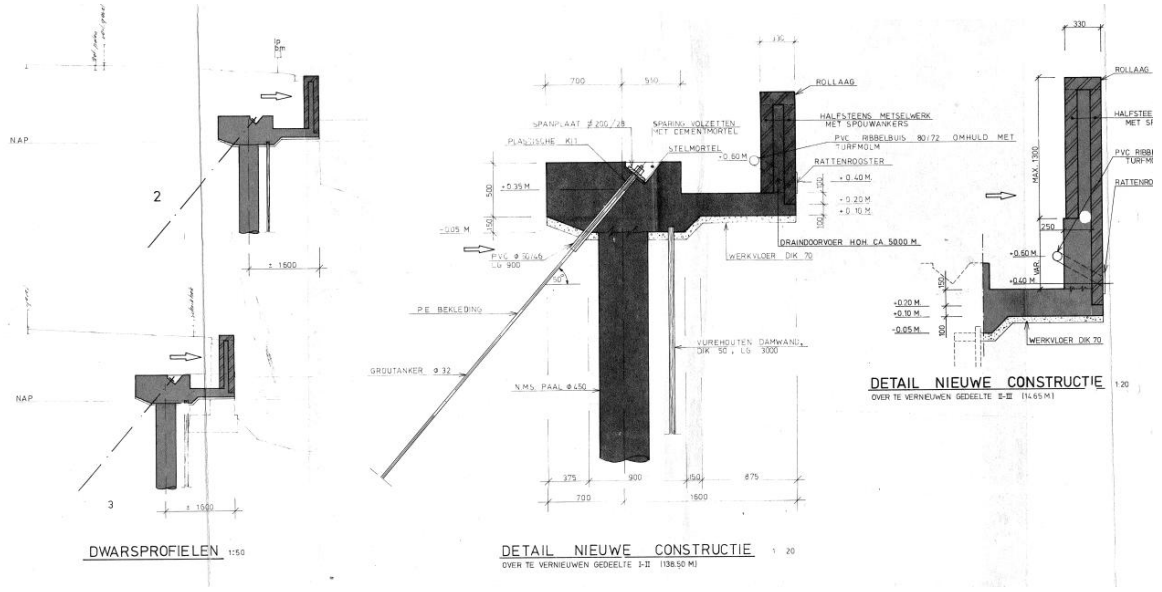
waarbij geldt:

I_{rep}	*rekenwaarde voor het representatieve traagheidsmoment [m^4];*
d	*dimensie van de paal [m] (diameter).*

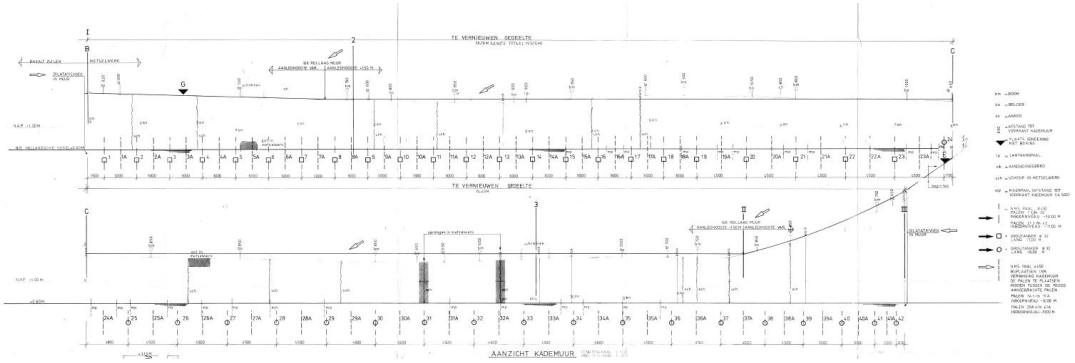
Tabel 5-6 Bepaling EI houten perkoenpalen

Omschrijving Deelgebied	**Kadeconstructie**	**Diameter** [m]	**Lengte** [m]	**Traagheids-moment I** [m^4]	**Buigstijfheid EI** [kNm^2/m^1]
Hekendorp, kadeconstructie_noord2	Perkoenpalen damwand	0,15	3,0	2,49*10^{-05}	1274

Bij de locatie Oudewater is een kadeconstructie aanwezig zoals weergegeven in figuur 5-1. De kade is oorspronkelijk opgebouwd uit een fundering van betonpalen (Nederhorst mortel schroefpalen met betonkwaliteit B22,5) die h.o.h. 3 m zijn aangebracht tot een diepte van NAP -12 m. Later zijn er palen tussen geplaatst waardoor de h.o.h. afstand 1,5 m is geworden. De palen zijn voorzien van wapeningskorven met staven van 16 mm (voor 1 t/m 42) en 20 mm (voor 1a t/m 41a) dik met staalkwaliteit FeB 400. Deze zijn om en om geplaatst, zie figuur 5-2.



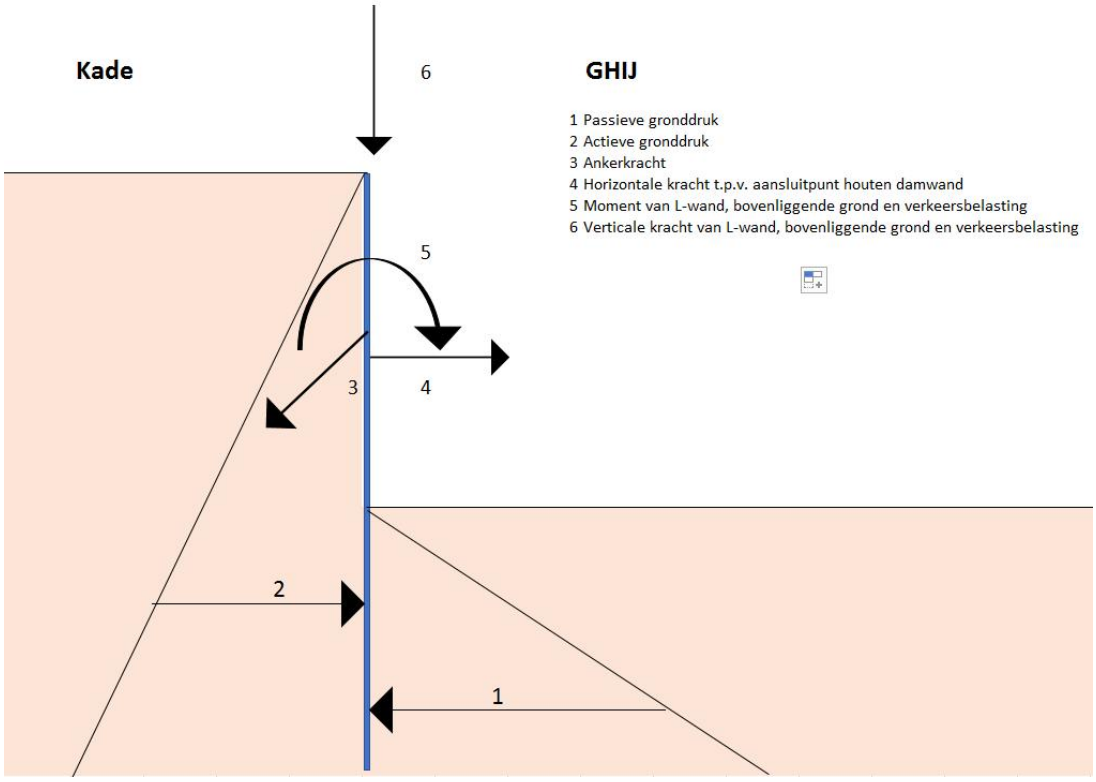
Figuur 5-1 Kadeconstructie Oudewater



Figuur 5-2 Aanzicht kademuur, plaatsing betonnen palen h.o.h. 1,5 m

De kade zelf betreft een L-wand met groutankers met een lengte van 18 m en een diameter van 32 mm en staalkwaliteit St85/108. De staven betreffen diwidagstaven met opgewalste schroefdraad. De ankers zijn geplaatst onder een hoek van 50 graden met het horizontale maaiveld. Het groutlichaam is 4 m lang. 4 ankers zijn willekeurig proefbelast tot 300 kN en daarna afgespannen tot 50 kN de overige zijn afgespannen op een blijvende belasting van 50 kN. Onder de L-wand bevindt zich een vurenhouten damwand met een lengte van 3 m en een dikte van 50 mm die aan de bovenzijde is bevestigd in de betonnen L-muur.

Bij het toetsen op sterkte wordt de kadeconstructie vereenvoudigd, waarbij de betonnen palen tot aan het maaiveld worden geschematiseerd. De berekening van de paal wordt uitgevoerd met een single pile berekening. Hierbij wordt een verticale kracht meegenomen gelijk aan het gewicht van de L-wand en de bovenliggende grond; dit wordt ingevoerd als een normaalkracht over de gehele lengte van de palen. Daarnaast wordt een moment meegenomen gezien de excentrische ligging van de L-wand en de grondmoot op de L-wand. In het moment wordt ook de bovenbelasting meegenomen. En het groutanker wordt ook gemodelleerd volgens figuur 5-5. Als laatste wordt een horizontale kracht meegenomen (nummer 4) die wordt bepaald op basis van de gronddruk tegen de houten damwand.



Figuur 5-3 Schematisatie krachten betonnen palen

De bepaling van de buigstijfheid van de betonnen palen is opgenomen in tabel 5-7.

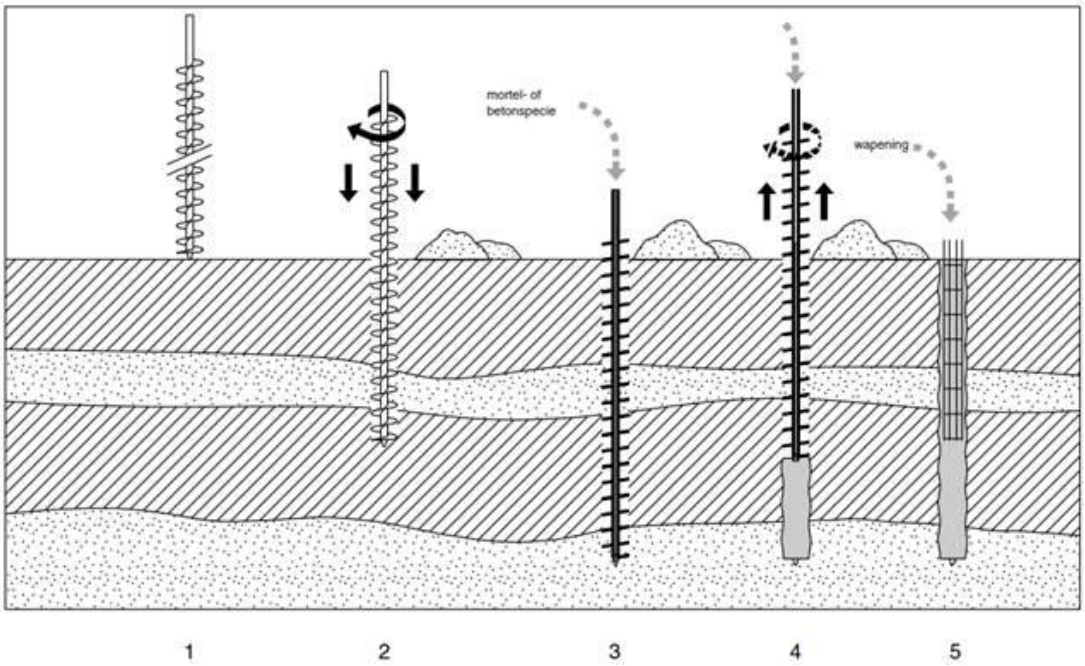
Na het toetsen van de palen wordt een tweede D-Sheet Piling-berekening gemaakt met de houten damwand die aan de bovenzijde is bevestigd. Uitgangspunt is dat deze scharnierend is bevestigd aan de bovenzijde. Er kan geen translatie optreden maar wel rotatie. Daarbij wordt gecontroleerd of de houten damwand het maximale moment als gevolg van de gronddruk kan opnemen na het toepassen van het nieuwe baggerprofiel.

Tabel 5-7 Bepaling EI betonnen paalfundering

Omschrijving Deelgebied	Kadeconstructie	Diameter [m]	Lengte [m]	Traagheids-moment I [m^4]	Buigstijfheid EI [kNm^2/paal]
Oudewater, kadeconstructie_noord2	Kadeconstructie oplopend	0,45	13,5	2,1 *10^{-3}	33.700
Oudewater, kadeconstructie_noord3	Kadeconstructie normaal	0,45	14,7	2,1 *10^{-3}	33.700

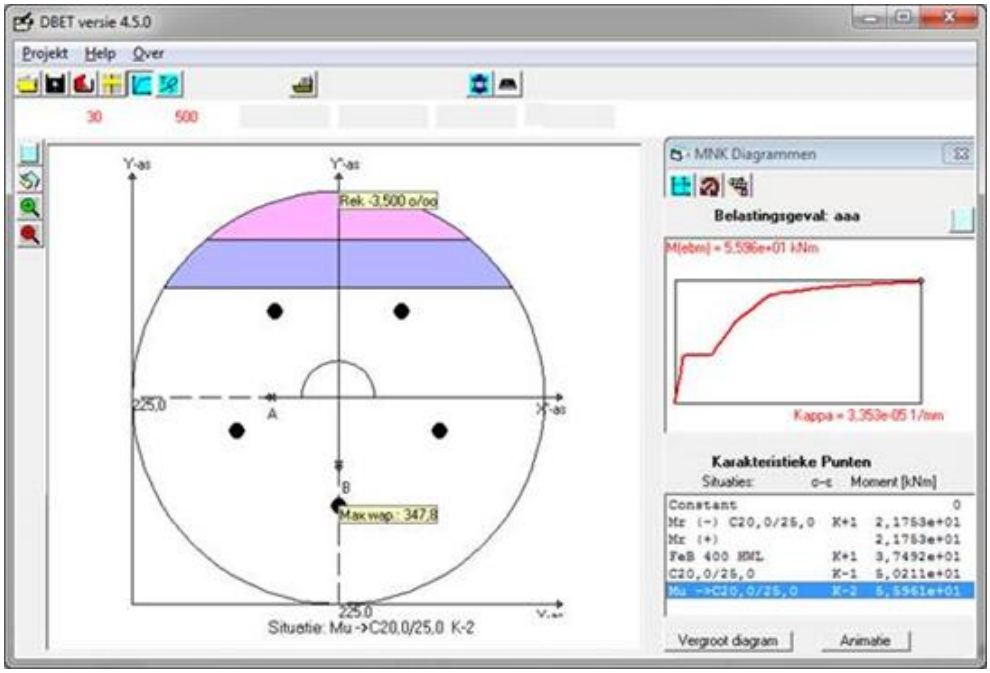
5.4.1 Achtergrond informatie betonnen palen constructie

De NMS-paal is een grondverwijderende schroefpaal die met een avegaar is gemaakt. Volgens onderstaand principe, figuur 5-4.



Figuur 5-4 Uitvoeringswijzeschroefpaal type avegaar

In de tekening die is opgenomen in dossier Oudewater [ref 6] is aangegeven dat er wapening van 5x16 mm en 5x20 mm is toegepast, van kwaliteit FeB400. De wapening loopt niet door tot in de punt. Het groutanker geeft een drukkracht in de paal; dit werkt gunstig voor de momentcapaciteit. Omdat nog niet bekend is hoeveel druk dit geeft wordt dit in de berekeningen verwaarloosd. De maximale capaciteit van de paal wordt geschat op 50 à 60 kNm per paal voor het deel dat is gewapend, zie berekening in figuur 5-5. Aanscherping van het gunstige effect van drukkracht kan later worden meegenomen.



Figuur 5-5 Indicatieve bepaling maximale moment capaciteit beton paal

5.4.2 Interactie houten damwand met betonnen kadeconstructie

Zoals bovenstaand beschreven is worden twee schematisaties beschouwd, één van de betonnen-palenconstructie (inclusief groutanker en L-muur) middels een single pile berekening en één van de houten damwand, die de grondkerende functie heeft tussen de waterzijde en de grondzijde. In beide berekeningen wordt de stabiliteit getoetst onder de maatgevende omstandigheden en de baggerdiepte die is gegeven in paragraaf 3.6.

6 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de uitgevoerde berekeningen beschreven.

Per paragraaf wordt een locatie beschouwd, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de stabiliteitsberekening en de sterkteberekening van de kade. Tot slot is een analyse van beide berekeningen uitgevoerd met een conclusie.

6.1 Resultaten A1 – Montfoort

In het stedelijke gebied van Montfoort is aan de zuidzijde een stabiliteitsberekening en sterkteberekening uitgevoerd (zie figuur 6-1).

Figuur 6-1 Kadeconstructie Montfoort

6.1.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede A1 zijn twee berekeningen uitgevoerd.

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,05 NAP +m)

In tabel 6-1 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven.

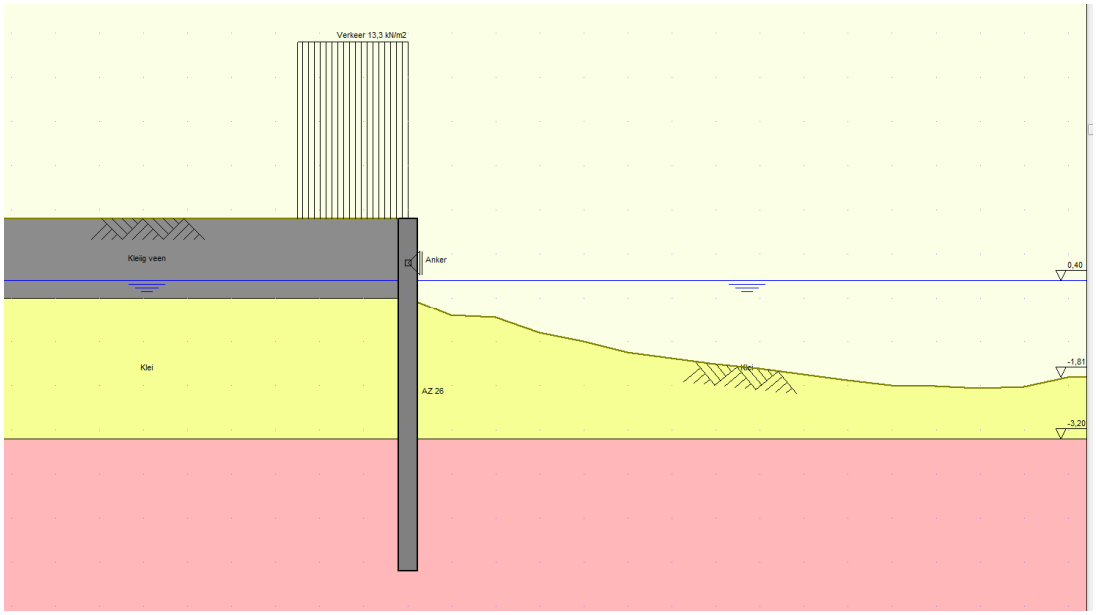
Tabel 6-1 Invloed baggerwerkzaamheden bij A1 - Montfoort, zuidzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
A1	$F_d > 0.96$	3,18	2,94	De stabiliteitsfactor is afgenomen, maar “de situatie na het baggeren” voldoet ruim aan de norm.

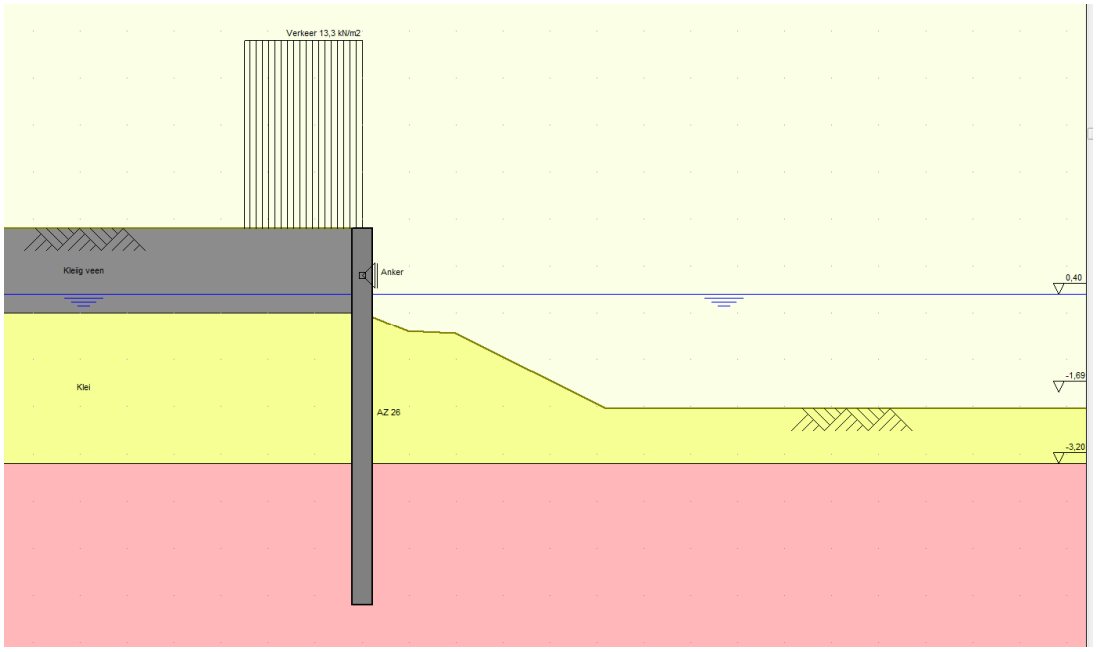
Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie tabel 6-1). Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,05 NAP +m is mogelijk, omdat de stabiliteitsfactor ruimschoots voldoet aan de gestelde norm.

6.1.2 Sterkteberekening kadeconstructie Montfoort

In figuur 6-2 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in figuur 6-3 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP 0 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,05 m.



Figuur 6-2 Stalen damwand – Fase 1 – Huidige situatie



Figuur 6-3 Stalen damwand – Fase 2 – Te baggeren profiel

Uit de berekening van de stalen damwand te Montfoort komt een maximaal moment van 37,6 kNm, met een verplaatsing van 0,8 mm wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd. De toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing is na het baggeren beperkt. Na het baggeren van de GHIJ heeft de damwand voldoende sterkte. Zie voor het overzicht van de krachten tabel 6-2.

Tabel 6-2 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	Buigend moment (stap 6.3) [kNm]	Dwarskracht (stap 6.3) [kN]	Verplaatsing (stap 6.5) [mm]
Stalen damwand			
- *Huidige situatie*	36,7	38,7	0,7
- *Baggerniveau*	37,6	39,0	0,8
Toename	0,9	0,3	0,1

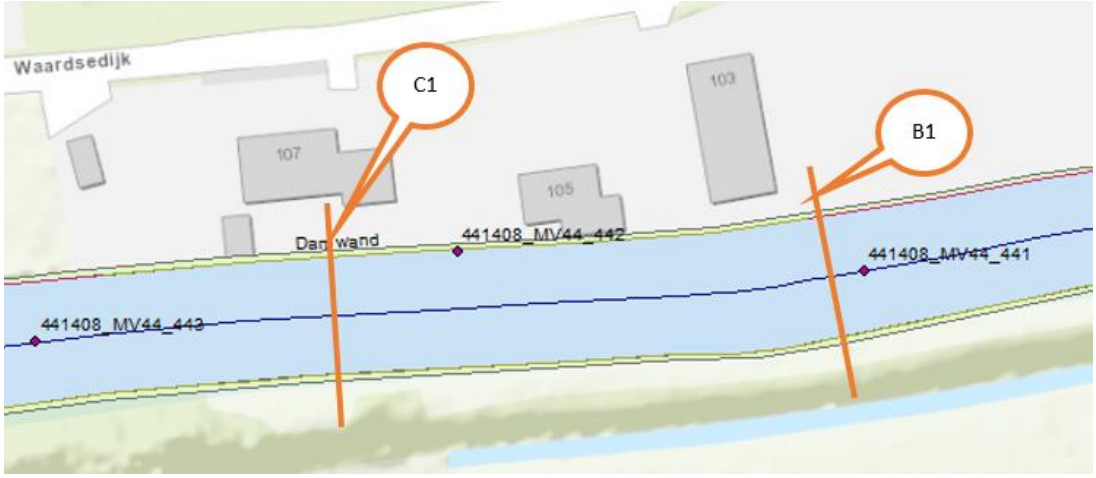
6.1.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie en na het uitbaggeren.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat de stalen damwand in de huidige situatie voldoet en dat de belasting toeneemt wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd. In de situatie na het uitbaggeren blijft de damwand voldoende sterkte houden.

6.2 Resultaten B1 – Waardsedijk 103

Tussen Montfoort en Oudewater is aan de noordzijde van de GHIJ een berekening (B1) uitgevoerd ter plaatse van Waardsedijk 103 (zie figuur 6-4).



Figuur 6-4 Kadeconstructie Waardsedijk 103 en 107

6.2.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede D1 en D3 zijn twee berekeningen per locatie uitgevoerd

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,70 NAP +m)

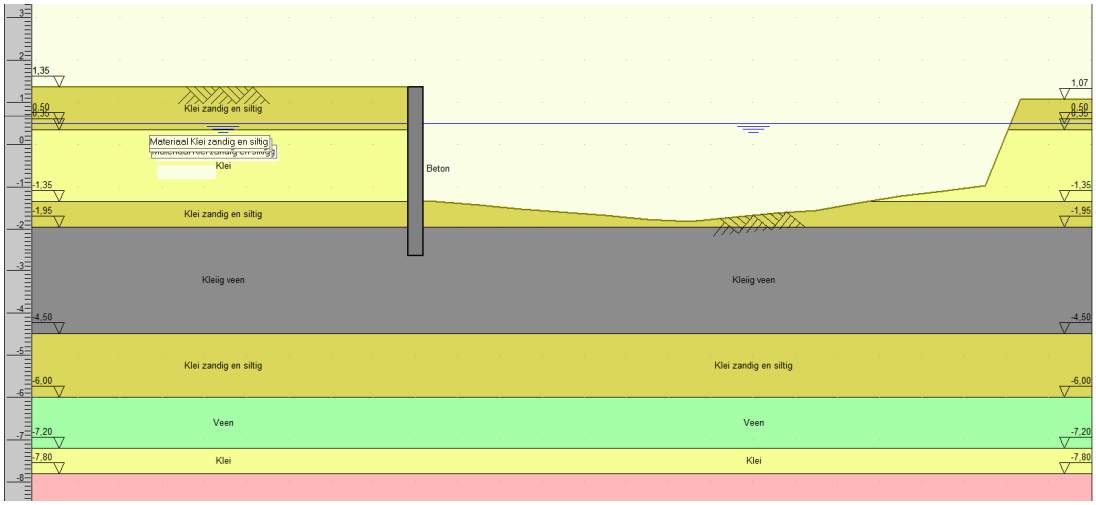
In tabel 6-3 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven.

Tabel 6-3 Invloed baggerwerkzaamheden bij B1 – Waardsedijk, noordzijde

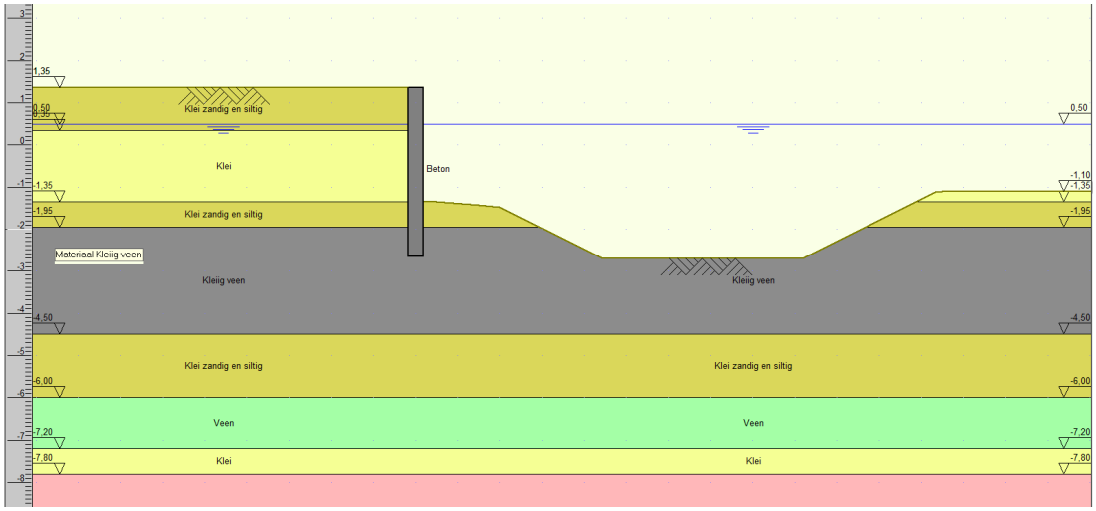
Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
B1	$F_d > 0{,}96$	0,71	0,65	De stabiliteitsfactor is afgenomen en voldoet daarmee niet aan de norm.

6.2.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In figuur 6-5 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in figuur 6-6 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP -1,3 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,70 m.



Figuur 6-5 Betonnen damwand – Fase 1 – Huidige situatie (zonder bovenbelasting)



Figuur 6-6 Betonnen damwand – Fase 2 – Te baggeren profiel (zonder bovenbelasting)

Uit de berekening volgt dat de damwand niet stabiel is waardoor de berekening is afgebroken. De benodigde lengte om wel een berekening uit te kunnen voeren is aangepast om het effect van het baggeren te kunnen beschouwen. Hiervoor is tevens een anker toegevoegd om de berekening uit te kunnen voeren. In de huidige situatie is een grote verplaatsing berekend.

De berekende waarden van de aangepaste damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in tabel 6-4. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand en is deze opnieuw niet stabiel. De betonnen damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-4 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen (zonder bovenbelasting)

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Betonnen damwand			
- *Huidige situatie*	28,7	19,0	36,9
- *Baggerniveau*	Niet stabiel	Niet stabiel	102,2
Toename	n.v.t.	n.v.t.	65,3

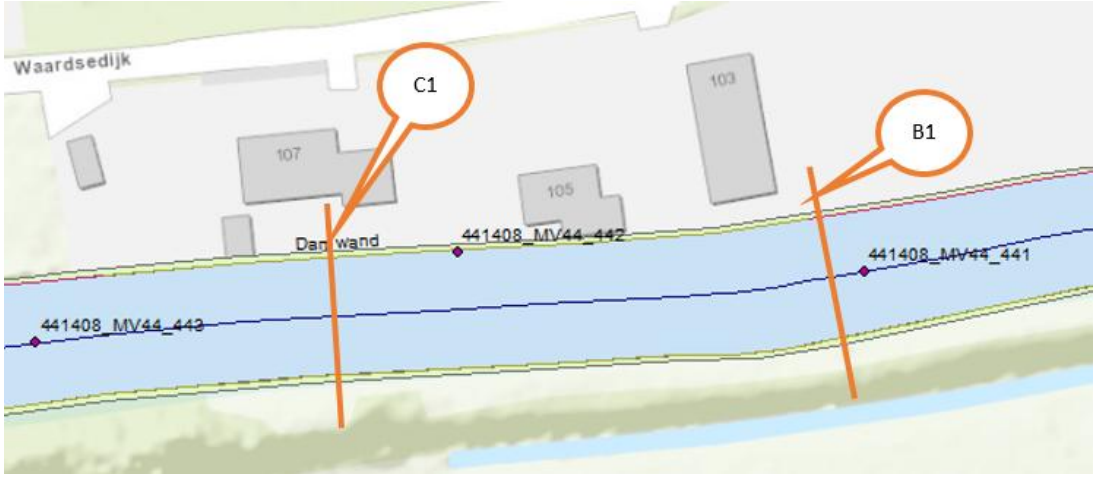
6.2.3 Analyse & conclusie

Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie tabel 6-3). Het nieuwe glijvlak komt dieper te liggen dan in de huidige situatie. Dit heeft te maken met de aanwezige slappe kleiige veenlaag. Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,70 NAP +m leidt tot een stabiliteitsfactor die te laag is. In de conclusie wordt het gewenste baggerprofiel weergegeven, wat geen invloed heeft op de buitenwaartse stabiliteit.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat de betonnen damwand in de huidige situatie niet voldoet en dat de uitbuiging aanzienlijk toeneemt (65,3 mm) wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.3 Resultaten C1 – Waardsedijk 107

Tussen Montfoort en Oudewater is aan de noordzijde van de GHIJ een berekening (C1) uitgevoerd ter plaatse van Waardsedijk 107 (zie Figuur 6-7).



Figuur 6-7 Kadeconstructie Waardsedijk 103 en 107

6.3.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede C1 zijn twee berekeningen uitgevoerd.

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,70 NAP +m)

In Tabel 6-5 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven.

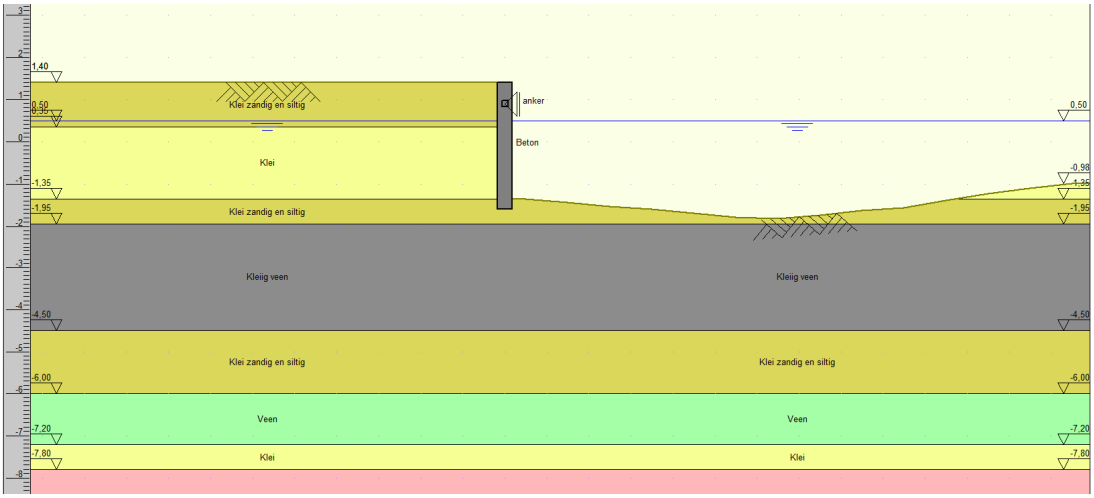
Tabel 6-5 Invloed baggerwerkzaamheden bij C1 – Waardsedijk, noordzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
C1	$F_d > 0,96$	0,57	0,52	De stabiliteitsfactor is afgenomen en voldoet daarmee niet aan de norm.

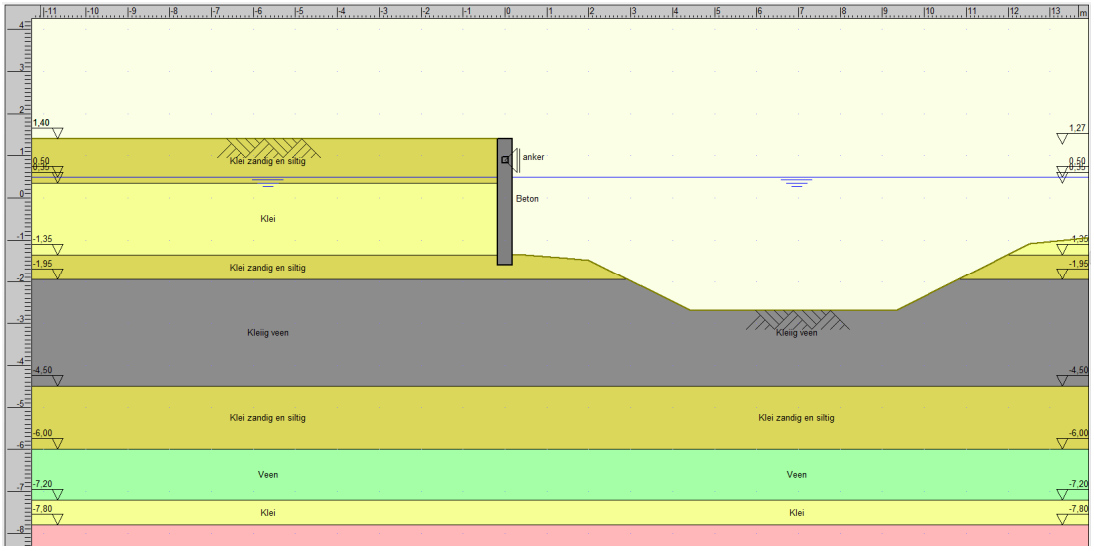
Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie Tabel 6-5). Het nieuwe glijvlak komt dieper te liggen dan in de huidige situatie. Dit heeft te maken met de aanwezige slappe kleiige veenlaag. Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,70 NAP +m leidt tot een stabiliteitsfactor die te laag is. In de hoofdstuk 7 wordt het gewenste baggerprofiel weergegeven, wat geen invloed heeft op de buitenwaartse stabiliteit.

6.3.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In figuur 6-8 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in figuur 6-9 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP -1,4 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,70 m.



Figuur 6-8 Betonnen damwand – Fase 1 – Huidige situatie (zonder bovenbelasting)



Figuur 6-9 Betonnen damwand – Fase 2 – Te baggeren profiel (zonder bovenbelasting)

Uit de berekening volgt dat de damwand niet stabiel is waardoor de berekening is afgebroken. De benodigde lengte om wel een berekening uit te kunnen voeren is aangepast om het effect van het baggeren te kunnen beschouwen. In de huidige situatie is een grote verplaatsing berekend.

De berekende waarden van de aangepaste damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in tabel 6-6. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand en is deze opnieuw niet stabiel. De betonnen damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-6 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Betonnen damwand			
- *Huidige situatie*	29,6	20,9	35,9
- *Baggerniveau*	Niet stabiel	Niet stabiel	102,0
Toename	n.v.t.	n.v.t.	66,1

6.3.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat niet wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie en er wordt niet voldaan na het uitbaggeren tot een diepte van -2,70 NAP +m.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat de betonnen damwand in de huidige situatie niet voldoet en dat de uitbuiging toeneemt (66,1) nadat de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.4 Resultaten D1 – Oudewater

De berekening D1 valt in het baggertraject met een diepte van-2,70 NAP +m en is aan de noordzijde uitgevoerd. De locatie wordt weergegeven in figuur 6-10.

Figuur 6-10 Kadeconstructies Oudewater

6.4.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede D1 en D3 zijn twee berekeningen per locatie uitgevoerd D2 is niet berekend.

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte D1 -2,70 NAP +m)

In tabel 6-7 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven.

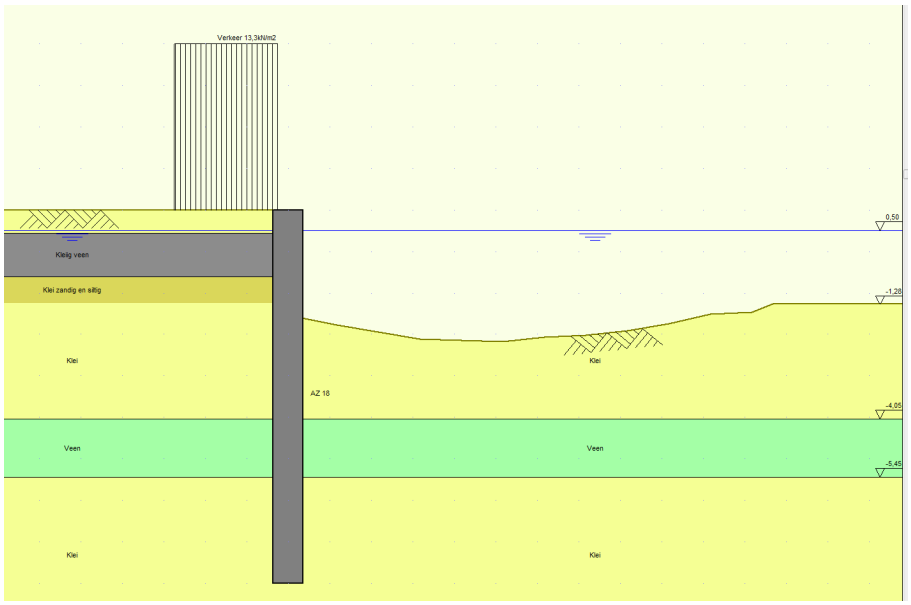
Tabel 6-7 Invloed baggerwerkzaamheden bij D1 – Oudewater, noordzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
D1	$F_d > 0,96$	1,45	1,28	De stabiliteitsfactor is afgenomen, maar “de situatie na het baggeren” voldoet aan de norm.

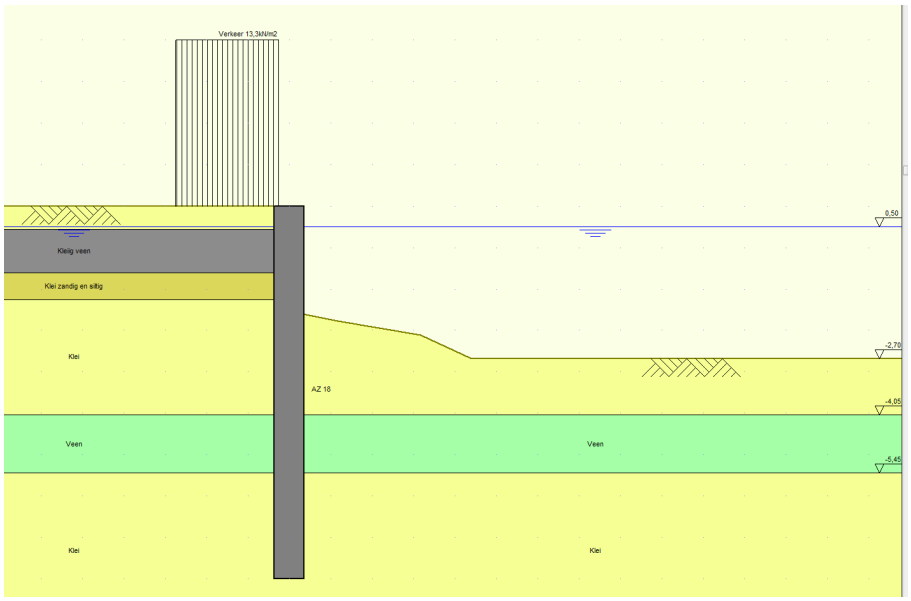
Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie Tabel 6-7). Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,70 NAP +m is mogelijk, omdat de stabiliteitsfactor ruimschoots voldoet aan de gestelde norm.

6.4.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In Figuur 6-11 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in Figuur 6-12 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP -1,6 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,70 m.



Figuur 6-11 Stalen damwand AZ18 – Fase 1 – Huidige situatie



Figuur 6-12 Stalen damwand AZ18– Fase 2 – Te baggeren profiel

De berekende waarden van de damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in Tabel 6-8. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand en is deze niet stabiel. De stalen damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-8 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Stalen damwand AZ18			
- *Huidige situatie*	Niet stabiel	Niet stabiel	27,1
- *Baggerniveau*	Niet stabiel	Niet stabiel	31,4
Toename	-	-	4,3

6.4.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie en na het uitbaggeren tot een diepte van -2,70 NAP +m.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat de betonnen damwand in de huidige situatie niet voldoet, de uitbuiging neemt niet aanzienlijk toe (4,3 mm) nadat de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.5 Resultaten D3 – Oudewater

De stabiliteit van de waterkering en de sterkte van de kade bij D3 zijn aan de noordzijde berekend (zie figuur 6-13) en valt in een baggertraject met een baggerdiepte van -2,40 NAP +m.

Figuur 6-13 Kadeconstructies Oudewater

6.5.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede D3 zijn twee berekeningen uitgevoerd. D2 is niet berekend.

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte D3 = -2,40 NAP +m).

In tabel 6-9 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven.

Tabel 6-9 Invloed baggerwerkzaamheden bij D3 – Oudewater, noordzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
D3	$F_d > 0,96$	0,71	0,67	De stabiliteitsfactor is afgenomen en voldoet daarmee niet aan de norm.

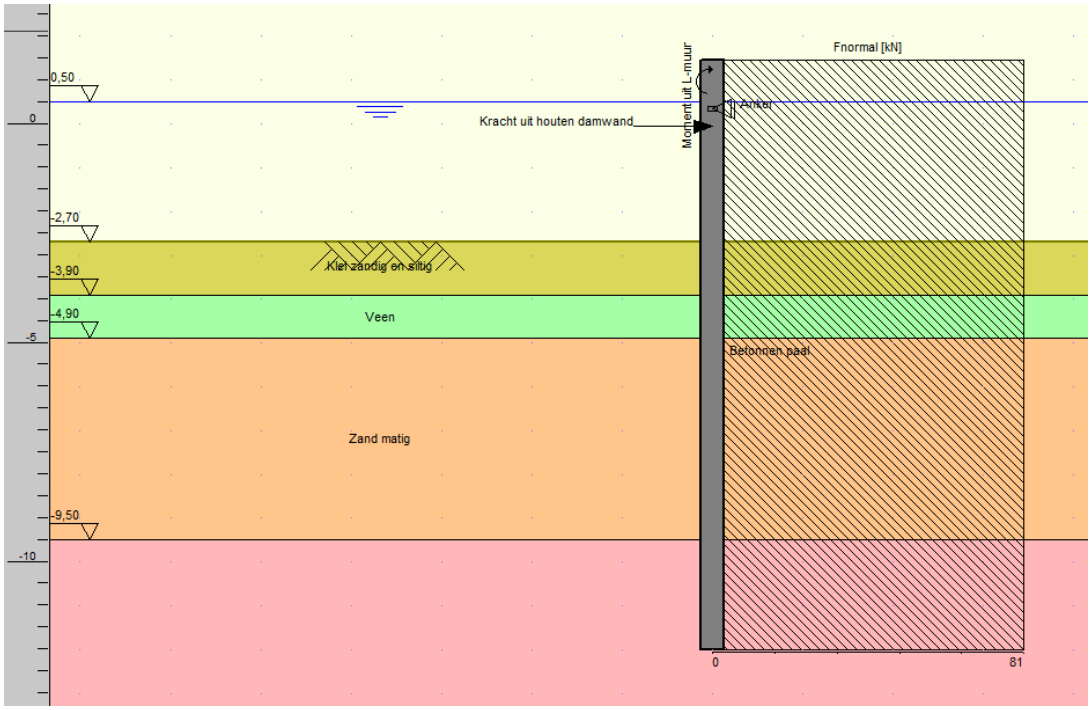
Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie Tabel 6-9). Er is geen ander glijvlak gevonden. Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,40 NAP +m leidt tot een stabiliteitsfactor die te laag is. Dit geldt voor de situatie met een damwandlengte van 3 meter (conform uitgangspunten) en 6 meter. In hoofdstuk 7 wordt het gewenste baggerprofiel weergegeven, wat geen invloed heeft op de buitenwaartse stabiliteit.

6.5.2 Sterkteberekening kadeconstructie

De berekening van de kadeconstructie is opgesplitst in de berekening van de houten damwand die is bevestigd aan de onderzijde van de betonnen L-muur constructie en de berekening van de betonnen constructie zelf.

6.5.2.1 Fasering berekeningen

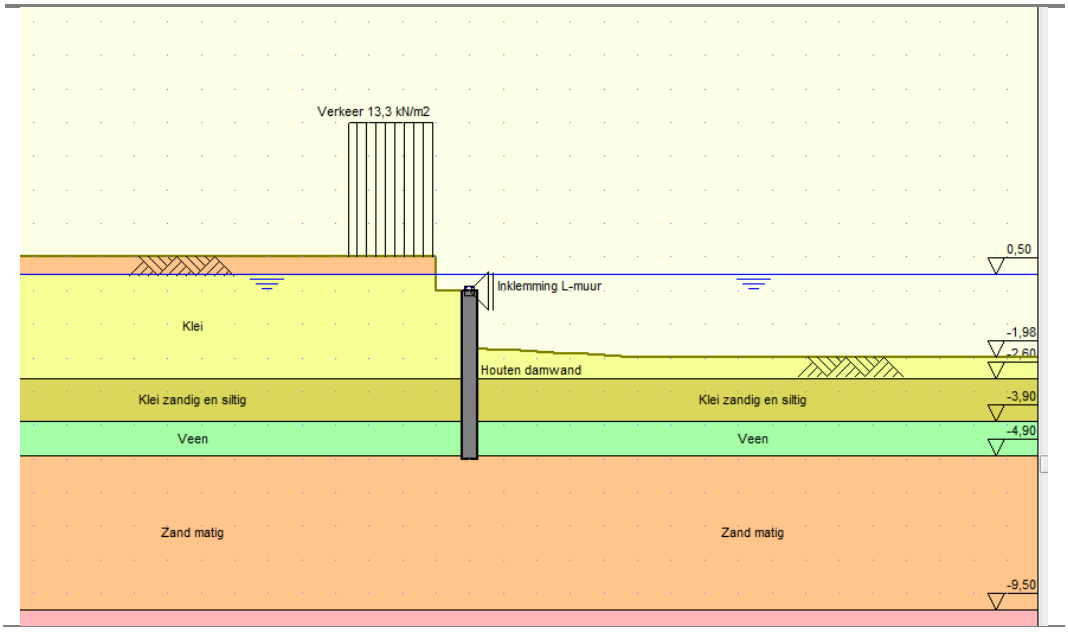
De betonnen L-muur constructie op palen gefundeerd en is als volgt geschematiseerd; de constructie is in D-Sheet Piling als een “single pile” beschouwd omdat de grond tussen de palen door gronddruk kan uitoefenen op de houten damwand. De horizontale kracht die ter plaatse van de inklemming van de houten damwand wordt uitgeoefend als gevolg van de belasting op de houten damwand bedraagt 8,5 kN * 1,5 m (h.o.h. paal) = 12,75 kN. Het moment bedraagt 59,6 kNm en de verticale kracht is 80,8 kN, zie bijlage 6.



Figuur 6-14 Schematisering betonnen constructie D-Sheet Piling

De schematisering van de houten damwand in D-Sheet Piling is op de volgende wijze gedaan. De houten damwand is met een “rigid support” bevestigd en voorkomt dat deze horizontaal kan bewegen maar wel nog kan roteren. De bovenkant van de damwand is op niveau NAP 0 m geplaatst (conform tekening figuur 5-1) en de lengte bedraagt 3 m. Het gedeelte waar het groutanker in de betonnen constructie is bevestigd neemt ongeveer 1 m breedte in beslag. In dit gedeelte werken er dus geen gronddrukken op de damwand, deze krachten worden afgedragen op het groutanker en de paalfundering. Pas naast deze

constructie zijn er weer gronddrukken actief op de damwand. In dit gedeelte is een verkeersbelasting meegenomen van 13,3 kN/m^2. Zie Figuur 6-15



Figuur 6-15 Schematisering houten damwand constructie

Om een inzicht te krijgen in de stabiliteit van de kadeconstructie en het mogelijk te baggeren profiel is de vergelijking gemaakt in de huidige situatie en de situatie met het te baggeren niveau van NAP -2,7 m.

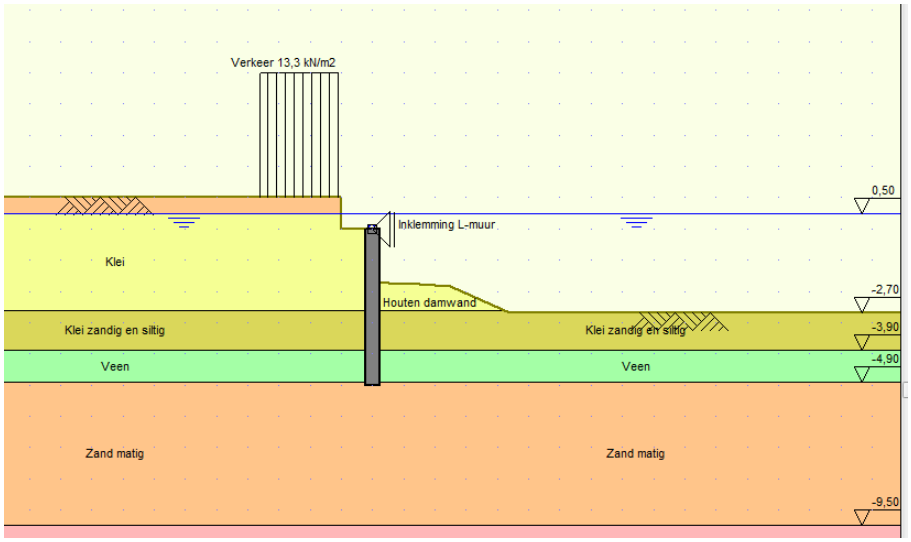
6.5.2.2 Resultaat te baggeren niveau

Uit de berekening van de betonnen constructie komt een maximaal moment van 59,9 kNm, met een verplaatsing van 3,6 mm. Uit de berekening blijkt dat de krachten in evenwicht zijn en dat deze allen worden afgedragen op zowel het groutanker als de betonnen palen.

Tabel 6-10 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	Buigend moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
Betonnen constructie			
- *Baggerniveau*	59,9	27,4	3,6
Houten damwand incl. bovenbelasting			
- *Huidige situatie*	4,99	5,22	5,9
- *Baggerniveau*	11,79	8,54	14,4

In het onderstaande Figuur 6-16 is het te baggeren profiel in de berekening weergegeven, het profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van NAP -1,5 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,7 m. Uit Tabel 6-10 blijkt dat de verplaatsing van de damwand in kleine mate toeneemt (verschil = 8,5 mm) en dus voldoende stabiliteit biedt.



Figuur 6-16 Houten damwand – Fase 2 – Te baggeren profiel

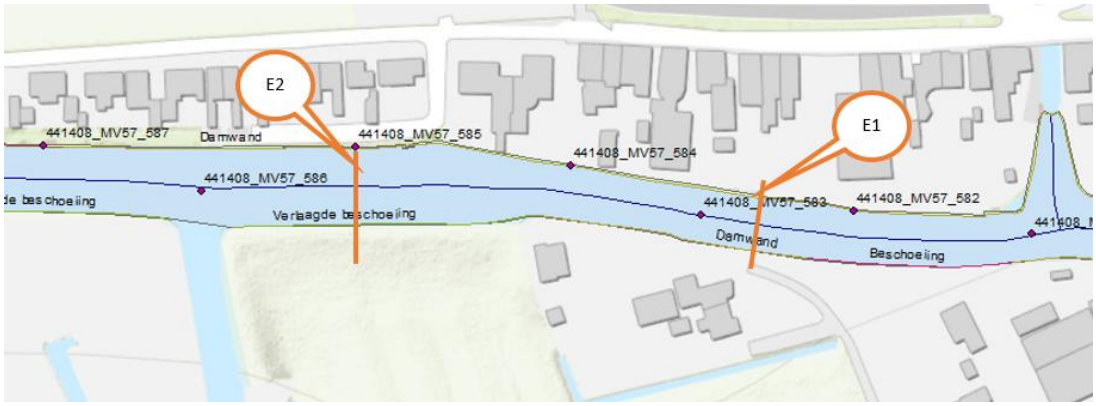
6.5.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat niet wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie en na het uitbaggeren tot een diepte van -2,40 NAP +m.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat de houten damwand in de huidige situatie voldoet, de uitbuiging neemt niet aanzienlijk toe (8,5 mm) nadat de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.6 Resultaten E1 – Hekendorp

Tussen Oudewater en Haastrecht ligt Hekendorp. Op locatie E1 en E2 (zie figuur 6-17) zijn stabiliteitsberekeningen en sterkteberekeningen uitgevoerd.



Figuur 6-17 Kadeconstructie Hekendorp

6.6.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede E1 zijn twee berekeningen uitgevoerd

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,40 NAP +m)

In tabel 6-11 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven. In eerste instantie is gerekend met een damwandlengte van 3 meter conform de geleverde gegevens. In tweede instantie is gerekend met een damwandlengte van 6 meter op aangeven van HDSR.

Tabel 6-11 Invloed baggerwerkzaamheden bij E1 - Hekendorp, noordzijde

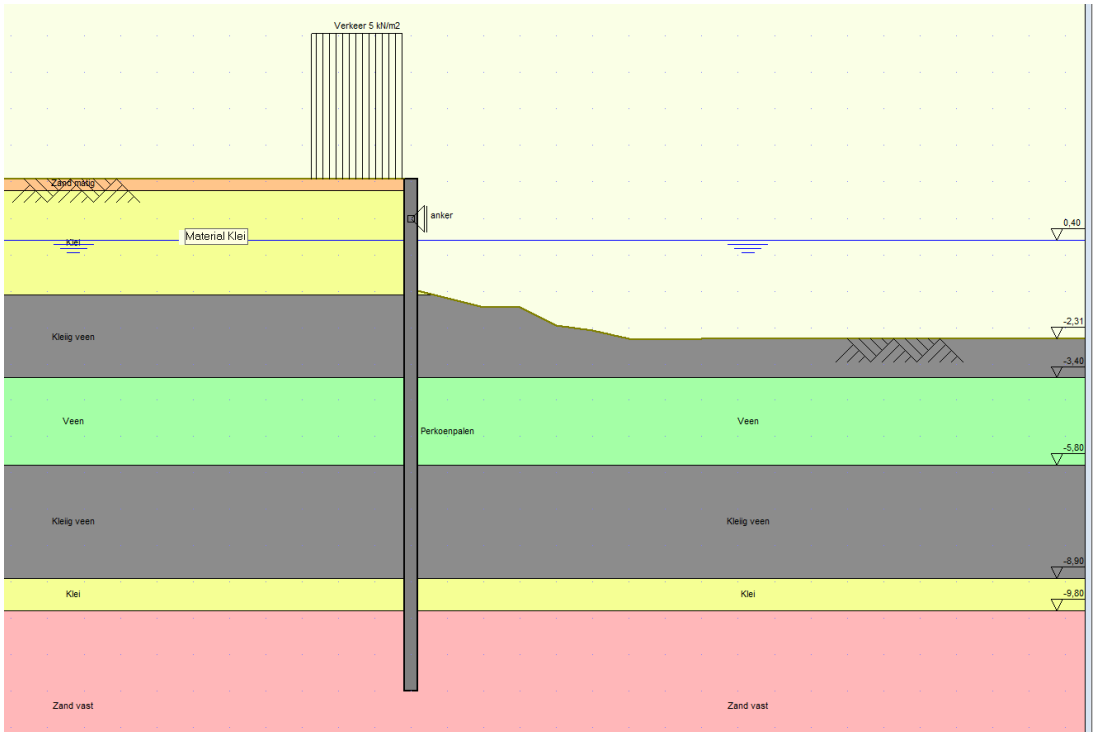
Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
E1 (3m)	$F_d > 0,96$	0,58	0,54	De stabiliteitsfactor is afgenomen en voldoet daarmee niet aan de norm.
E1 (6m)	$F_d > 0,96$	0,75	0,71	De stabiliteitsfactor is afgenomen en voldoet daarmee niet aan de norm.

Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie tabel 6-11). Er is geen ander glijvlak gevonden. Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,40 NAP +m leidt tot een stabiliteitsfactor die te laag is. In hoofdstuk 7 wordt het gewenste baggerprofiel weergegeven, wat geen invloed heeft op de buitenwaartse stabiliteit.

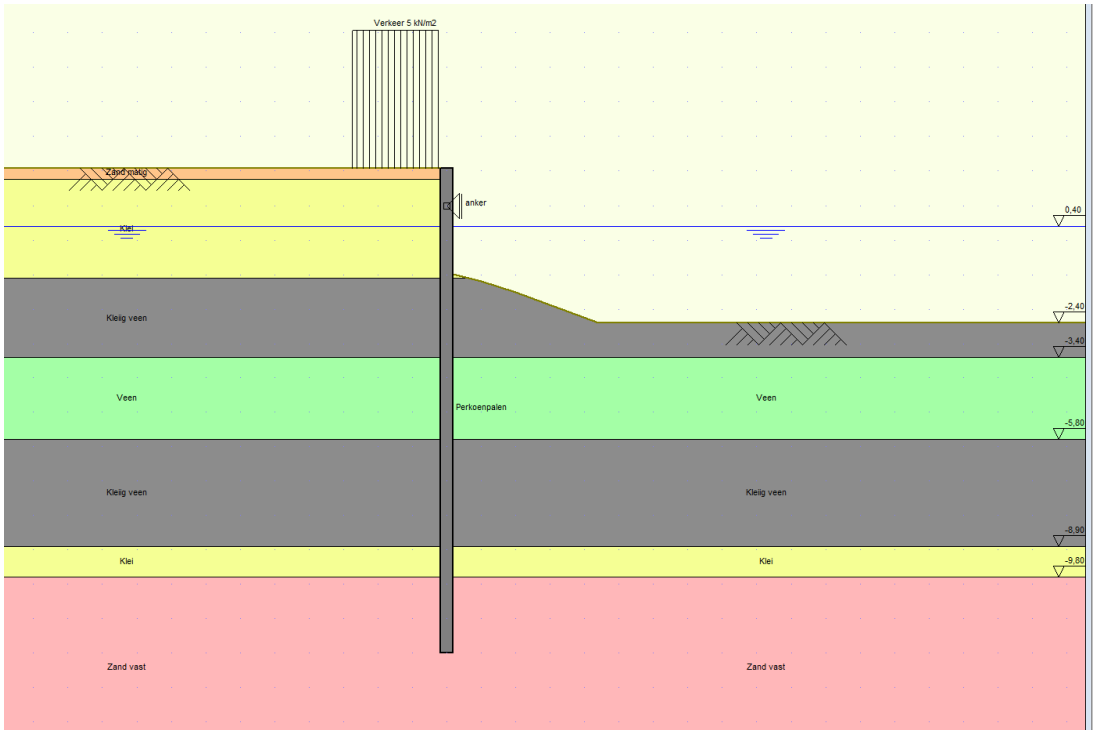
6.6.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In Figuur 6-18 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in Figuur 6-19 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op

een niveau van circa NAP -1,2 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,40 m.



Figuur 6-18 Damwand van perkoenpalen – Fase 1 – Huidige situatie



Figuur 6-19 Damwand van perkoenpalen – Fase 2 – Te baggeren profiel

Uit de berekening volgt dat de damwand niet stabiel is waardoor de berekening is afgebroken. De benodigde lengte om wel een berekening uit te kunnen voeren is deze aangepast om het effect van het baggeren te kunnen beschouwen. Hiervoor is tevens een anker toegevoegd om de berekening uit te kunnen voeren. In de huidige situatie is een grote verplaatsing berekend.

De berekende waarden van de aangepaste damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in tabel 6-12. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand. De houten damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-12 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Houten damwand			
- *Huidige situatie*	109,4	98	204,1
- *Baggerniveau*	118,5	105,6	249,5
Toename	9,1	7,6	45,4

6.6.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat niet wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie met een damwandlengte van 3 meter en 6 meter en na het uitbaggeren tot een diepte van -2,40 NAP +m.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat houten damwand in de huidige situatie niet voldoet en dat de uitbuiging toeneemt (45,4 mm) wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.7 Resultaten E2 – Hekendorp

Tussen Oudewater en Haastrecht ligt Hekendorp. Op locatie E1 en E2 (zie figuur 6-20) zijn stabiliteitsberekeningen en sterkteberekeningen uitgevoerd.

Figuur 6-20 Kadeconstructie Hekendorp

6.7.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede E2 zijn twee berekeningen uitgevoerd

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,40 NAP +m)

In tabel 6-13 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven. In eerste instantie is gerekend met een damwandlengte van 3 meter conform de geleverde gegevens. In tweede instantie is gerekend met een damwandlengte van 6 meter op aangeven van HDSR.

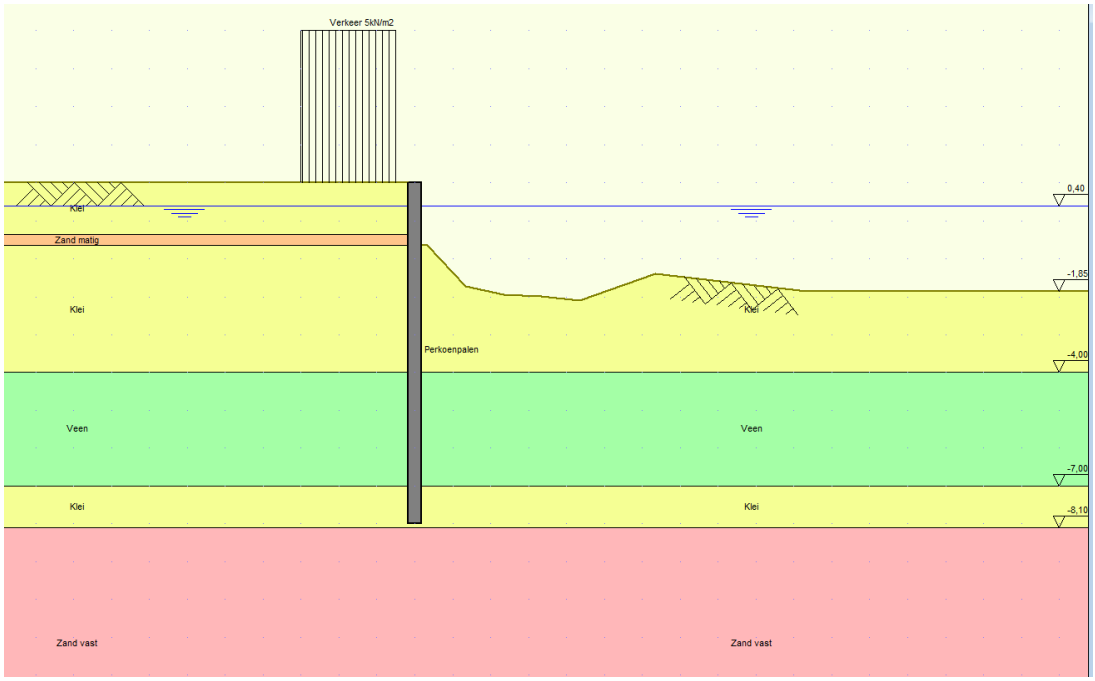
Tabel 6-13 Invloed baggerwerkzaamheden bij E2 - Hekendorp, noordzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
E2 (3m)	$F_d > 0,96$	1,14	1,14	De stabiliteitsfactor is gelijk gebleven, omdat het glijvlak het baggerprofiel niet doorkruist.
E2 (6m)	$F_d > 0,96$	1,65	1,31	De stabiliteitsfactor is afgenomen, maar “de situatie na het baggeren” voldoet aan de norm.

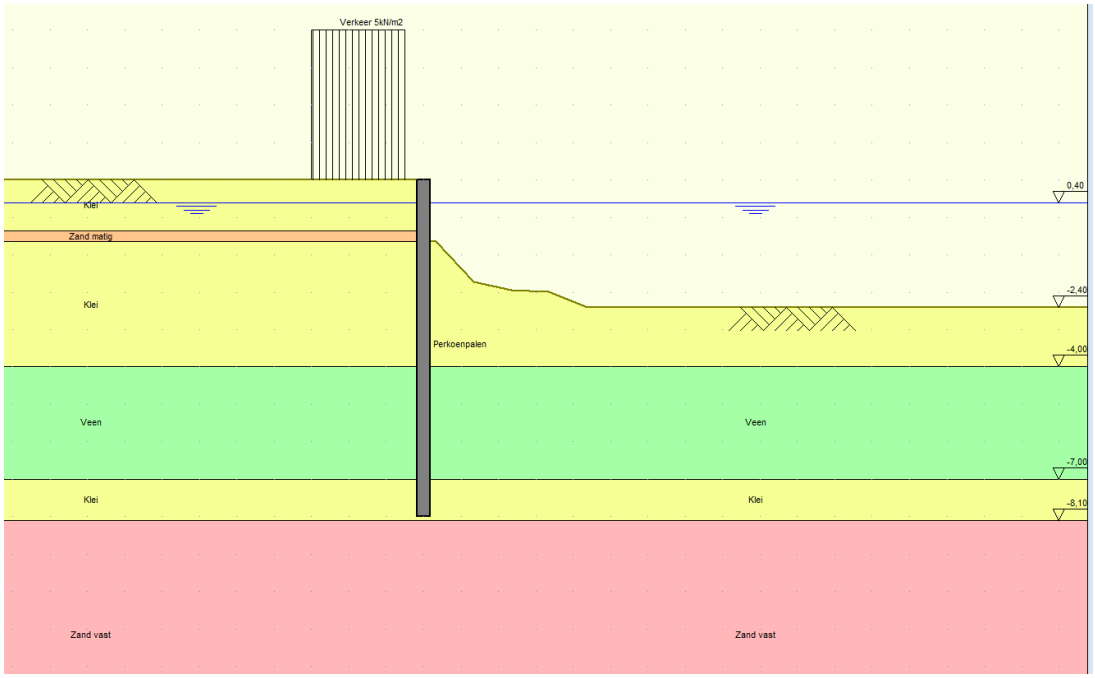
Het maatgevende glijvlak doorkruist niet de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft dus geen invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit gelijk blijft (zie tabel 6-13). Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,40 NAP +m is mogelijk, omdat de stabiliteit niet wordt beïnvloed. Bovendien voldoet de stabiliteitsfactor voor en na de baggerwerkzaamheden aan de norm.

6.7.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In figuur 6-21 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in figuur 6-22 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP -2 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,40 m.



Figuur 6-21 Damwand van perkoenpalen – Fase 1 – Huidige situatie



Figuur 6-22 Damwand van perkoenpalen – Fase 2 – Te baggeren profiel

Uit de berekening volgt dat de damwand niet stabiel is waardoor de berekening is afgebroken. De benodigde lengte om wel een berekening uit te kunnen voeren is deze aangepast om het effect van het baggeren te kunnen beschouwen.

De berekende waarden van de aangepaste damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in tabel 6-14. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand. De perkoenpalen damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-14 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Perkoenpalen			
- *Huidige situatie*	17,2	10,6	6,9
- *Baggerniveau*	Niet stabiel	Niet stabiel	7,9
Toename	-	-	1,0

6.7.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie met een damwandlengte van 3 meter en 6 meter en na het uitbaggeren tot een diepte van -2,40 NAP +m.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat de damwand van perkoenpalen in de huidige situatie niet voldoet, de uitbuiging neem nauwelijks toe (1,0 mm) wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.8 Resultaten F1 – Haastrecht

In het stedelijke gebied van Haastrecht zijn aan de noordzijde twee stabiliteitsberekeningen en een sterkteberekening uitgevoerd (zie figuur 6-23).

Figuur 6-23 Kadeconstructie Haastrecht

6.8.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede F1 zijn twee berekeningen uitgevoerd

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,40 NAP +m)

In tabel 6-15 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven. In eerste instantie is gerekend met een damwandlengte van 3 meter conform de geleverde gegevens. In tweede instantie is gerekend met een damwandlengte van 6 meter op aanraden van HDSR.

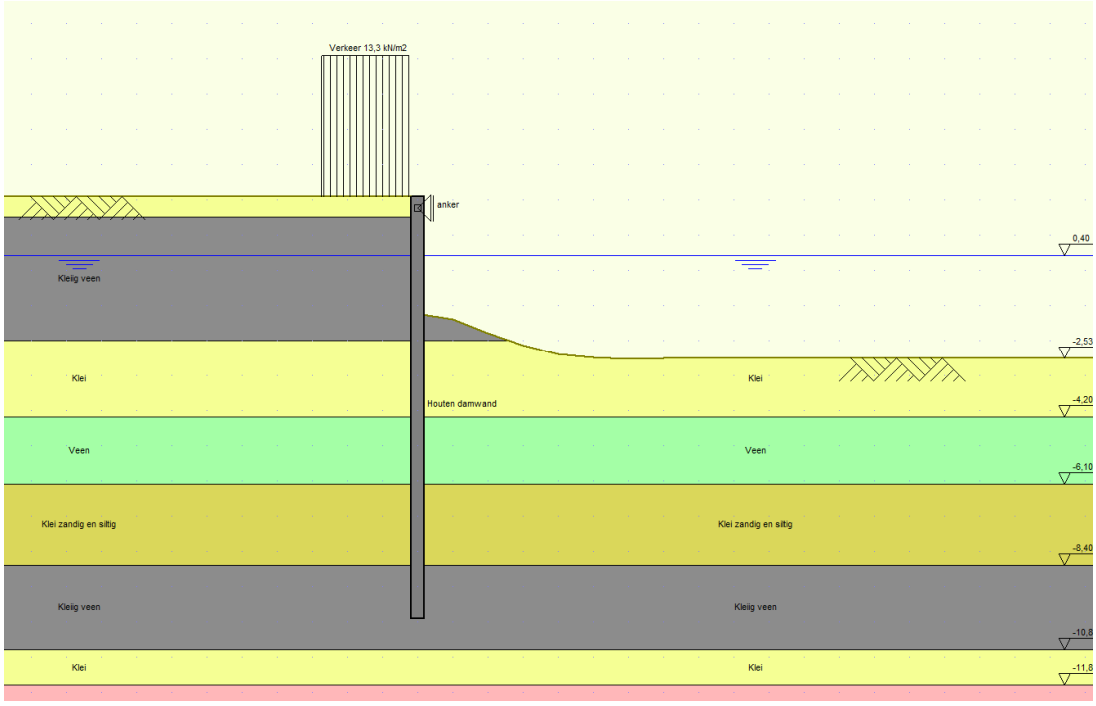
Tabel 6-15 Invloed baggerwerkzaamheden bij F1 - Haastrecht, noordzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
F1 (3m)	$F_d > 0,96$	0,29	0,29	De stabiliteitsfactor is gelijk gebleven, omdat het glijvlak het baggerprofiel niet doorkruist. Toch valt dit ruim buiten de norm.
F1 (6m)	$F_d > 0,96$	0,94	0,94	De stabiliteitsfactor is gelijk gebleven, omdat het glijvlak het baggerprofiel niet doorkruist.

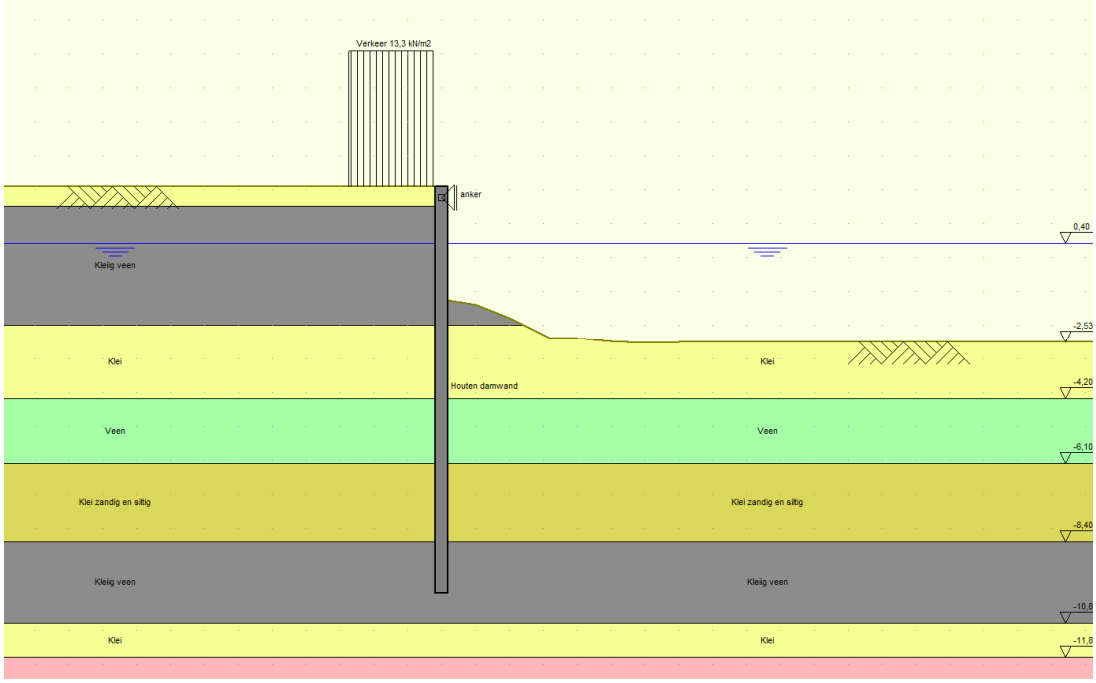
Het maatgevende glijvlak doorkruist niet de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft dus geen invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit gelijk blijft (zie Tabel 6-15). Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,40 NAP +m is mogelijk, omdat de stabiliteit niet wordt beïnvloed. In de huidige situatie met een damwandlengte van 3 meter wordt niet voldaan de norm. Hierin wordt duidelijk dat de invloed van de damwandlengte zeer groot is.

6.8.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In figuur 6-18 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in figuur 6-25 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP -1,4 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,40 m.



Figuur 6-24 Damwand van hout – Fase 1 – Huidige situatie



Figuur 6-25 Damwand van hout – Fase 2 – Te baggeren profiel

Uit de berekening volgt dat de damwand niet stabiel is waardoor de berekening is afgebroken. De benodigde lengte om wel een berekening uit te kunnen voeren is deze aangepast om het effect van het baggeren te kunnen beschouwen. In de huidige situatie is een grote verplaatsing berekend.

De berekende waarden van de aangepaste damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in tabel 6-16. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand. De houten damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-16 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Houten damwand			
- *Huidige situatie*	70,2	42,6	452,2
- *Baggerniveau*	71,6	43,1	481,8
Toename	1,4	0,5	29,6

6.8.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat wordt voldaan, omdat de stabiliteit niet afneemt ten opzichte van de huidige situatie. Gezien de lage stabiliteitsfactor in de huidige situatie van 0,29 is er sowieso sprake van een instabiele situatie.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat houten damwand in de huidige situatie niet voldoet en dat de uitbuiging toeneemt wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.9 Resultaten F2 – Haastrecht

In het stedelijke gebied van Haastrecht zijn aan de noordzijde twee stabiliteitsberekeningen en een sterkteberekening uitgevoerd (zie figuur 6-26).

Figuur 6-26 Kadeconstructie Haastrecht

6.9.1 Stabiliteit waterkering

Bij doorsnede F1 zijn twee berekeningen uitgevoerd

1. de huidige situatie
2. de situatie na het toegepaste baggerprofiel (overdiepte -2,40 NAP +m)

In tabel 6-17 worden voor beide situaties de berekende stabiliteitsfactoren (F_d) weergegeven. In bijlage 3 worden de maatgevende glijvlakken weergegeven. In eerste instantie is gerekend met een damwandlengte van 3 meter conform de geleverde gegevens. In tweede instantie is gerekend met een damwandlengte van 6 meter op aanraden van HDSR.

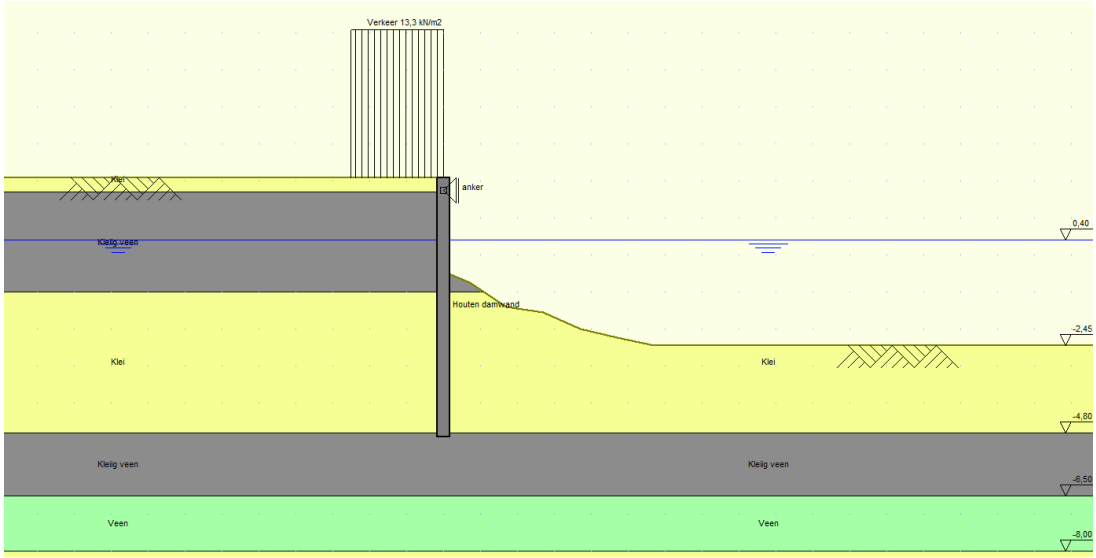
Tabel 6-17 Invloed baggerwerkzaamheden bij F1 - Haastrecht, noordzijde

Berekening	Minimale vereiste	Huidige situatie	Situatie na het baggeren	Toelichting
F2 (3m)	$F_d > 0,96$	1,14	1,14	De stabiliteitsfactor is gelijk gebleven, omdat het glijvlak het baggerprofiel niet doorkruist.
F2 (6m)	$F_d > 0,96$	1,65	1,31	De stabiliteitsfactor is afgenomen, maar “de situatie na het baggeren” voldoet aan de norm.

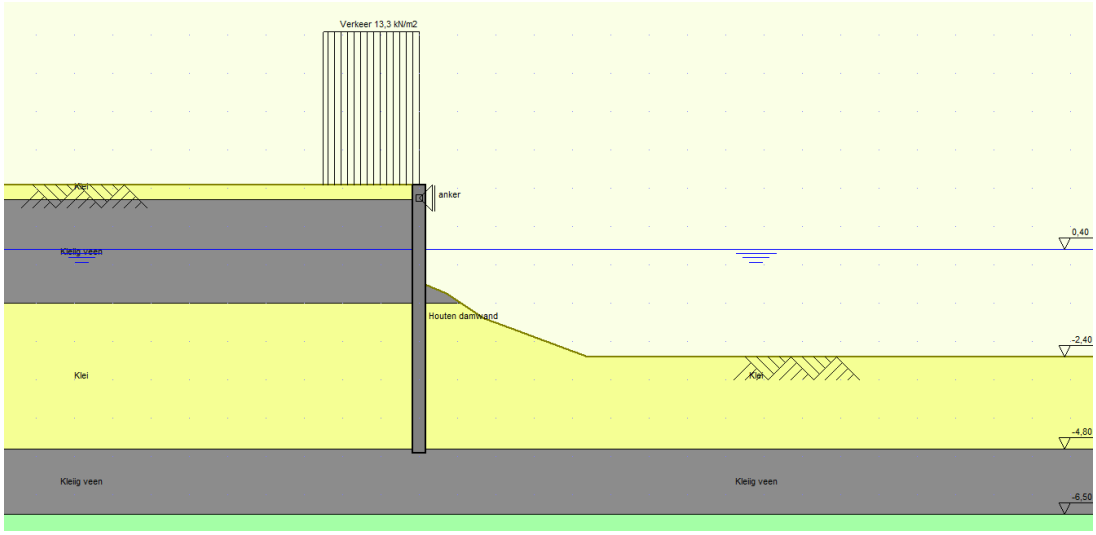
Het maatgevende glijvlak doorkruist de zone waar slib wordt gebaggerd. Dit heeft invloed op het tegenwerkend moment met als gevolg dat de buitenwaartse stabiliteit afneemt (zie tabel 6-17). Er is geen ander glijvlak gevonden. Het gewenste baggerprofiel tot een diepte van -2,40 NAP +m leidt tot een stabiliteitsfactor die te laag is bij een damwandlengte van 3 meter. In de conclusie wordt het gewenste baggerprofiel weergegeven, wat geen invloed heeft op de buitenwaartse stabiliteit. Bij een damwandlengte van 6 meter voldoet de stabiliteit ruim en wordt er een minimale stabiliteitsafname geconstateerd na de baggerwerkzaamheden.

6.9.2 Sterkteberekening kadeconstructie

In Figuur 6-27 is de huidige situatie van de damwand weergegeven en in Figuur 6-28 is het gebaggerde profiel weergegeven. Het te baggeren profiel verloopt vanaf de damwand op een niveau van circa NAP -0,75 m over een breedte van 2 m en dan onder een talud van 1:2 omlaag tot het niveau van NAP -2,40 m.



Figuur 6-27 Damwand van hout – Fase 1 – Huidige situatie



Figuur 6-28 Damwand van hout – Fase 2 – Te baggeren profiel

Uit de berekening volgt dat de damwand niet stabiel is waardoor de berekening is afgebroken. Echter is het huidige profiel voldoende diep, zodat op deze locatie niet hoeft worden gebaggerd. De situatie verslechterd daardoor niet als gevolg van baggerwerkzaamheden. De benodigde lengte om wel een berekening uit te kunnen voeren is deze aangepast om het effect van het baggeren te kunnen beschouwen. In de huidige situatie is een grote verplaatsing berekend.

De berekende waarden van de aangepaste damwand met de toename in buigend moment, dwarskracht en verplaatsing na het baggeren is weergegeven in Tabel 6-18. Na het baggeren van de GHIJ verlaagt de sterkte van de damwand. De houten damwand voldoet in de huidige situatie niet aan de vereiste sterkte en na het uitbaggeren is de verwachting dat de situatie zal verslechteren.

Tabel 6-18 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Berekening	**Buigend moment (stap 6.3)** [kNm]	**Dwarskracht (stap 6.3)** [kN]	**Verplaatsing (stap 6.5)** [mm]
Houten damwand			
- *Huidige situatie*	40,8	32,6	192,8
- *Baggerniveau*	42,5	33,4	208,3
Toename	1,7	0,8	15,5

6.9.3 Analyse & conclusie

Uit de stabiliteitsberekening volgt dat wordt voldaan aan de stabiliteitseis in de huidige situatie met een damwandlengte van 3 meter en 6 meter en na het uitbaggeren tot een diepte van -2,40 NAP +m.

Uit de sterkteberekeningen volgt dat houten damwand in de huidige situatie niet voldoet en dat de uitbuiging toeneemt wanneer de GHIJ wordt uitgebaggerd.

6.10 Samenvatting resultaten

Alle resultaten zijn samengevat in tabel 6-19. De betreffende criteria zijn waarbij aan één van de criteria dient te worden voldaan:

- De berekening in de nieuwe situatie (na baggeren) voldoet aan de norm
- De nieuwe situatie (na baggeren) verslechterd niet ten opzichte van de huidige situatie

Tabel 6-19 Overzicht krachten en verplaatsingen berekeningen

Locaties	Voldoet aan voorwaarden stabiliteit	Voldoet aan voorwaarden sterkte	Veiligheids-oordeel
A1	Ja	Ja	Ja
B1	Nee	Nee	Nee
C1	Nee	Nee	Nee
D1	Ja	Nee	Nee
D3	Nee	Ja	Nee
E1	Nee*	Nee	Nee
E2	Ja**	Nee	Nee
F1	Ja*	Nee	Nee
F2	Ja**	Nee	Nee

**) Op basis van een damwandlengte van 6m op aanraden van het HDSR*
***) Op basis van de geleverde gegevens een damwandlengte van 3m toegepast*

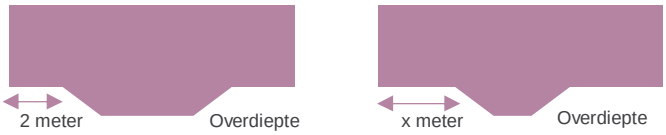
Op basis van tabel 6-19 voldoen de vakken B1, C1, D1, D3, E1, E2, F1 en F2 niet aan de vereiste veiligheid. Hiervoor wordt verder onderzocht welke oplossing mogelijk is in het kader van de baggerwerkzaamheden.

7 Advisering aangepast baggerpofiel

Voor elke locatie is een oordeel gegeven (tabel 6-19) of het voldoet aan de stabiliteit en aan de sterkte van de kadeconstructie. Voor de locaties waarbij het oordeel “Nee” is gegeven kan er dus niet gebaggerd worden.

Aangezien het HDSR heeft gevraagd om advies te geven over het baggermodel/profiel zijn er nieuwe stabiliteitsberekeningen uitgevoerd in twee paar stappen:

1. Berekeningen zijn opnieuw uitgevoerd waarbij de leggerdiepte is toegepast. Er blijft extra slib op de bodem liggen. Dit extra gewicht zorgt voor een groter tegenwerkend moment van de buitenwaartse stabiliteit van de boezemkade.
2. Indien stap 1 leidt tot een onvoldoende effect, is er een aanpassing van de 2 meterlijn gedaan. Het bodemtalud van 1:2 komt verder van de kant te liggen (zie figuur 7-1). In deze stap wordt de (gewenste) overdiepte gehanteerd.



Figuur 7-1 Verbreding van de meterlijn

Voor locatie B1, C1, D3 en E1 heeft stap 1 onvoldoende invloed uitgeoefend op de stabileit. Uit de resultaten blijkt dat het stabiliteitstekort minimaal gereduceerd is. Vervolgens is stap 2 uitgevoerd en de resultaten worden weergegeven in Tabel 7-1 met de nieuwe meterlijn.

Tabel 7-1 Locaties met aangepaste baggerprofielen in de breedte (zie bijlage 4)*

Locatie	F_d huidig	F_d na	Voldoet?	Toelichting	x meter [m]
B1 – Waardsedijk 103	0,71	0,71	Ja	Maatgevende glijcirkel doorkruist net niet het baggerprofiel	4
C1 - Waardsedijk 107	0,57	0,57	Ja	Maatgevende glijcirkel doorkruist net niet het baggerprofiel	4
D3 - Oudewater	0,71	0,71	Ja	Maatgevende glijcirkel doorkruist net wel het aangepaste baggerprofiel, maar leidt niet tot een verlaging van de veiligheid.	4
E1 – Hekendorp	0,75	0,74	Nee	De maatgevende glijcirkel doorkruist net wel het aangepaste baggerprofiel en leidt tot een afname van de stabiliteit. Het baggerprofiel van de overdiepte is dusdanig aangepast dat er geen ruimte is om verder aan te passen. In de huidige situatie kan er dus niet gebaggerd worden.	5

* Op basis van de geleverde gegevens een damwandlengte van 3m toegepast

Het effect van een verbreding van de meterlijn (afstand tot de kade) heeft een positievere invloed op de stabiliteit dan het toepassen van de leggerdiepte. Dit komt omdat de verbreding van de meterlijn direct invloed heeft op de positie van het maatgevende glijvlak. Een aanpassing van leggerdiepte leidt tot een iets groter tegenwerkend moment, maar mogelijk met hetzelfde maatgevende glijvlak. Uit de sterkteberekening is al gebleken dat deze of niet voldoet in de huidige situatie of in de situatie na aanbrengen van het te baggeren profiel, hiervoor is dus geen aanpassing van de afstand x [m] vanaf de damwand uitgevoerd.

8 Conclusie

Algehele stabiliteit en sterkte
Voor de locaties A1 en D3 geldt dat er gebaggerd kan worden tot de voorgestelde diepte (overdiepte) met als voorwaarde dat wordt voldaan aan de aangepaste baggerprofielen uit Tabel 7-1.

Uit de sterkteberekeningen komt naar voren dat de huidige situatie niet voldoet voor B1, C1, D1, E1, E2, F1 en F2. De verschillen die optreden nadat het te baggeren profiel is berekend zijn in de meeste gevallen verwaarloosbaar klein behalve bij de profielen B1, C1 en E1.

Tabel 8-1 Oordeel stabiliteit en sterkte over de voorgestelde baggerprofielen

Locaties	Voldoet aan voorwaarden stabiliteit	Voldoet aan voorwaarden sterkte	Oordeel of het voldoet
A1 – Montfoort	Ja	Ja	Ja
B1 – Waardsedijk 103	Ja	Nee	Nee
C1 – Waardsedijk 107	Ja	Nee	Nee
D1 – Oudewater	Ja	Nee	Nee
D3 – Oudewater	Ja	Ja	Ja
E1 – Hekendorp	Nee*	Nee	Nee
E2 – Hekendorp	Ja**	Nee	Nee
F1 – Haastrecht	Ja*	Nee	Nee
F2 – Haastrecht	Ja**	Nee	Nee

**) Op basis van een damwandlengte van 6m op aanraden van het HDSR*
***) Op basis van de geleverde gegevens een damwandlengte van 3m toegepast*

Geen invloed op de stabiliteit of sterkte, of bij een afname voldoet de stabiliteit aan de norm

Baggeren is mogelijk, mits het aangepaste baggerprofiel wordt gehanteerd

Bageren is niet mogelijk, ondanks de aanpassingen van het baggerprofiel

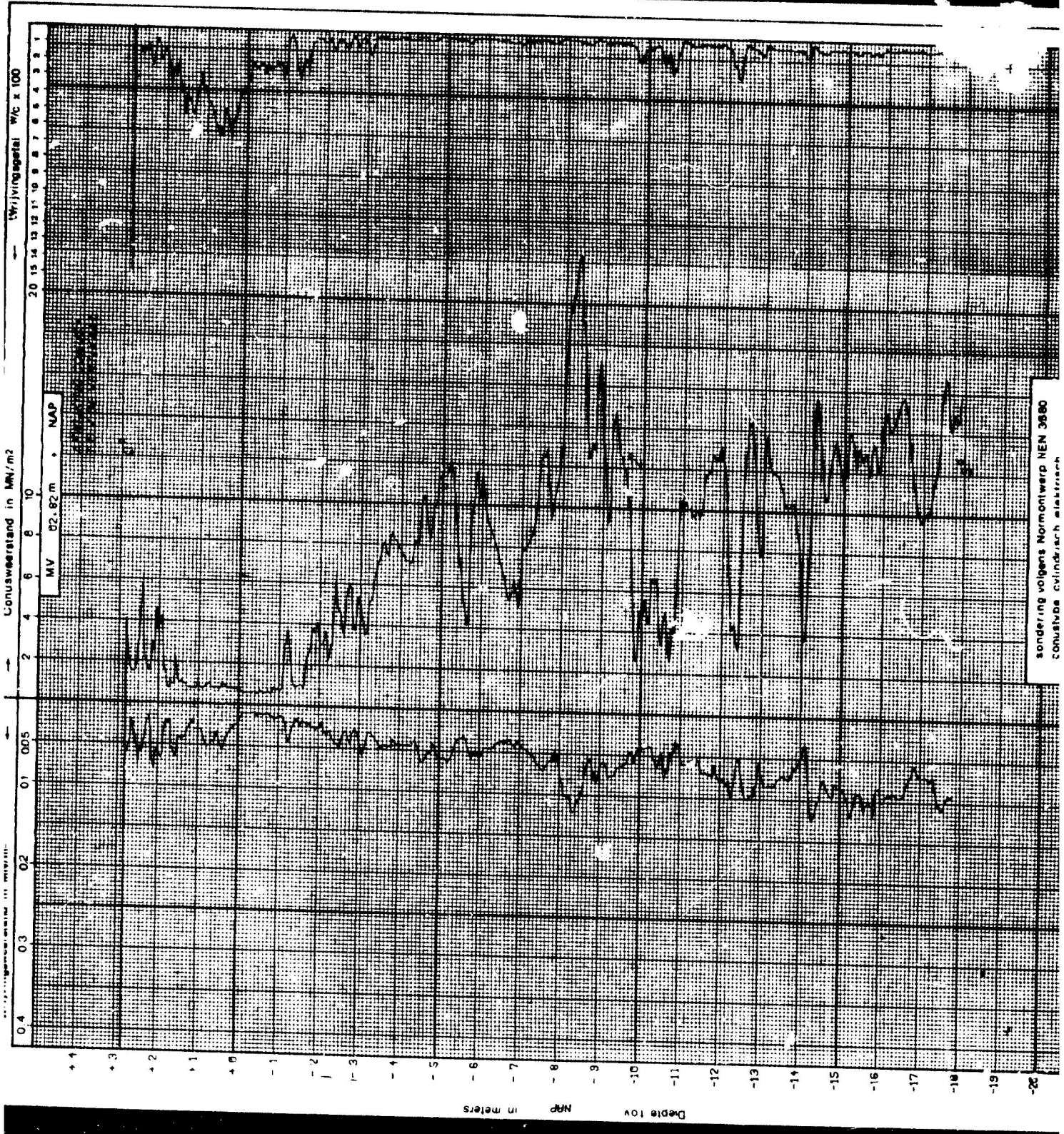
Baggerprofielen
De aangepaste baggerprofielen leiden in de meeste gevallen tot een afname van de bodembreedte. Dit kan gevolgen hebben voor de type scheepvaart. Gewenst is dat deze profielen (aangepaste bodembreedte) geen conflict vormen met de leggerprofielen die zijn opgesteld door Rijkswaterstaat. Een voorbeeldlocatie is:

- DUT_GHIJ_22 (ter plaatse van D3 – Oudewater)

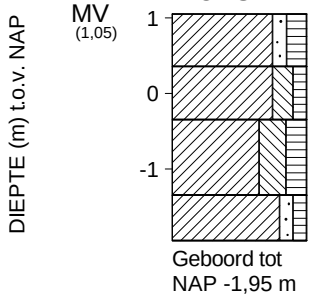
Bij het normale en het krappe profiel dient de breedte W_d in het vlak van de bodem van de vaarweg minstens 2 maal de breedte B van het maatgevende schip te bedragen. Bij het enkelstrooksprofiel dient deze breedte tenminste gelijk te zijn aan de breedte van het maatgevende schip.

Bijlage 1: Grondonderzoek

Montfoort 1


Conusweerstand in MN/m2
Wrijvingsgetal W/c x 100
MV 02.82 m + NAP
sondering volgens Normontwerp NEN 3680
conustype cylindrisch elektrisch
Diepte tov NAP in meters

Waardsedijk 103



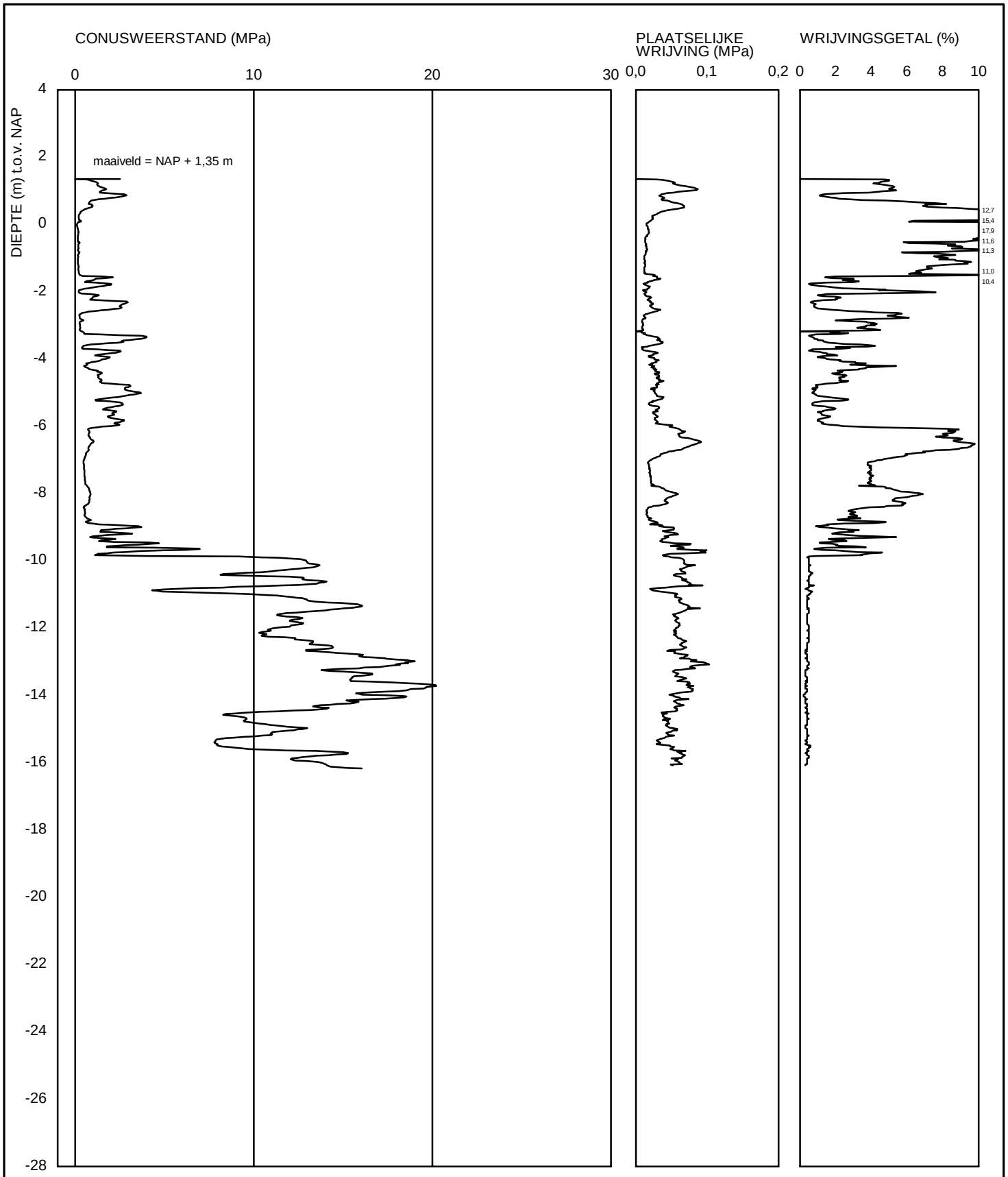
LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	1,05	0,35	klei, zwak zandig, matig humeus
2	2	0,35	-0,35	klei, matig siltig, zwak humeus
3	3	-0,35	-1,35	klei, sterk siltig, matig humeus
4	4	-1,35	-1,95	klei, zwak zandig, zwak humeus

Einde Boring B38E1722

X = 120946 m Y = 448529 m (RD)

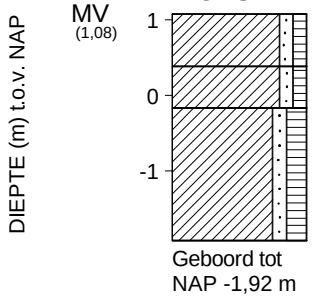
DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon 088 - 335 82 73 Telefax	datum 2004-09-07	get.
-			DINO-BOR	gez.
-			BIJL.	form. A4

Waardsedijk 103 & 107



DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon Telefax	088 - 335 82 73	datum 2004-09-03	get. -
- -				BRO-/	gez.
Sondering CPT000000069746				BIJL. -	form. A4

Waardsedijk 107

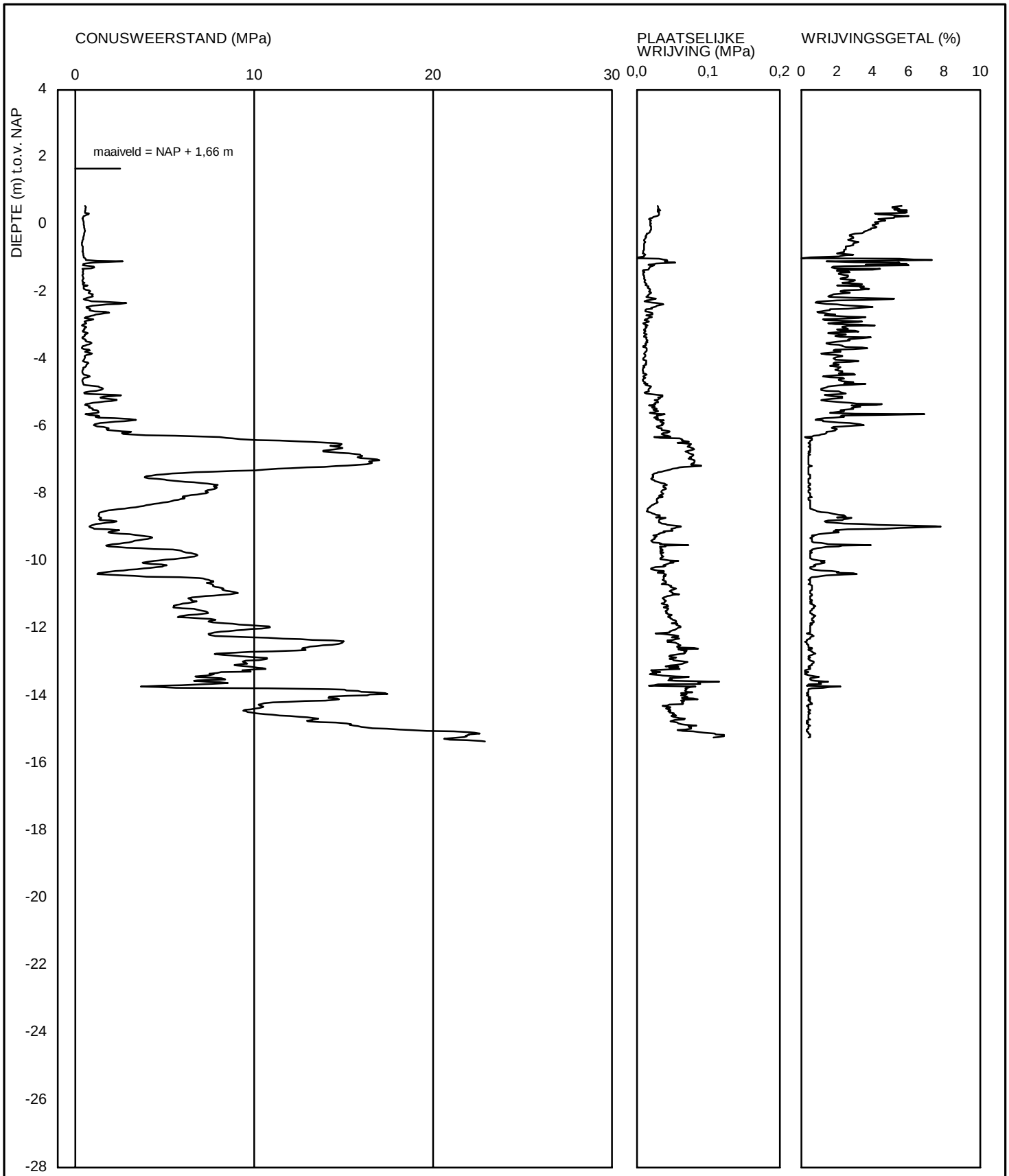


LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	1,08	0,38	klei, zwak zandig, zwak humeus
2	2	0,38	-0,17	klei, zwak zandig, zwak humeus
3	3	-0,17	-1,92	klei, zwak zandig, matig humeus
				Einde Boring B38E1645

X = 120876 m Y = 448523 m (RD)

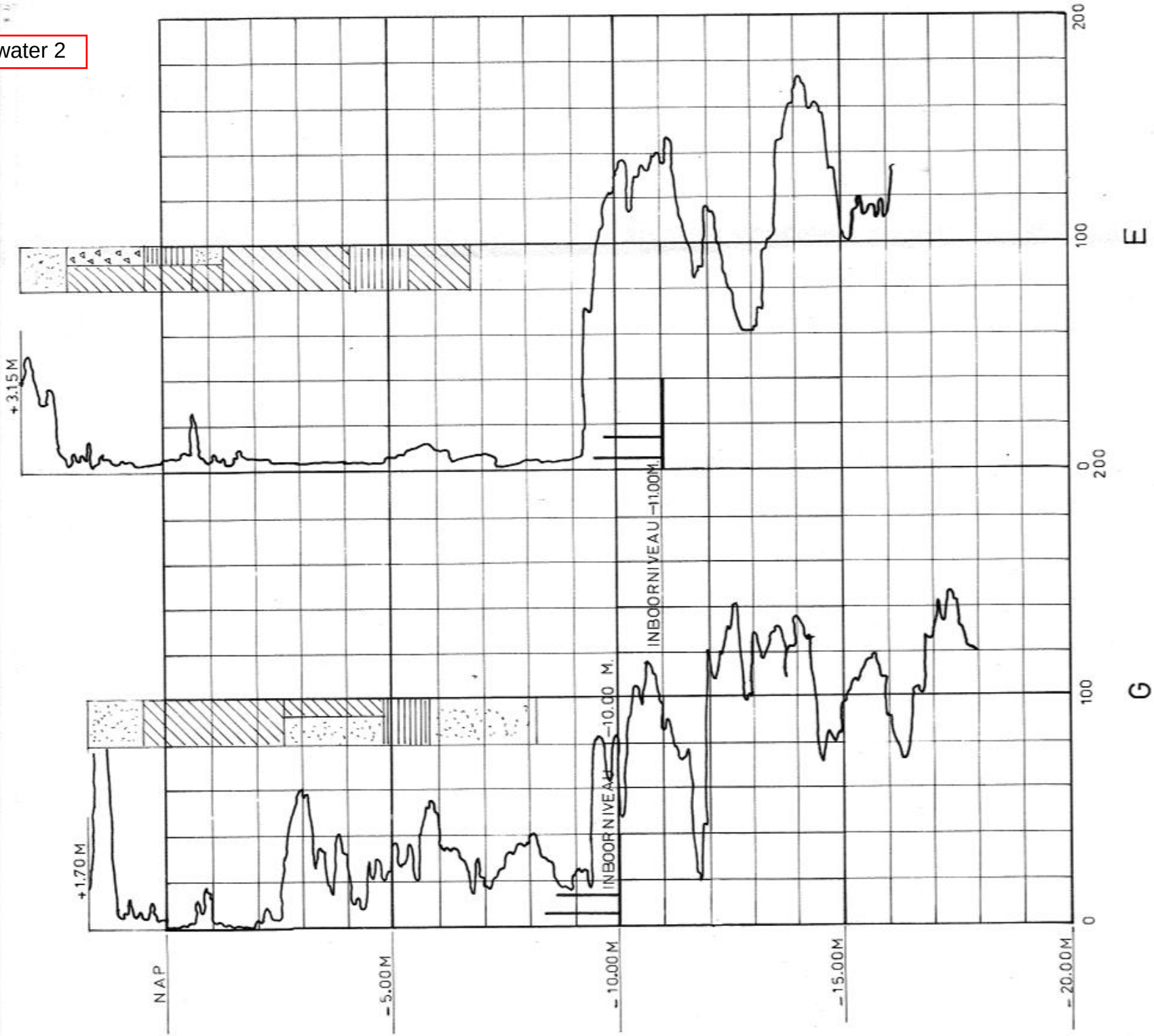
DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon Telefax	088 - 335 82 73	datum 2004-09-07	get.
-				DINO-BOR	gez.
-				BIJL.	form. A4

Oudewater 1

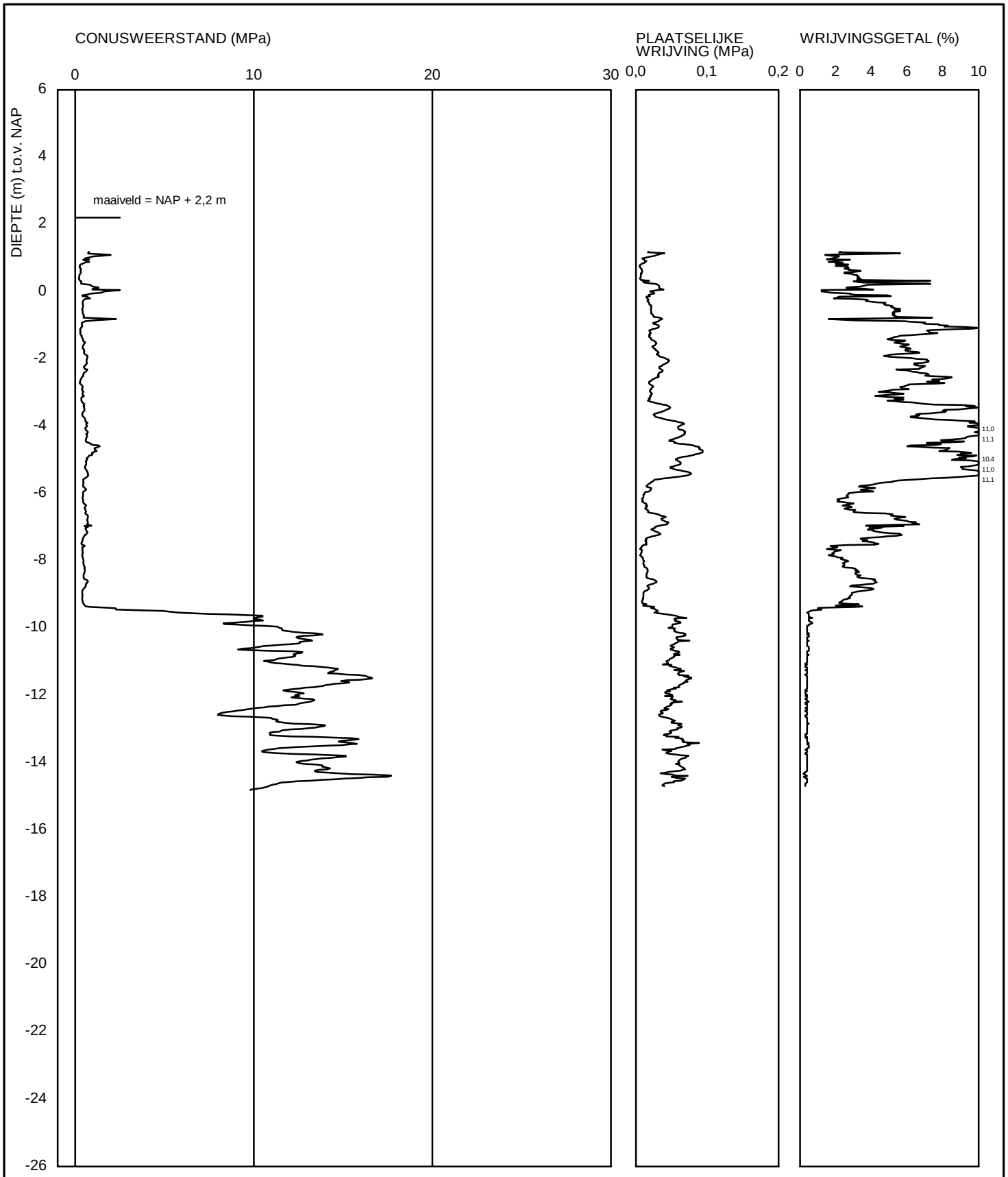


DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon 088 - 335 82 73 Telefax	datum 2004-10-05	get. -
- -			BRO-/	gez.
Sondering CPT000000069720			BIJL. -	form. A4

Oudewater 2

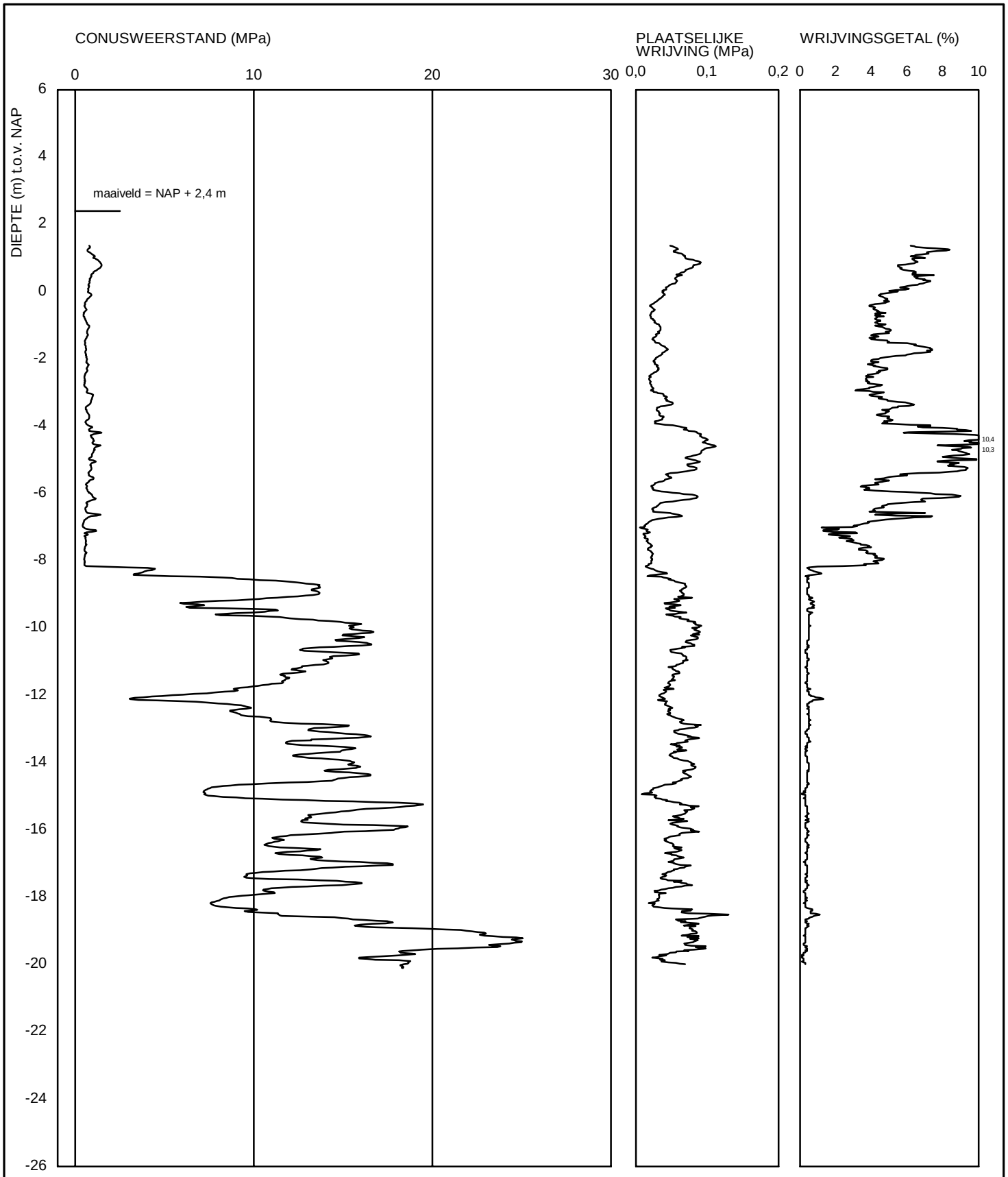

+3.15 M
+1.70 M
NAP
-5.00 M
-10.00 M
-15.00 M
-20.00 M
INBOORNIVEAU -10.00 M.
INBOORNIVEAU -11.00 M.
0
100
200
0
100
200
G
E

Hekendorp 1



DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon Telefax	088 - 335 82 73	datum 2004-08-23	get. -
- -				BRO-/	gez.
Sondering CPT000000071253				BIJL. -	form. A4

Hekendorp 2



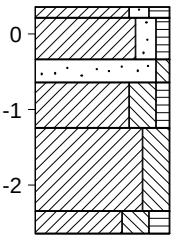
DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon 088 - 335 82 73 Telefax	datum 2004-08-23	get. -
- -			BRO-/	gez.
Sondering CPT000000069977			BIJL. -	form. A4

Hekendorp 2

DIEPTE (m) t.o.v. NAP

MV
(0,36)

MONSTER



Geboord tot
NAP -2,64 m

LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1	0,36	0,21	klei, matig zandig, matig humeus
2	2	0,21	-0,34	klei, matig zandig, zwak humeus
3	3	-0,34	-0,64	zand, zwak siltig; matig fijn
4	4	-0,64	-1,24	klei, sterk siltig, zwak humeus
5	5	-1,24	-2,34	klei, sterk siltig
6	6	-2,34	-2,64	klei, sterk siltig, matig humeus

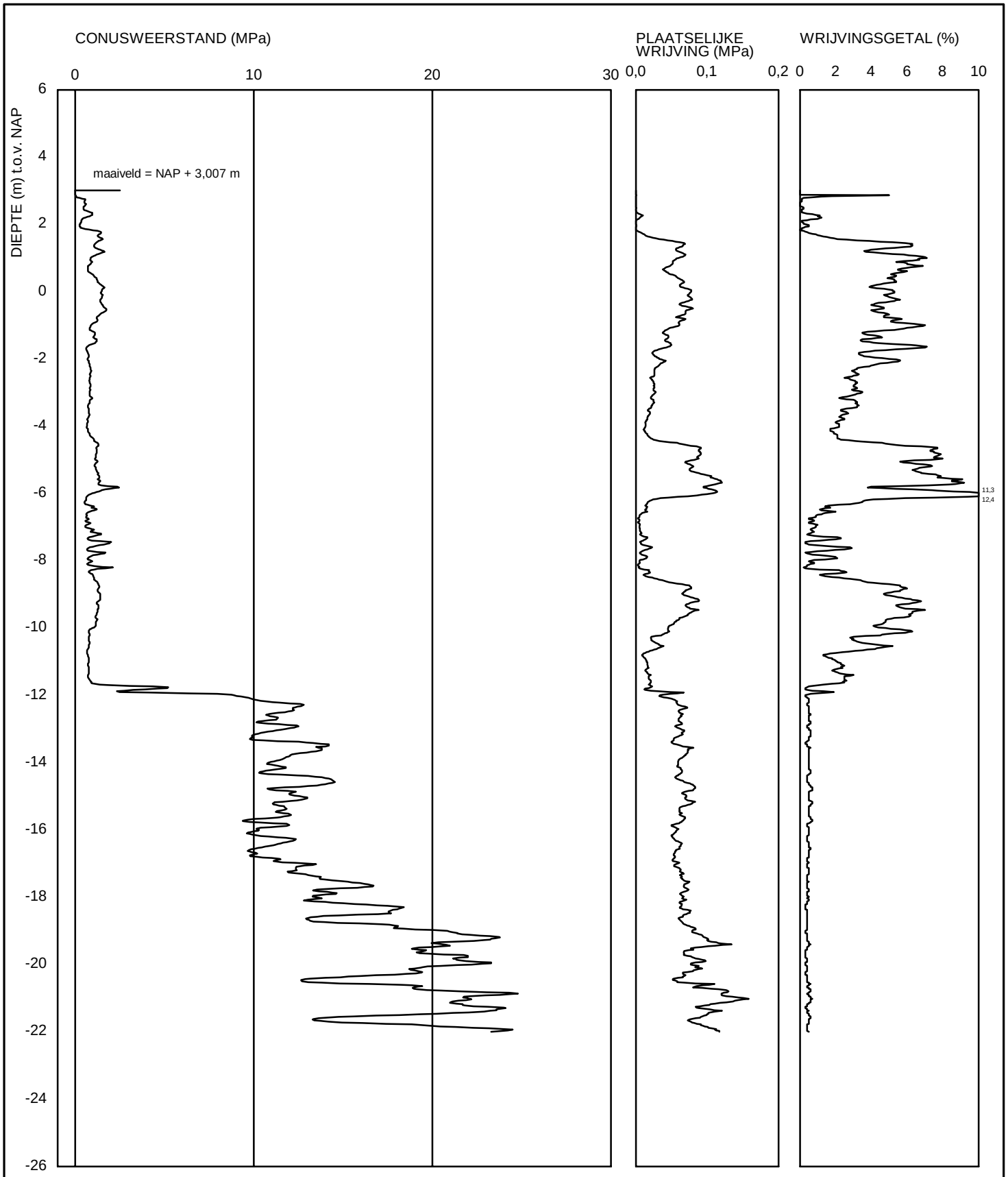
Einde Boring B38B2245

X = 115072 m Y = 447490 m (RD)

DELTARES
Boussinesqweg
2629 HV DELFT
Telefoon 088 - 335 82 73
Telefax

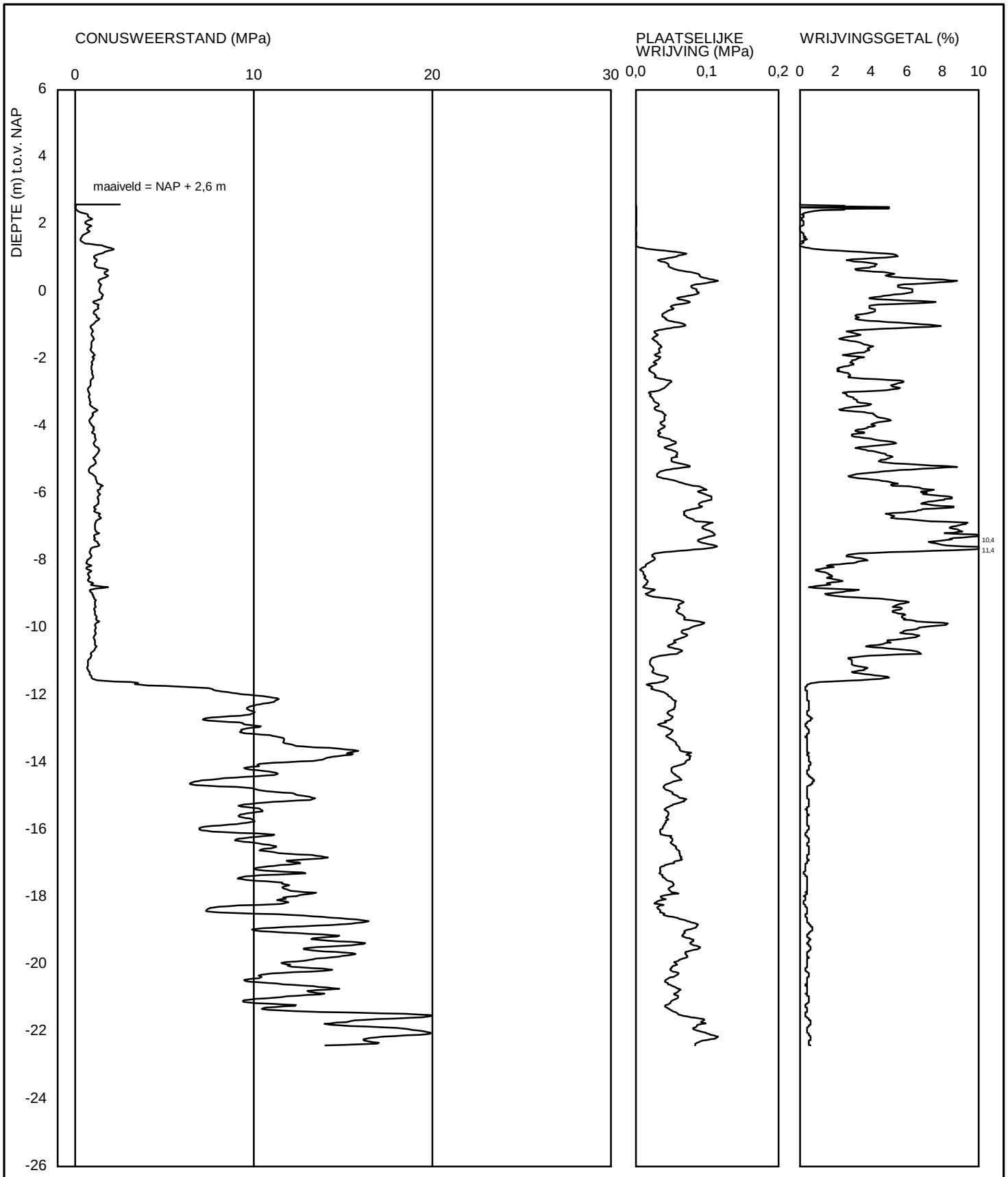
datum 2004-08-23
get.
gez.
DINO-BOR
form.
BIJL. A4

Haastrecht 1



DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon 088 - 335 82 73 Telefax	datum 2003-10-15	get. -
- -			BRO-/	gez.
Sondering CPT000000086130			BIJL. -	form. A4

Haastrecht 2



DELTARES	Boussinesqweg 2629 HV DELFT	Telefoon 088 - 335 82 73 Telefax	datum 2003-10-22	get. -
- -			BRO-/	gez.
Sondering CPT000000086128			BIJL. -	form. A4

Bijlage 2: Bepaling geometrie

Locatie	Geometrie en overige gegevens	KM	Toelichting gekozen geometrie
A1 - Montfoort	Dwarsprofiel: 253* Bodemprofiel: 441408_MV33_327	14,375	Het maaiveld ligt aan de zuidzijde hoger dan omliggende profielen. hierdoor doorkruist de maatgevende glijcirkel het baggerprofiel. De dikte van de sliblaag is niet bepalend, omdat voor beide profielen dezelfde bodemopbouw wordt gebruikt.
B1 – Waardsedijk 103	Dwarsprofiel: 177 Bodemprofiel: 441408_MV44_442	19,625	De twee geometrieën nabij dit adres zijn bijna gelijk. Het gekozen dwarsprofiel heeft een iets hoger maaiveld aan de kant waar een berekening uitgevoerd word. Dit is maatgevend voor STBU.
C1 – Waardsedijk 107	Dwarsprofiel: 180 Bodemprofiel: 441408_MV44_442	19,675	De geometrie is zo goed als uniform. Het hogere maaiveld is doorslaggevend.
D1 – Oudewater	Dwarsprofiel: 195 Bodemprofiel: 441408_MV48_483	21,550	Het gekozen profiel heeft een een iets hoger maaiveld dan de andere profielen.
D2 – Oudewater	Dwarsprofiel: n.v.t. Bodemprofiel: n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
D3 – Oudewater	Dwarsprofiel: 258 Bodemprofiel: 441408_MV48_487	21,750	Het maaiveld ligt het hoger ten opzichte van de andere gemeten profielen
E1 – Hekendorp	Dwarsprofiel: 218 Bodemprofiel: 441408_MV57_582	26,275	Het maaiveld ligt hier veel hoger dan bij andere gegenereerde profielen. De sliblaag bij _582 is dikker dan _584, waardoor dit een groter effect heeft op STBU om de Overdiepte te halen met het baggeren
E2 – Hekendorp	Dwarsprofiel: 262 Bodemprofiel: 441408_MV57_585	26,425	Het maaiveld ligt hoger dan bij de rest. De sliblaag is elders iets dikker, maar dit is niet maatgevend voor de buitenwaartse stabiliteit.
F1 – Haastrecht	Dwarsprofiel: 214 Bodemprofiel: 441408_MV63_646	29,350	Het maaiveld ligt veel hoger dan omliggende profielen. Dit is te verklaren omdat dit dwarsprofiel dichtbij een brug genomen is, waar een weg overheen gaat.
F2 – Haastrecht	Dwarsprofiel: 245 Bodemprofiel: 441408_MV63_650	29,450	maaiveld is bijna uniform. Dit dwarsprofiel was het meest maatgevend. De sliblaag bij _650 wordt naar verwachting meer uitgebaggerd dan het andere profiel

* De codering zegt iets over het aantal gegenereerde dwarsprofielen. Het dwarsprofiel in combinatie met het bodemprofiel vormt een geometrie. Het vormen van de geometriën maakt geen deel uit van het rapport om ruimte te besparen. De gegevens kunnen altijd gedeeld worden, Indien inzage als noodzaak wordt gezien.

Beoordelingscriteria maatgevende geometrie

1. Steilheid buitentalud (aansluiting op de kade of kademuur)
2. NAP hoogte ter plaatse van de buitenteen
3. Sliblaagdikte

Bijlage 3: Berekeningen D-Geo Stability

A1 – Montfoort
B1 – Waardsedijk 103
C1 – Waardsedijk 107
D1 – Oudewater
D2 – Niet uitgevoerd
D3 – Oudewater
E1 – Hekendorp
E2 – Hekendorp
F1 – Haastrecht
F2 – Haastrecht

	O.b.v. geleverde damwandlengtes		Damwandlengte 6m (E1, E2, F1 en F2)		Aanpassing bagger-profiel (leggerdiepte)		Aanpassing bagger- profiel (in de breedte)		Voldoet?
	F_d Huidig	**F_d na**	**F_d Huidig**	**F_d na**	**F_d Huidig**	**F_d na**	**F_d Huidig**	**F_d na**	
A1	3,18	2,94							Ja
B1	0,71	0,65	n.v.t.	n.v.t.	0,71	0,68	0,71	0,71	Ja
C1	0,57	0,52	n.v.t.	n.v.t.	0,57	0,53	0,57	0,57	Ja
D1	1,45	1,28							Ja
D2	-	-	-	-	-	-	-		-
D3	0,71	0,67	n.v.t.	n.v.t.	0,71	0,69	0,71	0,71	Ja
E1	0,58	0,54	0,75	0,71	0,75	0,73	0,75	0,74	Nee
E2	1,14	1,14	1,65	1,31					Ja
F1	0,29	0,29	0,94	0,94					Ja
F2	0,83	0,77	1,44	1,42					Ja

Alle berekeningen (.sti) worden online verstuurd

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil

Locatie =	A1 - Montfoort, zuidzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,40 NAP + m
Huidige diepte =	-2,00 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	3,18	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	8 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

A1 - Montfoort, zuidzijde

Stabiliteitsberekening

Annex

Sweco Nederland B.V.

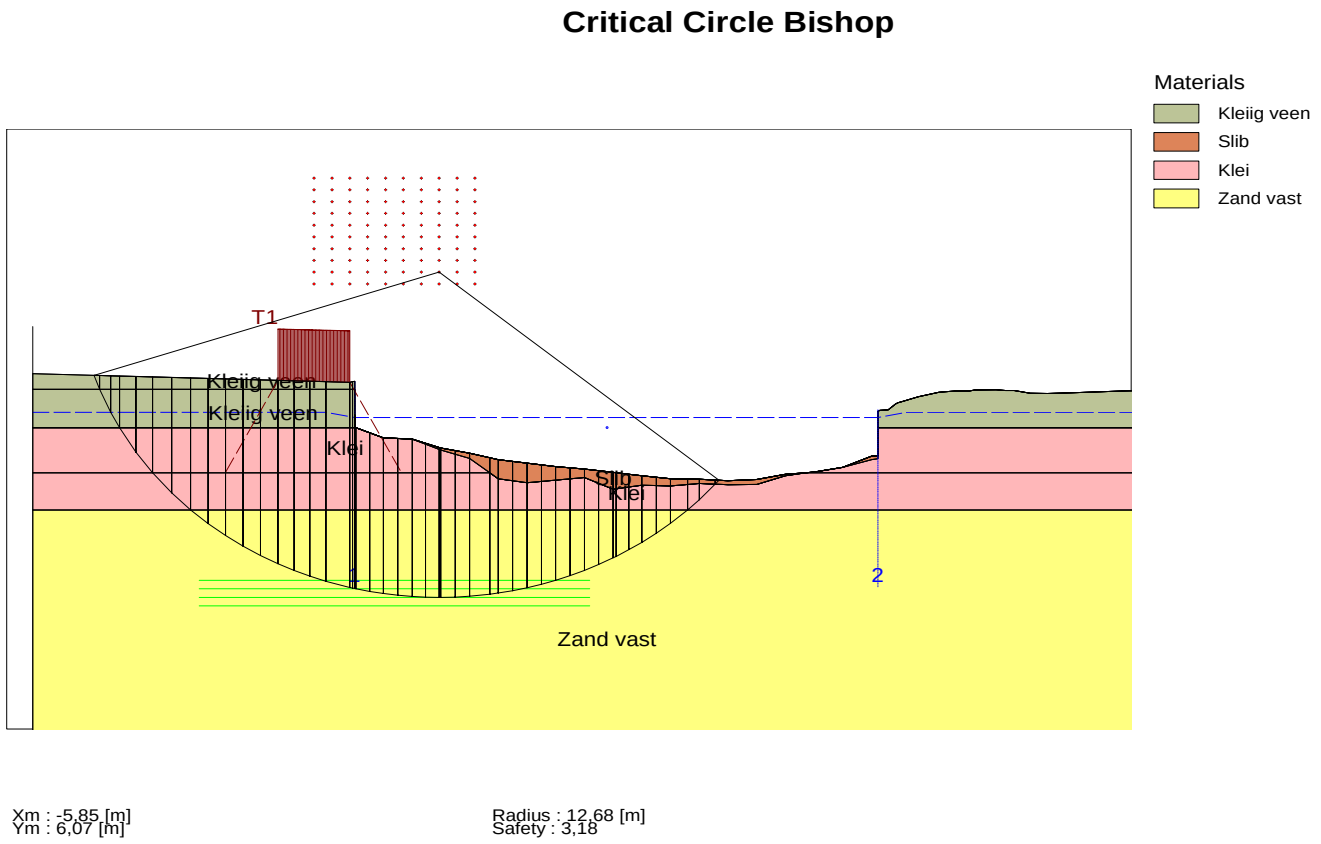
Phone

Fax

date

17-5-2018

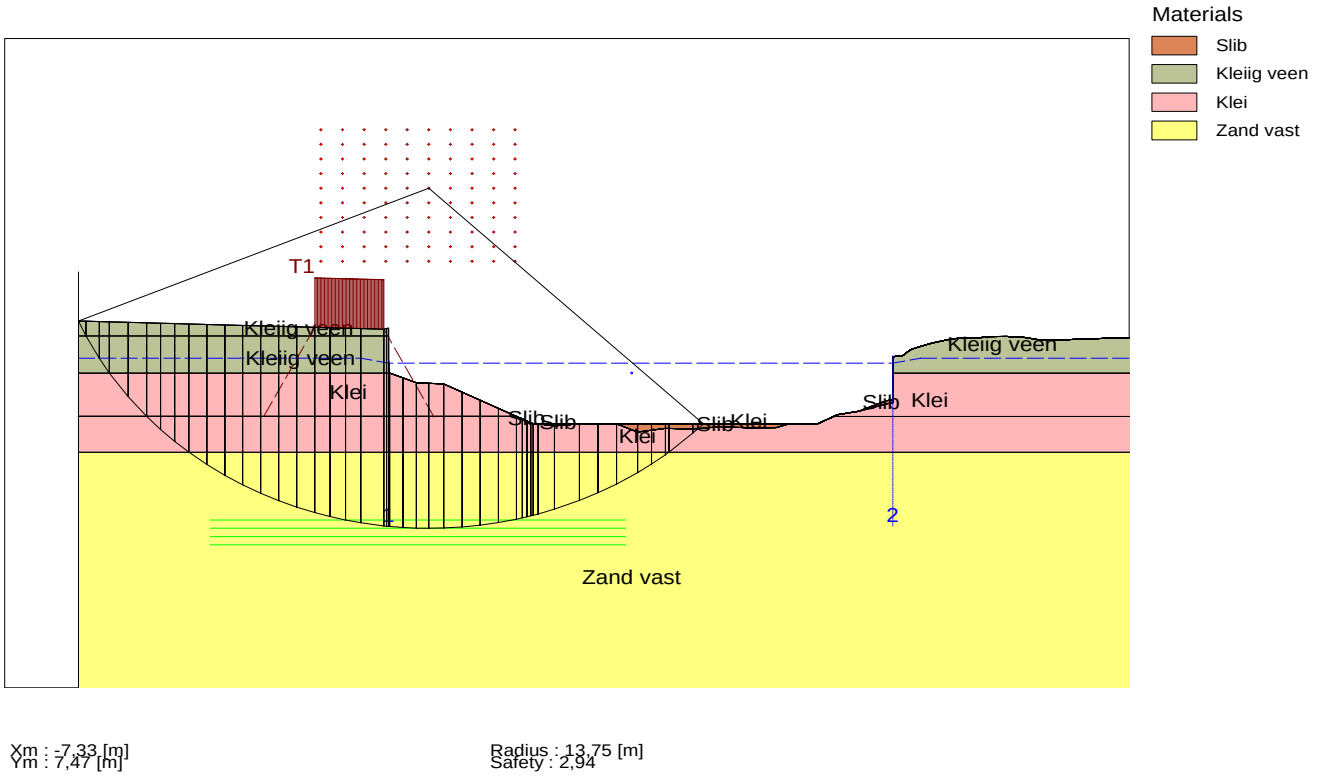
DGeo Stability 18.1 : Montfoort_met geometrie_met slib.sti



Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil

Locatie =	A1 - Montfoort, zuidzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,40 NAP + m
Bagger diepte =	-2,05 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	2,94	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	8 m

Critical Circle Bishop



Xm : -7,33 [m]
Ym : 7,47 [m]

Radius : 13,75 [m]
Safety : 2,94

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
A1 - Montfoort, zuidzijde
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : Montfoort baggerdiepte -2,05.stl

date
17-5-2018

Annex

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil

Locatie =	B1 - Waardsedijk 103, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-1,80 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

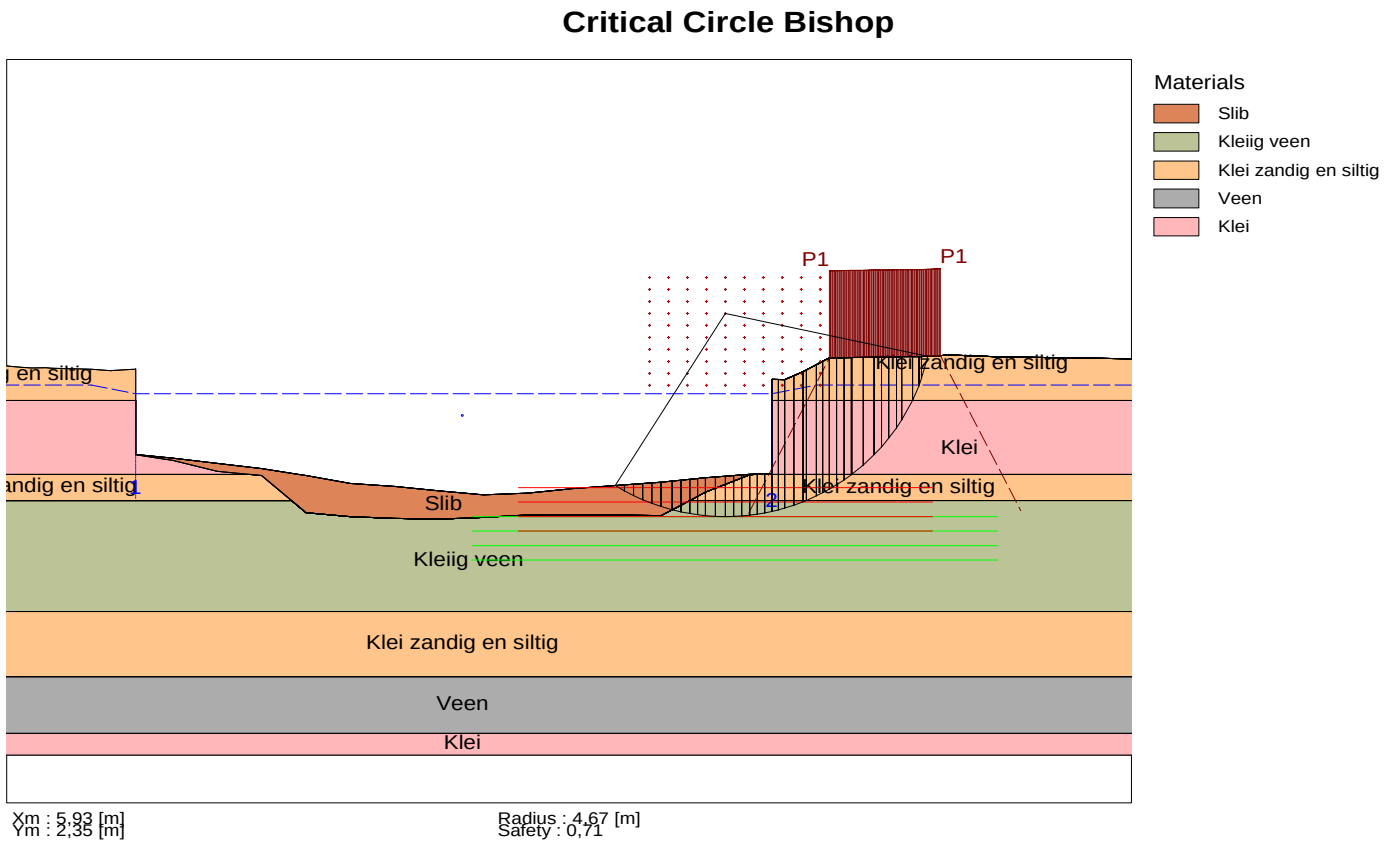
B1 - Waardsedijk 103, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax



Annex

date 17-5-2018

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 103.stl

Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil

Locatie =	B1 - Waardsedijk 103, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,65	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

B1 - Waardsedijk 103, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

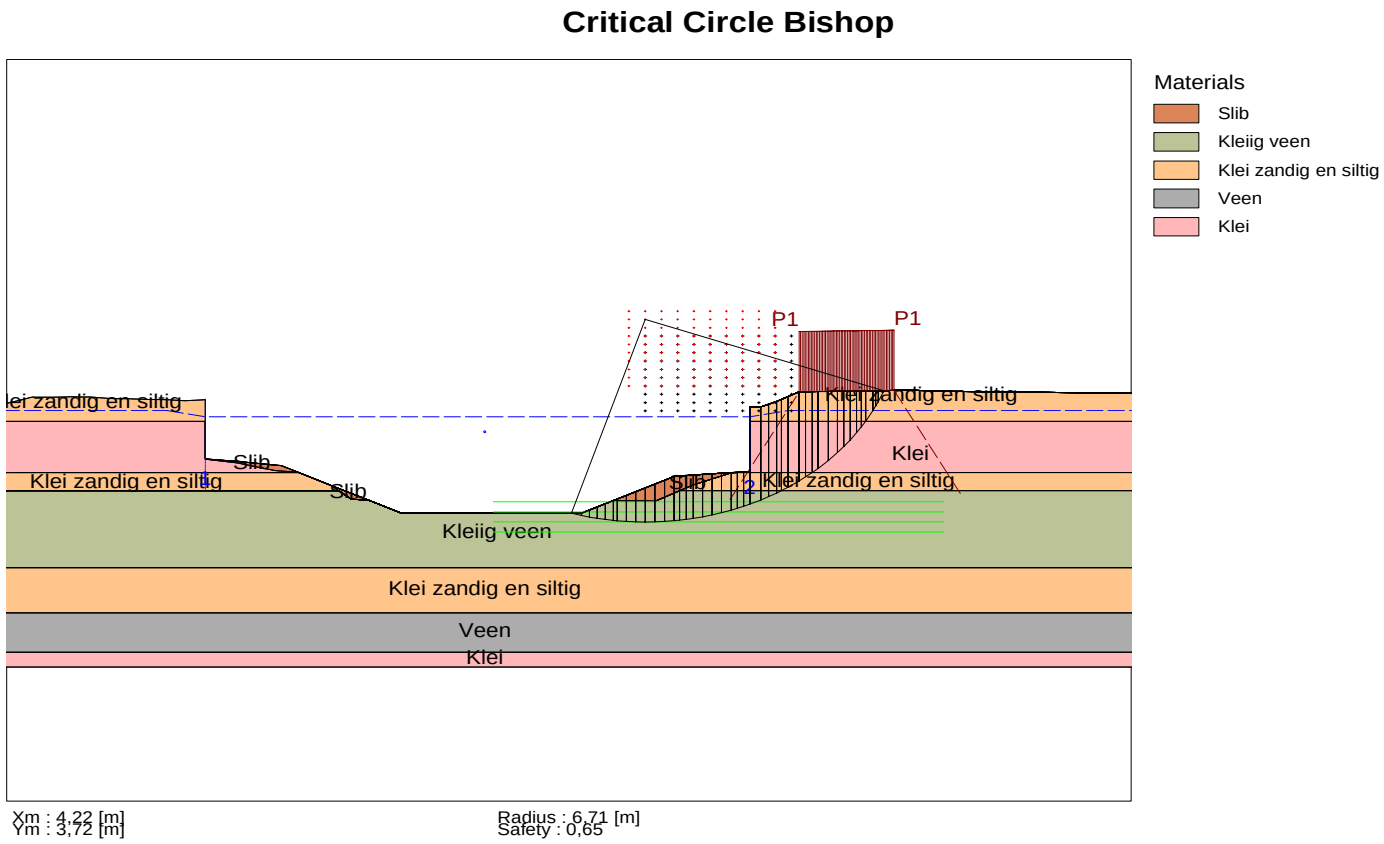
Fax

Annex

17-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 103 -2,70.stl



Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	B1 - Waardsedijk 103, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
meter-lijn =	4 m			Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

B1 - Waardsedijk 103, noordzijde

Stabiliteitsberekening (aangepaste breedte)

Sweco Nederland B.V.

Phone

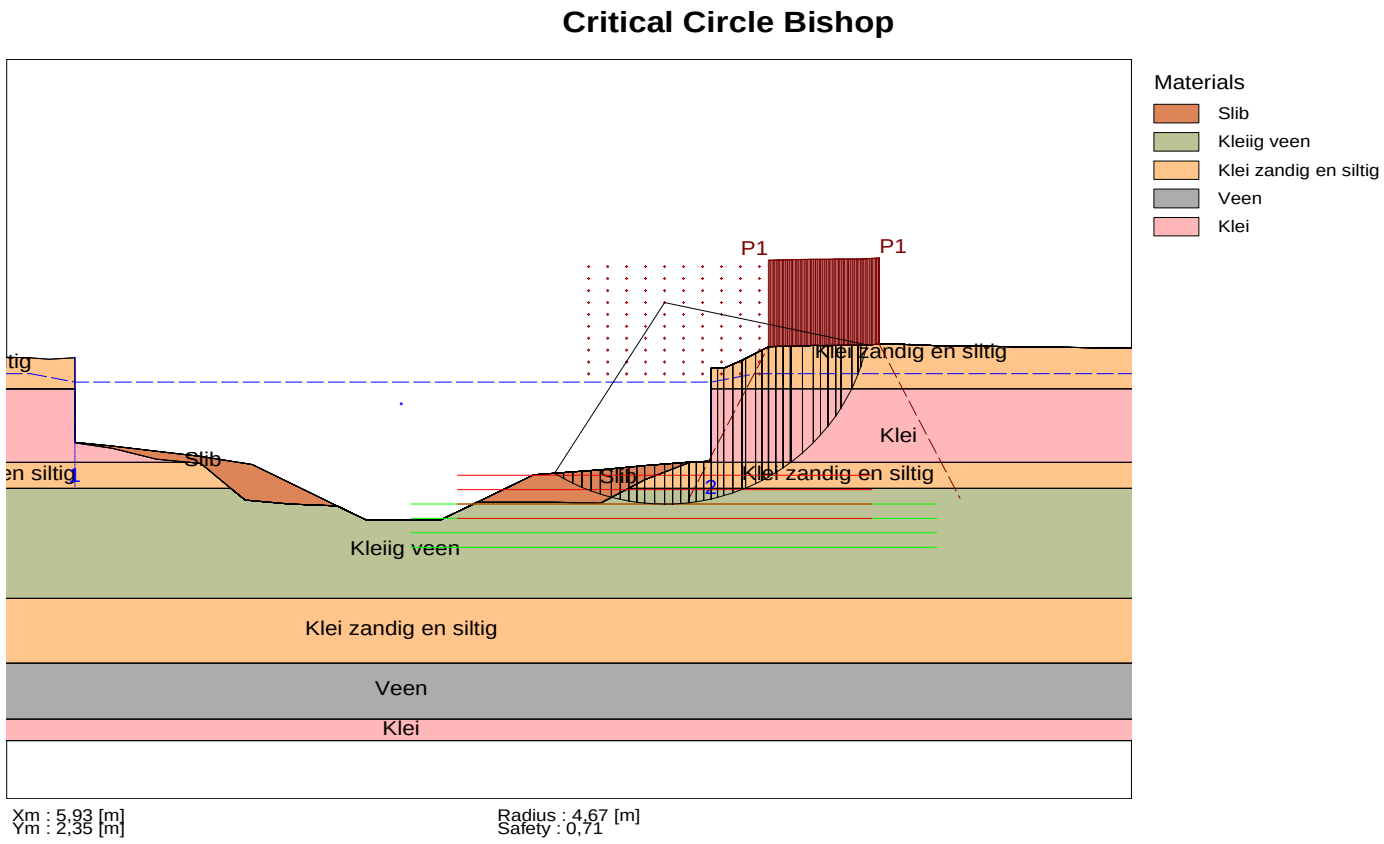
Fax

Annex

28-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 103, aangepaste breedte -2,70.stl



Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil

Locatie =	C1 - Waardsedijk 107, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	1,80 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,57	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

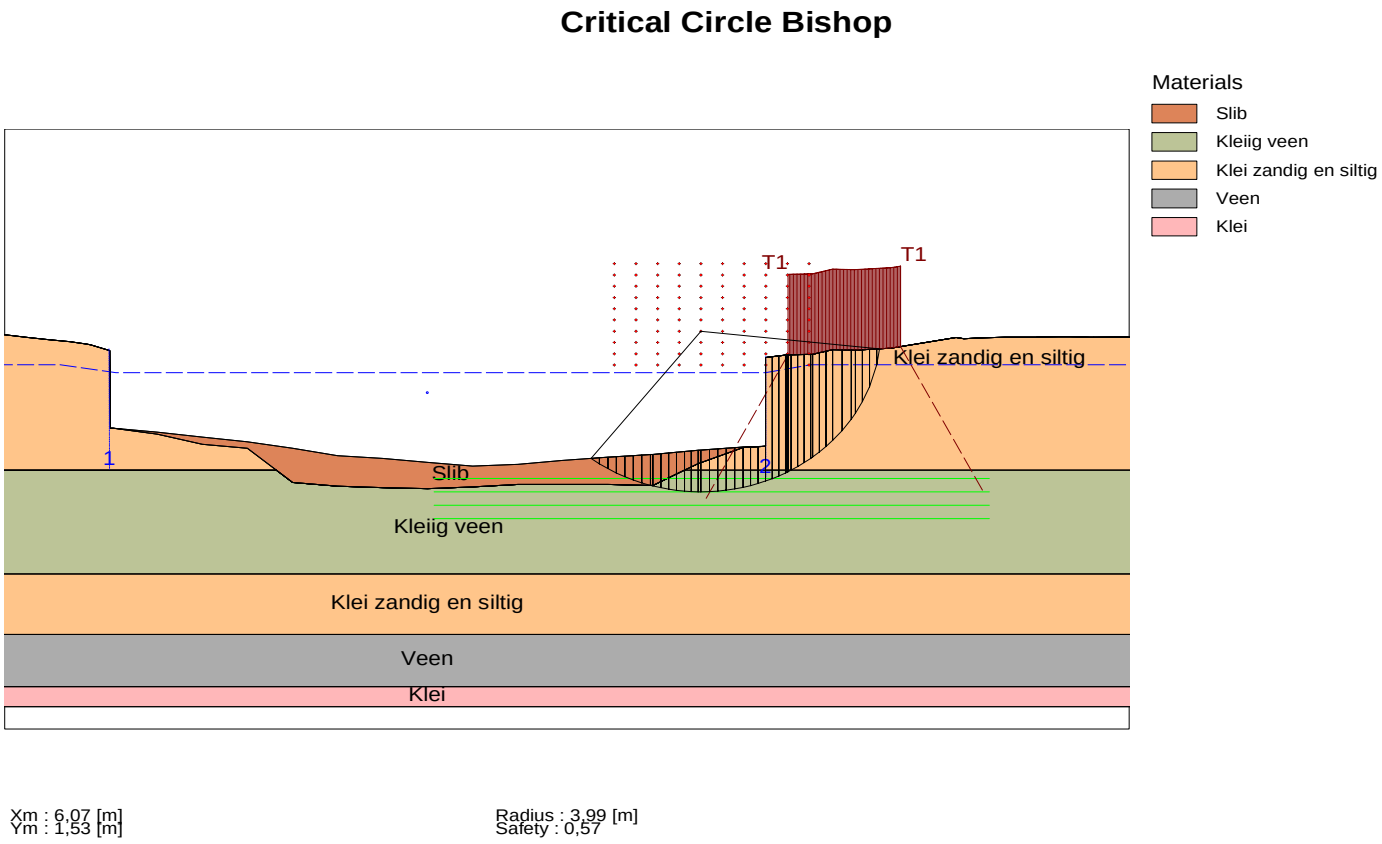
C1 - Waardsedijk 107, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax



Annex

date 22-5-2018

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 107.stl

Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil

Locatie =	C1 - Waardsedijk 107, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,52	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

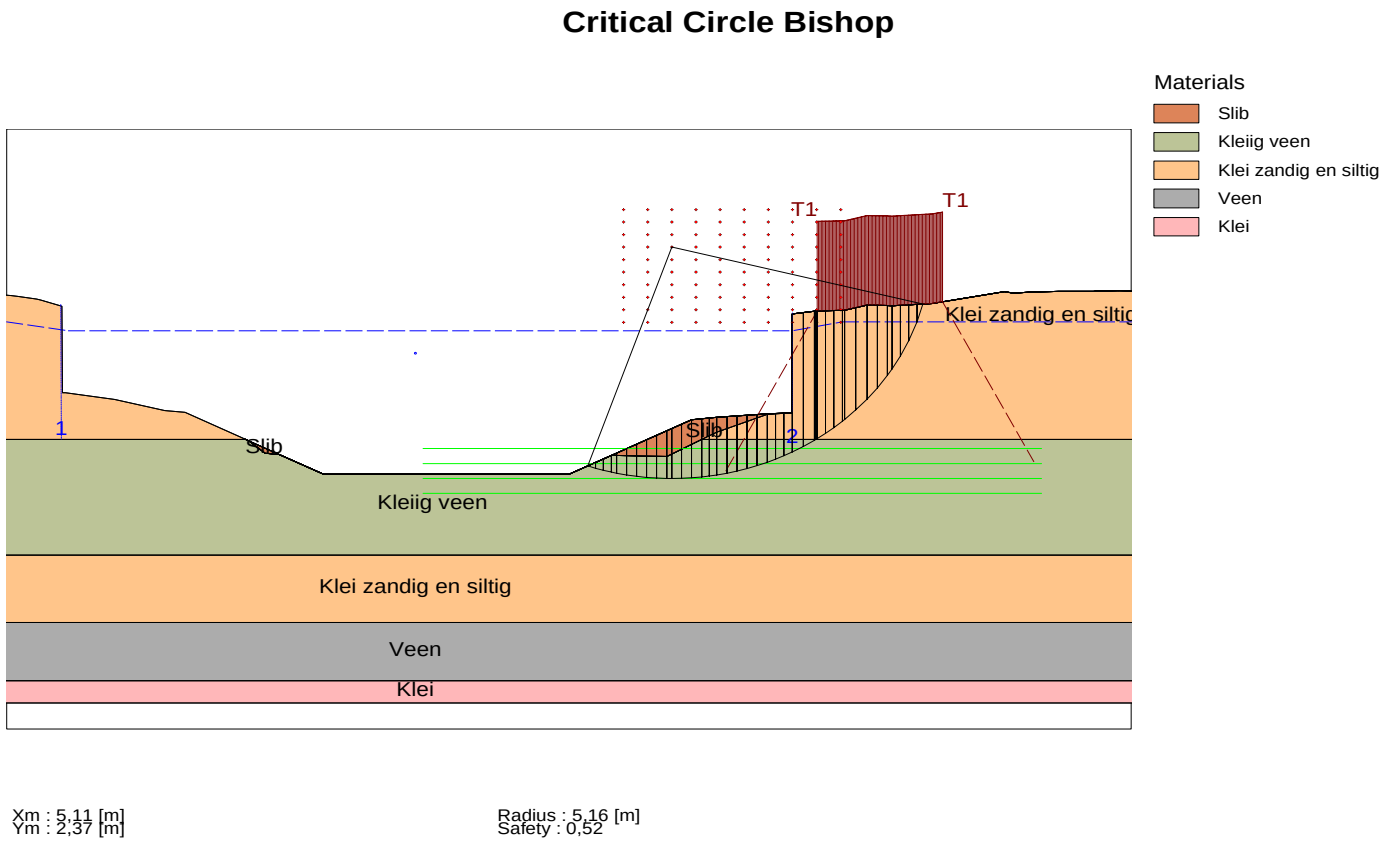
C1 - Waardsedijk 107, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax



Annex

date

22-5-2018

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 107 -2,70.stl

Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	C1 - Waardsedijk 107, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,57	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
meter-lijn =	4 m			Lengte damwand =	3 m

Stabiliteitsberekening

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

C1 - Waardsedijk 107, noordzijde

Sweco Nederland B.V.

Phone

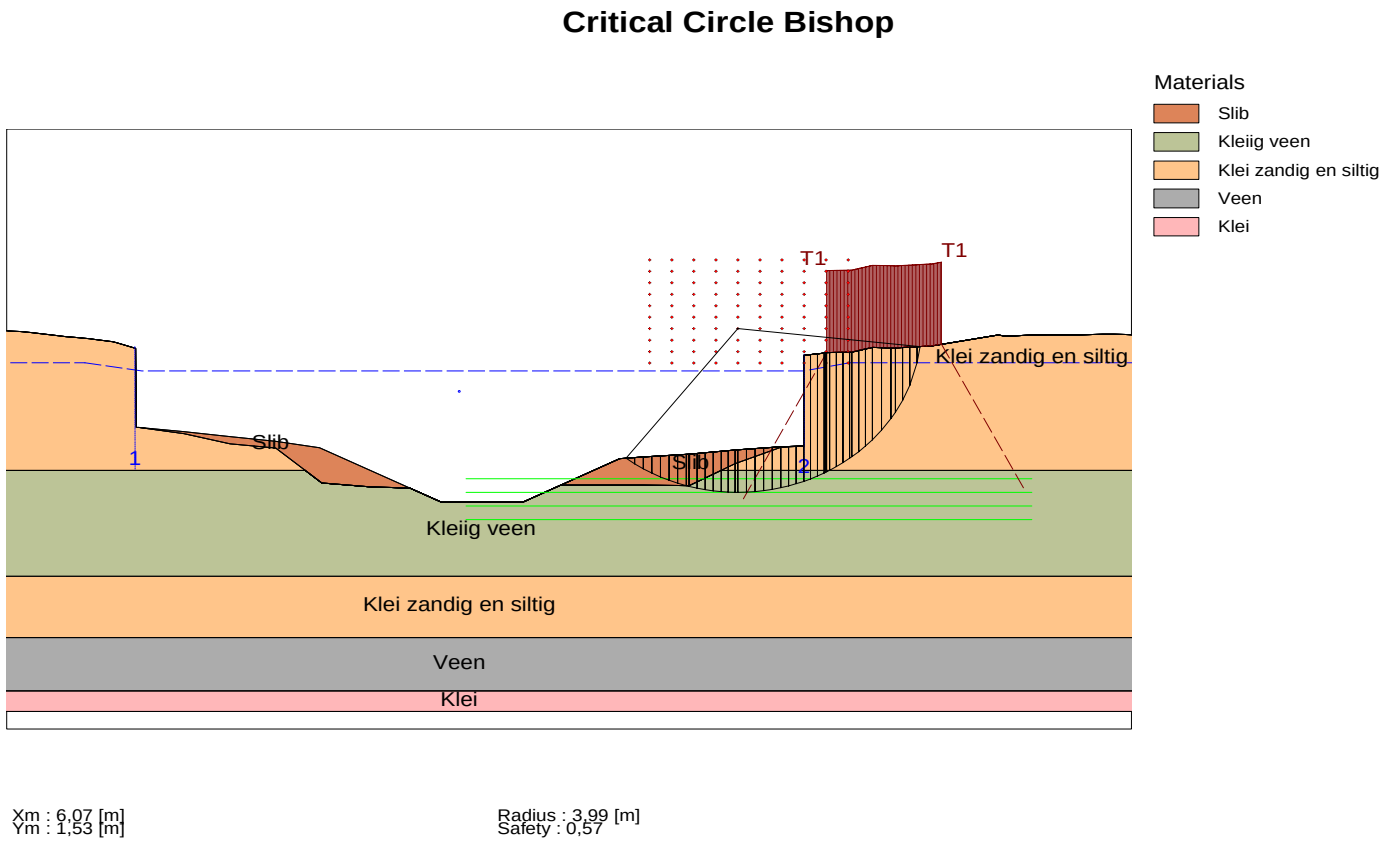
Fax

Annex

28-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 107, aangepaste breedte -2,70.stl



Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil

Locatie =	D1 - Oudewater, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,15 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,45	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m

Stabiliteitsberekening

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

D1 - Oudewater, noordzijde

Sweco Nederland B.V.

Phone

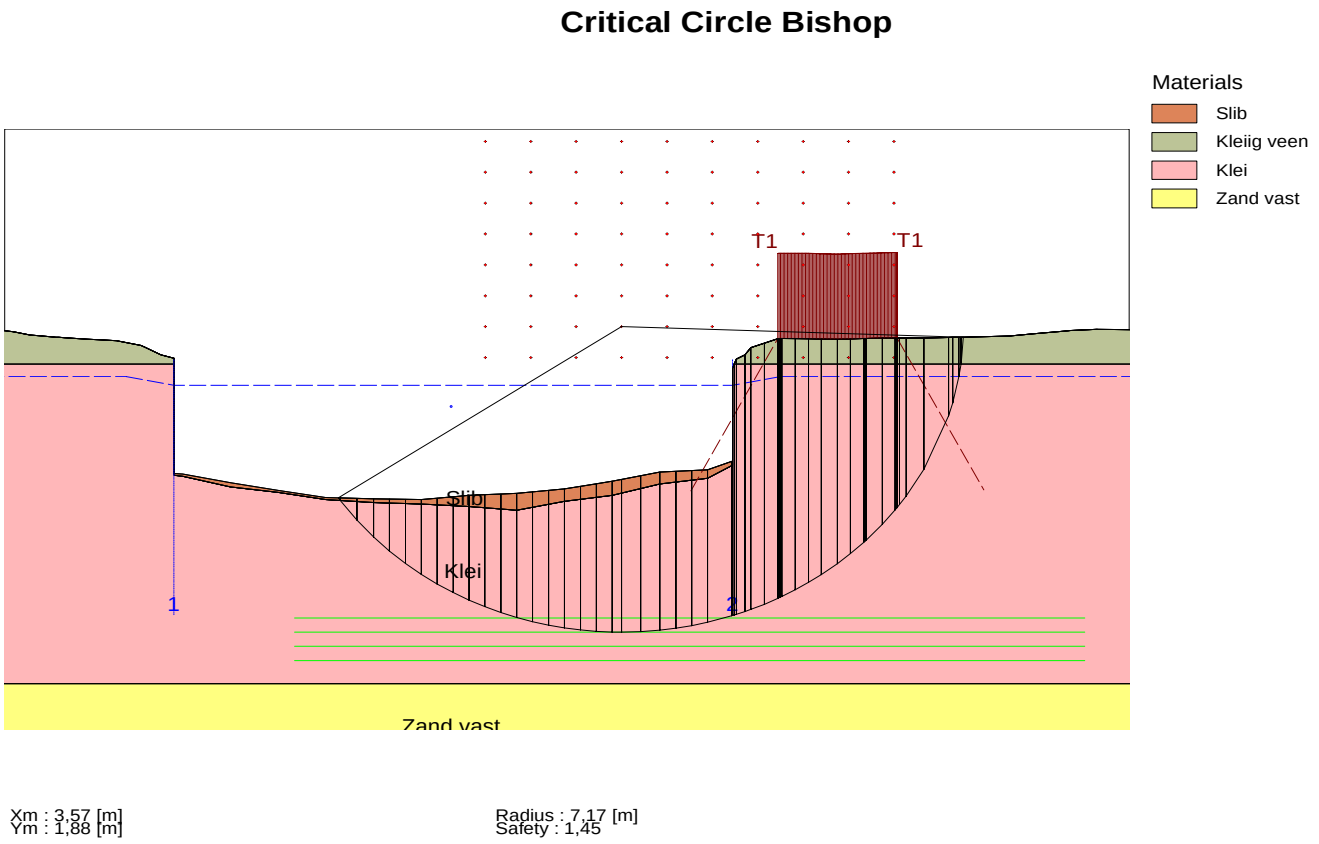
Fax

D-Geo Stability 18.1 : Oudewater betonnen damwand_met geometrie_met silts.sl

date

22-5-2018

Annex



Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil

Locatie =	D1 - Oudewater, noordzijde	Model = Bishop		Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,28	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

D1 - Oudewater, noordzijde

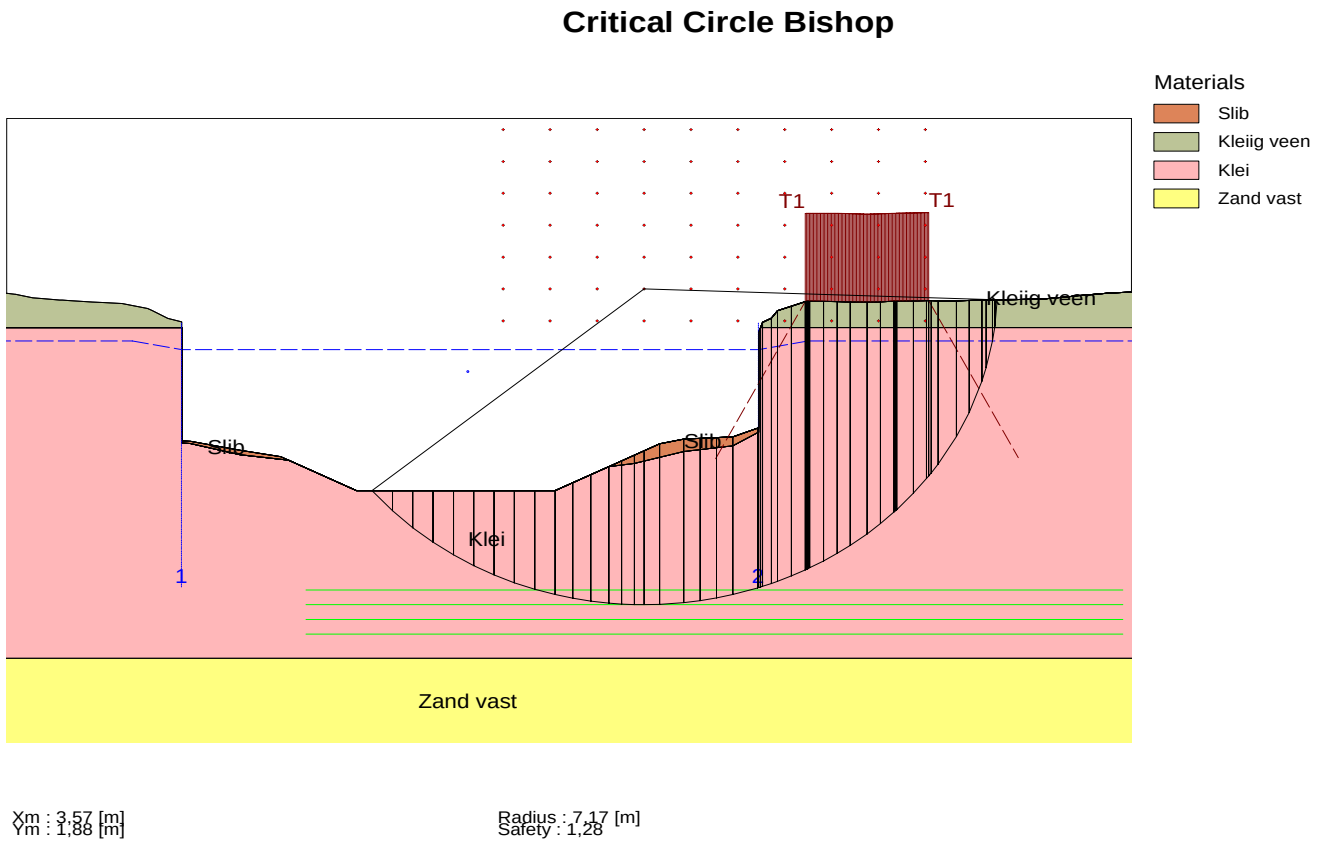
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax

D-Geo Stability 18.1 : Oudewater betonnen damwand_met geometrie_met slib -2.70.stl



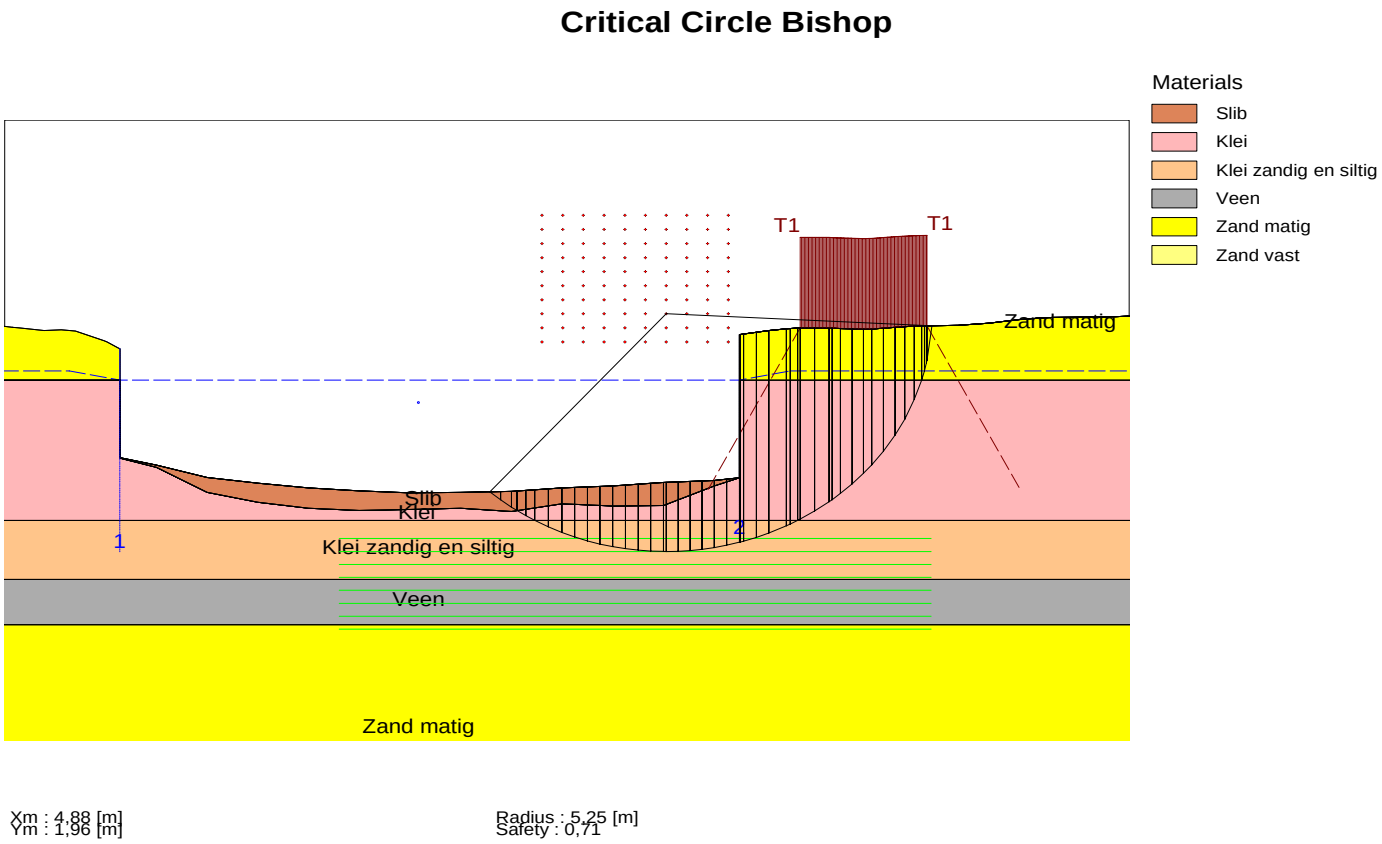
date

22-5-2018

Annex

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil

Locatie =	D3 - Oudewater, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-1,95 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	4,5 m



Stabiliteitsberekening

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

D3 - Oudewater, noordzijde

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax

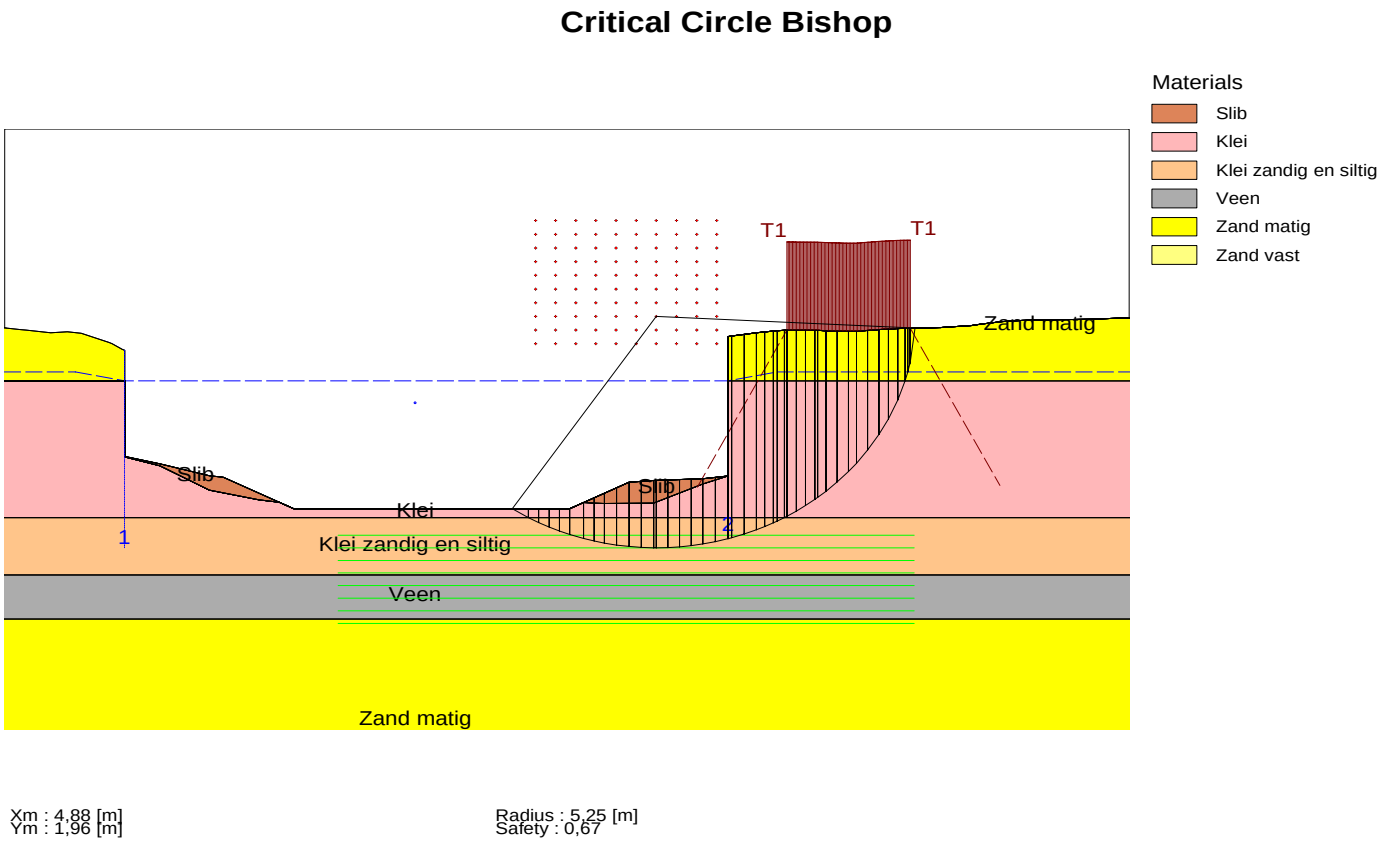
date 22-5-2018

D-Geo Stability 18.1 : Oudewater kadeconstructie west.stl

Annex

Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil

Locatie =	D3 - Oudewater, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,67	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	4,5 m



Xm : 4,88 [m]
Ym : 1,96 [m]

Radius : 5,25 [m]
Safety : 0,67

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
D3 - Oudewater, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone
Fax

D-Geo Stability 18.1 : Oudewater kademconstructie west -2,40.stl

date
22-5-2018

Annex

Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	D3 - Oudewater, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
meter-lijn =	4 m			Lengte damwand =	4,5 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

D3 - Oudewater, noordzijde

Stabiliteitsberekening (aangepaste breedte)

Sweco Nederland B.V.

Phone

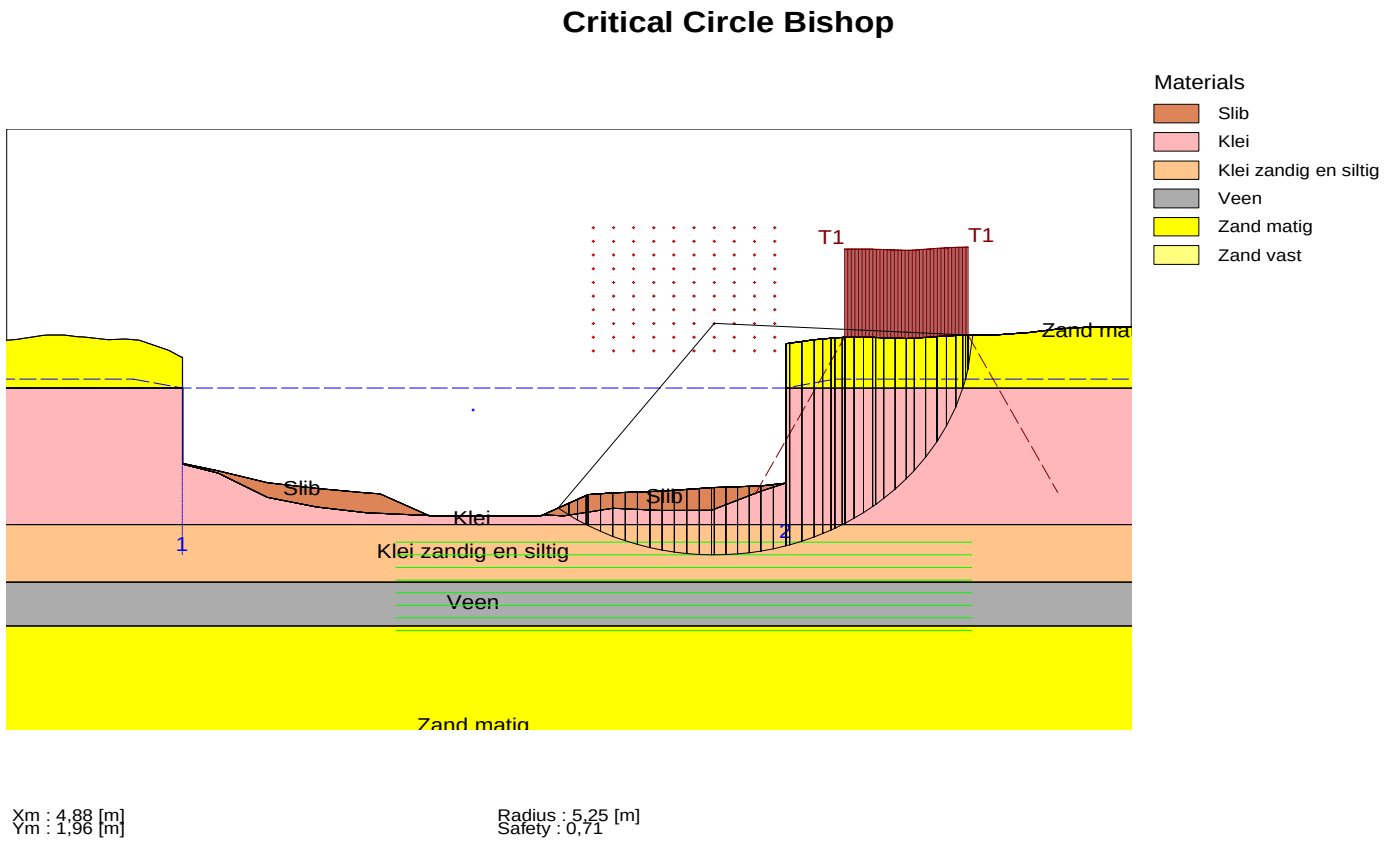
Fax

Annex

28-5-2018

date

D:Geo Stability 18.1 : Oudewater kadeconstructie, aangepaste breedte, -2,40.stl

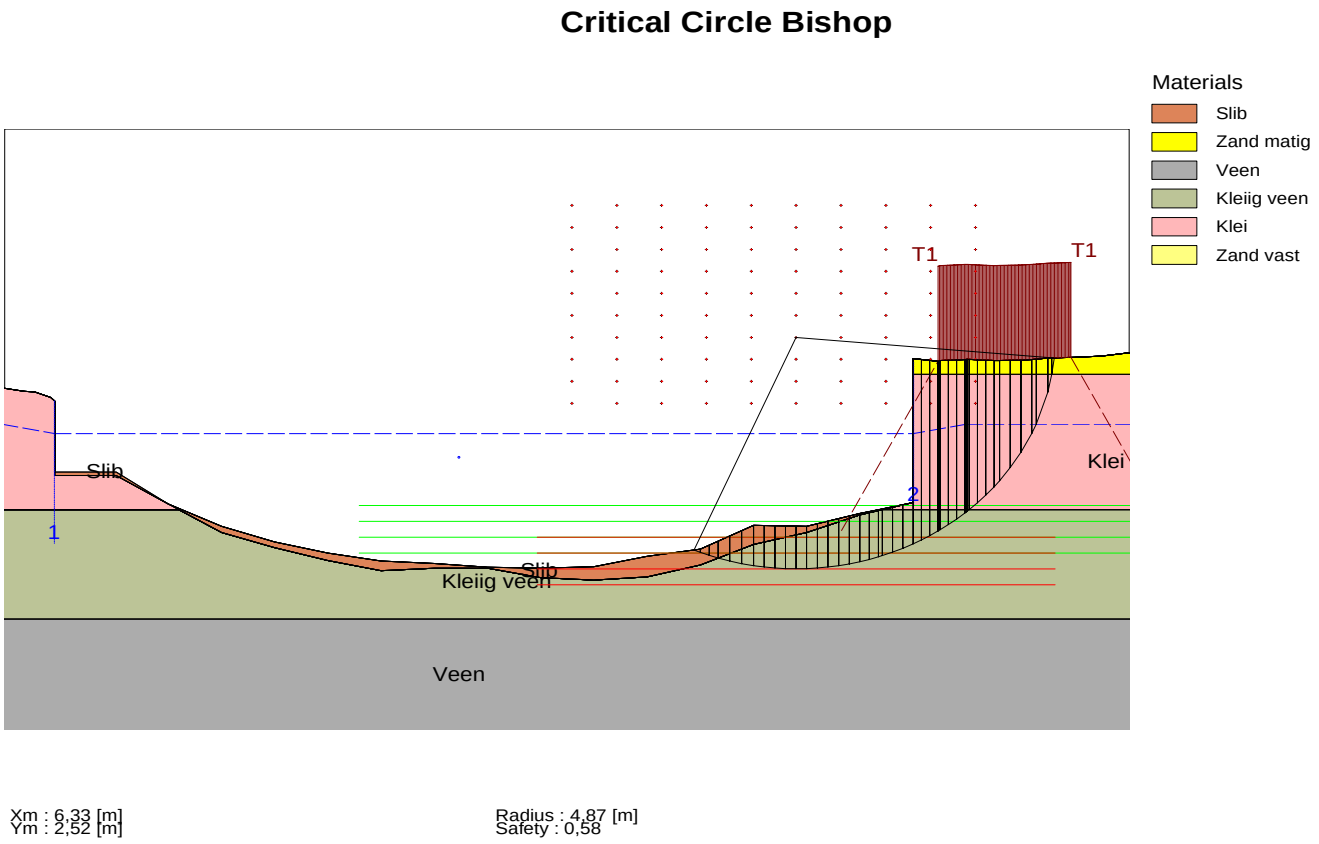


Xm : 4,88 [m]
Ym : 1,96 [m]

Radius : 5,25 [m]
Safety : 0,71

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	E1 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,30 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,58	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E1 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone
Fax

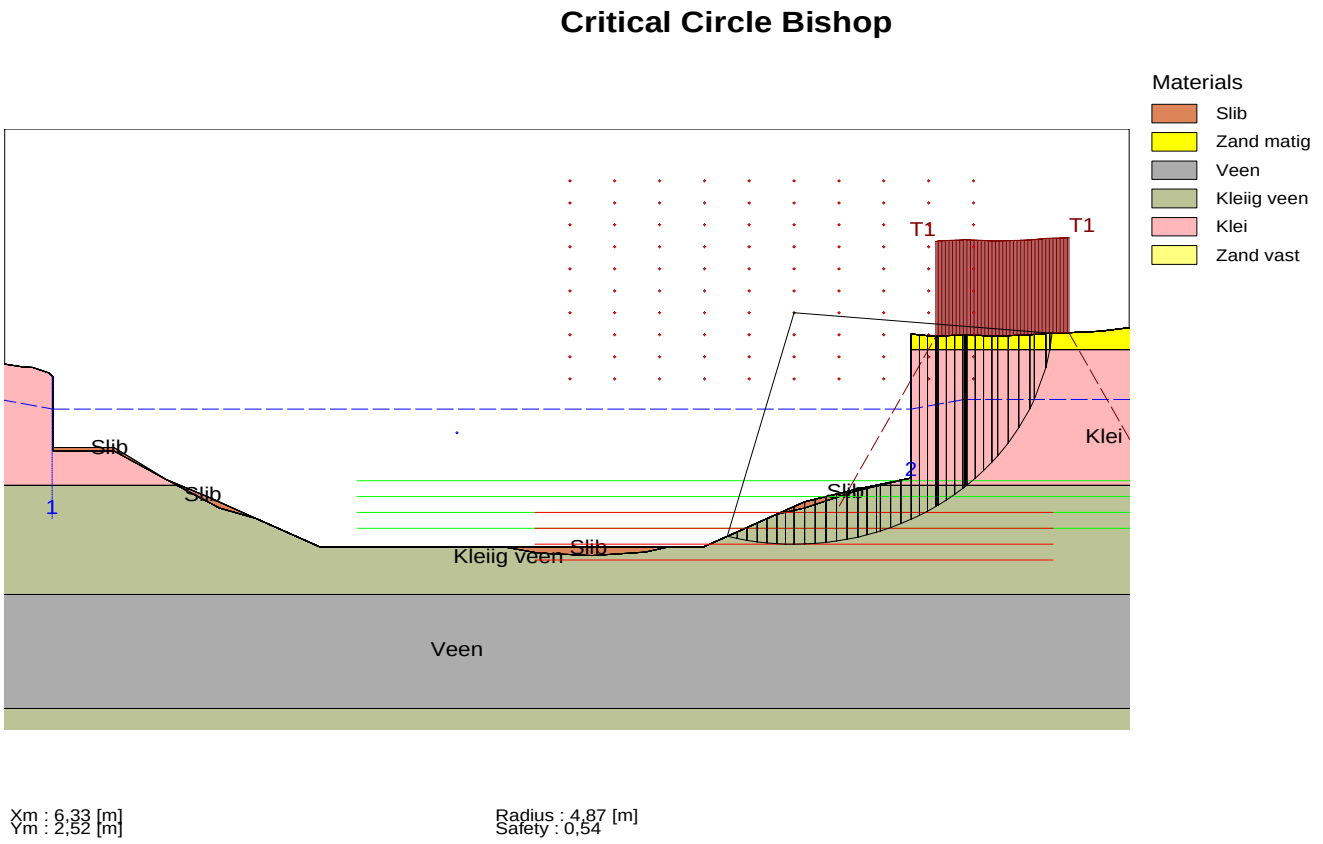
date 22-5-2018

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp oost.stl

Annex

Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	E1 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,54	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
E1 - Hekendorp, noordzijde
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

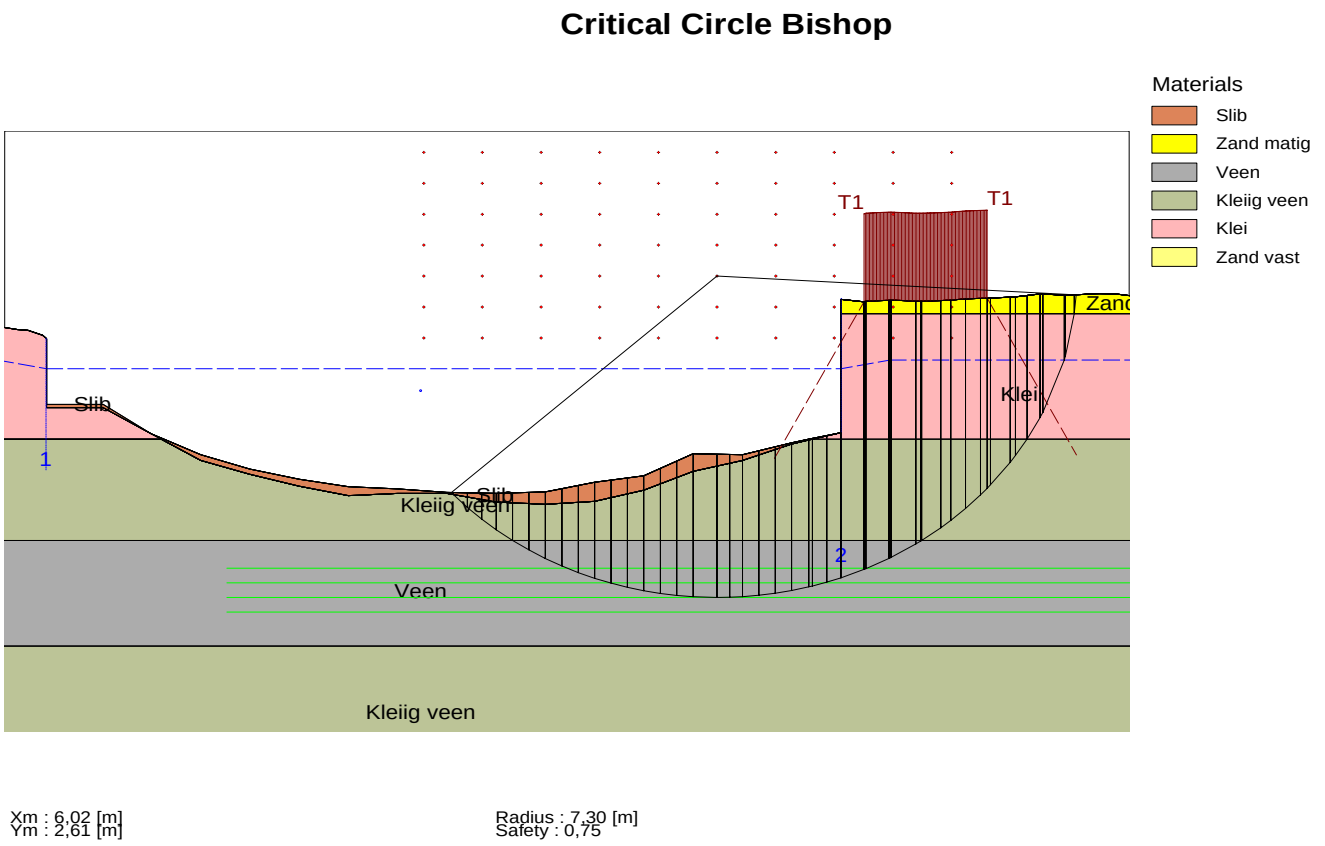
Annex

22-5-2018
date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp oost -2,40.stl

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	E1 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,30 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,75	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m



Xm : 6,02 [m]
Ym : 2,61 [m]

Radius : 7,30 [m]
Safety : 0,75

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
E1 - Hekendorp, noordzijde
Stabiliteitsberekening (alternatief)

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

22-5-2018
date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp oost (6m).stl

Annex

Fase : Situatie alternatief baggerprofiel - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	E1 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E1 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening (alternatief)

Sweco Nederland B.V.

Phone

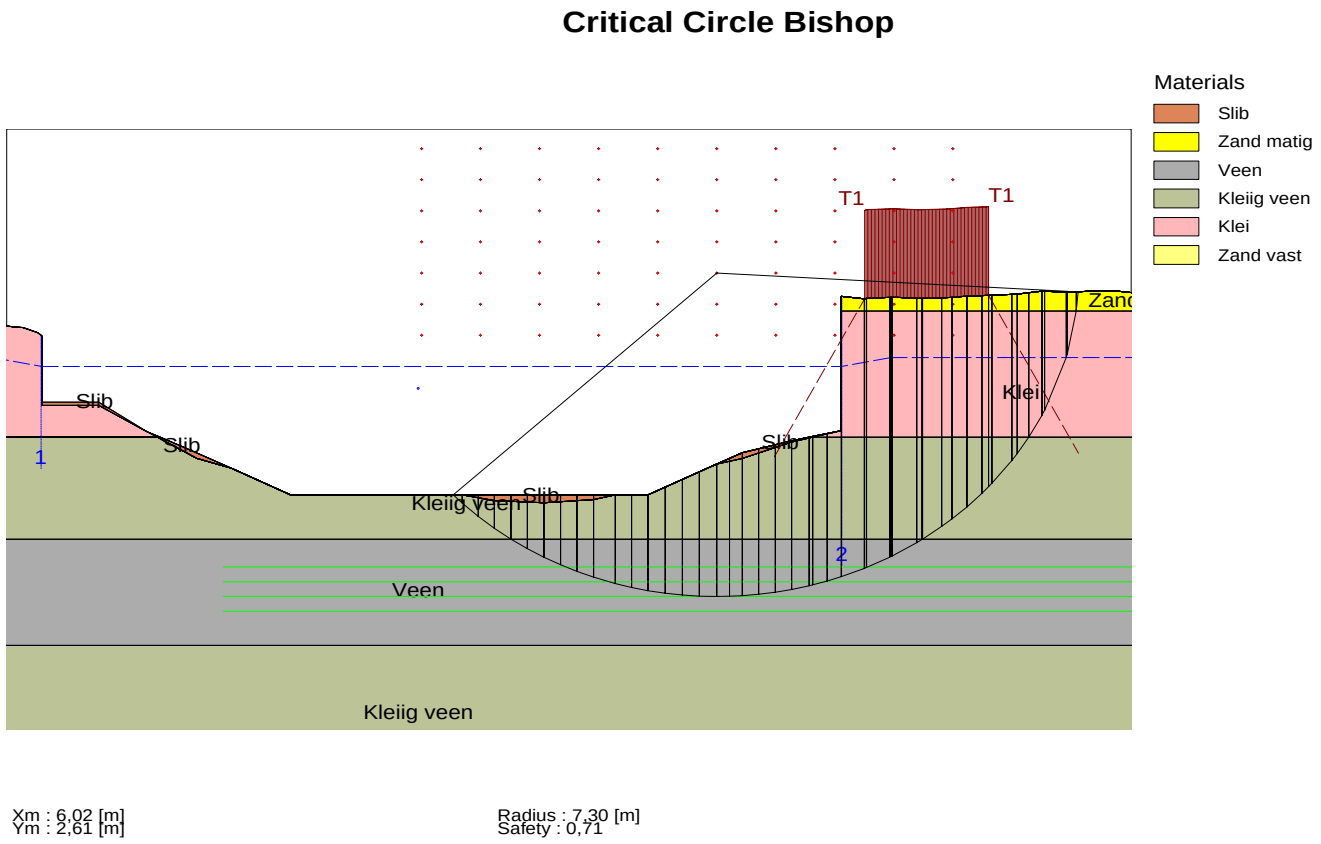
Fax

Annex

22-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp oost -2,40 (6m).stl



Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	E1 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,74	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
meter-lijn =	5 m			Lengte damwand =	6 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E1 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening (aangepaste breedte)

Sweco Nederland B.V.

Phone

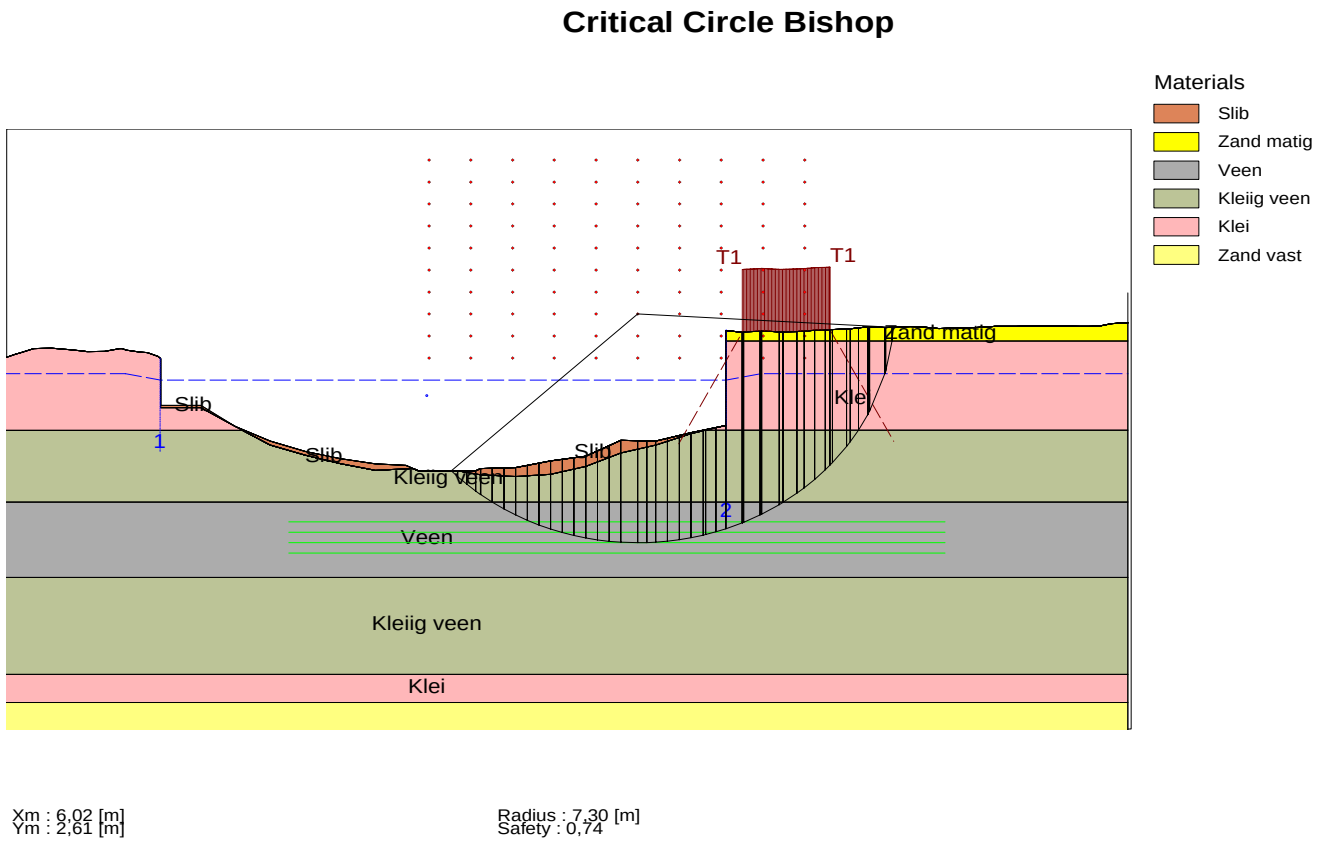
Fax

Annex

28-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp.cost (6m), aangepaste breedte, -2,40.stl



Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	E2 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-1,90 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,14	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E2 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

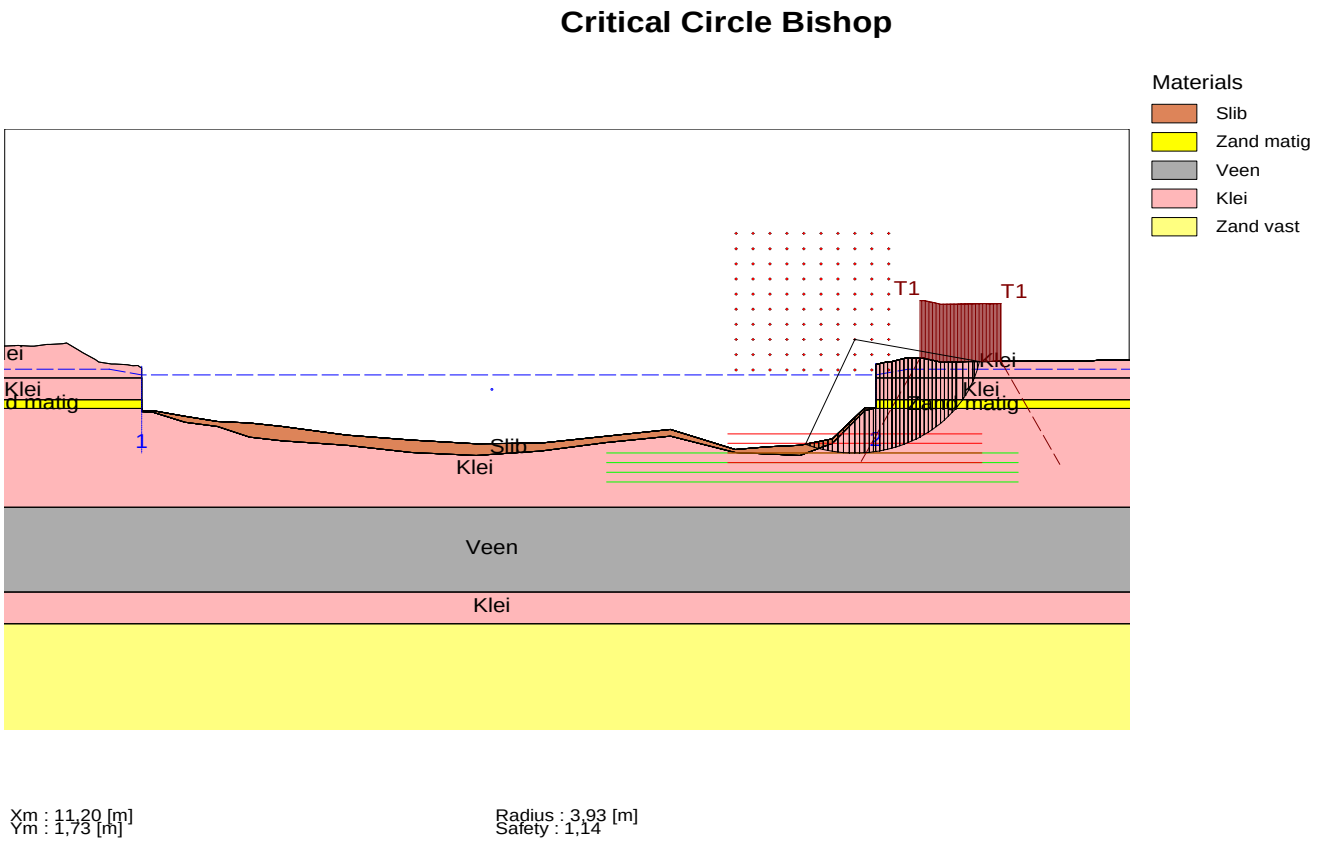
Fax

Annex

22-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp west.stl



Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	E2 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,14	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

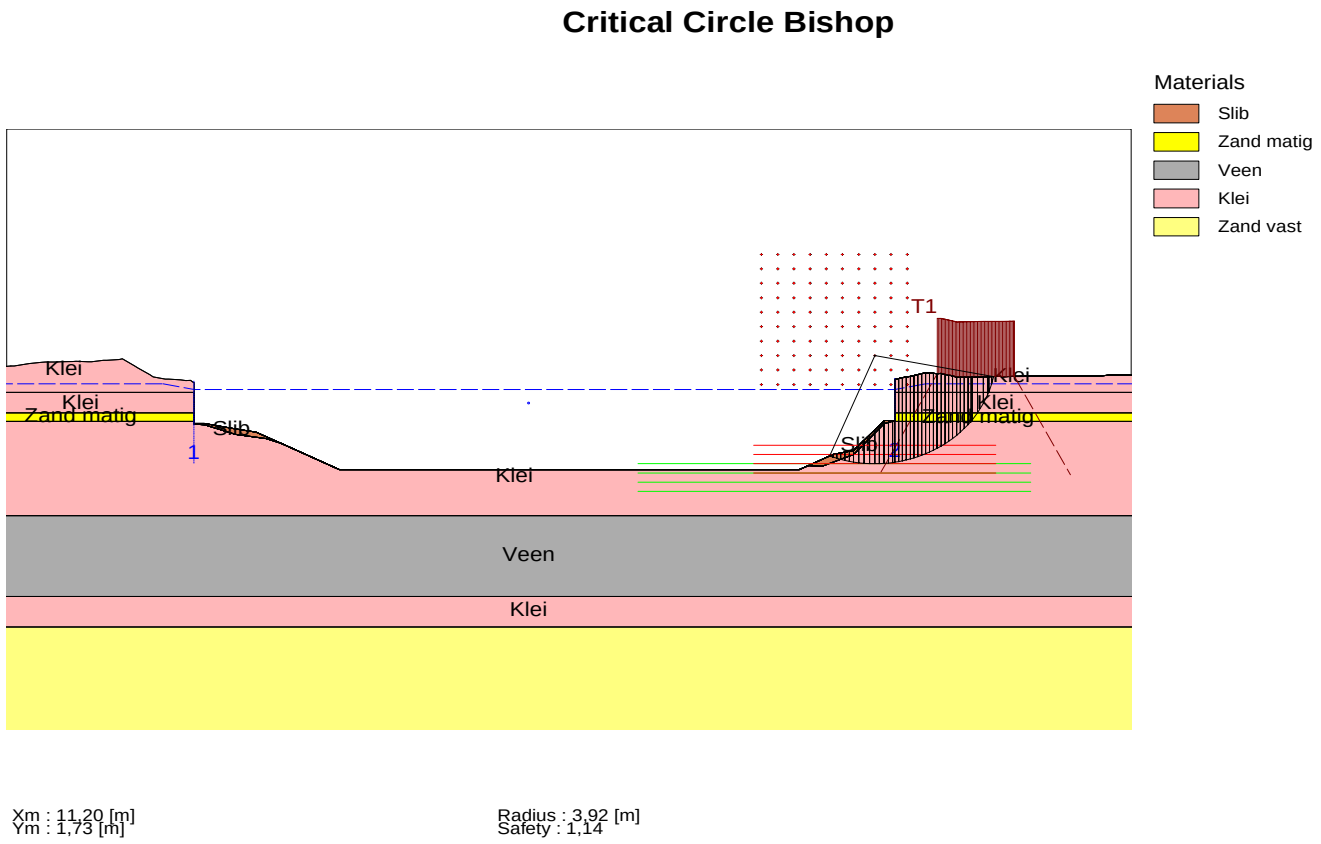
E2 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax



Xm : 11,20 [m]
Ym : 1,73 [m]

Radius : 3,92 [m]
Safety : 1,14

Annex

22-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp west -2,40.stl

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	E2 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-1,90 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,65	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E2 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

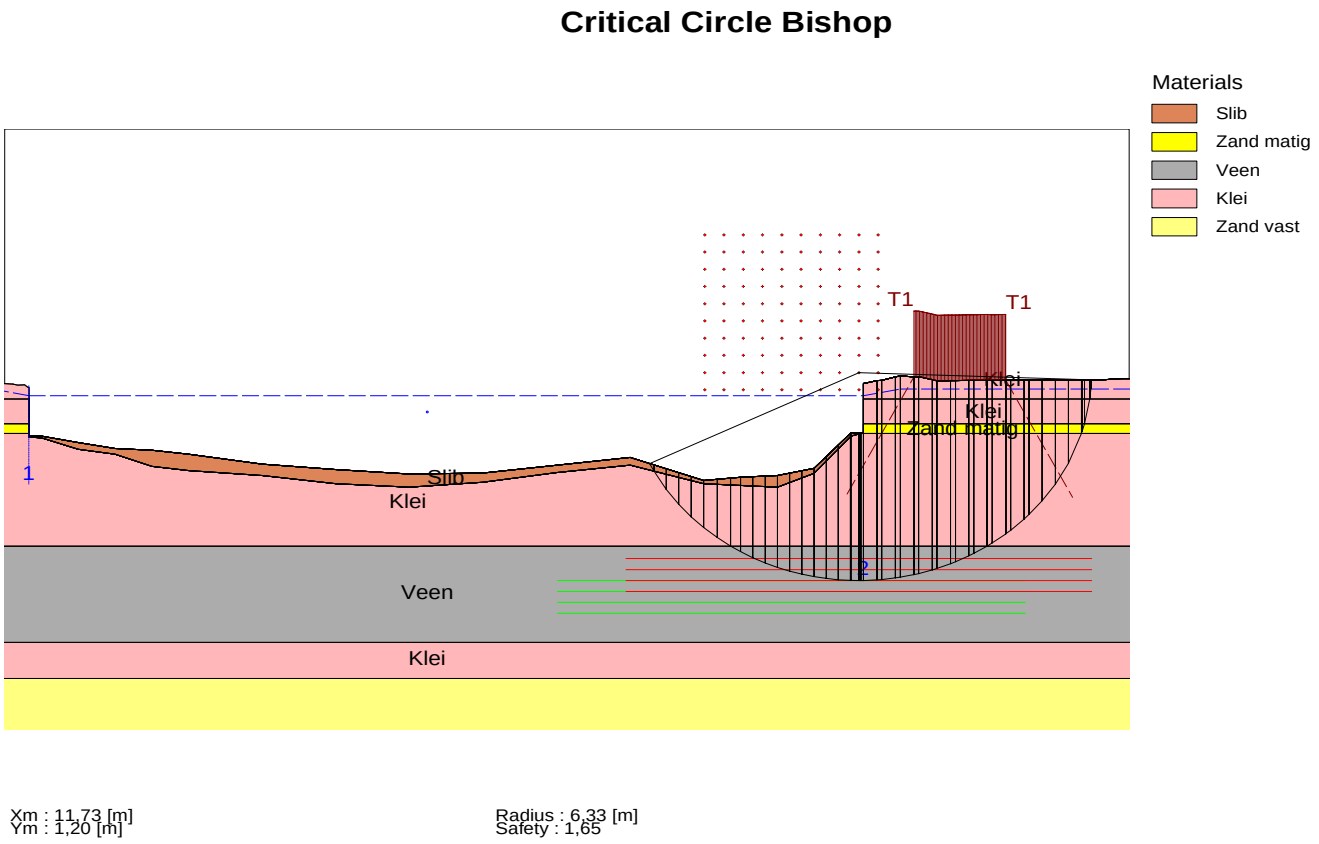
Fax

Annex

22-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp west (6m).stl



Fase : Situatie alternatief baggerprofiel - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	E2 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,31	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E2 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

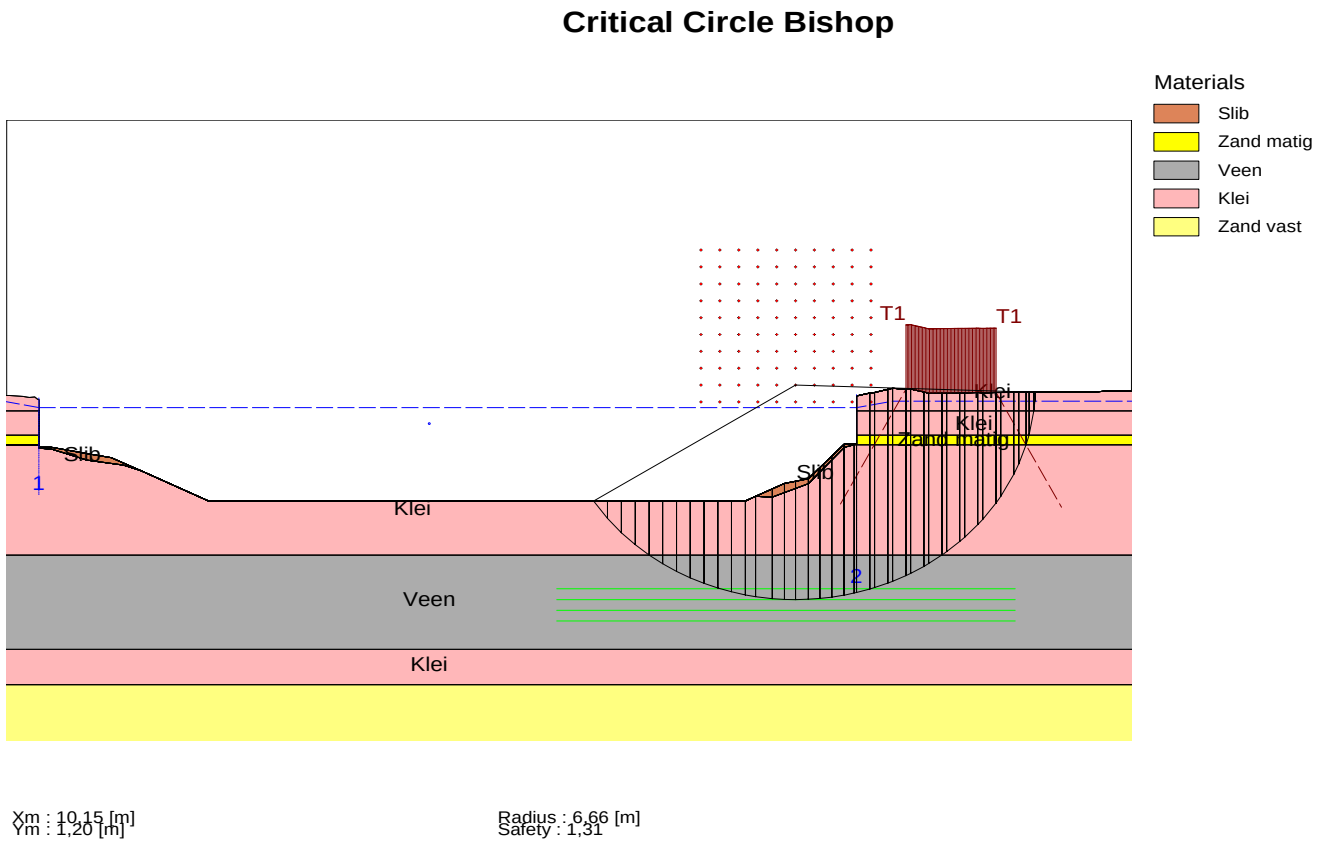
Fax

Annex

22-5-2018

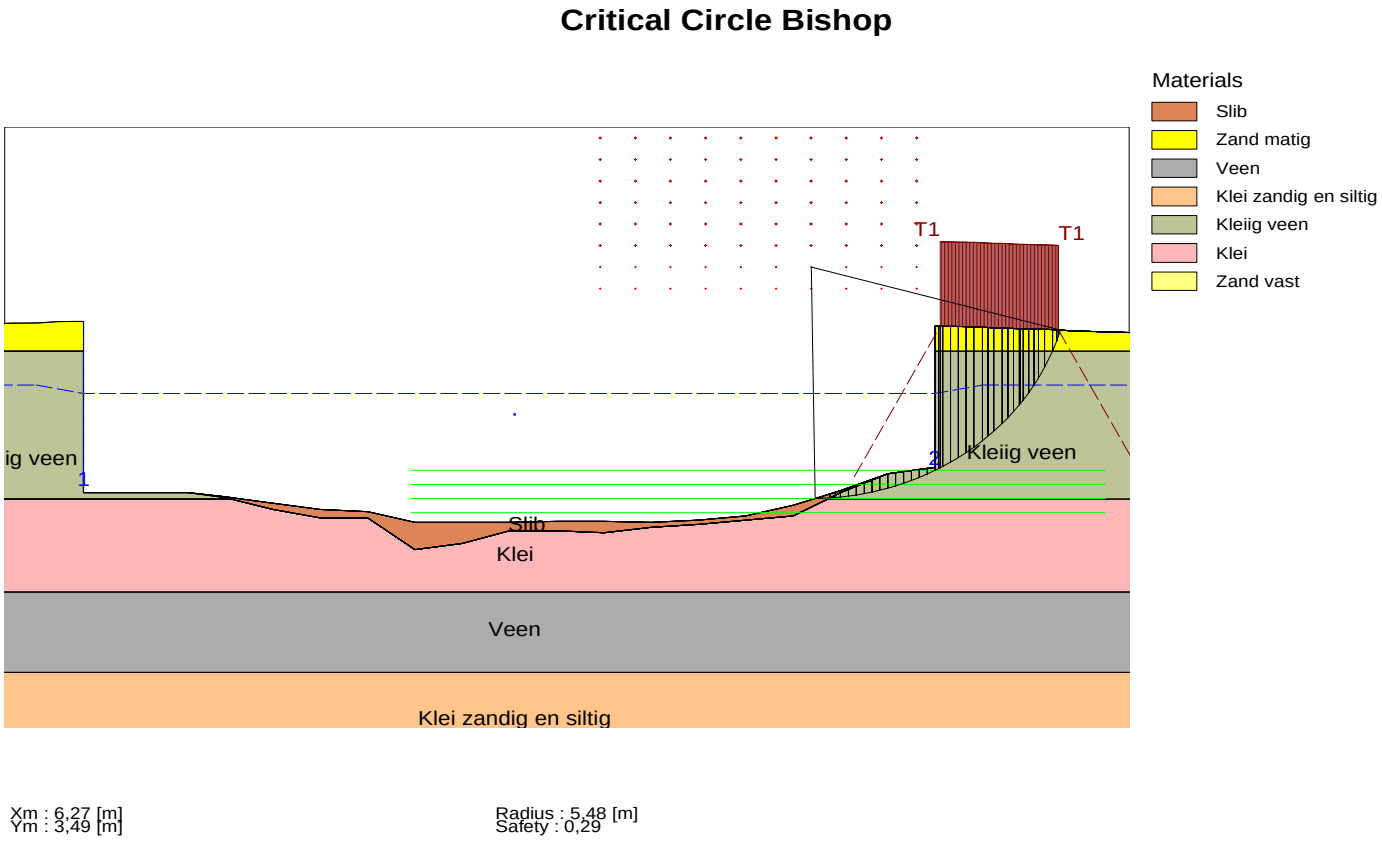
date

D-Geo Stability 18.1 - Hekendorp west -2.40 (6m).stl



Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	F1 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,55 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,29	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

F1 - Haastrecht, noordzijde

Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.

Phone

Fax

date

22-5-2018

D-Geo Stability 18.1 : Haastrecht oost.stl

Annex

Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	F1 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,29	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Stabiliteitsberekening

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

F1 - Haastrecht

Sweco Nederland B.V.

Phone

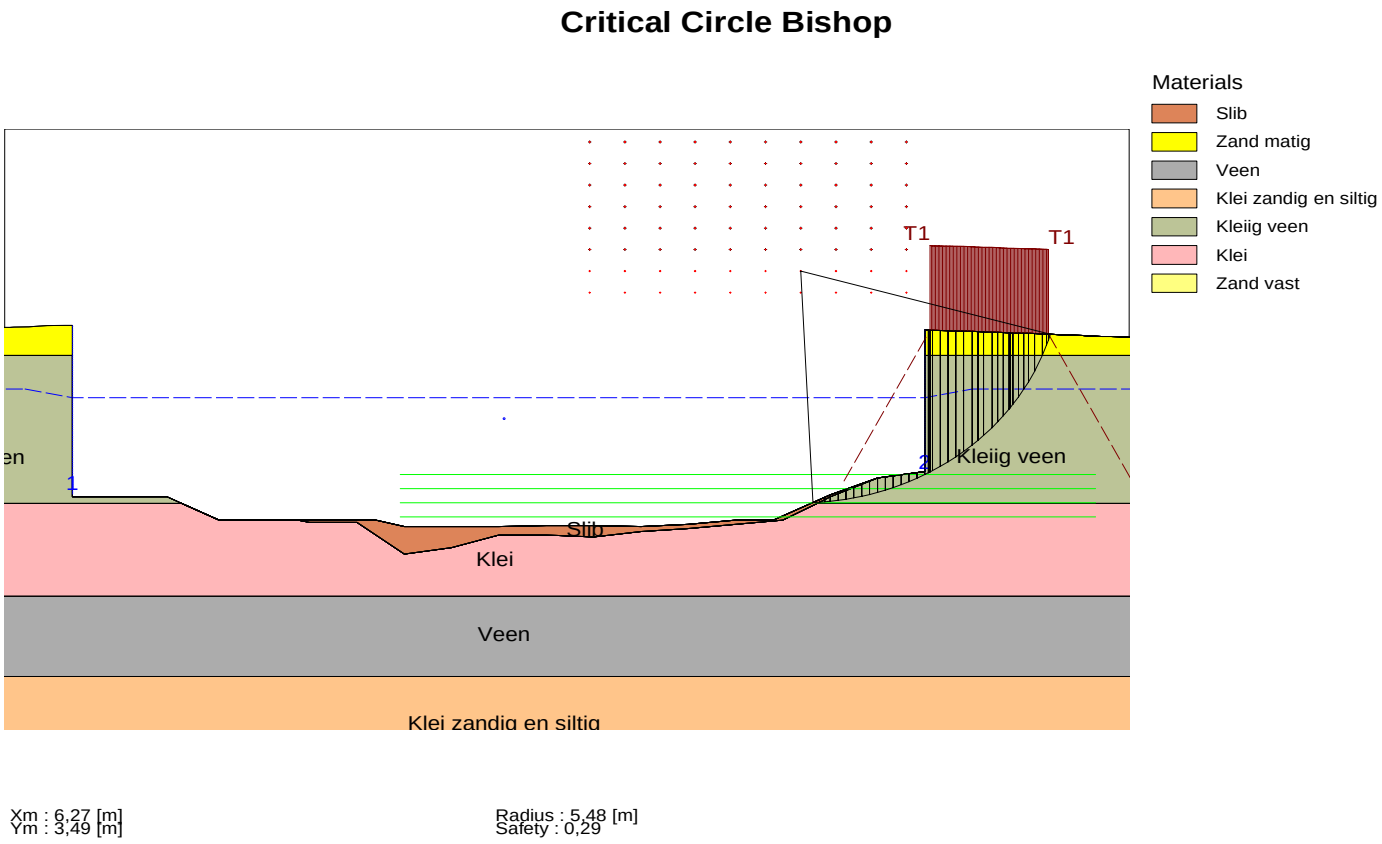
Fax

Annex

22-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Haastrecht cost -2,40.stl

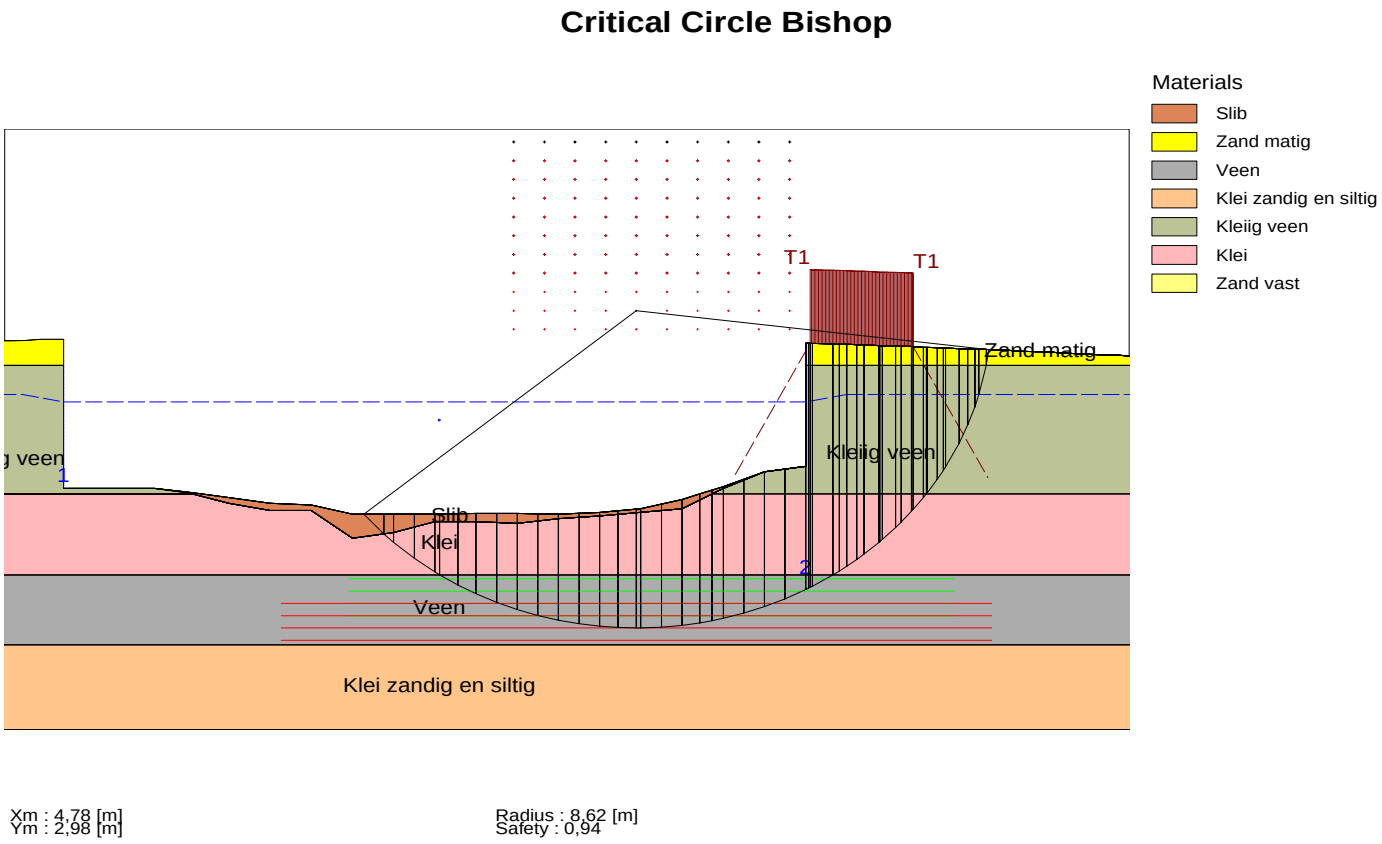


Xm : 6,27 [m]
Ym : 3,49 [m]

Radius : 5,48 [m]
Safety : 0,29

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	F1 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,55 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,94	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
F1 - Haastrecht, noordzijde
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

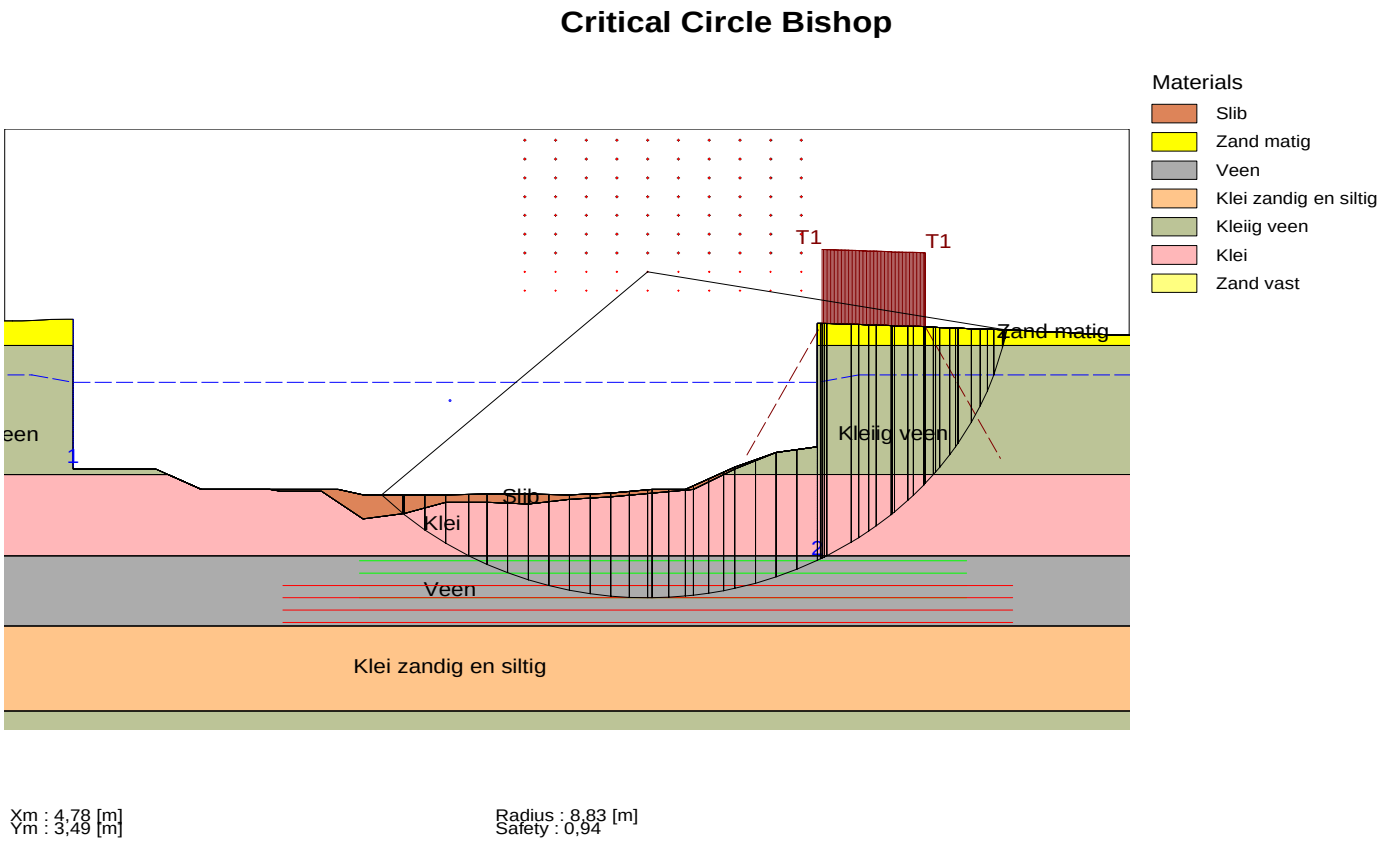
D-Geo Stability 18.1 : Haastrecht oost (6m).stl

date
22-5-2018

Annex

Fase : Situatie alternatief baggerprofiel - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	F1 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,94	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
F1 - Haastrecht
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

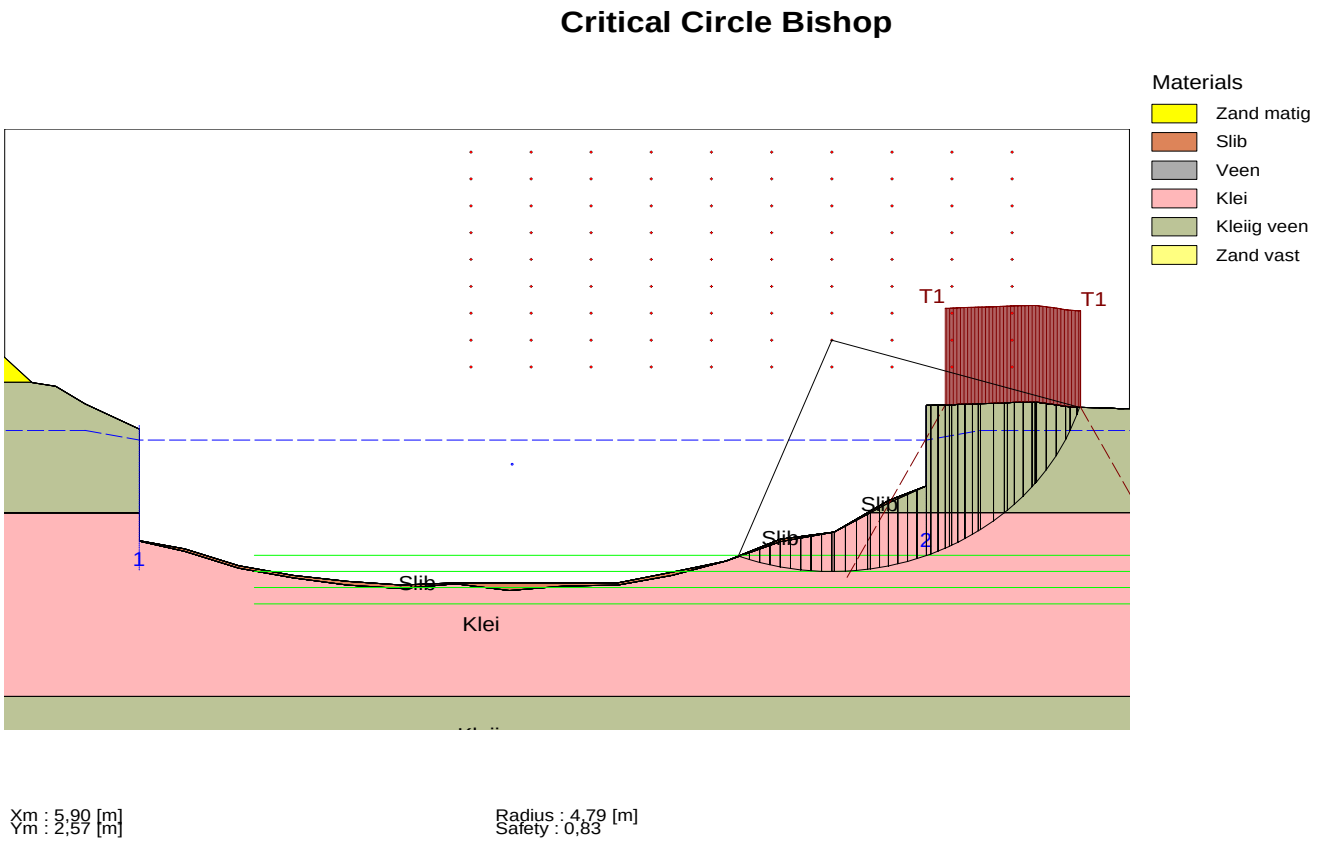
D-Geo Stability 18.1 : Haastrecht oost -2,40 (6m).stl

Annex

date
22-5-2018

Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	F2 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,45 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,83	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
F2 - Haastrecht, noordzijde
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

Annex

22-5-2018
date

D-Geo Stability 18.1 - Haastrecht west.stl

Fase : Situatie na het baggeren (overdiepte) - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 3m

Locatie =	F2 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,77	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	3 m

Stabiliteitsberekening

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

F2 - Haastrecht, Noordzijde

Sweco Nederland B.V.

Phone

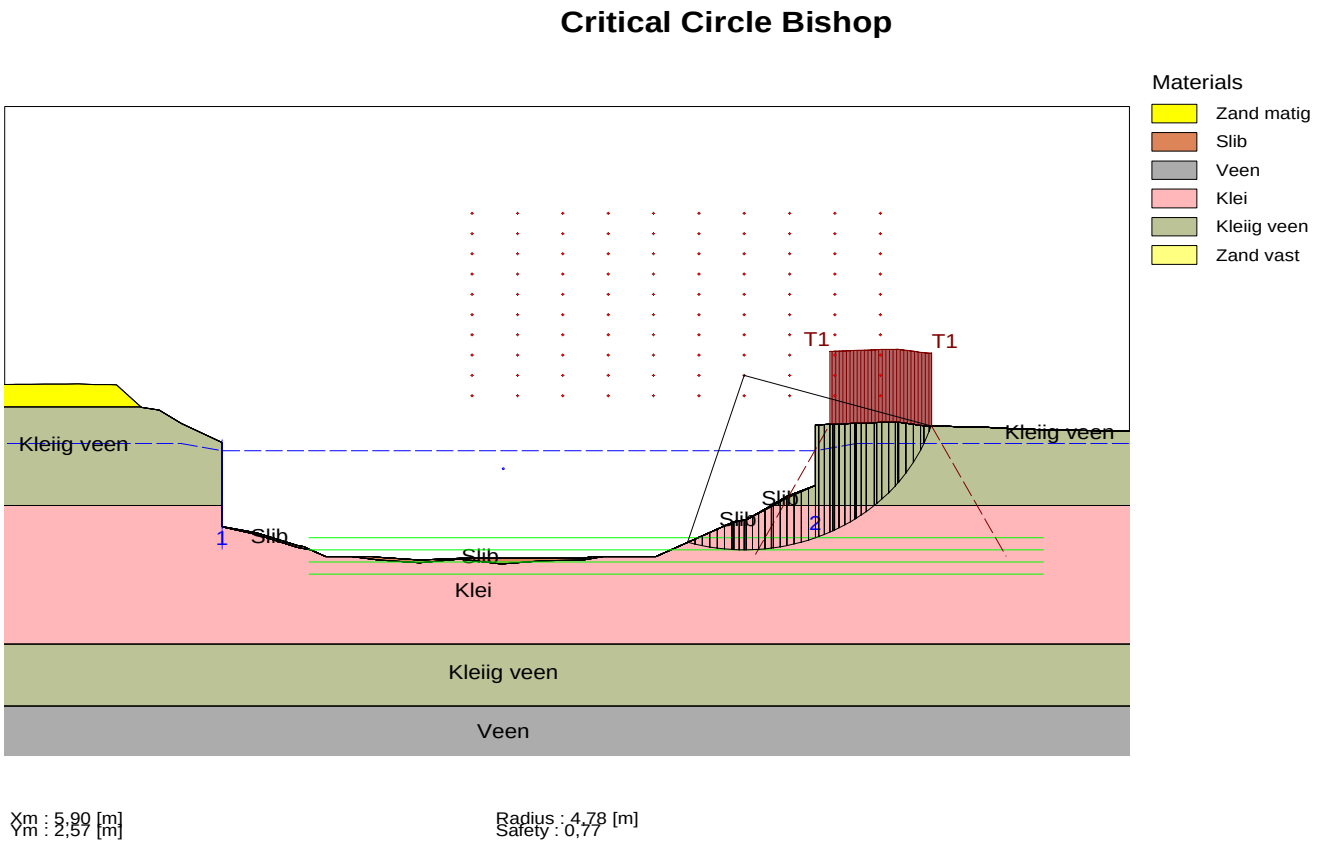
Fax

Annex

22-5-2018

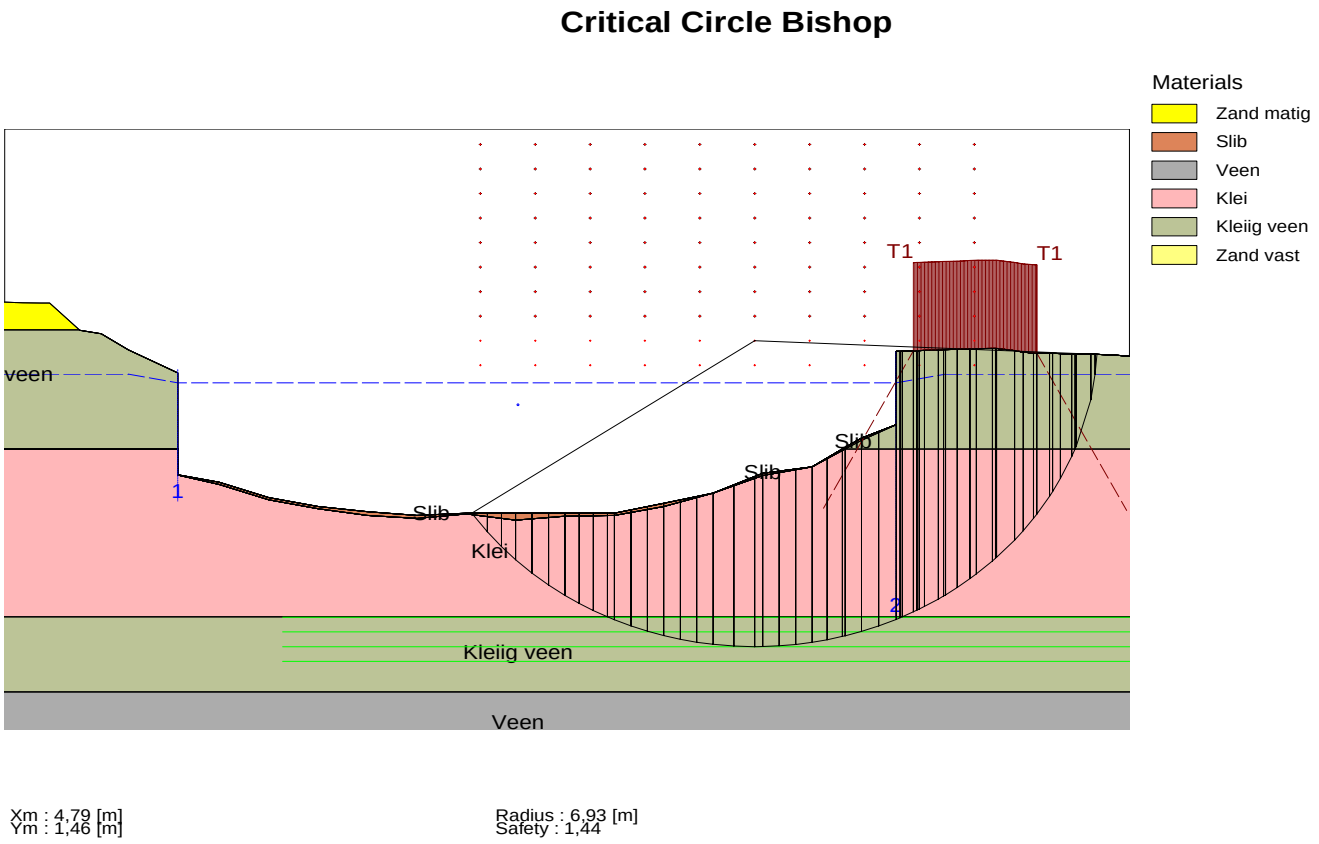
date

D-Geo Stability 18.1 : Haastrecht west -2,40.stl



Fase : Huidige situatie - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	F2 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Huidige diepte =	-2,45 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,44	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m



Xm : 4,79 [m]
Ym : 1,46 [m]

Radius : 6,93 [m]
Safety : 1,44

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
F2 - Haastrecht, noordzijde
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

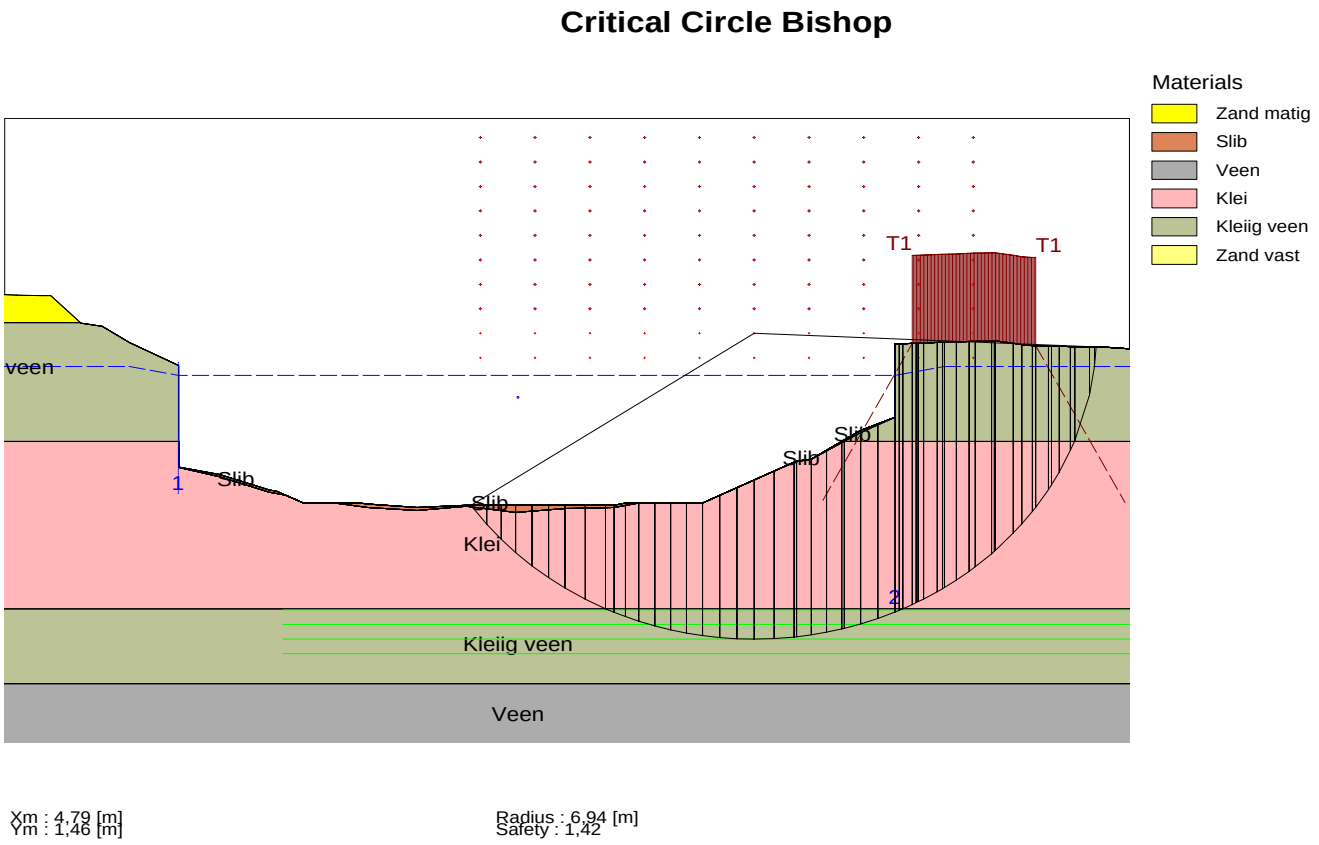
Annex

22-5-2018
date

DGeo Stability 18.1 : Haastrecht west (6m).stl

Fase : Situatie alternatief baggerprofiel - Val na hoog boezempeil bij damwandlengte van 6m

Locatie =	F2 - Haastrecht, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	1,42	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
				Lengte damwand =	6 m



Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
F2 - Haastrecht, Noordzijde
Stabiliteitsberekening

Sweco Nederland B.V.
Phone
Fax

Annex

22-5-2018
date

D-Geo Stability 18.1 - Haastrecht west -2.40 (6m).stl

Bijlage 4: Aangepaste baggerprofielen D-Geo Stability

B1 – Waardsedijk 103
C1 – Waardsedijk 107
D3 – Oudewater
E1 – Hekendorp

Locatie	F_d Huidig	F_d na	Voldoet?	Toelichting?	meter-lijn
B1 – Waardsedijk 103	0,71	0,71	Ja	Maatgevende glijcirkel doorkruist net niet het baggerprofiel	4 meter
C1 - Waardsedijk 107	0,57	0,57	Ja	Maatgevende glijcirkel doorkruist net niet het baggerprofiel	4 meter
D3 - Oudewater	0,71	0,71	Ja	Maatgevende glijcirkel doorkruist net wel het aangepaste baggerprofiel, maar leidt niet tot een verlaging van de veiligheid.	4 meter
E1 – Hekendorp	0,75	0,74	Nee	De maatgevende glijcirkel doorkruist net wel het aangepaste baggerprofiel en leidt tot een afname van de stabiliteit. Het baggerprofiel van de overdiepte is dusdanig aangepast dat er geen ruimte is om verder aan te passen. In de huidige situatie kan er dus niet gebaggerd worden.	5 meter

Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	B1 - Waardsedijk 103, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
meter-lijn =	4 m			Lengte damwand =	3 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

B1 - Waardsedijk 103, noordzijde

Stabiliteitsberekening (aangepaste breedte)

Sweco Nederland B.V.

Phone

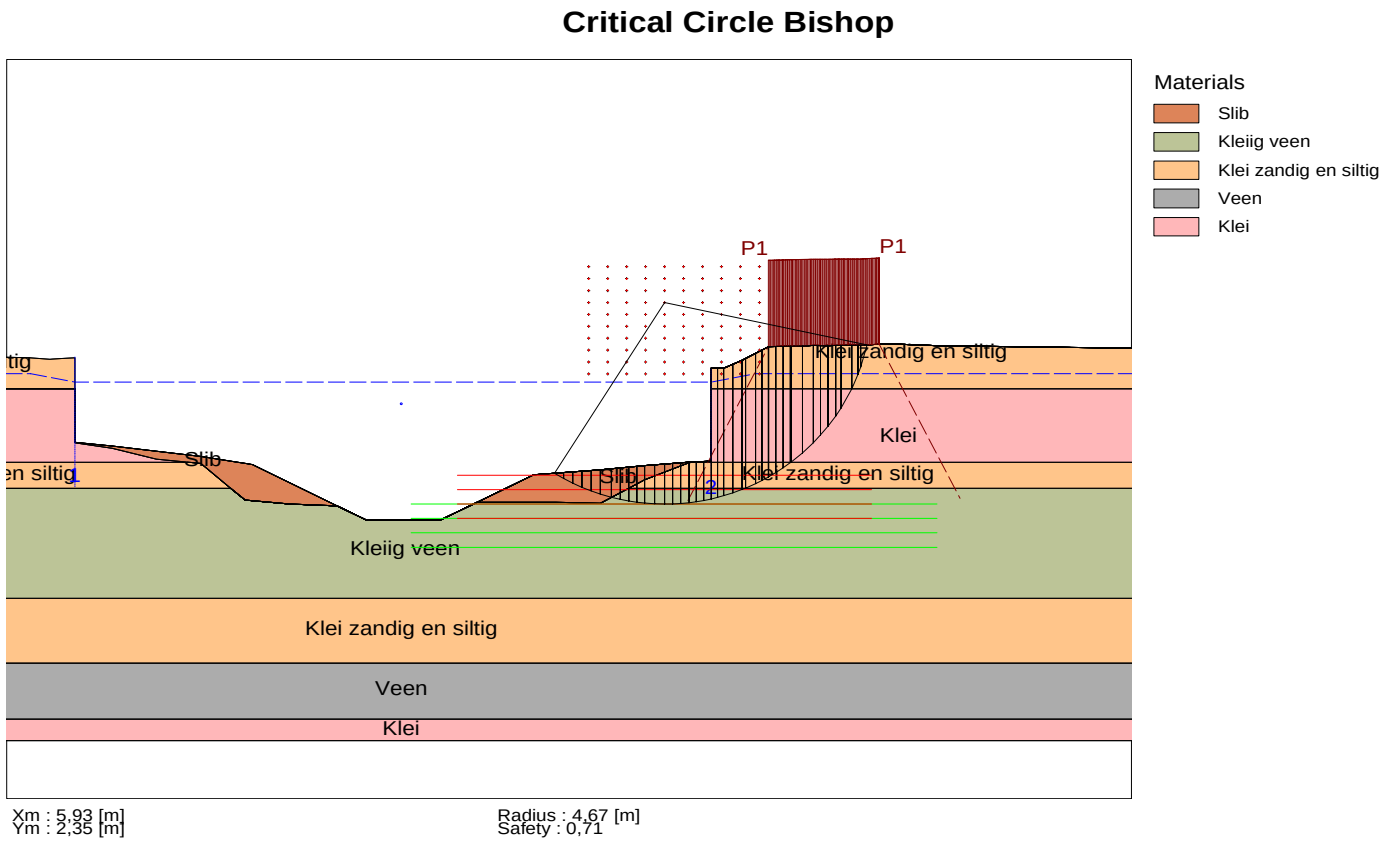
Fax

Annex

28-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 103, aangepaste breedte -2,70.stl



Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	C1 - Waardsedijk 107, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,70 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,57	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
meter-lijn =	4 m			Lengte damwand =	3 m

Stabiliteitsberekening

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

C1 - Waardsedijk 107, noordzijde

Sweco Nederland B.V.

Phone

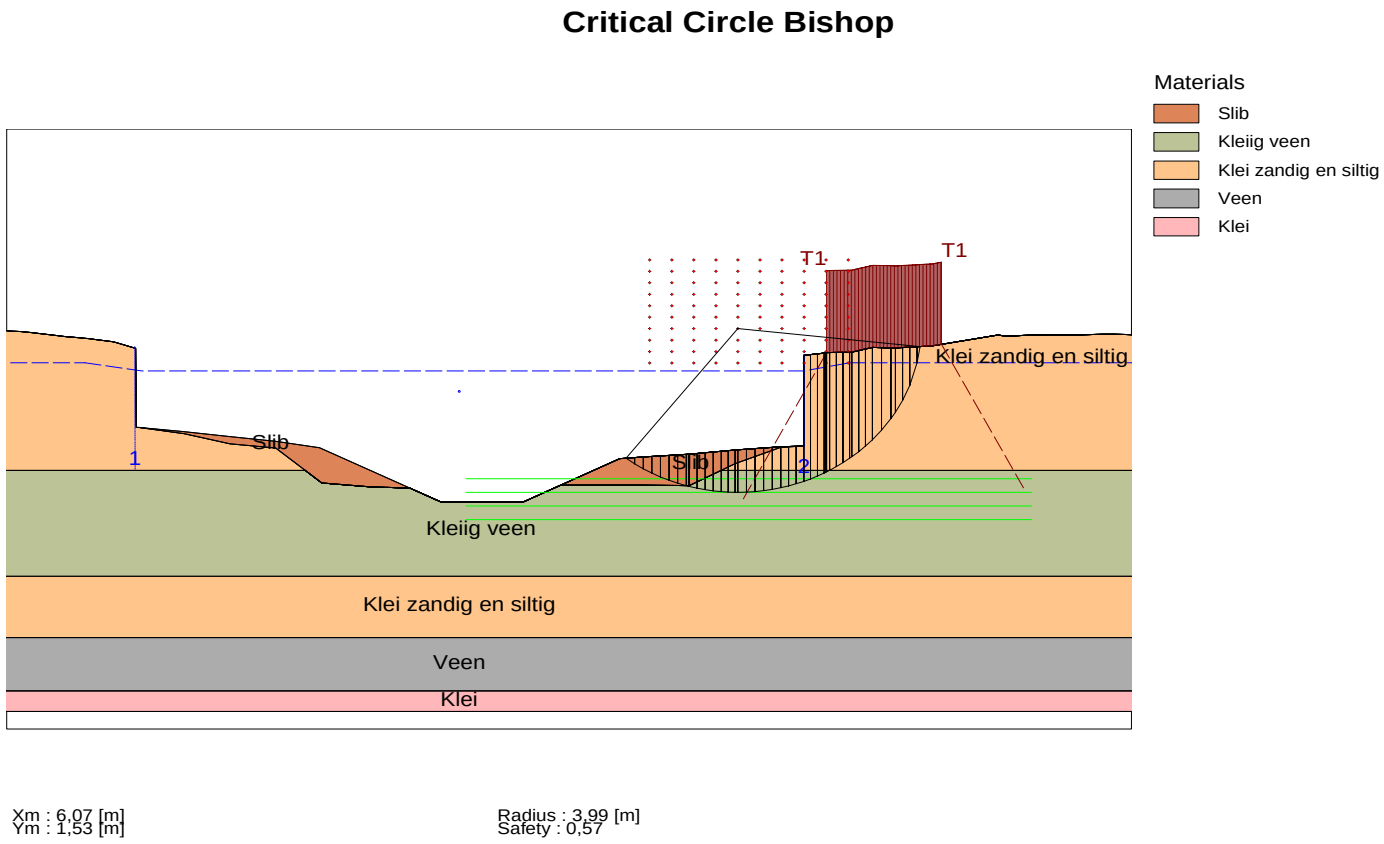
Fax

Annex

28-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Waardsedijk 107, aangepaste breedte -2,70.stl



Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	D3 - Oudewater, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,71	Verkeersbelasting =	13,3 kN/m²
meter-lijn =	4 m			Lengte damwand =	4,5 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

D3 - Oudewater, noordzijde

Stabiliteitsberekening (aangepaste breedte)

Sweco Nederland B.V.

Phone

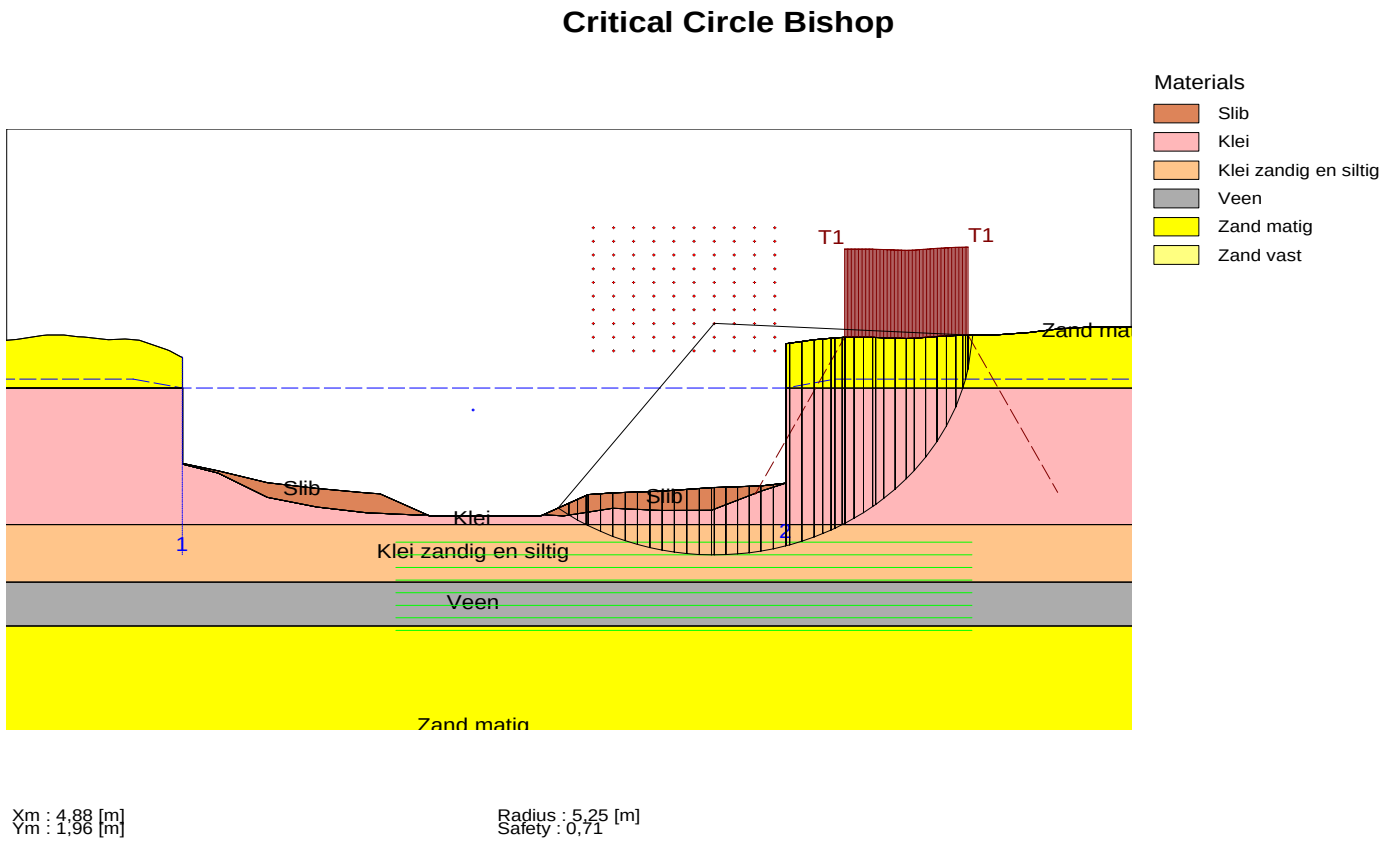
Fax

Annex

28-5-2018

date

D:Geo Stability 18.1 : Oudewater kadeconstructie, aangepaste breedte, -2,40.stl



Xm : 4,88 [m]
Ym : 1,96 [m]

Radius : 5,25 [m]
Safety : 0,71

Fase : Aangepast baggerprofiel, aanpassing breedte, overdiepte - Val na hoog boezempeil

Locatie =	E1 - Hekendorp, noordzijde	Model =	Bishop	Boezempeil =	0,50 NAP + m
Bagger diepte =	-2,40 NAP + m	Berekende stabiliteitsfactor =	0,74	Verkeersbelasting =	5 kN/m²
meter-lijn =	5 m			Lengte damwand =	6 m

Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)

E1 - Hekendorp, noordzijde

Stabiliteitsberekening (aangepaste breedte)

Sweco Nederland B.V.

Phone

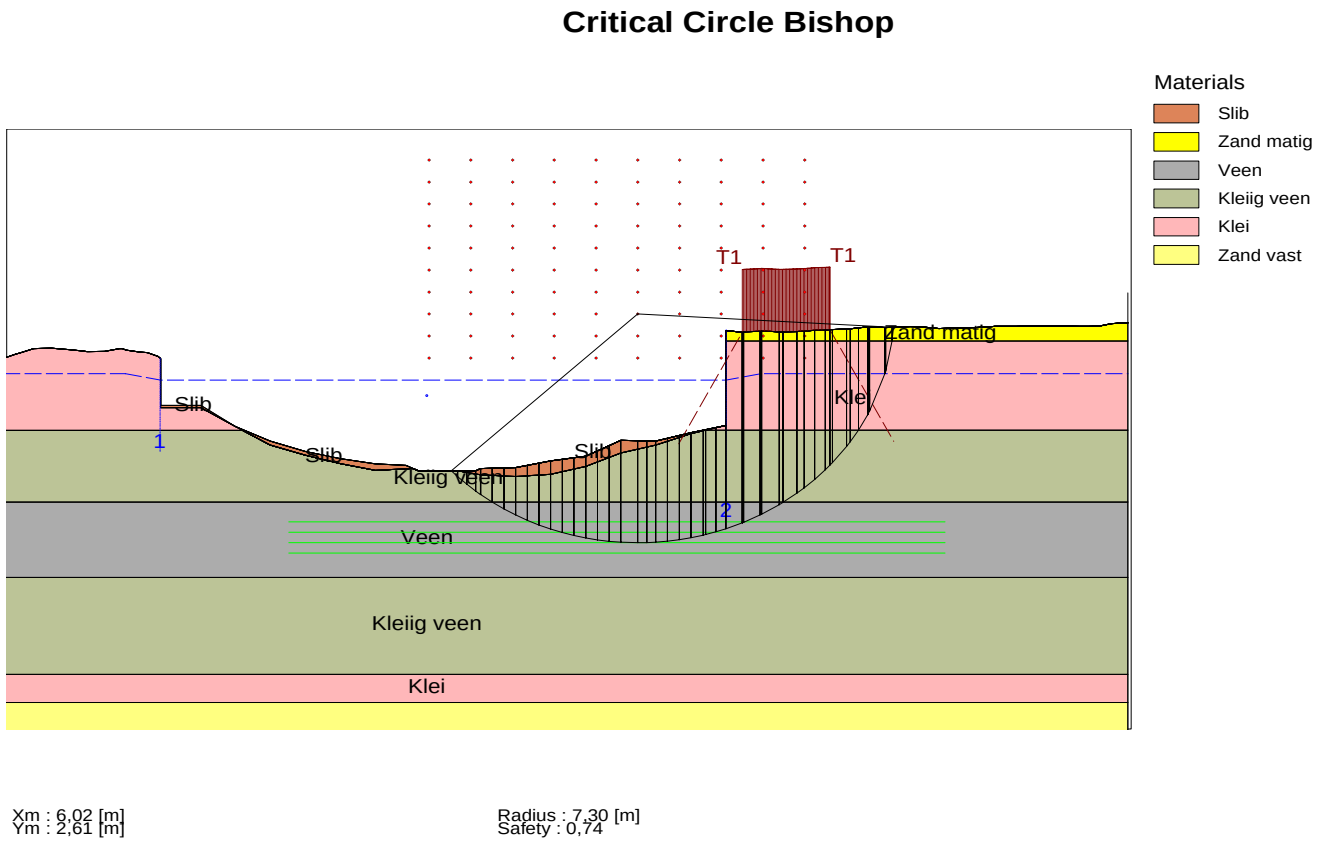
Fax

Annex

28-5-2018

date

D-Geo Stability 18.1 : Hekendorp.cost (6m), aangepaste breedte, -2,40.stl



Bijlage 5: Berekeningen D-Sheet Piling

A1 – Montfoort
B1 – Waardsedijk 103
C1 – Waardsedijk 107
D1 – Oudewater
D2 – Niet uitgevoerd
D3 – Oudewater
E1 – Hekendorp
E2 – Hekendorp
F1 – Haastrecht
F2 – Haastrecht

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	6/1/2018
Time of report:	10:39:39 AM
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	10:30:59 AM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\A1. Montfoort (staal AZ26)\A1. Montfoort_stalen damwand
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Montfoort, stedelijk gebied

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	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		36,71	38,70	19,9	21,6	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		24,50	32,05	20,1	22,6	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,7	27,23	31,97	12,7	14,1	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		32,67	38,36			
2	EC7(NL)-Step 6.3		**37,60**	**39,04**	20,7	22,6	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4		24,94	32,21	**20,9**	**23,7**	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	0,8	28,10	32,34	13,3	14,8	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		33,72	38,81			
Max			**37,60**	**39,04**	**20,9**	**23,7**	Sufficient

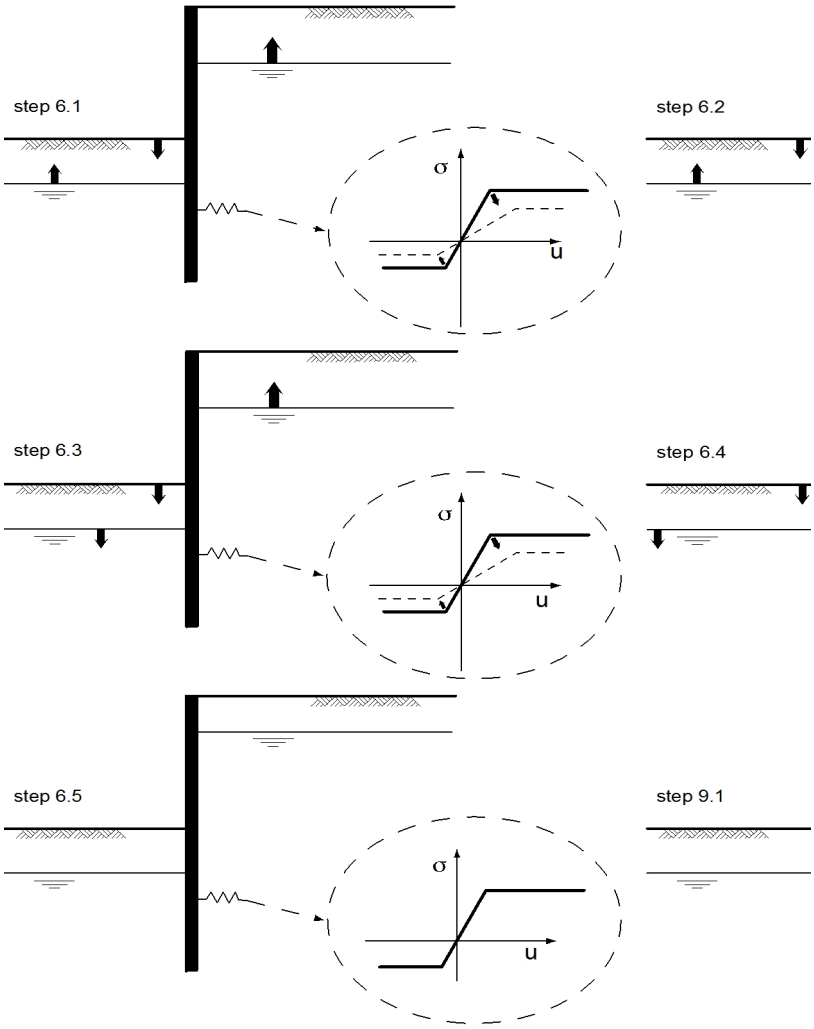
1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	3,74
Baggeren	3,53

1.3 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

1.4 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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	8,00 m
Level top side	1,80 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26	-6,20	1,80	Steel	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 26	1,1657E+05	1,00	1,1657E+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	624,00	1,00	1,00	1,00	624,00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
AZ 26	-6,20	1,80	427,00	1,41	198,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

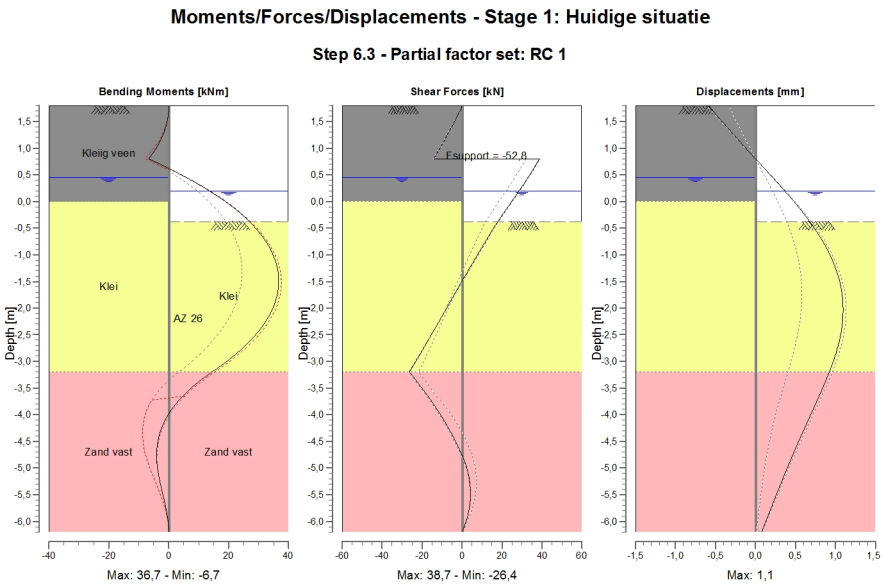
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Step 6.3 Stage 1: Huidige situatie

3.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

3.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

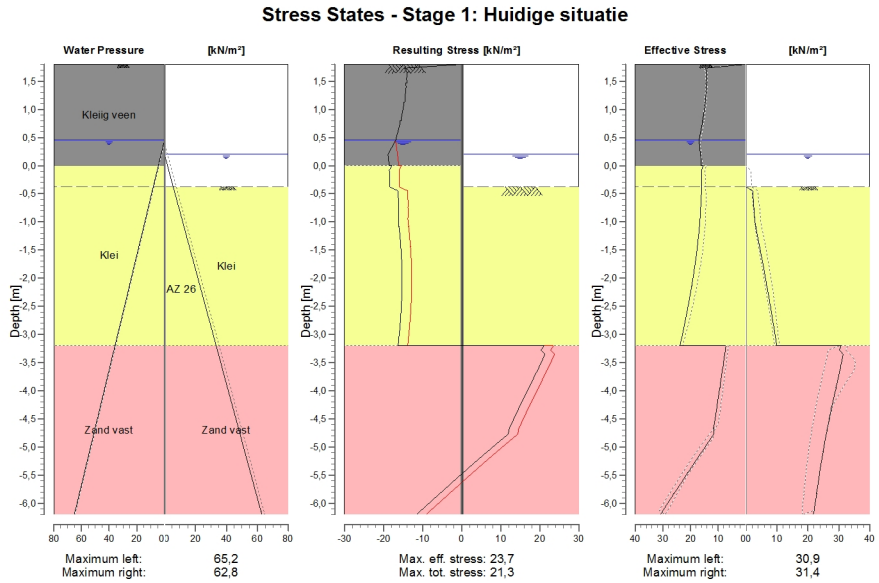


3.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,80	0,00	0,00	-0,6
1	1,47	-0,65	-4,26	-0,4
2	1,47	-0,65	-4,26	-0,4
2	1,13	-2,87	-9,07	-0,2
3	1,13	-2,87	-9,07	-0,2
3	0,80	-6,72	-14,12	0,0
4	0,80	-6,72	**38,70**	0,0
4	0,45	5,84	33,00	0,2
5	0,45	5,84	33,00	0,2
5	0,40	7,46	32,14	0,2
6	0,40	7,46	32,14	0,2
6	0,35	9,05	31,26	0,3
7	0,35	9,05	31,26	0,3
7	0,20	13,53	28,52	0,4
8	0,20	13,53	28,52	0,4
8	0,01	18,61	24,96	0,5
9	0,01	18,61	24,96	0,5
9	0,00	18,86	24,77	0,5
10	0,00	18,86	24,77	0,5
10	-0,38	26,88	17,84	0,7
11	-0,38	26,88	17,87	0,7
11	-0,73	32,14	12,05	0,8
12	-0,73	32,14	12,10	0,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,08	35,41	6,39	1,0
13	-1,08	35,41	6,44	1,0
13	-1,44	**36,69**	0,85	1,0
14	-1,44	**36,69**	0,90	1,0
14	-1,79	36,04	-4,55	**1,1**
15	-1,79	36,04	-4,50	**1,1**
15	-2,14	33,50	-9,90	**1,1**
16	-2,14	33,50	-9,86	**1,1**
16	-2,49	29,06	-15,28	**1,1**
17	-2,49	29,06	-15,23	**1,1**
17	-2,85	22,72	-20,74	1,0
18	-2,85	22,72	-20,69	1,0
18	-3,20	14,42	-26,36	0,9
19	-3,20	14,42	-26,32	0,9
19	-3,58	6,01	-18,60	0,8
20	-3,58	6,01	-18,57	0,8
20	-3,95	0,37	-11,66	0,7
21	-3,95	0,37	-11,64	0,7
21	-4,33	-2,86	-5,72	0,6
22	-4,33	-2,86	-5,71	0,6
22	-4,70	-4,04	-0,76	0,5
23	-4,70	-4,04	-0,74	0,5
23	-5,08	-3,56	2,91	0,4
24	-5,08	-3,56	2,92	0,4
24	-5,45	-2,15	4,23	0,3
25	-5,45	-2,15	4,23	0,3
25	-5,83	-0,68	3,24	0,2
26	-5,83	-0,68	3,24	0,2
26	-6,20	0,00	0,00	0,1
Max		**36,69**	**38,70**	**1,1**
Max, minor nodes incl.		36,71	38,70	1,1

3.1.3 Charts of Stresses

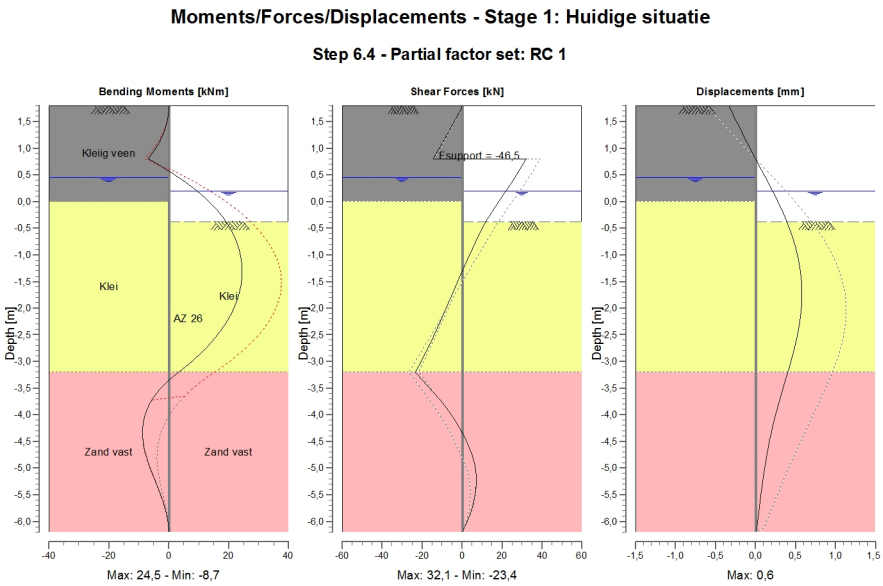


4 Step 6.4 Stage 1: Huidige situatie

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

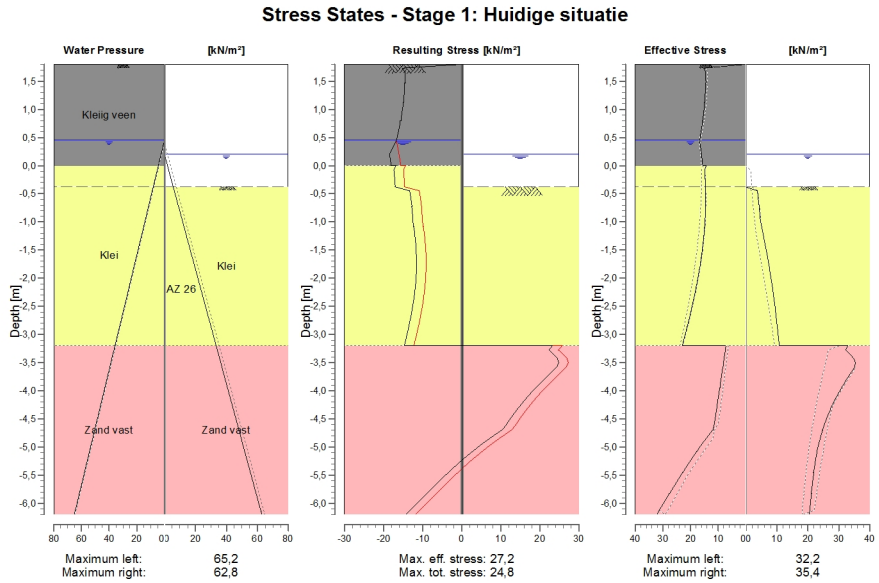


4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,80	0,00	0,00	-0,3
1	1,47	-0,67	-4,41	-0,2
2	1,47	-0,67	-4,41	-0,2
2	1,13	-2,96	-9,32	-0,1
3	1,13	-2,96	-9,32	-0,1
3	0,80	-6,91	-14,40	0,0
4	0,80	-6,91	**32,05**	0,0
4	0,45	3,33	26,39	0,1
5	0,45	3,33	26,39	0,1
5	0,40	4,63	25,55	0,1
6	0,40	4,63	25,55	0,1
6	0,35	5,89	24,68	0,2
7	0,35	5,89	24,68	0,2
7	0,20	9,39	21,99	0,2
8	0,20	9,39	21,99	0,2
8	0,01	13,24	18,52	0,3
9	0,01	13,24	18,52	0,3
9	0,00	13,42	18,34	0,3
10	0,00	13,42	18,34	0,3
10	-0,38	19,10	11,88	0,4
11	-0,38	19,10	11,90	0,4
11	-0,73	22,43	7,14	0,5
12	-0,73	22,43	7,18	0,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,08	24,18	2,74	0,5
13	-1,08	24,18	2,78	0,5
13	-1,44	**24,41**	-1,45	**0,6**
14	-1,44	**24,41**	-1,41	**0,6**
14	-1,79	23,18	-5,52	**0,6**
15	-1,79	23,18	-5,48	**0,6**
15	-2,14	20,52	-9,61	**0,6**
16	-2,14	20,52	-9,58	**0,6**
16	-2,49	16,39	-13,88	0,5
17	-2,49	16,39	-13,84	0,5
17	-2,85	10,70	-18,43	0,5
18	-2,85	10,70	-18,39	0,5
18	-3,20	3,35	-23,37	0,4
19	-3,20	3,35	-23,33	0,4
19	-3,58	-3,77	-14,43	0,3
20	-3,58	-3,77	-14,40	0,3
20	-3,95	-7,59	-6,32	0,3
21	-3,95	-7,59	-6,30	0,3
21	-4,33	-8,74	-0,13	0,2
22	-4,33	-8,74	-0,12	0,2
22	-4,70	-7,87	4,48	0,1
23	-4,70	-7,87	4,49	0,1
23	-5,08	-5,65	6,88	0,1
24	-5,08	-5,65	6,88	0,1
24	-5,45	-3,03	6,73	0,1
25	-5,45	-3,03	6,72	0,1
25	-5,83	-0,88	4,38	0,0
26	-5,83	-0,88	4,37	0,0
26	-6,20	0,00	0,01	0,0
Max		**24,41**	**32,05**	**0,6**
Max, minor nodes incl.		24,50	32,05	0,6

4.1.3 Charts of Stresses

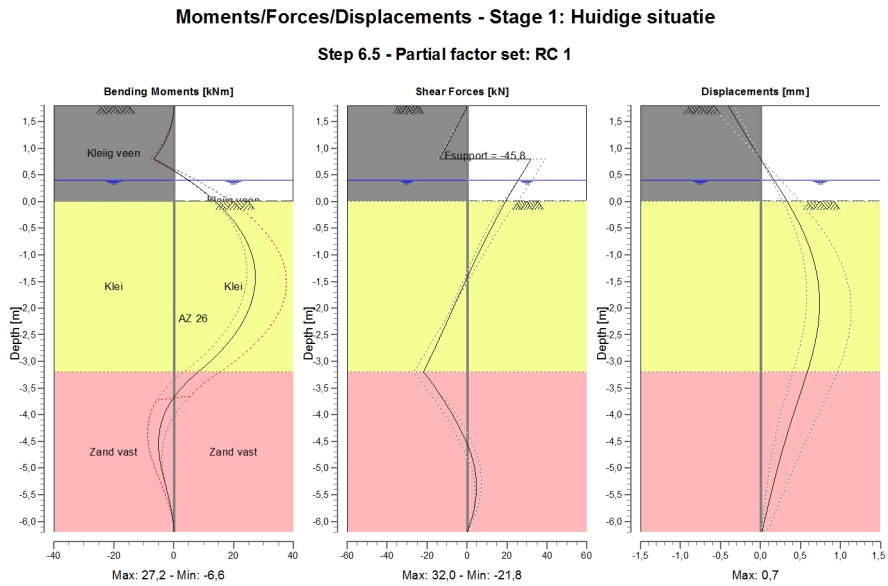


5 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



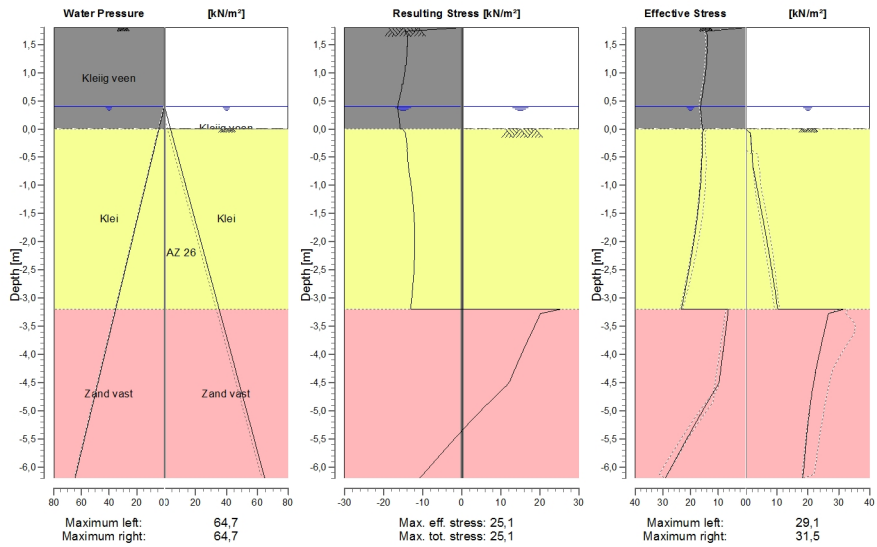
5.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,80	0,00	0,00	-0,4
1	1,47	-0,64	-4,21	-0,3
2	1,47	-0,64	-4,21	-0,3
2	1,13	-2,82	-8,91	-0,1
3	1,13	-2,82	-8,91	-0,1
3	0,80	-6,61	-13,81	0,0
4	0,80	-6,61	**31,97**	0,0
4	0,40	4,94	25,66	0,2
5	0,40	4,94	25,66	0,2
5	0,35	6,20	24,84	0,2
6	0,35	6,20	24,84	0,2
6	0,01	13,71	19,38	0,3
7	0,01	13,71	19,38	0,3
7	0,00	13,90	19,22	0,3
8	0,00	13,90	19,22	0,3
8	-0,36	19,82	14,14	0,5
9	-0,36	19,82	14,14	0,5
9	-0,71	23,98	9,23	0,6
10	-0,71	23,98	9,23	0,6
10	-1,07	26,42	4,54	**0,7**
11	-1,07	26,42	4,54	**0,7**
11	-1,42	**27,23**	0,07	**0,7**
12	-1,42	**27,23**	0,07	**0,7**

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,78	26,48	-4,27	**0,7**
13	-1,78	26,48	-4,27	**0,7**
13	-2,13	24,20	-8,55	**0,7**
14	-2,13	24,20	-8,55	**0,7**
14	-2,49	20,40	-12,85	**0,7**
15	-2,49	20,40	-12,85	**0,7**
15	-2,84	15,05	-17,26	**0,7**
16	-2,84	15,05	-17,26	**0,7**
16	-3,20	8,11	-21,82	0,6
17	-3,20	8,11	-21,82	0,6
17	-3,58	1,37	-14,40	0,5
18	-3,58	1,37	-14,40	0,5
18	-3,95	-2,81	-8,09	0,4
19	-3,95	-2,81	-8,09	0,4
19	-4,33	-4,81	-2,71	0,3
20	-4,33	-4,81	-2,70	0,3
20	-4,70	-4,96	1,65	0,3
21	-4,70	-4,96	1,65	0,3
21	-5,08	-3,82	4,07	0,2
22	-5,08	-3,82	4,07	0,2
22	-5,45	-2,15	4,54	0,1
23	-5,45	-2,15	4,54	0,1
23	-5,83	-0,65	3,17	0,1
24	-5,83	-0,65	3,17	0,1
24	-6,20	0,00	0,00	0,0
Max		**27,23**	**31,97**	**0,7**
Max, minor nodes incl.		27,23	31,97	0,7

5.1.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Huidige situatie

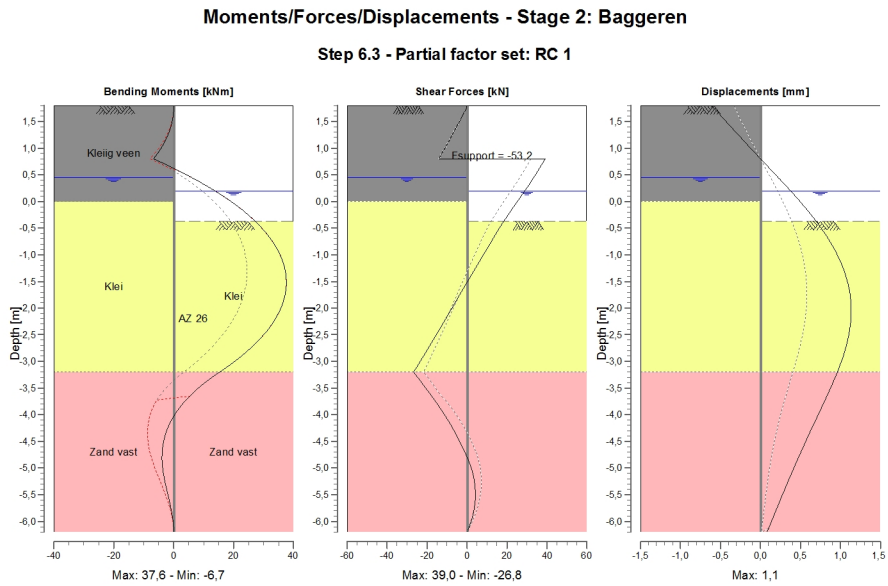


6 Step 6.3 Stage 2: Baggeren

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

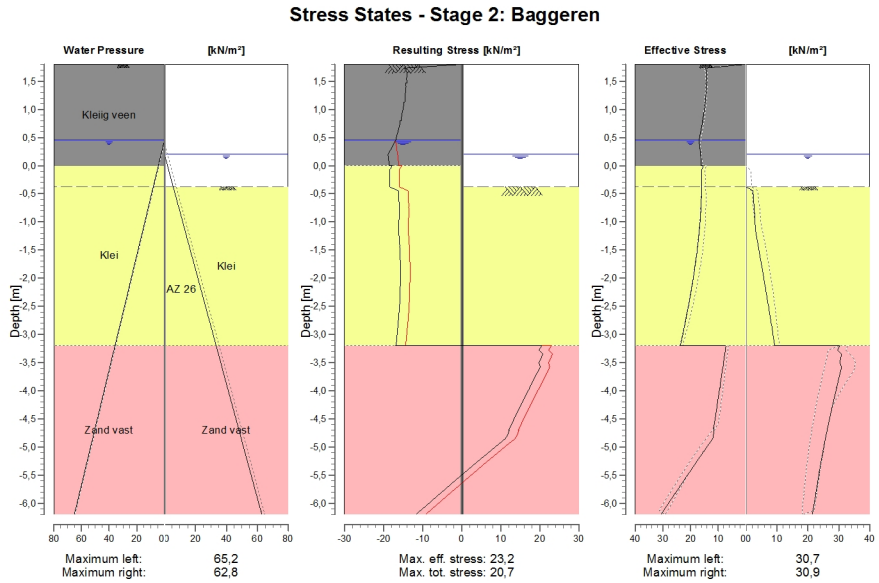


6.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,80	0,00	0,00	-0,6
1	1,47	-0,65	-4,27	-0,4
2	1,47	-0,65	-4,27	-0,4
2	1,13	-2,87	-9,08	-0,2
3	1,13	-2,87	-9,08	-0,2
3	0,80	-6,73	-14,13	0,0
4	0,80	-6,73	**39,04**	0,0
4	0,45	5,95	33,34	0,2
5	0,45	5,95	33,34	0,2
5	0,40	7,60	32,49	0,3
6	0,40	7,60	32,49	0,3
6	0,35	9,20	31,61	0,3
7	0,35	9,20	31,61	0,3
7	0,20	13,74	28,87	0,4
8	0,20	13,74	28,87	0,4
8	0,01	18,88	25,31	0,5
9	0,01	18,88	25,31	0,5
9	0,00	19,13	25,13	0,5
10	0,00	19,13	25,13	0,5
10	-0,38	27,29	18,22	0,7
11	-0,38	27,29	18,24	0,7
11	-0,73	32,69	12,47	0,9
12	-0,73	32,69	12,52	0,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,08	36,11	6,85	1,0
13	-1,08	36,11	6,90	1,0
13	-1,44	**37,55**	1,24	**1,1**
14	-1,44	**37,55**	1,29	**1,1**
14	-1,79	37,02	-4,28	**1,1**
15	-1,79	37,02	-4,24	**1,1**
15	-2,14	34,54	-9,78	**1,1**
16	-2,14	34,54	-9,74	**1,1**
16	-2,49	30,12	-15,32	**1,1**
17	-2,49	30,12	-15,28	**1,1**
17	-2,85	23,73	-20,97	1,0
18	-2,85	23,73	-20,92	1,0
18	-3,20	15,31	-26,77	1,0
19	-3,20	15,31	-26,73	1,0
19	-3,58	6,71	-19,18	0,9
20	-3,58	6,71	-19,16	0,9
20	-3,95	0,87	-12,15	0,7
21	-3,95	0,87	-12,13	0,7
21	-4,33	-2,53	-6,15	0,6
22	-4,33	-2,53	-6,13	0,6
22	-4,70	-3,86	-1,15	0,5
23	-4,70	-3,86	-1,14	0,5
23	-5,08	-3,51	2,68	0,4
24	-5,08	-3,51	2,69	0,4
24	-5,45	-2,15	4,16	0,3
25	-5,45	-2,15	4,17	0,3
25	-5,83	-0,68	3,26	0,2
26	-5,83	-0,68	3,25	0,2
26	-6,20	0,00	0,00	0,1
Max		**37,55**	**39,04**	**1,1**
Max, minor nodes incl.		37,60	39,04	1,1

6.1.3 Charts of Stresses

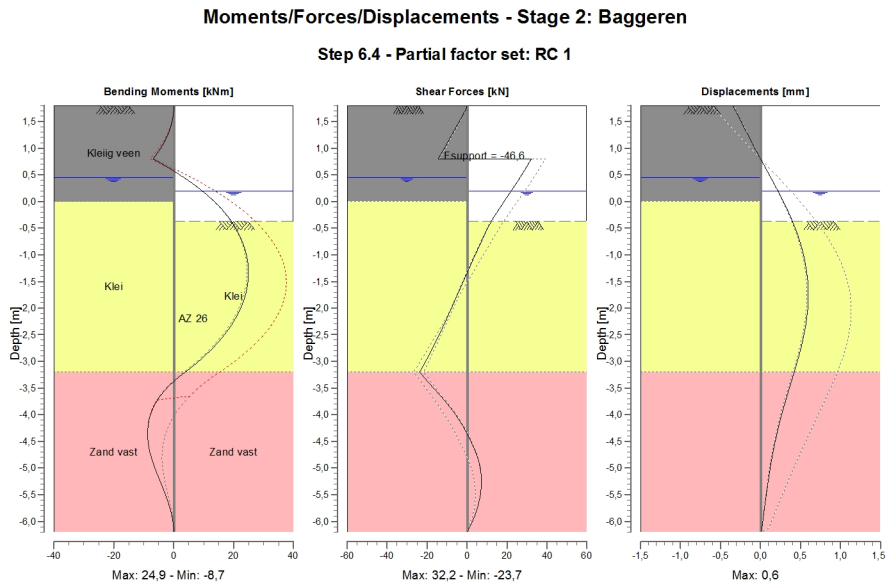


7 Step 6.4 Stage 2: Baggeren

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

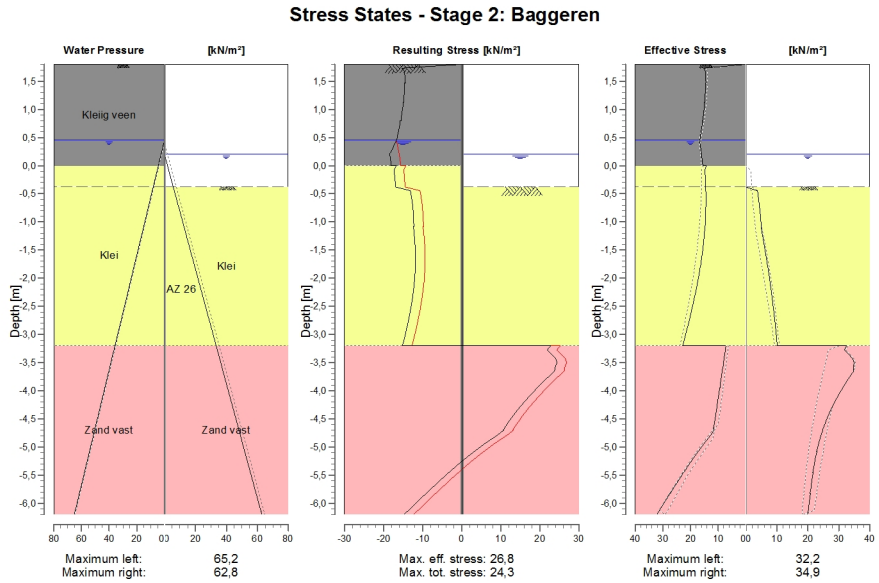


7.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,80	0,00	0,00	-0,3
1	1,47	-0,67	-4,42	-0,2
2	1,47	-0,67	-4,42	-0,2
2	1,13	-2,96	-9,33	-0,1
3	1,13	-2,96	-9,33	-0,1
3	0,80	-6,92	-14,42	0,0
4	0,80	-6,92	**32,21**	0,0
4	0,45	3,38	26,55	0,1
5	0,45	3,38	26,55	0,1
5	0,40	4,68	25,71	0,1
6	0,40	4,68	25,71	0,1
6	0,35	5,95	24,84	0,2
7	0,35	5,95	24,84	0,2
7	0,20	9,47	22,15	0,2
8	0,20	9,47	22,15	0,2
8	0,01	13,35	18,69	0,3
9	0,01	13,35	18,69	0,3
9	0,00	13,54	18,51	0,3
10	0,00	13,54	18,51	0,3
10	-0,38	19,28	12,07	0,4
11	-0,38	19,28	12,09	0,4
11	-0,73	22,70	7,41	0,5
12	-0,73	22,70	7,45	0,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,08	24,55	3,08	**0,6**
13	-1,08	24,55	3,11	**0,6**
13	-1,44	**24,89**	-1,17	**0,6**
14	-1,44	**24,89**	-1,13	**0,6**
14	-1,79	23,75	-5,32	**0,6**
15	-1,79	23,75	-5,29	**0,6**
15	-2,14	21,14	-9,53	**0,6**
16	-2,14	21,14	-9,49	**0,6**
16	-2,49	17,01	-13,93	0,5
17	-2,49	17,01	-13,89	0,5
17	-2,85	11,28	-18,63	0,5
18	-2,85	11,28	-18,59	0,5
18	-3,20	3,82	-23,73	0,4
19	-3,20	3,82	-23,70	0,4
19	-3,58	-3,46	-14,96	0,3
20	-3,58	-3,46	-14,93	0,3
20	-3,95	-7,45	-6,71	0,3
21	-3,95	-7,45	-6,69	0,3
21	-4,33	-8,73	-0,40	0,2
22	-4,33	-8,73	-0,39	0,2
22	-4,70	-7,95	4,27	0,2
23	-4,70	-7,95	4,29	0,2
23	-5,08	-5,77	6,90	0,1
24	-5,08	-5,77	6,90	0,1
24	-5,45	-3,11	6,86	0,1
25	-5,45	-3,11	6,86	0,1
25	-5,83	-0,91	4,51	0,0
26	-5,83	-0,91	4,50	0,0
26	-6,20	0,00	0,01	0,0
Max		**24,89**	**32,21**	**0,6**
Max, minor nodes incl.		24,94	32,21	0,6

7.1.3 Charts of Stresses

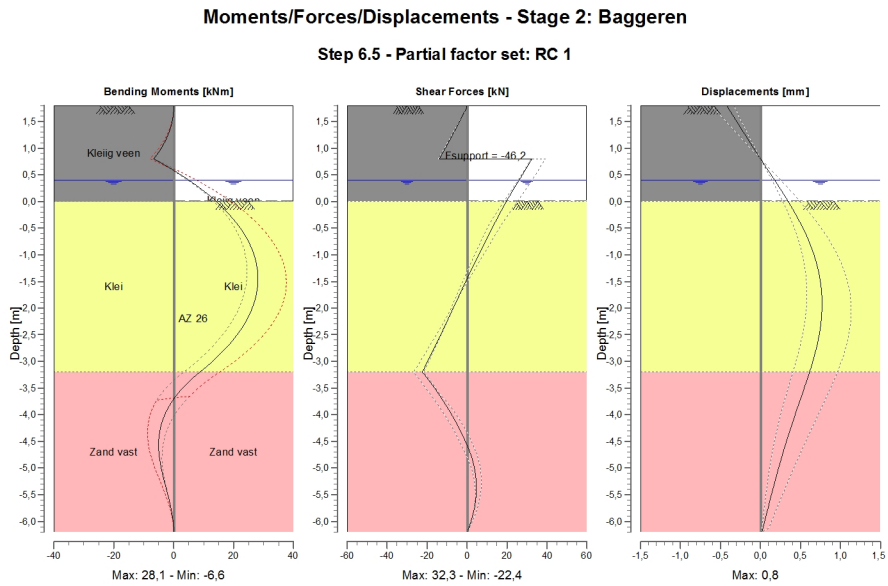


8 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 2

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

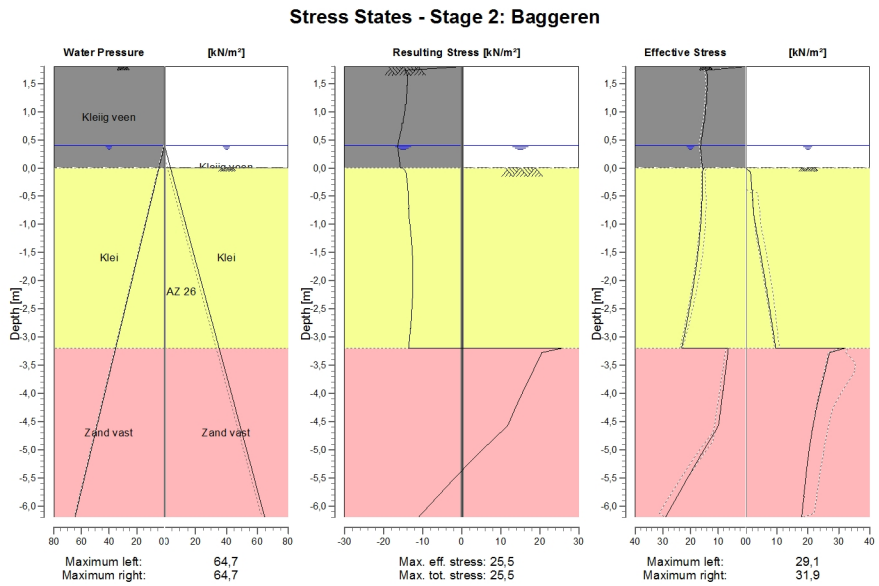


8.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,80	0,00	0,00	-0,4
1	1,47	-0,64	-4,22	-0,3
2	1,47	-0,64	-4,22	-0,3
2	1,13	-2,83	-8,92	-0,1
3	1,13	-2,83	-8,92	-0,1
3	0,80	-6,61	-13,83	0,0
4	0,80	-6,61	**32,34**	0,0
4	0,40	5,08	26,04	0,2
5	0,40	5,08	26,04	0,2
5	0,35	6,36	25,22	0,2
6	0,35	6,36	25,22	0,2
6	0,01	14,00	19,76	0,3
7	0,01	14,00	19,76	0,3
7	0,00	14,20	19,61	0,3
8	0,00	14,20	19,61	0,3
8	-0,36	20,26	14,57	0,5
9	-0,36	20,26	14,57	0,5
9	-0,71	24,57	9,71	0,6
10	-0,71	24,57	9,71	0,6
10	-1,07	27,17	4,93	0,7
11	-1,07	27,17	4,93	0,7
11	-1,42	**28,10**	0,34	0,7
12	-1,42	**28,10**	0,34	0,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,78	27,42	-4,15	**0,8**
13	-1,78	27,42	-4,15	**0,8**
13	-2,13	25,16	-8,60	**0,8**
14	-2,13	25,16	-8,60	**0,8**
14	-2,49	21,30	-13,09	0,7
15	-2,49	21,30	-13,09	0,7
15	-2,84	15,84	-17,68	0,7
16	-2,84	15,84	-17,68	0,7
16	-3,20	8,71	-22,44	0,6
17	-3,20	8,71	-22,44	0,6
17	-3,58	1,77	-14,88	0,5
18	-3,58	1,77	-14,88	0,5
18	-3,95	-2,58	-8,48	0,4
19	-3,95	-2,58	-8,48	0,4
19	-4,33	-4,71	-3,04	0,4
20	-4,33	-4,71	-3,04	0,4
20	-4,70	-4,98	1,43	0,3
21	-4,70	-4,97	1,44	0,3
21	-5,08	-3,88	4,04	0,2
22	-5,08	-3,88	4,04	0,2
22	-5,45	-2,20	4,61	0,1
23	-5,45	-2,20	4,61	0,1
23	-5,83	-0,67	3,24	0,1
24	-5,83	-0,67	3,24	0,1
24	-6,20	0,00	0,00	0,0
Max		**28,10**	**32,34**	**0,8**
Max, minor nodes incl.		28,10	32,34	0,8

8.1.3 Charts of Stresses



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	1-6-2018
Time of report:	11:42:05
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	11:15:45 AM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\B1. Waardsedijk 103 (beton)\B1. Waardsedijk 103_betonnen damwand
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ)
	Waardsedijk 103

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

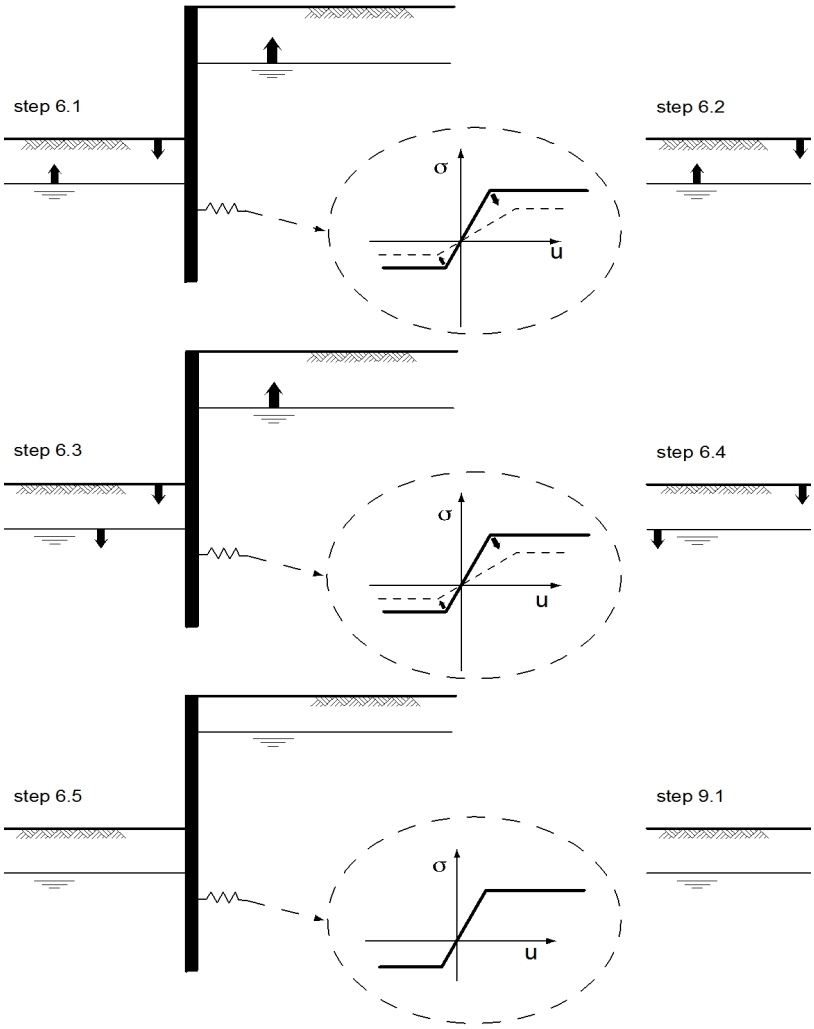
Stage nr.	Verification	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		**28,73**	**19,04**	91,9	93,6	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		28,62	19,02	**94,0**	**95,3**	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	36,9	4,03	5,55	50,6	54,6	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		4,84	6,66			
2	EC7(NL)-Step 6.3 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.4 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	102,2	6,90	7,13	66,9	72,2	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		8,28	8,55			
Max		**---**	**---**	**---**	**---**	**---**	Sufficient

(A) Wall unstable

1.2 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	7,35 m
Level top side	1,35 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Beton	-6,00	1,35	Concrete	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Beton	1,7400E+02	1,00	1,7400E+02	

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]
Beton	10,00	1,00	1,10	1,00	9,09

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Beton	-6,00	1,35	60,00	10,00	50,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- 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	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	6/1/2018
Time of report:	12:00:29 PM
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	5/22/2018
Time of calculation:	4:44:30 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\C1. Waardsedijk 107 (beton)\C1. Waardsedijk 107_betonnen damwand
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Waardsedijk 107

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	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		**29,65**	**20,86**	92,5	94,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		29,51	20,78	**94,5**	**95,6**	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	35,9	4,02	6,55	50,2	54,5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		4,82	7,86			
2	EC7(NL)-Step 6.3 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.4 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	102,0	7,09	8,27	69,5	74,6	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		8,51	9,93			
Max		**---**	**---**	**---**	**---**	**---**	Sufficient

(A) Wall unstable

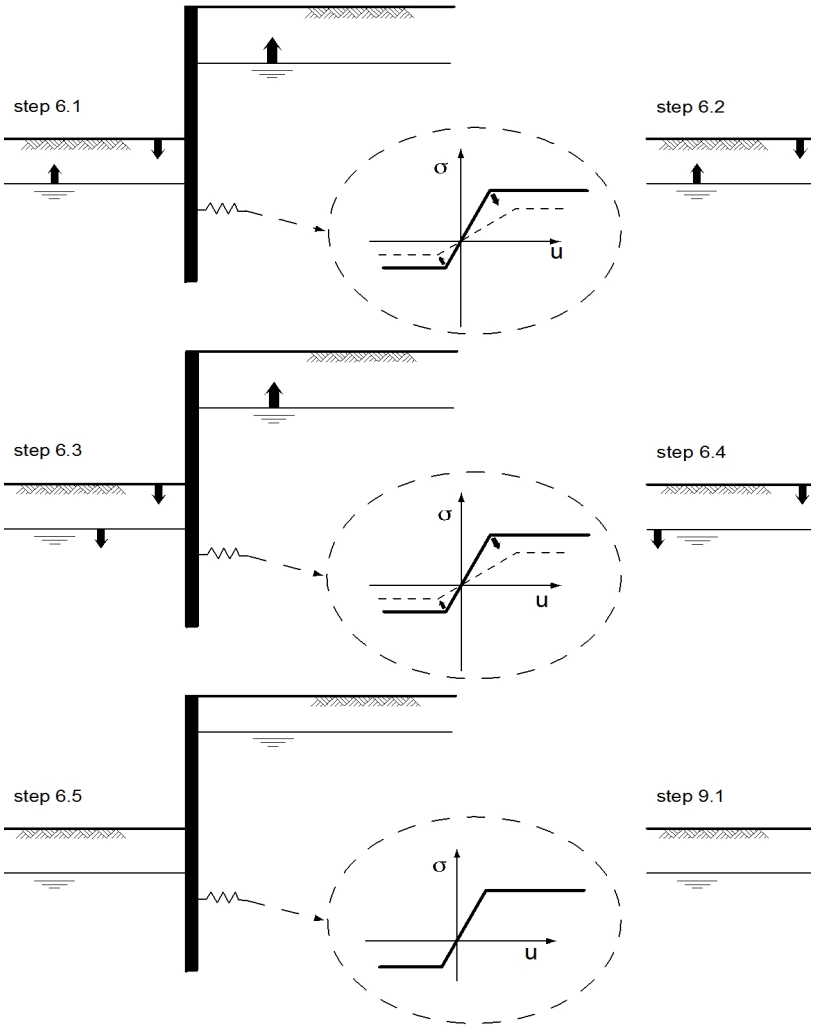
1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	1,43
Baggeren	1,15

1.3 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

1.4 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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	7,40 m
Level top side	1,40 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Beton	-6,00	1,40	Concrete	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Beton	1,7400E+02	1,00	1,7400E+02	

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]
Beton	10,00	1,00	1,10	1,00	9,09

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Beton	-6,00	1,40	50,00	1,41	198,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- 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	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	1-6-2018
Time of report:	12:54:21
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	12:11:14 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\D1. Oudewater damwand (staal AZ18)\D1.Stalen damwand AZ18
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Oudewater kadeconstructie

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 CUR Verification Steps 3
3 Input Data for all Stages 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Sheet Piling Properties 4
3.2.1 General properties 4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 4
3.2.3 Maximum allowable moments 4
3.2.4 Properties for vertical balance 4
4 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie 5
4.1 Calculation Results 5
4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 5
4.1.2 Moments, Forces and Displacements 5
5 Step 6.5 Stage 2: Baggeren 7
5.1 Calculation Results 7
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 7
5.1.2 Moments, Forces and Displacements 7

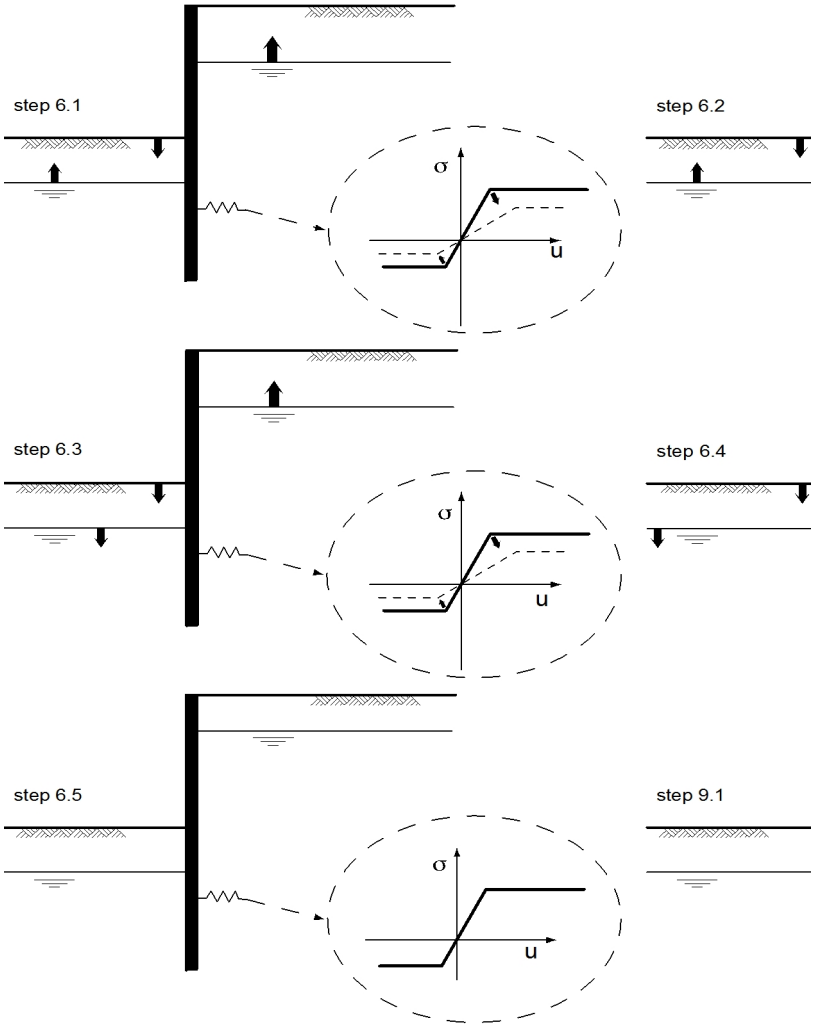
2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3 (A)		---	---	---	---	---
1	EC7(NL)-Step 6.4 (A)		---	---	---	---	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	27,1	-36,26	-17,26	**0,0**	43,8	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-43,51	-20,72			
2	EC7(NL)-Step 6.3 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.4 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	31,4	-35,91	-17,24	**0,0**	**52,6**	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-43,09	-20,68			
Max		**---**	**---**	**---**	**---**	**---**	Sufficient

(A) Wall unstable

2.2 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	9,00 m
Level top side	1,00 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 18	-8,00	1,00	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 18	7,1820E+04	1,00	7,1820E+04	

3.2.3 Maximum allowable moments

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

3.2.4 Properties for vertical balance

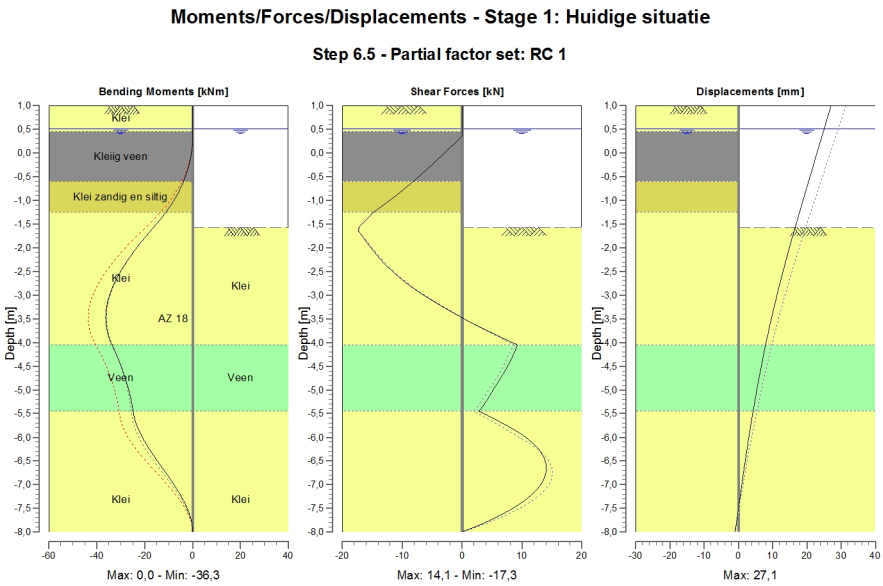
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
AZ 18	-8,00	1,00	380,00	1,35	150,00

4 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,00	0,00	0,00	**27,1**
1	0,75	0,00	0,00	26,0
2	0,75	0,00	0,00	26,0
2	0,50	0,00	0,00	25,0
3	0,50	0,00	0,00	25,0
3	0,45	0,00	0,00	24,8
4	0,45	0,00	0,00	24,8
4	0,35	0,00	0,00	24,4
5	0,35	0,00	0,00	24,4
5	0,00	-0,51	-2,90	23,0
6	0,00	-0,51	-2,90	23,0
6	-0,30	-1,76	-5,46	21,7
7	-0,30	-1,76	-5,46	21,7
7	-0,60	-3,80	-8,13	20,5
8	-0,60	-3,80	-8,13	20,5
8	-0,93	-6,94	-11,26	19,2
9	-0,93	-6,94	-11,26	19,2
9	-1,25	-11,16	-14,77	17,9
10	-1,25	-11,16	-14,79	17,9
10	-1,57	-16,26	-17,18	16,6
11	-1,57	-16,26	**-17,20**	16,6
11	-1,98	-23,08	-15,32	15,0
12	-1,98	-23,08	-15,32	15,0

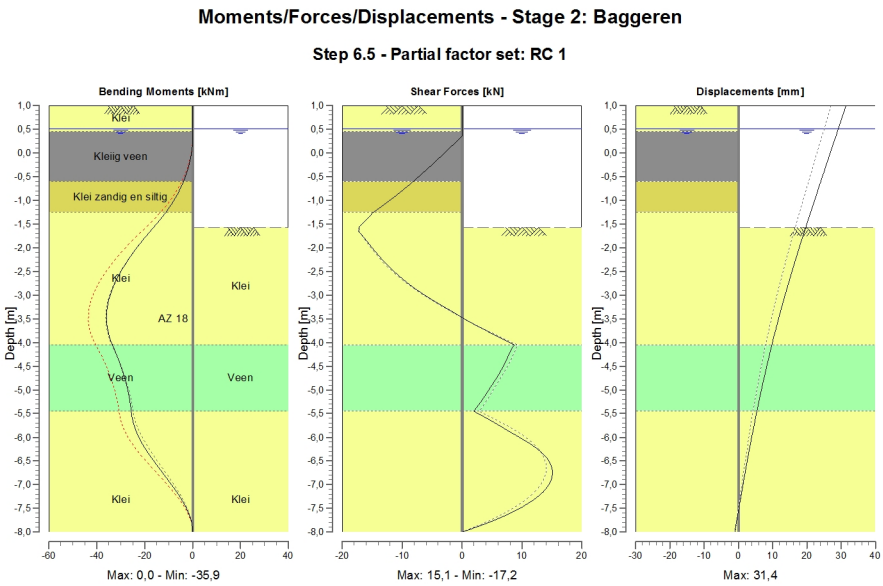
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,40	-28,85	-12,48	13,4
13	-2,40	-28,85	-12,48	13,4
13	-2,81	-33,25	-8,62	11,9
14	-2,81	-33,25	-8,62	11,9
14	-3,22	-35,80	-3,57	10,5
15	-3,22	-35,80	-3,57	10,5
15	-3,64	**-36,08**	2,37	9,2
16	-3,64	**-36,08**	2,37	9,2
16	-4,05	-33,70	9,22	7,9
17	-4,05	-33,70	9,22	7,9
17	-4,40	-30,67	8,01	7,0
18	-4,40	-30,67	8,01	7,0
18	-4,75	-28,14	6,43	6,0
19	-4,75	-28,14	6,43	6,0
19	-5,10	-26,19	4,71	5,1
20	-5,10	-26,19	4,71	5,1
20	-5,45	-24,85	2,85	4,3
21	-5,45	-24,85	2,86	4,3
21	-5,88	-22,26	9,13	3,3
22	-5,88	-22,26	9,14	3,3
22	-6,30	-17,43	13,06	2,4
23	-6,30	-17,43	13,06	2,4
23	-6,72	-11,58	14,01	1,5
24	-6,72	-11,58	14,01	1,5
24	-7,15	-5,93	12,11	0,7
25	-7,15	-5,93	12,11	0,7
25	-7,58	-1,68	7,43	-0,1
26	-7,58	-1,68	7,43	-0,1
26	-8,00	0,00	0,00	-0,9
Max		**-36,08**	**-17,20**	**27,1**
Max, minor nodes incl.		-36,26	-17,26	27,1

5 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



5.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,00	0,00	0,00	**31,4**
1	0,75	0,00	0,00	30,3
2	0,75	0,00	0,00	30,3
2	0,50	0,00	0,00	29,1
3	0,50	0,00	0,00	29,1
3	0,45	0,00	0,00	28,9
4	0,45	0,00	0,00	28,9
4	0,35	0,00	0,00	28,4
5	0,35	0,00	0,00	28,4
5	0,00	-0,51	-2,90	26,8
6	0,00	-0,51	-2,90	26,8
6	-0,30	-1,76	-5,46	25,4
7	-0,30	-1,76	-5,46	25,4
7	-0,60	-3,80	-8,13	24,1
8	-0,60	-3,80	-8,13	24,1
8	-0,93	-6,94	-11,26	22,6
9	-0,93	-6,94	-11,26	22,6
9	-1,25	-11,16	-14,77	21,1
10	-1,25	-11,16	-14,79	21,1
10	-1,57	-16,26	-17,18	19,7
11	-1,57	-16,26	**-17,20**	19,7
11	-1,98	-23,04	-15,13	17,8
12	-1,98	-23,04	-15,13	17,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,40	-28,71	-12,22	16,1
13	-2,40	-28,71	-12,22	16,1
13	-2,81	-33,01	-8,42	14,4
14	-2,81	-33,01	-8,42	14,4
14	-3,22	-35,49	-3,36	12,8
15	-3,22	-35,49	-3,35	12,8
15	-3,64	**-35,72**	2,29	11,2
16	-3,64	**-35,72**	2,29	11,2
16	-4,05	-33,47	8,71	9,8
17	-4,05	-33,47	8,71	9,8
17	-4,40	-30,70	7,28	8,6
18	-4,40	-30,70	7,28	8,6
18	-4,75	-28,40	5,75	7,5
19	-4,75	-28,40	5,75	7,5
19	-5,10	-26,70	3,95	6,4
20	-5,10	-26,70	3,95	6,4
20	-5,45	-25,66	1,91	5,4
21	-5,45	-25,66	1,92	5,4
21	-5,88	-23,55	7,81	4,2
22	-5,88	-23,55	7,83	4,2
22	-6,30	-19,04	13,08	3,1
23	-6,30	-19,04	13,08	3,1
23	-6,72	-12,93	15,08	2,0
24	-6,72	-12,93	15,08	2,0
24	-7,15	-6,72	13,53	1,0
25	-7,15	-6,72	13,53	1,0
25	-7,58	-1,92	8,49	0,0
26	-7,58	-1,92	8,49	0,0
26	-8,00	0,00	0,00	-1,1
Max		**-35,72**	**-17,20**	**31,4**
Max, minor nodes incl.		-35,91	-17,24	31,4

End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	5/31/2018
Time of report:	12:38:26 PM
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	5/31/2018
Time of calculation:	12:37:57 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\D3.Betonpalen_single_pile(Fh=8,51,5)
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Oudewater kadeconstructie west

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview of Maxima 3
2.2 Supports 3
3 Input Data 4
3.1 General Input Data 4
3.2 Pile Properties 4
3.2.1 General properties 4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 4
3.2.3 Maximum allowable moments 4
3.3 Outline 4
3.4 Normal Forces 5
3.5 Rigid Supports 5
3.6 Horizontal Forces 5
3.7 Moments 5
3.8 Water Level 5
3.9 Surface 5
3.10 Soil Material Properties 5
3.11 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen 5
3.12 Modulus of Subgrade Reaction 6
3.12.1 Anchors 6
4 Calculation Results 7
4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 7
4.2 Moments, Forces and Displacements 7
4.3 Charts of Stresses 8
4.4 Stresses 8
4.5 Rigid and Spring Supports 9

2 Summary

2.1 Overview of Maxima

Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
3,6	-59,89	27,42	0,2	0,6

2.2 Supports

Support Anker	
Force [kN]	Moment [kNm]
-27,42	-

3 Input Data

3.1 General Input Data

Model	Single pile; Pile loaded by forces
Unit weight of water	9,81 kN/m³

3.2 Pile Properties

Length	13,45 m
Level top side	1,45 m
Number of sections	1

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Diameter [m]
Betonnen paal	-12,00	1,45	Concrete	0,45

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

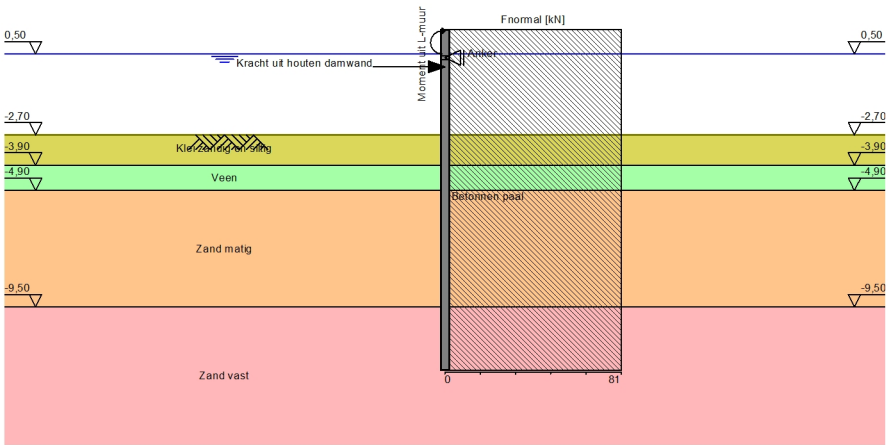
Section name	Elastic stiffness EI [kNm²]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Betonnen paal	3,3700E+04	1,00	3,3700E+04	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Betonnen paal	66,00	1,00	1,10	1,00	60,00

3.3 Outline

Outline



3.4 Normal Forces

Name	Force at sheet pile top [kN]	Force at surface level, left side [kN]	Force at surface level, right side [kN]	Force at sheet pile toe [kN]
Gewicht L-muur	80,80	80,80	80,80	80,80

3.5 Rigid Supports

Name	Level [m]	Prevention of rotation	Prevention of translation
Anker	0,35	No	Yes

3.6 Horizontal Forces

Name	Level [m]	Load [kN]
Kracht uit houte...	-0,01	12,75

3.7 Moments

Name	Level [m]	Moment [kNm]
Moment uit L-m...	0,95	-59,60

3.8 Water Level

Water level: 0,50 [m]

3.9 Surface

Surface level: -2,70 [m]

3.10 Soil Material Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Brinch Hansen used
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Slib	-1,50	12,00	12,00	0,00	15,00	Yes
Klei zandig en ...	-2,60	18,50	18,50	1,00	20,00	Yes
Veen	-3,90	10,00	10,00	1,00	15,00	Yes
Zand matig	-4,90	18,00	20,00	0,00	32,50	Yes
Zand vast	-9,50	19,00	21,00	0,00	35,00	Yes

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Slib	-1,50	0,00	0,00	1,53	0,00	0,00
Klei zandig en ...	-2,60	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00
Veen	-3,90	0,00	0,00	2,35	0,00	0,00
Zand matig	-4,90	0,00	0,00	14,50	0,00	0,00
Zand vast	-9,50	0,00	0,00	22,61	0,00	0,00

3.11 Soil Material Properties calculated using Brinch Hansen

Layer name	Level [m]	Fictive cohesion [kN/m²]
Slib	-1,50	0,00
Klei zandig en ...	-2,60	3,32
Veen	-3,90	4,11
Zand matig	-4,90	0,00
Zand vast	-9,50	0,00

3.12 Modulus of Subgrade Reaction

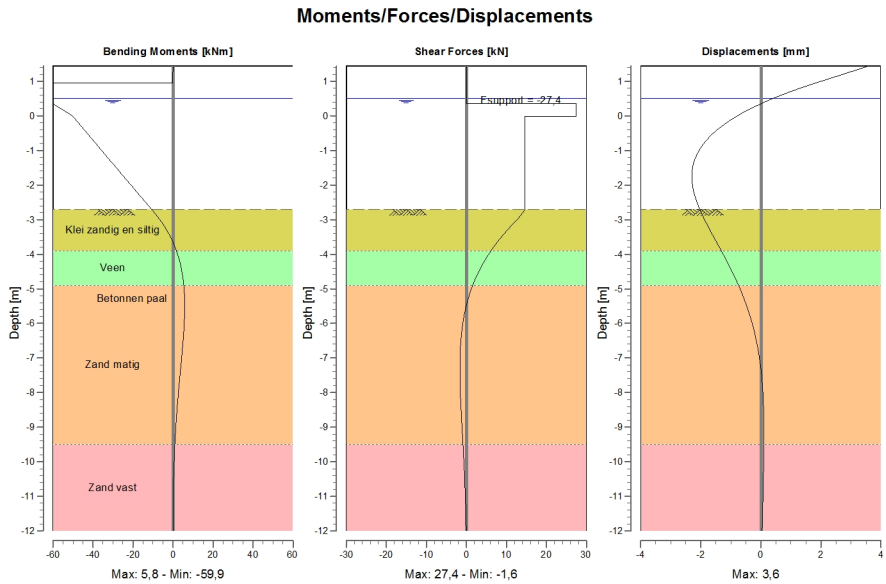
Layer name	Level [m]	Ménard used	E-Mod Ménard [kN/m²]	Soil type Ménard	Branch 1	
					Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Slib	-1,50	No	n.a.	n.a.	10000,00	10000,00
Klei zandig en ...	-2,60	No	n.a.	n.a.	10000,00	10000,00
Veen	-3,90	No	n.a.	n.a.	10000,00	10000,00
Zand matig	-4,90	No	n.a.	n.a.	10000,00	10000,00
Zand vast	-9,50	No	n.a.	n.a.	10000,00	10000,00

3.12.1 Anchors

4 Calculation Results

Number of iterations: 3

4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

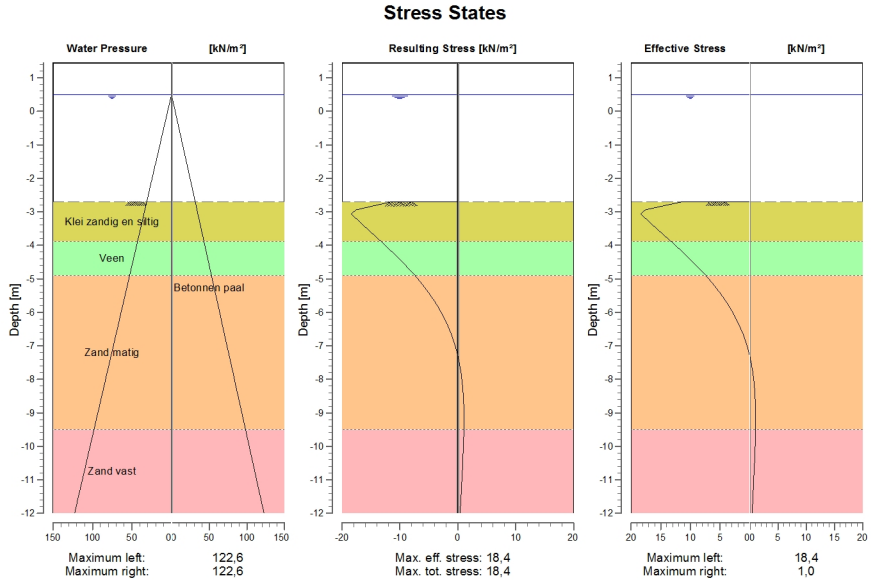


4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,45	0,00	0,00	**3,6**
1	0,95	-0,14	0,00	1,8
2	0,95	-59,74	0,00	1,8
2	0,50	-59,86	0,00	0,4
3	0,50	-59,86	0,00	0,4
3	0,35	**-59,89**	0,00	0,0
4	0,35	**-59,89**	**27,42**	0,0
4	-0,01	-50,09	**27,42**	-0,8
5	-0,01	-50,09	14,67	-0,8
5	-0,51	-42,87	14,67	-1,6
6	-0,51	-42,87	14,67	-1,6
6	-1,00	-35,62	14,67	-2,1
7	-1,00	-35,62	14,67	-2,1
7	-1,50	-28,35	14,67	-2,3
8	-1,50	-28,35	14,67	-2,3
8	-2,05	-20,29	14,67	-2,3
9	-2,05	-20,29	14,67	-2,3
9	-2,60	-12,20	14,67	-2,1
10	-2,60	-12,20	14,67	-2,1
10	-2,70	-10,73	14,67	-2,0
11	-2,70	-10,73	14,66	-2,0
11	-3,30	-3,17	10,22	-1,7
12	-3,30	-3,17	10,22	-1,7
12	-3,90	1,72	6,15	-1,3
13	-3,90	1,72	6,15	-1,3
13	-4,40	4,14	3,53	-1,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-4,40	4,14	3,53	-1,0
14	-4,90	5,41	1,56	-0,7
15	-4,90	5,41	1,56	-0,7
15	-5,56	5,84	-0,18	-0,4
16	-5,56	5,84	-0,18	-0,4
16	-6,21	5,39	-1,15	-0,2
17	-6,21	5,39	-1,15	-0,2
17	-6,87	4,49	-1,56	-0,1
18	-6,87	4,49	-1,56	-0,1
18	-7,53	3,44	-1,61	0,0
19	-7,53	3,44	-1,61	0,0
19	-8,19	2,43	-1,44	0,1
20	-8,19	2,43	-1,44	0,1
20	-8,84	1,58	-1,16	0,1
21	-8,84	1,58	-1,16	0,1
21	-9,50	0,92	-0,85	0,1
22	-9,50	0,92	-0,85	0,1
22	-10,13	0,47	-0,57	0,1
23	-10,13	0,47	-0,57	0,1
23	-10,75	0,19	-0,33	0,1
24	-10,75	0,19	-0,33	0,1
24	-11,38	0,04	-0,14	0,1
25	-11,38	0,04	-0,14	0,1
25	-12,00	0,00	0,00	0,0
Max		**-59,89**	**27,42**	**3,6**
Max, minor nodes incl.		-59,89	27,42	3,6

4.3 Charts of Stresses



4.4 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	1,45	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0,95	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,95	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,35	0,00	1,47	-		0,00	1,47	-	
4	0,35	0,00	1,47	-		0,00	1,47	-	
4	-0,01	0,00	5,00	-		0,00	5,00	-	
5	-0,01	0,00	5,00	-		0,00	5,00	-	
5	-0,51	0,00	9,88	-		0,00	9,88	-	
6	-0,51	0,00	9,88	-		0,00	9,88	-	
6	-1,00	0,00	14,75	-		0,00	14,75	-	
7	-1,00	0,00	14,75	-		0,00	14,75	-	
7	-1,50	0,00	19,62	-		0,00	19,62	-	
8	-1,50	0,00	19,62	-		0,00	19,62	-	
8	-2,05	0,00	25,02	-		0,00	25,02	-	
9	-2,05	0,00	25,02	-		0,00	25,02	-	
9	-2,60	0,00	30,41	-		0,00	30,41	-	
10	-2,60	0,00	30,41	-		0,00	30,41	-	
10	-2,70	0,00	31,39	-		0,00	31,39	-	
11	-2,70	11,40	31,39	P		0,00	31,39	A	
11	-3,30	16,93	37,28	-	63	0,00	37,28	A	
12	-3,30	16,93	37,28	-	63	0,00	37,28	A	
12	-3,90	13,17	43,16	-	31	0,00	43,16	A	
13	-3,90	13,17	43,16	-	35	0,00	43,16	A	
13	-4,40	10,15	48,07	-	27	0,00	48,07	A	
14	-4,40	10,15	48,07	-	27	0,00	48,07	A	
14	-4,90	7,43	52,97	-	20	0,00	52,97	A	
15	-4,90	7,43	52,97	-	5	0,00	52,97	A	
15	-5,56	4,46	59,42	-	2	0,00	59,42	A	
16	-5,56	4,46	59,42	-	2	0,00	59,42	A	
16	-6,21	2,23	65,87	-	1	0,00	65,87	A	
17	-6,21	2,23	65,87	-	1	0,00	65,87	A	
17	-6,87	0,69	72,31	-		0,00	72,31	A	
18	-6,87	0,69	72,31	-		0,00	72,31	A	
18	-7,53	0,00	78,76	A		0,28	78,76	-	
19	-7,53	0,00	78,76	A		0,28	78,76	-	
19	-8,19	0,00	85,21	A		0,81	85,21	-	
20	-8,19	0,00	85,21	A		0,81	85,21	-	
20	-8,84	0,00	91,65	A		1,02	91,65	-	
21	-8,84	0,00	91,65	A		1,02	91,65	-	
21	-9,50	0,00	98,10	A		1,04	98,10	-	
22	-9,50	0,00	98,10	A		1,04	98,10	-	
22	-10,13	0,00	104,23	A		0,93	104,23	-	
23	-10,13	0,00	104,23	A		0,93	104,23	-	
23	-10,75	0,00	110,36	A		0,77	110,36	-	
24	-10,75	0,00	110,36	A		0,77	110,36	-	
24	-11,38	0,00	116,49	A		0,59	116,49	-	
25	-11,38	0,00	116,49	A		0,59	116,49	-	
25	-12,00	0,00	122,63	A		0,40	122,63	-	

*

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

Mob Percentage passive mobilized

4.5 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
4	0,35	-27,42	0,00

End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	31-5-2018
Time of report:	12:39:21
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	5/22/2018
Time of calculation:	3:43:45 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\D3.Houten damwand_incl grondbelasting
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Oudewater kadeconstructie west

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 3
2.1 Overview per Stage and Test 3
2.2 Supports 3
2.3 CUR Verification Steps 4
3 Input Data for all Stages 5
3.1 General Input Data 5
3.2 Sheet Piling Properties 5
3.2.1 General properties 5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 5
3.2.3 Maximum allowable moments 5
3.2.4 Properties for vertical balance 5
4 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie 6
4.1 Calculation Results 6
4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 6
4.1.2 Moments, Forces and Displacements 6
4.1.3 Rigid and Spring Supports 7
5 Step 6.5 Stage 2: Baggeren 8
5.1 Calculation Results 8
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 8
5.1.2 Moments, Forces and Displacements 8
5.1.3 Rigid and Spring Supports 9

2 Summary

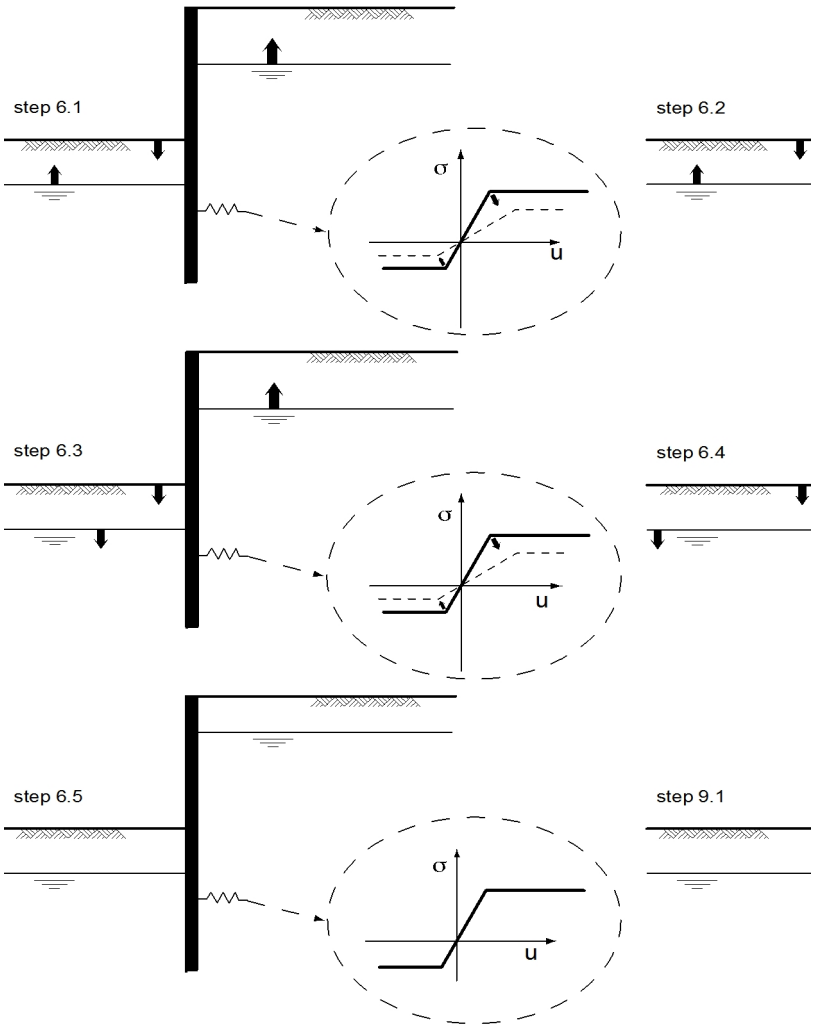
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		4,99	-5,06	70,8	76,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		4,77	-5,22	70,8	76,2	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	5,9	1,10	-2,84	52,3	54,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		1,32	-3,41			
2	EC7(NL)-Step 6.3		**11,79**	**8,54**	**97,4**	**97,9**	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4		11,74	8,51	97,1	97,8	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	14,4	1,56	3,38	69,1	73,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		1,87	4,06			
Max			**11,79**	**8,54**	**97,4**	**97,9**	Sufficient

2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support Inklemming L-muur	
		Force [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Step 6.3	-4,30	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-8,53	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-4,14	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-8,49	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-1,87	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-1,63	-
Max		**-8,53**	**-**

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	5,00 m
Level top side	0,00 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Houten damwand	-5,00	0,00	Wood	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Houten damwand	1,3800E+02	1,00	1,3800E+02	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Houten damwand	25,00	1,00	1,20	1,00	20,83

3.2.4 Properties for vertical balance

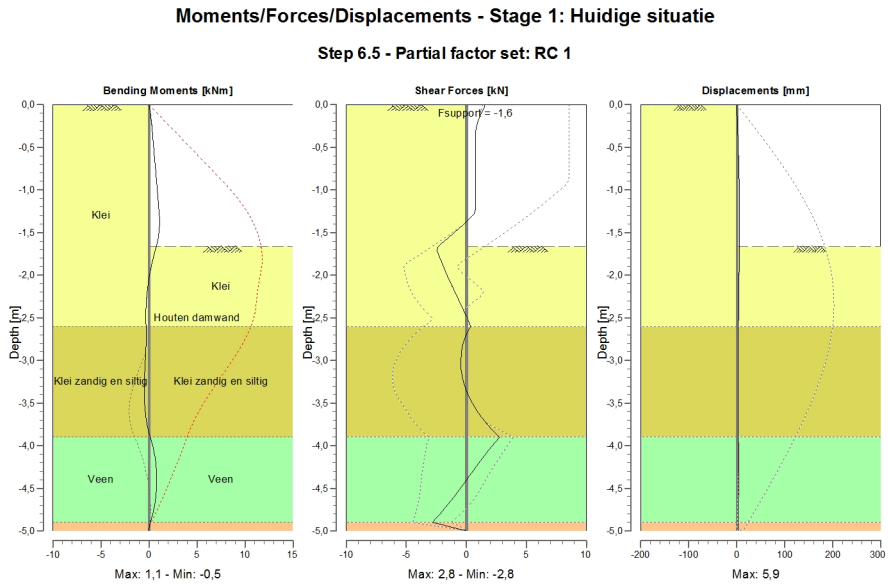
Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Houten damwand	-5,00	0,00	50,00	1,00	100,00

4 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,00	1,55	0,0
1	-0,24	0,29	0,88	1,5
2	-0,24	0,29	0,88	1,5
2	-0,47	0,47	0,74	2,9
3	-0,47	0,47	0,75	2,9
3	-0,71	0,65	0,75	4,1
4	-0,71	0,65	0,75	4,1
4	-0,95	0,82	0,75	5,1
5	-0,95	0,82	0,75	5,1
5	-1,19	1,00	0,75	5,7
6	-1,19	1,00	0,75	5,7
6	-1,42	**1,09**	-0,38	**5,9**
7	-1,42	**1,09**	-0,38	**5,9**
7	-1,66	0,77	-2,33	5,7
8	-1,66	0,77	-2,33	5,7
8	-1,90	0,25	-1,92	5,1
9	-1,90	0,25	-1,92	5,1
9	-2,13	-0,12	-1,18	4,5
10	-2,13	-0,12	-1,17	4,5
10	-2,37	-0,30	-0,40	3,9
11	-2,37	-0,30	-0,39	3,9
11	-2,60	-0,31	0,36	3,4
12	-2,60	-0,31	0,36	3,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,82	-0,31	-0,30	3,1
13	-2,82	-0,31	-0,30	3,1
13	-3,03	-0,40	-0,47	2,9
14	-3,03	-0,40	-0,47	2,9
14	-3,25	-0,48	-0,25	2,8
15	-3,25	-0,48	-0,25	2,8
15	-3,47	-0,48	0,37	2,9
16	-3,47	-0,48	0,37	2,9
16	-3,68	-0,30	1,36	3,1
17	-3,68	-0,30	1,36	3,1
17	-3,90	0,14	2,75	3,4
18	-3,90	0,14	2,75	3,4
18	-4,10	0,57	1,59	3,7
19	-4,10	0,57	1,59	3,7
19	-4,30	0,78	0,53	3,8
20	-4,30	0,78	0,53	3,8
20	-4,50	0,79	-0,50	3,7
21	-4,50	0,79	-0,50	3,7
21	-4,70	0,58	-1,60	3,3
22	-4,70	0,58	-1,60	3,3
22	-4,90	0,14	**-2,84**	2,8
23	-4,90	0,14	**-2,84**	2,8
23	-5,00	0,00	0,00	2,6
Max		**1,09**	**-2,84**	**5,9**
Max, minor nodes incl.		1,10	-2,84	5,9

4.1.3 Rigid and Spring Supports

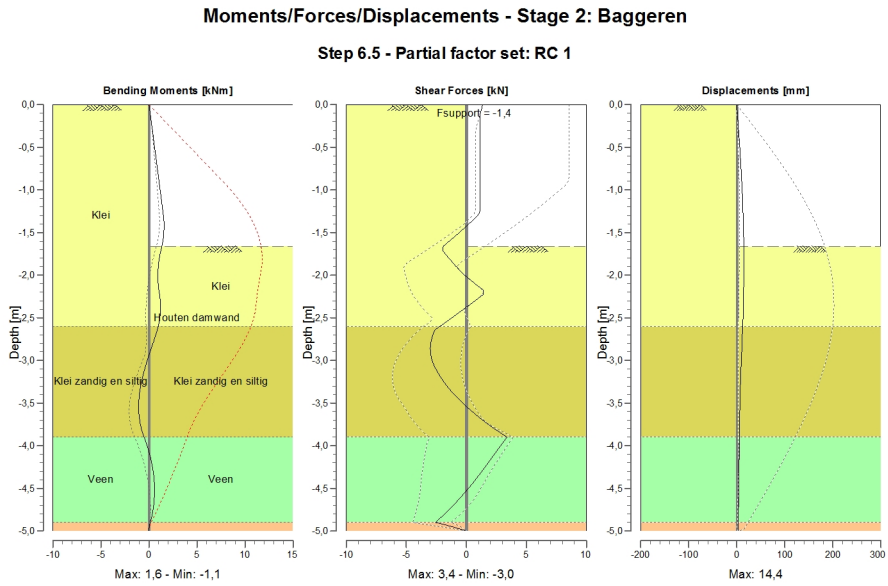
Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	0,00	-1,56	0,00

5 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



5.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,00	1,35	0,0
1	-0,24	0,28	1,14	2,9
2	-0,24	0,28	1,14	2,9
2	-0,47	0,55	1,14	5,8
3	-0,47	0,55	1,15	5,8
3	-0,71	0,83	1,15	8,4
4	-0,71	0,83	1,15	8,4
4	-0,95	1,10	1,15	10,6
5	-0,95	1,10	1,15	10,6
5	-1,19	1,37	1,15	12,4
6	-1,19	1,37	1,15	12,4
6	-1,42	**1,56**	0,02	13,7
7	-1,42	**1,56**	0,02	13,7
7	-1,66	1,34	-1,93	14,3
8	-1,66	1,34	-1,92	14,3
8	-1,90	0,97	-0,88	**14,4**
9	-1,90	0,97	-0,86	**14,4**
9	-2,13	0,97	0,98	14,1
10	-2,13	0,97	0,99	14,1
10	-2,37	1,21	0,11	13,4
11	-2,37	1,21	0,09	13,4
11	-2,60	0,96	-2,21	12,2
12	-2,60	0,96	-2,22	12,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,82	0,36	-2,98	10,8
13	-2,82	0,36	-2,98	10,8
13	-3,03	-0,27	-2,77	9,3
14	-3,03	-0,27	-2,77	9,3
14	-3,25	-0,79	-1,89	7,8
15	-3,25	-0,79	-1,89	7,8
15	-3,47	-1,06	-0,56	6,6
16	-3,47	-1,06	-0,56	6,6
16	-3,68	-0,99	1,20	5,8
17	-3,68	-0,99	1,20	5,8
17	-3,90	-0,51	**3,38**	5,3
18	-3,90	-0,51	**3,38**	5,3
18	-4,10	0,06	2,34	5,0
19	-4,10	0,06	2,34	5,0
19	-4,30	0,43	1,29	4,6
20	-4,30	0,43	1,29	4,6
20	-4,50	0,58	0,17	4,2
21	-4,50	0,58	0,17	4,2
21	-4,70	0,49	-1,10	3,6
22	-4,70	0,49	-1,10	3,6
22	-4,90	0,12	-2,58	2,8
23	-4,90	0,12	-2,58	2,8
23	-5,00	0,00	0,00	2,4
Max		**1,56**	**3,38**	**14,4**
Max, minor nodes incl.		1,56	3,38	14,4

5.1.3 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
1	0,00	-1,36	0,00

End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	6/1/2018
Time of report:	2:48:07 PM
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	2:44:34 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\2. D-Sheet piling\E1. Hekendorp oost\E1. Hekendorp oost
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Hekendorp Oost

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	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		109,37	85,48	49,0	55,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		108,63	98,03	51,9	57,7	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	204,1	34,20	-45,36	23,7	30,4	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		41,03	-54,43			
2	EC7(NL)-Step 6.3		**118,45**	93,17	52,4	58,0	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4		117,70	**105,61**	**55,3**	**60,6**	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	249,5	41,24	-47,10	24,4	30,9	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		49,48	-56,52			
Max			**118,45**	**105,61**	**55,3**	**60,6**	Sufficient

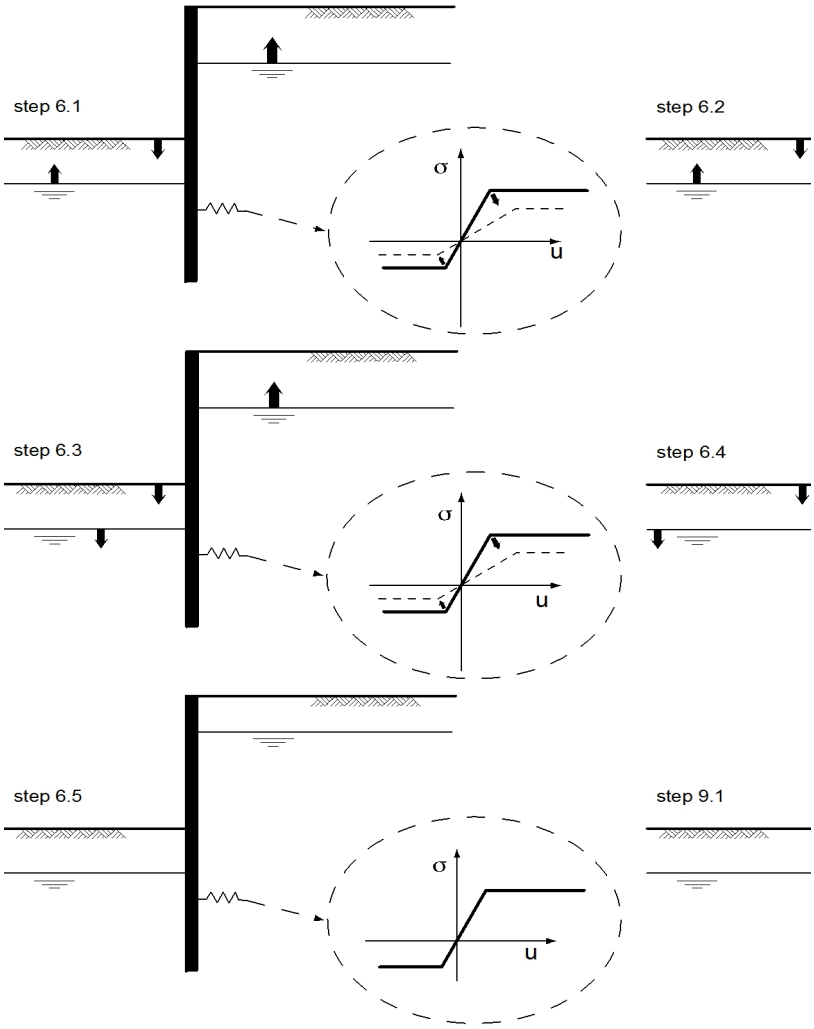
1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	2,45
Baggeren	2,42

1.3 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

1.4 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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	14,08 m
Level top side	2,08 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Perkoenpalen	-12,00	2,08	Wood	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Perkoenpalen	1,2740E+03	1,00	1,2740E+03	

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]
Perkoenpalen	90,00	1,00	1,20	1,00	75,00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Perkoenpalen	-12,00	2,08	60,00	1,41	198,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

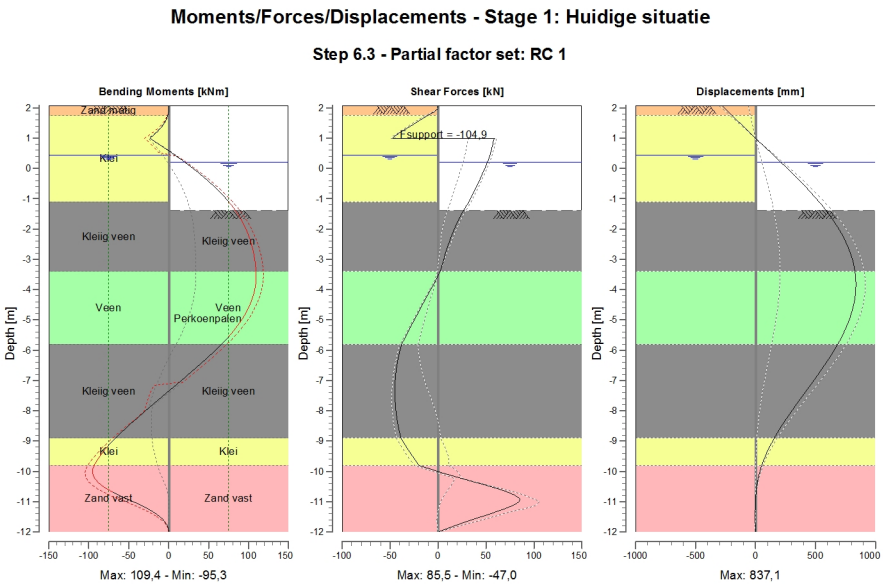
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Step 6.3 Stage 1: Huidige situatie

3.1 Calculation Results

Number of iterations: 8

3.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

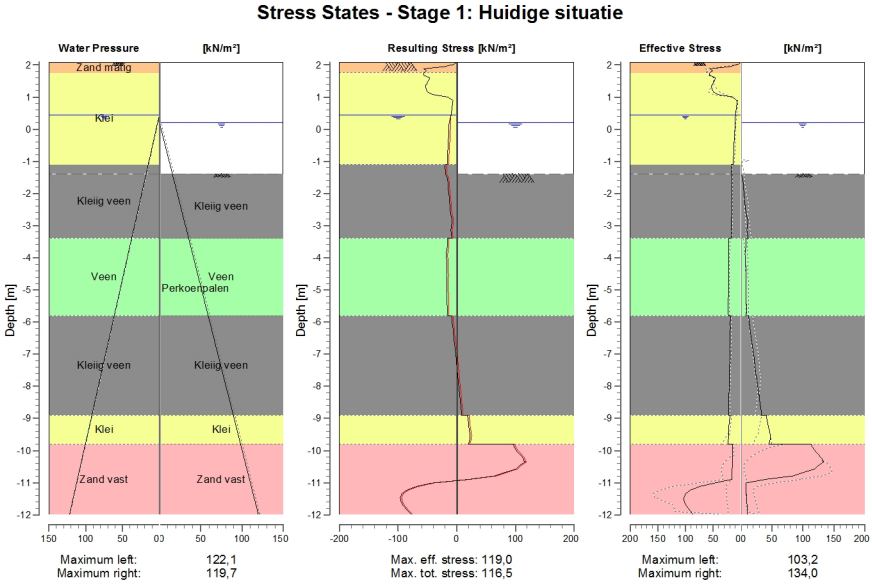


3.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	0,00	-279,8
1	1,75	-1,13	-10,74	-194,7
2	1,75	-1,13	-10,74	-194,7
2	1,38	-8,82	-29,82	-97,9
3	1,38	-8,81	-29,92	-97,9
3	1,00	-23,59	-47,05	0,0
4	1,00	-23,69	58,82	0,0
4	0,45	7,32	54,04	146,6
5	0,45	7,33	54,08	146,6
5	0,40	10,02	53,57	159,9
6	0,40	10,02	53,57	159,9
6	0,35	12,69	53,04	173,3
7	0,35	12,69	53,04	173,3
7	0,20	20,51	51,23	213,1
8	0,20	20,51	51,23	213,1
8	0,00	30,49	48,58	265,6
9	0,00	30,49	48,58	265,6
9	-0,47	51,99	41,86	385,9
10	-0,47	51,99	41,86	385,9
10	-0,95	70,16	34,53	497,1
11	-0,95	70,16	34,53	497,1
11	-1,10	75,16	32,09	529,8
12	-1,10	75,16	32,09	529,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,39	83,66	26,35	589,3
13	-1,39	83,66	26,35	589,3
13	-1,40	83,84	26,21	590,7
14	-1,40	83,84	26,21	590,7
14	-2,07	97,76	15,99	705,1
15	-2,07	97,76	15,99	705,1
15	-2,73	105,72	8,24	785,6
16	-2,73	105,72	8,24	785,6
16	-3,40	**109,22**	2,17	829,2
17	-3,40	**109,22**	2,17	829,2
17	-4,00	107,61	-7,86	**836,0**
18	-4,00	107,61	-7,86	**836,0**
18	-4,60	99,79	-18,07	812,5
19	-4,60	99,79	-18,07	812,5
19	-5,20	85,92	-28,15	761,0
20	-5,20	85,92	-28,15	761,0
20	-5,80	66,07	-38,00	685,3
21	-5,80	66,07	-38,00	685,3
21	-6,42	40,99	-42,53	587,6
22	-6,42	40,99	-42,53	587,6
22	-7,04	13,80	-44,76	477,7
23	-7,04	13,80	-44,76	477,7
23	-7,66	-14,05	-44,77	363,6
24	-7,66	-14,05	-44,77	363,6
24	-8,28	-41,29	-42,77	253,7
25	-8,28	-41,29	-42,77	253,7
25	-8,90	-66,63	-38,63	156,3
26	-8,90	-66,63	-38,63	156,3
26	-9,35	-82,06	-29,78	97,7
27	-9,35	-82,06	-29,77	97,7
27	-9,80	-93,24	-19,99	52,0
28	-9,80	-93,24	-19,98	52,0
28	-10,35	-88,81	38,09	16,2
29	-10,35	-88,81	38,44	16,2
29	-10,90	-52,69	85,04	0,8
30	-10,90	-52,63	**85,48**	0,8
30	-11,45	-13,00	49,37	-2,2
31	-11,45	-13,01	49,17	-2,2
31	-12,00	0,00	0,01	-1,5
Max		**109,22**	**85,48**	**836,0**
Max, minor nodes incl.		109,37	85,48	837,1

3.1.3 Charts of Stresses

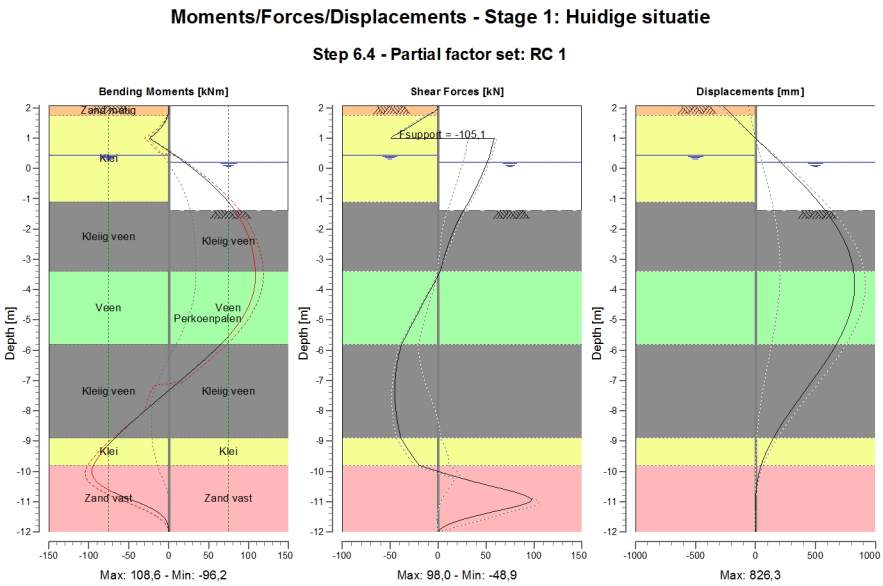


4 Step 6.4 Stage 1: Huidige situatie

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 9

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

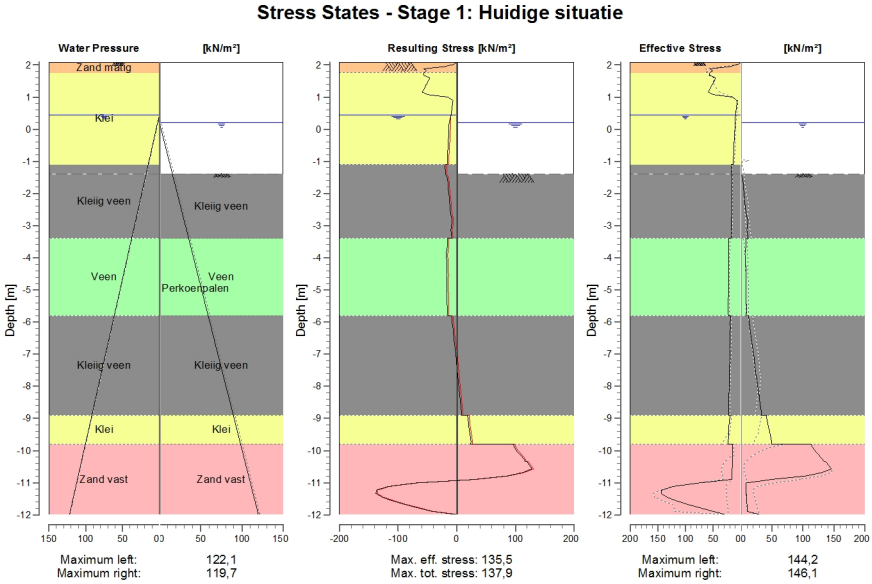


4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	0,00	-276,2
1	1,75	-1,13	-10,74	-192,2
2	1,75	-1,13	-10,74	-192,2
2	1,38	-8,82	-29,82	-96,6
3	1,38	-8,81	-29,91	-96,6
3	1,00	-23,85	-48,91	0,0
4	1,00	-24,13	58,67	0,0
4	0,45	6,80	53,89	144,8
5	0,45	6,82	54,03	144,8
5	0,40	9,51	53,52	158,0
6	0,40	9,51	53,52	158,0
6	0,35	12,17	52,98	171,2
7	0,35	12,17	52,98	171,2
7	0,20	19,99	51,17	210,6
8	0,20	19,99	51,17	210,6
8	0,00	29,96	48,52	262,5
9	0,00	29,96	48,52	262,5
9	-0,47	51,43	41,80	381,5
10	-0,47	51,43	41,80	381,5
10	-0,95	69,57	34,48	491,4
11	-0,95	69,57	34,48	491,4
11	-1,10	74,56	32,04	523,7
12	-1,10	74,56	32,04	523,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,39	83,04	26,29	582,6
13	-1,39	83,04	26,29	582,6
13	-1,40	83,23	26,15	583,9
14	-1,40	83,23	26,15	583,9
14	-2,07	97,11	15,94	697,0
15	-2,07	97,11	15,94	697,0
15	-2,73	105,03	8,18	776,2
16	-2,73	105,03	8,18	776,2
16	-3,40	**108,49**	2,11	818,9
17	-3,40	**108,49**	2,11	818,9
17	-4,00	106,84	-7,92	**825,1**
18	-4,00	106,84	-7,92	**825,1**
18	-4,60	98,99	-18,13	801,2
19	-4,60	98,99	-18,13	801,2
19	-5,20	85,09	-28,20	749,4
20	-5,20	85,09	-28,20	749,4
20	-5,80	65,21	-38,05	673,8
21	-5,80	65,21	-38,05	673,8
21	-6,42	40,09	-42,59	576,5
22	-6,42	40,09	-42,59	576,5
22	-7,04	12,86	-44,82	467,1
23	-7,04	12,86	-44,82	467,1
23	-7,66	-15,02	-44,83	353,9
24	-7,66	-15,02	-44,83	353,9
24	-8,28	-42,29	-42,83	245,1
25	-8,28	-42,29	-42,83	245,1
25	-8,90	-67,67	-38,69	149,1
26	-8,90	-67,67	-38,69	149,1
26	-9,35	-83,13	-29,84	91,8
27	-9,35	-83,13	-29,84	91,8
27	-9,80	-94,29	-19,51	47,6
28	-9,80	-94,29	-19,51	47,6
28	-10,35	-89,60	38,68	13,7
29	-10,35	-89,65	39,14	13,7
29	-10,90	-50,28	96,93	0,4
30	-10,90	-50,11	**98,03**	0,4
30	-11,45	-8,31	41,66	-1,1
31	-11,45	-8,34	41,22	-1,1
31	-12,00	0,02	0,45	0,1
Max		**108,49**	**98,03**	**825,1**
Max, minor nodes incl.		108,63	98,03	826,3

4.1.3 Charts of Stresses

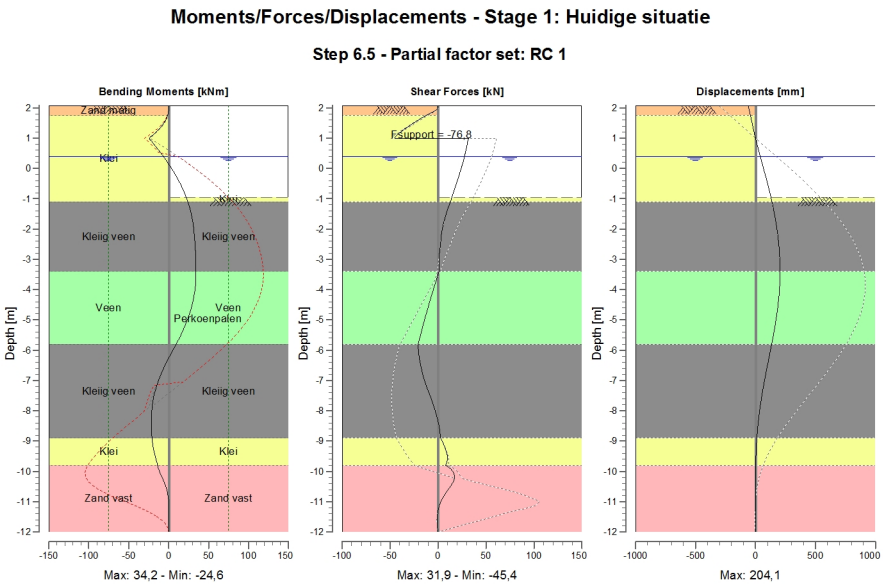


5 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

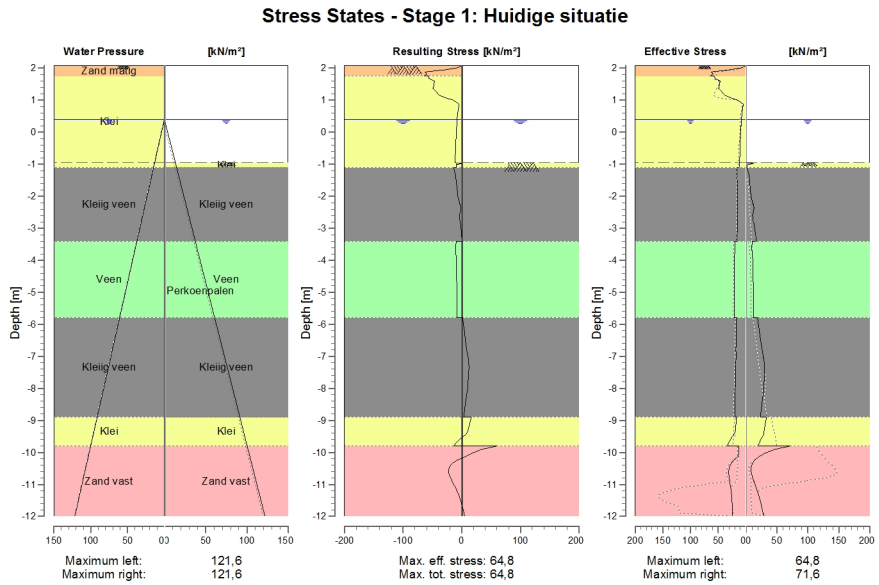


5.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	0,00	-60,5
1	1,75	-1,37	-12,65	-42,5
2	1,75	-1,37	-12,65	-42,5
2	1,38	-9,75	-31,44	-21,8
3	1,38	-9,75	-31,49	-21,8
3	1,00	-24,54	**-45,36**	0,0
4	1,00	-24,57	31,90	0,0
4	0,40	-6,78	27,56	39,2
5	0,40	-6,78	27,58	39,2
5	0,35	-5,41	27,16	42,6
6	0,35	-5,41	27,16	42,6
6	0,00	3,56	24,06	66,7
7	0,00	3,56	24,06	66,7
7	-0,47	13,90	19,38	98,8
8	-0,47	13,90	19,38	98,8
8	-0,95	21,89	14,15	128,4
9	-0,95	21,89	14,15	128,4
9	-1,10	23,94	13,02	137,0
10	-1,10	23,94	13,02	137,0
10	-1,68	29,50	6,81	165,8
11	-1,68	29,50	6,81	165,8
11	-2,25	32,21	3,08	187,0
12	-2,25	32,21	3,08	187,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,83	33,56	1,40	199,9
13	-2,83	33,56	1,40	199,9
13	-3,40	**34,15**	0,98	**204,1**
14	-3,40	**34,15**	0,98	**204,1**
14	-4,00	32,93	-5,02	199,1
15	-4,00	32,93	-5,02	199,1
15	-4,60	28,22	-10,65	184,8
16	-4,60	28,22	-10,65	184,8
16	-5,20	20,25	-15,86	162,7
17	-5,20	20,25	-15,86	162,7
17	-5,80	9,22	-20,91	134,8
18	-5,80	9,22	-20,91	134,8
18	-6,42	-3,18	-18,66	103,4
19	-6,42	-3,18	-18,66	103,4
19	-7,04	-13,37	-13,73	72,9
20	-7,04	-13,37	-13,72	72,9
20	-7,66	-19,65	-6,53	46,4
21	-7,66	-19,65	-6,52	46,4
21	-8,28	-21,73	-0,51	25,6
22	-8,28	-21,72	-0,50	25,6
22	-8,90	-20,89	2,76	11,4
23	-8,90	-20,89	2,75	11,4
23	-9,35	-18,21	8,66	5,0
24	-9,35	-18,22	8,72	5,0
24	-9,80	-14,04	7,88	1,4
25	-9,80	-14,05	7,86	1,4
25	-10,35	-5,75	15,71	0,0
26	-10,35	-5,74	15,62	0,0
26	-10,90	-0,28	4,41	0,0
27	-10,90	-0,29	4,38	0,0
27	-11,45	0,38	-0,70	0,2
28	-11,45	0,38	-0,69	0,2
28	-12,00	0,00	0,00	0,3
Max		**34,15**	**-45,36**	**204,1**
Max, minor nodes incl.		34,20	-45,36	204,1

5.1.3 Charts of Stresses

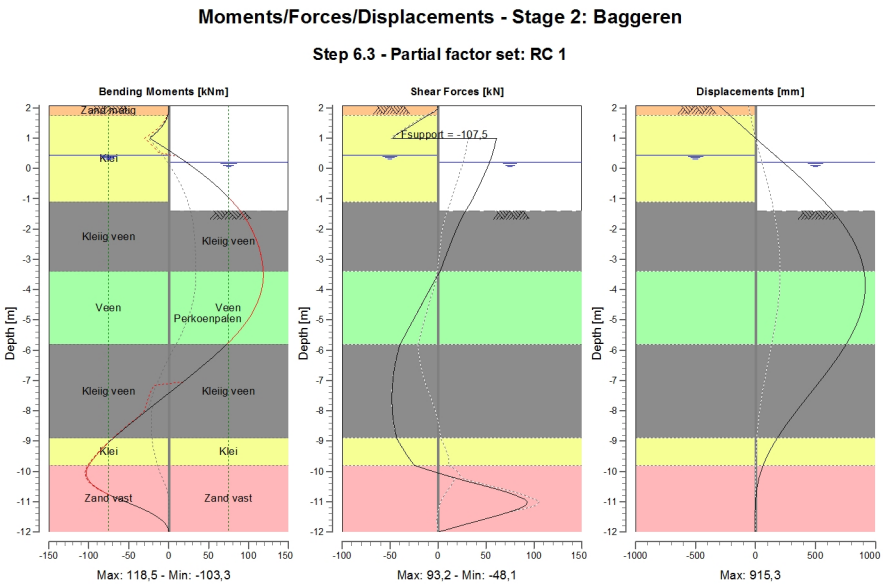


6 Step 6.3 Stage 2: Baggeren

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

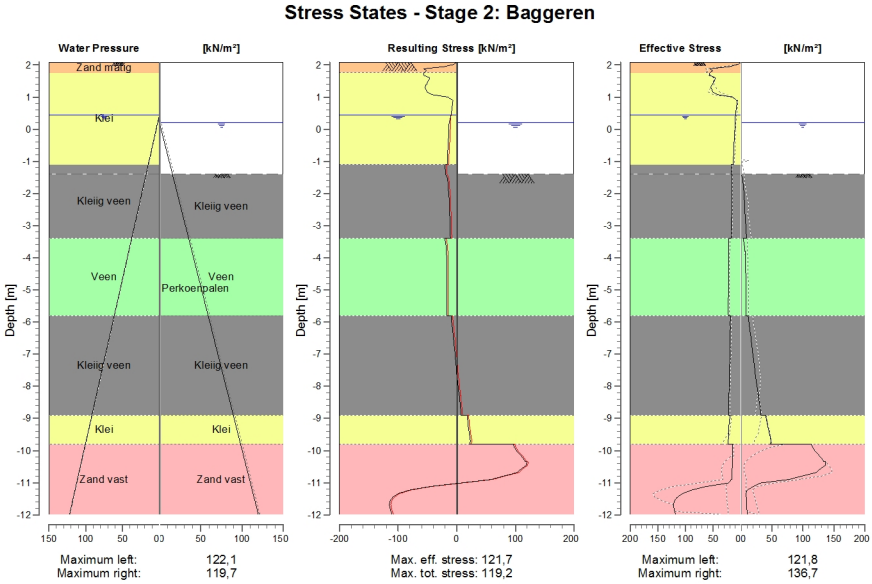


6.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	0,00	-304,8
1	1,75	-1,13	-10,74	-212,1
2	1,75	-1,13	-10,74	-212,1
2	1,38	-8,82	-29,82	-106,6
3	1,38	-8,81	-29,92	-106,6
3	1,00	-23,65	-47,37	0,0
4	1,00	-23,75	61,18	0,0
4	0,45	8,55	56,40	159,3
5	0,45	8,56	56,45	159,3
5	0,40	11,37	55,94	173,8
6	0,40	11,37	55,94	173,8
6	0,35	14,16	55,40	188,3
7	0,35	14,16	55,40	188,3
7	0,20	22,33	53,59	231,5
8	0,20	22,33	53,59	231,5
8	0,00	32,79	50,95	288,5
9	0,00	32,79	50,95	288,5
9	-0,47	55,42	44,23	419,2
10	-0,47	55,42	44,23	419,2
10	-0,95	74,71	36,90	540,1
11	-0,95	74,71	36,90	540,1
11	-1,10	80,06	34,46	575,7
12	-1,10	80,06	34,46	575,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,39	89,25	28,71	640,6
13	-1,39	89,25	28,71	640,6
13	-1,40	89,45	28,58	642,1
14	-1,40	89,45	28,58	642,1
14	-2,07	104,94	18,32	767,5
15	-2,07	104,94	18,32	767,5
15	-2,73	114,32	9,93	856,4
16	-2,73	114,32	9,93	856,4
16	-3,40	**118,33**	2,20	905,5
17	-3,40	**118,33**	2,20	905,5
17	-4,00	116,27	-8,80	**914,4**
18	-4,00	116,27	-8,80	**914,4**
18	-4,60	107,91	-19,04	890,7
19	-4,60	107,91	-19,04	890,7
19	-5,20	93,41	-29,27	836,6
20	-5,20	93,41	-29,27	836,6
20	-5,80	72,77	-39,53	756,3
21	-5,80	72,77	-39,53	756,3
21	-6,42	46,60	-44,51	651,9
22	-6,42	46,60	-44,51	651,9
22	-7,04	18,02	-47,32	533,5
23	-7,04	18,02	-47,32	533,5
23	-7,66	-11,65	-48,10	409,6
24	-7,66	-11,65	-48,10	409,6
24	-8,28	-41,19	-46,81	289,3
25	-8,28	-41,19	-46,81	289,3
25	-8,90	-69,20	-43,19	181,4
26	-8,90	-69,20	-43,19	181,4
26	-9,35	-86,78	-34,75	115,6
27	-9,35	-86,78	-34,74	115,6
27	-9,80	-100,23	-24,87	63,6
28	-9,80	-100,23	-24,85	63,6
28	-10,35	-98,48	33,26	21,5
29	-10,35	-98,50	33,67	21,5
29	-10,90	-63,32	88,73	2,1
30	-10,90	-63,23	**89,59**	2,1
30	-11,45	-17,04	62,54	-2,6
31	-11,45	-17,07	62,15	-2,6
31	-12,00	0,00	0,02	-2,6
Max		**118,33**	**89,59**	**914,4**
Max, minor nodes incl.		118,45	93,17	915,3

6.1.3 Charts of Stresses

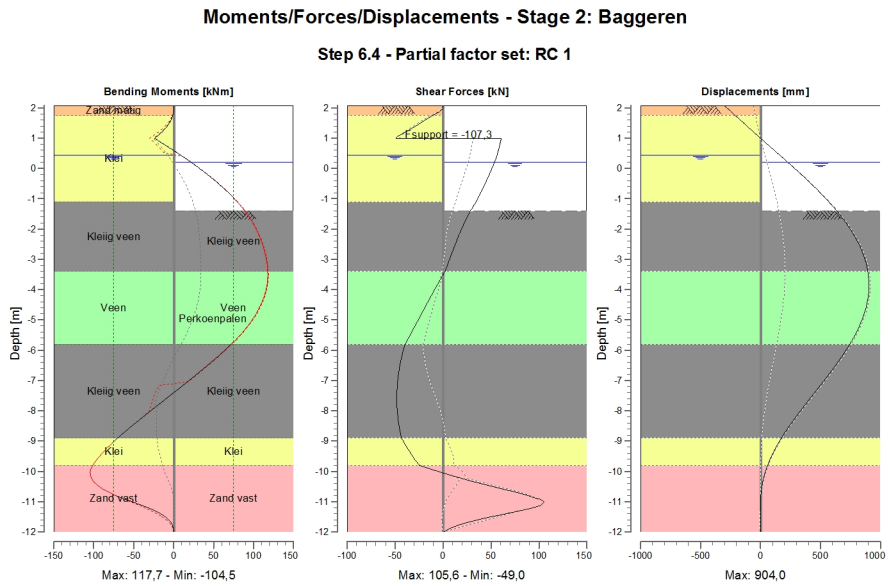


7 Step 6.4 Stage 2: Baggeren

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

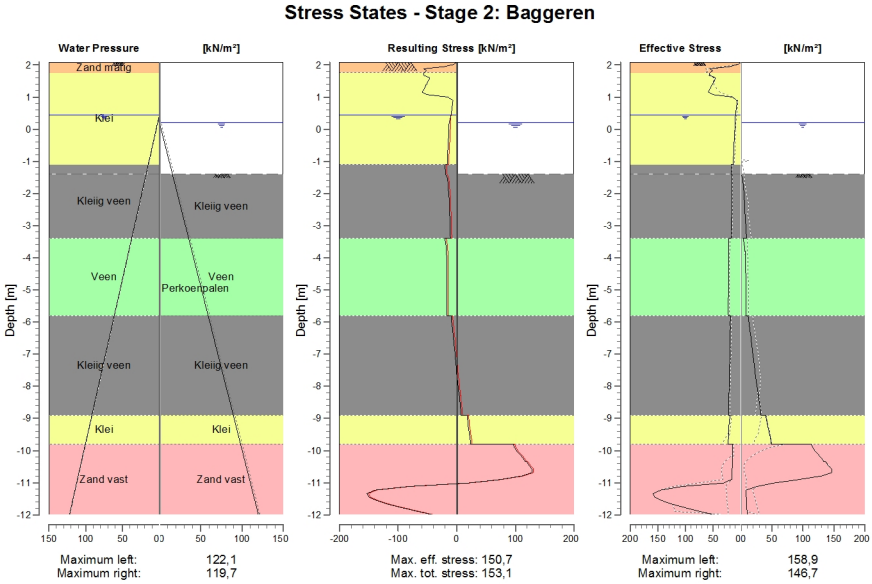


7.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	0,00	-301,2
1	1,75	-1,13	-10,74	-209,6
2	1,75	-1,13	-10,74	-209,6
2	1,38	-8,82	-29,82	-105,3
3	1,38	-8,81	-29,92	-105,3
3	1,00	-23,86	-48,99	0,0
4	1,00	-24,17	61,02	0,0
4	0,45	8,05	56,24	157,5
5	0,45	8,08	56,38	157,5
5	0,40	10,89	55,87	171,8
6	0,40	10,89	55,87	171,8
6	0,35	13,67	55,33	186,1
7	0,35	13,67	55,33	186,1
7	0,20	21,83	53,53	228,9
8	0,20	21,83	53,53	228,9
8	0,00	32,28	50,88	285,3
9	0,00	32,28	50,88	285,3
9	-0,47	54,87	44,16	414,6
10	-0,47	54,87	44,16	414,6
10	-0,95	74,13	36,83	534,2
11	-0,95	74,13	36,83	534,2
11	-1,10	79,47	34,39	569,5
12	-1,10	79,47	34,39	569,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,39	88,64	28,64	633,7
13	-1,39	88,64	28,64	633,7
13	-1,40	88,84	28,51	635,2
14	-1,40	88,84	28,51	635,2
14	-2,07	104,29	18,25	759,1
15	-2,07	104,29	18,25	759,1
15	-2,73	113,63	9,87	846,7
16	-2,73	113,63	9,87	846,7
16	-3,40	**117,59**	2,14	894,7
17	-3,40	**117,59**	2,14	894,7
17	-4,00	115,49	-8,86	**903,0**
18	-4,00	115,49	-8,86	**903,0**
18	-4,60	107,09	-19,11	878,8
19	-4,60	107,09	-19,11	878,8
19	-5,20	92,55	-29,34	824,5
20	-5,20	92,55	-29,34	824,5
20	-5,80	71,87	-39,60	744,1
21	-5,80	71,87	-39,60	744,1
21	-6,42	45,66	-44,58	640,0
22	-6,42	45,66	-44,58	640,0
22	-7,04	17,04	-47,38	522,1
23	-7,04	17,04	-47,38	522,1
23	-7,66	-12,67	-48,17	399,2
24	-7,66	-12,67	-48,17	399,2
24	-8,28	-42,25	-46,88	280,0
25	-8,28	-42,25	-46,88	280,0
25	-8,90	-70,30	-43,25	173,6
26	-8,90	-70,30	-43,25	173,6
26	-9,35	-87,91	-34,81	109,1
27	-9,35	-87,91	-34,81	109,1
27	-9,80	-101,40	-24,88	58,5
28	-9,80	-101,40	-24,88	58,5
28	-10,35	-99,67	33,22	18,4
29	-10,35	-99,73	33,74	18,4
29	-10,90	-62,61	98,40	1,3
30	-10,90	-62,43	**100,36**	1,3
30	-11,45	-12,69	57,12	-1,3
31	-11,45	-12,76	56,31	-1,3
31	-12,00	0,02	0,46	-0,1
Max		**117,59**	**100,36**	**903,0**
Max, minor nodes incl.		117,70	105,61	904,0

7.1.3 Charts of Stresses

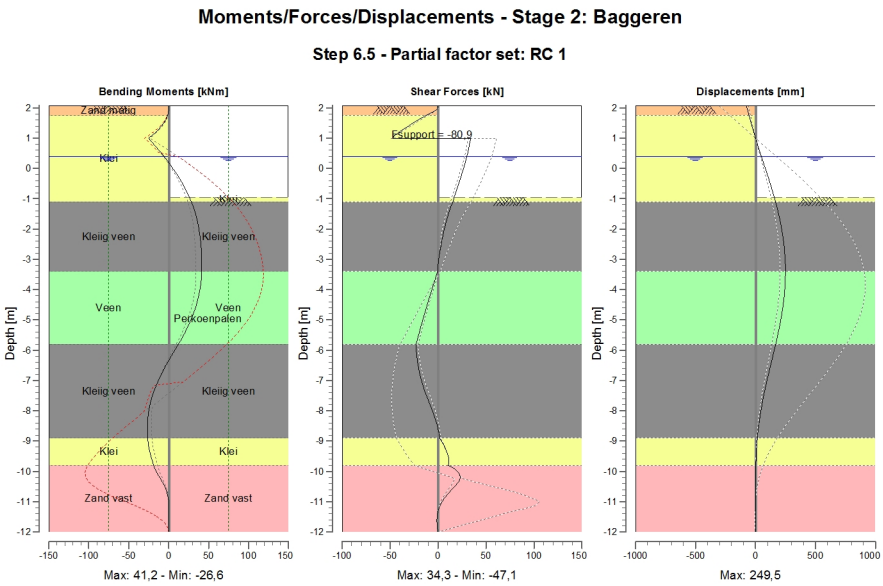


8 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

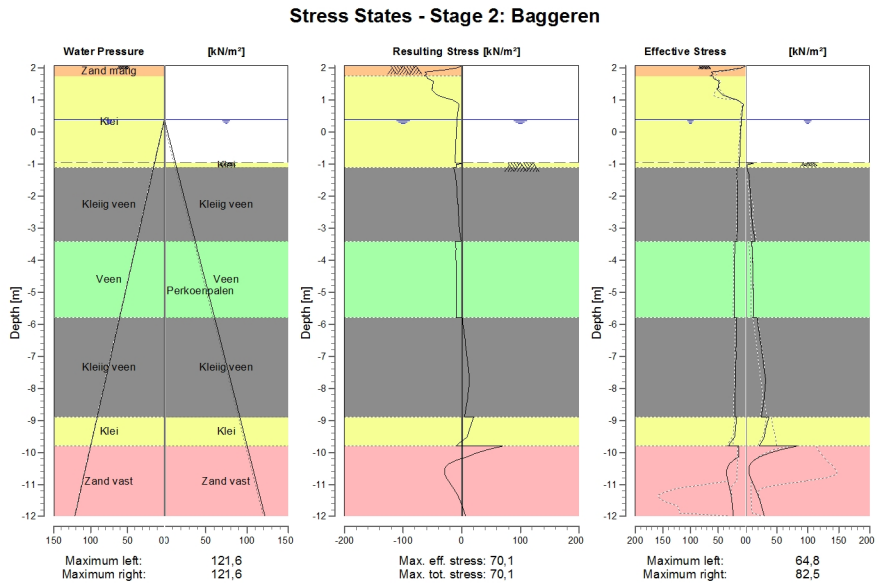


8.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	0,00	-76,8
1	1,75	-1,37	-12,65	-53,8
2	1,75	-1,37	-12,65	-53,8
2	1,38	-9,91	-32,19	-27,5
3	1,38	-9,91	-32,25	-27,5
3	1,00	-25,20	**-47,10**	0,0
4	1,00	-25,25	34,32	0,0
4	0,40	-6,00	29,98	48,4
5	0,40	-6,00	30,00	48,4
5	0,35	-4,51	29,58	52,5
6	0,35	-4,51	29,58	52,5
6	0,00	5,31	26,49	81,9
7	0,00	5,31	26,49	81,9
7	-0,47	16,80	21,81	120,7
8	-0,47	16,80	21,81	120,7
8	-0,95	25,94	16,58	156,6
9	-0,95	25,94	16,58	156,6
9	-1,10	28,35	15,44	167,1
10	-1,10	28,35	15,44	167,1
10	-1,68	35,30	9,18	202,2
11	-1,68	35,30	9,18	202,2
11	-2,25	39,24	4,72	228,3
12	-2,25	39,24	4,72	228,3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,83	40,99	1,48	244,2
13	-2,83	40,99	1,48	244,2
13	-3,40	**41,18**	-0,43	**249,5**
14	-3,40	**41,18**	-0,43	**249,5**
14	-4,00	39,06	-6,56	243,7
15	-4,00	39,06	-6,56	243,7
15	-4,60	33,38	-12,31	226,9
16	-4,60	33,38	-12,31	226,9
16	-5,20	24,35	-17,75	200,8
17	-5,20	24,35	-17,75	200,8
17	-5,80	12,10	-23,08	167,9
18	-5,80	12,10	-23,08	167,9
18	-6,42	-1,77	-21,25	130,3
19	-6,42	-1,77	-21,25	130,3
19	-7,04	-13,74	-16,93	93,3
20	-7,04	-13,74	-16,92	93,3
20	-7,66	-22,24	-10,16	60,3
21	-7,66	-22,24	-10,15	60,3
21	-8,28	-26,17	-2,84	33,9
22	-8,28	-26,17	-2,83	33,9
22	-8,90	-26,31	1,76	15,3
23	-8,90	-26,31	1,75	15,3
23	-9,35	-23,76	8,93	6,7
24	-9,35	-23,77	9,01	6,7
24	-9,80	-18,95	10,59	1,9
25	-9,80	-18,96	10,64	1,9
25	-10,35	-7,93	21,18	-0,1
26	-10,35	-7,92	21,06	-0,1
26	-10,90	-0,45	6,17	-0,1
27	-10,90	-0,46	6,14	-0,1
27	-11,45	0,51	-0,90	0,2
28	-11,45	0,51	-0,89	0,2
28	-12,00	0,00	0,00	0,3
Max		**41,18**	**-47,10**	**249,5**
Max, minor nodes incl.		41,24	-47,10	249,5

8.1.3 Charts of Stresses



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	6/1/2018
Time of report:	2:52:23 PM
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	2:49:53 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\2. D-Sheet piling\E2. Hekendorp west\E2. Hekendorp west
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Hekendorp West

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

1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

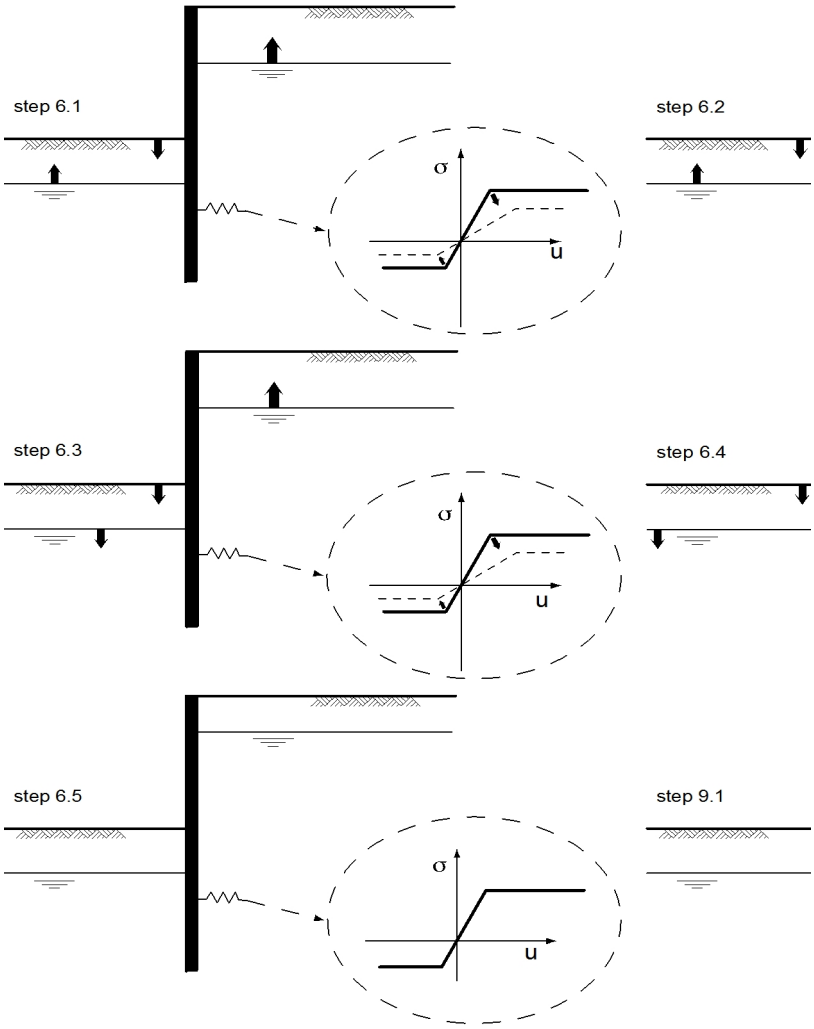
Stage nr.	Verification	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		**-17,18**	10,38	**0,0**	**70,8**	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		**-17,18**	**10,56**	**0,0**	70,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	6,9	3,64	6,67	**0,0**	46,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		4,36	8,00			
2	EC7(NL)-Step 6.3 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.4 (A)		---	---	---	---	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	7,9	4,08	7,12	**0,0**	54,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		4,89	8,55			
Max		**---**	**---**	**---**	**---**	**---**	Sufficient

(A) Wall unstable

1.2 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	9,00 m
Level top side	1,00 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Perkoenpalen	-8,00	1,00	Wood	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Perkoenpalen	1,2740E+03	1,00	1,2740E+03	

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]
Perkoenpalen	25,00	1,00	1,20	1,00	20,83

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Perkoenpalen	-8,00	1,00	60,00	1,41	198,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

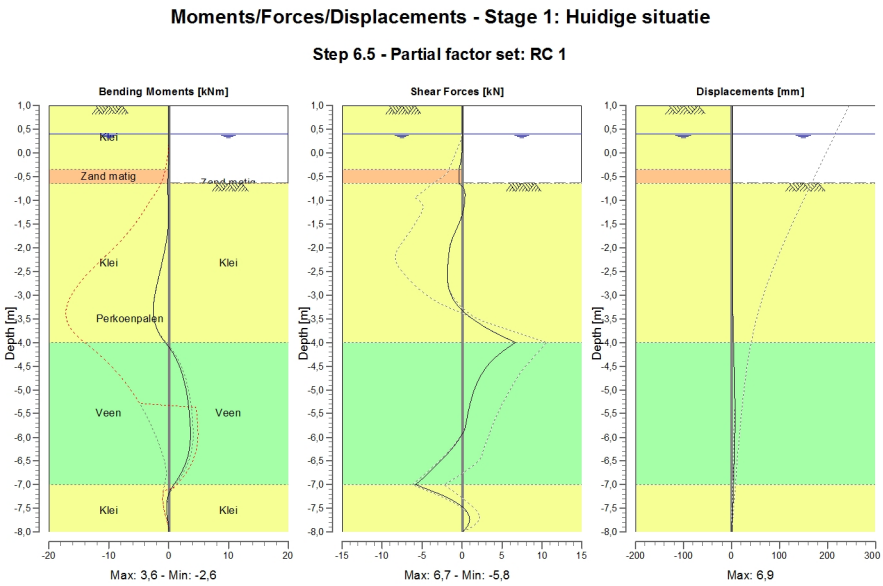
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

3.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

3.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

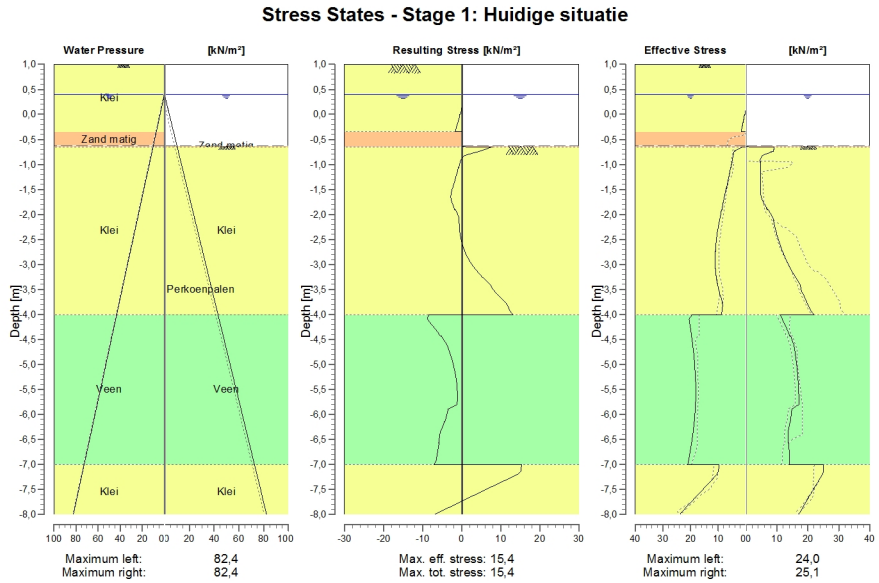


3.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,00	0,00	0,00	2,8
1	0,75	0,00	0,00	2,7
2	0,75	0,00	0,00	2,7
2	0,50	0,00	0,00	2,6
3	0,50	0,00	0,00	2,6
3	0,40	0,00	0,00	2,6
4	0,40	0,00	0,00	2,6
4	0,35	0,00	0,00	2,6
5	0,35	0,00	0,00	2,6
5	0,00	0,00	-0,02	2,5
6	0,00	0,00	-0,02	2,5
6	-0,35	-0,06	-0,40	2,4
7	-0,35	-0,06	-0,40	2,4
7	-0,63	-0,17	-0,40	2,3
8	-0,63	-0,17	-0,40	2,3
8	-0,65	-0,18	-0,38	2,3
9	-0,65	-0,18	-0,38	2,3
9	-1,07	-0,07	0,30	2,1
10	-1,07	-0,07	0,30	2,1
10	-1,49	-0,07	-0,38	2,0
11	-1,49	-0,07	-0,38	2,0
11	-1,91	-0,45	-1,43	1,9
12	-1,91	-0,45	-1,43	1,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,33	-1,14	-1,77	1,9
13	-2,33	-1,14	-1,77	1,9
13	-2,74	-1,90	-1,78	2,1
14	-2,74	-1,90	-1,78	2,1
14	-3,16	-2,50	-0,83	2,4
15	-3,16	-2,50	-0,83	2,4
15	-3,58	-2,33	1,96	3,2
16	-3,58	-2,33	1,97	3,2
16	-4,00	-0,58	6,66	4,2
17	-4,00	-0,58	**6,67**	4,2
17	-4,43	1,54	3,48	5,3
18	-4,43	1,54	3,48	5,3
18	-4,86	2,65	1,87	6,3
19	-4,86	2,65	1,87	6,3
19	-5,29	3,25	1,01	6,8
20	-5,29	3,25	1,01	6,8
20	-5,71	**3,57**	0,49	**6,9**
21	-5,71	**3,57**	0,49	**6,9**
21	-6,14	3,56	-0,81	6,4
22	-6,14	3,56	-0,81	6,4
22	-6,57	2,74	-3,10	5,5
23	-6,57	2,74	-3,10	5,5
23	-7,00	0,85	-5,81	4,2
24	-7,00	0,85	-5,80	4,2
24	-7,33	-0,27	-1,16	3,1
25	-7,33	-0,27	-1,15	3,1
25	-7,67	-0,23	0,89	1,9
26	-7,67	-0,23	0,89	1,9
26	-8,00	0,00	0,00	0,8
Max		**3,57**	**6,67**	**6,9**
Max, minor nodes incl.		3,64	6,67	6,9

3.1.3 Charts of Stresses

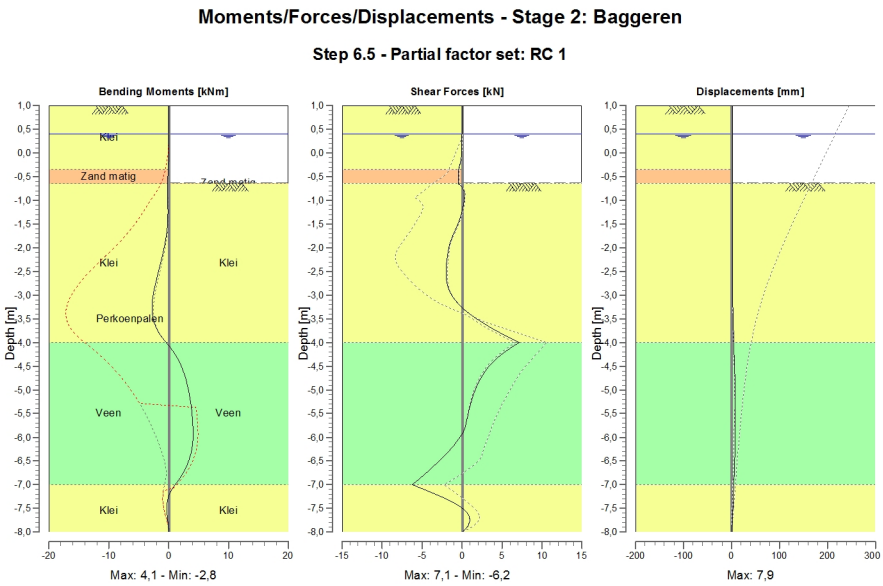


4 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

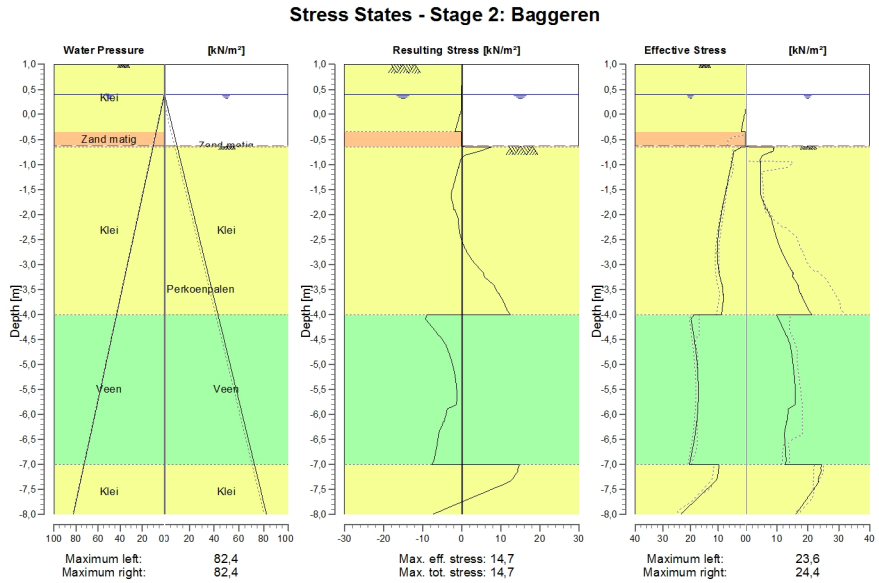


4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,00	0,00	0,00	2,8
1	0,75	0,00	0,00	2,7
2	0,75	0,00	0,00	2,7
2	0,50	0,00	-0,01	2,6
3	0,50	0,00	-0,01	2,6
3	0,40	0,00	-0,01	2,6
4	0,40	0,00	-0,01	2,6
4	0,35	0,00	-0,01	2,6
5	0,35	0,00	-0,01	2,6
5	0,00	-0,01	-0,04	2,5
6	0,00	-0,01	-0,04	2,5
6	-0,35	-0,08	-0,43	2,3
7	-0,35	-0,08	-0,43	2,3
7	-0,63	-0,21	-0,47	2,3
8	-0,63	-0,21	-0,47	2,3
8	-0,65	-0,22	-0,47	2,2
9	-0,65	-0,22	-0,47	2,2
9	-1,07	-0,15	0,20	2,1
10	-1,07	-0,15	0,20	2,1
10	-1,49	-0,19	-0,48	2,0
11	-1,49	-0,19	-0,48	2,0
11	-1,91	-0,62	-1,51	2,0
12	-1,91	-0,62	-1,51	2,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,33	-1,36	-1,94	2,0
13	-2,33	-1,36	-1,95	2,0
13	-2,74	-2,19	-1,89	2,2
14	-2,74	-2,19	-1,89	2,2
14	-3,16	-2,77	-0,57	2,8
15	-3,16	-2,77	-0,57	2,8
15	-3,58	-2,42	2,54	3,6
16	-3,58	-2,42	2,55	3,6
16	-4,00	-0,43	**7,12**	4,8
17	-4,00	-0,43	**7,12**	4,8
17	-4,43	1,84	3,75	6,1
18	-4,43	1,84	3,75	6,1
18	-4,86	3,04	2,02	7,2
19	-4,86	3,04	2,02	7,2
19	-5,29	3,68	1,08	**7,8**
20	-5,29	3,68	1,08	**7,8**
20	-5,71	**4,01**	0,49	**7,8**
21	-5,71	**4,01**	0,49	**7,8**
21	-6,14	3,99	-0,89	7,3
22	-6,14	3,99	-0,89	7,3
22	-6,57	3,11	-3,32	6,3
23	-6,57	3,11	-3,32	6,3
23	-7,00	1,08	-6,24	4,8
24	-7,00	1,08	-6,23	4,8
24	-7,33	-0,21	-1,62	3,5
25	-7,33	-0,21	-1,61	3,5
25	-7,67	-0,24	0,88	2,2
26	-7,67	-0,24	0,88	2,2
26	-8,00	0,00	0,00	0,9
Max		**4,01**	**7,12**	**7,8**
Max, minor nodes incl.		4,08	7,12	7,9

4.1.3 Charts of Stresses



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	6/1/2018
Time of report:	3:06:13 PM
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	3:00:54 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\F1. Haastrecht oost (hout)\F1. Haastrecht oost_langer
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Haastrecht oost

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	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		70,19	42,58	76,1	80,7	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		69,34	42,28	77,3	81,8	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	452,2	26,51	-22,97	45,8	51,5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		31,81	-27,56			
2	EC7(NL)-Step 6.3		**71,62**	**43,08**	76,7	81,2	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4		70,72	42,77	**78,1**	**82,4**	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	481,8	27,17	22,66	45,9	51,7	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		32,61	27,20			
Max			**71,62**	**43,08**	**78,1**	**82,4**	Sufficient

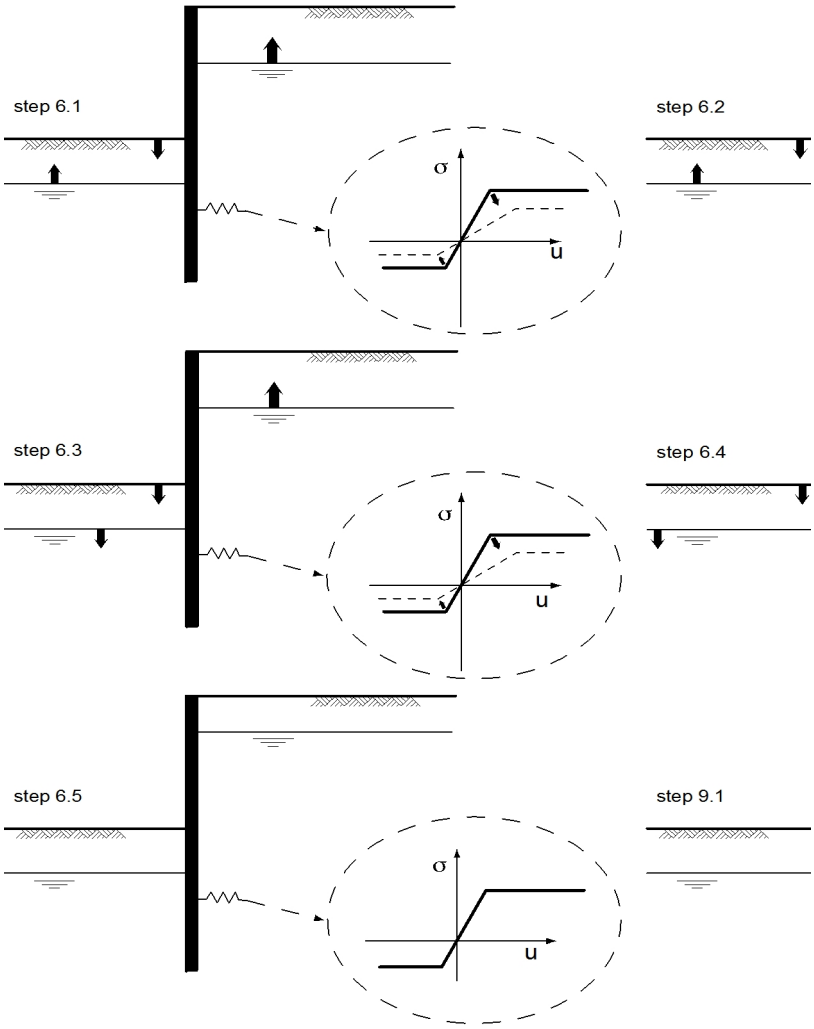
1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	1,76
Baggeren	1,76

1.3 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

1.4 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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	12,00 m
Level top side	2,08 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Houten damwand	-9,92	2,08	Wood	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Houten damwand	1,3800E+02	1,00	1,3800E+02	

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]
Houten damwand	90,00	1,00	1,20	1,00	75,00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Houten damwand	-9,92	2,08	60,00	1,41	198,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

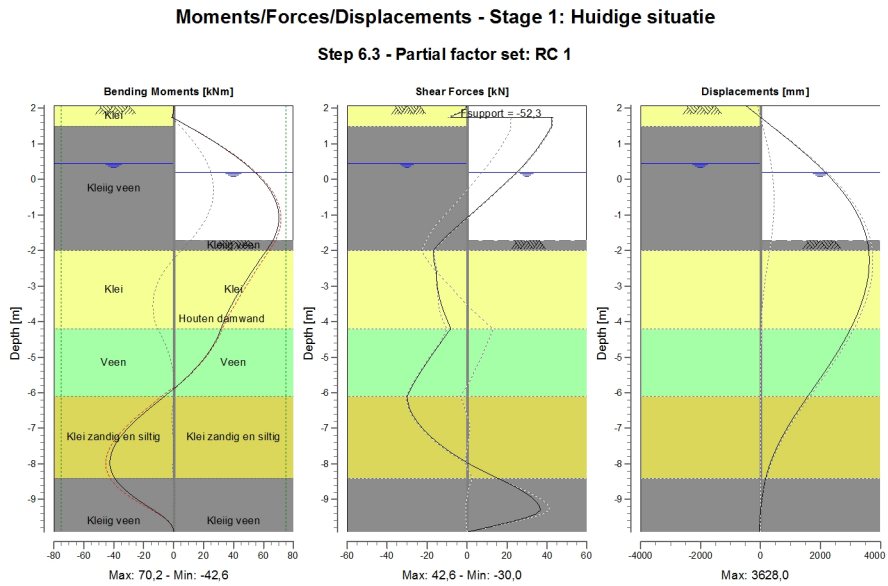
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Step 6.3 Stage 1: Huidige situatie

3.1 Calculation Results

Number of iterations: 16

3.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

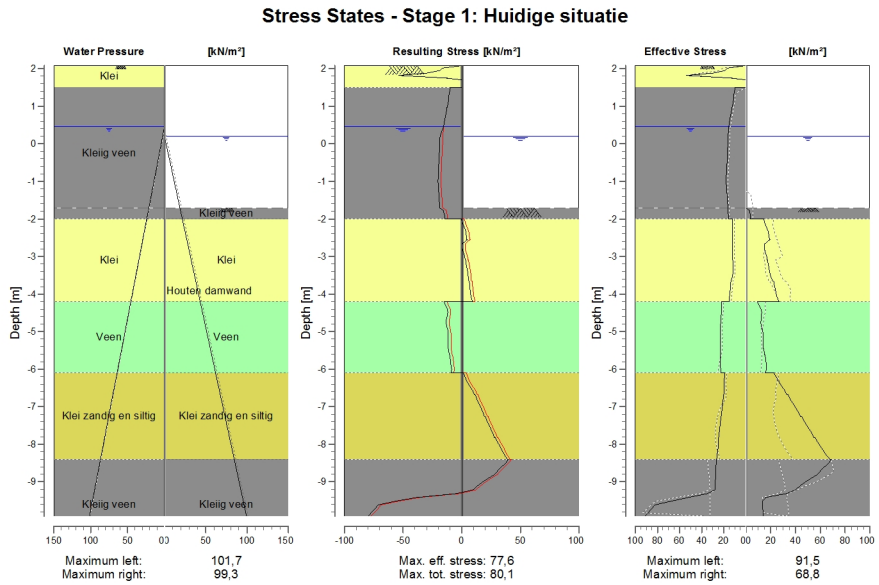


3.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,09	-495,0
1	1,75	-1,06	-8,34	0,0
2	1,75	-1,19	**42,58**	0,0
2	1,50	9,38	42,23	374,6
3	1,50	9,38	42,29	374,6
3	0,97	30,11	36,48	1142,0
4	0,97	30,11	36,48	1142,0
4	0,45	47,40	29,09	1849,8
5	0,45	47,40	29,09	1849,8
5	0,40	48,83	28,29	1912,7
6	0,40	48,83	28,29	1912,7
6	0,35	50,22	27,46	1974,8
7	0,35	50,22	27,46	1974,8
7	0,20	54,15	24,81	2155,6
8	0,20	54,15	24,81	2155,6
8	0,00	58,74	21,07	2382,8
9	0,00	58,74	21,07	2382,8
9	-0,42	65,86	13,09	2800,1
10	-0,42	65,86	13,09	2800,1
10	-0,83	69,61	4,85	3135,0
11	-0,83	69,61	4,85	3135,0
11	-1,25	**69,88**	-3,54	3382,6
12	-1,25	**69,88**	-3,54	3382,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,71	66,16	-12,45	3555,2
13	-1,71	66,16	-12,45	3555,2
13	-2,00	61,93	-16,88	3610,2
14	-2,00	61,93	-16,88	3610,2
14	-2,55	52,88	-15,57	**3614,9**
15	-2,55	52,88	-15,57	**3614,9**
15	-3,10	44,55	-14,66	3503,5
16	-3,10	44,55	-14,66	3503,5
16	-3,65	37,13	-12,09	3294,2
17	-3,65	37,13	-12,09	3294,2
17	-4,20	31,54	-8,04	3003,2
18	-4,20	31,54	-8,04	3003,2
18	-4,67	26,21	-14,20	2696,0
19	-4,67	26,21	-14,20	2696,0
19	-5,15	18,02	-20,10	2346,2
20	-5,15	18,02	-20,10	2346,2
20	-5,63	7,16	-25,55	1967,4
21	-5,63	7,16	-25,55	1967,4
21	-6,10	-6,06	-30,02	1577,2
22	-6,10	-6,06	-30,02	1577,2
22	-6,67	-22,65	-26,72	1120,4
23	-6,67	-22,65	-26,72	1120,4
23	-7,25	-35,71	-17,94	717,1
24	-7,25	-35,71	-17,94	717,1
24	-7,83	-42,31	-4,20	398,1
25	-7,83	-42,31	-4,20	398,1
25	-8,40	-39,46	15,07	178,5
26	-8,40	-39,46	15,15	178,5
26	-8,91	-27,31	31,42	62,3
27	-8,91	-27,32	31,56	62,3
27	-9,41	-9,58	34,35	-4,0
28	-9,41	-9,52	34,38	-4,0
28	-9,92	0,01	0,11	-51,2
Max		**69,88**	**42,58**	**3614,9**
Max, minor nodes incl.		70,19	42,58	3628,0

3.1.3 Charts of Stresses

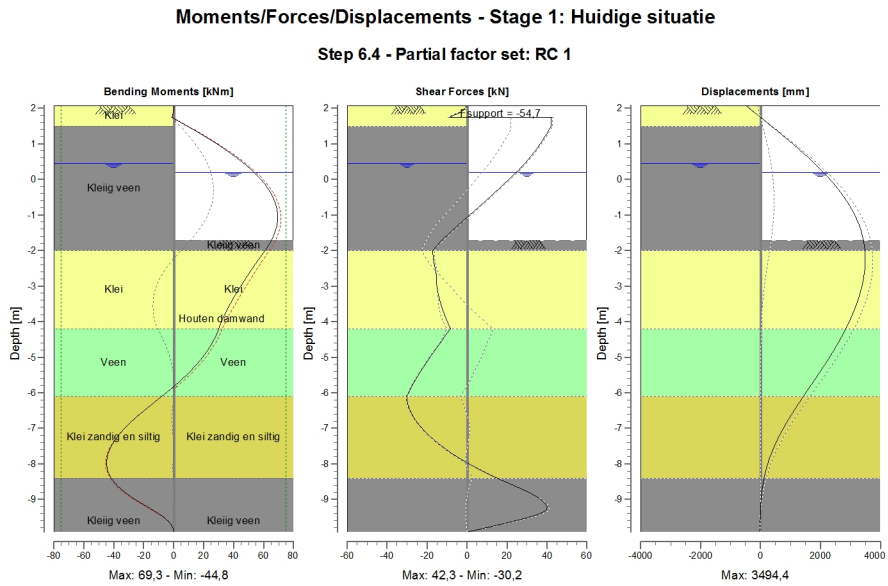


4 Step 6.4 Stage 1: Huidige situatie

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 19

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

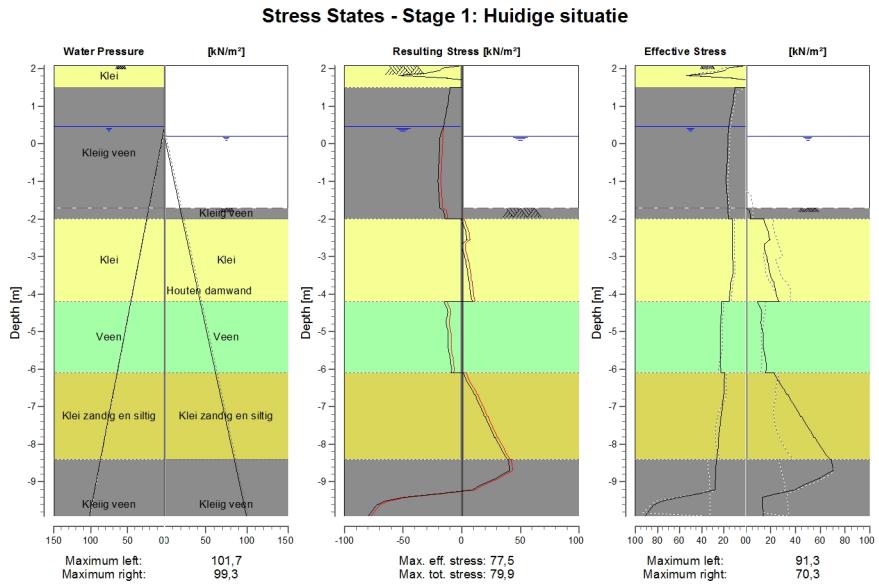


4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,03	-0,27	-481,3
1	1,75	-1,10	-8,51	0,0
2	1,75	-1,46	**42,28**	0,0
2	1,50	9,03	41,94	364,3
3	1,50	9,04	42,09	364,3
3	0,97	29,67	36,28	1110,6
4	0,97	29,67	36,28	1110,6
4	0,45	46,85	28,89	1798,2
5	0,45	46,85	28,89	1798,2
5	0,40	48,27	28,09	1859,3
6	0,40	48,27	28,09	1859,3
6	0,35	49,65	27,27	1919,5
7	0,35	49,65	27,27	1919,5
7	0,20	53,55	24,61	2094,8
8	0,20	53,55	24,61	2094,8
8	0,00	58,10	20,88	2314,7
9	0,00	58,10	20,88	2314,7
9	-0,42	65,14	12,90	2717,7
10	-0,42	65,14	12,90	2717,7
10	-0,83	68,81	4,65	3039,1
11	-0,83	68,81	4,65	3039,1
11	-1,25	**68,99**	-3,74	3274,2
12	-1,25	**68,99**	-3,74	3274,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,71	65,18	-12,65	3434,3
13	-1,71	65,18	-12,65	3434,3
13	-2,00	60,90	-17,07	**3482,3**
14	-2,00	60,90	-17,07	**3482,3**
14	-2,55	51,74	-15,77	3475,2
15	-2,55	51,74	-15,77	3475,2
15	-3,10	43,30	-14,86	3354,6
16	-3,10	43,30	-14,86	3354,6
16	-3,65	35,77	-12,29	3138,9
17	-3,65	35,77	-12,29	3138,9
17	-4,20	30,07	-8,24	2844,5
18	-4,20	30,07	-8,24	2844,5
18	-4,67	24,64	-14,40	2536,8
19	-4,67	24,64	-14,40	2536,8
19	-5,15	16,36	-20,30	2189,2
20	-5,15	16,36	-20,30	2189,2
20	-5,63	5,41	-25,75	1815,3
21	-5,63	5,41	-25,75	1815,3
21	-6,10	-7,91	-30,22	1432,8
22	-6,10	-7,91	-30,22	1432,8
22	-6,67	-24,61	-26,92	989,4
23	-6,67	-24,61	-26,92	989,4
23	-7,25	-37,79	-18,14	604,2
24	-7,25	-37,79	-18,14	604,2
24	-7,83	-44,50	-4,40	308,3
25	-7,83	-44,50	-4,40	308,3
25	-8,40	-41,76	14,87	117,1
26	-8,40	-41,77	14,94	117,1
26	-8,91	-29,12	34,20	30,4
27	-8,91	-29,13	34,43	30,4
27	-9,41	-9,73	36,09	-3,4
28	-9,41	-9,68	36,08	-3,4
28	-9,92	0,01	0,04	-17,4
Max		**68,99**	**42,28**	**3482,3**
Max, minor nodes incl.		69,34	42,28	3494,4

4.1.3 Charts of Stresses

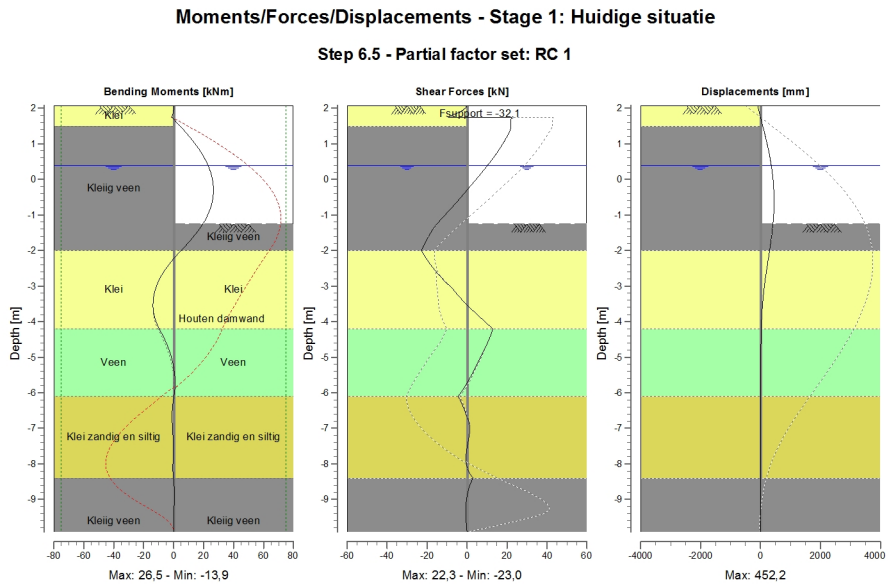


5 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 11

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

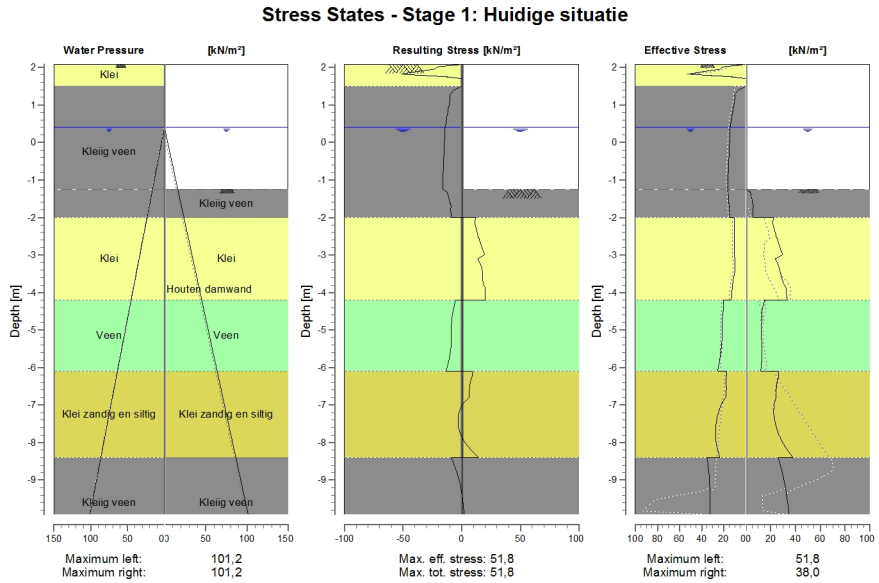


5.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,08	-100,4
1	1,75	-1,27	-9,43	0,0
2	1,75	-1,31	22,34	0,0
2	1,50	4,20	22,00	76,1
3	1,50	4,20	22,02	76,1
3	0,95	15,22	17,29	233,4
4	0,95	15,22	17,29	233,4
4	0,40	22,88	10,30	357,9
5	0,40	22,88	10,30	357,9
5	0,35	23,38	9,58	367,0
6	0,35	23,38	9,58	367,0
6	0,00	25,85	4,49	418,1
7	0,00	25,85	4,49	418,1
7	-0,42	**26,41**	-1,80	**449,1**
8	-0,42	**26,41**	-1,80	**449,1**
8	-0,83	24,31	-8,33	447,2
9	-0,83	24,31	-8,33	447,2
9	-1,25	19,44	-15,08	415,0
10	-1,25	19,44	-15,08	415,0
10	-1,63	12,90	-19,50	365,1
11	-1,63	12,90	-19,50	365,1
11	-2,00	4,93	**-22,97**	302,1
12	-2,00	4,93	**-22,97**	302,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,55	-5,92	-16,20	203,0
13	-2,55	-5,92	-16,20	203,0
13	-3,10	-12,35	-6,94	116,0
14	-3,10	-12,35	-6,94	116,0
14	-3,65	-13,75	2,21	55,1
15	-3,65	-13,75	2,23	55,1
15	-4,20	-9,65	12,93	23,5
16	-4,20	-9,65	12,92	23,5
16	-4,67	-4,24	9,61	13,3
17	-4,67	-4,24	9,61	13,3
17	-5,15	-0,66	5,38	10,4
18	-5,15	-0,66	5,38	10,4
18	-5,63	0,88	1,02	8,7
19	-5,63	0,88	1,02	8,7
19	-6,10	0,13	-4,47	6,0
20	-6,10	0,13	-4,45	6,0
20	-6,67	-1,07	-0,05	2,7
21	-6,67	-1,07	-0,01	2,7
21	-7,25	-0,50	0,95	1,5
22	-7,25	-0,50	0,92	1,5
22	-7,83	-0,46	-0,55	1,7
23	-7,83	-0,46	-0,57	1,7
23	-8,40	-0,19	2,94	3,0
24	-8,40	-0,19	2,97	3,0
24	-8,91	0,43	-0,02	4,5
25	-8,91	0,43	-0,02	4,5
25	-9,41	0,20	-0,62	5,3
26	-9,41	0,20	-0,62	5,3
26	-9,92	0,00	0,00	5,8
Max		**26,41**	**-22,97**	**449,1**
Max, minor nodes incl.		26,51	-22,97	452,2

5.1.3 Charts of Stresses

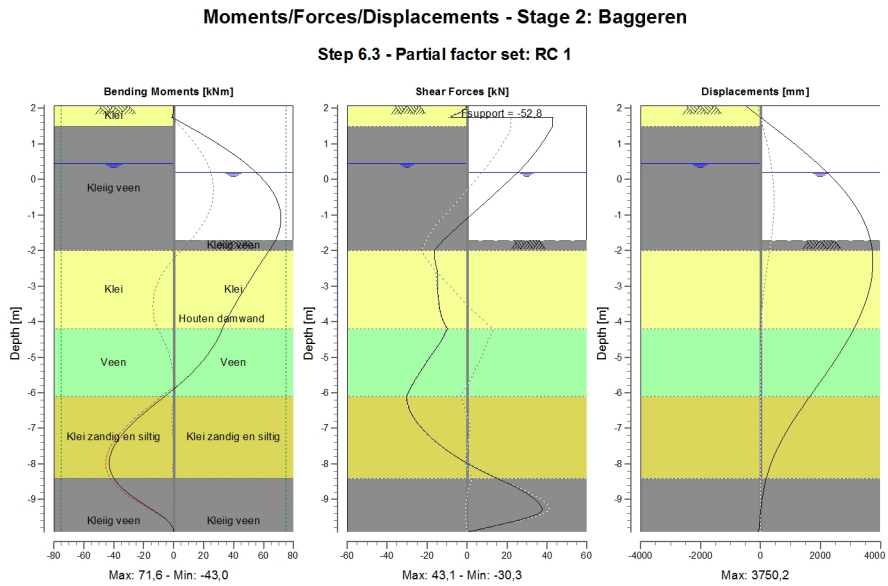


6 Step 6.3 Stage 2: Baggeren

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

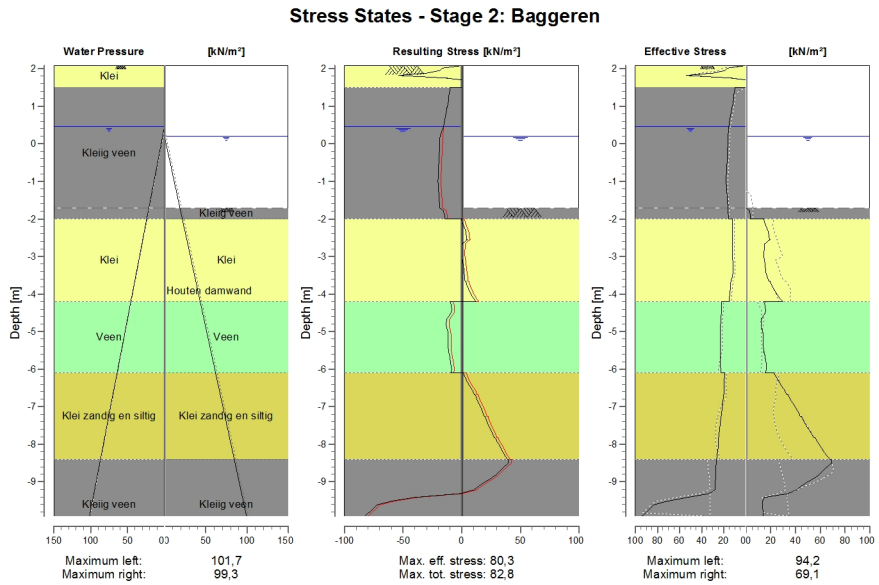


6.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,10	-508,2
1	1,75	-1,06	-8,34	0,0
2	1,75	-1,19	**43,08**	0,0
2	1,50	9,50	42,74	384,6
3	1,50	9,51	42,79	384,6
3	0,97	30,50	36,98	1172,7
4	0,97	30,50	36,98	1172,7
4	0,45	48,05	29,59	1900,5
5	0,45	48,05	29,59	1900,5
5	0,40	49,51	28,80	1965,3
6	0,40	49,51	28,80	1965,3
6	0,35	50,93	27,97	2029,2
7	0,35	50,93	27,97	2029,2
7	0,20	54,93	25,32	2215,4
8	0,20	54,93	25,32	2215,4
8	0,00	59,62	21,58	2449,6
9	0,00	59,62	21,58	2449,6
9	-0,42	66,95	13,60	2880,7
10	-0,42	66,95	13,60	2880,7
10	-0,83	70,91	5,35	3227,9
11	-0,83	70,91	5,35	3227,9
11	-1,25	**71,39**	-3,03	3486,3
12	-1,25	**71,39**	-3,03	3486,3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,71	67,90	-11,94	3668,7
13	-1,71	67,90	-11,94	3668,7
13	-2,00	63,82	-16,37	3728,4
14	-2,00	63,82	-16,37	3728,4
14	-2,55	55,04	-15,07	**3738,8**
15	-2,55	55,04	-15,07	**3738,8**
15	-3,10	46,94	-14,64	3628,4
16	-3,10	46,94	-14,64	3628,4
16	-3,65	39,11	-13,64	3415,1
17	-3,65	39,11	-13,64	3415,1
17	-4,20	32,46	-9,80	3115,9
18	-4,20	32,46	-9,80	3115,9
18	-4,67	26,76	-14,43	2799,6
19	-4,67	26,76	-14,43	2799,6
19	-5,15	18,46	-20,36	2440,0
20	-5,15	18,46	-20,36	2440,0
20	-5,63	7,48	-25,80	2050,6
21	-5,63	7,48	-25,80	2050,6
21	-6,10	-5,87	-30,30	1649,3
22	-6,10	-5,87	-30,30	1649,3
22	-6,67	-22,62	-27,00	1178,6
23	-6,67	-22,62	-27,00	1178,6
23	-7,25	-35,84	-18,24	761,4
24	-7,25	-35,84	-18,24	761,4
24	-7,83	-42,66	-4,70	428,8
25	-7,83	-42,66	-4,70	428,8
25	-8,40	-40,12	14,54	196,5
26	-8,40	-40,12	14,62	196,5
26	-8,91	-28,02	31,81	70,3
27	-8,91	-28,03	31,97	70,3
27	-9,41	-9,87	35,49	-4,7
28	-9,41	-9,79	35,51	-4,7
28	-9,92	0,02	0,12	-60,1
Max		**71,39**	**43,08**	**3738,8**
Max, minor nodes incl.		71,62	43,08	3750,2

6.1.3 Charts of Stresses

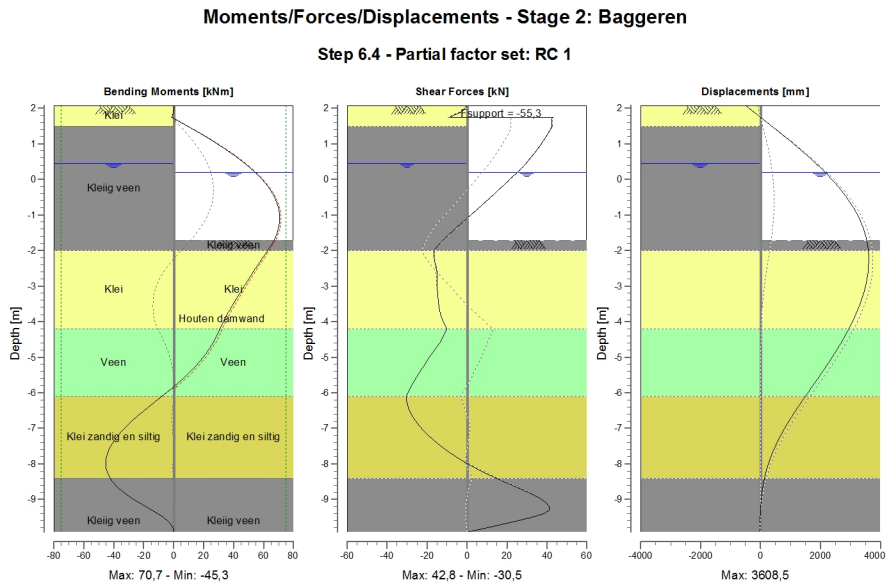


7 Step 6.4 Stage 2: Baggeren

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 10

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

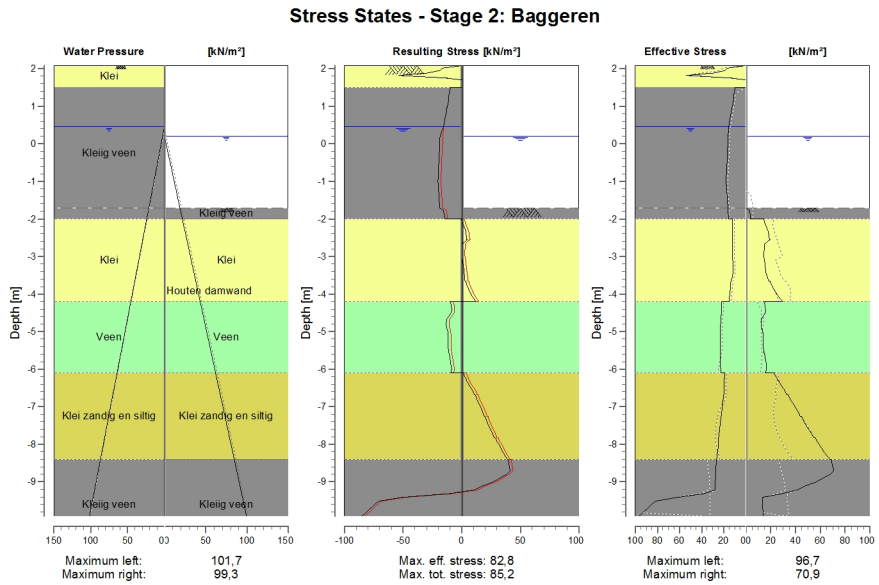


7.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,03	-0,27	-493,8
1	1,75	-1,10	-8,52	0,0
2	1,75	-1,47	**42,77**	0,0
2	1,50	9,14	42,43	373,8
3	1,50	9,15	42,58	373,8
3	0,97	30,04	36,77	1139,8
4	0,97	30,04	36,77	1139,8
4	0,45	47,47	29,38	1846,3
5	0,45	47,47	29,38	1846,3
5	0,40	48,92	28,59	1909,1
6	0,40	48,92	28,59	1909,1
6	0,35	50,33	27,76	1971,1
7	0,35	50,33	27,76	1971,1
7	0,20	54,30	25,11	2151,5
8	0,20	54,30	25,11	2151,5
8	0,00	58,95	21,37	2378,1
9	0,00	58,95	21,37	2378,1
9	-0,42	66,20	13,39	2794,1
10	-0,42	66,20	13,39	2794,1
10	-0,83	70,07	5,14	3127,1
11	-0,83	70,07	5,14	3127,1
11	-1,25	**70,46**	-3,24	3372,4
12	-1,25	**70,46**	-3,24	3372,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-1,71	66,88	-12,15	3541,5
13	-1,71	66,88	-12,15	3541,5
13	-2,00	62,73	-16,58	**3593,8**
14	-2,00	62,73	-16,58	**3593,8**
14	-2,55	53,84	-15,28	3591,9
15	-2,55	53,84	-15,28	3591,9
15	-3,10	45,62	-14,85	3471,8
16	-3,10	45,62	-14,85	3471,8
16	-3,65	37,68	-13,85	3251,7
17	-3,65	37,68	-13,85	3251,7
17	-4,20	30,91	-10,00	2948,8
18	-4,20	30,91	-10,00	2948,8
18	-4,67	25,11	-14,64	2632,1
19	-4,67	25,11	-14,64	2632,1
19	-5,15	16,71	-20,57	2274,7
20	-5,15	16,71	-20,57	2274,7
20	-5,63	5,64	-26,01	1890,4
21	-5,63	5,64	-26,01	1890,4
21	-6,10	-7,82	-30,51	1497,2
22	-6,10	-7,82	-30,51	1497,2
22	-6,67	-24,69	-27,21	1040,6
23	-6,67	-24,69	-27,21	1040,6
23	-7,25	-38,03	-18,45	642,5
24	-7,25	-38,03	-18,45	642,5
24	-7,83	-44,97	-4,91	334,2
25	-7,83	-44,97	-4,91	334,2
25	-8,40	-42,55	14,33	131,8
26	-8,40	-42,56	14,39	131,8
26	-8,91	-30,13	34,22	36,7
27	-8,91	-30,14	34,49	36,7
27	-9,41	-10,25	38,00	-3,7
28	-9,41	-10,19	37,96	-3,7
28	-9,92	0,01	0,04	-23,3
Max		**70,46**	**42,77**	**3593,8**
Max, minor nodes incl.		70,72	42,77	3608,5

7.1.3 Charts of Stresses

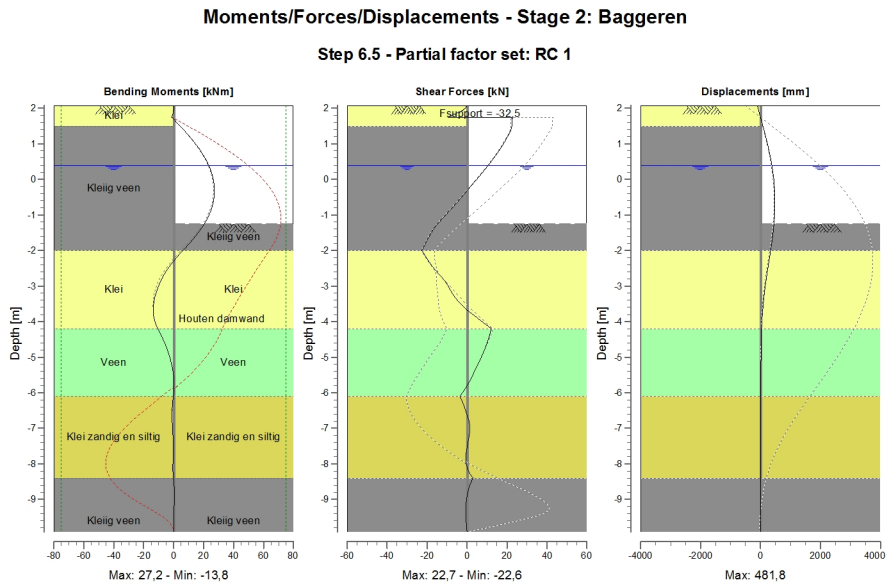


8 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

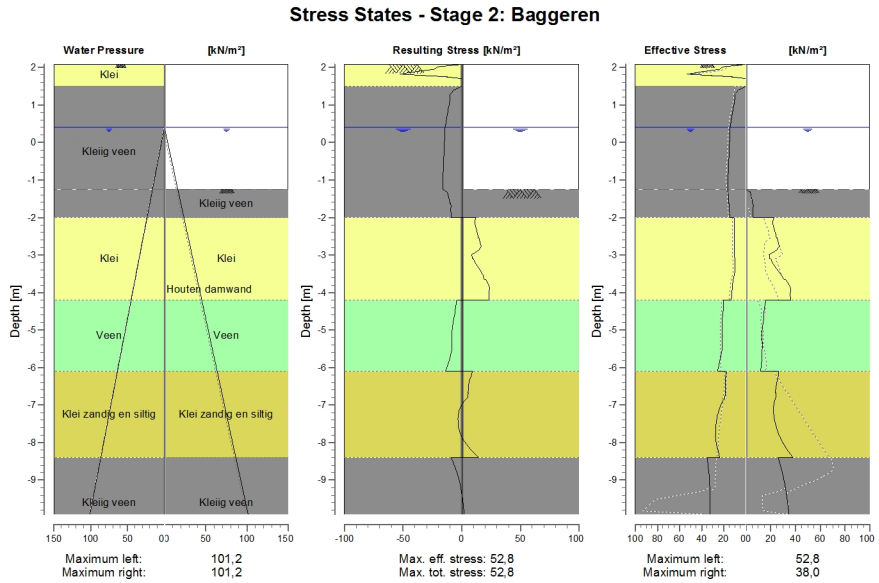


8.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,09	-105,2
1	1,75	-1,28	-9,54	0,0
2	1,75	-1,32	**22,66**	0,0
2	1,50	4,27	22,32	79,7
3	1,50	4,27	22,34	79,7
3	0,95	15,47	17,62	244,8
4	0,95	15,47	17,62	244,8
4	0,40	23,31	10,62	376,7
5	0,40	23,31	10,62	376,7
5	0,35	23,82	9,91	386,4
6	0,35	23,82	9,91	386,4
6	0,00	26,40	4,81	441,6
7	0,00	26,40	4,81	441,6
7	-0,42	**27,10**	-1,48	476,9
8	-0,42	**27,10**	-1,48	476,9
8	-0,83	25,13	-8,00	**478,4**
9	-0,83	25,13	-8,00	**478,4**
9	-1,25	20,40	-14,76	448,6
10	-1,25	20,40	-14,76	448,6
10	-1,63	13,98	-19,18	399,8
11	-1,63	13,98	-19,18	399,8
11	-2,00	6,13	-22,64	336,8
12	-2,00	6,13	-22,64	336,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-2,55	-4,54	-15,88	235,4
13	-2,55	-4,54	-15,88	235,4
13	-3,10	-11,04	-8,54	143,2
14	-3,10	-11,04	-8,54	143,2
14	-3,65	-13,75	-0,40	74,5
15	-3,65	-13,76	-0,37	74,5
15	-4,20	-10,57	12,14	34,9
16	-4,20	-10,56	12,15	34,9
16	-4,67	-5,37	9,54	19,4
17	-4,67	-5,37	9,54	19,4
17	-5,15	-1,69	5,81	12,9
18	-5,15	-1,69	5,81	12,9
18	-5,63	0,12	1,76	9,4
19	-5,63	0,12	1,77	9,4
19	-6,10	-0,24	-3,62	6,0
20	-6,10	-0,24	-3,60	6,0
20	-6,67	-1,10	0,25	2,6
21	-6,67	-1,10	0,29	2,6
21	-7,25	-0,46	0,92	1,5
22	-7,25	-0,46	0,90	1,5
22	-7,83	-0,45	-0,58	1,7
23	-7,83	-0,45	-0,61	1,7
23	-8,40	-0,19	2,94	3,0
24	-8,40	-0,19	2,97	3,0
24	-8,91	0,43	-0,02	4,5
25	-8,91	0,43	-0,02	4,5
25	-9,41	0,20	-0,62	5,3
26	-9,41	0,20	-0,62	5,3
26	-9,92	0,00	0,00	5,8
Max		**27,10**	**22,66**	**478,4**
Max, minor nodes incl.		27,17	22,66	481,8

8.1.3 Charts of Stresses



End of Report

Report for D-Sheet Piling 18.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Sweco Nederland B.V.
Date of report:	1-6-2018
Time of report:	15:16:15
Report with version:	18.1.1.2
Date of calculation:	6/1/2018
Time of calculation:	3:09:31 PM
Calculated with version:	18.1.1.2
File name:	\..\2. D-Sheet piling\F2. Haastrecht west (hout)\F2. Haastrecht west
Project identification:	Gekanaliseerde Hollandse IJssel (GHIJ) Haastrecht west

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	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		40,77	32,62	96,6	97,3	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		40,69	32,63	97,4	98,0	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5	192,8	16,12	18,86	63,3	68,5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		19,34	22,63			
2	EC7(NL)-Step 6.3		**42,54**	33,39	97,1	97,7	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.4		42,44	**33,40**	**98,3**	**98,7**	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5	208,3	16,62	19,16	62,9	68,6	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		19,95	23,00			
Max			**42,54**	**33,40**	**98,3**	**98,7**	Sufficient

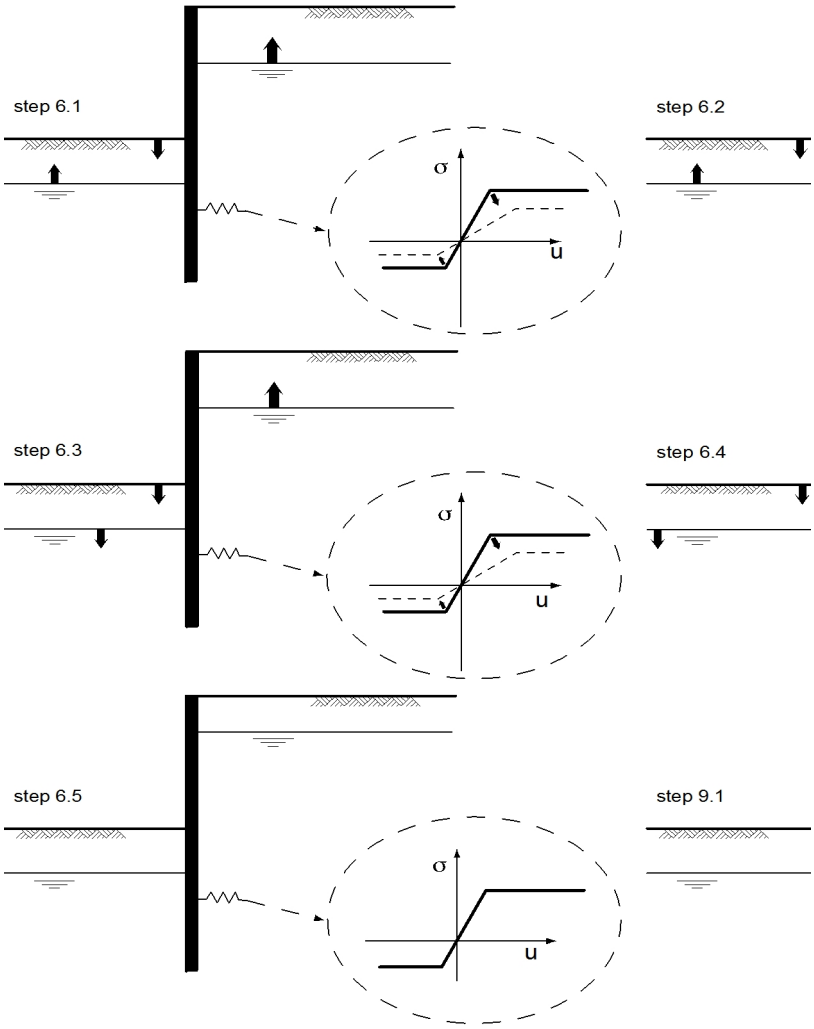
1.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Huidige situatie	1,22
Baggeren	1,22

1.3 Warnings

* Phi values
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
- Bodemopbouw

1.4 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	2
Unit weight of water	9,81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

2.2 Sheet Piling Properties

Length	7,00 m
Level top side	2,08 m
Number of sections	1
q_b;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

2.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Houten damwand	-4,92	2,08	Wood	1,00

2.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
Houten damwand	1,3800E+02	1,00	1,3800E+02	

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]
Houten damwand	90,00	1,00	1,20	1,00	75,00

2.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m']
Houten damwand	-4,92	2,08	60,00	1,41	198,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all sta Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00

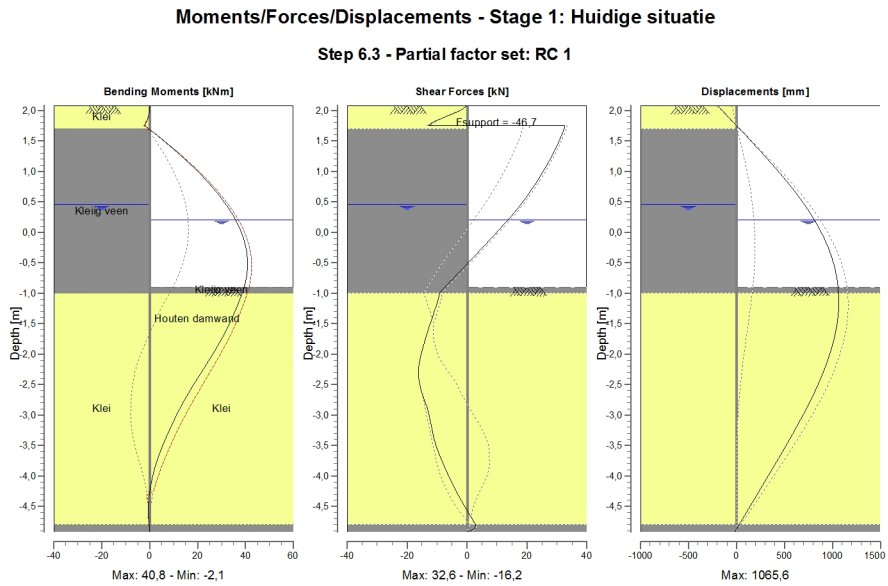
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,15
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Cohesion	1,30
- Tangent phi	1,20
- Factor on unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20

3 Step 6.3 Stage 1: Huidige situatie

3.1 Calculation Results

Number of iterations: 11

3.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

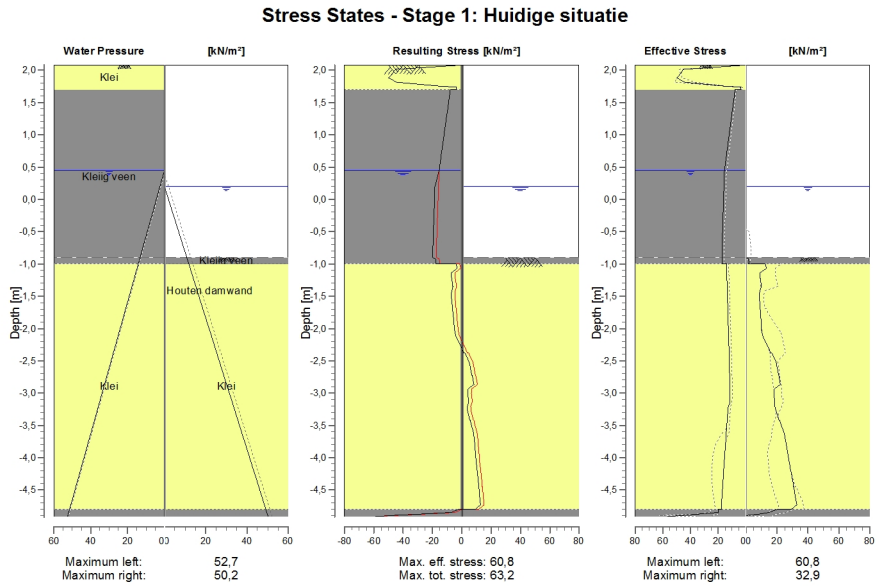


3.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,07	-196,4
1	1,75	-2,06	-12,87	0,0
2	1,75	-2,10	**32,62**	0,0
2	1,70	-0,48	32,38	29,8
3	1,70	-0,48	32,39	29,8
3	1,39	9,23	29,64	215,3
4	1,39	9,23	29,64	215,3
4	1,07	17,99	26,30	394,4
5	1,07	17,99	26,30	394,4
5	0,76	25,60	22,36	560,7
6	0,76	25,60	22,36	560,7
6	0,45	31,90	17,82	709,1
7	0,45	31,90	17,82	709,1
7	0,40	32,77	17,03	730,8
8	0,40	32,77	17,03	730,8
8	0,35	33,60	16,21	752,0
9	0,35	33,60	16,21	752,0
9	0,20	35,84	13,59	811,7
10	0,20	35,84	13,59	811,7
10	0,00	38,19	9,89	882,3
11	0,00	38,19	9,89	882,3
11	-0,23	39,94	5,67	948,4
12	-0,23	39,94	5,67	948,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,45	**40,73**	1,36	999,9
13	-0,45	**40,73**	1,38	999,9
13	-0,68	40,54	-3,03	1036,7
14	-0,68	40,54	-3,01	1036,7
14	-0,90	39,36	-7,49	1058,4
15	-0,90	39,36	-7,47	1058,4
15	-1,00	38,54	-9,21	**1063,2**
16	-1,00	38,54	-9,21	**1063,2**
16	-1,35	35,05	-11,21	1059,5
17	-1,35	35,05	-11,21	1059,5
17	-1,69	30,77	-13,55	1025,4
18	-1,69	30,77	-13,55	1025,4
18	-2,04	25,75	-15,48	964,8
19	-2,04	25,75	-15,48	964,8
19	-2,38	20,21	-16,19	882,0
20	-2,38	20,21	-16,19	882,0
20	-2,73	14,87	-14,45	781,7
21	-2,73	14,87	-14,45	781,7
21	-3,07	10,29	-12,38	668,5
22	-3,07	10,29	-12,38	668,5
22	-3,42	6,27	-10,87	546,3
23	-3,42	6,27	-10,87	546,3
23	-3,76	2,93	-8,28	418,7
24	-3,76	2,93	-8,28	418,7
24	-4,11	0,61	-5,07	288,4
25	-4,11	0,61	-5,07	288,4
25	-4,45	-0,51	-1,33	157,6
26	-4,45	-0,51	-1,33	157,6
26	-4,80	-0,25	2,77	27,0
27	-4,80	-0,25	2,86	27,0
27	-4,92	0,00	-0,01	-18,2
Max		**40,73**	**32,62**	**1063,2**
Max, minor nodes incl.		40,77	32,62	1065,6

3.1.3 Charts of Stresses

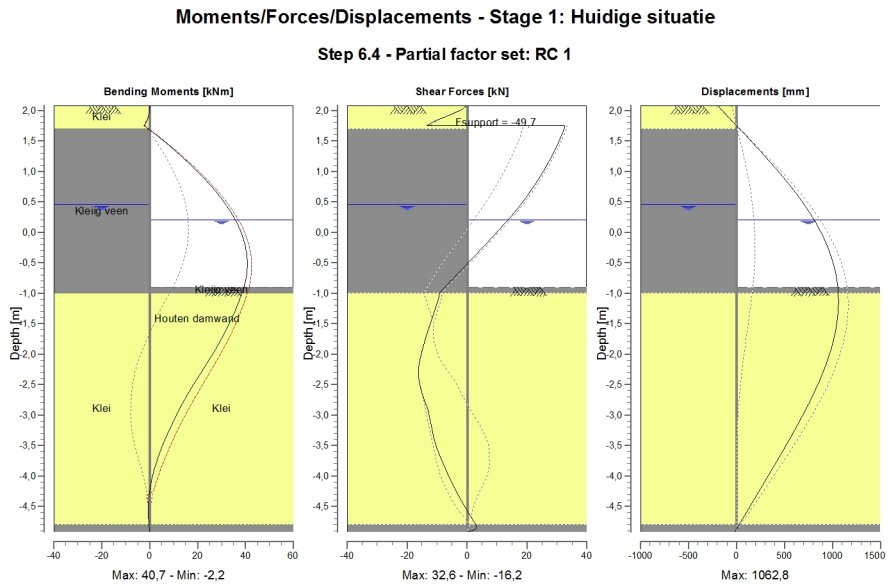


4 Step 6.4 Stage 1: Huidige situatie

4.1 Calculation Results

Number of iterations: 11

4.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

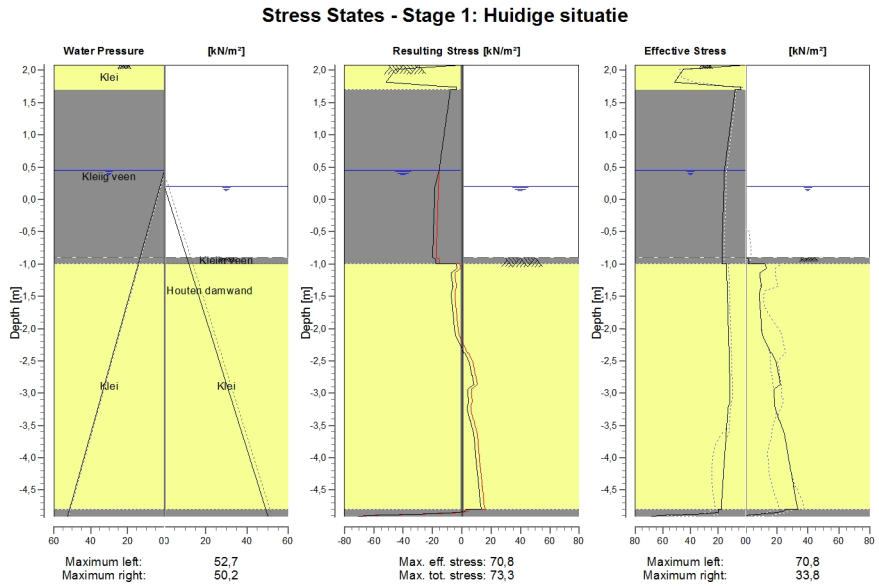


4.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,11	-195,8
1	1,75	-2,10	-13,36	0,0
2	1,75	-2,20	**32,63**	0,0
2	1,70	-0,58	32,39	29,7
3	1,70	-0,58	32,39	29,7
3	1,39	9,13	29,65	214,7
4	1,39	9,13	29,65	214,7
4	1,07	17,89	26,31	393,2
5	1,07	17,89	26,31	393,2
5	0,76	25,51	22,37	559,2
6	0,76	25,51	22,37	559,2
6	0,45	31,81	17,82	707,2
7	0,45	31,81	17,82	707,2
7	0,40	32,68	17,04	728,9
8	0,40	32,68	17,04	728,9
8	0,35	33,51	16,22	750,0
9	0,35	33,51	16,22	750,0
9	0,20	35,75	13,60	809,6
10	0,20	35,75	13,60	809,6
10	0,00	38,10	9,90	880,0
11	0,00	38,10	9,90	880,0
11	-0,23	39,85	5,67	945,9
12	-0,23	39,85	5,67	945,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,45	**40,65**	1,37	997,3
13	-0,45	**40,65**	1,38	997,3
13	-0,68	40,46	-3,03	1034,0
14	-0,68	40,46	-3,00	1034,0
14	-0,90	39,28	-7,48	1055,7
15	-0,90	39,28	-7,46	1055,7
15	-1,00	38,47	-9,21	**1060,5**
16	-1,00	38,47	-9,21	**1060,5**
16	-1,35	34,98	-11,20	1056,7
17	-1,35	34,98	-11,20	1056,7
17	-1,69	30,70	-13,54	1022,7
18	-1,69	30,70	-13,54	1022,7
18	-2,04	25,68	-15,47	962,2
19	-2,04	25,68	-15,47	962,2
19	-2,38	20,14	-16,18	879,6
20	-2,38	20,14	-16,18	879,6
20	-2,73	14,81	-14,44	779,5
21	-2,73	14,81	-14,44	779,5
21	-3,07	10,23	-12,37	666,5
22	-3,07	10,23	-12,37	666,5
22	-3,42	6,21	-10,86	544,7
23	-3,42	6,21	-10,86	544,7
23	-3,76	2,88	-8,27	417,4
24	-3,76	2,88	-8,27	417,4
24	-4,11	0,56	-5,06	287,6
25	-4,11	0,56	-5,06	287,6
25	-4,45	-0,56	-1,32	157,2
26	-4,45	-0,56	-1,32	157,2
26	-4,80	-0,30	2,93	27,2
27	-4,80	-0,30	3,05	27,2
27	-4,92	0,00	0,08	-17,8
Max		**40,65**	**32,63**	**1060,5**
Max, minor nodes incl.		40,69	32,63	1062,8

4.1.3 Charts of Stresses

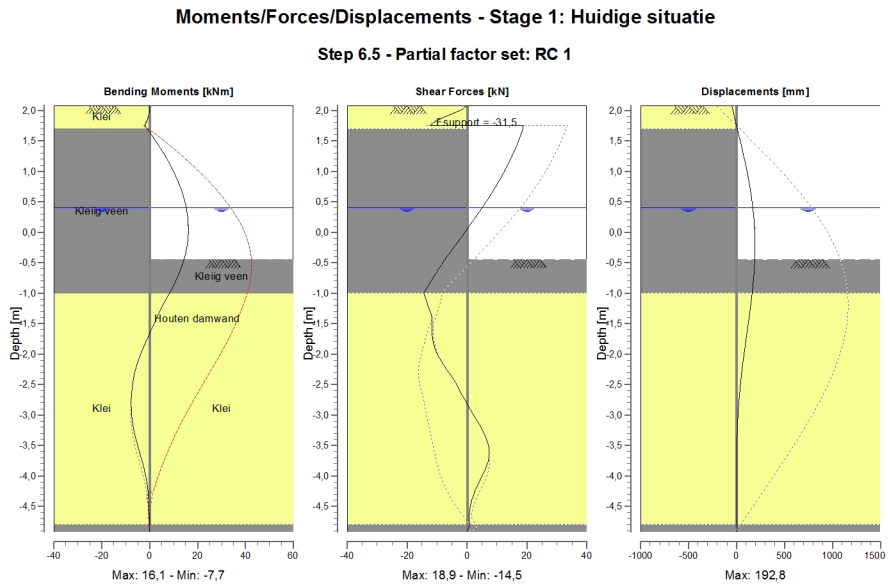


5 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 9

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

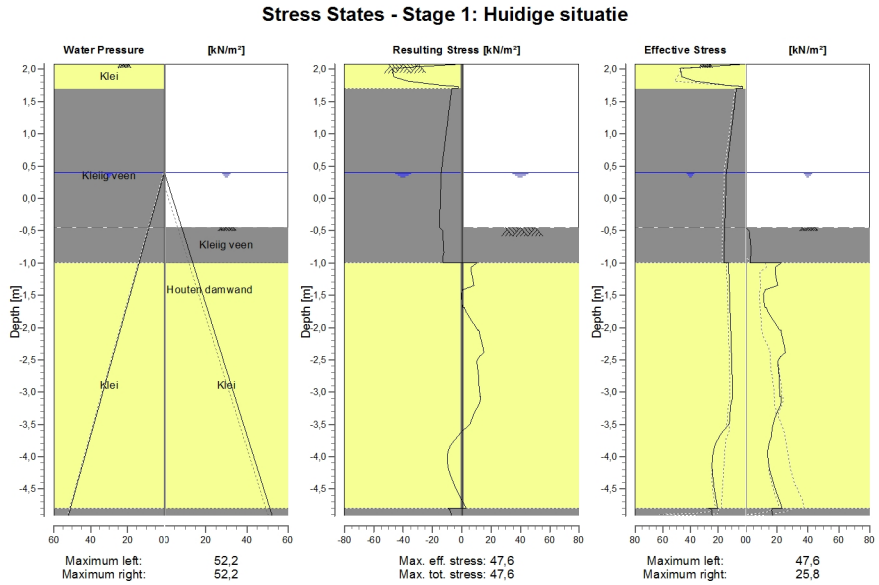


5.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	-0,05	-49,7
1	1,75	-2,03	-12,21	0,0
2	1,75	-2,04	**18,86**	0,0
2	1,70	-1,11	18,63	7,6
3	1,70	-1,11	18,63	7,6
3	1,38	4,55	16,11	56,8
4	1,38	4,55	16,09	56,8
4	1,05	9,29	12,98	102,6
5	1,05	9,29	12,96	102,6
5	0,72	12,92	9,26	141,3
6	0,72	12,92	9,26	141,3
6	0,40	15,25	4,98	170,2
7	0,40	15,25	4,98	170,2
7	0,35	15,48	4,28	173,7
8	0,35	15,48	4,28	173,7
8	0,17	16,01	1,79	183,6
9	0,17	16,01	1,79	183,6
9	0,00	**16,10**	-0,75	189,9
10	0,00	**16,10**	-0,75	189,9
10	-0,23	15,56	-4,07	**192,8**
11	-0,23	15,56	-4,07	**192,8**
11	-0,45	14,26	-7,46	190,0
12	-0,45	14,26	-7,46	190,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,72	11,71	-11,05	179,5
13	-0,72	11,71	-11,05	179,5
13	-1,00	8,19	-14,51	162,7
14	-1,00	8,19	-14,51	162,7
14	-1,35	3,62	-11,95	135,5
15	-1,35	3,62	-11,95	135,5
15	-1,69	-0,40	-11,60	105,1
16	-1,69	-0,40	-11,60	105,1
16	-2,04	-4,15	-9,56	75,1
17	-2,04	-4,15	-9,56	75,1
17	-2,38	-6,69	-4,96	48,5
18	-2,38	-6,69	-4,96	48,5
18	-2,73	-7,70	-1,02	27,7
19	-2,73	-7,70	-1,01	27,7
19	-3,07	-7,36	3,06	13,4
20	-3,07	-7,36	3,07	13,4
20	-3,42	-5,62	6,61	5,3
21	-3,42	-5,62	6,63	5,3
21	-3,76	-3,13	7,00	2,0
22	-3,76	-3,13	7,00	2,0
22	-4,11	-1,20	3,93	1,5
23	-4,11	-1,20	3,92	1,5
23	-4,45	-0,36	1,28	2,1
24	-4,45	-0,36	1,27	2,1
24	-4,80	-0,05	0,93	3,1
25	-4,80	-0,05	0,93	3,1
25	-4,92	0,00	0,00	3,5
Max		**16,10**	**18,86**	**192,8**
Max, minor nodes incl.		16,12	18,86	192,8

5.1.3 Charts of Stresses

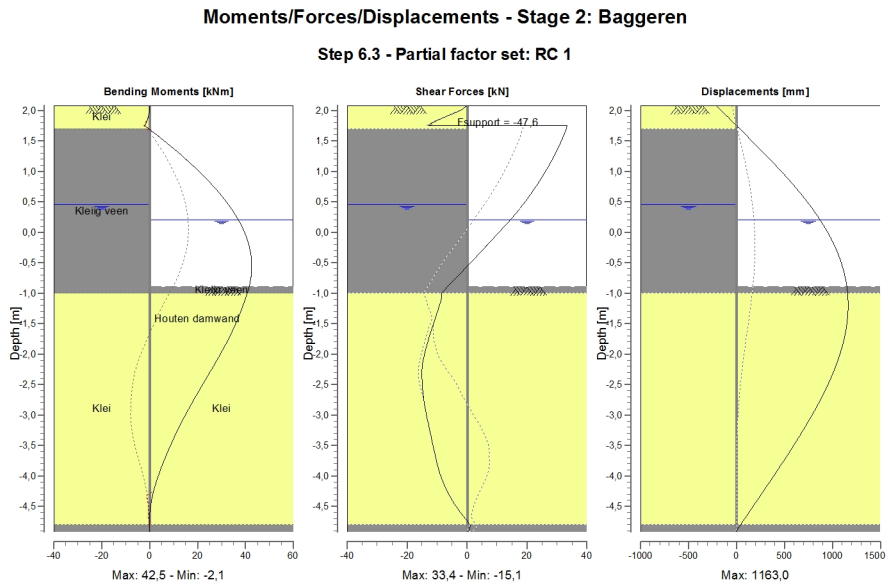


6 Step 6.3 Stage 2: Baggeren

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 7

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

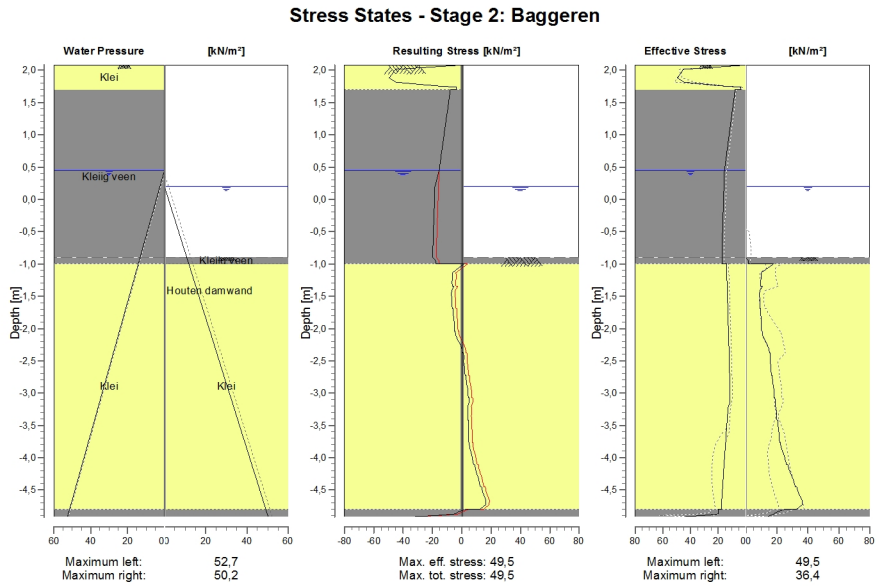


6.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,08	-210,1
1	1,75	-2,06	-12,88	0,0
2	1,75	-2,10	**33,39**	0,0
2	1,70	-0,44	33,15	31,9
3	1,70	-0,44	33,16	31,9
3	1,39	9,51	30,41	230,3
4	1,39	9,51	30,41	230,3
4	1,07	18,50	27,07	422,0
5	1,07	18,50	27,07	422,0
5	0,76	26,36	23,13	600,7
6	0,76	26,36	23,13	600,7
6	0,45	32,89	18,59	760,8
7	0,45	32,89	18,59	760,8
7	0,40	33,80	17,80	784,4
8	0,40	33,80	17,80	784,4
8	0,35	34,67	16,98	807,3
9	0,35	34,67	16,98	807,3
9	0,20	37,03	14,36	872,4
10	0,20	37,03	14,36	872,4
10	0,00	39,53	10,66	949,7
11	0,00	39,53	10,66	949,7
11	-0,23	41,46	6,44	1022,9
12	-0,23	41,46	6,44	1022,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,45	**42,42**	2,13	1081,0
13	-0,45	**42,42**	2,15	1081,0
13	-0,68	42,41	-2,27	1123,7
14	-0,68	42,41	-2,24	1123,7
14	-0,90	41,40	-6,72	1150,8
15	-0,90	41,40	-6,70	1150,8
15	-1,00	40,66	-8,48	1157,6
16	-1,00	40,66	-8,48	1157,6
16	-1,35	37,51	-10,17	**1159,9**
17	-1,35	37,51	-10,17	**1159,9**
17	-1,69	33,60	-12,47	1129,8
18	-1,69	33,60	-12,47	1129,8
18	-2,04	28,96	-14,37	1070,7
19	-2,04	28,96	-14,37	1070,7
19	-2,38	23,81	-15,06	986,5
20	-2,38	23,81	-15,06	986,5
20	-2,73	18,70	-14,50	881,8
21	-2,73	18,70	-14,50	881,8
21	-3,07	13,89	-13,25	760,9
22	-3,07	13,89	-13,25	760,9
22	-3,42	9,58	-11,74	628,0
23	-3,42	9,58	-11,74	628,0
23	-3,76	5,79	-10,17	486,7
24	-3,76	5,79	-10,17	486,7
24	-4,11	2,63	-7,94	340,4
25	-4,11	2,63	-7,94	340,4
25	-4,45	0,48	-4,25	191,7
26	-4,45	0,48	-4,25	191,7
26	-4,80	-0,10	0,92	42,5
27	-4,80	-0,10	1,02	42,5
27	-4,92	0,00	-0,02	-9,3
Max		**42,42**	**33,39**	**1159,9**
Max, minor nodes incl.		42,54	33,39	1163,0

6.1.3 Charts of Stresses

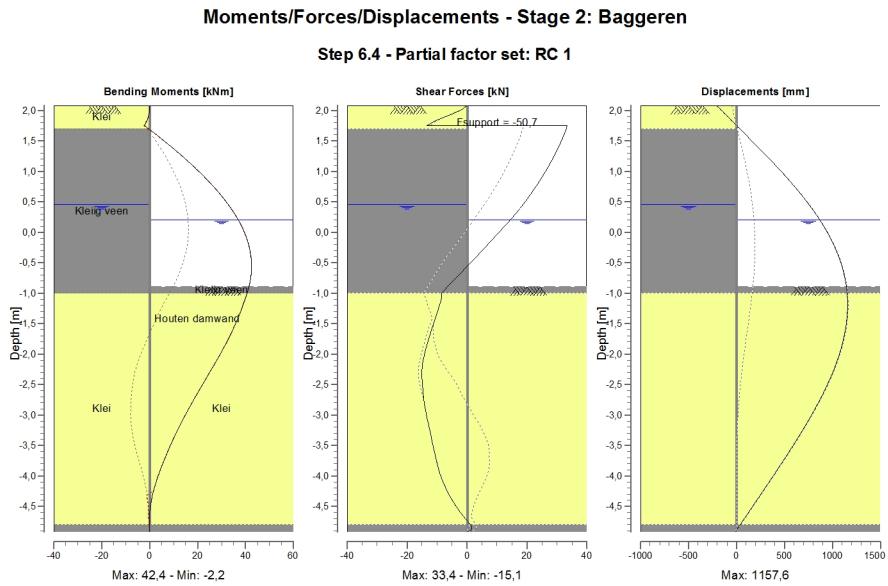


7 Step 6.4 Stage 2: Baggeren

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 9

7.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

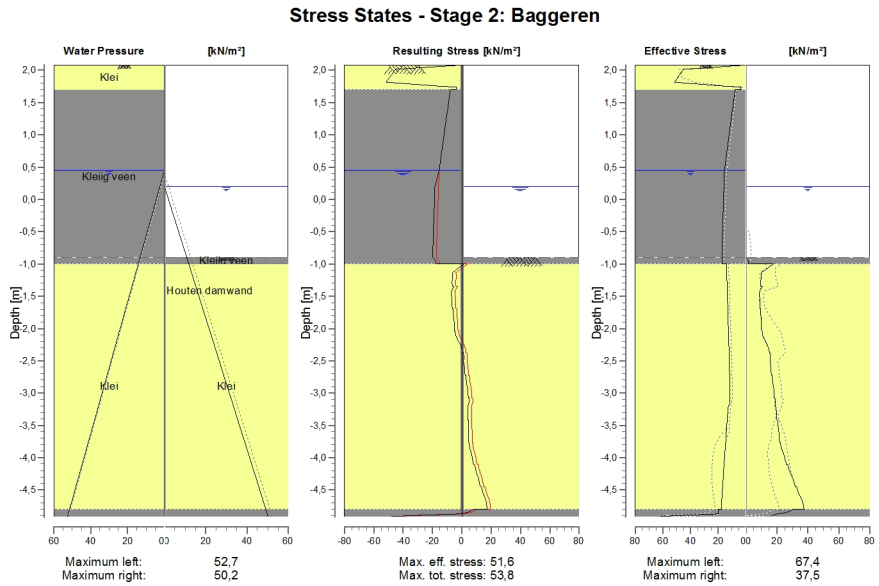


7.1.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,01	-0,12	-209,1
1	1,75	-2,10	-13,36	0,0
2	1,75	-2,21	**33,40**	0,0
2	1,70	-0,55	33,16	31,8
3	1,70	-0,55	33,16	31,8
3	1,39	9,40	30,42	229,3
4	1,39	9,40	30,42	229,3
4	1,07	18,40	27,08	420,2
5	1,07	18,40	27,08	420,2
5	0,76	26,26	23,14	598,2
6	0,76	26,26	23,14	598,2
6	0,45	32,80	18,59	757,6
7	0,45	32,80	18,59	757,6
7	0,40	33,71	17,80	781,1
8	0,40	33,71	17,80	781,1
8	0,35	34,58	16,99	804,0
9	0,35	34,58	16,99	804,0
9	0,20	36,93	14,37	868,8
10	0,20	36,93	14,37	868,8
10	0,00	39,44	10,67	945,7
11	0,00	39,44	10,67	945,7
11	-0,23	41,36	6,44	1018,6
12	-0,23	41,36	6,44	1018,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,45	**42,33**	2,14	1076,4
13	-0,45	**42,33**	2,15	1076,4
13	-0,68	42,32	-2,26	1118,9
14	-0,68	42,32	-2,23	1118,9
14	-0,90	41,31	-6,71	1145,6
15	-0,90	41,31	-6,69	1145,6
15	-1,00	40,57	-8,47	1152,4
16	-1,00	40,57	-8,47	1152,4
16	-1,35	37,42	-10,16	**1154,4**
17	-1,35	37,42	-10,16	**1154,4**
17	-1,69	33,52	-12,46	1124,0
18	-1,69	33,52	-12,46	1124,0
18	-2,04	28,88	-14,36	1064,8
19	-2,04	28,88	-14,36	1064,8
19	-2,38	23,74	-15,05	980,6
20	-2,38	23,74	-15,05	980,6
20	-2,73	18,62	-14,49	875,8
21	-2,73	18,62	-14,49	875,8
21	-3,07	13,82	-13,24	755,0
22	-3,07	13,82	-13,24	755,0
22	-3,42	9,51	-11,73	622,1
23	-3,42	9,51	-11,73	622,1
23	-3,76	5,73	-10,16	481,0
24	-3,76	5,73	-10,16	481,0
24	-4,11	2,57	-7,94	334,9
25	-4,11	2,57	-7,94	334,9
25	-4,45	0,42	-4,24	186,5
26	-4,45	0,42	-4,24	186,5
26	-4,80	-0,15	1,15	37,6
27	-4,80	-0,16	1,27	37,6
27	-4,92	0,00	0,08	-14,1
Max		**42,33**	**33,40**	**1154,4**
Max, minor nodes incl.		42,44	33,40	1157,6

7.1.3 Charts of Stresses

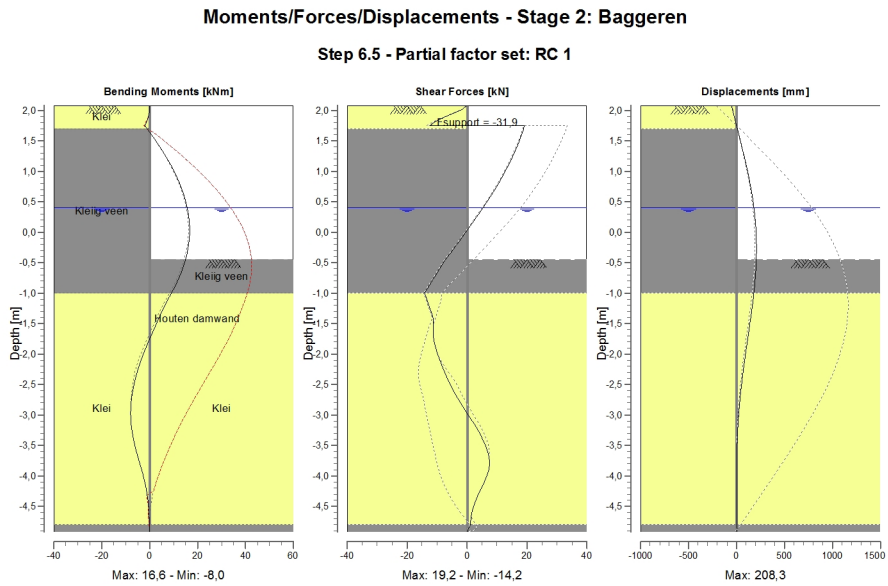


8 Step 6.5 Stage 2: Baggeren

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

8.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

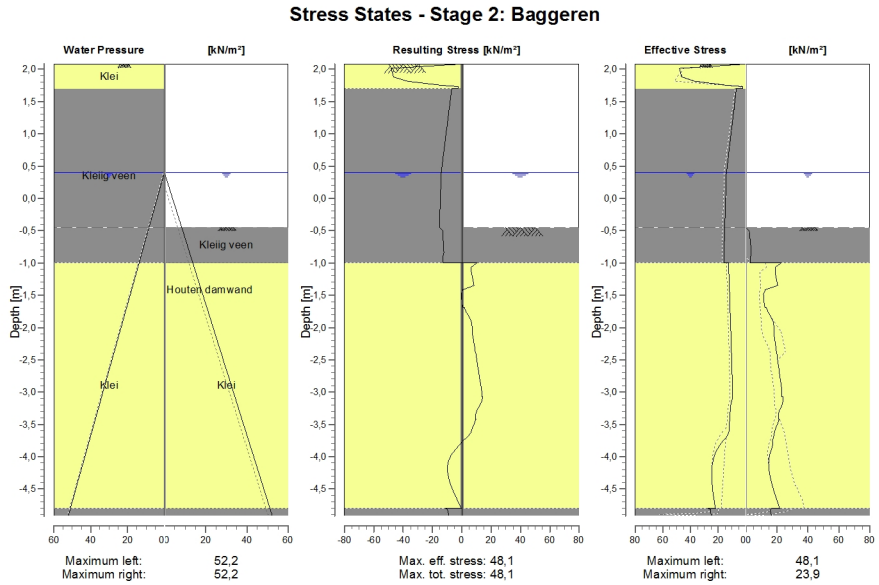


8.1.2 Moments, Forces and Displacements

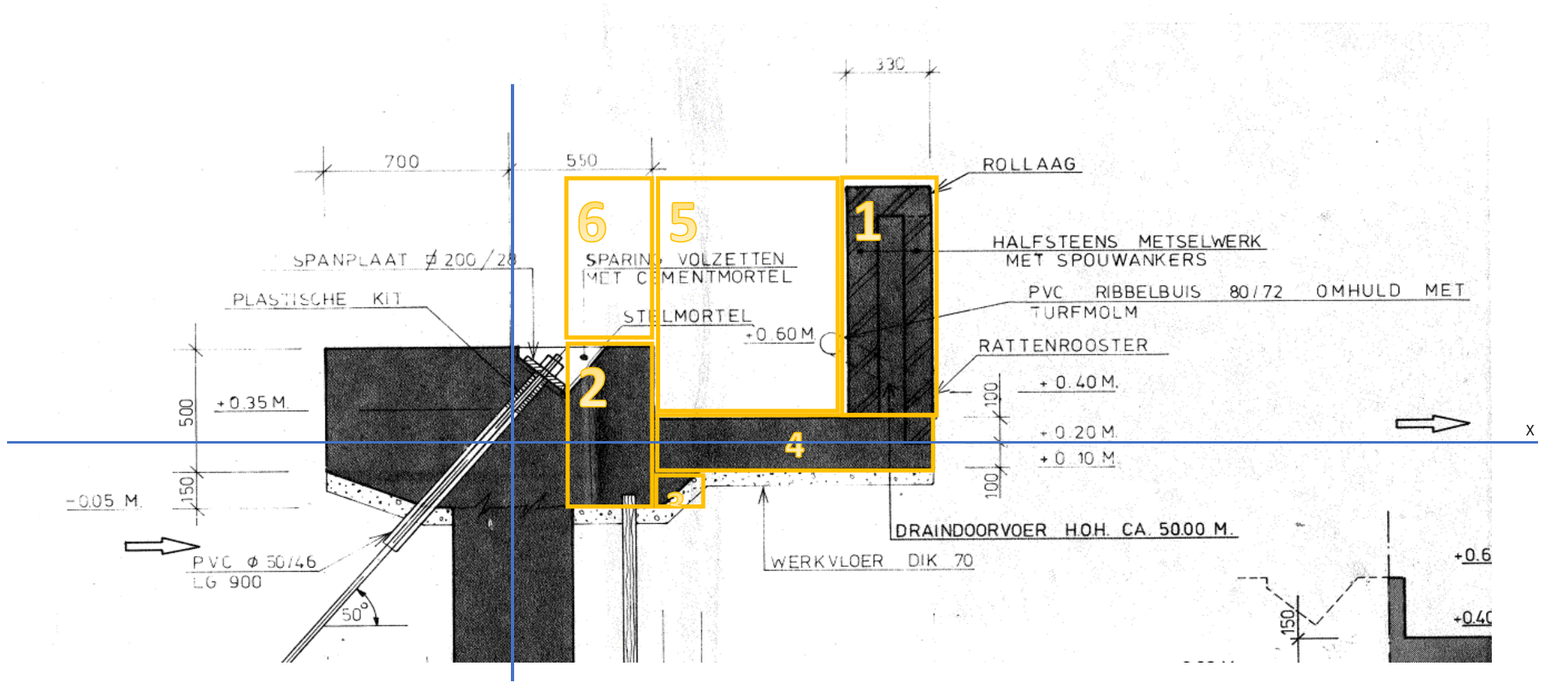
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	2,08	0,00	-0,06	-52,7
1	1,75	-2,05	-12,35	0,0
2	1,75	-2,07	**19,16**	0,0
2	1,70	-1,11	18,93	8,1
3	1,70	-1,11	18,94	8,1
3	1,38	4,65	16,42	60,2
4	1,38	4,65	16,39	60,2
4	1,05	9,48	13,29	108,9
5	1,05	9,48	13,26	108,9
5	0,72	13,21	9,57	150,3
6	0,72	13,21	9,57	150,3
6	0,40	15,64	5,29	181,8
7	0,40	15,64	5,29	181,8
7	0,35	15,89	4,59	185,6
8	0,35	15,89	4,59	185,6
8	0,17	16,47	2,09	196,6
9	0,17	16,47	2,09	196,6
9	0,00	**16,62**	-0,44	204,0
10	0,00	**16,62**	-0,44	204,0
10	-0,23	16,14	-3,76	**208,2**
11	-0,23	16,14	-3,76	**208,2**
11	-0,45	14,92	-7,16	206,4
12	-0,45	14,92	-7,16	206,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-0,72	12,44	-10,74	196,9
13	-0,72	12,44	-10,74	196,9
13	-1,00	9,02	-14,21	180,6
14	-1,00	9,02	-14,21	180,6
14	-1,35	4,55	-11,65	153,4
15	-1,35	4,55	-11,65	153,4
15	-1,69	0,63	-11,30	122,2
16	-1,69	0,63	-11,30	122,2
16	-2,04	-3,03	-9,53	90,5
17	-2,04	-3,03	-9,53	90,5
17	-2,38	-5,86	-6,74	61,3
18	-2,38	-5,86	-6,74	61,3
18	-2,73	-7,59	-3,10	37,1
19	-2,73	-7,59	-3,09	37,1
19	-3,07	-7,91	1,38	19,4
20	-3,07	-7,91	1,39	19,4
20	-3,42	-6,68	5,35	8,4
21	-3,42	-6,68	5,38	8,4
21	-3,76	-4,37	7,51	3,1
22	-3,76	-4,37	7,52	3,1
22	-4,11	-2,00	5,63	1,6
23	-4,11	-2,00	5,62	1,6
23	-4,45	-0,62	2,49	1,8
24	-4,45	-0,62	2,48	1,8
24	-4,80	-0,07	1,13	2,7
25	-4,80	-0,07	1,13	2,7
25	-4,92	0,00	0,00	3,0
Max		**16,62**	**19,16**	**208,2**
Max, minor nodes incl.		16,62	19,16	208,3

8.1.3 Charts of Stresses



End of Report

Bijlage 6: Berekening moment L-muur

		x (x=0=harty (tov y=0,2)				
Oppervlakte beton en rollaag						
Breedte rollaag	m	0,33				
Lengte rollaag	m	1,15				
Oppervlakte 1	m2	0,3795	1,435	1,25	0,544583	0,474375
Blok 2	m2	0,21125	0,3875	0,075	0,081859	0,015844
Driehoek 3	m2	0,01125	0,6	-0,15	0,00675	-0,00169
Horizontaal deel 4	m2	0,275	1,2375	0,2	0,340313	0,055
Totaal Opp beton	m2	0,877				
VolGew beton	kPA	24				
Belasting	kPa	21,048	1,11	0,62	23,36411	13,04475
Oppervlakte zand						
Vlak 1-5	m2	1,17875	1,0625	0,675	1,252422	0,795656
Vlak 2-6	m2	0,2925	0,3875	0,8	0,113344	0,234
Totaal opp zand		1,47125				
VolGew zand	kPa	18				
Belasting:	kPa	26,5	0,93	0,70	24,58378	18,53381
Verkeersbelasting						
Locatie belasting						
Verkeersbelasting	kPa	33,25	0,35	1,25	11,6375	41,5625
Totaal	kPa	80,8	0,74	0,97		
Moment (kracht *arm)		59,6 kNm				
Hoogte moment		0,97 mNAP