



Sanering Veersedijk 301

Bepaling integratie bestaande damwand

Berekening nieuwe aanlegplaats

projectnummer 0464984.100
definitief revisie 1.0
1 april 2021

Sanering Veersedijk 301

Bepaling integratie bestaande damwand

Berekening nieuwe aanlegplaats

projectnummer 0464984.100
documentnummer 0464984-0001
definitief revisie 1.0
1 april 2021

Auteurs

R. de Visser
G. Datuma

Opdrachtgever

Gemeente Hendrik-Ido-Ambacht
Weteringsingel 1
3342 AE Hendrik-Ido-Ambacht

datum vrijgave	beschrijving revisie 1.0	gecontroleerd	vrijgave
20-4-2021	definitief	M.J. Dekkers 	R. Zuurbier 

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel rapport	2
2	Uitgangspunten	3
2.1	Ontwerp integratie bestaande damwand	3
2.2	Ontwerp damwand aanlegplaats	3
2.3	Dwarsprofiel	4
2.4	Geotechnische uitgangspunten	5
2.5	Hydraulische uitgangspunten	8
2.6	Damwandspecifieke uitgangspunten	8
2.7	Belasting	9
2.8	Vereiste veiligheidsfactor	11
2.9	Gebruikte software	11
2.10	Overig	11
3	Berekening bestaande damwand	12
3.1	Bepaling damwandlengte	12
3.2	Bepaling hergebruik huidige damwand	12
3.3	Bepaling oplossing in grond	14
4	Berekening aanlegplaats	15
4.1	Model	15
4.2	Bepaling damwandlengte en type	15
4.3	Verankering	16
5	Conclusie	17
5.1	Toetsing huidige damwand	17
5.2	Aanlegplaats	17
6	Verwijzingen	18

Bijlage 1 Beschikbaar grondonderzoek

Bijlage 2 D-Sheet berekeningen

Huidige situatie	23
Varianten met diverse taluds	24

Bijlage 3 Berekening taludstabiliteit

1 Inleiding

De Gemeente Hendrik-Ido-Ambacht heeft Antea Group opdracht verleend voor het opstellen van een bodemsanering en de mogelijke toekomstige herontwikkeling van het perceel aan de Veersedijk 301 te Hendrik-Ido-Ambacht, een voormalig staafoverslagterrein. In Figuur 1-1 is een foto van de huidige situatie afgebeeld.



Figuur 1-1: Situatiefoto damwand Veersedijk 301 (Antea Group, 2016).

1.1 Aanleiding

Het perceel aan de Veersedijk 301 is een terrein met sterk verontreinigde grond. In het kader van de geplande bodemsanering en de mogelijke toekomstige herontwikkeling van het perceel (zie Figuur 1-2) is het gewenst om te bepalen of de huidige damwand kan worden ingepast in de gesaneerde situatie.

In het scenario waarin de damwand ingepast wordt in de gesaneerde situatie, wordt de grond achter de damwand gesaneerd en wordt de huidige damwand ingekort aan de bovenkant en wordt het bestaande damwandanker verwijderd. Vervolgens wordt dit verwijderde gedeelte van de damwand vervangen door een talud met steenbestorting (zie Figuur 2-1). Wanneer de damwand niet zou voldoen, wordt deze verwijderd en zal de oever uit een talud met steenbestorting bestaan (zie Figuur 2-2).

Hiernaast dient er een veilige oplossing ontworpen te worden voor een pont die een verbinding creëert met het natuureiland Sophiapolder. Deze verbinding dient ook na de herontwikkeling in stand te blijven.



Figuur 1-2: Situatietekening Terrein Veersedijk 301 (Antea Group, 2020)

1.2 Doel rapport

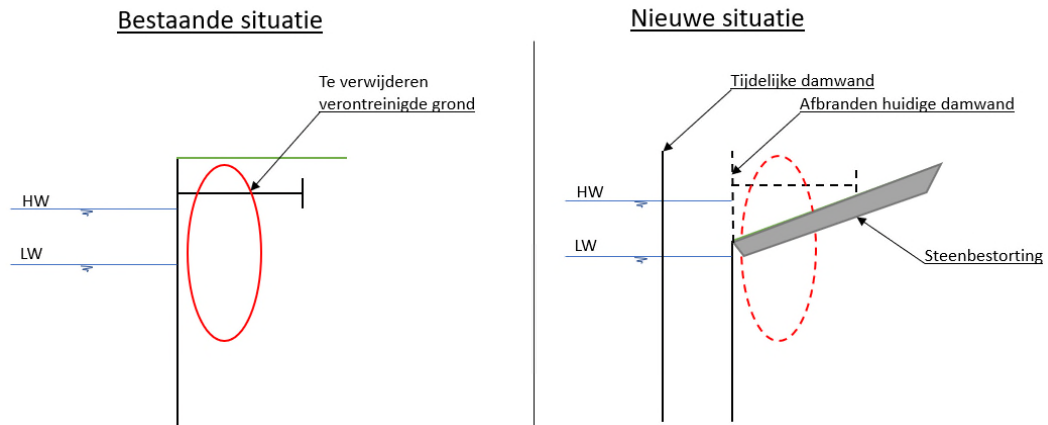
Het doel van dit rapport is om een advies uit te brengen waarin bepaald wordt of de huidige damwand kan worden geïntegreerd in de sanering van het gebied aan de Veersedijk 301. Hierbij wordt bepaald of dat deze damwand moet worden verwijderd en vervangen dient te worden door enkel een talud met steenbestorting.

Aanvullend hierop is een nieuwe aanlegplaats voor de veerpont naar de Sophiapolder berekend.

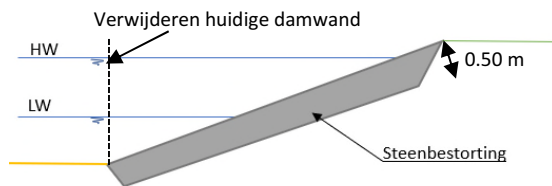
2 Uitgangspunten

2.1 Ontwerp integratie bestaande damwand

Voor de integratie van de bestaande damwand is uitgegaan van de volgende opties:



Figuur 2-1: Schematische weergaven van huidige en nieuwe situatie Veersedijk 301.

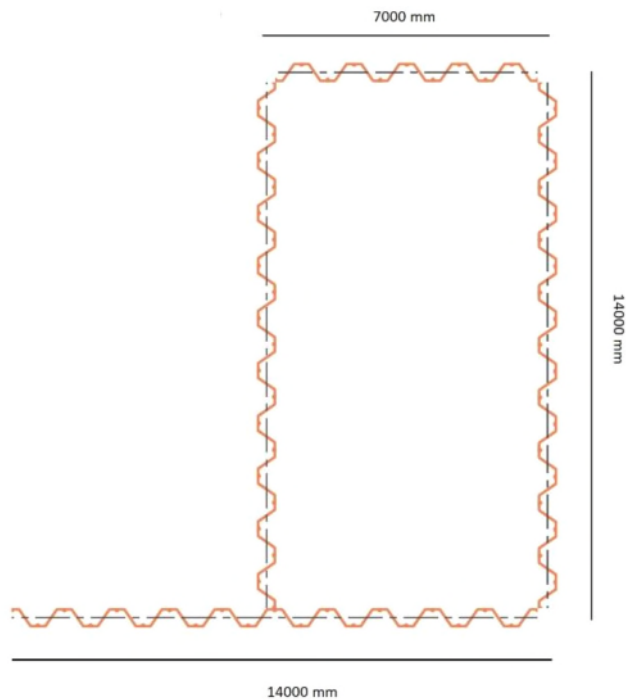


Figuur 2-2: Alternatieve oplossing: enkel talud met steenbestorting.

2.2 Ontwerp damwand aanlegplaats

De bestaande aanlegplaats bestaat uit een ponton waaraan de pont kan aanleggen. Aan de damwand zijn verticale H-profielen bevestigd, waaraan het ponton weer is bevestigd.

De bestaande damwand wordt verwijderd en vervangen door een nieuwe damwand. Op dezelfde plek dient een vierkante keerconstructie te komen van 7 x 14 meter, waarin de damwanden met elkaar zijn verbonden door middel van ankers. In Figuur 2-3 is een indicatief ontwerp gegeven. Voor het damwantype is uitgegaan van een damwand AZ12-700 (S240), welke in de berekening nog wordt geoptimaliseerd. Voor de levensduur van de gehele constructie is uitgegaan van 50 jaar.

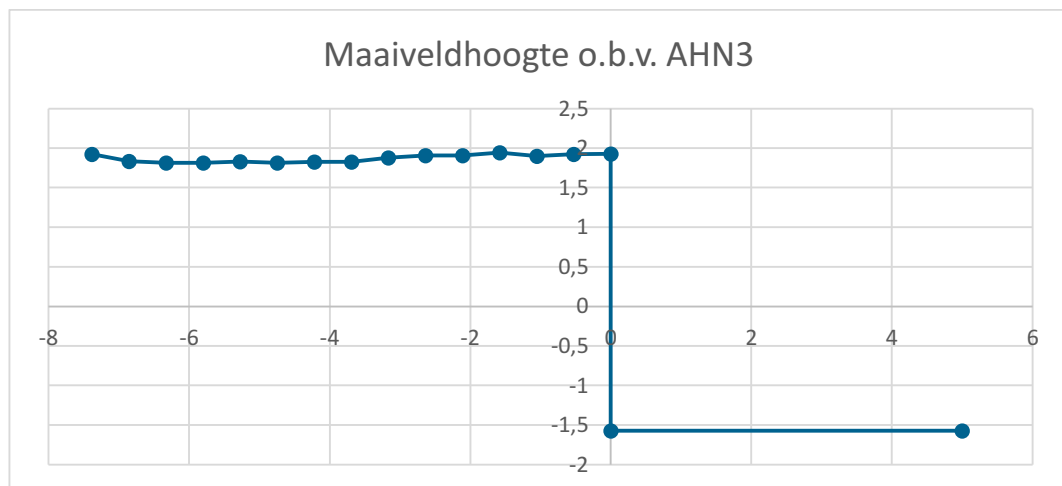


Figuur 2-3: Bovenaanzicht ontwerp

2.3 Dwarsprofiel

Het dwarsprofiel dat gebruikt is voor de berekening van de damwand is gebaseerd op AHN3 en is te zien in Figuur 2-4.

In Figuur 2-5 is de locatie van het dwarsprofiel aangegeven. Dit is tevens het traject waar constructietype 3, de Krupp II, is gebruikt. Uit (Antea Group, 2016) volgt dat de te keren hoogte van de damwand 3.50 m is. Voor de waterbodem een diepte van ca. NAP - 1.50 m aangehouden.



Figuur 2-4: AHN3-dwarsprofiel.



Figuur 2-5: Locatie AHN3-dwarsprofiel.

2.4 Geotechnische uitgangspunten

Volgens DINoloket is er nabij het terrein aan de Veersedijk in 2019 een sondering uitgevoerd met BRO-ID CPT000000158574. De locatie van deze sondering is weergegeven in Figuur 2-6 (DINoloket, 2019). In Bijlage 1 zijn de conusweerstand en wrijvingsgetal uitgezet tegen de diepte. De sondering heeft een diepte van 20 m en reikt tot -16.83 m NAP.



Figuur 2-6: Locatie sondering. Sondering CPT000000158574 is rood omcirkeld.

Uit deze sondering is de volgende grondopbouw bepaald.

Tabel 1: Grondopbouw

	Dikte laag [m]	Bovenzijde laag t.o.v. NAP [m]	Onderzijde laag t.o.v. NAP [m]
Zand, schoon, los	1.16	1.93	0.77
Zand, sterk kleiig	0.80	0.77	-0.03
Klei, schoon, slap	3.00	-0.03	-3.03
Klei, sterk zandig	1.20	-3.03	-4.23
Klei, schoon, matig	1.20	-4.23	-5.43
Veen, matig voorbelast	3.20	-5.43	-8.63
Klei, zwak zandig, slap	2.00	-8.63	-10.63
Klei, sterk zandig	2.00	-10.63	-12.63
Klei, schoon, vast	1.00	-12.63	-13.63
Zand, schoon, vast	3.20	-13.63	-16.83

Voor deze grondlagen zijn de volgende sterkteparameters gebruikt, weergegeven in tabel 2. Deze zijn afkomstig uit tabel 2.b van NEN 9997-1+C2 2017 (NEN, 2017). Voor de steenbestorting is uitgegaan van grind, zwak siltig, vast.

Tabel 2: Sterkteparameters grondlagen.

	Droog gewicht γ_{dr} [kN/m ³]	Nat gewicht γ_{nat} [kN/m ³]	Wand- wrijvings- hoek δ [°]	Inwendige wrijvings- hoek ϕ [°]	Dilatantie hoek ψ [°]	Cohesie c [kPa]	Rekenwaarde inwendige wrijvings- hoek ϕ [°]	Rekenwaarde dilatantie- hoek ψ [°]	Reken- waarde cohesie c [kPa]
Zand, schoon, los	17	19	20.00	30.0	30.0	0.00	26.66	26.66	0.00
Zand, sterk kleiig	19	21	18.33	27.5	27.5	0.00	24.35	24.35	0.00
Klei, schoon, slap	14	14	8.75	17.5	17.5	0.00	15.33	15.33	0.00
Klei, sterk zandig	18	20	15.00	30.0	30.0	1.0	26.66	26.66	0.87
Klei, schoon, matig	17	17	8.75	17.5	17.5	5.0	15.33	15.33	4.35
Veen, matig voorbelast	12	13	0.00	15.0	15.0	5.0	13.12	13.12	4.35
Klei, zwak zandig, slap	15	15	11.25	22.5	22.5	0.00	19.81	19.81	0.00
Klei, schoon, vast	19	20	11.25	22.5	22.5	13.0	19.81	19.81	11.30
Zand, schoon, vast	20	22	23.33	35.0	35.0	0.00	31.34	31.34	0.00
Steenbestorting	20	22	n.v.t.	37.5	37.5	0.00	33.71	33.71	0.0

De horizontale beddingsconstanten zijn afkomstig uit CUR 166 (SBRCUR, 2012). Deze zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Horizontale beddingsconstanten volgens CUR 166.

	K1 [kN/m³]	K2 [kN/m³]	K3 [kN/m³]
Zand, schoon, los	12000	6000	3000
Zand, sterk kleiig	20000	10000	5000
Klei, schoon, slap	2000	800	500
Klei, sterk zandig	4000	2000	800
Klei, schoon, matig	4000	2000	800
Veen, matig voorbelast	2000	800	500
Klei, zwak zandig, slap	2000	800	500
Klei, sterk zandig	4000	2000	800
Klei, schoon, vast	6000	4000	2000
Zand, schoon, vast	40000	20000	10000

Volgens CUR166 tabel 3.7 dienen de grondparameters te worden belast met partiële factoren (NEN, 2017). Deze worden getoond in Figuur 2-7. In deze situatie wordt uitgegaan van een veiligheidsklasse RC1, omdat er geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving zijn. Wanneer de bestemming van het terrein bekend is en hierdoor een hogere veiligheidsklasse behoeft, dient men een herberekening uit te voeren.

Tabel 3.7. Partiële factoren γ en toeslagen Δ .

Parameter	γ en Δ betrokken op $X_k^{1) 2)}$						Rekenwaarde
	klasse RC1		klasse RC2		klasse RC3		
	γ	Δ	γ	Δ	γ	Δ	
cohesie c'	1,15	-	1,25	-	1,40	-	X_{rep}/γ (c'/γ)
inwendige wrijving $\tan \phi'$	1,15	-	1,175	-	1,20	-	X_{rep}/γ ($\tan \phi'/\gamma$)
gws lage zijde (NAP)	1,70	0,20	1,90	0,25	2,10	0,25	$\max(\mu+\gamma\sigma;\mu+\Delta)$
gws hoge zijde (NAP)	0,87	0,05	1,18	0,05	1,50	0,05	$\max(\mu+\gamma\sigma;\mu+\Delta)$ of $\min(\mu-\gamma\sigma;\mu-\Delta)^{2)}$
							$\max(\mu+\gamma\sigma;\mu+\Delta)^{3)}$
bovenbelasting:							
- permanent	1,0		1,0		1,0		
- veranderlijk	1,0		1,1		1,25		

¹⁾ Bij een referentieperiode anders dan 50 jaar en/of een damwandconstructie met een grote strekking moeten de partiële factoren aangepast worden, zie 2.4.7 van deel 2.

²⁾ Zie de toelichting bij stap 6.

³⁾ Voor de rekenwaarde van de grondwaterstand aan de hoge zijde kan soms gewoon de maaiveldhoogte worden gehanteerd, omdat een hogere waarde fysiek niet mogelijk is. Voor de stijghoogte van diepere watervoerende lagen hoeft dit niet op te gaan.

Figuur 2-7: Partiële veiligheidsfactoren volgens CUR166.

2.5 Hydraulische uitgangspunten

Voor de gemiddelde hoog- en laagwaterstand zijn de waarden aangehouden van de slotgemiddelden 1998.0 van Krimpen a/d Lek. Deze waarden bedragen:

- Gemiddeld hoogwater: +1.15 m NAP;
- Gemiddeld laagwater: - 0.15 m NAP.

Uitgangspunt is dat de huidige damwand is dusdanig slechte staat is, dat deze waterdoorlatend is. Voor de nieuwe constructie is het advies dat om een drainageconstructie aan te leggen, zodat het waterstandsverschil over de damwand maximaal 1 m is.

Omdat de bovenste lagen van achter de damwand bestaan uit poreus materiaal (zand), is voor de oplossing in grond uitgegaan van een hoogwatersituatie met geen verval over de kering. Hierbij is de freatische lijn aangenomen op een hoogte van NAP + 1.15 m.

2.6 Damwandspecifieke uitgangspunten

Bestaande damwand

In 2016 is de stalen damwand geïnventariseerd. De constructietekeningen zijn niet beschikbaar, waardoor de lengte van de damwandplanken niet bekend zijn. Hierdoor is de inheidiepte van de damwandplanken niet bekend. Wel is duidelijk dat de damwand omstreeks 1950 is aangelegd, met een trajectlengte van 201.5 m. Verder is de damwand opgedeeld in verschillende secties waarin verschillende typen damwandplanken aanwezig zijn. In Tabel 4 is van noord naar zuid aangegeven welk type damwand aanwezig is en zijn de beschikbare eigenschappen toegevoegd. Deze eigenschappen zijn afkomstig uit (Antea Group, 2016). In Figuur 2-8 is de sectie-indeling afgebeeld.

Tabel 4: Beschikbare eigenschappen damwand van noord naar zuid.

Constructie type	Type damwandplank	Sectie-indeling	Lengte [m]	Theoretische staaldikte buik d [mm]	Theoretische staaldikte lijf t [mm]	Verankering	Soort Anker	h.o.h. anker [m1]	Kerende hoogte [m1]	Wx [cm ³ /m]
1	Arbed Belval Z.IIR	0 - 12	12	11.0	10.0	Ja	n.b.	2.8	2.0 – 3.5	1350
2	Larsen IIN	12 - 47	35	9.5	8.7	Ja	n.b.	2.4	3.1	1100
3	Krupp II	47 – 81.5	34.5	9.4	8.1	Ja	n.b.	2.4	3.5	1098
4	Arbed Belval Z.IIN	81.5 - 150	68.5	9.5	8.5	Ja	n.b.	2.8	3.5	1200
5	Arbed Belval Z.IIN	150 – 201.5	51.5	9.5	8.5	Ja	n.b.	2.8	3.5	1200

Damwand bij de afmeerplaats

Voor de toekomstige damwand bij de afmeerplaats is het uitgangspunt is een damwand AZ12-700, met een staalkwaliteit van S240.

Een AZ12-700 damwand heeft een dikte van 8,5 mm. T.b.v. corrosie is op basis van tabel 9.2 van de CUR166 (SBRCUR, 2012) uitgegaan van geroerde grond aan de binnenzijde en aan de buitenzijde van zout water. Dit omdat niet uitgesloten kan worden dat de zouttong in de toekomst t.g.v. de droogte de projectlocatie bereikt.

Met een levensduur van 50 jaar resulteert dit in een totale corrosie van $1,50 \text{ mm} + 3,75 \text{ mm} = 5,25 \text{ mm}$. Op een dikte van $8,5 \text{ mm}$ geeft dit een reductie van 62%.



Figuur 2-8: Sectie-indeling damwand (Antea Group, 2016).

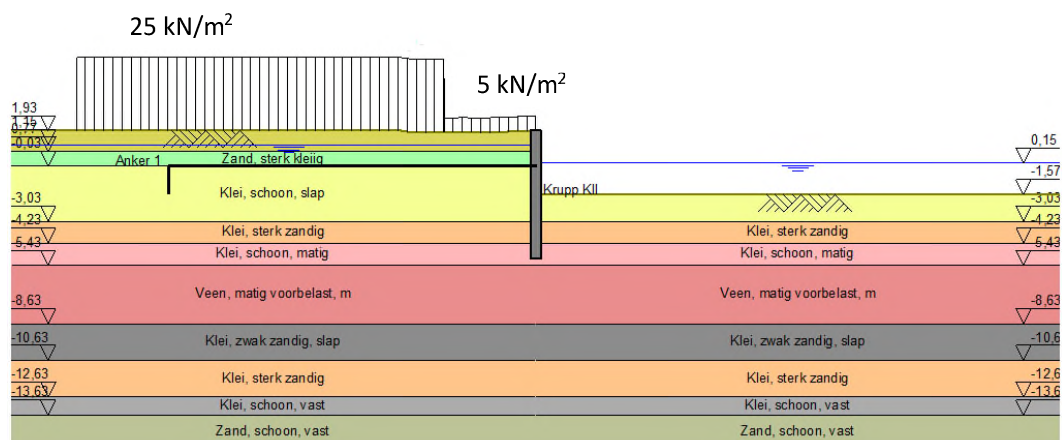
Constructietype 3, de Krupp II, heeft het laagste weerstandsmoment W_x en de grootste kerende hoogte. Deze damwandplank is, van alle vier damwandplanken, maatgevend. De eigenschappen van het damwandprofiel zijn uit Technische inspectie damwandconstructie Veersedijk 301 (Antea Group, 2016) overgenomen. Als de damwand voldoende sterk is, zal de a.d.h.v. de huidige dikte de restlevensduur bepaald worden. De stijfheidseigenschappen van een AZ-12 zijn toegepast, omdat deze niet in deze rapportage staan vermeld. De AZ-12 is een vergelijkbaar damwandprofiel

Over de verankering is geen informatie beschikbaar. Omdat deze alleen nodig is t.b.v. de schatting van de damwandlengte, en niet aanwezig is in de uiteindelijke situatie, in de schematisatie van de huidige situatie is het anker uitermate stijf en robuust gemodelleerd.

2.7 Belasting

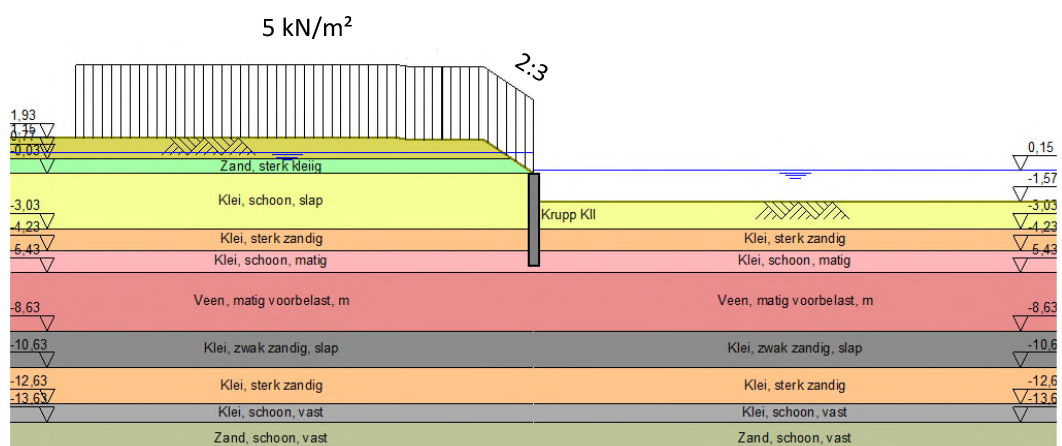
Bestaande damwand

Voor de bepaling van de lengte van de damwand is de initiële functie van de te keren grond beschouwd. Voorheen werd er staal overgeslagen op dit terrein, (Antea Group, 2016). Hieruit volgt dat de eerste ca. 5 m vanuit de kade nauwelijks belast is, met een hoge belasting richting het achterland. Voor de bepaling van de lengte van de damwand is een vlaklast van 5 kN/m^2 vanaf de kademuur aangenomen. Vanaf daar wordt een vlaklast van 25 kN/m^2 aangehouden, zie Figuur 2-9 ter verduidelijking.



Figuur 2-9: Lijnlastverdeling schatting damwandlengte.

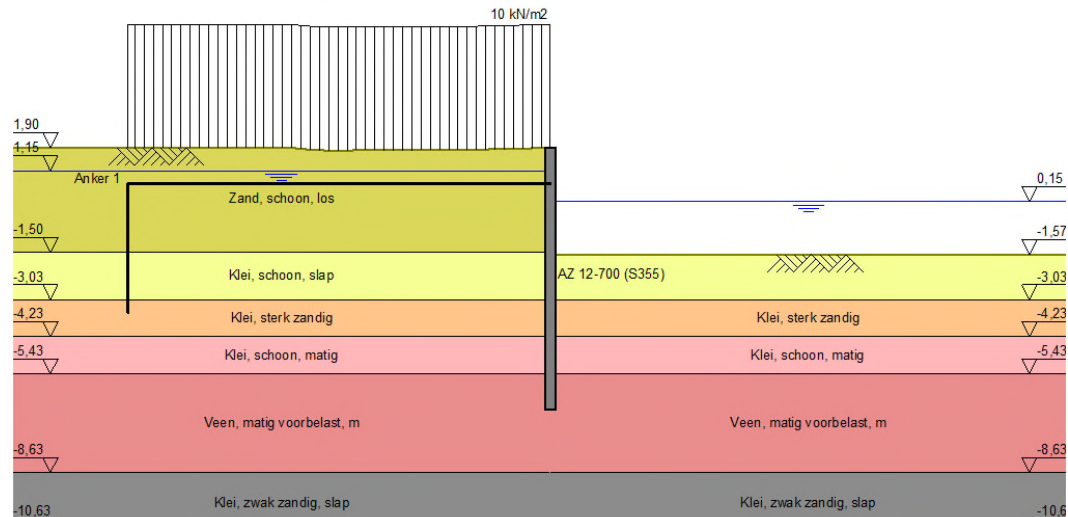
Om te bepalen of de nieuwe situatie haalbaar is, is conform CUR166 een uniforme vlaklast van 5 kN/m² over vanaf de kademuur aangehouden.



Figuur 2-10: Lijnlastverdeling stabiliteitsberekening damwand.

Damwand bij de afmeerplaats

Voor de belasting is gekozen voor 10 kN/m^2 , uitgaande van een belasting door lichte voertuigen, en fietsers/voetgangers. De belasting is toegepast over de volledige aanlegplaats, tot 7 of 14 meter achter de damwand. Zie Figuur 2-11 hoe deze belasting is toegepast.



Figuur 2-11: Bovenbelasting zoals gemodelleerd in D-Sheet piling

2.8 Vereiste veiligheidsfactor

Om stabiliteit te garanderen dient de stabiliteitsfactor SF groter te zijn dan 1.0. Voor de stabiliteit van de oplossing in grond is een Bishop beschouwd. De modelfactor is 1.0.

2.9 Gebruikte software

Voor het bepalen van de lengte van de damwand en het ontwerp van de te hergebruiken damwand is het gebruikte softwarepakket D-Sheet Versie 19.3 (Build 2.28346). Voor de bepaling van de stabiliteit van de oplossing in grond is D-GEO Suite Stability 2020.03 gehanteerd.

2.10 Overig

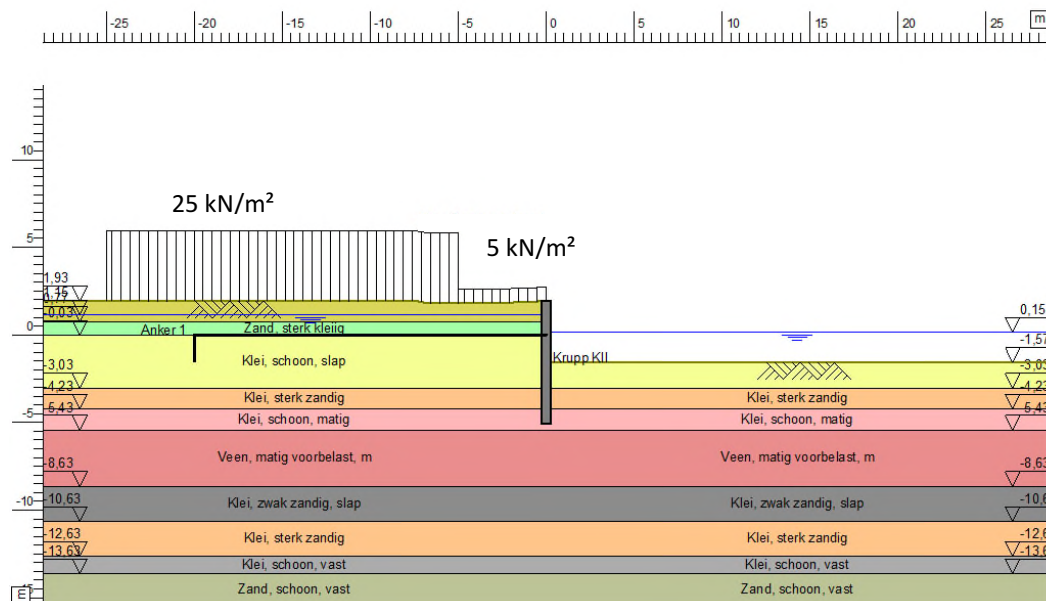
Conform CUR166, deel 2, artikel 4.11, is de aanlegplaats geen kistdam. De afstand tussen de beide damwanden is groter dan 1,5 maal de kerende hoogte.

3 Berekening bestaande damwand

3.1 Bepaling damwandlengte

In D-Sheet is de minimaal benodigde damwandlengte bepaald. Hierbij is de damwand initieel op de pleistocene zandlaag gefundeerd, op -14.07 m NAP.

Vervolgens wordt iteratief de stabiliteit van de damwand getoetst met D-Sheet. Hierin wordt de minimale damwandlengte bepaald.

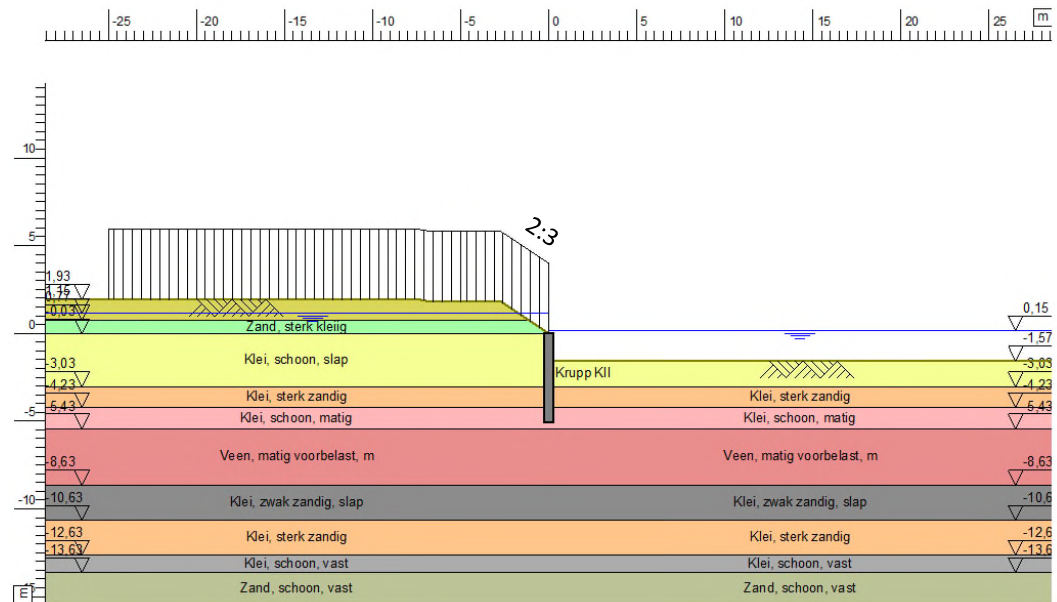


Figuur 3-1: Schematische weergave model damwandlengteschatting.

Uit dit iteratieve proces volgt dat de damwand een minimale lengte van 6.0 m heeft, een kortere damwand zou resulteren in een instabiele situatie. Het is echter niet aannemelijk dat een damwand zo krap is gedimensioneerd. De lengte van de damwand schatten wij op 7.0 m, met een inheidiepte op NAP -5.07 m.

3.2 Bepaling hergebruik huidige damwand

Voor toekomstig gebruik wordt de damwand aangepast. Hierbij wordt de damwand afgebrand tot een niveau van 0.00 m NAP en wordt er een 2:3-helling aangelegd tot aan het maaiveld. In Figuur 3-2 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 3-2: Schematische weergave 2:3-talud met afbrandniveau 0.00 m NAP.

Uit de D-Sheet berekening volgt dat deze configuratie niet voldoet, en dat de damwand instabiel is. Vervolgens zijn meerdere configuraties beschouwd, waarbij het talud verflauwd is, naar respectievelijk 1:2 en 1:3. Uit de berekeningen blijkt dat dit ook niet voldoet en dat de damwand instabiel wordt. Vervolgens zijn scenario's met dezelfde taludhellingen, maar met een afbrandniveau van NAP - 0.50 m. Ook uit deze berekeningen volgt dat de damwand niet stabiel zal zijn. Pas bij een afbrandniveau van NAP - 1.00m wordt deze stabiel. Met een bodemdiepte van NAP -1.57 m lijkt dit geen realistische optie.

Tabel 5: Uitkomsten damwandstabiliteit voor verschillende configuraties.

Helling	Afbrandniveau t.o.v. NAP	Stabiel ja/nee?
2:3	0.00	Nee
1:2	0.00	Nee
1:3	0.00	Nee
2:3	-0.50	Nee
1:2	-0.50	Nee
1:3	-0.50	Nee

De D-sheet berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2.

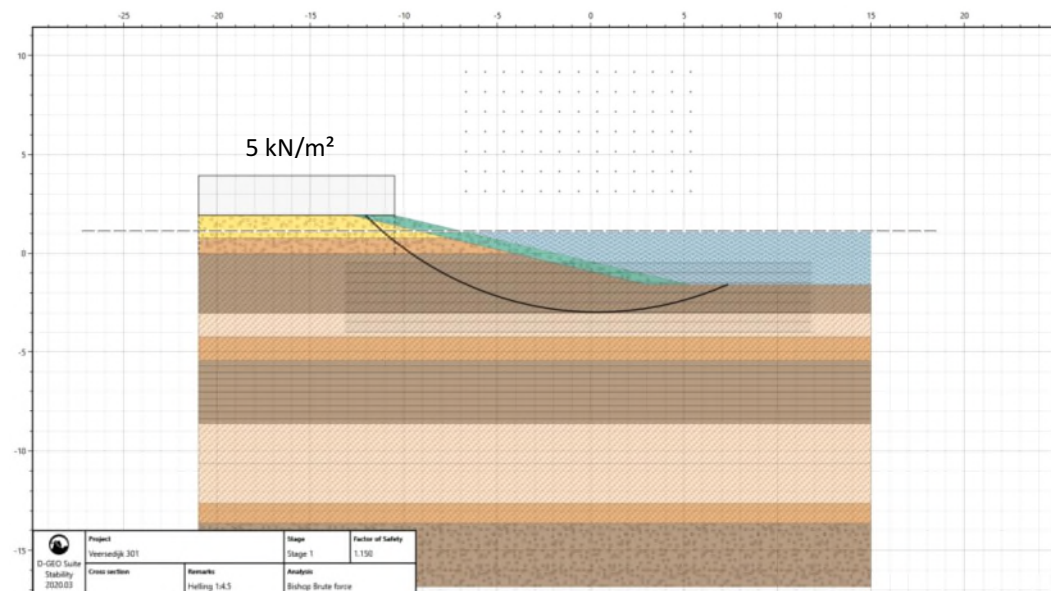
3.3 Bepaling oplossing in grond

Omdat de damwand niet voldoet in de nieuwe situatie, is ook een oplossing in grond beschouwd. Hierbij is een talud van 1:4 berekend, zoals gepresenteerd in Figuur 3-3. Deze afbeeldingen zijn groter weergegeven in Bijlage 3. Bovenstaande situatie is met het Bishopmodel berekend, waaruit de volgende stabiliteitsfactoren volgen:

Tabel 6: Uitkomsten stabiliteitsberekening, oplossing in grond (methode Bishop)

Methode	Vereiste SF	Optredende SF	Stabiel ja/nee?
Bishop	1.00	1.00	Ja

In Figuur 3-3 is de kritieke glijcirkel voor de gebruikte methode afgebeeld.



Figuur 3-3: Kritieke glijcirkel volgens methode Bishop.

Zodoende kan worden geconcludeerd dat een oplossing in grond met een taludhelling van 1:4 voldoende stabiel is.

Door middel van een iteratieve berekening in D-Sheet Piling de damwandlengte bepaald. Er wordt een inheidiepte van NAP -6,60 m geadviseerd, wat resulteert in een lengte van 8,50 m.

Het maximaal optredend moment is 68 kNm. Hieruit volgt een maximale spanning van:

$$spanning \left[\frac{N}{mm^2} \right] = \frac{moment}{weerstandmoment} = \frac{68 \text{ kNm/m}^1}{0.38 \cdot 1245 \text{ cm}^3/\text{m}} = 143 \text{ N/mm}^2$$

Dit is ruim onder de vloeigrens van 235 N/mm².

De vervorming van de damwand is 20 mm. Dit is acceptabel.

4.3 Verankering

In bovenstaande berekening is een verankering meegenomen in het model. Deze verankering bevindt zich op NAP + 0.75 m en vormt een verbinding tussen de beide zijden van de damwand. Uit de berekening in D-Sheet Piling volgt een ankerkracht van 124 kN/m¹. In iedere damwandkas is één ankerstang voorzien. De h.o.h. afstand is 1.40 m. Uitgaande van een minimale staalkwaliteit van S235 is het minimale oppervlakte:

$$oppervlak \text{ doorsnede anker} = \frac{maximale \text{ ankerkracht}}{Vloeigrens \text{ staal}} = \frac{124 \text{ kN/m} \cdot 1.4 \text{ m}}{235 \text{ N/mm}^2} = 740 \text{ mm}^2$$

Dit komt uit op een oppervlak van 740 mm². Uitgaande van een corrosie van 1,50 mm rondom, resulteert dit in een diameter van 35 mm.

De wens is om de korte zijden slechts een gording uit te voeren en geen verankering. Uitgaande van een scharnierende verbinding aan de beide uiteinden is het optredende moment:

$$Moment [kNm] = \frac{1}{8} \times q \times l^2 = \frac{1}{8} \times 124 \times 7^2 = 759 \text{ kNm}$$

Een HEB360 S355 heeft een gecorrodeerde momentcapaciteit van 797 kNm en voldoet. Het advies is om deze gording over de gehele lengte toe te passen.

5 Conclusie

Antea Group heeft de opdracht een plan te leveren voor herontwikkeling van Veersedijk 301 te Hendrik-Ido-Ambacht. Deze herontwikkeling bestaat uit meerdere onderdelen. In deze rapportage zijn de volgende twee zaken behandeld:

- De vraag of de huidige damwand kan worden hergebruikt en worden ingepast in het nieuwe ontwerp.
- Een ontwerp van de nieuwe aanlegplaats van de pont naar het natuureiland Sophiapolder.

5.1 Toetsing huidige damwand

Omdat de huidige damwandlengte niet bekend is, is de belastingsituatie uit het verleden berekend. Hieruit volgt een lengte van 7.00 m (inheidiepte NAP -5.07 m). Om zeker te zijn van deze damwandlengte, adviseren wij om nader onderzoek hiernaar te doen. Dit betreft eerst een gevoeligheidsanalyse wanneer de constructie wel voldoet, gevolgd door veldonderzoek om de lengte te bepalen. Mogelijk blijkt dat er een langere damwand aanwezig is, wat kan resulteren in een optimaler ontwerp.

Met een lengte van 7.00m is een ontwerp getoetst waarbij de bovenzijde van de damwand afgebrand wordt en een talud wordt aangelegd. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van een taludhelling van 2:3 en een afbrandniveau van NAP + 0.00 m. In deze configuratie is de damwand niet stabiel bevonden. Vervolgens zijn respectievelijk taludhellingen van 1:2 en 1:3 en een afbrandniveau van NAP - 0.50 m berekend. Ook deze voldoen niet aan de stabiliteitseisen. Het advies is om de damwand te verwijderen en een talud aan te leggen.

Omdat een oplossing met een damwand niet mogelijk is, is er aanvullend naar een oplossing in grond gekeken. De minimale helling van het talud, samen met een steenbestorting is berekend. Er is een 3 meter dikke slappe kleilaag tussen NAP + 0.00m en NAP - 3.00m aanwezig, deze is van negatieve invloed voor de taludstabiliteit. Daarom adviseren wij om dit talud met een helling van 1:4 aan te leggen. Zodoende is de kade voldoende stabiel.

5.2 Aanlegplaats

Voor de nieuwe aanlegplaats is een indicatieve maatvoering gegeven van 7 x 14 meter. De damwanden wordt aan beide zijden door middel van ankers aan elkaar verbonden.

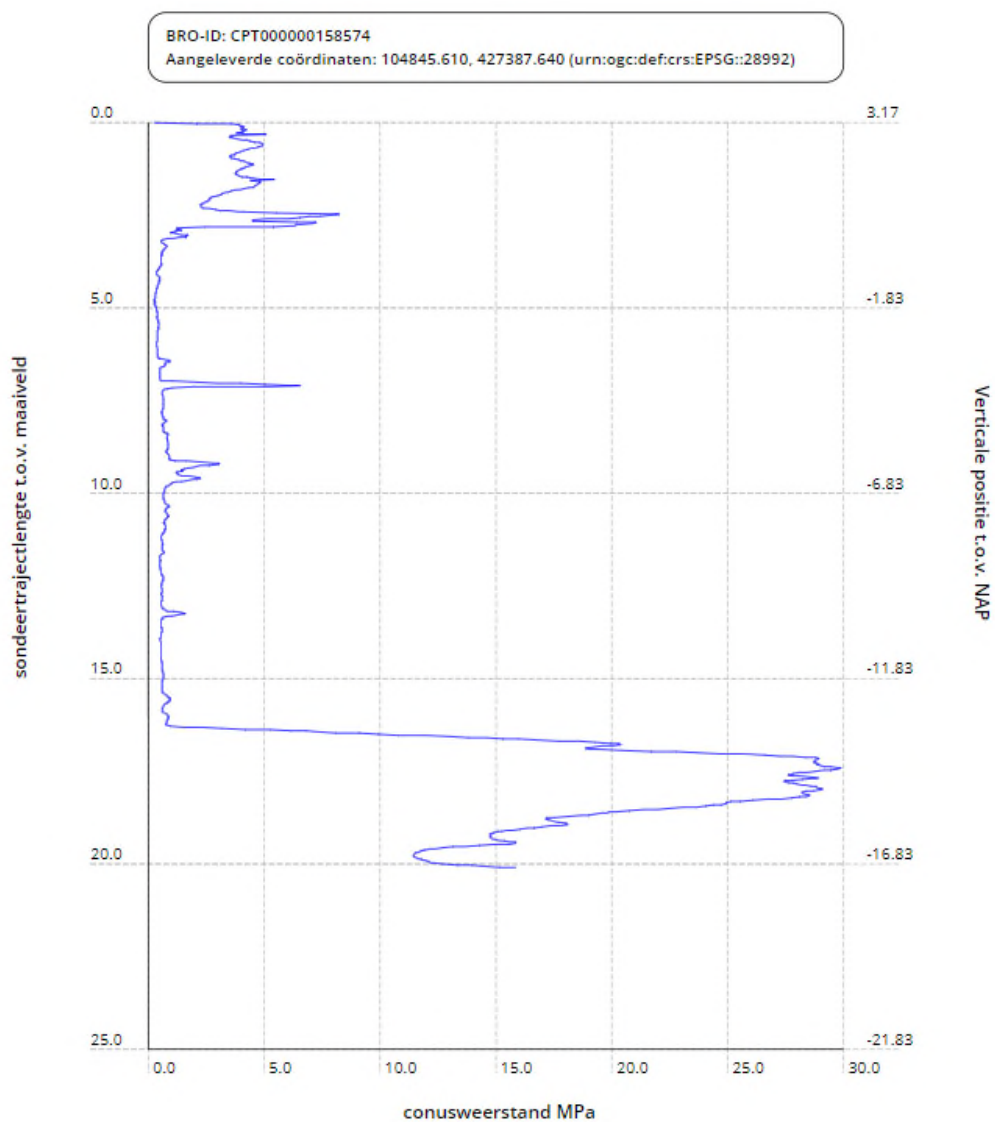
Op basis van de analyse samengevat in deze rapportage wordt het damwand type AZ12-700 geadviseerd (S240). Een damwandlengte van 8.5 meter, met een inheidiepte tot NAP -6.6 m is benodigd. Hierbij dient de damwand van beide lange zijden met elkaar verankerd te worden met ankerstangen met een draaddiameter van 35 millimeter op een hoogte van NAP 0,75 m. Aan de korte zijde is geen verankering noodzakelijk, mits een HEB360 S355 gording of gelijkwaardig wordt toegepast. Deze gording dient rondom geplaatst te worden, met scharnierende verbindingen op de hoeken. Het advies is om een drain op NAP +0.50 m aan te leggen.

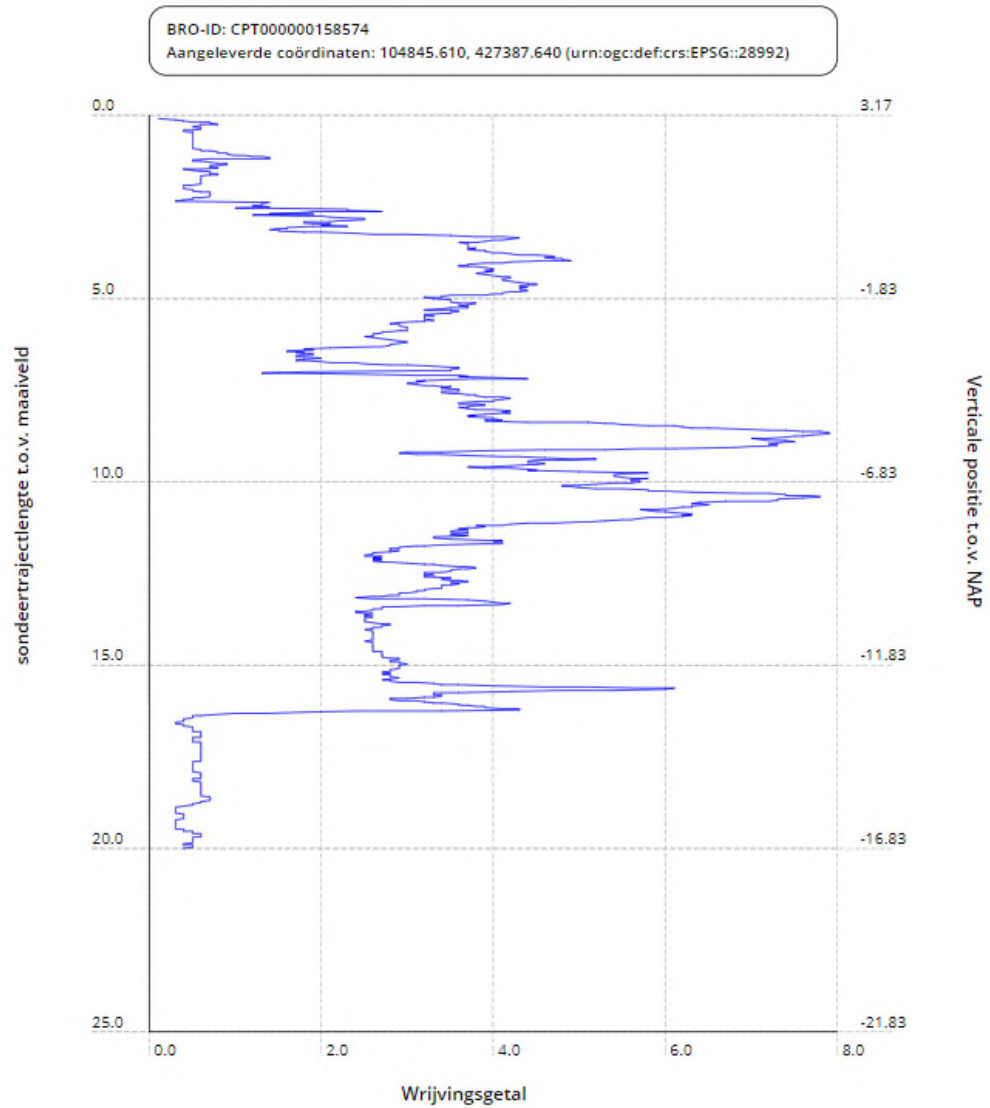
6 Verwijzingen

- Antea Group. (2016). *Technische inspectie damwandconstructie Veersedijk 301, Hendrik Ido Ambacht*.
- Antea Group. (2020). *Saneringsplan Veersedijk 301 te Hendrik-Ido-Ambacht*.
- DINOloket. (2019). *Geotechnisch sondeonderzoek BRO*. Opgehaald van DINOloket:
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- NEN. (2017). *NEN 9997-1+C2*.
- SBRCUR. (2012). *CUR Rapport 166 Damwandconstructies, 6e herziene druk*.
- Stalen-Damwand.nl. (sd). *damwand AZ12, AZ 12, AZ13, AZ 13, AZ14, AZ 14, AZ17, AZ 17*.
Opgehaald van <https://www.stalen-damwand.nl/knowledge/az12-az-12--az13-az-13--az14-az-14--az17-az-17-153.html>

Bijlage 1 Beschikbaar grondonderzoek

Bijlage 1 Beschikbaar grondonderzoek





Bijlage 2 D-Sheet berekeningen

Bijlage 2 D-Sheet berekeningen

Huidige situatie

Report for D-Sheet Piling 19.3

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Antea Group

Date of report: 3/9/2021

Time of report: 1:52:04 PM

Report with version: 19.3.2.28346

Date of calculation: 3/9/2021

Time of calculation: 1:51:30 PM

Calculated with version: 19.3.2.28346

File name: 0464984-Damwand Veersedijk_huidige_situatie

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

1 Table of Contents

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

6.8.3 Charts of Stresses	25
6.8.4 Stresses	25
6.8.5 Percentage Mobilized Resistance	26
6.8.6 Anchors/Struts	26
7 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie	27
7.1 General Input Data	27
7.2 Input Data Left	27
7.2.1 Calculation Method	27
7.2.2 Water Level	27
7.2.3 Surface	27
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering	27
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	28
7.2.6 Anchors	29
7.2.7 Surcharge Loads	29
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	29
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	29
7.5 Input Data Right	30
7.5.1 Calculation Method	30
7.5.2 Water Level	30
7.5.3 Surface	30
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering	30
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	31
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	31
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	31
7.8 Calculation Results	32
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	32
7.8.2 Moments, Forces and Displacements	32
7.8.3 Charts of Stresses	33
7.8.4 Stresses	34
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance	34
7.8.6 Anchors/Struts	35

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-82,26	-87,05	90,8	91,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-72,67	71,31	95,7	96,1	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	14,9	-49,18	61,32	64,9	66,2	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-59,02	73,59			
Max		14,9	-82,26	-87,05	95,7	96,1	---

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut	
		Force [kN]	State
1	EC7(NL)-Step 6.3	161,76	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.4	142,27	Elastic
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	130,61	Elastic
Max		161,76	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

2.3 Warnings

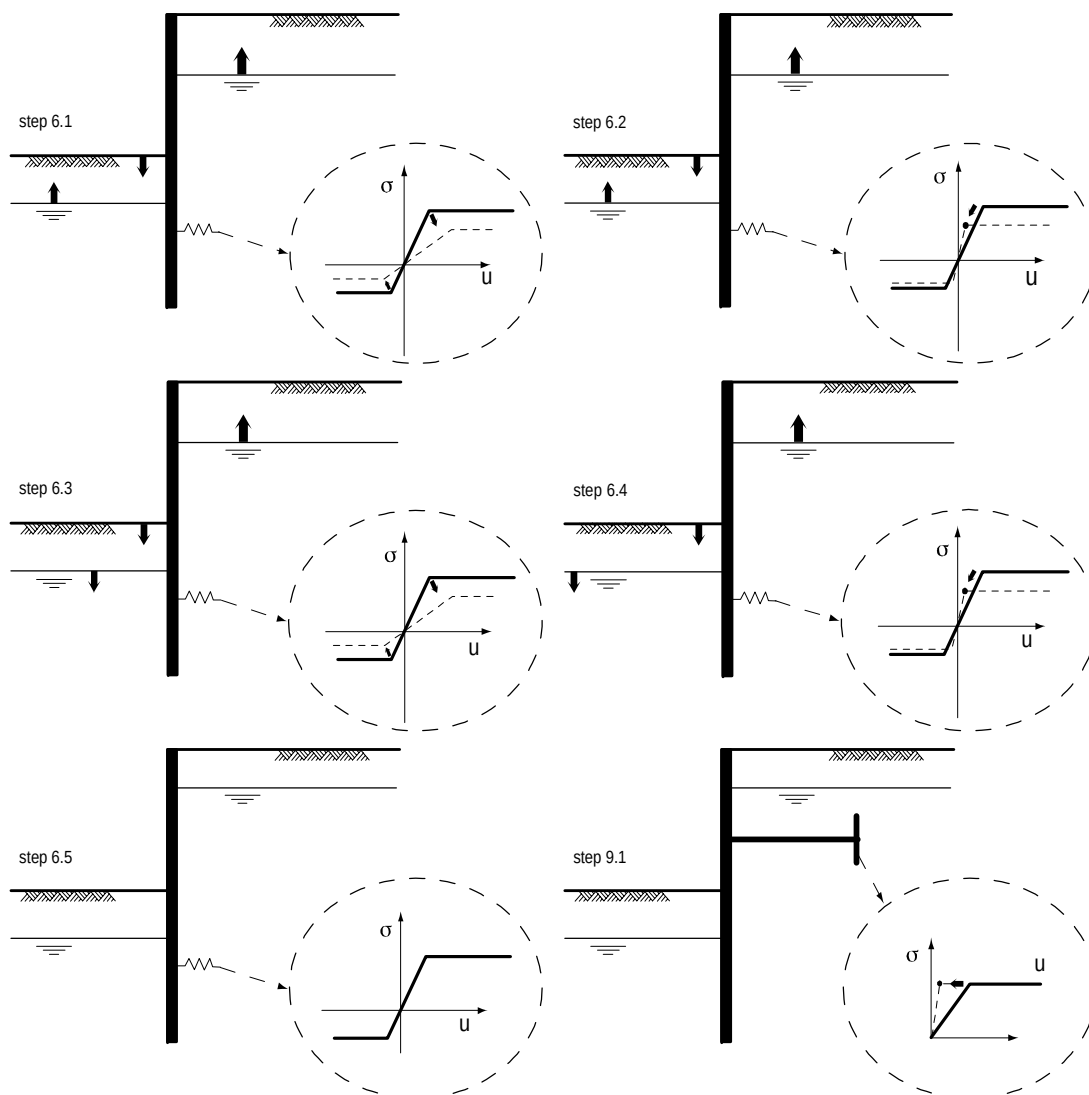
* Phi values

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 K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

- Grondopbouw sondering

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

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

3.2 Sheet Piling Properties

Length	6,00 m
Level top side	1,93 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
Krupp KII	-4,07	1,93	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
Krupp KII	3,8094E+04	1,00	3,8094E+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]
Krupp KII	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00

3.3 Calculation Options

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

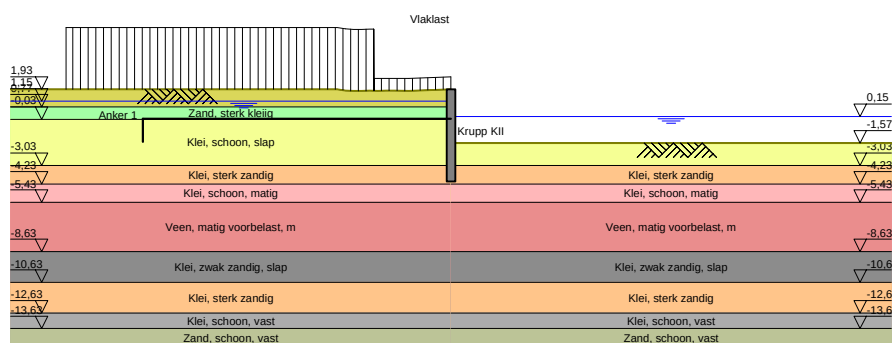
- Variable load, unfavourable	1,350
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining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

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

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

4 Outline Stage 1: Huidige situatie

Outline - Stage 1: Huidige situatie



5 Step 6.3 Stage 1: Huidige situatie

5.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: 1,20 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,93
2,73	1,82
3,69	1,83
4,22	1,83
4,75	1,82
5,27	1,83
5,80	1,81
6,33	1,81
6,85	1,84
7,38	1,93

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand, schoon, los	3,17	17,00	19,00
Zand, sterk kleiig	0,77	19,00	21,00
Klei, schoon, slap	-0,03	14,00	14,00
Klei, sterk zandig	-3,03	18,00	20,00
Klei, schoon, m...	-4,23	17,00	17,00
Veen, matig voo...	-5,43	12,00	13,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	15,00	15,00
Klei, sterk zandig	-10,63	18,00	20,00
Klei, schoon, vast	-12,63	19,00	20,00
Zand, schoon, v...	-13,63	20,00	22,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand, schoon, los	3,17	0,00	26,66	17,77	17,77
Zand, sterk kleiig	0,77	0,00	24,35	16,23	16,23
Klei, schoon, slap	-0,03	0,00	15,33	7,67	7,67
Klei, sterk zandig	-3,03	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, m...	-4,23	4,35	15,33	7,67	7,67
Veen, matig voo...	-5,43	4,35	13,12	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	0,00	19,81	9,90	9,90
Klei, sterk zandig	-10,63	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, vast	-12,63	11,30	19,81	9,90	9,90
Zand, schoon, v...	-13,63	0,00	31,34	20,89	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, schoon, los	3,17	1,00	1,00	Fine
Zand, sterk kleiig	0,77	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, slap	-0,03	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, m...	-4,23	1,00	1,00	Fine
Veen, matig voo...	-5,43	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zandi...	-8,63	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, vast	-12,63	1,00	1,00	Fine
Zand, schoon, v...	-13,63	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, schoon, los	3,17	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, sterk kleiig	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, slap	-0,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-3,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, m...	-4,23	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen, matig voo...	-5,43	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-10,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, vast	-12,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, schoon, v...	-13,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Zand, sterk kleiig	0,77	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, schoon, slap	-0,03	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, sterk zandig	-3,03	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Klei, schoon, m...	-4,23	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Veen, matig voo...	-5,43	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak zandi...	-8,63	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, sterk zandig	-10,63	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Klei, schoon, vast	-12,63	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
Zand, schoon, v...	-13,63	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	2307,69	2307,69
Zand, sterk kleiig	0,77	3846,15	3846,15
Klei, schoon, slap	-0,03	384,62	384,62
Klei, sterk zandig	-3,03	615,38	615,38
Klei, schoon, m...	-4,23	615,38	615,38
Veen, matig voo...	-5,43	384,62	384,62
Klei, zwak zandi...	-8,63	384,62	384,62
Klei, sterk zandig	-10,63	615,38	615,38
Klei, schoon, vast	-12,63	1538,46	1538,46
Zand, schoon, v...	-13,63	7692,31	7692,31

5.2.6 Anchors

Name	Level	E-Modulus	Cross section	Length	Angle	Yield force	Pre-tension. force
	[m]	[kN/m ²]	[m ² /m]	[m]	[°]	[kN/m]	[kN/m]
Anker 1	0,00	2,100E+08	7,000E-03	20,00	0,00	10000,00	n.a.

5.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance	Load	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
	[m]	[kN/m ²]		
Vlaklast	0,00	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	5,00	5,00		
	5,01	25,00		
	25,00	25,00		

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]
1	1,81	2,2	28,0	0,32	0,76	4,06
2	1,56	3,5	44,3	0,32	0,70	4,06
3	1,32	4,8	60,7	0,32	0,67	4,06
4	1,18	5,5	69,7	0,32	0,67	4,05
5	1,05	5,9	73,6	0,32	0,67	4,02
6	0,86	6,4	81,8	0,32	0,67	4,09
7	0,67	7,7	77,5	0,35	0,70	3,52
8	0,46	8,5	86,3	0,35	0,70	3,55
9	0,25	9,3	94,2	0,35	0,70	3,53
10	0,07	10,0	101,3	0,35	0,70	3,53
11	-0,01	10,3	106,7	0,35	0,70	3,59
12	-0,04	15,6	58,6	0,52	0,82	1,96
13	-0,18	15,9	62,3	0,52	0,82	2,04
14	-0,43	16,4	72,2	0,52	0,82	2,27
15	-0,68	16,9	83,1	0,51	0,82	2,52
16	-0,94	17,4	95,6	0,51	0,82	2,79
17	-1,19	17,9	110,8	0,50	0,82	3,12
18	-1,44	18,4	130,0	0,50	0,82	3,53
19	-1,65	18,8	149,9	0,50	0,81	3,96
20	-1,86	19,3	177,4	0,50	0,81	4,56
21	-2,12	19,9	228,0	0,49	0,80	5,65
22	-2,38	20,5	210,4	0,49	0,80	5,04
23	-2,64	21,0	199,7	0,49	0,79	4,63
24	-2,90	21,6	167,7	0,48	0,79	3,76
25	-3,16	14,3	222,6	0,31	0,62	4,76
26	-3,42	16,8	230,7	0,34	0,62	4,64
27	-3,68	18,1	237,0	0,34	0,61	4,50
28	-3,94	19,8	246,0	0,36	0,60	4,42

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand, schoon, los	0,00
Zand, sterk kleiig	28,93
Klei, schoon, slap	56,74
Klei, sterk zandig	17,93
Klei, schoon, matig	0,00
Veen, matig voorbelast...	0,00
Klei, zwak zandig, slap	0,00
Klei, sterk zandig	0,00
Klei, schoon, vast	0,00
Zand, schoon, vast	0,00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -0,05 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,73

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand, schoon, los	3,17	17,00	19,00
Zand, sterk kleiig	0,77	19,00	21,00
Klei, schoon, slap	-0,03	14,00	14,00
Klei, sterk zandig	-3,03	18,00	20,00
Klei, schoon, m...	-4,23	17,00	17,00
Veen, matig voo...	-5,43	12,00	13,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	15,00	15,00
Klei, sterk zandig	-10,63	18,00	20,00
Klei, schoon, vast	-12,63	19,00	20,00
Zand, schoon, v...	-13,63	20,00	22,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand, schoon, los	3,17	0,00	26,66	17,77	17,77
Zand, sterk kleiig	0,77	0,00	24,35	16,23	16,23
Klei, schoon, slap	-0,03	0,00	15,33	7,67	7,67
Klei, sterk zandig	-3,03	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, m...	-4,23	4,35	15,33	7,67	7,67
Veen, matig voo...	-5,43	4,35	13,12	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	0,00	19,81	9,90	9,90
Klei, sterk zandig	-10,63	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, vast	-12,63	11,30	19,81	9,90	9,90
Zand, schoon, v...	-13,63	0,00	31,34	20,89	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, schoon, los	3,17	1,00	1,00	Fine
Zand, sterk kleiig	0,77	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, slap	-0,03	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, m...	-4,23	1,00	1,00	Fine
Veen, matig voo...	-5,43	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zandi...	-8,63	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, vast	-12,63	1,00	1,00	Fine
Zand, schoon, v...	-13,63	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, schoon, los	3,17	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, sterk kleiig	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, slap	-0,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-3,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, m...	-4,23	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen, matig voo...	-5,43	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-10,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, vast	-12,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, schoon, v...	-13,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Zand, sterk kleiig	0,77	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei, schoon, slap	-0,03	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, sterk zandig	-3,03	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Klei, schoon, m...	-4,23	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Veen, matig voo...	-5,43	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, zwak zandi...	-8,63	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Klei, sterk zandig	-10,63	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Klei, schoon, vast	-12,63	4615,38	4615,38	3076,92	3076,92
Zand, schoon, v...	-13,63	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	2307,69	2307,69
Zand, sterk kleiig	0,77	3846,15	3846,15
Klei, schoon, slap	-0,03	384,62	384,62
Klei, sterk zandig	-3,03	615,38	615,38
Klei, schoon, m...	-4,23	615,38	615,38
Veen, matig voo...	-5,43	384,62	384,62
Klei, zwak zandi...	-8,63	384,62	384,62
Klei, sterk zandig	-10,63	615,38	615,38
Klei, schoon, vast	-12,63	1538,46	1538,46
Zand, schoon, v...	-13,63	7692,31	7692,31

5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1,86	0,3	1,1	0,53	0,74	2,03
2	-2,12	0,9	3,3	0,53	0,74	2,03
3	-2,38	1,5	5,5	0,53	0,74	2,03
4	-2,64	2,0	7,8	0,53	0,74	2,03
5	-2,90	2,6	10,0	0,53	0,74	2,03
6	-3,16	1,2	30,9	0,18	0,55	4,55
7	-3,42	2,2	40,7	0,23	0,55	4,31
8	-3,68	3,1	50,8	0,25	0,55	4,20
9	-3,94	4,0	61,0	0,27	0,55	4,14

5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand, schoon, los	0,00
Zand, sterk kleiig	0,00
Klei, schoon, slap	7,21
Klei, sterk zandig	42,92

Name	Force
Klei, schoon, matig	0,00
Veen, matig voorbelast...	0,00
Klei, zwak zandig, slap	0,00
Klei, sterk zandig	0,00
Klei, schoon, vast	0,00
Zand, schoon, vast	0,00

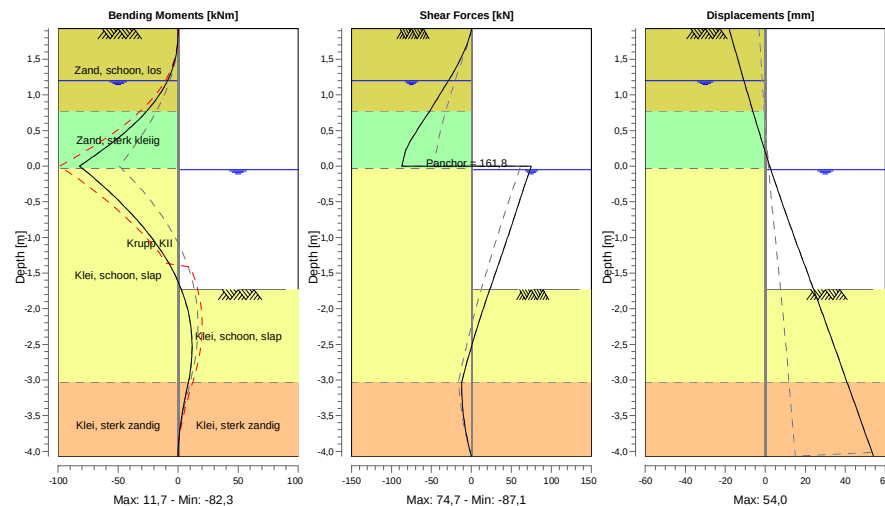
5.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Huidige situatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



5.8.2 Moments, Forces and Displacements

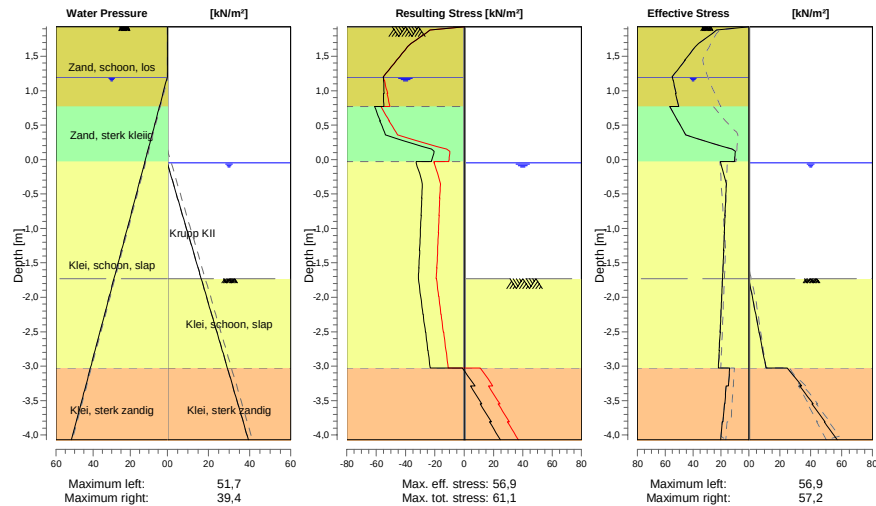
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,93	0,00	0,00	-18,2
1	1,69	-0,64	-6,33	-15,7
2	1,69	-0,64	-6,33	-15,7
2	1,44	-3,36	-16,38	-13,2
3	1,44	-3,36	-16,38	-13,2
3	1,20	-8,79	-28,68	-10,7
4	1,20	-8,79	-28,68	-10,7
4	1,15	-10,30	-31,43	-10,2
5	1,15	-10,30	-31,43	-10,2
5	0,96	-17,26	-41,83	-8,2
6	0,96	-17,26	-41,83	-8,2
6	0,77	-26,20	-52,26	-6,2
7	0,77	-26,20	-52,26	-6,2
7	0,56	-38,27	-64,50	-4,0
8	0,56	-38,27	-64,50	-4,0
8	0,36	-52,80	-75,98	-1,8
9	0,36	-52,80	-76,02	-1,8
9	0,15	-69,44	-83,89	0,5
10	0,15	-69,44	-83,86	0,5
10	0,00	-82,26	-87,05	2,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
11	0,00	-82,26	74,71	2,2
11	-0,03	-80,03	74,04	2,5
12	-0,03	-80,03	74,04	2,5
12	-0,05	-78,55	73,39	2,8
13	-0,05	-78,55	73,39	2,8
13	-0,30	-60,97	65,58	5,8
14	-0,30	-60,97	65,59	5,8
14	-0,56	-45,27	58,32	8,9
15	-0,56	-45,27	58,32	8,9
15	-0,81	-31,43	50,93	12,1
16	-0,81	-31,43	50,93	12,1
16	-1,06	-19,47	43,42	15,4
17	-1,06	-19,47	43,42	15,4
17	-1,32	-9,44	35,79	18,7
18	-1,32	-9,44	35,79	18,7
18	-1,57	-1,35	28,02	22,0
19	-1,57	-1,35	28,02	22,0
19	-1,73	2,67	23,14	24,0
20	-1,73	2,67	23,14	24,0
20	-1,99	7,65	15,20	27,4
21	-1,99	7,65	15,20	27,4
21	-2,25	10,63	7,69	30,8
22	-2,25	10,63	7,69	30,8
22	-2,51	11,70	0,61	34,2
23	-2,51	11,70	0,61	34,2
23	-2,77	10,98	-6,04	37,5
24	-2,77	10,98	-6,04	37,5
24	-3,03	8,59	-12,26	40,8
25	-3,03	8,59	-12,26	40,8
25	-3,29	5,46	-11,45	44,1
26	-3,29	5,46	-11,45	44,1
26	-3,55	2,72	-9,32	47,4
27	-3,55	2,72	-9,31	47,4
27	-3,81	0,75	-5,47	50,7
28	-3,81	0,75	-5,46	50,7
28	-4,07	0,00	-0,01	54,0
Max		-82,26	-87,05	54,0
Max, minor nodes incl.		-82,26	-87,05	54,0

5.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Huidige situatie

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	1,93	0,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	1,69	36,14	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	1,69	36,16	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	1,44	45,96	0,00	3	87	0,00	0,00	-	
3	1,44	45,91	0,00	3	87	0,00	0,00	-	
3	1,20	55,17	0,00	3	80	0,00	0,00	-	
4	1,20	55,07	0,00	3	80	0,00	0,00	-	
4	1,15	54,54	0,49	2	77	0,00	0,00	-	
5	1,15	54,40	0,49	2	77	0,00	0,00	-	
5	0,96	52,23	2,35	2	68	0,00	0,00	-	
6	0,96	52,69	2,35	2	67	0,00	0,00	-	
6	0,77	50,55	4,22	2	59	0,00	0,00	-	
7	0,77	56,87	4,22	2	77	0,00	0,00	-	
7	0,56	51,05	6,25	2	63	0,00	0,00	-	
8	0,56	51,26	6,25	2	62	0,00	0,00	-	
8	0,36	45,31	8,27	2	50	0,00	0,00	-	
9	0,36	45,18	8,27	2	50	0,00	0,00	-	
9	0,15	11,93	10,30	1		0,00	0,00	-	
10	0,15	11,89	10,30	1		0,00	0,00	-	
10	0,00	10,29	11,77	A		0,00	0,00	-	
11	0,00	10,27	11,77	A		0,00	0,00	-	
11	-0,03	10,39	12,07	A		0,00	0,00	-	
12	-0,03	20,61	12,07	1		0,00	0,00	-	
12	-0,05	20,33	12,26	1		0,00	0,00	-	
13	-0,05	20,39	12,26	1		0,00	0,00	-	
13	-0,30	16,70	14,75	1		0,00	2,49	-	
14	-0,30	16,76	14,75	1		0,00	2,49	-	
14	-0,56	16,68	17,23	A		0,00	4,97	-	
15	-0,56	16,57	17,23	A		0,00	4,97	-	
15	-0,81	17,20	19,72	A		0,00	7,46	-	

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** [%]
16	-0,81	17,07	19,72	A		0,00	7,46	-	
16	-1,06	17,71	22,20	A		0,00	9,94	-	
17	-1,06	17,56	22,20	A		0,00	9,94	-	
17	-1,32	18,21	24,69	A		0,00	12,43	-	
18	-1,32	18,05	24,69	A		0,00	12,43	-	
18	-1,57	18,71	27,17	A		0,00	14,91	-	
19	-1,57	18,63	27,17	A		0,00	14,91	-	
19	-1,73	19,03	28,71	A		0,00	16,45	-	
20	-1,73	18,97	28,71	A		0,00	16,45	P	
20	-1,99	19,66	31,27	A		2,21	19,01	P	
21	-1,99	19,54	31,27	A		2,21	19,01	P	
21	-2,25	20,23	33,83	A		4,43	21,56	P	
22	-2,25	20,11	33,83	A		4,43	21,56	P	
22	-2,51	20,80	36,38	A		6,64	24,12	P	
23	-2,51	20,67	36,38	A		6,64	24,12	P	
23	-2,77	21,36	38,94	A		8,86	26,68	P	
24	-2,77	21,23	38,94	A		8,86	26,68	P	
24	-3,03	21,91	41,50	A		11,07	29,23	P	
25	-3,03	13,83	41,50	A		24,84	29,23	P	
25	-3,29	14,74	44,05	A		34,29	31,78	3	93
26	-3,29	16,33	44,05	A		32,93	31,78	3	94
26	-3,55	17,33	46,60	A		41,67	34,34	3	90
27	-3,55	17,60	46,60	A		40,86	34,34	3	90
27	-3,81	18,62	49,15	A		49,40	36,89	3	88
28	-3,81	19,23	49,15	A		48,78	36,89	3	88
28	-4,07	20,28	51,70	A		57,20	39,44	3	86

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

5.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	155,0	50,1
Water	136,2	79,3
Total	291,2	129,4

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	54,87 kN
Mobilized passive effective resistance	50,14 kN
Percentage mobilized resistance	91,4 %
Position single support	0,00 m
Maximum passive moment	191,55 kNm
Mobilized passive moment	173,92 kNm
Percentage mobilized moment	90,8 %

5.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker 1	0,00	2,100E+08	161,76	Elastic	Left	Anchor

6 Step 6.4 Stage 1: Huidige situatie

6.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: 1,20 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,93
2,73	1,82
3,69	1,83
4,22	1,83
4,75	1,82
5,27	1,83
5,80	1,81
6,33	1,81
6,85	1,84
7,38	1,93

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand, schoon, los	3,17	17,00	19,00
Zand, sterk kleiig	0,77	19,00	21,00
Klei, schoon, slap	-0,03	14,00	14,00
Klei, sterk zandig	-3,03	18,00	20,00
Klei, schoon, m...	-4,23	17,00	17,00
Veen, matig voo...	-5,43	12,00	13,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	15,00	15,00
Klei, sterk zandig	-10,63	18,00	20,00
Klei, schoon, vast	-12,63	19,00	20,00
Zand, schoon, v...	-13,63	20,00	22,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand, schoon, los	3,17	0,00	26,66	17,77	17,77
Zand, sterk kleiig	0,77	0,00	24,35	16,23	16,23
Klei, schoon, slap	-0,03	0,00	15,33	7,67	7,67
Klei, sterk zandig	-3,03	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, m...	-4,23	4,35	15,33	7,67	7,67
Veen, matig voo...	-5,43	4,35	13,12	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	0,00	19,81	9,90	9,90
Klei, sterk zandig	-10,63	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, vast	-12,63	11,30	19,81	9,90	9,90
Zand, schoon, v...	-13,63	0,00	31,34	20,89	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, schoon, los	3,17	1,00	1,00	Fine
Zand, sterk kleiig	0,77	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, slap	-0,03	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, m...	-4,23	1,00	1,00	Fine
Veen, matig voo...	-5,43	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zandi...	-8,63	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, vast	-12,63	1,00	1,00	Fine
Zand, schoon, v...	-13,63	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, schoon, los	3,17	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, sterk kleiig	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, slap	-0,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-3,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, m...	-4,23	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen, matig voo...	-5,43	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-10,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, vast	-12,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, schoon, v...	-13,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Zand, sterk kleiig	0,77	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Klei, schoon, slap	-0,03	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Klei, sterk zandig	-3,03	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Klei, schoon, m...	-4,23	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Veen, matig voo...	-5,43	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Klei, sterk zandig	-10,63	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Klei, schoon, vast	-12,63	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
Zand, schoon, v...	-13,63	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	6750,00	6750,00
Zand, sterk kleiig	0,77	11250,00	11250,00
Klei, schoon, slap	-0,03	1125,00	1125,00
Klei, sterk zandig	-3,03	1800,00	1800,00
Klei, schoon, m...	-4,23	1800,00	1800,00
Veen, matig voo...	-5,43	1125,00	1125,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	1125,00	1125,00
Klei, sterk zandig	-10,63	1800,00	1800,00
Klei, schoon, vast	-12,63	4500,00	4500,00
Zand, schoon, v...	-13,63	22500,00	22500,00

6.2.6 Anchors

Name	Level	E-Modulus	Cross section	Length	Angle	Yield force	Pre-tension. force
	[m]	[kN/m ²]	[m ² /m']	[m]	[°]	[kN/m']	[kN/m']
Anker 1	0,00	2,100E+08	7,000E-03	20,00	0,00	10000,00	n.a.

6.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance	Load	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
	[m]	[kN/m ²]		
Vlaklast	0,00	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	5,00	5,00		
	5,01	25,00		
	25,00	25,00		

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]
1	1,81	2,2	28,0	0,32	0,76	4,06
2	1,56	3,5	44,3	0,32	0,70	4,06
3	1,32	4,8	60,7	0,32	0,67	4,06
4	1,18	5,5	69,7	0,32	0,67	4,05
5	1,05	5,9	73,6	0,32	0,67	4,02
6	0,86	6,4	81,8	0,32	0,67	4,09
7	0,67	7,7	77,5	0,35	0,70	3,52
8	0,46	8,5	86,3	0,35	0,70	3,55
9	0,25	9,3	94,2	0,35	0,70	3,53
10	0,07	10,0	101,3	0,35	0,70	3,53
11	-0,01	10,3	106,7	0,35	0,70	3,59
12	-0,04	15,6	58,6	0,52	0,82	1,96
13	-0,18	15,9	62,3	0,52	0,82	2,04
14	-0,43	16,4	72,2	0,52	0,82	2,27
15	-0,68	16,9	83,1	0,51	0,82	2,52
16	-0,94	17,4	95,6	0,51	0,82	2,79
17	-1,19	17,9	110,8	0,50	0,82	3,12
18	-1,44	18,4	130,0	0,50	0,82	3,53
19	-1,65	18,8	149,9	0,50	0,81	3,96
20	-1,86	19,3	177,4	0,50	0,81	4,56
21	-2,12	19,9	228,0	0,49	0,80	5,65
22	-2,38	20,5	210,4	0,49	0,80	5,04
23	-2,64	21,0	199,7	0,49	0,79	4,63
24	-2,90	21,6	167,7	0,48	0,79	3,76
25	-3,16	14,3	222,6	0,31	0,62	4,76
26	-3,42	16,8	230,7	0,34	0,62	4,64
27	-3,68	18,1	237,0	0,34	0,61	4,50
28	-3,94	19,8	246,0	0,36	0,60	4,42

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand, schoon, los	0,00
Zand, sterk kleiig	16,75
Klei, schoon, slap	55,94
Klei, sterk zandig	17,93
Klei, schoon, matig	0,00
Veen, matig voorbelast...	0,00
Klei, zwak zandig, slap	0,00
Klei, sterk zandig	0,00
Klei, schoon, vast	0,00
Zand, schoon, vast	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0,05 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,73

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand, schoon, los	3,17	17,00	19,00
Zand, sterk kleiig	0,77	19,00	21,00
Klei, schoon, slap	-0,03	14,00	14,00
Klei, sterk zandig	-3,03	18,00	20,00
Klei, schoon, m...	-4,23	17,00	17,00
Veen, matig voo...	-5,43	12,00	13,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	15,00	15,00
Klei, sterk zandig	-10,63	18,00	20,00
Klei, schoon, vast	-12,63	19,00	20,00
Zand, schoon, v...	-13,63	20,00	22,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand, schoon, los	3,17	0,00	26,66	17,77	17,77
Zand, sterk kleiig	0,77	0,00	24,35	16,23	16,23
Klei, schoon, slap	-0,03	0,00	15,33	7,67	7,67
Klei, sterk zandig	-3,03	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, m...	-4,23	4,35	15,33	7,67	7,67
Veen, matig voo...	-5,43	4,35	13,12	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	0,00	19,81	9,90	9,90
Klei, sterk zandig	-10,63	0,87	26,66	13,33	13,33
Klei, schoon, vast	-12,63	11,30	19,81	9,90	9,90
Zand, schoon, v...	-13,63	0,00	31,34	20,89	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, schoon, los	3,17	1,00	1,00	Fine
Zand, sterk kleiig	0,77	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, slap	-0,03	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, m...	-4,23	1,00	1,00	Fine
Veen, matig voo...	-5,43	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zandi...	-8,63	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, vast	-12,63	1,00	1,00	Fine
Zand, schoon, v...	-13,63	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, schoon, los	3,17	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, sterk kleiig	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, slap	-0,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-3,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, m...	-4,23	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen, matig voo...	-5,43	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-10,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, vast	-12,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, schoon, v...	-13,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Zand, sterk kleiig	0,77	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Klei, schoon, slap	-0,03	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Klei, sterk zandig	-3,03	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Klei, schoon, m...	-4,23	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Veen, matig voo...	-5,43	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Klei, sterk zandig	-10,63	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Klei, schoon, vast	-12,63	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
Zand, schoon, v...	-13,63	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	6750,00	6750,00
Zand, sterk kleiig	0,77	11250,00	11250,00
Klei, schoon, slap	-0,03	1125,00	1125,00
Klei, sterk zandig	-3,03	1800,00	1800,00
Klei, schoon, m...	-4,23	1800,00	1800,00
Veen, matig voo...	-5,43	1125,00	1125,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	1125,00	1125,00
Klei, sterk zandig	-10,63	1800,00	1800,00
Klei, schoon, vast	-12,63	4500,00	4500,00
Zand, schoon, v...	-13,63	22500,00	22500,00

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1,86	0,3	1,1	0,53	0,74	2,03
2	-2,12	0,9	3,3	0,53	0,74	2,03
3	-2,38	1,5	5,5	0,53	0,74	2,03
4	-2,64	2,0	7,8	0,53	0,74	2,03
5	-2,90	2,6	10,0	0,53	0,74	2,03
6	-3,16	1,2	30,9	0,18	0,55	4,55
7	-3,42	2,2	40,7	0,23	0,55	4,31
8	-3,68	3,1	50,8	0,25	0,55	4,20
9	-3,94	4,0	61,0	0,27	0,55	4,14

6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand, schoon, los	0,00
Zand, sterk kleiig	0,00
Klei, schoon, slap	7,21
Klei, sterk zandig	45,53

Name	Force
Klei, schoon, matig	0,00
Veen, matig voorbelast...	0,00
Klei, zwak zandig, slap	0,00
Klei, sterk zandig	0,00
Klei, schoon, vast	0,00
Zand, schoon, vast	0,00

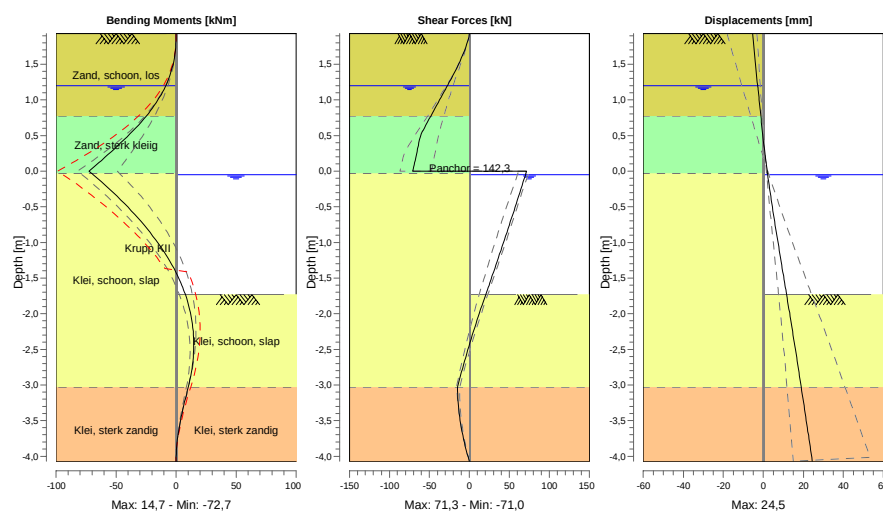
6.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Huidige situatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



6.8.2 Moments, Forces and Displacements

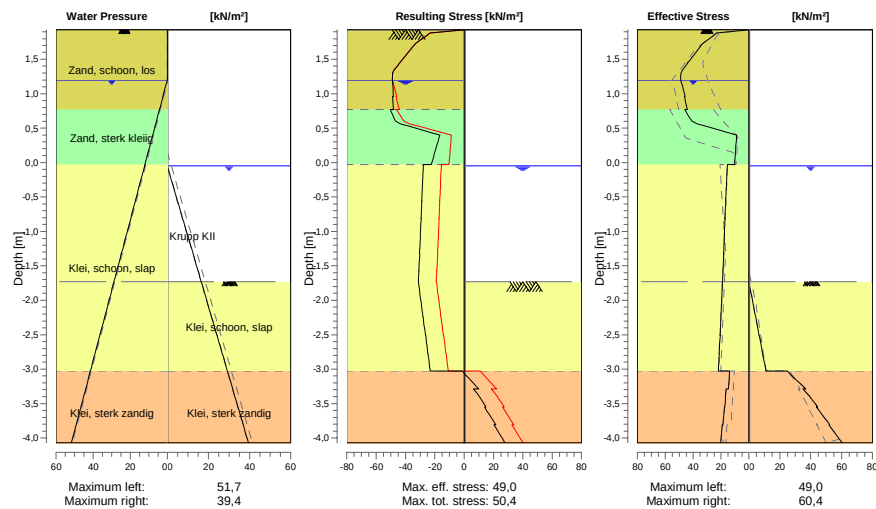
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,93	0,00	0,00	-5,4
1	1,69	-0,64	-6,30	-4,5
2	1,69	-0,64	-6,30	-4,5
2	1,44	-3,30	-15,91	-3,7
3	1,44	-3,30	-15,91	-3,7
3	1,20	-8,55	-27,49	-2,8
4	1,20	-8,55	-27,49	-2,8
4	1,15	-9,99	-29,94	-2,6
5	1,15	-9,99	-29,94	-2,6
5	0,96	-16,55	-39,15	-2,0
6	0,96	-16,55	-39,15	-2,0
6	0,77	-24,87	-48,38	-1,3
7	0,77	-24,87	-48,38	-1,3
7	0,56	-35,91	-58,30	-0,5
8	0,56	-35,91	-58,32	-0,5
8	0,36	-48,66	-64,00	0,4
9	0,36	-48,66	-63,96	0,4
9	0,15	-62,26	-67,81	1,2
10	0,15	-62,26	-67,81	1,2
10	0,00	-72,67	-70,96	1,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
11	0,00	-72,67	71,31	1,9
11	-0,03	-70,54	70,64	2,1
12	-0,03	-70,54	70,64	2,1
12	-0,05	-69,13	70,09	2,2
13	-0,05	-69,13	70,09	2,2
13	-0,30	-52,27	62,96	3,4
14	-0,30	-52,27	62,96	3,4
14	-0,56	-37,24	55,71	4,8
15	-0,56	-37,24	55,71	4,8
15	-0,81	-24,06	48,33	6,2
16	-0,81	-24,06	48,33	6,2
16	-1,06	-12,76	40,82	7,7
17	-1,06	-12,76	40,82	7,7
17	-1,32	-3,39	33,18	9,2
18	-1,32	-3,39	33,18	9,2
18	-1,57	4,04	25,42	10,7
19	-1,57	4,04	25,42	10,7
19	-1,73	7,65	20,53	11,6
20	-1,73	7,65	20,53	11,6
20	-1,99	11,95	12,59	13,1
21	-1,99	11,95	12,59	13,1
21	-2,25	14,25	5,08	14,6
22	-2,25	14,25	5,08	14,6
22	-2,51	14,64	-2,00	16,1
23	-2,51	14,64	-2,00	16,1
23	-2,77	13,24	-8,65	17,5
24	-2,77	13,24	-8,65	17,5
24	-3,03	10,17	-14,87	18,9
25	-3,03	10,17	-14,87	18,9
25	-3,29	6,39	-13,75	20,3
26	-3,29	6,39	-13,75	20,3
26	-3,55	3,14	-10,90	21,7
27	-3,55	3,14	-10,90	21,7
27	-3,81	0,86	-6,28	23,1
28	-3,81	0,86	-6,27	23,1
28	-4,07	0,00	-0,01	24,5
Max		-72,67	71,31	24,5
Max, minor nodes incl.		-72,67	71,31	24,5

6.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Huidige situatie

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m ²]	Water stress [kN/m ²]	Stat*	Mob** [%]
1	1,93	0,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	1,69	34,89	0,00	3	97	0,00	0,00	-	
2	1,69	34,85	0,00	3	96	0,00	0,00	-	
2	1,44	44,09	0,00	3	84	0,00	0,00	-	
3	1,44	44,03	0,00	3	84	0,00	0,00	-	
3	1,20	49,00	0,00	2	71	0,00	0,00	-	
4	1,20	48,92	0,00	2	71	0,00	0,00	-	
4	1,15	48,34	0,49	2	68	0,00	0,00	-	
5	1,15	48,20	0,49	2	69	0,00	0,00	-	
5	0,96	45,95	2,35	2	60	0,00	0,00	-	
6	0,96	46,41	2,35	2	59	0,00	0,00	-	
6	0,77	44,11	4,22	2	52	0,00	0,00	-	
7	0,77	46,14	4,22	2	63	0,00	0,00	-	
7	0,56	37,22	6,25	1	46	0,00	0,00	-	
8	0,56	37,21	6,25	1	45	0,00	0,00	-	
8	0,36	8,93	8,27	A		0,00	0,00	-	
9	0,36	8,90	8,27	A		0,00	0,00	-	
9	0,15	9,72	10,30	A		0,00	0,00	-	
10	0,15	9,69	10,30	A		0,00	0,00	-	
10	0,00	10,29	11,77	A		0,00	0,00	-	
11	0,00	10,27	11,77	A		0,00	0,00	-	
11	-0,03	10,39	12,07	A		0,00	0,00	-	
12	-0,03	15,54	12,07	A		0,00	0,00	-	
12	-0,05	15,59	12,26	A		0,00	0,00	-	
13	-0,05	15,55	12,26	A		0,00	0,00	-	
13	-0,30	16,16	14,75	A		0,00	2,49	-	
14	-0,30	16,07	14,75	A		0,00	2,49	-	
14	-0,56	16,68	17,23	A		0,00	4,97	-	
15	-0,56	16,57	17,23	A		0,00	4,97	-	
15	-0,81	17,20	19,72	A		0,00	7,46	-	

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** [%]
16	-0,81	17,07	19,72	A		0,00	7,46	-	
16	-1,06	17,71	22,20	A		0,00	9,94	-	
17	-1,06	17,56	22,20	A		0,00	9,94	-	
17	-1,32	18,21	24,69	A		0,00	12,43	-	
18	-1,32	18,05	24,69	A		0,00	12,43	-	
18	-1,57	18,71	27,17	A		0,00	14,91	-	
19	-1,57	18,63	27,17	A		0,00	14,91	-	
19	-1,73	19,03	28,71	A		0,00	16,45	-	
20	-1,73	18,97	28,71	A		0,00	16,45	P	
20	-1,99	19,66	31,27	A		2,21	19,01	P	
21	-1,99	19,54	31,27	A		2,21	19,01	P	
21	-2,25	20,23	33,83	A		4,43	21,56	P	
22	-2,25	20,11	33,83	A		4,43	21,56	P	
22	-2,51	20,80	36,38	A		6,64	24,12	P	
23	-2,51	20,67	36,38	A		6,64	24,12	P	
23	-2,77	21,36	38,94	A		8,86	26,68	P	
24	-2,77	21,23	38,94	A		8,86	26,68	P	
24	-3,03	21,91	41,50	A		11,07	29,23	P	
25	-3,03	13,83	41,50	A		24,84	29,23	P	
25	-3,29	14,74	44,05	A		36,89	31,78	P	
26	-3,29	16,33	44,05	A		34,96	31,78	P	
26	-3,55	17,33	46,60	A		44,58	34,34	3	96
27	-3,55	17,60	46,60	A		43,77	34,34	3	97
27	-3,81	18,62	49,15	A		52,45	36,89	3	93
28	-3,81	19,23	49,15	A		51,83	36,89	3	93
28	-4,07	20,28	51,70	A		60,38	39,44	3	91

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

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	138,1	52,7
Water	136,2	79,3
Total	274,3	132,0

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	54,87 kN
Mobilized passive effective resistance	52,74 kN
Percentage mobilized resistance	96,1 %
Position single support	0,00 m
Maximum passive moment	191,55 kNm
Mobilized passive moment	183,39 kNm
Percentage mobilized moment	95,7 %

6.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker 1	0,00	2,100E+08	142,27	Elastic	Left	Anchor

7 Step 6.5 Stage 1: Huidige situatie

7.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: 1,15 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,93
2,73	1,82
3,69	1,83
4,22	1,83
4,75	1,82
5,27	1,83
5,80	1,81
6,33	1,81
6,85	1,84
7,38	1,93

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand, schoon, los	3,17	17,00	19,00
Zand, sterk kleiig	0,77	19,00	21,00
Klei, schoon, slap	-0,03	14,00	14,00
Klei, sterk zandig	-3,03	18,00	20,00
Klei, schoon, m...	-4,23	17,00	17,00
Veen, matig voo...	-5,43	12,00	13,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	15,00	15,00
Klei, sterk zandig	-10,63	18,00	20,00
Klei, schoon, vast	-12,63	19,00	20,00
Zand, schoon, v...	-13,63	20,00	22,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand, schoon, los	3,17	0,00	30,00	20,00	20,00
Zand, sterk kleiig	0,77	0,00	27,50	18,33	18,33
Klei, schoon, slap	-0,03	0,00	17,50	8,75	8,75
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	30,00	15,00	15,00
Klei, schoon, m...	-4,23	5,00	17,50	8,75	8,75
Veen, matig voo...	-5,43	5,00	15,00	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	0,00	22,50	11,25	11,25
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	30,00	15,00	15,00
Klei, schoon, vast	-12,63	13,00	22,50	11,25	11,25
Zand, schoon, v...	-13,63	0,00	35,00	23,33	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, schoon, los	3,17	1,00	1,00	Fine
Zand, sterk kleiig	0,77	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, slap	-0,03	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, m...	-4,23	1,00	1,00	Fine
Veen, matig voo...	-5,43	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zandi...	-8,63	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, vast	-12,63	1,00	1,00	Fine
Zand, schoon, v...	-13,63	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, schoon, los	3,17	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, sterk kleiig	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, slap	-0,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-3,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, m...	-4,23	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen, matig voo...	-5,43	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-10,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, vast	-12,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, schoon, v...	-13,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Zand, sterk kleiig	0,77	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, schoon, slap	-0,03	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, sterk zandig	-3,03	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei, schoon, m...	-4,23	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen, matig voo...	-5,43	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, sterk zandig	-10,63	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei, schoon, vast	-12,63	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
Zand, schoon, v...	-13,63	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	3000,00	3000,00
Zand, sterk kleiig	0,77	5000,00	5000,00
Klei, schoon, slap	-0,03	500,00	500,00
Klei, sterk zandig	-3,03	800,00	800,00
Klei, schoon, m...	-4,23	800,00	800,00
Veen, matig voo...	-5,43	500,00	500,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	500,00	500,00
Klei, sterk zandig	-10,63	800,00	800,00
Klei, schoon, vast	-12,63	2000,00	2000,00
Zand, schoon, v...	-13,63	10000,00	10000,00

7.2.6 Anchors

Name	Level	E-Modulus	Cross section	Length	Angle	Yield force	Pre-tension. force
	[m]	[kN/m ²]	[m ² /m']	[m]	[°]	[kN/m']	[kN/m']
Anker 1	0,00	2,100E+08	7,000E-03	20,00	0,00	10000,00	n.a.

7.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance	Load	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
	[m]	[kN/m ²]		
Vlaklast	0,00	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	5,00	5,00		
	5,01	25,00		
	25,00	25,00		

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]
1	1,80	2,0	36,6	0,28	0,74	5,21
2	1,54	3,2	59,1	0,28	0,66	5,21
3	1,28	4,4	81,5	0,28	0,63	5,20
4	1,05	5,2	97,4	0,28	0,63	5,21
5	0,86	5,7	110,5	0,28	0,63	5,42
6	0,67	6,9	99,3	0,31	0,66	4,43
7	0,46	7,6	109,2	0,31	0,66	4,42
8	0,25	8,3	120,5	0,31	0,65	4,45
9	0,07	8,9	135,2	0,31	0,65	4,65
10	-0,01	9,2	145,9	0,31	0,65	4,84
11	-0,16	14,7	85,3	0,47	0,79	2,76
12	-0,41	15,2	104,5	0,47	0,79	3,26
13	-0,67	15,6	128,4	0,47	0,79	3,85
14	-0,93	16,1	160,8	0,47	0,79	4,65
15	-1,19	16,6	209,7	0,46	0,79	5,85
16	-1,44	17,1	253,6	0,46	0,79	6,82
17	-1,72	17,6	243,5	0,46	0,78	6,31
18	-2,01	18,2	260,2	0,45	0,78	6,48
19	-2,30	18,8	175,6	0,45	0,77	4,21
20	-2,59	19,4	147,0	0,45	0,76	3,40
21	-2,88	19,9	149,1	0,44	0,76	3,33
22	-3,16	10,8	268,9	0,23	0,58	5,71
23	-3,42	11,7	279,6	0,23	0,57	5,58
24	-3,68	12,5	291,2	0,24	0,57	5,49
25	-3,94	16,2	302,7	0,29	0,56	5,40

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand, schoon, los	0,00
Zand, sterk kleiig	10,25
Klei, schoon, slap	55,94
Klei, sterk zandig	13,31
Klei, schoon, matig	0,00
Veen, matig voorbelast...	0,00
Klei, zwak zandig, slap	0,00
Klei, sterk zandig	0,00
Klei, schoon, vast	0,00
Zand, schoon, vast	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: 0,15 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,57

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: Grondopbouw sondering

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand, schoon, los	3,17	17,00	19,00
Zand, sterk kleiig	0,77	19,00	21,00
Klei, schoon, slap	-0,03	14,00	14,00
Klei, sterk zandig	-3,03	18,00	20,00
Klei, schoon, m...	-4,23	17,00	17,00
Veen, matig voo...	-5,43	12,00	13,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	15,00	15,00
Klei, sterk zandig	-10,63	18,00	20,00
Klei, schoon, vast	-12,63	19,00	20,00
Zand, schoon, v...	-13,63	20,00	22,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand, schoon, los	3,17	0,00	30,00	20,00	20,00
Zand, sterk kleiig	0,77	0,00	27,50	18,33	18,33
Klei, schoon, slap	-0,03	0,00	17,50	8,75	8,75
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	30,00	15,00	15,00
Klei, schoon, m...	-4,23	5,00	17,50	8,75	8,75
Veen, matig voo...	-5,43	5,00	15,00	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	0,00	22,50	11,25	11,25
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	30,00	15,00	15,00
Klei, schoon, vast	-12,63	13,00	22,50	11,25	11,25
Zand, schoon, v...	-13,63	0,00	35,00	23,33	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, schoon, los	3,17	1,00	1,00	Fine
Zand, sterk kleiig	0,77	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, slap	-0,03	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-3,03	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, m...	-4,23	1,00	1,00	Fine
Veen, matig voo...	-5,43	1,00	1,00	Fine
Klei, zwak zandi...	-8,63	1,00	1,00	Fine
Klei, sterk zandig	-10,63	1,00	1,00	Fine
Klei, schoon, vast	-12,63	1,00	1,00	Fine
Zand, schoon, v...	-13,63	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Zand, schoon, los	3,17	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, sterk kleiig	0,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, slap	-0,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-3,03	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, m...	-4,23	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen, matig voo...	-5,43	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	-10,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei, schoon, vast	-12,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, schoon, v...	-13,63	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Zand, sterk kleiig	0,77	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei, schoon, slap	-0,03	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, sterk zandig	-3,03	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei, schoon, m...	-4,23	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen, matig voo...	-5,43	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Klei, sterk zandig	-10,63	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Klei, schoon, vast	-12,63	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
Zand, schoon, v...	-13,63	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand, schoon, los	3,17	3000,00	3000,00
Zand, sterk kleiig	0,77	5000,00	5000,00
Klei, schoon, slap	-0,03	500,00	500,00
Klei, sterk zandig	-3,03	800,00	800,00
Klei, schoon, m...	-4,23	800,00	800,00
Veen, matig voo...	-5,43	500,00	500,00
Klei, zwak zandi...	-8,63	500,00	500,00
Klei, sterk zandig	-10,63	800,00	800,00
Klei, schoon, vast	-12,63	2000,00	2000,00
Zand, schoon, v...	-13,63	10000,00	10000,00

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-1,72	0,3	1,4	0,49	0,70	2,27
2	-2,01	0,9	4,2	0,49	0,70	2,27
3	-2,30	1,5	6,9	0,49	0,70	2,27
4	-2,59	2,1	9,7	0,49	0,70	2,27
5	-2,88	2,7	12,5	0,49	0,70	2,27
6	-3,16	1,0	42,6	0,14	0,50	5,73
7	-3,42	1,9	54,5	0,19	0,50	5,40
8	-3,68	2,7	67,1	0,21	0,50	5,27
9	-3,94	3,4	79,8	0,22	0,50	5,18

7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand, schoon, los	0,00
Zand, sterk kleiig	0,00
Klei, schoon, slap	8,81
Klei, sterk zandig	39,88

Name	Force
Klei, schoon, matig	0,00
Veen, matig voorbelast...	0,00
Klei, zwak zandig, slap	0,00
Klei, sterk zandig	0,00
Klei, schoon, vast	0,00
Zand, schoon, vast	0,00

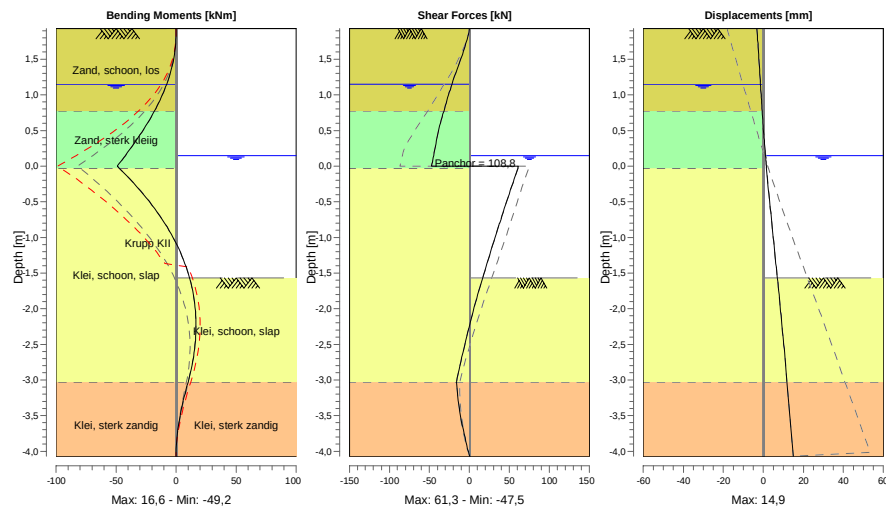
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Huidige situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



7.8.2 Moments, Forces and Displacements

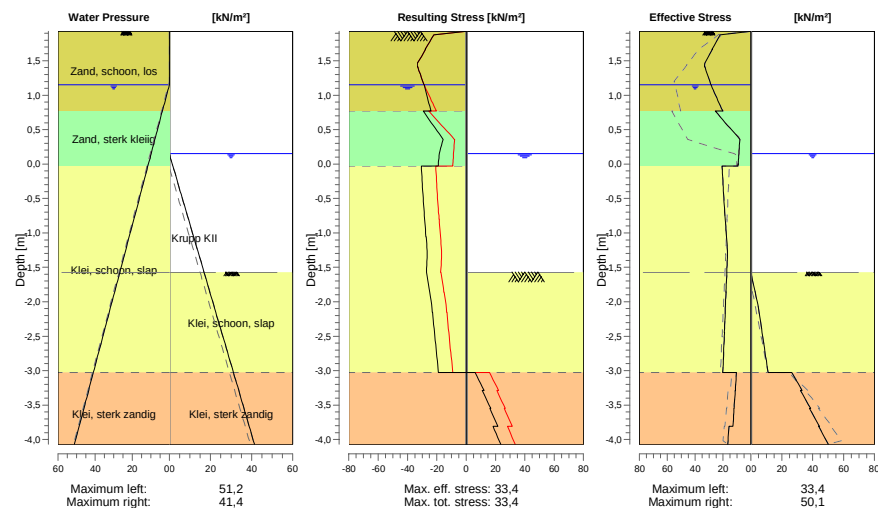
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,93	0,00	0,00	-3,2
1	1,67	-0,65	-5,77	-2,6
2	1,67	-0,65	-5,77	-2,6
2	1,41	-3,16	-13,84	-2,0
3	1,41	-3,16	-13,84	-2,0
3	1,15	-7,83	-21,88	-1,5
4	1,15	-7,83	-21,88	-1,5
4	0,96	-12,49	-27,11	-1,0
5	0,96	-12,49	-27,11	-1,0
5	0,77	-18,10	-31,89	-0,6
6	0,77	-18,10	-31,89	-0,6
6	0,56	-25,27	-37,25	-0,1
7	0,56	-25,27	-37,25	-0,1
7	0,36	-33,40	-41,19	0,5
8	0,36	-33,40	-41,18	0,5
8	0,15	-42,27	-44,71	1,0
9	0,15	-42,27	-44,71	1,0
9	0,00	-49,18	-47,52	1,5
10	0,00	-49,18	61,32	1,5
10	-0,03	-47,35	60,75	1,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
11	-0,03	-47,35	60,70	1,6
11	-0,29	-32,77	52,94	2,4
12	-0,29	-32,77	52,84	2,4
12	-0,54	-20,19	45,26	3,3
13	-0,54	-20,19	45,16	3,3
13	-0,80	-9,55	37,79	4,2
14	-0,80	-9,55	37,69	4,2
14	-1,06	-0,79	30,55	5,1
15	-1,06	-0,79	30,46	5,1
15	-1,31	6,13	23,56	6,1
16	-1,31	6,13	23,47	6,1
16	-1,57	11,28	16,58	7,0
17	-1,57	11,28	16,53	7,0
17	-1,86	14,98	8,94	8,1
18	-1,86	14,98	8,94	8,1
18	-2,15	16,56	1,97	9,1
19	-2,15	16,56	1,97	9,1
19	-2,45	16,18	-4,54	10,0
20	-2,45	16,18	-4,54	10,0
20	-2,74	13,95	-10,65	10,9
21	-2,74	13,95	-10,65	10,9
21	-3,03	10,00	-16,37	11,8
22	-3,03	10,00	-16,37	11,8
22	-3,29	6,02	-13,97	12,6
23	-3,29	6,02	-13,97	12,6
23	-3,55	2,82	-10,35	13,4
24	-3,55	2,82	-10,35	13,4
24	-3,81	0,74	-5,45	14,2
25	-3,81	0,74	-5,45	14,2
25	-4,07	0,00	0,00	14,9
Max		-49,18	61,32	14,9
Max, minor nodes incl.		-49,18	61,32	14,9

7.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: Huidige situatie

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	1,93	0,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	1,67	27,80	0,00	2	58	0,00	0,00	-	
2	1,67	27,62	0,00	2	58	0,00	0,00	-	
2	1,41	33,41	0,00	1	48	0,00	0,00	-	
3	1,41	33,02	0,00	1	47	0,00	0,00	-	
3	1,15	28,78	0,00	1	31	0,00	0,00	-	
4	1,15	28,63	0,00	1	31	0,00	0,00	-	
4	0,96	24,49	1,86	1	24	0,00	0,00	-	
5	0,96	24,50	1,86	1	23	0,00	0,00	-	
5	0,77	20,22	3,73	1	18	0,00	0,00	-	
6	0,77	25,45	3,73	1	27	0,00	0,00	-	
6	0,56	16,85	5,76	1	16	0,00	0,00	-	
7	0,56	16,83	5,76	1	16	0,00	0,00	-	
7	0,36	7,96	7,78	A		0,00	0,00	-	
8	0,36	7,93	7,78	A		0,00	0,00	-	
8	0,15	8,65	9,81	A		0,00	0,00	-	
9	0,15	8,63	9,81	A		0,00	0,00	-	
9	0,00	9,15	11,28	A		0,00	1,47	-	
10	0,00	9,14	11,28	A		0,00	1,47	-	
10	-0,03	9,24	11,58	A		0,00	1,77	-	
11	-0,03	20,79	11,58	1		0,00	1,77	-	
11	-0,29	20,07	14,09	1		0,00	4,28	-	
12	-0,29	20,13	14,09	1		0,00	4,28	-	
12	-0,54	19,32	16,61	1		0,00	6,80	-	
13	-0,54	19,33	16,61	1		0,00	6,80	-	
13	-0,80	18,48	19,13	1		0,00	9,32	-	
14	-0,80	18,44	19,13	1		0,00	9,32	-	
14	-1,06	17,58	21,65	1		0,00	11,84	-	
15	-1,06	17,49	21,65	1		0,00	11,84	-	
15	-1,31	16,89	24,17	A		0,00	14,36	-	
16	-1,31	16,75	24,17	A		0,00	14,36	-	
16	-1,57	17,36	26,68	A		0,00	16,87	-	
17	-1,57	17,22	26,68	A		0,00	16,87	P	
17	-1,86	17,92	29,55	A		2,78	19,74	P	
18	-1,86	17,83	29,55	A		2,78	19,74	P	
18	-2,15	18,54	32,41	A		5,31	22,60	3	96
19	-2,15	18,42	32,41	A		5,31	22,60	3	96
19	-2,45	19,12	35,28	A		7,26	25,47	3	87
20	-2,45	19,00	35,28	A		7,26	25,47	3	87
20	-2,74	19,70	38,14	A		9,19	28,33	3	83
21	-2,74	19,57	38,14	A		9,19	28,33	3	83
21	-3,03	20,28	41,01	A		11,12	31,20	3	80
22	-3,03	10,49	41,01	A		26,50	31,20	2	76
22	-3,29	11,17	43,56	A		33,23	33,75	2	66
23	-3,29	11,32	43,56	A		32,18	33,75	2	68
23	-3,55	12,01	46,11	A		38,58	36,30	2	63
24	-3,55	12,14	46,11	A		38,03	36,30	2	63
24	-3,81	12,83	48,66	A		44,30	38,85	2	60
25	-3,81	15,77	48,66	A		43,88	38,85	2	60
25	-4,07	16,63	51,21	A		50,06	41,40	2	58

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

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	110,7	48,7
Water	133,7	87,3
Total	244,3	136,0

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	73,58 kN
Mobilized passive effective resistance	48,69 kN
Percentage mobilized resistance	66,2 %
Position single support	0,00 m
Maximum passive moment	255,51 kNm
Mobilized passive moment	165,82 kNm
Percentage mobilized moment	64,9 %

7.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Force [kN]	State	Side	Type
Anker 1	0,00	2,100E+08	108,84	Elastic	Left	Anchor

End of Report

Sanering Veersedijk 301

Bepaling integratie bestaande damwand

projectnummer 0464984.100

1 april 2021 revisie 1.0

Gemeente Hendrik-Ido-Ambacht

**Varianten met diverse taluds**

Report for D-Sheet Piling 19.3

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: Antea Group

Date of report: 3/9/2021
Time of report: 1:54:15 PM
Report with version: 19.3.2.28346

Date of calculation: 3/9/2021
Time of calculation: 1:53:40 PM
Calculated with version: 19.3.2.28346

File name: 0464984-Damwand Veersedijk_h1-3_t-05NAP

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 Calculation Errors	3
2.3 Warnings	3
2.4 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
3.3 Calculation Options	5

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3 (A)		---	---	---	---	---
1	EC7(NL)-Step 6.4 (A)		---	---	---	---	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 (A)	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		0,00	0,00			
Max		---	---	---	---	---	Sufficient

(A) Wall unstable

(A) Wall unstable

2.2 Calculation Errors

Error

Sheet piling unstable in stage : 1

2.3 Warnings

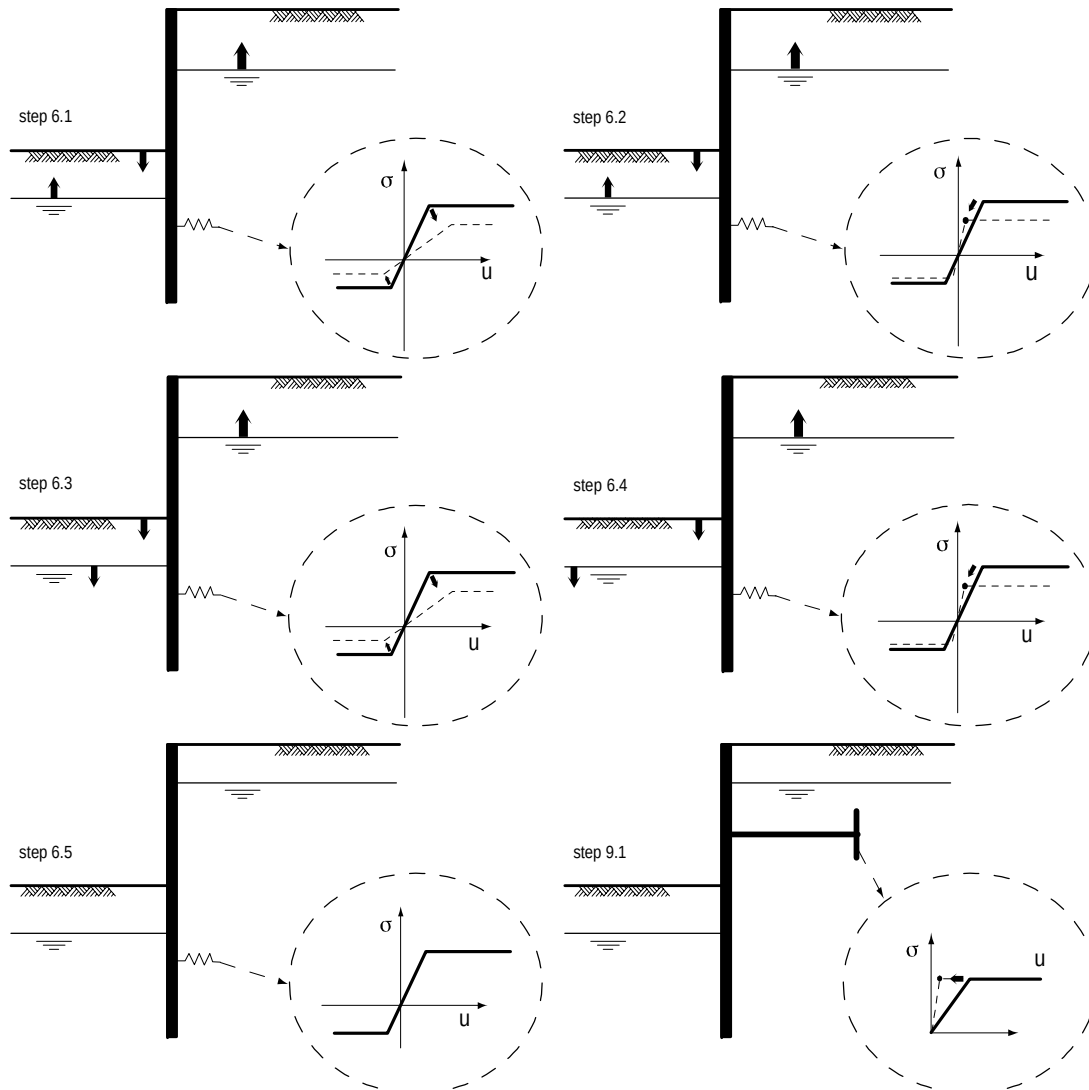
* Phi values

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 K_a , K_o , K_p calculation.

Profile(s):

- Grondopbouw sondering

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

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

3.2 Sheet Piling Properties

Length	4,57 m
Level top side	-0,50 m
Number of sections	1
q _b ;max	0,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From	To	Material type	Acting width
	[m]	[m]		[m]
Krupp KII	-5,07	-0,50	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI	Red. factor on EI	Corrected elas. stiffness EI	Note to reduction factor
	[kNm ² /m']	[-]	[kNm ²]	
Krupp KII	3,8094E+04	1,00	3,8094E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el	Modification factor	Material factor	Red. factor allow. moment	Mr;d;el
	[kNm/m']	[-]	[-]	[-]	[kNm]
Krupp KII	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From	To	Height	Coating area	Section area
	[m]	[m]	[mm]	[m ² /m ² wall]	[cm ² /m']
Krupp KII	-5,07	-0,50	302,00	1,35	126,00

3.3 Calculation Options

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

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

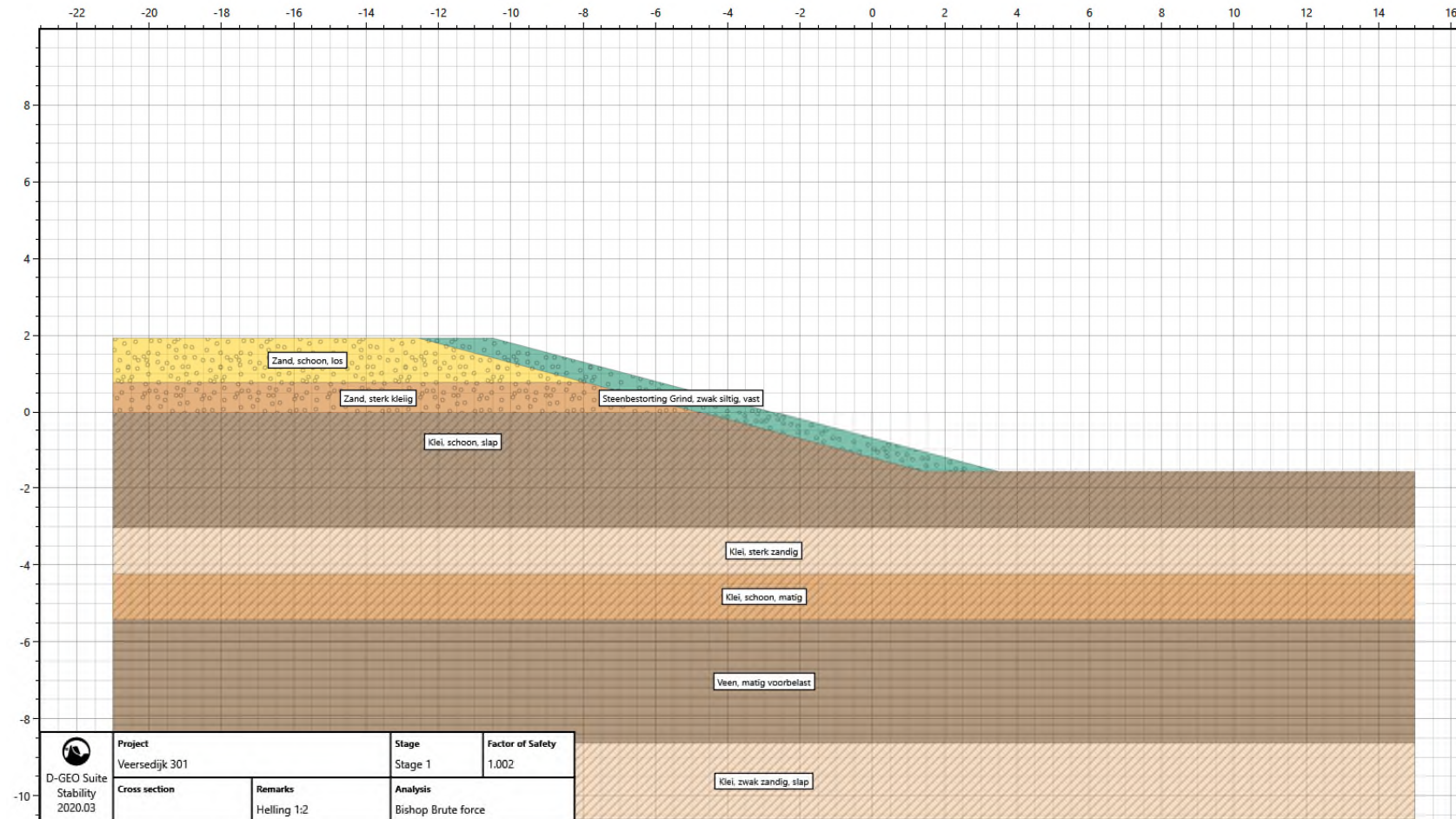
* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

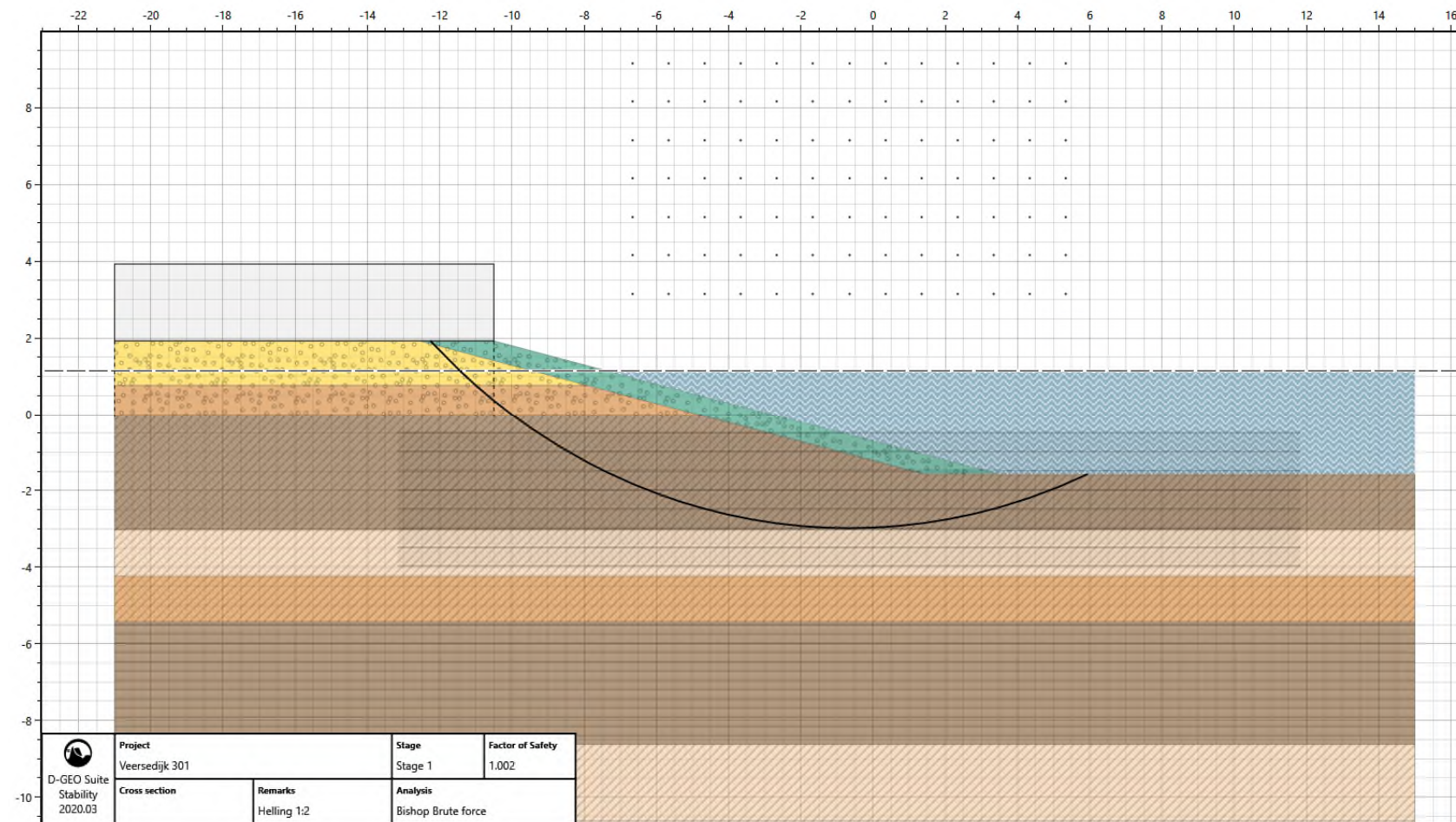
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

End of Report

Bijlage 3 Berekening taludstabiliteit

Bijlage 3 Berekening taludstabiliteit





Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM

www.anteagroup.nl

Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.