Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 14 020
amsterdam.nl/ingenieursbureau

Standaard veiligheidsconstructies kademuren

Aan	Afdeling Preventie en Interventie
	5.1,2,e
Opgesteld door	5.1,2,e
Gecontroleerd door	5.1,2,e

Kenmerk	210311-rapport-Standaard veiligheidsconstructies kademuren
Versie	2.0
Status	Definitief
Datum	11 maart 2021

Vrijgave:
5.1,2,e 5.1,2,e
Datum 11 maart 2021

Versiebeheer		
Versie	Datum	Wijziging
0.1	9-6-2020	Eerste versie document
0.2	12-6-2020	Bijdrage geotechniek 5.1,2,e CRUX Engineering
0.3	16-6-2020	Diverse commentaren verwerkt
0.4	9-7-2020	Matrix standaard oplossingen uitgewerkt, commentaar verwerkt
0.5	23-7-2020	Matrix bijgewerkt. Diverse commentaren verwerkt.
0.6	31-7-2020	Aanvullingen 5.1,2,e
0.7	5-8-2020	Stempelramen toegevoegd. Overkluizingen nader uitgewerkt.
0.8	26-8-2020	Kleikist en overkluizing aangepast. Definitie materialen.
1.0	31-8-2020	Definitief
1.1	11-01-2021	Interne opmerkingen verwerkt
1.2	11-01-2021	Overkluizing Herengracht toegevoegd, Gordingen aangepast
1.3	10-03-2021	Laatste controle voor definitief
2.0	11-03-2021	Definitief

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 3
1 Inleiding 6
1.1 Doel 6
1.2 Basis 6
1.3 Programma 6
1.4 Uniformiteit 7
1.5 Monitoring kademuren 7
1.6 Duurzaamheid 8
1.7 Veranderingen in de tijd 8
1.8 Voorafgaande studies 8
1.8.1 Voorbeeldproject methode Movares 9
1.9 De thans gehanteerde methode 9
1.9.1 Ontwerp- en uitvoeringsproces 9
1.9.2 Voorbeeldprojecten 10
1.9.3 Overige projecten 16
1.9.4 Projecten in voorbereiding 16
2 Uitgangspunten 17
2.1 Inleiding 17
2.2 Algemeen 17
2.2.1 Eisen vanuit de gemeente 17
2.2.2 Normen en richtlijnen 17
2.2.3 Classificatie 17
2.2.4 Toetsingscriteria 18
2.3 Uitvoering 18
2.4 Geotechniek 19
2.4.1 Bodemopbouw en grondparameters 19
2.5 Geometrie 21
2.5.1 Afstand damwand tot toekomstige kademuur 21
2.6 Scheepvaart 22
2.7 Software 23
2.8 Monitoring 23
3 Ontwerpproces 24
3.1 Stap voor stap 24

3.1.1 Stap 1, uitgangspunten 24
3.1.2 Stap 2, Keuze toe te passen constructie op basis van tabellen. 24
3.1.3 Stap 3, Controleren gekozen constructie. 24
3.1.4 Stap 4, Detaillering 25
3.1.5 Overdracht naar stadsbeheer 25
4 Standaard oplossingen 26
4.1 Inleiding 26
4.1.1 Rekenmethodiek 26
4.1.2 Belasting vanuit bestaande kademuur 26
4.1.3 Belasting vanuit bestaande kademuur ter plaatse van overkluizingen 27
4.2 Damwandplanken 28
4.2.1 Profielen 28
4.2.2 Toegepaste profielen 29
4.2.3 Staalkwaliteit 30
4.2.4 Hergebruik damwanden 30
4.2.5 Corrosie 30
4.3 Geometrie 31
4.3.1 Bodemdiepten 31
4.3.2 Bovenbelasting 31
4.3.3 Bodemopbouw: 31
4.3.4 Waterstand en wateroverspaningen 31
4.3.5 Afstand kademuur-damwand 31
4.4 Resultaten 32
4.4.1 Damwand lage kade NAP+0,80 m 32
4.4.2 Damwand bij hoge kade NAP+1,40 34
4.4.3 Damwand bij hoge kade NAP+2,10 36
4.5 Gordingen 38
4.5.1 Veiligheidsconstructie lage kade NAP+0,80 m 38
4.5.2 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+1,50 m 39
4.5.3 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+2,10 m 40
4.6 Standaard kleikisten 41
4.7 Naalden en hoekverbindingen 42
4.8 Zandvulling 42
4.9 Kleikist 44
4.10 Overkluizingen 44

4.10.1 Overkluizingen voor ondiepe zinkers 44
4.10.2 Standaarduitvoering bij de hoge kademuur 45
4.10.3 Standaarduitvoering bij de lage kademuur 47
4.10.4 Standaarduitvoering met licht ophoogmateriaal 49
4.11 Overkluizingen ondiepe zinkers en ter plaatse van bomen 51
5 Berekening en resultaten 52
Bijlage 1: Overzicht bezwijkmechanismen 54
Bijlage 2: Memo zettingen 55
Bijlage 3: Uitvoer berekeningen variant 1 en overkluizing (3 m, lage kademuur) 61

1 Inleiding

1.1 Doel

Dit document geeft de standaardoplossingen voor de veiligheidsconstructies, binnen de grachtengordel van Amsterdam.
Deze standaard constructies kunnen worden gezien als een 'blokkendoos' van onderdelen waaruit men de veiligheidsconstructeis opbouwt.
Door het toepassen van de standaardoplossingen wordt de voorbereidingstijd, zowel de ontwerptijd als de inkooptijd, van een te versterken gedeelte van de kademuur (genoemd een rak) ingekort.

1.2 Basis

Amsterdam heeft ca. 75 km aan historische grachten, vrijwel over de gehele lengte aan beide zijden voorzien van kademuren.
Bij benadering kunnen we de volgende indeling maken:

Goede tot redelijke staat:	45 %
Matige staat:	45%
Slechte staat:	10 %

Het proces dat leidt tot de opdracht over te gaan tot versterking valt buiten hetgeen behandeld in dit voorliggend document. Hetgeen behandeld in dit document start als 'Het Voorportaal' een BBM, Besluit Beheers Maatregel heeft opgesteld en dit is overgedragen aan 'Preventie en Interventie'.
Deze BBM bevat vrijwel altijd meerdere onderdelen, waarvan het plaatsen van een 'veiligheidsconstructie' een opdracht kan zijn.
Dit voorliggende rapport beperkt zich tot het ontwerp van deze veiligheidsconstructies.

1.3 Programma

Het programma Bruggen en Kademuren is verantwoordelijk voor de grootschalige aanpak van de problematiek rondom bruggen en kademuren. Dit document beperkt zich tot de kademuren. De omvang van deze problematiek is niet eenduidig, aangezien van een groot aantal kademuren niet bekend is in welke staat ze verkeren en welke belasting ze nog aan kunnen.
Er is in Amsterdam voor ongeveer 75 km aan grachten met veelal aan beide zijden een historische kademuur. Deze kademuren zijn in verschillende staat van onderhoud.

De beoordeling wordt uitgevoerd op basis van de beschikbare data. De kans van optreden van geconstateerde bezwijkmechanismen en/of de gevolgen van risico's zijn niet eenvoudig rekenkundig te onderbouwen. Op dit moment worden op basis van beschikbare gegevens, zoals visuele inspecties, monitoringsresultaten en duikonderzoeken naar de kwaliteit van de fundering kwalitatieve beoordelingen van de kades opgesteld (expert judgement). Aan de hand van dit onderzoek wordt besloten welk gedeelte (benoemd als rak) zal worden versterkt met een veiligheidsconstructie.

De leiding van het project is in handen van 'het Voorportaal'. Dit Voorportaal laat de kademuren bij voortduring inspecteren en monitoren. Vervolgens wordt op basis van urgentie en omgevingsfactoren bepaald welk gedeelte wanneer wordt versterkt.

Het zwaartepunt van het programma ligt in deze fase op het realiseren van veiligheidsconstructies en het optimaliseren en versnellen van het proces van het plaatsen van veiligheidsconstructies.

De veiligheidsconstructies worden zodanig ontworpen dat deze in een later stadium (ontwerplevensduur 20 jaar) kunnen worden gebruikt als onderdeel van de bouwkuipen voor het vervangen van de kademuren.

De kademuren worden versterkt met veiligheidsconstructies die bestaan uit damwandschermen met tussen de damwand en kade een stempelframe, zandaanvulling en kleikisten voor (toekomstige) waterdichte aansluiting van de veiligheidsconstructie op de kademuren.

De vormgeving en technische principes van de veiligheidsconstructies zijn in een eerder stadium uitgewerkt. Dit type veiligheidsconstructie is gekozen in relatie met de eisen vanuit omgeving, Waternet, Liander, vernieuwing et cetera.

1.4 Uniformiteit

Aangezien het om een grote hoeveelheid te versterken en later te vervangen kademuren gaat, en de werkzaamheden over een lange tijd zijn verdeeld, is uniformiteit belangrijk. De werkwijze, de toe te passen materialen, de relatie met de omgeving en het vastleggen van de uitgevoerde werkzaamheden in een archief dient op gestructureerde wijze te geschieden.
Om deze reden is besloten de diverse onderdelen van de constructies, zoals de damwanden, gordingen, zandaanvullingen, stempels, overkluizingen ter plaatse van zinkers en bomen, beëindigingen en de relatie met de in een later stadium te vervangen kademuren uniform te ontwerpen. Hierdoor kunnen voorraden van de toegepaste materialen worden aangelegd en beperkt het ontwerpproces zich tot het uitzoeken welke standaardoplossing toegepast moet worden.
De werkzaamheden worden uitgevoerd per rak. Dit is meestal een gedeelte van de kademuur tussen een tweetal bruggen of vanaf een brug tot een kruispunt van waterwegen (grachten).

1.5 Monitoring kademuren

Tijdens het maken van de veiligheidsconstructie dient de stabiliteit van de kademuur te worden gegarandeerd. Omgevingsbeïnvloeding (vervormingen, trillingen, geluid) bij realisatie van de veiligheidsconstructie wordt gemonitord. Hiertoe is een standaard monitoringsplan opgesteld. Verder is ook de trillingsinvloed en de geluidsbelasting op de omgeving bij het plaatsen van de veiligheidsconstructie beschouwd in een generiek plan. De plannen zijn beschreven in:

[1] CRUX Engineering BV, rapport *Plaatsen veiligheidsconstructies kademuren Amsterdam - monitoringsplan*, nr; RA20199a3, d.d. 8-2-2021.
[2] CRUX Engineering BV, rapport *Plaatsen veiligheidsconstructies kademuren Amsterdam – trillings- en geluidspredictie*, nr; RA20199b2, d.d. 28-8-2020

1.6 Duurzaamheid

Voor het versterken van de kademuren is ca.3 ton staal per meter nodig.
In duurzaamheidsberekeningen wordt voor staal een uitstoot van 435 kg CO_2 per ton aangehouden. Voor staal is het uitdrukken van de totale milieubelasting in CO_2 uitstoot een werkbare parameter.

Herbruikbaarheid van alle door ons in te zetten stalen onderdelen is dan ook van groot belang. Dit werkt ook kosten verlagend, maar vraagt echter om een consequente aanpak van ontwerp, uitvoering en archiveren. Als zodanig is besloten niet ieder beschikbaar damwandprofiel toe te passen, maar ons te beperken tot een relatief klein aantal. Dit maakt de herkenbaarheid na terugwinnen eenvoudiger. Tevens is besloten dat alle damwandprofielen en gordingen worden uitgevoerd in de zelfde staalkwaliteit. Het is ondoenlijk om na het verwijderen van een veiligheidsconstructie de staalkwaliteit van ieder afzonderlijk element te bepalen.

1.7 Veranderingen in de tijd

Het plaatsen van veiligheidsconstructies bij de kades zal nog decennia lang doorgaan.
De in dit rapport uitgewerkte standaardoplossingen zijn gebaseerd op de materialen en uitvoeringsmethoden die bij schrijven van het rapport ter beschikking zijn.
De technische ontwikkeling van deze materialen en uitvoeringsmethoden zal de komende decennia doorgaan. De toegepaste standaard veiligheidsconstructies kunnen dus na verloop van tijd worden aangepast.

1.8 Voorafgaande studies

Er zijn meerdere mogelijkheden voor het stabiliseren van een kademuur.
Amsterdam heeft inmiddels een jarenlange ervaring met het plaatsen van veiligheidsconstructies bij kademuren.
Een belangrijke studie voorafgaand aan de huidige werkwijze is:

Kades Amsterdam
Beheersmaatregelen bij calamiteiten
Opgesteld door Movares, versie 1.0, 29 november 2020

Bij dit rapport behoort een overzicht van bezwijkmechanismen en beheersmaatregelen.
Dit overzicht is als bijlage 3 toegevoegd aan dit voorliggend rapport.

1.8.1 Voorbeeldproject methode Movares

Op basis van het rapport van Movares is de volgende veiligheidsconstructie gemaakt op de hoek van de Brouwersgracht en de Marnixkade.



Het is een constructie met relatief korte damwandplanken met daarachter een rij schoorpalen tot de 2e zandlaag. De constructie is aangevuld met zand tot bovenzijde kade. Probleem hierbij is dat dit ten koste gaat van de bergingscapaciteit van het oppervlaktewater.

1.9 De thans gehanteerde methode.

De huidige generaties veiligheidsconstructies, op basis waarvan dit voorliggend rapport is opgesteld, bestaat uit een damwandscherm dat zodanig lang is dat deze zonder verdere ondersteuning de kade kan stabiliseren, een zandaanvulling tot 10 cm onder de waterlijn en een stempelraam op ca. 80 cm boven het water.

Op basis van het overzicht van mogelijke bezwijkmechanismen biedt de in dit document uitgewerkte standaard vorm van veiligheidsconstructie, bestaande uit een damwand met gedeeltelijke zandaanvulling en stempelraam op 2 à 3m voor de kade, een oplossing voor het overgrote deel van de bezwijkmechanismen. Een overzicht hiervan is gegeven in bijlage 1.

1.9.1 Ontwerp- en uitvoeringsproces

In de periode tussen het project aan de Marnixkade en de uitwerking op basis van dit voorliggend document zijn diverse projecten uitgevoerd. Omdat deze methode goed bruikbaar bleek is besloten hier standaardoplossingen voor uit te werken.

In dit voorliggend rapport is op basis van het geotechnisch lengteprofiel van de NoordZuid Lijn is een 'algemeen' bodemprofiel bepaald, en op basis van kadehoogte, bodemdiepte en afstand van damwand tot kade is een matrix opgesteld op basis waarvan snel een keuze kan worden gemaakt voor de constructie. Er zijn ook berekeningen gemaakt met een grotere bovenbelasting, deze zijn echter niet opgenomen in de tabellen. De situaties zijn hiervoor te specifiek.

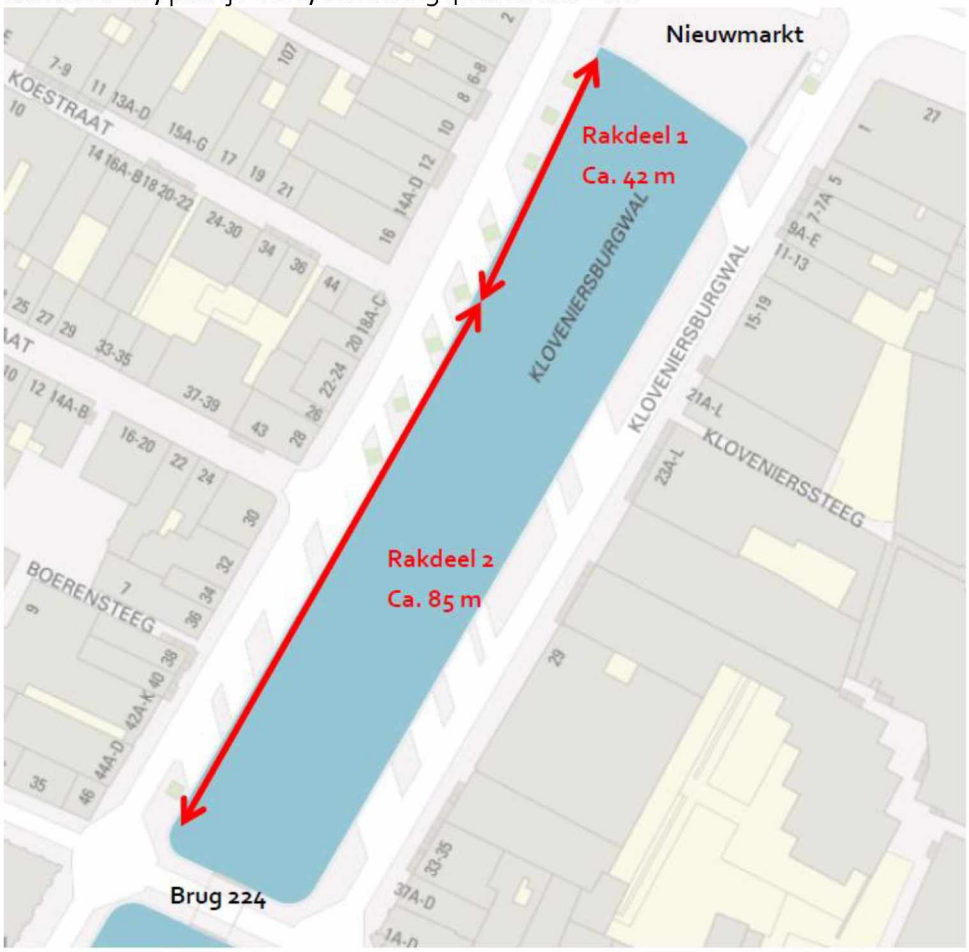
Uiteraard dient de keuze tijdens het verdere ontwerpproces te worden gecontroleerd. Omdat damwandplanken een behoorlijke levertijd hebben en wij vaak snel moeten acteren worden de planken vaak besteld voordat alle benodigde input, zoals bijvoorbeeld de sonderingen, beschikbaar zijn.

1.9.2 Voorbeeldprojecten

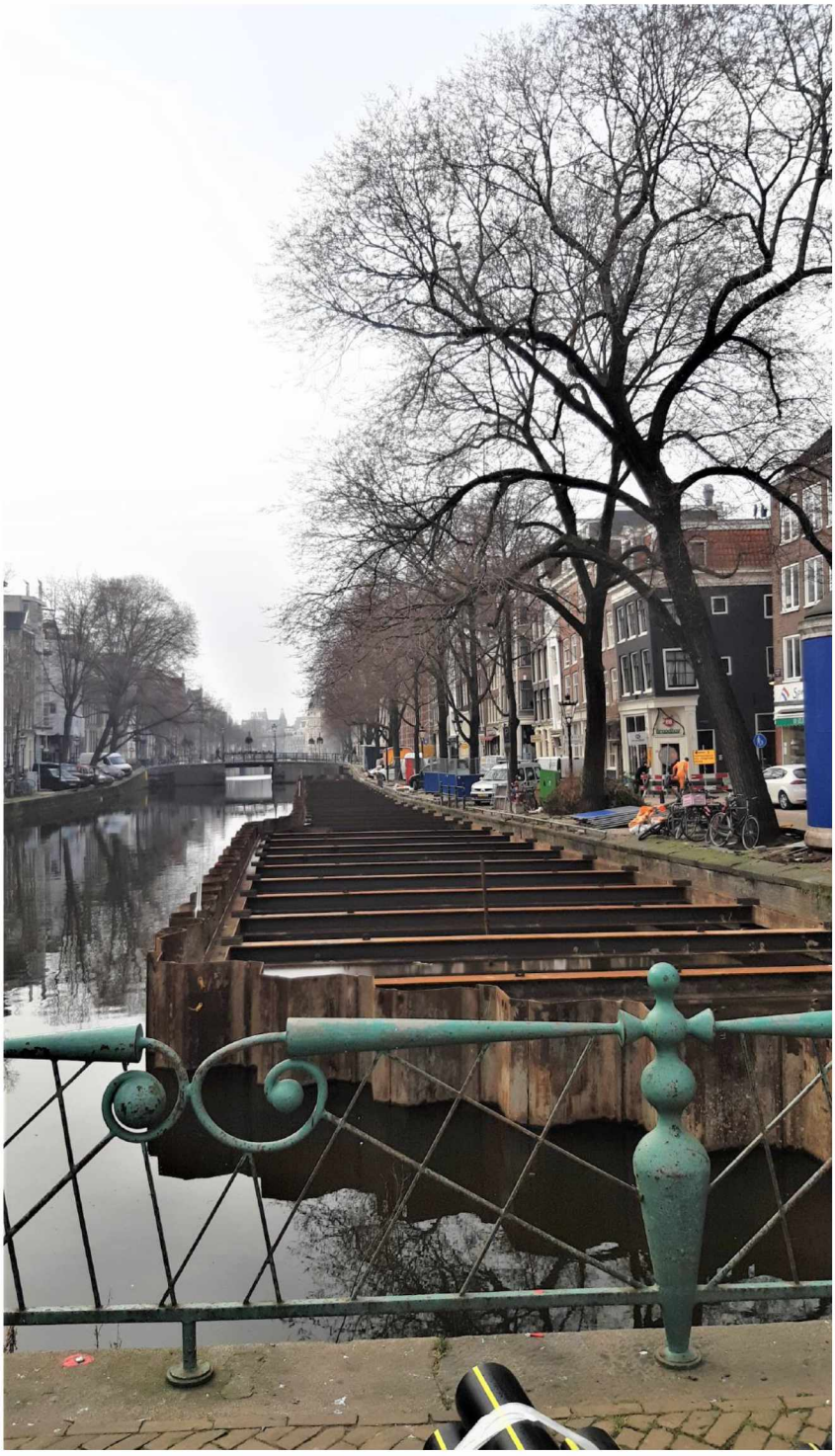
Op basis van versie 1.0 van dit voorliggend rapport zijn tot nu toe de volgende projecten uitgevoerd (Voorbeelden, overzicht niet volledig):

1.9.2.1 Kloveniersburgwal rakken KBW0101, -0201 en -0301

Rak KWB0101, plaatje BBM, uitvoering 4e kwartaal 2020



Resultaat

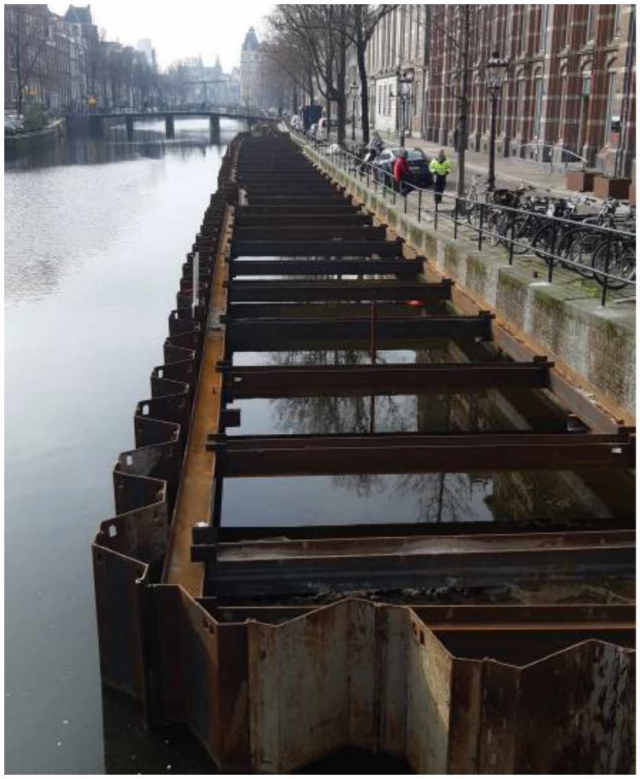


De damwand staat verder uit de kade dan standaard in verband met het respect voor de kruinen van monumentale bomen.

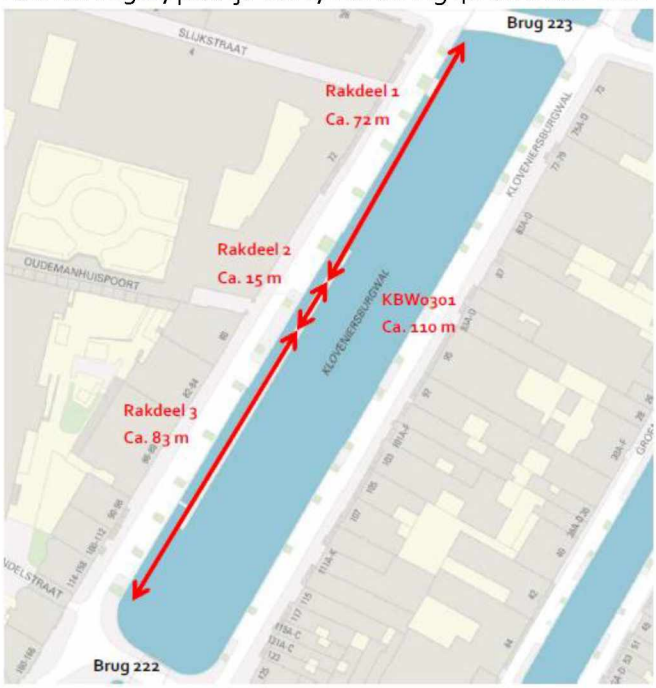
Rak KWB0201, plaatje BBM, uitvoering 4e kwartaal 2020



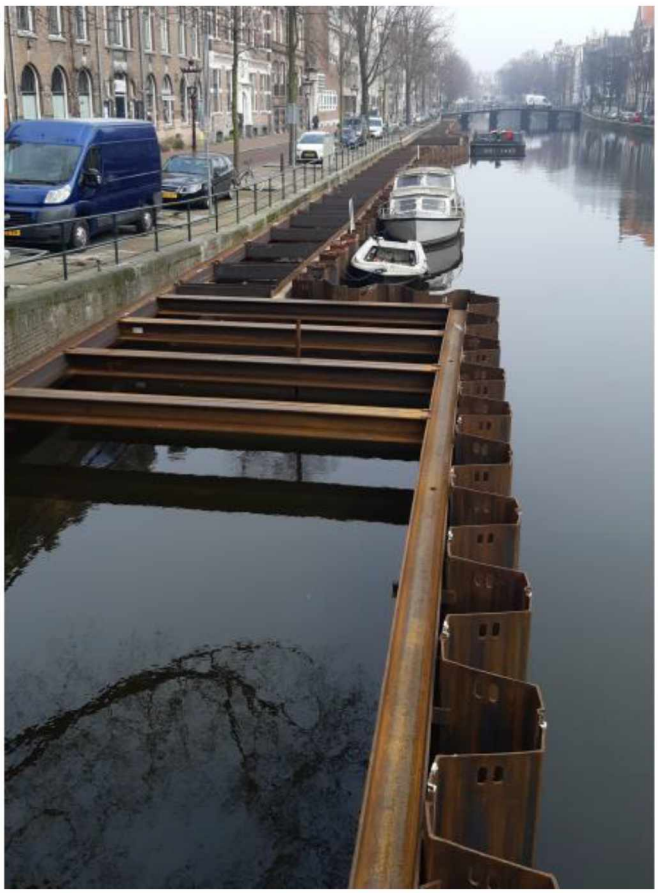
Het resultaat



Rak KWB0301, plaatje BBM, uitvoering 4e kwartaal 2020



Het resultaat



1.9.2.2 Grimburgwal UvA, GBW0104

Ingestorte kade.
Plaatje BBM, uitvoering 4e kwartaal 3020



Foto ingestorte kade



Resultaat

Plaatje 1



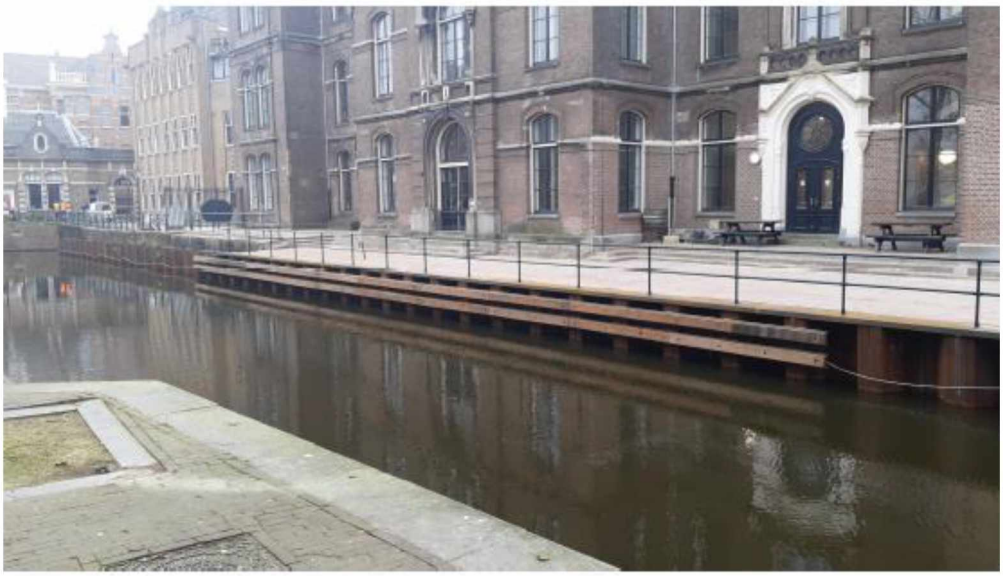
De damwand staat hier dichter op de kade dan gebruikelijk. Dit heeft nadelige gevolgen voor de latere vernieuwing maar is in verband met ruimtegebrek noodzakelijk.
Ter plaatse van het ingestorte gedeelte is tot bovenzijde damwand aangevuld.

Plaatje 2



Om de doorvaart zo min mogelijk te hinderen loopt de veiligheidsconstructie schuin naar de doorgang toe.

Plaatje 3



Dubbele gording als bescherming voor de schepen vanaf de Oudezijds Voorburgwal.

1.9.3 Overige projecten

Behoudens bovenstaande voorbeelden zijn uitgevoerd de Leliegracht LEG0201 en -0202. November 2020 tot januari 2021.

Herengracht HEG0901. December 2020.

1.9.4 Projecten in voorbereiding

Waalseilandsgracht WEG0201 en -0202, uitvoering 3e kwartaal 2021
Leidschegracht LEG0302, uitvoering 2e kwartaal 2021

2 Uitgangspunten

2.1 Inleiding

In grote lijnen verloopt het proces vanaf het moment dat er opdracht is gegeven voor het plaatsen van een veiligheidsconstructie / versterken van een rak als volgt:
Ontwerpproces tav verkrijgen uitgangspunten

- Verzamelen en bestuderen van de tekeningen van bestaande kademuur,
- Inmeten bestaande situatie kademuur en bodem gracht,
- Historisch onderzoek naar oude funderingsresten, andere obstakels en niet gesprongen explosieven (bureau onderzoek),
- Bepalen posities zinkers en beschermde bomen, overige omgevingsfactoren,
- Geotechnisch onderzoek, sonderingen,
- Keuze toe te passen constructie op basis van tabellen.
- Controleren gekozen constructie

Deze uitgangspunten gelden voor alle standaard damwandconstructies. Zodra een uitgangspunt hiervan afwijkt dan dient het ontwerpproces vanaf dit punt te worden voortgezet op de zelfde wijze van de standaard ontwerp met aanpassing van het betreffende uitgangspunt.

2.2 Algemeen

2.2.1 Eisen vanuit de gemeente

Document 20210121 Standaard randvoorwaarden veiligheidsconstructies kademuren DEF.

2.2.2 Normen en richtlijnen

[1]	Bouwbesluit VROM 2012	
[2]	NEN-EN 1990 Grondslag van het constructief ontwerp	NNI 2011
[3]	NEN-EN 1991-1-1 Algemene belastingen	NNI 2011
[4]	NEN-EN 1993-1-1 Staalconstructies - Algemene regels	NNI 2016
[5]	NEN-EN 1993-1-8 Staalconstructies – Verbindingen	NNI 2016
[6]	NEN-EN 1993-5 Staalconstructies – Palen en damwanden	NNI 2012
[7]	NEN 9997-1+c2 Geotechnisch ontwerp van constructies	NNI 2017
[8]	CUR166 Damwandconstructies	SBRCURnet 2012

2.2.3 Classificatie

De navolgende tabel heeft betrekking op de classificatie van het object in relatie tot het ontwerp.

classificatie	*criterium*	*waarde*
betrouwbaarheid	ontwerpsituatie	Tijdelijk
	betrouwbaarheidsklasse	RC1
	geotechnische categorie	GC2
Beschikbaarheid	ontwerplevensduur	20 jaar

2.2.4 Toetsingscriteria

2.2.4.1 Algemeen

Toetsingscriteria voor de damwand (sterkte) en belendingen (vervorming) zijn in navolgende paragrafen beschreven. Ten aanzien van vervormingen wordt opgemerkt dat alleen criteria zijn gegeven voor vorming van de veiligheidsconstructie zelf of de vervorming van kade en belendingen die ontstaat als gevolg van vervorming van de veiligheidsconstructie.

Naast deze vervorming kan ook vervorming van belendingen (met name de kade zelf) ontstaan als gevolg van het aanbrengen van de veiligheidsconstructie. Deze vervormingen zijn vooraf niet rekenkundig te bepalen omdat deze sterk afhankelijk zijn van de staat van de kademuur. Ervaring leert dat vervormingen, bij een beheerst uitvoeringsproces, in het algemeen beperkt zijn en er middels monitoring tijdens uitvoeren van de werkzaamheden op vervorming kan worden geanticipeerd. Vervorming tijdens aanbrengen van de damwanden/veiligheidsconstructies wordt verder beperkt / geminimaliseerd door damwanden middels statisch drukken aan te brengen.

2.2.4.2 Damwanden veiligheidsconstructies - sterkte

De damwandconstructie wordt getoetst op geotechnische sterkte en de sterkte van de damwandplank. Voor de sterkte van de damwandplanken wordt een maximum UC van 0,9 aangehouden.
Er is geen eis gesteld met betrekking tot de doorbuiging van de damwandplanken. Wel ten aanzien van de vervorming van de kademuur.

2.2.4.3 Kades

Voor de kades is een vervormingseis van 5 cm tot maximaal 10 cm (opm. dit is wel veel) gesteld. In de berekeningen is dit getoetst door het verschil in vervorming van de damwand na de fase waarin de kade in gebruik wordt genomen te bepalen. Vervorming in deze fase / rekenstap dient aan de gestelde vervormingseis te voldoen.

2.2.4.4 Gevoelige objecten

Per locatie moet worden getoetst in hoeverre (vervormings)gevoelige Kabels & Leidingen of andere gevoelige objecten achter de kademuur aanwezig zijn, aan de hand daarvan moet worden bepaald of de standaardoplossing daarmee bruikbaar is.

2.2.4.5 Panden

Eventuele invloed op de panden door realisatie van de veiligheidsconstructies moet worden voorkomen. Op basis van een theoretisch invloedsgebied ter grootte van 2 maal de hoogte van de kade kan het standaardontwerp met bijbehorende vervormingseis voor de kade (5 cm) worden toegepast bij afstanden groter dan 6,5m tussen veiligheidsconstructie en de voorgevel / pothuizen van belendende panden. Deze afstand is bepaald op basis van de maximale waarde van de beschouwde maaiveldhoogte (NAP+2,1m) in combinatie met een niveau van NAP-1m voor onderzijde van kademuur.

2.3 Uitvoering

Schade aan kademuren, gebouwen en bruggen dient te worden voorkomen. Het overgrote deel van de damwanden moet daarom gedrukt worden. Alleen daar waar het niet anders mogelijk is mag worden getrild. De te trillen planken dienen op de werktekeningen te worden aangegeven.

2.4 Geotechniek

2.4.1 Bodemopbouw en grondparameters

De bodemopbouw is gebaseerd op de geotechnische gegevens die voortkomen uit aanleg van de Noord Zuid Lijn (NZL). Deze geotechnische gegevens zijn ontleend aan laboratoriumproeven over het hele traject van de NZL. Resultaten hiervan zijn toepasbaar voor de 'standaard' Amsterdamse bodemopbouw.

Voor het ontwerp van de standaard veiligheidsconstructies voor de kademuren worden de volgende parameters aangehouden:

Tabel 1 bodemopbouw en grondparatemeters

Grondlaag	Bk [m NAP]	γ_{dr}/γ_{sat} [kN/m³]	c [kPa]	φ [°]	δ [°]	k1 [kN/m³]	k2 [kN/m³]	k3 [kN/m³]
Toplaag	Mv**	17,0/19,0	0	30	20	$1,2 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$
Hollandveen	-2	10,5/10,5	5	18	0	$2,0 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$
Wadafzetting	-5	17,9/17,9	2	27	18	$4,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^2$
Hydrobiaklei	-12	15,2/15,2	5	27	18	$4,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^2$
Basisveen	-12,5	11,5/11,5	5	21	0	$2,0 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2$
Eerste Zandlaag	-13	17,0/19,0	0	33	21	$2,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^3$
Allerod	-15	18,5/18,5	3	28	18	$1,2 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$
Tweede zandlaag	-17	17,0/19,0	0	33	21	$4,0 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$

** variabel niveau

Beter gezegd: Er kan vanuit worden gegaan, dat het bovenstaande uniforme bodemprofiel representatief is voor de gehele bodemgesteldheid in Amsterdam. Vermeld dient te worden dat dit bodemprofiel niet geldt voor de 'Oergeul'. Door een gedeelte van de stad loopt de zogenaamde 'Oergeul'. Dit is een oude bedding van de rivier de Amstel en het IJ. De bodemopbouw kan ter plaatse behoorlijk verschillen van de bovenstaande tabel

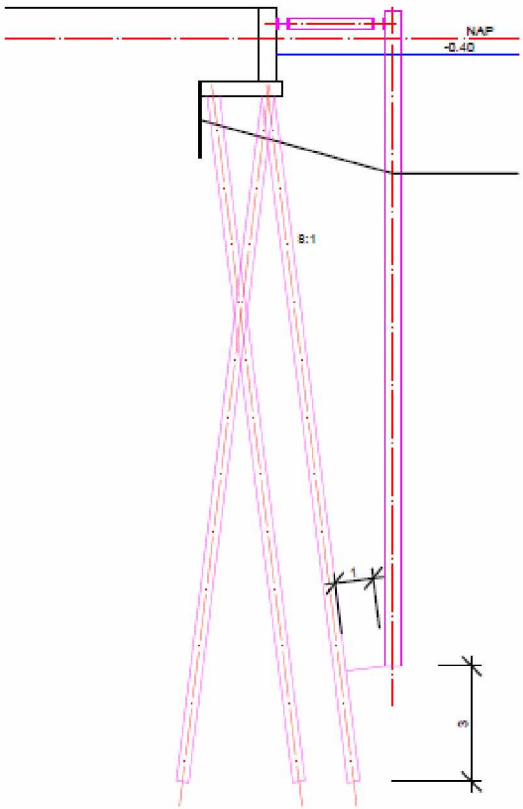
In onderstaande tabel is een overzicht gegeven met daarin RAK-nummers waarvoor de standaardoplossing op basis van een diepere ligging van de Eerste Zandlaag of aanwezigheid van oorspronkelijke oergeul niet zondermeer toepasbaar is. De standaardoplossing kan mogelijk alleen worden toegepast na controle van het bodemprofiel. In verband met inklemming van de voet van de wand in de Eerste Zandlaag dient de aanzet van de Eerste Zandlaag voor iedere locatie gecontroleerd te worden.

Tabel 2 Rakken tpv Oergeul

Gracht	Rak #	Gracht	Rak #	Gracht	Rak #
IJ	HIJ0304	**Damrak**	DAR0101	**Singelgracht**	SIG0103
IJ	HIJ0301	**Brouwersgracht**	BRG0202	**Singelgracht**	SIG0501-03
IJ	HIJ0309	**Brouwersgracht**	BRG0102	**Singelgracht**	SIG0502-03
IJ	HIJ0202	**Brouwersgracht**	BRG0101	**Singelgracht**	SIG0503
IJ	HIJ0201	**Eglantiersgracht**	EGG0101	**Singelgracht**	SIG0901
IJ	HIJ0104	**Eglantiersgracht**	EGG0201	**Singelgracht**	SIG0902
IJ	HIJ0102-02	**Eglantiersgracht**	EGG0301	**Singelgracht**	SIG0903
IJ	HIJ0102-03	**Bloemgracht**	BLG0201	**Singelgracht**	SIG1002
IJ	HIJ0902	**Bloemgracht**	BLG0301	**Singelgracht**	SIG1003
Oosterdok	OHF0301	**Marnixstraat**	LYG0201	**Hobbemakade**	BOW0101
Oosterdok	OHF0401-01	**Marnixstraat**	LYG0501	**Hobbemakade**	BOW0102
Oosterdok	OHF0402	**Singelgracht**	SIG0102	**Passeerdersgracht**	PSG0101
Prinsengracht	PRG0701	**Keizersgracht**	KZG0701		
Prinsengracht	PRG0702	**Keizersgracht**	KZG0702		
Prinsengracht	PRG0704				

2.5 Geometrie

2.5.1 Afstand damwand tot toekomstige kademuur



De afstand vanaf de voorzijde van de kademuur tot aan het midden van de damwand kan variëren tussen de 2 en de 4 m. Deze afstand wordt bepaald door de paalfundatie van de oude en de nieuwe kademuur. Basis hiervoor is een schoorstand van de palen van 8:1 gecombineerd met de minimum benodigde afstand (raakpunt) tussen de wand van de paal en de damwandplank van 1 m. Deze afstand wordt bepaald in overleg met de ontwerpers van de nieuwe kademuren.

Op dit moment houden wij als basis een afstand aan van 2,8 m tussen voorzijde kademuur en midden damwandscherm.

2.6 Scheepvaart

Zodra er sprake is van belastingen voortkomend uit scheepvaart, dan is er niet meer sprake van een standaardoplossing, maar van een unieke situatie. Er dient dan een volledig ontwerp te zijn gemaakt en getoetst voorafgaand aan de uitvoering. Het is echter wel de bedoeling zo dicht mogelijk bij de standaardoplossingen te blijven. Alleen als het echt niet anders kan afwijkende profielen en lengten van de standaard damwanden toe passen.

Belastingen vanuit de scheepvaart worden alleen in rekening gebracht daar waar men af kan meren, en ter plekke alleen een bolderkracht (trekkracht op de gording of een meerpaal).
Geen scheepsstoot tegen de kade dus. Deze wordt geacht te worden geabsorbeerd door de zand- of kleiaanvulling in de veiligheidsconstructie.

2.6.1.1 Vaarroutes

Door de stad lopen een tweetal routes die geschikt zijn voor de beroepsscheepvaart.

- Amstelroute:
  Vanaf de Amstel via de Nieuwe Herengracht naar het IJ (via het scheepvaartmuseum). Deze route wordt ook gedeeltelijk gebruikt voor intochten van voetbal/sinterklaas.
- Staande Mast route:
  Westerkanaal, de Kattensloot, de Kostverlorenvaart en de Schinkel.

Voor de belastingen op de veiligheidsconstructie wordt de troskracht voor CEMT-IV aangehouden vermenigvuldigd met een factor voor lege schepen van 40%.
Dit geeft een bolderkracht van F = 200*0,4 = 80 kN. Deze kracht wordt alleen in rekening gebracht ter plaatste van de aanlegplaatsen voor de CEMT-IV schepen.
Voor de aanlegplaatsen van rondvaartboten wordt een bolderkracht van 20 kN in rekening gebracht. Voor alle niet officiële aanlegplaatsen wordt geen bolderkracht in rekening gebracht.

De bolderkracht hoeft niet gecombineerd te worden met de bovenbelasting op de kade. In deze combinatie geldt dus zowel voor de bovenbelasting op de kaden als voor de troskracht een momentaanfactor van nul.

Omdat de ruimte tussen de nooddamwand en de kademuur in principe altijd wordt gevuld met zand tot 10 cm onder de waterlijn wordt niet met aanmeerbelasting of aanvaarbelasting naar de kademuur toe gerekend.

2.7 Software

Voor het opstellen van de ontwerprapportage dient de volgende software te worden gebruikt:

Rapporten	Opgesteld in MS Word, aangeleverd in PDF.
Damwandberekeningen	D-Sheet Piling van Deltares.
EEM-berekeningen gordingen	SCIA Engineer.
Tekenwerk	Autocad of Microstation

De opsteller van de ontwerpen dient de laatst uitgebrachte versie van de programmatuur te gebruiken. Omdat de technische programma's wel upward compatible zijn maar niet downward en nieuw uitgebrachte versies soms bugs bevatten kan hier per onderdeel in overleg van worden afgeweken.

2.8 Monitoring

Voor, tijdens en na de uitvoering zal er ter plaatse van de belendingen (oa. kades, panden en bruggen) worden gemonitord. Verder zullen op diverse plaatsen trillingsmetingen worden uitgevoerd, met name daar waar de planken niet worden gedrukt maar getrild.
Wijze van monitoren is beschreven in het monitoringsplan voor plaatsen van de veiligheidsconstructies (ref [1]).

3 Ontwerpproces

Alle damwandconstructies, gordingen, stempels, kleikisten, overkluizingen voor zinkers en overkluizingen voor monumentale bomen dienen op exact de zelfde wijze te worden ontworpen en gerealiseerd. Alleen als is gebleken dat de uitgewerkte standaard oplossingen niet haalbaar zijn wordt, na overleg met de directie, overgegaan op een uniek ontwerp.

Deze eenduidigheid heeft tot doel:

- Herkenbaarheid van de situatie voor de ontwerpers en uitvoerenden die de door ons geplaatste constructie in de toekomst gaan gebruiken als onderdeel van de bouwkuip voor het vernieuwen van de walmuren. Het is mogelijk dat deze vernieuwing meer dan 10 jaar op zich laat wachten.
- Zowel qua duurzaamheid als qua kosten de toegepaste materialen na gebruik te kunnen terugwinnen en hergebruiken.
- Het bij bijzondere belastingen op de kades snel kunnen beoordelen of de hulpconstructie in staat in de horizontale stabiliteit van de kademuur te waarborgen.
- Eenduidigheid in de zin van vormgeving zodat hulpdiensten die –bijvoorbeeld– drenkelingen te hulp komen niet iedere situatie afzonderlijk hoeven in te schatten.
- Beleving van het grachtenlandschap in esthetische zin in zijn algemeenheid.

3.1 Stap voor stap

3.1.1 Stap 1, uitgangspunten

- Tekeningen bestaande situatie beoordelen
- Inspectie door duikonderzoek
- Inmeten bestaande situatie kademuur en bodem gracht,
- Historisch onderzoek naar oude funderingsresten, andere obstakels en niet gesprongen explosieven (bureau onderzoek),
- Bepalen posities zinkers en beschermde bomen, overige omgevingsfactoren,
- Geotechnisch onderzoek, sonderingen en boringen,

3.1.2 Stap 2, Keuze toe te passen constructie op basis van tabellen.

Keuze toe te passen constructie op basis van de tabel.
De diverse standaard damwand doorsneden en andere standaard oplossingen zijn te vinden in hoofdstuk 4.

3.1.3 Stap 3, Controleren gekozen constructie

Toetsingscriteria:

- Past de gekozen constructie bij de bestaande kademuur?
- Aanwezigheid gevoelige objecten (mbt vervorming). Is de vervormingseis van 5 cm voldoende in relatie met deze gevoelige objecten?
- Afstand tot belendende panden. Zie voor de criteria paragraaf 2.2.4.5.
- Aanwezigheid oergeul. Indien de bodemopbouw te veel afwijkt van de bij de standaard oplossingen toegepaste bodemopbouw dient een nadere studie te worden gemaakt. Dit ter beoordeling van de geotechnisch adviseur.
- Aanzet eerste zandlaag. De eerste zandlaag is belangrijk voor de horizontale steun voor de veiligheidsconstructie.

- Afstand tot toekomstige -vernieuwde- kademuur.
- Bovenbelasting. Bij sommige kades wijkt de rijbaanindeling af. Dit komt met name voor ter plaatse van sommige bruggen (binnendraaicirkel).
- Belasting uit scheepvaart. Zie paragraaf 2.5.
- Benodigde overkluizingen i.v.m. aanwezigheid kabels en leidingen.
- Benodigde specials i.v.m. aanwezigheid van bomen (beperking werkhoogte ivm overhangende takken).
- Afstand tot fundatie toekomstige kademuur. Zie paragraaf 2.2.4.3.
- Afstemmen met beheerders zinkers,
- Controle op sterkte. Als met zekerheid is vastgesteld dat de standaardoplossing mogelijk is, kan deze stap achterwege blijven.

3.1.4 Stap 4, Detaillering

3.1.4.1 Taakverdeling

De toe te passen damwandprofielen en –lengten, alsmede het systeem van de stempeling en de daarbij behorende profielen worden dus opgegeven door de gemeente. De overige detaillering zoals de bevestigingen van het stempelraam aan de kademuur en de damwand behoort tot de taken van de aannemer.

3.1.4.2 Werktekeningen

Bij het opstellen van dit voorliggend document is er vanuit gegaan dat de uitvoerend aannemer van de veiligheidsconstructie de werktekeningen maakt. Om deze te kunnen maken stelt de gemeente een instructie op.

De werktekeningen worden ingediend bij de vergunning verlenende instanties als Definitief Ontwerp (DO). Het is mogelijk daarna nog details te wijzigen, waarna de tekening wordt vrijgegeven voor uitvoering.
Na afloop van de werkzaamheden dienen de tekeningen met de status 'As Built' te worden toegevoegd aan het opleverdossier.

3.1.4.3 Naaldenplan

De bouwkuipen dienen bij de hoeken waterdicht op elkaar aan te sluiten. Hiertoe worden naalden (losse damwansloten) aan de damwandplanken gelast. Het betreft zowel naalden voor de uitvoering van de veiligheidsconstructie als naalden voor latere aansluitingen. De laatste categorie wordt in overleg bepaald.

3.1.4.4 Overige detaillering

Uit te werken door de aannemer conform alle vigerende normen, richtlijnen en specificaties.

3.1.5 Overdracht naar stadsbeheer

Na afloop van de werkzaamheden worden de ontwerpdocumenten 'AS BUILT' in een opleverdossier overgedragen aan 'Stadsbeheer' en team vernieuwing. Hierbij komt ook een leeswijzer voor de ontwerpers die in een later stadium het vervangen van de kademuur zelf gaan voorbereiden en een instructie hoe om te gaan met vergunningaanvragen voor bijzondere belastingen.

4 Standaard oplossingen

4.1 Inleiding

Om te komen tot de standaardoplossingen is de volgende matrix met de combinaties van onderstaande variabelen doorgerekend:

- 3 hoogten van de kade
  De kadehoogte van het middengedeelte van een rak is als regel laag. Aan beide uiteinden lopen de kades omhoog naar de bruggen. Om zo optimaal mogelijk te ontwerpen zijn 3 hoogten gekozen.
- 2 afstanden van voorzijde muur tot hart damwand
  De damwand wordt als regel zo dicht mogelijk bij de bestaande kade geplaatst. In het kader van de matrix is gerekend met afstanden van 2 en 3 m. Voorzijde kademuur tot hart damwand. Voor het berekenen van de veiligheidsconstructie is een grotere afstand gunstiger. Vanaf een afstand van 3 m is de invloed nog slechts klein.
- 2 bodemdiepten
  De hoogste bodemdiepte zal meestal voldoen. Ook voor de situaties met grotere diepten zijn standaard veiligheidsconstructies uitgewerkt.

Het resultaat is een tabel met 3*2*2 = 12 keuzemogelijkheden. De resultaten zijn samengevat in paragraaf 4.4. In bijlage 2 is de uitvoer van de berekeningen van variant 1 en een overkluizing (3m, lage kademuur) opgenomen. Indien behoefte is aan inzicht in de uitvoer van de berekeningen voor de overige varianten dan zijn deze bij opvraag beschikbaar.

4.1.1 Rekenmethodiek

De damwand voor de veiligheidsconstructie is in de berekeningen geschematiseerd als vrijstaande wand waarbij de bestaande kademuur als grond is gemodelleerd. Horizontale belasting die vanuit de kademuur op de damwand wordt overgebracht is in rekening gebracht als lijnlast op niveau van het stempelraam. Voor afleiding van deze belasting zie paragraaf 4.1.2. In de berekeningen is verder de volgende fasering aangehouden.

1. Initiële situatie
2. Plaatsen en aanvullen veiligheidsconstructie
3. Aanbrengen stempelframe en in rekening brengen rustende belasting vanuit kademuur
4. Ingebruikname kade en in rekening brengen rustende belasting vanuit kademuur en mobiele bovenbelasting op de kade.

4.1.2 Belasting vanuit bestaande kademuur

Er wordt van uitgegaan dat de verticale belasting door de fundering van de kademuur wordt opgenomen. Voor de horizontale belasting uit de kademuren wordt uitgegaan dat deze volledig wordt overgebracht naar de veiligheidsconstructie. Dit is een conservatieve aanname aangezien de kademuur zonder meer capaciteit houdt om de horizontale belasting op te nemen.

Bij de bepaling van de horizontale belasting wordt gerekend met een droog volumegewicht van de grond van 17 kN/m³ en een actieve gronddrukcoëfficiënt van 0,33.
Er wordt gerekend met een bovenbelasting achter de kademuur volgens paragraaf 4.3.2. Verder is aangenomen dat de volledige horizontale belasting uit gronddruk (verhoogt met bovenbelasting)

als resulterende belasting via het stempel op de damwand van de veiligheidsconstructie wordt overgedragen. Hiervoor is aangehouden dat de onderzijde van de kademuur zich op een niveau van NAP-1,0m bevindt. Indien de onderzijde van de bestaande kade op een lager niveau ligt, moet een afweging worden gemaakt of aanvullende berekeningen noodzakelijk zijn. Dit resulteert in de volgende waarden voor de belasting op het stempel, gegeven waarden betreffen representatieve waarden van de belastingen.

Incl. bovenbelasting
Hoogte kade NAP+0,8m = 12 kN/m
Hoogte kade NAP+1,4m = 20 kN/m
Hoogte kade NAP+2,1m = 32 kN/m

Excl. bovenbelasting
Hoogte kade NAP+0,8m = 9 kN/m
Hoogte kade NAP+1,4m = 16 kN/m
Hoogte kade NAP+2,1m = 26 kN/m

4.1.3 Belasting vanuit bestaande kademuur ter plaatse van overkluizingen

Bij ontwerp van de standaardoplossingen is rekening gehouden met het toepassen van een overkluizing over een kabel of leiding die de gracht onder een hoek kruist. De damwand van de veiligheidsconstructie wordt daar onderbroken waarbij de gording doorloopt en de overkluizing overspant. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een overkluizing van 3 en 5 m breedte bij een hoogte van de kade van NAP+0,8m en NAP+1,4m. Uitgangspunt bij de overkluizing is dat de belasting uit de gording op de 2 aansluitende damwand wordt afgedragen en daarmee over circa 1,5m wordt gespreid en dat alle horizontale belasting via het bovenste stempelframe wordt overgebracht op de damwand.

Een zwaardere plank dan de AZ46-700N zal niet worden toegepast. Mocht deze niet voldoen dan worden andere oplossingen gezocht zoals een gecombineerde wand of aangelaste verstijvingen. Vooralsnog is dit niet noodzakelijk gebleken voor dit project.

4.2 Damwandplanken

4.2.1 Profielen

De damwandplanken te gebruiken voor de standaard veiligheidsconstructies dienen te zijn geproduceerd volgens EN10248 deel 1 en 2.
In verband met de uniformiteit beperkt de keuze zich tot een 4-tal profielen.

Voorbeeld 1, AZ-profielen van Arcelor Mittal:

Section	Dimensions				A	G_{sp}	G_w	I_y	$W_{el,y}$	S_y	$W_{pl,y}$
	b	h	t_f	t_w							
	mm	mm	mm	mm	cm^2/m	kg/m	kg/m^2	cm^4/m	cm^3/m	cm^3/m	cm^3/m
AZ 12-770	770	344	8.5	8.5	120	72.6	94.0	21 430	1 245	740	1 480
AZ 13-770	770	344	9.0	9.0	126	76.1	99.0	22 360	1 300	775	1 546
AZ 14-770	770	345	9.5	9.5	132	79.5	103.0	23 300	1 355	805	1 611
AZ 14-770-10/10	770	345	10.0	10.0	137	82.9	108.0	24 240	1 405	840	1 677
AZ 12-700	700	314	8.5	8.5	123	67.7	97.0	18 880	1 205	710	1 415
AZ 13-700	700	315	9.5	9.5	135	74.0	106.0	20 540	1 305	770	1 540
AZ 13-700-10/10	700	316	10.0	10.0	140	77.2	110.0	21 370	1 355	800	1 600
AZ 14-700	700	316	10.5	10.5	146	80.3	115.0	22 190	1 405	835	1 665
AZ 17-700	700	420	8.5	8.5	133	73.1	104.0	36 230	1 730	1 015	2 027
AZ 18-700	700	420	9.0	9.0	139	76.5	109.0	37 800	1 800	1 060	2 116
AZ 19-700	700	421	9.5	9.5	146	80.0	114.0	39 380	1 870	1 105	2 206
AZ 20-700	700	421	10.0	10.0	152	83.5	119.0	40 960	1 945	1 150	2 296
AZ 24-700	700	459	11.2	11.2	174	95.7	137.0	55 820	2 430	1 435	2 867
AZ 26-700	700	460	12.2	12.2	187	102.9	147.0	59 720	2 600	1 535	3 070
AZ 28-700	700	461	13.2	13.2	200	110.0	157.0	63 620	2 760	1 635	3 273
AZ 36-700N	700	499	15.0	11.2	216	118.6	169.0	89 610	3 590	2 055	4 110
AZ 38-700N	700	500	16.0	12.2	230	126.4	181.0	94 840	3 795	2 180	4 360
AZ 40-700N	700	501	17.0	13.2	244	134.2	192.0	100 080	3 995	2 305	4 605
AZ 42-700N	700	499	18.0	14.0	259	142.1	203.0	104 930	4 205	2 425	4 855
AZ 44-700N	700	500	19.0	15.0	273	149.9	214.0	110 150	4 405	2 550	5 105
AZ 46-700N	700	501	20.0	16.0	287	157.7	225.0	115 370	4 605	2 675	5 350
AZ 48-700	700	503	22.0	15.0	288	158.5	226.0	119 650	4 755	2 745	5 490
AZ 50-700	700	504	23.0	16.0	303	166.3	238.0	124 890	4 955	2 870	5 735
AZ 52-700	700	505	24.0	17.0	317	174.1	249.0	130 140	5 155	2 990	5 985

Voorbeeld 2, ZZ-profielen GooiMeer:

ZZ Stalen damwand

GOOIMEER

					PER ENKELE PLANK			PER METER WAND					S 240 GP	S 355 GP
	Breedte	Hoogte	Dikte rug	Dikte flens	Doorsnede	Gewicht	Coating opp.	Doorsnede	Gewicht	Traagheids-moment	Weerstands-moment elastisch	Weerstands-moment plastisch	maximaal opneembaar buigendmoment	maximaal opneembaar buigendmoment
	mm	mm	mm	mm	cm²	kg/m	m²/m	cm²/m	kg/m²	cm⁴/m	cm³/m	cm³/m	kNm/m	kNm/m
ZZ12-770	770	343,5	8,6	8,5	92,99	72,8	1,96	120,80	94,5	21.496	1.252	1.488	300	444
ZZ13-770	770	344,0	9,1	9,0	97,40	76,2	1,96	126,50	99,0	22.433	1.304	1.551	313	463
ZZ14-770	770	344,5	9,6	9,5	101,80	79,6	1,96	132,20	103,4	23.370	1.357	1.613	326	482
ZZ17-700	700	420,0	8,5	8,4	92,99	73,3	1,97	132,80	104,7	36.425	1.735	2.032	416	616
ZZ18-700	700	420,5	9,1	9,0	97,40	76,7	1,97	139,10	109,6	38.001	1.807	2.132	434	641
ZZ19-700	700	421,0	9,6	9,5	101,80	80,2	1,97	145,40	114,6	39.578	1.880	2.210	451	667
ZZ20-700	700	421,5	10,1	10,0	106,20	83,7	1,97	151,70	119,5	41.155	1.953	2.304	469	693
ZZ24-700	700	459,2	11,3	11,2	122,06	95,8	2,05	174,40	136,9	55.949	2.437	2.875	585	865
ZZ26-700	700	460,2	12,3	12,2	131,18	103,0	2,05	187,40	147,1	59.843	2.601	3.071	624	923
ZZ28-700	700	461,2	13,3	13,2	140,30	110,1	2,05	200,40	157,3	63.740	2.764	3.278	663	981
ZZ36-700	700	499,2	15,1	11,2	151,27	118,7	2,18	216,10	169,6	89.753	3.596	4.151	863	1.277
ZZ38-700	700	500,2	16,1	12,2	161,16	126,5	2,18	230,20	180,7	94.984	3.798	4.363	912	1.348
ZZ40-700	700	501,2	17,1	13,2	171,06	134,3	2,18	244,40	191,8	100.219	3.999	4.610	960	1.420
ZZ42-700	700	499,2	18,1	14,0	182,12	143,0	2,17	260,17	204,2	105.543	4.228	4.882	1.015	1.501
ZZ44-700	700	500,2	19,1	15,0	192,02	150,7	2,17	274,31	215,3	110.942	4.436	5.096	1.065	1.575
ZZ46-700	700	501,2	20,1	16,0	201,93	158,5	2,17	288,47	226,5	116.159	4.635	5.343	1.112	1.645
ZZ48-700	700	503,2	22,1	15,0	202,99	159,3	2,17	290,0	227,6	120.467	4.788	5.528	1.149	1.700
ZZ50-700	700	504,2	23,1	16,0	212,41	166,7	2,17	303,44	238,2	125.358	4.973	5.713	1.194	1.765
ZZ52-700	700	505,2	24,1	17,0	222,07	174,3	2,17	317,24	249,0	130.403	5.162	5.951	1.239	1.833

4.2.2 Toegepaste profielen

Het aantal te gebruiken planken wordt beperkt tot 4.

Korte planken ter plaatse van kleikisten en overkluizingen voor diepe zinkers.
AZ18-700 lengte 6 m. Bovenzijde damwandplank NAP+0,7 m, lengte kan ter plaatse van overkluizingen voor diepe zinkers afwijken.

Lage kade, hoogte zijkant kade NAP+0,8 m.
AZ26-700 lang 16 m. Bovenzijde damwandplank NAP+0,7 m, stempelhoogte NAP+0,4 m.
Indien mogelijk wordt geoptimaliseerd naar AZ24-700 lang 15 m.

Hoge kade, hoogte zijkant kade NAP+1,4 m.
AZ26-700 lang 16m of AZ 36-700N, lang 17 m. Bovenzijde damwandplank NAP+1,0 m, stempelhoogte NAP+0,7 m.

Hoge kade, hoogte zijkant kade NAP+2,1 m.
AZ 36-700N, lang 17 m of AZ46-700N, lang plank 19 m. Bovenzijde damwandplank NAP+1,0m, stempelhoogte NAP+0,7 m.

Een zwaardere plank dan de AZ46-700N zal niet worden toegepast. Mocht deze niet voldoen dan worden andere oplossingen gezocht zoals een gecombineerde wand of aangelaste verstijvingen.

4.2.3 Staalkwaliteit

In principe hebben alle stalen onderdelen, de staalkwaliteit S355, zowel voor de gordingen als voor de damwanden. Voor de damwanden is de exacte benaming S355GP.

4.2.4 Hergebruik damwanden

Indien kan worden aangetoond dat een partij '2e hands' planken zowel qua vervorming als staalkwaliteit voldoet kan deze worden toegepast. De toetsing kan geschieden via de bonnen behorende bij de oorspronkelijke levering met daarbij aantonen van de logistieke verplaatsingen of via materiaalonderzoek volgens hier voor geldende richtlijn.

Dit hergebruik is uitermate belangrijk in relatie tot duurzaamheid. Iedere 1000 kg staal staat voor 435 kg (grotendeels van steenkool afkomstige) CO_2 uitstoot.

4.2.5 Corrosie

Voor de damwandplanken wordt (alleen voor de controle op sterkte) een corrosie in rekening gebracht van 0,012 mm per zijde per jaar.
Dit geeft na een levensduur van 20 jaar een verzwakking van 0,48 mm op de dikte van de plank.
Voorafgaand aan het eventueel hergebruiken van de planken worden deze gecontroleerd waarna eventueel een vermindering van de sterkte in rekening gebracht moet worden.

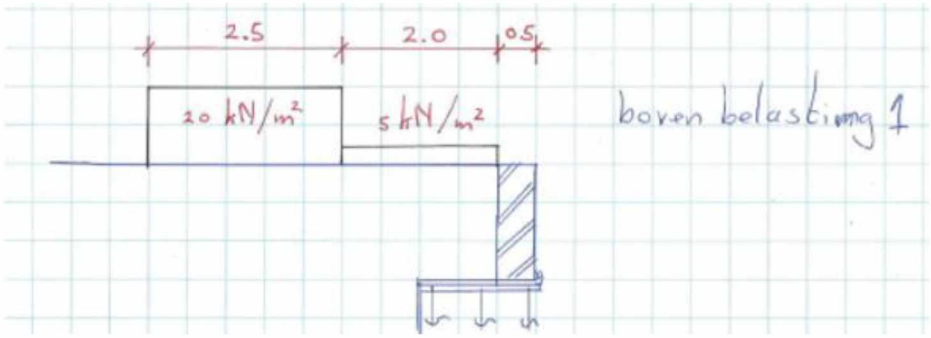
4.3 Geometrie

4.3.1 Bodemdiepten

Bij de ingemeten diepten van de grachten worden toeslagen gerekend voor baggerwerkzaamheden en uitspoelingen door scheepsschroeven. Bij de standaardoplossingen is de rekenkundige diepte, inclusief deze toeslagen vermeld. De rekenkundige diepte kan per locatie verschillen. Voor de matrix is NAP-3,50 m en NAP-4,70 m aangehouden waarbij rekening is gehouden met hiervoor genoemde toeslagen.

4.3.2 Bovenbelasting

Voor de mobiele bovenbelasting achter de kade is rekening gehouden met bovenbelasting van 5 kN/m² over een breedte van 2m direct achter de kade en daarachter een bovenbelasting van 20 kN/m² over een breedte van 2,5 m. Deze situatie komt overeen met situaties waarbij achter de kade een strook voor langsparkeren met daarachter de rijbaan aanwezig is. Op locaties waar parkeervakken onder hoek ten opzichte van de rijbaan (en de kademuur) liggen is deze schematisatie conservatief omdat de parkeerzone daarbij altijd breder dan 2m is. Schematisering van de belastingen is weergegeven in onderstaand figuur.



4.3.3 Bodemopbouw:

Gehanteerde bodemopbouw en parameters zijn gegeven in paragraaf 2.4.1.

4.3.4 Waterstand en wateroverspaningen

Waterstand NAP-0,40 m. Aangenomen is dat de grondwaterstand gelijk is aan de waterstand in de gracht.

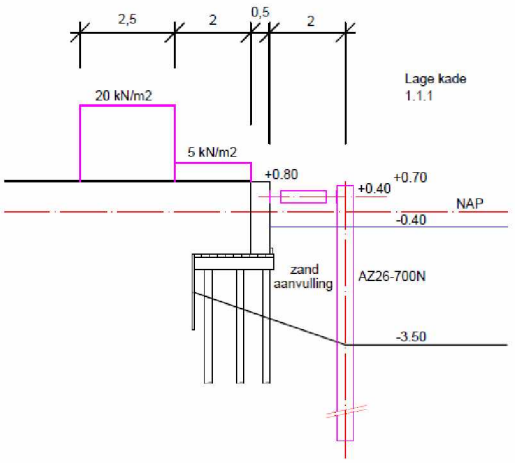
Als gevolg van de zandaanvulling en de belasting die daarmee wordt toegevoegd aan de ondergrond ontstaan wateroverspanningen in de cohesieve veen- en kleilagen onder de zandaanvulling. Na een aantal iteratieve berekeningen waarin het effect van de wateroverspanningen op de krachtswerking in de wand is bepaald is geconstateerd dat dit een beperkt effect heeft is besloten het effect van wateroverspanningen buiten beschouwing te laten.

4.3.5 Afstand kademuur-damwand

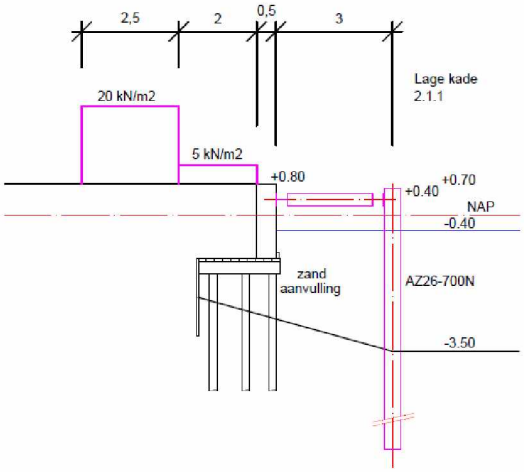
Zie paragraaf 2.5.1

4.4 Resultaten

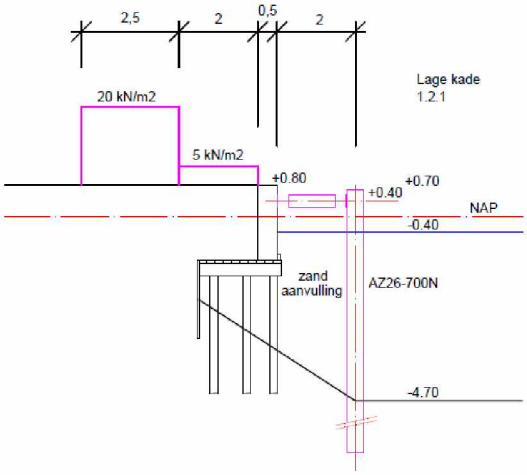
4.4.1 Damwand lage kade NAP+0,80 m



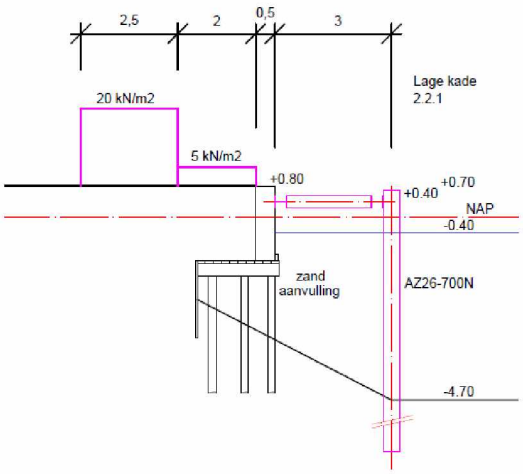
Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,53
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,7



Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,43
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,8

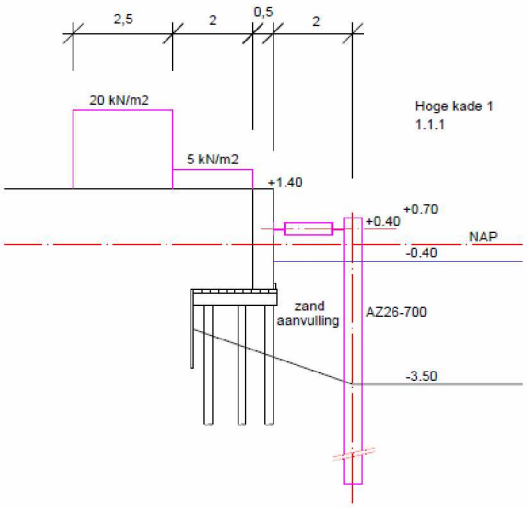


Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,84
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 2,88

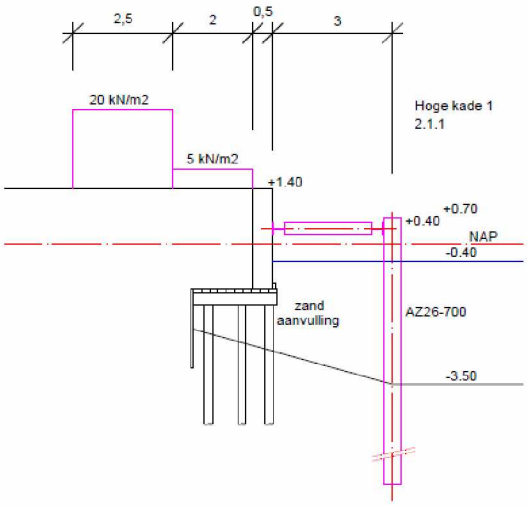


Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,70
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,2

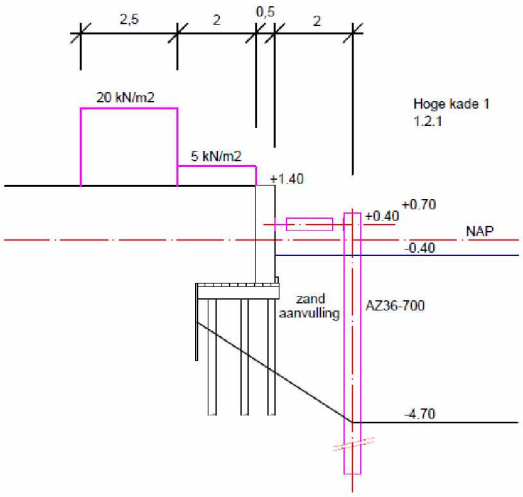
4.4.2 Damwand bij hoge kade NAP+1,40



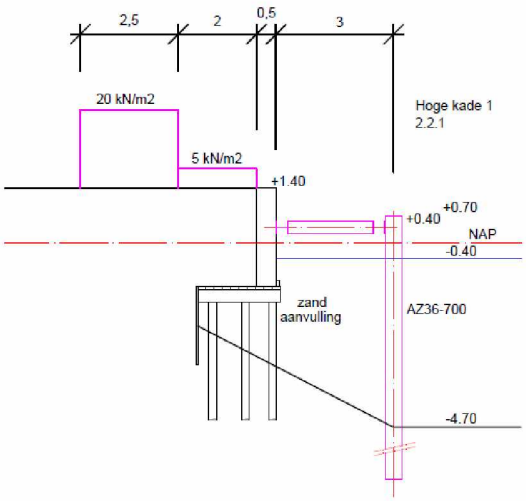
Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ26-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,57
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,4



Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ26-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,46
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,6

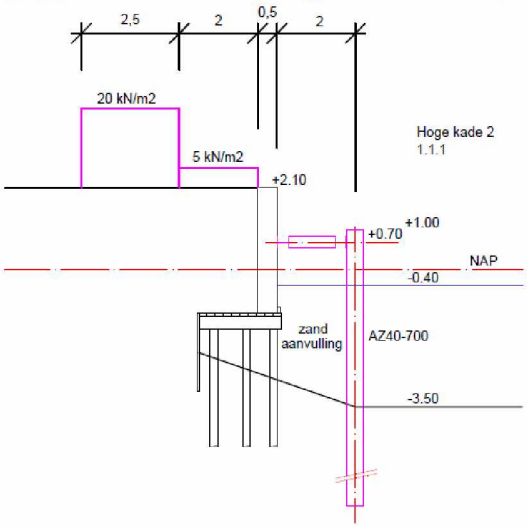


Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ36-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 17 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC =0,82
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 2,6

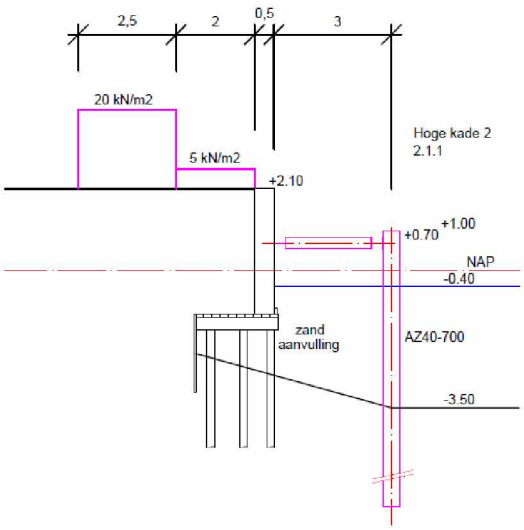


Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ36-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 17 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,68
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 2,6

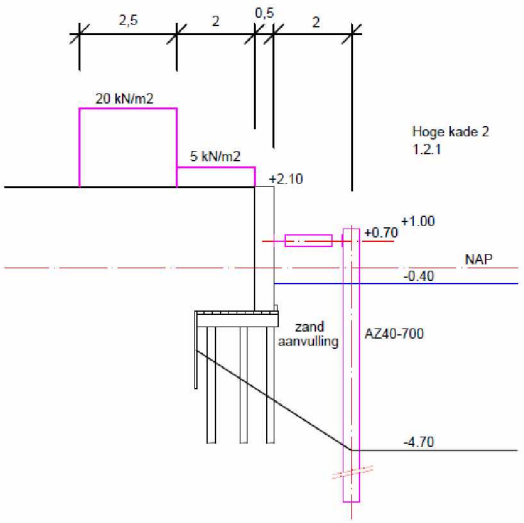
4.4.3 Damwand bij hoge kade NAP+2,10



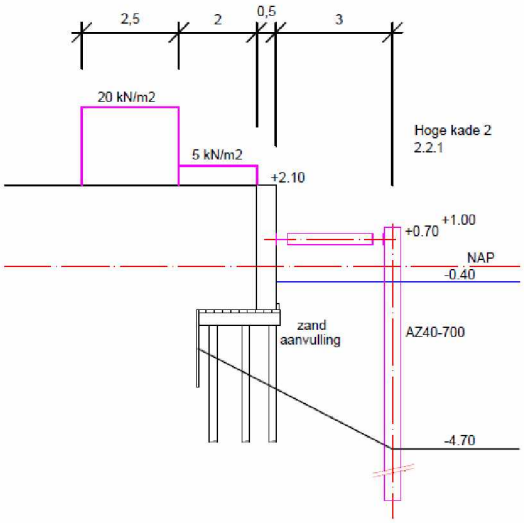
Hoogte kade NAP+2,10 m
Profiel AZ46-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+1,00 m
Lengte plank 19 m
Onderzijde damwand NAP-18,00 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,66
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,6



Hoogte kade NAP+2,10 m
Profiel AZ46-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+1,00 m
Lengte plank 19 m
Onderzijde damwand NAP-18,00 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,54
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,8



Hoogte kade NAP+2,10 m
Profiel AZ46-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+1,00 m
Lengte plank 19 m
Onderzijde damwand NAP-18,00 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,89
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,1

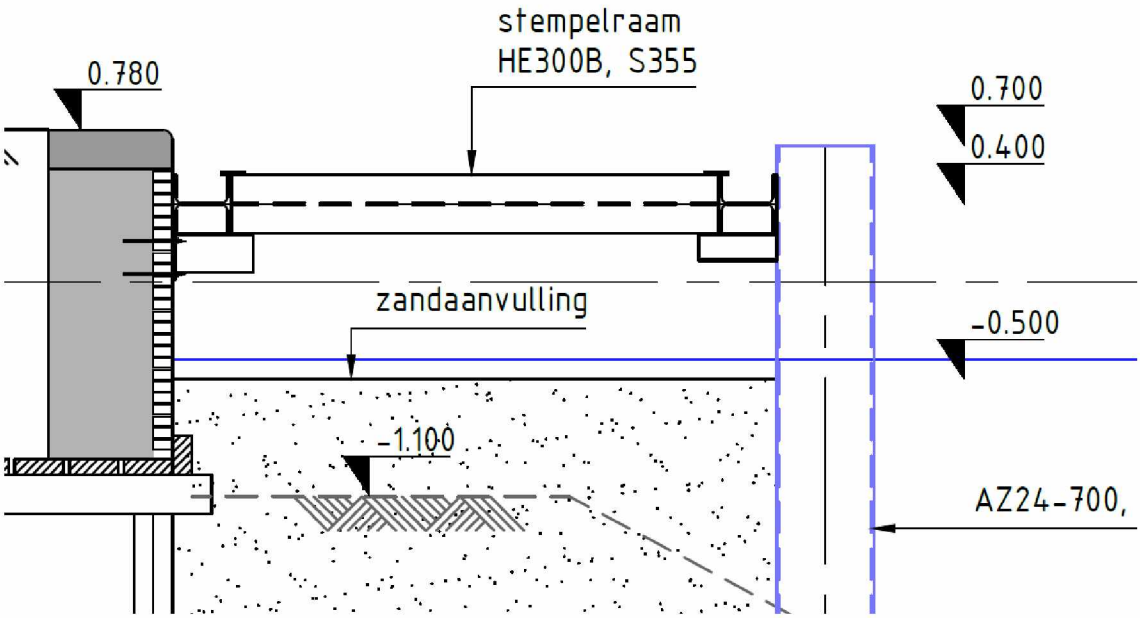


Hoogte kade NAP+2,10 m
Profiel AZ46-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+1,00 m
Lengte plank 19 m
Onderzijde damwand NAP-18,00 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,74
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,4

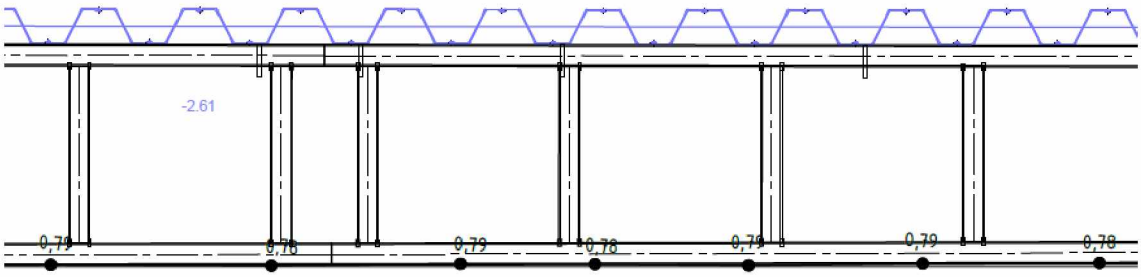
4.5 Gordingen

Behoudens de overkluizingen zijn de stempelramen voor de standaardoplossingen opgebouwd uit HE300B profielen, staalkwaliteit S355. Afhankelijk van de hoogte van de kade varieert de afstand tussen de stempels. Verder kan de hoogte van het stempel variëren.

4.5.1 Veiligheidsconstructie lage kade NAP+0,80 m

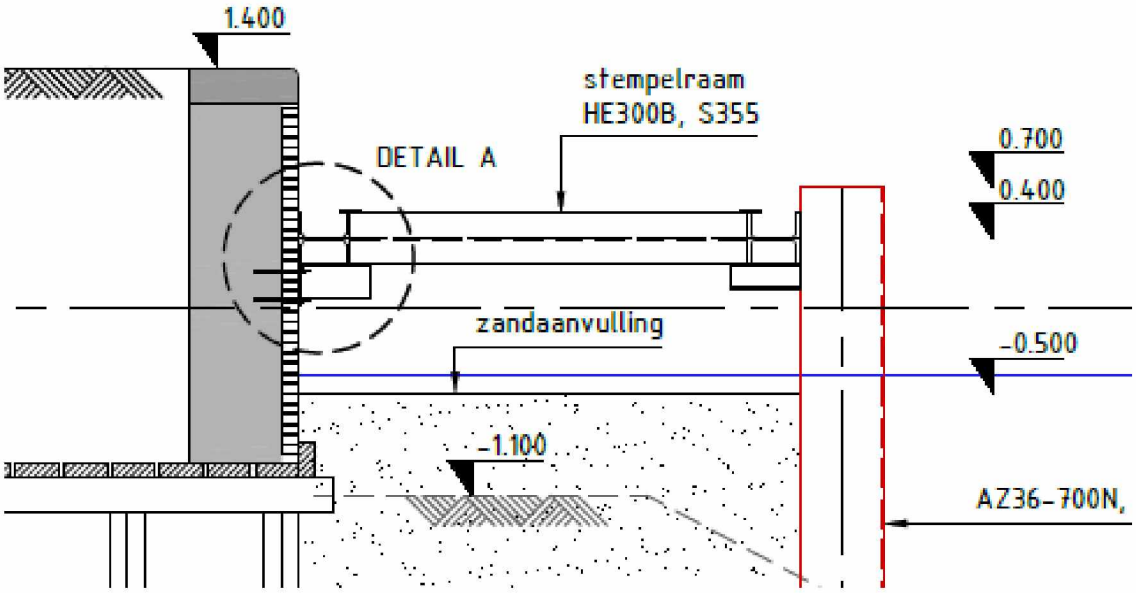


Vaste maten:
Waterstand NAP-0,40 m,
Zandaanvulling tot NAP-0,50 m,
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m,
Hoogte stempelraam NAP+0,40 m,
Profielen stempelraam HE300B, S355.
Hoh afstand stempels 3,00 m.

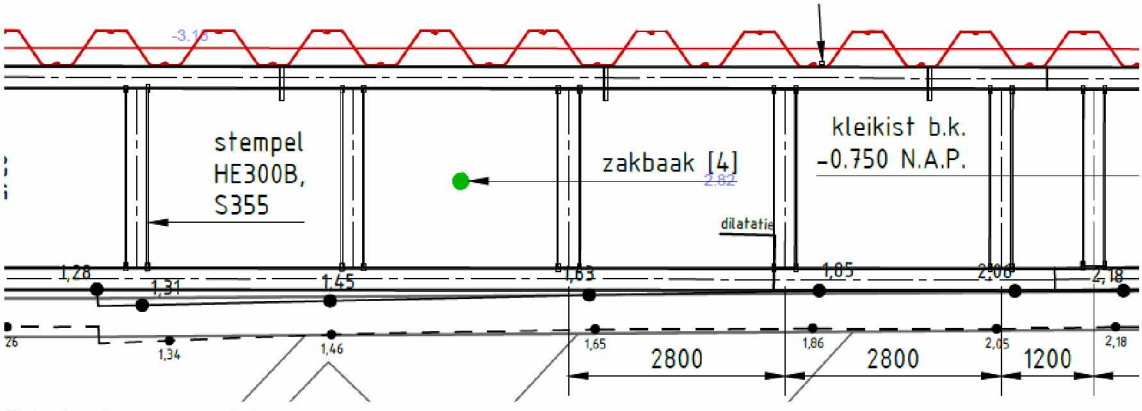


Principe bovenaanzicht

4.5.2 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+1,50 m

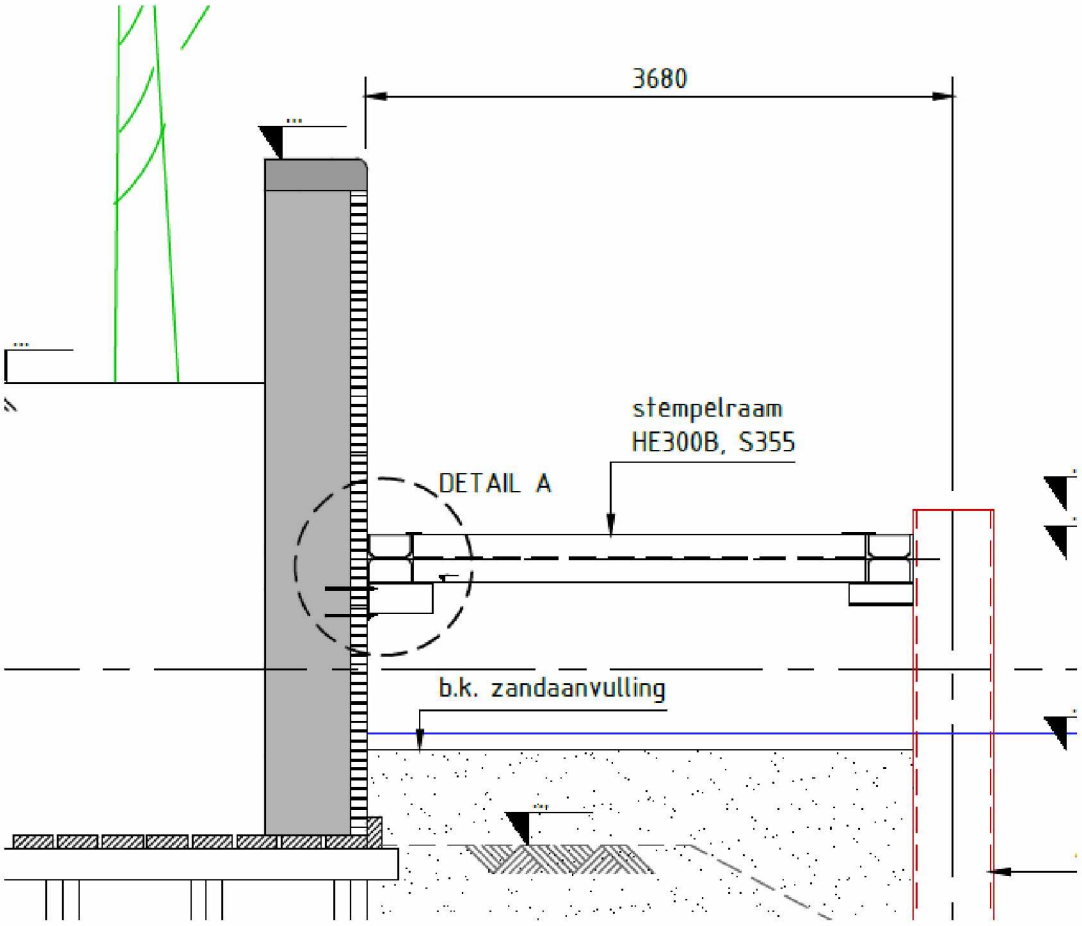


Vaste maten:
Waterstand NAP-0,40 m,
Zandaanvulling tot NAP-0,50 m,
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m,
Hoogte stempelraam NAP+0,40 m,
Profielen stempelraam HE300B, S355.
Hoh afstand stempels 2,80 m.

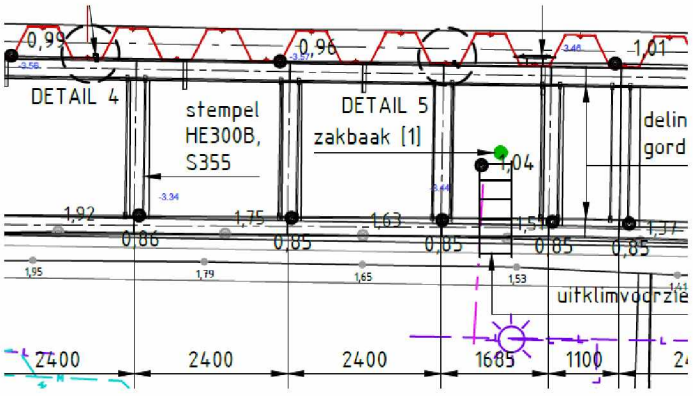


Principe bovenaanzicht

4.5.3 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+2,10 m



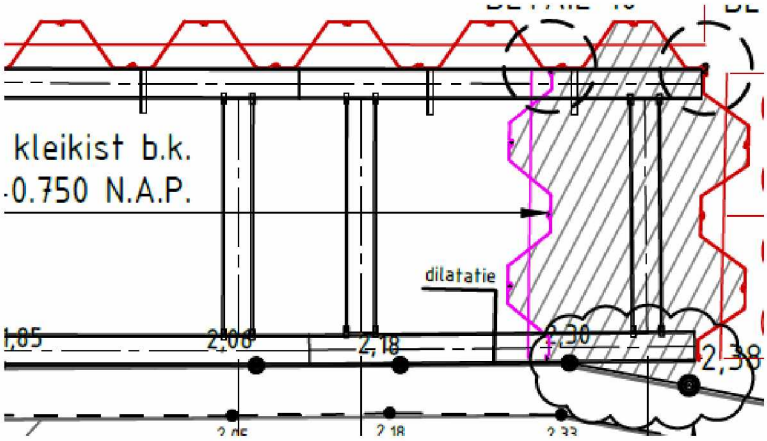
Vaste maten:
Waterstand NAP-0,40 m,
Zandaanvulling tot NAP-0,50 m,
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m,
Hoogte stempelraam NAP+0,40 m,
Profielen stempelraam HE300B, S355.
Hoh afstand stempels 2,40 m.



Principe bovenaanzicht

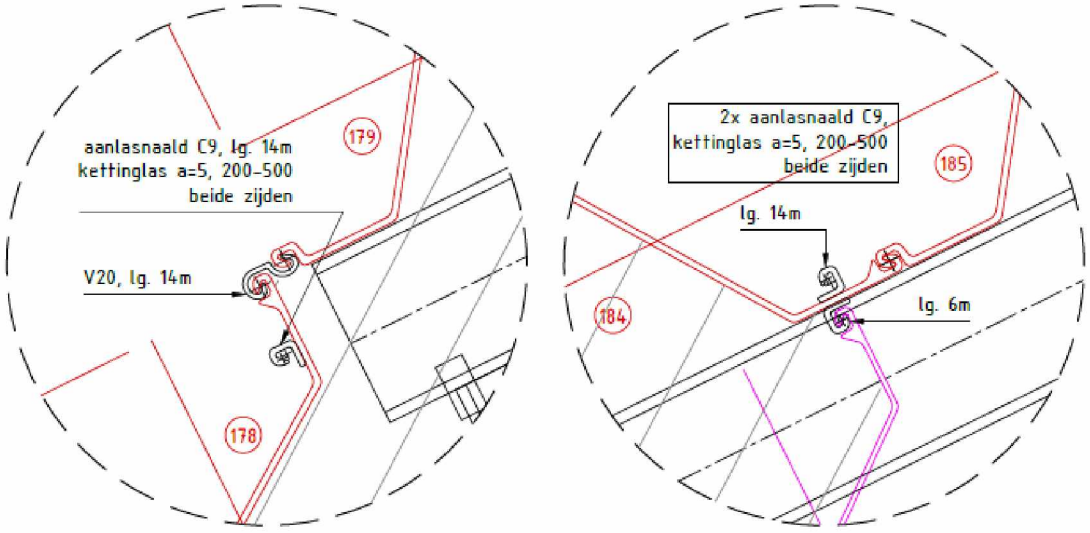
4.6 Standaard kleikisten

De veiligheidsconstructie wordt aangevuld met zand. Omdat het niet mogelijk is de damwand onder de kademuur gronddicht af te sluiten worden ter plaatse kleikisten gemaakt.
Deze kleikisten bevinden zich aan de uiteinden van de veiligheidsconstructies en aan beide zijden van de overkluizingen voor de ondiepe zinkers.



De planken voor kleikist zijn AZ26-700, met een lengte van 6 m.
Bovenzijde NAP+0,70 m, onderzijde NAP-5,30 m.
Da aanvulling met klei is tot NAP-0,75 m (tot iets boven de onderzijde van het metselwerk).
Daarboven met zand gelijk aan de standaard zandaanvulling.

4.7 Naalden en hoekverbindingen



De standaard naalden en hoekverbindingen behorende bij de AZ-profielen kunnen worden toegepast. Bij hoeken en aansluitingen met een lengte van 14 m, bij aansluitingen op kleikisten met een lengte van 6 m.

Aandachtspunten:

- Bij de uiteinden en de overkluizingen dient de veiligheidsconstructie te zijn voorbereid op verlenging. Nabij bruggen dienen tevens naalden te worden gelast die aansluiting op een damwand naar de andere zijde van de gracht mogelijk maakt.
- Aan de binnenzijde van de veiligheidsconstructie naalden aanbrengen voor bouwkuip voor de toekomstige vervanging van de kademuur. Maximum tussenafstand 30 m.

4.8 Zandvulling

De ruimte tussen de kademuur en de damwand wordt gevuld met zand. De kwetsbaarheid van de houten palen van de bestaande kademuren is hierbij een belangrijk aandachtspunt. Na het op de juiste wijze aanvullen is ook de draagkracht van de bestaande houten palen onder de kademuren vergroot.

De zandaanvulling wordt aangebracht tot 10 cm onder de waterlijn. Effect dat de aanvulling heeft op zetting van de kade en het maaiveld daarachter is beschouwd in een separate memo (zie bijlage 2).

Na het gereedkomen van de veiligheidsconstructie worden de ecologische en esthetische voorzieningen aangebracht.

Het zand dient zodanig waterdoorlatend te zijn dat hierdoor de invloed op de grondwaterstand in de kade minimaal is.

4.8.1.1 Zetting van de kade door zandaanvulling

Door het aanbrengen van de zandaanvulling zullen zettingen ontstaan. Het is daarom mogelijk dat bij gedeelten van kades die niet worden vervangen, of in de nabijheid van bruggen (vleugelwanden) de zandaanvulling achterwege wordt gelaten. Dit per situatie te beschouwen.

4.9 Kleikist

Bij de uiteinden van de veiligheidsconstructie en ter plaatse van de onderbrekingen voor de zinkers worden kleikisten aangebracht zodat in een latere fase een waterdichte aansluiting van de veiligheidsconstructie op de kade kan worden gemaakt en de zo verkregen bouwkuip kan worden droog gezet. Klei heeft een grotere cohesie dan zand, waardoor de kans op uitspoeling via de overgebleven ruimte onder de keerwand wordt verminderd. De kleikisten worden ingesloten door damwanden en de kademuur.

De schermen haaks op de kade welke onderdeel van een kleikist zijn en naast zinkers worden geplaatst kunnen korter worden uitgevoerd om zo ook eventuele installatie effecten op de aangrenzende zinkers te beperken.

4.10 Overkluizingen

Overkluizingen worden gemaakt ter plaatse van obstakels waar het normale damwandscherm niet kan worden geplaatst. Naast het gebied waar het normale scherm niet kan worden geplaatst komt een zwaarder scherm, ter plaatse van het obstakel zelf komt een korter scherm waarbij de gording dient als stempel. Dit kortere scherm wordt bij de aanleg van de veiligheidsconstructie wel ontworpen, maar nog niet geplaatst. De gording(en) worden berekend op de overdracht van de stempelkracht naar de naastliggende, eventueel zwaardere, schermen. De gordingen en stempels worden wel tegelijkertijd met de veiligheidsconstructie gemaakt, zodat de functie voor het zijdelings steunen van de kademuur over de volle lengte wordt gerealiseerd. Met name bij de overkluizingen voor de monumentale bomen is dit essentieel, omdat het hier ter plaatse veelvuldig voorkomt dat boomwortels de kademuur hebben beschadigd.

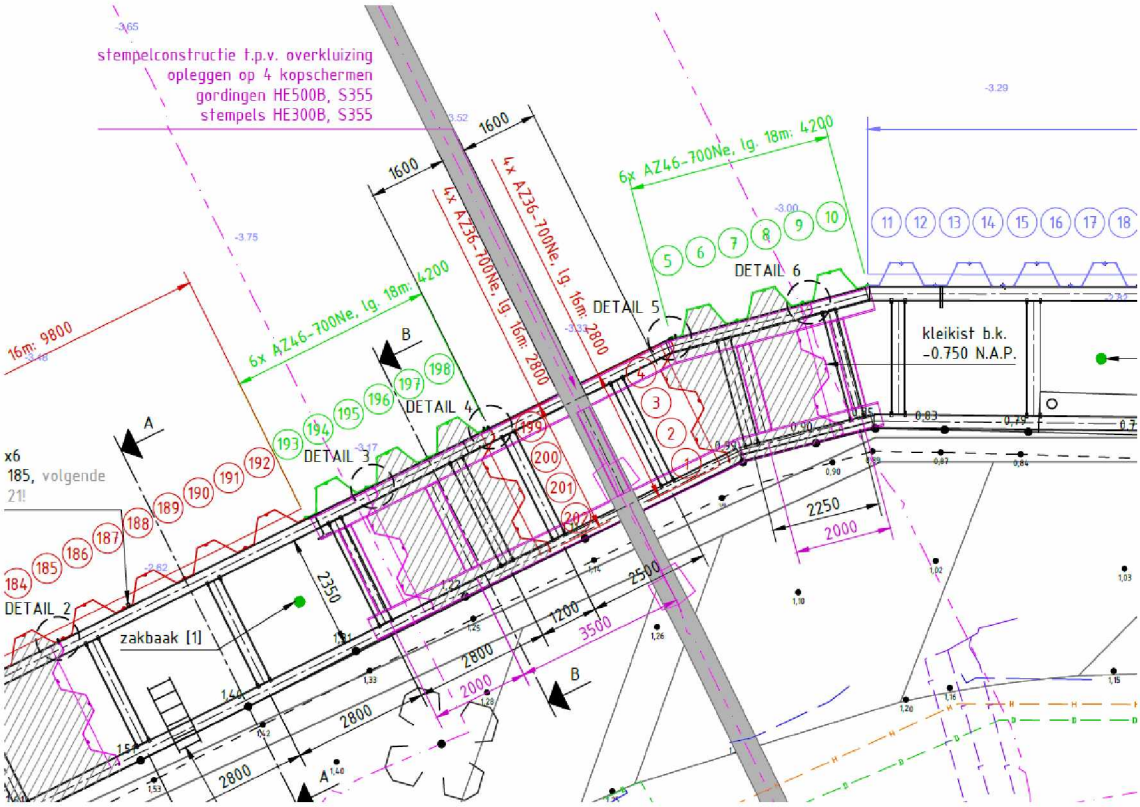
4.10.1 Overkluizingen voor ondiepe zinkers

Eigenschappen:
Aan beide zijden een zwaardere damwand, die berekend is op de stempelkracht vanuit de overkluizing zelf. Het tussenliggende scherm wordt wel ontworpen, maar nog niet geplaatst.
Dit tussenliggende scherm heeft ter plaatse van de gording een ondersteuning (stempel) en is aan de onderzijde stabiel door de passieve gronddruk aan de zijde van de gracht.

Er zijn 2 standaarduitvoeringen. Voor de hoge en voor de lage kademuur.

4.10.2 Standaarduitvoering bij de hoge kademuur

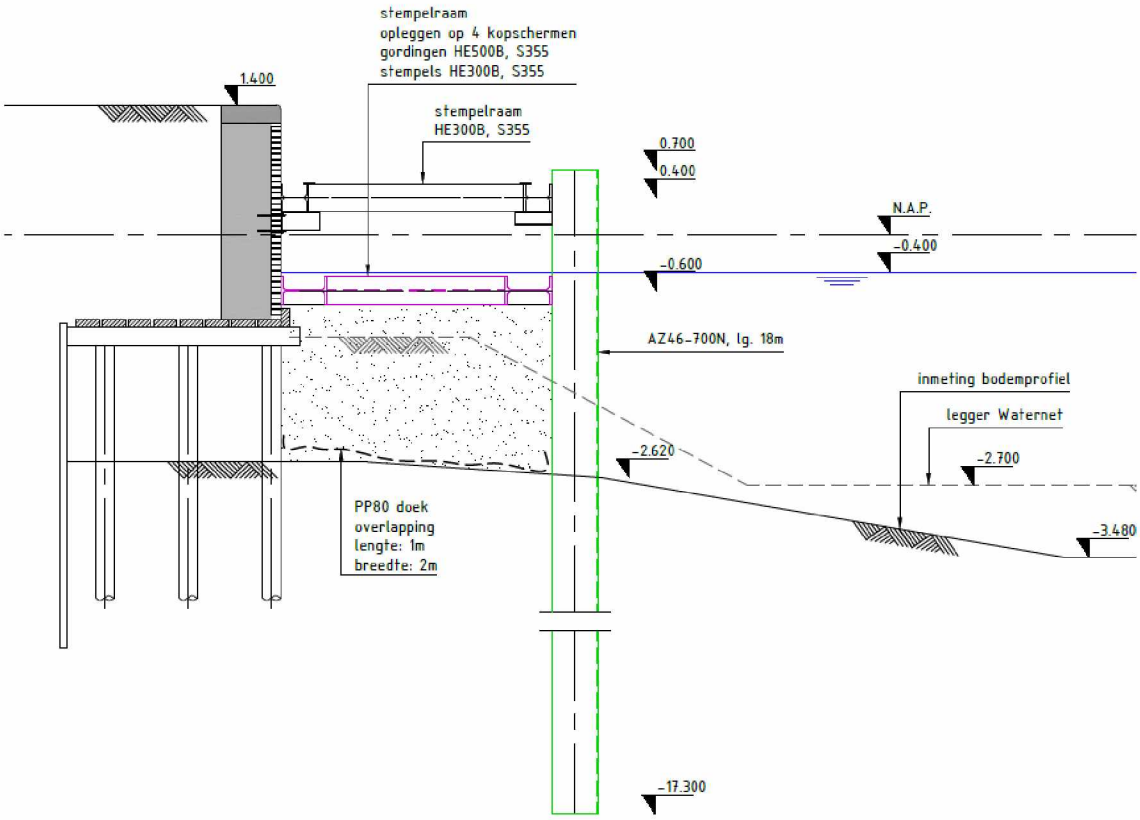
Hiervoor is een overkluizing voor een zinker van Waternet gebruikt bij de Keizersgracht.



Bovenaanzicht

2x6 planken AZ46-700N lang 19 m. 1 meter langer dan het voorbeeld om enige reserve te hebben. Aan beide zijden een kleikist zodat een gronddichte aansluiting tegen de keerwand wordt verkregen. Het stempelraam wordt in zijn geheel aangebracht, de planken ter plaatse van de zinker nog niet.

Het 'normale' scherm ter plekke is AZ36-700.

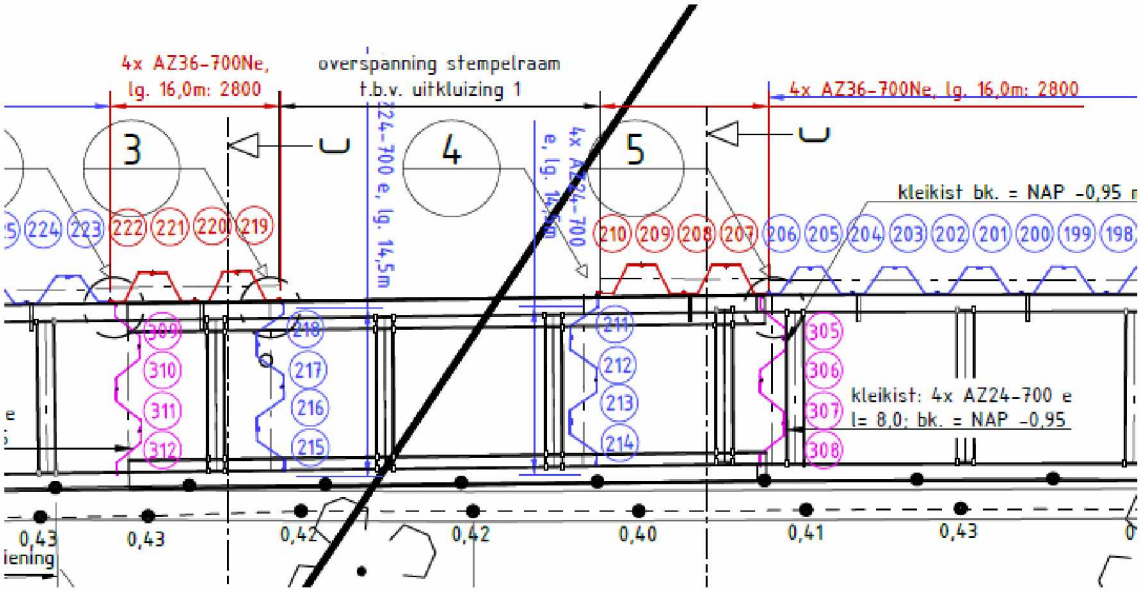


Doorsnede

Ter plaatse van de zwaardere damwandplanken aan beide zijden.
De gordingen zijn in twee lagen aangebracht met een overlapping.

4.10.3 Standaarduitvoering bij de lage kademuur

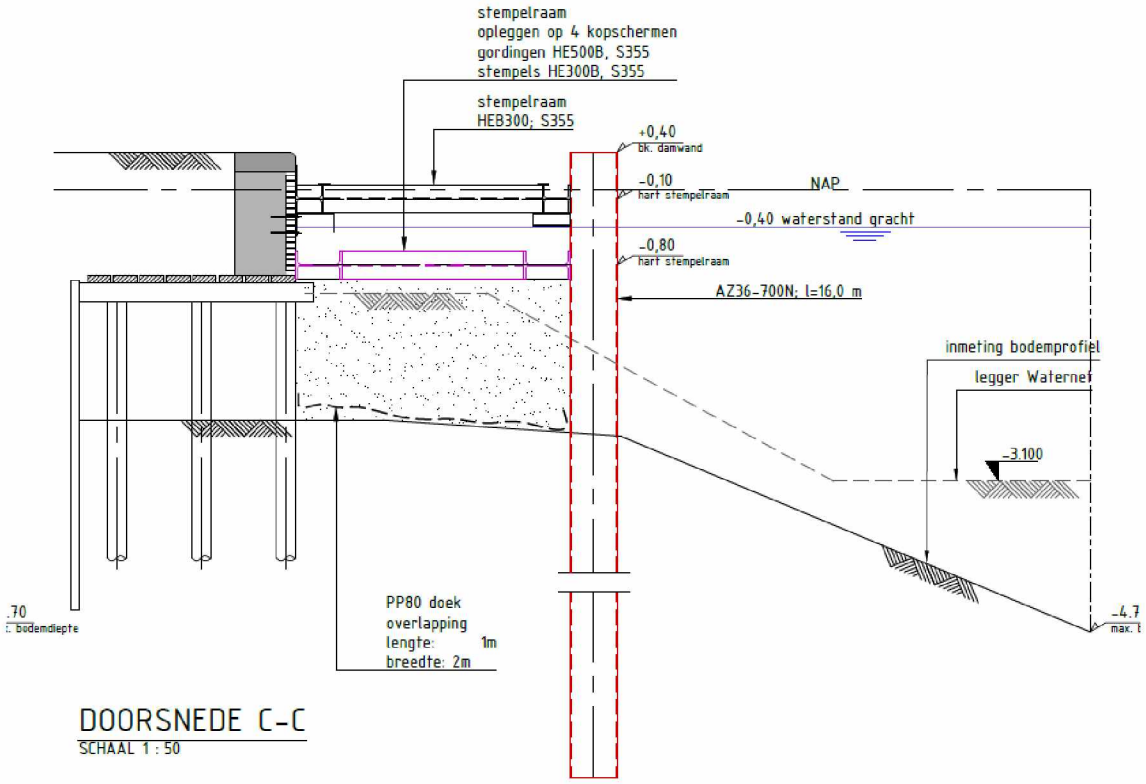
Hiervoor is een overkluizing voor een zinker van Ziggo gebruikt bij de Marnixkade.



Bovenaanzicht

2x4 planken AZ36-700N lang 17 m. 1 meter langer dan het voorbeeld om enige reserve te hebben. Aan beide zijden een kleikist zodat een gronddichte aansluiting tegen de keerwand wordt verkregen. Het stempelraam wordt in zijn geheel aangebracht, de planken ter plaatse van de zinker nog niet.

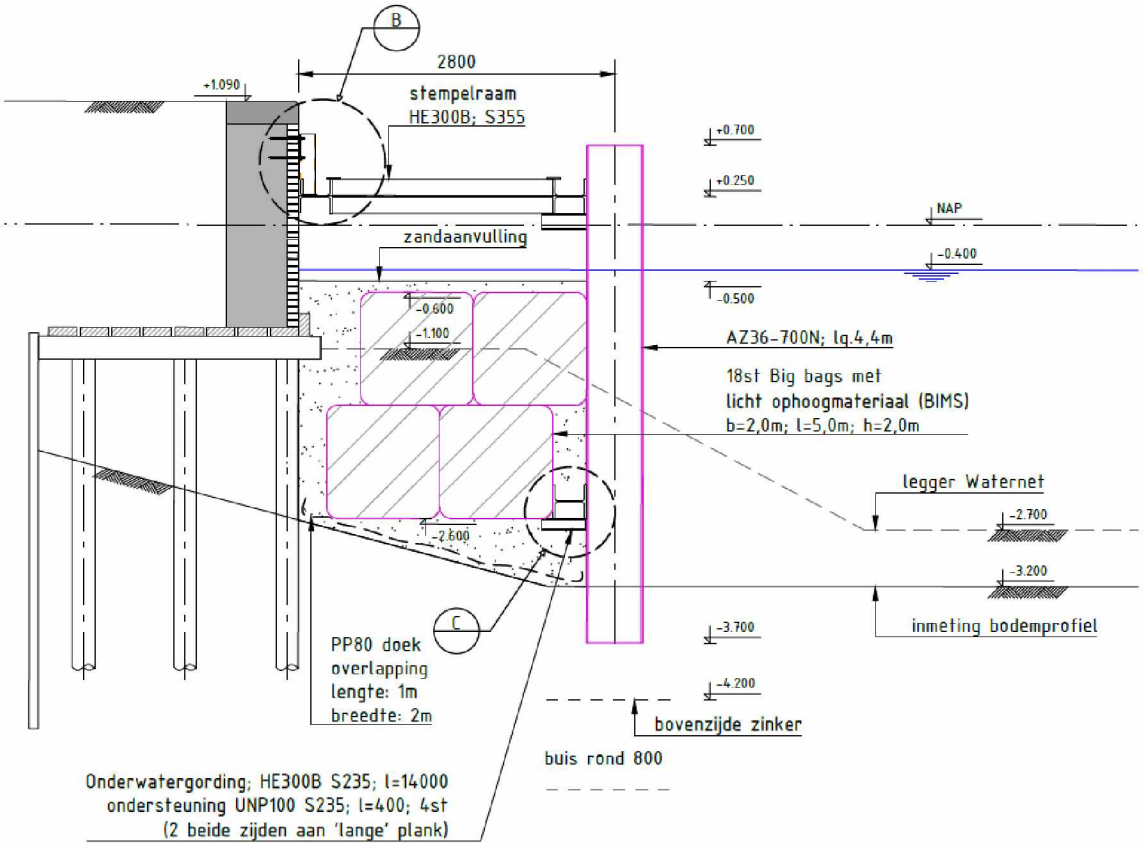
Het 'normale' scherm ter plekke is AZ 26-700.



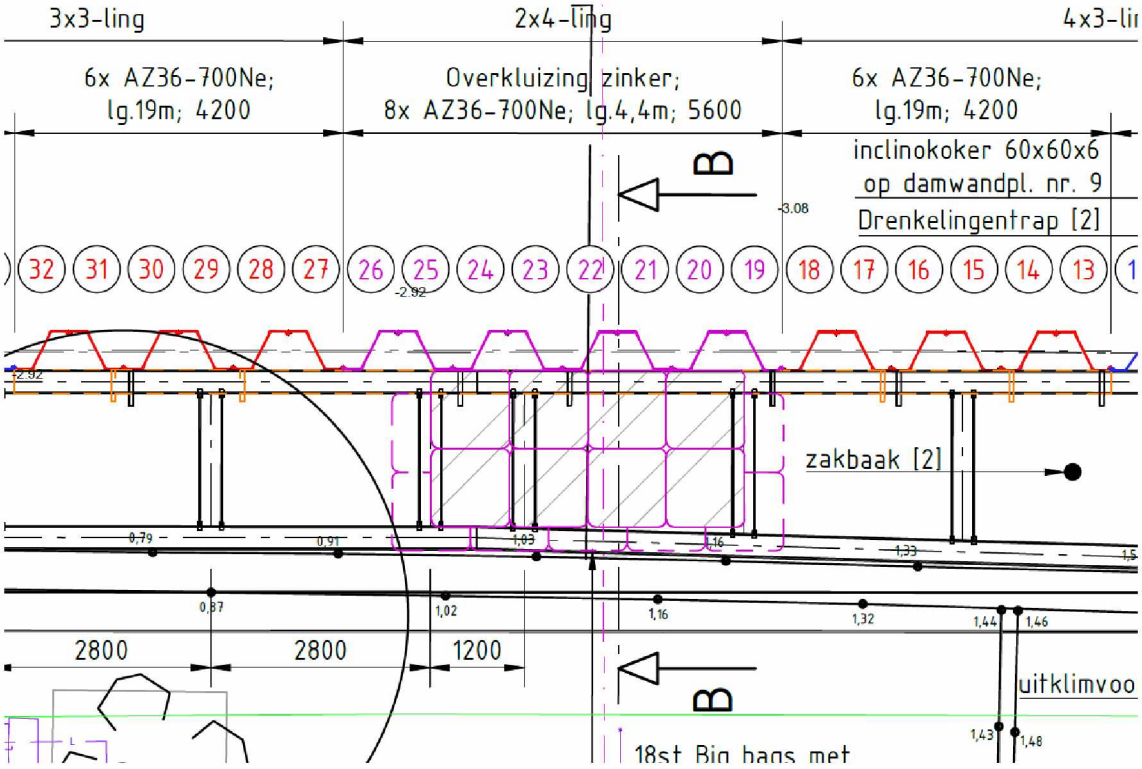
Doorsnede

Ter plaatse van de zwaardere damwandplanken aan beide zijden.
De gordingen zijn in twee lagen aangebracht met een overlapping.

4.10.4 Standaarduitvoering met licht ophoogmateriaal



Ter plaatse van de zinker wordt licht ophoogmateriaal aangebracht.
De planken ter plaatse worden niet getrild of geslagen maar geplaatst op veilige afstand boven de zinker.
Boven de waterbodem wordt een gording aangebracht om de horizontale druk naar de naastliggende planken over te dragen. Deze planken zijn zwaarder dan de ‘ normale’ planken.



In bovenstaand voorbeeld hebben de planken ter plaatse van de overkluizing een lengte van 4,4 m, tot 0,5 m boven de zinker, aan beide zijden staan 6 AZ36-700 S355 planken met een lengte van 19 m terwijl de planken daarnaast AZ26-700 S355 zijn met een lengte van 16 m.

Voor het lichte ophoogmateriaal zijn in deze situatie 18 zakken Bims gebruikt van 1 m^3 elk met een verzadigde massa van 1200 kg/m^3.

4.11 Overkluizingen ondiepe zinkers en ter plaatse van bomen

Het verschil tussen dit type overkluizing en die ter plaatse van de diepe zinkers is dat hier vlak boven de bodem een extra steunpunt wordt gemaakt door een balk in te brengen, en deze onder water vast te lassen.

5 Berekening en resultaten

Berekeningsresultaten voor de 12 varianten voor de normale doorsneden (zonder overkluizing) zijn hieronder samengevat. Op basis van de tabel kan worden geconcludeerd dat de varianten zoals deze zijn beschreven in paragrafen 4.4, 4.4.2 en 4.4.3 voldoen aan de criteria zoals beschreven in deze rapportage.

Tabel 3: Resultaten berekeningen normale doorsnede

Hoogte kade [m NAP]	Damwand profiel	Lengte plank [m]	Voetniveau damwand plank [NAP m]	Diepte waterbodem [m NAP]	Afstand tot kade [m]	Max moment damwand [kNm]	Damwand UC moment [-]	Vervorming kade t.g.v. verkeer [mm]	Totale horizontale vervorming damwand	Var # [-]
+0,8	AZ26-700 S355GP	16	-15,3	-3,5	2	489	0,53	34	113	1
					3	395	0,43	22	84	5
				-4,7	2	776	0,84	48	210	3
					3	643	0,70	42	164	7
+1,4	AZ26-700 S355GP	16	-15,3	-3,5	2	727	0,48	56	190	9
					3	581	0,63	38	140	13
	AZ36-700N S355GP	17	-16,0	-4,7	2	1049	0,82	55	237	11b
					3	871	0,68	36	179	15b
+2,1	AZ36-700N S355GP	17	-16,0	-3,5	2	1059	0,83	65	238	17b
					3	868	0,68	48	180	21b
	AZ46-700N S355GP	19	-18,0	-4,7	2	1454	0,89	67	290	19c
					3	1213	0,74	48	226	23c

Berekeningsresultaten voor de voor de overkluizingen met een breedte van 3 en 5m zijn gegeven in onderstaande tabel. Omdat de afstand van de veiligheidsconstructie tot de kade maar een beperkte invloed heeft op de berekende vervormingen en momenten in de wand, zijn alleen de resultaten voor een afstand tussen kade en damwand van 2m weergegeven.

Tabel 4: Resultaten berekeningen overkluizingen, damwand op 2m afstand uit kade

Hoogte kade [m NAP]	Breedte overkluizing	Damwand profiel	Lengte plank [m]	Voetniveau damwand plank [NAP m]	Diepte waterbodem [m NAP]	Max moment damwand [kNm]	Damwand UC moment [-]	Vervorming kade t.g.v. verkeer [mm]	Totale horizontale vervorming damwand	Var # [-]
+0,8	3	AZ26-700	16	-15,3	-3,5	626	0,68	50	156	25
	5					720	0,78	61	186	33
	3	AZ36-700	17	-16,0	-4,7	931	0,73	50	201	26b
	5					1034	0,81	59	228	34
+1,4	3	AZ36-700	17	-16,0	-3,5	978	0,77	61	210	29
	5					1160	0,97	77	260	37
	3	AZ46-700	19	-18	-4,7	1341	0,82	62	258	30b
	5					1541	0,94	76	305	38

Bijlage 1: Overzicht bezwijkmechanismen

Overzicht bezwijkmechanismen

Beheersmaatregelen			Bezwijkmechanismen									
			1 (GEO) Paaldrukvermogen	2 (GEO/UPL) Paaltrekvermogen	3 (GEO) Hor. belasting paalfundering	4 (GEO) Algehele stabiliteit	5 (STR) Bezwijken kerende wand	6 (STR) Bezwijken paalfundering	7 (STR) Bezwijken constructie	8 (HYD) Onder- of achterloopsheid	9 (STR) Muur/fundering verbinding	10 (STR) funderingvloer
Overzicht	Nr.	Beschrijving										
	A1	Reductie van de maaiveldbelasting										
	A2	Lichter aanvulmateriaal achter de kade										
	B1	Verticale damwand voor de kadeconstructie aangevuld met zand. (optioneel geschoord)										
	B2	Verticale damwand met stempel niet aangevuld met zand. (optioneel geschoord)										
	B3	Kleine stalen palen in het water ondersteunen de kade (vloer) verticaal										
	B4	Grote stalen palen in het water ondersteunen de kade (vloer) verticaal en horizontaal										
	B5	Stempelconstructie tussen kade en overzijde										
	B6	Bulspaal/juk en raamwerk met stempel										
	B7	Ponton ondersteunt de kade (vloer) verticaal										
	B8	Constructie (afgezonken) aangevuld met zand										
	C1	Stalen palen door metselwerk										
	C2	Erosie scherm waterzijde										
	C3	Horizontale ankers landzijde										
	C4	Bulspaal landzijde met horizontaal anker										
	D1	Geotextiel boven de vloer										
	D2	Injecteren boven de vloer										
	E1	Injecteren onder de vloer										
	E2	Grondkerend scherm landzijde onder de vloer										

Bijlage 2: Memo zettingen

Inleiding

In aanvulling op het constructief ontwerp van de veiligheidsconstructies wordt in dit memo ingegaan op de zetting van de ondergrond die ontstaat als gevolg van de zandaanvulling binnen de veiligheidsconstructie. Deze zetting kan gevolgen hebben voor:

- Hoogteligging van de zandaanvulling
- Ligging van het maaiveld achter de kademuur
- De kademuur (negatieve kleef langs de paalfundering)

Opgemerkt wordt dat de uitgevoerde berekeningen en gepresenteerde resultaten exclusief autonome bodemdaling zijn. Zeker voor zetting van het maaiveld tussen de panden en de kademuur is dit relevant en kan deze variëren tussen 1 à 2 mm per jaar. E.e.a. is nader toegelicht in de laatste alinea.

Bodemopbouw en grondwaterstand

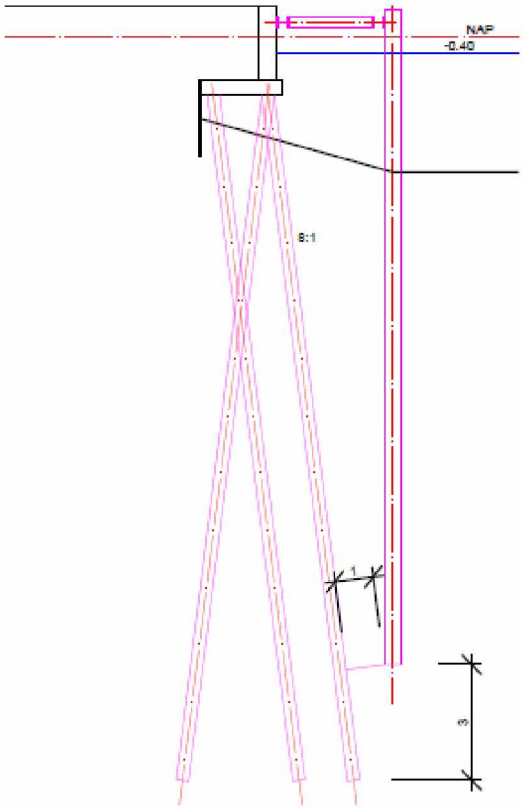
De berekeningen zijn uitgevoerd voor de 'standaard' bodemopbouw, zoals gegeven in onderstaande tabel. In de tabel zijn tevens de aangehouden stijfheidsparameters voor de betreffende lagen opgenomen. Deze zijn afgeleid op basis van de correlatie met het volumiek gewicht, e.e.a. op basis van de door OMEGAM opgestelde correlaties en verzamelde data. De grondwaterstand is aangehouden op een niveau van NAP-0,4m.

Tabel 5: Bodemopbouw en parameters

Grondlaag	Bk [m NAP]	γ_{dr}/ γ_{sat} [kN/m³]	Cp	C'p	Cs	C's	cv
Toplaag	0,8	17,0/19,0	-	-	-	-	1
Hollandveen	-2	10,5/10,5	39,6	6,6	90	30	1^{E}-8
Wadafzetting	-5	17,9/17,9	187	37	864	355	1^{E}-2
Hydrobiaklei	-12	15,2/15,2	99	20	395	138	5^{E}-8
Basisveen	-12,5	11,5/11,5	42	11	144	56	5e-7
Eerste Zandlaag	-13	17,0/19,0	-	-	-	-	1
Allerod	-15	18,5/18,5	-	-	-	-	1
Tweede zandlaag	-17	17,0/19,0	-	-	-	-	1

Geometrie en aanvulling

Voor de geometrie is uitgegaan van de standaarddoorsnede voor het constructief ontwerp en zoals weergegeven in onderstaand figuur. Variabelen hierin zijn de afstand tussen damwand en kade (2 of 3m) en de diepte van de waterbodem (aangehouden op NAP-3,5m of NAP-4,7m). De berekeningen zijn uitgevoerd voor de meest voorkomende situaties met een waterbodem op NAP-3,5m en een breedte van de veiligheidsconstructie van 3m. Het schuin toelopen van de waterbodem richting de kade is in de berekeningen buiten beschouwing gelaten. Voor het gewicht van de zandaanvulling is gerekend met een nat volumiek gewicht van 17 kN/m³, dit omdat zand onder water is aangebracht en niet is verdicht.



Spanningshistorie

De grachten in Amsterdam zijn in het verleden gegraven. Voor de berekeningen betekent dit dat de historische korrelspanning in de ondergrond hoger is dan de actuele korrelspanning. Hiermee is rekening gehouden door in de berekeningen in het bodemprofiel onder de gracht rekening te houden met een verhoogde korrelspanning (+30 kPa).

Resultaten

Berekende zetting en analyse resultaat zetting aanvulling

Zettingen zijn berekend voor verschillende tijdstippen / zettingstijden na aanbrengen van de aanvulling en voor verschillende locaties in het beschouwde profiel. De voor die tijden en locaties berekende zettingen zijn weergegeven in onderstaande tabel. Hierbij zijn 4 locaties beschouwd:

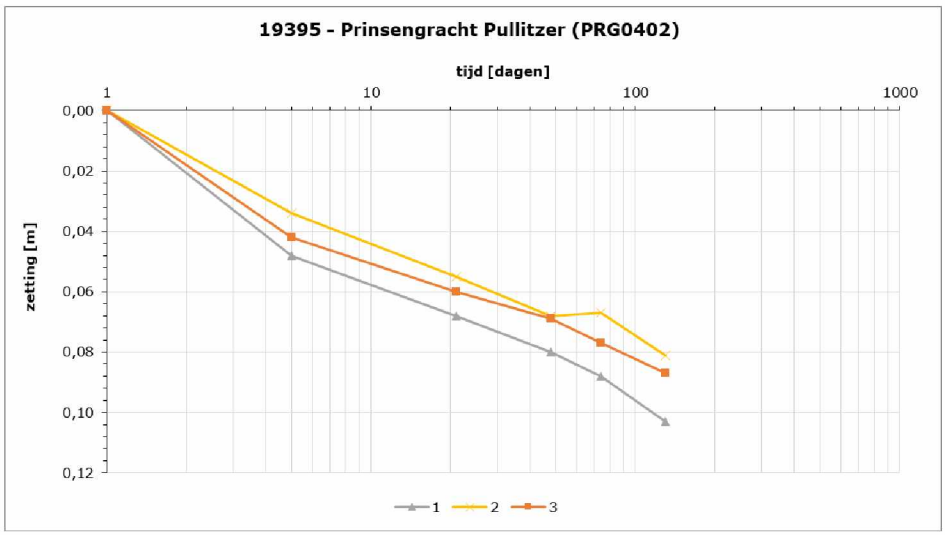
A. midden aanvulling veiligheidsconstructie, 1,5m uit de kade
B. ter hoogte van de voorzijde van de kademuur (aanwezigheid palen is hier verwaarloosd)
C. 2,5m uit de voorzijde van de kademuur (op maaiveld ?)
D. 5m uit de voorzijde van de kademuur (op maaiveld)

Tabel 6 Resultaten zettingsberekening

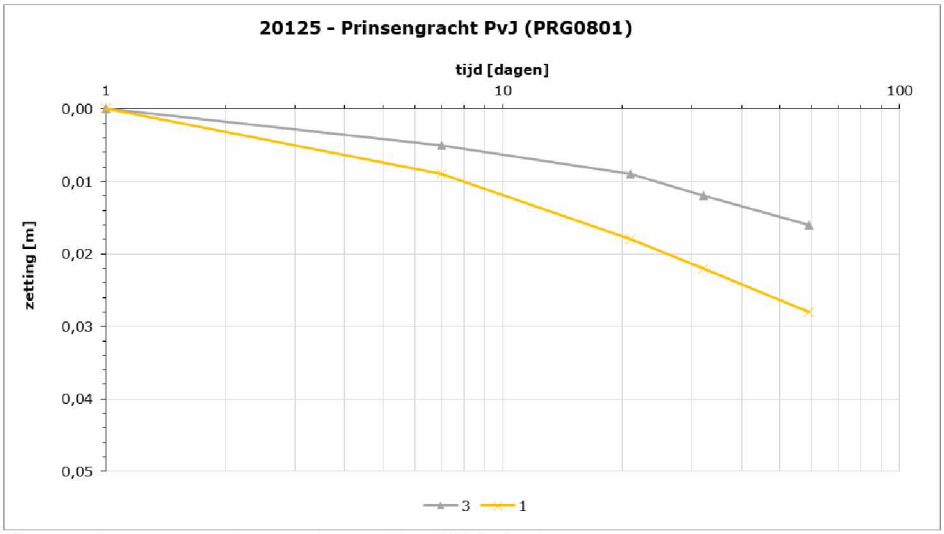
	Zetting [cm]			
Zetting na:	A	B	C	D
100 dagen	20	4	< 1	
1 jaar	28	5		
5 jaar	36	5		
10 jaar	38	5		
20 jaar	40	6		

Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat binnen de beoogde levensduur voor de veiligheidsconstructie met een breedte van 3m bij een waterbodemniveau van NAP-3,5m een zetting ten gevolge van de zandaanvulling van van circa 40cm te verwachten is. Bij de resultaten wordt het volgende opgemerkt:

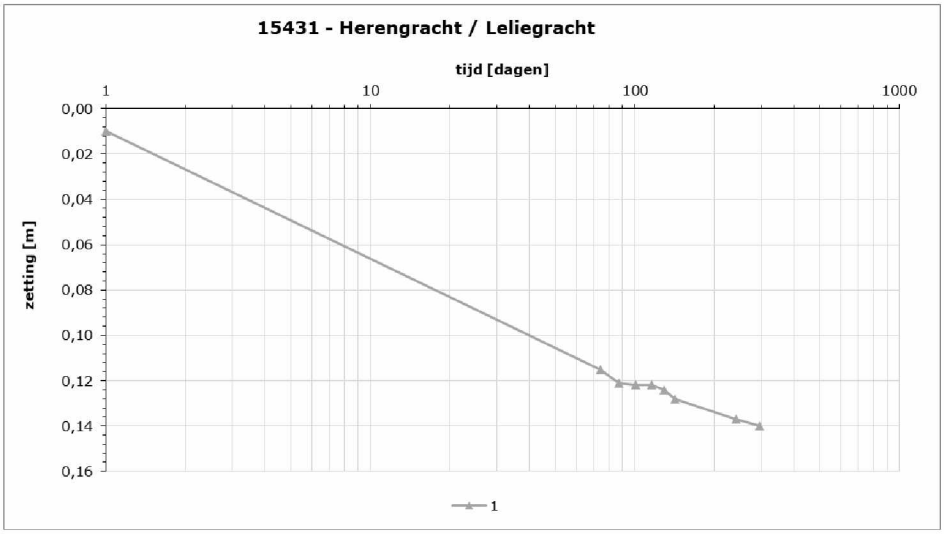
- Zettingen zijn berekend voor het gestandaardiseerde profiel zoals die voor het standaardontwerp is aangehouden. Het werkelijke bodemprofiel heeft doorgaans een dunner pakket wadafzettingen waarbij tussen het Hollandveen en de wadafzettingen een laag Oude Zeeklei aanwezig is. Gezien de beperkte breedte van de aanvulling en daarmee een beperkte invloedsdiepte heeft dit weinig invloed op de berekende resultaten.
- Uit de berekeningen volgt een zetting van 20 cm onder de aanvulling na 100 dagen. Een groot deel hiervan treedt direct bij het aanvullen al op. Berekende zetting is echter fors groter dan de tot nu toe gemeten zettingen bij onder andere de locatie aan de Prinsen- en Herengracht (Figuur 1 tot en met Figuur 3). Gemeten zetting in de tijd (tot circa 100 dagen na aanvullen) bedragen maximaal 10 à 14 cm en liggen daarmee voor een vergelijkbaar tijdstip een factor 2 lager dan de berekende zettingen. Hierbij geldt tevens dat de locatie PRG0402 en de locatie aan de Herengracht tot 50cm boven de waterlijn is aangevuld. De effectieve belasting op de ondergrond is daarmee een factor 2 hoger dan bij een aanvulling tot net onder de waterlijn (NAP-0,4m). Op basis hiervan kan worden geconcludeerd worden dat de berekende zettingen conservatief zijn en wordt geadviseerd zettingen van de aanvulling actief te blijven monitoren EN de verkregen meetresultaten terug te koppelen.



Figuur 1 Gemeten zetting zandaanvulling (PRG0402)



Figuur 2 Gemeten zetting zandaanvulling (PRG0801)

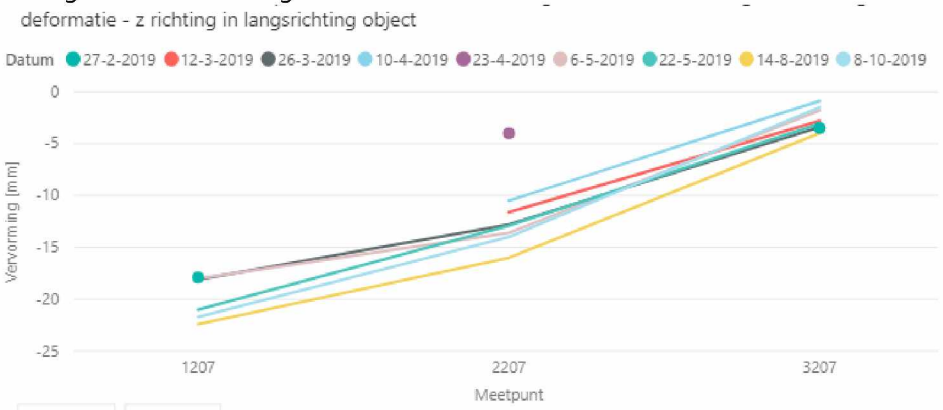


Figuur 3 Gemeten zetting zandaanvulling Herengracht – Leliegracht

Invloed op kademuur en omgeving

Uit de berekeningsresultaten in Tabel 6 is af te leiden dat de zetting van de kademuur zonder rekening te houden met de aanwezigheid van de paalfundering circa 6 cm bedraag. Zetting van het maaiveld is over de ontwerplevensduur van de veiligheidsconstructie beperkt en bedraagt maximaal 1cm.

Ervaring bij voorgaande locaties (onder andere 2x Prinsengracht en locaties aan de Herengracht / Leliegracht rond brug 20+21) is echter dat zetting van het maaiveld op basis van de monitoringsresultaten tijdens uitvoering iets hoger uitvalt en zetting van de kade fors lager. De meting in onderstaand figuur illustreert dat.



Figuur 4 Zetting dwarsrichting thv HG152, 1207 is punt op kade

In de figuur is initieel een zetting zichtbaar als gevolg van de zakken van de kademuur voor plaatsen van de veiligheidsconstructie. Zettingsgedrag na aanleg (omstreeks 1-1-2019) is over een periode van 300dagen (10 maanden) beperkt tot 5 mm (zetting van circa. 17 naar 22 mm). Eenzelfde beeld is zichtbaar bij geplaatste veiligheidsconstructies aan de Prinsengracht. Opgemerkt wordt dat bij beoordeling van deze meetresultaten ook rekening moet worden gehouden met overige invloeden waardoor zetting kan ontstaan. In een aantal gevallen is bekend dat vooraf het plaatsen van de veiligheidsconstructie werkzaamheden aan leidingen in de straat zijn uitgevoerd. Monitoring van meetpunten in de straat laat daarna mogelijk zetting zien maar daarvan kan ook een deel ontstaan door nazakken van het straatwerk na herstarten, daarmee hoeft gemeten zetting derhalve niet altijd veroorzaakt te worden door zetting van de diepere ondergrond als gevolg van de zandaanvulling.

Vooralsnog wordt op basis van voorgaande ervaringen geconcludeerd dat zetting als gevolg van aanbrengen van de zandaanvulling van zowel de kademuur als het maaiveld daarachter beperkt is en de berekende waarden onderschrijdt. Berekeningen zijn daarmee conservatief. Conclusies kunnen nader worden onderbouwd door verdere analyse van de metingen bij plaatsen van de veiligheidsconstructies. Ook hier luidt het advies om zettingen van de kade en bij voorkeur ook van het maaiveld daarachter actief te blijven monitoren EN de verkregen meetresultaten terug te koppelen.

Negatieve kleef op palen

Als gevolg van de zandaanvulling ontstaat zetting in de Hollandveenlaag en wadafzettingen daaronder. Zakkende grond heeft mobilisatie van negatieve kleefbelasting op de houten palen tot gevolg. Afhankelijk van de draagkracht en de staat van de houtenpaalfundering onder de kademuur heeft dit aanvullende zettingen tot gevolg. Bij een goede fundering is de zetting beperkt, bij een slechte fundering met een nog beperkte capaciteit in draagkracht zal de zetting groter uitvallen. Er vanuit gaande dat de kademuur bij plaatsen van de veiligheidsconstructie is afgeschreven is het gevolg van deze zetting voor de kademuur zelf beperkt. Wel moet er voor worden gewaakt dat (overmatige) zetting niet tot schade aan belendingen / objecten direct achter de leidt.

Tot slot wordt opgemerkt dat de negatieve kleefbelasting op de palen naar alle verwachting gedurende de levensduur al is opgetreden. Uitgaande van een gemiddelde bodemdaling van 1 à 2 mm per jaar (bodemdalingskaart.nl) en een leeftijd van 100 jaar van de kademuur is in die periode het maaiveld 10 à 20 cm gedaald. Op basis daarvan mag worden aangenomen dat negatieve kleef al is opgetreden. Mogelijk hebben de palen wel een nieuwe draagweg in bijvoorbeeld de Wadzandlaag gevonden en is er zo een evenwicht ontstaan. Dit evenwicht wordt mogelijk verstoort door het zetten van de zandaanvulling waarbij dan een deel van de negatieve kleefbelasting opnieuw optreedt.

Bijlage 3: Uitvoer berekeningen variant 1 en overkluizing (3 m, lage kademuur)

Report for D-Sheet Piling 19.3

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	CRUX Engineering B.V.
Date of report:	8/27/2020
Time of report:	4:37:11 PM
Report with version:	19.3.2.28346
Date of calculation:	7-7-2020
Time of calculation:	13:15:26
Calculated with version:	19.3.2.28346
File name:	20332 - 1

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 8
2.1 Overview per Stage and Test 8
2.2 Warnings 8
2.3 CUR Verification Steps 9
3 Input Data for all Stages 10
3.1 General Input Data 10
3.2 Sheet Piling Properties 10
3.2.1 General Properties 10
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 10
3.2.3 Maximum Allowable Moments 10
3.2.4 Properties for Vertical Balance 10
3.3 Calculation Options 10
4 Outline Stage 1: Huidig 14
5 Step 6.3 Stage 1: Huidig 15
5.1 General Input Data 15
5.2 Input Data Left 15
5.2.1 Calculation Method 15
5.2.2 Water Level 15
5.2.3 Surface 15
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 15
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 16
5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 16
5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 17
5.5 Input Data Right 17
5.5.1 Calculation Method 17
5.5.2 Water Level 17
5.5.3 Surface 17
5.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 17
5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 18
5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 18
5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 19
5.8 Calculation Results 19
5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
5.8.2 Moments, Forces and Displacements 19
5.8.3 Charts of Stresses 21
5.8.4 Stresses 21
5.8.5 Percentage Mobilized Resistance 22
5.8.6 Vertical Force Balance 22
5.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 23
6 Step 6.4 Stage 1: Huidig 24
6.1 General Input Data 24
6.2 Input Data Left 24
6.2.1 Calculation Method 24
6.2.2 Water Level 24
6.2.3 Surface 24
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 24
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 25
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 25
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 26
6.5 Input Data Right 26
6.5.1 Calculation Method 26
6.5.2 Water Level 26
6.5.3 Surface 26
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 26
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 27
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 27
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 28
6.8 Calculation Results 28
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 28
6.8.2 Moments, Forces and Displacements 28
6.8.3 Charts of Stresses 30
6.8.4 Stresses 30

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance 31
6.8.6 Vertical Force Balance 31
6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 32
7 Step 6.5 Stage 1: Huidig 33
7.1 General Input Data 33
7.2 Input Data Left 33
7.2.1 Calculation Method 33
7.2.2 Water Level 33
7.2.3 Surface 33
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 33
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 34
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 34
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 35
7.5 Input Data Right 35
7.5.1 Calculation Method 35
7.5.2 Water Level 35
7.5.3 Surface 35
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 35
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 36
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 36
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 37
7.8 Calculation Results 37
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 37
7.8.2 Moments, Forces and Displacements 37
7.8.3 Charts of Stresses 39
7.8.4 Stresses 39
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance 40
7.8.6 Vertical Force Balance 40
7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 41
8 Outline Stage 2: Aanvulling zand 42
9 Step 6.3 Stage 2: Aanvulling zand 43
9.1 General Input Data 43
9.2 Input Data Left 43
9.2.1 Calculation Method 43
9.2.2 Water Level 43
9.2.3 Surface 43
9.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 43
9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 44
9.2.6 Surcharge Loads 44
9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 44
9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 45
9.5 Input Data Right 45
9.5.1 Calculation Method 45
9.5.2 Water Level 45
9.5.3 Surface 45
9.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 45
9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 46
9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 46
9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 47
9.8 Calculation Results 47
9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 47
9.8.2 Moments, Forces and Displacements 48
9.8.3 Charts of Stresses 49
9.8.4 Stresses 49
9.8.5 Percentage Mobilized Resistance 50
9.8.6 Vertical Force Balance 50
9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 51
10 Step 6.4 Stage 2: Aanvulling zand 52
10.1 General Input Data 52
10.2 Input Data Left 52
10.2.1 Calculation Method 52
10.2.2 Water Level 52
10.2.3 Surface 52
10.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 52
10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 53
10.2.6 Surcharge Loads 53

10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 53
10.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 54
10.5 Input Data Right 54
10.5.1 Calculation Method 54
10.5.2 Water Level 54
10.5.3 Surface 54
10.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 54
10.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 55
10.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 55
10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 56
10.8 Calculation Results 56
10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 56
10.8.2 Moments, Forces and Displacements 57
10.8.3 Charts of Stresses 58
10.8.4 Stresses 58
10.8.5 Percentage Mobilized Resistance 59
10.8.6 Vertical Force Balance 59
10.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 60
11 Step 6.5 Stage 2: Aanvulling zand 61
11.1 General Input Data 61
11.2 Input Data Left 61
11.2.1 Calculation Method 61
11.2.2 Water Level 61
11.2.3 Surface 61
11.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 61
11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 62
11.2.6 Surcharge Loads 62
11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 62
11.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 63
11.5 Input Data Right 63
11.5.1 Calculation Method 63
11.5.2 Water Level 63
11.5.3 Surface 63
11.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 63
11.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 64
11.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 64
11.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 65
11.8 Calculation Results 65
11.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 65
11.8.2 Moments, Forces and Displacements 66
11.8.3 Charts of Stresses 67
11.8.4 Stresses 67
11.8.5 Percentage Mobilized Resistance 68
11.8.6 Vertical Force Balance 68
11.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 69
12 Outline Stage 3: Stempel kade - GROND 70
13 Step 6.3 Stage 3: Stempel kade - GROND 71
13.1 General Input Data 71
13.1.1 Horizontal Loads 71
13.2 Input Data Left 71
13.2.1 Calculation Method 71
13.2.2 Water Level 71
13.2.3 Surface 71
13.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 71
13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 72
13.2.6 Surcharge Loads 72
13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 72
13.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 73
13.5 Input Data Right 73
13.5.1 Calculation Method 73
13.5.2 Water Level 73
13.5.3 Surface 73
13.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 73
13.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 74
13.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 75
13.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 75

13.8 Calculation Results 75
13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 76
13.8.2 Moments, Forces and Displacements 76
13.8.3 Charts of Stresses 77
13.8.4 Stresses 78
13.8.5 Percentage Mobilized Resistance 79
13.8.6 Vertical Force Balance 79
13.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 79
14 Step 6.4 Stage 3: Stempel kade - GROND 80
14.1 General Input Data 80
14.1.1 Horizontal Loads 80
14.2 Input Data Left 80
14.2.1 Calculation Method 80
14.2.2 Water Level 80
14.2.3 Surface 80
14.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 80
14.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 81
14.2.6 Surcharge Loads 81
14.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 81
14.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 82
14.5 Input Data Right 82
14.5.1 Calculation Method 82
14.5.2 Water Level 82
14.5.3 Surface 82
14.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 82
14.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 83
14.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 84
14.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 84
14.8 Calculation Results 84
14.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 85
14.8.2 Moments, Forces and Displacements 85
14.8.3 Charts of Stresses 86
14.8.4 Stresses 87
14.8.5 Percentage Mobilized Resistance 88
14.8.6 Vertical Force Balance 88
14.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 88
15 Step 6.5 Stage 3: Stempel kade - GROND 89
15.1 General Input Data 89
15.1.1 Horizontal Loads 89
15.2 Input Data Left 89
15.2.1 Calculation Method 89
15.2.2 Water Level 89
15.2.3 Surface 89
15.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 89
15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 90
15.2.6 Surcharge Loads 90
15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 90
15.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 91
15.5 Input Data Right 91
15.5.1 Calculation Method 91
15.5.2 Water Level 91
15.5.3 Surface 91
15.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 91
15.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 92
15.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 93
15.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 93
15.8 Calculation Results 93
15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 94
15.8.2 Moments, Forces and Displacements 94
15.8.3 Charts of Stresses 95
15.8.4 Stresses 95
15.8.5 Percentage Mobilized Resistance 96
15.8.6 Vertical Force Balance 97
15.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 97
16 Outline Stage 4: Bovenbelasting 98
17 Step 6.3 Stage 4: Bovenbelasting 99

17.1 General Input Data 99
17.1.1 Horizontal Loads 99
17.2 Input Data Left 99
17.2.1 Calculation Method 99
17.2.2 Water Level 99
17.2.3 Surface 99
17.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 99
17.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 100
17.2.6 Surcharge Loads 100
17.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 101
17.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 101
17.5 Input Data Right 101
17.5.1 Calculation Method 101
17.5.2 Water Level 101
17.5.3 Surface 101
17.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 101
17.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 102
17.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 103
17.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 103
17.8 Calculation Results 103
17.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 104
17.8.2 Moments, Forces and Displacements 104
17.8.3 Charts of Stresses 105
17.8.4 Stresses 106
17.8.5 Percentage Mobilized Resistance 107
17.8.6 Vertical Force Balance 107
17.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 107
18 Step 6.4 Stage 4: Bovenbelasting 108
18.1 General Input Data 108
18.1.1 Horizontal Loads 108
18.2 Input Data Left 108
18.2.1 Calculation Method 108
18.2.2 Water Level 108
18.2.3 Surface 108
18.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 108
18.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 109
18.2.6 Surcharge Loads 109
18.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 110
18.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 110
18.5 Input Data Right 110
18.5.1 Calculation Method 110
18.5.2 Water Level 110
18.5.3 Surface 110
18.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 110
18.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 111
18.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 112
18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 112
18.8 Calculation Results 112
18.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 113
18.8.2 Moments, Forces and Displacements 113
18.8.3 Charts of Stresses 114
18.8.4 Stresses 115
18.8.5 Percentage Mobilized Resistance 116
18.8.6 Vertical Force Balance 116
18.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 116
19 Step 6.5 Stage 4: Bovenbelasting 117
19.1 General Input Data 117
19.1.1 Horizontal Loads 117
19.2 Input Data Left 117
19.2.1 Calculation Method 117
19.2.2 Water Level 117
19.2.3 Surface 117
19.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 117
19.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 118
19.2.6 Surcharge Loads 118
19.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 119

19.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 119
19.5 Input Data Right 119
19.5.1 Calculation Method 119
19.5.2 Water Level 119
19.5.3 Surface 119
19.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 119
19.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 120
19.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 121
19.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 121
19.8 Calculation Results 121
19.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 122
19.8.2 Moments, Forces and Displacements 122
19.8.3 Charts of Stresses 123
19.8.4 Stresses 123
19.8.5 Percentage Mobilized Resistance 124
19.8.6 Vertical Force Balance 125
19.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 125

2 Summary

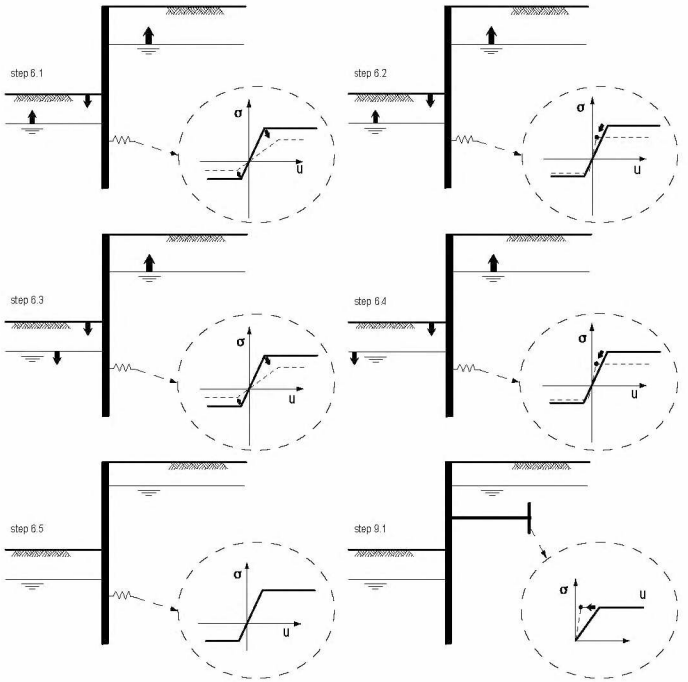
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-78,32	-24,96	**0,0**	20,4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		-64,36	-21,63	**0,0**	20,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	6,6	6,38	-13,32	**0,0**	14,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		7,65	-15,98			
2	EC7(NL)-Step 6.3		-279,53	-66,00	**0,0**	23,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		-265,65	70,51	**0,0**	23,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	54,6	-134,35	-35,98	**0,0**	16,4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-161,22	-43,18			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-359,50	79,67	**0,0**	24,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		-351,26	88,35	**0,0**	24,5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	79,0	-191,47	44,31	**0,0**	17,0	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-229,77	53,17			
4	EC7(NL)-Step 6.3		**-489,15**	112,27	**0,0**	26,9	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4		-479,64	**119,58**	**0,0**	**27,3**	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	**113,6**	-254,05	56,66	**0,0**	18,6	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-304,86	67,99			
Max		**113,6**	**-489,15**	**119,58**	**0,0**	**27,3**	Sufficient

2.2 Warnings

* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 2, 3 & 4 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

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	4
Unit weight of water	10,00 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	16,00 m
Level top side	0,70 m
Number of sections	1
q_b;max	0,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700 (S3...	-15,30	0,70	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 26 -700 (S3...	1,2541E+05	1,00	1,2541E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26 -700 (S3...	923,00	1,00	1,00	1,00	923,00

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 26 -700 (S3...	-15,30	0,70	460,00	1,38	187,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Huidig

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
Verification of stage	2: Aanvulling zand
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

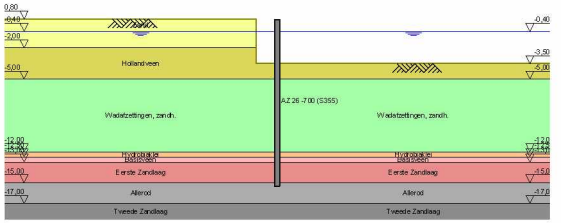
Verification of stage	3: Stempel kade - GROND
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent 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
Verification of stage	4: Bovenbelasting
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.

4 Outline Stage 1: Huidig

Outline - Stage 1: Huidig



5 Step 6.3 Stage 1: Huidig

5.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50
2,00	-3,50
2,01	0,80

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,71	0,0	11,7	0,00	30,91	95,70
2	-4,19	0,0	12,1	0,00	13,08	13,77
3	-4,73	31,9	12,6	10,79	10,79	10,79
4	-5,39	18,8	204,0	1,97	2,42	21,34
5	-6,17	20,2	563,6	1,01	1,42	28,27
6	-6,94	19,1	199,5	0,64	1,07	6,71
7	-7,72	18,1	220,2	0,47	0,90	5,67
8	-8,50	20,5	241,4	0,43	0,80	5,11
9	-9,28	22,8	263,0	0,41	0,74	4,76
10	-10,06	25,1	284,8	0,40	0,70	4,53
11	-10,83	27,4	306,7	0,39	0,67	4,36
12	-11,61	29,7	328,7	0,38	0,64	4,24
13	-12,25	28,2	357,1	0,34	0,63	4,33
14	-12,75	42,1	284,6	0,44	0,68	2,99
15	-13,33	36,0	562,9	0,33	0,54	5,13
16	-14,00	37,8	649,5	0,33	0,54	5,59
17	-14,67	39,9	709,2	0,33	0,53	5,78
18	-15,15	49,9	581,4	0,39	0,58	4,57

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	21,74
Wadafzettingen, zandh.	183,93
Hydrobiaklei	23,34
Basisveen	31,46
Eerste Zandlaag	101,67
Allerod	21,71
Tweede Zandlaag	0,00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	10,35
Wadafzettingen, zandh.	234,60
Hydrobiaklei	19,71
Basisveen	24,79
Eerste Zandlaag	113,56
Allerod	17,82
Tweede Zandlaag	0,00

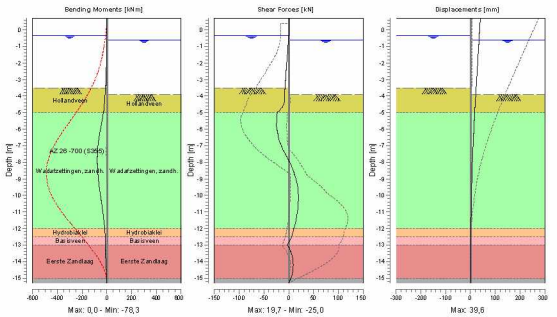
5.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Huidig

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1

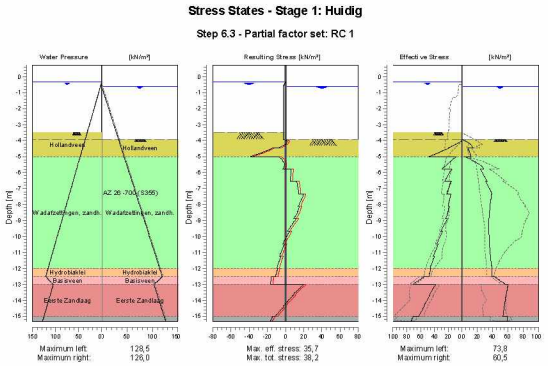


5.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**39,6**
1	0,40	0,00	0,00	38,4
2	0,40	0,00	0,00	38,4
2	-0,35	0,00	0,00	35,3
3	-0,35	0,00	0,00	35,3
3	-0,40	0,00	-0,01	35,1
4	-0,40	0,00	-0,01	35,1
4	-0,50	-0,01	-0,11	34,7
5	-0,50	-0,01	-0,11	34,7
5	-0,55	-0,01	-0,20	34,5
6	-0,55	-0,01	-0,20	34,5
6	-0,60	-0,03	-0,31	34,3
7	-0,60	-0,03	-0,31	34,3
7	-1,30	-0,86	-2,06	31,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	-1,30	-0,86	-2,06	31,5
8	-2,00	-2,91	-3,81	28,6
9	-2,00	-2,91	-3,81	28,6
9	-2,75	-6,48	-5,69	25,6
10	-2,75	-6,48	-5,69	25,6
10	-3,50	-11,44	-7,56	22,6
11	-3,50	-11,44	-7,56	22,6
11	-3,92	-14,84	-8,61	20,9
12	-3,92	-14,84	-8,61	20,9
12	-4,46	-19,48	-9,23	18,8
13	-4,46	-19,48	-9,24	18,8
13	-5,00	-27,51	-22,69	16,8
14	-5,00	-27,51	-22,69	16,8
14	-5,78	-46,27	**-24,96**	13,9
15	-5,78	-46,27	-24,95	13,9
15	-6,56	-63,87	-20,47	11,3
16	-6,56	-63,87	-20,47	11,3
16	-7,33	-75,78	-9,88	9,0
17	-7,33	-75,78	-9,84	9,0
17	-8,11	**-77,95**	3,45	7,1
18	-8,11	**-77,95**	3,46	7,1
18	-8,89	-71,11	13,32	5,5
19	-8,89	-71,11	13,36	5,5
19	-9,67	-58,17	18,64	4,3
20	-9,67	-58,17	18,63	4,3
20	-10,44	-43,07	19,23	3,3
21	-10,44	-43,07	19,23	3,3
21	-11,22	-28,97	16,28	2,5
22	-11,22	-28,97	16,27	2,5
22	-12,00	-18,30	10,57	1,9
23	-12,00	-18,30	10,57	1,9
23	-12,50	-14,18	5,69	1,6
24	-12,50	-14,18	5,69	1,6
24	-13,00	-13,29	-2,24	1,3
25	-13,00	-13,29	-2,24	1,3
25	-13,67	-11,30	6,87	0,9
26	-13,67	-11,30	6,87	0,9
26	-14,33	-5,62	8,96	0,6
27	-14,33	-5,63	8,96	0,6
27	-15,00	-0,72	4,64	0,3
28	-15,00	-0,72	4,64	0,3
28	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**-77,95**	**-24,96**	**39,6**
Max, minor nodes incl.		-78,32	-24,96	39,6

5.8.3 Charts of Stresses



5.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-3,50	0,00	31,50	-		0,00	29,00	-	
11	-3,50	0,00	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	20,13	41,10	3		15,22	38,60	2	65
13	-4,46	19,00	41,10	A		7,80	38,60	3	96
13	-5,00	47,42	46,50	A		11,75	44,00	2	72
14	-5,00	8,64	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	29,09	54,28	A		28,57	51,78	2	66
15	-5,78	14,95	54,28	A		23,91	51,78	2	78

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	25,19	62,06	A		32,92	59,56	2	56
16	-6,56	16,05	62,06	A		31,10	59,56	2	58
16	-7,33	22,12	69,83	A		39,04	67,33	1	49
17	-7,33	16,05	69,83	A		38,37	67,33	2	50
17	-8,11	20,14	77,61	A		36,69	75,11	1	36
18	-8,11	18,67	77,61	A		36,69	75,11	1	37
18	-8,89	24,40	85,39	1		35,49	82,89	1	29
19	-8,89	21,16	85,39	A		35,49	82,89	1	29
19	-9,67	30,74	93,17	1		35,34	90,67	1	24
20	-9,67	28,19	93,17	1		35,34	90,67	1	25
20	-10,44	36,38	100,94	1		36,04	98,44	1	22
21	-10,44	34,34	100,94	1		36,04	98,44	1	22
21	-11,22	41,50	108,72	1		37,39	106,22	1	20
22	-11,22	39,83	108,72	1		37,39	106,22	1	20
22	-12,00	46,28	116,50	1		39,17	114,00	1	19
23	-12,00	45,15	116,50	1		39,17	114,00	1	18
23	-12,50	48,17	121,50	1		39,67	119,00	1	17
24	-12,50	55,08	121,50	1		42,39	119,00	1	32
24	-13,00	70,77	105,50	1		56,77	103,00	1	31
25	-13,00	38,14	105,50	1		60,47	103,00	1	14
25	-13,67	47,50	112,17	1		57,73	109,67	1	12
26	-13,67	46,61	112,17	1		57,73	109,67	1	12
26	-14,33	55,28	118,83	1		55,60	116,33	1	11
27	-14,33	54,49	118,83	1		55,60	116,33	1	11
27	-15,00	62,78	125,50	1		53,77	123,00	1	10
28	-15,00	70,92	125,50	1		59,30	123,00	1	15
28	-15,30	73,81	128,50	1		59,48	126,00	1	15

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	383,9	420,8
Water	1064,0	1026,9
Total	1447,8	1447,7

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	420,83 kN
Percentage mobilized resistance	20,4 %

5.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-99,87
Vertical force passive	116,22
Resulting vertical force (no dead weight)	16,35
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-99,87
Vertical force passive	116,22
Resulting vertical force (no dead weight)	16,35
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

5.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-52,50	-5,00	Wadafzettingen...	66,96
-12,00	Hydrobiaklei	-6,66	-12,00	Hydrobiaklei	5,63
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-34,50	-13,00	Eerste Zandlaag	38,53
-15,00	Allerod	-6,21	-15,00	Allerod	5,09
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

6 Step 6.4 Stage 1: Huidig

6.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50
2,00	-3,50
2,01	0,80

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,71	0,0	11,7	0,00	30,91	95,70
2	-4,19	0,0	12,1	0,00	13,08	13,77
3	-4,73	31,9	12,6	10,79	10,79	10,79
4	-5,39	18,8	204,0	1,97	2,42	21,34
5	-6,17	20,2	563,6	1,01	1,42	28,27
6	-6,94	19,1	199,5	0,64	1,07	6,71
7	-7,72	18,1	220,2	0,47	0,90	5,67
8	-8,50	20,5	241,4	0,43	0,80	5,11
9	-9,28	22,8	263,0	0,41	0,74	4,76
10	-10,06	25,1	284,8	0,40	0,70	4,53
11	-10,83	27,4	306,7	0,39	0,67	4,36
12	-11,61	29,7	328,7	0,38	0,64	4,24
13	-12,25	28,2	357,1	0,34	0,63	4,33
14	-12,75	42,1	284,6	0,44	0,68	2,99
15	-13,33	36,0	562,9	0,33	0,54	5,13
16	-14,00	37,8	649,5	0,33	0,54	5,59
17	-14,67	39,9	709,2	0,33	0,53	5,78
18	-15,15	49,9	581,4	0,39	0,58	4,57

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	20,42
Wadafzettingen, zandh.	189,78
Hydrobiaklei	23,57
Basisveen	31,52
Eerste Zandlaag	99,16
Allerod	21,04
Tweede Zandlaag	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

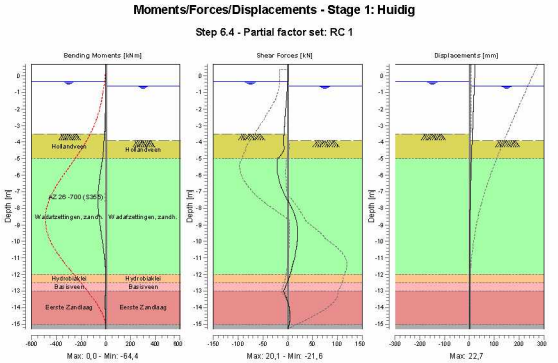
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	11,52
Wadafzettingen, zandh.	232,18
Hydrobiaklei	19,48
Basisveen	24,73
Eerste Zandlaag	116,08
Allerod	18,49
Tweede Zandlaag	0,00

6.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

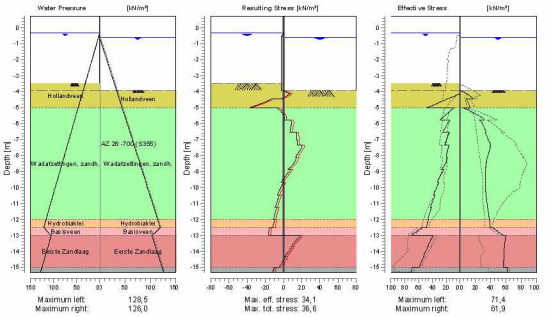


6.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**22,7**
1	0,40	0,00	0,00	21,9
2	0,40	0,00	0,00	21,9
2	-0,35	0,00	0,00	19,9
3	-0,35	0,00	0,00	19,9
3	-0,40	0,00	-0,01	19,8
4	-0,40	0,00	-0,01	19,8
4	-0,50	-0,01	-0,11	19,5
5	-0,50	-0,01	-0,11	19,5
5	-0,55	-0,01	-0,20	19,4
6	-0,55	-0,01	-0,20	19,4
6	-0,60	-0,03	-0,31	19,3
7	-0,60	-0,03	-0,31	19,3
7	-1,30	-0,86	-2,06	17,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	-1,30	-0,86	-2,06	17,4
8	-2,00	-2,91	-3,81	15,5
9	-2,00	-2,91	-3,81	15,5
9	-2,75	-6,48	-5,69	13,6
10	-2,75	-6,48	-5,69	13,6
10	-3,50	-11,44	-7,56	11,6
11	-3,50	-11,44	-7,56	11,6
11	-3,92	-14,84	-8,61	10,5
12	-3,92	-14,84	-8,60	10,5
12	-4,46	-19,10	-7,34	9,2
13	-4,46	-19,10	-7,34	9,2
13	-5,00	-25,97	-20,20	7,9
14	-5,00	-25,97	-20,20	7,9
14	-5,78	-42,56	**-21,45**	6,1
15	-5,78	-42,56	-21,41	6,1
15	-6,56	-56,69	-15,12	4,6
16	-6,56	-56,69	-15,13	4,6
16	-7,33	**-64,04**	-3,64	3,3
17	-7,33	**-64,04**	-3,60	3,3
17	-8,11	-61,16	9,97	2,3
18	-8,11	-61,16	9,98	2,3
18	-8,89	-49,73	18,07	1,6
19	-8,89	-49,73	18,08	1,6
19	-9,67	-34,46	19,87	1,2
20	-9,67	-34,46	19,87	1,2
20	-10,44	-19,71	17,20	0,9
21	-10,44	-19,71	17,19	0,9
21	-11,22	-8,18	11,86	0,7
22	-11,22	-8,18	11,86	0,7
22	-12,00	-1,54	4,77	0,6
23	-12,00	-1,54	4,77	0,6
23	-12,50	-0,45	-0,57	0,5
24	-12,50	-0,45	-0,57	0,5
24	-13,00	-2,73	-8,61	0,4
25	-13,00	-2,73	-8,61	0,4
25	-13,67	-5,08	0,46	0,3
26	-13,67	-5,08	0,46	0,3
26	-14,33	-3,25	4,14	0,2
27	-14,33	-3,25	4,14	0,2
27	-15,00	-0,51	3,30	0,2
28	-15,00	-0,51	3,30	0,2
28	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**-64,04**	**-21,45**	**22,7**
Max, minor nodes incl.		-64,36	-21,63	22,7

6.8.3 Charts of Stresses



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-3,50	0,00	31,50	-		0,00	29,00	-	
11	-3,50	0,00	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	18,39	41,10	2		17,70	38,60	2	75
13	-4,46	19,00	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	47,42	46,50	A		13,35	44,00	3	82
14	-5,00	8,64	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	29,09	54,28	A		31,94	51,78	2	74
15	-5,78	14,95	54,28	A		25,06	51,78	3	82

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	25,19	62,06	A		34,68	59,56	2	59
16	-6,56	16,05	62,06	A		32,86	59,56	2	61
16	-7,33	22,12	69,83	A		40,05	67,33	2	50
17	-7,33	16,05	69,83	A		38,93	67,33	2	51
17	-8,11	20,14	77,61	A		35,93	75,11	1	36
18	-8,11	18,67	77,61	A		35,93	75,11	1	36
18	-8,89	26,46	85,39	1		33,42	82,89	1	27
19	-8,89	23,21	85,39	1		33,42	82,89	1	28
19	-9,67	33,02	93,17	1		33,06	90,67	1	23
20	-9,67	30,47	93,17	1		33,06	90,67	1	23
20	-10,44	38,23	100,94	1		34,19	98,44	1	20
21	-10,44	36,19	100,94	1		34,19	98,44	1	21
21	-11,22	42,70	108,72	1		36,19	106,22	1	19
22	-11,22	41,03	108,72	1		36,19	106,22	1	19
22	-12,00	46,88	116,50	1		38,57	114,00	1	18
23	-12,00	45,76	116,50	1		38,57	114,00	1	17
23	-12,50	48,50	121,50	1		39,34	119,00	1	17
24	-12,50	55,25	121,50	1		42,22	119,00	1	32
24	-13,00	70,83	105,50	1		56,71	103,00	1	31
25	-13,00	38,75	105,50	1		59,86	103,00	1	14
25	-13,67	46,95	112,17	1		58,28	109,67	1	12
26	-13,67	46,06	112,17	1		58,28	109,67	1	13
26	-14,33	53,41	118,83	1		57,46	116,33	1	12
27	-14,33	52,63	118,83	1		57,46	116,33	1	12
27	-15,00	59,40	125,50	1		57,15	123,00	1	11
28	-15,00	68,89	125,50	1		61,33	123,00	1	16
28	-15,30	71,36	128,50	1		61,93	126,00	1	16

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	385,5	422,5
Water	1064,0	1026,9
Total	1449,4	1449,4

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	422,48 kN
Percentage mobilized resistance	20,5 %

6.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-100,56
Vertical force passive	116,51
Resulting vertical force (no dead weight)	15,95
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-100,56
Vertical force passive	116,51
Resulting vertical force (no dead weight)	15,95
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-54,17	-5,00	Wadafzettingen...	66,27
-12,00	Hydrobiaklei	-6,73	-12,00	Hydrobiaklei	5,56
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-33,65	-13,00	Eerste Zandlaag	39,39
-15,00	Allerod	-6,01	-15,00	Allerod	5,28
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

7 Step 6.5 Stage 1: Huidig

7.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50
2,00	-3,50
2,01	0,80

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	23,65	49,95
2	-4,63	10,3	14,8	4,17	5,98	5,98
3	-5,39	19,1	775,6	1,98	2,41	80,55
4	-6,17	18,3	210,7	0,91	1,40	10,51
5	-6,94	18,3	249,1	0,61	1,05	8,34
6	-7,72	15,6	276,0	0,40	0,88	7,08
7	-8,50	17,6	303,1	0,37	0,78	6,38
8	-9,28	19,7	330,4	0,35	0,71	5,95
9	-10,06	21,7	357,8	0,34	0,67	5,66
10	-10,83	23,7	385,3	0,34	0,64	5,46
11	-11,61	25,7	412,9	0,33	0,61	5,31
12	-12,25	23,9	450,0	0,29	0,60	5,43
13	-12,75	36,9	340,7	0,39	0,65	3,57
14	-13,33	31,1	622,8	0,28	0,50	5,67
15	-14,00	32,7	739,2	0,28	0,50	6,35
16	-14,67	34,2	794,1	0,28	0,49	6,46
17	-15,15	41,4	709,6	0,32	0,54	5,56

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	13,05
Wadafzettingen, zandh.	188,33
Hydrobiaklei	21,88
Basisveen	30,02
Eerste Zandlaag	89,92
Allerod	20,20
Tweede Zandlaag	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	10,81
Wadafzettingen, zandh.	187,11
Hydrobiaklei	18,52
Basisveen	23,50
Eerste Zandlaag	106,99
Allerod	16,45
Tweede Zandlaag	0,00

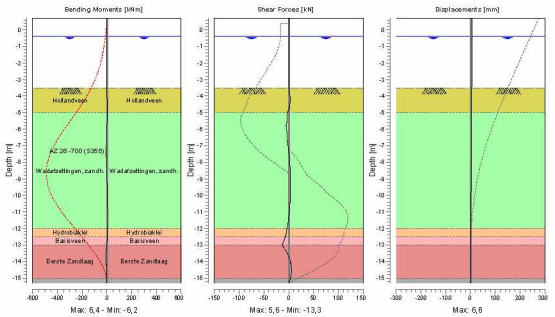
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Huidig

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1

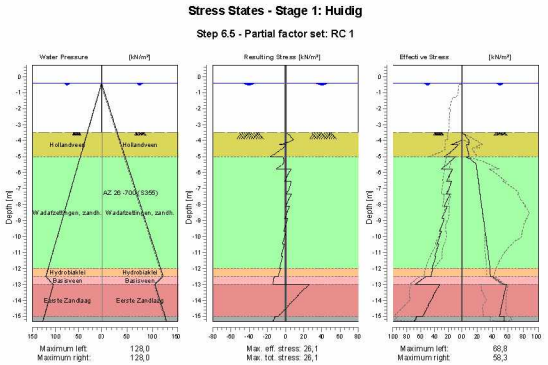


7.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**6,6**
1	0,40	0,00	0,00	6,4
2	0,40	0,00	0,00	6,4
2	0,00	0,00	0,00	6,3
3	0,00	0,00	0,00	6,3
3	-0,40	0,00	0,00	6,1
4	-0,40	0,00	0,00	6,1
4	-0,50	0,00	0,00	6,1
5	-0,50	0,00	0,00	6,1
5	-0,55	0,00	0,00	6,1
6	-0,55	0,00	0,00	6,1
6	-1,27	0,00	0,00	5,8
7	-1,27	0,00	0,00	5,8
7	-2,00	0,00	0,00	5,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	-2,00	0,00	0,00	5,5
8	-2,75	0,00	0,00	5,2
9	-2,75	0,00	0,00	5,2
9	-3,50	0,00	0,00	4,9
10	-3,50	0,00	0,00	4,9
10	-4,25	1,25	2,87	4,6
11	-4,25	1,25	2,88	4,6
11	-5,00	2,28	-2,24	4,3
12	-5,00	2,28	-2,23	4,3
12	-5,78	-0,27	-5,19	3,9
13	-5,78	-0,27	-5,18	3,9
13	-6,56	-3,23	-3,38	3,6
14	-6,56	-3,23	-3,38	3,6
14	-7,33	-4,38	-0,26	3,3
15	-7,33	-4,38	-0,25	3,3
15	-8,11	-3,26	2,25	3,0
16	-8,11	-3,26	2,25	3,0
16	-8,89	-0,75	3,54	2,7
17	-8,89	-0,75	3,54	2,7
17	-9,67	2,29	3,70	2,5
18	-9,67	2,29	3,70	2,5
18	-10,44	4,97	2,69	2,2
19	-10,44	4,97	2,69	2,2
19	-11,22	**6,36**	0,38	1,9
20	-11,22	**6,36**	0,38	1,9
20	-12,00	5,35	-3,44	1,5
21	-12,00	5,35	-3,44	1,5
21	-12,50	2,84	-6,80	1,3
22	-12,50	2,84	-6,80	1,3
22	-13,00	-2,16	**-13,32**	1,1
23	-13,00	-2,16	**-13,32**	1,1
23	-13,67	-6,19	-0,19	0,8
24	-13,67	-6,19	-0,19	0,8
24	-14,33	-4,03	5,34	0,5
25	-14,33	-4,03	5,34	0,5
25	-15,00	-0,59	3,75	0,2
26	-15,00	-0,59	3,75	0,2
26	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**6,36**	**-13,32**	**6,6**
Max, minor nodes incl.		6,38	-13,32	6,6

7.8.3 Charts of Stresses



7.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,55	0,00	1,50	-		0,00	1,50	-	
6	-0,55	0,00	1,50	-		0,00	1,50	-	
6	-1,27	0,00	8,75	-		0,00	8,75	-	
7	-1,27	0,00	8,75	-		0,00	8,75	-	
7	-2,00	0,00	16,00	-		0,00	16,00	-	
8	-2,00	0,00	16,00	-		0,00	16,00	-	
8	-2,75	0,00	23,50	-		0,00	23,50	-	
9	-2,75	0,00	23,50	-		0,00	23,50	-	
9	-3,50	0,00	31,00	-		0,00	31,00	-	
10	-3,50	0,00	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	15,73	38,50	1		9,40	38,50	1	33
11	-4,25	5,38	38,50	3		5,83	38,50	2	59
11	-5,00	25,69	46,00	3		9,05	46,00	1	46
12	-5,00	8,78	46,00	A		5,56	46,00	3	87
12	-5,78	29,45	53,78	A		19,52	53,78	1	33
13	-5,78	13,55	53,78	A		19,52	53,78	1	48
13	-6,56	22,82	61,56	A		21,58	61,56	1	28
14	-6,56	15,31	61,56	A		21,58	61,56	1	31
14	-7,33	23,03	69,33	1		23,69	69,33	1	23
15	-7,33	17,08	69,33	1		23,69	69,33	1	24

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-8,11	25,95	77,11	1		25,89	77,11	1	20
16	-8,11	21,58	77,11	1		25,89	77,11	1	21
16	-8,89	29,08	84,89	1		28,14	84,89	1	18
17	-8,89	25,73	84,89	1		28,14	84,89	1	18
17	-9,67	32,39	92,67	1		30,42	92,67	1	17
18	-9,67	29,75	92,67	1		30,42	92,67	1	17
18	-10,44	35,89	100,44	1		32,64	100,44	1	16
19	-10,44	33,76	100,44	1		32,64	100,44	1	16
19	-11,22	39,61	108,22	1		34,77	108,22	1	15
20	-11,22	37,87	108,22	1		34,77	108,22	1	15
20	-12,00	43,55	116,00	1		36,79	116,00	1	14
21	-12,00	42,37	116,00	1		36,79	116,00	1	13
21	-12,50	45,16	121,00	1		37,29	121,00	1	13
22	-12,50	52,54	121,00	1		40,27	121,00	1	26
22	-13,00	67,54	105,00	1		53,75	105,00	1	26
23	-13,00	32,11	105,00	1		58,26	105,00	1	12
23	-13,67	41,53	111,67	1		54,89	111,67	1	10
24	-13,67	40,58	111,67	1		54,89	111,67	1	11
24	-14,33	49,50	118,33	1		51,92	118,33	1	9
25	-14,33	48,65	118,33	1		51,92	118,33	1	9
25	-15,00	57,23	125,00	1		49,24	125,00	1	8
26	-15,00	65,85	125,00	1		54,86	125,00	1	11
26	-15,30	68,78	128,00	1		54,77	128,00	1	11

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	363,4	363,4
Water	1056,5	1056,5
Total	1419,9	1419,9

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	363,38 kN
Percentage mobilized resistance	14,7 %

7.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,38
Vertical force passive	113,23
Resulting vertical force (no dead weight)	3,85
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

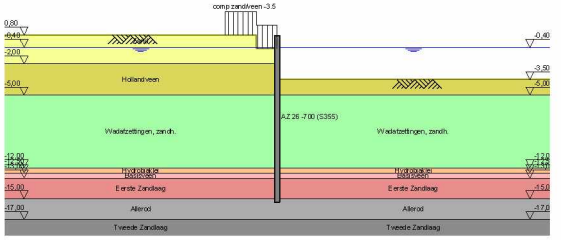
Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,38
Vertical force passive	113,23
Resulting vertical force (no dead weight)	3,85
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-61,19	-5,00	Wadafzettingen...	60,80
-12,00	Hydrobiaklei	-7,11	-12,00	Hydrobiaklei	6,02
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-34,52	-13,00	Eerste Zandlaag	41,07
-15,00	Allerod	-6,56	-15,00	Allerod	5,34
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

8 Outline Stage 2: Aanvulling zand

Outline - Stage 2: Aanvulling zand



9 Step 6.3 Stage 2: Aanvulling zand

9.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

9.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

9.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	175,00
Hydrobiaklei	24,02
Basisveen	32,78
Eerste Zandlaag	121,42
Allerod	23,67
Tweede Zandlaag	0,00

9.5 Input Data Right

9.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

9.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

9.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	313,24
Hydrobiaklei	19,20
Basisveen	24,36
Eerste Zandlaag	93,14
Allerod	16,16
Tweede Zandlaag	0,00

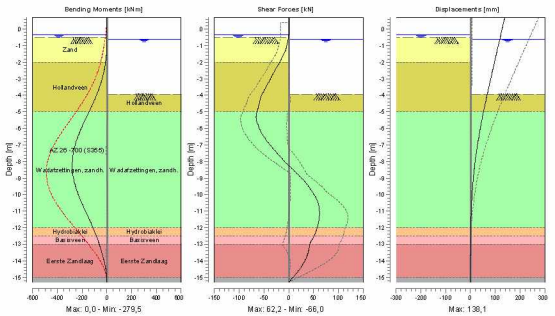
9.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Aanvulling zand

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



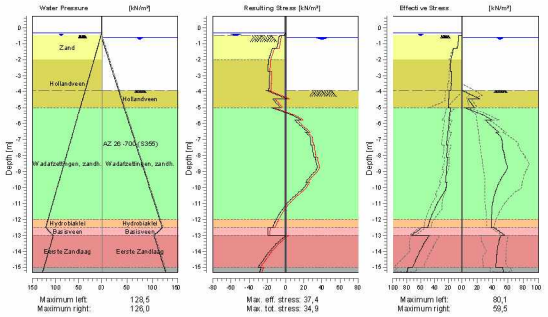
9.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**138,1**
1	0,40	0,00	0,00	133,5
2	0,40	0,00	0,00	133,5
2	-0,35	0,00	0,00	122,0
3	-0,35	0,00	0,00	122,0
3	-0,40	0,00	-0,01	121,2
4	-0,40	0,00	-0,01	121,2
4	-0,50	-0,01	-0,11	119,7
5	-0,50	-0,01	-0,11	119,7
5	-0,55	-0,02	-0,40	119,0
6	-0,55	-0,02	-0,40	119,0
6	-0,60	-0,05	-0,74	118,2
7	-0,60	-0,05	-0,74	118,2
7	-1,30	-2,47	-6,46	107,5
8	-1,30	-2,47	-6,46	107,5
8	-2,00	-10,83	-17,90	96,8
9	-2,00	-10,83	-17,90	96,8
9	-2,75	-29,56	-32,17	85,4
10	-2,75	-29,56	-32,17	85,4
10	-3,50	-58,62	-45,42	74,1
11	-3,50	-58,62	-45,42	74,1
11	-3,92	-79,28	-53,00	67,9
12	-3,92	-79,28	-53,00	67,9
12	-4,46	-109,87	-58,21	60,1
13	-4,46	-109,87	-58,21	60,1
13	-5,00	-142,93	**-63,54**	52,5
14	-5,00	-142,93	-63,53	52,5
14	-5,78	-193,32	-61,71	42,2
15	-5,78	-193,32	-61,70	42,2
15	-6,56	-236,87	-48,35	32,9
16	-6,56	-236,88	-48,34	32,9
16	-7,33	-266,75	-27,71	24,7
17	-7,33	-266,74	-27,70	24,7
17	-8,11	**-279,27**	-4,27	17,7
18	-8,11	**-279,27**	-4,27	17,7
18	-8,89	-272,45	22,05	12,2
19	-8,89	-272,45	22,10	12,2
19	-9,67	-246,25	43,75	7,9
20	-9,67	-246,25	43,76	7,9
20	-10,44	-205,85	58,49	4,8
21	-10,44	-205,85	58,50	4,8
21	-11,22	-158,28	62,11	2,7
22	-11,22	-158,28	62,10	2,7
22	-12,00	-111,41	57,30	1,3
23	-12,00	-111,41	57,30	1,3
23	-12,50	-84,20	51,23	0,7
24	-12,50	-84,20	51,23	0,7
24	-13,00	-60,99	41,56	0,3
25	-13,00	-60,99	41,56	0,3
25	-13,67	-34,19	37,35	0,0
26	-13,67	-34,19	37,34	0,0
26	-14,33	-12,85	25,64	-0,2
27	-14,33	-12,85	25,64	-0,2
27	-15,00	-1,25	8,26	-0,4
28	-15,00	-1,25	8,26	-0,4
28	-15,30	0,00	0,00	-0,5
Max		**-279,27**	**-63,54**	**138,1**
Max, minor nodes incl.		-279,53	-66,00	138,1

9.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Aanvulling zand

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



9.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		38,73	51,78	3	89
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,39	51,78	3	99

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	20,61	62,06	A		48,01	59,56	3	82
16	-6,56	20,25	62,06	A		44,47	59,56	3	83
16	-7,33	22,79	69,83	A		53,48	67,33	2	67
17	-7,33	20,54	69,83	A		52,35	67,33	2	69
17	-8,11	22,81	77,61	A		56,43	75,11	2	56
18	-8,11	20,47	77,61	A		55,62	75,11	2	56
18	-8,89	22,50	85,39	A		58,54	82,89	1	48
19	-8,89	22,01	85,39	A		58,54	82,89	1	48
19	-9,67	23,98	93,17	A		48,75	90,67	1	34
20	-9,67	21,93	93,17	A		48,75	90,67	1	34
20	-10,44	28,48	100,94	1		42,59	98,44	1	26
21	-10,44	28,36	100,94	1		42,59	98,44	1	26
21	-11,22	38,55	108,72	1		39,46	106,22	1	21
22	-11,22	38,49	108,72	1		39,46	106,22	1	21
22	-12,00	46,34	116,50	1		38,66	114,00	1	18
23	-12,00	46,29	116,50	1		38,66	114,00	1	17
23	-12,50	49,68	121,50	1		38,24	119,00	1	16
24	-12,50	58,35	121,50	1		41,67	119,00	1	31
24	-13,00	72,73	105,50	1		55,81	103,00	1	30
25	-13,00	47,52	105,50	1		50,88	103,00	1	12
25	-13,67	57,26	112,17	1		47,11	109,67	1	10
26	-13,67	57,18	112,17	1		47,11	109,67	1	10
26	-14,33	64,93	118,83	1	9	45,33	116,33	1	
27	-14,33	64,87	118,83	1	9	45,33	116,33	1	
27	-15,00	71,81	125,50	1	10	44,35	123,00	1	
28	-15,00	77,68	125,50	1	15	53,65	123,00	1	
28	-15,30	80,12	128,50	1	15	54,08	126,00	1	

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

9.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	442,0	479,0
Water	1064,0	1026,9
Total	1506,0	1505,9

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	479,02 kN
Percentage mobilized resistance	23,2 %

9.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,29
Vertical force passive	131,11
Resulting vertical force (no dead weight)	21,82
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,29
Vertical force passive	131,11
Resulting vertical force (no dead weight)	21,82
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-49,95	-5,00	Wadafzettingen...	89,41
-12,00	Hydrobiaklei	-6,86	-12,00	Hydrobiaklei	5,48
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-41,20	-13,00	Eerste Zandlaag	31,60
-15,00	Allerod	-6,77	-15,00	Allerod	4,62
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

10 Step 6.4 Stage 2: Aanvulling zand

10.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

10.2 Input Data Left

10.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

10.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

10.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

10.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

10.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	188,86
Hydrobiaklei	26,51
Basisveen	33,62
Eerste Zandlaag	116,36
Allerod	20,46
Tweede Zandlaag	0,00

10.5 Input Data Right

10.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

10.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

10.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

10.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

10.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

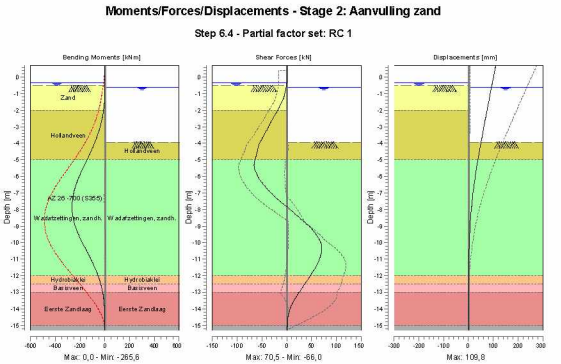
10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	317,19
Hydrobiaklei	16,70
Basisveen	23,53
Eerste Zandlaag	98,19
Allerod	19,36
Tweede Zandlaag	0,00

10.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

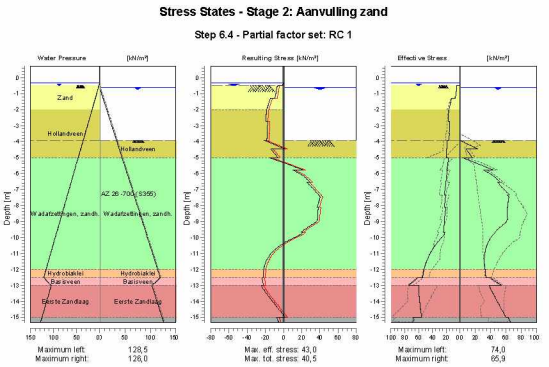
10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



10.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**109,8**
1	0,40	0,00	0,00	106,0
2	0,40	0,00	0,00	106,0
2	-0,35	0,00	0,00	96,3
3	-0,35	0,00	0,00	96,3
3	-0,40	0,00	-0,01	95,6
4	-0,40	0,00	-0,01	95,6
4	-0,50	-0,01	-0,11	94,3
5	-0,50	-0,01	-0,11	94,3
5	-0,55	-0,02	-0,40	93,7
6	-0,55	-0,02	-0,40	93,7
6	-0,60	-0,05	-0,74	93,0
7	-0,60	-0,05	-0,74	93,0
7	-1,30	-2,47	-6,46	84,0
8	-1,30	-2,47	-6,46	84,0
8	-2,00	-10,83	-17,90	75,0
9	-2,00	-10,83	-17,90	75,0
9	-2,75	-29,56	-32,17	65,4
10	-2,75	-29,56	-32,17	65,4
10	-3,50	-58,62	-45,42	55,9
11	-3,50	-58,62	-45,42	55,9
11	-3,92	-79,28	-53,00	50,7
12	-3,92	-79,28	-53,00	50,7
12	-4,46	-109,87	-58,21	44,2
13	-4,46	-109,87	-58,21	44,2
13	-5,00	-142,93	-63,54	37,9
14	-5,00	-142,93	-63,53	37,9
14	-5,78	-193,26	-61,08	29,5
15	-5,78	-193,26	-61,07	29,5
15	-6,56	-235,33	-44,65	22,0
16	-6,56	-235,33	-44,64	22,0
16	-7,33	-260,90	-19,48	15,6
17	-7,33	-260,90	-19,42	15,6
17	-8,11	**-264,11**	10,80	10,5
18	-8,11	**-264,11**	10,79	10,5
18	-8,89	-244,21	40,20	6,7
19	-8,89	-244,21	40,28	6,7
19	-9,67	-203,18	62,74	4,0
20	-9,67	-203,18	62,77	4,0
20	-10,44	-150,07	**70,51**	2,3
21	-10,44	-150,07	70,49	2,3
21	-11,22	-97,58	62,65	1,3
22	-11,22	-97,58	62,63	1,3
22	-12,00	-54,50	47,44	0,8
23	-12,00	-54,50	47,43	0,8
23	-12,50	-33,54	36,37	0,7
24	-12,50	-33,54	36,37	0,7
24	-13,00	-18,22	25,03	0,5
25	-13,00	-18,22	25,02	0,5
25	-13,67	-6,38	11,38	0,5
26	-13,67	-6,38	11,38	0,5
26	-14,33	-1,73	3,57	0,4
27	-14,33	-1,73	3,57	0,4
27	-15,00	-0,26	1,85	0,4
28	-15,00	-0,26	1,85	0,4
28	-15,30	0,00	0,00	0,3
Max		**-264,11**	**70,51**	**109,8**
Max, minor nodes incl.		-265,65	70,51	109,8

10.8.3 Charts of Stresses



10.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,57	51,78	P	

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	20,61	62,06	A		52,43	59,56	3	89
16	-6,56	20,25	62,06	A		48,89	59,56	3	91
16	-7,33	22,79	69,83	A		63,97	67,33	3	81
17	-7,33	20,54	69,83	A		61,79	67,33	3	81
17	-8,11	22,81	77,61	A		62,49	75,11	2	62
18	-8,11	20,47	77,61	A		61,68	75,11	2	62
18	-8,89	22,50	85,39	A		62,40	82,89	2	51
19	-8,89	22,01	85,39	A		61,75	82,89	2	51
19	-9,67	23,98	93,17	A		45,94	90,67	1	32
20	-9,67	21,93	93,17	A		45,94	90,67	1	32
20	-10,44	35,37	100,94	1		35,70	98,44	1	21
21	-10,44	35,26	100,94	1		35,70	98,44	1	22
21	-11,22	45,93	108,72	1		32,09	106,22	1	17
22	-11,22	45,86	108,72	1		32,09	106,22	1	17
22	-12,00	52,10	116,50	1	15	32,90	114,00	1	
23	-12,00	52,05	116,50	1	15	32,90	114,00	1	
23	-12,50	53,87	121,50	1	15	34,05	119,00	1	
24	-12,50	60,45	121,50	1	28	39,58	119,00	1	
24	-13,00	73,98	105,50	1	27	54,56	103,00	1	
25	-13,00	60,03	105,50	1	10	38,37	103,00	1	
25	-13,67	59,09	112,17	1		45,28	109,67	1	10
26	-13,67	59,01	112,17	1		45,28	109,67	1	10
26	-14,33	57,46	118,83	1		52,80	116,33	1	11
27	-14,33	57,40	118,83	1		52,80	116,33	1	11
27	-15,00	55,87	125,50	1		60,29	123,00	1	11
28	-15,00	68,12	125,50	1		63,21	123,00	1	16
28	-15,30	68,31	128,50	1		65,88	126,00	1	17

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

10.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	451,0	487,9
Water	1064,0	1026,9
Total	1514,9	1514,8

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	487,90 kN
Percentage mobilized resistance	23,7 %

10.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-111,33
Vertical force passive	134,16
Resulting vertical force (no dead weight)	22,83
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-111,33
Vertical force passive	134,16
Resulting vertical force (no dead weight)	22,83
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

10.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-53,91	-5,00	Wadafzettingen...	90,54
-12,00	Hydrobiaklei	-7,57	-12,00	Hydrobiaklei	4,77
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-39,48	-13,00	Eerste Zandlaag	33,32
-15,00	Allerod	-5,85	-15,00	Allerod	5,53
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

11 Step 6.5 Stage 2: Aanvulling zand

11.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

11.2 Input Data Left

11.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

11.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

11.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

11.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-0,53	3,8	78,7	0,26	1,20	5,39
2	-0,91	4,8	100,9	0,26	1,08	5,38
3	-1,64	8,1	401,0	0,30	0,90	14,90
4	-2,38	15,9	113,0	0,49	0,87	3,51
5	-3,13	12,6	54,6	0,37	0,80	1,60
6	-3,88	13,0	82,8	0,36	0,74	2,32
7	-4,63	18,0	93,5	0,49	0,70	2,54
8	-5,39	16,6	171,0	0,41	0,60	4,22
9	-6,17	17,4	250,4	0,37	0,57	5,33
10	-6,94	19,3	260,4	0,36	0,55	4,88
11	-7,72	19,8	273,1	0,33	0,54	4,58
12	-8,50	18,7	300,9	0,28	0,53	4,57
13	-9,28	20,5	328,6	0,28	0,53	4,57
14	-10,06	20,6	356,4	0,26	0,52	4,56
15	-10,83	20,8	384,2	0,25	0,52	4,56

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
16	-11,61	22,7	412,0	0,25	0,52	4,56
17	-12,25	21,1	449,3	0,22	0,52	4,75
18	-12,75	40,0	283,5	0,37	0,60	2,65
19	-13,33	29,8	678,3	0,25	0,45	5,62
20	-14,00	31,3	766,8	0,25	0,45	6,06
21	-14,67	33,1	826,1	0,25	0,45	6,23
22	-15,15	37,6	673,5	0,28	0,51	4,92

11.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	44,56
Wadafzettingen, zandh.	180,94
Hydrobiaklei	23,03
Basisveen	31,16
Eerste Zandlaag	97,06
Allerod	19,99
Tweede Zandlaag	0,00

11.5 Input Data Right

11.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

11.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

11.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle	Delta friction angle*	
			phi	Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

11.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

11.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

11.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	18,77
Wadafzettingen, zandh.	232,95
Hydrobiaklei	17,19
Basisveen	22,94
Eerste Zandlaag	97,63
Allerod	16,74
Tweede Zandlaag	0,00

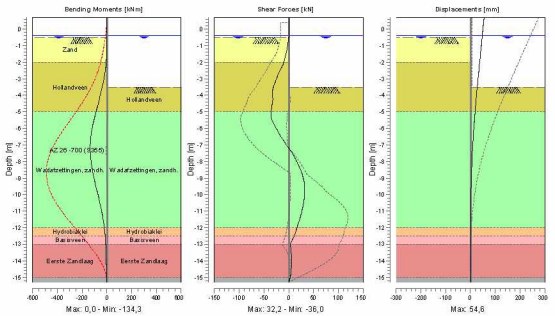
11.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

11.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Aanvulling zand

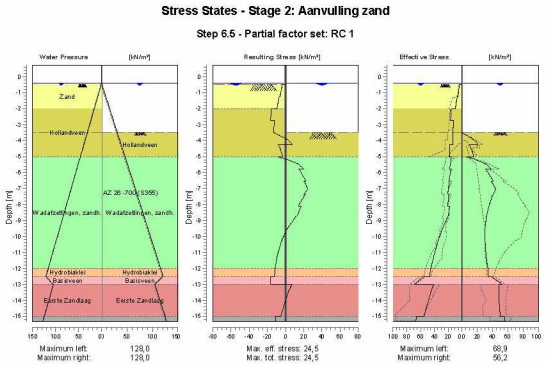
Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



11.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**54,6**
1	0,40	0,00	0,00	52,6
2	0,40	0,00	0,00	52,6
2	0,00	0,00	0,00	50,0
3	0,00	0,00	0,00	50,0
3	-0,40	0,00	0,00	47,4
4	-0,40	0,00	0,00	47,4
4	-0,50	0,00	0,00	46,7
5	-0,50	0,00	0,00	46,7
5	-0,55	0,00	-0,17	46,4
6	-0,55	0,00	-0,17	46,4
6	-1,27	-1,31	-3,67	41,6
7	-1,27	-1,31	-3,67	41,6
7	-2,00	-5,99	-9,56	36,9
8	-2,00	-5,99	-9,56	36,9
8	-2,75	-17,57	-21,47	32,0
9	-2,75	-17,57	-21,47	32,0
9	-3,50	-37,18	-30,89	27,2
10	-3,50	-37,18	-30,88	27,2
10	-4,25	-61,53	-31,55	22,6
11	-4,25	-61,53	-31,53	22,6
11	-5,00	-86,83	**-35,33**	18,2
12	-5,00	-86,83	-35,31	18,2
12	-5,78	-113,10	-28,48	14,1
13	-5,78	-113,09	-28,47	14,1
13	-6,56	-129,97	-13,94	10,6
14	-6,56	-129,98	-13,92	10,6
14	-7,33	**-134,05**	3,56	7,6
15	-7,33	-134,04	3,58	7,6
15	-8,11	-125,42	17,57	5,3
16	-8,11	-125,42	17,57	5,3
16	-8,89	-107,13	28,49	3,6
17	-8,89	-107,13	28,50	3,6
17	-9,67	-83,03	32,25	2,4
18	-9,67	-83,03	32,24	2,4
18	-10,44	-58,42	30,25	1,7
19	-10,44	-58,42	30,25	1,7
19	-11,22	-36,90	24,62	1,2
20	-11,22	-36,90	24,61	1,2
20	-12,00	-20,69	16,74	0,8
21	-12,00	-20,69	16,74	0,8
21	-12,50	-13,76	10,91	0,7
22	-12,50	-13,76	10,91	0,7
22	-13,00	-10,37	2,69	0,6
23	-13,00	-10,37	2,68	0,6
23	-13,67	-7,43	5,57	0,5
24	-13,67	-7,43	5,57	0,5
24	-14,33	-3,57	5,59	0,3
25	-14,33	-3,57	5,59	0,3
25	-15,00	-0,49	3,25	0,3
26	-15,00	-0,49	3,25	0,3
26	-15,30	0,00	0,00	0,2
Max		**-134,05**	**-35,33**	**54,6**
Max, minor nodes incl.		-134,35	-35,98	54,6

11.8.3 Charts of Stresses



11.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,22	1,00	A		0,00	1,00	-	
5	-0,55	3,90	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-0,55	3,81	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-1,27	5,84	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-1,27	6,87	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-2,00	9,38	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,00	15,35	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,75	16,40	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-2,75	12,22	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-3,50	12,85	31,00	A		0,00	31,00	-	
10	-3,50	12,73	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	13,21	38,50	A		20,38	38,50	2	72
11	-4,25	17,74	38,50	A		9,89	38,50	P	
11	-5,00	18,23	46,00	A		15,30	46,00	2	77
12	-5,00	15,29	46,00	A		6,43	46,00	P	
12	-5,78	17,98	53,78	A		37,91	53,78	2	64
13	-5,78	16,19	53,78	A		31,07	53,78	2	77
13	-6,56	18,56	61,56	A		41,15	61,56	2	54
14	-6,56	18,15	61,56	A		38,55	61,56	2	56
14	-7,33	20,42	69,33	A		40,95	69,33	1	40
15	-7,33	18,81	69,33	A		40,95	69,33	1	42

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-8,11	20,88	77,11	A		35,12	77,11	1	27
16	-8,11	17,79	77,11	A		35,12	77,11	1	28
16	-8,89	22,27	84,89	1		31,68	84,89	1	20
17	-8,89	21,90	84,89	1		31,68	84,89	1	21
17	-9,67	29,87	92,67	1		30,31	92,67	1	17
18	-9,67	29,59	92,67	1		30,31	92,67	1	17
18	-10,44	35,93	100,44	1		30,54	100,44	1	15
19	-10,44	35,72	100,44	1		30,54	100,44	1	15
19	-11,22	40,90	108,22	1		31,90	108,22	1	13
20	-11,22	40,75	108,22	1		31,90	108,22	1	13
20	-12,00	45,19	116,00	1		33,98	116,00	1	13
21	-12,00	45,08	116,00	1		33,98	116,00	1	12
21	-12,50	47,00	121,00	1		34,81	121,00	1	12
22	-12,50	55,74	121,00	1		39,03	121,00	1	26
22	-13,00	68,91	105,00	1		52,74	105,00	1	25
23	-13,00	41,22	105,00	1		48,17	105,00	1	10
23	-13,67	46,43	111,67	1		48,36	111,67	1	9
24	-13,67	46,28	111,67	1		48,36	111,67	1	9
24	-14,33	50,96	118,33	1		49,07	118,33	1	9
25	-14,33	50,83	118,33	1		49,07	118,33	1	9
25	-15,00	55,25	125,00	1		50,04	125,00	1	8
26	-15,00	65,75	125,00	1		55,35	125,00	1	11
26	-15,30	67,49	128,00	1		56,24	128,00	1	11

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

11.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	406,3	406,2
Water	1056,5	1056,5
Total	1462,8	1462,7

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	406,21 kN
Percentage mobilized resistance	16,4 %

11.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,50
Vertical force passive	124,19
Resulting vertical force (no dead weight)	10,69
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

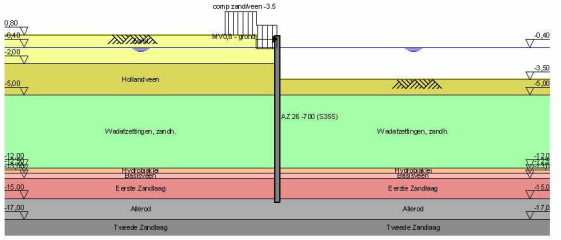
Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,50
Vertical force passive	124,19
Resulting vertical force (no dead weight)	10,69
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

11.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-58,79	-5,00	Wadafzettingen...	75,69
-12,00	Hydrobiaklei	-7,48	-12,00	Hydrobiaklei	5,59
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-37,26	-13,00	Eerste Zandlaag	37,48
-15,00	Allerod	-6,49	-15,00	Allerod	5,44
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

12 Outline Stage 3: Stempel kade - GROND

Outline - Stage 3: Stempel kade - GROND



13 Step 6.3 Stage 3: Stempel kade - GROND

13.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

13.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond	0,40	10,94	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent

13.2 Input Data Left

13.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

13.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

13.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

13.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

13.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	172,44
Hydrobiaklei	24,21
Basisveen	32,95
Eerste Zandlaag	129,45
Allerod	24,32
Tweede Zandlaag	0,00

13.5 Input Data Right

13.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

13.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

13.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

13.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

13.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

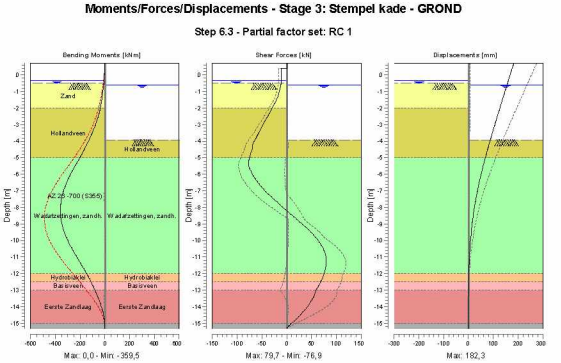
13.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	339,63
Hydrobiaklei	19,00
Basisveen	24,19
Eerste Zandlaag	85,11
Allerod	15,51
Tweede Zandlaag	0,00

13.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



13.8.2 Moments, Forces and Displacements

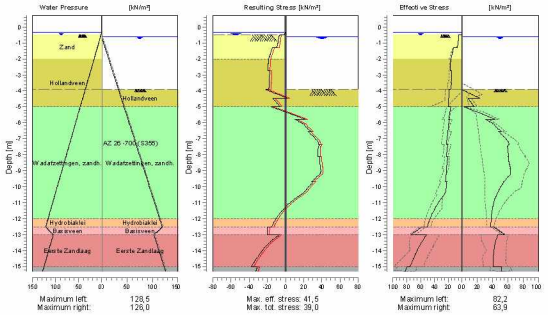
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**182,3**
1	0,40	0,00	0,00	176,1
2	0,40	0,00	-10,94	176,1
2	-0,35	-8,20	-10,94	160,5
3	-0,35	-8,20	-10,94	160,5
3	-0,40	-8,75	-10,95	159,5
4	-0,40	-8,75	-10,95	159,5
4	-0,50	-9,85	-11,05	157,4
5	-0,50	-9,85	-11,05	157,4
5	-0,55	-10,41	-11,34	156,3
6	-0,55	-10,41	-11,34	156,3
6	-0,60	-10,98	-11,68	155,3
7	-0,60	-10,98	-11,68	155,3
7	-1,30	-21,06	-17,39	140,8
8	-1,30	-21,06	-17,39	140,8
8	-2,00	-37,07	-28,84	126,4
9	-2,00	-37,07	-28,84	126,4
9	-2,75	-64,00	-43,10	111,2
10	-2,75	-64,00	-43,10	111,2
10	-3,50	-101,26	-56,35	96,2
11	-3,50	-101,26	-56,35	96,2
11	-3,92	-126,52	-63,94	88,0
12	-3,92	-126,52	-63,93	88,0
12	-4,46	-163,01	-69,14	77,8
13	-4,46	-163,01	-69,14	77,8
13	-5,00	-201,97	-74,47	67,9
14	-5,00	-201,98	-74,45	67,9
14	-5,78	-260,80	-72,00	54,5
15	-5,78	-260,80	-71,99	54,5
15	-6,56	-311,48	-56,10	42,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-311,48	-56,08	42,4
16	-7,33	-346,11	-31,39	31,8
17	-7,33	-346,11	-31,32	31,8
17	-8,11	**-359,46**	-3,19	22,8
18	-8,11	**-359,46**	-3,19	22,8
18	-8,89	-350,53	26,31	15,5
19	-8,89	-350,54	26,36	15,5
19	-9,67	-318,77	53,86	10,0
20	-9,67	-318,77	53,86	10,0
20	-10,44	-268,84	72,97	5,9
21	-10,44	-268,83	73,00	5,9
21	-11,22	-208,58	**79,67**	3,2
22	-11,22	-208,58	79,65	3,2
22	-12,00	-147,73	75,39	1,5
23	-12,00	-147,73	75,38	1,5
23	-12,50	-111,56	68,92	0,7
24	-12,50	-111,56	68,92	0,7
24	-13,00	-79,59	58,91	0,2
25	-13,00	-79,59	58,90	0,2
25	-13,67	-43,02	49,26	-0,2
26	-13,67	-43,02	49,24	-0,2
26	-14,33	-15,58	32,05	-0,5
27	-14,33	-15,58	32,05	-0,5
27	-15,00	-1,45	9,55	-0,7
28	-15,00	-1,45	9,55	-0,7
28	-15,30	0,00	0,00	-0,8
Max		**-359,46**	**79,67**	**182,3**
Max, minor nodes incl.		-359,50	79,67	182,3

13.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Stempel kade - GROND

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



13.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	20,61	62,06	A		51,55	59,56	3	88
16	-6,56	20,25	62,06	A		47,84	59,56	3	89
16	-7,33	22,79	69,83	A		61,83	67,33	2	78
17	-7,33	20,54	69,83	A		61,18	67,33	3	80
17	-8,11	22,81	77,61	A		61,23	75,11	2	61
18	-8,11	20,47	77,61	A		60,41	75,11	2	61
18	-8,89	22,50	85,39	A		63,68	82,89	2	52
19	-8,89	22,01	85,39	A		63,04	82,89	2	52
19	-9,67	23,98	93,17	A		55,18	90,67	1	38
20	-9,67	21,93	93,17	A		55,18	90,67	1	38
20	-10,44	25,37	100,94	1		45,70	98,44	1	27
21	-10,44	25,26	100,94	1		45,70	98,44	1	28
21	-11,22	37,55	108,72	1		40,46	106,22	1	21
22	-11,22	37,49	108,72	1		40,46	106,22	1	22
22	-12,00	46,52	116,50	1		38,48	114,00	1	18
23	-12,00	46,47	116,50	1		38,48	114,00	1	17
23	-12,50	50,25	121,50	1		37,67	119,00	1	16
24	-12,50	58,64	121,50	1		41,39	119,00	1	31
24	-13,00	73,11	105,50	1		55,43	103,00	1	30
25	-13,00	51,36	105,50	1		47,04	103,00	1	11
25	-13,67	61,45	112,17	1	10	42,93	109,67	1	
26	-13,67	61,36	112,17	1	9	42,93	109,67	1	
26	-14,33	68,94	118,83	1	10	41,32	116,33	1	
27	-14,33	68,87	118,83	1	10	41,32	116,33	1	
27	-15,00	75,48	125,50	1	10	40,68	123,00	1	
28	-15,00	79,88	125,50	1	15	51,45	123,00	1	
28	-15,30	82,22	128,50	1	15	51,97	126,00	1	

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

13.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	448,5	496,4
Water	1064,0	1026,9
Total	1512,5	1523,3

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	496,37 kN
Percentage mobilized resistance	24,1 %

13.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-111,52
Vertical force passive	135,68
Resulting vertical force (no dead weight)	24,16
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-111,52
Vertical force passive	135,68
Resulting vertical force (no dead weight)	24,16
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

13.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-49,22	-5,00	Wadafzettingen...	96,94
-12,00	Hydrobiaklei	-6,91	-12,00	Hydrobiaklei	5,42
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-43,92	-13,00	Eerste Zandlaag	28,88
-15,00	Allerod	-6,95	-15,00	Allerod	4,43
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

14 Step 6.4 Stage 3: Stempel kade - GROND

14.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

14.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond	0,40	10,94	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent

14.2 Input Data Left

14.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

14.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

14.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

14.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

14.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

14.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

14.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

14.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	183,50
Hydrobiaklei	26,91
Basisveen	33,92
Eerste Zandlaag	126,45
Allerod	20,83
Tweede Zandlaag	0,00

14.5 Input Data Right

14.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

14.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

14.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

14.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

14.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

14.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

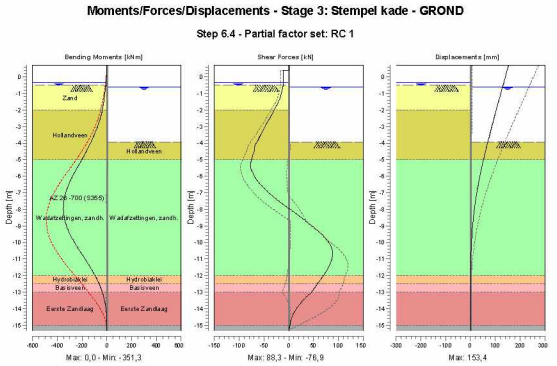
14.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	345,03
Hydrobiaklei	16,30
Basisveen	23,23
Eerste Zandlaag	88,11
Allerod	19,00
Tweede Zandlaag	0,00

14.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

14.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

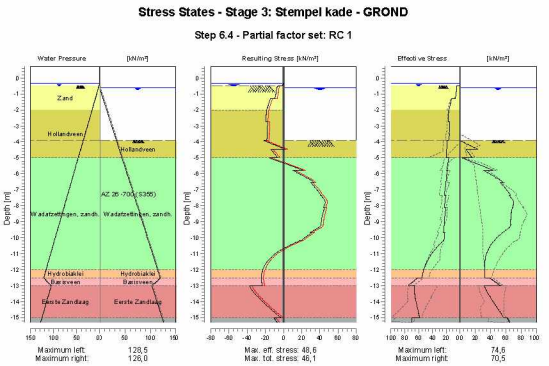


14.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**153,4**
1	0,40	0,00	0,00	147,9
2	0,40	0,00	-10,94	147,9
2	-0,35	-8,20	-10,94	134,0
3	-0,35	-8,20	-10,94	134,0
3	-0,40	-8,75	-10,95	133,1
4	-0,40	-8,75	-10,95	133,1
4	-0,50	-9,85	-11,05	131,3
5	-0,50	-9,85	-11,05	131,3
5	-0,55	-10,41	-11,34	130,4
6	-0,55	-10,41	-11,34	130,4
6	-0,60	-10,98	-11,68	129,4
7	-0,60	-10,98	-11,68	129,4
7	-1,30	-21,06	-17,39	116,6
8	-1,30	-21,06	-17,39	116,6
8	-2,00	-37,07	-28,84	103,9
9	-2,00	-37,07	-28,84	103,9
9	-2,75	-64,00	-43,10	90,4
10	-2,75	-64,00	-43,10	90,4
10	-3,50	-101,26	-56,35	77,2
11	-3,50	-101,26	-56,35	77,2
11	-3,92	-126,52	-63,94	70,0
12	-3,92	-126,52	-63,93	70,0
12	-4,46	-163,01	-69,14	61,0
13	-4,46	-163,01	-69,14	61,0
13	-5,00	-201,97	-74,47	52,3
14	-5,00	-201,98	-74,45	52,3
14	-5,78	-260,80	-72,00	40,8
15	-5,78	-260,80	-71,99	40,8
15	-6,56	-311,18	-54,42	30,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-311,18	-54,39	30,5
16	-7,33	-343,22	-26,55	21,6
17	-7,33	-343,22	-26,51	21,6
17	-8,11	**-350,55**	8,03	14,5
18	-8,11	-350,54	8,04	14,5
18	-8,89	-331,01	41,73	9,0
19	-8,89	-331,02	41,78	9,0
19	-9,67	-286,35	71,49	5,1
20	-9,67	-286,34	71,52	5,1
20	-10,44	-223,30	87,58	2,5
21	-10,44	-223,30	**87,60**	2,5
21	-11,22	-155,36	84,39	1,1
22	-11,22	-155,36	84,36	1,1
22	-12,00	-94,96	69,75	0,4
23	-12,00	-94,96	69,74	0,4
23	-12,50	-63,02	57,88	0,2
24	-12,50	-63,02	57,88	0,2
24	-13,00	-37,09	45,94	0,1
25	-13,00	-37,09	45,93	0,1
25	-13,67	-14,17	23,80	0,2
26	-13,67	-14,17	23,80	0,2
26	-14,33	-3,72	8,93	0,2
27	-14,33	-3,72	8,93	0,2
27	-15,00	-0,36	2,58	0,3
28	-15,00	-0,36	2,58	0,3
28	-15,30	0,00	0,00	0,4
Max		**-350,55**	**87,60**	**153,4**
Max, minor nodes incl.		-351,26	88,35	153,4

14.8.3 Charts of Stresses



14.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	20,61	62,06	A		56,36	59,56	3	96
16	-6,56	20,25	62,06	A		52,65	59,56	3	98
16	-7,33	22,79	69,83	A		66,20	67,33	3	83
17	-7,33	20,54	69,83	A		64,25	67,33	3	84
17	-8,11	22,81	77,61	A		69,09	75,11	2	68
18	-8,11	20,47	77,61	A		68,27	75,11	2	69
18	-8,89	22,50	85,39	A		66,86	82,89	2	54
19	-8,89	22,01	85,39	A		66,22	82,89	2	55
19	-9,67	23,98	93,17	A		55,74	90,67	1	38
20	-9,67	21,93	93,17	A		55,74	90,67	1	39
20	-10,44	30,58	100,94	1		40,49	98,44	1	24
21	-10,44	30,47	100,94	1		40,49	98,44	1	24
21	-11,22	44,50	108,72	1		33,52	106,22	1	18
22	-11,22	44,44	108,72	1		33,52	106,22	1	18
22	-12,00	52,57	116,50	1	16	32,43	114,00	1	
23	-12,00	52,52	116,50	1	15	32,43	114,00	1	
23	-12,50	54,93	121,50	1	15	32,99	119,00	1	
24	-12,50	60,98	121,50	1	28	39,05	119,00	1	
24	-13,00	74,62	105,50	1	28	53,92	103,00	1	
25	-13,00	66,46	105,50	1	11	31,94	103,00	1	
25	-13,67	65,12	112,17	1	10	39,26	109,67	1	
26	-13,67	65,03	112,17	1	10	39,26	109,67	1	
26	-14,33	61,91	118,83	1		48,35	116,33	1	10
27	-14,33	61,84	118,83	1		48,35	116,33	1	10
27	-15,00	58,35	125,50	1		57,81	123,00	1	11
28	-15,00	69,60	125,50	1		61,72	123,00	1	16
28	-15,30	69,25	128,50	1		64,94	126,00	1	16

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

14.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	456,8	504,6
Water	1064,0	1026,9
Total	1520,7	1531,5

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	504,59 kN
Percentage mobilized resistance	24,5 %

14.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,44
Vertical force passive	138,47
Resulting vertical force (no dead weight)	25,03
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,44
Vertical force passive	138,47
Resulting vertical force (no dead weight)	25,03
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

14.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-52,38	-5,00	Wadafzettingen...	98,49
-12,00	Hydrobiaklei	-7,68	-12,00	Hydrobiaklei	4,65
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-42,91	-13,00	Eerste Zandlaag	29,90
-15,00	Allerod	-5,95	-15,00	Allerod	5,43
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

15 Step 6.5 Stage 3: Stempel kade - GROND

15.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

15.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond	0,40	9,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent

15.2 Input Data Left

15.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

15.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

15.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

15.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-0,53	3,8	78,7	0,26	1,20	5,39
2	-0,91	4,8	100,9	0,26	1,08	5,38
3	-1,64	8,1	401,0	0,30	0,90	14,90
4	-2,38	15,9	113,0	0,49	0,87	3,51

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
5	-3,13	12,6	54,6	0,37	0,80	1,60
6	-3,88	13,0	82,8	0,36	0,74	2,32
7	-4,63	18,0	93,5	0,49	0,70	2,54
8	-5,39	16,6	171,0	0,41	0,60	4,22
9	-6,17	17,4	250,4	0,37	0,57	5,33
10	-6,94	19,3	260,4	0,36	0,55	4,88
11	-7,72	19,8	273,1	0,33	0,54	4,58
12	-8,50	18,7	300,9	0,28	0,53	4,57
13	-9,28	20,5	328,6	0,28	0,53	4,57
14	-10,06	20,6	356,4	0,26	0,52	4,56
15	-10,83	20,8	384,2	0,25	0,52	4,56
16	-11,61	22,7	412,0	0,25	0,52	4,56
17	-12,25	21,1	449,3	0,22	0,52	4,75
18	-12,75	40,0	283,5	0,37	0,60	2,65
19	-13,33	29,8	678,3	0,25	0,45	5,62
20	-14,00	31,3	766,8	0,25	0,45	6,06
21	-14,67	33,1	826,1	0,25	0,45	6,23
22	-15,15	37,6	673,5	0,28	0,51	4,92

15.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	44,56
Wadafzettingen, zandh.	180,81
Hydrobiaklei	23,53
Basisveen	31,39
Eerste Zandlaag	101,01
Allerod	19,90
Tweede Zandlaag	0,00

15.5 Input Data Right

15.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

15.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

15.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

15.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

15.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

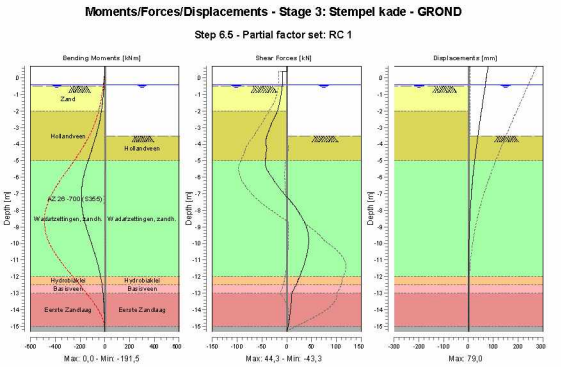
15.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	20,34
Wadafzettingen, zandh.	249,38
Hydrobiaklei	16,69
Basisveen	22,72
Eerste Zandlaag	93,67
Allerod	16,82
Tweede Zandlaag	0,00

15.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



15.8.2 Moments, Forces and Displacements

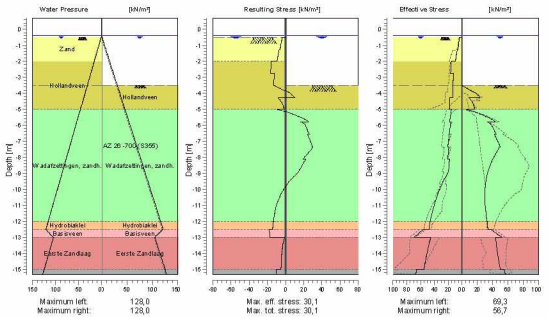
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**79,0**
1	0,40	0,00	0,00	76,0
2	0,40	0,00	-9,00	76,0
2	0,00	-3,60	-9,00	72,0
3	0,00	-3,60	-9,00	72,0
3	-0,40	-7,20	-9,00	68,0
4	-0,40	-7,20	-9,00	68,0
4	-0,50	-8,10	-9,00	67,0
5	-0,50	-8,10	-9,00	67,0
5	-0,55	-8,55	-9,17	66,5
6	-0,55	-8,55	-9,17	66,5
6	-1,27	-16,38	-12,67	59,3
7	-1,27	-16,38	-12,67	59,3
7	-2,00	-27,59	-18,56	52,2
8	-2,00	-27,59	-18,56	52,2
8	-2,75	-45,92	-30,47	44,9
9	-2,75	-45,92	-30,47	44,9
9	-3,50	-72,28	-39,89	37,9
10	-3,50	-72,28	-39,88	37,9
10	-4,25	-103,25	-39,78	31,2
11	-4,25	-103,25	-39,77	31,2
11	-5,00	-134,49	-42,76	24,9
12	-5,00	-134,49	-42,73	24,9
12	-5,78	-166,15	-34,24	19,1
13	-5,78	-166,15	-34,21	19,1
13	-6,56	-186,23	-16,42	14,0
14	-6,56	-186,24	-16,40	14,0
14	-7,33	**-191,11**	4,59	9,9
15	-7,33	**-191,11**	4,64	9,9
15	-8,11	-179,42	23,97	6,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-8,11	-179,42	23,97	6,6
16	-8,89	-154,85	38,15	4,2
17	-8,89	-154,85	38,19	4,2
17	-9,67	-122,17	**44,18**	2,6
18	-9,67	-122,17	44,16	2,6
18	-10,44	-88,16	42,21	1,5
19	-10,44	-88,16	42,20	1,5
19	-11,22	-57,74	35,41	0,9
20	-11,22	-57,74	35,40	0,9
20	-12,00	-33,76	25,94	0,6
21	-12,00	-33,76	25,93	0,6
21	-12,50	-22,49	19,09	0,5
22	-12,50	-22,49	19,09	0,5
22	-13,00	-15,12	10,43	0,4
23	-13,00	-15,12	10,42	0,4
23	-13,67	-8,62	8,82	0,3
24	-13,67	-8,62	8,82	0,3
24	-14,33	-3,57	6,18	0,3
25	-14,33	-3,57	6,18	0,3
25	-15,00	-0,46	3,08	0,3
26	-15,00	-0,46	3,08	0,3
26	-15,30	0,00	0,00	0,3
Max		**-191,11**	**44,18**	**79,0**
Max, minor nodes incl.		-191,47	44,31	79,0

15.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Stempel kade - GROND

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



15.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,22	1,00	A		0,00	1,00	-	
5	-0,55	3,90	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-0,55	3,81	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-1,27	5,84	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-1,27	6,87	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-2,00	9,38	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,00	15,35	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,75	16,40	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-2,75	12,22	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-3,50	12,85	31,00	A		0,00	31,00	-	
10	-3,50	12,73	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	13,21	38,50	A		23,20	38,50	3	82
11	-4,25	17,74	38,50	A		9,89	38,50	P	
11	-5,00	18,23	46,00	A		16,90	46,00	3	85
12	-5,00	15,29	46,00	A		6,43	46,00	P	
12	-5,78	17,98	53,78	A		43,30	53,78	2	73
13	-5,78	16,19	53,78	A		33,13	53,78	3	82
13	-6,56	18,56	61,56	A		44,91	61,56	2	59
14	-6,56	18,15	61,56	A		42,31	61,56	2	61
14	-7,33	20,42	69,33	A		49,89	69,33	1	49
15	-7,33	18,81	69,33	A		48,94	69,33	2	50
15	-8,11	20,88	77,11	A		40,28	77,11	1	31
16	-8,11	17,79	77,11	A		40,28	77,11	1	32
16	-8,89	19,85	84,89	1		34,11	84,89	1	22
17	-8,89	19,62	84,89	A		34,11	84,89	1	22
17	-9,67	29,26	92,67	1		30,92	92,67	1	17
18	-9,67	28,98	92,67	1		30,92	92,67	1	17
18	-10,44	36,39	100,44	1		30,08	100,44	1	14
19	-10,44	36,18	100,44	1		30,08	100,44	1	14
19	-11,22	41,86	108,22	1		30,94	108,22	1	13
20	-11,22	41,70	108,22	1		30,94	108,22	1	13
20	-12,00	46,24	116,00	1		32,94	116,00	1	12
21	-12,00	46,12	116,00	1		32,94	116,00	1	12
21	-12,50	47,96	121,00	1		33,85	121,00	1	11
22	-12,50	56,22	121,00	1		38,55	121,00	1	25
22	-13,00	69,31	105,00	1		52,34	105,00	1	25
23	-13,00	45,23	105,00	1		44,16	105,00	1	9
23	-13,67	49,13	111,67	1		45,66	111,67	1	9
24	-13,67	48,98	111,67	1		45,66	111,67	1	9
24	-14,33	52,25	118,33	1		47,79	118,33	1	9
25	-14,33	52,12	118,33	1		47,79	118,33	1	9
25	-15,00	55,11	125,00	1		50,18	125,00	1	8
26	-15,00	65,66	125,00	1		55,43	125,00	1	11
26	-15,30	67,03	128,00	1		56,70	128,00	1	11

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

15.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	410,8	419,6
Water	1056,5	1056,5
Total	1467,3	1476,1

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	419,62 kN
Percentage mobilized resistance	17,0 %

15.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-115,11
Vertical force passive	127,87
Resulting vertical force (no dead weight)	12,76
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

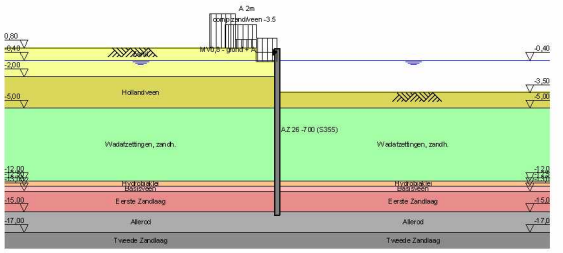
Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-115,11
Vertical force passive	127,87
Resulting vertical force (no dead weight)	12,76
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

15.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-58,75	-5,00	Wadafzettingen...	81,03
-12,00	Hydrobiaklei	-7,65	-12,00	Hydrobiaklei	5,42
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-38,77	-13,00	Eerste Zandlaag	35,96
-15,00	Allerod	-6,47	-15,00	Allerod	5,47
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

16 Outline Stage 4: Bovenbelasting

Outline - Stage 4: Bovenbelasting



17 Step 6.3 Stage 4: Bovenbelasting

17.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

17.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond +...	0,40	16,20	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable

17.2 Input Data Left

17.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

17.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

17.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

17.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

17.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

17.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
A 2m	2,01	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	4,00	5,00		
	4,01	20,00		
	6,50	20,00		
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

17.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,29	1,40	4,00
2	-0,57	4,6	62,5	0,29	1,38	3,99
3	-0,95	5,7	77,6	0,28	1,23	3,86
4	-1,65	15,9	239,7	0,55	1,01	8,31
5	-2,38	17,6	278,6	0,51	0,94	7,99
6	-3,13	18,8	35,8	0,50	0,84	0,95
7	-3,71	20,7	44,4	0,53	0,77	1,13
8	-4,19	24,4	57,4	0,60	0,73	1,42
9	-4,73	24,2	81,3	0,59	0,69	1,97
10	-5,39	24,1	137,0	0,53	0,60	3,03
11	-6,17	26,4	199,9	0,51	0,57	3,86
12	-6,94	28,6	241,0	0,49	0,56	4,14
13	-7,72	26,6	228,7	0,41	0,55	3,55
14	-8,50	25,9	239,1	0,37	0,54	3,39
15	-9,28	27,2	261,2	0,35	0,54	3,41
16	-10,06	26,8	283,4	0,32	0,54	3,43
17	-10,83	28,1	305,6	0,32	0,54	3,45
18	-11,61	29,1	327,8	0,31	0,54	3,47
19	-12,25	25,3	356,6	0,26	0,54	3,61
20	-12,75	43,9	246,8	0,40	0,61	2,23
21	-13,33	31,3	604,5	0,25	0,48	4,85
22	-14,00	31,3	677,0	0,24	0,48	5,19
23	-14,67	31,9	754,8	0,23	0,48	5,54
24	-15,15	37,9	601,1	0,27	0,54	4,28

17.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	62,25
Wadafzettingen, zandh.	192,54
Hydrobiaklei	21,98
Basisveen	32,57
Eerste Zandlaag	148,24
Allerod	28,84
Tweede Zandlaag	0,00

17.5 Input Data Right

17.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

17.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

17.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

17.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

17.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

17.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

17.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	414,39
Hydrobiaklei	21,50
Basisveen	24,81
Eerste Zandlaag	70,38
Allerod	11,08
Tweede Zandlaag	0,00

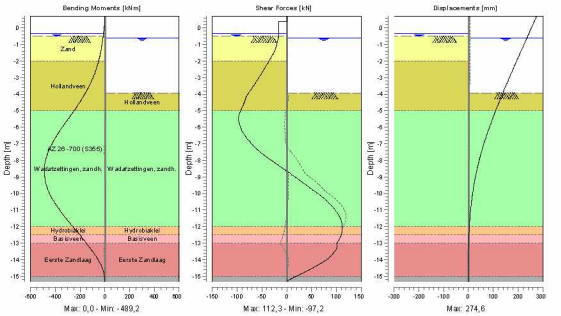
17.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

17.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



17.8.2 Moments, Forces and Displacements

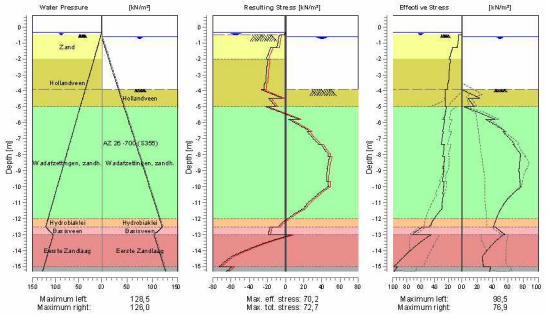
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**274,6**
1	0,40	0,00	0,00	265,7
2	0,40	0,00	-16,20	265,7
2	-0,35	-12,15	-16,20	243,3
3	-0,35	-12,15	-16,20	243,3
3	-0,40	-12,96	-16,21	241,8
4	-0,40	-12,96	-16,21	241,8
4	-0,50	-14,59	-16,31	238,8
5	-0,50	-14,59	-16,31	238,8
5	-0,55	-15,41	-16,60	237,3
6	-0,55	-15,41	-16,60	237,3
6	-0,60	-16,25	-16,94	235,8
7	-0,60	-16,25	-16,94	235,8
7	-1,30	-30,01	-22,66	215,0
8	-1,30	-30,01	-22,66	215,0
8	-2,00	-50,19	-35,57	194,3
9	-2,00	-50,19	-35,57	194,3
9	-2,75	-82,46	-50,67	172,3
10	-2,75	-82,46	-50,67	172,3
10	-3,50	-126,39	-66,63	150,7
11	-3,50	-126,39	-66,63	150,7
11	-3,92	-156,42	-76,39	138,9
12	-3,92	-156,42	-76,38	138,9
12	-4,46	-200,42	-84,54	124,0
13	-4,46	-200,42	-84,54	124,0
13	-5,00	-248,38	-92,39	109,5
14	-5,00	-248,38	-92,38	109,5
14	-5,78	-323,02	-94,84	89,8
15	-5,78	-323,01	-94,81	89,8
15	-6,56	-393,27	-82,74	71,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-393,27	-82,71	71,6
16	-7,33	-449,15	-59,36	55,3
17	-7,33	-449,15	-59,31	55,3
17	-8,11	-482,54	-25,42	41,1
18	-8,11	-482,54	-25,39	41,1
18	-8,89	**-487,87**	11,31	29,3
19	-8,89	**-487,87**	11,34	29,3
19	-9,67	-465,23	46,75	19,8
20	-9,67	-465,24	46,77	19,8
20	-10,44	-415,00	80,77	12,5
21	-10,44	-415,00	80,78	12,5
21	-11,22	-342,87	102,74	7,3
22	-11,22	-342,87	102,78	7,3
22	-12,00	-258,20	**112,21**	3,6
23	-12,00	-258,20	112,20	3,6
23	-12,50	-202,32	110,48	2,0
24	-12,50	-202,32	110,48	2,0
24	-13,00	-149,29	101,47	0,7
25	-13,00	-149,29	101,45	0,7
25	-13,67	-83,17	92,76	-0,5
26	-13,67	-83,17	92,74	-0,5
26	-14,33	-30,35	62,61	-1,4
27	-14,33	-30,35	62,55	-1,4
27	-15,00	-2,82	18,51	-2,2
28	-15,00	-2,82	18,51	-2,2
28	-15,30	0,00	0,00	-2,5
Max		**-487,87**	**112,21**	**274,6**
Max, minor nodes incl.		-489,15	112,27	274,6

17.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



17.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,39	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,51	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,48	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,49	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,87	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	13,49	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	18,42	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	16,86	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	18,37	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	18,15	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	19,34	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	20,45	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	21,02	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	23,99	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	24,68	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	23,96	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	24,50	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	22,30	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	25,90	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	24,77	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	28,07	62,06	A		57,02	59,56	3	97
16	-6,56	27,06	62,06	A		53,31	59,56	3	99
16	-7,33	30,16	69,83	A		68,89	67,33	3	87
17	-7,33	25,31	69,83	A		66,79	67,33	3	88
17	-8,11	27,85	77,61	A		76,93	75,11	2	76
18	-8,11	24,76	77,61	A		76,11	75,11	2	77
18	-8,89	26,99	85,39	A		75,36	82,89	2	61
19	-8,89	26,09	85,39	A		74,72	82,89	2	62
19	-9,67	28,23	93,17	A		76,00	90,67	2	52
20	-9,67	25,87	93,17	A		75,47	90,67	2	53
20	-10,44	27,81	100,94	A		65,86	98,44	1	39
21	-10,44	27,14	100,94	A		65,86	98,44	1	40
21	-11,22	29,04	108,72	A		52,73	106,22	1	28
22	-11,22	28,18	108,72	A		52,73	106,22	1	28
22	-12,00	40,55	116,50	1		44,94	114,00	1	21
23	-12,00	40,58	116,50	1		44,94	114,00	1	20
23	-12,50	47,08	121,50	1		41,32	119,00	1	18
24	-12,50	57,55	121,50	1		43,21	119,00	1	32
24	-13,00	72,64	105,50	1		56,13	103,00	1	31
25	-13,00	44,84	105,50	1		54,06	103,00	1	12
25	-13,67	66,48	112,17	1	11	38,26	109,67	1	
26	-13,67	66,48	112,17	1	10	38,26	109,67	1	
26	-14,33	83,38	118,83	1	12	27,20	116,33	1	
27	-14,33	83,40	118,83	1	11	27,20	116,33	1	
27	-15,00	98,47	125,50	1	13	28,24	123,00	A	
28	-15,00	93,85	125,50	1	16	37,82	123,00	1	
28	-15,30	98,42	128,50	1	16	36,06	126,00	1	

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

17.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	502,0	555,1
Water	1064,0	1026,9
Total	1565,9	1582,0

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	555,09 kN
Percentage mobilized resistance	26,9 %

17.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-124,76
Vertical force passive	151,47
Resulting vertical force (no dead weight)	26,71
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-124,76
Vertical force passive	151,47
Resulting vertical force (no dead weight)	26,71
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

17.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-54,96	-5,00	Wadafzettingen...	118,28
-12,00	Hydrobiaklei	-6,27	-12,00	Hydrobiaklei	6,14
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-50,30	-13,00	Eerste Zandlaag	23,88
-15,00	Allerod	-8,24	-15,00	Allerod	3,17
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

18 Step 6.4 Stage 4: Bovenbelasting

18.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

18.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond +...	0,40	16,20	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable

18.2 Input Data Left

18.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

18.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

18.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

18.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

18.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

18.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
A 2m	2,01	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	4,00	5,00		
	4,01	20,00		
	6,50	20,00		
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

18.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,29	1,40	4,00
2	-0,57	4,6	62,5	0,29	1,38	3,99
3	-0,95	5,7	77,6	0,28	1,23	3,86
4	-1,65	15,9	239,7	0,55	1,01	8,31
5	-2,38	17,6	278,6	0,51	0,94	7,99
6	-3,13	18,8	35,8	0,50	0,84	0,95
7	-3,71	20,7	44,4	0,53	0,77	1,13
8	-4,19	24,4	57,4	0,60	0,73	1,42
9	-4,73	24,2	81,3	0,59	0,69	1,97
10	-5,39	24,1	137,0	0,53	0,60	3,03
11	-6,17	26,4	199,9	0,51	0,57	3,86
12	-6,94	28,6	241,0	0,49	0,56	4,14
13	-7,72	26,6	228,7	0,41	0,55	3,55
14	-8,50	25,9	239,1	0,37	0,54	3,39
15	-9,28	27,2	261,2	0,35	0,54	3,41
16	-10,06	26,8	283,4	0,32	0,54	3,43
17	-10,83	28,1	305,6	0,32	0,54	3,45
18	-11,61	29,1	327,8	0,31	0,54	3,47
19	-12,25	25,3	356,6	0,26	0,54	3,61
20	-12,75	43,9	246,8	0,40	0,61	2,23
21	-13,33	31,3	604,5	0,25	0,48	4,85
22	-14,00	31,3	677,0	0,24	0,48	5,19
23	-14,67	31,9	754,8	0,23	0,48	5,54
24	-15,15	37,9	601,1	0,27	0,54	4,28

18.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	62,25
Wadafzettingen, zandh.	200,33
Hydrobiaklei	26,41
Basisveen	34,31
Eerste Zandlaag	147,51
Allerod	22,63
Tweede Zandlaag	0,00

18.5 Input Data Right

18.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

18.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

18.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

18.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle	Delta friction angle*	
			phi	Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

18.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

18.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	423,86
Hydrobiaklei	17,07
Basisveen	23,07
Eerste Zandlaag	67,82
Allerod	17,29
Tweede Zandlaag	0,00

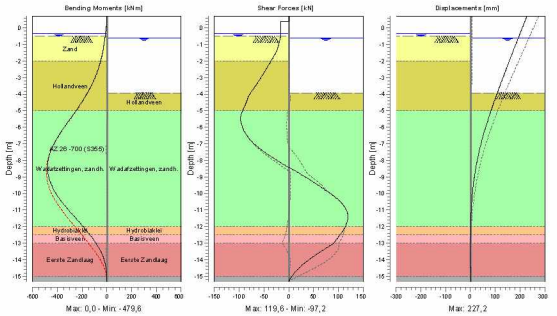
18.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

18.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



18.8.2 Moments, Forces and Displacements

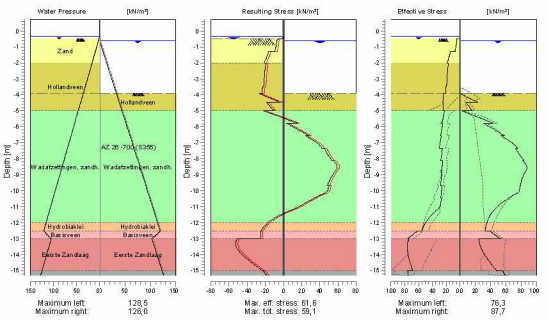
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**227,2**
1	0,40	0,00	0,00	219,3
2	0,40	0,00	-16,20	219,3
2	-0,35	-12,15	-16,20	199,6
3	-0,35	-12,15	-16,20	199,6
3	-0,40	-12,96	-16,21	198,3
4	-0,40	-12,96	-16,21	198,3
4	-0,50	-14,59	-16,31	195,7
5	-0,50	-14,59	-16,31	195,7
5	-0,55	-15,41	-16,60	194,4
6	-0,55	-15,41	-16,60	194,4
6	-0,60	-16,25	-16,94	193,1
7	-0,60	-16,25	-16,94	193,1
7	-1,30	-30,01	-22,66	174,8
8	-1,30	-30,01	-22,66	174,8
8	-2,00	-50,19	-35,57	156,6
9	-2,00	-50,19	-35,57	156,6
9	-2,75	-82,46	-50,67	137,4
10	-2,75	-82,46	-50,67	137,4
10	-3,50	-126,39	-66,63	118,5
11	-3,50	-126,39	-66,63	118,5
11	-3,92	-156,42	-76,39	108,2
12	-3,92	-156,42	-76,38	108,2
12	-4,46	-200,42	-84,54	95,2
13	-4,46	-200,42	-84,54	95,2
13	-5,00	-248,38	-92,39	82,7
14	-5,00	-248,38	-92,38	82,7
14	-5,78	-323,02	-94,84	65,8
15	-5,78	-323,01	-94,81	65,8
15	-6,56	-393,26	-82,61	50,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-393,26	-82,59	50,4
16	-7,33	-447,99	-55,66	36,9
17	-7,33	-447,99	-55,60	36,9
17	-8,11	**-476,88**	-17,64	25,6
18	-8,11	**-476,88**	-17,61	25,6
18	-8,89	-473,21	27,07	16,5
19	-8,89	-473,20	27,13	16,5
19	-9,67	-436,16	67,20	9,7
20	-9,67	-436,18	67,23	9,7
20	-10,44	-369,43	102,21	5,1
21	-10,44	-369,42	102,25	5,1
21	-11,22	-282,13	118,95	2,1
22	-11,22	-282,11	**118,97**	2,1
22	-12,00	-190,32	113,96	0,6
23	-12,00	-190,32	113,93	0,6
23	-12,50	-135,85	103,33	0,1
24	-12,50	-135,85	103,33	0,1
24	-13,00	-87,31	90,83	-0,1
25	-13,00	-87,31	90,81	-0,1
25	-13,67	-38,31	56,28	-0,2
26	-13,67	-38,32	56,25	-0,2
26	-14,33	-11,18	26,51	0,0
27	-14,33	-11,18	26,50	0,0
27	-15,00	-0,88	6,09	0,1
28	-15,00	-0,88	6,09	0,1
28	-15,30	0,00	0,00	0,2
Max		**-476,88**	**118,97**	**227,2**
Max, minor nodes incl.		-479,64	119,58	227,2

18.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



18.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,39	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,51	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,48	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,49	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,87	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	13,49	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	18,42	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	16,86	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	18,37	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	18,15	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	19,34	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	20,45	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	21,02	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	23,99	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	24,68	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	23,96	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	24,50	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	22,30	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	25,90	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	24,77	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	28,07	62,06	A		58,67	59,56	P	
16	-6,56	27,06	62,06	A		53,65	59,56	P	
16	-7,33	30,16	69,83	A		75,02	67,33	3	95
17	-7,33	25,31	69,83	A		72,92	67,33	3	96
17	-8,11	27,85	77,61	A		83,74	75,11	3	83
18	-8,11	24,76	77,61	A		82,15	75,11	3	83
18	-8,89	26,99	85,39	A		84,57	82,89	2	69
19	-8,89	26,09	85,39	A		83,93	82,89	2	69
19	-9,67	28,23	93,17	A		79,14	90,67	2	55
20	-9,67	25,87	93,17	A		78,61	90,67	2	55
20	-10,44	27,81	100,94	A		63,66	98,44	1	38
21	-10,44	27,14	100,94	A		63,66	98,44	1	38
21	-11,22	34,47	108,72	1		44,13	106,22	1	23
22	-11,22	34,51	108,72	1		44,13	106,22	1	23
22	-12,00	50,04	116,50	1		35,46	114,00	1	17
23	-12,00	50,07	116,50	1		35,46	114,00	1	16
23	-12,50	55,17	121,50	1	15	33,23	119,00	1	
24	-12,50	61,59	121,50	1	28	39,17	119,00	1	
24	-13,00	75,51	105,50	1	28	53,26	103,00	1	
25	-13,00	73,57	105,50	1	12	25,33	103,00	1	
25	-13,67	76,16	112,17	1	12	28,58	109,67	1	
26	-13,67	76,16	112,17	1	12	28,58	109,67	1	
26	-14,33	73,11	118,83	1	11	37,47	116,33	1	
27	-14,33	73,13	118,83	1	10	37,47	116,33	1	
27	-15,00	68,41	125,50	1	9	48,03	123,00	1	
28	-15,00	75,81	125,50	1	13	55,86	123,00	1	
28	-15,30	75,06	128,50	1		59,42	126,00	1	15

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

18.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	509,0	562,0
Water	1064,0	1026,9
Total	1573,0	1588,9

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	562,03 kN
Percentage mobilized resistance	27,3 %

18.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-126,23
Vertical force passive	153,81
Resulting vertical force (no dead weight)	27,58
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-126,23
Vertical force passive	153,81
Resulting vertical force (no dead weight)	27,58
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

18.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-57,18	-5,00	Wadafzettingen...	120,99
-12,00	Hydrobiaklei	-7,54	-12,00	Hydrobiaklei	4,87
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-50,05	-13,00	Eerste Zandlaag	23,01
-15,00	Allerod	-6,47	-15,00	Allerod	4,94
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

19 Step 6.5 Stage 4: Bovenbelasting

19.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

19.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond +...	0,40	12,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable

19.2 Input Data Left

19.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

19.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

19.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

19.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

19.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

19.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
A 2m	2,01	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	4,00	5,00		
	4,01	20,00		
	6,50	20,00		
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

19.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-0,53	3,8	78,7	0,25	1,40	5,21
2	-0,91	4,8	100,9	0,24	1,24	5,14
3	-1,64	9,5	532,1	0,33	1,00	18,53
4	-2,38	16,9	107,5	0,49	0,93	3,08
5	-3,13	14,1	26,3	0,37	0,70	0,70
6	-3,88	19,0	53,1	0,48	0,75	1,33
7	-4,63	21,8	94,5	0,53	0,69	2,28
8	-5,39	21,6	171,8	0,47	0,59	3,78
9	-6,17	23,6	262,7	0,45	0,55	5,04
10	-6,94	26,8	309,4	0,46	0,53	5,29
11	-7,72	24,5	274,7	0,38	0,52	4,24
12	-8,50	23,5	301,2	0,33	0,51	4,25
13	-9,28	24,4	329,0	0,32	0,51	4,28
14	-10,06	24,3	356,7	0,29	0,50	4,30
15	-10,83	24,6	384,4	0,28	0,50	4,32
16	-11,61	26,1	412,2	0,28	0,50	4,34
17	-12,25	21,8	449,5	0,22	0,50	4,54
18	-12,75	38,5	285,9	0,35	0,58	2,57
19	-13,33	27,4	668,3	0,22	0,44	5,35
20	-14,00	27,8	755,6	0,21	0,44	5,78
21	-14,67	27,8	854,7	0,20	0,44	6,26
22	-15,15	32,1	746,2	0,23	0,50	5,30

19.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	53,81
Wadafzettingen, zandh.	198,41
Hydrobiaklei	23,94
Basisveen	31,77
Eerste Zandlaag	109,02
Allerod	20,55
Tweede Zandlaag	0,00

19.5 Input Data Right

19.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

19.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

19.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

19.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

19.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

19.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

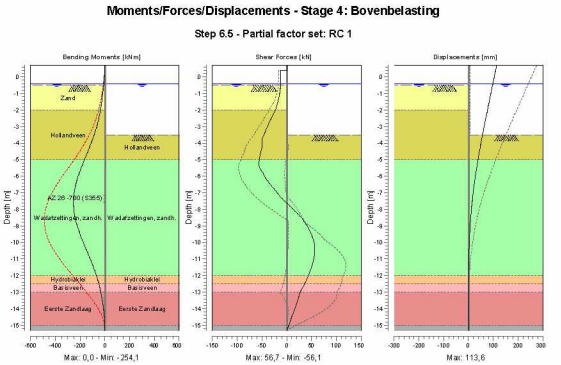
19.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	21,55
Wadafzettingen, zandh.	296,52
Hydrobiaklei	16,54
Basisveen	22,57
Eerste Zandlaag	86,44
Allerod	16,27
Tweede Zandlaag	0,00

19.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

19.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



19.8.2 Moments, Forces and Displacements

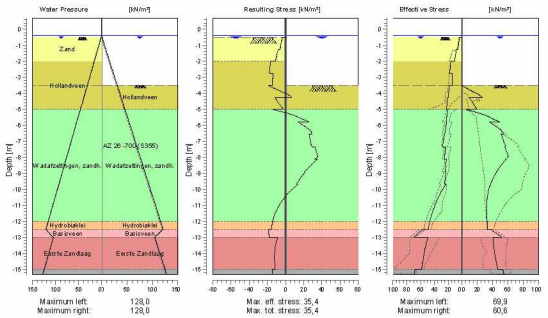
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**113,6**
1	0,40	0,00	0,00	109,4
2	0,40	0,00	-12,00	109,4
2	0,00	-4,80	-12,00	103,9
3	0,00	-4,80	-12,00	103,9
3	-0,40	-9,60	-12,00	98,4
4	-0,40	-9,60	-12,00	98,4
4	-0,50	-10,80	-12,00	97,0
5	-0,50	-10,80	-12,00	97,0
5	-0,55	-11,40	-12,17	96,3
6	-0,55	-11,40	-12,17	96,3
6	-1,27	-21,40	-15,67	86,3
7	-1,27	-21,40	-15,67	86,3
7	-2,00	-35,12	-22,55	76,4
8	-2,00	-35,12	-22,55	76,4
8	-2,75	-56,73	-35,25	66,3
9	-2,75	-56,73	-35,25	66,3
9	-3,50	-87,09	-45,82	56,5
10	-3,50	-87,09	-45,82	56,5
10	-4,25	-124,11	-49,59	47,1
11	-4,25	-124,11	-49,57	47,1
11	-5,00	-163,66	-54,79	38,2
12	-5,00	-163,67	-54,76	38,2
12	-5,78	-205,73	-48,40	29,8
13	-5,78	-205,72	-48,37	29,8
13	-6,56	-237,23	-30,50	22,3
14	-6,56	-237,23	-30,47	22,3
14	-7,33	**-252,80**	-9,19	16,0
15	-7,33	**-252,80**	-9,13	16,0
15	-8,11	-249,75	17,20	10,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-8,11	-249,74	17,21	10,9
16	-8,89	-227,30	38,66	7,0
17	-8,89	-227,29	38,69	7,0
17	-9,67	-191,66	51,69	4,2
18	-9,67	-191,66	51,69	4,2
18	-10,44	-148,79	**56,66**	2,4
19	-10,44	-148,79	56,64	2,4
19	-11,22	-105,84	52,66	1,2
20	-11,22	-105,84	52,65	1,2
20	-12,00	-68,22	43,47	0,6
21	-12,00	-68,22	43,47	0,6
21	-12,50	-48,30	36,08	0,3
22	-12,50	-48,30	36,07	0,3
22	-13,00	-32,58	26,87	0,2
23	-13,00	-32,58	26,86	0,2
23	-13,67	-16,84	20,02	0,1
24	-13,67	-16,84	20,02	0,1
24	-14,33	-6,10	12,14	0,1
25	-14,33	-6,10	12,14	0,1
25	-15,00	-0,64	4,28	0,1
26	-15,00	-0,64	4,28	0,1
26	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**-252,80**	**56,66**	**113,6**
Max, minor nodes incl.		-254,05	56,66	113,6

19.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



19.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,34	1,00	A		0,00	1,00	-	
5	-0,55	3,91	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-0,55	3,77	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-1,27	5,90	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-1,27	7,97	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-2,00	11,03	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,00	16,18	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,75	17,65	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-2,75	13,62	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-3,50	14,53	31,00	A		0,00	31,00	-	
10	-3,50	18,50	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	19,38	38,50	A		26,38	38,50	3	93
11	-4,25	21,39	38,50	A		9,89	38,50	P	
11	-5,00	22,10	46,00	A		19,55	46,00	3	99
12	-5,00	19,94	46,00	A		6,43	46,00	P	
12	-5,78	23,16	53,78	A		48,93	53,78	3	83
13	-5,78	22,12	53,78	A		35,64	53,78	3	89
13	-6,56	25,07	61,56	A		53,98	61,56	2	71
14	-6,56	25,39	61,56	A		51,38	61,56	2	74
14	-7,33	28,29	69,33	A		57,25	69,33	2	56
15	-7,33	23,33	69,33	A		55,67	69,33	2	57
15	-8,11	25,68	77,11	A		57,58	77,11	1	45
16	-8,11	22,52	77,11	A		57,58	77,11	1	46
16	-8,89	24,54	84,89	A		45,38	84,89	1	29
17	-8,89	23,46	84,89	A		45,38	84,89	1	30
17	-9,67	25,37	92,67	A		37,54	92,67	1	21
18	-9,67	23,46	92,67	A		37,54	92,67	1	21
18	-10,44	33,80	100,44	1		33,39	100,44	1	16
19	-10,44	33,66	100,44	1		33,39	100,44	1	16
19	-11,22	41,29	108,22	1		32,11	108,22	1	13
20	-11,22	41,23	108,22	1		32,11	108,22	1	14
20	-12,00	46,80	116,00	1		32,88	116,00	1	12
21	-12,00	46,76	116,00	1		32,88	116,00	1	12
21	-12,50	48,92	121,00	1		33,37	121,00	1	11
22	-12,50	57,17	121,00	1		38,31	121,00	1	25
22	-13,00	69,90	105,00	1		52,00	105,00	1	25
23	-13,00	49,18	105,00	1		40,70	105,00	1	8
23	-13,67	53,33	111,67	1		41,84	111,67	1	8
24	-13,67	53,25	111,67	1		41,84	111,67	1	8
24	-14,33	56,17	118,33	1		44,19	118,33	1	8
25	-14,33	56,12	118,33	1		44,19	118,33	1	8
25	-15,00	58,57	125,00	1		47,01	125,00	1	8
26	-15,00	67,91	125,00	1		53,53	125,00	1	11
26	-15,30	69,10	128,00	1		54,92	128,00	1	11

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

19.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	448,1	459,9
Water	1056,5	1056,5
Total	1504,6	1516,4

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	459,90 kN
Percentage mobilized resistance	18,6 %

19.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-124,61
Vertical force passive	140,19
Resulting vertical force (no dead weight)	15,58
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-124,61
Vertical force passive	140,19
Resulting vertical force (no dead weight)	15,58
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

19.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-64,47	-5,00	Wadafzettingen...	96,34
-12,00	Hydrobiaklei	-7,78	-12,00	Hydrobiaklei	5,38
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-41,85	-13,00	Eerste Zandlaag	33,18
-15,00	Allerod	-6,68	-15,00	Allerod	5,29
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

End of Report

Report for D-Sheet Piling 19.3

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	CRUX Engineering B.V.
Date of report:	27-8-2020
Time of report:	16:55:53
Report with version:	19.3.2.28346
Date of calculation:	7/29/2020
Time of calculation:	4:09:33 PM
Calculated with version:	19.3.2.28346
File name:	20332 - 25

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 8
2.1 Overview per Stage and Test 8
2.2 Warnings 8
2.3 CUR Verification Steps 9
3 Input Data for all Stages 10
3.1 General Input Data 10
3.2 Sheet Piling Properties 10
3.2.1 General Properties 10
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 10
3.2.3 Maximum Allowable Moments 10
3.2.4 Properties for Vertical Balance 10
3.3 Calculation Options 10
4 Outline Stage 1: Huidig 14
5 Step 6.3 Stage 1: Huidig 15
5.1 General Input Data 15
5.2 Input Data Left 15
5.2.1 Calculation Method 15
5.2.2 Water Level 15
5.2.3 Surface 15
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 15
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 16
5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 16
5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 17
5.5 Input Data Right 17
5.5.1 Calculation Method 17
5.5.2 Water Level 17
5.5.3 Surface 17
5.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 17
5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 18
5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 18
5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 19
5.8 Calculation Results 19
5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
5.8.2 Moments, Forces and Displacements 19
5.8.3 Charts of Stresses 21
5.8.4 Stresses 21
5.8.5 Percentage Mobilized Resistance 22
5.8.6 Vertical Force Balance 22
5.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 23
6 Step 6.4 Stage 1: Huidig 24
6.1 General Input Data 24
6.2 Input Data Left 24
6.2.1 Calculation Method 24
6.2.2 Water Level 24
6.2.3 Surface 24
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 24
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 25
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 25
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 26
6.5 Input Data Right 26
6.5.1 Calculation Method 26
6.5.2 Water Level 26
6.5.3 Surface 26
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 26
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 27
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 27
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 28
6.8 Calculation Results 28
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 28
6.8.2 Moments, Forces and Displacements 28
6.8.3 Charts of Stresses 30
6.8.4 Stresses 30

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance 31
6.8.6 Vertical Force Balance 31
6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 32
7 Step 6.5 Stage 1: Huidig 33
7.1 General Input Data 33
7.2 Input Data Left 33
7.2.1 Calculation Method 33
7.2.2 Water Level 33
7.2.3 Surface 33
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 33
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 34
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 34
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 35
7.5 Input Data Right 35
7.5.1 Calculation Method 35
7.5.2 Water Level 35
7.5.3 Surface 35
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 35
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 36
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 36
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 37
7.8 Calculation Results 37
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 37
7.8.2 Moments, Forces and Displacements 37
7.8.3 Charts of Stresses 39
7.8.4 Stresses 39
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance 40
7.8.6 Vertical Force Balance 40
7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 41
8 Outline Stage 2: Aanvulling zand 42
9 Step 6.3 Stage 2: Aanvulling zand 43
9.1 General Input Data 43
9.2 Input Data Left 43
9.2.1 Calculation Method 43
9.2.2 Water Level 43
9.2.3 Surface 43
9.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 43
9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 44
9.2.6 Surcharge Loads 44
9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 44
9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 45
9.5 Input Data Right 45
9.5.1 Calculation Method 45
9.5.2 Water Level 45
9.5.3 Surface 45
9.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 45
9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 46
9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 46
9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 47
9.8 Calculation Results 47
9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 47
9.8.2 Moments, Forces and Displacements 48
9.8.3 Charts of Stresses 49
9.8.4 Stresses 49
9.8.5 Percentage Mobilized Resistance 50
9.8.6 Vertical Force Balance 50
9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 51
10 Step 6.4 Stage 2: Aanvulling zand 52
10.1 General Input Data 52
10.2 Input Data Left 52
10.2.1 Calculation Method 52
10.2.2 Water Level 52
10.2.3 Surface 52
10.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 52
10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 53
10.2.6 Surcharge Loads 53

10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 53
10.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 54
10.5 Input Data Right 54
10.5.1 Calculation Method 54
10.5.2 Water Level 54
10.5.3 Surface 54
10.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 54
10.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 55
10.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 55
10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 56
10.8 Calculation Results 56
10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 56
10.8.2 Moments, Forces and Displacements 57
10.8.3 Charts of Stresses 58
10.8.4 Stresses 58
10.8.5 Percentage Mobilized Resistance 59
10.8.6 Vertical Force Balance 59
10.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 60
11 Step 6.5 Stage 2: Aanvulling zand 61
11.1 General Input Data 61
11.2 Input Data Left 61
11.2.1 Calculation Method 61
11.2.2 Water Level 61
11.2.3 Surface 61
11.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 61
11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 62
11.2.6 Surcharge Loads 62
11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 62
11.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 63
11.5 Input Data Right 63
11.5.1 Calculation Method 63
11.5.2 Water Level 63
11.5.3 Surface 63
11.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 63
11.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 64
11.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 64
11.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 65
11.8 Calculation Results 65
11.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 65
11.8.2 Moments, Forces and Displacements 66
11.8.3 Charts of Stresses 67
11.8.4 Stresses 67
11.8.5 Percentage Mobilized Resistance 68
11.8.6 Vertical Force Balance 68
11.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 69
12 Outline Stage 3: Stempel kade - GROND 70
13 Step 6.3 Stage 3: Stempel kade - GROND 71
13.1 General Input Data 71
13.1.1 Horizontal Loads 71
13.2 Input Data Left 71
13.2.1 Calculation Method 71
13.2.2 Water Level 71
13.2.3 Surface 71
13.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 71
13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 72
13.2.6 Surcharge Loads 72
13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 72
13.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 73
13.5 Input Data Right 73
13.5.1 Calculation Method 73
13.5.2 Water Level 73
13.5.3 Surface 73
13.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 73
13.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 74
13.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 75
13.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 75

13.8 Calculation Results 75
13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 76
13.8.2 Moments, Forces and Displacements 76
13.8.3 Charts of Stresses 77
13.8.4 Stresses 78
13.8.5 Percentage Mobilized Resistance 79
13.8.6 Vertical Force Balance 79
13.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 79
14 Step 6.4 Stage 3: Stempel kade - GROND 80
14.1 General Input Data 80
14.1.1 Horizontal Loads 80
14.2 Input Data Left 80
14.2.1 Calculation Method 80
14.2.2 Water Level 80
14.2.3 Surface 80
14.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 80
14.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 81
14.2.6 Surcharge Loads 81
14.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 81
14.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 82
14.5 Input Data Right 82
14.5.1 Calculation Method 82
14.5.2 Water Level 82
14.5.3 Surface 82
14.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 82
14.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 83
14.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 84
14.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 84
14.8 Calculation Results 84
14.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 85
14.8.2 Moments, Forces and Displacements 85
14.8.3 Charts of Stresses 86
14.8.4 Stresses 87
14.8.5 Percentage Mobilized Resistance 88
14.8.6 Vertical Force Balance 88
14.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 88
15 Step 6.5 Stage 3: Stempel kade - GROND 89
15.1 General Input Data 89
15.1.1 Horizontal Loads 89
15.2 Input Data Left 89
15.2.1 Calculation Method 89
15.2.2 Water Level 89
15.2.3 Surface 89
15.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 89
15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 90
15.2.6 Surcharge Loads 90
15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 90
15.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 91
15.5 Input Data Right 91
15.5.1 Calculation Method 91
15.5.2 Water Level 91
15.5.3 Surface 91
15.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 91
15.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 92
15.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 93
15.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 93
15.8 Calculation Results 93
15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 94
15.8.2 Moments, Forces and Displacements 94
15.8.3 Charts of Stresses 95
15.8.4 Stresses 95
15.8.5 Percentage Mobilized Resistance 96
15.8.6 Vertical Force Balance 97
15.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 97
16 Outline Stage 4: Bovenbelasting 98
17 Step 6.3 Stage 4: Bovenbelasting 99

17.1 General Input Data 99
17.1.1 Horizontal Loads 99
17.2 Input Data Left 99
17.2.1 Calculation Method 99
17.2.2 Water Level 99
17.2.3 Surface 99
17.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 99
17.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 100
17.2.6 Surcharge Loads 100
17.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 101
17.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 101
17.5 Input Data Right 101
17.5.1 Calculation Method 101
17.5.2 Water Level 101
17.5.3 Surface 101
17.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 101
17.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 102
17.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 103
17.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 103
17.8 Calculation Results 103
17.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 104
17.8.2 Moments, Forces and Displacements 104
17.8.3 Charts of Stresses 105
17.8.4 Stresses 106
17.8.5 Percentage Mobilized Resistance 107
17.8.6 Vertical Force Balance 107
17.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 107
18 Step 6.4 Stage 4: Bovenbelasting 108
18.1 General Input Data 108
18.1.1 Horizontal Loads 108
18.2 Input Data Left 108
18.2.1 Calculation Method 108
18.2.2 Water Level 108
18.2.3 Surface 108
18.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 108
18.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 109
18.2.6 Surcharge Loads 109
18.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 110
18.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 110
18.5 Input Data Right 110
18.5.1 Calculation Method 110
18.5.2 Water Level 110
18.5.3 Surface 110
18.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 110
18.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 111
18.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 112
18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 112
18.8 Calculation Results 112
18.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 113
18.8.2 Moments, Forces and Displacements 113
18.8.3 Charts of Stresses 114
18.8.4 Stresses 115
18.8.5 Percentage Mobilized Resistance 116
18.8.6 Vertical Force Balance 116
18.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 116
19 Step 6.5 Stage 4: Bovenbelasting 117
19.1 General Input Data 117
19.1.1 Horizontal Loads 117
19.2 Input Data Left 117
19.2.1 Calculation Method 117
19.2.2 Water Level 117
19.2.3 Surface 117
19.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 117
19.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 118
19.2.6 Surcharge Loads 118
19.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 119

19.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 119
19.5 Input Data Right 119
19.5.1 Calculation Method 119
19.5.2 Water Level 119
19.5.3 Surface 119
19.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel 119
19.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 120
19.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 121
19.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 121
19.8 Calculation Results 121
19.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 122
19.8.2 Moments, Forces and Displacements 122
19.8.3 Charts of Stresses 123
19.8.4 Stresses 123
19.8.5 Percentage Mobilized Resistance 124
19.8.6 Vertical Force Balance 125
19.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 125

2 Summary

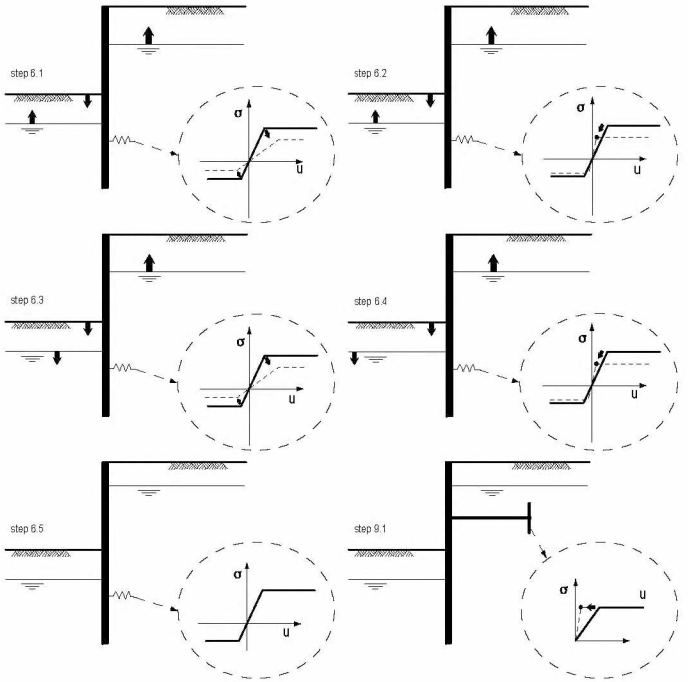
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		-78,32	-24,96	**0,0**	20,4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		-64,36	-21,63	**0,0**	20,5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	6,6	6,38	-13,32	**0,0**	14,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		7,65	-15,98			
2	EC7(NL)-Step 6.3		-279,53	-66,00	**0,0**	23,2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		-265,65	70,51	**0,0**	23,7	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	54,6	-134,35	-35,98	**0,0**	16,4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-161,22	-43,18			
3	EC7(NL)-Step 6.3		-447,71	99,28	**0,0**	24,9	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		-439,03	109,72	**0,0**	25,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	106,1	-251,75	56,90	**0,0**	17,5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-302,10	68,28			
4	EC7(NL)-Step 6.3		**-626,67**	148,30	**0,0**	**28,9**	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4		-618,86	**153,72**	**0,0**	**28,9**	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	**156,0**	-340,58	74,87	**0,0**	19,4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,200		-408,69	89,84			
Max		**156,0**	**-626,67**	**153,72**	**0,0**	**28,9**	Sufficient

2.2 Warnings

* Vertical balance: The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1, 2, 3 & 4 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

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	4
Unit weight of water	10,00 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	16,00 m
Level top side	0,70 m
Number of sections	1
q_b;max	0,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26 -700 (S3...	-15,30	0,70	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 26 -700 (S3...	1,2541E+05	1,00	1,2541E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26 -700 (S3...	923,00	1,00	1,00	1,00	923,00

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 26 -700 (S3...	-15,30	0,70	460,00	1,38	187,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method B: Partial factors (design values) in verified stage only. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Verification of stage	1: Huidig

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
Verification of stage	2: Aanvulling zand
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

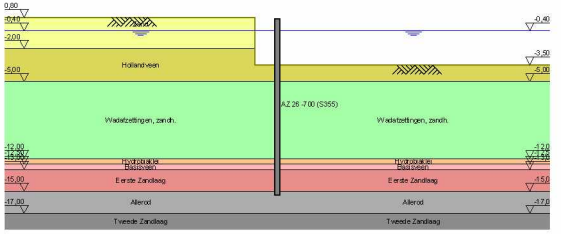
Verification of stage	3: Stempel kade - GROND
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent 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
Verification of stage	4: Bovenbelasting
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.

4 Outline Stage 1: Huidig

Outline - Stage 1: Huidig



5 Step 6.3 Stage 1: Huidig

5.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50
2,00	-3,50
2,01	0,80

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,71	0,0	11,7	0,00	30,91	95,70
2	-4,19	0,0	12,1	0,00	13,08	13,77
3	-4,73	31,9	12,6	10,79	10,79	10,79
4	-5,39	18,8	204,0	1,97	2,42	21,34
5	-6,17	20,2	563,6	1,01	1,42	28,27
6	-6,94	19,1	199,5	0,64	1,07	6,71
7	-7,72	18,1	220,2	0,47	0,90	5,67
8	-8,50	20,5	241,4	0,43	0,80	5,11
9	-9,28	22,8	263,0	0,41	0,74	4,76
10	-10,06	25,1	284,8	0,40	0,70	4,53
11	-10,83	27,4	306,7	0,39	0,67	4,36
12	-11,61	29,7	328,7	0,38	0,64	4,24
13	-12,25	28,2	357,1	0,34	0,63	4,33
14	-12,75	42,1	284,6	0,44	0,68	2,99
15	-13,33	36,0	562,9	0,33	0,54	5,13
16	-14,00	37,8	649,5	0,33	0,54	5,59
17	-14,67	39,9	709,2	0,33	0,53	5,78
18	-15,15	49,9	581,4	0,39	0,58	4,57

5.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	21,74
Wadafzettingen, zandh.	183,93
Hydrobiaklei	23,34
Basisveen	31,46
Eerste Zandlaag	101,67
Allerod	21,71
Tweede Zandlaag	0,00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

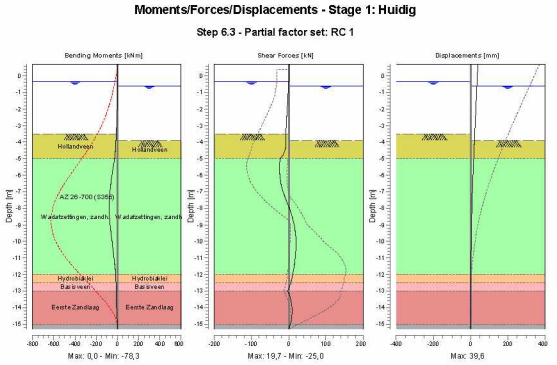
5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	10,35
Wadafzettingen, zandh.	234,60
Hydrobiaklei	19,71
Basisveen	24,79
Eerste Zandlaag	113,56
Allerod	17,82
Tweede Zandlaag	0,00

5.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

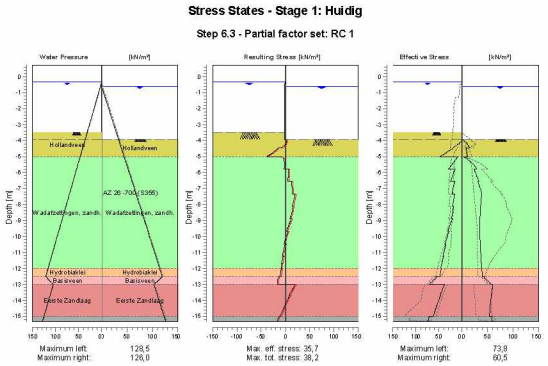


5.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**39,6**
1	0,40	0,00	0,00	38,4
2	0,40	0,00	0,00	38,4
2	-0,35	0,00	0,00	35,3
3	-0,35	0,00	0,00	35,3
3	-0,40	0,00	-0,01	35,1
4	-0,40	0,00	-0,01	35,1
4	-0,50	-0,01	-0,11	34,7
5	-0,50	-0,01	-0,11	34,7
5	-0,55	-0,01	-0,20	34,5
6	-0,55	-0,01	-0,20	34,5
6	-0,60	-0,03	-0,31	34,3
7	-0,60	-0,03	-0,31	34,3
7	-1,30	-0,86	-2,06	31,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	-1,30	-0,86	-2,06	31,5
8	-2,00	-2,91	-3,81	28,6
9	-2,00	-2,91	-3,81	28,6
9	-2,75	-6,48	-5,69	25,6
10	-2,75	-6,48	-5,69	25,6
10	-3,50	-11,44	-7,56	22,6
11	-3,50	-11,44	-7,56	22,6
11	-3,92	-14,84	-8,61	20,9
12	-3,92	-14,84	-8,61	20,9
12	-4,46	-19,48	-9,23	18,8
13	-4,46	-19,48	-9,24	18,8
13	-5,00	-27,51	-22,69	16,8
14	-5,00	-27,51	-22,69	16,8
14	-5,78	-46,27	**-24,96**	13,9
15	-5,78	-46,27	-24,95	13,9
15	-6,56	-63,87	-20,47	11,3
16	-6,56	-63,87	-20,47	11,3
16	-7,33	-75,78	-9,88	9,0
17	-7,33	-75,78	-9,84	9,0
17	-8,11	**-77,95**	3,45	7,1
18	-8,11	**-77,95**	3,46	7,1
18	-8,89	-71,11	13,32	5,5
19	-8,89	-71,11	13,36	5,5
19	-9,67	-58,17	18,64	4,3
20	-9,67	-58,17	18,63	4,3
20	-10,44	-43,07	19,23	3,3
21	-10,44	-43,07	19,23	3,3
21	-11,22	-28,97	16,28	2,5
22	-11,22	-28,97	16,27	2,5
22	-12,00	-18,30	10,57	1,9
23	-12,00	-18,30	10,57	1,9
23	-12,50	-14,18	5,69	1,6
24	-12,50	-14,18	5,69	1,6
24	-13,00	-13,29	-2,24	1,3
25	-13,00	-13,29	-2,24	1,3
25	-13,67	-11,30	6,87	0,9
26	-13,67	-11,30	6,87	0,9
26	-14,33	-5,62	8,96	0,6
27	-14,33	-5,63	8,96	0,6
27	-15,00	-0,72	4,64	0,3
28	-15,00	-0,72	4,64	0,3
28	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**-77,95**	**-24,96**	**39,6**
Max, minor nodes incl.		-78,32	-24,96	39,6

5.8.3 Charts of Stresses



5.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-3,50	0,00	31,50	-		0,00	29,00	-	
11	-3,50	0,00	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	20,13	41,10	3		15,22	38,60	2	65
13	-4,46	19,00	41,10	A		7,80	38,60	3	96
13	-5,00	47,42	46,50	A		11,75	44,00	2	72
14	-5,00	8,64	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	29,09	54,28	A		28,57	51,78	2	66
15	-5,78	14,95	54,28	A		23,91	51,78	2	78

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	25,19	62,06	A		32,92	59,56	2	56
16	-6,56	16,05	62,06	A		31,10	59,56	2	58
16	-7,33	22,12	69,83	A		39,04	67,33	1	49
17	-7,33	16,05	69,83	A		38,37	67,33	2	50
17	-8,11	20,14	77,61	A		36,69	75,11	1	36
18	-8,11	18,67	77,61	A		36,69	75,11	1	37
18	-8,89	24,40	85,39	1		35,49	82,89	1	29
19	-8,89	21,16	85,39	A		35,49	82,89	1	29
19	-9,67	30,74	93,17	1		35,34	90,67	1	24
20	-9,67	28,19	93,17	1		35,34	90,67	1	25
20	-10,44	36,38	100,94	1		36,04	98,44	1	22
21	-10,44	34,34	100,94	1		36,04	98,44	1	22
21	-11,22	41,50	108,72	1		37,39	106,22	1	20
22	-11,22	39,83	108,72	1		37,39	106,22	1	20
22	-12,00	46,28	116,50	1		39,17	114,00	1	19
23	-12,00	45,15	116,50	1		39,17	114,00	1	18
23	-12,50	48,17	121,50	1		39,67	119,00	1	17
24	-12,50	55,08	121,50	1		42,39	119,00	1	32
24	-13,00	70,77	105,50	1		56,77	103,00	1	31
25	-13,00	38,14	105,50	1		60,47	103,00	1	14
25	-13,67	47,50	112,17	1		57,73	109,67	1	12
26	-13,67	46,61	112,17	1		57,73	109,67	1	12
26	-14,33	55,28	118,83	1		55,60	116,33	1	11
27	-14,33	54,49	118,83	1		55,60	116,33	1	11
27	-15,00	62,78	125,50	1		53,77	123,00	1	10
28	-15,00	70,92	125,50	1		59,30	123,00	1	15
28	-15,30	73,81	128,50	1		59,48	126,00	1	15

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	383,9	420,8
Water	1064,0	1026,9
Total	1447,8	1447,7

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	420,83 kN
Percentage mobilized resistance	20,4 %

5.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-99,87
Vertical force passive	116,22
Resulting vertical force (no dead weight)	16,35
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-99,87
Vertical force passive	116,22
Resulting vertical force (no dead weight)	16,35
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

5.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-52,50	-5,00	Wadafzettingen...	66,96
-12,00	Hydrobiaklei	-6,66	-12,00	Hydrobiaklei	5,63
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-34,50	-13,00	Eerste Zandlaag	38,53
-15,00	Allerod	-6,21	-15,00	Allerod	5,09
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

6 Step 6.4 Stage 1: Huidig

6.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50
2,00	-3,50
2,01	0,80

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,71	0,0	11,7	0,00	30,91	95,70
2	-4,19	0,0	12,1	0,00	13,08	13,77
3	-4,73	31,9	12,6	10,79	10,79	10,79
4	-5,39	18,8	204,0	1,97	2,42	21,34
5	-6,17	20,2	563,6	1,01	1,42	28,27
6	-6,94	19,1	199,5	0,64	1,07	6,71
7	-7,72	18,1	220,2	0,47	0,90	5,67
8	-8,50	20,5	241,4	0,43	0,80	5,11
9	-9,28	22,8	263,0	0,41	0,74	4,76
10	-10,06	25,1	284,8	0,40	0,70	4,53
11	-10,83	27,4	306,7	0,39	0,67	4,36
12	-11,61	29,7	328,7	0,38	0,64	4,24
13	-12,25	28,2	357,1	0,34	0,63	4,33
14	-12,75	42,1	284,6	0,44	0,68	2,99
15	-13,33	36,0	562,9	0,33	0,54	5,13
16	-14,00	37,8	649,5	0,33	0,54	5,59
17	-14,67	39,9	709,2	0,33	0,53	5,78
18	-15,15	49,9	581,4	0,39	0,58	4,57

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	20,42
Wadafzettingen, zandh.	189,78
Hydrobiaklei	23,57
Basisveen	31,52
Eerste Zandlaag	99,16
Allerod	21,04
Tweede Zandlaag	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

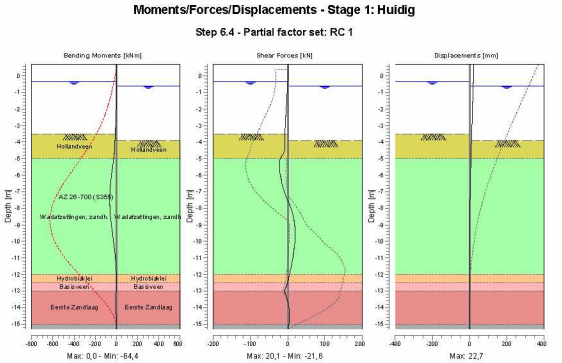
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	11,52
Wadafzettingen, zandh.	232,18
Hydrobiaklei	19,48
Basisveen	24,73
Eerste Zandlaag	116,08
Allerod	18,49
Tweede Zandlaag	0,00

6.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

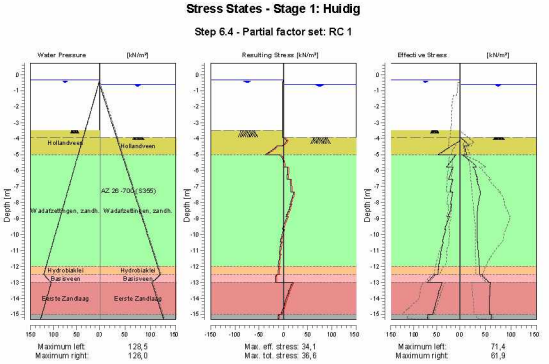


6.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**22,7**
1	0,40	0,00	0,00	21,9
2	0,40	0,00	0,00	21,9
2	-0,35	0,00	0,00	19,9
3	-0,35	0,00	0,00	19,9
3	-0,40	0,00	-0,01	19,8
4	-0,40	0,00	-0,01	19,8
4	-0,50	-0,01	-0,11	19,5
5	-0,50	-0,01	-0,11	19,5
5	-0,55	-0,01	-0,20	19,4
6	-0,55	-0,01	-0,20	19,4
6	-0,60	-0,03	-0,31	19,3
7	-0,60	-0,03	-0,31	19,3
7	-1,30	-0,86	-2,06	17,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	-1,30	-0,86	-2,06	17,4
8	-2,00	-2,91	-3,81	15,5
9	-2,00	-2,91	-3,81	15,5
9	-2,75	-6,48	-5,69	13,6
10	-2,75	-6,48	-5,69	13,6
10	-3,50	-11,44	-7,56	11,6
11	-3,50	-11,44	-7,56	11,6
11	-3,92	-14,84	-8,61	10,5
12	-3,92	-14,84	-8,60	10,5
12	-4,46	-19,10	-7,34	9,2
13	-4,46	-19,10	-7,34	9,2
13	-5,00	-25,97	-20,20	7,9
14	-5,00	-25,97	-20,20	7,9
14	-5,78	-42,56	**-21,45**	6,1
15	-5,78	-42,56	-21,41	6,1
15	-6,56	-56,69	-15,12	4,6
16	-6,56	-56,69	-15,13	4,6
16	-7,33	**-64,04**	-3,64	3,3
17	-7,33	**-64,04**	-3,60	3,3
17	-8,11	-61,16	9,97	2,3
18	-8,11	-61,16	9,98	2,3
18	-8,89	-49,73	18,07	1,6
19	-8,89	-49,73	18,08	1,6
19	-9,67	-34,46	19,87	1,2
20	-9,67	-34,46	19,87	1,2
20	-10,44	-19,71	17,20	0,9
21	-10,44	-19,71	17,19	0,9
21	-11,22	-8,18	11,86	0,7
22	-11,22	-8,18	11,86	0,7
22	-12,00	-1,54	4,77	0,6
23	-12,00	-1,54	4,77	0,6
23	-12,50	-0,45	-0,57	0,5
24	-12,50	-0,45	-0,57	0,5
24	-13,00	-2,73	-8,61	0,4
25	-13,00	-2,73	-8,61	0,4
25	-13,67	-5,08	0,46	0,3
26	-13,67	-5,08	0,46	0,3
26	-14,33	-3,25	4,14	0,2
27	-14,33	-3,25	4,14	0,2
27	-15,00	-0,51	3,30	0,2
28	-15,00	-0,51	3,30	0,2
28	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**-64,04**	**-21,45**	**22,7**
Max, minor nodes incl.		-64,36	-21,63	22,7

6.8.3 Charts of Stresses



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,55	0,00	2,00	-		0,00	0,00	-	
6	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-0,60	0,00	2,50	-		0,00	0,00	-	
7	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-1,30	0,00	9,50	-		0,00	7,00	-	
8	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,00	0,00	16,50	-		0,00	14,00	-	
9	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-2,75	0,00	24,00	-		0,00	21,50	-	
10	-3,50	0,00	31,50	-		0,00	29,00	-	
11	-3,50	0,00	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	0,00	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	18,39	41,10	2		17,70	38,60	2	75
13	-4,46	19,00	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	47,42	46,50	A		13,35	44,00	3	82
14	-5,00	8,64	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	29,09	54,28	A		31,94	51,78	2	74
15	-5,78	14,95	54,28	A		25,06	51,78	3	82

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	25,19	62,06	A		34,68	59,56	2	59
16	-6,56	16,05	62,06	A		32,86	59,56	2	61
16	-7,33	22,12	69,83	A		40,05	67,33	2	50
17	-7,33	16,05	69,83	A		38,93	67,33	2	51
17	-8,11	20,14	77,61	A		35,93	75,11	1	36
18	-8,11	18,67	77,61	A		35,93	75,11	1	36
18	-8,89	26,46	85,39	1		33,42	82,89	1	27
19	-8,89	23,21	85,39	1		33,42	82,89	1	28
19	-9,67	33,02	93,17	1		33,06	90,67	1	23
20	-9,67	30,47	93,17	1		33,06	90,67	1	23
20	-10,44	38,23	100,94	1		34,19	98,44	1	20
21	-10,44	36,19	100,94	1		34,19	98,44	1	21
21	-11,22	42,70	108,72	1		36,19	106,22	1	19
22	-11,22	41,03	108,72	1		36,19	106,22	1	19
22	-12,00	46,88	116,50	1		38,57	114,00	1	18
23	-12,00	45,76	116,50	1		38,57	114,00	1	17
23	-12,50	48,50	121,50	1		39,34	119,00	1	17
24	-12,50	55,25	121,50	1		42,22	119,00	1	32
24	-13,00	70,83	105,50	1		56,71	103,00	1	31
25	-13,00	38,75	105,50	1		59,86	103,00	1	14
25	-13,67	46,95	112,17	1		58,28	109,67	1	12
26	-13,67	46,06	112,17	1		58,28	109,67	1	13
26	-14,33	53,41	118,83	1		57,46	116,33	1	12
27	-14,33	52,63	118,83	1		57,46	116,33	1	12
27	-15,00	59,40	125,50	1		57,15	123,00	1	11
28	-15,00	68,89	125,50	1		61,33	123,00	1	16
28	-15,30	71,36	128,50	1		61,93	126,00	1	16

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	385,5	422,5
Water	1064,0	1026,9
Total	1449,4	1449,4

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	422,48 kN
Percentage mobilized resistance	20,5 %

6.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-100,56
Vertical force passive	116,51
Resulting vertical force (no dead weight)	15,95
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-100,56
Vertical force passive	116,51
Resulting vertical force (no dead weight)	15,95
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-54,17	-5,00	Wadafzettingen...	66,27
-12,00	Hydrobiaklei	-6,73	-12,00	Hydrobiaklei	5,56
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-33,65	-13,00	Eerste Zandlaag	39,39
-15,00	Allerod	-6,01	-15,00	Allerod	5,28
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

7 Step 6.5 Stage 1: Huidig

7.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50
2,00	-3,50
2,01	0,80

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	23,65	49,95
2	-4,63	10,3	14,8	4,17	5,98	5,98
3	-5,39	19,1	775,6	1,98	2,41	80,55
4	-6,17	18,3	210,7	0,91	1,40	10,51
5	-6,94	18,3	249,1	0,61	1,05	8,34
6	-7,72	15,6	276,0	0,40	0,88	7,08
7	-8,50	17,6	303,1	0,37	0,78	6,38
8	-9,28	19,7	330,4	0,35	0,71	5,95
9	-10,06	21,7	357,8	0,34	0,67	5,66
10	-10,83	23,7	385,3	0,34	0,64	5,46
11	-11,61	25,7	412,9	0,33	0,61	5,31
12	-12,25	23,9	450,0	0,29	0,60	5,43
13	-12,75	36,9	340,7	0,39	0,65	3,57
14	-13,33	31,1	622,8	0,28	0,50	5,67
15	-14,00	32,7	739,2	0,28	0,50	6,35
16	-14,67	34,2	794,1	0,28	0,49	6,46
17	-15,15	41,4	709,6	0,32	0,54	5,56

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	13,05
Wadafzettingen, zandh.	188,33
Hydrobiaklei	21,88
Basisveen	30,02
Eerste Zandlaag	89,92
Allerod	20,20
Tweede Zandlaag	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	10,81
Wadafzettingen, zandh.	187,11
Hydrobiaklei	18,52
Basisveen	23,50
Eerste Zandlaag	106,99
Allerod	16,45
Tweede Zandlaag	0,00

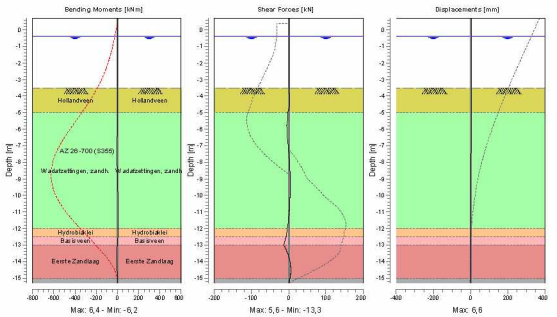
7.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Huidig

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1

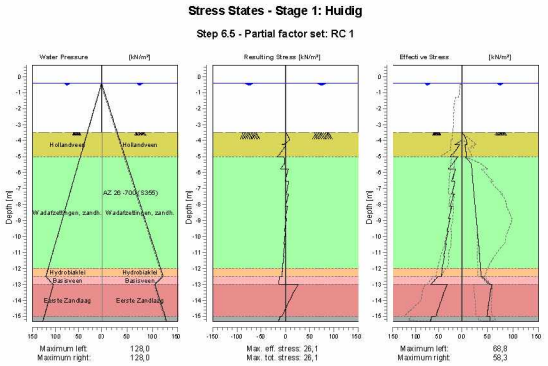


7.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**6,6**
1	0,40	0,00	0,00	6,4
2	0,40	0,00	0,00	6,4
2	0,00	0,00	0,00	6,3
3	0,00	0,00	0,00	6,3
3	-0,40	0,00	0,00	6,1
4	-0,40	0,00	0,00	6,1
4	-0,50	0,00	0,00	6,1
5	-0,50	0,00	0,00	6,1
5	-0,55	0,00	0,00	6,1
6	-0,55	0,00	0,00	6,1
6	-1,27	0,00	0,00	5,8
7	-1,27	0,00	0,00	5,8
7	-2,00	0,00	0,00	5,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
8	-2,00	0,00	0,00	5,5
8	-2,75	0,00	0,00	5,2
9	-2,75	0,00	0,00	5,2
9	-3,50	0,00	0,00	4,9
10	-3,50	0,00	0,00	4,9
10	-4,25	1,25	2,87	4,6
11	-4,25	1,25	2,88	4,6
11	-5,00	2,28	-2,24	4,3
12	-5,00	2,28	-2,23	4,3
12	-5,78	-0,27	-5,19	3,9
13	-5,78	-0,27	-5,18	3,9
13	-6,56	-3,23	-3,38	3,6
14	-6,56	-3,23	-3,38	3,6
14	-7,33	-4,38	-0,26	3,3
15	-7,33	-4,38	-0,25	3,3
15	-8,11	-3,26	2,25	3,0
16	-8,11	-3,26	2,25	3,0
16	-8,89	-0,75	3,54	2,7
17	-8,89	-0,75	3,54	2,7
17	-9,67	2,29	3,70	2,5
18	-9,67	2,29	3,70	2,5
18	-10,44	4,97	2,69	2,2
19	-10,44	4,97	2,69	2,2
19	-11,22	**6,36**	0,38	1,9
20	-11,22	**6,36**	0,38	1,9
20	-12,00	5,35	-3,44	1,5
21	-12,00	5,35	-3,44	1,5
21	-12,50	2,84	-6,80	1,3
22	-12,50	2,84	-6,80	1,3
22	-13,00	-2,16	**-13,32**	1,1
23	-13,00	-2,16	**-13,32**	1,1
23	-13,67	-6,19	-0,19	0,8
24	-13,67	-6,19	-0,19	0,8
24	-14,33	-4,03	5,34	0,5
25	-14,33	-4,03	5,34	0,5
25	-15,00	-0,59	3,75	0,2
26	-15,00	-0,59	3,75	0,2
26	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**6,36**	**-13,32**	**6,6**
Max, minor nodes incl.		6,38	-13,32	6,6

7.8.3 Charts of Stresses



7.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,55	0,00	1,50	-		0,00	1,50	-	
6	-0,55	0,00	1,50	-		0,00	1,50	-	
6	-1,27	0,00	8,75	-		0,00	8,75	-	
7	-1,27	0,00	8,75	-		0,00	8,75	-	
7	-2,00	0,00	16,00	-		0,00	16,00	-	
8	-2,00	0,00	16,00	-		0,00	16,00	-	
8	-2,75	0,00	23,50	-		0,00	23,50	-	
9	-2,75	0,00	23,50	-		0,00	23,50	-	
9	-3,50	0,00	31,00	-		0,00	31,00	-	
10	-3,50	0,00	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	15,73	38,50	1		9,40	38,50	1	33
11	-4,25	5,38	38,50	3		5,83	38,50	2	59
11	-5,00	25,69	46,00	3		9,05	46,00	1	46
12	-5,00	8,78	46,00	A		5,56	46,00	3	87
12	-5,78	29,45	53,78	A		19,52	53,78	1	33
13	-5,78	13,55	53,78	A		19,52	53,78	1	48
13	-6,56	22,82	61,56	A		21,58	61,56	1	28
14	-6,56	15,31	61,56	A		21,58	61,56	1	31
14	-7,33	23,03	69,33	1		23,69	69,33	1	23
15	-7,33	17,08	69,33	1		23,69	69,33	1	24

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-8,11	25,95	77,11	1		25,89	77,11	1	20
16	-8,11	21,58	77,11	1		25,89	77,11	1	21
16	-8,89	29,08	84,89	1		28,14	84,89	1	18
17	-8,89	25,73	84,89	1		28,14	84,89	1	18
17	-9,67	32,39	92,67	1		30,42	92,67	1	17
18	-9,67	29,75	92,67	1		30,42	92,67	1	17
18	-10,44	35,89	100,44	1		32,64	100,44	1	16
19	-10,44	33,76	100,44	1		32,64	100,44	1	16
19	-11,22	39,61	108,22	1		34,77	108,22	1	15
20	-11,22	37,87	108,22	1		34,77	108,22	1	15
20	-12,00	43,55	116,00	1		36,79	116,00	1	14
21	-12,00	42,37	116,00	1		36,79	116,00	1	13
21	-12,50	45,16	121,00	1		37,29	121,00	1	13
22	-12,50	52,54	121,00	1		40,27	121,00	1	26
22	-13,00	67,54	105,00	1		53,75	105,00	1	26
23	-13,00	32,11	105,00	1		58,26	105,00	1	12
23	-13,67	41,53	111,67	1		54,89	111,67	1	10
24	-13,67	40,58	111,67	1		54,89	111,67	1	11
24	-14,33	49,50	118,33	1		51,92	118,33	1	9
25	-14,33	48,65	118,33	1		51,92	118,33	1	9
25	-15,00	57,23	125,00	1		49,24	125,00	1	8
26	-15,00	65,85	125,00	1		54,86	125,00	1	11
26	-15,30	68,78	128,00	1		54,77	128,00	1	11

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	363,4	363,4
Water	1056,5	1056,5
Total	1419,9	1419,9

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	363,38 kN
Percentage mobilized resistance	14,7 %

7.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,38
Vertical force passive	113,23
Resulting vertical force (no dead weight)	3,85
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

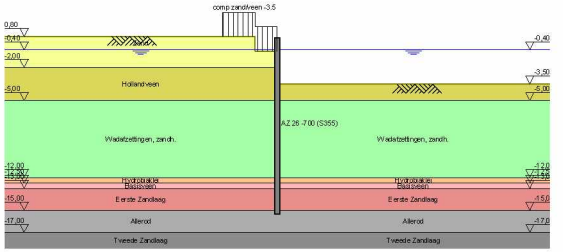
Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,38
Vertical force passive	113,23
Resulting vertical force (no dead weight)	3,85
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-61,19	-5,00	Wadafzettingen...	60,80
-12,00	Hydrobiaklei	-7,11	-12,00	Hydrobiaklei	6,02
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-34,52	-13,00	Eerste Zandlaag	41,07
-15,00	Allerod	-6,56	-15,00	Allerod	5,34
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

8 Outline Stage 2: Aanvulling zand

Outline - Stage 2: Aanvulling zand



9 Step 6.3 Stage 2: Aanvulling zand

9.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

9.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

9.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	175,00
Hydrobiaklei	24,02
Basisveen	32,78
Eerste Zandlaag	121,42
Allerod	23,67
Tweede Zandlaag	0,00

9.5 Input Data Right

9.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

9.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

9.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	313,24
Hydrobiaklei	19,20
Basisveen	24,36
Eerste Zandlaag	93,14
Allerod	16,16
Tweede Zandlaag	0,00

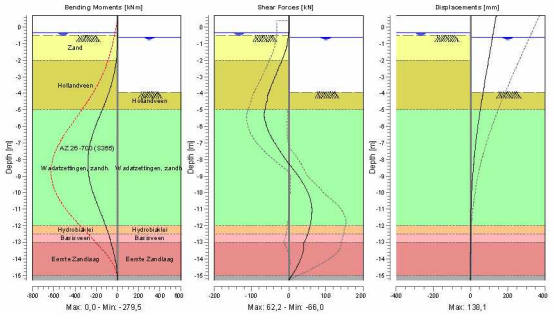
9.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Aanvulling zand

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



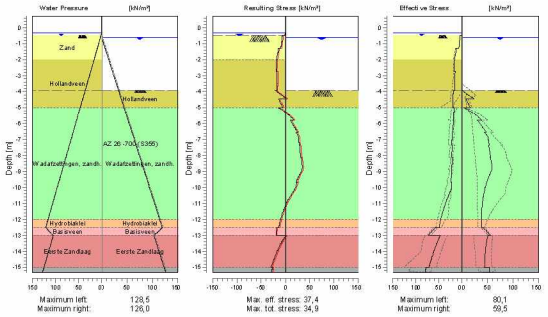
9.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**138,1**
1	0,40	0,00	0,00	133,5
2	0,40	0,00	0,00	133,5
2	-0,35	0,00	0,00	122,0
3	-0,35	0,00	0,00	122,0
3	-0,40	0,00	-0,01	121,2
4	-0,40	0,00	-0,01	121,2
4	-0,50	-0,01	-0,11	119,7
5	-0,50	-0,01	-0,11	119,7
5	-0,55	-0,02	-0,40	119,0
6	-0,55	-0,02	-0,40	119,0
6	-0,60	-0,05	-0,74	118,2
7	-0,60	-0,05	-0,74	118,2
7	-1,30	-2,47	-6,46	107,5
8	-1,30	-2,47	-6,46	107,5
8	-2,00	-10,83	-17,90	96,8
9	-2,00	-10,83	-17,90	96,8
9	-2,75	-29,56	-32,17	85,4
10	-2,75	-29,56	-32,17	85,4
10	-3,50	-58,62	-45,42	74,1
11	-3,50	-58,62	-45,42	74,1
11	-3,92	-79,28	-53,00	67,9
12	-3,92	-79,28	-53,00	67,9
12	-4,46	-109,87	-58,21	60,1
13	-4,46	-109,87	-58,21	60,1
13	-5,00	-142,93	**-63,54**	52,5
14	-5,00	-142,93	-63,53	52,5
14	-5,78	-193,32	-61,71	42,2
15	-5,78	-193,32	-61,70	42,2
15	-6,56	-236,87	-48,35	32,9
16	-6,56	-236,88	-48,34	32,9
16	-7,33	-266,75	-27,71	24,7
17	-7,33	-266,74	-27,70	24,7
17	-8,11	**-279,27**	-4,27	17,7
18	-8,11	**-279,27**	-4,27	17,7
18	-8,89	-272,45	22,05	12,2
19	-8,89	-272,45	22,10	12,2
19	-9,67	-246,25	43,75	7,9
20	-9,67	-246,25	43,76	7,9
20	-10,44	-205,85	58,49	4,8
21	-10,44	-205,85	58,50	4,8
21	-11,22	-158,28	62,11	2,7
22	-11,22	-158,28	62,10	2,7
22	-12,00	-111,41	57,30	1,3
23	-12,00	-111,41	57,30	1,3
23	-12,50	-84,20	51,23	0,7
24	-12,50	-84,20	51,23	0,7
24	-13,00	-60,99	41,56	0,3
25	-13,00	-60,99	41,56	0,3
25	-13,67	-34,19	37,35	0,0
26	-13,67	-34,19	37,34	0,0
26	-14,33	-12,85	25,64	-0,2
27	-14,33	-12,85	25,64	-0,2
27	-15,00	-1,25	8,26	-0,4
28	-15,00	-1,25	8,26	-0,4
28	-15,30	0,00	0,00	-0,5
Max		**-279,27**	**-63,54**	**138,1**
Max, minor nodes incl.		-279,53	-66,00	138,1

9.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: Aanvulling zand

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



9.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		38,73	51,78	3	89
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,39	51,78	3	99

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	20,61	62,06	A		48,01	59,56	3	82
16	-6,56	20,25	62,06	A		44,47	59,56	3	83
16	-7,33	22,79	69,83	A		53,48	67,33	2	67
17	-7,33	20,54	69,83	A		52,35	67,33	2	69
17	-8,11	22,81	77,61	A		56,43	75,11	2	56
18	-8,11	20,47	77,61	A		55,62	75,11	2	56
18	-8,89	22,50	85,39	A		58,54	82,89	1	48
19	-8,89	22,01	85,39	A		58,54	82,89	1	48
19	-9,67	23,98	93,17	A		48,75	90,67	1	34
20	-9,67	21,93	93,17	A		48,75	90,67	1	34
20	-10,44	28,48	100,94	1		42,59	98,44	1	26
21	-10,44	28,36	100,94	1		42,59	98,44	1	26
21	-11,22	38,55	108,72	1		39,46	106,22	1	21
22	-11,22	38,49	108,72	1		39,46	106,22	1	21
22	-12,00	46,34	116,50	1		38,66	114,00	1	18
23	-12,00	46,29	116,50	1		38,66	114,00	1	17
23	-12,50	49,68	121,50	1		38,24	119,00	1	16
24	-12,50	58,35	121,50	1		41,67	119,00	1	31
24	-13,00	72,73	105,50	1		55,81	103,00	1	30
25	-13,00	47,52	105,50	1		50,88	103,00	1	12
25	-13,67	57,26	112,17	1		47,11	109,67	1	10
26	-13,67	57,18	112,17	1		47,11	109,67	1	10
26	-14,33	64,93	118,83	1	9	45,33	116,33	1	
27	-14,33	64,87	118,83	1	9	45,33	116,33	1	
27	-15,00	71,81	125,50	1	10	44,35	123,00	1	
28	-15,00	77,68	125,50	1	15	53,65	123,00	1	
28	-15,30	80,12	128,50	1	15	54,08	126,00	1	

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

9.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	442,0	479,0
Water	1064,0	1026,9
Total	1506,0	1505,9

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	479,02 kN
Percentage mobilized resistance	23,2 %

9.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,29
Vertical force passive	131,11
Resulting vertical force (no dead weight)	21,82
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-109,29
Vertical force passive	131,11
Resulting vertical force (no dead weight)	21,82
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-49,95	-5,00	Wadafzettingen...	89,41
-12,00	Hydrobiaklei	-6,86	-12,00	Hydrobiaklei	5,48
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-41,20	-13,00	Eerste Zandlaag	31,60
-15,00	Allerod	-6,77	-15,00	Allerod	4,62
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

10 Step 6.4 Stage 2: Aanvulling zand

10.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

10.2 Input Data Left

10.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

10.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

10.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

10.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

10.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	188,86
Hydrobiaklei	26,51
Basisveen	33,62
Eerste Zandlaag	116,36
Allerod	20,46
Tweede Zandlaag	0,00

10.5 Input Data Right

10.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

10.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

10.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

10.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

10.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

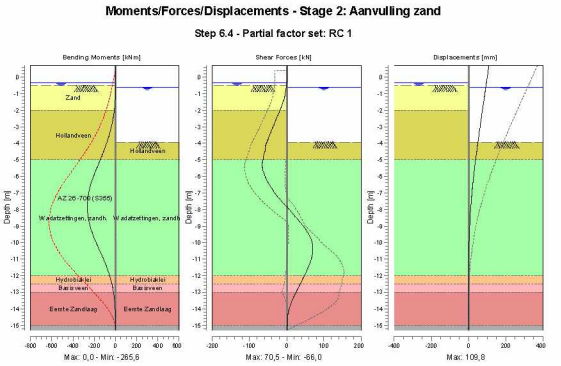
10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	317,19
Hydrobiaklei	16,70
Basisveen	23,53
Eerste Zandlaag	98,19
Allerod	19,36
Tweede Zandlaag	0,00

10.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

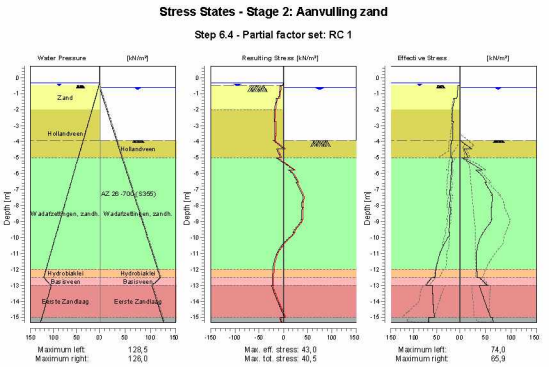
10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



10.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**109,8**
1	0,40	0,00	0,00	106,0
2	0,40	0,00	0,00	106,0
2	-0,35	0,00	0,00	96,3
3	-0,35	0,00	0,00	96,3
3	-0,40	0,00	-0,01	95,6
4	-0,40	0,00	-0,01	95,6
4	-0,50	-0,01	-0,11	94,3
5	-0,50	-0,01	-0,11	94,3
5	-0,55	-0,02	-0,40	93,7
6	-0,55	-0,02	-0,40	93,7
6	-0,60	-0,05	-0,74	93,0
7	-0,60	-0,05	-0,74	93,0
7	-1,30	-2,47	-6,46	84,0
8	-1,30	-2,47	-6,46	84,0
8	-2,00	-10,83	-17,90	75,0
9	-2,00	-10,83	-17,90	75,0
9	-2,75	-29,56	-32,17	65,4
10	-2,75	-29,56	-32,17	65,4
10	-3,50	-58,62	-45,42	55,9
11	-3,50	-58,62	-45,42	55,9
11	-3,92	-79,28	-53,00	50,7
12	-3,92	-79,28	-53,00	50,7
12	-4,46	-109,87	-58,21	44,2
13	-4,46	-109,87	-58,21	44,2
13	-5,00	-142,93	-63,54	37,9
14	-5,00	-142,93	-63,53	37,9
14	-5,78	-193,26	-61,08	29,5
15	-5,78	-193,26	-61,07	29,5
15	-6,56	-235,33	-44,65	22,0
16	-6,56	-235,33	-44,64	22,0
16	-7,33	-260,90	-19,48	15,6
17	-7,33	-260,90	-19,42	15,6
17	-8,11	**-264,11**	10,80	10,5
18	-8,11	**-264,11**	10,79	10,5
18	-8,89	-244,21	40,20	6,7
19	-8,89	-244,21	40,28	6,7
19	-9,67	-203,18	62,74	4,0
20	-9,67	-203,18	62,77	4,0
20	-10,44	-150,07	**70,51**	2,3
21	-10,44	-150,07	70,49	2,3
21	-11,22	-97,58	62,65	1,3
22	-11,22	-97,58	62,63	1,3
22	-12,00	-54,50	47,44	0,8
23	-12,00	-54,50	47,43	0,8
23	-12,50	-33,54	36,37	0,7
24	-12,50	-33,54	36,37	0,7
24	-13,00	-18,22	25,03	0,5
25	-13,00	-18,22	25,02	0,5
25	-13,67	-6,38	11,38	0,5
26	-13,67	-6,38	11,38	0,5
26	-14,33	-1,73	3,57	0,4
27	-14,33	-1,73	3,57	0,4
27	-15,00	-0,26	1,85	0,4
28	-15,00	-0,26	1,85	0,4
28	-15,30	0,00	0,00	0,3
Max		**-264,11**	**70,51**	**109,8**
Max, minor nodes incl.		-265,65	70,51	109,8

10.8.3 Charts of Stresses



10.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,57	51,78	P	

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-6,56	20,61	62,06	A		52,43	59,56	3	89
16	-6,56	20,25	62,06	A		48,89	59,56	3	91
16	-7,33	22,79	69,83	A		63,97	67,33	3	81
17	-7,33	20,54	69,83	A		61,79	67,33	3	81
17	-8,11	22,81	77,61	A		62,49	75,11	2	62
18	-8,11	20,47	77,61	A		61,68	75,11	2	62
18	-8,89	22,50	85,39	A		62,40	82,89	2	51
19	-8,89	22,01	85,39	A		61,75	82,89	2	51
19	-9,67	23,98	93,17	A		45,94	90,67	1	32
20	-9,67	21,93	93,17	A		45,94	90,67	1	32
20	-10,44	35,37	100,94	1		35,70	98,44	1	21
21	-10,44	35,26	100,94	1		35,70	98,44	1	22
21	-11,22	45,93	108,72	1		32,09	106,22	1	17
22	-11,22	45,86	108,72	1		32,09	106,22	1	17
22	-12,00	52,10	116,50	1	15	32,90	114,00	1	
23	-12,00	52,05	116,50	1	15	32,90	114,00	1	
23	-12,50	53,87	121,50	1	15	34,05	119,00	1	
24	-12,50	60,45	121,50	1	28	39,58	119,00	1	
24	-13,00	73,98	105,50	1	27	54,56	103,00	1	
25	-13,00	60,03	105,50	1	10	38,37	103,00	1	
25	-13,67	59,09	112,17	1		45,28	109,67	1	10
26	-13,67	59,01	112,17	1		45,28	109,67	1	10
26	-14,33	57,46	118,83	1		52,80	116,33	1	11
27	-14,33	57,40	118,83	1		52,80	116,33	1	11
27	-15,00	55,87	125,50	1		60,29	123,00	1	11
28	-15,00	68,12	125,50	1		63,21	123,00	1	16
28	-15,30	68,31	128,50	1		65,88	126,00	1	17

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

10.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	451,0	487,9
Water	1064,0	1026,9
Total	1514,9	1514,8

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	487,90 kN
Percentage mobilized resistance	23,7 %

10.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-111,33
Vertical force passive	134,16
Resulting vertical force (no dead weight)	22,83
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-111,33
Vertical force passive	134,16
Resulting vertical force (no dead weight)	22,83
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

10.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-53,91	-5,00	Wadafzettingen...	90,54
-12,00	Hydrobiaklei	-7,57	-12,00	Hydrobiaklei	4,77
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-39,48	-13,00	Eerste Zandlaag	33,32
-15,00	Allerod	-5,85	-15,00	Allerod	5,53
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

11 Step 6.5 Stage 2: Aanvulling zand

11.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

11.2 Input Data Left

11.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

11.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

11.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

11.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

11.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

11.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-0,53	3,8	78,7	0,26	1,20	5,39
2	-0,91	4,8	100,9	0,26	1,08	5,38
3	-1,64	8,1	401,0	0,30	0,90	14,90
4	-2,38	15,9	113,0	0,49	0,87	3,51
5	-3,13	12,6	54,6	0,37	0,80	1,60
6	-3,88	13,0	82,8	0,36	0,74	2,32
7	-4,63	18,0	93,5	0,49	0,70	2,54
8	-5,39	16,6	171,0	0,41	0,60	4,22
9	-6,17	17,4	250,4	0,37	0,57	5,33
10	-6,94	19,3	260,4	0,36	0,55	4,88
11	-7,72	19,8	273,1	0,33	0,54	4,58
12	-8,50	18,7	300,9	0,28	0,53	4,57
13	-9,28	20,5	328,6	0,28	0,53	4,57
14	-10,06	20,6	356,4	0,26	0,52	4,56
15	-10,83	20,8	384,2	0,25	0,52	4,56

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
16	-11,61	22,7	412,0	0,25	0,52	4,56
17	-12,25	21,1	449,3	0,22	0,52	4,75
18	-12,75	40,0	283,5	0,37	0,60	2,65
19	-13,33	29,8	678,3	0,25	0,45	5,62
20	-14,00	31,3	766,8	0,25	0,45	6,06
21	-14,67	33,1	826,1	0,25	0,45	6,23
22	-15,15	37,6	673,5	0,28	0,51	4,92

11.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	44,56
Wadafzettingen, zandh.	180,94
Hydrobiaklei	23,03
Basisveen	31,16
Eerste Zandlaag	97,06
Allerod	19,99
Tweede Zandlaag	0,00

11.5 Input Data Right

11.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

11.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

11.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

11.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle	Delta friction angle*	
			phi	Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

11.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

11.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

11.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	18,77
Wadafzettingen, zandh.	232,95
Hydrobiaklei	17,19
Basisveen	22,94
Eerste Zandlaag	97,63
Allerod	16,74
Tweede Zandlaag	0,00

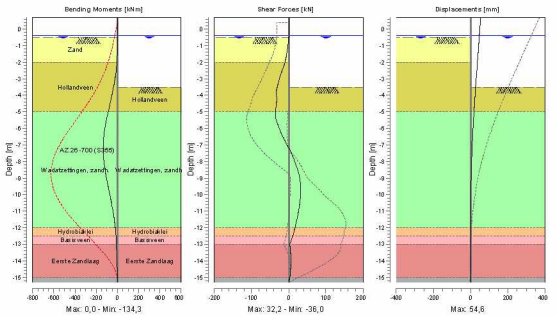
11.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

11.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Aanvulling zand

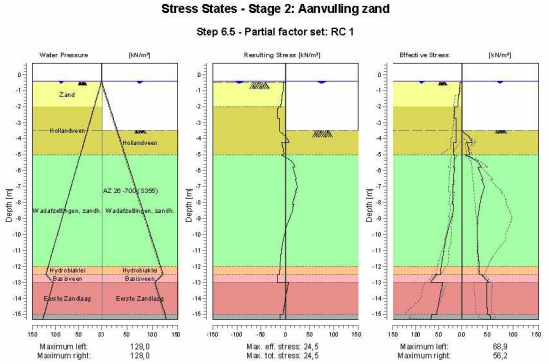
Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



11.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**54,6**
1	0,40	0,00	0,00	52,6
2	0,40	0,00	0,00	52,6
2	0,00	0,00	0,00	50,0
3	0,00	0,00	0,00	50,0
3	-0,40	0,00	0,00	47,4
4	-0,40	0,00	0,00	47,4
4	-0,50	0,00	0,00	46,7
5	-0,50	0,00	0,00	46,7
5	-0,55	0,00	-0,17	46,4
6	-0,55	0,00	-0,17	46,4
6	-1,27	-1,31	-3,67	41,6
7	-1,27	-1,31	-3,67	41,6
7	-2,00	-5,99	-9,56	36,9
8	-2,00	-5,99	-9,56	36,9
8	-2,75	-17,57	-21,47	32,0
9	-2,75	-17,57	-21,47	32,0
9	-3,50	-37,18	-30,89	27,2
10	-3,50	-37,18	-30,88	27,2
10	-4,25	-61,53	-31,55	22,6
11	-4,25	-61,53	-31,53	22,6
11	-5,00	-86,83	**-35,33**	18,2
12	-5,00	-86,83	-35,31	18,2
12	-5,78	-113,10	-28,48	14,1
13	-5,78	-113,09	-28,47	14,1
13	-6,56	-129,97	-13,94	10,6
14	-6,56	-129,98	-13,92	10,6
14	-7,33	**-134,05**	3,56	7,6
15	-7,33	-134,04	3,58	7,6
15	-8,11	-125,42	17,57	5,3
16	-8,11	-125,42	17,57	5,3
16	-8,89	-107,13	28,49	3,6
17	-8,89	-107,13	28,50	3,6
17	-9,67	-83,03	32,25	2,4
18	-9,67	-83,03	32,24	2,4
18	-10,44	-58,42	30,25	1,7
19	-10,44	-58,42	30,25	1,7
19	-11,22	-36,90	24,62	1,2
20	-11,22	-36,90	24,61	1,2
20	-12,00	-20,69	16,74	0,8
21	-12,00	-20,69	16,74	0,8
21	-12,50	-13,76	10,91	0,7
22	-12,50	-13,76	10,91	0,7
22	-13,00	-10,37	2,69	0,6
23	-13,00	-10,37	2,68	0,6
23	-13,67	-7,43	5,57	0,5
24	-13,67	-7,43	5,57	0,5
24	-14,33	-3,57	5,59	0,3
25	-14,33	-3,57	5,59	0,3
25	-15,00	-0,49	3,25	0,3
26	-15,00	-0,49	3,25	0,3
26	-15,30	0,00	0,00	0,2
Max		**-134,05**	**-35,33**	**54,6**
Max, minor nodes incl.		-134,35	-35,98	54,6

11.8.3 Charts of Stresses



11.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,22	1,00	A		0,00	1,00	-	
5	-0,55	3,90	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-0,55	3,81	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-1,27	5,84	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-1,27	6,87	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-2,00	9,38	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,00	15,35	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,75	16,40	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-2,75	12,22	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-3,50	12,85	31,00	A		0,00	31,00	-	
10	-3,50	12,73	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	13,21	38,50	A		20,38	38,50	2	72
11	-4,25	17,74	38,50	A		9,89	38,50	P	
11	-5,00	18,23	46,00	A		15,30	46,00	2	77
12	-5,00	15,29	46,00	A		6,43	46,00	P	
12	-5,78	17,98	53,78	A		37,91	53,78	2	64
13	-5,78	16,19	53,78	A		31,07	53,78	2	77
13	-6,56	18,56	61,56	A		41,15	61,56	2	54
14	-6,56	18,15	61,56	A		38,55	61,56	2	56
14	-7,33	20,42	69,33	A		40,95	69,33	1	40
15	-7,33	18,81	69,33	A		40,95	69,33	1	42

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
15	-8,11	20,88	77,11	A		35,12	77,11	1	27
16	-8,11	17,79	77,11	A		35,12	77,11	1	28
16	-8,89	22,27	84,89	1		31,68	84,89	1	20
17	-8,89	21,90	84,89	1		31,68	84,89	1	21
17	-9,67	29,87	92,67	1		30,31	92,67	1	17
18	-9,67	29,59	92,67	1		30,31	92,67	1	17
18	-10,44	35,93	100,44	1		30,54	100,44	1	15
19	-10,44	35,72	100,44	1		30,54	100,44	1	15
19	-11,22	40,90	108,22	1		31,90	108,22	1	13
20	-11,22	40,75	108,22	1		31,90	108,22	1	13
20	-12,00	45,19	116,00	1		33,98	116,00	1	13
21	-12,00	45,08	116,00	1		33,98	116,00	1	12
21	-12,50	47,00	121,00	1		34,81	121,00	1	12
22	-12,50	55,74	121,00	1		39,03	121,00	1	26
22	-13,00	68,91	105,00	1		52,74	105,00	1	25
23	-13,00	41,22	105,00	1		48,17	105,00	1	10
23	-13,67	46,43	111,67	1		48,36	111,67	1	9
24	-13,67	46,28	111,67	1		48,36	111,67	1	9
24	-14,33	50,96	118,33	1		49,07	118,33	1	9
25	-14,33	50,83	118,33	1		49,07	118,33	1	9
25	-15,00	55,25	125,00	1		50,04	125,00	1	8
26	-15,00	65,75	125,00	1		55,35	125,00	1	11
26	-15,30	67,49	128,00	1		56,24	128,00	1	11

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

11.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	406,3	406,2
Water	1056,5	1056,5
Total	1462,8	1462,7

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	406,21 kN
Percentage mobilized resistance	16,4 %

11.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,50
Vertical force passive	124,19
Resulting vertical force (no dead weight)	10,69
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

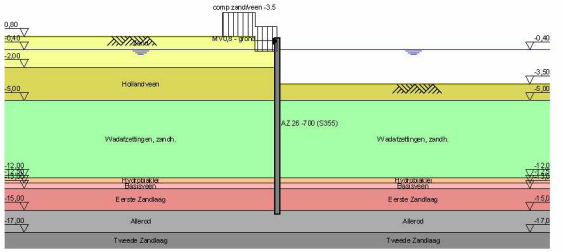
Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,50
Vertical force passive	124,19
Resulting vertical force (no dead weight)	10,69
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

11.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-58,79	-5,00	Wadafzettingen...	75,69
-12,00	Hydrobiaklei	-7,48	-12,00	Hydrobiaklei	5,59
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-37,26	-13,00	Eerste Zandlaag	37,48
-15,00	Allerod	-6,49	-15,00	Allerod	5,44
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

12 Outline Stage 3: Stempel kade - GROND

Outline - Stage 3: Stempel kade - GROND



13 Step 6.3 Stage 3: Stempel kade - GROND

13.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

13.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond	0,40	21,87	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent

13.2 Input Data Left

13.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

13.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

13.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

13.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

13.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

13.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

13.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	167,79
Hydrobiaklei	23,89
Basisveen	32,96
Eerste Zandlaag	139,27
Allerod	25,68
Tweede Zandlaag	0,00

13.5 Input Data Right

13.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

13.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

13.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

13.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

13.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

13.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

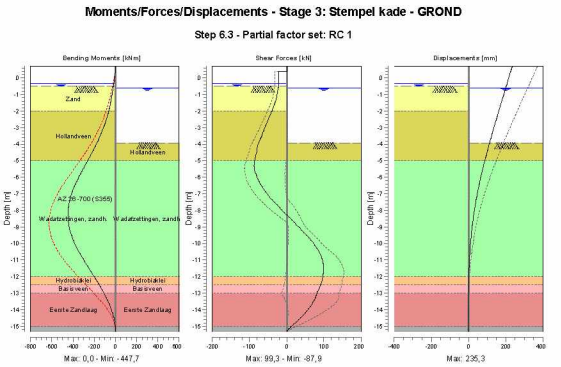
13.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	367,69
Hydrobiaklei	19,33
Basisveen	24,18
Eerste Zandlaag	75,28
Allerod	14,14
Tweede Zandlaag	0,00

13.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



13.8.2 Moments, Forces and Displacements

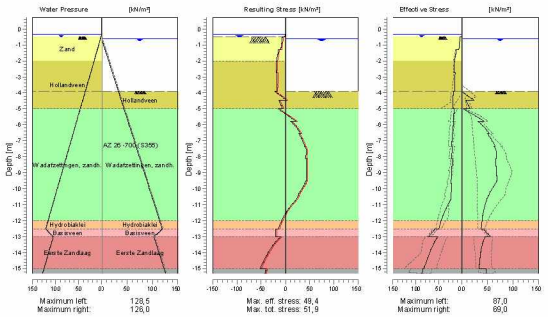
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**235,3**
1	0,40	0,00	0,00	227,2
2	0,40	0,00	-21,87	227,2
2	-0,35	-16,40	-21,87	207,0
3	-0,35	-16,40	-21,87	207,0
3	-0,40	-17,50	-21,88	205,6
4	-0,40	-17,50	-21,88	205,6
4	-0,50	-19,69	-21,98	202,9
5	-0,50	-19,69	-21,98	202,9
5	-0,55	-20,79	-22,27	201,6
6	-0,55	-20,79	-22,27	201,6
6	-0,60	-21,92	-22,61	200,2
7	-0,60	-21,92	-22,61	200,2
7	-1,30	-39,65	-28,33	181,5
8	-1,30	-39,65	-28,33	181,5
8	-2,00	-63,32	-39,77	162,9
9	-2,00	-63,32	-39,77	162,9
9	-2,75	-98,45	-54,04	143,2
10	-2,75	-98,45	-54,04	143,2
10	-3,50	-143,91	-67,29	124,0
11	-3,50	-143,91	-67,29	124,0
11	-3,92	-173,76	-74,87	113,5
12	-3,92	-173,76	-74,87	113,5
12	-4,46	-216,15	-80,08	100,4
13	-4,46	-216,15	-80,08	100,4
13	-5,00	-261,02	-85,40	87,8
14	-5,00	-261,02	-85,39	87,8
14	-5,78	-328,35	-82,94	70,7
15	-5,78	-328,35	-82,92	70,7
15	-6,56	-387,34	-66,08	55,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-387,35	-66,06	55,2
16	-7,33	-429,09	-39,67	41,6
17	-7,33	-429,08	-39,63	41,6
17	-8,11	**-447,19**	-6,76	30,0
18	-8,11	**-447,19**	-6,76	30,0
18	-8,89	-439,40	26,72	20,6
19	-8,89	-439,40	26,74	20,6
19	-9,67	-405,63	59,81	13,2
20	-9,67	-405,62	59,84	13,2
20	-10,44	-348,42	85,25	7,9
21	-10,44	-348,42	85,28	7,9
21	-11,22	-275,97	**98,35**	4,2
22	-11,22	-275,97	98,34	4,2
22	-12,00	-199,19	97,17	1,8
23	-12,00	-199,19	97,16	1,8
23	-12,50	-151,93	91,35	0,8
24	-12,50	-151,93	91,35	0,8
24	-13,00	-108,75	81,31	0,1
25	-13,00	-108,74	81,30	0,1
25	-13,67	-58,39	67,62	-0,5
26	-13,67	-58,39	67,60	-0,5
26	-14,33	-20,86	43,61	-0,8
27	-14,33	-20,86	43,60	-0,8
27	-15,00	-1,86	12,29	-1,2
28	-15,00	-1,86	12,29	-1,2
28	-15,30	0,00	0,00	-1,3
Max		**-447,19**	**98,35**	**235,3**
Max, minor nodes incl.		-447,71	99,28	235,3

13.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Stempel kade - GROND

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



13.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	20,61	62,06	A		53,87	59,56	3	92
16	-6,56	20,25	62,06	A		50,16	59,56	3	94
16	-7,33	22,79	69,83	A		64,90	67,33	3	82
17	-7,33	20,54	69,83	A		62,95	67,33	3	83
17	-8,11	22,81	77,61	A		67,28	75,11	2	67
18	-8,11	20,47	77,61	A		66,47	75,11	2	67
18	-8,89	22,50	85,39	A		67,91	82,89	2	55
19	-8,89	22,01	85,39	A		67,26	82,89	2	56
19	-9,67	23,98	93,17	A		65,27	90,67	1	45
20	-9,67	21,93	93,17	A		65,27	90,67	1	46
20	-10,44	23,72	100,94	A		51,67	98,44	1	31
21	-10,44	23,31	100,94	A		51,67	98,44	1	31
21	-11,22	34,52	108,72	1		43,49	106,22	1	23
22	-11,22	34,46	108,72	1		43,49	106,22	1	23
22	-12,00	45,43	116,50	1		39,56	114,00	1	19
23	-12,00	45,38	116,50	1		39,56	114,00	1	18
23	-12,50	50,00	121,50	1		37,92	119,00	1	16
24	-12,50	58,51	121,50	1		41,51	119,00	1	31
24	-13,00	73,28	105,50	1		55,26	103,00	1	30
25	-13,00	53,01	105,50	1		45,39	103,00	1	10
25	-13,67	65,65	112,17	1	10	38,72	109,67	1	
26	-13,67	65,57	112,17	1	10	38,72	109,67	1	
26	-14,33	74,85	118,83	1	11	35,41	116,33	1	
27	-14,33	74,78	118,83	1	10	35,41	116,33	1	
27	-15,00	82,77	125,50	1	11	33,39	123,00	1	
28	-15,00	84,26	125,50	1	16	47,07	123,00	1	
28	-15,30	86,96	128,50	1	16	47,23	126,00	1	

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

13.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	454,8	513,5
Water	1064,0	1026,9
Total	1518,7	1540,5

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	513,55 kN
Percentage mobilized resistance	24,9 %

13.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,83
Vertical force passive	140,06
Resulting vertical force (no dead weight)	26,23
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-113,83
Vertical force passive	140,06
Resulting vertical force (no dead weight)	26,23
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

13.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-47,90	-5,00	Wadafzettingen...	104,96
-12,00	Hydrobiaklei	-6,82	-12,00	Hydrobiaklei	5,52
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-47,26	-13,00	Eerste Zandlaag	25,55
-15,00	Allerod	-7,34	-15,00	Allerod	4,04
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

14 Step 6.4 Stage 3: Stempel kade - GROND

14.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

14.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond	0,40	21,87	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent

14.2 Input Data Left

14.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

14.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

14.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

14.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

14.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

14.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

14.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,30	1,20	4,14
2	-0,57	4,6	62,5	0,30	1,19	4,13
3	-0,95	5,7	77,6	0,30	1,08	4,05
4	-1,65	13,9	239,7	0,51	0,91	8,87

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
5	-2,38	16,5	174,5	0,51	0,88	5,43
6	-3,13	15,2	54,7	0,45	0,81	1,61
7	-3,71	15,6	55,2	0,44	0,77	1,57
8	-4,19	18,9	78,5	0,52	0,73	2,18
9	-4,73	19,6	80,9	0,53	0,70	2,20
10	-5,39	17,8	137,0	0,44	0,62	3,40
11	-6,17	19,3	190,9	0,41	0,60	4,08
12	-6,94	21,5	212,3	0,41	0,58	4,00
13	-7,72	21,7	216,4	0,37	0,57	3,65
14	-8,50	21,5	238,6	0,33	0,56	3,64
15	-9,28	23,0	260,9	0,32	0,56	3,64
16	-10,06	22,8	283,1	0,29	0,56	3,64
17	-10,83	24,2	305,4	0,29	0,56	3,64
18	-11,61	26,6	327,6	0,30	0,56	3,64
19	-12,25	26,5	356,3	0,28	0,56	3,78
20	-12,75	46,9	244,5	0,44	0,63	2,30
21	-13,33	34,6	613,9	0,29	0,49	5,10
22	-14,00	36,4	682,1	0,29	0,49	5,40
23	-14,67	38,1	737,4	0,29	0,49	5,58
24	-15,15	44,5	536,9	0,33	0,55	3,94

14.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	51,06
Wadafzettingen, zandh.	179,89
Hydrobiaklei	27,60
Basisveen	34,33
Eerste Zandlaag	136,89
Allerod	20,92
Tweede Zandlaag	0,00

14.5 Input Data Right

14.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

14.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

14.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

14.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

14.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

14.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

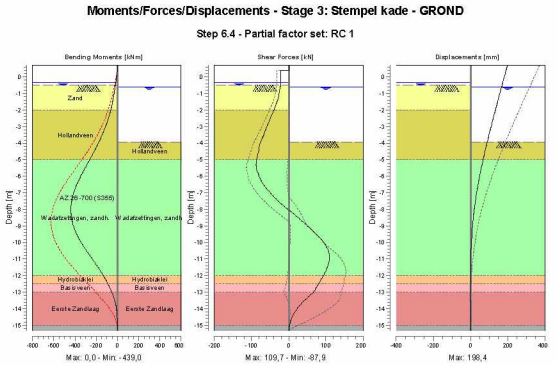
14.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	375,52
Hydrobiaklei	15,62
Basisveen	22,81
Eerste Zandlaag	77,67
Allerod	18,91
Tweede Zandlaag	0,00

14.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

14.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

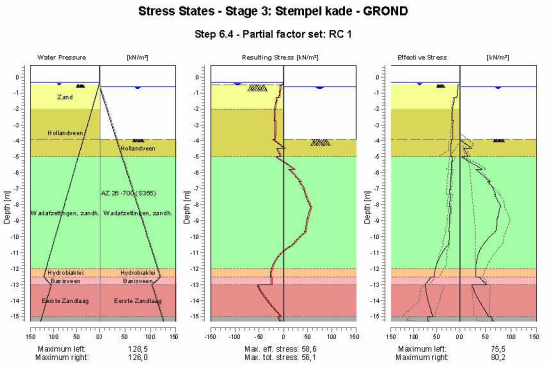


14.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**198,4**
1	0,40	0,00	0,00	191,2
2	0,40	0,00	-21,87	191,2
2	-0,35	-16,40	-21,87	173,2
3	-0,35	-16,40	-21,87	173,2
3	-0,40	-17,50	-21,88	172,0
4	-0,40	-17,50	-21,88	172,0
4	-0,50	-19,69	-21,98	169,6
5	-0,50	-19,69	-21,98	169,6
5	-0,55	-20,79	-22,27	168,4
6	-0,55	-20,79	-22,27	168,4
6	-0,60	-21,92	-22,61	167,2
7	-0,60	-21,92	-22,61	167,2
7	-1,30	-39,65	-28,33	150,5
8	-1,30	-39,65	-28,33	150,5
8	-2,00	-63,32	-39,77	133,9
9	-2,00	-63,32	-39,77	133,9
9	-2,75	-98,45	-54,04	116,5
10	-2,75	-98,45	-54,04	116,5
10	-3,50	-143,91	-67,29	99,5
11	-3,50	-143,91	-67,29	99,5
11	-3,92	-173,76	-74,87	90,2
12	-3,92	-173,76	-74,87	90,2
12	-4,46	-216,15	-80,08	78,7
13	-4,46	-216,15	-80,08	78,7
13	-5,00	-261,02	-85,40	67,7
14	-5,00	-261,02	-85,39	67,7
14	-5,78	-328,35	-82,94	52,9
15	-5,78	-328,35	-82,93	52,9
15	-6,56	-387,23	-65,18	39,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-387,24	-65,14	39,7
16	-7,33	-426,66	-34,57	28,3
17	-7,33	-426,65	-34,55	28,3
17	-8,11	**-439,03**	4,11	19,0
18	-8,11	**-439,03**	4,22	19,0
18	-8,89	-419,57	44,85	11,8
19	-8,89	-419,57	44,86	11,8
19	-9,67	-370,42	80,95	6,6
20	-9,67	-370,41	81,03	6,6
20	-10,44	-296,54	105,64	3,2
21	-10,44	-296,53	105,69	3,2
21	-11,22	-211,98	**107,78**	1,2
22	-11,22	-211,98	107,74	1,2
22	-12,00	-133,21	93,03	0,3
23	-12,00	-133,21	93,01	0,3
23	-12,50	-89,96	79,78	0,0
24	-12,50	-89,96	79,77	0,0
24	-13,00	-53,29	67,00	-0,1
25	-13,00	-53,29	66,98	-0,1
25	-13,67	-19,86	34,64	0,0
26	-13,67	-19,86	34,63	0,0
26	-14,33	-4,79	12,56	0,1
27	-14,33	-4,79	12,56	0,1
27	-15,00	-0,37	2,75	0,3
28	-15,00	-0,37	2,75	0,3
28	-15,30	0,00	0,00	0,4
Max		**-439,03**	**107,78**	**198,4**
Max, minor nodes incl.		-439,03	109,72	198,4

14.8.3 Charts of Stresses



14.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,26	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,50	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,49	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,55	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,80	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	11,81	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	15,91	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	15,97	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	17,04	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	14,78	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	15,53	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	15,39	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	15,72	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	18,66	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	19,09	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	19,37	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	19,73	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	16,35	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	19,24	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	17,98	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	20,61	62,06	A		58,67	59,56	P	
16	-6,56	20,25	62,06	A		53,65	59,56	P	
16	-7,33	22,79	69,83	A		69,73	67,33	3	88
17	-7,33	20,54	69,83	A		67,78	67,33	3	89
17	-8,11	22,81	77,61	A		80,22	75,11	2	79
18	-8,11	20,47	77,61	A		79,05	75,11	3	80
18	-8,89	22,50	85,39	A		73,80	82,89	2	60
19	-8,89	22,01	85,39	A		73,16	82,89	2	60
19	-9,67	23,98	93,17	A		69,66	90,67	1	48
20	-9,67	21,93	93,17	A		69,66	90,67	1	49
20	-10,44	24,57	100,94	1		46,50	98,44	1	28
21	-10,44	24,46	100,94	1		46,50	98,44	1	28
21	-11,22	43,25	108,72	1		34,77	106,22	1	18
22	-11,22	43,18	108,72	1		34,77	106,22	1	18
22	-12,00	53,62	116,50	1	16	31,38	114,00	1	
23	-12,00	53,57	116,50	1	15	31,38	114,00	1	
23	-12,50	56,54	121,50	1	16	31,38	119,00	1	
24	-12,50	61,78	121,50	1	28	38,24	119,00	1	
24	-13,00	75,46	105,50	1	28	53,08	103,00	1	
25	-13,00	74,83	105,50	1	12	23,56	103,00	1	
25	-13,67	71,81	112,17	1	11	32,56	109,67	1	
26	-13,67	71,73	112,17	1	11	32,56	109,67	1	
26	-14,33	65,94	118,83	1	9	44,32	116,33	1	
27	-14,33	65,87	118,83	1	9	44,32	116,33	1	
27	-15,00	59,49	125,50	1		56,67	123,00	1	11
28	-15,00	70,29	125,50	1		61,04	123,00	1	16
28	-15,30	69,15	128,50	1		65,04	126,00	1	16

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

14.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	464,8	523,5
Water	1064,0	1026,9
Total	1528,7	1550,4

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	523,45 kN
Percentage mobilized resistance	25,4 %

14.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-116,17
Vertical force passive	143,41
Resulting vertical force (no dead weight)	27,24
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-116,17
Vertical force passive	143,41
Resulting vertical force (no dead weight)	27,24
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

14.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-51,35	-5,00	Wadafzettingen...	107,19
-12,00	Hydrobiaklei	-7,88	-12,00	Hydrobiaklei	4,46
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-46,45	-13,00	Eerste Zandlaag	26,36
-15,00	Allerod	-5,98	-15,00	Allerod	5,41
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

15 Step 6.5 Stage 3: Stempel kade - GROND

15.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

15.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond	0,40	18,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent

15.2 Input Data Left

15.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

15.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

15.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

15.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-0,53	3,8	78,7	0,26	1,20	5,39
2	-0,91	4,8	100,9	0,26	1,08	5,38
3	-1,64	8,1	401,0	0,30	0,90	14,90
4	-2,38	15,9	113,0	0,49	0,87	3,51

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
5	-3,13	12,6	54,6	0,37	0,80	1,60
6	-3,88	13,0	82,8	0,36	0,74	2,32
7	-4,63	18,0	93,5	0,49	0,70	2,54
8	-5,39	16,6	171,0	0,41	0,60	4,22
9	-6,17	17,4	250,4	0,37	0,57	5,33
10	-6,94	19,3	260,4	0,36	0,55	4,88
11	-7,72	19,8	273,1	0,33	0,54	4,58
12	-8,50	18,7	300,9	0,28	0,53	4,57
13	-9,28	20,5	328,6	0,28	0,53	4,57
14	-10,06	20,6	356,4	0,26	0,52	4,56
15	-10,83	20,8	384,2	0,25	0,52	4,56
16	-11,61	22,7	412,0	0,25	0,52	4,56
17	-12,25	21,1	449,3	0,22	0,52	4,75
18	-12,75	40,0	283,5	0,37	0,60	2,65
19	-13,33	29,8	678,3	0,25	0,45	5,62
20	-14,00	31,3	766,8	0,25	0,45	6,06
21	-14,67	33,1	826,1	0,25	0,45	6,23
22	-15,15	37,6	673,5	0,28	0,51	4,92

15.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	44,56
Wadafzettingen, zandh.	180,01
Hydrobiaklei	24,03
Basisveen	31,62
Eerste Zandlaag	105,72
Allerod	19,90
Tweede Zandlaag	0,00

15.5 Input Data Right

15.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

15.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

15.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle	Delta friction angle*	
			phi	Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

15.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

15.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

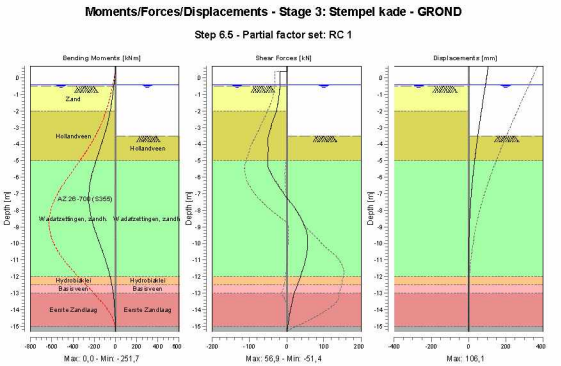
15.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	21,29
Wadafzettingen, zandh.	267,51
Hydrobiaklei	16,19
Basisveen	22,49
Eerste Zandlaag	88,97
Allerod	16,83
Tweede Zandlaag	0,00

15.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



15.8.2 Moments, Forces and Displacements

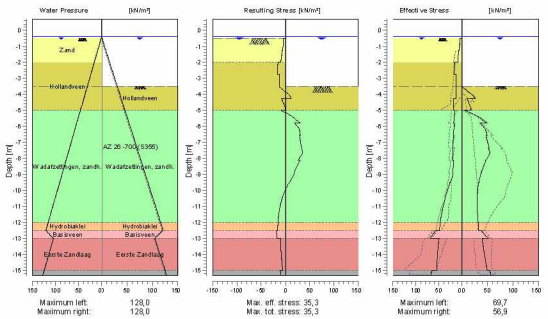
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**106,1**
1	0,40	0,00	0,00	102,0
2	0,40	0,00	-18,00	102,0
2	0,00	-7,20	-18,00	96,5
3	0,00	-7,20	-18,00	96,5
3	-0,40	-14,40	-18,00	91,1
4	-0,40	-14,40	-18,00	91,1
4	-0,50	-16,20	-18,00	89,7
5	-0,50	-16,20	-18,00	89,7
5	-0,55	-17,10	-18,17	89,0
6	-0,55	-17,10	-18,17	89,0
6	-1,27	-31,46	-21,67	79,2
7	-1,27	-31,46	-21,67	79,2
7	-2,00	-49,19	-27,56	69,5
8	-2,00	-49,19	-27,56	69,5
8	-2,75	-74,27	-39,47	59,6
9	-2,75	-74,27	-39,47	59,6
9	-3,50	-107,38	-48,89	50,2
10	-3,50	-107,38	-48,88	50,2
10	-4,25	-145,04	-48,32	41,2
11	-4,25	-145,04	-48,30	41,2
11	-5,00	-182,61	-50,80	32,8
12	-5,00	-182,61	-50,77	32,8
12	-5,78	-220,27	-41,19	25,0
13	-5,78	-220,27	-41,17	25,0
13	-6,56	-244,84	-20,41	18,3
14	-6,56	-244,85	-20,39	18,3
14	-7,33	**-251,58**	3,65	12,7
15	-7,33	**-251,58**	3,68	12,7
15	-8,11	-238,59	28,70	8,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-8,11	-238,59	28,71	8,4
16	-8,89	-208,58	46,98	5,1
17	-8,89	-208,58	47,01	5,1
17	-9,67	-167,69	**56,28**	2,9
18	-9,67	-167,68	56,26	2,9
18	-10,44	-123,77	55,23	1,5
19	-10,44	-123,77	55,22	1,5
19	-11,22	-83,42	47,71	0,7
20	-11,22	-83,42	47,70	0,7
20	-12,00	-50,41	36,80	0,3
21	-12,00	-50,41	36,79	0,3
21	-12,50	-33,96	28,95	0,2
22	-12,50	-33,96	28,95	0,2
22	-13,00	-21,78	19,82	0,2
23	-13,00	-21,78	19,82	0,2
23	-13,67	-10,75	13,29	0,2
24	-13,67	-10,75	13,28	0,2
24	-14,33	-3,89	7,48	0,2
25	-14,33	-3,89	7,47	0,2
25	-15,00	-0,46	3,07	0,3
26	-15,00	-0,46	3,07	0,3
26	-15,30	0,00	0,00	0,3
Max		**-251,58**	**56,28**	**106,1**
Max, minor nodes incl.		-251,75	56,90	106,1

15.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 3: Stempel kade - GROND

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



15.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,22	1,00	A		0,00	1,00	-	
5	-0,55	3,90	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-0,55	3,81	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-1,27	5,84	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-1,27	6,87	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-2,00	9,38	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,00	15,35	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,75	16,40	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-2,75	12,22	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-3,50	12,85	31,00	A		0,00	31,00	-	
10	-3,50	12,73	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	13,21	38,50	A		25,20	38,50	3	89
11	-4,25	17,74	38,50	A		9,89	38,50	P	
11	-5,00	18,23	46,00	A		18,48	46,00	3	93
12	-5,00	15,29	46,00	A		6,43	46,00	P	
12	-5,78	17,98	53,78	A		47,81	53,78	3	81
13	-5,78	16,19	53,78	A		34,53	53,78	3	86
13	-6,56	18,56	61,56	A		49,57	61,56	2	65
14	-6,56	18,15	61,56	A		46,97	61,56	2	68
14	-7,33	20,42	69,33	A		53,64	69,33	2	53
15	-7,33	18,81	69,33	A		52,06	69,33	2	54
15	-8,11	20,88	77,11	A		47,26	77,11	1	37
16	-8,11	17,79	77,11	A		47,26	77,11	1	38
16	-8,89	19,54	84,89	A		37,77	84,89	1	24
17	-8,89	19,62	84,89	A		37,77	84,89	1	25
17	-9,67	27,90	92,67	1		32,28	92,67	1	18
18	-9,67	27,62	92,67	1		32,28	92,67	1	18
18	-10,44	36,44	100,44	1		30,03	100,44	1	14
19	-10,44	36,23	100,44	1		30,03	100,44	1	14
19	-11,22	42,63	108,22	1		30,17	108,22	1	13
20	-11,22	42,48	108,22	1		30,17	108,22	1	13
20	-12,00	47,25	116,00	1		31,93	116,00	1	12
21	-12,00	47,13	116,00	1		31,93	116,00	1	11
21	-12,50	48,94	121,00	1		32,87	121,00	1	11
22	-12,50	56,71	121,00	1		38,06	121,00	1	25
22	-13,00	69,74	105,00	1		51,91	105,00	1	25
23	-13,00	49,51	105,00	1		39,88	105,00	1	8
23	-13,67	52,19	111,67	1		42,60	111,67	1	8
24	-13,67	52,04	111,67	1		42,60	111,67	1	8
24	-14,33	53,93	118,33	1		46,11	118,33	1	8
25	-14,33	53,80	118,33	1		46,11	118,33	1	8
25	-15,00	55,39	125,00	1		49,91	125,00	1	8
26	-15,00	65,83	125,00	1		55,27	125,00	1	11
26	-15,30	66,81	128,00	1		56,92	128,00	1	11

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

15.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	415,4	433,3
Water	1056,5	1056,5
Total	1471,9	1489,8

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	433,27 kN
Percentage mobilized resistance	17,5 %

15.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-116,82
Vertical force passive	131,80
Resulting vertical force (no dead weight)	14,98
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

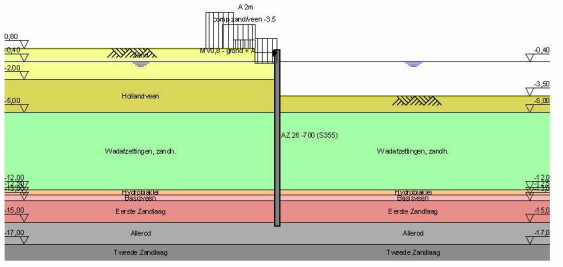
Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-116,82
Vertical force passive	131,80
Resulting vertical force (no dead weight)	14,98
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

15.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-58,49	-5,00	Wadafzettingen...	86,92
-12,00	Hydrobiaklei	-7,81	-12,00	Hydrobiaklei	5,26
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-40,58	-13,00	Eerste Zandlaag	34,15
-15,00	Allerod	-6,46	-15,00	Allerod	5,47
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

16 Outline Stage 4: Bovenbelasting

Outline - Stage 4: Bovenbelasting



17 Step 6.3 Stage 4: Bovenbelasting

17.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

17.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond +...	0,40	32,40	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable

17.2 Input Data Left

17.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

17.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

17.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

17.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

17.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

17.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
A 2m	2,01	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	4,00	5,00		
	4,01	20,00		
	6,50	20,00		
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

17.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,29	1,40	4,00
2	-0,57	4,6	62,5	0,29	1,38	3,99
3	-0,95	5,7	77,6	0,28	1,23	3,86
4	-1,65	15,9	239,7	0,55	1,01	8,31
5	-2,38	17,6	278,6	0,51	0,94	7,99
6	-3,13	18,8	35,8	0,50	0,84	0,95
7	-3,71	20,7	44,4	0,53	0,77	1,13
8	-4,19	24,4	57,4	0,60	0,73	1,42
9	-4,73	24,2	81,3	0,59	0,69	1,97
10	-5,39	24,1	137,0	0,53	0,60	3,03
11	-6,17	26,4	199,9	0,51	0,57	3,86
12	-6,94	28,6	241,0	0,49	0,56	4,14
13	-7,72	26,6	228,7	0,41	0,55	3,55
14	-8,50	25,9	239,1	0,37	0,54	3,39
15	-9,28	27,2	261,2	0,35	0,54	3,41
16	-10,06	26,8	283,4	0,32	0,54	3,43
17	-10,83	28,1	305,6	0,32	0,54	3,45
18	-11,61	29,1	327,8	0,31	0,54	3,47
19	-12,25	25,3	356,6	0,26	0,54	3,61
20	-12,75	43,9	246,8	0,40	0,61	2,23
21	-13,33	31,3	604,5	0,25	0,48	4,85
22	-14,00	31,3	677,0	0,24	0,48	5,19
23	-14,67	31,9	754,8	0,23	0,48	5,54
24	-15,15	37,9	601,1	0,27	0,54	4,28

17.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	62,25
Wadafzettingen, zandh.	189,52
Hydrobiaklei	19,87
Basisveen	32,12
Eerste Zandlaag	174,09
Allerod	34,22
Tweede Zandlaag	0,00

17.5 Input Data Right

17.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

17.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

17.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

17.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

17.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Hollandveen	-2,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Wadafzettingen...	-5,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Hydrobiaklei	-12,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
Basisveen	-12,50	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Eerste Zandlaag	-13,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Allerod	-15,00	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Tweede Zandlaag	-17,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	2307,69	2307,69
Hollandveen	-2,00	384,62	384,62
Wadafzettingen...	-5,00	615,38	615,38
Hydrobiaklei	-12,00	615,38	615,38
Basisveen	-12,50	384,62	384,62
Eerste Zandlaag	-13,00	3846,15	3846,15
Allerod	-15,00	2307,69	2307,69
Tweede Zandlaag	-17,00	7692,31	7692,31

17.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

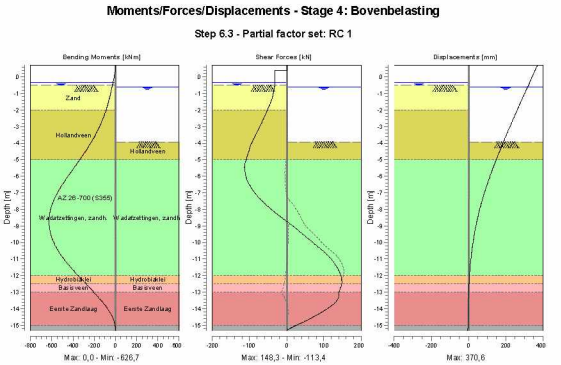
17.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	461,06
Hydrobiaklei	23,61
Basisveen	25,26
Eerste Zandlaag	64,58
Allerod	9,57
Tweede Zandlaag	0,00

17.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

17.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



17.8.2 Moments, Forces and Displacements

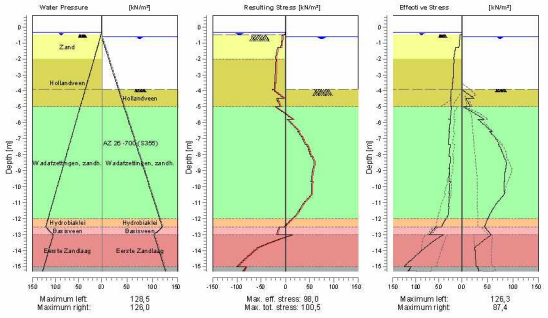
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**370,6**
1	0,40	0,00	0,00	358,4
2	0,40	0,00	-32,40	358,4
2	-0,35	-24,30	-32,40	328,2
3	-0,35	-24,30	-32,40	328,2
3	-0,40	-25,92	-32,41	326,2
4	-0,40	-25,92	-32,41	326,2
4	-0,50	-29,17	-32,51	322,1
5	-0,50	-29,17	-32,51	322,1
5	-0,55	-30,80	-32,80	320,1
6	-0,55	-30,80	-32,80	320,1
6	-0,60	-32,45	-33,14	318,1
7	-0,60	-32,45	-33,14	318,1
7	-1,30	-57,55	-38,86	290,0
8	-1,30	-57,55	-38,86	290,0
8	-2,00	-89,07	-51,77	262,1
9	-2,00	-89,07	-51,77	262,1
9	-2,75	-133,49	-66,87	232,7
10	-2,75	-133,49	-66,87	232,7
10	-3,50	-189,57	-82,83	203,8
11	-3,50	-189,57	-82,83	203,8
11	-3,92	-226,40	-92,59	188,0
12	-3,92	-226,40	-92,58	188,0
12	-4,46	-279,15	-100,74	168,1
13	-4,46	-279,15	-100,74	168,1
13	-5,00	-335,86	-108,59	148,9
14	-5,00	-335,86	-108,57	148,9
14	-5,78	-423,09	-111,03	122,7
15	-5,78	-423,09	-111,01	122,7
15	-6,56	-505,94	-98,81	98,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-505,94	-98,78	98,5
16	-7,33	-573,42	-72,68	76,7
17	-7,33	-573,42	-72,64	76,7
17	-8,11	-615,81	-35,17	57,7
18	-8,11	-615,82	-35,14	57,7
18	-8,89	**-625,87**	9,53	41,6
19	-8,89	**-625,87**	9,57	41,6
19	-9,67	-601,74	51,97	28,6
20	-9,67	-601,73	51,96	28,6
20	-10,44	-545,01	93,75	18,4
21	-10,44	-545,01	93,82	18,4
21	-11,22	-458,08	126,90	10,9
22	-11,22	-458,09	126,89	10,9
22	-12,00	-351,14	145,67	5,5
23	-12,00	-351,13	145,71	5,5
23	-12,50	-277,33	**148,20**	3,0
24	-12,50	-277,33	**148,20**	3,0
24	-13,00	-205,17	140,09	1,1
25	-13,00	-205,17	140,07	1,1
25	-13,67	-113,50	128,17	-0,9
26	-13,67	-113,49	128,06	-0,9
26	-14,33	-41,45	84,89	-2,5
27	-14,33	-41,46	84,86	-2,5
27	-15,00	-3,86	25,40	-4,0
28	-15,00	-3,86	25,40	-4,0
28	-15,30	0,00	0,00	-4,6
Max		**-625,87**	**148,20**	**370,6**
Max, minor nodes incl.		-626,67	148,30	370,6

17.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



17.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,39	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,51	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,48	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,49	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,87	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	13,49	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	18,42	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	16,86	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	18,37	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	18,15	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	19,34	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	20,45	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	21,02	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	23,99	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	24,68	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	23,96	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	24,50	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	22,30	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	25,90	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	24,77	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	28,07	62,06	A		58,67	59,56	P	
16	-6,56	27,06	62,06	A		53,65	59,56	P	
16	-7,33	30,16	69,83	A		73,11	67,33	3	92
17	-7,33	25,31	69,83	A		70,82	67,33	3	93
17	-8,11	27,85	77,61	A		83,02	75,11	3	82
18	-8,11	24,76	77,61	A		81,44	75,11	3	83
18	-8,89	26,99	85,39	A		85,97	82,89	2	70
19	-8,89	26,09	85,39	A		85,32	82,89	2	70
19	-9,67	28,23	93,17	A		83,47	90,67	2	58
20	-9,67	25,87	93,17	A		82,94	90,67	2	58
20	-10,44	27,81	100,94	A		83,62	98,44	2	50
21	-10,44	27,14	100,94	A		83,17	98,44	2	50
21	-11,22	29,04	108,72	A		63,68	106,22	1	34
22	-11,22	28,18	108,72	A		63,68	106,22	1	34
22	-12,00	34,97	116,50	1		50,52	114,00	1	24
23	-12,00	35,00	116,50	1		50,52	114,00	1	23
23	-12,50	44,16	121,50	1		44,24	119,00	1	19
24	-12,50	56,09	121,50	1		44,67	119,00	1	33
24	-13,00	72,27	105,50	1		56,50	103,00	1	31
25	-13,00	41,11	105,50	1		57,79	103,00	1	13
25	-13,67	74,62	112,17	1	12	30,11	109,67	1	
26	-13,67	74,63	112,17	1	11	30,11	109,67	1	
26	-14,33	101,68	118,83	1	15	26,50	116,33	A	
27	-14,33	101,70	118,83	1	14	26,52	116,33	A	
27	-15,00	126,26	125,50	1	16	28,24	123,00	A	
28	-15,00	110,53	125,50	1	19	31,49	123,00	A	
28	-15,30	117,63	128,50	1	19	32,31	126,00	A	

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

17.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	527,6	597,0
Water	1064,0	1026,9
Total	1591,6	1623,9

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	597,00 kN
Percentage mobilized resistance	28,9 %

17.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-133,61
Vertical force passive	162,99
Resulting vertical force (no dead weight)	29,38
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-133,61
Vertical force passive	162,99
Resulting vertical force (no dead weight)	29,38
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

17.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-54,10	-5,00	Wadafzettingen...	131,61
-12,00	Hydrobiaklei	-5,67	-12,00	Hydrobiaklei	6,74
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-59,07	-13,00	Eerste Zandlaag	21,91
-15,00	Allerod	-9,78	-15,00	Allerod	2,74
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

18 Step 6.4 Stage 4: Bovenbelasting

18.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

18.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond +...	0,40	32,40	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable

18.2 Input Data Left

18.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

18.2.2 Water Level

Water level: -0,35 [m]

18.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

18.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

18.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level	Branch 3	
		Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

18.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
A 2m	2,01	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	4,00	5,00		
	4,01	20,00		
	6,50	20,00		
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

18.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-0,53	4,4	60,5	0,29	1,40	4,00
2	-0,57	4,6	62,5	0,29	1,38	3,99
3	-0,95	5,7	77,6	0,28	1,23	3,86
4	-1,65	15,9	239,7	0,55	1,01	8,31
5	-2,38	17,6	278,6	0,51	0,94	7,99
6	-3,13	18,8	35,8	0,50	0,84	0,95
7	-3,71	20,7	44,4	0,53	0,77	1,13
8	-4,19	24,4	57,4	0,60	0,73	1,42
9	-4,73	24,2	81,3	0,59	0,69	1,97
10	-5,39	24,1	137,0	0,53	0,60	3,03
11	-6,17	26,4	199,9	0,51	0,57	3,86
12	-6,94	28,6	241,0	0,49	0,56	4,14
13	-7,72	26,6	228,7	0,41	0,55	3,55
14	-8,50	25,9	239,1	0,37	0,54	3,39
15	-9,28	27,2	261,2	0,35	0,54	3,41
16	-10,06	26,8	283,4	0,32	0,54	3,43
17	-10,83	28,1	305,6	0,32	0,54	3,45
18	-11,61	29,1	327,8	0,31	0,54	3,47
19	-12,25	25,3	356,6	0,26	0,54	3,61
20	-12,75	43,9	246,8	0,40	0,61	2,23
21	-13,33	31,3	604,5	0,25	0,48	4,85
22	-14,00	31,3	677,0	0,24	0,48	5,19
23	-14,67	31,9	754,8	0,23	0,48	5,54
24	-15,15	37,9	601,1	0,27	0,54	4,28

18.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	62,25
Wadafzettingen, zandh.	194,69
Hydrobiaklei	25,47
Basisveen	34,41
Eerste Zandlaag	169,26
Allerod	24,71
Tweede Zandlaag	0,00

18.5 Input Data Right

18.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

18.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

18.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,92

18.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat.
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	26,66	17,77	17,77
Hollandveen	-2,00	4,35	15,78	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	1,74	23,90	15,93	15,93
Hydrobiaklei	-12,00	4,35	23,90	15,93	15,93
Basisveen	-12,50	4,35	18,46	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	29,45	18,74	18,74
Allerod	-15,00	2,61	24,81	15,95	15,95
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	29,45	18,74	18,74

* 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	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

18.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1 Top [kN/m³]	Branch 1 Bottom [kN/m³]	Branch 2 Top [kN/m³]	Branch 2 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Hollandveen	-2,00	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Wadafzettingen...	-5,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Hydrobiaklei	-12,00	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
Basisveen	-12,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
Allerod	-15,00	27000,00	27000,00	13500,00	13500,00
Tweede Zandlaag	-17,00	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	6750,00	6750,00
Hollandveen	-2,00	1125,00	1125,00
Wadafzettingen...	-5,00	1800,00	1800,00
Hydrobiaklei	-12,00	1800,00	1800,00
Basisveen	-12,50	1125,00	1125,00
Eerste Zandlaag	-13,00	11250,00	11250,00
Allerod	-15,00	6750,00	6750,00
Tweede Zandlaag	-17,00	22500,00	22500,00

18.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Fictive earth pressure coefficients Ko [-]	Fictive earth pressure coefficients Kp [-]
1	-4,19	0,0	11,7	0,00	0,73	86,88
2	-4,73	0,0	12,2	0,00	0,73	30,12
3	-5,39	0,0	23,5	0,00	0,59	6,49
4	-6,17	0,0	44,6	0,00	0,59	4,57
5	-6,94	0,0	66,5	0,00	0,59	4,18
6	-7,72	1,8	88,6	0,08	0,59	4,02
7	-8,50	8,2	110,8	0,29	0,59	3,93
8	-9,28	10,5	133,0	0,30	0,59	3,87
9	-10,06	12,7	155,2	0,31	0,59	3,83
10	-10,83	14,9	177,4	0,32	0,59	3,81
11	-11,61	17,1	199,6	0,32	0,59	3,78
12	-12,25	15,8	228,3	0,28	0,59	4,00
13	-12,75	29,7	158,4	0,43	0,68	2,28
14	-13,33	23,9	452,9	0,29	0,51	5,44
15	-14,00	25,6	479,8	0,29	0,51	5,38
16	-14,67	27,4	509,5	0,29	0,51	5,35
17	-15,15	31,9	391,4	0,32	0,58	3,94

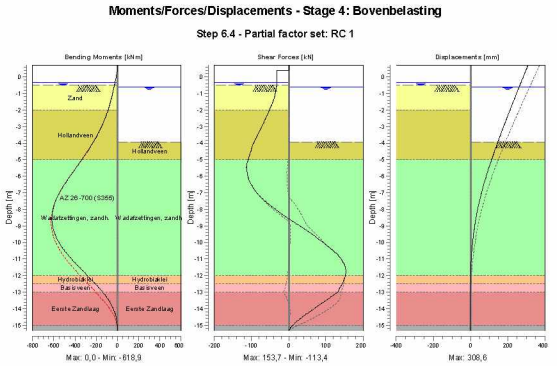
18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	12,92
Wadafzettingen, zandh.	472,83
Hydrobiaklei	18,01
Basisveen	22,97
Eerste Zandlaag	53,61
Allerod	15,22
Tweede Zandlaag	0,00

18.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

18.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

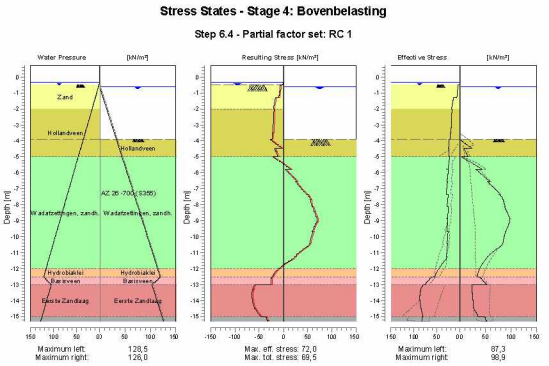


18.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**308,6**
1	0,40	0,00	0,00	297,8
2	0,40	0,00	-32,40	297,8
2	-0,35	-24,30	-32,40	271,0
3	-0,35	-24,30	-32,40	271,0
3	-0,40	-25,92	-32,41	269,2
4	-0,40	-25,92	-32,41	269,2
4	-0,50	-29,17	-32,51	265,7
5	-0,50	-29,17	-32,51	265,7
5	-0,55	-30,80	-32,80	263,9
6	-0,55	-30,80	-32,80	263,9
6	-0,60	-32,45	-33,14	262,1
7	-0,60	-32,45	-33,14	262,1
7	-1,30	-57,55	-38,86	237,2
8	-1,30	-57,55	-38,86	237,2
8	-2,00	-89,07	-51,77	212,6
9	-2,00	-89,07	-51,77	212,6
9	-2,75	-133,49	-66,87	186,6
10	-2,75	-133,49	-66,87	186,6
10	-3,50	-189,57	-82,83	161,2
11	-3,50	-189,57	-82,83	161,2
11	-3,92	-226,40	-92,59	147,3
12	-3,92	-226,40	-92,58	147,3
12	-4,46	-279,15	-100,74	130,0
13	-4,46	-279,15	-100,74	130,0
13	-5,00	-335,86	-108,59	113,3
14	-5,00	-335,86	-108,57	113,3
14	-5,78	-423,09	-111,03	90,6
15	-5,78	-423,09	-111,01	90,6
15	-6,56	-505,94	-98,81	70,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-6,56	-505,94	-98,79	70,0
16	-7,33	-573,21	-71,27	51,8
17	-7,33	-573,21	-71,21	51,8
17	-8,11	-612,37	-28,36	36,4
18	-8,11	-612,37	-28,35	36,4
18	-8,89	**-615,33**	21,95	23,9
19	-8,89	**-615,33**	22,05	23,9
19	-9,67	-577,97	72,55	14,4
20	-9,67	-577,97	72,53	14,4
20	-10,44	-503,93	116,95	7,6
21	-10,44	-503,94	117,05	7,6
21	-11,22	-399,63	147,05	3,2
22	-11,22	-399,63	147,11	3,2
22	-12,00	-281,30	**152,42**	0,8
23	-12,00	-281,30	152,38	0,8
23	-12,50	-207,01	143,67	0,0
24	-12,50	-207,01	143,66	0,0
24	-13,00	-138,32	130,98	-0,4
25	-13,00	-138,32	130,95	-0,4
25	-13,67	-64,82	88,89	-0,5
26	-13,67	-64,82	88,87	-0,5
26	-14,33	-19,83	46,52	-0,4
27	-14,33	-19,83	46,48	-0,4
27	-15,00	-1,50	10,24	-0,2
28	-15,00	-1,50	10,24	-0,2
28	-15,30	0,00	0,00	-0,1
Max		**-615,33**	**152,42**	**308,6**
Max, minor nodes incl.		-618,86	153,72	308,6

18.8.3 Charts of Stresses



18.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,35	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,50	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,50	-		0,00	0,00	-	
5	-0,50	0,39	1,50	A		0,00	0,00	-	
5	-0,55	4,51	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,55	4,48	2,00	A		0,00	0,00	-	
6	-0,60	4,65	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-0,60	4,49	2,50	A		0,00	0,00	-	
7	-1,30	6,87	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-1,30	13,49	9,50	A		0,00	7,00	-	
8	-2,00	18,42	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,00	16,86	16,50	A		0,00	14,00	-	
9	-2,75	18,37	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-2,75	18,15	24,00	A		0,00	21,50	-	
10	-3,50	19,34	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,50	20,45	31,50	A		0,00	29,00	-	
11	-3,92	21,02	35,70	A		0,00	33,20	-	
12	-3,92	23,99	35,70	A		0,00	33,20	P	
12	-4,46	24,68	41,10	A		23,46	38,60	P	
13	-4,46	23,96	41,10	A		8,13	38,60	P	
13	-5,00	24,50	46,50	A		16,27	44,00	P	
14	-5,00	22,30	46,50	A		3,51	44,00	P	
14	-5,78	25,90	54,28	A		43,40	51,78	P	
15	-5,78	24,77	54,28	A		30,57	51,78	P	
15	-6,56	28,07	62,06	A		58,67	59,56	P	
16	-6,56	27,06	62,06	A		53,65	59,56	P	
16	-7,33	30,16	69,83	A		79,34	67,33	P	
17	-7,33	25,31	69,83	A		76,25	67,33	P	
17	-8,11	27,85	77,61	A		88,94	75,11	3	88
18	-8,11	24,76	77,61	A		87,36	75,11	3	89
18	-8,89	26,99	85,39	A		98,94	82,89	3	81
19	-8,89	26,09	85,39	A		97,70	82,89	3	81
19	-9,67	28,23	93,17	A		89,99	90,67	2	62
20	-9,67	25,87	93,17	A		89,46	90,67	2	62
20	-10,44	27,81	100,94	A		84,31	98,44	2	50
21	-10,44	27,14	100,94	A		83,86	98,44	2	51
21	-11,22	29,04	108,72	A		55,07	106,22	1	29
22	-11,22	28,18	108,72	A		55,07	106,22	1	29
22	-12,00	46,60	116,50	1		38,89	114,00	1	18
23	-12,00	46,63	116,50	1		38,89	114,00	1	17
23	-12,50	54,62	121,50	1	15	33,78	119,00	1	
24	-12,50	61,32	121,50	1	28	39,44	119,00	1	
24	-13,00	76,10	105,50	1	28	52,67	103,00	1	
25	-13,00	79,45	105,50	1	13	23,03	103,00	A	
25	-13,67	87,20	112,17	1	14	24,75	109,67	A	
26	-13,67	87,20	112,17	1	13	24,77	109,67	A	
26	-14,33	85,20	118,83	1	12	26,50	116,33	A	
27	-14,33	85,22	118,83	1	12	26,52	116,33	A	
27	-15,00	80,08	125,50	1	10	36,36	123,00	1	
28	-15,00	82,82	125,50	1	14	48,86	123,00	1	
28	-15,30	81,89	128,50	1	14	52,59	126,00	1	

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

18.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	526,4	595,5
Water	1064,0	1026,9
Total	1590,3	1622,5

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2062,25 kN
Mobilized passive effective resistance	595,55 kN
Percentage mobilized resistance	28,9 %

18.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-132,33
Vertical force passive	162,65
Resulting vertical force (no dead weight)	30,32
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-132,33
Vertical force passive	162,65
Resulting vertical force (no dead weight)	30,32
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

18.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-55,57	-5,00	Wadafzettingen...	134,96
-12,00	Hydrobiaklei	-7,27	-12,00	Hydrobiaklei	5,14
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-57,43	-13,00	Eerste Zandlaag	18,19
-15,00	Allerod	-7,06	-15,00	Allerod	4,35
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

19 Step 6.5 Stage 4: Bovenbelasting

19.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

19.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
MV0,8 - grond +...	0,40	24,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable

19.2 Input Data Left

19.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

19.2.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

19.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-0,50
2,00	-0,50
2,01	0,80

19.2.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

19.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

19.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
A 2m	2,01	5,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	4,00	5,00		
	4,01	20,00		
	6,50	20,00		
comp zand/veen -3.5	0,00	13,50	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	5,00	13,50		

19.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	-0,53	3,8	78,7	0,25	1,40	5,21
2	-0,91	4,8	100,9	0,24	1,24	5,14
3	-1,64	9,5	532,1	0,33	1,00	18,53
4	-2,38	16,9	107,5	0,49	0,93	3,08
5	-3,13	14,1	26,3	0,37	0,70	0,70
6	-3,88	19,0	53,1	0,48	0,75	1,33
7	-4,63	21,8	94,5	0,53	0,69	2,28
8	-5,39	21,6	171,8	0,47	0,59	3,78
9	-6,17	23,6	262,7	0,45	0,55	5,04
10	-6,94	26,8	309,4	0,46	0,53	5,29
11	-7,72	24,5	274,7	0,38	0,52	4,24
12	-8,50	23,5	301,2	0,33	0,51	4,25
13	-9,28	24,4	329,0	0,32	0,51	4,28
14	-10,06	24,3	356,7	0,29	0,50	4,30
15	-10,83	24,6	384,4	0,28	0,50	4,32
16	-11,61	26,1	412,2	0,28	0,50	4,34
17	-12,25	21,8	449,5	0,22	0,50	4,54
18	-12,75	38,5	285,9	0,35	0,58	2,57
19	-13,33	27,4	668,3	0,22	0,44	5,35
20	-14,00	27,8	755,6	0,21	0,44	5,78
21	-14,67	27,8	854,7	0,20	0,44	6,26
22	-15,15	32,1	746,2	0,23	0,50	5,30

19.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	53,81
Wadafzettingen, zandh.	196,83
Hydrobiaklei	24,47
Basisveen	32,06
Eerste Zandlaag	116,93
Allerod	20,83
Tweede Zandlaag	0,00

19.5 Input Data Right

19.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

19.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

19.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-3,50

19.5.4 Soil Material Properties in Profile: std profiel

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	17,00	19,00
Hollandveen	-2,00	10,50	10,50
Wadafzettingen...	-5,00	17,90	17,90
Hydrobiaklei	-12,00	15,20	15,20

Layer name	Level	Unit weight	
		Unsat	Sat
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]
Basisveen	-12,50	11,50	11,50
Eerste Zandlaag	-13,00	17,00	19,00
Allerod	-15,00	18,50	18,50
Tweede Zandlaag	-17,00	17,00	19,00

Layer name	Level	Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle*	
				Not reduced	Reduced
	[m]	[kN/m²]	[°]	[°]	[°]
Zand	2,40	0,00	30,00	20,00	20,00
Hollandveen	-2,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	2,00	27,00	18,00	18,00
Hydrobiaklei	-12,00	5,00	27,00	18,00	18,00
Basisveen	-12,50	5,00	21,00	0,00	0,00
Eerste Zandlaag	-13,00	0,00	33,00	21,00	16,60
Allerod	-15,00	3,00	28,00	18,00	18,00
Tweede Zandlaag	-17,00	0,00	33,00	21,00	16,60

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

Layer name	Level	Shell factor	OCR	Grain type
	[m]	[-]	[-]	
Zand	2,40	1,00	1,00	Fine
Hollandveen	-2,00	1,00	1,00	Fine
Wadafzettingen...	-5,00	1,00	1,00	Fine
Hydrobiaklei	-12,00	1,00	1,00	Fine
Basisveen	-12,50	1,00	1,00	Fine
Eerste Zandlaag	-13,00	1,00	1,00	Fine
Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
Tweede Zandlaag	-17,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active	Neutral	Passive	Top	Bottom
	[m]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]
Zand	2,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hollandveen	-2,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Wadafzettingen...	-5,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Hydrobiaklei	-12,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Basisveen	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-21,00
Eerste Zandlaag	-13,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00
Tweede Zandlaag	-17,00	n.a.	n.a.	n.a.	-21,00	-21,00

19.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level	Branch 1		Branch 2	
		Top	Bottom	Top	Bottom
	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m³]
Zand	2,40	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Hollandveen	-2,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Wadafzettingen...	-5,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Hydrobiaklei	-12,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Basisveen	-12,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Eerste Zandlaag	-13,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Allerod	-15,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3 Top [kN/m³]	Branch 3 Bottom [kN/m³]
Zand	2,40	3000,00	3000,00
Hollandveen	-2,00	500,00	500,00
Wadafzettingen...	-5,00	800,00	800,00
Hydrobiaklei	-12,00	800,00	800,00
Basisveen	-12,50	500,00	500,00
Eerste Zandlaag	-13,00	5000,00	5000,00
Allerod	-15,00	3000,00	3000,00
Tweede Zandlaag	-17,00	10000,00	10000,00

19.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-3,88	0,0	14,1	0,00	0,69	75,30
2	-4,63	0,0	14,8	0,00	0,69	26,36
3	-5,39	0,0	32,8	0,00	0,55	8,57
4	-6,17	0,0	58,2	0,00	0,55	5,84
5	-6,94	0,0	85,2	0,00	0,55	5,29
6	-7,72	0,0	112,7	0,00	0,55	5,06
7	-8,50	1,5	140,4	0,05	0,55	4,94
8	-9,28	8,9	168,1	0,26	0,55	4,86
9	-10,06	10,8	195,8	0,27	0,55	4,81
10	-10,83	12,8	223,5	0,27	0,55	4,77
11	-11,61	14,7	251,3	0,28	0,55	4,74
12	-12,25	13,0	288,6	0,23	0,55	5,03
13	-12,75	26,0	181,1	0,37	0,64	2,60
14	-13,33	20,5	505,8	0,25	0,46	6,06
15	-14,00	22,0	540,1	0,25	0,46	6,04
16	-14,67	23,5	575,3	0,25	0,46	6,03
17	-15,15	27,4	494,0	0,27	0,53	4,96

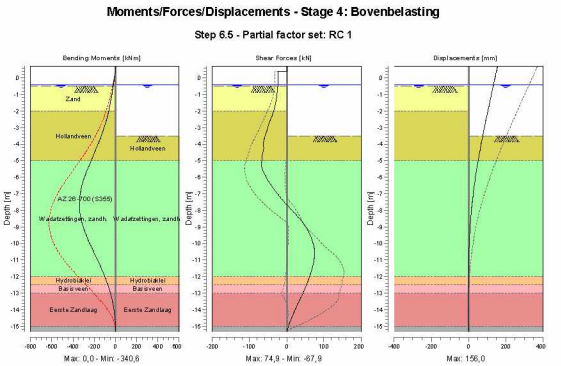
19.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
Zand	0,00
Hollandveen	21,71
Wadafzettingen, zandh.	324,80
Hydrobiaklei	16,02
Basisveen	22,29
Eerste Zandlaag	78,53
Allerod	15,99
Tweede Zandlaag	0,00

19.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

19.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



19.8.2 Moments, Forces and Displacements

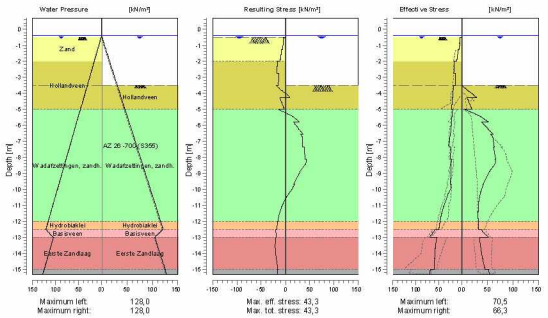
Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**156,0**
1	0,40	0,00	0,00	150,2
2	0,40	0,00	-24,00	150,2
2	0,00	-9,60	-24,00	142,4
3	0,00	-9,60	-24,00	142,4
3	-0,40	-19,20	-24,00	134,7
4	-0,40	-19,20	-24,00	134,7
4	-0,50	-21,60	-24,00	132,8
5	-0,50	-21,60	-24,00	132,8
5	-0,55	-22,80	-24,17	131,8
6	-0,55	-22,80	-24,17	131,8
6	-1,27	-41,50	-27,67	117,9
7	-1,27	-41,50	-27,67	117,9
7	-2,00	-63,92	-34,55	104,1
8	-2,00	-63,92	-34,55	104,1
8	-2,75	-94,53	-47,25	90,2
9	-2,75	-94,53	-47,25	90,2
9	-3,50	-133,89	-57,82	76,7
10	-3,50	-133,89	-57,82	76,7
10	-4,25	-179,90	-61,45	63,8
11	-4,25	-179,90	-61,43	63,8
11	-5,00	-228,35	-66,63	51,7
12	-5,00	-228,35	-66,60	51,7
12	-5,78	-279,42	-59,22	40,2
13	-5,78	-279,42	-59,19	40,2
13	-6,56	-318,60	-38,94	30,1
14	-6,56	-318,60	-38,90	30,1
14	-7,33	**-338,63**	-12,30	21,5
15	-7,33	**-338,63**	-12,26	21,5
15	-8,11	-336,38	18,33	14,6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-8,11	-336,39	18,36	14,6
16	-8,89	-309,84	47,91	9,2
17	-8,89	-309,84	47,93	9,2
17	-9,67	-264,86	65,91	5,3
18	-9,67	-264,87	65,91	5,3
18	-10,44	-209,35	**74,69**	2,8
19	-10,44	-209,35	74,67	2,8
19	-11,22	-151,84	71,63	1,2
20	-11,22	-151,84	71,62	1,2
20	-12,00	-99,75	61,49	0,3
21	-12,00	-99,75	61,48	0,3
21	-12,50	-71,08	53,03	0,1
22	-12,50	-71,08	53,03	0,1
22	-13,00	-47,03	43,26	-0,1
23	-13,00	-47,03	43,25	-0,1
23	-13,67	-22,74	29,47	-0,1
24	-13,67	-22,74	29,46	-0,1
24	-14,33	-7,61	16,19	-0,1
25	-14,33	-7,61	16,19	-0,1
25	-15,00	-0,72	4,84	0,0
26	-15,00	-0,72	4,84	0,0
26	-15,30	0,00	0,00	0,1
Max		**-338,63**	**74,69**	**156,0**
Max, minor nodes incl.		-340,58	74,87	156,0

19.8.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: Bovenbelasting

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



19.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
2	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,00	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	-0,50	0,00	1,00	-		0,00	1,00	-	
5	-0,50	0,34	1,00	A		0,00	1,00	-	
5	-0,55	3,91	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-0,55	3,77	1,50	A		0,00	1,50	-	
6	-1,27	5,90	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-1,27	7,97	8,75	A		0,00	8,75	-	
7	-2,00	11,03	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,00	16,18	16,00	A		0,00	16,00	-	
8	-2,75	17,65	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-2,75	13,62	23,50	A		0,00	23,50	-	
9	-3,50	14,53	31,00	A		0,00	31,00	-	
10	-3,50	18,50	31,00	A		0,00	31,00	P	
10	-4,25	19,38	38,50	A		28,24	38,50	P	
11	-4,25	21,39	38,50	A		9,89	38,50	P	
11	-5,00	22,10	46,00	A		19,77	46,00	P	
12	-5,00	19,94	46,00	A		6,43	46,00	P	
12	-5,78	23,16	53,78	A		51,39	53,78	3	87
13	-5,78	22,12	53,78	A		38,11	53,78	3	95
13	-6,56	25,07	61,56	A		61,25	61,56	3	80
14	-6,56	25,39	61,56	A		56,20	61,56	3	81
14	-7,33	28,29	69,33	A		63,25	69,33	2	62
15	-7,33	23,33	69,33	A		61,67	69,33	2	63
15	-8,11	25,68	77,11	A		66,30	77,11	2	52
16	-8,11	22,52	77,11	A		65,17	77,11	2	52
16	-8,89	24,54	84,89	A		54,02	84,89	1	35
17	-8,89	23,46	84,89	A		54,02	84,89	1	35
17	-9,67	25,37	92,67	A		41,92	92,67	1	23
18	-9,67	23,46	92,67	A		41,92	92,67	1	23
18	-10,44	32,26	100,44	1		34,92	100,44	1	17
19	-10,44	32,12	100,44	1		34,92	100,44	1	17
19	-11,22	41,45	108,22	1		31,95	108,22	1	13
20	-11,22	41,38	108,22	1		31,95	108,22	1	13
20	-12,00	47,75	116,00	1		31,92	116,00	1	12
21	-12,00	47,71	116,00	1		31,92	116,00	1	11
21	-12,50	50,05	121,00	1		32,25	121,00	1	11
22	-12,50	57,73	121,00	1		37,74	121,00	1	25
22	-13,00	70,46	105,00	1	22	51,44	105,00	1	
23	-13,00	54,78	105,00	1	8	35,10	105,00	1	
23	-13,67	58,03	111,67	1	8	37,14	111,67	1	
24	-13,67	57,95	111,67	1	8	37,14	111,67	1	
24	-14,33	59,52	118,33	1	8	40,84	118,33	1	
25	-14,33	59,47	118,33	1	7	40,84	118,33	1	
25	-15,00	60,46	125,00	1		45,13	125,00	1	8
26	-15,00	69,04	125,00	1		52,40	125,00	1	11
26	-15,30	69,83	128,00	1		54,19	128,00	1	11

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

19.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	455,5	479,3
Water	1056,5	1056,5
Total	1512,0	1535,8

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	2471,73 kN
Mobilized passive effective resistance	479,33 kN
Percentage mobilized resistance	19,4 %

19.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	0,001 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-127,40
Vertical force passive	146,08
Resulting vertical force (no dead weight)	18,68
Vertical toe capacity Rb;d	0,01
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-127,40
Vertical force passive	146,08
Resulting vertical force (no dead weight)	18,68
Vertical toe capacity Rb;d	0,28
Resultant goes up	

19.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
2,40	Zand	0,00	2,40	Zand	0,00
-2,00	Hollandveen	0,00	-2,00	Hollandveen	0,00
-5,00	Wadafzettingen...	-63,95	-5,00	Wadafzettingen...	105,53
-12,00	Hydrobiaklei	-7,95	-12,00	Hydrobiaklei	5,20
-12,50	Basisveen	0,00	-12,50	Basisveen	0,00
-13,00	Eerste Zandlaag	-44,89	-13,00	Eerste Zandlaag	30,15
-15,00	Allerod	-6,77	-15,00	Allerod	5,20
-17,00	Tweede Zandlaag	0,00	-17,00	Tweede Zandlaag	0,00

End of Report