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 |
| | [redacted] |
| Opgesteld door | [redacted] |
| Gecontroleerd door | [redacted] |

| | |
|---|---|
| Kenmerk | 200831-rapport-Standaard veiligheidsconstructies kademuren |
| Versie | 1.0 |
| Status | Definitief |
| Datum | 31 augustus 2020 |

| Vrijgave: |
|---|
| [redacted] |
| Datum 2-9-2020 |

| Versiebeheer | | |
|---|---|---|
| Versie | Datum | Wijziging |
| 0.1 | 9-6-2020 | Eerste versie document |
| 0.2 | 12-6-2020 | Bijdrage geotechniek [redacted] |
| 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 | [redacted] |
| 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 |

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave ..... 3
1 Inleiding ..... 6
1.1 Doel ..... 6
1.2 Programma ..... 6
1.3 Uniformiteit ..... 7
1.4 [redacted] ..... 7
1.5 Duurzaamheid ..... 7
1.6 Veranderingen in de tijd ..... 7
2 Uitgangspunten ..... 8
2.1 Inleiding ..... 8
2.2 Algemeen ..... 8
2.2.1 Eisen vanuit de gemeente ..... 8
2.2.2 Normen en richtlijnen ..... 8
2.2.3 Classificatie ..... 8
2.2.4 Toetsingscriteria ..... 9
2.3 Uitvoering ..... 9
2.4 Geotechniek ..... 10
2.4.1 Bodemopbouw en grondparameters ..... 10
2.5 Geometrie ..... 12
2.5.1 Afstand damwand tot toekomstige kademuur ..... 12
2.6 Scheepvaart ..... 13
2.7 Software ..... 14
2.8 Voorraad damwandplanken ..... 14
2.9 Monitoring ..... 14
3 Ontwerpproces ..... 15
3.1 Stap voor stap ..... 15
3.1.1 Stap 1, uitgangspunten ..... 15
3.1.2 Stap 2, Keuze toe te passen constructie op basis van tabellen. ..... 15
3.1.3 Stap 3, Controleren gekozen constructie ..... 15
3.1.4 Stap 4, Detaillering ..... 16
3.1.5 Overdracht naar stadsbeheer ..... 16
4 Standaard oplossingen ..... 17
4.1 Inleiding ..... 17

4.1.1 Rekenmethodiek ..... 17
4.1.2 Belasting vanuit bestaande kademuur ..... 17
4.1.3 Belasting vanuit bestaande kademuur ter plaatse van overkluizingen ..... 18
4.2 Damwandplanken ..... 19
4.2.1 Profielen ..... 19
4.2.2 Toegepaste profielen ..... 20
4.2.3 Staalkwaliteit ..... 21
4.2.4 Corrosie ..... 21
4.3 Geometrie ..... 22
4.3.1 Bodemdiepten ..... 22
4.3.2 Bovenbelasting ..... 22
4.3.3 Bodemopbouw: ..... 22
4.3.4 Waterstand ..... 22
4.3.5 Afstand kademuur-damwand ..... 22
4.4 Resultaten ..... 23
4.4.1 Damwand lage kade NAP+0,80 m ..... 23
4.4.2 Damwand bij hoge kade NAP+1,40 ..... 25
4.4.3 Damwand bij hoge kade NAP+2,10 ..... 27
4.5 Gordingen ..... 29
4.5.1 Veiligheidsconstructie lage kade NAP+0,80 m ..... 29
4.5.2 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+1,50 m ..... 30
4.5.3 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+2,10 m ..... 31
4.6 Standaard kleikisten ..... 32
4.7 Naalden en hoekverbindingen ..... 33
4.8 Zandvulling ..... 33
4.9 Kleikist ..... 34
4.10 Overkluizingen ..... 34
4.10.1 Overkluizingen voor ondiepe zinkers ..... 34
4.10.2 Standaarduitvoering bij de hoge kademuur ..... 35
4.10.3 Standaarduitvoering bij de lage kademuur ..... 37
4.11 Overkluizingen ondiepe zinkers en ter plaatse van bomen ..... 39
5 Berekening en resultaten ..... 40
Bijlage 1: Memo zettingen ..... 42
Bijlage 2: Uitvoer berekeningen variant 1 en overkluizing (3 m, lage kademuur) ..... 48

# 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 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 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.

## 1.3 Uniformiteit

Aangezien het om een grote 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).

## 1.4 [redacted]

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 en 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; RA20199a2, d.d. 28-8-2020.
[2] CRUX Engineering BV, rapport *Plaatsen veiligheidsconstructies kademuren Amsterdam – trillings- en geluidspredictie*, nr; RA20199b2, d.d. 28-8-2020

## 1.5 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.

## 1.6 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 naar verloop van tijd worden aangepast.

# 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:
Deel 1, uitgangspunten
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 20200603 Standaard randvoorwaarden veiligheidsconstructies kademuren.

### 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 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 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 à 10 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] | $\gamma_{dr}/\gamma_{sat}$ [kN/m$^3$] | c [kPa] | φ [°] | δ [°] | k1 [kN/m$^3$] | k2 [kN/m$^3$] | k3 [kN/m$^3$] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **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

Uit kan worden gegaan van bovenstaand uniform bodemprofiel dat 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.

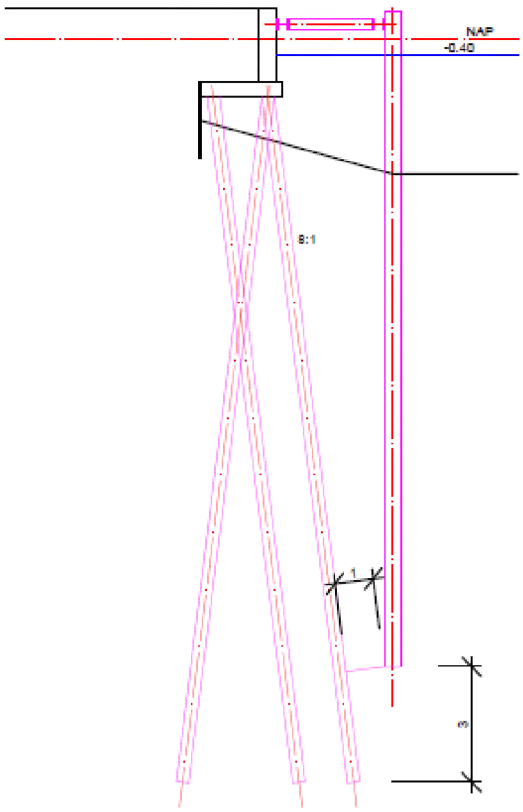
In onderstaande tabel is een overzicht gegeven met daarin RAK-nummers waarvoor de standaardoplossing op basis van een diepere ligging van de Eerste Zandlaag of aanwezigheid van oorspronkelijke oergeul niet zondermeer toepasbaar is. De standaardoplossing kan mogelijk alleen worden toegepast na controle 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 vernieuwde 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 walmuren.

## 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.
- [redacted] route:
  Westerkanaal, de Kattensloot, de Kostverlorenvaart en de Schinkel.

Voor de belastingen op de veiligheidconstructie 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 Voorraad damwandplanken

In verband met de voortgang van het werk wordt door de gemeente Amsterdam in eigen beheer een voorraad van damwandplanken aangelegd.
De levertijd van de damwandplanken is als regels zo'n 5 á 6 weken. Om vertragingen te voorkomen is besloten altijd een voorraad voor 5 weken in opslag te houden. Hetgeen men uit de voorraad verbruikt wordt direct bij besteld.

Voor de voorraadlijst is een separate memo opgesteld.

## 2.9 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

- 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:

- Aanwezigheid gevoelige objecten (mbt vervorming). Is de vervormingseis van 5 cm voldoende in relatie met deze gevoelige objecten?
- Afstand tot 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 Werktekeningen

Er dienen werktekeningen te worden gemaakt op basis van daadwerkelijke hoogte van de kademuur en de waterbodemdiepte. 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 Definietief 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,

#### 3.1.4.2 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 veiligheidconstructie als naalden voor latere aansluitingen. De laatste categorie wordt in overleg bepaald.

#### 3.1.4.3 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 de paragrafen 4.4 t/m 4.4.3. 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. 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 de dat 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.

Vooralsnog is dit niet noodzakelijk gebleken voor dit project.

2 afstanden: 2 en 3 meter vanaf voorzijde kademuur tot midden 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.

2 afstanden: 2 en 3 meter vanaf voorzijde kademuur tot midden damwand.

## 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, [redacted]:

## ZZ Stalen damwand

GOOIMEER

| | | | | | PER ENKELE PLANK | | | PER [redacted] | | | | | 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/m | kg/m² | 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 | [redacted] | 1[redacted] | 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.
Deze AZ18-700 wordt niet ingekocht voor de standaard voorraad.

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.

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 AZ46-700 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.
Korte damwandplanken gebruikt voor de afscheidingen tussen de kleikisten -meestal AZ-18-700- en voor de 'schotten' boven de overkluizingen voor de diep gelegen zinkers mogen worden geleverd in S235.

### 4.2.4 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 een verzwakking van 0,48 mm op de dikte van de plank.
Voorafgaand aan het hergebruiken van de planken worden deze gecontroleerd waarna eventueel een vermindering van de sterkte in rekening gebracht kan worden.

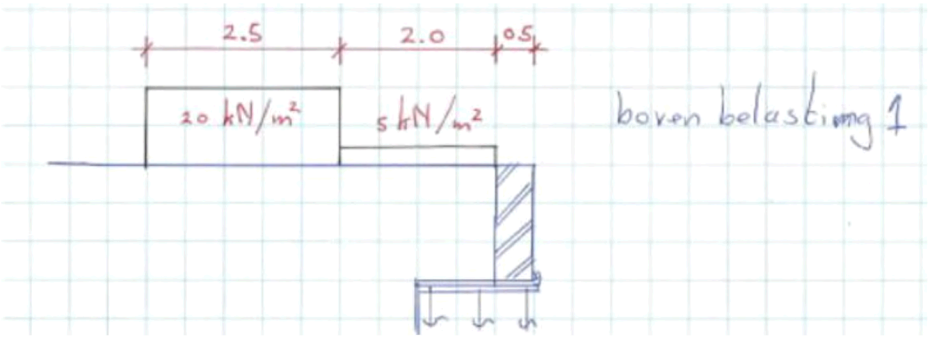
## 4.3 Geometrie

### 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

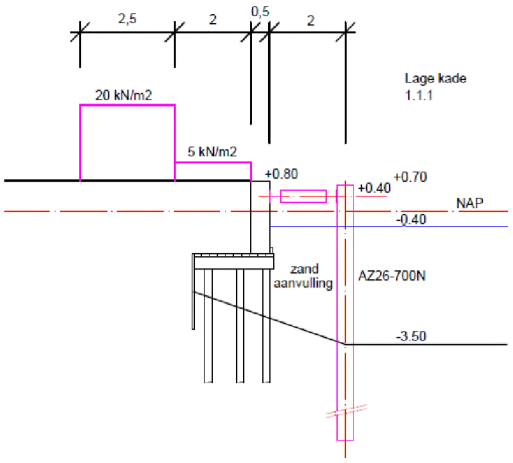
Waterstand NAP-0,40 m.

### 4.3.5 Afstand kademuur-damwand

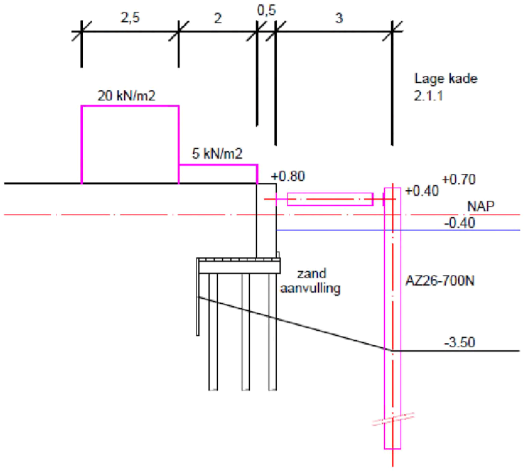
Zie paragraaf 2.5.1

## 4.4 Resultaten

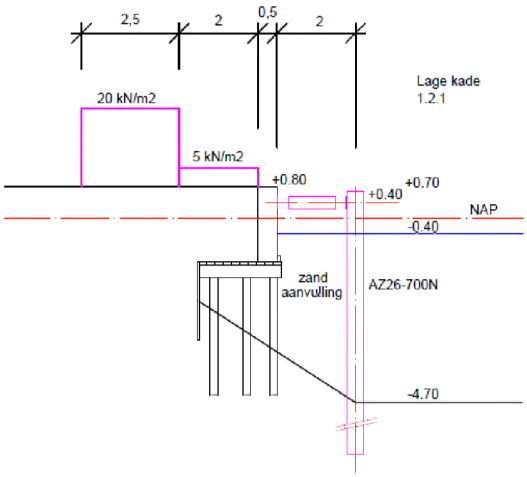
### 4.4.1 Damwand lage kade NAP+0,80 m



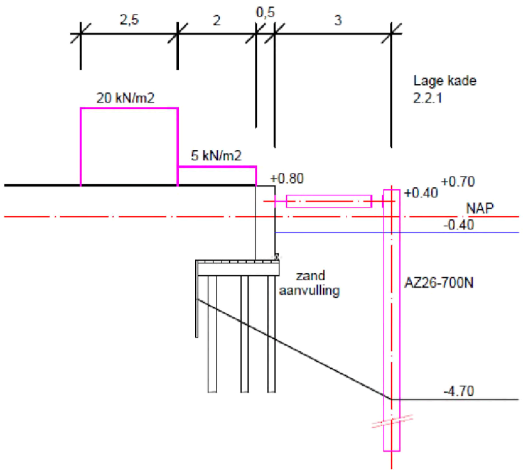

Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,53
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,7




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

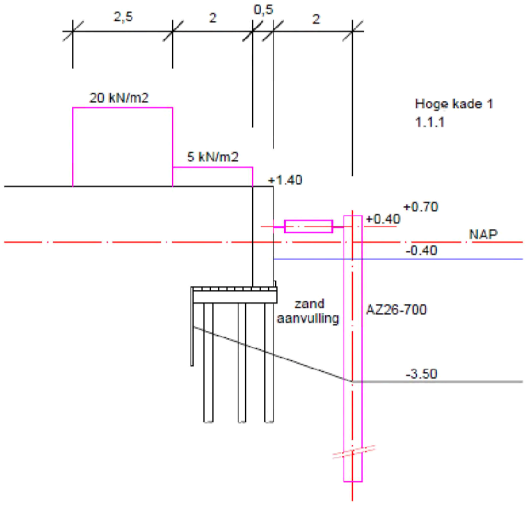



Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,84
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 2,88

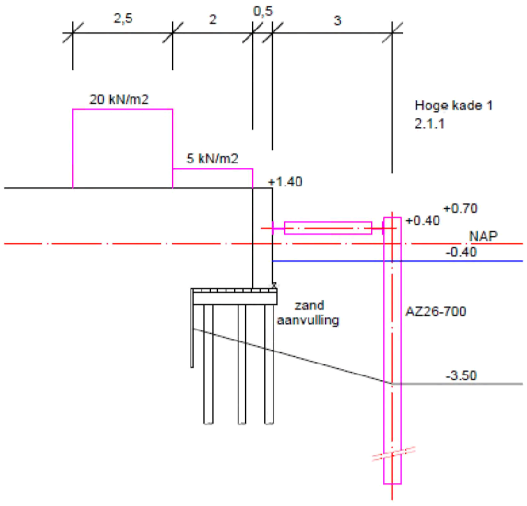



Hoogte kade NAP+0,80 m
Profiel AZ26-700 S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-15,30 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,70
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,2

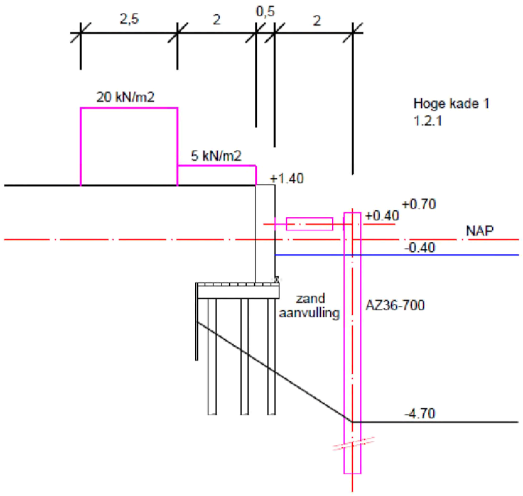
### 4.4.2 Damwand bij hoge kade NAP+1,40



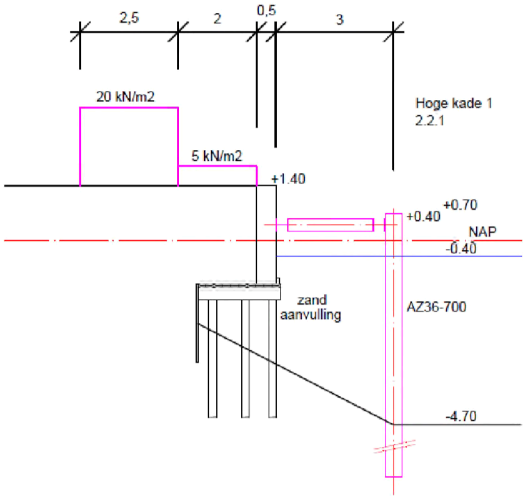

Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ26-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 16 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,57
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,4




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

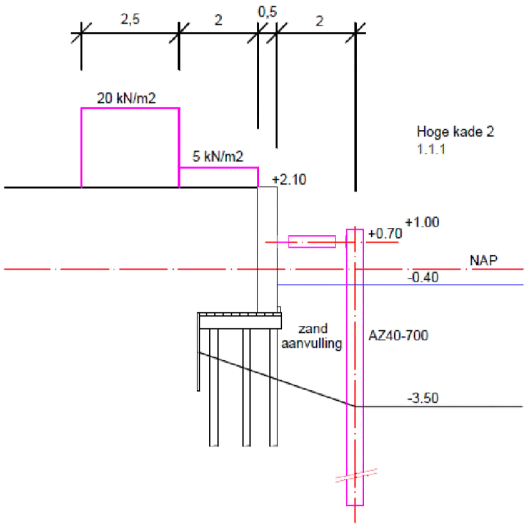



Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ36-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 17 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC =0,82
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 2,6

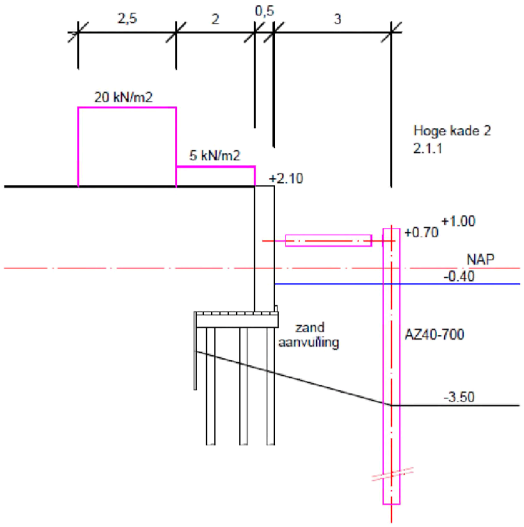



Hoogte kade NAP+1,40 m
Profiel AZ36-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m
Lengte plank 17 m
Onderzijde damwand NAP-16,30 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,68
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 2,6

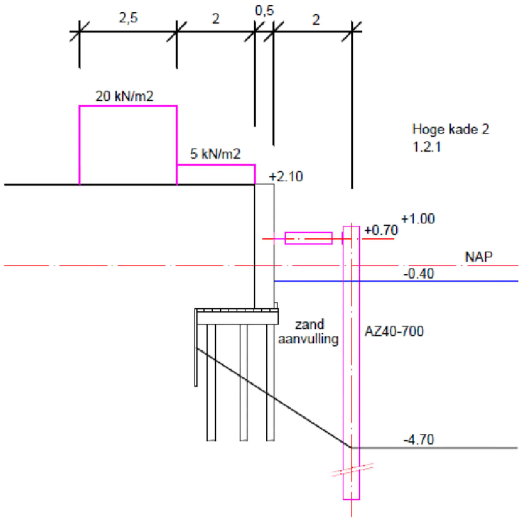
### 4.4.3 Damwand bij hoge kade NAP+2,10



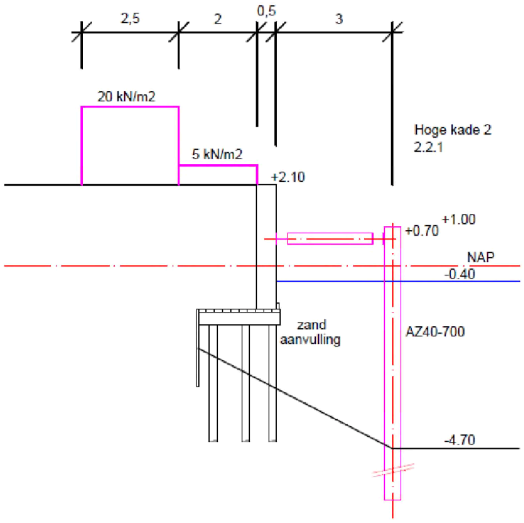

Hoogte kade NAP+2,10 m
Profiel AZ46-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+1,00 m
Lengte plank 19 m
Onderzijde damwand NAP-18,00 m
Afstand tot kade 2 m
Bodemdiepte NAP-3,50 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,66
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,6




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

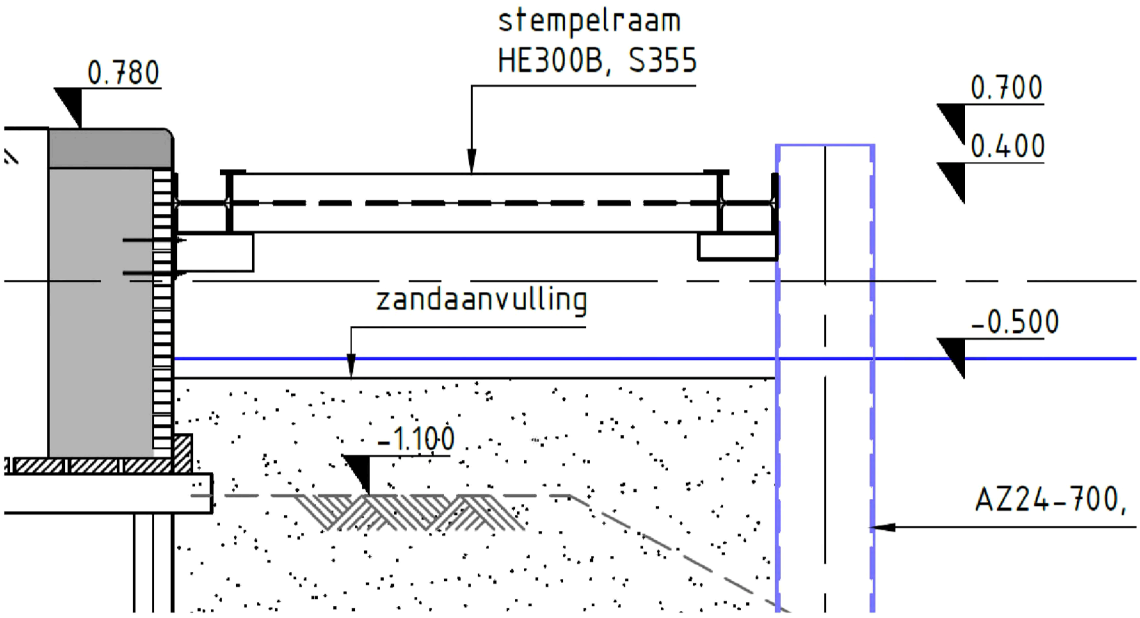



Hoogte kade NAP+2,10 m
Profiel AZ46-700N S355GP
Bovenzijde damwand NAP+1,00 m
Lengte plank 19 m
Onderzijde damwand NAP-18,00 m
Afstand tot kade 3 m
Bodemdiepte NAP-4,70 m
Bovenbelasting 'normaal'.
Resultaten berekening:
Sterkte plank: UC = 0,74
Sterkte grond: Stabiliteitsfactor = 3,4

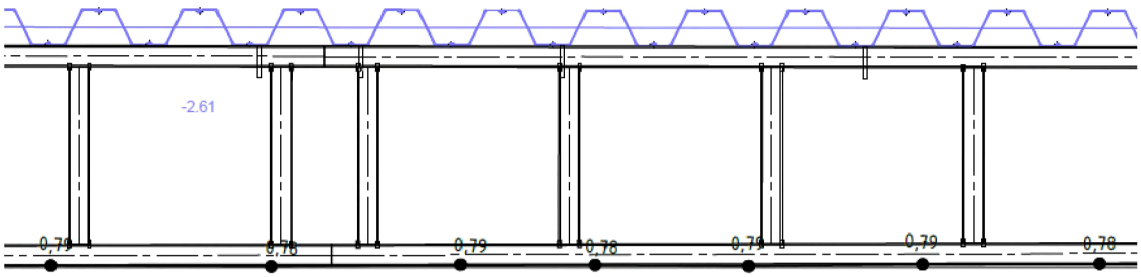
## 4.5 Gordingen

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. Behoudens de lengte van de stempels

### 4.5.1 Veiligheidsconstructie lage kade NAP+0,80 m

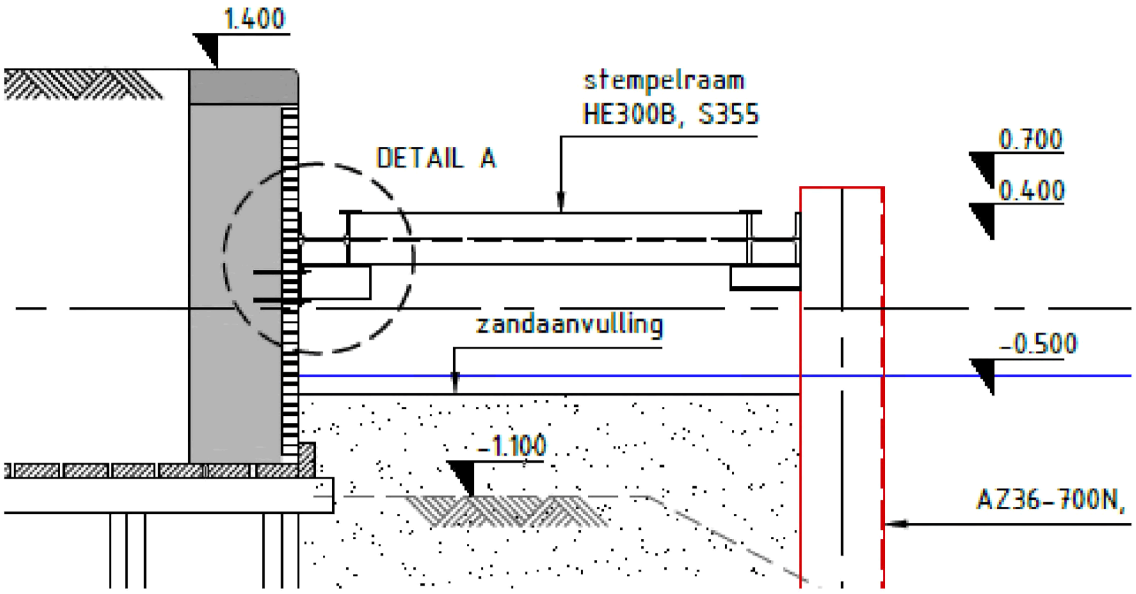



Vaste maten:
Waterstand NAP-0,40 m,
Zandaanvulling tot NAP-0,50 m,
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m,
Hoogte stempelraam NAP+0,40 m,
Profielen stempelraam HE300B, S355.
Hoh afstand stempels 3,00 m.

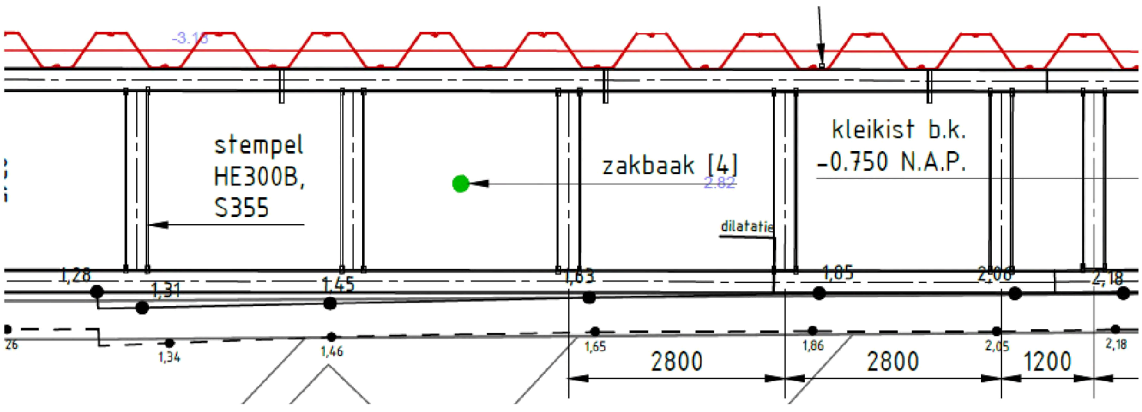



Principe bovenaanzicht

### 4.5.2 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+1,50 m

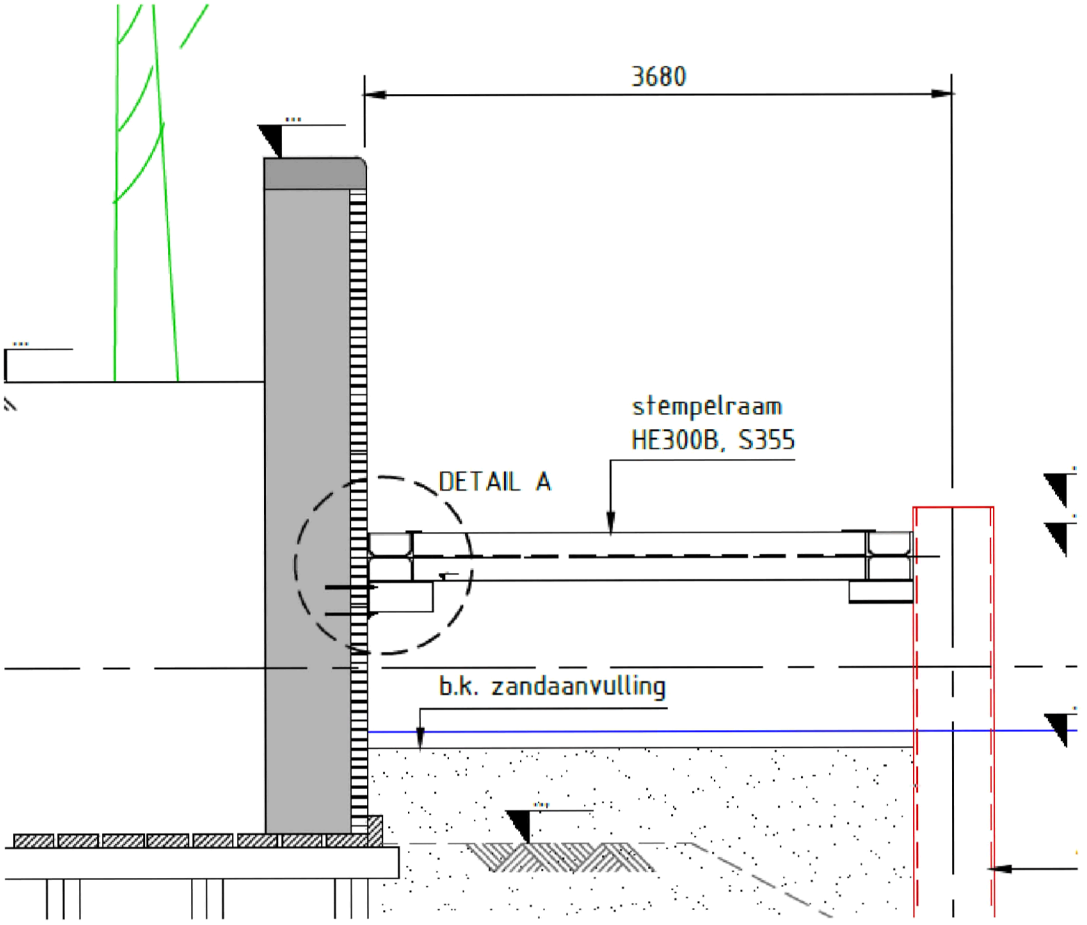



Vaste maten:
Waterstand NAP-0,40 m,
Zandaanvulling tot NAP-0,50 m,
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m,
Hoogte stempelraam NAP+0,40 m,
Profielen stempelraam HE300B, S355.
Hoh afstand stempels 2,80 m.

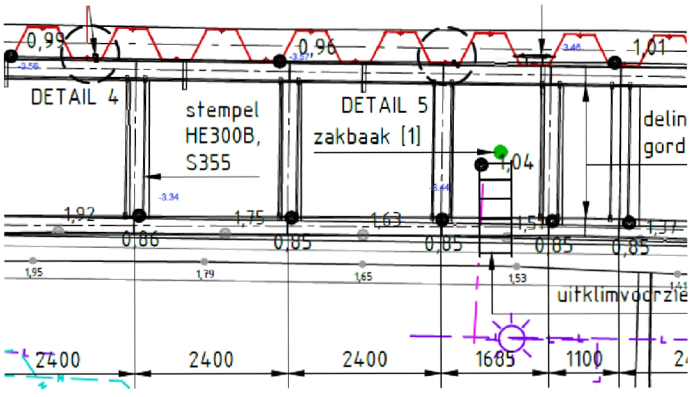



Principe bovenaanzicht

### 4.5.3 Veiligheidsconstructie hoge kade NAP+2,10 m



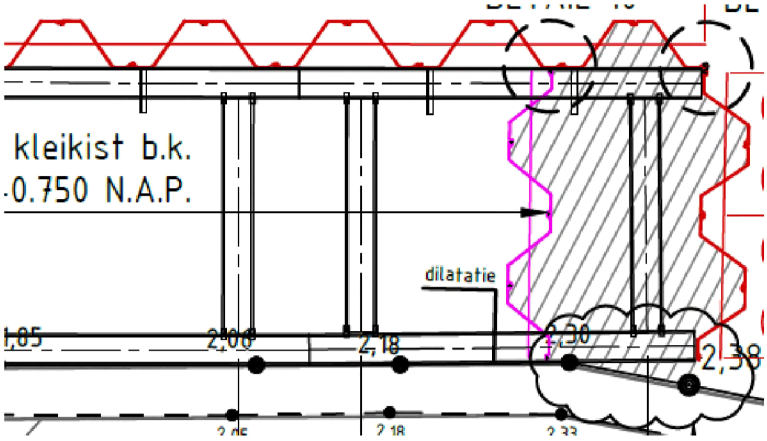

Vaste maten:
Waterstand NAP-0,40 m,
Zandaanvulling tot NAP-0,50 m,
Bovenzijde damwand NAP+0,70 m,
Hoogte stempelraam NAP+0,40 m,
Profielen stempelraam HE300B, S355.
Hoh afstand stempels 2,40 m.




Principe bovenaanzicht

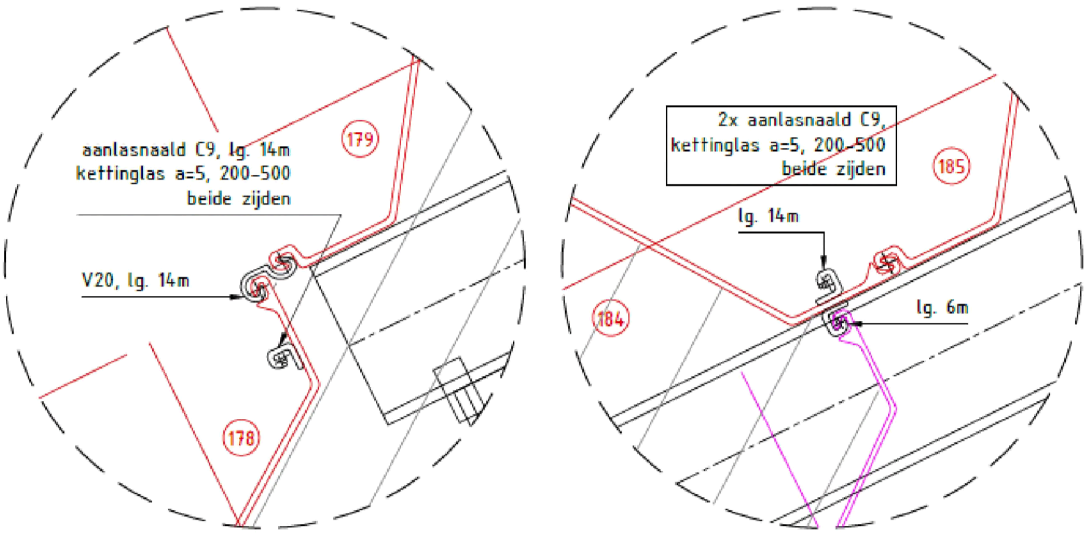
## 4.6 Standaard kleikisten

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.
Na het gereedkomen van de veiligheidsconstructie zal een ander deel van de gemeente ecologische voorzieningen aanbrengen.

#### 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 veiligheidconstructie 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 veiligheidconstructie 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.

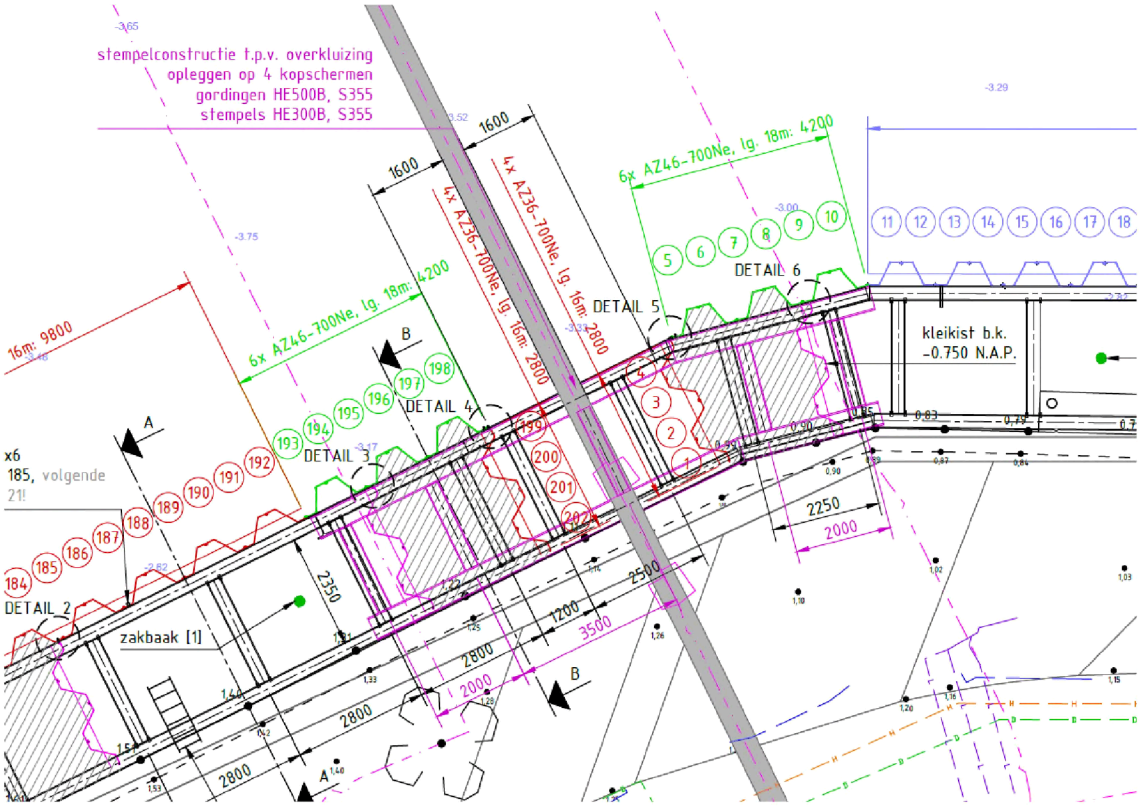
### 4.10.1 Overkluizingen voor ondiepe zinkers

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

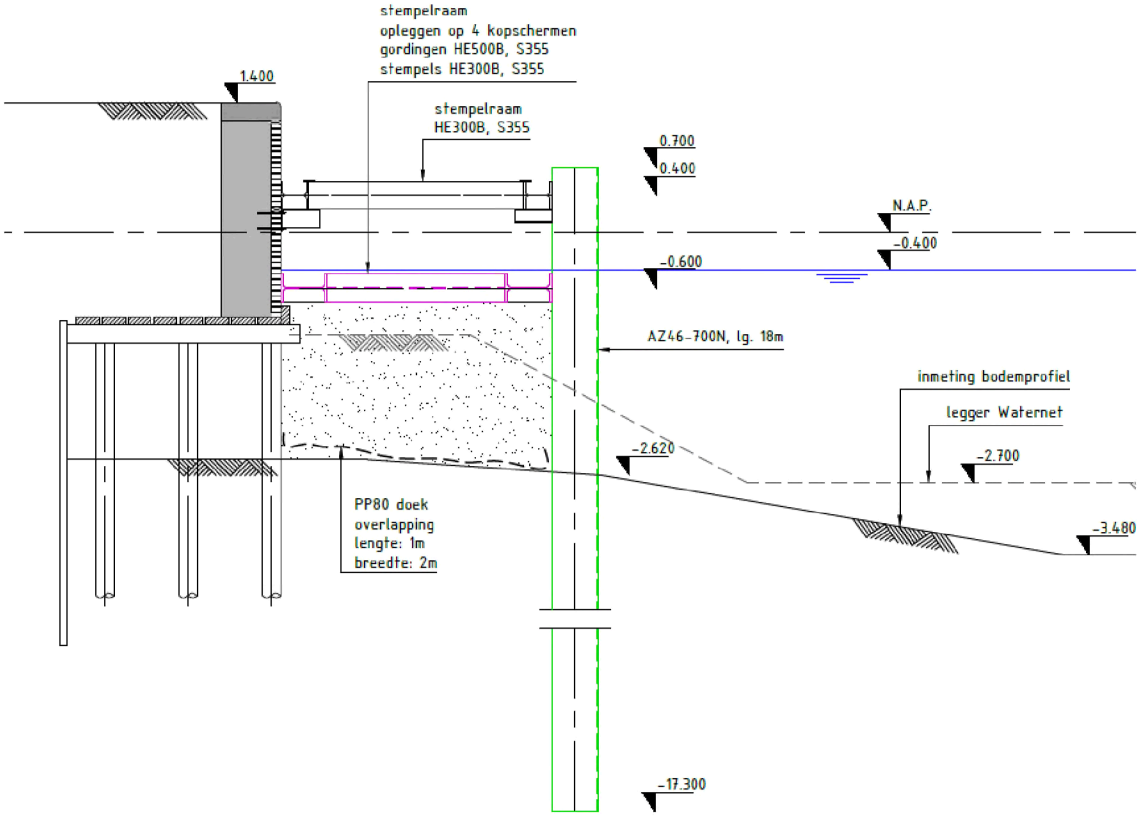
Hiervoor is een overkluizing voor een zinker van Waternet gebruikt bij de Keizersgracht.




**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.

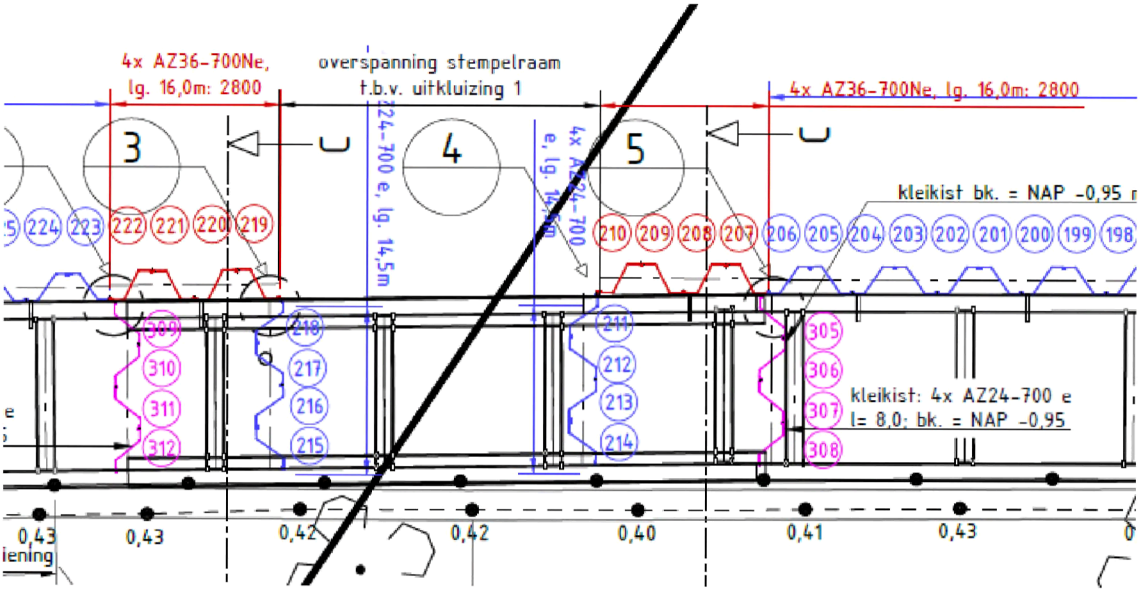



**Doorsnede**

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

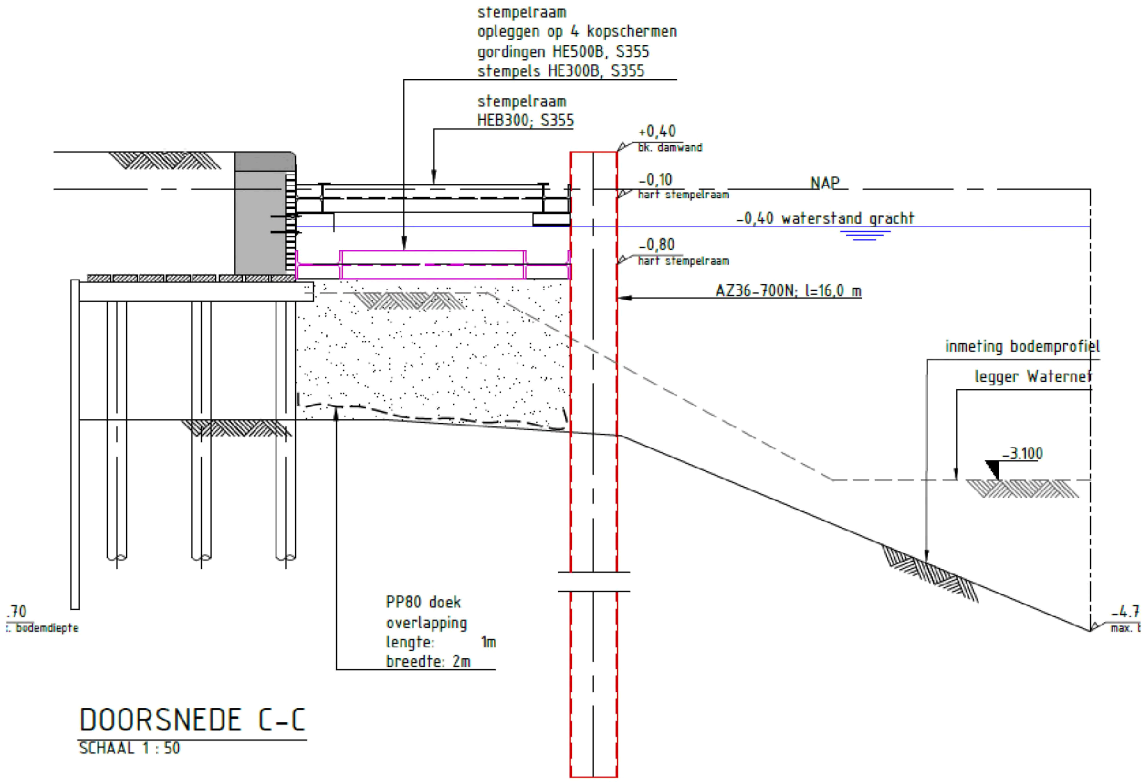
Hiervoor is een overkluizing voor een zinker van Ziggo gebruikt bij de Marnixkade.




**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.

## 4.11 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: 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

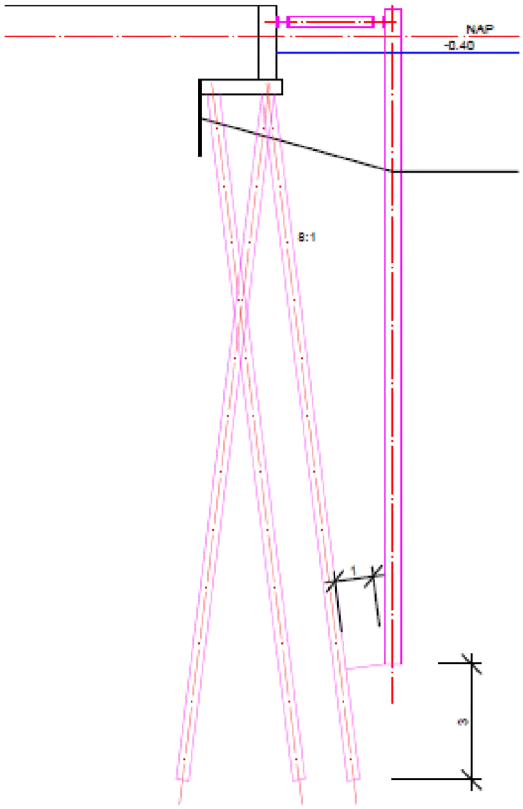
De berekeningen zijn uitgevoerd voor de 'standaard' bodemopbouw, zoals gegeven in onderstaande tabel. In de tabel zijn tevens de aangehouden stijfheidsparameters voor de betreffende lagen opgenomen. Deze zijn afgeleid op basis van de correlatie met het volumiek gewicht, e.e.a. op basis van de door OMEGAM 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] | $\gamma_{dr}$/ $\gamma_{sat}$ [kN/m$^3$] | 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 betekend 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
B. ter hoogte van de kademuur (aanwezigheid palen is hier verwaarloosd)
C. 2,5m uit de kademuur
D. 5m uit de kademuur

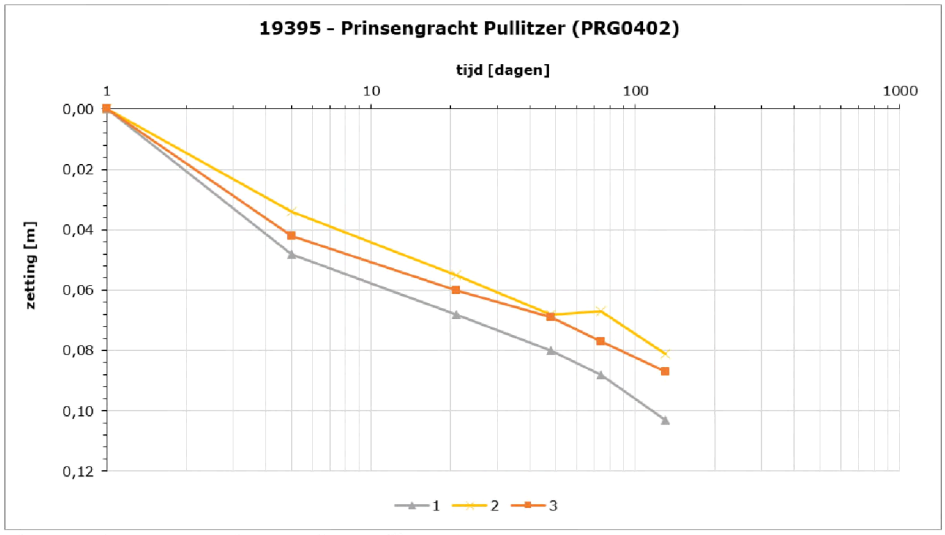
**Tabel 6 Resultaten zettingsberekening**

| | Zetting [cm] |
|---|---|

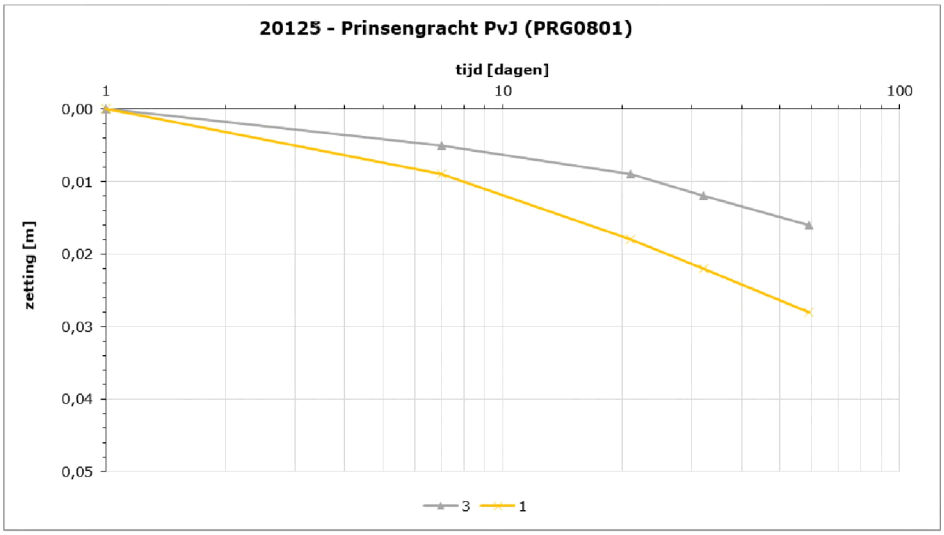
| Zetting na: | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 100 dagen | 20 | 4 | < 1 | |
| 1 jaar | 28 | 5 | | |
| 5 jaar | 36 | 5 | | |
| 10 jaar | 38 | 5 | | |
| 20 jaar | 40 | 6 | | |

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:

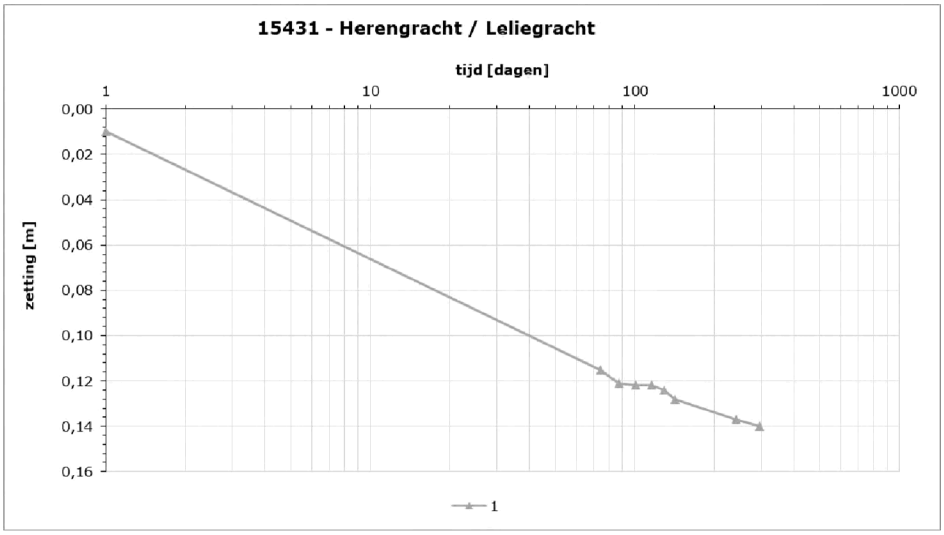
- Zettingen zijn berekend voor het gestandaardiseerde profiel zoals die voor het standaardontwerp is aangehouden. Het werkelijke bodemprofiel heeft doorgaans een dunner pakket wadafzettingen waarbij tussen het Hollandveen en de wadafzettingen een laag Oude Zeeklei aanwezig is. Gezien de beperkte breedte 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)**

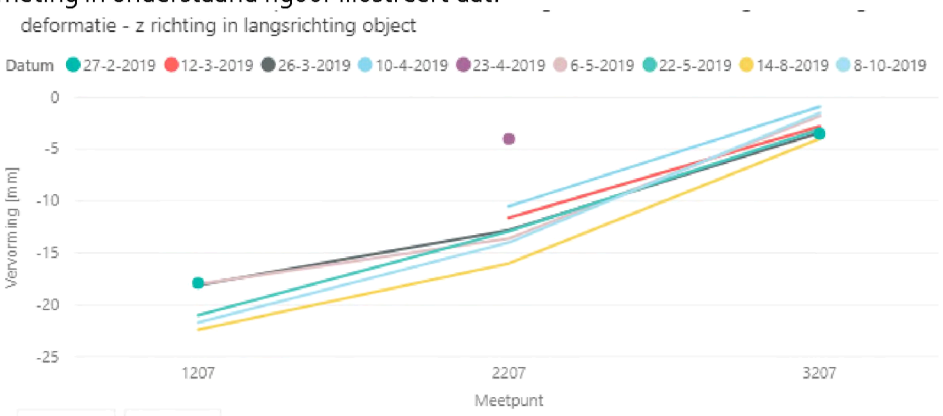



**Figuur 3 Gemeten zetting zandaanvulling Herengracht – Leliegracht**

## 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 2: 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: [redacted]

Date of calculation: 7-7-2020
Time of calculation: 13:15:26
Calculated with version: [redacted]

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

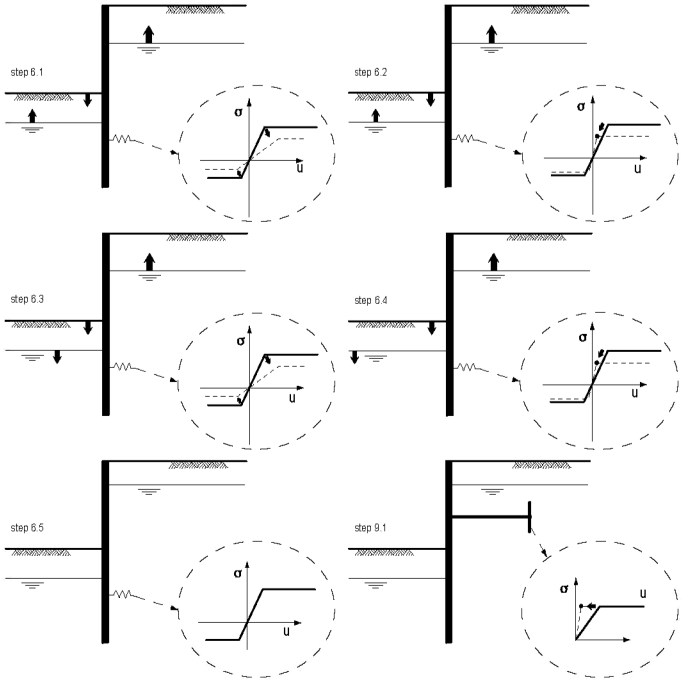
## 2.1 Overview per Stage and Test

| 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:<br>Partial factors (design values) in verified stage only.<br>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

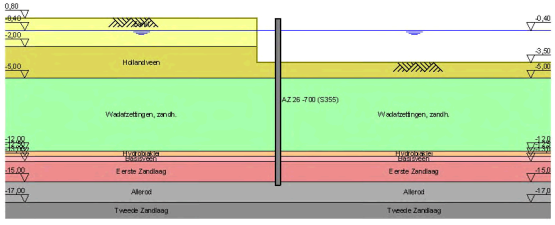
* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.





## 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] | 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 |

### 5.2.5 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 |

## 5.3 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 | -3,71 | 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 |

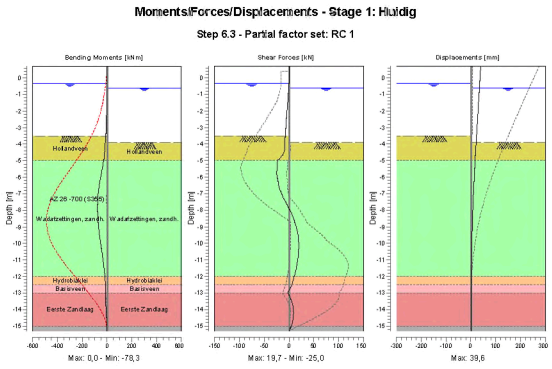
### 5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

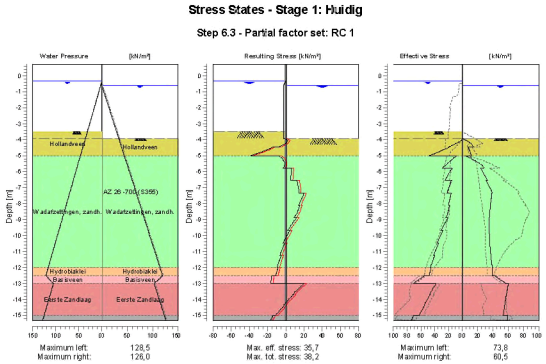
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **39,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 38,4 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 38,4 |
| 2 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 35,3 |
| 3 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 35,3 |
| 3 | -0,40 | 0,00 | -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 [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 | - | |
| 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 [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** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |





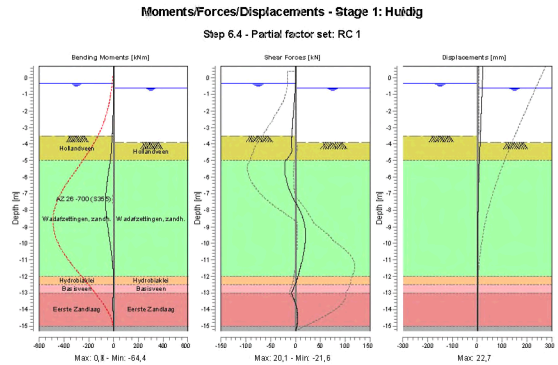
## 6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

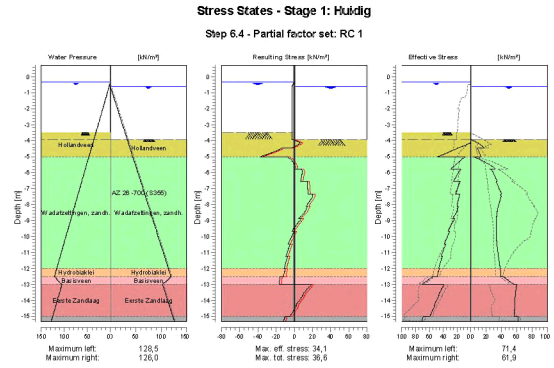
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **22,7** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 21,9 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 21,9 |
| 2 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 19,9 |
| 3 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 19,9 |
| 3 | -0,40 | 0,00 | -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 |

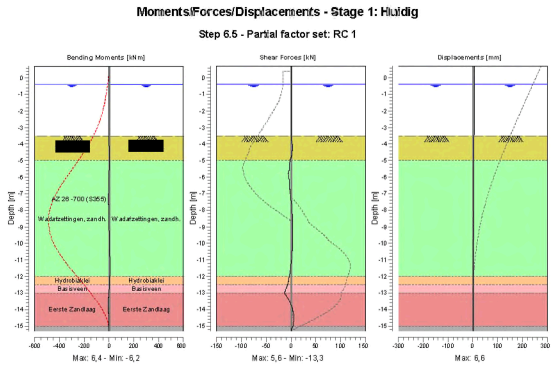
### 7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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




#### 7.8.2 Moments, Forces and Displacements

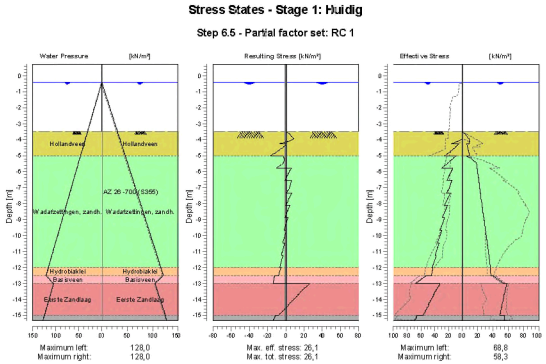
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **6,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 6,4 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 6,4 |
| 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,3 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,3 |
| 3 | -0,40 | 0,00 | 0,00 | 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 [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 | - | |
| 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 [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** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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

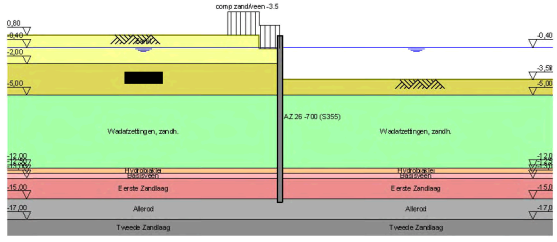
| Left | | | Right | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Level [m] | Layer name | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name | Contribution [kN] |
| 2,40 | Zand | 0,00 | 2,40 | Zand | 0,00 |
| -2,00 | Hollandveen | 0,00 | -2,00 | Hollandveen | 0,00 |
| -5,00 | Wadafzettingen... | -61,19 | -5,00 | Wadafzettingen... | 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 | Horizontal pressure | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active | Passive | Ka | Ko | Kp |
| | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] | [-] | [-] |
| 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 | 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 |

#### 9.5.5 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 |

### 9.6 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 [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 |

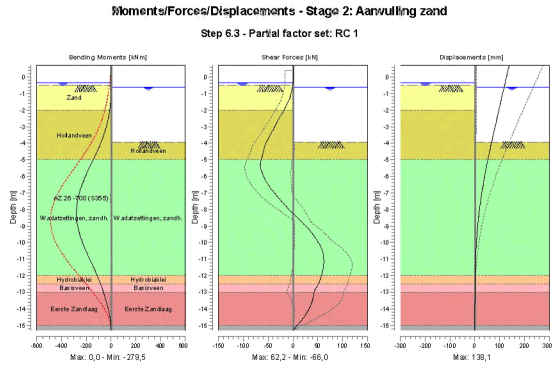
### 9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| Name | Force |
|---|---|
| Zand | 0,00 |
| Hollandveen | 12,92 |
| Wadafzettingen, zandh. | 313,24 |
| Hydrobiakleï | 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



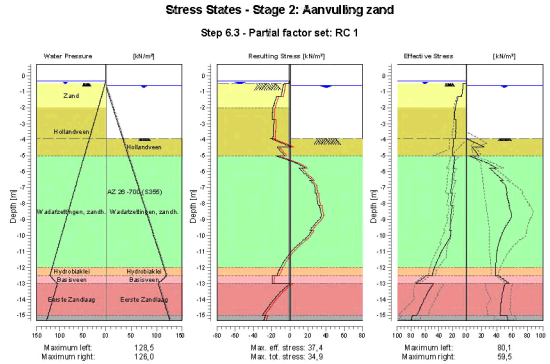





#### 9.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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




### 9.8.4 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 | - | |
| 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 [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** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 [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 |

### 10.5.5 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 |

### 10.6 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 |





| Segment number | Level [m] | Horizontal pressure | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active [kN/m²] | Passive [kN/m²] | 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 |

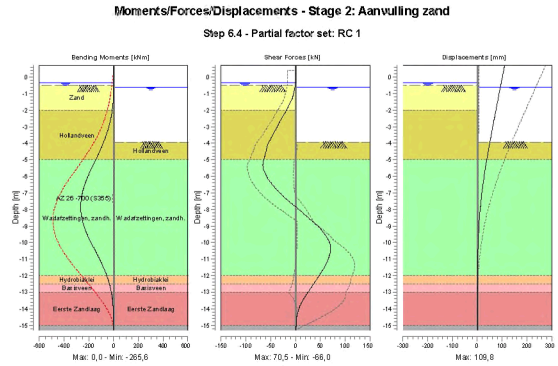
### 10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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



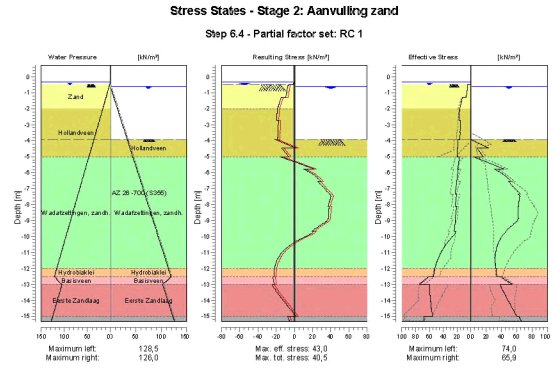
### 10.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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 |
| Hydrobiakleï | 17,19 |
| Basisveen | 22,94 |
| Eerste Zandlaag | 97,63 |
| Allerod | 16,74 |
| Tweede Zandlaag | 0,00 |

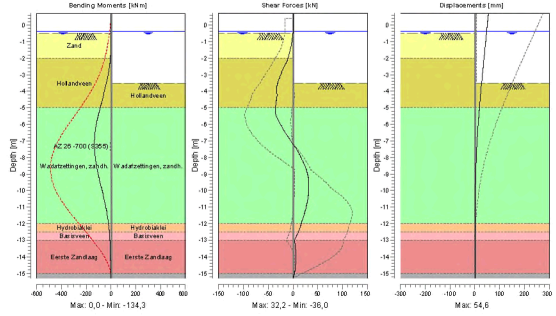
### 11.8 Calculation Results

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**



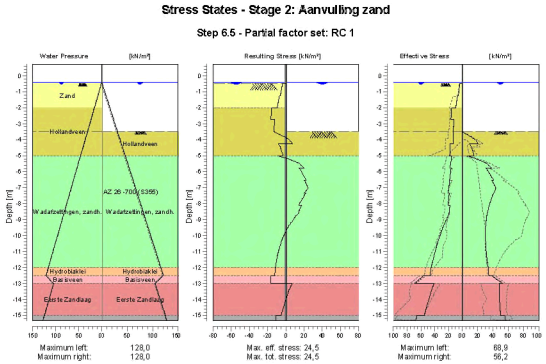





#### 11.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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

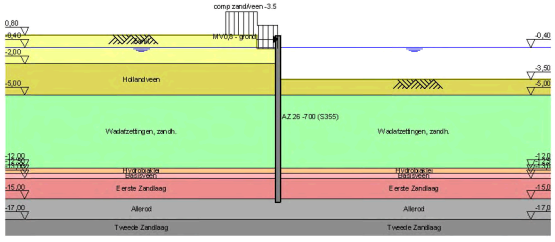
| Left | | | Right | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Level [m] | Layer name | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name | Contribution [kN] |
| 2,40 | Zand | 0,00 | 2,40 | Zand | 0,00 |
| -2,00 | Hollandveen | 0,00 | -2,00 | Hollandveen | 0,00 |
| -5,00 | Wadafzettingen... | -58,79 | -5,00 | Wadafzettingen... | 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 zandveen -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 | 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 |

#### 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 |

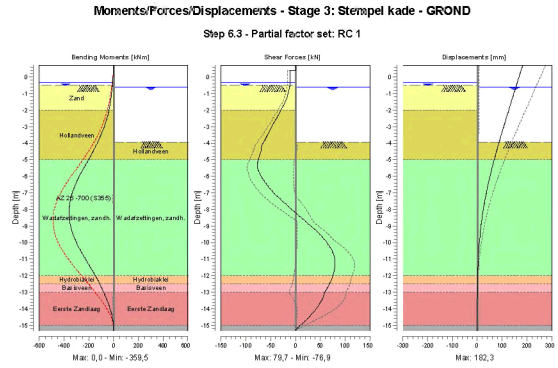
### 13.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 13.8.2 Moments, Forces and Displacements

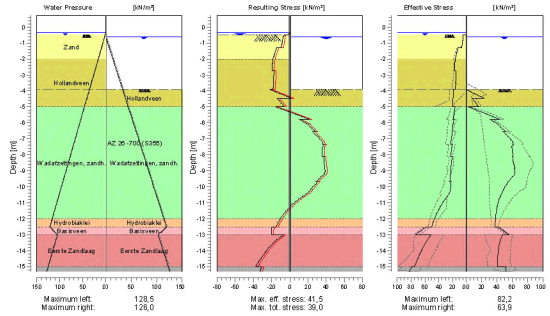
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **182,3** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 176,1 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -10,94 | 176,1 |
| 2 | -0,35 | -8,20 | -10,94 | 160,5 |
| 3 | -0,35 | -8,20 | -10,94 | 160,5 |
| 3 | -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 [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 | - | |
| 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 | 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 |

### 14.2.5 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 |

### 14.2.6 Surcharge Loads

| Name | Distance [m] | Load [kN/m²] | Favourable / Unfavourable | Permanent / Variable |
|---|---|---|---|---|
| comp zandveen -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 | Horizontal pressure | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active | Passive | Ka | Ko | Kp |
| | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] | [-] | [-] |
| 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 |

## 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 | 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 [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 |

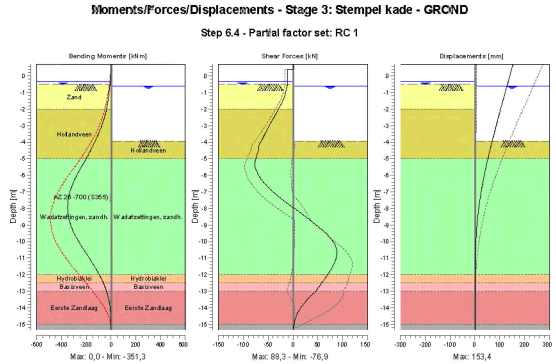
### 14.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

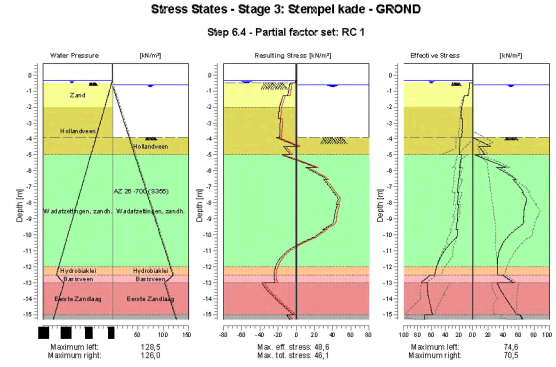
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **153,4** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 147,9 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -10,94 | 147,9 |
| 2 | -0,35 | -8,20 | -10,94 | 134,0 |
| 3 | -0,35 | -8,20 | -10,94 | 134,0 |
| 3 | -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 | 18 | 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] | 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 |

### 15.2.5 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 |

### 15.2.6 Surcharge Loads

| Name | Distance [m] | Load [kN/m²] | Favourable / Unfavourable | Permanent / Variable |
|---|---|---|---|---|
| comp zandveen -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 | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active [kN/m²] | Passive [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | 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 | 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 [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 |

### 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 |

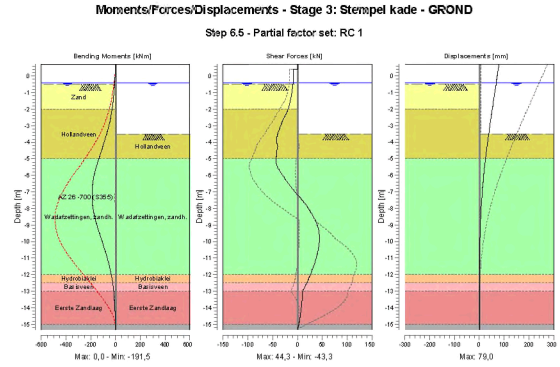
### 15.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 15.8.2 Moments, Forces and Displacements

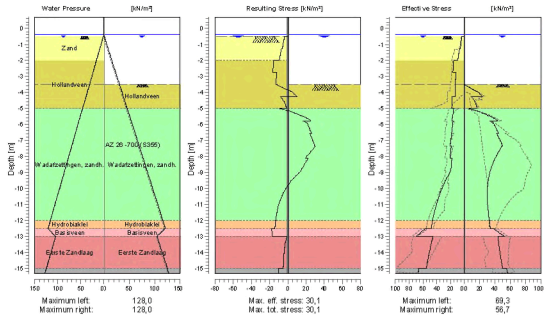
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **79,0** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 76,0 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -9,00 | 76,0 |
| 2 | 0,00 | -3,60 | -9,00 | 72,0 |
| 3 | 0,00 | -3,60 | -9,00 | 72,0 |
| 3 | -0,40 | -7,20 | -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 - GRONID**

**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

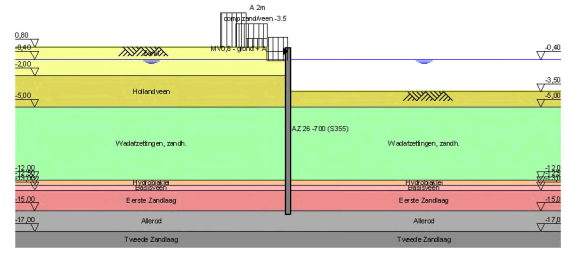
| Left | | | Right | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Level [m] | Layer name | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name | Contribution [kN] |
| 2,40 | Zand | 0,00 | 2,40 | Zand | 0,00 |
| -2,00 | Hollandveen | 0,00 | -2,00 | Hollandveen | 0,00 |
| -5,00 | Wadafzettingen... | -58,75 | -5,00 | Wadafzettingen... | 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 |

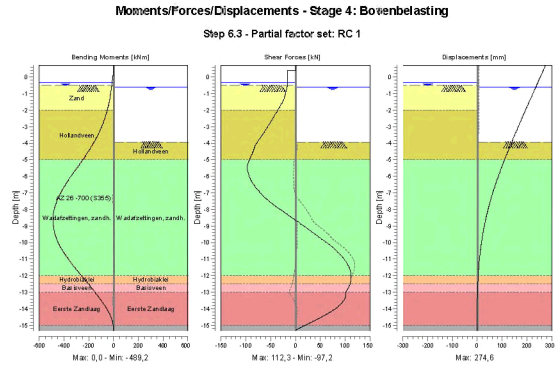
### 17.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 17.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 17.8.2 Moments, Forces and Displacements

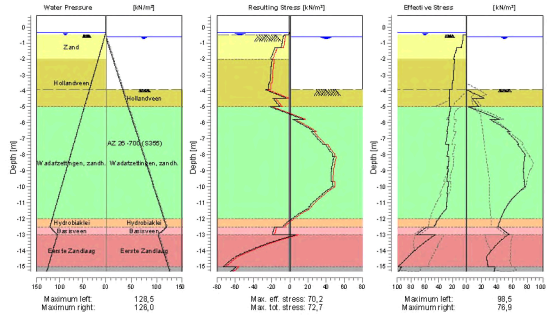
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **274,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 265,7 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -16,20 | 265,7 |
| 2 | -0,35 | -12,15 | -16,20 | 243,3 |
| 3 | -0,35 | -12,15 | -16,20 | 243,3 |
| 3 | -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 [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 | - | |
| 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 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 |

### 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 |

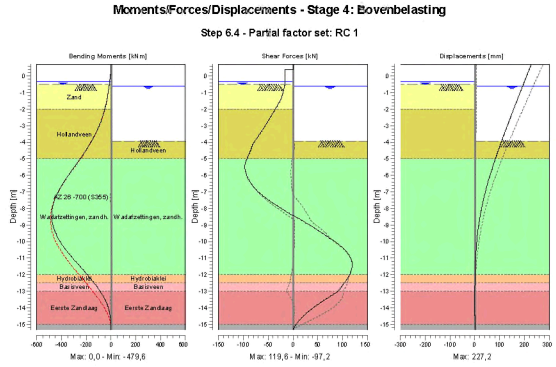
### 18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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




### 18.8.2 Moments, Forces and Displacements

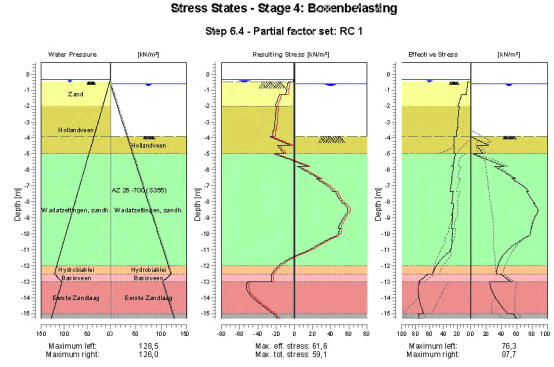
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **227,2** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 219,3 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -16,20 | 219,3 |
| 2 | -0,35 | -12,15 | -16,20 | 199,6 |
| 3 | -0,35 | -12,15 | -16,20 | 199,6 |
| 3 | -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



### 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 |
| Hydrobiakleï | -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 |
| Hydrobiakleï | 16,54 |
| Basisveen | 22,57 |
| Eerste Zandlaag | 86,44 |
| Allerod | 16,27 |
| Tweede Zandlaag | 0,00 |

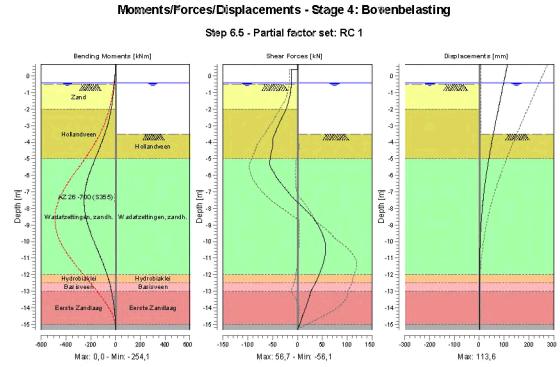
### 19.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 19.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 19.8.2 Moments, Forces and Displacements

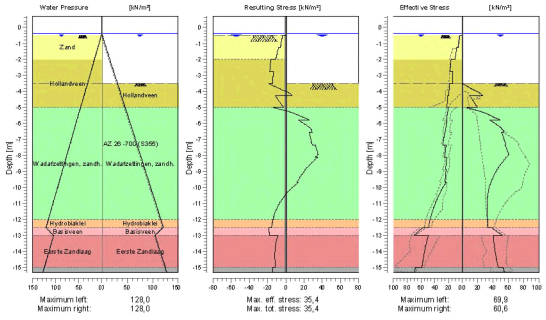
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **113,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 109,4 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -12,00 | 109,4 |
| 2 | 0,00 | -4,80 | -12,00 | 103,9 |
| 3 | 0,00 | -4,80 | -12,00 | 103,9 |
| 3 | -0,40 | -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: [redacted]

Date of calculation: 7/29/2020
Time of calculation: 4:09:33 PM
Calculated with version: [redacted]

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

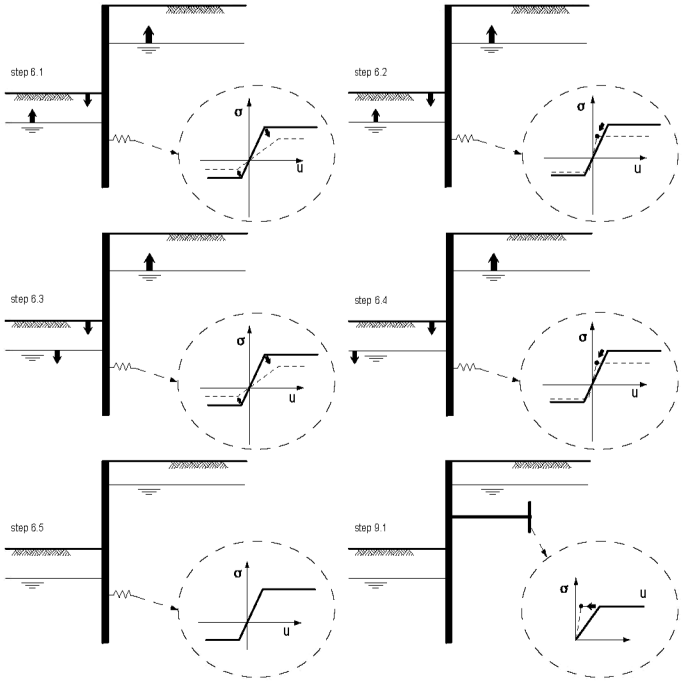
## 2.1 Overview per Stage and Test

| 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

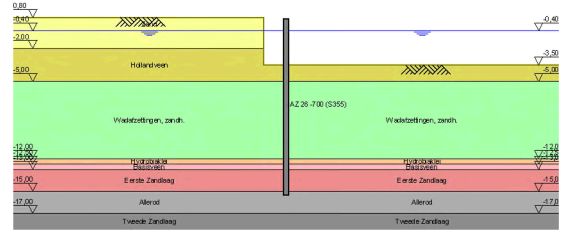
* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.





## 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] | 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 |

### 5.2.5 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 |

## 5.3 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 | -3,71 | 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 |

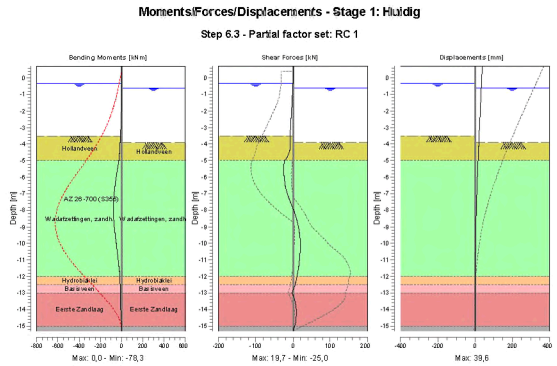
### 5.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

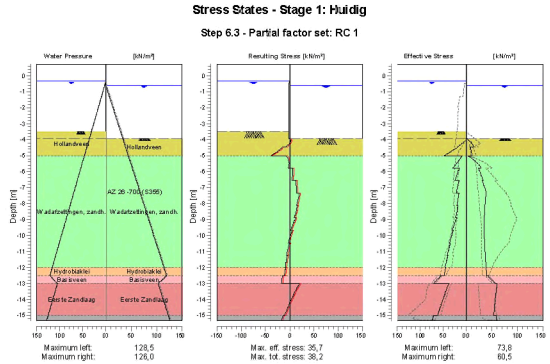
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **39,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 38,4 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 38,4 |
| 2 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 35,3 |
| 3 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 35,3 |
| 3 | -0,40 | 0,00 | -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 [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 | - | |
| 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 [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** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |





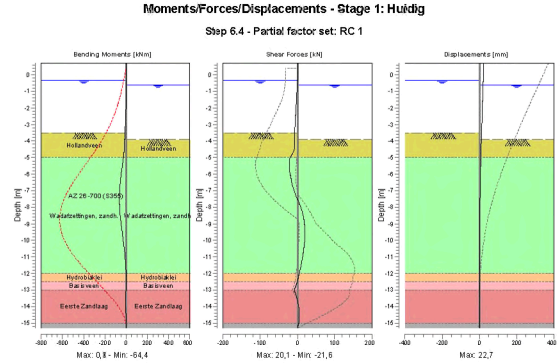
## 6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

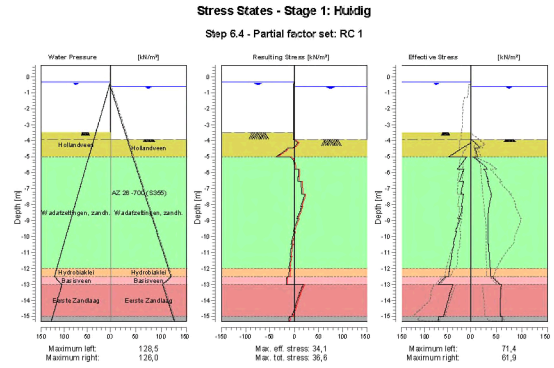
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **22,7** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 21,9 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 21,9 |
| 2 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 19,9 |
| 3 | -0,35 | 0,00 | 0,00 | 19,9 |
| 3 | -0,40 | 0,00 | -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 |

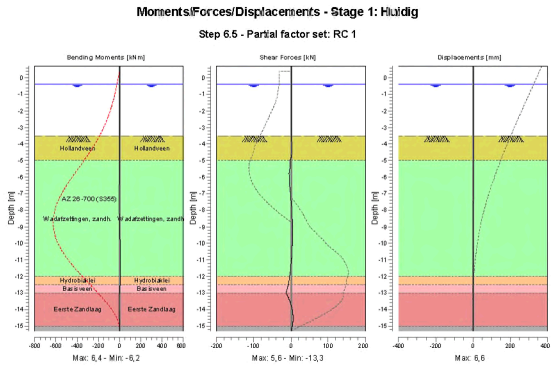
### 7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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




#### 7.8.2 Moments, Forces and Displacements

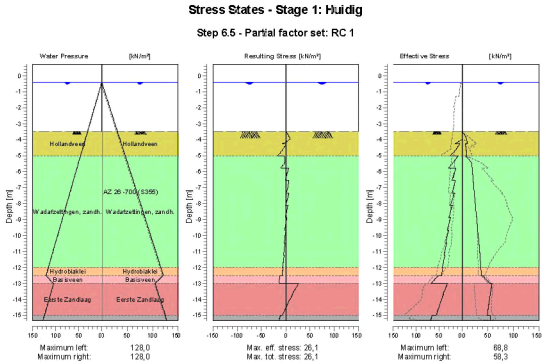
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **6,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 6,4 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 6,4 |
| 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,3 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,3 |
| 3 | -0,40 | 0,00 | 0,00 | 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 [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 | - | |
| 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 [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** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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

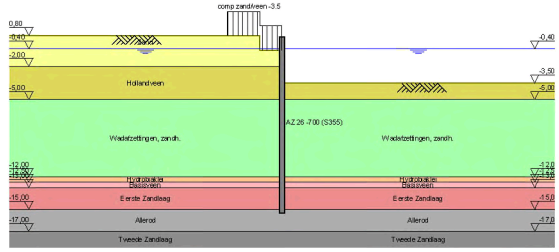
| Left | | | Right | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Level [m] | Layer name | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name | Contribution [kN] |
| 2,40 | Zand | 0,00 | 2,40 | Zand | 0,00 |
| -2,00 | Hollandveen | 0,00 | -2,00 | Hollandveen | 0,00 |
| -5,00 | Wadafzettingen... | -61,19 | -5,00 | Wadafzettingen... | 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 | Horizontal pressure | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active | Passive | Ka | Ko | Kp |
| | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] | [-] | [-] |
| 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 | 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 |

#### 9.5.5 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 |

### 9.6 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 [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 |
| Hydrobiakleï | 19,20 |
| Basisveen | 24,36 |
| Eerste Zandlaag | 93,14 |
| Allerod | 16,16 |
| Tweede Zandlaag | 0,00 |

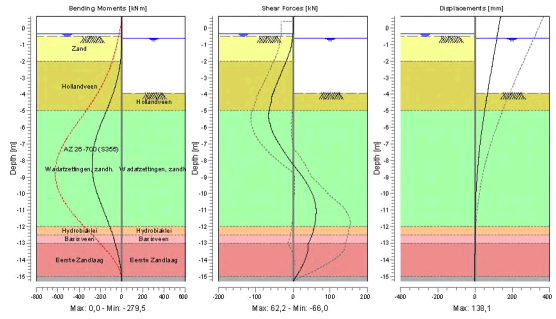
### 9.8 Calculation Results

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**



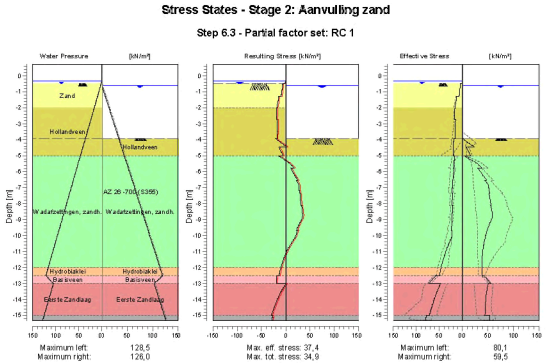





#### 9.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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




### 9.8.4 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 | - | |
| 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 [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** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 [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 |

### 10.5.5 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 |

## 10.6 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 |





| Segment number | Level [m] | Horizontal pressure | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active [kN/m²] | Passive [kN/m²] | 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 |

## 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 |

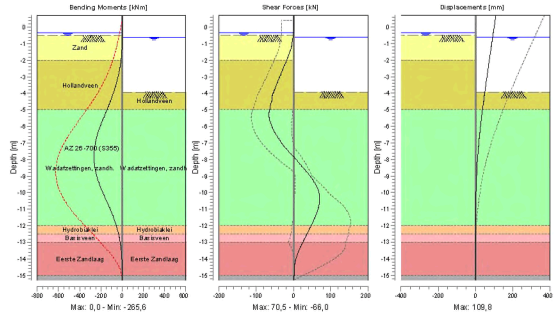
## 10.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

### 10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

**Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Aanvulling zand**

**Step 6.4 - Partial factor set: RC 1**



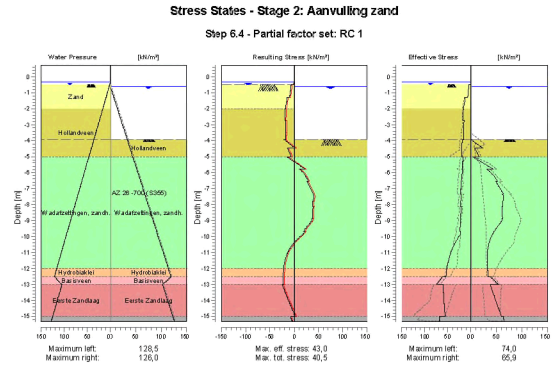
### 10.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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 |

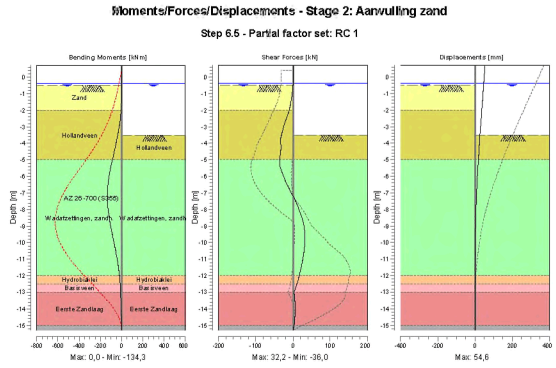
### 11.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| Name | Force |
|---|---|
| Zand | 0,00 |
| Hollandveen | 18,77 |
| Wadafzettingen, zandh. | 232,95 |
| Hydrobiakleï | 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



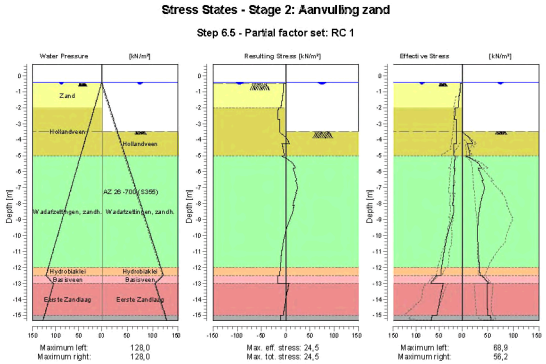





#### 11.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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

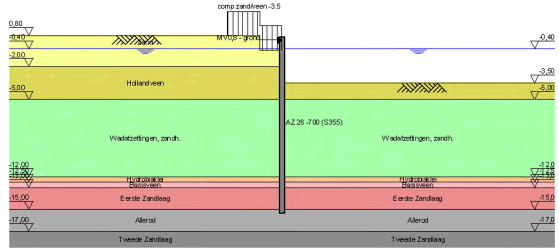
| Left | | | Right | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Level [m] | Layer name | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name | Contribution [kN] |
| 2,40 | Zand | 0,00 | 2,40 | Zand | 0,00 |
| -2,00 | Hollandveen | 0,00 | -2,00 | Hollandveen | 0,00 |
| -5,00 | Wadafzettingen... | -58,79 | -5,00 | Wadafzettingen... | 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 zandveen -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 | 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 |

#### 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. | 367,69 |
| Hydrobiaklei | 19,33 |
| Basisveen | 24,18 |
| Eerste Zandlaag | 75,28 |
| Allerod | 14,14 |
| Tweede Zandlaag | 0,00 |

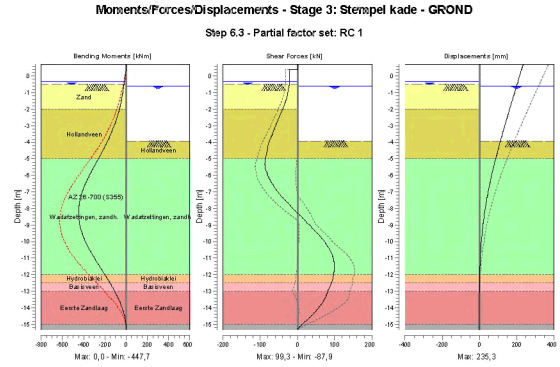
### 13.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 13.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 13.8.2 Moments, Forces and Displacements

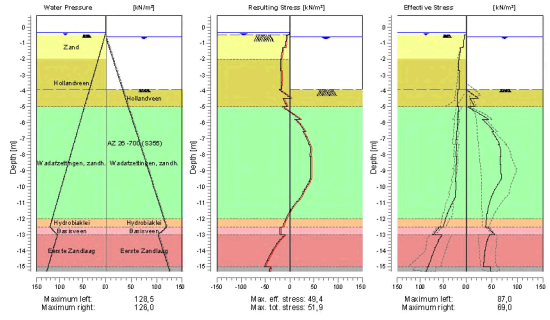
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **235,3** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 227,2 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -21,87 | 227,2 |
| 2 | -0,35 | -16,40 | -21,87 | 207,0 |
| 3 | -0,35 | -16,40 | -21,87 | 207,0 |
| 3 | -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 [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 | - | |
| 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 | 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 |

### 14.2.5 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 |

### 14.2.6 Surcharge Loads

| Name | Distance [m] | Load [kN/m²] | Favourable / Unfavourable | Permanent / Variable |
|---|---|---|---|---|
| comp zandveen -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 | Horizontal pressure | | Fictive earth pressure coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Active | Passive | Ka | Ko | Kp |
| | [m] | [kN/m²] | [kN/m²] | [-] | [-] | [-] |
| 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 |

## 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 | 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 [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 |

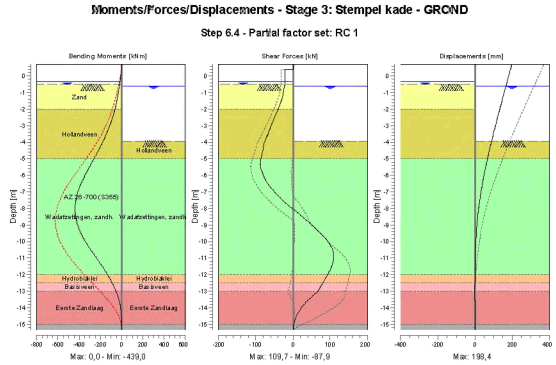
### 14.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

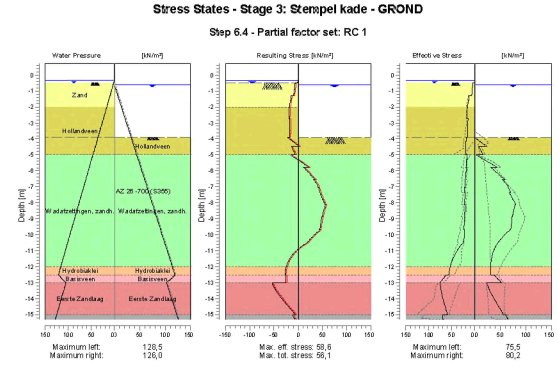
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **198,4** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 191,2 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -21,87 | 191,2 |
| 2 | -0,35 | -16,40 | -21,87 | 173,2 |
| 3 | -0,35 | -16,40 | -21,87 | 173,2 |
| 3 | -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 zandveen -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 [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 |

### 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 |

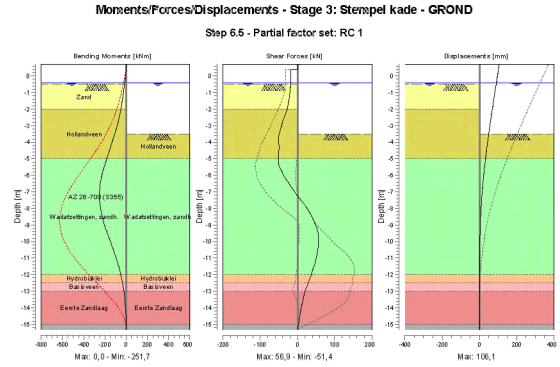
### 15.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 15.8.2 Moments, Forces and Displacements

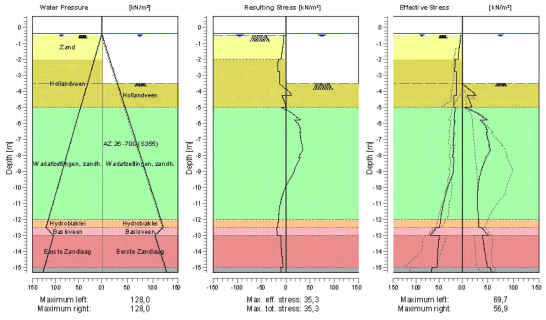
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **106,1** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 102,0 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -18,00 | 102,0 |
| 2 | 0,00 | -7,20 | -18,00 | 96,5 |
| 3 | 0,00 | -7,20 | -18,00 | 96,5 |
| 3 | -0,40 | -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 - GRONID**

**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

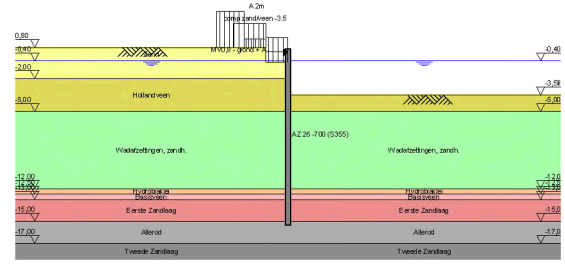
| Left | | | Right | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Level [m] | Layer name | Contribution [kN] | Level [m] | Layer name | Contribution [kN] |
| 2,40 | Zand | 0,00 | 2,40 | Zand | 0,00 |
| -2,00 | Hollandveen | 0,00 | -2,00 | Hollandveen | 0,00 |
| -5,00 | Wadafzettingen... | -58,49 | -5,00 | Wadafzettingen... | 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 |

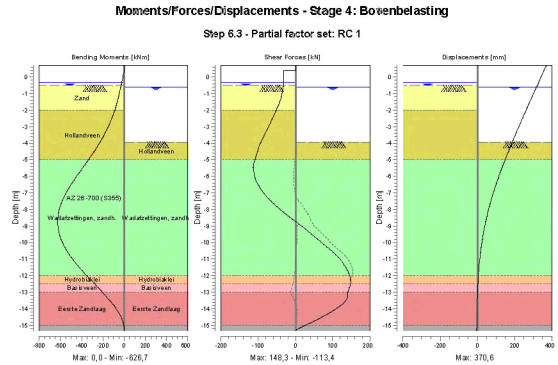
### 17.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 17.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements




#### 17.8.2 Moments, Forces and Displacements

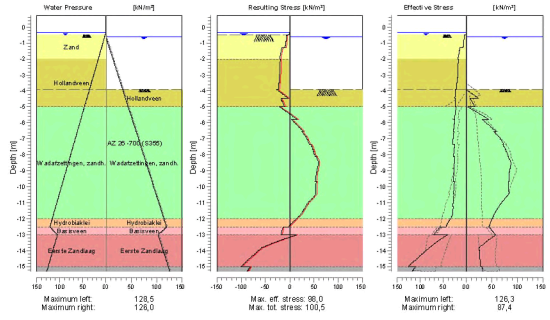
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **370,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 358,4 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -32,40 | 358,4 |
| 2 | -0,35 | -24,30 | -32,40 | 328,2 |
| 3 | -0,35 | -24,30 | -32,40 | 328,2 |
| 3 | -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 [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 | - | |
| 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] | 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 [°] | 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 |

### 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 [-] | 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 |

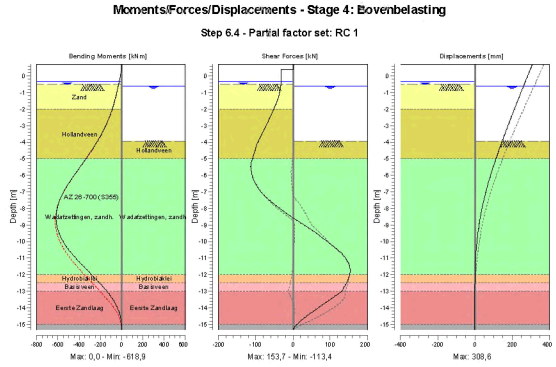
### 18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

| 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

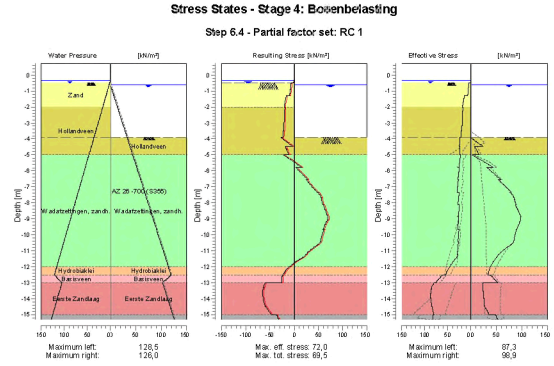
| Segment number | Level [m] | Moment [kNm] | Shear force [kN] | Displacement [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,70 | 0,00 | 0,00 | **308,6** |
| 1 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 297,8 |
| 2 | 0,40 | 0,00 | -32,40 | 297,8 |
| 2 | -0,35 | -24,30 | -32,40 | 271,0 |
| 3 | -0,35 | -24,30 | -32,40 | 271,0 |
| 3 | -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 |

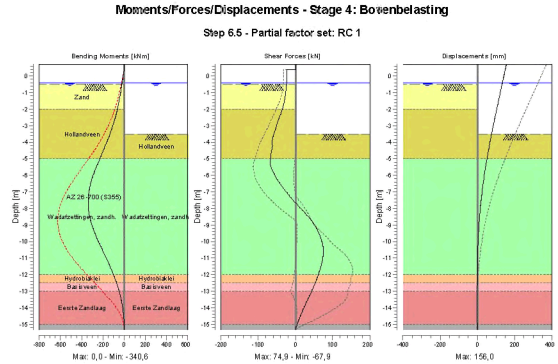
### 19.8 Calculation Results

Number of iterations: 5





#### 19.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

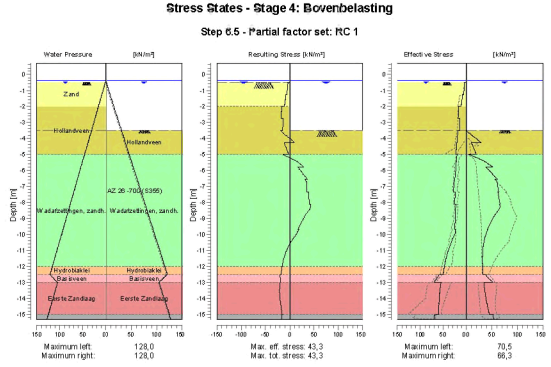



#### 19.8.2 Moments, Forces and Displacements

| 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




### 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