DURA VERMEER
Waarmaken van ambities

**Datum**
21 februari 2020

**Kenmerk**
02R17197-00410

**Versie**
1.0

**Status**
Definitief

**Type**
Ter toetsing

# DO-damwandberekening stabiliteit tijdens de saneringsfase (bestaand) + stabiliteit verbeterde damwand (gebruiksfase)

Bodemsanering, Bouwrijpmaken, Verbeterde damwandconstructie
en Beheerfase EMK-terrein e.o. te Krimpen aan den IJssel

| Opgesteld: [redacted]<br>Functie: Projectcoördinator | | Review: [redacted]<br>Functie: Geotech. Engineer | | Gecontroleerd: [redacted]<br>Functie: Technisch manager | | Geautoriseerd: [redacted]<br>Functie: Projectmanager | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Paraaf: | DocuSigned by: [redacted] E0CEE6E7F5A142B... | Paraaf: | DocuSigned by: [redacted] F5BEAC1BECC2478... | Paraaf: | DocuSigned by: [redacted] 59DF57C4BCD7460... | Paraaf: | DocuSigned by: [redacted] 2EF392A74366489... |
| Datum: | 24-02-2020 \| 15:42 CET | Datum: | 24-02-2020 \| 15:50 CET | Datum: | 24-02-2020 \| 20:34 CET | Datum: | 24-02-2020 \| 21:00 CET |

**Inhoud**


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Inleiding | 3 |
| 1.1 | Projectomschrijving | 3 |
| 1.2 | Projectgebied | 3 |
| 1.3 | Situatie damwandconstructie | 4 |
| 1.4 | Damwandberekeningen | 4 |
| 1.5 | Definitief ontwerp groutankers | 5 |
| 1.6 | Controle plaxisberekening | 5 |
| 1.7 | Uitvoeringsontwerp (UO) | 5 |
| 1.8 | Verificatie | 6 |
| 1.9 | Toetscommentaar OG | 6 |
| 1.10 | Relevante documenten | 6 |
| Bijlage 1: DO-damwand, DV.doc.id. 02R17197-00151 (Sterk. Doc. Id 19-019-R01), | | 8 |
| Bijlage 2: 1020-160273.M04 Memo Plaxis analyse 18022020 | | 9 |
| Bijlage 3: PP-80_Overzichtstekening Damwand_v1.0 en PP-81_Dwarsprofielen Damwand_v1.0 | | 10 |
| Bijlage 4: Verificatierapport | | 11 |


## Wijzigingen

| Versie | Omschrijving wijzigingen |
|---|---|
| **0.1** | Eerste versie opgesteld door Sterk |
| **0.2** | Gewijzigd op basis van afwijkingen en onderzoeken |
| **1.0** | DO-ontwerp gewijzigd op basis van aanvullende onderzoeken, interne bevindingen en toetscommentaar |

# 1 Inleiding

## 1.1 Projectomschrijving

In 1983 is het EMK-terrein nog uitgeroepen tot de meest vervuilde locatie in Nederland, nu staat het terrein aan de vooravond van het vervullen van een sleutelrol in de opwaardering van de Stormpolder'. Een opwaardering die een belangrijke positie inneemt bij de Gemeente Krimpen aan den IJssel vanwege het behoud en de toename van de externe bereikbaarheid en de werkgelegenheid.

De bodem van het EMK-terrein in Krimpen aan den IJssel is ernstig verontreinigd. Het terrein is in het verleden in het kader van de Interimwet bodemsanering gesaneerd volgens het concept isoleren, beheersen en controleren (IBC-maatregel). De IBC-maatregel omvat een verticale en horizontale isolatie, grofweg bestaand uit damwanden, een cementbentonietwand, asfaltverharding en een grondwateronttrekkingssysteem.

Op 26 oktober 2018 hebben wij de basisovereenkomst getekend voor de bodemsanering van het EMK-terrein (en de Schaardijk 11 e.o.) waarvan ons Plan van Aanpak onderdeel uitmaakt. In dit Plan van Aanpak beschrijven wij de uit te voeren werkzaamheden, waarbij wij aantonen dat de gekozen werkwijze binnen de mogelijkheden van de vigerende wetgeving uitvoerbaar is en past binnen het raamsaneringsplan en de daarin opgenomen saneringsdoelstellingen.

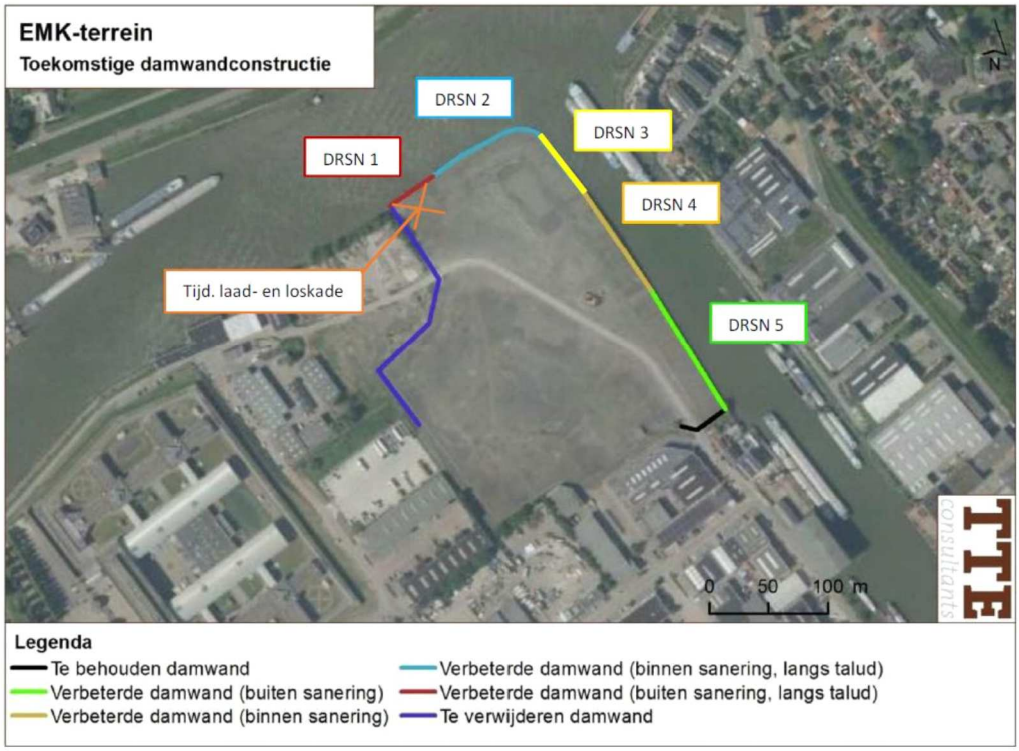
## 1.2 Projectgebied

Het EMK-terrein bevindt zich op een voormalige industriële locatie aan de Schaardijk 1 te Krimpen aan den IJssel (Figuur 1: Ligging EMK-terrein). Aan de noordwestzijde wordt de locatie begrensd door de Hollandsche IJssel, aan de noordoostzijde door de Sliksloot. De zuid- en westzijde van het terrein grenzen aan het industrieterrein "Stormpolder". Het terrein met een totale oppervlakte van circa 5,5 hectare kan verdeeld worden in een buitendijks gedeelte (inclusief de Schaardijk) en een binnendijks gedeelte.

*Figuur 1: Ligging EMK-terrein*

## 1.3 Situatie damwandconstructie

Zoals in ons plan van aanpak is aangeboden verbeteren wij de damwandconstructies langs de Hollandsche IJssel en Sliksloot, waardoor geschikt wordt gemaakt voor de toekomstige functies. In Figuur 2:Situatie damwandconstructie geven wij een overzicht weer van te verbeteren damwand en te verwijderen binnen- en buiten de sanering. De damwand doet momenteel dienst als kade en opsluiting van de bodemverontreiniging.




*Figuur 2:Situatie damwandconstructie*

## 1.4 Damwandberekeningen

De huidig aanwezige damwand is verankerd uitgevoerd. Omdat het terrein een sanering zal ondergaan, en in de toekomst zal worden herontwikkeld, is de damwand onderworpen aan controleberekeningen met als doel om de huidige damwand niet te verwijderen maar te verbeteren en blijven te gebruiken.

De controleberekeningen hebben als doel, om de sterkte en stabiliteit van de damwand te garanderen tijdens de saneringswerkzaamheden en tijdens de nieuwe gebruik fase.
De te verrichten ontwerpactiviteiten binnen de scope van de damwand bestaan uit:

- Uitvoeren constructieberekeningen bestaand damwand gedurende sanering;
- Uitvoeren constructieberekeningen damwand verbeterde damwandconstructie.

De referentieperiode voor de nieuwe gebruiksfase is vastgesteld op 50 jaar (ontwerplevensduur).

Uitgewerkt is een verbeterde damwandconstructie met een nieuwe verankering door middel van Groutankers i.c.m. licht ophoogmateriaal langs de Sliksloot.

De uitwerking van deze berekeningen is door firma Sterk tot stand gekomen en verwerkt in rapport “DO-Damwand berekening”, DV.doc.id. 02R17197-00151 (Sterk. Doc. Id 19-019-R01), welke wij als bijlage 1 aan dit document hebben toegevoegd. Deze berekening is opgebouwd op basis van eisen uit het contract.

## 1.5 Definitief ontwerp groutankers

Het definitieve damwand ontwerp hebben wij verder uitgewerkt op de tekeningen, doc.id. PP-80_Overzichtstekening Damwand_v1.0 en PP-81_Dwarsprofielen Damwand_v1.0, welke wij in bijlage 3 van dit document hebben toegevoegd.

## 1.6 Controle plaxisberekening

Om het vervormingsgedrag van de damwand vast te stellen en de belastingen op de damwand te optimaliseren, heeft Fugro met behulp van PLAXIS 2D eindige elementberekening uitgevoerd in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). Deze berekening is enkel op maatgevende doorsnede, DRSN 4 uitgevoerd.

Uit deze analyse blijkt, dat de berekende horizontale verplaatsingen vergelijkbaar zijn aan DSheet berekeningen (zie bijlage 2 van dit document). Het buigend moment in de eindsituatie met bovenbelasting is min of meer gelijk aan de nul-situatie (huidige situatie zonder bovenbelasting). De uitwerking van deze analyse is opgenomen in bijlage III. Indien gewenst worden de plaxissommen ter verificatie vooralsnog nagestuurd.

## 1.7 Uitvoeringsontwerp (UO)

In het uitvoeringsontwerp worden de volgende onderdelen verder uitgedetailleerd:

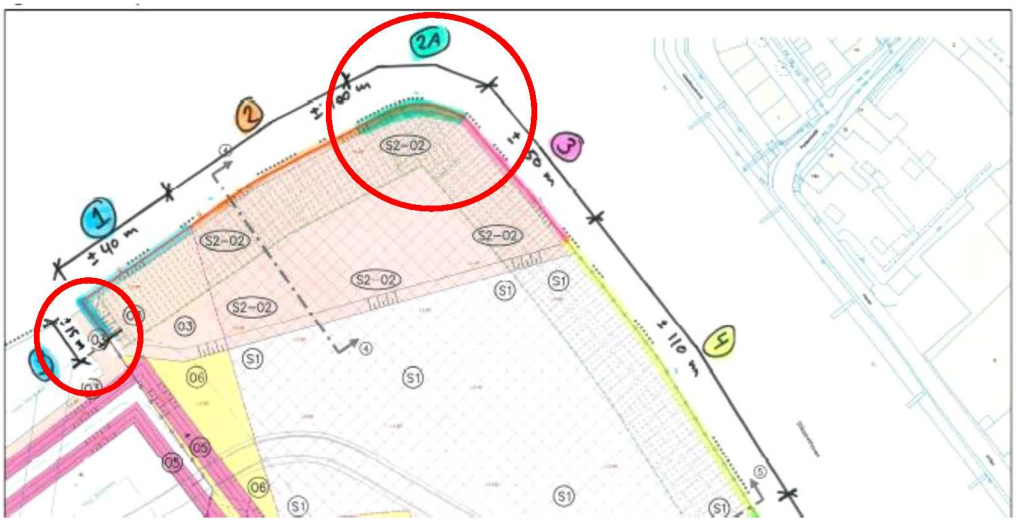
- Uitvoeringsontwerp (UO) groutankers
- Ruimtelijke inpassing hoek Gemeentewerf-Hollandsche IJssel-Sliksloot;
- Uitvoeringsplan.

### 1.7.1 Uitvoeringsontwerp (UO) groutankers

In het UO wordt per doorsnede de exacte hoeveelheden toe te passen materialen bepaald en op detailtekeningen verder uitgewerkt. Verder zullen wij de exact locatie van de bolders aangeven en het voorliggend ontwerp optimaliseren.

### 1.7.2 Ruimtelijke inpassing hoek Gemeentewerf-Hollandsche IJssel-Sliksloot

In verband met de ruimtelijke inpassing zijn groutankers praktisch niet mogelijk in de hoek van Hollandsche IJssel-Sliksloot en de aansluiting Hollandsche IJssel-Gemeentewerf, zie




*Figuur 3: Ruimtelijke inpassing met legankers*

Op deze locaties verbeteren wij de damwand middels de legankers en ankerschermen. Ten tijde van dit schrijven werken wij aan het ontwerp van de legankers, welke wij in het UO nader uitwerken. Het leganker-ontwerp dienen wij ook ter toetsing bij de opdrachtgever in.

### 1.7.3 Uitvoeringsplan

Na het uitwerken van het UO groutankers gaan wij over tot het schrijven uitvoeringsplan voor het verbeteren van de damwandcostructie middels de groutankers. In dit document beschrijven wij de volgende onderdelen in detail:

- Wijze van uitvoering;
- Te treffen beheersmaatregelen tijdens de uitvoering;
- Beheersmaatregelen vanuit vergunningsvoorwaarden;
- Monitoring;
- Keuringen en uit te voeren testen;
- Op te leveren documenten.

## 1.8 Verificatie

Met dit document tonen wij aan dat de ingediende DO-damwandberekeningen voldoen aan de gestelde eisen uit Basisovereenkomst, VS1 en VS2. Voor een overzicht van deze eisen en verificatie daarvan zie bijlage 4.

## 1.9 Toetscommentaar OG

In het vernieuwde ontwerp waarin wij groutankers in plaats van legankers toepassen, hebben wij het eerdere toetscommentaar in dit document niet opgenomen.

## 1.10 Relevante documenten

Naast eerder ingediende uitgangspuntennotitie en dit document, dienen wij een ook een apart zip-bestand met de volgende relevante documenten, waarnaar wordt verwezen, te weten:

| Ref | Omschrijving | Rev. | Datum | Opsteller/bron |
|---|---|---|---|---|
| [1] | Herziene versie vraagspecificatie, deel 1 – Technisch | 1.1 | 07-06-2018 | DCMR |
| [22] | Vraagspecificatie deel 2 – proceseisen | 3 | 07-06-2018 | DCMR |
| | Tekeningen: | | | |
| [2] | Tekening met nr. KIJ1709-CT-b T01, Huidige inrichting (situatie voor start saneringswerkzaamheden) | b | 29-03-2018 | TBK |
| [3] | Tekening met nr. KIJ1709-CT-b T02, Ontgravingen t.b.v. bouwrijpmaken | b | 29-03-2018 | TBK |
| [4] | Tekening met nr. KIJ1709-CT-b T03, Aanvullingen t.b.v. bouwrijpmaken | b | 29-03-2018 | TBK |
| [5] | Tekening met nr. KIJ1709-CT-b T04, Aanleg drainage t.b.v. bouwrijpmaken | b | 29-03-2018 | TBK |
| [6] | Tekening met nr. KIJ1709-CT-b T05, Huidige inrichting met indeling kabels en leidingen (situatie voor start saneringswerkzaamheden) | b | 29-03-2018 | TBK |
| [7] | Tekening met nr. KIJ1709-CT-b T06, Principedoorsnede's | b | 29-03-2018 | TBK |
| [8] | Tekening met nr. PP-53a, Overzicht EMK terrein met aanvullende dwarsprofielen | 1.0 | 15-10-2019 | Dura Vermeer |
| [9] | Tekening met nr. PP-53b, Dwarsprofielen EMK terrein met aanvullende dwarsprofielen | 1.0 | 15-10-2019 | Dura Vermeer |
| [10] | Multibeam peiling waterbodem, tekening PS-19-004 | 0.1 | 24-01-2019 | Baars-CIPRO |
| | Grondonderzoeken: | | | |
| [11] | Grondmechanisch onderzoek EMK-terrein met nr. (12)10.692 inclusief bijlagenboek I en II | - | 14-01-1997 | Omegam |
| [12] | Grondonderzoek VN-55296-1 | - | 22-02-2012 | Wiertsema & Partners |
| [20] | Aanvullend grondonderzoek met nr. VN-73530-1 | - | 15-05-2019 | Wiertsema & Partners |
| [24] | Geotechnisch bodemonderzoek met doc.nr. 20193792-02-1894.21524-V1 | 1 | 22-11-2019 | GSNED |
| | Diverse rapporten | | | |
| [13] | Rapportage Damwand EMK terrein, met nr. 1016-0627-001 | 2 | 19-10-2017 | Fugro NL Land |
| [14] | Memo met nr. 1016-0627-001, Gewijzigde uitgangspunten damwandberekening | - | 13-04-2018 | OG |
| [15] | Review ontwerpberekeningen damwanden met doc.nr. 1018-0485-000 | 1 | 11-01-2019 | Fugro NL Land |
| | Vaststelling maatgevende bodemopbouw en parameters | | | |
| [16] | Damwandonderzoek met doc.nr. 02P003704-RG-01 | - | 16-09-2013 | Inpijn-Blokpoel |
| [17] | Rapport met nr. 2019AV057, Damwandinspectie | 1.0 | 11-03-2019 | CivielTech |
| [18] | Inventarisatie beschikbare informatie voormalig EMK-terrein, rapport 990110 | - | 10-09-2002 | BMC-Bodemconsult |
| [19] | Damwandinspectie met doc.nr. 2019AV057 | 1.0 | 16-10-2019 | CivielTech |
| [21] | Building book De Boer Jumbo structure (tenconstructie) met nr. 50-400-5 incl. Annex A | - | - | De Boer |
| [23] | Memo met referentie 02R17197, toelichting afwijking bestaande damwand i.t.t. initieel | - | 12-06-2019 | Dura Vermeer |
| [25] | Memo onderbouwing buitenwaterstand NAP -0,85 m (1x per jaar) met ref.nr. 1020-160273.M02 | - | 22-01-2020 | Fugro |
| | PP-23_Overzicht Sonderingen_v08 | 08 | 19-02-2020 | Dura Vermeer |
| | Geotechnisch onderzoek (magnetometersonderingen) 74787-1 R67342 | | 9- 12-2019 | Wiertsema & Partners |

*Tabel 1: Documenten aan dit plan gerelateerd*

**Bijlage 1: DO-damwand, DV.doc.id. 02R17197-00151 (Sterk. Doc. Id 19-019-R01),**

# DO berekening

| | |
|---|---|
| Projectomschrijving : | **EMK-terrein** |
| Projectlocatie: | **Krimpen a/d IJssel** |
| Projectnummer: | **21.19.02.019** |
| Opdrachtgever: | **Dura Vermeer Infra Milieu BV**<br>Taurusavenue 100<br>2130 AN Hoofddorp |
| Onderdeel : | **Bestaande damwandconstructie Sliksloot en Hollandsche IJssel** |
| Documentnummer : | **19-019-R01** |

| | |
|---|---|
| Revisie : | **3** |
| Datum : | **17-02-2020** |
| Status : | **Definitief** |
| Opgesteld door : | [redacted] Paraaf : [redacted] |
| Controle/vrijgave : | [redacted] Paraaf : [redacted] |

Sterk

De Steven 57, 9206 AX Drachten
Eemweg 106, 3755 LL Eembrugge

+31 (0)512 515608
+31 (0)35 5392492

info@sterk.eu

www.sterk.eu

# INHOUDSOPGAVE


1 Inleiding ..... 1

1.1 Algemeen ..... 1

1.2 Beschouwde doorsneden ..... 1

1.3 Wijzigingen in revisie 2 ..... 2

1.4 Wijzigingen in revisie 3 ..... 2

1.5 Leeswijzer ..... 2

2 Damwandberekening ..... 3

2.1 Algemeen ..... 3

2.2 Fasering en geometrie ..... 3

2.2.1 Geometrie en fasering doorsnede 1 ..... 3

2.2.2 Geometrie en fasering doorsnede 2 ..... 6

2.2.3 Geometrie en fasering doorsnede 3 ..... 10

2.2.4 Geometrie en fasering doorsnede 4 ..... 14

2.2.5 Geometrie en fasering doorsnede 5 ..... 18

2.2.6 Geometrie calamiteitsituatie ..... 21

2.3 Eigenschappen verankering ..... 21

2.4 Berekeningsresultaten ..... 22

2.5 Calamiteitensituatie ..... 22

2.6 Controle damwandprofiel ..... 23

2.7 Controle vervorming ..... 24

2.8 Controle verticaal draagvermogen ..... 25

3 Verankering ..... 26

3.1 Uitgangspunten ..... 26

3.2 Partiële factoren ..... 26

3.3 Ankerkrachten ..... 26

3.4 Ankergording ..... 26

3.5 Verankering ..... 27

3.6 Uitwerking in UO ..... 28




© Sterk Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

# BIJLAGEN:

| | |
|---|---|
| Bijlage 1-1: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 1 |
| Bijlage 1-2: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 2 |
| Bijlage 1-3: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 3 |
| Bijlage 1-4: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 4 |
| Bijlage 1-5: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 5 |
| Bijlage 1-6: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 2 - calamiteitsituatie |
| Bijlage 1-7: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 3 - calamiteitsituatie |
| Bijlage 1-8: | Resultaten D-sheetberekening DRSN 4 - calamiteitsituatie |
| Bijlage 2: | Toetsing damwandprofiel |
| Bijlage 3-1: | Toetsing ankergording DRSN 1 t/m 3 |
| Bijlage 3-2: | Toetsing ankergording DRSN 4 en 5 |
| Bijlage 4-1: | Toetsing groutanjectieankers DRSN 1 (saneerfase) |
| Bijlage 4-2: | Toetsing groutanjectieankers DRSN 1 (eindfase) |
| Bijlage 4-2: | Toetsing groutanjectieankers DRSN 2 (eindfase) |
| Bijlage 4-4: | Toetsing groutanjectieankers DRSN 3 (eindfase) |
| Bijlage 4-5: | Toetsing groutanjectieankers DRSN 4 (eindfase) |
| Bijlage 4-6: | Toetsing groutanjectieankers DRSN 5 (eindfase) |


© Sterk Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Het voormalig EMK-terrein en een aantal omliggende percelen worden herontwikkeld tot een industrieterrein. Hiervoor wordt een een groot deel van het EMK-terrein functioneel (her)gesaneerd en worden de gemeentelijke terreindelen vrijgemaakt van ondergrondse objecten/obstakels. In figuur 1 op de volgende pagina is het te saneren gebied aangegeven middels het gearceerde gebied t.p.v. DRSN 2, 3 en 4. Het geheel wordt vervolgens opgehoogd en afgewerkt met een leeflaag.

Het project is onderverdeeld in 5 objecten:
1. De bodemsanering van het voormalig EMK-terrein;
2. De bodemsanering van de terreinen in gemeentelijk eigendom;
3. Het bouwrijp maken;
4. De verbeterde damwandconstructies;
5. De beheersfase.

Sterk is als onderaannemer van Dura Vermeer Infra Milieu BV bij het project betrokken voor o.a. het (her)ontwerp en de uitvoering van diverse damwandconstructies, waaronder het verbeteren van de bestaande kade.

In de voor u liggende DO-berekening wordt de bestaande damwand langs de Hollandsche IJssel en de Sliksloot herberekend.
In de nieuwe situatie worden de damwanden verankerd middels groutinjectie ankers. In dit rapport wordt ook de nieuwe verankering (ankers en ankergording) uitgewerkt.

De uitgangspunten voor deze DO-berekening zijn beschreven in de uitgangspuntennotitie met doc.nr. 19-019-N01, revisie 2 d.d. 04-02-2020.
In de voor u liggende berekening zijn alleen de berekeningsresultaten van de damwandenberekeningen en de toetsingen van de diverse onderdelen opgenomen.

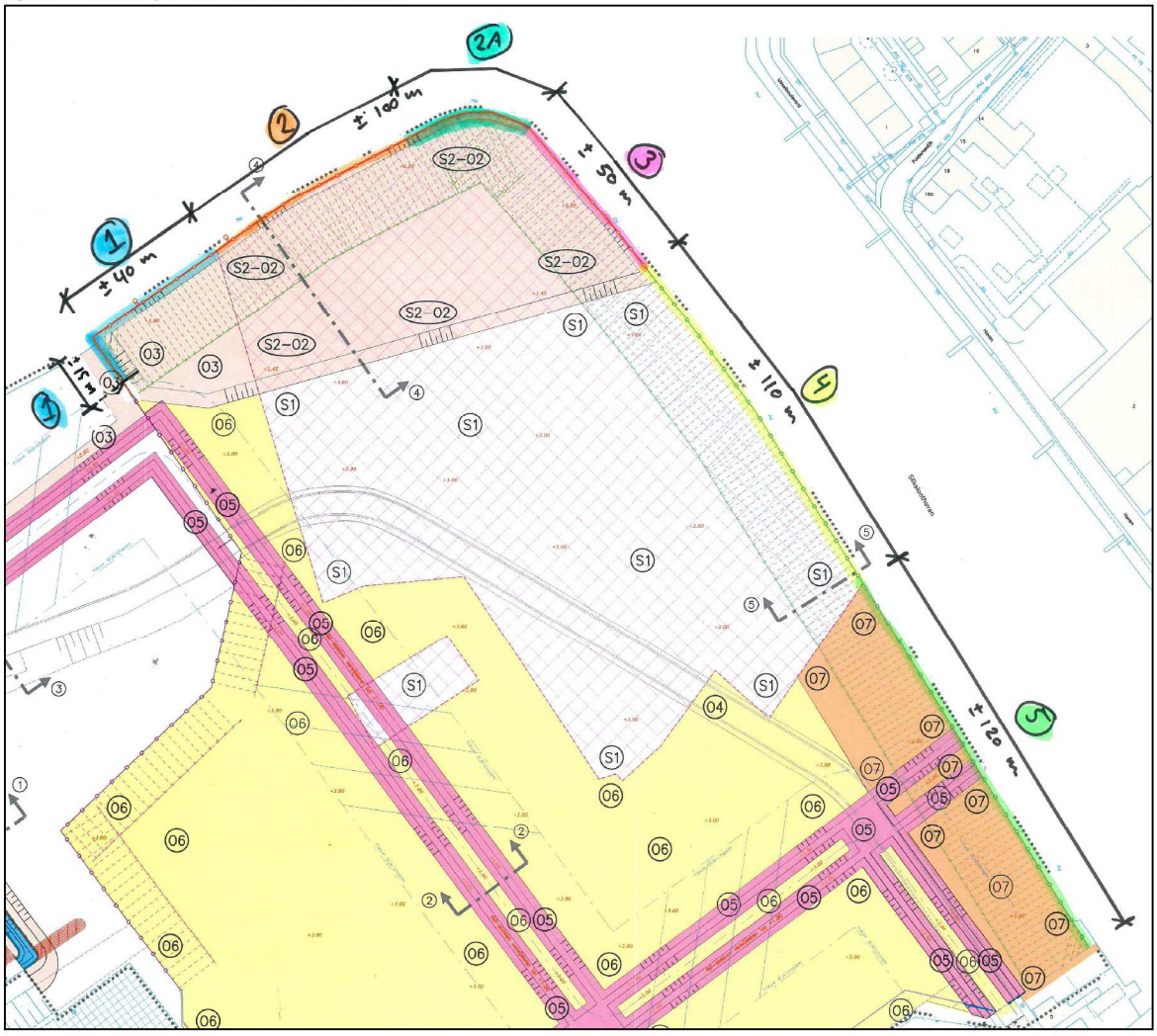
## 1.2 Beschouwde doorsneden

Voor de damwanden van de bestaande kade zijn de volgende doorsneden beschouwd:

| DRSN | Locatie | Trajectlengte |
|---|---|---|
| 1 | Damwand langs Hollandsche IJssel buiten saneergebied. Hier wordt een tijdelijk laad- en loskade gerealiseerd.<br>*NB: Het damwandscherm (ca. 15 m) in de linker hoek haaks op de damwand langs de Hollandse IJssel wordt middels legankers aan de damwand langs de Hollandse IJssel verankerd.* | Ca. 40 m |
| 2 | Damwand langs Hollandsche IJssel t.p.v. saneerlocatie.<br>*NB: om kruisende grout/schroefinjectieankers te voorkomen worden in de bocht tussen de Hollandse IJssel en de Sliksloot legankers met een ankerscherm toegepast. Om die reden is DRSN 2 opgesplitst in DRSN 2 en 2A. Voor DRSN 2A is overigens geen aparte damwandsom gemaakt.* | Ca. 100 m |
| 3 | Damwand langs Sliksloot t.p.v. saneerlocatie, verlaagd mv in eindsituatie.<br>De grens tussen DRSN 2 en 3 wordt aangehouden aan het einde van de bocht in de Sliksloot. | Ca. 50 m |
| 4 | Damwand langs Sliksloot t.p.v. saneerlocatie. | Ca. 110 m |
| 5 | Damwand langs Sliksloot buiten saneergebied. | Ca. 120 m |

De bovenstaande doorsneden zijn weergegeven in figuur 1 op de volgende pagina.

**Figuur 1: Situatie permanente damwand kade**




## 1.3 *Wijzigingen in revisie 2*

In revisie 2 zijn diverse tekstuele opmerkingen van Dura Vermeer verwerkt.

## 1.4 *Wijzigingen in revisie 3*

In revisie 3 zijn op verzoek van Fugro de volgende wijzigingen doorgevoerd:

1. Bij DRSN 1 blijft ook een deel van het damwandscherm haaks op de damwand langs de Hollandse IJssel aanwezig (ca. 15 m). Dit scherm wordt aan de damwand langs de Hollandse IJssel verankerd middels horizontale legankers.
2. DRSN 2 is opgesplitst in DRSN 2 en 2A (zie figuur 1) i.v.m. het toepassen van legankers met ankerscherm bij DRSN 2A. Dit om kruisende grout/schroefinjectieankers te voorkomen;
3. Bij ontgravingstaluds wordt een helling van 2:3 toegepast (was 1:1);
4. In par. 2.2.6 is de doorsneden van de calamiteitsituatie “saneren met MHW” toegevoegd.

## 1.5 *Leeswijzer*

Na de inleiding in dit hoofdstuk worden in hoofdstuk 2 de resultaten van de verschillende damwandberekeningen gepresenteerd alsmede de toetsing van de damwand. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de groutinjectieankers en de ankergording getoetst.

# 2 Damwandberekening

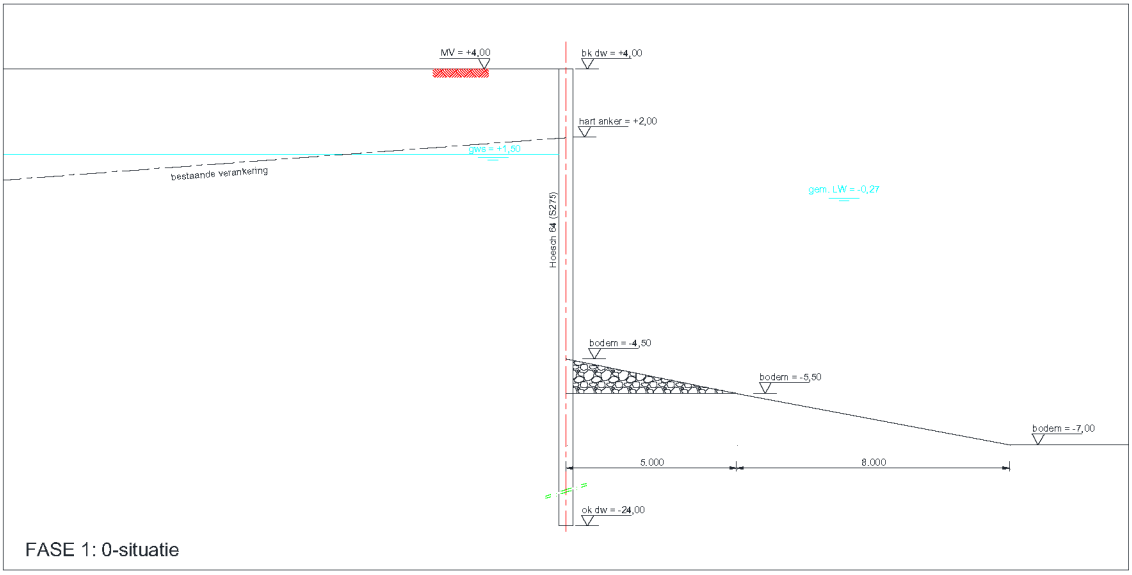
## 2.1 Algemeen

Per doorsnede is 1 D-Sheetberekening uitgevoerd waarbij gestart wordt met de huidige situatie (= 0-situatie) en in een aantal stappen toegewerkt wordt naar de eindsituatie. De fasering en geometrie per fase wordt in de volgende paragraaf per doorsnede aangegeven middels faseringsplaatjes.
Daarnaast is voor de doorsneden 2, 3 en 4 separaat een calamiteitensituatie beschouwd waarbij tijdens het saneren (ontgraving = 1,50 m-NAP) gerekend wordt met een waterpeil gelijk aan MHW = 2,56 m+NAP.

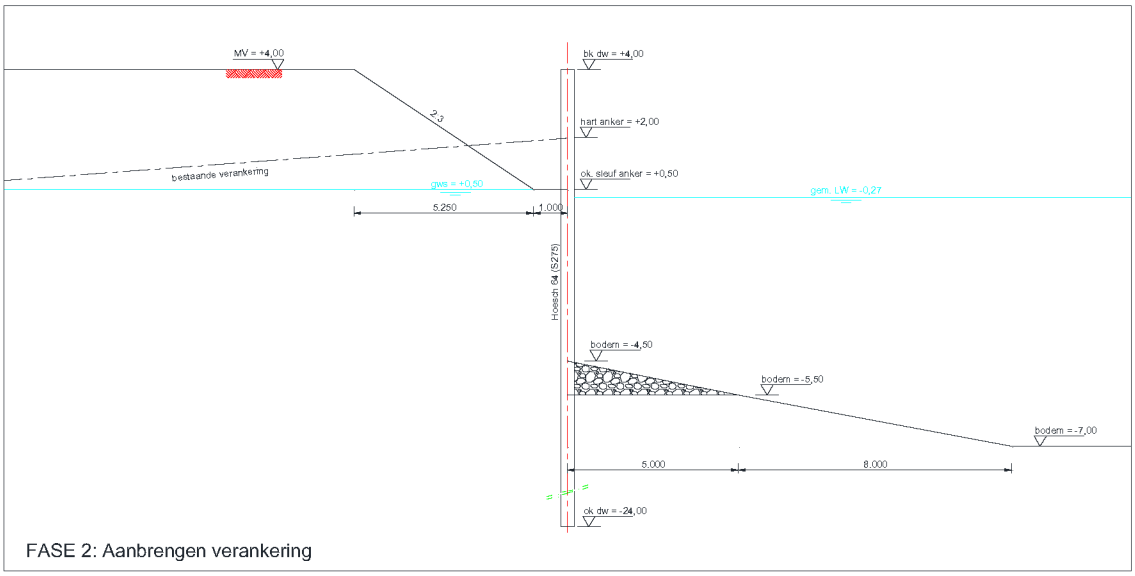
## 2.2 Fasering en geometrie

Hierna worden per doorsnede de geometrie en fasering gegeven.

### 2.2.1 Geometrie en fasering doorsnede 1

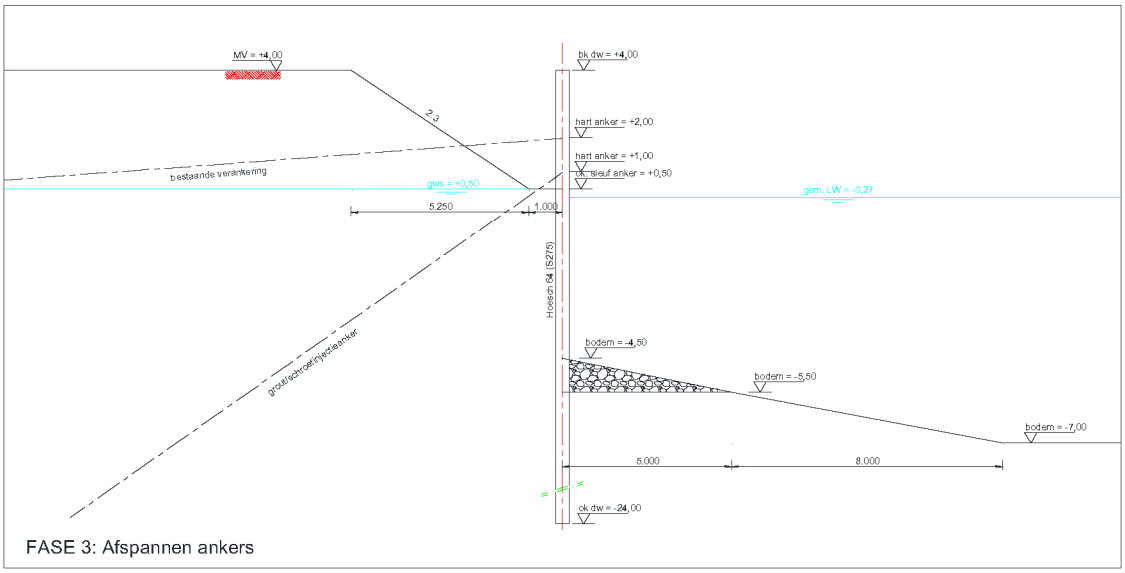



FASE 1: 0-situatie

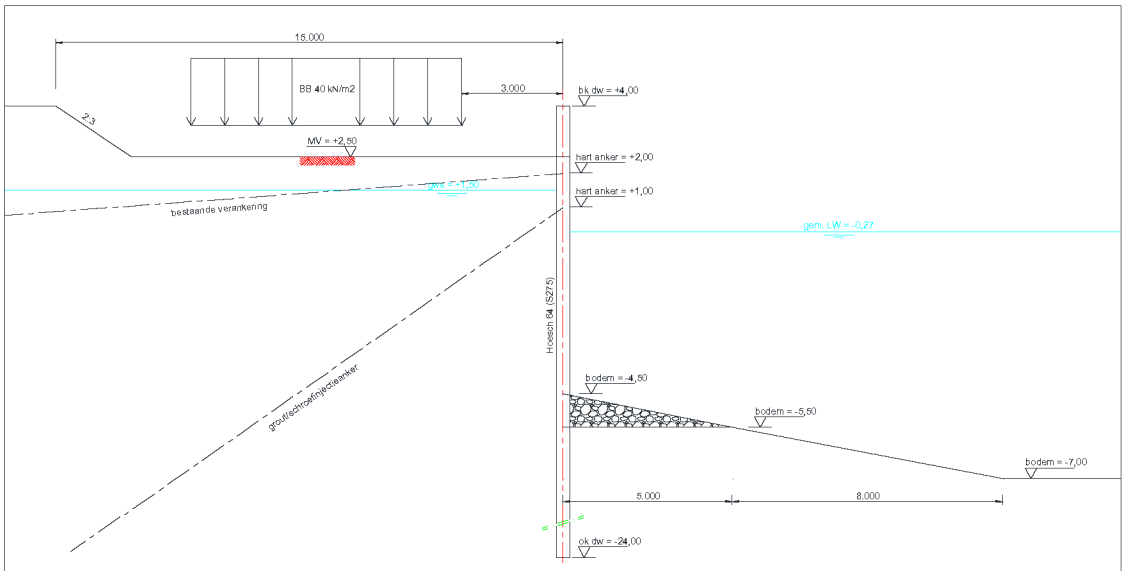



FASE 2: Aanbrengen verankering

<u>Opmerking:</u>
Het ankerniveau ligt onder het niveau van gemiddeld hoogwater. Er zullen tijdens het aanbrengen van de ankers (de ankers worden vanaf het water aangebracht) maatregelen worden getroffen om de ankers ook gedurende hoog water aan te kunnen brengen. E.e.a. wordt nader uitgewerkt in het uitvoeringsplan.

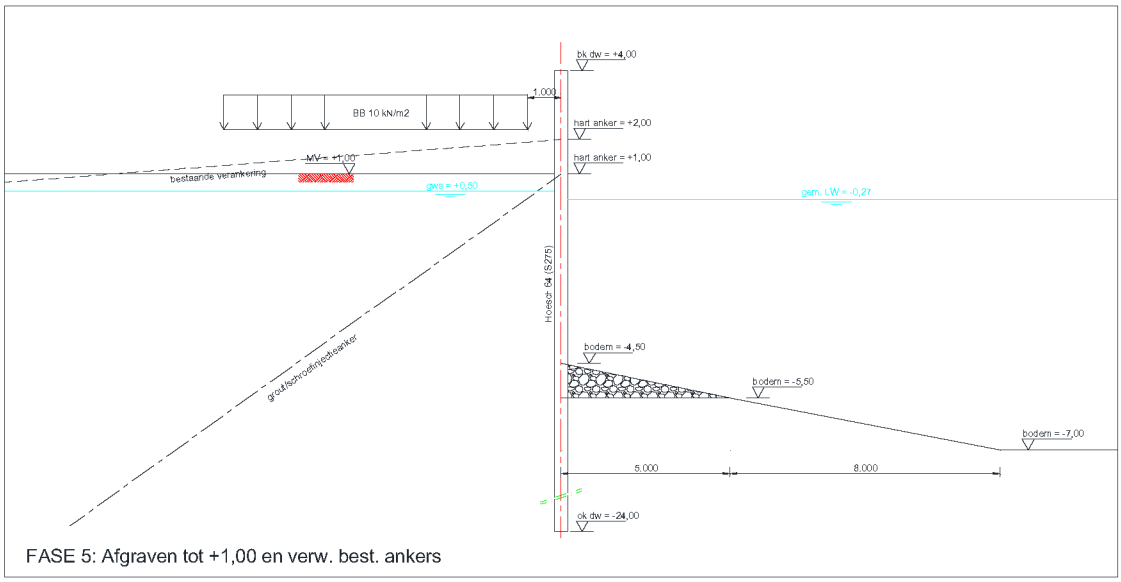



FASE 3: Afspannen ankers

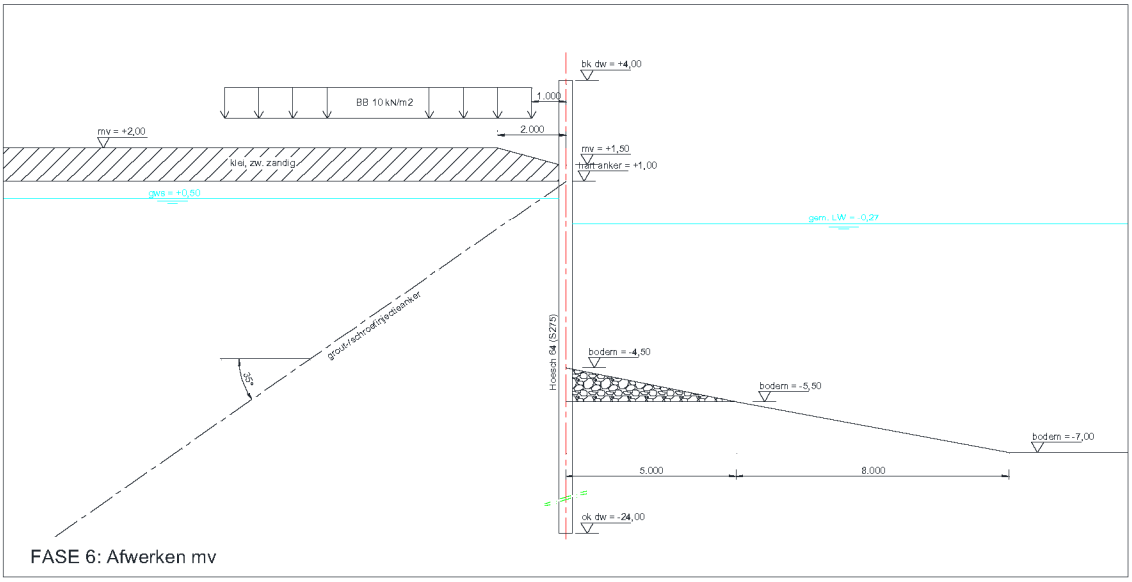


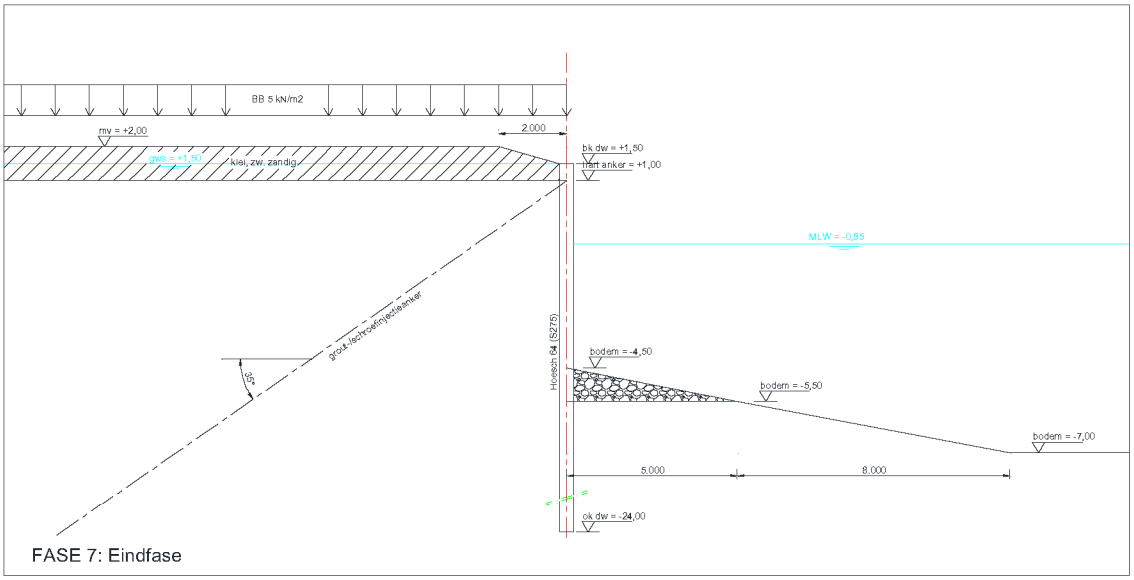

FASE 4: Afgraven mv (ontlasten) + kraanbelasting

*NB: geen ontgraving nabij het bestaande ankerscherm.*

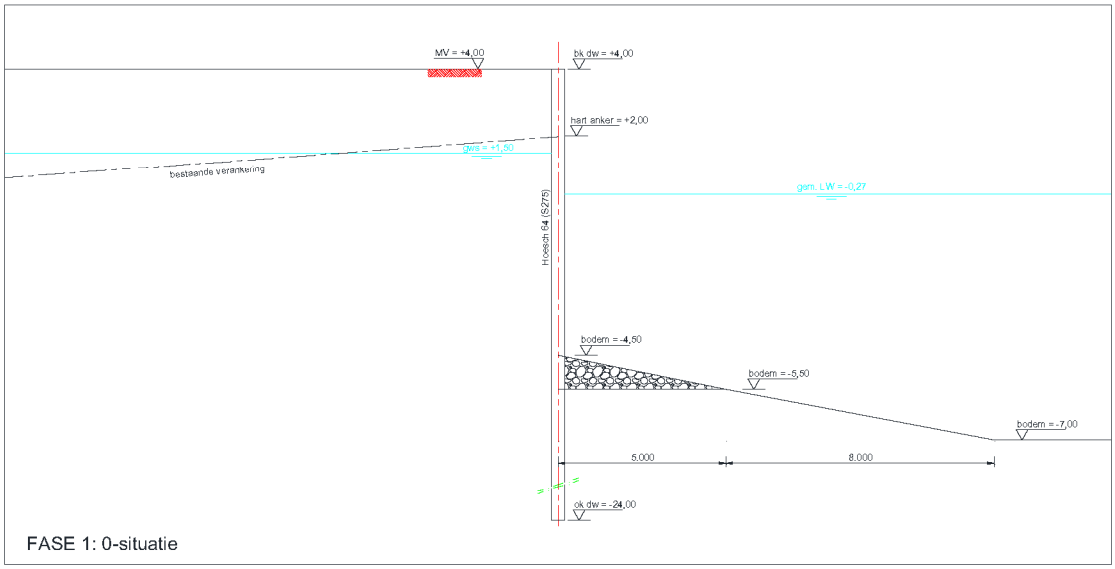



FASE 5: Afgraven tot +1,00 en verw. best. ankers

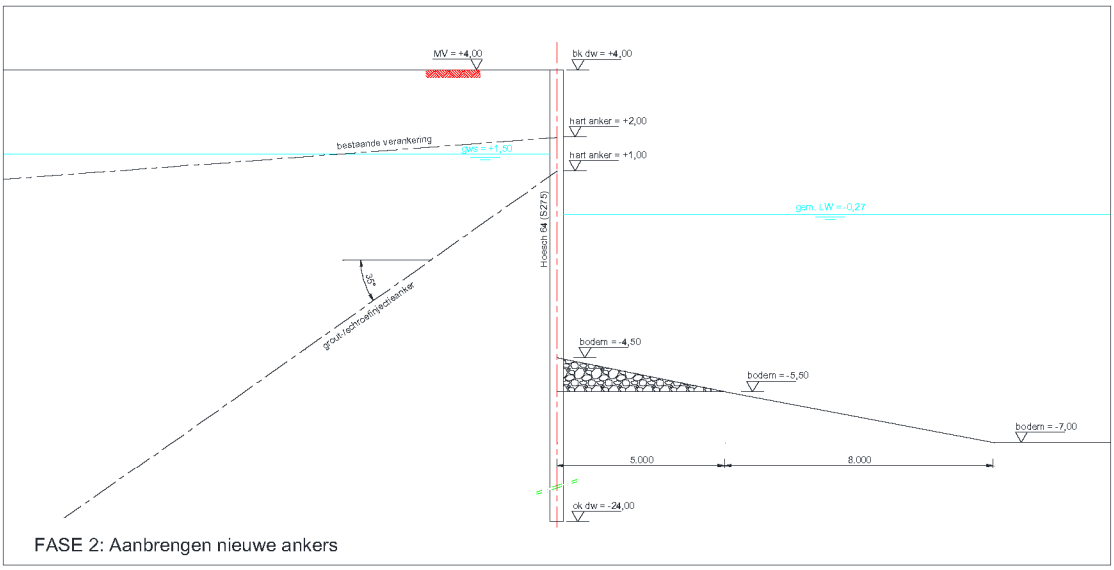

BB 10 kN/m2
1.000
2.000
bk dw = +4,00
mv = +2,00
mv = +1,50
klei, zw. zandig
hart anker = +1,00
gws = +0,50
gem. LW = -0,27
grout/schroefinjectieanker
35°
Hoesch 64 (S275)
bodem = -4,50
bodem = -5,50
bodem = -7,00
5.000
8.000
ok dw = -24,00
FASE 6: Afwerken mv


BB 5 kN/m2
2.000
mv = +2,00
bk dw = +1,50
gws = +1,50
klei, zw. zandig
hart anker = +1,00
MLW = -0,85
grout/schroefinjectieanker
35°
Hoesch 64 (S275)
bodem = -4,50
bodem = -5,50
bodem = -7,00
5.000
8.000
ok dw = -24,00
FASE 7: Eindfase

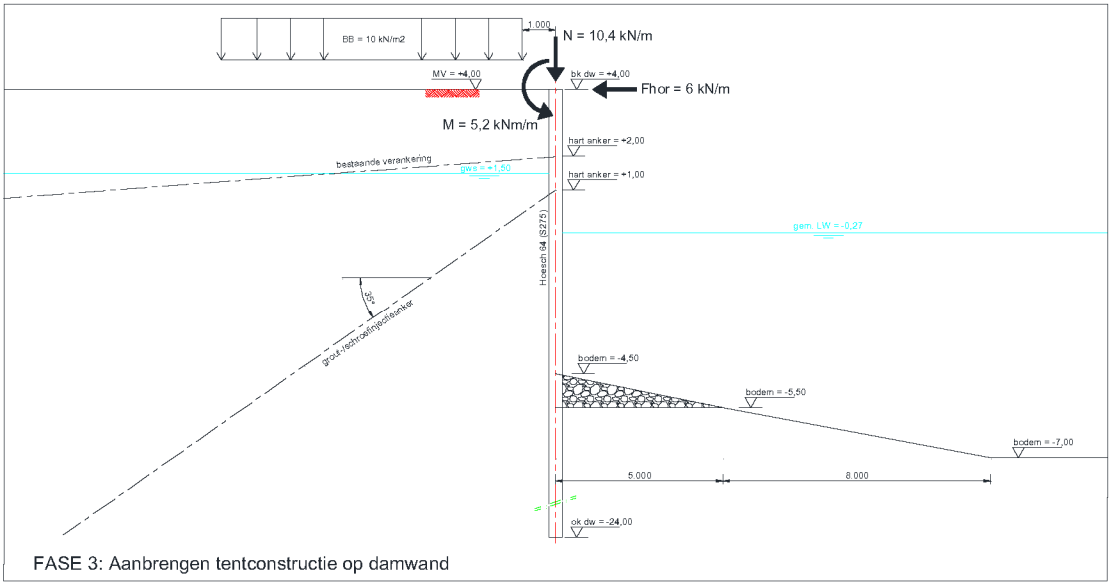
## 2.2.2 Geometrie en fasering doorsnede 2



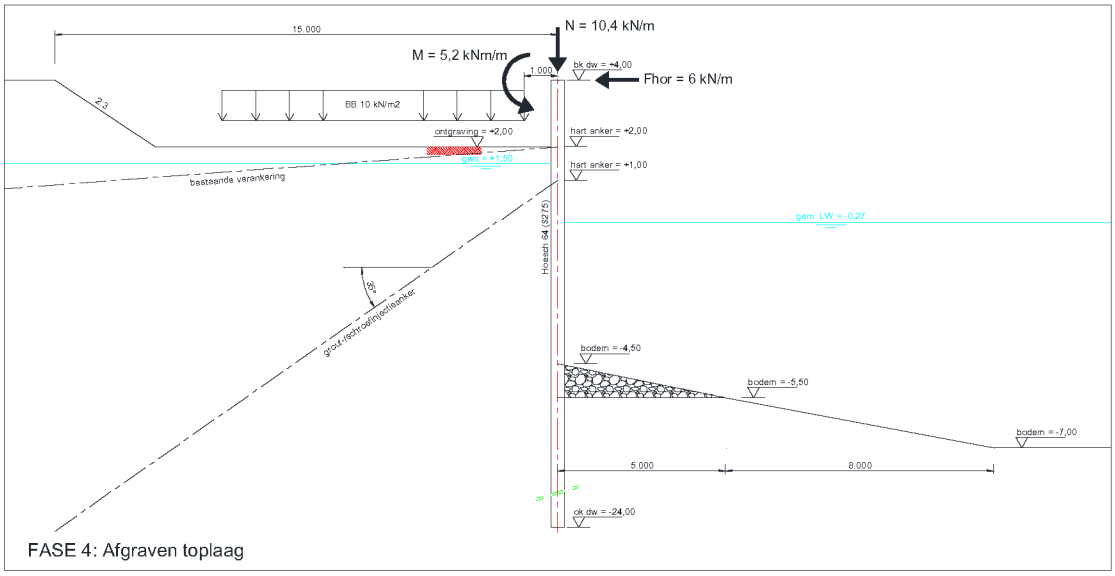
FASE 1: 0-situatie



FASE 2: Aanbrengen nieuwe ankers

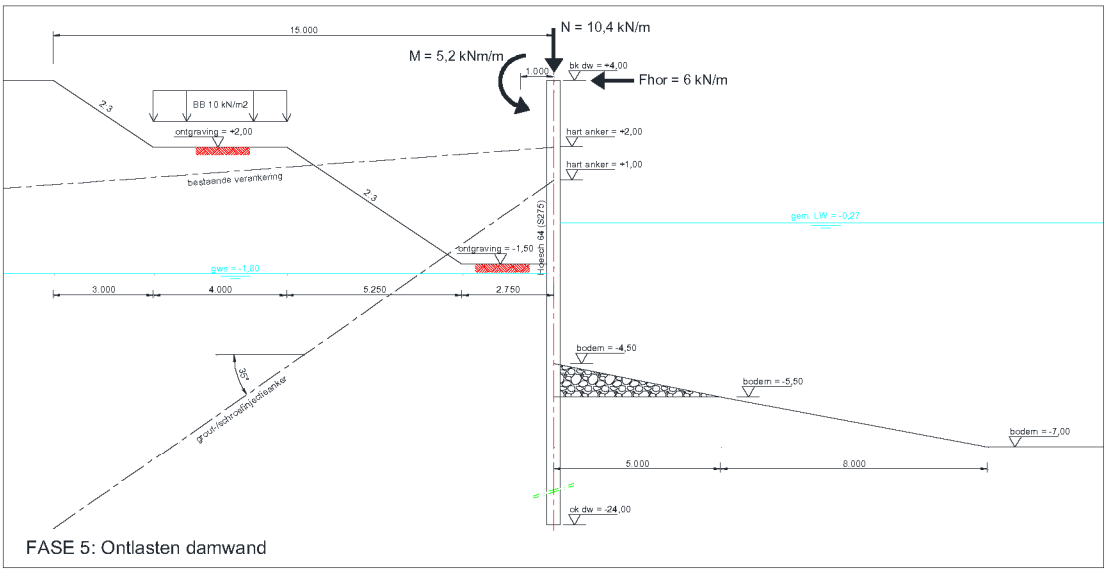


FASE 3: Aanbrengen tentconstructie op damwand

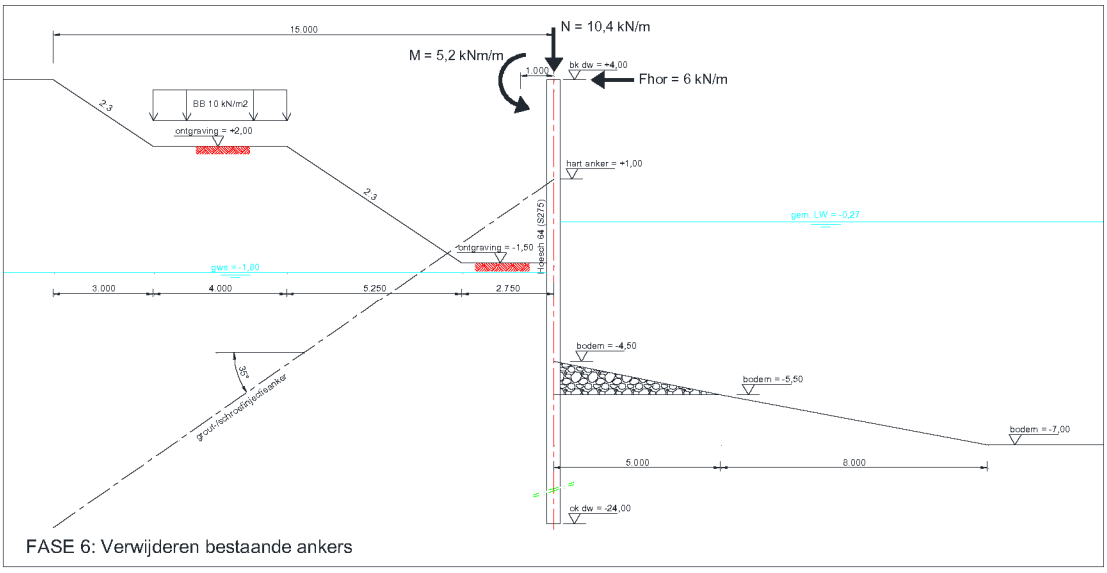


FASE 4: Afgraven toplaag

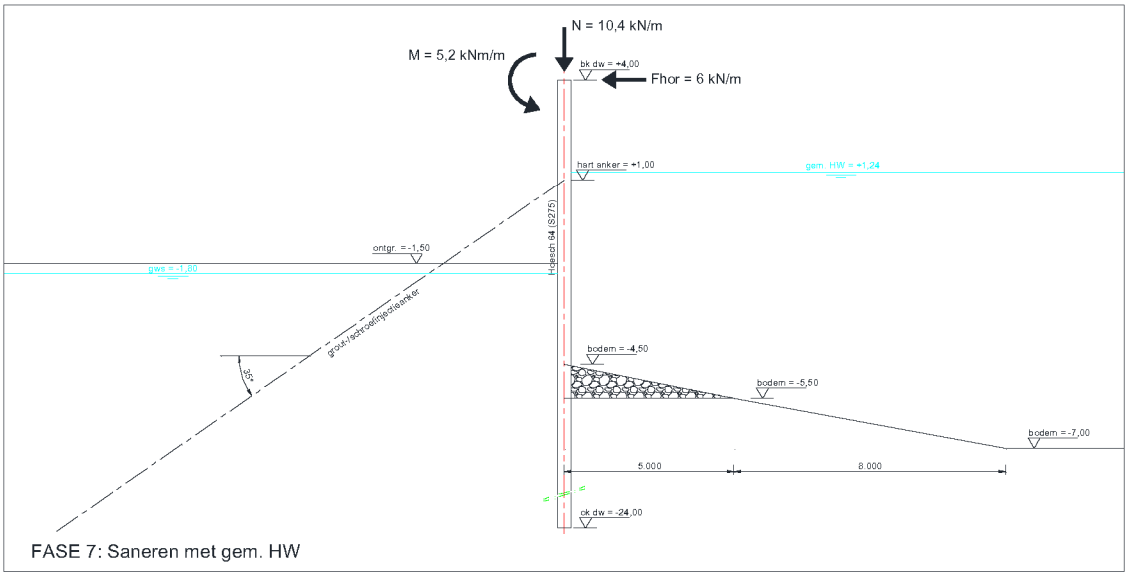
*Opmerking: de passieve wig van het bestaande ankerscherm mag niet ondermijnd worden. Daarom tot max. 15 m achter damwand afgraven.*



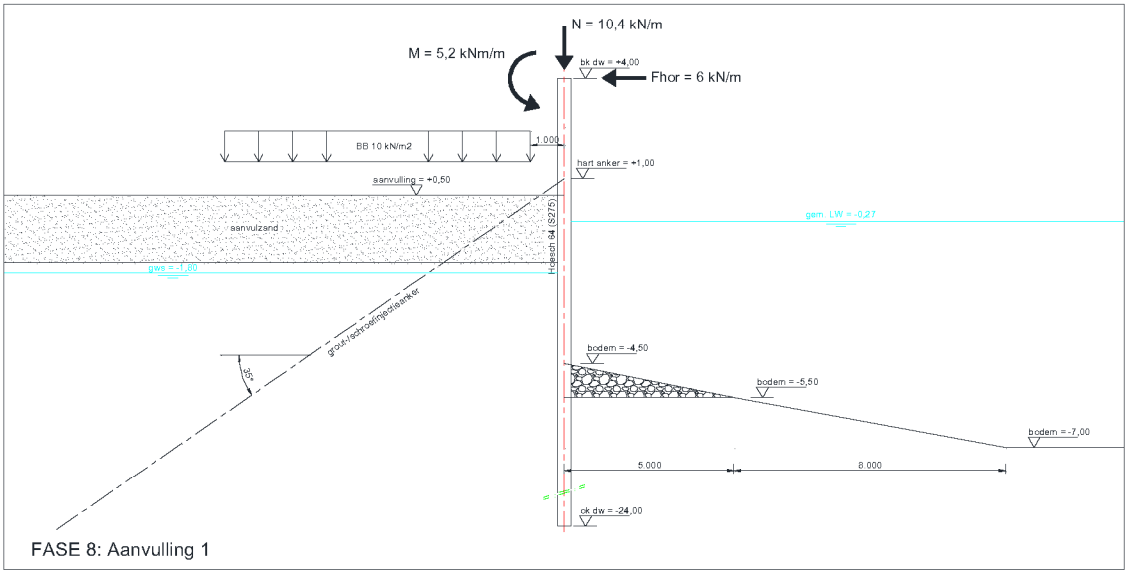
FASE 5: Ontlasten damwand



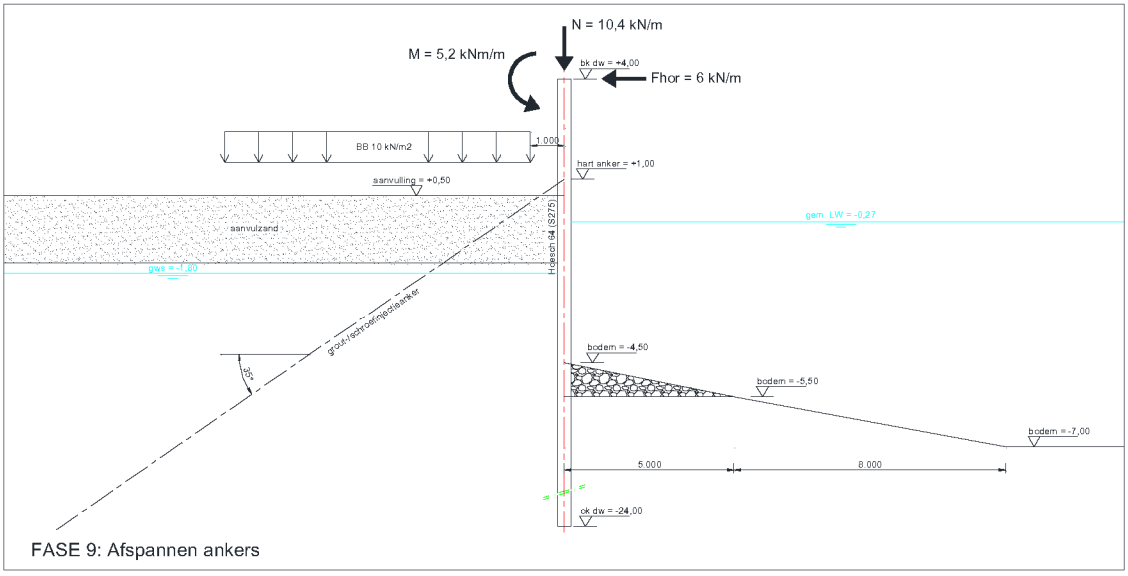
FASE 6: Verwijderen bestaande ankers



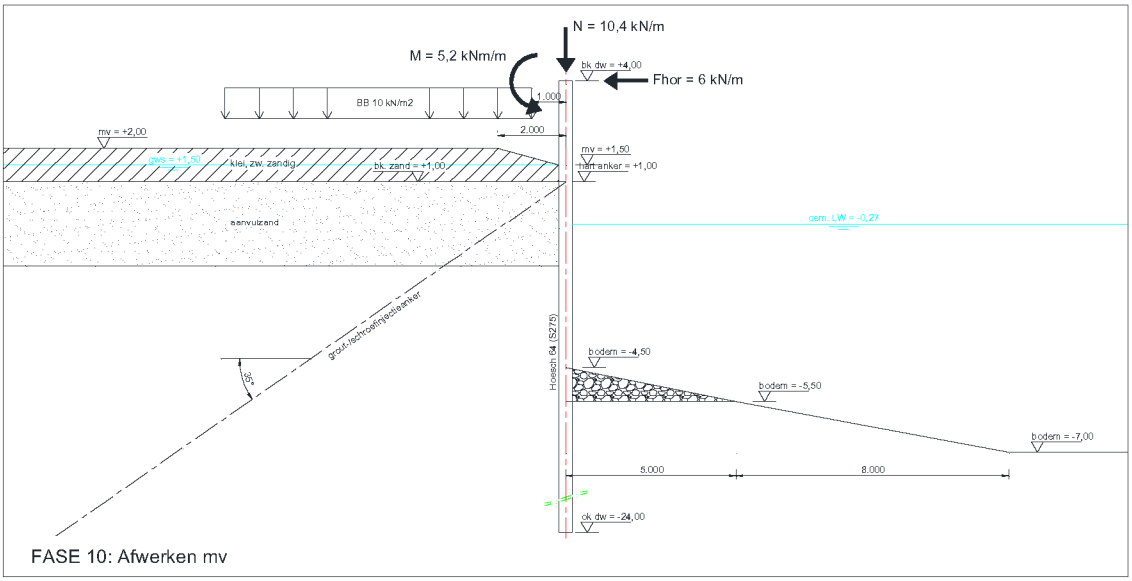
FASE 7: Saneren met gem. HW



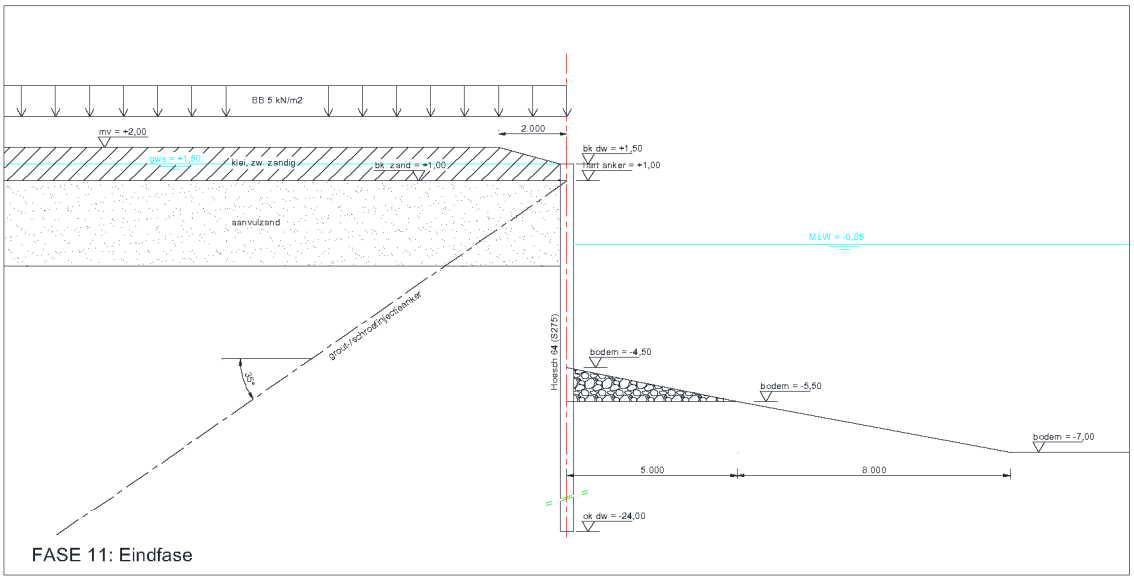
FASE 8: Aanvulling 1



FASE 9: Afspannen ankers

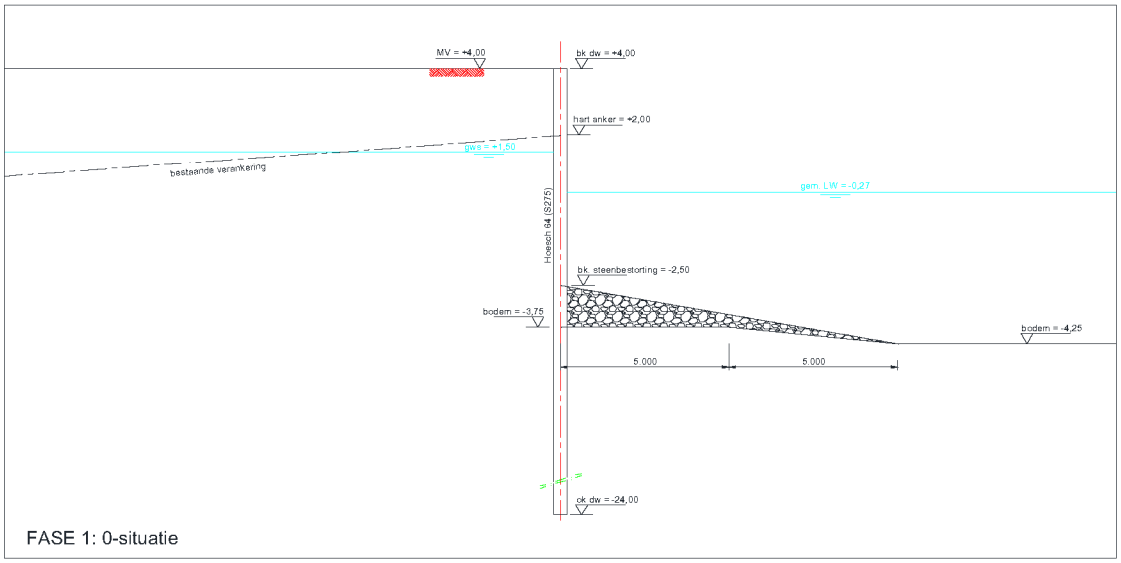


FASE 10: Afwerken mv

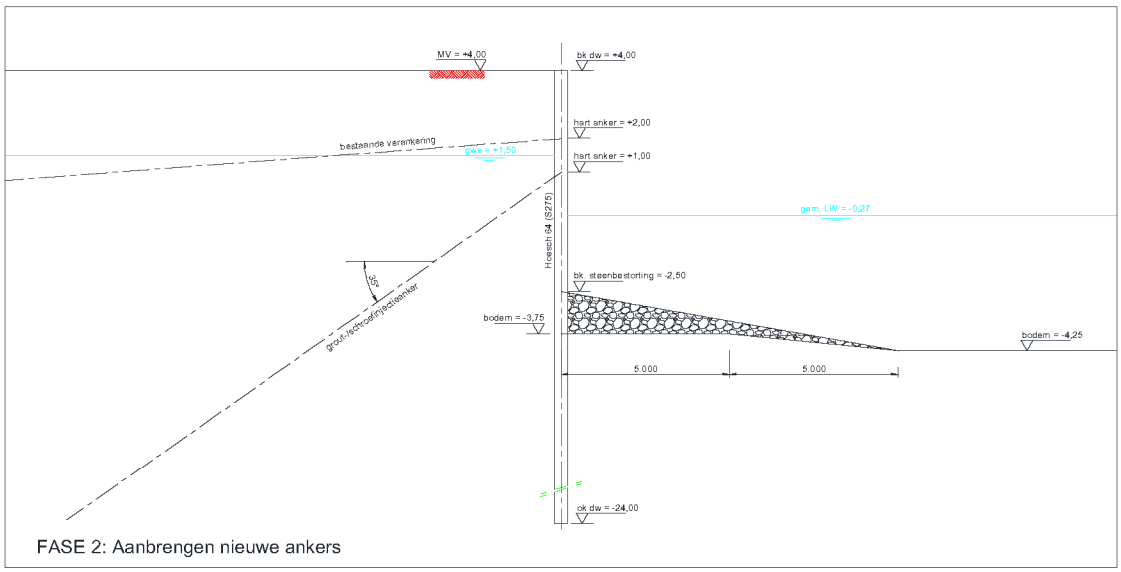


FASE 11: Eindfase

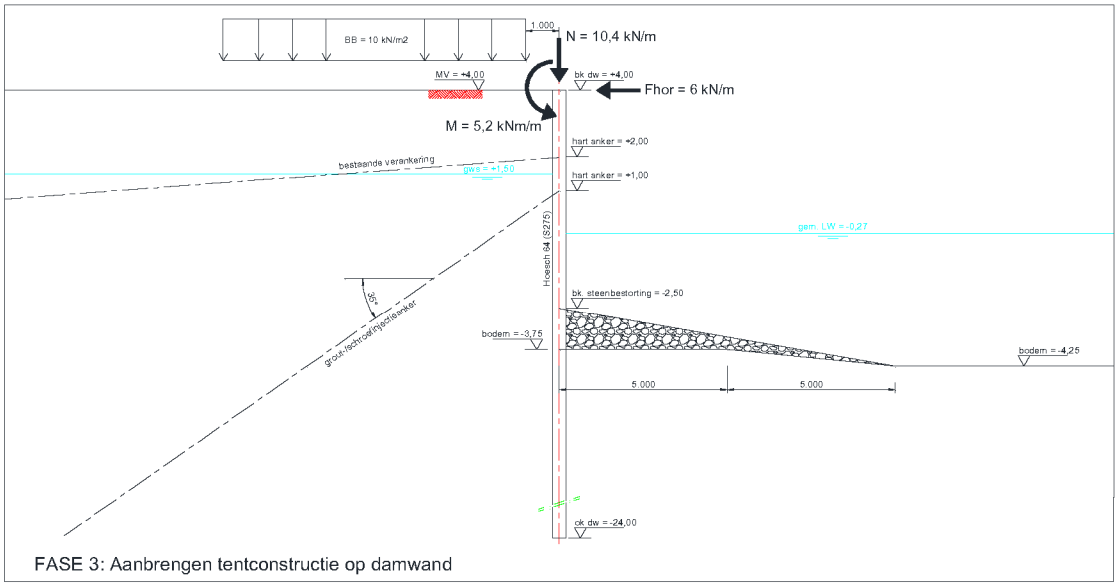
## 2.2.3 Geometrie en fasering doorsnede 3



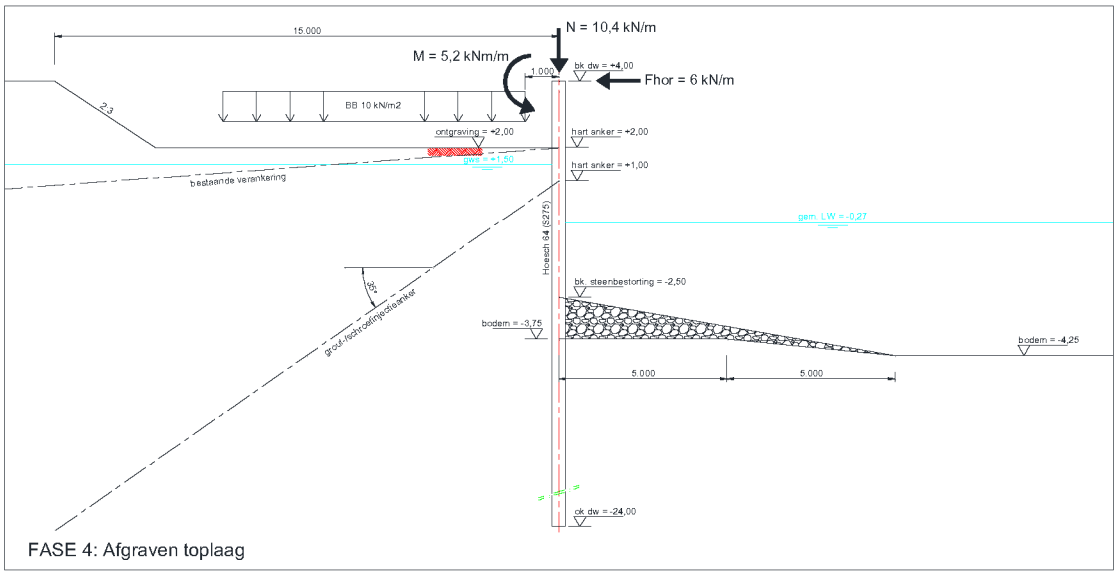

FASE 1: 0-situatie




FASE 2: Aanbrengen nieuwe ankers

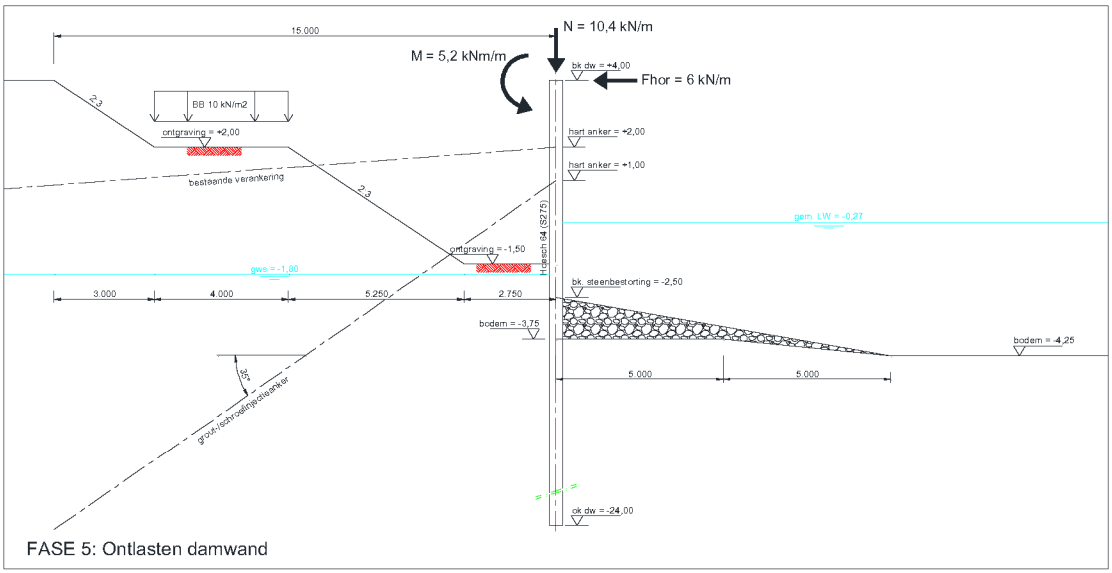



FASE 3: Aanbrengen tentconstructie op damwand

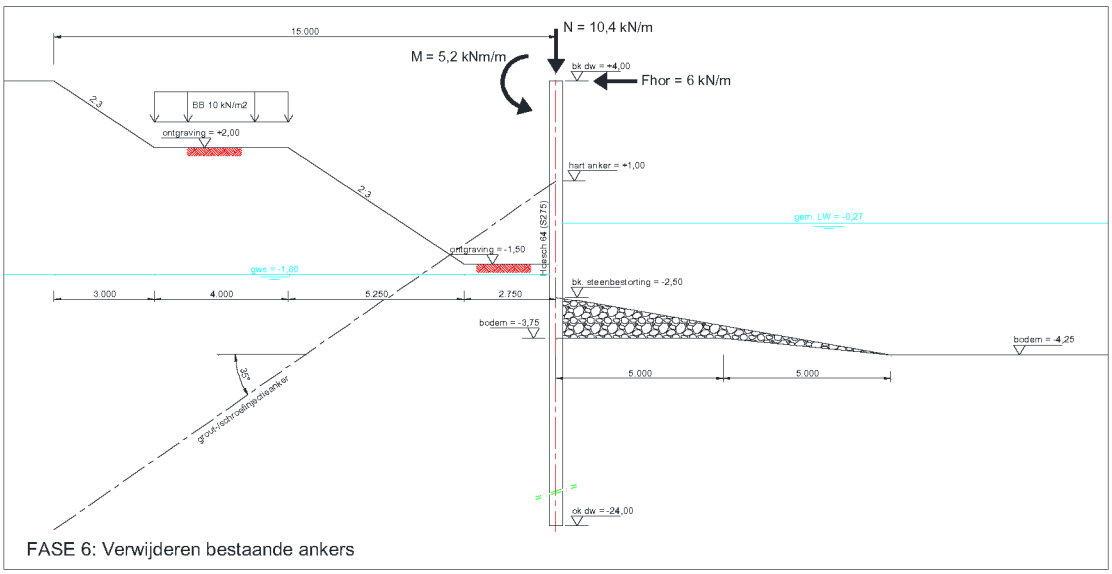


FASE 4: Afgraven toplaag

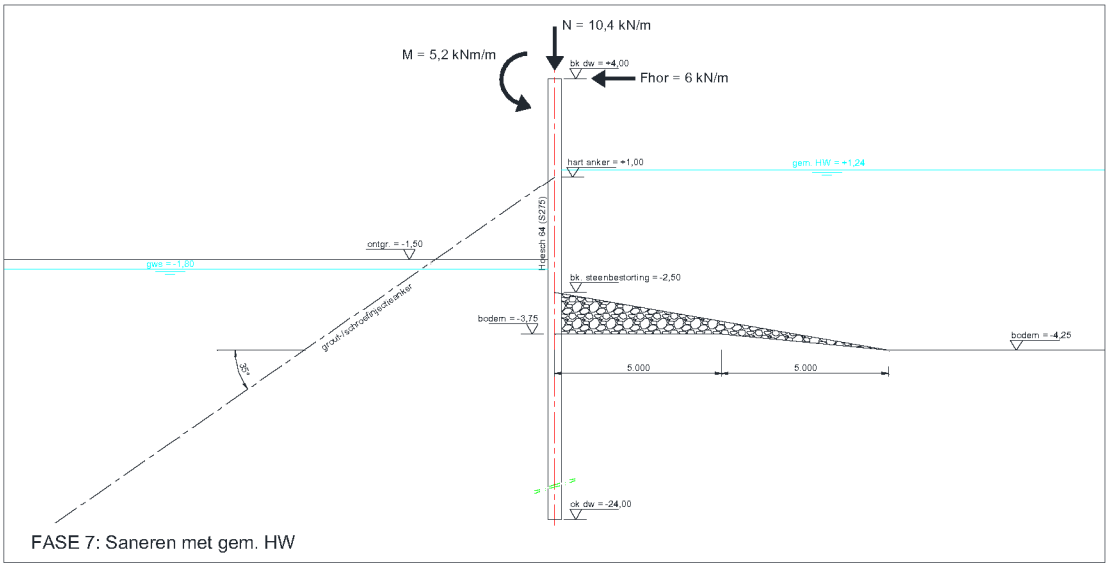
*Opmerking: de passieve wig van het bestaande ankerscherm mag niet ondermijnd worden. Daarom tot max. 15 m achter damwand afgraven.*



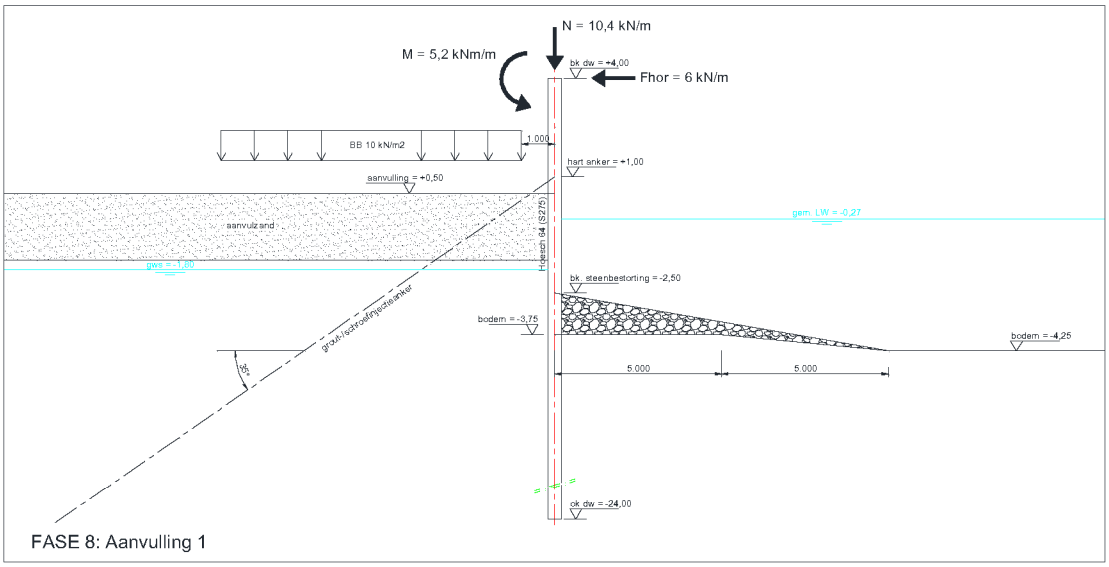
FASE 5: Ontlasten damwand



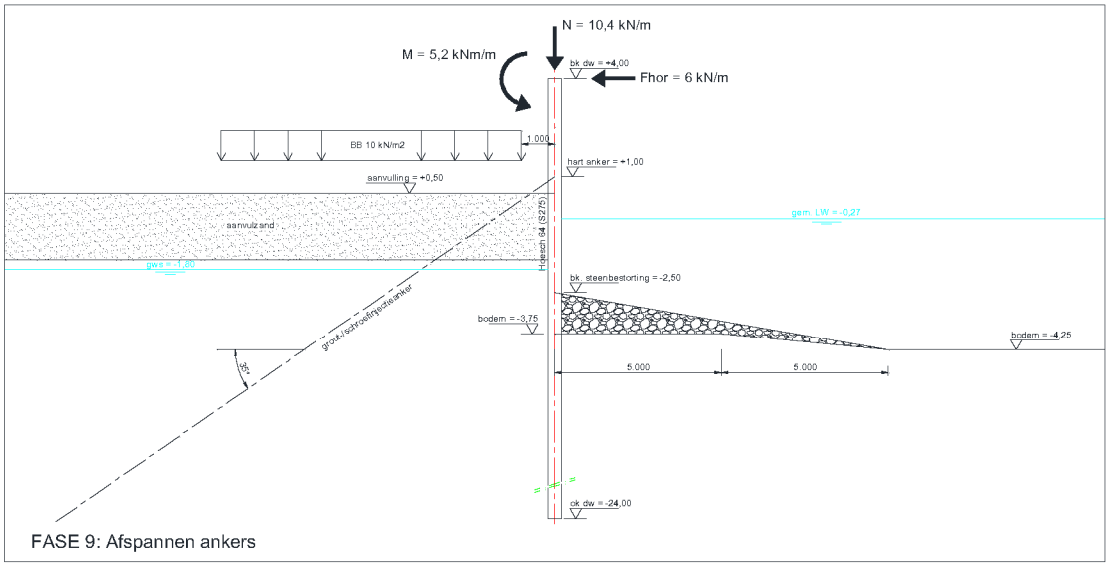
FASE 6: Verwijderen bestaande ankers



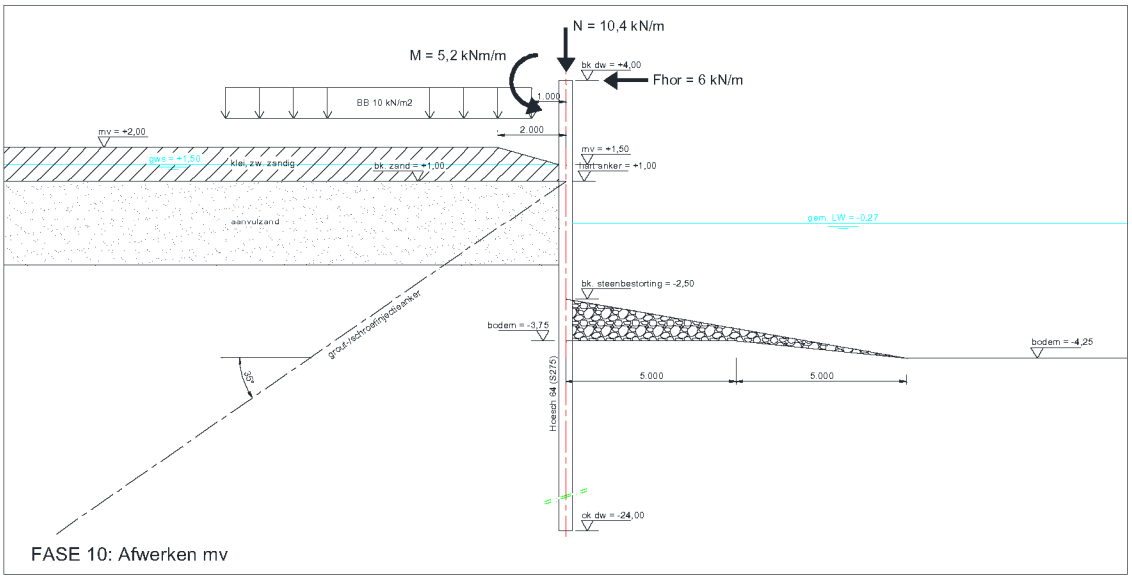
FASE 7: Saneren met gem. HW

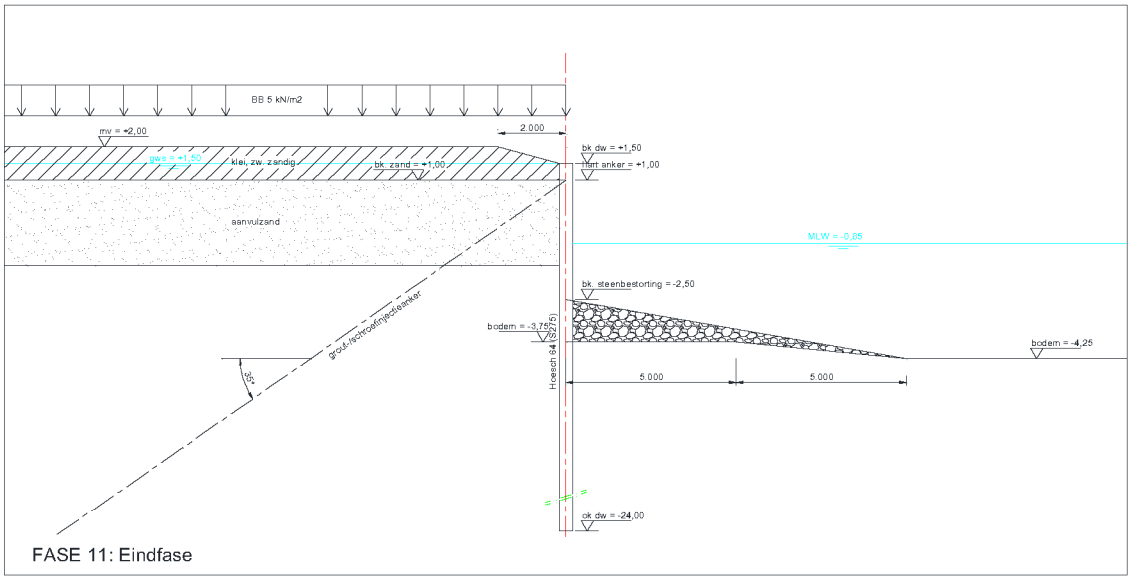


FASE 8: Aanvulling 1

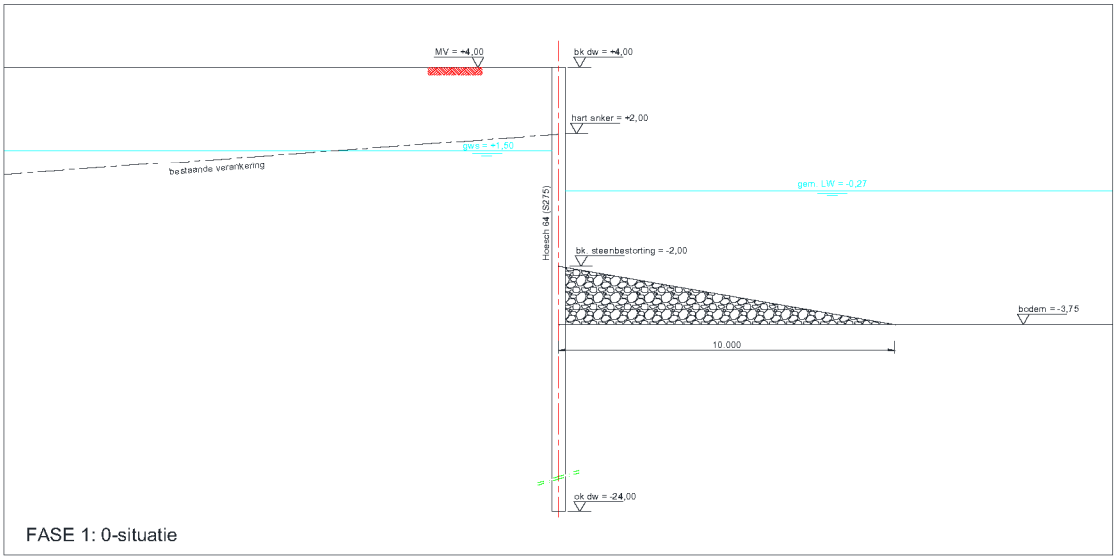


FASE 9: Afspannen ankers

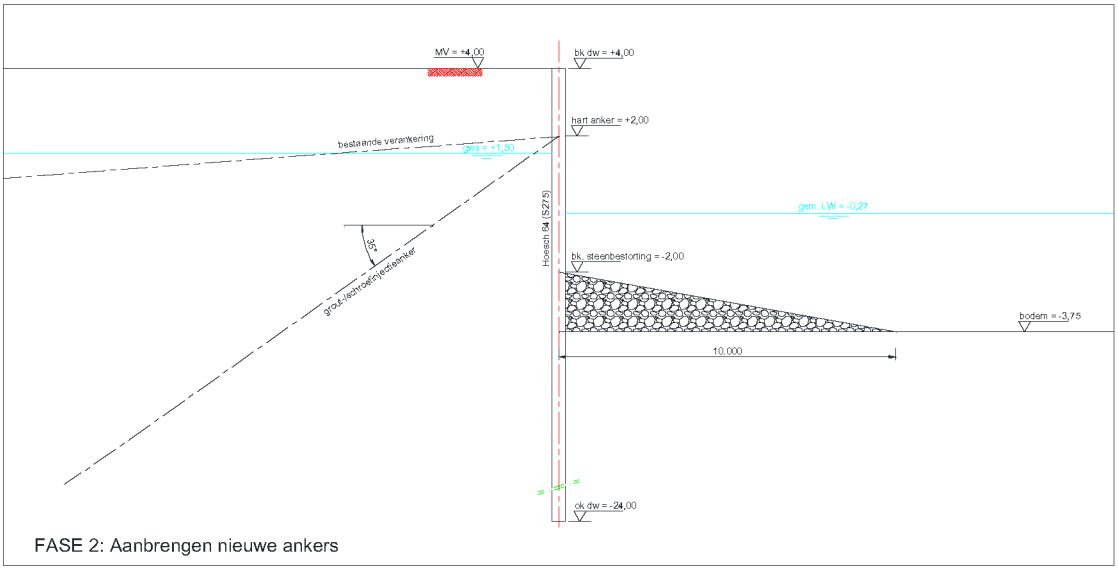

N = 10,4 kN/m
M = 5,2 kNm/m
Fhor = 6 kN/m
BB 10 kN/m2
1,000
2,000
mv = +2,00
aws = +1,50
klei, zw. zandig
bk. zand = +1,00
aanvulzand
mv = +1,50
hart anker = +1,00
bk dw = +4,00
gem. LW = -0,27
bk. steenbestorting = -2,50
bodem = -3,75
bodem = -4,25
5.000
5.000
35°
grout-/schroefinjectieanker
Hoesch 64 (S275)
ok dw = -24,00
FASE 10: Afwerken mv


BB 5 kN/m2
2,000
mv = +2,00
aws = +1,50
klei, zw. zandig
bk. zand = +1,00
aanvulzand
bk dw = +1,50
hart anker = +1,00
MLW = -0,85
bk. steenbestorting = -2,50
bodem = -3,75
bodem = -4,25
5.000
5.000
35°
grout-/schroefinjectieanker
Hoesch 64 (S275)
ok dw = -24,00
FASE 11: Eindfase

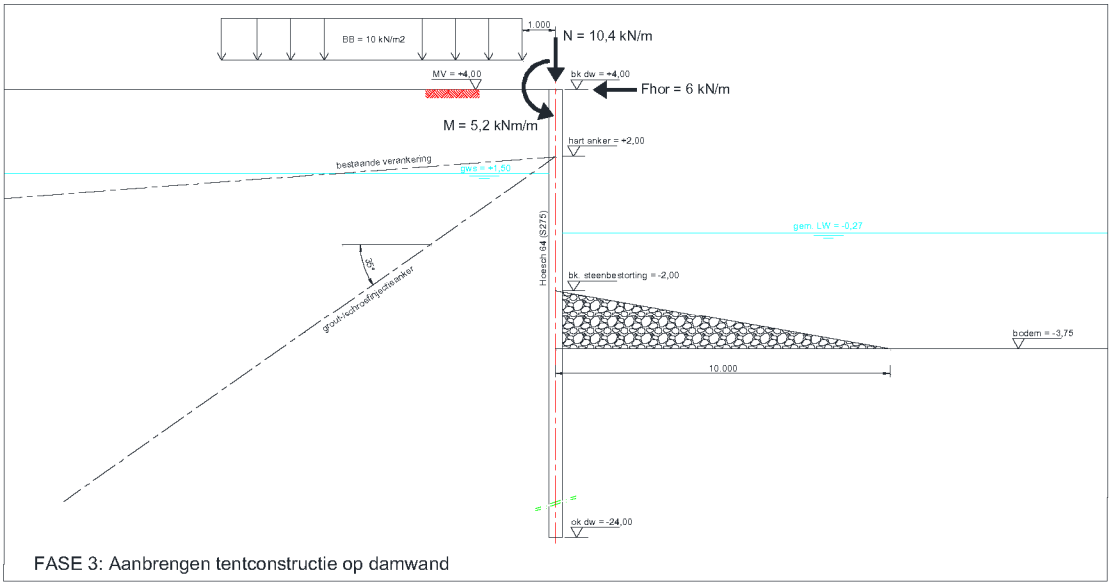
## 2.2.4 Geometrie en fasering doorsnede 4



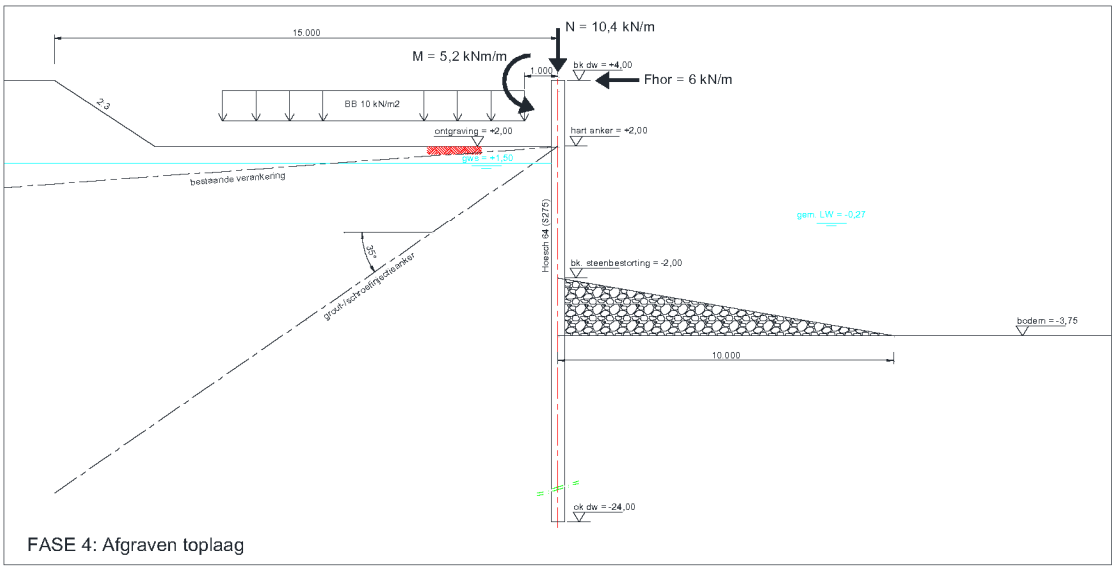
FASE 1: 0-situatie



FASE 2: Aanbrengen nieuwe ankers

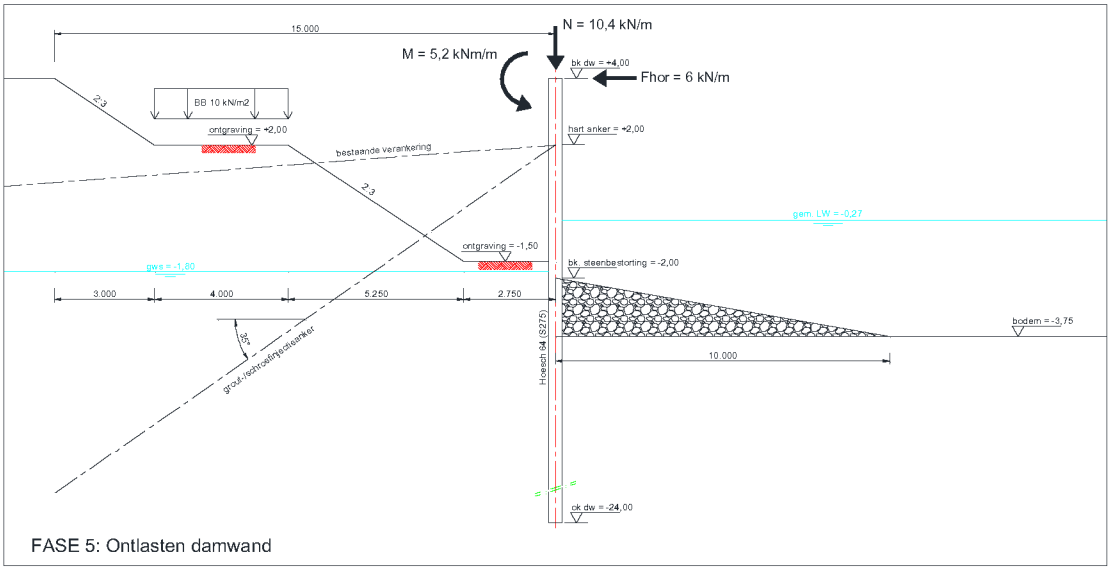


FASE 3: Aanbrengen tentconstructie op damwand

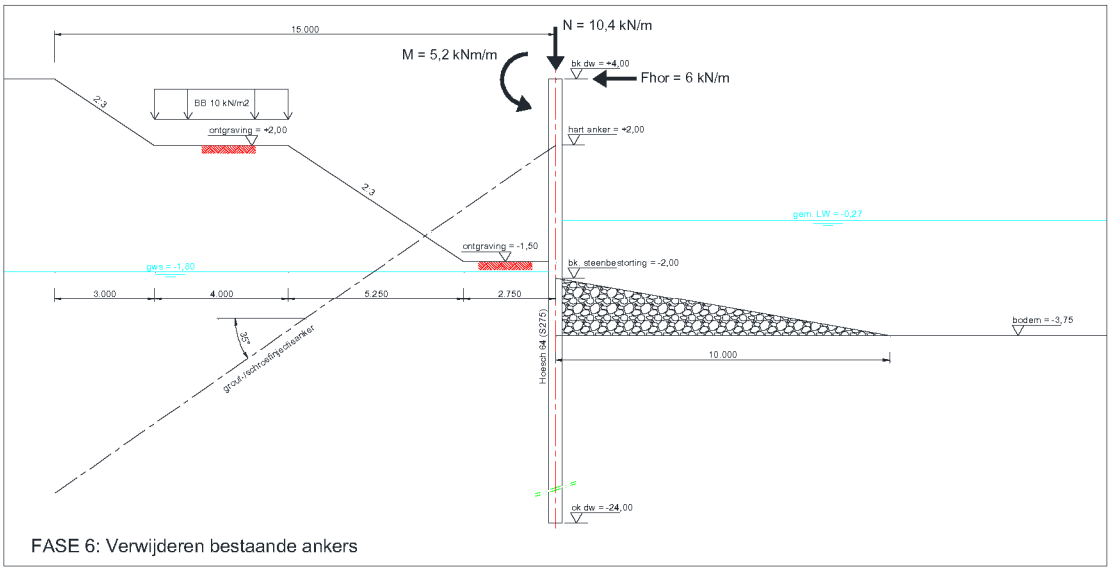



FASE 4: Afgraven toplaag

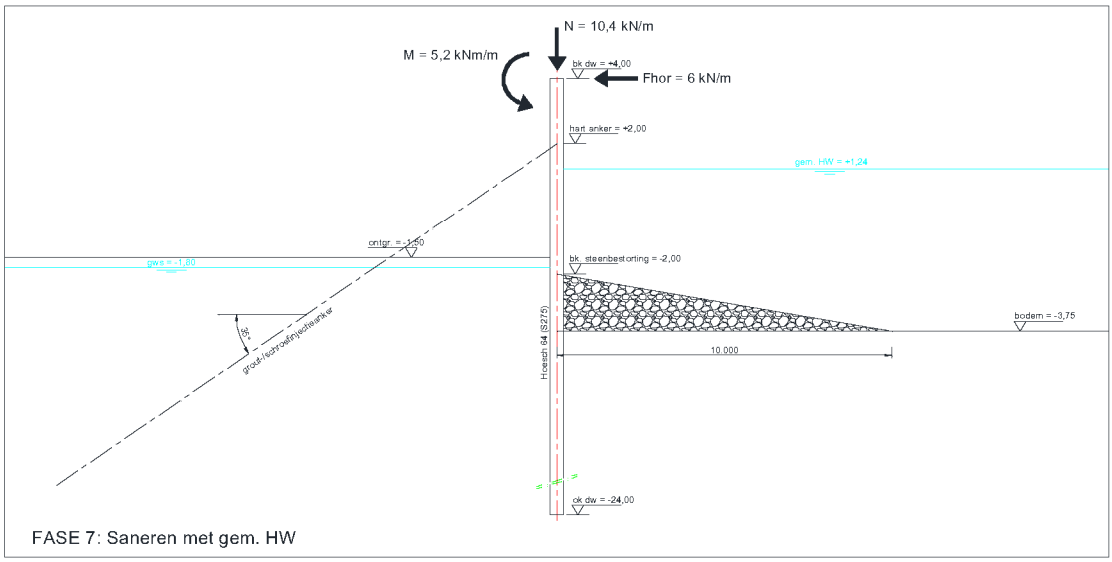
*Opmerking: de passieve wig van het bestaande ankerscherm mag niet ondermijnd worden. Daarom tot max. 15 m achter damwand afgraven.*



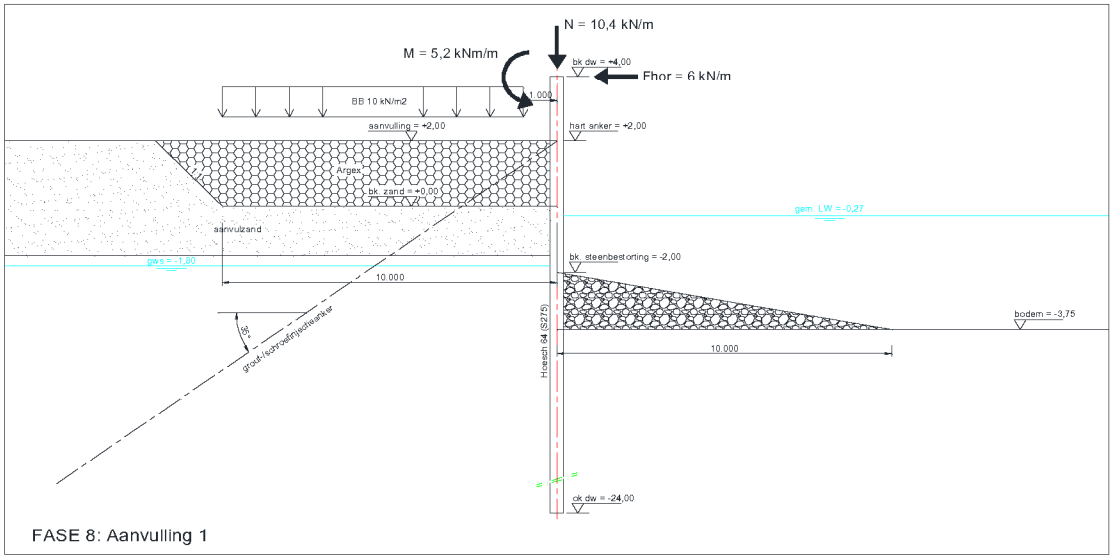

FASE 5: Ontlasten damwand



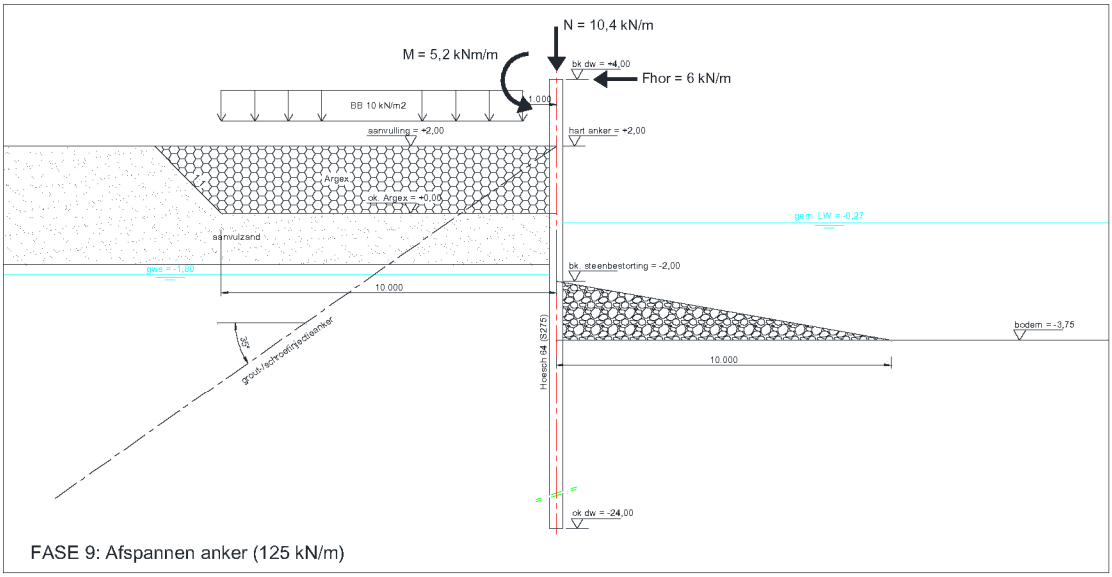

FASE 6: Verwijderen bestaande ankers



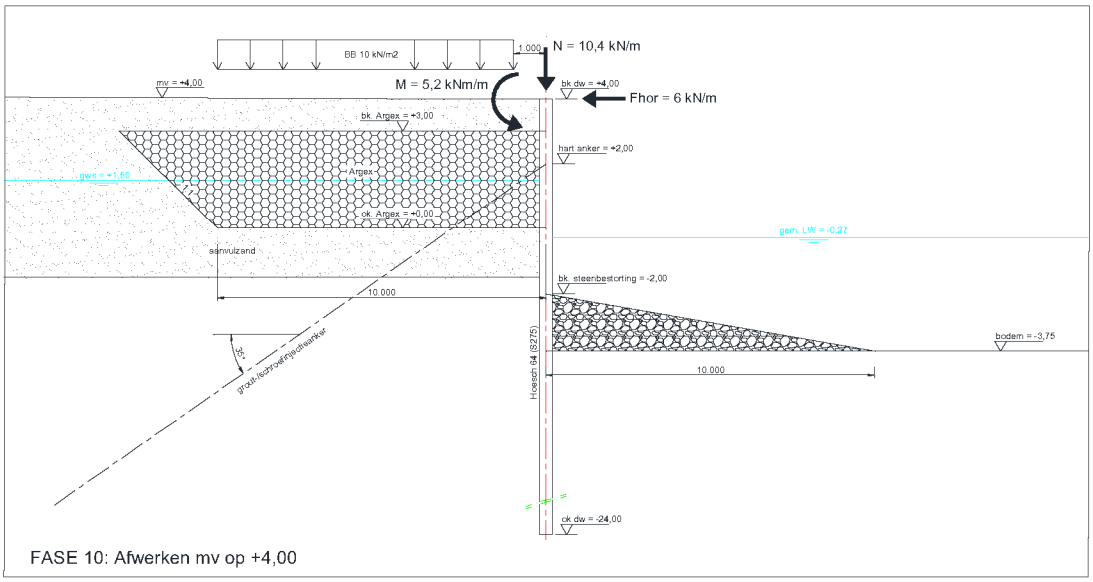

FASE 7: Saneren met gem. HW



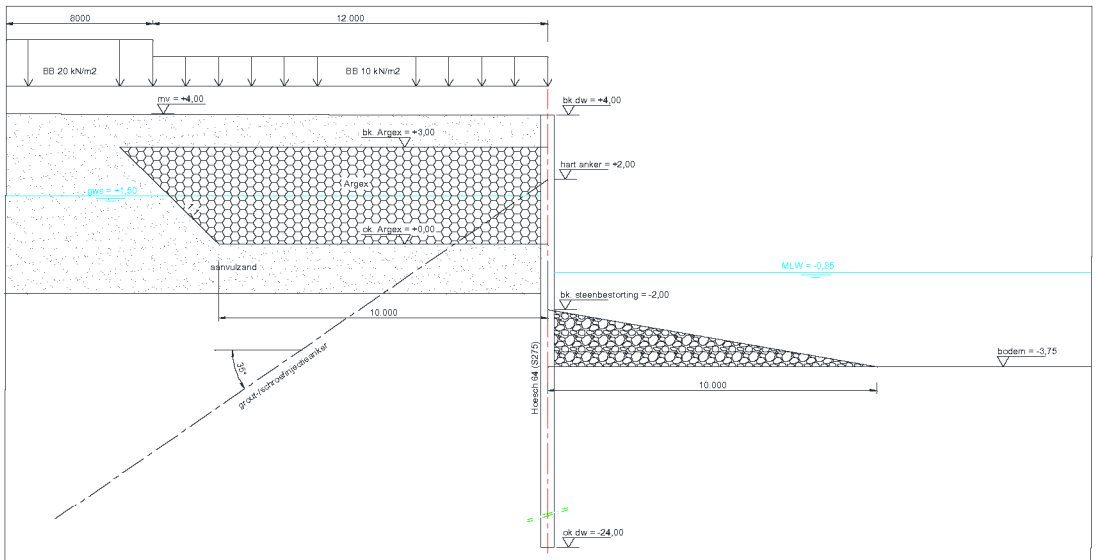

FASE 8: Aanvulling 1



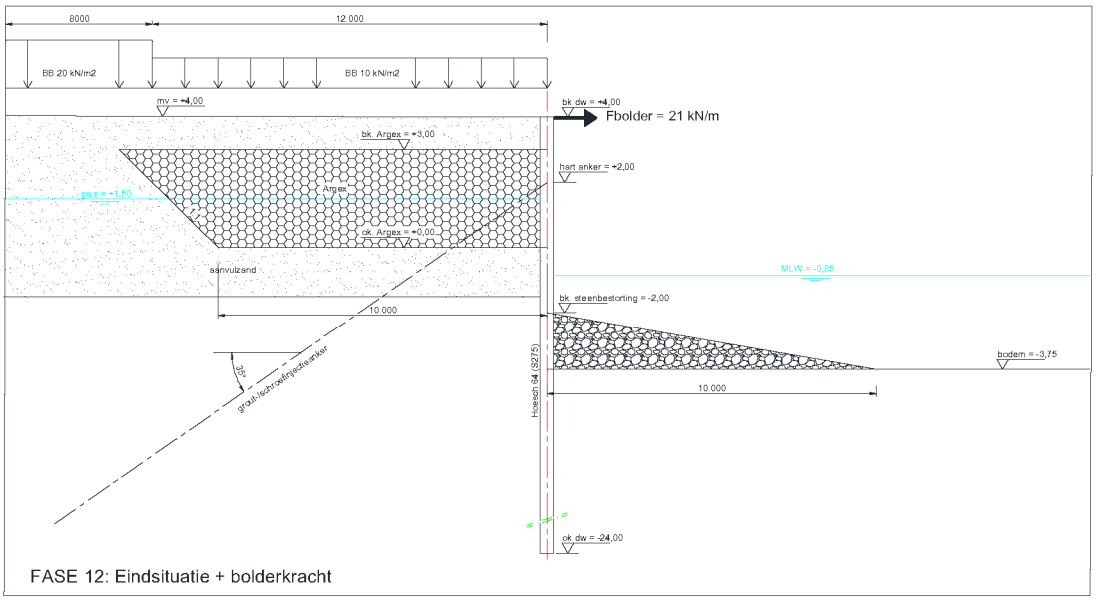

FASE 9: Afspannen anker (125 kN/m)




FASE 10: Afwerken mv op +4,00

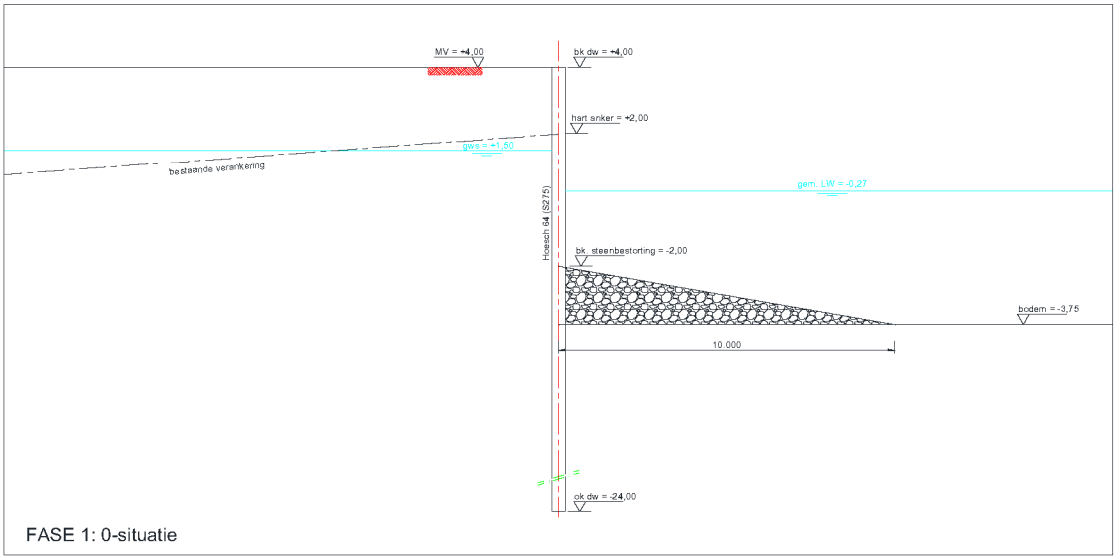



FASE 11: Eindsituatie

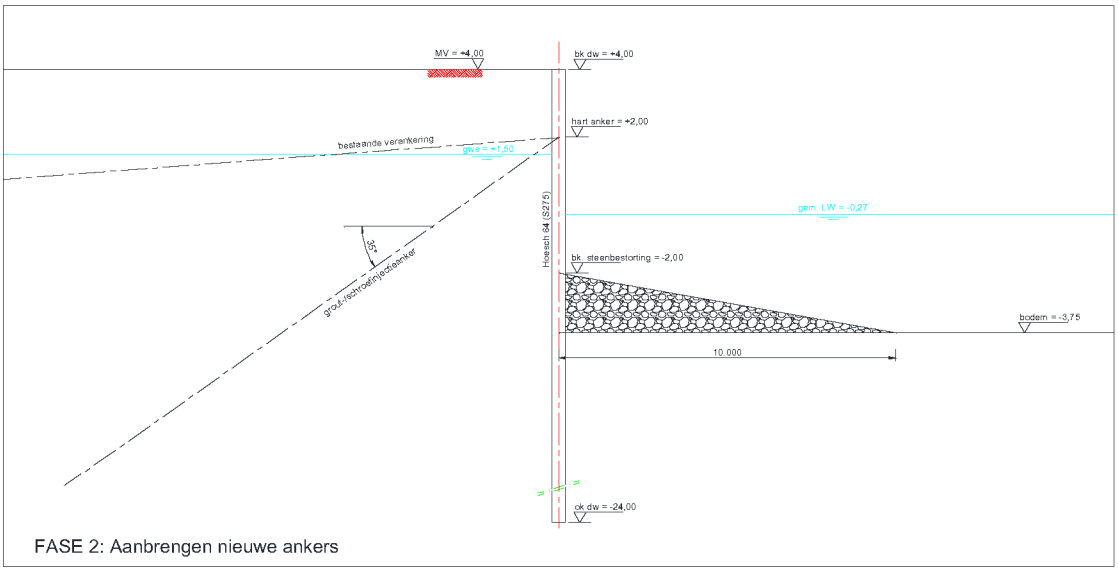



FASE 12: Eindsituatie + bolderkracht

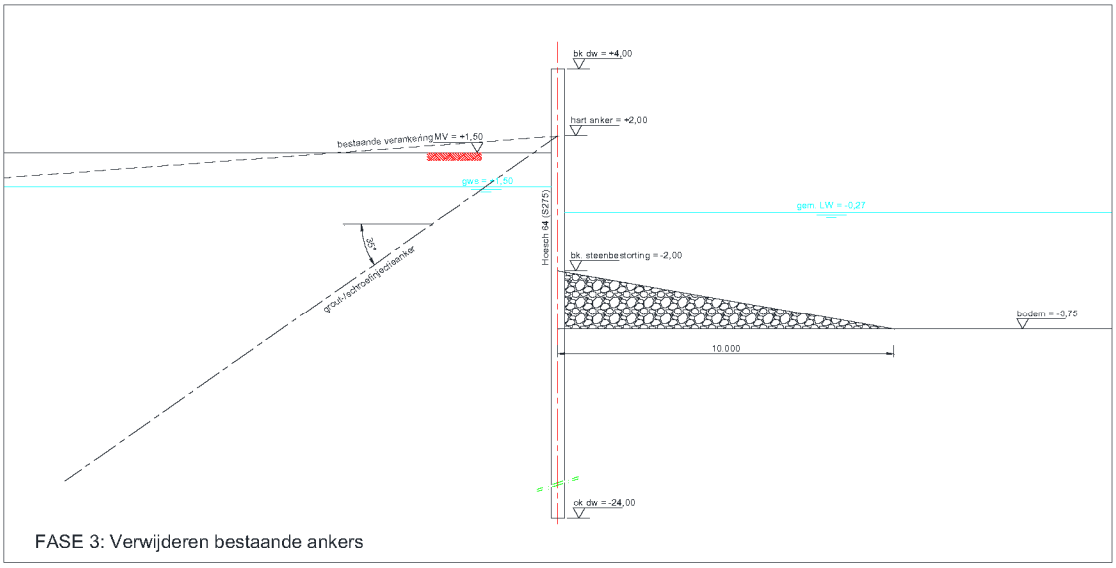
## 2.2.5 Geometrie en fasering doorsnede 5



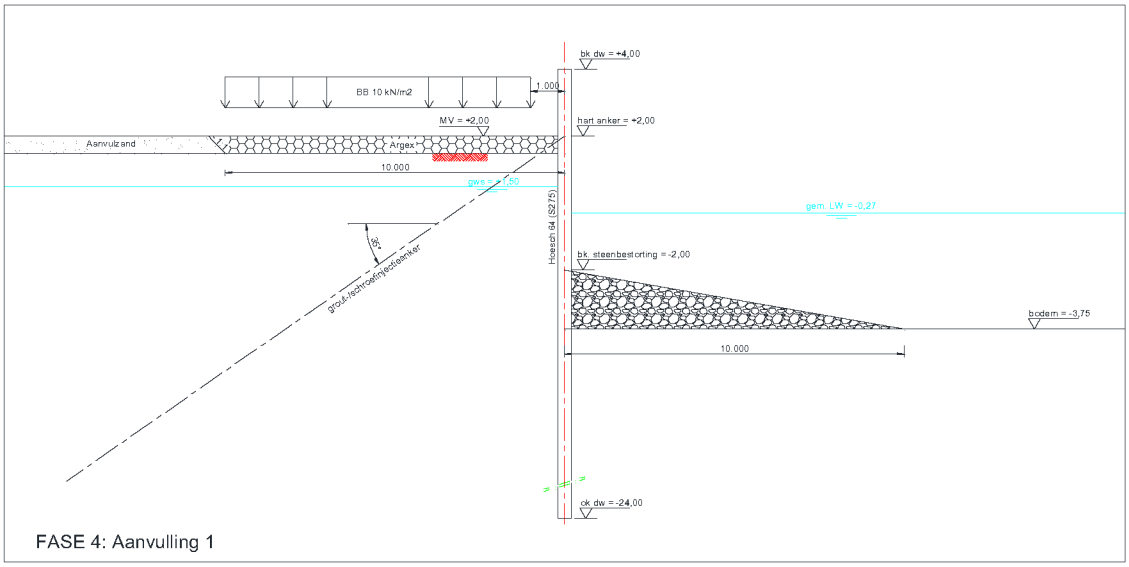
FASE 1: 0-situatie



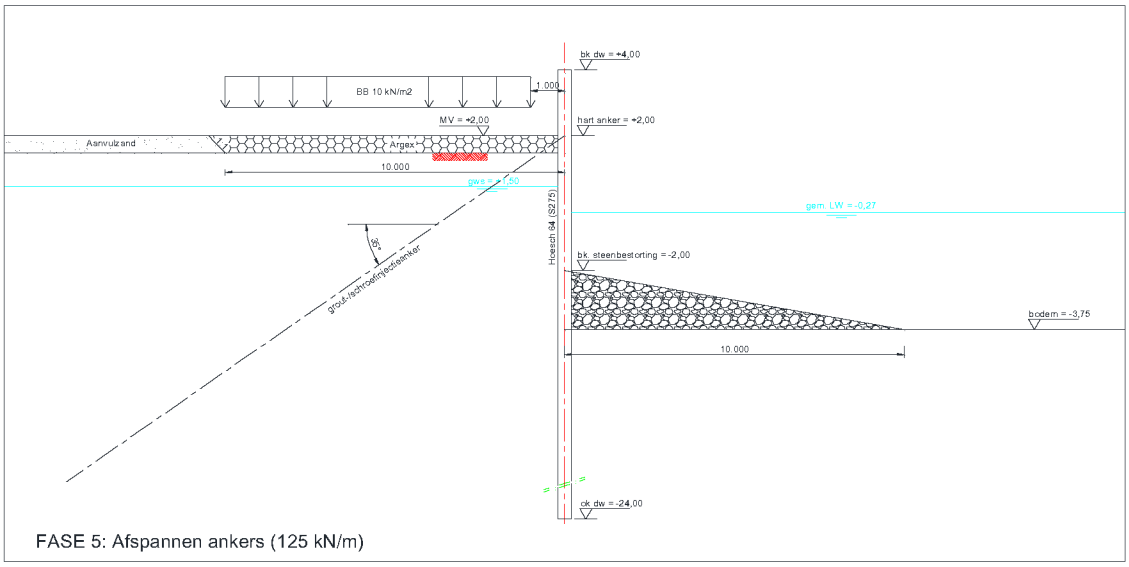
FASE 2: Aanbrengen nieuwe ankers



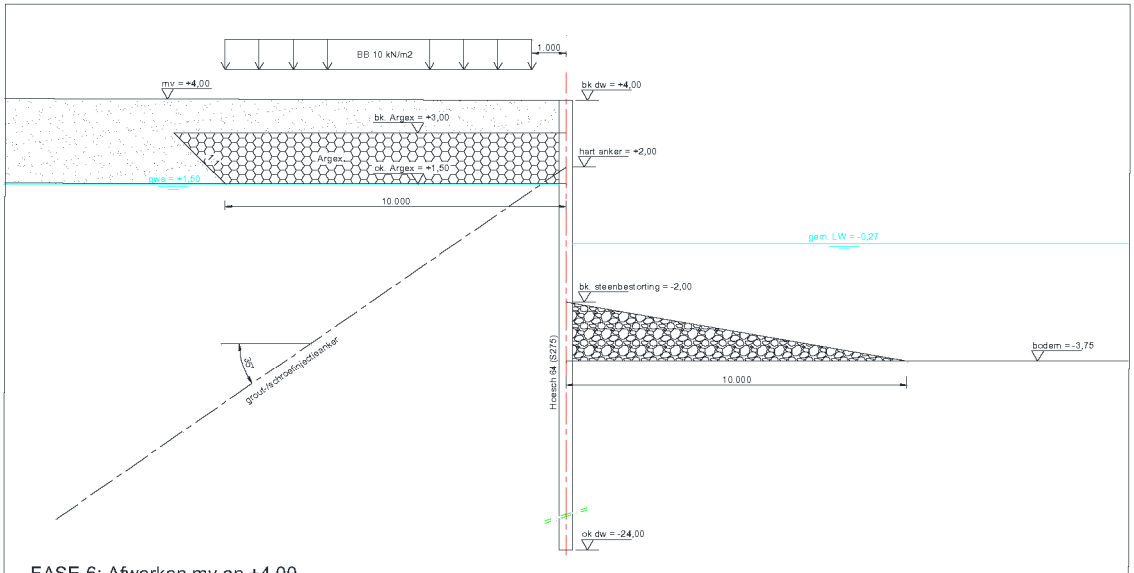
FASE 3: Verwijderen bestaande ankers



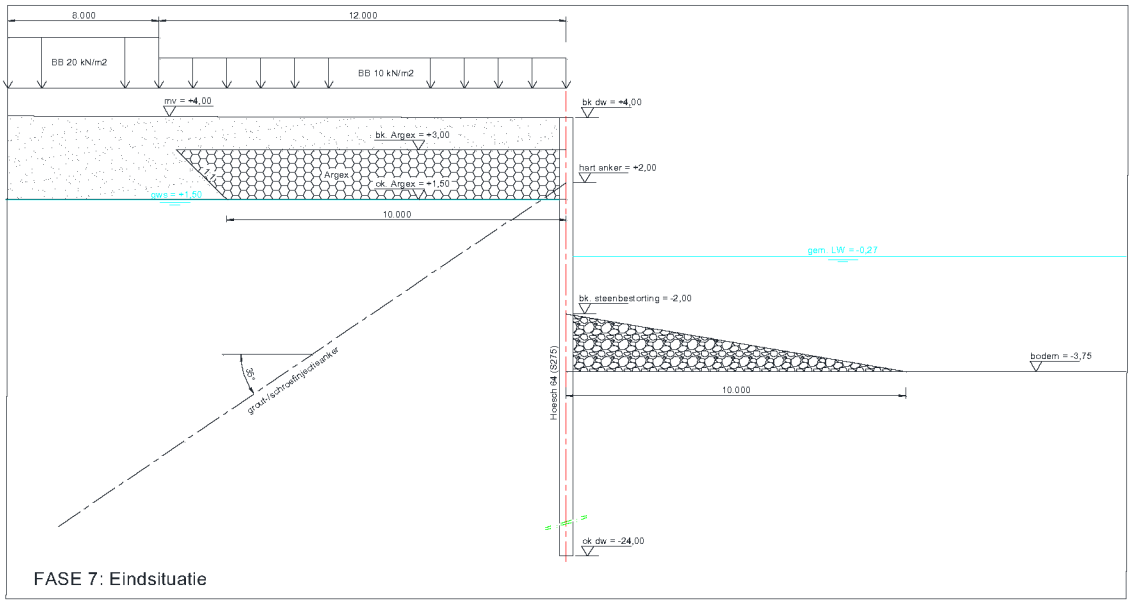

FASE 4: Aanvulling 1



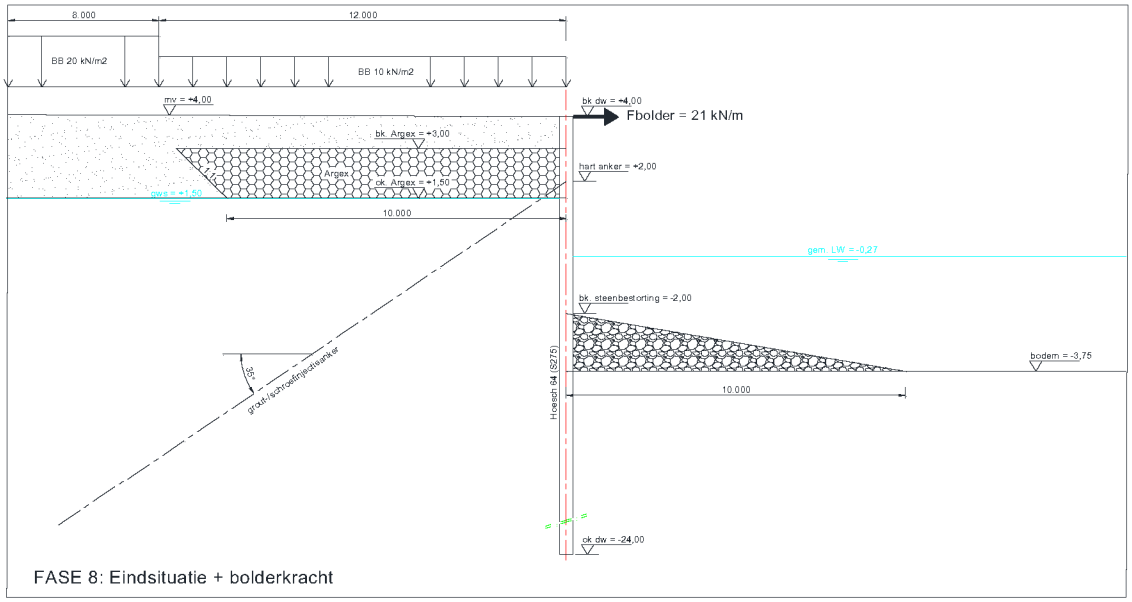

FASE 5: Afspannen ankers (125 kN/m)




FASE 6: Afwerken mv op +4,00

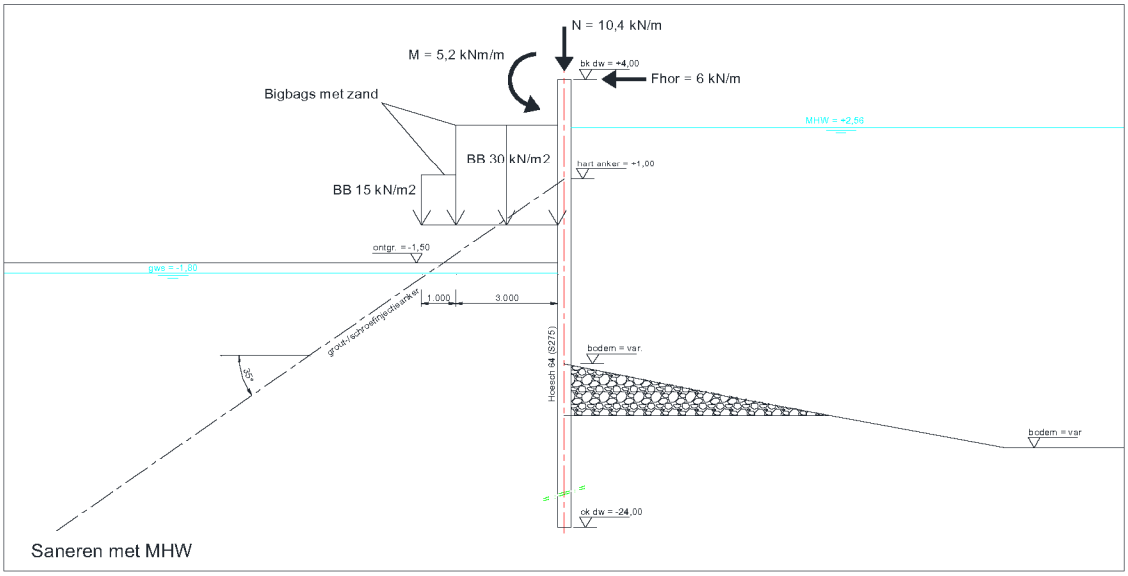



FASE 7: Eindsituatie




FASE 8: Eindsituatie + bolderkracht

### 2.2.6 Geometrie calamiteitsituatie




Bovenstaande geometrie is van toepassing bij DRSN 2, 3 en 4.

## 2.3 Eigenschappen verankering

De verankering is als volgt in D-Sheet geschematiseerd:
Bestaande ankers:

- Staaldoorsnede DRSN 1 en 2 = 8,85*10$^{-4}$ m$^2$/m$^1$ (o.b.v. anker ∅52 met een h.o.h.-afstand van 2,40 m)
- Staaldoorsnede DRSN 3, 4 en 5 = 1,10*10$^{-3}$ m$^2$/m$^1$ (o.b.v. anker ∅58 met een h.o.h.-afstand van 2,40 m)
- Lengte anker = 20,0 m
- Ankerschothoogte = 3,0 m
- Ankerhoek = 4,3° t.o.v. horizontaal.
- Aangrijpniveau alle doorsneden: 2,00 m+NAP.

Nieuwe ankers

- Staaldoorsnede:
  - DRSN 1 t/m 3 = 5,10*10$^{-4}$ m$^2$/m$^1$ (o.b.v. ankertype ∅51x10 mm met een h.o.h.-afstand van 2,40 m);
  - DRSN 4 en 5 = 7,70*10$^{-4}$ m$^2$/m$^1$ (o.b.v. ankertype ∅60,3x12,5 met een h.o.h.-afstand van 2,40 m)

  *Opmerking: In H3 is voor DRSN 1 een ankertype ∅51x12,5 mm berekend i.p.v. ∅51x10 mm. Omdat het verschil in veerstijfheid maar klein is, heeft dit geen gevolgen voor de ankerkracht en daarom is de staaldoorsnede niet aangepast in de berekening.*
- Fictieve ankerlengte = 35,0 m
- Ankerhoek = 35° t.o.v. horizontaal.
- Aangrijpniveau DRSN 1, 2 en 3: 1,00 m+NAP.
- Aangrijpniveau DRSN 4 en 5: 2,00 m+NAP.

Nieuw anker tijdens gem. HW en in calamiteitsituatie:
In de situatie “saneren met gem. HW” en “saneren met MHW” wordt het nieuwe anker op druk belast. De ankers zijn in deze fasen geschematiseerd als drukveer met de volgende stijfheid:

- DRSN 2 en 3: k = E*A*(cos($\alpha$))$^2$/l$_{anker}$ = 210*510*(cos(35)2)/32,5 = 2.210 kN/m/m$^1$ (o.b.v. ankertype ∅51x10 mm met een vrije ankerlengte van ca. 32,5 m);
- DRSN 4: k = E*A*(cos($\alpha$))$^2$/l$_{anker}$ = 210*770*(cos(35)2)/32,5 = 3.350 kN/m/m$^1$ (o.b.v. ankertype ∅60,3x12,5 mm met een vrije ankerlengte van ca. 32,5 m).

De verankeringsconstructie op druk zal verder uitgewerkt worden in het UO.

## 2.4 Berekeningsresultaten

In onderstaande tabellen is een samenvatting gegeven van de resultaten van de berekeningen.

| **resultaten** | **eenheid** | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *doorsnede* | | *1* | | | | *2/2A* | | | | *3* | | | |
| damwandtype | | **Hoesch 64 (S275)** | | | | **Hoesch 64 (S275)** | | | | **Hoesch 64 (S275)** | | | |
| ***Fase*** | | ***Saneren*** | | ***Eind*** | | ***Saneren*** | | ***Eind*** | | ***Saneren*** | | ***Eind*** | |
| kop damwand | [m .. NAP] | +4,00 | | *+1,50* | | +4,00 | | *+1,50* | | +4,00 | | +1,50 | |
| voet damwand | [m .. NAP] | -24,00 | | *-24,00* | | -24,00 | | *-24,00* | | -24,00 | | -24,00 | |
| lengte damwand | [m] | 28,00 | | *25,50* | | 28,00 | | *25,50* | | 28,00 | | 25,50 | |
| % mob. ws (UGT) | [%] | 25 | | *25* | | 26 | | *25* | | 32 | | *30* | |
| $M_{max}$ | [kNm/m¹] | **517** | | *393* | | **539** | | *386* | | **619** | | *351* | |
| $V_{max}$ | [kN/m¹] | 189 | | *161* | | 198 | | *143* | | 218 | | *140* | |
| $P_{vsp}$ (SLS) | [kN/m¹] | 100 | | - | | 100 | | - | | 100 | | - | |
| $P_{max}$ (ULS/SLS) – trek | [kN/m¹] | 221 | 167 | *179* | *149* | 145 | 113 | *177* | *136* | 164 | 124 | *173* | *144* |
| $P_{max}$ (ULS/SLS) – druk | [kN/m¹] | - | - | - | - | 24 | 21 | - | - | 54 | 5 | - | - |
| $u_{hor;max}$ | [mm] | 79 | | *78* | | 85 | | *75* | | 110 | | *98* | |
| SF | [-] | 2,92 | | *3,19* | | 2,92 | | *3,12* | | 2,48 | | *2,69* | |
| Bijlage | [-] | 1-1 | | | | 1-2 | | | | 1-3 | | | |

| **resultaten** | **eenheid** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *doorsnede* | | *4* | | | | *5* | | | |
| damwandtype | | **Hoesch 64 (S275)** | | | | **Hoesch 64 (S275)** | | | |
| ***Fase*** | | ***Saneren*** | | ***Eind*** | | ***Saneren*** | | ***Eind*** | |
| kop damwand | [m .. NAP] | +4,00 | | | | +4,00 | | | |
| voet damwand | [m .. NAP] | -24,00 | | | | -24,00 | | | |
| lengte damwand | [m] | 28,00 | | | | 28,00 | | | |
| % mob. ws (UGT) | [%] | 29 | | *29* | | 31 | | *33* | |
| $M_{max}$ | [kNm/m¹] | 453 | | *406* | | 375 | | *376* | |
| $V_{max}$ | [kN/m¹] | 186 | | *149* | | 168 | | *148* | |
| $P_{vsp}$ (SLS) | [kN/m¹] | 125 | | - | | 125 | | - | |
| $P_{max}$ (ULS/SLS) – trek | [kN/m¹] | 164 | 137 | *239* | *183* | 156 | 130 | *239* | *171* |
| $P_{max}$ (ULS/SLS) – druk | [kN/m¹] | 58 | 22 | - | - | - | - | - | - |
| $u_{hor;max}$ | [mm] | 68 | | *53* | | 54 | | *58* | |
| SF | [-] | 2,81 | | *2,88* | | 2,65 | | *2,58* | |
| Bijlage | [-] | 1-4 | | | | 1-5 | | | |

<u>Hierin is:</u>

| | |
|---|---|
| % mob. ws | percentage gemobiliseerde weerstand (< 100%); |
| $M_{max}$ | de rekenwaarde van het max. optredend moment; |
| $P_{max}$ | de reken- en representatieve waarde van de axiale ankerskracht (ankerhoek 35°) op een niveau van 1,00 m+NAP (DRSN 1, 2 en 3) respectievelijk 2,00 m+NAP (DRSN 4 en 5); |
| $u_{hor;max}$ | de maximale horizontale verplaatsing van de damwand. |
| SF | Stabiliteitsfactor (> 1,00). |

In bijlage 1 zijn de resultaten van de D-Sheetberekeningen toegevoegd.

## 2.5 Calamiteitensituatie

In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van de resultaten van de berekeningen bij de calamiteitsituatie “saneren met MHW”.

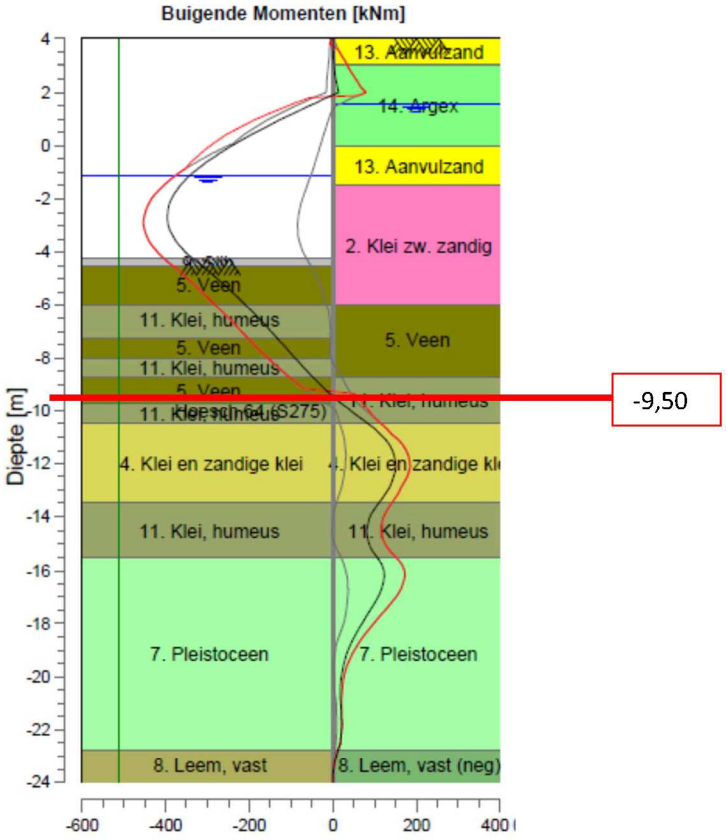
| **resultaten** | **eenheid** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *doorsnede* | | *2/2A* | | *3* | | *4* | |
| damwandtype | | **Hoesch 64 S275** | | **Hoesch 64 S275** | | **Hoesch 64 S275** | |
| % mob. ws (UGT) | [%] | 18 | | 22 | | 22 | |
| $M_{max}$ | [kNm/m¹] | **191** | | **174** | | **115** | |
| $V_{max}$ | [kN/m¹] | 83 | | 80 | | 64 | |
| $P_{max;MHW}$ | | 65 | 40 | 63 | 26 | 65 | 45 |
| $u_{hor;max}$ | [mm] | -38 | | -50 | | -7 | |
| Bijlage | [-] | 1-6 | | 1-7 | | 1-8 | |

In bijlage 1 zijn de resultaten van de D-Sheetberekeningen toegevoegd.

## 2.6 *Controle damwandprofiel*

Het damwandprofiel is getoetst middels een Excelsheet (zie bijlage 2).
Uitgangspunten hierbij zijn:

1. Het damwandprofiel wordt alleen in de eindsituatie beschouwd.
   *Opmerking:*
   *Bij DRSN 1 t/m 3 voldoet de damwandconstructie in de 0-situatie en de daaropvolgende fase aanbrengen tentconstructie rekenkundig niet.*
   *Bij DRSN 1 en 2 betreft het een lichte overschrijding van het opneembare moment van 5-10%.*
   *Bij DRSN 3 is de overschrijding groter (ca. 20%). De overgang/bocht van doorsnede 2 en 3 is een 3D situatie.*
   *Indien aangenomen wordt dat een plastisch scharnier in de damwand is opgetreden, treedt theoretisch een herverdeling van de momentcapaciteit op. Verwacht mag worden dat de plastisch momentcapaciteit hoger ligt. Zie tevens CUR166 deel 2 par. 2.4.8.*
   *In de fasen na het aanbrengen van de tent en in de calamiteitsituatie "saneren met MHW" voldoet de damwand wel op sterkte (optredend moment in alle gevallen kleiner dan 508 kNm/m)*
2. Het damwandprofiel wordt getoetst op de interne krachten van <u>doorsnede 4</u> vanwege het hoogst berekende moment in combinatie met de hoogste ankerkracht. Indien gewenst kunnen de verificatiesommen van de overige doorsneden op verzoek worden verstrekt.
3. Knikstabiliteit: in eerste instantie wordt bepaald of toetsing van de knikstabiliteit noodzakelijk is. Hier wordt de kniklengte bepaald o.b.v. de momentenlijn in de eindsituatie. Voor de kniklengte is aangehouden de afstand tussen het ankerniveau (+2,00) en het momentennulpunt (=9,50 m-NAP), zie onderstaande figuur:




De kniklengte bedraagt derhalve $l_{buc}$ = 2,00+9,50 = 11,50 m.

<u>Conclusie:</u>
O.b.v. de berekening in bijlage 2 kan geconcludeerd worden dat het damwandprofiel aan het einde van de levensduur voldoet.

## 2.7 *Controle vervorming*

Saneerfasen:
In de uitgangspuntennotitie zijn de volgende grenswaarden gegeven:
Opschalen metingen: +/– 20 mm
Maatregelen treffen[1]: +/– 50 mm.
Bovenstaande grenswaarden gelden t.o.v. de berekende vervormingen in de 0-situatie en aan de bovenzijde van de damwand (= meetpunt).

*[1]De benodigde beheersmaatregelen worden opgenomen in het werkplan.*

In onderstaande tabel is voor elke doorsnede per fase de maximale vervorming weergegeven en de vervorming aan de bovenzijde van de damwand. De resultaten zijn afkomstig uit de D-Sheetberekeningen van bijlage 1.

| Doorsnede | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fase | $\delta_{max}$ | $\delta_{bk.dw.}$ | $\delta_{max}$ | $\delta_{bk.dw.}$ | $\delta_{max}$ | $\delta_{bk.dw.}$ | $\delta_{max}$ | $\delta_{bk.dw.}$ | $\delta_{max}$ | $\delta_{bk.dw.}$ |
| *1* | *-75* | *+13* | *-75* | *+13* | *-92* | *+20* | *-57* | *+11* | *-45* | *+8* |
| 2 | -76 | +24 | -75 | +13 | -92 | +20 | -57 | +11 | -54 | +9 |
| 3 | -76 | +30 | -85 | +15 | -110 | +24 | -68 | +13 | -49 | -17 |
| 4 | -79 | +30 | -84 | +23 | -107 | +35 | -65 | +20 | -50 | -18 |
| 5 | -74 | -1 | -67 | +25 | -85 | +32 | -41 | +13 | -50 | -10 |
| 6 | -76 | -4 | -69 | -11 | -87 | -10 | -43 | -3 | -54 | -11 |
| 7 | -78 | -10 | -40 | -22 | -56 | -31 | -12 | -9 | -57 | -13 |
| 8 | | | -57 | -30 | -71 | -37 | -25 | -5 | -58 | -27 |
| 9 | | | -58 | -14 | -72 | -19 | -27 | +40 | | |
| 10 | | | -68 | -14 | -93 | -18 | -46 | +42 | | |
| 11 | | | -75 | -26 | -98 | -29 | -53 | +40 | | |
| 12 | | | | | | | -53 | +26 | | |

Conclusie:
Gedurende de sanering bedraagt het maximale verschil in vervorming t.o.v. fase 1:

| *Doorsnede* | $\delta_{max}$ | $\delta_{bk.dw.}$ |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 17 |
| 2 | 35 | 43 |
| 3 | 36 | 57 |
| 4 | 45 | 31 |
| 5 | 9 | 26 |

Bovenstaande vervormingsverschillen blijven bij de meeste doorsneden onder de grenswaarde van 50 mm en worden daarmee acceptabel geacht.
Alleen bij DRSN 3 wordt de grenswaarde met 7 mm overschreden. Deze geringe overschrijding wordt acceptabel geacht.

Calamiteit (MHW):
Voor DRSN 3 is de calamiteitsituatie “saneren met MHW” beschouwd. In deze fase zijn de volgende vervormingen berekend:

| *Doorsnede* | $\delta_{max}$ | $\Delta$ | $\delta_{bk.dw.}$ | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|
| 2 | -38 | 37 | -5 | 18 |
| 3 | -50 | 42 | -18 | 38 |
| 4 | -8 | 49 | -5 | 13 |

Deze verschillen worden acceptabel geacht.

Eindfase:
Conform de uitgangspuntennotitie is de grenswaarde voor de uitbuiging van de damwandconstructie in de eindfase gesteld op 1/100 van de kerende hoogte.
Voor DRSN 1 en 2 geldt: $\Delta h$ = +1,50+5,50 = 7,0 m ➔ $\delta_{max}$ = 7000/100 = 70 mm
Voor DRSN 3 geldt: $\Delta h$ = +1,50+3,75 = 5,25 m ➔ $\delta_{max}$ = 5250/100 = 53 mm
Voor DRSN 4 en 5 geldt: $\Delta h$ = +4,00+3,75 = 7,75 m ➔ $\delta_{max}$ = 7750/100 = 78 mm

Toetsing vervorming:

| *Doorsnede* | $\delta_{max;0}$ | $\delta_{max;eind}$ | $\delta_{grens}$ | Toets $\delta_{max;eind} \leq \delta_{grens}$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 75 | 78 | 70 | Voldoet niet |
| 2 | 75 | 75 | 70 | Voldoet niet |
| 3 | 92 | 98 | 53 | Voldoet niet |
| 4 | 57 | 53 | 78 | Voldoet |
| 5 | 45 | 58 | 78 | Voldoet |

Conclusie:
De max. berekende vervorming in de eindfase bij DRSN 4 en 5 is kleiner dan de grenswaarde en voldoet. De max. berekende vervorming in de eindfase bij DRSN 1 t/m 3 is groter dan de grenswaarde en voldoet daarmee niet. Echter omdat het verschil met de vervorming in de 0-situatie (= fase 1) maximaal slechts 12 mm is wordt de berekende vervorming acceptabel geacht.

## *2.8 Controle verticaal draagvermogen*

De damwanden zijn vanwege de verankering onderhevig aan een verticale kracht. Deze verticale kracht dient opgenomen te kunnen worden door de damwandconstructie. Het verticaal draagvermogen van de damwandconstructie is getoetst m.b.v. D-Sheet. Uitgangspunten hierbij zijn:

- De max. puntweerstand ($q_{b;maxt}$) is bij alle doorsneden aangehouden op 4,00 MPa (teen damwand in vaste zandige leempakket);
- Voor de damwanden is conform NEN 9997-1 een ksi-factor aangehouden van 1,39.
- Indien nodig is conform CUR 166 de delta ($\delta$) van de grondlagen bij de teen van de damwand omgedraaid (negatieve delta).

<u>Berekeningsresultaten:</u>
O.b.v. de berekeningsresultaten in bijlage 1 (tabel 2.1 “overzicht per fase en toets” – laatste kolom) kan geconclueerd worden dat in de eindfasen het verticaal draagvermogen van de damwanden voldoet.

# 3 Verankering

## 3.1 Uitgangspunten

Voor de verankeringsconstructie gelden de volgende uitgangspunten:

- Het ankerniveau bedraagt 1,00 m+NAP (DRSN 1 t/m 3) en 2,00 m+NAP (DRSN 4 en 5);
- De h.o.h.-afstand van de ankers bedraagt max. 2,40 m (om de 2 dubbele planken, zie uitgangspuntennotitie).
- De ankers worden aangebracht met een ankerhoek van 35°.
  *NB: in de hoek bij DRSN 1 en in de bocht tussen de Hollandse IJssel en de Sliksloot (DRSN 2A) worden, zoals eerder in het rapport aangegeven, legankers met een ankerscherm toegepast. Dit om kruisende grout/schroefinjectieankers te voorkomen. Deze verankering wordt wordt verder uitgewerkt in het UO.*
- De ankers worden haaks op het damwandscherm aangebracht.
- De verankering (ankers en ankergording) wordt alleen in de eindsituatie beschouwd. De saneringsfasen zijn in de meeste gevallen niet maatgevend vanwege de lagere ankerkrachten. Uitzondering is DRSN 1, hier is de ankerkracht in de tijdelijke situatie hoger dan de ankerkracht in de eindsituatie. Om die reden worden de ankers van DRSN 1 voor beide situaties getoetst.
- Er wordt in de eindsituatie rekening gehouden met ankeruitval van 1 anker.
- Voor DRSN 1 t/m 3 respectievelijk DRSN 4 en 5 wordt 1 gordingtype berekend.

## 3.2 Partiële factoren

Voor de verankeringsconstructie gelden conform Ref [R1] (deel 1, par. 3.3.9) de volgende belastingfactoren:
Standaard situatie:

- Toets ankergording en groutlichaam (ULS): $\gamma$ = 1,10.
- Toets ankerstaaf en overige stalen onderdelen (ULS): $\gamma$ = 1,25.

Ankeruitval:

- Toets ankergording, groutlichaam, ankerstaaf en overige onderdelen (SLS): $\gamma$ = 1,00.

## 3.3 Ankerkrachten

Uit H2 van dit rapport volgen de onderstaande axiale ankerkrachten:

| DRSN | $P_{max;ULS}$ [kN/m¹] | $P_{max;SLS}$ [kN/m¹] |
|---|---|---|
| 1 (saneerfase) | 221 | 167 |
| 1 (eindfase) | 179 | 149 |
| 2 (eind) | 177 | 136 |
| 3 (eind) | 173 | 144 |
| 4 (eind) | 239 | 183 |
| 5 (eind) | 239 | 171 |

Bovenstaande krachten worden gebruikt bij de toetsing van de verankering.

## 3.4 Ankergording

De gordingen zijn getoetst met een Excel-sheet. De berekeningen zijn toegevoegd in bijlage 3.
De ankergordingen worden alleen getoetst in de eindsituatie, dit omdat ankeruitval (alleen van toepassing in de eindsituatie) maatgevend is voor de ankergordingen.
De gording van DRSN 1 t/m 3 wordt getoetst op de maatgevende ankerkracht van DRSN 1 en de gording bij DRSN 4 en 5 wordt getoetst op de maatgevende ankerkracht van DRSN 4 (SLS-ankerkracht (van toepassing bij ankeruitval) is maatgevend).

<u>Berekeningsresultaten:</u>
Uit de berekeningen in bijlage 3 volgt dat de volgende gordingen toegepast kunnen worden:

- DRSN 1 t/m 3: HEB240 (S355).
- DRSN 4 en 5: HEB260 (S355).

*NB: bij de toetsing in bijlage 3 ontbreekt de beschouwing van de verticale belasting op de gording. Deze wordt hieronder separaat beschouwd.*
De verticale belasting op de gording bestaat uit:
- Eigen gewicht staalprofiel ($Q_{EG}$);
- Gewicht grond in en boven gording ($Q_{GR}$);
- Bovenbelasting op mv-niveau ($Q_{BB}$).

De belastingen zijn als volgt bepaald:
<u>DRSN 1 t/m 3</u>
1) Eigen gewicht gording: $G_{HEB240}$ = 0,832 kN/m$^1$ ➔ rekenwaarde = 0,832*1,2 = 1,00 kN/m$^1$
2) Grond op gording: Totale hoogte grond boven hart = 0,50 m bestaande uit:
   0,50 m klei: 0,50*0,24*17 = 2,04 kN/m$^1$ ➔ rekenwaarde = 2,04*1,5 = 3,06 kN/m$^1$
3) Bovenbelasting boven gording ($p_{rep}$ = 5 kN/m$^2$):
   0,24*5 = 1,2 kN/m$^1$ ➔ rekenwaarde = 1,20*1,5 = 1,80 kN/m$^1$
   Totale belasting t.g.v. bovenbelasting (rekenwaarde): $Q_{z;q}$ = 5,86 kN/m$^1$

De gording wordt opgelegd op console h.o.h. 4,80 m. Het extra moment in de zwakke richting wordt nu:
$M_{z;Ed} = 1/10*q_z*l^2 = 1/10*5,86*4,80^2 = 13,5$ kNm

De extra staalspanning t.g.v. de verticale belasting op de gording
$\sigma_{z;Ed} = M_{z;Ed}/W_{z;HEB240} = 13,50*10^6/327*10^3 = 41$ N/mm$^2$

Toetsing:
$UC_z = \sigma_{z;Ed}/f_y = 41/355 = 0,12$

Toetsing gording horizontale en verticale belasting:
$UC_{tot} = UC_y + UC_z = 0,68 + 0,12 = 0,80 < 1,00$ (voldoet)

<u>DRSN 4 en 5:</u>
1) Eigen gewicht gording: $G_{HEB260}$ = 0,93 kN/m$^1$ ➔ rekenwaarde = 0,93*1,2 = 1,12 kN/m$^1$
2) Grond op gording: Totale hoogte grond boven hart = 2,0 m bestaande uit:
   1,0 m Argex: 1,00*0,26*4,3 = 1,12 kN/m$^1$
   1,0 m zand: 1,00*0,26*18 = 4,68 kN/m$^1$
   Totale grondbelasting: $Q_{1;G}$ = 5,80 kN/m$^1$ ➔ rekenwaarde = 5,80*1,5 = 8,70 kN/m$^1$
3) Bovenbelasting boven gording ($p_{rep}$ = 10 kN/m$^2$):
   0,26*10 = 2,6 kN/m$^1$ ➔ rekenwaarde = 2,60*1,5 = 3,90 kN/m$^1$
   Totale belasting t.g.v. bovenbelasting (rekenwaarde): $Q_{z;q}$ = 13,72 kN/m$^1$

De gording wordt opgelegd op console h.o.h. 4,80 m. Het extra moment in de zwakke richting wordt nu:
$M_{z;Ed} = 1/10*q_z*l^2 = 1/10*13,72*4,80^2 = 31,6$ kNm

De extra staalspanning t.g.v. de verticale belasting op de gording
$\sigma_{z;Ed} = M_{z;Ed}/W_{z;HEB260} = 31,60*10^6/395*10^3 = 80$ N/mm$^2$

Toetsing:
$UC_z = \sigma_{z;Ed}/f_y = 80/355 = 0,23$

Toetsing gording horizontale en verticale belasting:
$UC_{tot} = UC_y + UC_z = 0,69 + 0,23 = 0,92 < 1,00$ (voldoet)

## *3.5 Verankering*

De groutinjectieankers zijn berekend m.b.v. een Excel-sheet. De berekeningen zijn bijgevoegd in bijlage 4.

<u>Zakkende grond:</u>
Er is geen rekening gehouden met een toename van de ankerkracht t.g.v. zakkende grond op de ankers om de volgende redenen:

- Bij DRSN 1 t/m 3 wordt het maaiveldniveau in de eindsituatie met 2,0 m verlaagd;
- Bij DRSN 4 en 5 wordt het maaiveld deels opgehoogd met Argex-korrels;

Bij alle doorsneden is de nieuwe situatie dus behoorlijk gunstiger dan de bestaande situatie waardoor er nagenoeg geen zettingen meer te verwachten zijn.

O.b.v. de berekeningen in bijlage 4 kunnen de volgende groutinjectieankers toegepast worden.

| **Resultaten** | **eenheid** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *doorsnede* | | *DRSN 1* | *DRSN 2* | *DRSN 3* | *DRSN 4* | *DRSN 5* |
| *Sondering (maatgevend)* | *Kenmerk* | *404* | *DKM109* | *DKM106* | *DKM106* | *DKM101* |
| Ankertype | | **Ø51x12,5** | **Ø51x10** | **Ø51x10** | **Ø60,3x12,5** | **Ø60,3x12,5** |
| Ankerniveau | [m .. NAP] | +1,00 | +1,00 | +1,00 | +2,00 | +2,00 |
| Ankerhoek $\alpha_H$ | [°] | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Offset[1] anker $\alpha_V$ | [°] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H.o.h.-afstand ankers | [m] | 2,40 | 2,40 | 2,40 | 2,40 | 2,40 |
| Totale ankerlengte | [m] | 33,50 | 32,00 | 37,00 | 39,00 | 40,50 |
| lengte groutlichaam | [m] | 8,50 | 6,80 | 5,00 | 5,90 | 6,40 |
| Horizontale ankerlengte | [m] | 27,00 | 25,60 | 29,80 | 31,30 | 32,30 |

[1] *met offsethoek wordt bedoeld een eventuele hoekverdraaiing in het horizontale vlak.*

## *3.6 Uitwerking in UO*

In het UO dienen de volgende onderdelen nader te worden beschouwd:

1. de verankering in de bocht (horizontale legankers i.c.m. een ankerscherm);
2. de controle van de ankers op druk;
3. de detaillering van de ankergording en verankering.

# Bijlage 1-1:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 1*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 7-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 14:23:31 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 7-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 14:16:06 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 1 |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 1 |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 3
2.1 Overzicht per Fase en Toets 3
2.2 Ankers en Stempels 3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase 4
2.4 Waarschuwingen 4
2.5 CUR Verificatie Stappen 5
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 6
3.1 Algemene Invoergegevens 6
3.2 Damwandeigenschappen 6
3.2.1 Algemene Eigenschappen 6
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 6
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 6
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 6
3.3 Rekenopties 6
4 Overzicht Fase 1: O-situatie 12
5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers 13
6 Overzicht Fase 3: Afspannen ankers 14
7 Overzicht Fase 4: Kraanbelasting 15
8 Overzicht Fase 5: Afgraven tot +1,00 + verw. best. ankers 16
9 Overzicht Fase 6: Afwerken mv 17
10 Overzicht Fase 7: Eindsituatie 18
11 Stap 6.5 Fase 7: Eindsituatie 19
11.1 Algemene Invoergegevens 19
11.2 Invoergegevens Links 19
11.2.1 Berekeningsmethode 19
11.2.2 Waterniveau 19
11.2.3 Maaiveld 19
11.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (WZ) -0,85 19
11.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 20
11.2.6 Bovenbelastingen 20
11.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 20
11.4 Berekende Kracht per Laag - Links 21
11.5 Invoergegevens Rechts 21
11.5.1 Berekeningsmethode 21
11.5.2 Waterniveau 21
11.5.3 Maaiveld 21
11.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (LZ) +1,50 (A) 21
11.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 22
11.5.6 Ankers 22
11.5.7 Uniforme Belastingen 23
11.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 23
11.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 23
11.8 Berekeningsresultaten 23
11.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 24
11.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 24
11.8.3 Grafieken van Spanningen 25
11.8.4 Spanningen 26
11.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 27
11.8.6 Verticaal Evenwicht 27
11.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 27
11.8.8 Ankers/Stempels 28

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -510,44 | -182,19 | 22,0 | 25,0 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -487,05 | -178,15 | **22,1** | **25,3** | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -74,9 | -356,78 | -141,73 | 16,7 | 19,1 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -428,14 | -170,08 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -455,74 | 149,04 | 21,4 | 24,5 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -444,21 | 151,09 | 21,4 | 24,5 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -76,1 | -386,14 | 137,91 | 16,6 | 19,1 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -463,37 | 165,50 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -406,61 | 136,83 | 0,0 | 24,2 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -406,98 | 140,30 | 0,0 | 24,2 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -75,6 | -407,57 | -147,06 | 0,0 | 19,1 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -489,08 | -176,47 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | **-517,09** | -168,22 | 0,0 | 25,0 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -507,46 | -166,13 | 0,0 | 25,2 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-79,0** | -402,45 | -157,21 | 0,0 | 19,3 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -482,94 | **-188,66** | | | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -334,52 | 133,94 | 18,4 | 21,2 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -349,52 | 138,10 | 18,4 | 21,2 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -74,3 | -340,65 | 138,68 | 14,7 | 17,2 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -408,77 | 166,41 | | | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -336,49 | 132,86 | 19,2 | 22,0 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -328,43 | 132,51 | 19,1 | 21,9 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -76,2 | -339,76 | 137,63 | 15,4 | 18,0 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -407,71 | 165,16 | | | |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -371,49 | -138,89 | 21,4 | 24,4 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -365,88 | -137,68 | 21,5 | 24,5 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -78,4 | -327,72 | 134,27 | 16,2 | 19,0 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -393,27 | 161,12 | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max | | **-79,0** | **-517,09** | **-188,66** | **22,1** | **25,3** | Voldoet |

## 2.2 Ankers en Stempels

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **223,41** | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 220,62 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 208,40 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 117,45 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 115,39 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 135,97 | Elastisch | - | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 49,48 | Elastisch | 100,00 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 54,62 | Elastisch | 100,00 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 78,40 | Elastisch | 120,00 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 78,37 | Elastisch | 121,76 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 78,19 | Elastisch | 119,20 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 93,91 | Elastisch | 125,68 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 131,22 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 131,53 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 157,07 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 141,65 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 137,75 | Elastisch |

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 164,27 | Elastisch |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 171,37 | Elastisch |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 169,89 | Elastisch |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | **178,67** | Elastisch |
| Max | | **223,41** | | **178,67** | |

Door vermenigvuldiging van een representatieve waarde kan de kracht groter worden dan de knik of vloeikracht.

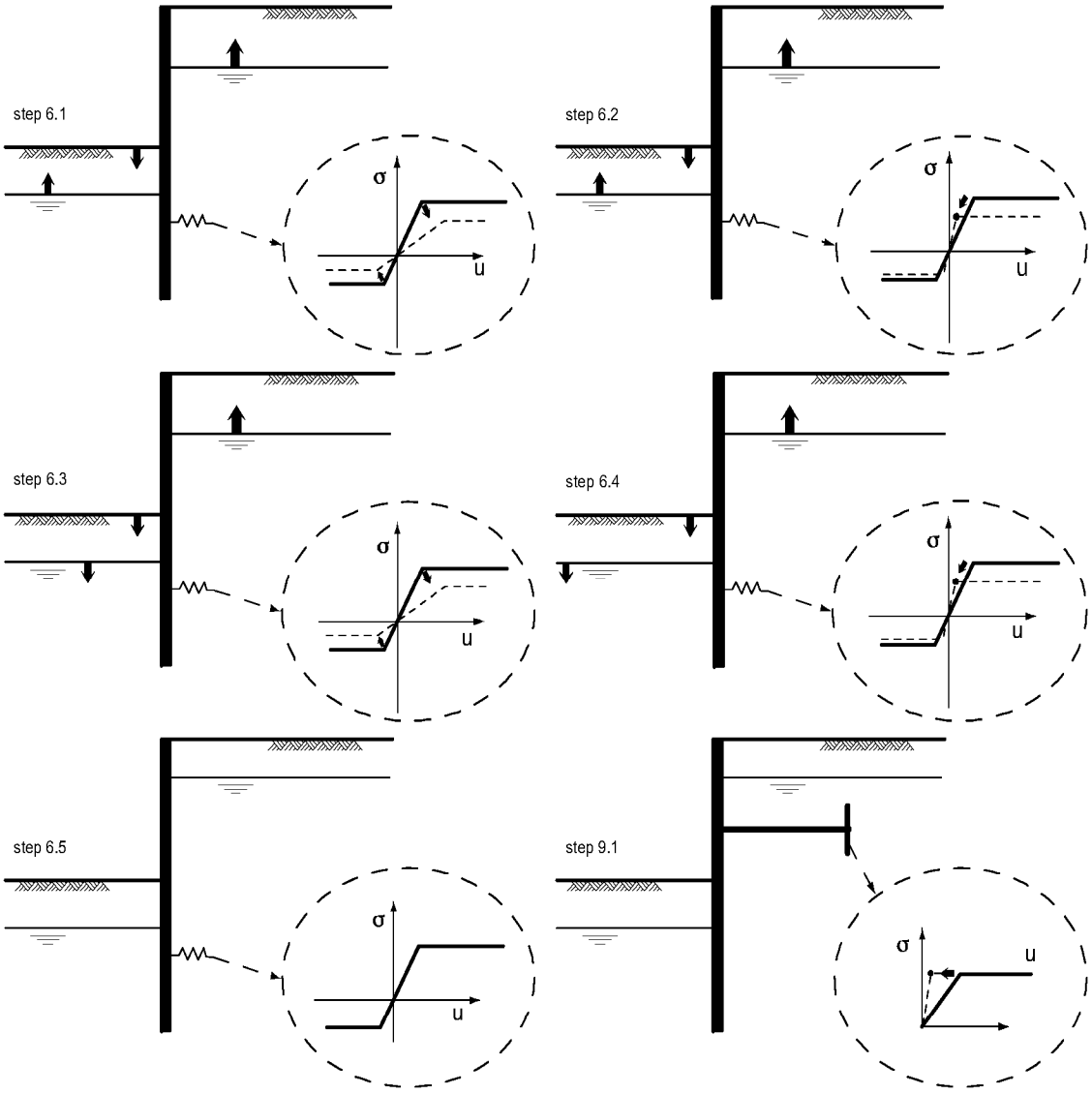
## 2.3 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| O-situatie | 2,92 |
| Aanbrengen ankers | 2,94 |
| Afspannen ankers | 2,94 |
| Kraanbelasting | 2,95 |
| Afgraven tot +1,00 + verw. best. ankers | 4,42 |
| Afwerken mv | 3,77 |
| Eindsituatie | 3,19 |

## 2.4 Waarschuwingen

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 1 (WZ) -0,27
- BP 1 (LZ) +1,50
- BP 1 (LZ) + 0,50 (S)
- BP 1 (LZ) +0,50 (A)
- BP 1 (WZ) -0,85
- BP 1 (LZ) +1,50 (A)

## 2.5 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 7 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,35 | 170,00 |

## 3.3 Rekenopties

| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 1: O-situatie |

| | |
|---|---|
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 2: Aanbrengen ankers |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |

| | |
|---|---|
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 3: Afspannen ankers |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 4: Kraanbelasting |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |

| | |
|---|---|
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 5: Afgraven tot +1,00 + verw. best. ankers |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |

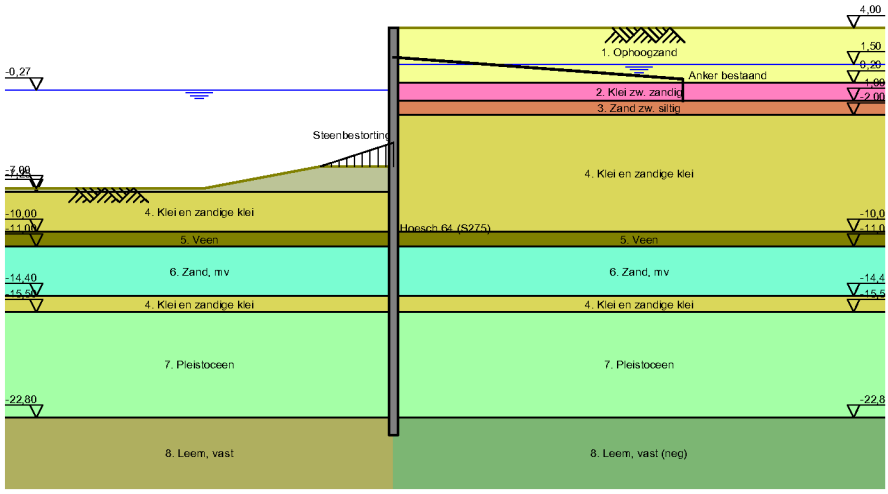
| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 6: Afwerken mv |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 7: Eindsituatie |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

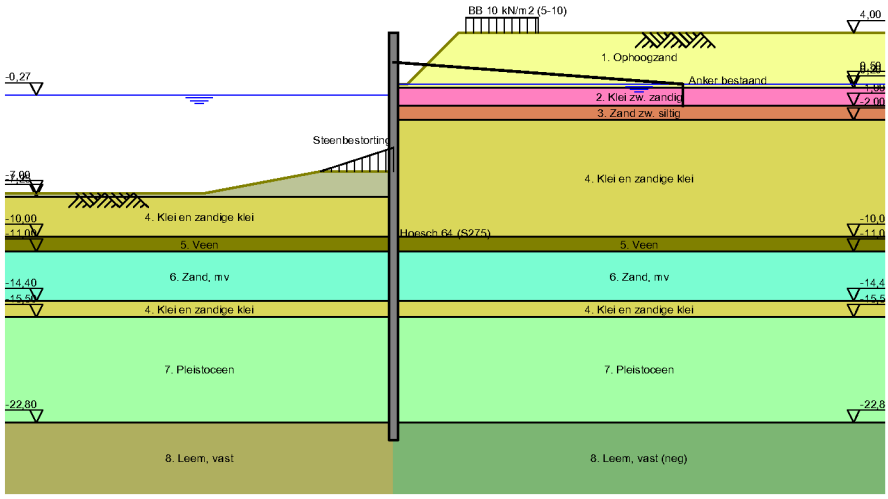
# 4 Overzicht Fase 1: O-situatie

**Overzicht - Fase 1: O-situatie**



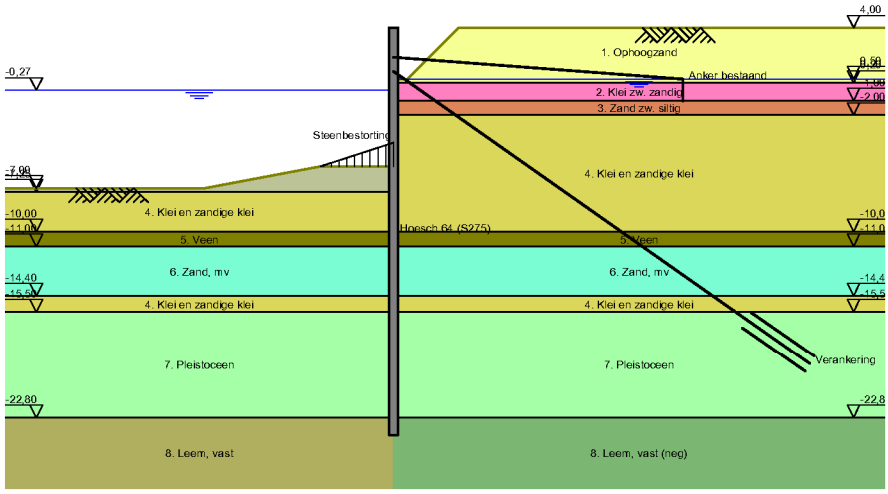
# 5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers

**Overzicht - Fase 2: Aanbrengen ankers**



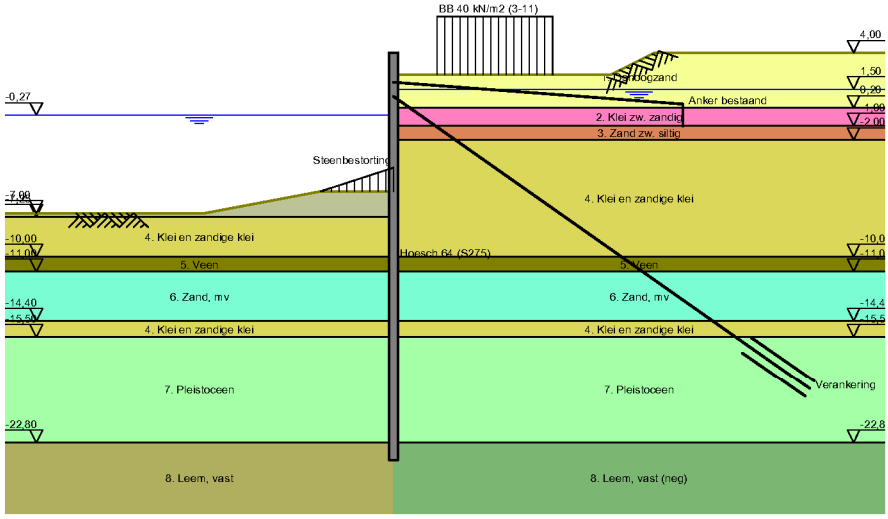
# 6 Overzicht Fase 3: Afspannen ankers

**Overzicht - Fase 3: Afspannen ankers**



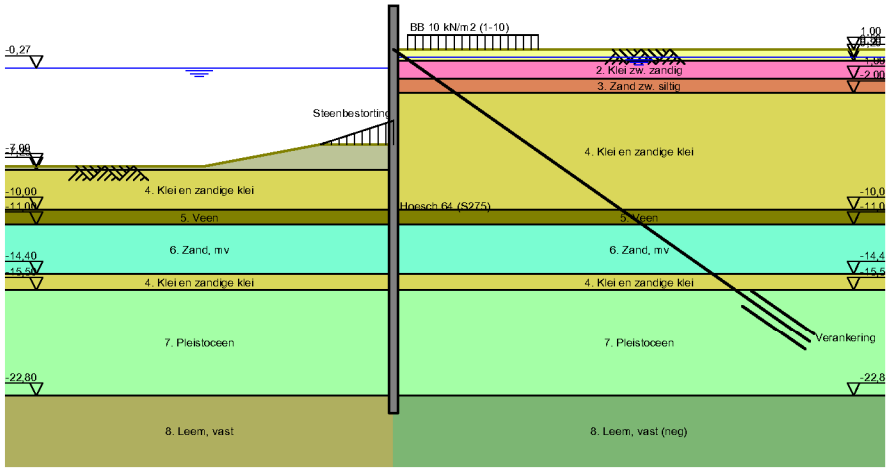
# 7 Overzicht Fase 4: Kraanbelasting

**Overzicht - Fase 4: Kraanbelasting**



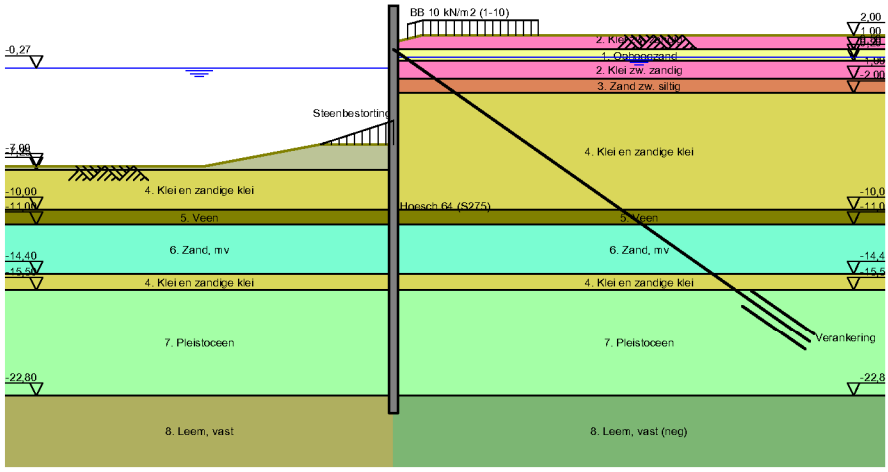
# 8 Overzicht Fase 5: Afgraven tot +1,00 + verw. best. ankers

**Overzicht - Fase 5: Afgraven tot +1,00 + verw. best. ankers**



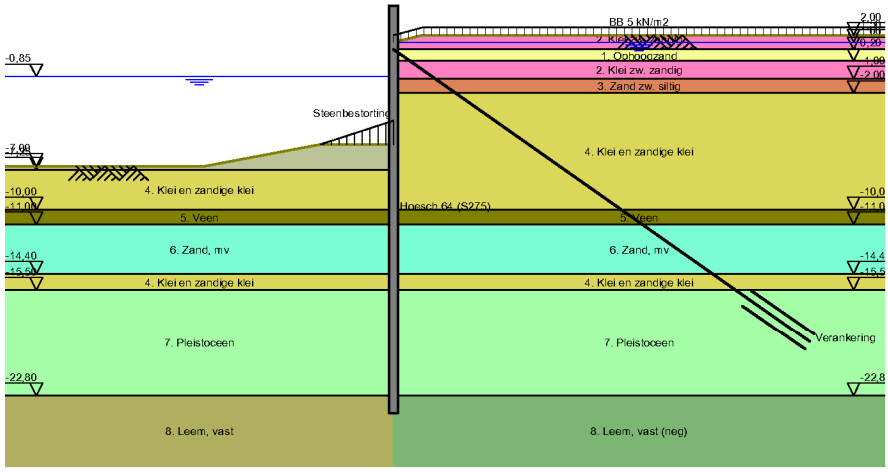
# 9 Overzicht Fase 6: Afwerken mv

**Overzicht - Fase 6: Afwerken mv**



# 10 Overzicht Fase 7: Eindsituatie

**Overzicht - Fase 7: Eindsituatie**



# 11 Stap 6.5 Fase 7: Eindsituatie

## 11.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

## 11.2 Invoergegevens Links

### 11.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 11.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 11.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -5,50 |
| 5,00 | -5,50 |
| 13,00 | -7,00 |

### 11.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -5,50 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 11,50 | 11,50 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 18,00 | 20,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 17,00 | 17,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -5,50 | 0,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -5,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -10,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -5,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,20 |
| 5. Veen | -10,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 11.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -5,50 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -5,50 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 1250,00 | 1250,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 375,00 | 375,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1250,00 | 1250,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 2500,00 | 2500,00 |

### 11.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 16,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 5,00 | 0,00 | | |

## 11.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | -5,94 | 9,6 | 17,7 | 0,59 | 0,69 | 1,08 |
| 2 | -6,81 | 10,2 | 11,4 | 0,58 | 0,58 | 0,65 |
| 3 | -7,94 | -1,5 | 99,1 | 0,00 | 0,32 | 5,35 |
| 4 | -9,31 | -1,1 | 80,3 | 0,00 | 0,29 | 4,07 |
| 5 | -10,50 | -13,8 | 44,2 | 0,00 | 0,45 | 2,14 |
| 6 | -11,57 | 2,4 | 131,7 | 0,09 | 0,30 | 5,03 |
| 7 | -12,70 | 6,8 | 168,8 | 0,18 | 0,35 | 4,60 |
| 8 | -13,83 | 9,2 | 230,2 | 0,19 | 0,38 | 4,86 |
| 9 | -14,95 | 8,5 | 238,0 | 0,15 | 0,47 | 4,22 |
| 10 | -16,11 | 18,5 | 464,1 | 0,22 | 0,42 | 5,43 |
| 11 | -17,32 | 22,0 | 528,0 | 0,23 | 0,43 | 5,43 |
| 12 | -18,54 | 25,2 | 599,3 | 0,23 | 0,43 | 5,49 |
| 13 | -19,76 | 28,8 | 669,8 | 0,24 | 0,44 | 5,53 |
| 14 | -20,98 | 31,9 | 741,7 | 0,24 | 0,44 | 5,57 |
| 15 | -22,19 | 34,9 | 814,1 | 0,24 | 0,45 | 5,61 |
| 16 | -23,40 | 47,8 | 698,7 | 0,30 | 0,52 | 4,43 |

## 11.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 23,44 |
| 4. Klei en zandige klei | 225,51 |
| 5. Veen | 26,33 |
| 6. Zand, mv | 293,37 |
| 4. Klei en zandige klei | 34,66 |
| 7. Pleistoceen | 539,13 |
| 8. Leem, vast | 126,39 |

## 11.5 Invoergegevens Rechts

### 11.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 11.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 11.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 1,50 |
| 2,00 | 2,00 |

### 11.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 17,00 | 17,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,00 | 18,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | 0,20 | 17,00 | 17,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,00 | 18,00 | 20,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 11,50 | 11,50 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 18,00 | 20,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 17,00 | 17,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 1. Ophoogzand | 1,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | 0,20 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,00 | 0,00 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 1. Ophoogzand | 1,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 2. Klei zw. zandig | 0,20 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 3. Zand zw. siltig | -1,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -10,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 2. Klei zw. zandig | 0,20 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 5. Veen | -10,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 11.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | 0,20 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,00 | 12000,00 | 12000,00 | 6000,00 | 6000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 800,00 | 800,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | 0,20 | 800,00 | 800,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,00 | 3000,00 | 3000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 1250,00 | 1250,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 375,00 | 375,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1250,00 | 1250,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 2500,00 | 2500,00 |

### 11.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 1,00 | 2,100E+08 | 5,100E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 11.5.7 Uniforme Belastingen

| Naam | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|
| BB 5 kN/m2 | 5,00 | Ongunstig (D-Sheet Pil... | Variabel |

## 11.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | 1,25 | 0,0 | 72,8 | 0,00 | 0,98 | 9,55 |
| 2 | 0,75 | 0,0 | 122,0 | 0,00 | 0,85 | 9,29 |
| 3 | 0,35 | 4,1 | 137,5 | 0,23 | 0,77 | 7,61 |
| 4 | -0,04 | 2,4 | 120,6 | 0,11 | 0,82 | 5,48 |
| 5 | -0,56 | 5,0 | 117,4 | 0,19 | 0,77 | 4,42 |
| 6 | -0,93 | 6,9 | 121,9 | 0,23 | 0,74 | 4,12 |
| 7 | -1,50 | 12,6 | 172,1 | 0,35 | 0,65 | 4,81 |
| 8 | -2,58 | 11,9 | 300,5 | 0,21 | 0,60 | 5,40 |
| 9 | -3,75 | 14,4 | 338,1 | 0,22 | 0,58 | 5,24 |
| 10 | -4,92 | 17,0 | 375,9 | 0,23 | 0,57 | 5,14 |
| 11 | -5,94 | 19,4 | 409,1 | 0,24 | 0,57 | 5,07 |
| 12 | -6,81 | 21,4 | 437,5 | 0,25 | 0,56 | 5,02 |
| 13 | -7,94 | 23,9 | 474,1 | 0,25 | 0,56 | 4,97 |
| 14 | -9,31 | 27,1 | 518,8 | 0,26 | 0,55 | 4,92 |
| 15 | -10,50 | 41,2 | 261,0 | 0,37 | 0,77 | 2,34 |
| 16 | -11,57 | 31,0 | 687,4 | 0,26 | 0,47 | 5,82 |
| 17 | -12,70 | 33,6 | 765,3 | 0,26 | 0,47 | 5,90 |
| 18 | -13,83 | 35,6 | 831,8 | 0,25 | 0,47 | 5,89 |
| 19 | -14,95 | 41,0 | 727,1 | 0,27 | 0,55 | 4,81 |
| 20 | -16,11 | 45,5 | 1058,8 | 0,25 | 0,47 | 5,86 |
| 21 | -17,32 | 48,6 | 1133,9 | 0,25 | 0,46 | 5,87 |
| 22 | -18,54 | 51,6 | 1205,9 | 0,25 | 0,46 | 5,86 |
| 23 | -19,76 | 54,7 | 1277,9 | 0,25 | 0,46 | 5,86 |
| 24 | -20,98 | 57,8 | 1350,1 | 0,25 | 0,46 | 5,86 |
| 25 | -22,19 | 60,9 | 1422,3 | 0,25 | 0,46 | 5,85 |
| 26 | -23,40 | 114,4 | 581,9 | 0,45 | 0,54 | 2,27 |

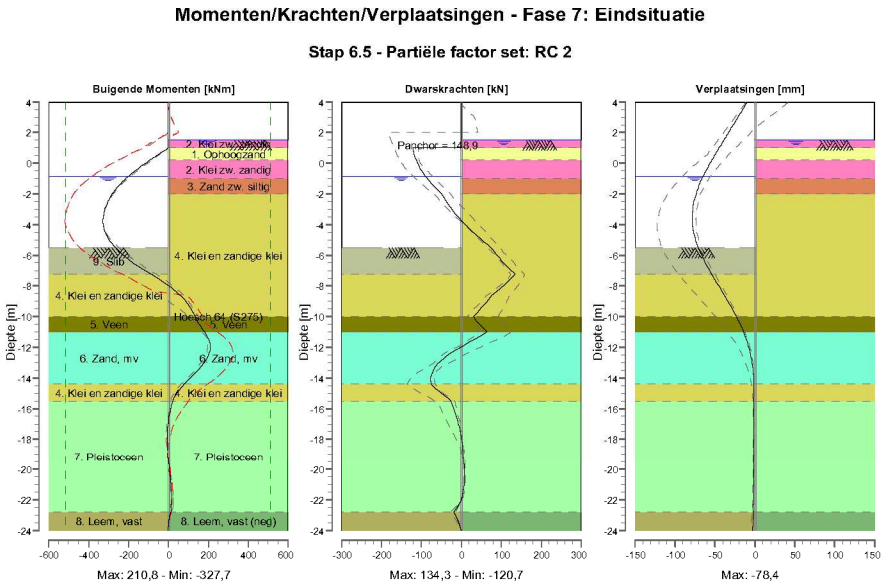
## 11.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,23 |
| 2. Klei zw. zandig | 5,07 |
| 3. Zand zw. siltig | 12,61 |
| 4. Klei en zandige klei | 241,97 |
| 5. Veen | 58,50 |
| 6. Zand, mv | 154,31 |
| 4. Klei en zandige klei | 85,32 |
| 7. Pleistoceen | 545,05 |
| 8. Leem, vast (neg) | 145,23 |

## 11.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

### 11.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

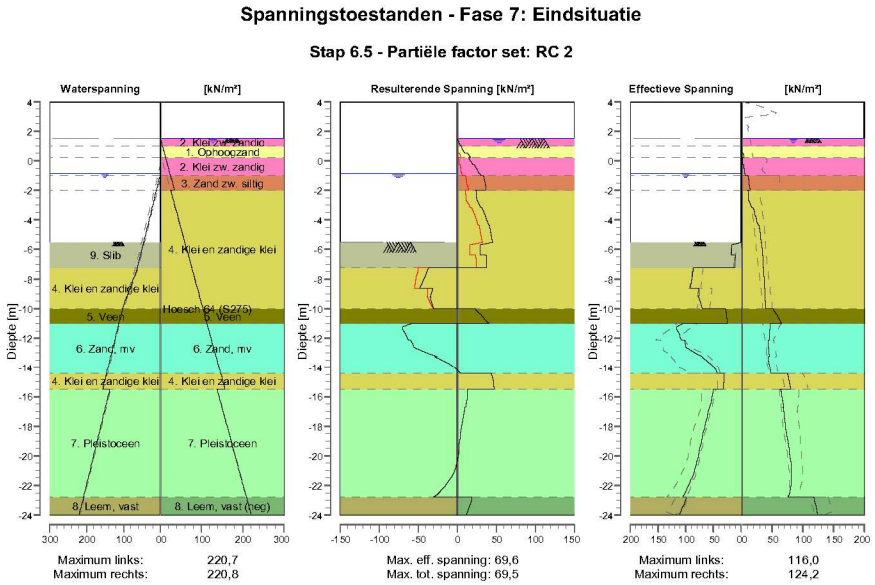



### 11.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,03 | 0,12 | -9,8 |
| 1 | 3,25 | 0,06 | 0,12 | -18,6 |
| 2 | 3,25 | 0,22 | 0,03 | -18,6 |
| 2 | 2,50 | 0,25 | 0,03 | -27,4 |
| 3 | 2,50 | 0,24 | 0,00 | -27,4 |
| 3 | 2,00 | 0,24 | 0,00 | -33,2 |
| 4 | 2,00 | 0,24 | 0,00 | -33,2 |
| 4 | 1,50 | 0,24 | 0,00 | -39,0 |
| 5 | 1,50 | 0,24 | 0,00 | -39,0 |
| 5 | 1,00 | 0,44 | 1,23 | -44,9 |
| 6 | 1,00 | 0,44 | -120,74 | -44,9 |
| 6 | 0,50 | -59,11 | -117,06 | -50,7 |
| 7 | 0,50 | -59,11 | -117,06 | -50,7 |
| 7 | 0,20 | -93,57 | -112,45 | -54,1 |
| 8 | 0,20 | -93,57 | -112,44 | -54,1 |
| 8 | -0,27 | -144,58 | -104,24 | -59,2 |
| 9 | -0,27 | -144,58 | -104,24 | -59,2 |
| 9 | -0,85 | -200,98 | -89,61 | -65,0 |
| 10 | -0,85 | -200,98 | -89,61 | -65,0 |
| 10 | -1,00 | -214,08 | -85,12 | -66,4 |
| 11 | -1,00 | -214,09 | -85,10 | -66,4 |
| 11 | -2,00 | -281,68 | -49,44 | -73,8 |
| 12 | -2,00 | -281,68 | -49,45 | -73,8 |
| 12 | -3,17 | **-322,35** | -19,19 | **-78,1** |
| 13 | -3,17 | **-322,35** | -19,20 | **-78,1** |
| 13 | -4,33 | -321,05 | 23,08 | -77,1 |
| 14 | -4,33 | -321,05 | 23,09 | -77,1 |
| 14 | -5,50 | -264,97 | 73,87 | -70,8 |
| 15 | -5,50 | -264,97 | 73,88 | -70,8 |
| 15 | -6,38 | -187,82 | 101,26 | -63,2 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -6,38 | -187,82 | 101,26 | -63,2 |
| 16 | -7,25 | -84,79 | **134,27** | -53,8 |
| 17 | -7,25 | -84,79 | **134,27** | -53,8 |
| 17 | -8,63 | 61,52 | 76,02 | -37,8 |
| 18 | -8,63 | 61,53 | 75,77 | -37,8 |
| 18 | -10,00 | 134,95 | 31,20 | -23,1 |
| 19 | -10,00 | 134,94 | 31,17 | -23,1 |
| 19 | -11,00 | 180,74 | 63,40 | -14,2 |
| 20 | -11,00 | 180,77 | 63,21 | -14,2 |
| 20 | -12,13 | 209,82 | -11,44 | -6,9 |
| 21 | -12,13 | 209,87 | -11,61 | -6,9 |
| 21 | -13,27 | 162,40 | -65,58 | -2,8 |
| 22 | -13,27 | 162,36 | -65,75 | -2,8 |
| 22 | -14,40 | 78,60 | -76,02 | -1,2 |
| 23 | -14,40 | 78,59 | -76,00 | -1,2 |
| 23 | -15,50 | 22,48 | -25,28 | -0,9 |
| 24 | -15,50 | 22,48 | -25,25 | -0,9 |
| 24 | -16,72 | 1,46 | -9,73 | -0,9 |
| 25 | -16,72 | 1,46 | -9,72 | -0,9 |
| 25 | -17,93 | -3,78 | 0,27 | -1,1 |
| 26 | -17,93 | -3,78 | 0,26 | -1,1 |
| 26 | -19,15 | 0,07 | 5,68 | -1,1 |
| 27 | -19,15 | 0,07 | 5,68 | -1,1 |
| 27 | -20,37 | 8,76 | 8,14 | -1,2 |
| 28 | -20,37 | 8,76 | 8,16 | -1,2 |
| 28 | -21,58 | 17,08 | 3,75 | -1,4 |
| 29 | -21,58 | 17,08 | 3,79 | -1,4 |
| 29 | -22,80 | 10,44 | -18,87 | -1,9 |
| 30 | -22,80 | 10,45 | -18,90 | -1,9 |
| 30 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -2,6 |
| Max | | **-322,35** | **134,27** | **-78,1** |
| Max incl. tussenknopen | | -327,72 | 134,27 | -78,4 |

### 11.8.3 Grafieken van Spanningen



### 11.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links | | | | Rechts | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 1 | 3,25 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 3,25 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 5 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 4,91 | A | |
| 6 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 4,91 | A | |
| 6 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 9,81 | A | |
| 7 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 3,69 | 9,81 | A | |
| 7 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | - | | 4,52 | 12,75 | A | |
| 8 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | - | | 2,17 | 12,75 | A | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 2,63 | 17,36 | A | |
| 9 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 4,55 | 17,36 | A | |
| 9 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 5,48 | 23,05 | A | |
| 10 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 6,72 | 23,05 | A | |
| 10 | -1,00 | 0,00 | 1,47 | - | | 7,01 | 24,52 | A | |
| 11 | -1,00 | 0,00 | 1,47 | - | | 10,66 | 24,52 | A | |
| 11 | -2,00 | 0,00 | 11,28 | - | | 14,54 | 34,34 | A | |
| 12 | -2,00 | 0,00 | 11,28 | - | | 10,88 | 24,54 | A | |
| 12 | -3,17 | 0,00 | 22,73 | - | | 16,89 | 35,98 | 1 | |
| 13 | -3,17 | 0,00 | 22,73 | - | | 18,32 | 35,98 | 1 | |
| 13 | -4,33 | 0,00 | 34,17 | - | | 26,78 | 47,42 | 1 | |
| 14 | -4,33 | 0,00 | 34,17 | - | | 27,87 | 47,42 | 1 | |
| 14 | -5,50 | 0,00 | 45,62 | - | | 32,16 | 58,87 | 1 | |
| 15 | -5,50 | 0,00 | 45,62 | P | | 32,85 | 58,87 | 1 | |
| 15 | -6,38 | 18,02 | 54,20 | 3 | 98 | 34,53 | 67,45 | 1 | |
| 16 | -6,38 | 10,69 | 54,20 | 3 | 97 | 34,97 | 67,45 | 1 | |
| 16 | -7,25 | 11,45 | 62,78 | 3 | 98 | 36,04 | 76,04 | 1 | |
| 17 | -7,25 | 86,69 | 62,78 | 3 | 90 | 36,47 | 76,04 | 1 | |
| 17 | -8,63 | 92,43 | 82,87 | 3 | 91 | 37,77 | 89,53 | 1 | |
| 18 | -8,63 | 75,33 | 82,87 | 3 | 97 | 38,15 | 89,53 | 1 | |
| 18 | -10,00 | 69,79 | 102,96 | 3 | 84 | 39,43 | 103,02 | 1 | |
| 19 | -10,00 | 27,99 | 102,96 | 2 | 64 | 50,97 | 103,02 | 1 | |
| 19 | -11,00 | 24,81 | 112,77 | 2 | 55 | 65,58 | 112,83 | 1 | |
| 20 | -11,00 | 105,53 | 112,77 | P | | 46,97 | 112,83 | 1 | |
| 20 | -12,13 | 107,93 | 123,89 | 2 | 68 | 45,99 | 123,94 | 1 | |
| 21 | -12,13 | 103,00 | 123,89 | 2 | 71 | 43,65 | 123,94 | 1 | |
| 21 | -13,27 | 70,45 | 135,01 | 1 | 36 | 45,49 | 135,06 | 1 | |
| 22 | -13,27 | 71,72 | 135,01 | 1 | 35 | 43,54 | 135,06 | 1 | |
| 22 | -14,40 | 43,76 | 146,13 | 1 | 17 | 47,86 | 146,18 | 1 | |
| 23 | -14,40 | 30,88 | 146,13 | 1 | 14 | 74,31 | 146,18 | 1 | |
| 23 | -15,50 | 32,69 | 156,92 | 1 | 13 | 80,27 | 156,97 | 1 | |
| 24 | -15,50 | 50,86 | 137,32 | 1 | 12 | 63,90 | 137,37 | 1 | |
| 24 | -16,72 | 57,17 | 149,25 | 1 | 12 | 68,32 | 149,31 | 1 | |
| 25 | -16,72 | 57,86 | 149,25 | 1 | 12 | 68,17 | 149,31 | 1 | |
| 25 | -17,93 | 65,31 | 161,19 | 1 | 12 | 71,56 | 161,24 | 1 | |
| 26 | -17,93 | 65,91 | 161,19 | 1 | 12 | 71,43 | 161,24 | 1 | |
| 26 | -19,15 | 72,35 | 173,12 | 1 | 11 | 75,92 | 173,18 | 1 | |
| 27 | -19,15 | 72,88 | 173,12 | 1 | 11 | 75,80 | 173,18 | 1 | |
| 27 | -20,37 | 79,58 | 185,06 | 1 | 11 | 80,10 | 185,11 | 1 | |
| 28 | -20,37 | 80,04 | 185,06 | 1 | 11 | 80,00 | 185,11 | 1 | |
| 28 | -21,58 | 89,99 | 196,99 | 1 | 12 | 81,11 | 197,05 | 1 | |
| 29 | -21,58 | 90,41 | 196,99 | 1 | 12 | 81,02 | 197,05 | 1 | |
| 29 | -22,80 | 106,19 | 208,93 | 1 | 13 | 76,35 | 208,98 | 1 | |
| 30 | -22,80 | 98,48 | 208,93 | 1 | 15 | 117,83 | 208,98 | 1 | |
| 30 | -24,00 | 112,27 | 220,70 | 1 | 15 | 124,23 | 220,75 | 1 | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 11.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1268,8 | 1249,3 |
| Water | 2665,1 | 2807,3 |
| Totaal | 3933,9 | 4056,6 |

| Beschouwd als passieve zijde | Links |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 6660,99 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1268,83 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 19,1 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 1,00 m |
| Maximale passieve moment | 131518,88 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 21297,05 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 16,2 % |

### 11.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -342,18 |
| Verticale kracht passief | 457,63 |
| Verticale anker kracht * | -93,94 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 21,51 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 40,77 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -342,18 |
| Verticale kracht passief | 457,63 |
| Verticale anker kracht | -93,94 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 21,51 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 11.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -5,50 | 9. Slib | 0,00 | 2,50 | 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| -7,25 | 4. Klei en zandi... | 73,27 | 1,00 | 1. Ophoogzand | -0,45 |
| -10,00 | 5. Veen | 0,00 | 0,20 | 2. Klei zw. zandig | -1,01 |
| -11,00 | 6. Zand, mv | 116,75 | -1,00 | 3. Zand zw. siltig | -4,10 |
| -14,40 | 4. Klei en zandi... | 11,26 | -2,00 | 4. Klei en zandi... | -78,62 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 214,55 | -10,00 | 5. Veen | 0,00 |
| -22,80 | 8. Leem, vast | 41,80 | -11,00 | 6. Zand, mv | -61,41 |
| | | | -14,40 | 4. Klei en zandi... | -27,72 |
| | | | -15,50 | 7. Pleistoceen | -216,90 |
| | | | -22,80 | 8. Leem, vast (n... | 48,03 |

### 11.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 1,00 | 2,100E+08 | 148,89 | Elastisch | Rechts | Anker |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-2:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 2*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 14-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 14:50:45 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 14-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 14:45:29 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 2 |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 2 |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 3
2.1 Overzicht per Fase en Toets 3
2.2 Steunpunten 3
2.3 Ankers en Stempels 4
2.4 Totale Stabiliteit per Fase 4
2.5 Berekeningsfouten 5
2.6 Waarschuwingen 5
2.7 CUR Verificatie Stappen 6
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 7
3.1 Algemene Invoergegevens 7
3.2 Damwandeigenschappen 7
3.2.1 Algemene Eigenschappen 7
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 7
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 7
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 7
3.3 Rekenopties 7
4 Overzicht Fase 1: O-situatie 15
5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers 16
6 Overzicht Fase 3: Aanbrengen tent 17
7 Overzicht Fase 4: Afgraven toplaag 18
8 Overzicht Fase 5: Ontlasten damwand 19
9 Overzicht Fase 6: Verwijderen bestaande verankering 20
10 Overzicht Fase 7: Saneren met gem. HW 21
11 Overzicht Fase 8: Aanvulling 1 22
12 Overzicht Fase 9: Afspannen anker 23
13 Overzicht Fase 10: Afwerken mv 24
14 Overzicht Fase 11: Eindsituatie 25
15 Totale Stabiliteit Fase 11: Eindsituatie 26
15.1 Totale Stabiliteit 26
16 Stap 6.5 Fase 11: Eindsituatie 27
16.1 Algemene Invoergegevens 27
16.2 Invoergegevens Links 27
16.2.1 Berekeningsmethode 27
16.2.2 Waterniveau 27
16.2.3 Maaiveld 27
16.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (WZ) -0,85 27
16.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 28
16.2.6 Bovenbelastingen 28
16.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 28
16.4 Berekende Kracht per Laag - Links 29
16.5 Invoergegevens Rechts 29
16.5.1 Berekeningsmethode 29
16.5.2 Waterniveau 29
16.5.3 Maaiveld 29
16.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (LZ) +1,50 (A) 29
16.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 30
16.5.6 Ankers 30
16.5.7 Uniforme Belastingen 31
16.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 31
16.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 31
16.8 Berekeningsresultaten 31
16.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 32
16.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 32
16.8.3 Grafieken van Spanningen 34
16.8.4 Spanningen 34
16.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 35
16.8.6 Verticaal Evenwicht 36
16.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 36
16.8.8 Ankers/Stempels 36

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -510,45 | -182,19 | 22,0 | 25,0 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -487,05 | -178,15 | **22,1** | 25,3 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -74,9 | -356,78 | -141,73 | 16,7 | 19,1 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -428,14 | -170,08 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -483,42 | -167,52 | 0,0 | 25,0 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -472,91 | -165,72 | 0,0 | 25,1 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -74,9 | -356,78 | -141,73 | 0,0 | 19,1 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -428,14 | -170,08 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | **-538,78** | -187,84 | 0,0 | 25,5 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -526,52 | -185,91 | 0,0 | **25,7** | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-84,7** | -398,23 | -150,82 | 0,0 | 19,5 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -477,88 | -180,98 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -394,85 | -157,23 | 0,0 | 23,4 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -392,43 | -166,58 | 0,0 | 23,4 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -83,5 | -399,77 | -164,56 | 0,0 | 19,1 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -479,73 | **-197,48** | | | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -326,52 | 137,18 | 0,0 | 23,0 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -363,24 | 157,78 | 0,0 | 23,0 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -67,1 | -350,96 | 149,34 | 0,0 | 19,0 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -421,15 | 179,21 | | | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -303,82 | 135,86 | 20,1 | 23,0 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -293,61 | 131,02 | 20,1 | 23,0 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -69,4 | -302,25 | 138,57 | 16,3 | 18,9 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -362,70 | 166,29 | | | |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -107,45 | 61,34 | 14,6 | 16,7 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -163,88 | 72,85 | 14,7 | 16,8 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -39,9 | -155,64 | 69,19 | 11,2 | 12,8 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -186,77 | 83,02 | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -189,78 | 79,49 | 17,4 | 19,7 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -159,06 | 67,87 | 17,4 | 19,7 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -56,6 | -163,30 | 72,92 | 13,9 | 16,1 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -195,96 | 87,50 | | | |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -213,67 | 86,36 | 17,7 | 20,2 | Omhoog |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -201,45 | -81,91 | 17,7 | 20,2 | Omhoog |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -57,9 | -193,67 | -87,91 | 13,9 | 16,2 | Voldoet |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -232,40 | -105,49 | | | |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -298,29 | -117,54 | 19,3 | 22,0 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -288,53 | 118,43 | 19,2 | 21,9 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -68,4 | -255,48 | -97,24 | 15,3 | 17,7 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -306,58 | -116,68 | | | |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -386,47 | -143,37 | 21,8 | 24,9 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -380,25 | -142,06 | 21,9 | 25,0 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -75,2 | -270,29 | -109,91 | 16,1 | 18,7 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -324,35 | -131,89 | | | |
| Max | | **-84,7** | **-538,78** | **-197,48** | **22,1** | **25,7** | Voldoet |

## 2.2 Steunpunten

| Fase nr. | Verificatie type | Steunpunt Verankering (druk) | |
|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | -14,33 | - |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | -6,27 | - |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | **-24,75** | - |
| Max | | **-24,75** | **-** |

## 2.3 Ankers en Stempels

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 223,41 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 220,62 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 208,40 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 210,97 | Elastisch | 28,49 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 212,78 | Elastisch | 26,20 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 208,40 | Elastisch | - | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 237,39 | Elastisch | 42,81 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | **239,64** | Elastisch | 40,10 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 229,43 | Elastisch | 11,70 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 157,68 | Elastisch | 4,60 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 167,05 | Elastisch | 6,87 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 190,82 | Elastisch | 5,92 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 51,05 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 56,63 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 54,71 | Elastisch | - | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 64,52 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 62,34 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 60,76 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 59,82 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 52,48 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 42,49 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 100,00 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 100,00 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 120,00 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 145,32 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 142,63 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 135,47 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | **176,84** | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 175,24 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 162,82 | Elastisch |
| Max | | **239,64** | | **176,84** | |

Door vermenigvuldiging van een representatieve waarde kan de kracht groter worden dan de knik of vloeikracht.

## 2.4 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| O-situatie | 2,92 |
| Aanbrengen ankers | 2,92 |
| Aanbrengen tent | 2,92 |
| Afgraven toplaag | 2,97 |
| Ontlasten damwand | 3,03 |
| Verwijderen bestaande verankering | 3,03 |
| Saneren met gem. HW | 25,66 |

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| Aanvulling 1 | 4,98 |
| Afspannen anker | 4,98 |
| Afwerken mv | 3,64 |
| Eindsituatie | 3,12 |

## 2.5 Berekeningsfouten

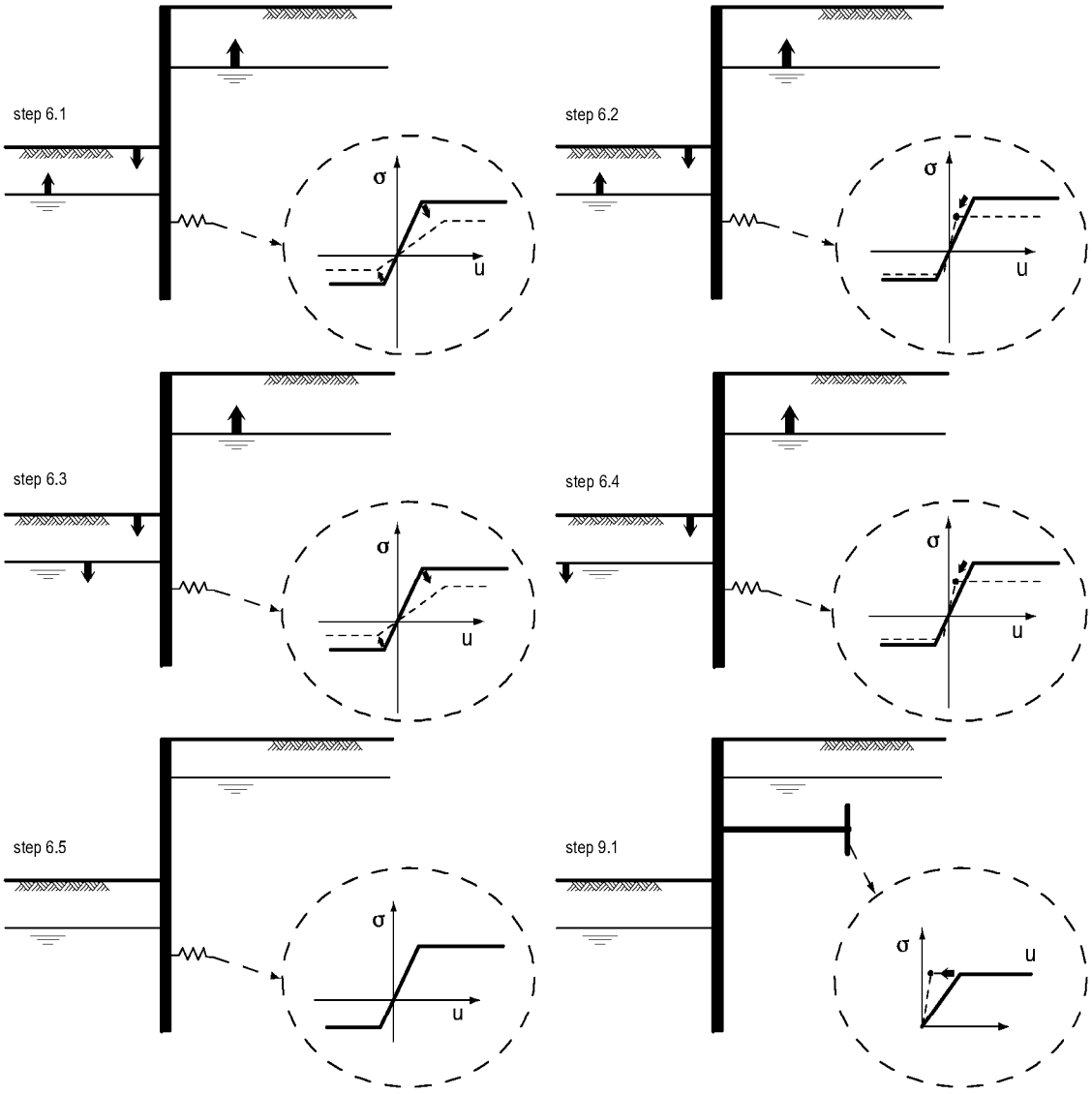
Fout
Het maximale optredend moment is groter dan het toelaatbare elastische moment in een of meer fasen.

## 2.6 Waarschuwingen

| Fase | Waarschuwing |
|---|---|
| 5 | Er kan opbarsting optreden |
| 6 | Er kan opbarsting optreden |
| 7 | Er kan opbarsting optreden |

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 1 (WZ) -0,27
- BP 1 (LZ) +1,50 (S)
- BP 1 (LZ) -1,80 (S)
- BP 1 (WZ) +1,24
- BP 1 (LZ) -1,80 (A)
- BP 1 (LZ) +1,50 (A)
- BP 1 (WZ) -0,85

## 2.7 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 11 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,35 | 170,00 |

## 3.3 Rekenopties

| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 1: O-situatie |

| | |
|---|---|
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 2: Aanbrengen ankers |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |

| | |
|---|---|
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 3: Aanbrengen tent |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 4: Afgraven toplaag |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |

| | |
|---|---|
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 5: Ontlasten damwand |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 6: Verwijderen bestaande verankering |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 7: Saneren met gem. HW |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 8: Aanvulling 1 |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 9: Afspannen anker |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |

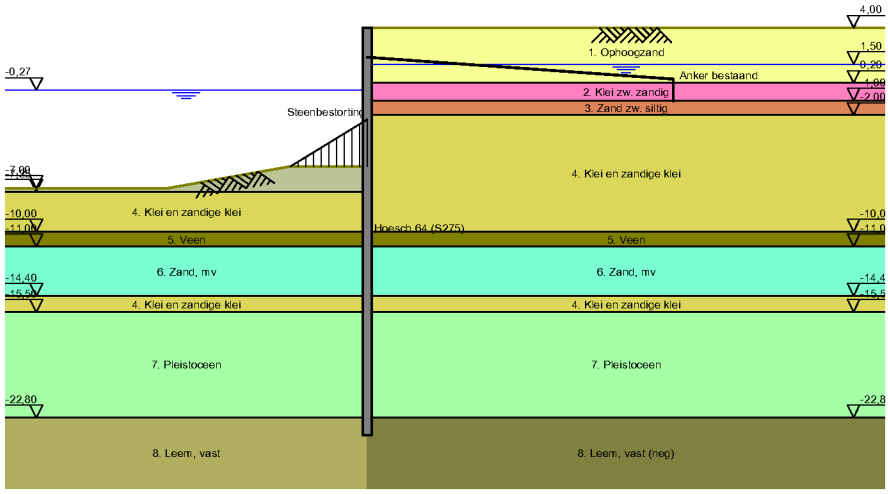
| | |
|---|---|
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 10: Afwerken mv |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |

| | |
|---|---|
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 11: Eindsituatie |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

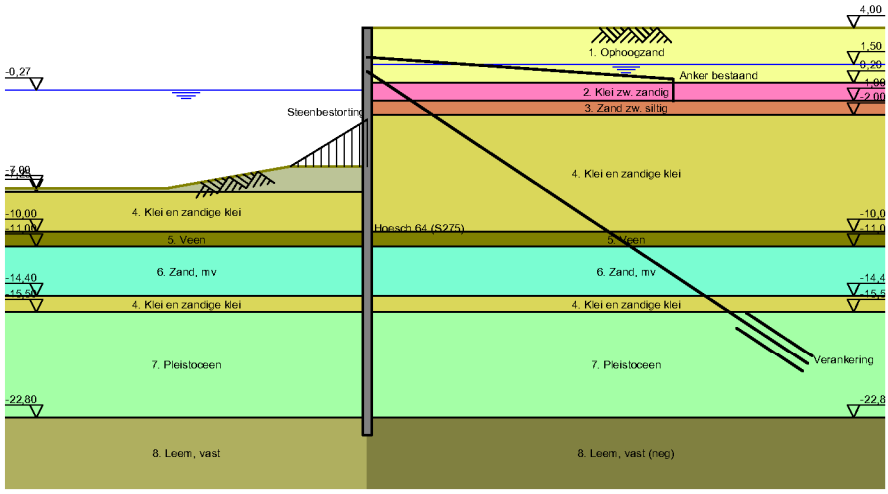
# 4 Overzicht Fase 1: O-situatie

**Overzicht - Fase 1: O-situatie**



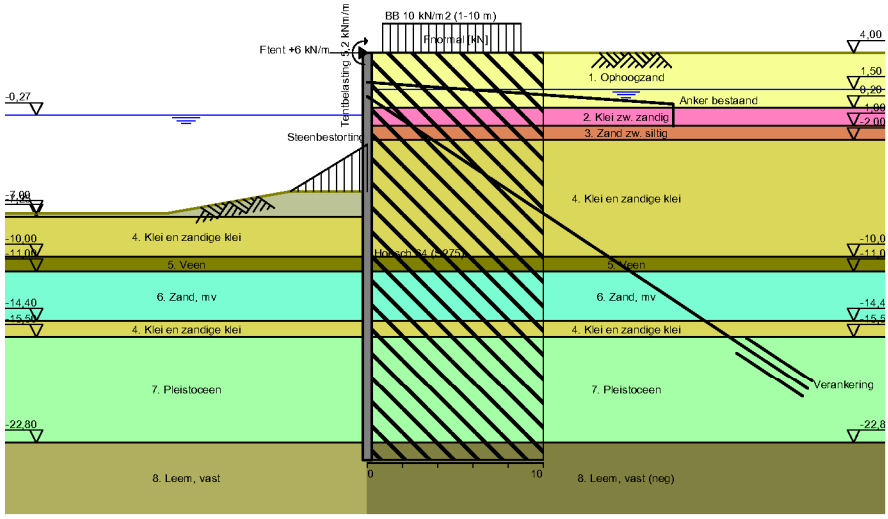
# 5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers

**Overzicht - Fase 2: Aanbrengen ankers**



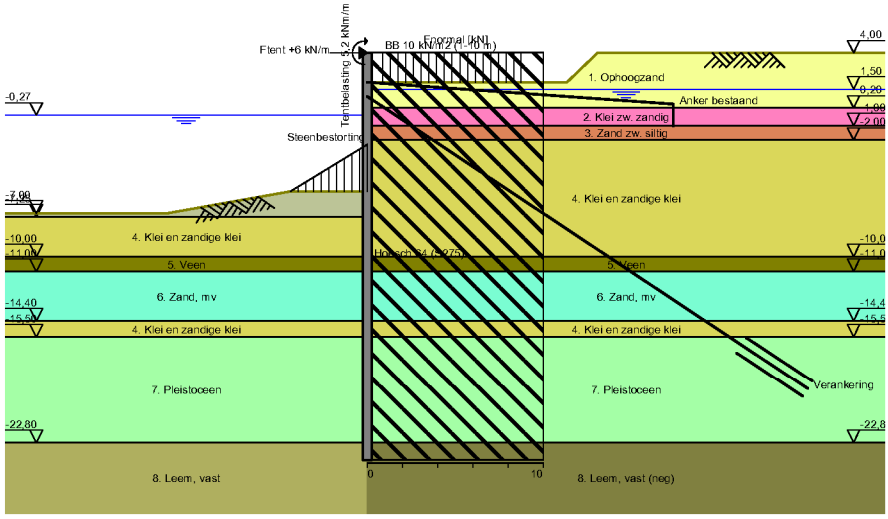
# 6 Overzicht Fase 3: Aanbrengen tent

**Overzicht - Fase 3: Aanbrengen tent**



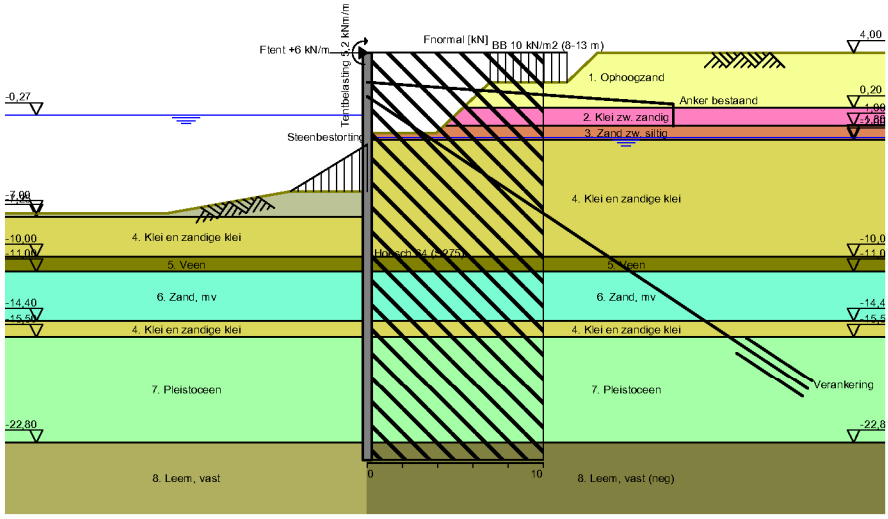
# 7 Overzicht Fase 4: Afgraven toplaag

**Overzicht - Fase 4: Afgraven toplaag**



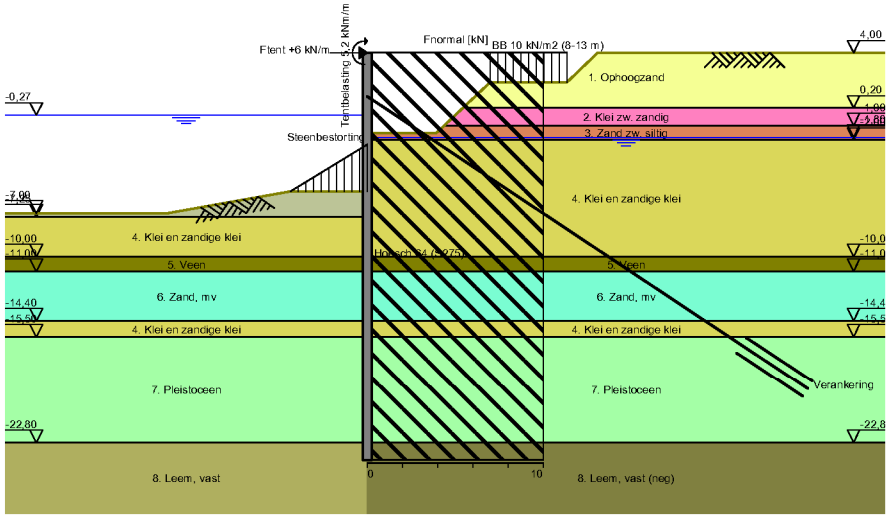
# 8 Overzicht Fase 5: Ontlasten damwand

**Overzicht - Fase 5: Ontlasten damwand**



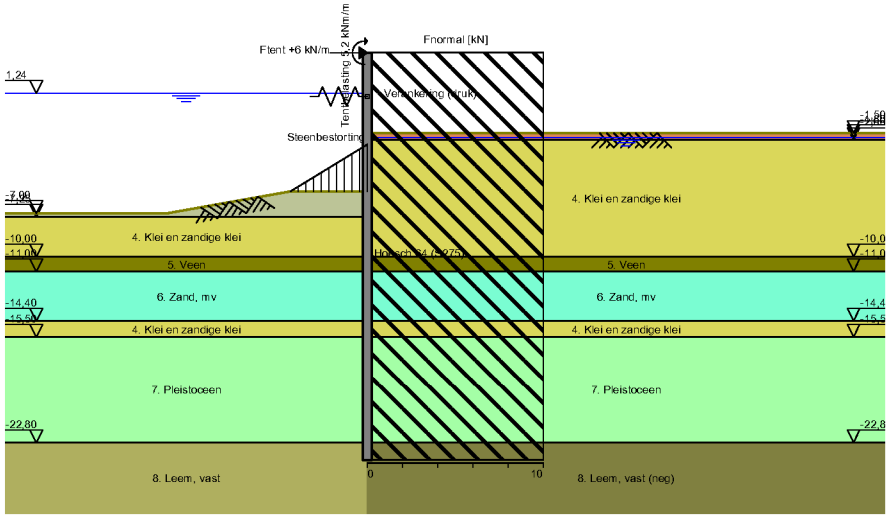
# 9 Overzicht Fase 6: Verwijderen bestaande verankering

**Overzicht - Fase 6: Verwijderen bestaande verankering**



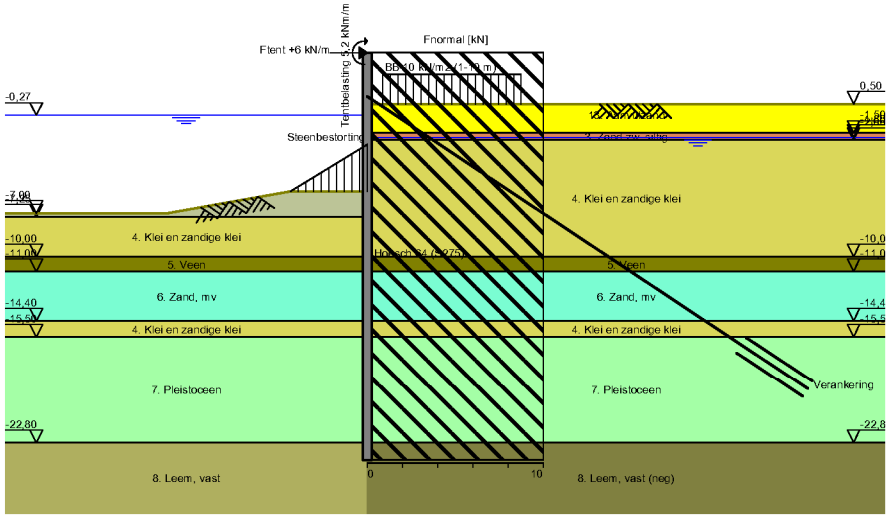
# 10 Overzicht Fase 7: Saneren met gem. HW

**Overzicht - Fase 7: Saneren met gem. HW**



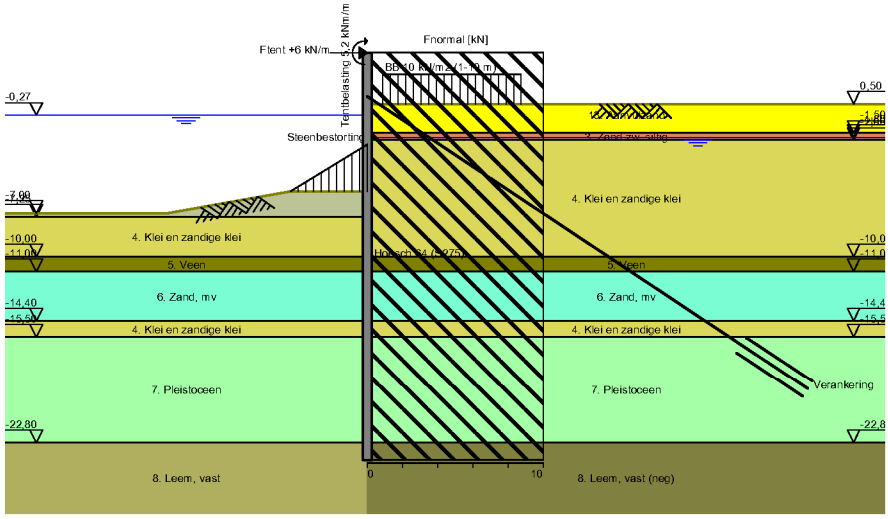
# 11 Overzicht Fase 8: Aanvulling 1

**Overzicht - Fase 8: Aanvulling 1**



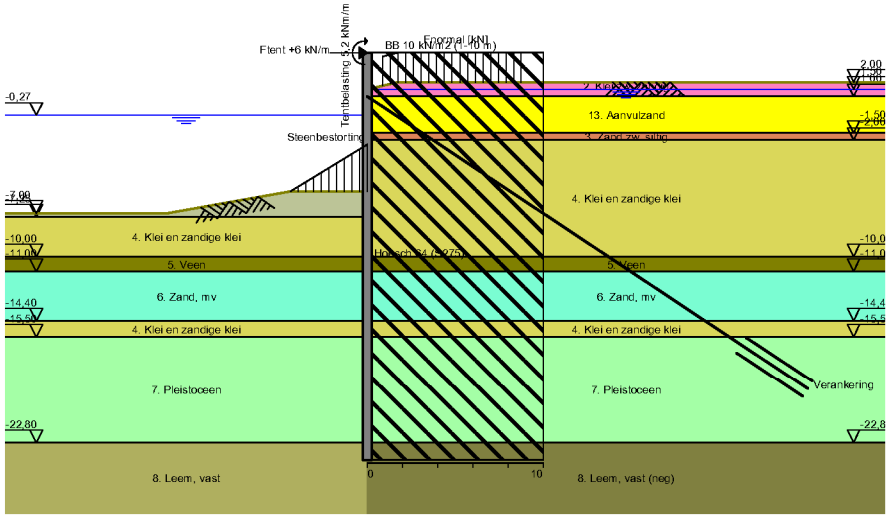
# 12 Overzicht Fase 9: Afspannen anker

**Overzicht - Fase 9: Afspannen anker**



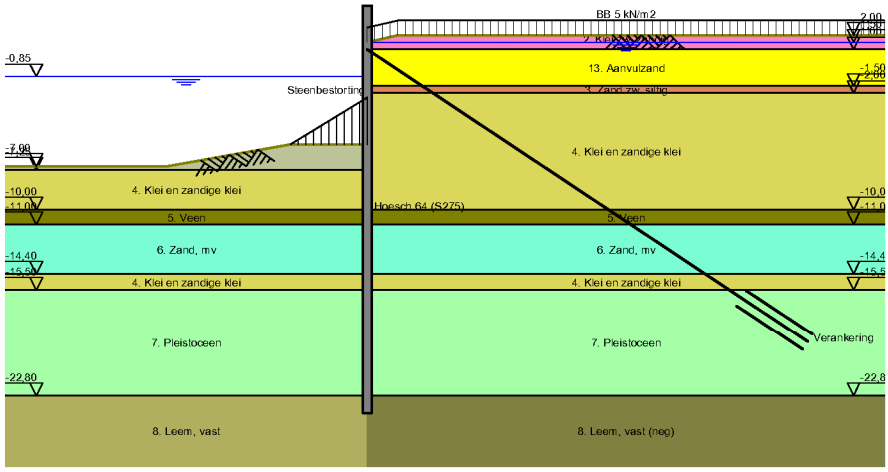
# 13 Overzicht Fase 10: Afwerken mv

**Overzicht - Fase 10: Afwerken mv**



# 14 Overzicht Fase 11: Eindsituatie

**Overzicht - Fase 11: Eindsituatie**

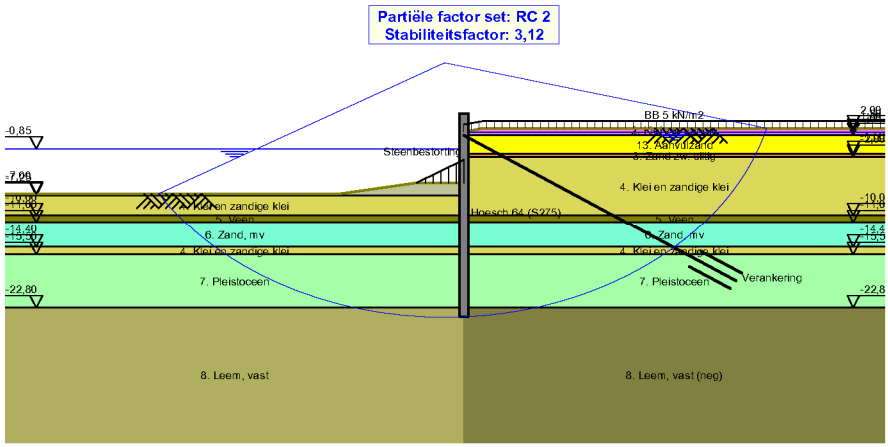


# 15 Totale Stabiliteit Fase 11: Eindsituatie

Stabiliteitsfactor : 3,12

## 15.1 Totale Stabiliteit

**Totale Stabiliteit - Fase 11: Eindsituatie**



# 16 Stap 6.5 Fase 11: Eindsituatie

## 16.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

## 16.2 Invoergegevens Links

### 16.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 16.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 16.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -5,50 |
| 5,00 | -5,50 |
| 13,00 | -7,00 |

### 16.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -5,50 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 11,50 | 11,50 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 18,00 | 20,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 17,00 | 17,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -5,50 | 0,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -5,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -10,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -5,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,20 |
| 5. Veen | -10,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 16.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -5,50 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -5,50 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 1250,00 | 1250,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 375,00 | 375,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1250,00 | 1250,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,80 | 2500,00 | 2500,00 |

### 16.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 16,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 5,00 | 0,00 | | |

## 16.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | -5,94 | 9,6 | 17,7 | 0,59 | 0,69 | 1,08 |
| 2 | -6,81 | 10,2 | 11,4 | 0,58 | 0,58 | 0,65 |
| 3 | -7,94 | -1,5 | 99,1 | 0,00 | 0,32 | 5,35 |
| 4 | -9,31 | -1,1 | 80,3 | 0,00 | 0,29 | 4,07 |
| 5 | -10,50 | -13,8 | 44,2 | 0,00 | 0,45 | 2,14 |
| 6 | -11,57 | 2,4 | 131,7 | 0,09 | 0,30 | 5,03 |
| 7 | -12,70 | 6,8 | 168,8 | 0,18 | 0,35 | 4,60 |
| 8 | -13,83 | 9,2 | 230,2 | 0,19 | 0,38 | 4,86 |
| 9 | -14,95 | 8,5 | 238,0 | 0,15 | 0,47 | 4,22 |
| 10 | -16,11 | 18,5 | 464,1 | 0,22 | 0,42 | 5,43 |
| 11 | -17,32 | 22,0 | 528,0 | 0,23 | 0,43 | 5,43 |
| 12 | -18,54 | 25,2 | 599,3 | 0,23 | 0,43 | 5,49 |
| 13 | -19,76 | 28,8 | 669,8 | 0,24 | 0,44 | 5,53 |
| 14 | -20,98 | 31,9 | 741,7 | 0,24 | 0,44 | 5,57 |
| 15 | -22,19 | 34,9 | 814,1 | 0,24 | 0,45 | 5,61 |
| 16 | -23,40 | 47,8 | 698,7 | 0,30 | 0,52 | 4,43 |

## 16.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 23,25 |
| 4. Klei en zandige klei | 205,85 |
| 5. Veen | 26,21 |
| 6. Zand, mv | 279,36 |
| 4. Klei en zandige klei | 35,69 |
| 7. Pleistoceen | 547,12 |
| 8. Leem, vast | 127,71 |

## 16.5 Invoergegevens Rechts

### 16.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 16.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 16.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 1,50 |
| 2,00 | 2,00 |

### 16.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 1 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 17,00 | 17,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 18,00 | 20,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,50 | 18,00 | 20,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 11,50 | 11,50 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 18,00 | 20,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 17,00 | 17,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,50 | 0,00 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 3. Zand zw. siltig | -1,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -10,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 5. Veen | -10,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 16.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,50 | 12000,00 | 12000,00 | 6000,00 | 6000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 800,00 | 800,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 3. Zand zw. siltig | -1,50 | 3000,00 | 3000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,00 | 1250,00 | 1250,00 |
| 5. Veen | -10,00 | 375,00 | 375,00 |
| 6. Zand, mv | -11,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -14,40 | 1250,00 | 1250,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,80 | 2500,00 | 2500,00 |

### 16.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 1,00 | 2,100E+08 | 5,100E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 16.5.7 Uniforme Belastingen

| Naam | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|
| BB 5 kN/m2 | 5,00 | Ongunstig (D-Sheet Pil... | Variabel |

## 16.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | 1,37 | 0,0 | 66,4 | 0,00 | 0,89 | 10,09 |
| 2 | 1,12 | 0,0 | 79,9 | 0,00 | 1,01 | 9,03 |
| 3 | 0,75 | 0,0 | 121,7 | 0,00 | 0,82 | 9,27 |
| 4 | 0,35 | 3,1 | 138,6 | 0,17 | 0,74 | 7,67 |
| 5 | -0,04 | 5,6 | 165,3 | 0,25 | 0,68 | 7,28 |
| 6 | -0,56 | 7,6 | 194,4 | 0,26 | 0,63 | 6,74 |
| 7 | -0,93 | 9,4 | 215,5 | 0,28 | 0,60 | 6,53 |
| 8 | -1,25 | 10,1 | 234,5 | 0,28 | 0,58 | 6,40 |
| 9 | -1,65 | 13,6 | 208,4 | 0,33 | 0,63 | 5,08 |
| 10 | -1,90 | 14,2 | 216,0 | 0,32 | 0,62 | 4,93 |
| 11 | -2,58 | 12,5 | 316,7 | 0,21 | 0,60 | 5,35 |
| 12 | -3,75 | 15,5 | 354,2 | 0,23 | 0,58 | 5,20 |
| 13 | -4,92 | 18,1 | 392,1 | 0,24 | 0,57 | 5,11 |
| 14 | -5,94 | 20,5 | 425,3 | 0,24 | 0,57 | 5,04 |
| 15 | -6,81 | 22,5 | 453,7 | 0,25 | 0,56 | 5,00 |
| 16 | -7,94 | 25,1 | 490,3 | 0,25 | 0,56 | 4,95 |
| 17 | -9,31 | 28,2 | 535,0 | 0,26 | 0,55 | 4,91 |
| 18 | -10,50 | 43,4 | 268,4 | 0,38 | 0,77 | 2,34 |
| 19 | -11,57 | 31,9 | 707,5 | 0,26 | 0,47 | 5,82 |
| 20 | -12,70 | 34,5 | 785,6 | 0,26 | 0,47 | 5,90 |
| 21 | -13,83 | 36,5 | 852,3 | 0,25 | 0,47 | 5,88 |
| 22 | -14,95 | 42,1 | 743,5 | 0,27 | 0,55 | 4,81 |
| 23 | -16,11 | 46,4 | 1079,4 | 0,25 | 0,47 | 5,85 |
| 24 | -17,32 | 49,5 | 1154,6 | 0,25 | 0,46 | 5,87 |
| 25 | -18,54 | 52,5 | 1226,6 | 0,25 | 0,46 | 5,86 |
| 26 | -19,76 | 55,6 | 1298,8 | 0,25 | 0,46 | 5,86 |
| 27 | -20,98 | 58,7 | 1371,0 | 0,25 | 0,46 | 5,86 |
| 28 | -22,19 | 61,8 | 1443,2 | 0,25 | 0,46 | 5,85 |
| 29 | -23,40 | 116,1 | 590,6 | 0,45 | 0,54 | 2,28 |

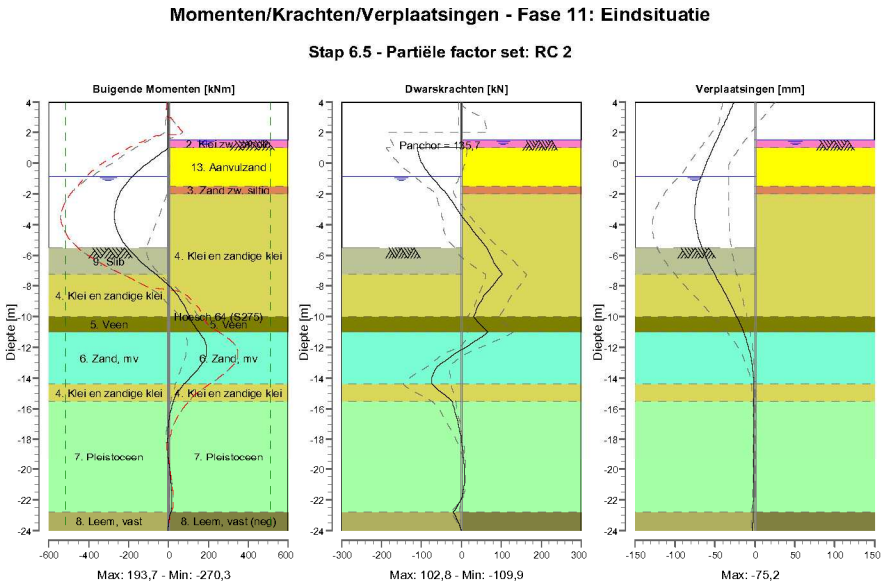
## 16.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| 13. Aanvulzand | 14,45 |
| 3. Zand zw. siltig | 6,92 |
| 4. Klei en zandige klei | 208,67 |
| 5. Veen | 61,70 |
| 6. Zand, mv | 139,46 |
| 4. Klei en zandige klei | 86,45 |
| 7. Pleistoceen | 549,67 |
| 8. Leem, vast (neg) | 147,50 |

## 16.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 3

### 16.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

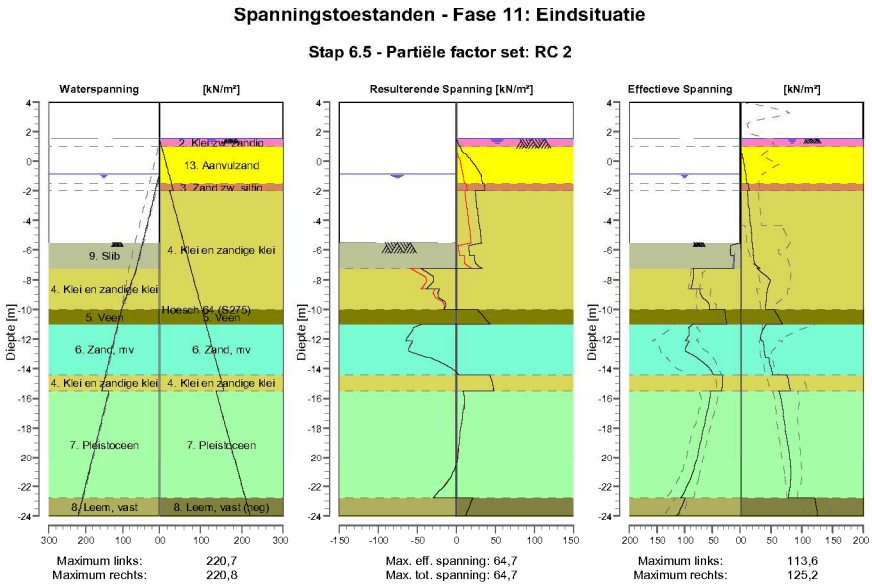



### 16.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,03 | 0,15 | -26,1 |
| 1 | 3,25 | 0,08 | 0,15 | -32,6 |
| 2 | 3,25 | 0,26 | 0,15 | -32,6 |
| 2 | 2,50 | 0,37 | 0,15 | -39,2 |
| 3 | 2,50 | 0,35 | 0,00 | -39,2 |
| 3 | 2,00 | 0,35 | 0,00 | -43,6 |
| 4 | 2,00 | 0,35 | 0,01 | -43,6 |
| 4 | 1,50 | 0,35 | 0,01 | -48,0 |
| 5 | 1,50 | 0,35 | 0,02 | -48,0 |
| 5 | 1,24 | 0,39 | 0,35 | -50,3 |
| 6 | 1,24 | 0,39 | 0,35 | -50,3 |
| 6 | 1,00 | 0,56 | 1,24 | -52,4 |
| 7 | 1,00 | 0,57 | **-109,91** | -52,4 |
| 7 | 0,50 | -53,57 | -106,23 | -56,7 |
| 8 | 0,50 | -53,57 | -106,23 | -56,7 |
| 8 | 0,20 | -84,82 | -101,93 | -59,3 |
| 9 | 0,20 | -84,82 | -101,92 | -59,3 |
| 9 | -0,27 | -130,55 | -92,20 | -63,1 |
| 10 | -0,27 | -130,55 | -92,16 | -63,1 |
| 10 | -0,85 | -179,53 | -76,02 | -67,3 |
| 11 | -0,85 | -179,53 | -76,03 | -67,3 |
| 11 | -1,00 | -190,57 | -71,16 | -68,2 |
| 12 | -1,00 | -190,57 | -71,17 | -68,2 |
| 12 | -1,50 | -222,04 | -54,58 | -71,1 |
| 13 | -1,50 | -222,04 | -54,58 | -71,1 |
| 13 | -1,80 | -236,77 | -43,59 | -72,4 |
| 14 | -1,80 | -236,77 | -43,60 | -72,4 |
| 14 | -2,00 | -244,75 | -36,15 | -73,2 |
| 15 | -2,00 | -244,75 | -36,15 | -73,2 |
| 15 | -3,17 | **-269,62** | -6,12 | **-75,2** |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -3,17 | **-269,62** | -6,12 | **-75,2** |
| 16 | -4,33 | -257,45 | 27,37 | -72,8 |
| 17 | -4,33 | -257,45 | 27,38 | -72,8 |
| 17 | -5,50 | -204,38 | 63,99 | -66,2 |
| 18 | -5,50 | -204,38 | 63,86 | -66,2 |
| 18 | -6,38 | -140,94 | 80,10 | -58,9 |
| 19 | -6,38 | -140,95 | 80,01 | -58,9 |
| 19 | -7,25 | -61,51 | 102,71 | -50,3 |
| 20 | -7,25 | -61,55 | 102,82 | -50,3 |
| 20 | -8,63 | 47,24 | 56,70 | -35,9 |
| 21 | -8,63 | 47,27 | 56,73 | -35,9 |
| 21 | -10,00 | 105,85 | 31,23 | -22,5 |
| 22 | -10,00 | 105,84 | 31,20 | -22,5 |
| 22 | -11,00 | 153,43 | 66,74 | -14,3 |
| 23 | -11,00 | 153,45 | 66,52 | -14,3 |
| 23 | -12,13 | 193,66 | 1,19 | -7,2 |
| 24 | -12,13 | 193,74 | 0,90 | -7,2 |
| 24 | -13,27 | 157,95 | -60,75 | -3,1 |
| 25 | -13,27 | 157,90 | -60,96 | -3,1 |
| 25 | -14,40 | 77,77 | -73,71 | -1,4 |
| 26 | -14,40 | 77,75 | -73,70 | -1,4 |
| 26 | -15,50 | 24,13 | -22,88 | -1,0 |
| 27 | -15,50 | 24,13 | -22,85 | -1,0 |
| 27 | -16,72 | 3,88 | -10,25 | -1,0 |
| 28 | -16,72 | 3,89 | -10,24 | -1,0 |
| 28 | -17,93 | -2,35 | -0,59 | -1,1 |
| 29 | -17,93 | -2,35 | -0,60 | -1,1 |
| 29 | -19,15 | 0,76 | 5,37 | -1,1 |
| 30 | -19,15 | 0,75 | 5,37 | -1,1 |
| 30 | -20,37 | 9,41 | 8,33 | -1,2 |
| 31 | -20,37 | 9,40 | 8,35 | -1,2 |
| 31 | -21,58 | 17,97 | 3,80 | -1,5 |
| 32 | -21,58 | 17,97 | 3,85 | -1,5 |
| 32 | -22,80 | 10,75 | -19,81 | -2,0 |
| 33 | -22,80 | 10,76 | -19,85 | -2,0 |
| 33 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -2,8 |
| Max | | **-269,62** | **-109,91** | **-75,2** |
| Max incl. tussenknopen | | -270,29 | -109,91 | -75,2 |

### 16.8.3 Grafieken van Spanningen




### 16.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 1 | 3,25 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 3,25 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 2,55 | A | |
| 6 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 2,55 | A | |
| 6 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 4,91 | A | |
| 7 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 4,91 | A | |
| 7 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 9,81 | A | |
| 8 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 2,75 | 9,81 | A | |
| 8 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | - | | 3,37 | 12,75 | A | |
| 9 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | - | | 4,92 | 12,75 | A | |
| 9 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 6,31 | 17,36 | A | |
| 10 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 6,73 | 17,36 | A | |
| 10 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 8,49 | 23,05 | A | |
| 11 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,15 | 23,05 | A | |
| 11 | -1,00 | 0,00 | 1,47 | - | | 9,63 | 24,52 | A | |
| 12 | -1,00 | 0,00 | 1,47 | - | | 9,36 | 24,52 | A | |
| 12 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 10,90 | 29,43 | A | |
| 13 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 13,04 | 29,43 | A | |
| 13 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 14,13 | 32,37 | A | |
| 14 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 13,86 | 32,37 | A | |
| 14 | -2,00 | 0,00 | 11,28 | - | | 14,56 | 34,34 | A | |
| 15 | -2,00 | 0,00 | 11,28 | - | | 11,53 | 24,54 | A | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | -3,17 | 0,00 | 22,73 | - | | 13,43 | 35,98 | A | |
| 16 | -3,17 | 0,00 | 22,73 | - | | 14,45 | 35,98 | A | |
| 16 | -4,33 | 0,00 | 34,17 | - | | 16,44 | 47,42 | A | |
| 17 | -4,33 | 0,00 | 34,17 | - | | 17,10 | 47,42 | A | |
| 17 | -5,50 | 0,00 | 45,62 | - | | 19,15 | 58,87 | A | |
| 18 | -5,50 | 0,00 | 45,62 | P | | 19,73 | 58,87 | A | |
| 18 | -6,38 | 16,84 | 54,20 | 3 | 92 | 21,30 | 67,45 | A | |
| 19 | -6,38 | 11,00 | 54,20 | P | | 21,71 | 67,45 | A | |
| 19 | -7,25 | 11,73 | 62,78 | P | | 32,15 | 76,04 | 1 | |
| 20 | -7,25 | 85,24 | 62,78 | 3 | 88 | 27,19 | 76,04 | 1 | |
| 20 | -8,63 | 89,26 | 82,87 | 3 | 88 | 44,24 | 89,53 | 1 | |
| 21 | -8,63 | 71,95 | 82,87 | 3 | 93 | 44,22 | 89,53 | 1 | |
| 21 | -10,00 | 56,37 | 102,96 | 2 | 68 | 40,46 | 103,02 | 1 | |
| 22 | -10,00 | 27,78 | 102,96 | 2 | 64 | 55,24 | 103,02 | 1 | |
| 22 | -11,00 | 24,48 | 112,77 | 2 | 55 | 68,33 | 112,83 | 1 | |
| 23 | -11,00 | 86,29 | 112,77 | 3 | 82 | 41,77 | 112,83 | 1 | |
| 23 | -12,13 | 99,04 | 123,89 | 2 | 63 | 34,34 | 123,94 | 1 | |
| 24 | -12,13 | 92,31 | 123,89 | 2 | 64 | 36,80 | 123,94 | 1 | |
| 24 | -13,27 | 76,72 | 135,01 | 1 | 40 | 40,91 | 135,06 | 1 | |
| 25 | -13,27 | 77,99 | 135,01 | 1 | 38 | 45,70 | 135,06 | 1 | |
| 25 | -14,40 | 48,43 | 146,13 | 1 | 19 | 52,22 | 146,18 | 1 | |
| 26 | -14,40 | 32,05 | 146,13 | 1 | 14 | 75,11 | 146,18 | 1 | |
| 26 | -15,50 | 33,40 | 156,92 | 1 | 13 | 81,52 | 156,97 | 1 | |
| 27 | -15,50 | 53,70 | 137,32 | 1 | 12 | 62,72 | 137,37 | 1 | |
| 27 | -16,72 | 58,53 | 149,25 | 1 | 12 | 68,63 | 149,31 | 1 | |
| 28 | -16,72 | 59,22 | 149,25 | 1 | 12 | 68,47 | 149,31 | 1 | |
| 28 | -17,93 | 66,01 | 161,19 | 1 | 12 | 72,52 | 161,24 | 1 | |
| 29 | -17,93 | 66,61 | 161,19 | 1 | 12 | 72,39 | 161,24 | 1 | |
| 29 | -19,15 | 72,93 | 173,12 | 1 | 12 | 77,01 | 173,18 | 1 | |
| 30 | -19,15 | 73,45 | 173,12 | 1 | 12 | 76,89 | 173,18 | 1 | |
| 30 | -20,37 | 80,30 | 185,06 | 1 | 11 | 81,05 | 185,11 | 1 | |
| 31 | -20,37 | 80,76 | 185,06 | 1 | 11 | 80,95 | 185,11 | 1 | |
| 31 | -21,58 | 91,10 | 196,99 | 1 | 12 | 81,67 | 197,05 | 1 | |
| 32 | -21,58 | 91,51 | 196,99 | 1 | 12 | 81,58 | 197,05 | 1 | |
| 32 | -22,80 | 107,99 | 208,93 | 1 | 13 | 78,54 | 208,98 | 1 | |
| 33 | -22,80 | 99,38 | 208,93 | 1 | 15 | 120,59 | 208,98 | 1 | |
| 33 | -24,00 | 113,57 | 220,70 | 1 | 16 | 125,23 | 220,75 | 1 | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 16.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1245,2 | 1214,8 |
| Water | 2665,1 | 2807,3 |
| Totaal | 3910,3 | 4022,1 |

| Beschouwd als passieve zijde | Links |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 6660,99 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1245,20 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 18,7 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 1,00 m |
| Maximale passieve moment | 131518,88 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 21146,34 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 16,1 % |

### 16.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -329,35 |
| Verticale kracht passief | 449,62 |
| Verticale anker kracht * | -85,61 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 34,66 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 40,77 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -329,35 |
| Verticale kracht passief | 449,62 |
| Verticale anker kracht | -85,61 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 34,66 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 16.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -5,50 | 9. Slib | 0,00 | 2,50 | 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| -7,25 | 4. Klei en zandi... | 66,89 | 1,00 | 13. Aanvulzand | -5,75 |
| -10,00 | 5. Veen | 0,00 | -1,50 | 3. Zand zw. siltig | -2,25 |
| -11,00 | 6. Zand, mv | 111,17 | -2,00 | 4. Klei en zandi... | -67,80 |
| -14,40 | 4. Klei en zandi... | 11,60 | -10,00 | 5. Veen | 0,00 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 217,73 | -11,00 | 6. Zand, mv | -55,50 |
| -22,80 | 8. Leem, vast | 42,24 | -14,40 | 4. Klei en zandi... | -28,09 |
| | | | -15,50 | 7. Pleistoceen | -218,74 |
| | | | -22,80 | 8. Leem, vast (n... | 48,78 |

### 16.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 1,00 | 2,100E+08 | 135,68 | Elastisch | Rechts | Anker |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-3:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 3*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 14-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 15:25:38 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 14-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 15:17:46 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 3 |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 3) |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 3
2.1 Overzicht per Fase en Toets 3
2.2 Steunpunten 3
2.3 Ankers en Stempels 4
2.4 Totale Stabiliteit per Fase 4
2.5 Waarschuwingen 5
2.6 CUR Verificatie Stappen 6
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 7
3.1 Algemene Invoergegevens 7
3.2 Damwandeigenschappen 7
3.2.1 Algemene Eigenschappen 7
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 7
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 7
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 7
3.3 Rekenopties 7
4 Overzicht Fase 1: O-situatie 15
5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers 16
6 Overzicht Fase 3: Aanbrengen tent 17
7 Overzicht Fase 4: Afgraven toplaag 18
8 Overzicht Fase 5: Ontlasten damwand 19
9 Overzicht Fase 6: Verwijderen bestaande ankers 20
10 Overzicht Fase 7: Saneren met gem HW 21
11 Overzicht Fase 8: Aanvulling 1 22
12 Overzicht Fase 9: Afspannen anker 23
13 Overzicht Fase 10: Afwerken mv 24
14 Overzicht Fase 11: Eindsituatie 25
15 Totale Stabiliteit Fase 11: Eindsituatie 26
15.1 Totale Stabiliteit 26
16 Stap 6.5 Fase 11: Eindsituatie 27
16.1 Algemene Invoergegevens 27
16.2 Invoergegevens Links 27
16.2.1 Berekeningsmethode 27
16.2.2 Waterniveau 27
16.2.3 Maaiveld 27
16.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 2 (WZ) -0,85 27
16.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 28
16.2.6 Bovenbelastingen 28
16.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 28
16.4 Berekende Kracht per Laag - Links 29
16.5 Invoergegevens Rechts 29
16.5.1 Berekeningsmethode 29
16.5.2 Waterniveau 29
16.5.3 Maaiveld 29
16.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 2 (LZ) +1,50 (A) 29
16.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 30
16.5.6 Ankers 31
16.5.7 Uniforme Belastingen 31
16.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 31
16.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 32
16.8 Berekeningsresultaten 32
16.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 32
16.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 32
16.8.3 Grafieken van Spanningen 34
16.8.4 Spanningen 34
16.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 35
16.8.6 Verticaal Evenwicht 36
16.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 36
16.8.8 Ankers/Stempels 36

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -585,30 | -203,50 | 26,3 | 30,9 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -538,78 | -194,88 | **26,5** | 31,3 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -92,4 | -377,52 | -152,31 | 19,5 | 23,3 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -453,03 | -182,77 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -539,21 | -186,44 | 0,0 | 30,8 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -522,55 | -183,32 | 0,0 | 31,0 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -92,4 | -377,52 | -152,31 | 0,0 | 23,3 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -453,03 | -182,77 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | **-618,84** | -214,19 | 0,0 | 31,9 | Voldoet |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -597,47 | -210,60 | 0,0 | **32,2** | Voldoet |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-109,6** | -426,52 | -162,02 | 0,0 | 24,2 | Voldoet |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -511,82 | -194,42 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -437,92 | -171,98 | 0,0 | 28,8 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -433,40 | -180,85 | 0,0 | 28,9 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -107,0 | -439,04 | -181,40 | 0,0 | 23,7 | Voldoet |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -526,85 | **-217,68** | | | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -290,12 | 76,59 | 0,0 | 28,8 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -345,13 | 88,58 | 0,0 | 28,9 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -85,2 | -326,00 | 80,79 | 0,0 | 23,5 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -391,20 | 96,94 | | | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -270,89 | 71,88 | 24,2 | 28,7 | Voldoet |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -259,84 | 74,87 | 24,2 | 28,8 | Voldoet |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -86,7 | -264,51 | 73,76 | 19,4 | 23,5 | Voldoet |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -317,41 | 88,51 | | | |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | 97,42 | 53,54 | 16,6 | 20,3 | Voldoet |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -139,34 | 48,94 | 16,5 | 20,2 | Voldoet |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -56,3 | -129,14 | 55,96 | 12,8 | 16,4 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -154,97 | 67,15 | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -189,37 | 67,86 | 20,3 | 24,1 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -137,31 | 51,32 | 20,3 | 24,1 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -71,4 | -154,70 | 60,15 | 16,5 | 19,9 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -185,64 | 72,18 | | | |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -178,68 | -81,89 | 20,5 | 24,3 | Omhoog |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -167,89 | -81,89 | 20,5 | 24,3 | Omhoog |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -71,7 | -167,35 | -87,89 | 16,4 | 19,8 | Omhoog |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -200,82 | -105,46 | | | |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -351,99 | -132,93 | 22,7 | 26,9 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -292,64 | -118,87 | 22,7 | 26,9 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -92,6 | -280,41 | -105,97 | 18,4 | 22,2 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -336,50 | -127,17 | | | |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -350,62 | -138,73 | 25,4 | 29,8 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -336,97 | -135,47 | 25,4 | 29,8 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -98,1 | -287,92 | -116,92 | 19,3 | 23,4 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -345,50 | -140,30 | | | |
| Max | | **-109,6** | **-618,84** | **-217,68** | **26,5** | **32,2** | Voldoet |

## 2.2 Steunpunten

| Fase nr. | Verificatie type | Steunpunt verankering | |
|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **-53,92** | - |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | -30,91 | - |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | -6,21 | - |
| Max | | **-53,92** | - |

## 2.3 Ankers en Stempels

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 266,59 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 258,35 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 242,33 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 245,31 | Elastisch | 38,23 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 249,36 | Elastisch | 33,81 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 242,33 | Elastisch | - | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 285,22 | Elastisch | 60,12 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | **290,42** | Elastisch | 54,56 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 272,33 | Elastisch | 15,82 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 172,47 | Elastisch | 7,60 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 181,36 | Elastisch | 9,52 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 211,08 | Elastisch | 9,55 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 53,70 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 63,46 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 63,83 | Elastisch | - | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 70,33 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 62,43 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 70,01 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 55,16 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 44,44 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 32,70 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 100,00 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 100,00 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 120,00 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 164,11 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 146,95 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 148,29 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 171,20 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 167,22 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | **173,12** | Elastisch |
| Max | | **290,42** | | **173,12** | |

Door vermenigvuldiging van een representatieve waarde kan de kracht groter worden dan de knik of vloeikracht.

## 2.4 Totale Stabiliteit per Fase

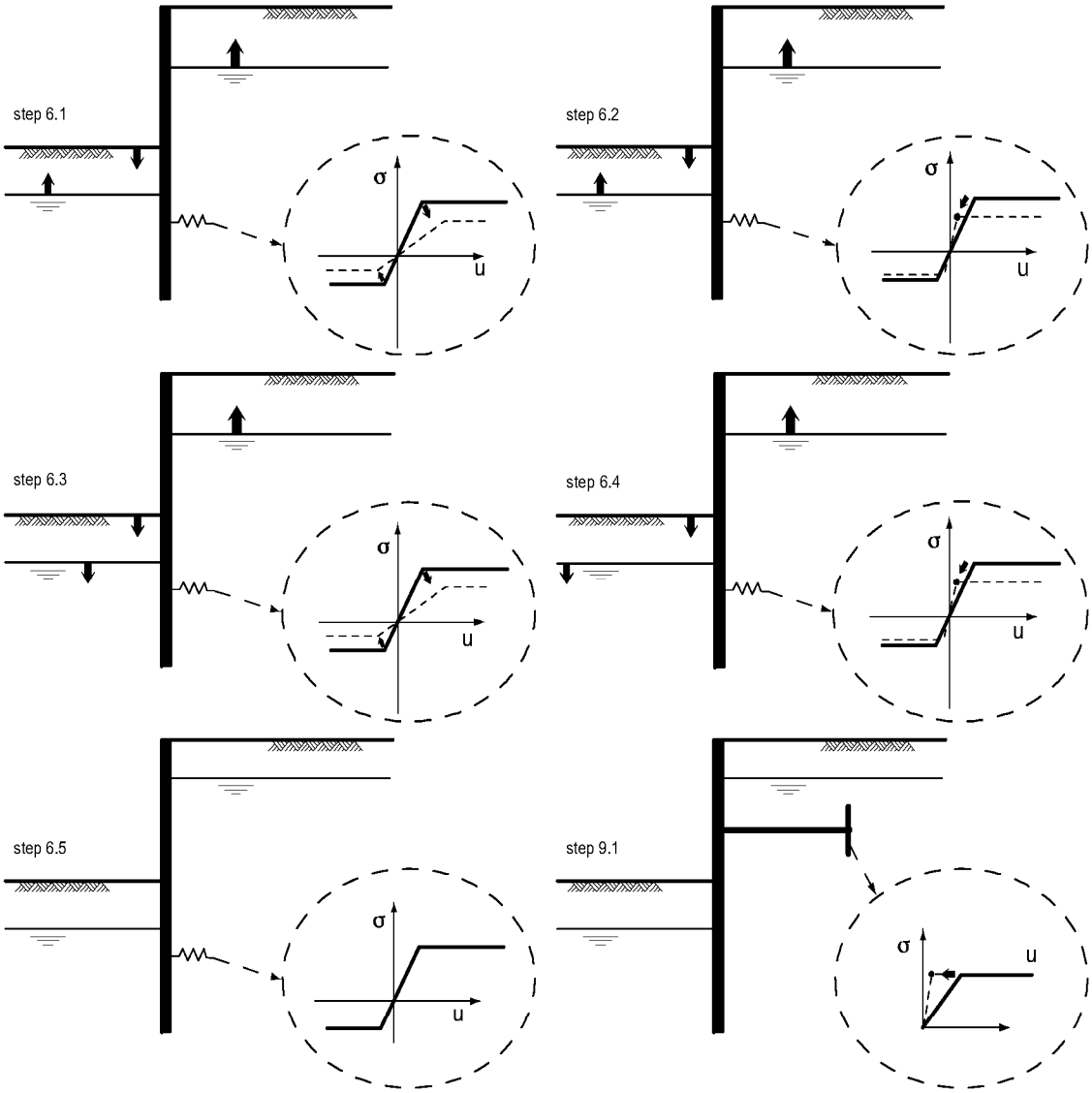
| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| O-situatie | 2,49 |
| Aanbrengen ankers | 2,49 |
| Aanbrengen tent | 2,48 |
| Afgraven toplaag | 2,52 |
| Ontlasten damwand | 2,60 |
| Verwijderen bestaande ankers | 2,60 |
| Saneren met gem HW | 24,27 |

| Fase<br>naam | Stabiliteitsfactor<br>[-] |
|---|---|
| Aanvulling 1 | 4,35 |
| Afspannen anker | 4,43 |
| Afwerken mv | 3,15 |
| Eindsituatie | 2,69 |

## 2.5 Waarschuwingen

* Phi-waarden
  In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
  Profiel(en):
  - BP 2 (WZ) -0,27
  - BP 2 (LZ) +1,50
  - BP 2 (LZ) -1,80 (S)
  - BP 2 (WZ) +1,24
  - BP 2 (LZ) -1,80 (A)
  - BP 2 (LZ) +1,50 (A)
  - BP 2 (WZ) -0,85

## 2.6 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 11 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,35 | 170,00 |

## 3.3 Rekenopties

| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 1: O-situatie |

| | |
|---|---|
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 2: Aanbrengen ankers |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |

| | |
|---|---|
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 3: Aanbrengen tent |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 4: Afgraven toplaag |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |

| | |
|---|---|
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 5: Ontlasten damwand |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 6: Verwijderen bestaande ankers |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 7: Saneren met gem HW |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 8: Aanvulling 1 |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 9: Afspannen anker |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |

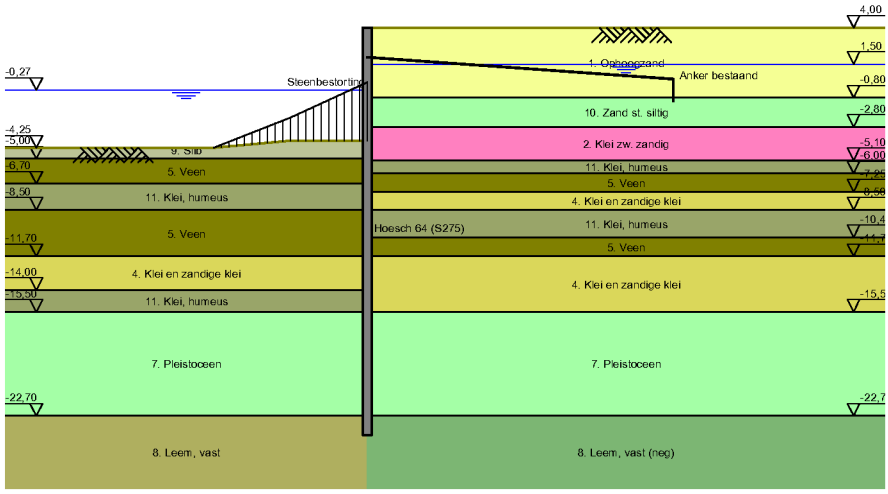
| | |
|---|---|
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 10: Afwerken mv |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |

| | |
|---|---|
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 11: Eindsituatie |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

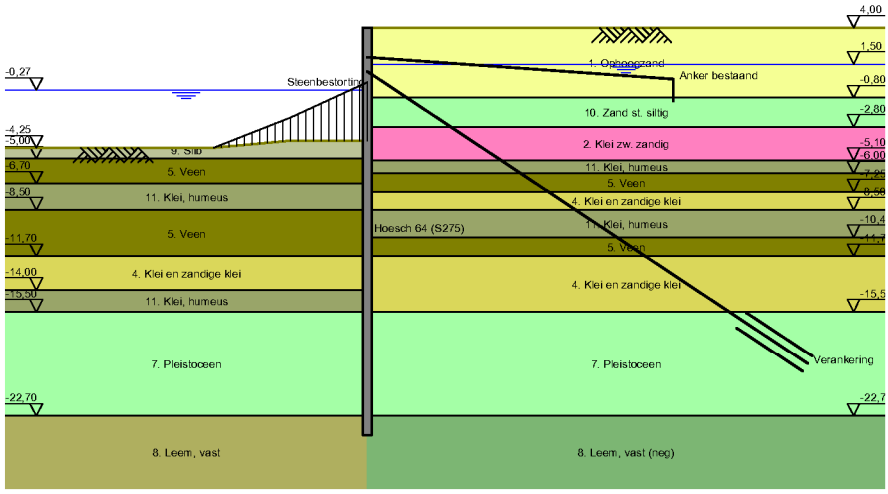
# 4 Overzicht Fase 1: O-situatie

**Overzicht - Fase 1: O-situatie**



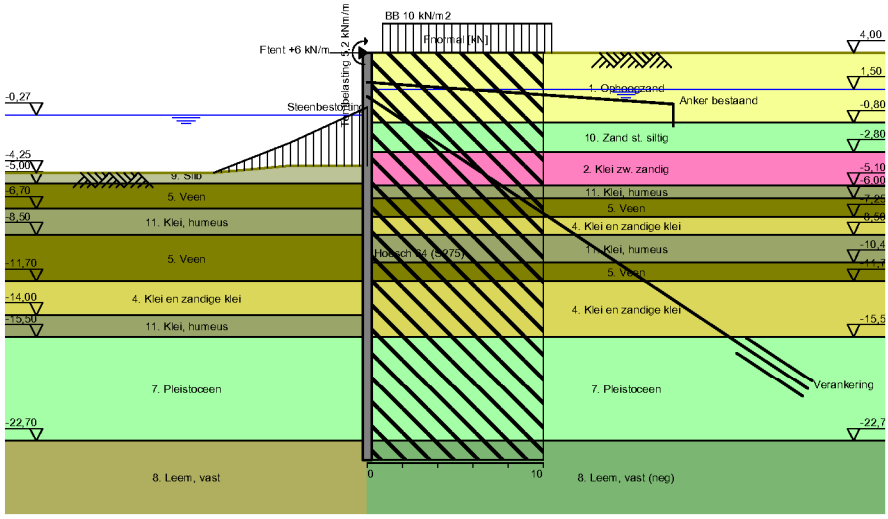
# 5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers

**Overzicht - Fase 2: Aanbrengen ankers**



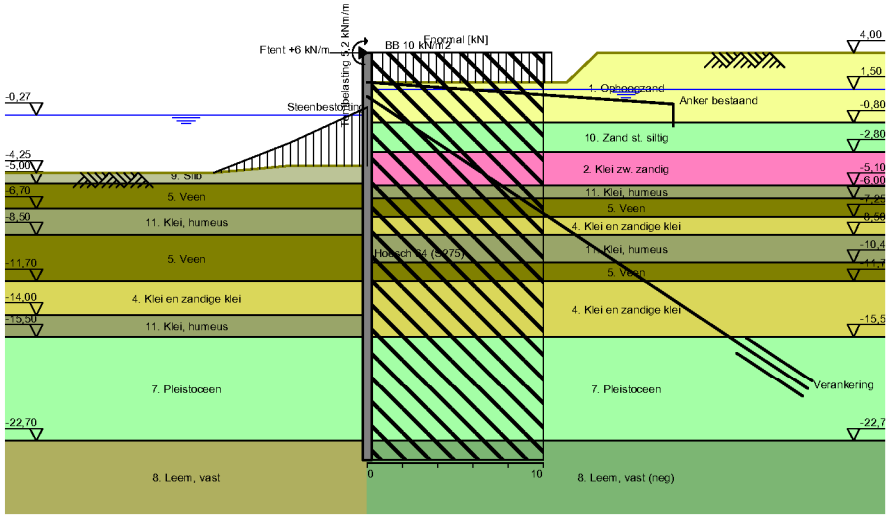
# 6 Overzicht Fase 3: Aanbrengen tent

**Overzicht - Fase 3: Aanbrengen tent**



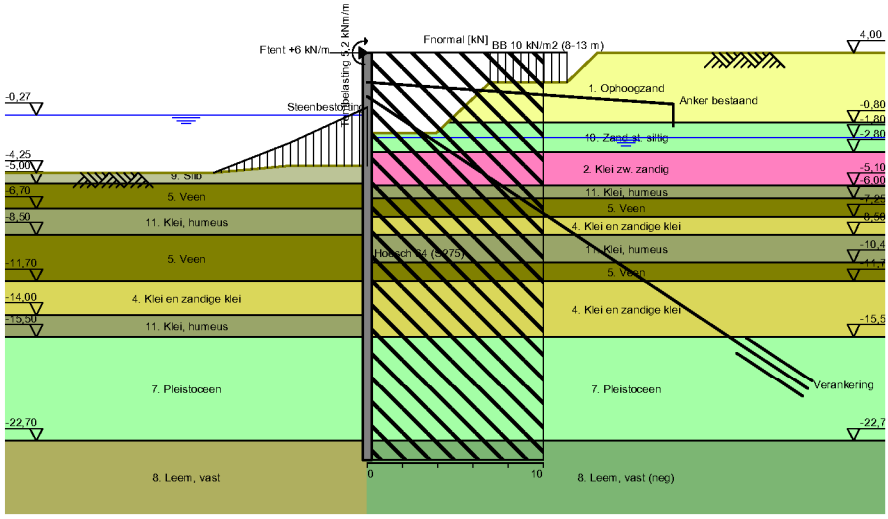
# 7 Overzicht Fase 4: Afgraven toplaag

**Overzicht - Fase 4: Afgraven toplaag**



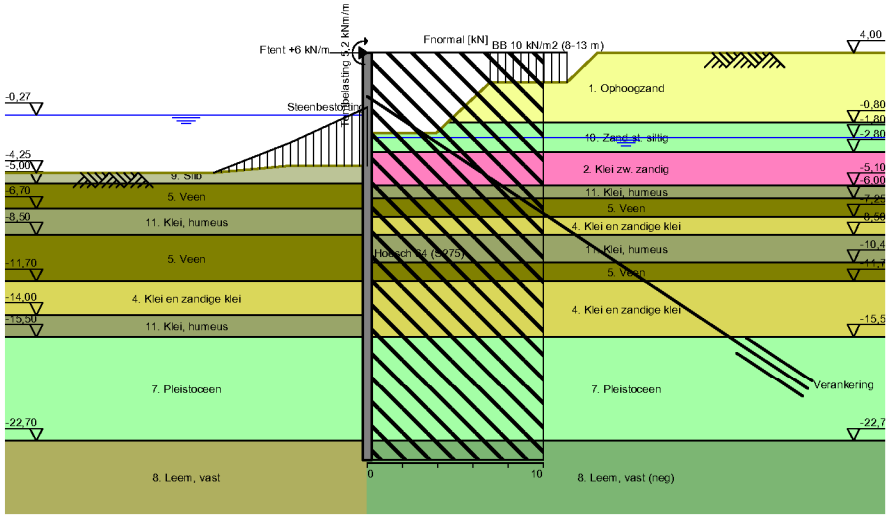
# 8 Overzicht Fase 5: Ontlasten damwand

**Overzicht - Fase 5: Ontlasten damwand**



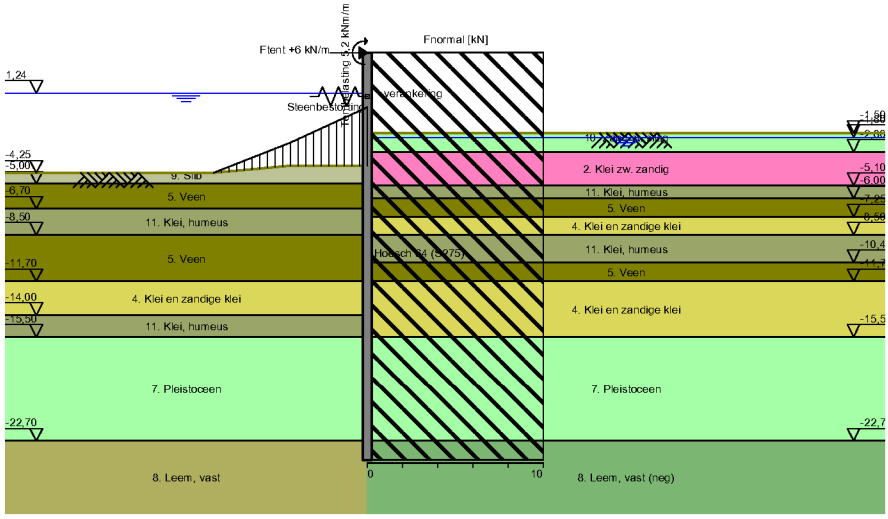
# 9 Overzicht Fase 6: Verwijderen bestaande ankers

**Overzicht - Fase 6: Verwijderen bestaande ankers**



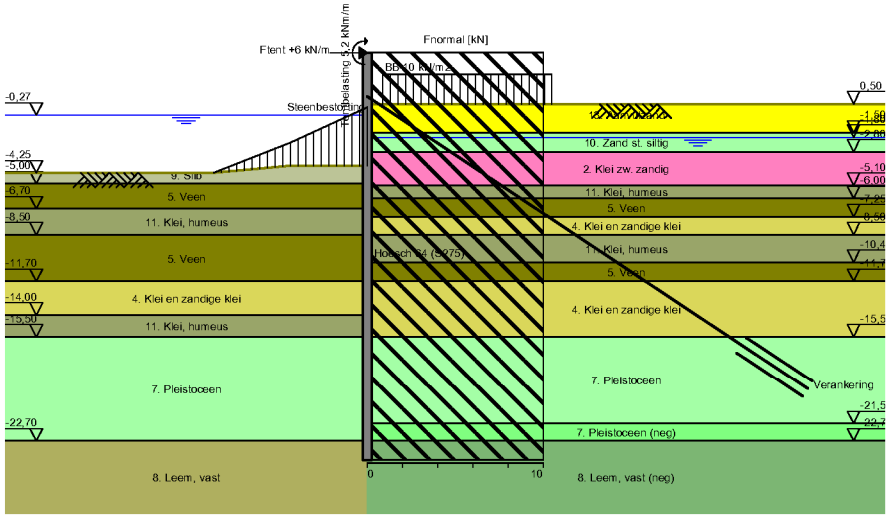
# 10 Overzicht Fase 7: Saneren met gem HW

**Overzicht - Fase 7: Saneren met gem HW**



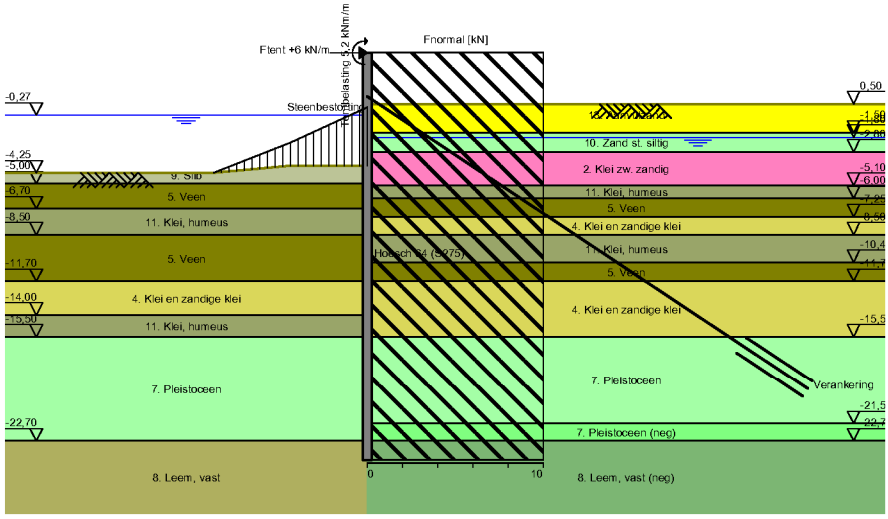
# 11 Overzicht Fase 8: Aanvulling 1

**Overzicht - Fase 8: Aanvulling 1**



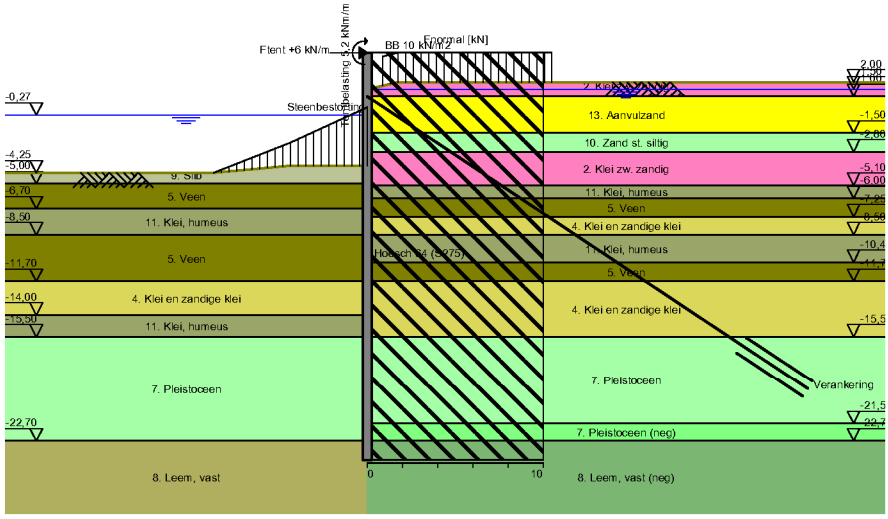
# 12 Overzicht Fase 9: Afspannen anker

**Overzicht - Fase 9: Afspannen anker**



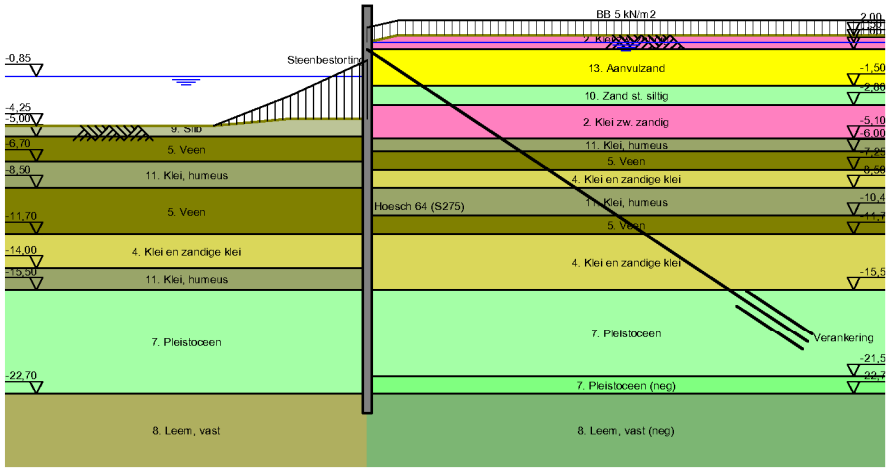
# 13 Overzicht Fase 10: Afwerken mv

**Overzicht - Fase 10: Afwerken mv**



# 14 Overzicht Fase 11: Eindsituatie

**Overzicht - Fase 11: Eindsituatie**

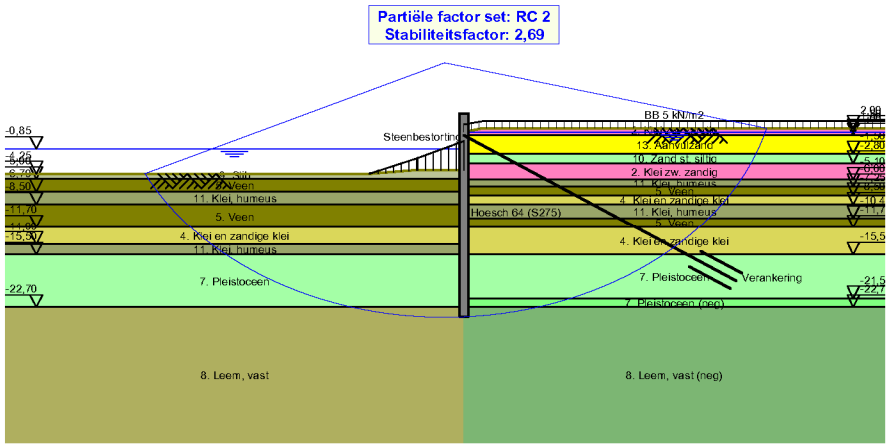


# 15 Totale Stabiliteit Fase 11: Eindsituatie

Stabiliteitsfactor : 2,69

## 15.1 Totale Stabiliteit

**Totale Stabiliteit - Fase 11: Eindsituatie**



# 16 Stap 6.5 Fase 11: Eindsituatie

## 16.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

## 16.2 Invoergegevens Links

### 16.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 16.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 16.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -3,75 |
| 5,00 | -3,75 |
| 10,00 | -4,25 |

### 16.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 2 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -5,00 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -6,70 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -8,50 | 11,50 | 11,50 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -14,00 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -22,70 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 0,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -5,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -6,70 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -8,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -14,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -22,70 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -5,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -6,70 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -8,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -14,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -22,70 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -3,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -5,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,20 |
| 11. Klei, humeus | -6,70 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 5. Veen | -8,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 11. Klei, humeus | -14,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,20 | 13,20 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -22,70 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 16.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -5,00 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -6,70 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -8,50 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -14,00 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,70 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -5,00 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -6,70 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -8,50 | 375,00 | 375,00 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -14,00 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,70 | 2500,00 | 2500,00 |

### 16.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 20,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 5,00 | 8,00 | | |
| | 10,00 | 0,00 | | |

## 16.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | -4,38 | 12,3 | 30,9 | 0,59 | 0,72 | 1,47 |
| 2 | -5,05 | -14,9 | 108,7 | 0,00 | 0,60 | 5,01 |
| 3 | -5,55 | -15,4 | 66,7 | 0,00 | 0,48 | 3,72 |
| 4 | -6,35 | 0,0 | 54,4 | 0,00 | 0,50 | 4,56 |
| 5 | -6,97 | 0,0 | 47,3 | 0,00 | 0,48 | 4,82 |
| 6 | -7,88 | 0,0 | 48,2 | 0,00 | 0,29 | 4,18 |
| 7 | -8,97 | 0,0 | 48,5 | 0,00 | 0,18 | 3,72 |
| 8 | -9,93 | 0,0 | 47,7 | 0,00 | 0,21 | 3,49 |
| 9 | -11,05 | 0,0 | 51,5 | 0,00 | 0,26 | 3,55 |
| 10 | -12,28 | 0,0 | 159,0 | 0,00 | 0,29 | 8,50 |
| 11 | -13,43 | 0,0 | 150,9 | 0,00 | 0,37 | 5,77 |
| 12 | -14,38 | 0,0 | 52,1 | 0,00 | 0,57 | 1,69 |
| 13 | -15,13 | 0,0 | 57,8 | 0,00 | 0,59 | 1,76 |
| 14 | -16,10 | 0,0 | 358,2 | 0,00 | 0,40 | 6,06 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk Actief [kN/m²] | Horizontale druk Passief [kN/m²] | Fictieve gronddrukcoëfficiënten Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | -17,30 | 0,0 | 407,4 | 0,00 | 0,41 | 5,75 |
| 16 | -18,50 | 0,0 | 455,3 | 0,00 | 0,42 | 5,52 |
| 17 | -19,70 | 0,0 | 509,0 | 0,00 | 0,43 | 5,40 |
| 18 | -20,90 | 0,0 | 580,0 | 0,00 | 0,43 | 5,47 |
| 19 | -22,10 | 0,0 | 651,2 | 0,00 | 0,44 | 5,52 |
| 20 | -23,35 | 17,4 | 565,6 | 0,13 | 0,52 | 4,32 |

## 16.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 32,19 |
| 5. Veen | 94,65 |
| 11. Klei, humeus | 82,43 |
| 5. Veen | 122,74 |
| 4. Klei en zandige klei | 194,63 |
| 11. Klei, humeus | 44,50 |
| 7. Pleistoceen | 503,23 |
| 8. Leem, vast | 124,17 |

## 16.5 Invoergegevens Rechts

### 16.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 16.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 16.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 1,50 |
| 2,00 | 2,00 |

### 16.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 2 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 17,00 | 17,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 18,00 | 20,00 |
| 10. Zand st. siltig | -1,50 | 18,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -2,80 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,10 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -6,00 | 11,50 | 11,50 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,50 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -10,40 | 11,50 | 11,50 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 17,00 | 17,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 7. Pleistoceen (... | -21,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,70 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 10. Zand st. siltig | -1,50 | 0,00 | 25,00 | 16,70 | 16,70 |
| 2. Klei zw. zandig | -2,80 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 11. Klei, humeus | -5,10 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Niet gereduc. [°] | Gereduc. [°] |
| 5. Veen | -6,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -10,40 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 7. Pleistoceen (... | -21,50 | 0,00 | 32,50 | -21,70 | -21,70 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,70 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 10. Zand st. siltig | -1,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 2. Klei zw. zandig | -2,80 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -5,10 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -6,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -10,40 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen (... | -21,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -22,70 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 10. Zand st. siltig | -1,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -2,80 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -5,10 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 5. Veen | -6,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -8,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 5. Veen | -10,40 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 7. Pleistoceen (... | -21,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,70 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 16.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 10. Zand st. siltig | -1,50 | 6000,00 | 6000,00 | 4000,00 | 4000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -2,80 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,10 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -6,00 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -10,40 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 7. Pleistoceen (... | -21,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,70 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 2. Klei zw. zandig | 2,50 | 800,00 | 800,00 |
| 13. Aanvulzand | 1,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 10. Zand st. siltig | -1,50 | 2000,00 | 2000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -2,80 | 800,00 | 800,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,10 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -6,00 | 375,00 | 375,00 |
| 4. Klei en zandi... | -7,25 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,50 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -10,40 | 375,00 | 375,00 |
| 4. Klei en zandi... | -11,70 | 1250,00 | 1250,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 7. Pleistoceen (... | -21,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,70 | 2500,00 | 2500,00 |

### 16.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 1,00 | 2,100E+08 | 5,100E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 16.5.7 Uniforme Belastingen

| Naam | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|
| BB 5 kN/m2 | 5,00 | Ongunstig (D-Sheet Pil... | Variabel |

## 16.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | 1,37 | 0,0 | 66,4 | 0,00 | 0,89 | 10,09 |
| 2 | 1,12 | 0,0 | 79,9 | 0,00 | 1,01 | 9,03 |
| 3 | 0,75 | 0,0 | 121,7 | 0,00 | 0,82 | 9,27 |
| 4 | 0,12 | 4,6 | 154,9 | 0,22 | 0,70 | 7,40 |
| 5 | -0,54 | 7,5 | 193,0 | 0,26 | 0,63 | 6,76 |
| 6 | -0,82 | 9,2 | 209,7 | 0,29 | 0,61 | 6,58 |
| 7 | -1,18 | 10,0 | 230,1 | 0,28 | 0,58 | 6,43 |
| 8 | -1,65 | 14,6 | 186,1 | 0,36 | 0,66 | 4,53 |
| 9 | -2,30 | 16,9 | 201,1 | 0,35 | 0,64 | 4,18 |
| 10 | -3,27 | 17,7 | 212,6 | 0,30 | 0,66 | 3,60 |
| 11 | -4,38 | 23,1 | 246,4 | 0,32 | 0,64 | 3,42 |
| 12 | -5,05 | 26,3 | 269,0 | 0,33 | 0,64 | 3,36 |
| 13 | -5,55 | 23,5 | 202,6 | 0,29 | 0,79 | 2,47 |
| 14 | -6,35 | 25,5 | 198,9 | 0,30 | 0,78 | 2,36 |
| 15 | -6,97 | 26,8 | 199,2 | 0,31 | 0,78 | 2,33 |
| 16 | -7,88 | 24,2 | 448,3 | 0,27 | 0,56 | 4,95 |
| 17 | -8,97 | 33,1 | 229,6 | 0,34 | 0,78 | 2,38 |
| 18 | -9,93 | 35,2 | 222,4 | 0,35 | 0,77 | 2,23 |
| 19 | -11,05 | 37,9 | 225,1 | 0,37 | 0,77 | 2,20 |
| 20 | -12,28 | 29,7 | 528,0 | 0,28 | 0,55 | 4,90 |
| 21 | -13,43 | 31,1 | 572,3 | 0,27 | 0,55 | 4,93 |
| 22 | -14,38 | 32,5 | 601,7 | 0,26 | 0,55 | 4,89 |
| 23 | -15,13 | 34,1 | 625,2 | 0,27 | 0,55 | 4,87 |
| 24 | -16,10 | 39,3 | 933,1 | 0,25 | 0,47 | 5,95 |
| 25 | -17,30 | 42,2 | 1002,6 | 0,25 | 0,47 | 5,93 |
| 26 | -18,50 | 45,1 | 1070,6 | 0,25 | 0,46 | 5,90 |
| 27 | -19,70 | 48,2 | 1139,8 | 0,25 | 0,46 | 5,89 |
| 28 | -20,90 | 51,4 | 1209,8 | 0,25 | 0,46 | 5,88 |
| 29 | -22,10 | 76,3 | 519,2 | 0,35 | 0,46 | 2,38 |
| 30 | -23,35 | 103,6 | 501,1 | 0,45 | 0,54 | 2,16 |

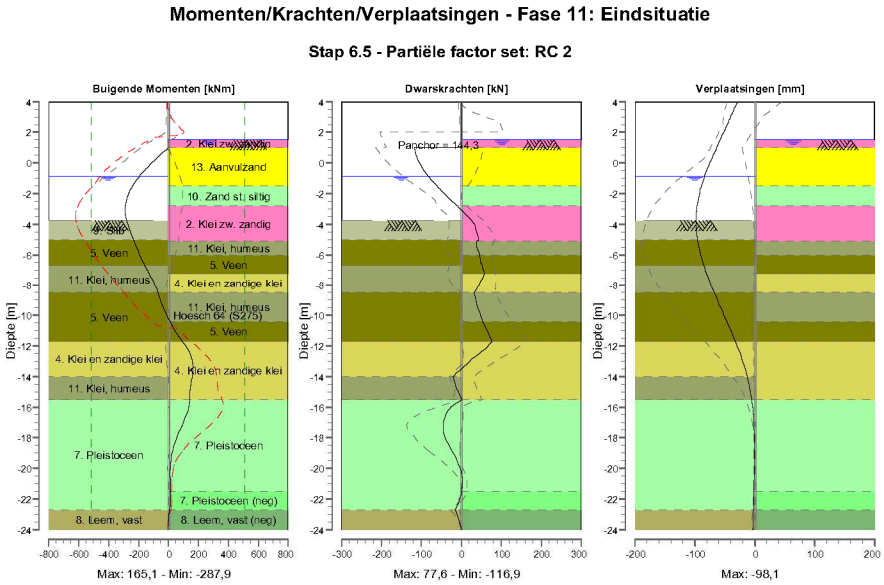
## 16.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| 13. Aanvulzand | 14,45 |
| 10. Zand st. siltig | 21,26 |
| 2. Klei zw. zandig | 48,31 |
| 11. Klei, humeus | 50,25 |
| 5. Veen | 71,39 |
| 4. Klei en zandige klei | 30,29 |
| 11. Klei, humeus | 98,00 |
| 5. Veen | 69,58 |
| 4. Klei en zandige klei | 164,03 |
| 7. Pleistoceen | 393,19 |
| 7. Pleistoceen (neg) | 91,56 |
| 8. Leem, vast (neg) | 139,78 |

## 16.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 3

### 16.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

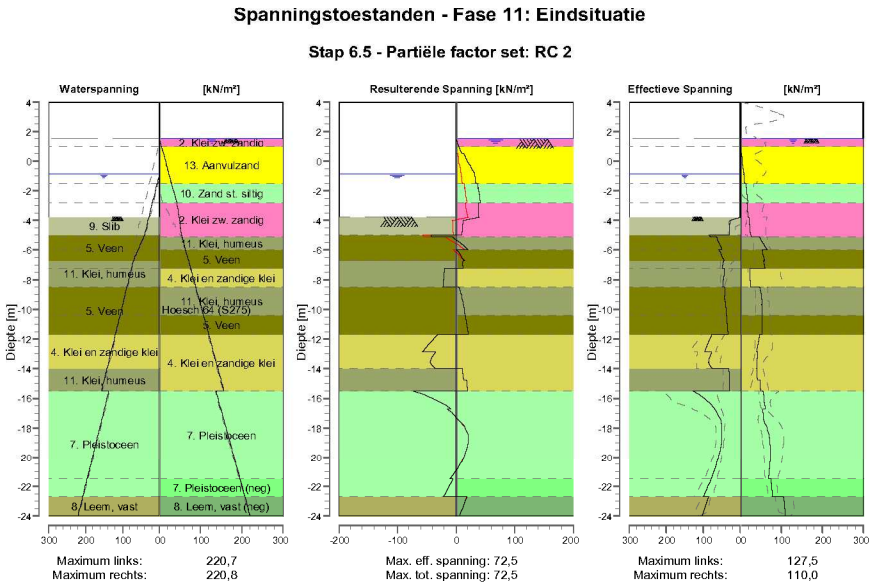



### 16.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,01 | 0,05 | -29,1 |
| 1 | 3,25 | 0,03 | 0,05 | -37,8 |
| 2 | 3,25 | 0,04 | 0,66 | -37,8 |
| 2 | 2,50 | 0,53 | 0,66 | -46,5 |
| 3 | 2,50 | 0,44 | 0,00 | -46,5 |
| 3 | 2,00 | 0,44 | 0,00 | -52,3 |
| 4 | 2,00 | 0,44 | 0,01 | -52,3 |
| 4 | 1,50 | 0,44 | 0,01 | -58,1 |
| 5 | 1,50 | 0,44 | 0,03 | -58,1 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 1,24 | 0,48 | 0,36 | -61,1 |
| 6 | 1,24 | 0,48 | 0,37 | -61,1 |
| 6 | 1,00 | 0,67 | 1,26 | -63,9 |
| 7 | 1,00 | 0,67 | **-116,92** | -63,9 |
| 7 | 0,50 | -56,97 | -113,24 | -69,7 |
| 8 | 0,50 | -56,98 | -113,23 | -69,7 |
| 8 | -0,27 | -139,25 | -99,22 | -78,2 |
| 9 | -0,27 | -139,24 | -99,20 | -78,2 |
| 9 | -0,80 | -188,12 | -84,66 | -83,5 |
| 10 | -0,80 | -188,12 | -84,60 | -83,5 |
| 10 | -0,85 | -192,31 | -83,00 | -83,9 |
| 11 | -0,85 | -192,31 | -83,02 | -83,9 |
| 11 | -1,50 | -239,37 | -61,56 | -89,5 |
| 12 | -1,50 | -239,37 | -61,57 | -89,5 |
| 12 | -1,80 | -256,15 | -50,28 | -91,6 |
| 13 | -1,80 | -256,16 | -50,17 | -91,6 |
| 13 | -2,80 | **-286,68** | -10,23 | -96,6 |
| 14 | -2,80 | **-286,68** | -10,23 | -96,6 |
| 14 | -3,75 | -278,88 | 26,54 | **-98,1** |
| 15 | -3,75 | -278,88 | 26,51 | **-98,1** |
| 15 | -5,00 | -232,76 | 43,64 | -95,6 |
| 16 | -5,00 | -232,76 | 43,65 | -95,6 |
| 16 | -5,10 | -228,61 | 39,39 | -95,2 |
| 17 | -5,10 | -228,61 | 39,39 | -95,2 |
| 17 | -6,00 | -191,78 | 46,57 | -90,2 |
| 18 | -6,00 | -191,78 | 46,57 | -90,2 |
| 18 | -6,70 | -157,73 | 52,27 | -85,1 |
| 19 | -6,70 | -157,73 | 52,27 | -85,1 |
| 19 | -7,25 | -127,21 | 58,74 | -80,3 |
| 20 | -7,25 | -127,21 | 58,76 | -80,3 |
| 20 | -8,50 | -69,76 | 32,57 | -68,0 |
| 21 | -8,50 | -69,76 | 32,58 | -68,0 |
| 21 | -9,45 | -35,39 | 40,83 | -57,7 |
| 22 | -9,45 | -35,38 | 40,84 | -57,7 |
| 22 | -10,40 | 9,37 | 53,84 | -47,0 |
| 23 | -10,40 | 9,37 | 53,83 | -47,0 |
| 23 | -11,70 | 94,06 | 77,59 | -32,6 |
| 24 | -11,70 | 94,04 | 77,42 | -32,6 |
| 24 | -12,85 | 156,46 | 26,05 | -21,5 |
| 25 | -12,85 | 156,50 | 25,92 | -21,5 |
| 25 | -14,00 | 159,73 | -20,79 | -12,8 |
| 26 | -14,00 | 159,70 | -20,95 | -12,8 |
| 26 | -14,75 | 147,18 | -12,08 | -8,5 |
| 27 | -14,75 | 147,18 | -12,16 | -8,5 |
| 27 | -15,50 | 143,33 | 2,15 | -5,3 |
| 28 | -15,50 | 143,31 | 2,22 | -5,3 |
| 28 | -16,70 | 111,97 | -41,65 | -2,1 |
| 29 | -16,70 | 111,93 | -41,77 | -2,1 |
| 29 | -17,90 | 58,76 | -41,34 | -0,9 |
| 30 | -17,90 | 58,76 | -41,20 | -0,9 |
| 30 | -19,10 | 22,31 | -18,25 | -0,7 |
| 31 | -19,10 | 22,32 | -18,19 | -0,7 |
| 31 | -20,30 | 12,94 | 0,49 | -1,0 |
| 32 | -20,30 | 12,94 | 0,53 | -1,0 |
| 32 | -21,50 | 15,73 | 0,18 | -1,5 |
| 33 | -21,50 | 15,73 | 0,22 | -1,5 |
| 33 | -22,70 | 8,43 | -15,70 | -2,3 |
| 34 | -22,70 | 8,44 | -15,68 | -2,3 |
| 34 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -3,3 |
| Max | | **-286,68** | **-116,92** | **-98,1** |
| Max incl. tussenknopen | | -287,92 | -116,92 | -98,1 |

### 16.8.3 Grafieken van Spanningen




### 16.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 1 | 3,25 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 3,25 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 2,55 | A | |
| 6 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 2,55 | A | |
| 6 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 4,91 | A | |
| 7 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 4,91 | A | |
| 7 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 9,81 | A | |
| 8 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 3,59 | 9,81 | A | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 5,63 | 17,36 | A | |
| 9 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 6,67 | 17,36 | A | |
| 9 | -0,80 | 0,00 | 0,00 | - | | 8,26 | 22,56 | A | |
| 10 | -0,80 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,07 | 22,56 | A | |
| 10 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,24 | 23,05 | A | |
| 11 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 8,95 | 23,05 | A | |
| 11 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 10,96 | 29,43 | A | |
| 12 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 13,99 | 29,43 | A | |
| 12 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 15,16 | 32,37 | A | |
| 13 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 14,99 | 32,37 | A | |
| 13 | -2,80 | 0,00 | 19,13 | - | | 18,78 | 42,18 | A | |
| 14 | -2,80 | 0,00 | 19,13 | - | | 15,98 | 42,18 | A | |
| 14 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | - | | 19,35 | 47,45 | A | |
| 15 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | P | | 20,76 | 47,45 | A | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | -5,00 | 29,83 | 40,71 | 3 | 92 | 25,46 | 54,39 | A | |
| 16 | -5,00 | 82,66 | 40,71 | 2 | 75 | 26,13 | 54,39 | A | |
| 16 | -5,10 | 81,46 | 42,47 | 2 | 76 | 26,51 | 54,95 | A | |
| 17 | -5,10 | 64,50 | 42,47 | 3 | 81 | 46,30 | 54,95 | 1 | |
| 17 | -6,00 | 49,83 | 58,29 | 3 | 92 | 65,15 | 63,77 | 1 | |
| 18 | -6,00 | 57,73 | 58,29 | 3 | 87 | 53,05 | 63,77 | 1 | |
| 18 | -6,70 | 42,48 | 70,59 | P | | 58,57 | 70,64 | 1 | |
| 19 | -6,70 | 44,86 | 70,59 | P | | 56,66 | 70,64 | 1 | |
| 19 | -7,25 | 48,75 | 75,98 | 3 | 98 | 60,86 | 76,04 | 1 | |
| 20 | -7,25 | 42,63 | 75,98 | 3 | 99 | 23,01 | 76,04 | A | |
| 20 | -8,50 | 47,92 | 88,25 | 3 | 90 | 25,45 | 88,30 | A | |
| 21 | -8,50 | 41,56 | 88,25 | 3 | 87 | 46,33 | 88,30 | 1 | |
| 21 | -9,45 | 41,56 | 97,57 | 3 | 84 | 52,56 | 97,62 | 1 | |
| 22 | -9,45 | 40,26 | 97,57 | 3 | 86 | 52,77 | 97,62 | 1 | |
| 22 | -10,40 | 37,70 | 106,89 | 2 | 77 | 52,90 | 106,94 | 1 | |
| 23 | -10,40 | 37,75 | 106,89 | 2 | 76 | 53,30 | 106,94 | 1 | |
| 23 | -11,70 | 32,94 | 119,64 | 2 | 62 | 53,77 | 119,69 | 1 | |
| 24 | -11,70 | 77,90 | 119,64 | 2 | 61 | 46,82 | 119,69 | 1 | |
| 24 | -12,85 | 97,15 | 130,92 | 2 | 51 | 39,48 | 130,97 | 1 | |
| 25 | -12,85 | 78,01 | 130,92 | 2 | 60 | 42,93 | 130,97 | 1 | |
| 25 | -14,00 | 74,98 | 142,20 | 1 | 43 | 39,78 | 142,25 | 1 | |
| 26 | -14,00 | 30,29 | 142,20 | 2 | 60 | 41,01 | 142,25 | 1 | |
| 26 | -14,75 | 28,91 | 149,56 | 2 | 54 | 41,97 | 149,61 | 1 | |
| 27 | -14,75 | 29,93 | 149,56 | 2 | 53 | 47,93 | 149,61 | 1 | |
| 27 | -15,50 | 29,86 | 156,92 | 2 | 50 | 49,67 | 156,97 | 1 | |
| 28 | -15,50 | 127,48 | 137,32 | 1 | 39 | 54,97 | 137,37 | 1 | |
| 28 | -16,70 | 68,55 | 149,09 | 1 | 17 | 60,17 | 149,14 | 1 | |
| 29 | -16,70 | 69,36 | 149,09 | 1 | 19 | 54,60 | 149,14 | 1 | |
| 29 | -17,90 | 49,61 | 160,86 | 1 | 11 | 63,60 | 160,91 | 1 | |
| 30 | -17,90 | 50,29 | 160,86 | 1 | 12 | 64,36 | 160,91 | 1 | |
| 30 | -19,10 | 51,98 | 172,63 | 1 | 11 | 72,44 | 172,69 | 1 | |
| 31 | -19,10 | 52,57 | 172,63 | 1 | 11 | 72,32 | 172,69 | 1 | |
| 31 | -20,30 | 63,07 | 184,40 | 1 | 12 | 72,56 | 184,46 | 1 | |
| 32 | -20,30 | 63,59 | 184,40 | 1 | 12 | 72,45 | 184,46 | 1 | |
| 32 | -21,50 | 79,13 | 196,18 | 1 | 13 | 68,78 | 196,23 | 1 | |
| 33 | -21,50 | 79,58 | 196,18 | 1 | 13 | 74,16 | 196,23 | A | |
| 33 | -22,70 | 100,44 | 207,95 | 1 | 15 | 78,45 | 208,00 | A | |
| 34 | -22,70 | 86,86 | 207,95 | 1 | 16 | 105,07 | 208,00 | 1 | |
| 34 | -24,00 | 104,25 | 220,70 | 1 | 17 | 109,99 | 220,75 | 1 | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 16.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1198,5 | 1192,1 |
| Water | 2701,7 | 2826,4 |
| Totaal | 3900,2 | 4018,5 |

| Beschouwd als passieve zijde | Links |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 5116,36 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1198,53 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 23,4 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 1,00 m |
| Maximale passieve moment | 100526,64 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 19431,09 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 19,3 % |

### 16.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -158,72 |
| Verticale kracht passief | 304,56 |
| Verticale anker kracht * | -91,02 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 54,82 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 40,77 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -158,72 |
| Verticale kracht passief | 304,56 |
| Verticale anker kracht | -91,02 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 54,82 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 16.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 2,50 | 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| -5,00 | 5. Veen | 0,00 | 1,00 | 13. Aanvulzand | -5,75 |
| -6,70 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -1,50 | 10. Zand st. siltig | -6,38 |
| -8,50 | 5. Veen | 0,00 | -2,80 | 2. Klei zw. zandig | -9,65 |
| -11,70 | 4. Klei en zandi... | 63,24 | -5,10 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -14,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -6,00 | 5. Veen | 0,00 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 200,26 | -7,25 | 4. Klei en zandi... | -9,84 |
| -22,70 | 8. Leem, vast | 41,06 | -8,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| | | | -10,40 | 5. Veen | 0,00 |
| | | | -11,70 | 4. Klei en zandi... | -53,30 |
| | | | -15,50 | 7. Pleistoceen | -156,47 |
| | | | -21,50 | 7. Pleistoceen (... | 36,44 |
| | | | -22,70 | 8. Leem, vast (n... | 46,23 |

### 16.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 1,00 | 2,100E+08 | 144,26 | Elastisch | Rechts | Anker |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-4:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 4*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 14-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 15:42:07 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 14-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 15:31:57 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 4 |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 4 |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 4
2.1 Overzicht per Fase en Toets 4
2.2 Steunpunten 5
2.3 Ankers en Stempels 5
2.4 Totale Stabiliteit per Fase 6
2.5 Waarschuwingen 6
2.6 CUR Verificatie Stappen 7
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 8
3.1 Algemene Invoergegevens 8
3.2 Damwandeigenschappen 8
3.2.1 Algemene Eigenschappen 8
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 8
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 8
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 8
3.3 Rekenopties 8
4 Overzicht Fase 1: O-situatie 17
5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers 18
6 Overzicht Fase 3: Aanbrengen tent 19
7 Overzicht Fase 4: Afgraven toplaag 20
8 Overzicht Fase 5: Ontlasten damwand 21
9 Overzicht Fase 6: Verwijderen bestaande ankers 22
10 Overzicht Fase 7: Saneren met gem. HW 23
11 Overzicht Fase 8: Aanvulling 1 24
12 Overzicht Fase 9: Afspannen anker 1 25
13 Overzicht Fase 10: Afwerken mv op +4,00 26
14 Overzicht Fase 11: Eindsituatie 27
15 Totale Stabiliteit Fase 11: Eindsituatie 28
15.1 Totale Stabiliteit 28
16 Stap 6.5 Fase 11: Eindsituatie 29
16.1 Algemene Invoergegevens 29
16.2 Invoergegevens Links 29
16.2.1 Berekeningsmethode 29
16.2.2 Waterniveau 29
16.2.3 Maaiveld 29
16.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85 29
16.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 30
16.2.6 Bovenbelastingen 30
16.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 31
16.4 Berekende Kracht per Laag - Links 31
16.5 Invoergegevens Rechts 31
16.5.1 Berekeningsmethode 31
16.5.2 Waterniveau 31
16.5.3 Maaiveld 31
16.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (LZ) +1,50 (A) 31
16.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 32
16.5.6 Ankers 33
16.5.7 Bovenbelastingen 33
16.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 33
16.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 34
16.8 Berekeningsresultaten 34
16.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 34
16.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 35
16.8.3 Grafieken van Spanningen 36
16.8.4 Spanningen 36
16.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 37
16.8.6 Verticaal Evenwicht 38
16.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 38
16.8.8 Ankers/Stempels 38
17 Overzicht Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht 39
18 Totale Stabiliteit Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht 40
18.1 Totale Stabiliteit 40
19 Stap 6.5 Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht 41

19.1 Algemene Invoergegevens 41
19.1.1 Horizontale Belastingen 41
19.2 Invoergegevens Links 41
19.2.1 Berekeningsmethode 41
19.2.2 Waterniveau 41
19.2.3 Maaiveld 41
19.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85 41
19.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 42
19.2.6 Bovenbelastingen 43
19.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 43
19.4 Berekende Kracht per Laag - Links 43
19.5 Invoergegevens Rechts 43
19.5.1 Berekeningsmethode 43
19.5.2 Waterniveau 43
19.5.3 Maaiveld 44
19.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (LZ) +1,50 (A) 44
19.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 45
19.5.6 Ankers 45
19.5.7 Bovenbelastingen 45
19.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 45
19.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 46
19.8 Berekeningsresultaten 46
19.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 47
19.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 47
19.8.3 Grafieken van Spanningen 49
19.8.4 Spanningen 49
19.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 50
19.8.6 Verticaal Evenwicht 50
19.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 51
19.8.8 Ankers/Stempels 51

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -415,58 | -165,10 | 23,7 | 27,9 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -350,56 | -149,30 | 23,7 | 28,3 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -56,6 | -270,01 | -122,74 | 18,1 | 21,5 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -324,01 | -147,28 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -389,23 | -160,69 | 0,0 | 28,1 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -363,42 | -154,90 | 0,0 | 28,1 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -56,6 | -270,01 | -122,74 | 0,0 | 21,5 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -324,01 | -147,28 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | **-452,82** | **-185,59** | 0,0 | 29,0 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -413,38 | -176,89 | 0,0 | **29,1** | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-67,5** | -309,43 | -138,81 | 0,0 | 22,4 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -371,32 | -166,57 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -321,06 | -141,23 | 0,0 | 26,5 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -315,98 | -149,44 | 0,0 | 26,5 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -64,6 | -317,47 | -148,24 | 0,0 | 21,6 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -380,97 | -177,89 | | | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -136,39 | 52,64 | 0,0 | 25,5 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -196,81 | 49,03 | 0,0 | 25,4 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -41,0 | -176,77 | 51,73 | 0,0 | 20,7 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -212,12 | 62,08 | | | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -176,96 | 57,13 | 21,6 | 25,2 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -164,74 | 53,92 | 21,6 | 25,2 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -43,2 | -157,48 | 49,48 | 17,5 | 20,7 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -188,98 | 59,37 | | | |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | 169,20 | 58,25 | 16,5 | 19,2 | Voldoet |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -91,73 | -54,37 | 16,4 | 19,0 | Voldoet niet |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -12,1 | -27,59 | -23,33 | 13,3 | 16,4 | Voldoet |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -33,11 | -27,99 | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -107,48 | 53,44 | 18,5 | 21,5 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -60,19 | 34,21 | 18,5 | 21,5 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -24,6 | -61,59 | 35,04 | 14,8 | 17,5 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -73,91 | 42,05 | | | |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -221,50 | -102,38 | 18,4 | 21,4 | Voldoet |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -217,37 | -102,38 | 18,4 | 21,5 | Voldoet |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 | 40,8 | -228,68 | -108,38 | 14,7 | 17,4 | Voldoet niet |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -274,42 | -130,06 | | | |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -322,62 | -120,26 | 21,3 | 25,0 | Voldoet |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -295,37 | -113,56 | 21,3 | 25,1 | Voldoet |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -45,8 | -253,50 | -99,52 | 17,2 | 20,6 | Omhoog |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -304,20 | -119,43 | | | |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -406,19 | -144,85 | **24,5** | 29,0 | Voldoet |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -384,09 | -140,06 | 24,4 | 29,0 | Voldoet |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -52,8 | -289,27 | -111,85 | 18,1 | 21,8 | Omhoog |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -347,12 | -134,22 | | | |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -360,71 | -148,52 | 24,4 | 28,9 | Voldoet |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -344,94 | -145,21 | 24,4 | 28,9 | Voldoet |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -52,9 | -265,84 | -116,09 | 18,1 | 21,8 | Voldoet |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -319,01 | -139,30 | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max | | **-67,5** | **-452,82** | **-185,59** | **24,5** | **29,1** | Voldoet niet |

## 2.2 Steunpunten

| Fase nr. | Verificatie type | Steunpunt Verankering | |
|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **-58,24** | - |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | -37,83 | - |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | -25,85 | - |
| Max | | **-58,24** | **-** |

## 2.3 Ankers en Stempels

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 212,71 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 188,66 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 187,62 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 202,23 | Elastisch | 15,25 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 196,07 | Elastisch | 13,23 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 187,62 | Elastisch | - | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **238,64** | Elastisch | 27,22 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 228,29 | Elastisch | 23,82 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 213,89 | Elastisch | 8,63 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 141,63 | Elastisch | - | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 149,86 | Elastisch | - | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 171,19 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 37,99 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 49,80 | Elastisch | - | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 51,50 | Elastisch | - | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 55,54 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 51,90 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 56,94 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 34,83 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 23,87 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 9,89 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 125,00 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 125,00 | Elastisch |
| 9 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 150,00 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 162,20 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 152,44 | Elastisch |
| 10 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 164,11 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 196,22 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 190,37 | Elastisch |
| 11 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 182,80 | Elastisch |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | **239,15** | Elastisch |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 235,12 | Elastisch |
| 12 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 219,77 | Elastisch |
| Max | | **238,64** | | **239,15** | |

Door vermenigvuldiging van een representatieve waarde kan de kracht groter worden dan de knik of vloeikracht.

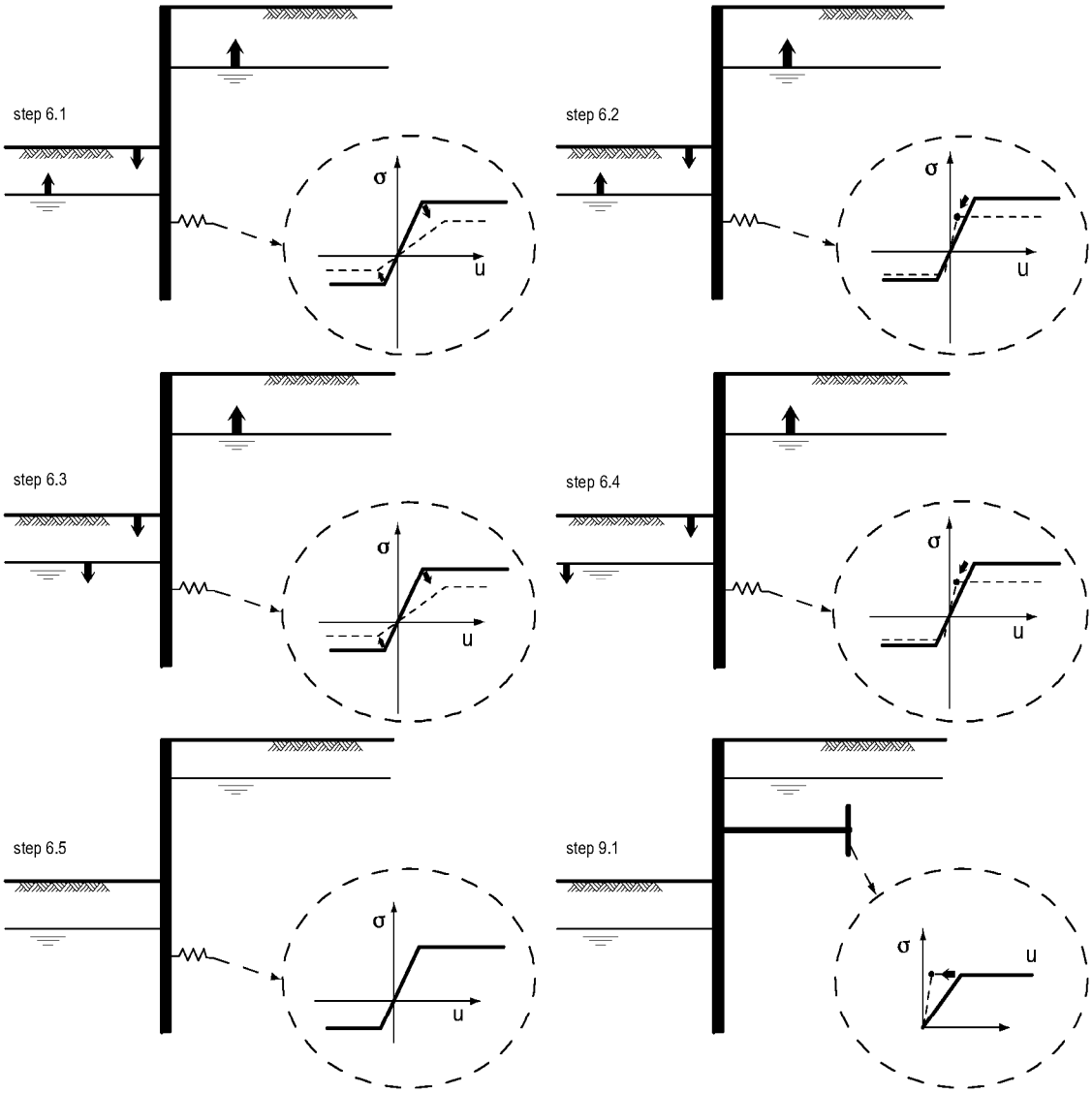
## 2.4 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| O-situatie | 2,81 |
| Aanbrengen ankers | 2,81 |
| Aanbrengen tent | 2,80 |
| Afgraven toplaag | 2,85 |
| Ontlasten damwand | 2,89 |
| Verwijderen bestaande ankers | 2,89 |
| Saneren met gem. HW | 39,92 |
| Aanvulling 1 | 5,42 |
| Afspannen anker 1 | 5,55 |
| Afwerken mv op +4,00 | 3,42 |
| Eindsituatie | 2,89 |
| Eindsituatie + bolderkracht | 2,88 |

## 2.5 Waarschuwingen

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 3 (WZ) -0,27
- BP 3 (LZ) +1,50 (S)
- BP 3 (LZ) -1,80 (S)
- BP 3 (WZ) +1,24
- BP 3 (LZ) -1,80 (A)
- BP 3 (LZ) +1,50 (A)
- BP 3 (WZ) -0,85

## 2.6 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 12 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,45 | 203,00 |

## 3.3 Rekenopties

| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 1: O-situatie |

| | |
|---|---|
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 2: Aanbrengen ankers |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |

| | |
|---|---|
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 3: Aanbrengen tent |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 4: Afgraven toplaag |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |

| | |
|---|---|
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 5: Ontlasten damwand |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 6: Verwijderen bestaande ankers |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 7: Saneren met gem. HW |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 8: Aanvulling 1 |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 9: Afspannen anker 1 |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |

| | |
|---|---|
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 10: Afwerken mv op +4,00 |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |

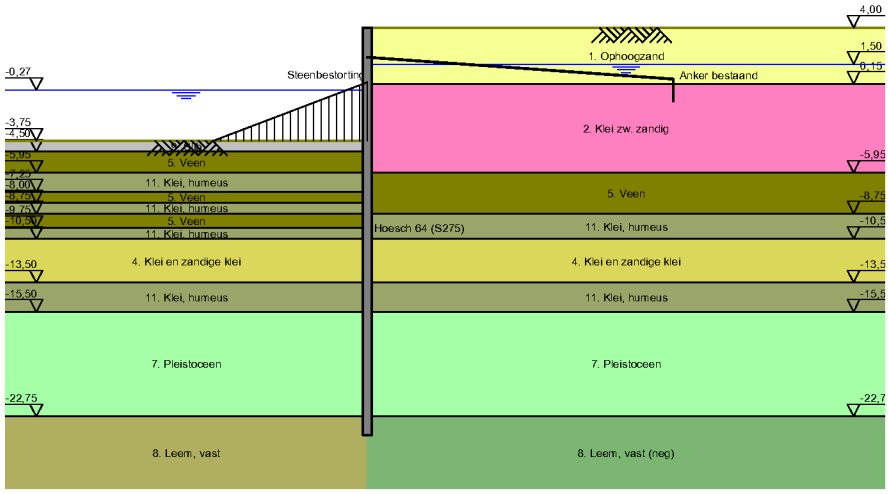
| | |
|---|---|
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 11: Eindsituatie |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 12: Eindsituatie + bolderkracht |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |

| | |
|---|---|
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

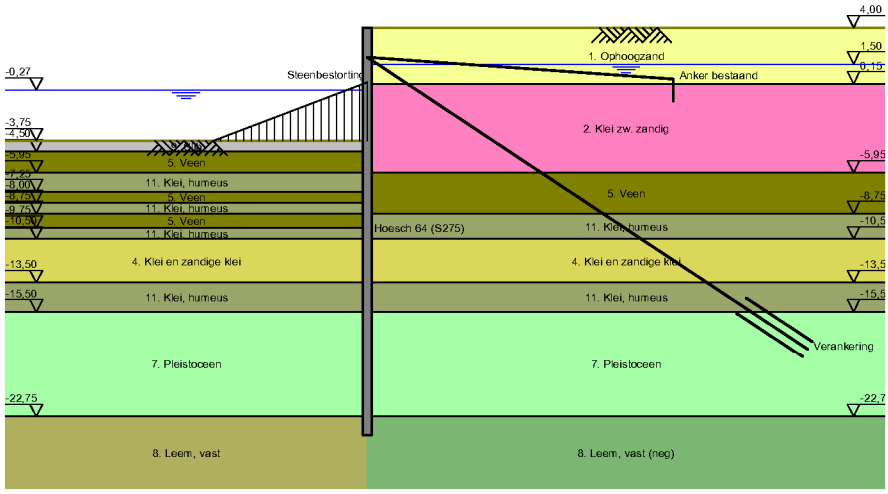
# 4 Overzicht Fase 1: O-situatie

**Overzicht - Fase 1: O-situatie**



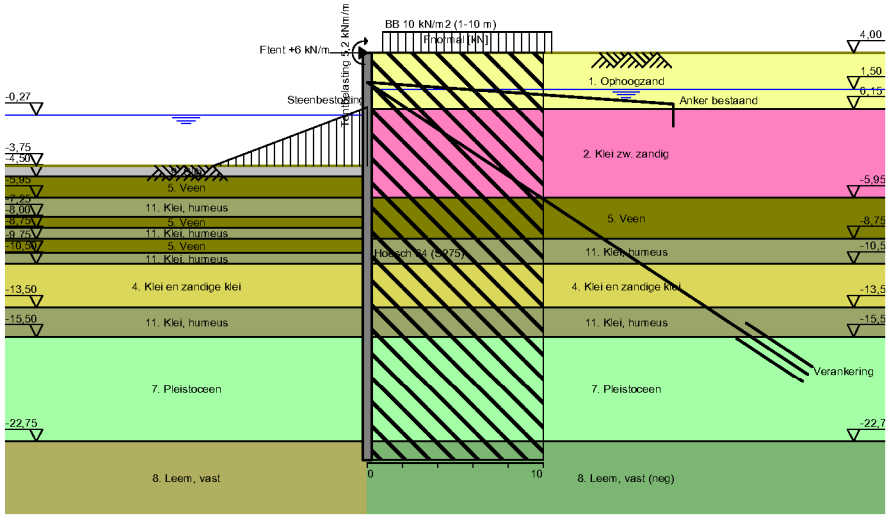
# 5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers

**Overzicht - Fase 2: Aanbrengen ankers**



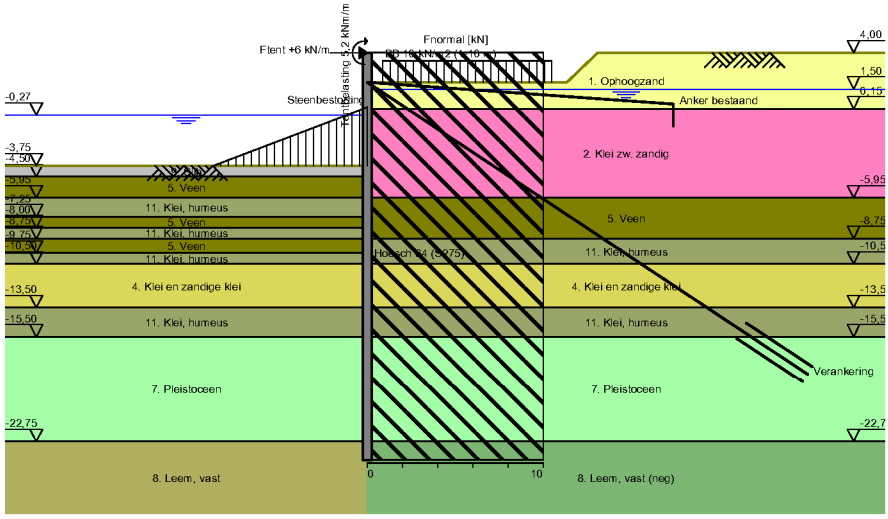
# 6 Overzicht Fase 3: Aanbrengen tent

**Overzicht - Fase 3: Aanbrengen tent**



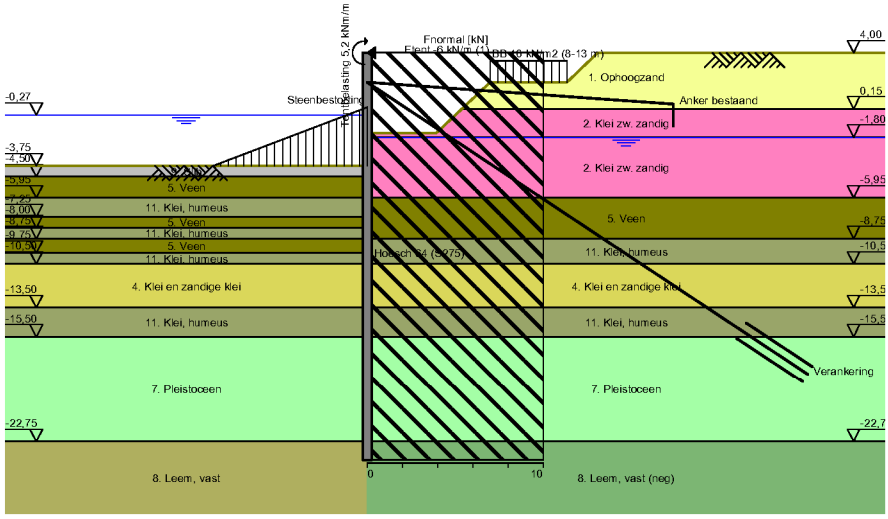
# 7 Overzicht Fase 4: Afgraven toplaag

**Overzicht - Fase 4: Afgraven toplaag**



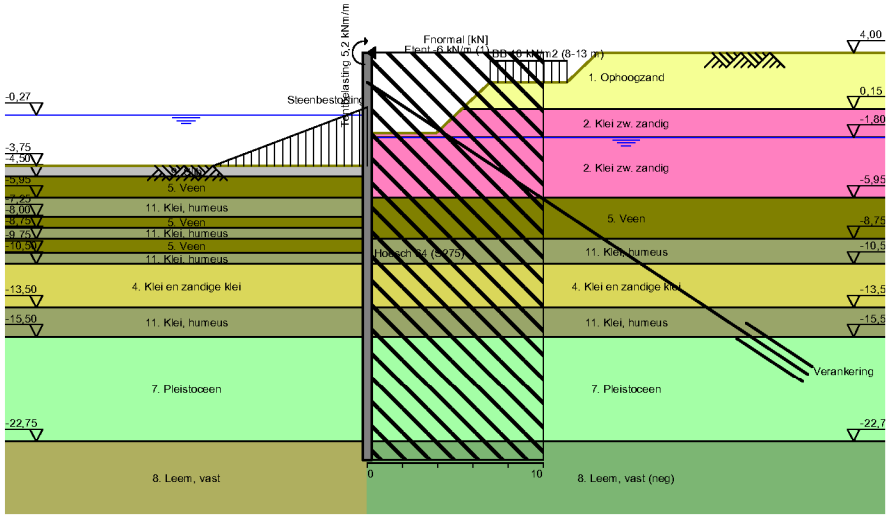
# 8 Overzicht Fase 5: Ontlasten damwand

**Overzicht - Fase 5: Ontlasten damwand**



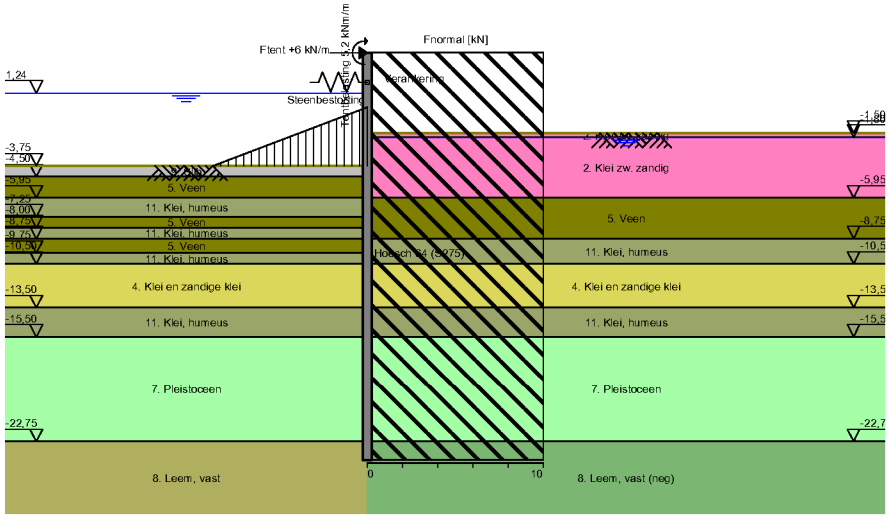
# 9 Overzicht Fase 6: Verwijderen bestaande ankers

**Overzicht - Fase 6: Verwijderen bestaande ankers**



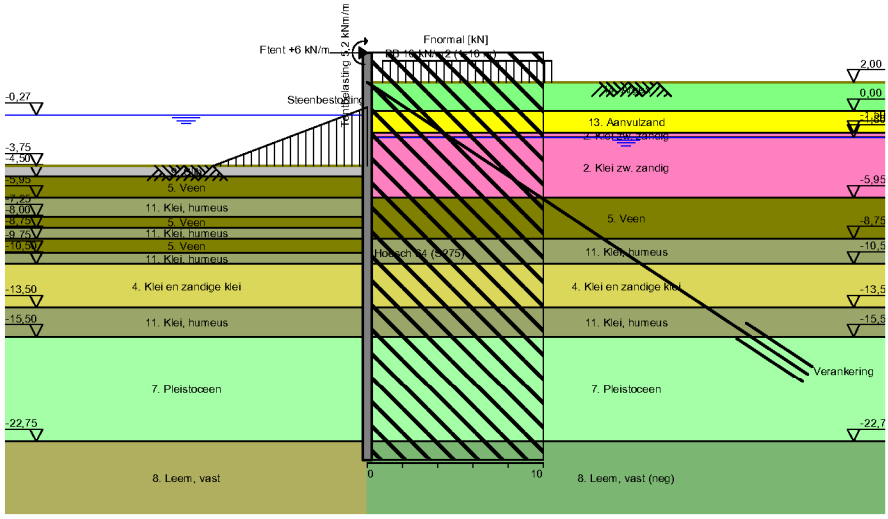
# 10 Overzicht Fase 7: Saneren met gem. HW

**Overzicht - Fase 7: Saneren met gem. HW**



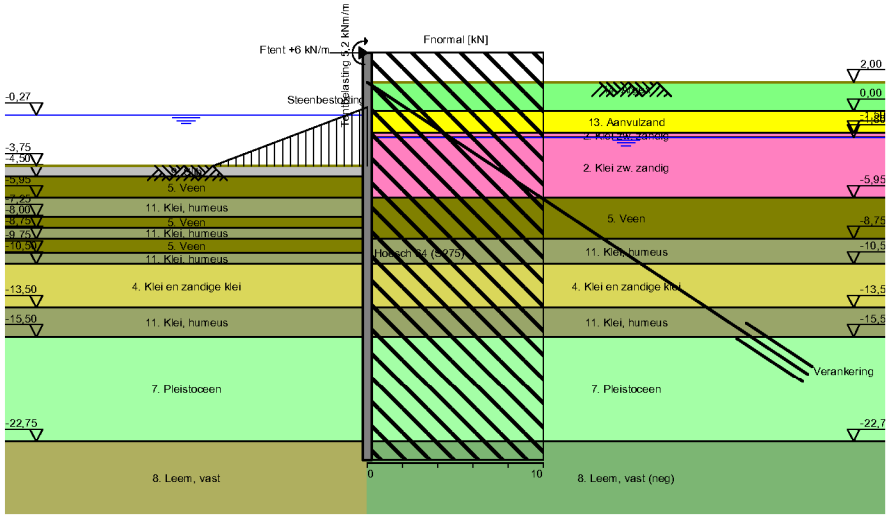
# 11 Overzicht Fase 8: Aanvulling 1

**Overzicht - Fase 8: Aanvulling 1**



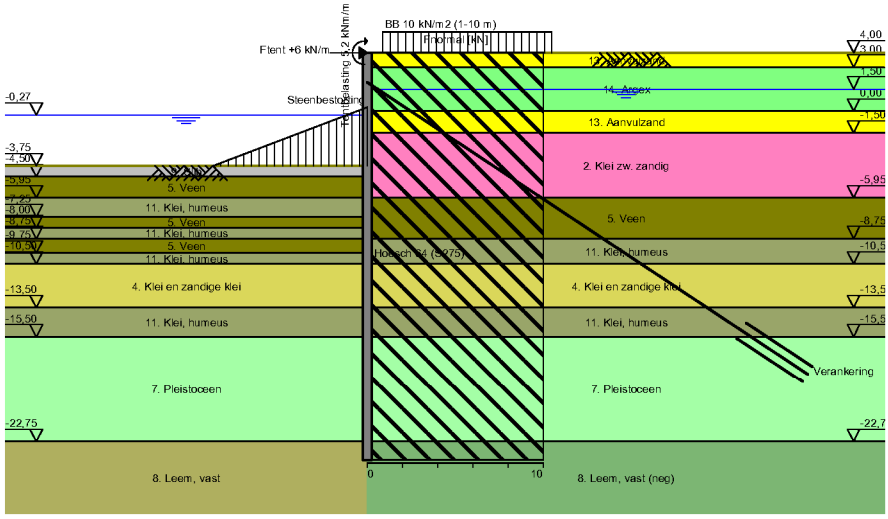
# 12 Overzicht Fase 9: Afspannen anker 1

**Overzicht - Fase 9: Afspannen anker 1**



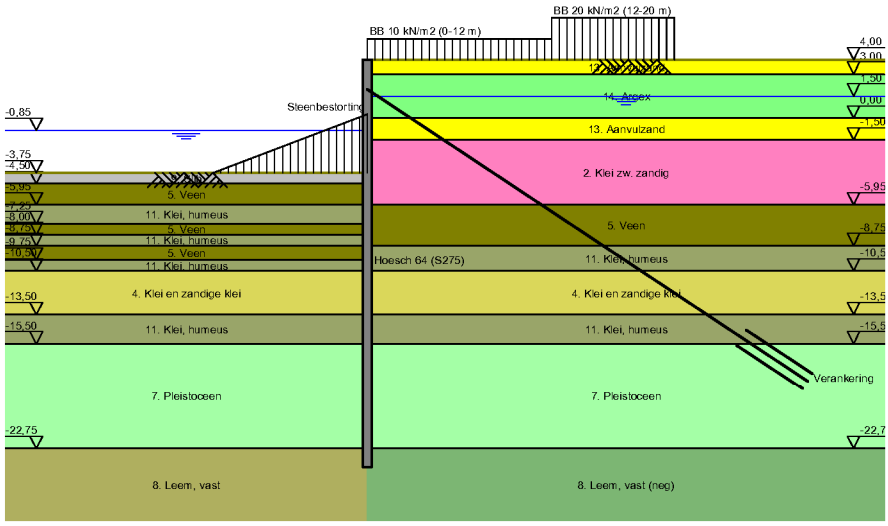
# 13 Overzicht Fase 10: Afwerken mv op +4,00

**Overzicht - Fase 10: Afwerken mv op +4,00**



# 14 Overzicht Fase 11: Eindsituatie

**Overzicht - Fase 11: Eindsituatie**

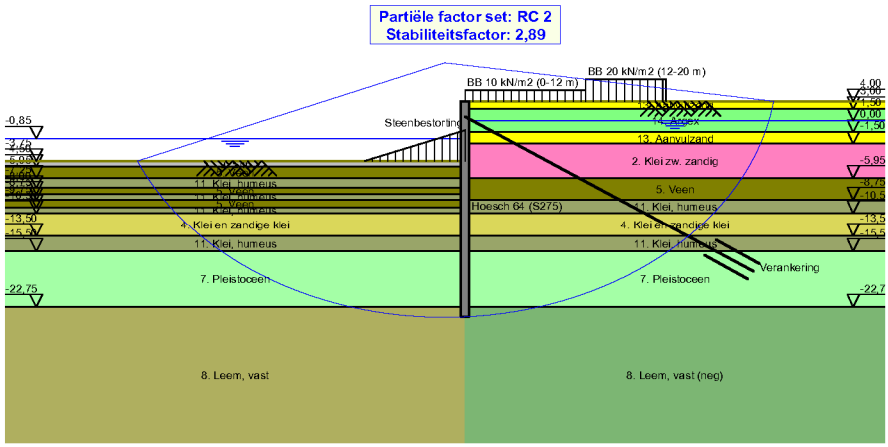


# 15 Totale Stabiliteit Fase 11: Eindsituatie

Stabiliteitsfactor : 2,89

## 15.1 Totale Stabiliteit

**Totale Stabiliteit - Fase 11: Eindsituatie**



# 16 Stap 6.5 Fase 11: Eindsituatie

## 16.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

## 16.2 Invoergegevens Links

### 16.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 16.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 16.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -3,75 |

### 16.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -4,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 5. Veen | -8,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -3,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -8,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 16.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 2500,00 | 2500,00 |

### 16.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 28,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 10,00 | 0,00 | | |

## 16.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | -4,13 | 15,2 | 49,8 | 0,53 | 0,82 | 1,75 |
| 2 | -4,86 | -12,2 | 80,4 | 0,00 | 0,65 | 3,13 |
| 3 | -5,59 | -3,5 | 67,6 | 0,00 | 0,68 | 3,55 |
| 4 | -6,60 | 0,0 | 59,7 | 0,00 | 0,55 | 3,57 |
| 5 | -7,63 | 0,0 | 55,9 | 0,00 | 0,38 | 3,14 |
| 6 | -8,38 | 0,0 | 51,5 | 0,00 | 0,30 | 2,78 |
| 7 | -9,25 | 0,0 | 49,1 | 0,00 | 0,24 | 2,54 |
| 8 | -10,13 | 0,0 | 52,4 | 0,00 | 0,26 | 2,60 |
| 9 | -11,00 | 0,0 | 173,2 | 0,00 | 0,28 | 7,25 |
| 10 | -12,00 | 0,0 | 164,6 | 0,00 | 0,33 | 5,49 |
| 11 | -13,00 | 0,0 | 168,2 | 0,00 | 0,37 | 4,65 |
| 12 | -14,00 | 0,0 | 42,2 | 0,00 | 0,55 | 1,04 |
| 13 | -15,00 | 0,0 | 54,4 | 0,00 | 0,57 | 1,27 |
| 14 | -16,10 | 0,0 | 416,2 | 0,00 | 0,40 | 6,00 |
| 15 | -17,31 | 0,0 | 469,5 | 0,00 | 0,41 | 5,81 |
| 16 | -18,52 | 0,0 | 500,0 | 0,00 | 0,42 | 5,41 |
| 17 | -19,73 | 0,0 | 550,5 | 0,00 | 0,42 | 5,29 |
| 18 | -20,94 | 0,0 | 622,3 | 0,00 | 0,43 | 5,37 |
| 19 | -22,15 | 23,4 | 694,1 | 0,18 | 0,43 | 5,44 |
| 20 | -23,38 | 39,3 | 592,9 | 0,28 | 0,51 | 4,22 |

## 16.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 28,88 |
| 5. Veen | 76,75 |
| 11. Klei, humeus | 66,21 |
| 5. Veen | 31,07 |
| 11. Klei, humeus | 30,84 |
| 5. Veen | 32,02 |
| 11. Klei, humeus | 25,95 |
| 4. Klei en zandige klei | 248,24 |
| 11. Klei, humeus | 56,46 |
| 7. Pleistoceen | 520,59 |
| 8. Leem, vast | 116,84 |

## 16.5 Invoergegevens Rechts

### 16.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 16.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 16.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 4,00 |

### 16.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht | |
|---|---|---|---|
| | | Onverz. [kN/m³] | Verz. [kN/m³] |
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 18,00 | 20,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 4,30 | 12,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 18,00 | 20,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -5,95 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 14. Argex | 3,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 5. Veen | -5,95 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 14. Argex | 3,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -5,95 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Wateroverspanning Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 14. Argex | 3,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | -9,80 |
| 5. Veen | -5,95 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 16.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Tak 2 Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 12000,00 | 12000,00 | 6000,00 | 6000,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 5. Veen | -5,95 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 3000,00 | 3000,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -5,95 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 2500,00 | 2500,00 |

### 16.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 7,700E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 16.5.7 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| BB 20 kN/m2 (12-20 m) | 12,00 | 20,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 20,00 | 20,00 | | |
| BB 10 kN/m2 (0-12 m) | 0,00 | 10,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 12,00 | 10,00 | | |

## 16.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | 3,50 | 4,8 | 110,9 | 0,25 | 0,72 | 5,84 |
| 2 | 2,50 | 8,4 | 173,1 | 0,28 | 0,63 | 5,74 |
| 3 | 1,75 | 9,3 | 191,5 | 0,28 | 0,60 | 5,74 |
| 4 | 1,37 | 9,7 | 199,3 | 0,28 | 0,59 | 5,73 |
| 5 | 0,69 | 10,1 | 207,8 | 0,28 | 0,58 | 5,73 |
| 6 | 0,07 | 10,5 | 215,9 | 0,28 | 0,57 | 5,74 |
| 7 | -0,14 | 9,8 | 238,8 | 0,25 | 0,53 | 6,09 |
| 8 | -0,56 | 10,9 | 294,0 | 0,25 | 0,52 | 6,75 |
| 9 | -1,18 | 12,4 | 354,4 | 0,25 | 0,51 | 7,11 |
| 10 | -1,65 | 15,5 | 246,3 | 0,28 | 0,63 | 4,51 |
| 11 | -2,29 | 17,9 | 222,4 | 0,30 | 0,62 | 3,67 |
| 12 | -3,26 | 21,6 | 204,3 | 0,31 | 0,61 | 2,92 |
| 13 | -4,13 | 24,8 | 227,0 | 0,32 | 0,61 | 2,91 |
| 14 | -4,86 | 27,5 | 237,7 | 0,32 | 0,61 | 2,80 |
| 15 | -5,59 | 30,3 | 242,1 | 0,33 | 0,60 | 2,63 |
| 16 | -6,60 | 33,1 | 160,4 | 0,34 | 0,75 | 1,66 |
| 17 | -7,63 | 34,3 | 158,9 | 0,35 | 0,75 | 1,62 |
| 18 | -8,38 | 35,2 | 173,3 | 0,35 | 0,74 | 1,74 |
| 19 | -9,25 | 36,6 | 197,9 | 0,36 | 0,74 | 1,95 |
| 20 | -10,13 | 38,5 | 204,0 | 0,37 | 0,74 | 1,95 |
| 21 | -11,00 | 27,8 | 488,3 | 0,25 | 0,52 | 4,47 |
| 22 | -12,00 | 32,1 | 518,2 | 0,28 | 0,52 | 4,45 |
| 23 | -13,00 | 34,6 | 550,5 | 0,28 | 0,52 | 4,46 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 24 | -14,00 | 57,0 | 251,5 | 0,44 | 0,74 | 1,96 |
| 25 | -15,00 | 59,0 | 262,5 | 0,45 | 0,74 | 1,99 |
| 26 | -16,10 | 41,0 | 961,1 | 0,26 | 0,45 | 6,05 |
| 27 | -17,31 | 45,2 | 1024,2 | 0,26 | 0,45 | 5,99 |
| 28 | -18,52 | 48,7 | 1006,0 | 0,27 | 0,45 | 5,49 |
| 29 | -19,73 | 51,9 | 1089,6 | 0,27 | 0,45 | 5,58 |
| 30 | -20,94 | 55,1 | 1220,6 | 0,27 | 0,45 | 5,88 |
| 31 | -22,15 | 59,7 | 1309,9 | 0,27 | 0,45 | 5,96 |
| 32 | -23,38 | 106,7 | 462,2 | 0,46 | 0,52 | 1,99 |

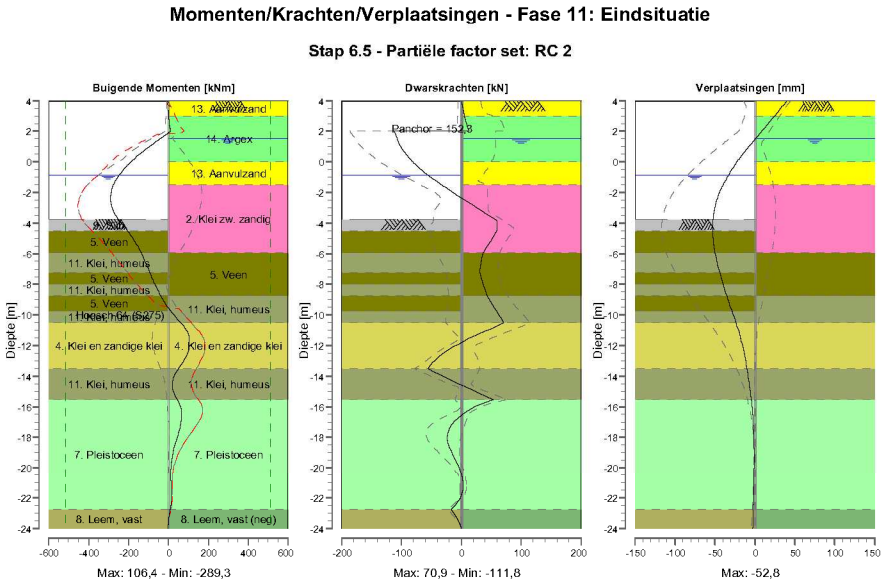
## 16.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,51 |
| 14. Argex | 28,20 |
| 13. Aanvulzand | 17,04 |
| 2. Klei zw. zandig | 103,64 |
| 5. Veen | 134,60 |
| 11. Klei, humeus | 85,88 |
| 4. Klei en zandige klei | 121,99 |
| 11. Klei, humeus | 164,89 |
| 7. Pleistoceen | 450,53 |
| 8. Leem, vast (neg) | 133,39 |

## 16.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

### 16.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

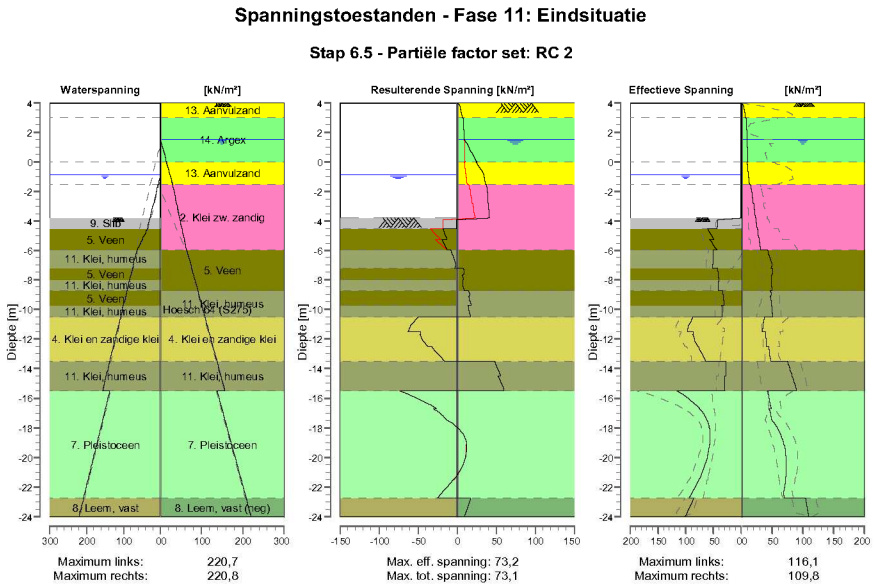


### 16.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,18 | 0,81 | 40,1 |
| 1 | 3,00 | 2,41 | 5,32 | 24,1 |
| 2 | 3,00 | 2,57 | 4,58 | 24,1 |
| 2 | 2,00 | 11,25 | 12,99 | 8,1 |
| 3 | 2,00 | 11,23 | **-111,85** | 8,1 |
| 3 | 1,50 | -43,54 | -107,19 | 0,1 |
| 4 | 1,50 | -43,54 | -107,18 | 0,1 |
| 4 | 1,24 | -71,05 | -104,33 | -4,0 |
| 5 | 1,24 | -71,05 | -104,35 | -4,0 |
| 5 | 0,15 | -175,22 | -84,72 | -20,4 |
| 6 | 0,15 | -175,21 | -84,70 | -20,4 |
| 6 | 0,00 | -187,65 | -81,03 | -22,5 |
| 7 | 0,00 | -187,65 | -81,02 | -22,5 |
| 7 | -0,27 | -208,60 | -74,05 | -26,1 |
| 8 | -0,27 | -208,61 | -74,01 | -26,1 |
| 8 | -0,85 | -246,51 | -55,99 | -33,3 |
| 9 | -0,85 | -246,52 | -55,90 | -33,3 |
| 9 | -1,50 | -275,41 | -32,82 | -40,1 |
| 10 | -1,50 | -275,40 | -32,75 | -40,1 |
| 10 | -1,80 | -283,50 | -21,27 | -42,7 |
| 11 | -1,80 | -283,50 | -21,29 | -42,7 |
| 11 | -2,77 | -285,65 | 16,96 | -49,2 |
| 12 | -2,77 | **-285,66** | 16,97 | -49,2 |
| 12 | -3,75 | -249,81 | 56,69 | -52,3 |
| 13 | -3,75 | -249,81 | 56,69 | -52,3 |
| 13 | -4,50 | -205,23 | 59,35 | **-52,8** |
| 14 | -4,50 | -205,23 | 59,35 | **-52,8** |
| 14 | -5,22 | -166,48 | 48,16 | -51,9 |
| 15 | -5,22 | -166,48 | 48,16 | -51,9 |
| 15 | -5,95 | -136,12 | 36,44 | -49,9 |
| 16 | -5,95 | -136,12 | 36,42 | -49,9 |
| 16 | -7,25 | -93,45 | 30,67 | -44,2 |
| 17 | -7,25 | -93,45 | 30,71 | -44,2 |
| 17 | -8,00 | -68,02 | 36,92 | -39,9 |
| 18 | -8,00 | -68,02 | 36,92 | -39,9 |
| 18 | -8,75 | -38,09 | 42,98 | -35,2 |
| 19 | -8,75 | -38,09 | 43,01 | -35,2 |
| 19 | -9,75 | 12,80 | 59,23 | -28,6 |
| 20 | -9,75 | 12,80 | 59,21 | -28,6 |
| 20 | -10,50 | 61,43 | 70,92 | -23,7 |
| 21 | -10,50 | 61,43 | 70,88 | -23,7 |
| 21 | -11,50 | 104,71 | 13,50 | -17,9 |
| 22 | -11,50 | 104,70 | 13,30 | -17,9 |
| 22 | -12,50 | 95,16 | -30,73 | -13,3 |
| 23 | -12,50 | 95,15 | -30,75 | -13,3 |
| 23 | -13,50 | 50,60 | -55,56 | -9,9 |
| 24 | -13,50 | 50,60 | -55,55 | -9,9 |
| 24 | -14,50 | 20,21 | -3,86 | -7,1 |
| 25 | -14,50 | 20,21 | -3,85 | -7,1 |
| 25 | -15,50 | 44,14 | 52,91 | -4,5 |
| 26 | -15,50 | 44,13 | 52,95 | -4,5 |
| 26 | -16,71 | 67,27 | -5,07 | -2,3 |
| 27 | -16,71 | 67,30 | -5,15 | -2,3 |
| 27 | -17,92 | 46,29 | -23,76 | -1,1 |
| 28 | -17,92 | 46,28 | -23,67 | -1,1 |
| 28 | -19,13 | 21,66 | -14,41 | -0,8 |
| 29 | -19,13 | 21,67 | -14,34 | -0,8 |
| 29 | -20,33 | 12,95 | -0,75 | -0,9 |
| 30 | -20,33 | 12,95 | -0,71 | -0,9 |
| 30 | -21,54 | 15,45 | 2,19 | -1,2 |
| 31 | -21,54 | 15,45 | 2,23 | -1,2 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 31 | -22,75 | 9,21 | -16,56 | -1,8 |
| 32 | -22,75 | 9,23 | -16,58 | -1,8 |
| 32 | -24,00 | 0,01 | 0,03 | -2,6 |
| Max | | **-285,66** | **-111,85** | **-52,8** |
| Max incl. tussenknopen | | -289,27 | -111,85 | -52,8 |

### 16.8.3 Grafieken van Spanningen




### 16.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 1 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,02 | 0,00 | A | |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,82 | 0,00 | A | |
| 2 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,78 | 2,55 | A | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,78 | 2,55 | A | |
| 5 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,46 | 13,24 | A | |
| 6 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,45 | 13,24 | A | |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,54 | 14,71 | A | |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,44 | 14,71 | A | |
| 7 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,13 | 17,36 | A | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,13 | 17,36 | A | |
| 8 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 11,62 | 23,05 | A | |
| 9 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 11,61 | 23,05 | A | |
| 9 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 13,28 | 29,43 | A | |
| 10 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 15,12 | 29,43 | A | |
| 10 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 15,92 | 31,71 | A | |
| 11 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 16,55 | 31,71 | A | |
| 11 | -2,77 | 0,00 | 18,88 | - | | 19,28 | 39,13 | A | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | -2,77 | 0,00 | 18,88 | - | | 20,14 | 39,13 | A | |
| 12 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | - | | 22,99 | 46,55 | A | |
| 13 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | P | | 23,66 | 46,55 | A | |
| 13 | -4,50 | 43,39 | 35,81 | 3 | 86 | 25,92 | 52,25 | A | |
| 14 | -4,50 | 60,38 | 35,81 | 2 | 66 | 26,43 | 52,25 | A | |
| 14 | -5,22 | 49,56 | 49,54 | 2 | 71 | 28,66 | 57,77 | A | |
| 15 | -5,22 | 57,01 | 49,54 | 2 | 72 | 29,13 | 57,77 | A | |
| 15 | -5,95 | 44,00 | 63,27 | 2 | 79 | 31,38 | 63,28 | A | |
| 16 | -5,95 | 50,45 | 63,27 | 3 | 90 | 42,32 | 63,28 | 1 | |
| 16 | -7,25 | 51,37 | 76,02 | 3 | 81 | 48,32 | 76,04 | 1 | |
| 17 | -7,25 | 42,21 | 76,02 | 2 | 76 | 50,02 | 76,04 | 1 | |
| 17 | -8,00 | 40,63 | 83,38 | 2 | 72 | 48,71 | 83,39 | 1 | |
| 18 | -8,00 | 40,67 | 83,38 | 3 | 82 | 48,49 | 83,39 | 1 | |
| 18 | -8,75 | 41,09 | 90,74 | 2 | 77 | 49,94 | 90,75 | 1 | |
| 19 | -8,75 | 33,21 | 90,74 | 2 | 68 | 47,37 | 90,75 | 1 | |
| 19 | -9,75 | 30,83 | 100,55 | 2 | 62 | 49,11 | 100,56 | 1 | |
| 20 | -9,75 | 35,20 | 100,55 | 2 | 70 | 48,97 | 100,56 | 1 | |
| 20 | -10,50 | 34,05 | 107,91 | 2 | 63 | 51,45 | 107,92 | 1 | |
| 21 | -10,50 | 87,24 | 107,91 | 2 | 58 | 37,23 | 107,92 | 1 | |
| 21 | -11,50 | 97,12 | 117,72 | 1 | 50 | 34,60 | 117,73 | 1 | |
| 22 | -11,50 | 85,92 | 117,72 | 2 | 58 | 39,56 | 117,73 | 1 | |
| 22 | -12,50 | 77,71 | 127,53 | 1 | 43 | 40,68 | 127,54 | 1 | |
| 23 | -12,50 | 77,46 | 127,53 | 2 | 50 | 44,93 | 127,54 | 1 | |
| 23 | -13,50 | 64,05 | 137,34 | 1 | 35 | 47,55 | 137,35 | 1 | |
| 24 | -13,50 | 27,10 | 137,34 | 2 | 66 | 74,60 | 137,35 | 1 | |
| 24 | -14,50 | 26,84 | 147,15 | 2 | 62 | 82,55 | 147,16 | 1 | |
| 25 | -14,50 | 29,46 | 147,15 | 2 | 56 | 82,54 | 147,16 | 1 | |
| 25 | -15,50 | 29,59 | 156,96 | 2 | 53 | 89,87 | 156,97 | 1 | |
| 26 | -15,50 | 116,07 | 137,32 | 1 | 30 | 42,88 | 137,37 | 1 | |
| 26 | -16,71 | 74,80 | 149,17 | 1 | 17 | 48,64 | 149,22 | 1 | |
| 27 | -16,71 | 75,69 | 149,17 | 1 | 17 | 45,40 | 149,22 | 1 | |
| 27 | -17,92 | 57,43 | 161,02 | 1 | 11 | 57,13 | 161,08 | 1 | |
| 28 | -17,92 | 58,22 | 161,02 | 1 | 12 | 57,19 | 161,08 | 1 | |
| 28 | -19,13 | 56,62 | 172,88 | 1 | 11 | 69,08 | 172,93 | 1 | |
| 29 | -19,13 | 57,31 | 172,88 | 1 | 11 | 69,17 | 172,93 | 1 | |
| 29 | -20,33 | 64,09 | 184,73 | 1 | 11 | 72,78 | 184,78 | 1 | |
| 30 | -20,33 | 64,70 | 184,73 | 1 | 11 | 72,88 | 184,78 | 1 | |
| 30 | -21,54 | 76,58 | 196,59 | 1 | 12 | 71,50 | 196,64 | 1 | |
| 31 | -21,54 | 77,12 | 196,59 | 1 | 12 | 71,61 | 196,64 | 1 | |
| 31 | -22,75 | 94,37 | 208,44 | 1 | 13 | 69,13 | 208,49 | 1 | |
| 32 | -22,75 | 86,13 | 208,44 | 1 | 15 | 103,78 | 208,49 | 1 | |
| 32 | -24,00 | 100,92 | 220,70 | 1 | 16 | 109,85 | 220,75 | A | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 16.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1233,9 | 1244,7 |
| Water | 2710,3 | 2824,2 |
| Totaal | 3944,2 | 4068,9 |

| Beschouwd als passieve zijde | Links |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 5661,71 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1233,86 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 21,8 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 2,00 m |
| Maximale passieve moment | 115441,55 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 20923,70 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 18,1 % |

### 16.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -214,36 |
| Verticale kracht passief | 326,47 |
| Verticale anker kracht * | -96,11 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 16,00 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 48,68 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -214,36 |
| Verticale kracht passief | 326,47 |
| Verticale anker kracht | -96,11 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 16,00 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 16.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

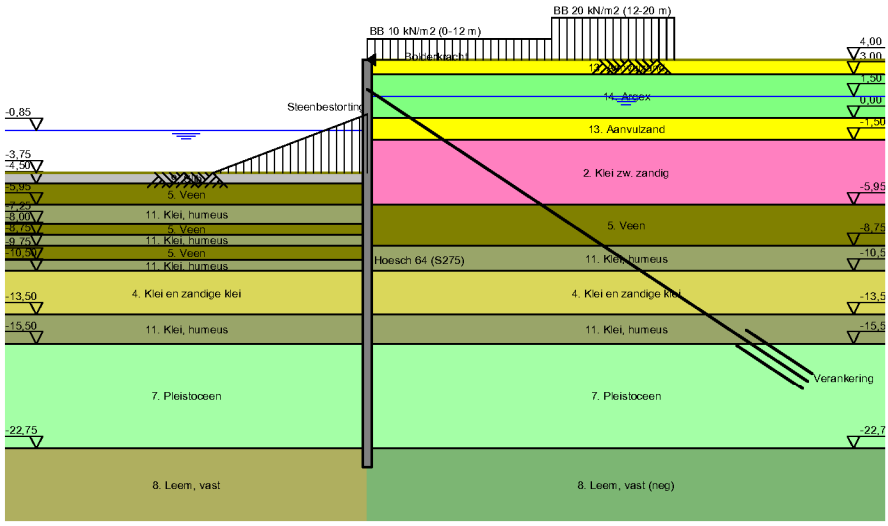
| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 4,00 | 13. Aanvulzand | -1,79 |
| -4,50 | 5. Veen | 0,00 | 3,00 | 14. Argex | -10,26 |
| -5,95 | 11. Klei, humeus | 0,00 | 0,00 | 13. Aanvulzand | -6,78 |
| -7,25 | 5. Veen | 0,00 | -1,50 | 2. Klei zw. zandig | -20,71 |
| -8,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -5,95 | 5. Veen | 0,00 |
| -8,75 | 5. Veen | 0,00 | -8,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -9,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -10,50 | 4. Klei en zandi... | -39,64 |
| -10,50 | 4. Klei en zandi... | 80,66 | -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -15,50 | 7. Pleistoceen | -179,29 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 207,17 | -22,75 | 8. Leem, vast (n... | 44,11 |
| -22,75 | 8. Leem, vast | 38,64 | | | |

### 16.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 152,34 | Elastisch | Rechts | Anker |

# 17 Overzicht Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht

**Overzicht - Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht**

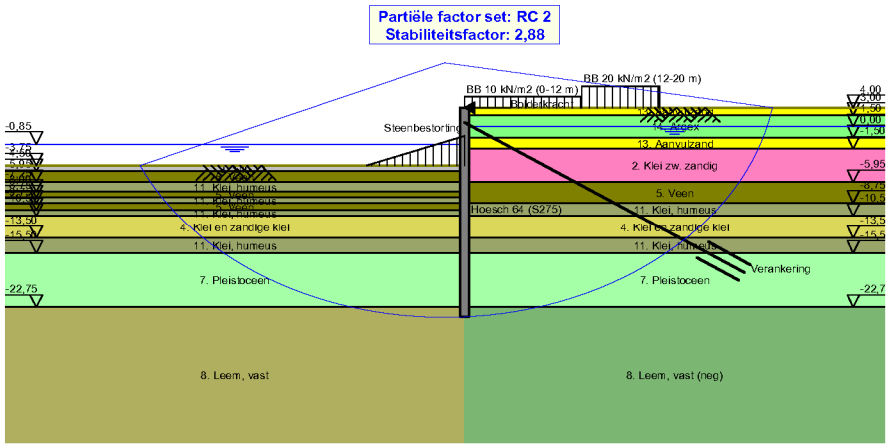


# 18 Totale Stabiliteit Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht

Stabiliteitsfactor : 2,88

## 18.1 Totale Stabiliteit

**Totale Stabiliteit - Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht**



# 19 Stap 6.5 Fase 12: Eindsituatie + bolderkracht

## 19.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

### 19.1.1 Horizontale Belastingen

| Naam | Niveau [m] | Belasting [kN/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Bolderkracht | 4,00 | -21,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |

## 19.2 Invoergegevens Links

### 19.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 19.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 19.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -3,75 |

### 19.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -4,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -8,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -3,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -8,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 19.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -22,75 | 2500,00 | 2500,00 |

### 19.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 28,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 10,00 | 0,00 | | |

## 19.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | -4,13 | 15,2 | 49,8 | 0,53 | 0,82 | 1,75 |
| 2 | -4,86 | -12,2 | 80,4 | 0,00 | 0,65 | 3,13 |
| 3 | -5,59 | -3,5 | 67,6 | 0,00 | 0,68 | 3,55 |
| 4 | -6,60 | 0,0 | 59,7 | 0,00 | 0,55 | 3,57 |
| 5 | -7,63 | 0,0 | 55,9 | 0,00 | 0,38 | 3,14 |
| 6 | -8,38 | 0,0 | 51,5 | 0,00 | 0,30 | 2,78 |
| 7 | -9,25 | 0,0 | 49,1 | 0,00 | 0,24 | 2,54 |
| 8 | -10,13 | 0,0 | 52,4 | 0,00 | 0,26 | 2,60 |
| 9 | -11,00 | 0,0 | 173,2 | 0,00 | 0,28 | 7,25 |
| 10 | -12,00 | 0,0 | 164,6 | 0,00 | 0,33 | 5,49 |
| 11 | -13,00 | 0,0 | 168,2 | 0,00 | 0,37 | 4,65 |
| 12 | -14,00 | 0,0 | 42,2 | 0,00 | 0,55 | 1,04 |
| 13 | -15,00 | 0,0 | 54,4 | 0,00 | 0,57 | 1,27 |
| 14 | -16,10 | 0,0 | 416,2 | 0,00 | 0,40 | 6,00 |
| 15 | -17,31 | 0,0 | 469,5 | 0,00 | 0,41 | 5,81 |
| 16 | -18,52 | 0,0 | 500,0 | 0,00 | 0,42 | 5,41 |
| 17 | -19,73 | 0,0 | 550,5 | 0,00 | 0,42 | 5,29 |
| 18 | -20,94 | 0,0 | 622,3 | 0,00 | 0,43 | 5,37 |
| 19 | -22,15 | 23,4 | 694,1 | 0,18 | 0,43 | 5,44 |
| 20 | -23,38 | 39,3 | 592,9 | 0,28 | 0,51 | 4,22 |

## 19.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 28,90 |
| 5. Veen | 76,66 |
| 11. Klei, humeus | 66,15 |
| 5. Veen | 30,98 |
| 11. Klei, humeus | 30,77 |
| 5. Veen | 31,92 |
| 11. Klei, humeus | 25,89 |
| 4. Klei en zandige klei | 247,84 |
| 11. Klei, humeus | 56,46 |
| 7. Pleistoceen | 520,78 |
| 8. Leem, vast | 116,84 |

## 19.5 Invoergegevens Rechts

### 19.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 19.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 19.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 4,00 |

### 19.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 18,00 | 20,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 4,30 | 12,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 18,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -5,95 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 14. Argex | 3,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 5. Veen | -5,95 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 14. Argex | 3,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -5,95 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten Actief [-] | Gronddrukcoëfficiënten Neutraal [-] | Gronddrukcoëfficiënten Passief [-] | Wateroverspanning Boven [kN/m²] | Wateroverspanning Onder [kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 14. Argex | 3,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | -9,80 |
| 5. Veen | -5,95 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 19.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 12000,00 | 12000,00 | 6000,00 | 6000,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 5. Veen | -5,95 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 3000,00 | 3000,00 |
| 13. Aanvulzand | 0,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -1,50 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -5,95 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,75 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -22,75 | 2500,00 | 2500,00 |

### 19.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 7,700E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 19.5.7 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| BB 20 kN/m2 (12-20 m) | 12,00 | 20,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 20,00 | 20,00 | | |
| BB 10 kN/m2 (0-12 m) | 0,00 | 10,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 12,00 | 10,00 | | |

## 19.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | 3,50 | 4,8 | 110,9 | 0,25 | 0,72 | 5,84 |
| 2 | 2,50 | 8,4 | 173,1 | 0,28 | 0,63 | 5,74 |
| 3 | 1,75 | 9,3 | 191,5 | 0,28 | 0,60 | 5,74 |
| 4 | 1,37 | 9,7 | 199,3 | 0,28 | 0,59 | 5,73 |
| 5 | 0,69 | 10,1 | 207,8 | 0,28 | 0,58 | 5,73 |
| 6 | 0,07 | 10,5 | 215,9 | 0,28 | 0,57 | 5,74 |
| 7 | -0,14 | 9,8 | 238,8 | 0,25 | 0,53 | 6,09 |
| 8 | -0,56 | 10,9 | 294,0 | 0,25 | 0,52 | 6,75 |
| 9 | -1,18 | 12,4 | 354,4 | 0,25 | 0,51 | 7,11 |
| 10 | -1,65 | 15,5 | 246,3 | 0,28 | 0,63 | 4,51 |
| 11 | -2,29 | 17,9 | 222,4 | 0,30 | 0,62 | 3,67 |
| 12 | -3,26 | 21,6 | 204,3 | 0,31 | 0,61 | 2,92 |
| 13 | -4,13 | 24,8 | 227,0 | 0,32 | 0,61 | 2,91 |
| 14 | -4,86 | 27,5 | 237,7 | 0,32 | 0,61 | 2,80 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 15 | -5,59 | 30,3 | 242,1 | 0,33 | 0,60 | 2,63 |
| 16 | -6,60 | 33,1 | 160,4 | 0,34 | 0,75 | 1,66 |
| 17 | -7,63 | 34,3 | 158,9 | 0,35 | 0,75 | 1,62 |
| 18 | -8,38 | 35,2 | 173,3 | 0,35 | 0,74 | 1,74 |
| 19 | -9,25 | 36,6 | 197,9 | 0,36 | 0,74 | 1,95 |
| 20 | -10,13 | 38,5 | 204,0 | 0,37 | 0,74 | 1,95 |
| 21 | -11,00 | 27,8 | 488,3 | 0,25 | 0,52 | 4,47 |
| 22 | -12,00 | 32,1 | 518,2 | 0,28 | 0,52 | 4,45 |
| 23 | -13,00 | 34,6 | 550,5 | 0,28 | 0,52 | 4,46 |
| 24 | -14,00 | 57,0 | 251,5 | 0,44 | 0,74 | 1,96 |
| 25 | -15,00 | 59,0 | 262,5 | 0,45 | 0,74 | 1,99 |
| 26 | -16,10 | 41,0 | 961,1 | 0,26 | 0,45 | 6,05 |
| 27 | -17,31 | 45,2 | 1024,2 | 0,26 | 0,45 | 5,99 |
| 28 | -18,52 | 48,7 | 1006,0 | 0,27 | 0,45 | 5,49 |
| 29 | -19,73 | 51,9 | 1089,6 | 0,27 | 0,45 | 5,58 |
| 30 | -20,94 | 55,1 | 1220,6 | 0,27 | 0,45 | 5,88 |
| 31 | -22,15 | 59,7 | 1309,9 | 0,27 | 0,45 | 5,96 |
| 32 | -23,38 | 106,7 | 462,2 | 0,46 | 0,52 | 1,99 |

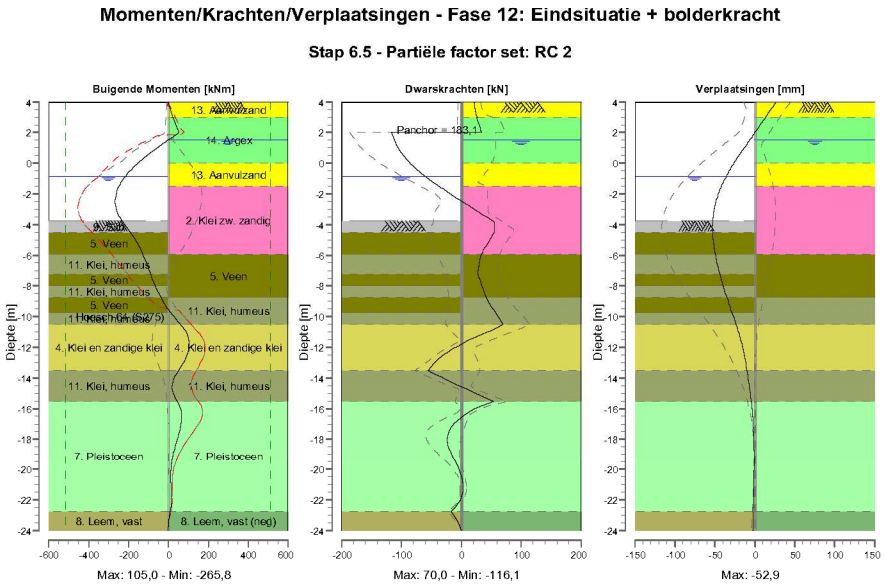
## 19.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,51 |
| 14. Argex | 28,20 |
| 13. Aanvulzand | 17,04 |
| 2. Klei zw. zandig | 104,50 |
| 5. Veen | 135,86 |
| 11. Klei, humeus | 86,59 |
| 4. Klei en zandige klei | 122,93 |
| 11. Klei, humeus | 164,89 |
| 7. Pleistoceen | 450,34 |
| 8. Leem, vast (neg) | 133,39 |

## 19.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 7

### 19.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

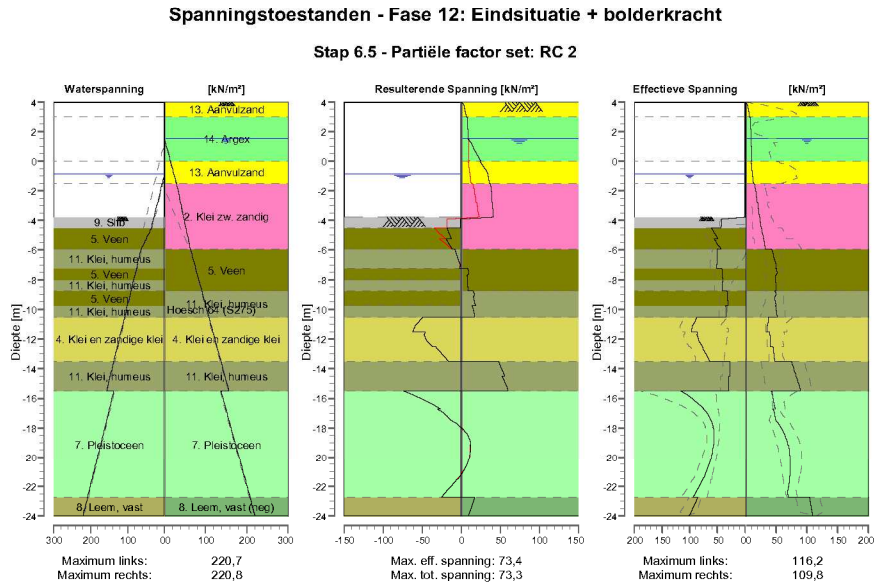



### 19.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,18 | 21,81 | 26,1 |
| 1 | 3,00 | 23,41 | 26,32 | 13,2 |
| 2 | 3,00 | 23,57 | 25,58 | 13,2 |
| 2 | 2,00 | 53,25 | 33,99 | 0,0 |
| 3 | 2,00 | 53,23 | **-116,09** | 0,0 |
| 3 | 1,50 | -3,66 | -111,42 | -6,8 |
| 4 | 1,50 | -3,66 | -111,42 | -6,8 |
| 4 | 1,24 | -32,27 | -108,57 | -10,4 |
| 5 | 1,24 | -32,27 | -108,59 | -10,4 |
| 5 | 0,15 | -141,05 | -88,95 | -24,6 |
| 6 | 0,15 | -141,05 | -88,94 | -24,6 |
| 6 | 0,00 | -154,12 | -85,26 | -26,5 |
| 7 | 0,00 | -154,12 | -85,26 | -26,5 |
| 7 | -0,27 | -176,22 | -78,29 | -29,7 |
| 8 | -0,27 | -176,22 | -78,25 | -29,7 |
| 8 | -0,85 | -216,58 | -60,22 | -36,0 |
| 9 | -0,85 | -216,59 | -60,13 | -36,0 |
| 9 | -1,50 | -248,24 | -37,06 | -42,0 |
| 10 | -1,50 | -248,22 | -36,98 | -42,0 |
| 10 | -1,80 | -257,60 | -25,51 | -44,4 |
| 11 | -1,80 | -257,60 | -25,52 | -44,4 |
| 11 | -2,77 | **-263,88** | 12,73 | -50,0 |
| 12 | -2,77 | **-263,88** | 12,73 | -50,0 |
| 12 | -3,75 | -232,16 | 52,45 | -52,7 |
| 13 | -3,75 | -232,16 | 52,45 | -52,7 |
| 13 | -4,50 | -190,77 | 55,10 | **-52,8** |
| 14 | -4,50 | -190,77 | 55,10 | **-52,8** |
| 14 | -5,22 | -155,05 | 44,15 | -51,7 |
| 15 | -5,22 | -155,05 | 44,15 | -51,7 |
| 15 | -5,95 | -127,37 | 33,13 | -49,6 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -5,95 | -127,36 | 33,11 | -49,6 |
| 16 | -7,25 | -88,59 | 28,01 | -43,8 |
| 17 | -7,25 | -88,59 | 28,05 | -43,8 |
| 17 | -8,00 | -64,98 | 34,71 | -39,6 |
| 18 | -8,00 | -64,98 | 34,71 | -39,6 |
| 18 | -8,75 | -36,57 | 41,16 | -35,0 |
| 19 | -8,75 | -36,57 | 41,19 | -35,0 |
| 19 | -9,75 | 12,79 | 57,96 | -28,4 |
| 20 | -9,75 | 12,79 | 57,93 | -28,4 |
| 20 | -10,50 | 60,59 | 69,97 | -23,6 |
| 21 | -10,50 | 60,59 | 69,92 | -23,6 |
| 21 | -11,50 | 103,29 | 13,27 | -17,8 |
| 22 | -11,50 | 103,29 | 13,06 | -17,8 |
| 22 | -12,50 | 93,72 | -30,55 | -13,3 |
| 23 | -12,50 | 93,72 | -30,58 | -13,3 |
| 23 | -13,50 | 49,46 | -55,17 | -9,9 |
| 24 | -13,50 | 49,46 | -55,16 | -9,9 |
| 24 | -14,50 | 19,47 | -3,46 | -7,1 |
| 25 | -14,50 | 19,47 | -3,46 | -7,1 |
| 25 | -15,50 | 43,79 | 53,29 | -4,6 |
| 26 | -15,50 | 43,78 | 53,34 | -4,6 |
| 26 | -16,71 | 67,24 | -4,92 | -2,3 |
| 27 | -16,71 | 67,27 | -5,00 | -2,3 |
| 27 | -17,92 | 46,35 | -23,74 | -1,1 |
| 28 | -17,92 | 46,34 | -23,65 | -1,1 |
| 28 | -19,13 | 21,72 | -14,43 | -0,8 |
| 29 | -19,13 | 21,72 | -14,36 | -0,8 |
| 29 | -20,33 | 12,97 | -0,77 | -0,9 |
| 30 | -20,33 | 12,97 | -0,73 | -0,9 |
| 30 | -21,54 | 15,45 | 2,18 | -1,2 |
| 31 | -21,54 | 15,45 | 2,22 | -1,2 |
| 31 | -22,75 | 9,21 | -16,56 | -1,8 |
| 32 | -22,75 | 9,23 | -16,58 | -1,8 |
| 32 | -24,00 | 0,01 | 0,03 | -2,6 |
| Max | | **-263,88** | **-116,09** | **-52,8** |
| Max incl. tussenknopen | | -265,84 | -116,09 | -52,9 |

### 19.8.3 Grafieken van Spanningen




### 19.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 1 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,02 | 0,00 | A | |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,82 | 0,00 | A | |
| 2 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,78 | 2,55 | A | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,78 | 2,55 | A | |
| 5 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,46 | 13,24 | A | |
| 6 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,45 | 13,24 | A | |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,54 | 14,71 | A | |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,44 | 14,71 | A | |
| 7 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,13 | 17,36 | A | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 10,13 | 17,36 | A | |
| 8 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 11,62 | 23,05 | A | |
| 9 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 11,61 | 23,05 | A | |
| 9 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 13,28 | 29,43 | A | |
| 10 | -1,50 | 0,00 | 6,38 | - | | 15,12 | 29,43 | A | |
| 10 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 15,92 | 31,71 | A | |
| 11 | -1,80 | 0,00 | 9,32 | - | | 16,55 | 31,71 | A | |
| 11 | -2,77 | 0,00 | 18,88 | - | | 19,28 | 39,13 | A | |
| 12 | -2,77 | 0,00 | 18,88 | - | | 20,14 | 39,13 | A | |
| 12 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | - | | 22,99 | 46,55 | A | |
| 13 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | P | | 23,66 | 46,55 | A | |
| 13 | -4,50 | 43,39 | 35,81 | 3 | 86 | 25,92 | 52,25 | A | |
| 14 | -4,50 | 60,39 | 35,81 | 2 | 66 | 26,43 | 52,25 | A | |
| 14 | -5,22 | 49,50 | 49,54 | 2 | 71 | 29,29 | 57,77 | 1 | |
| 15 | -5,22 | 56,95 | 49,54 | 2 | 72 | 29,76 | 57,77 | 1 | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | -5,95 | 43,89 | 63,27 | 2 | 79 | 32,44 | 63,28 | 1 | |
| 16 | -5,95 | 50,41 | 63,27 | 3 | 90 | 42,72 | 63,28 | 1 | |
| 16 | -7,25 | 51,32 | 76,02 | 3 | 81 | 48,80 | 76,04 | 1 | |
| 17 | -7,25 | 42,08 | 76,02 | 2 | 75 | 50,50 | 76,04 | 1 | |
| 17 | -8,00 | 40,51 | 83,38 | 2 | 72 | 49,17 | 83,39 | 1 | |
| 18 | -8,00 | 40,62 | 83,38 | 3 | 82 | 48,95 | 83,39 | 1 | |
| 18 | -8,75 | 40,95 | 90,74 | 2 | 77 | 50,33 | 90,75 | 1 | |
| 19 | -8,75 | 33,10 | 90,74 | 2 | 68 | 47,89 | 90,75 | 1 | |
| 19 | -9,75 | 30,76 | 100,55 | 2 | 62 | 49,50 | 100,56 | 1 | |
| 20 | -9,75 | 35,09 | 100,55 | 2 | 69 | 49,36 | 100,56 | 1 | |
| 20 | -10,50 | 33,97 | 107,91 | 2 | 63 | 51,73 | 107,92 | 1 | |
| 21 | -10,50 | 87,05 | 107,91 | 2 | 57 | 37,94 | 107,92 | 1 | |
| 21 | -11,50 | 96,72 | 117,72 | 1 | 50 | 35,00 | 117,73 | 1 | |
| 22 | -11,50 | 85,82 | 117,72 | 2 | 58 | 39,96 | 117,73 | 1 | |
| 22 | -12,50 | 77,52 | 127,53 | 1 | 43 | 40,86 | 127,54 | 1 | |
| 23 | -12,50 | 77,41 | 127,53 | 2 | 50 | 45,11 | 127,54 | 1 | |
| 23 | -13,50 | 64,00 | 137,34 | 1 | 35 | 47,61 | 137,35 | 1 | |
| 24 | -13,50 | 27,09 | 137,34 | 2 | 66 | 74,62 | 137,35 | 1 | |
| 24 | -14,50 | 26,85 | 147,15 | 2 | 62 | 82,54 | 147,16 | 1 | |
| 25 | -14,50 | 29,47 | 147,15 | 2 | 56 | 82,54 | 147,16 | 1 | |
| 25 | -15,50 | 29,59 | 156,96 | 2 | 53 | 89,86 | 156,97 | 1 | |
| 26 | -15,50 | 116,18 | 137,32 | 1 | 30 | 42,78 | 137,37 | 1 | |
| 26 | -16,71 | 74,88 | 149,17 | 1 | 17 | 48,56 | 149,22 | 1 | |
| 27 | -16,71 | 75,77 | 149,17 | 1 | 17 | 45,33 | 149,22 | 1 | |
| 27 | -17,92 | 57,47 | 161,02 | 1 | 11 | 57,10 | 161,08 | 1 | |
| 28 | -17,92 | 58,25 | 161,02 | 1 | 12 | 57,16 | 161,08 | 1 | |
| 28 | -19,13 | 56,62 | 172,88 | 1 | 11 | 69,08 | 172,93 | 1 | |
| 29 | -19,13 | 57,31 | 172,88 | 1 | 11 | 69,16 | 172,93 | 1 | |
| 29 | -20,33 | 64,09 | 184,73 | 1 | 11 | 72,78 | 184,78 | 1 | |
| 30 | -20,33 | 64,70 | 184,73 | 1 | 11 | 72,88 | 184,78 | 1 | |
| 30 | -21,54 | 76,57 | 196,59 | 1 | 12 | 71,50 | 196,64 | 1 | |
| 31 | -21,54 | 77,12 | 196,59 | 1 | 12 | 71,62 | 196,64 | 1 | |
| 31 | -22,75 | 94,36 | 208,44 | 1 | 13 | 69,13 | 208,49 | 1 | |
| 32 | -22,75 | 86,12 | 208,44 | 1 | 15 | 103,78 | 208,49 | 1 | |
| 32 | -24,00 | 100,92 | 220,70 | 1 | 16 | 109,85 | 220,75 | A | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 19.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1233,2 | 1248,2 |
| Water | 2710,3 | 2824,2 |
| Totaal | 3943,5 | 4072,4 |

| Beschouwd als passieve zijde | Links |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 5661,71 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1233,19 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 21,8 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 2,00 m |
| Maximale passieve moment | 115441,55 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 20917,12 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 18,1 % |

### 19.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -214,76 |
| Verticale kracht passief | 326,41 |
| Verticale anker kracht * | -115,55 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | -3,90 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 48,68 |
| Verticale draagkracht voldoet (4 <= 49) | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -214,76 |
| Verticale kracht passief | 326,41 |
| Verticale anker kracht | -115,55 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | -3,90 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Verticale draagkracht voldoet (4 <= 1007) | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 19.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 4,00 | 13. Aanvulzand | -1,79 |
| -4,50 | 5. Veen | 0,00 | 3,00 | 14. Argex | -10,26 |
| -5,95 | 11. Klei, humeus | 0,00 | 0,00 | 13. Aanvulzand | -6,78 |
| -7,25 | 5. Veen | 0,00 | -1,50 | 2. Klei zw. zandig | -20,88 |
| -8,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -5,95 | 5. Veen | 0,00 |
| -8,75 | 5. Veen | 0,00 | -8,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -9,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -10,50 | 4. Klei en zandi... | -39,94 |
| -10,50 | 4. Klei en zandi... | 80,53 | -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -15,50 | 7. Pleistoceen | -179,21 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 207,24 | -22,75 | 8. Leem, vast (n... | 44,11 |
| -22,75 | 8. Leem, vast | 38,64 | | | |

### 19.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 183,14 | Elastisch | Rechts | Anker |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-5:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 5*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 7-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 10:38:46 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 7-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 10:26:36 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 5 |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 4 - ophoging met Agrex (max) |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 4
2.1 Overzicht per Fase en Toets 4
2.2 Ankers en Stempels 4
2.3 Totale Stabiliteit per Fase 5
2.4 Waarschuwingen 5
2.5 CUR Verificatie Stappen 6
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 7
3.1 Algemene Invoergegevens 7
3.2 Damwandeigenschappen 7
3.2.1 Algemene Eigenschappen 7
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 7
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 7
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 7
3.3 Rekenopties 7
4 Overzicht Fase 1: O-situatie 13
5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers 14
6 Overzicht Fase 3: Verwijderen bestaande ankers 15
7 Overzicht Fase 4: Aanvulling 1 16
8 Overzicht Fase 5: Afspannen ankers 17
9 Overzicht Fase 6: Afwerken mv op +4,00 18
10 Overzicht Fase 7: Eindsituatie 19
11 Stap 6.5 Fase 7: Eindsituatie 20
11.1 Algemene Invoergegevens 20
11.2 Invoergegevens Links 20
11.2.1 Berekeningsmethode 20
11.2.2 Waterniveau 20
11.2.3 Maaiveld 20
11.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85 20
11.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 21
11.2.6 Bovenbelastingen 21
11.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 22
11.4 Berekende Kracht per Laag - Links 22
11.5 Invoergegevens Rechts 22
11.5.1 Berekeningsmethode 22
11.5.2 Waterniveau 22
11.5.3 Maaiveld 22
11.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 4 (LZ) +1,50 (A) 22
11.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 23
11.5.6 Ankers 24
11.5.7 Bovenbelastingen 24
11.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 24
11.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 25
11.8 Berekeningsresultaten 25
11.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 25
11.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 26
11.8.3 Grafieken van Spanningen 27
11.8.4 Spanningen 27
11.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 28
11.8.6 Verticaal Evenwicht 29
11.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 29
11.8.8 Ankers/Stempels 29
12 Overzicht Fase 8: Eindsituatie + bolderkracht 30
13 Stap 6.5 Fase 8: Eindsituatie + bolderkracht 31
13.1 Algemene Invoergegevens 31
13.1.1 Horizontale Belastingen 31
13.2 Invoergegevens Links 31
13.2.1 Berekeningsmethode 31
13.2.2 Waterniveau 31
13.2.3 Maaiveld 31
13.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85 31
13.2.5 Beddingsconstanten (Secant) 32
13.2.6 Bovenbelastingen 33

13.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links 33
13.4 Berekende Kracht per Laag - Links 33
13.5 Invoergegevens Rechts 33
13.5.1 Berekeningsmethode 33
13.5.2 Waterniveau 33
13.5.3 Maaiveld 34
13.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 4 (LZ) +1,50 (A) 34
13.5.5 Beddingsconstanten (Secant) 35
13.5.6 Ankers 35
13.5.7 Bovenbelastingen 35
13.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts 35
13.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts 36
13.8 Berekeningsresultaten 36
13.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 37
13.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 37
13.8.3 Grafieken van Spanningen 38
13.8.4 Spanningen 39
13.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 40
13.8.6 Verticaal Evenwicht 40
13.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 40
13.8.8 Ankers/Stempels 41

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -346,01 | -148,53 | 26,4 | 30,0 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -295,55 | -135,02 | 26,5 | 30,4 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -45,4 | -227,77 | -110,42 | 19,6 | 22,5 | Omhoog |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -273,32 | -132,50 | | | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -375,21 | **-167,95** | 0,0 | 31,1 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -343,73 | -159,72 | 0,0 | 31,2 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -53,5 | -256,80 | -125,95 | 0,0 | 23,4 | Omhoog |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -308,16 | -151,14 | | | |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -182,94 | 61,48 | 24,0 | 27,2 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -181,53 | 61,00 | 24,0 | 27,2 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -49,2 | -178,63 | 55,91 | 18,8 | 21,7 | Omhoog |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -214,36 | 67,09 | | | |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -190,78 | -65,26 | 23,1 | 26,3 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -181,35 | -63,08 | 23,1 | 26,3 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -50,2 | -181,40 | -59,51 | 18,2 | 21,0 | Omhoog |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -217,68 | -71,41 | | | |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -211,66 | -102,21 | 23,0 | 26,2 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -200,67 | -102,21 | 23,0 | 26,1 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -50,0 | -198,52 | -102,21 | 18,1 | 20,9 | Omhoog |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -238,23 | -122,65 | | | |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -278,39 | -115,74 | 24,4 | 27,9 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -265,30 | -112,51 | 24,5 | 28,1 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -53,6 | -216,02 | -97,05 | 18,9 | 21,9 | Omhoog |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -259,23 | -116,46 | | | |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | **-376,10** | -143,73 | **28,7** | 33,0 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -351,76 | -138,14 | **28,7** | **33,1** | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 | -57,0 | -233,37 | -102,00 | 20,1 | 23,3 | Omhoog |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -280,04 | -122,40 | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -333,64 | -148,31 | 28,6 | 32,9 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -311,93 | -143,46 | 28,6 | 33,0 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-58,1** | -207,95 | -106,22 | 20,1 | 23,3 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | -249,54 | -127,46 | | | |
| Max | | **-58,1** | **-376,10** | **-167,95** | **28,7** | **33,1** | Voldoet |

## 2.2 Ankers en Stempels

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.3 | 190,62 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 169,32 | Elastisch | - | |
| 1 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 165,30 | Elastisch | - | |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **212,00** | Elastisch | 24,56 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.4 | 200,47 | Elastisch | 20,77 | Elastisch |
| 2 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | 188,90 | Elastisch | 7,75 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 71,40 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 70,90 | Elastisch |
| 3 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 80,56 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 79,90 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 77,23 | Elastisch |
| 4 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 87,45 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 125,00 | Elastisch |

| Fase nr. | Verificatie type | Anker/stempel Anker bestaand | | Anker/stempel Verankering | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Toestand | Kracht [kN] | Toestand |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 125,00 | Elastisch |
| 5 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 150,00 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 155,31 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 151,37 | Elastisch |
| 6 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 156,37 | Elastisch |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | 195,07 | Elastisch |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 188,26 | Elastisch |
| 7 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 168,63 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | - | | **239,12** | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | - | | 233,20 | Elastisch |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | - | | 205,58 | Elastisch |
| Max | | **212,00** | | **239,12** | |

Door vermenigvuldiging van een representatieve waarde kan de kracht groter worden dan de knik of vloeikracht.

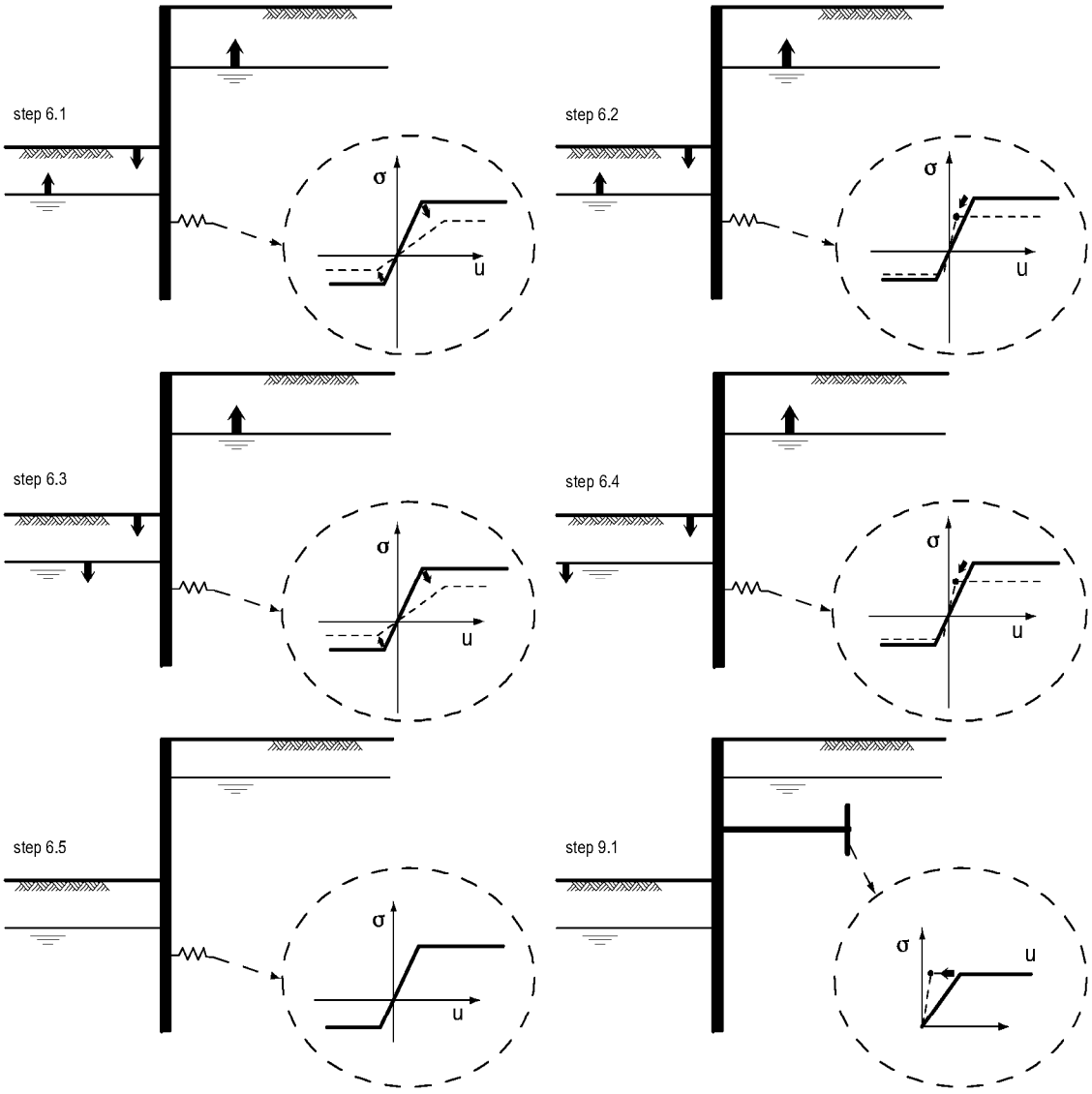
## 2.3 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| O-situatie | 2,66 |
| Aanbrengen ankers | 2,65 |
| Verwijderen bestaande ankers | 2,90 |
| Aanvulling 1 | 3,27 |
| Afspannen ankers | 3,29 |
| Afwerken mv op +4,00 | 3,00 |
| Eindsituatie | 2,58 |
| Eindsituatie + bolderkracht | 2,58 |

## 2.4 Waarschuwingen

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 3 (WZ) -0,27
- BP 4 (LZ) +1,50 (S)
- BP 4 (LZ) +0,50 (S)
- BP 4 (LZ) +0,50 (A)
- BP 4 (LZ) +1,50 (A)
- BP 3 (WZ) -0,85

## 2.5 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 8 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,45 | 203,00 |

## 3.3 Rekenopties

| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 1: O-situatie |

| | |
|---|---|
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| Verificatie van fase | 2: Aanbrengen ankers |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |

| | |
|---|---|
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 3: Verwijderen bestaande ankers |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 4: Aanvulling 1 |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |

| | |
|---|---|
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 5: Afspannen ankers |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |

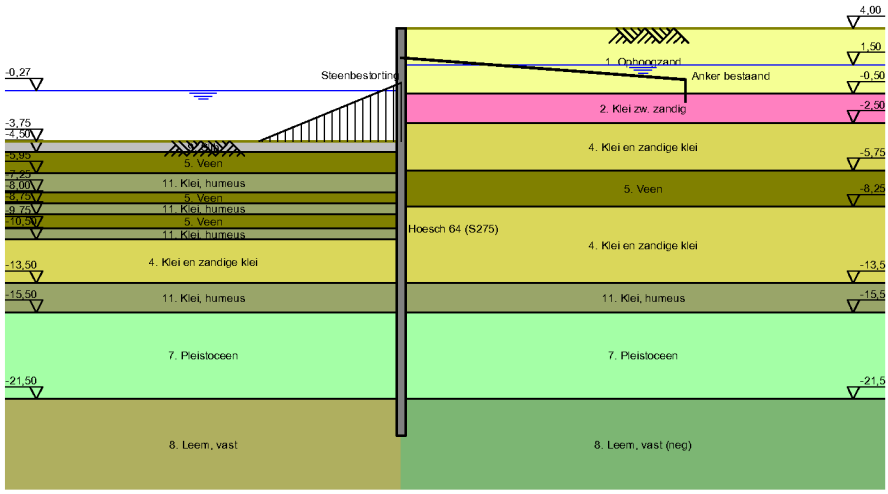
| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 6: Afwerken mv op +4,00 |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 7: Eindsituatie |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |

| | |
|---|---|
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |
| | |
| Verificatie van fase | 8: Eindsituatie + bolderkracht |
| | |
| Vermenigvuldigingsfactor voor ankerstijfheid | 1,000 |
| | |
| Gebruikte partiële factor set | RC 2 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,100 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,500 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,250 |
| - Tangens phi | 1,175 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,175 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,25 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,450 |
| - Tangens phi | 1,250 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

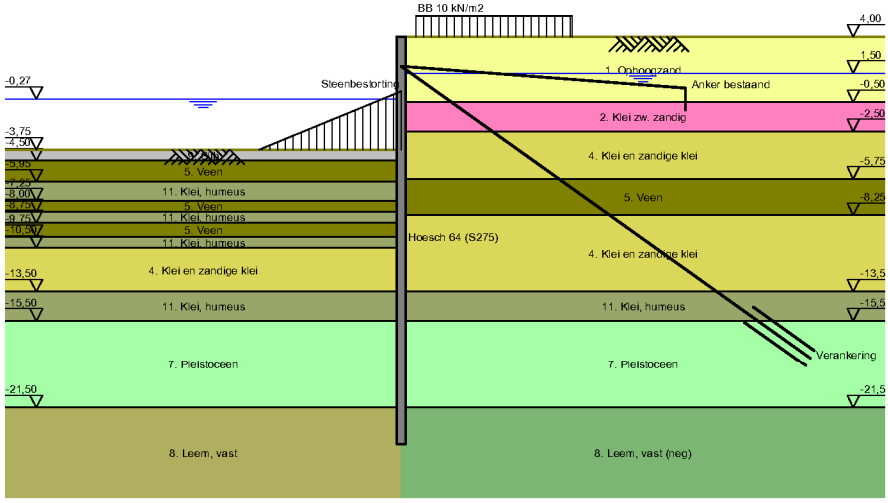
# 4 Overzicht Fase 1: O-situatie

**Overzicht - Fase 1: O-situatie**



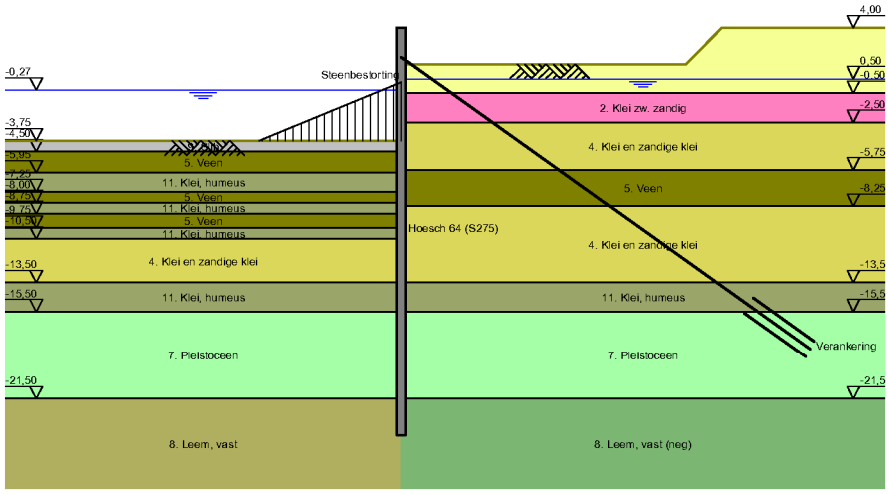
# 5 Overzicht Fase 2: Aanbrengen ankers

**Overzicht - Fase 2: Aanbrengen ankers**



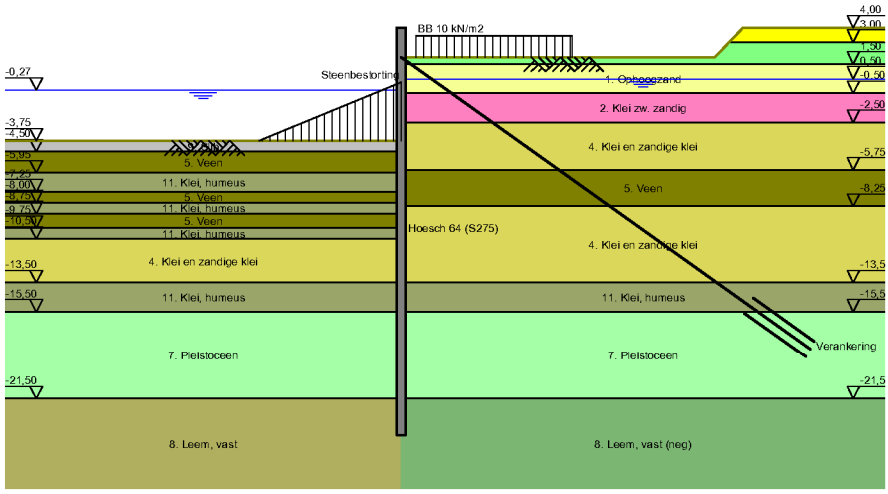
# 6 Overzicht Fase 3: Verwijderen bestaande ankers

**Overzicht - Fase 3: Verwijderen bestaande ankers**



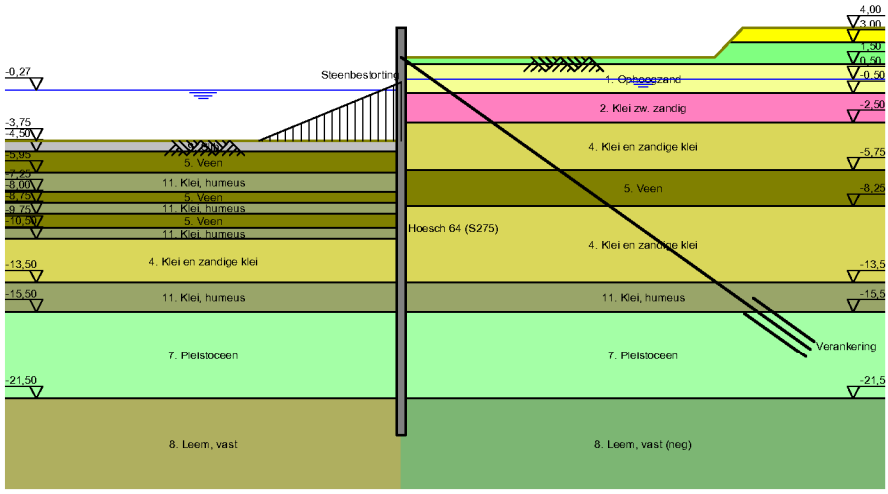
# 7 Overzicht Fase 4: Aanvulling 1

**Overzicht - Fase 4: Aanvulling 1**



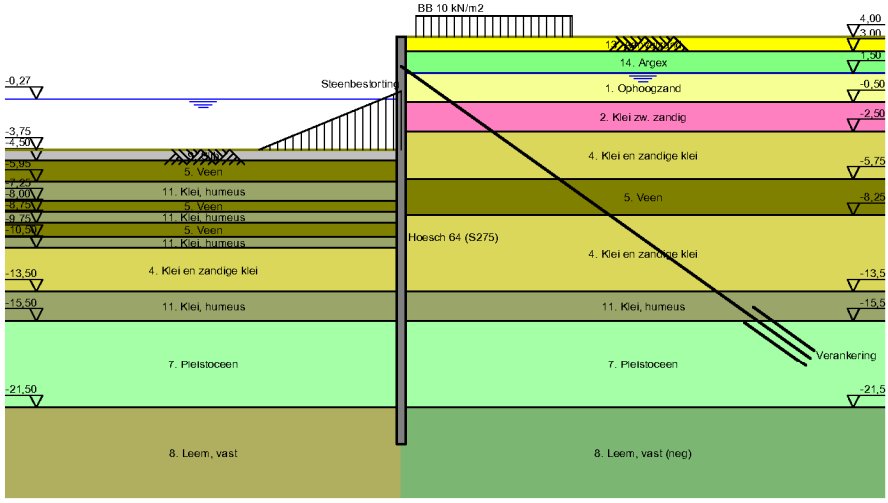
# 8 Overzicht Fase 5: Afspannen ankers

**Overzicht - Fase 5: Afspannen ankers**



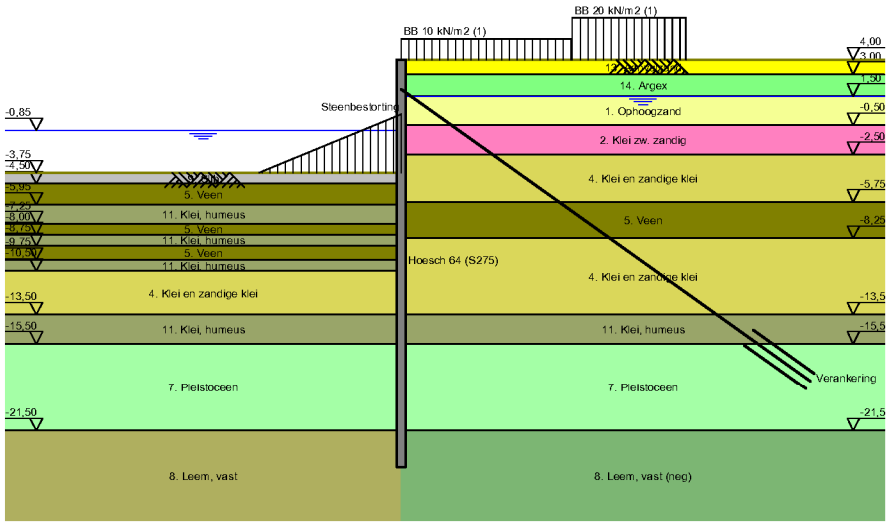
# 9 Overzicht Fase 6: Afwerken mv op +4,00

**Overzicht - Fase 6: Afwerken mv op +4,00**



# 10 Overzicht Fase 7: Eindsituatie

**Overzicht - Fase 7: Eindsituatie**



# 11 Stap 6.5 Fase 7: Eindsituatie

## 11.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

## 11.2 Invoergegevens Links

### 11.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 11.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 11.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -3,75 |

### 11.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -4,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 5. Veen | -8,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -3,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -8,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 11.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 2500,00 | 2500,00 |

### 11.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 28,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 10,00 | 0,00 | | |

## 11.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk Actief [kN/m²] | Horizontale druk Passief [kN/m²] | Fictieve gronddrukcoëfficiënten Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -4,13 | 15,2 | 49,8 | 0,53 | 0,82 | 1,75 |
| 2 | -5,13 | -9,1 | 75,8 | 0,00 | 0,65 | 3,25 |
| 3 | -5,85 | 0,0 | 62,9 | 0,00 | 0,71 | 3,78 |
| 4 | -6,60 | 0,0 | 59,7 | 0,00 | 0,55 | 3,57 |
| 5 | -7,63 | 0,0 | 55,9 | 0,00 | 0,38 | 3,14 |
| 6 | -8,13 | 0,0 | 53,0 | 0,00 | 0,33 | 2,93 |
| 7 | -8,50 | 0,0 | 50,7 | 0,00 | 0,28 | 2,71 |
| 8 | -9,25 | 0,0 | 49,1 | 0,00 | 0,24 | 2,54 |
| 9 | -10,13 | 0,0 | 52,4 | 0,00 | 0,26 | 2,60 |
| 10 | -11,00 | 0,0 | 173,2 | 0,00 | 0,28 | 7,25 |
| 11 | -12,00 | 0,0 | 164,6 | 0,00 | 0,33 | 5,49 |
| 12 | -13,00 | 0,0 | 168,2 | 0,00 | 0,37 | 4,65 |
| 13 | -14,00 | 0,0 | 42,2 | 0,00 | 0,55 | 1,04 |
| 14 | -15,00 | 0,0 | 54,4 | 0,00 | 0,57 | 1,27 |
| 15 | -16,10 | 0,0 | 416,0 | 0,00 | 0,40 | 6,00 |
| 16 | -17,30 | 0,0 | 469,1 | 0,00 | 0,41 | 5,81 |
| 17 | -18,50 | 0,0 | 499,5 | 0,00 | 0,42 | 5,41 |
| 18 | -19,70 | 0,0 | 548,8 | 0,00 | 0,42 | 5,28 |
| 19 | -20,90 | 0,0 | 620,1 | 0,00 | 0,43 | 5,37 |
| 20 | -22,13 | 30,9 | 532,9 | 0,24 | 0,50 | 4,16 |
| 21 | -23,38 | 39,5 | 609,8 | 0,28 | 0,51 | 4,31 |

## 11.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 29,05 |
| 5. Veen | 76,16 |
| 11. Klei, humeus | 64,49 |
| 5. Veen | 29,13 |
| 11. Klei, humeus | 28,73 |
| 5. Veen | 29,54 |
| 11. Klei, humeus | 23,56 |
| 4. Klei en zandige klei | 222,88 |
| 11. Klei, humeus | 56,73 |
| 7. Pleistoceen | 462,01 |
| 8. Leem, vast | 256,85 |

## 11.5 Invoergegevens Rechts

### 11.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 11.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 11.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 4,00 |

### 11.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 4 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 18,00 | 20,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 4,30 | 12,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 18,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 17,00 | 17,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 11,50 | 11,50 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 14. Argex | 3,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 14. Argex | 3,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -5,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten Actief [-] | Gronddrukcoëfficiënten Neutraal [-] | Gronddrukcoëfficiënten Passief [-] | Wateroverspanning Boven [kN/m²] | Wateroverspanning Onder [kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 14. Argex | 3,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 5. Veen | -5,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 11.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 Boven [kN/m³] | Tak 1 Onder [kN/m³] | Tak 2 Boven [kN/m³] | Tak 2 Onder [kN/m³] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 12000,00 | 12000,00 | 6000,00 | 6000,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 Boven [kN/m³] | Tak 1 Onder [kN/m³] | Tak 2 Boven [kN/m³] | Tak 2 Onder [kN/m³] |
|---|---|---|---|---|---|
| 5. Veen | -5,75 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 Boven [kN/m³] | Tak 3 Onder [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 3000,00 | 3000,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 800,00 | 800,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 375,00 | 375,00 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 2500,00 | 2500,00 |

### 11.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 7,700E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 11.5.7 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| BB 20 kN/m2 (1) | 12,00 | 20,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 20,00 | 20,00 | | |
| BB 10 kN/m2 (1) | 0,00 | 10,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 12,00 | 10,00 | | |

## 11.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk Actief [kN/m²] | Horizontale druk Passief [kN/m²] | Fictieve gronddrukcoëfficiënten Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,50 | 4,8 | 110,9 | 0,25 | 0,72 | 5,84 |
| 2 | 2,50 | 8,4 | 173,1 | 0,28 | 0,63 | 5,74 |
| 3 | 1,75 | 9,3 | 191,5 | 0,28 | 0,60 | 5,74 |
| 4 | 1,00 | 11,0 | 226,9 | 0,28 | 0,58 | 5,73 |
| 5 | 0,12 | 13,6 | 283,1 | 0,28 | 0,55 | 5,82 |
| 6 | -0,39 | 15,0 | 340,3 | 0,28 | 0,54 | 6,33 |
| 7 | -0,68 | 16,6 | 244,7 | 0,29 | 0,63 | 4,29 |
| 8 | -1,26 | 19,4 | 274,9 | 0,30 | 0,63 | 4,28 |
| 9 | -2,09 | 23,3 | 304,8 | 0,31 | 0,62 | 4,11 |
| 10 | -3,13 | 19,8 | 383,9 | 0,24 | 0,55 | 4,58 |
| 11 | -4,13 | 22,1 | 387,2 | 0,24 | 0,55 | 4,25 |
| 12 | -5,13 | 24,4 | 411,3 | 0,25 | 0,54 | 4,18 |
| 13 | -5,85 | 37,1 | 175,6 | 0,36 | 0,76 | 1,70 |
| 14 | -6,60 | 38,1 | 186,5 | 0,37 | 0,75 | 1,79 |
| 15 | -7,63 | 39,3 | 219,4 | 0,37 | 0,75 | 2,07 |
| 16 | -8,13 | 39,9 | 228,6 | 0,37 | 0,75 | 2,14 |
| 17 | -8,50 | 27,6 | 511,3 | 0,25 | 0,53 | 4,69 |
| 18 | -9,25 | 29,4 | 533,8 | 0,26 | 0,53 | 4,67 |
| 19 | -10,13 | 31,4 | 515,4 | 0,26 | 0,53 | 4,27 |
| 20 | -11,00 | 33,4 | 537,5 | 0,26 | 0,53 | 4,24 |
| 21 | -12,00 | 36,4 | 570,0 | 0,27 | 0,53 | 4,25 |
| 22 | -13,00 | 40,4 | 649,6 | 0,29 | 0,53 | 4,60 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk Actief [kN/m²] | Horizontale druk Passief [kN/m²] | Fictieve gronddrukcoëfficiënten Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | -14,00 | 68,4 | 320,2 | 0,47 | 0,75 | 2,19 |
| 24 | -15,00 | 70,5 | 324,5 | 0,47 | 0,75 | 2,17 |
| 25 | -16,10 | 46,4 | 1003,5 | 0,26 | 0,45 | 5,68 |
| 26 | -17,30 | 50,1 | 1056,6 | 0,27 | 0,45 | 5,60 |
| 27 | -18,50 | 53,0 | 1101,4 | 0,26 | 0,45 | 5,49 |
| 28 | -19,70 | 55,8 | 1191,2 | 0,26 | 0,45 | 5,60 |
| 29 | -20,90 | 58,9 | 1323,7 | 0,26 | 0,45 | 5,89 |
| 30 | -22,13 | 107,9 | 547,7 | 0,45 | 0,52 | 2,30 |
| 31 | -23,38 | 117,0 | 501,0 | 0,47 | 0,52 | 1,99 |

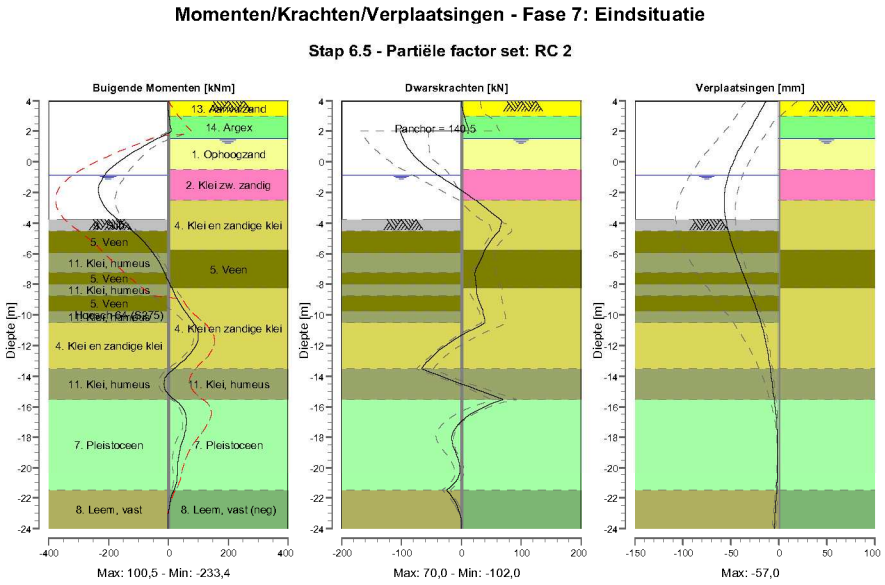
## 11.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,51 |
| 14. Argex | 13,08 |
| 1. Ophoogzand | 24,94 |
| 2. Klei zw. zandig | 41,05 |
| 4. Klei en zandige klei | 74,74 |
| 5. Veen | 99,56 |
| 4. Klei en zandige klei | 202,48 |
| 11. Klei, humeus | 193,16 |
| 7. Pleistoceen | 367,13 |
| 8. Leem, vast (neg) | 281,10 |

## 11.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

### 11.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

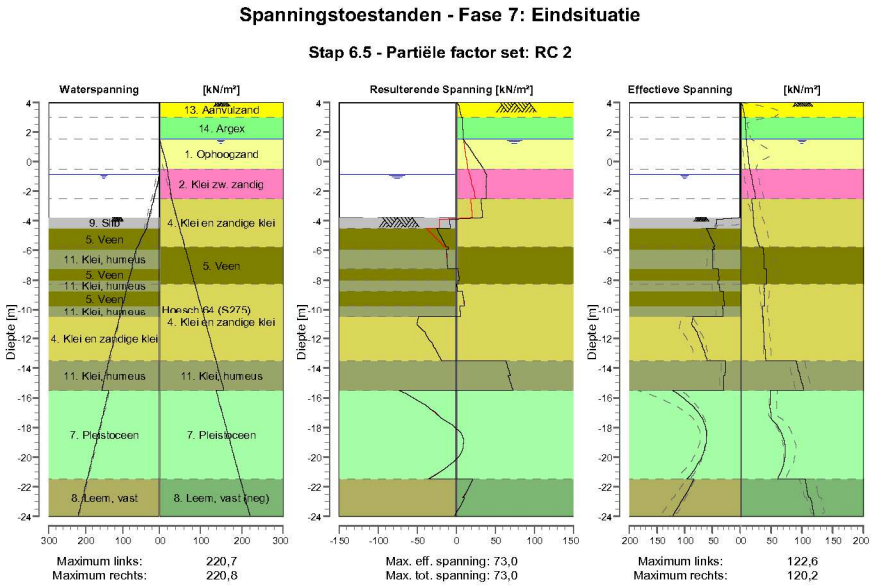


### 11.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,12 | 0,49 | -13,3 |
| 1 | 3,00 | 2,15 | 5,00 | -22,2 |
| 2 | 3,00 | 2,24 | 4,70 | -22,2 |
| 2 | 2,00 | 11,04 | 13,11 | -31,1 |
| 3 | 2,00 | 11,04 | **-102,00** | -31,1 |
| 3 | 1,50 | -38,80 | -97,34 | -35,5 |
| 4 | 1,50 | -38,82 | -97,19 | -35,5 |
| 4 | 0,50 | -129,09 | -81,23 | -44,0 |
| 5 | 0,50 | -129,06 | -81,17 | -44,0 |
| 5 | -0,27 | -183,99 | -60,26 | -49,4 |
| 6 | -0,27 | -184,00 | -60,27 | -49,4 |
| 6 | -0,50 | -196,99 | -52,57 | -50,8 |
| 7 | -0,50 | -196,99 | -52,57 | -50,8 |
| 7 | -0,85 | -213,15 | -39,61 | -52,7 |
| 8 | -0,85 | -213,15 | -39,63 | -52,7 |
| 8 | -1,68 | -232,61 | -7,70 | -55,8 |
| 9 | -1,68 | **-232,62** | -7,75 | -55,8 |
| 9 | -2,50 | -225,82 | 24,11 | **-57,0** |
| 10 | -2,50 | -225,82 | 24,13 | **-57,0** |
| 10 | -3,75 | -170,13 | 65,43 | -55,3 |
| 11 | -3,75 | -170,12 | 65,44 | -55,3 |
| 11 | -4,50 | -120,98 | 62,89 | -52,7 |
| 12 | -4,50 | -120,98 | 62,88 | -52,7 |
| 12 | -5,75 | -58,70 | 39,17 | -46,5 |
| 13 | -5,75 | -58,70 | 39,18 | -46,5 |
| 13 | -5,95 | -51,06 | 37,22 | -45,4 |
| 14 | -5,95 | -51,06 | 37,22 | -45,4 |
| 14 | -7,25 | -12,58 | 22,32 | -37,7 |
| 15 | -7,25 | -12,58 | 22,31 | -37,7 |
| 15 | -8,00 | 5,05 | 25,01 | -33,1 |
| 16 | -8,00 | 5,05 | 24,99 | -33,1 |
| 16 | -8,25 | 11,38 | 25,70 | -31,6 |
| 17 | -8,25 | 11,38 | 25,70 | -31,6 |
| 17 | -8,75 | 24,39 | 26,47 | -28,5 |
| 18 | -8,75 | 24,39 | 26,47 | -28,5 |
| 18 | -9,75 | 55,45 | 36,13 | -22,7 |
| 19 | -9,75 | 55,45 | 36,13 | -22,7 |
| 19 | -10,50 | 84,04 | 40,27 | -18,8 |
| 20 | -10,50 | 84,05 | 40,20 | -18,8 |
| 20 | -11,50 | 99,86 | -7,65 | -14,4 |
| 21 | -11,50 | 99,85 | -7,69 | -14,4 |
| 21 | -12,50 | 73,51 | -42,90 | -11,3 |
| 22 | -12,50 | 73,51 | -42,88 | -11,3 |
| 22 | -13,50 | 17,89 | -66,51 | -9,0 |
| 23 | -13,50 | 17,89 | -66,51 | -9,0 |
| 23 | -14,50 | -15,81 | 0,13 | -7,0 |
| 24 | -14,50 | -15,81 | 0,13 | -7,0 |
| 24 | -15,50 | 18,70 | 69,95 | -4,8 |
| 25 | -15,50 | 18,70 | 69,97 | -4,8 |
| 25 | -16,70 | 60,45 | 7,52 | -2,6 |
| 26 | -16,70 | 60,48 | 7,49 | -2,6 |
| 26 | -17,90 | 51,90 | -15,65 | -1,4 |
| 27 | -17,90 | 51,87 | -15,63 | -1,4 |
| 27 | -19,10 | 35,62 | -8,73 | -1,0 |
| 28 | -19,10 | 35,62 | -8,63 | -1,0 |
| 28 | -20,30 | 30,54 | -2,32 | -1,4 |
| 29 | -20,30 | 30,54 | -2,24 | -1,4 |
| 29 | -21,50 | 18,54 | -24,41 | -2,2 |
| 30 | -21,50 | 18,54 | -24,39 | -2,2 |
| 30 | -22,75 | 1,62 | -5,35 | -3,4 |
| 31 | -22,75 | 1,62 | -5,35 | -3,4 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 31 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -4,7 |
| Max | | **-232,62** | **-102,00** | **-57,0** |
| Max incl. tussenknopen | | -233,37 | -102,00 | -57,0 |

### 11.8.3 Grafieken van Spanningen




### 11.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 1 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,02 | 0,00 | A | |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,82 | 0,00 | A | |
| 2 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 12,47 | 9,81 | A | |
| 5 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 12,47 | 9,81 | A | |
| 5 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 14,67 | 17,36 | A | |
| 6 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 14,66 | 17,36 | A | |
| 6 | -0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 15,32 | 19,62 | A | |
| 7 | -0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 15,93 | 19,62 | A | |
| 7 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 17,17 | 21,34 | A | |
| 8 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 17,87 | 21,34 | A | |
| 8 | -1,68 | 0,00 | 8,09 | - | | 20,89 | 25,39 | A | |
| 9 | -1,68 | 0,00 | 8,09 | - | | 21,77 | 25,39 | A | |
| 9 | -2,50 | 0,00 | 16,19 | - | | 24,93 | 29,44 | A | |
| 10 | -2,50 | 0,00 | 16,19 | - | | 18,72 | 29,44 | A | |
| 10 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | - | | 20,86 | 41,70 | A | |
| 11 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | P | | 21,41 | 41,70 | A | |
| 11 | -4,50 | 43,36 | 35,81 | 3 | 85 | 22,73 | 49,06 | A | |
| 12 | -4,50 | 60,51 | 35,81 | 2 | 64 | 23,23 | 49,06 | A | |
| 12 | -5,75 | 45,79 | 59,48 | 3 | 80 | 30,82 | 61,32 | 1 | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | -5,75 | 49,14 | 59,48 | 2 | 74 | 37,09 | 61,32 | A | |
| 13 | -5,95 | 46,56 | 63,27 | 2 | 78 | 37,21 | 63,28 | A | |
| 14 | -5,95 | 50,07 | 63,27 | 3 | 89 | 37,68 | 63,28 | A | |
| 14 | -7,25 | 49,44 | 76,02 | 2 | 78 | 38,74 | 76,04 | 1 | |
| 15 | -7,25 | 39,73 | 76,02 | 2 | 71 | 42,04 | 76,04 | 1 | |
| 15 | -8,00 | 37,96 | 83,38 | 2 | 68 | 42,76 | 83,39 | 1 | |
| 16 | -8,00 | 40,35 | 83,38 | 2 | 77 | 42,88 | 83,39 | 1 | |
| 16 | -8,25 | 39,95 | 85,83 | 2 | 75 | 43,05 | 85,85 | 1 | |
| 17 | -8,25 | 37,81 | 85,83 | 2 | 76 | 38,53 | 85,85 | 1 | |
| 17 | -8,75 | 36,96 | 90,74 | 2 | 71 | 39,23 | 90,75 | 1 | |
| 18 | -8,75 | 30,62 | 90,74 | 2 | 63 | 38,76 | 90,75 | 1 | |
| 18 | -9,75 | 28,50 | 100,55 | 2 | 58 | 39,53 | 100,56 | 1 | |
| 19 | -9,75 | 31,91 | 100,55 | 2 | 63 | 36,77 | 100,56 | 1 | |
| 19 | -10,50 | 30,97 | 107,91 | 2 | 57 | 37,07 | 107,92 | 1 | |
| 20 | -10,50 | 84,93 | 107,91 | 2 | 56 | 37,19 | 107,92 | 1 | |
| 20 | -11,50 | 79,73 | 117,72 | 1 | 41 | 37,74 | 117,73 | 1 | |
| 21 | -11,50 | 78,11 | 117,72 | 2 | 53 | 37,87 | 117,73 | 1 | |
| 21 | -12,50 | 67,52 | 127,53 | 1 | 37 | 38,77 | 127,54 | 1 | |
| 22 | -12,50 | 68,83 | 127,53 | 1 | 45 | 39,41 | 127,54 | A | |
| 22 | -13,50 | 59,78 | 137,34 | 1 | 33 | 41,45 | 137,35 | A | |
| 23 | -13,50 | 26,64 | 137,34 | 2 | 65 | 90,16 | 137,35 | 1 | |
| 23 | -14,50 | 26,81 | 147,15 | 2 | 62 | 96,54 | 147,16 | 1 | |
| 24 | -14,50 | 29,86 | 147,15 | 2 | 56 | 96,52 | 147,16 | 1 | |
| 24 | -15,50 | 30,17 | 156,96 | 2 | 54 | 103,14 | 156,97 | 1 | |
| 25 | -15,50 | 122,03 | 137,32 | 1 | 32 | 49,09 | 137,37 | 1 | |
| 25 | -16,70 | 81,90 | 149,09 | 1 | 18 | 48,31 | 149,14 | 1 | |
| 26 | -16,70 | 82,79 | 149,09 | 1 | 19 | 48,47 | 149,14 | A | |
| 26 | -17,90 | 62,73 | 160,86 | 1 | 12 | 59,85 | 160,91 | 1 | |
| 27 | -17,90 | 63,51 | 160,86 | 1 | 14 | 59,90 | 160,91 | 1 | |
| 27 | -19,10 | 61,75 | 172,63 | 1 | 12 | 71,89 | 172,69 | 1 | |
| 28 | -19,10 | 62,44 | 172,63 | 1 | 12 | 71,96 | 172,69 | 1 | |
| 28 | -20,30 | 73,76 | 184,40 | 1 | 13 | 70,97 | 184,46 | 1 | |
| 29 | -20,30 | 74,37 | 184,40 | 1 | 13 | 71,06 | 184,46 | 1 | |
| 29 | -21,50 | 96,43 | 196,18 | 1 | 15 | 60,51 | 196,23 | A | |
| 30 | -21,50 | 83,33 | 196,18 | 1 | 17 | 104,75 | 196,23 | A | |
| 30 | -22,75 | 102,32 | 208,44 | 1 | 18 | 111,01 | 208,49 | A | |
| 31 | -22,75 | 102,96 | 208,44 | 1 | 18 | 113,79 | 208,49 | A | |
| 31 | -24,00 | 122,60 | 220,70 | 1 | 19 | 120,21 | 220,75 | A | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 11.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1279,1 | 1301,8 |
| Water | 2710,3 | 2802,4 |
| Totaal | 3989,5 | 4104,1 |

| Beschouwd als passieve zijde | Links |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 5482,94 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1279,12 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 23,3 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 2,00 m |
| Maximale passieve moment | 111152,52 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 22305,51 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 20,1 % |

### 11.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -167,04 |
| Verticale kracht passief | 341,22 |
| Verticale anker kracht * | -88,66 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 85,52 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 48,68 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -167,04 |
| Verticale kracht passief | 341,22 |
| Verticale anker kracht | -88,66 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 85,52 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 11.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

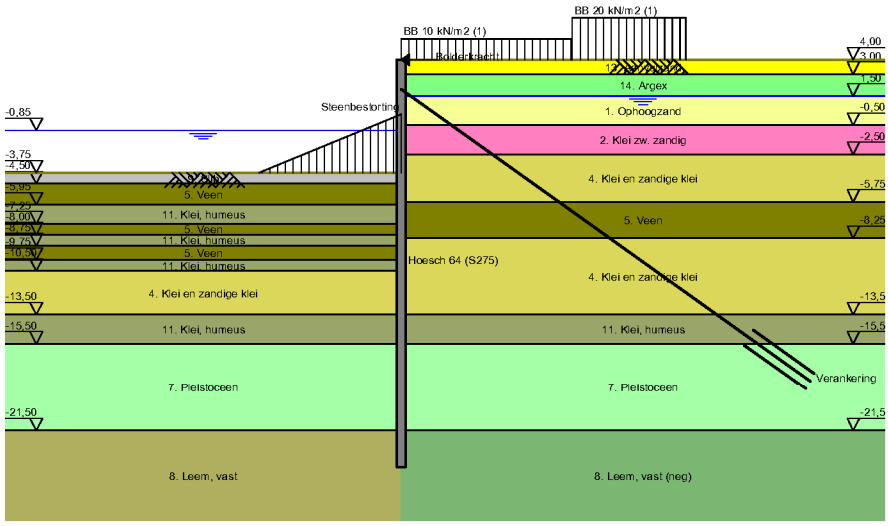
| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 4,00 | 13. Aanvulzand | -1,79 |
| -4,50 | 5. Veen | 0,00 | 3,00 | 14. Argex | -4,76 |
| -5,95 | 11. Klei, humeus | 0,00 | 1,50 | 1. Ophoogzand | -9,08 |
| -7,25 | 5. Veen | 0,00 | -0,50 | 2. Klei zw. zandig | -8,20 |
| -8,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -2,50 | 4. Klei en zandi... | -24,29 |
| -8,75 | 5. Veen | 0,00 | -5,75 | 5. Veen | 0,00 |
| -9,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -8,25 | 4. Klei en zandi... | -65,79 |
| -10,50 | 4. Klei en zandi... | 72,42 | -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -15,50 | 7. Pleistoceen | -146,10 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 183,86 | -21,50 | 8. Leem, vast (n... | 92,97 |
| -21,50 | 8. Leem, vast | 84,94 | | | |

### 11.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 140,53 | Elastisch | Rechts | Anker |

# 12 Overzicht Fase 8: Eindsituatie + bolderkracht

**Overzicht - Fase 8: Eindsituatie + bolderkracht**



# 13 Stap 6.5 Fase 8: Eindsituatie + bolderkracht

## 13.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

### 13.1.1 Horizontale Belastingen

| Naam | Niveau [m] | Belasting [kN/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Bolderkracht | 4,00 | -21,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |

## 13.2 Invoergegevens Links

### 13.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 13.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0,85 [m]

### 13.2.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | -3,75 |

### 13.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 3 (WZ) -0,85

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 13,00 | 13,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 11,50 | 11,50 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 13,00 | 13,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 15,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 0,00 | 27,50 | 18,30 | 18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 9. Slib | -3,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -4,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -7,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -8,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten | | | Wateroverspanning | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [-] | Neutraal [-] | Passief [-] | Boven [kN/m²] | Onder [kN/m²] |
| 9. Slib | -3,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 5. Veen | -4,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -7,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 5. Veen | -8,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 13,24 | 13,24 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -6,40 | -6,40 |

### 13.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 2000,00 | 2000,00 | 800,00 | 800,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 9. Slib | -3,75 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -4,50 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -5,95 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -7,25 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -8,00 | 500,00 | 500,00 |
| 5. Veen | -8,75 | 375,00 | 375,00 |
| 11. Klei, humeus | -9,75 | 500,00 | 500,00 |
| 4. Klei en zandi... | -10,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast | -21,50 | 2500,00 | 2500,00 |

### 13.2.6 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Steenbestorting | 0,00 | 28,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Blijvend |
| | 10,00 | 0,00 | | |

## 13.3 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Links

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | -4,13 | 15,2 | 49,8 | 0,53 | 0,82 | 1,75 |
| 2 | -5,13 | -9,1 | 75,8 | 0,00 | 0,65 | 3,25 |
| 3 | -5,85 | 0,0 | 62,9 | 0,00 | 0,71 | 3,78 |
| 4 | -6,60 | 0,0 | 59,7 | 0,00 | 0,55 | 3,57 |
| 5 | -7,63 | 0,0 | 55,9 | 0,00 | 0,38 | 3,14 |
| 6 | -8,13 | 0,0 | 53,0 | 0,00 | 0,33 | 2,93 |
| 7 | -8,50 | 0,0 | 50,7 | 0,00 | 0,28 | 2,71 |
| 8 | -9,25 | 0,0 | 49,1 | 0,00 | 0,24 | 2,54 |
| 9 | -10,13 | 0,0 | 52,4 | 0,00 | 0,26 | 2,60 |
| 10 | -11,00 | 0,0 | 173,2 | 0,00 | 0,28 | 7,25 |
| 11 | -12,00 | 0,0 | 164,6 | 0,00 | 0,33 | 5,49 |
| 12 | -13,00 | 0,0 | 168,2 | 0,00 | 0,37 | 4,65 |
| 13 | -14,00 | 0,0 | 42,2 | 0,00 | 0,55 | 1,04 |
| 14 | -15,00 | 0,0 | 54,4 | 0,00 | 0,57 | 1,27 |
| 15 | -16,10 | 0,0 | 416,0 | 0,00 | 0,40 | 6,00 |
| 16 | -17,30 | 0,0 | 469,1 | 0,00 | 0,41 | 5,81 |
| 17 | -18,50 | 0,0 | 499,5 | 0,00 | 0,42 | 5,41 |
| 18 | -19,70 | 0,0 | 548,8 | 0,00 | 0,42 | 5,28 |
| 19 | -20,90 | 0,0 | 620,1 | 0,00 | 0,43 | 5,37 |
| 20 | -22,13 | 30,9 | 532,9 | 0,24 | 0,50 | 4,16 |
| 21 | -23,38 | 39,5 | 609,8 | 0,28 | 0,51 | 4,31 |

## 13.4 Berekende Kracht per Laag - Links

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 9. Slib | 29,07 |
| 5. Veen | 76,11 |
| 11. Klei, humeus | 64,42 |
| 5. Veen | 29,05 |
| 11. Klei, humeus | 28,64 |
| 5. Veen | 29,47 |
| 11. Klei, humeus | 23,51 |
| 4. Klei en zandige klei | 222,55 |
| 11. Klei, humeus | 56,74 |
| 7. Pleistoceen | 462,20 |
| 8. Leem, vast | 256,84 |

## 13.5 Invoergegevens Rechts

### 13.5.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

### 13.5.2 Waterniveau

Freatisch niveau: 1,50 [m]

### 13.5.3 Maaiveld

| X [m] | Y [m] |
|---|---|
| 0,00 | 4,00 |

### 13.5.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: BP 4 (LZ) +1,50 (A)

| Laag naam | Niveau [m] | Volumegewicht Onverz. [kN/m³] | Volumegewicht Verz. [kN/m³] |
|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 18,00 | 20,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 4,30 | 12,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 18,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 17,00 | 17,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 17,00 | 17,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 11,50 | 11,50 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 17,00 | 17,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 13,00 | 13,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 18,00 | 20,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 21,00 | 21,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Cohesie [kN/m²] | Wrijvingshoek phi [°] | Delta wrijvingshoek* Niet gereduc. [°] | Delta wrijvingshoek* Gereduc. [°] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 14. Argex | 3,00 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 0,00 | 30,00 | 20,00 | 20,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 5,00 | 22,50 | 11,30 | 11,30 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 6,40 | 27,00 | 18,00 | 18,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 17,80 | 12,40 | 0,00 | 0,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 0,00 | 32,50 | 21,70 | 16,60 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 0,00 | 27,50 | -18,30 | -18,30 |

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve gronddrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve gronddrukcoëfficiënt.

| Laag naam | Niveau [m] | Schelpfactor [-] | OCR [-] | Korreltype |
|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 14. Argex | 3,00 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 5. Veen | -5,75 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 1,00 | 1,00 | Fijn |

| Laag naam | Niveau [m] | Gronddrukcoëfficiënten Actief [-] | Gronddrukcoëfficiënten Neutraal [-] | Gronddrukcoëfficiënten Passief [-] | Wateroverspanning Boven [kN/m²] | Wateroverspanning Onder [kN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 14. Argex | 3,00 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | 0,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | 0,00 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 5. Veen | -5,75 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -9,80 | -9,80 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | -29,40 | -29,40 |

### 13.5.5 Beddingsconstanten (Secant)

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 1 | | Tak 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 12000,00 | 12000,00 | 6000,00 | 6000,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 4000,00 | 4000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 1500,00 | 1500,00 | 750,00 | 750,00 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 5000,00 | 5000,00 | 2500,00 | 2500,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 2000,00 | 2000,00 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 20000,00 | 20000,00 | 10000,00 | 10000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 10000,00 | 10000,00 | 5000,00 | 5000,00 |

| Laag naam | Niveau [m] | Tak 3 | |
|---|---|---|---|
| | | Boven [kN/m³] | Onder [kN/m³] |
| 13. Aanvulzand | 4,00 | 5000,00 | 5000,00 |
| 14. Argex | 3,00 | 3000,00 | 3000,00 |
| 1. Ophoogzand | 1,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 2. Klei zw. zandig | -0,50 | 800,00 | 800,00 |
| 4. Klei en zandi... | -2,50 | 1250,00 | 1250,00 |
| 5. Veen | -5,75 | 375,00 | 375,00 |
| 4. Klei en zandi... | -8,25 | 1250,00 | 1250,00 |
| 11. Klei, humeus | -13,50 | 500,00 | 500,00 |
| 7. Pleistoceen | -15,50 | 5000,00 | 5000,00 |
| 8. Leem, vast (n... | -21,50 | 2500,00 | 2500,00 |

### 13.5.6 Ankers

| Naam | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Door-snede [m²/m'] | Lengte [m] | Hoek [°] | Vloeikracht [kN/m'] | Voorspan-kracht [kN/m'] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 7,700E-04 | 35,00 | -35,00 | 1000,00 | n.v.t. |

### 13.5.7 Bovenbelastingen

| Naam | Afstand [m] | Belasting [kN/m²] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| BB 20 kN/m2 (1) | 12,00 | 20,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 20,00 | 20,00 | | |
| BB 10 kN/m2 (1) | 0,00 | 10,00 | Ongunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |
| | 12,00 | 10,00 | | |

## 13.6 Berekende Gronddrukcoëfficiënten Rechts

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 1 | 3,50 | 4,8 | 110,9 | 0,25 | 0,72 | 5,84 |
| 2 | 2,50 | 8,4 | 173,1 | 0,28 | 0,63 | 5,74 |
| 3 | 1,75 | 9,3 | 191,5 | 0,28 | 0,60 | 5,74 |
| 4 | 1,00 | 11,0 | 226,9 | 0,28 | 0,58 | 5,73 |
| 5 | 0,12 | 13,6 | 283,1 | 0,28 | 0,55 | 5,82 |
| 6 | -0,39 | 15,0 | 340,3 | 0,28 | 0,54 | 6,33 |
| 7 | -0,68 | 16,6 | 244,7 | 0,29 | 0,63 | 4,29 |
| 8 | -1,26 | 19,4 | 274,9 | 0,30 | 0,63 | 4,28 |
| 9 | -2,09 | 23,3 | 304,8 | 0,31 | 0,62 | 4,11 |
| 10 | -3,13 | 19,8 | 383,9 | 0,24 | 0,55 | 4,58 |
| 11 | -4,13 | 22,1 | 387,2 | 0,24 | 0,55 | 4,25 |
| 12 | -5,13 | 24,4 | 411,3 | 0,25 | 0,54 | 4,18 |
| 13 | -5,85 | 37,1 | 175,6 | 0,36 | 0,76 | 1,70 |
| 14 | -6,60 | 38,1 | 186,5 | 0,37 | 0,75 | 1,79 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Horizontale druk | | Fictieve gronddrukcoëfficiënten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Actief [kN/m²] | Passief [kN/m²] | Ka [-] | Ko [-] | Kp [-] |
| 15 | -7,63 | 39,3 | 219,4 | 0,37 | 0,75 | 2,07 |
| 16 | -8,13 | 39,9 | 228,6 | 0,37 | 0,75 | 2,14 |
| 17 | -8,50 | 27,6 | 511,3 | 0,25 | 0,53 | 4,69 |
| 18 | -9,25 | 29,4 | 533,8 | 0,26 | 0,53 | 4,67 |
| 19 | -10,13 | 31,4 | 515,4 | 0,26 | 0,53 | 4,27 |
| 20 | -11,00 | 33,4 | 537,5 | 0,26 | 0,53 | 4,24 |
| 21 | -12,00 | 36,4 | 570,0 | 0,27 | 0,53 | 4,25 |
| 22 | -13,00 | 40,4 | 649,6 | 0,29 | 0,53 | 4,60 |
| 23 | -14,00 | 68,4 | 320,2 | 0,47 | 0,75 | 2,19 |
| 24 | -15,00 | 70,5 | 324,5 | 0,47 | 0,75 | 2,17 |
| 25 | -16,10 | 46,4 | 1003,5 | 0,26 | 0,45 | 5,68 |
| 26 | -17,30 | 50,1 | 1056,6 | 0,27 | 0,45 | 5,60 |
| 27 | -18,50 | 53,0 | 1101,4 | 0,26 | 0,45 | 5,49 |
| 28 | -19,70 | 55,8 | 1191,2 | 0,26 | 0,45 | 5,60 |
| 29 | -20,90 | 58,9 | 1323,7 | 0,26 | 0,45 | 5,89 |
| 30 | -22,13 | 107,9 | 547,7 | 0,45 | 0,52 | 2,30 |
| 31 | -23,38 | 117,0 | 501,0 | 0,47 | 0,52 | 1,99 |

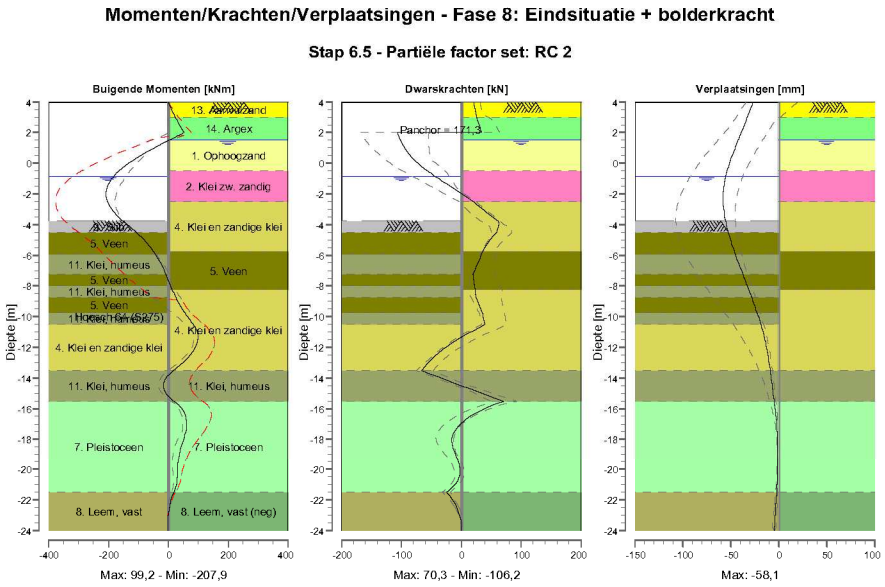
## 13.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

| Naam | Kracht |
|---|---|
| 13. Aanvulzand | 4,51 |
| 14. Argex | 13,08 |
| 1. Ophoogzand | 24,94 |
| 2. Klei zw. zandig | 41,05 |
| 4. Klei en zandige klei | 75,36 |
| 5. Veen | 100,49 |
| 4. Klei en zandige klei | 204,79 |
| 11. Klei, humeus | 193,14 |
| 7. Pleistoceen | 366,99 |
| 8. Leem, vast (neg) | 281,11 |

## 13.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 6

### 13.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

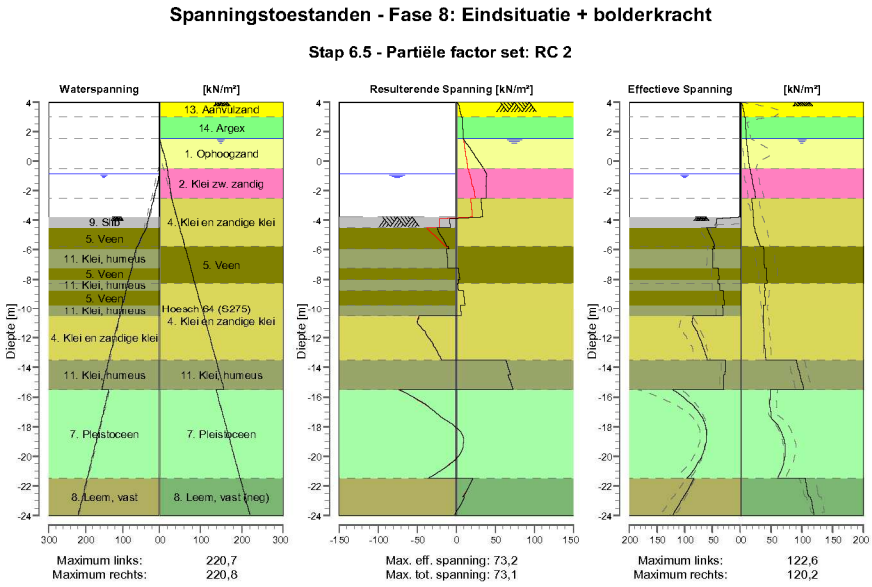



### 13.8.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -0,12 | 21,49 | -27,2 |
| 1 | 3,00 | 23,15 | 26,00 | -33,1 |
| 2 | 3,00 | 23,24 | 25,70 | -33,1 |
| 2 | 2,00 | 53,04 | 34,11 | -39,2 |
| 3 | 2,00 | 53,04 | **-106,22** | -39,2 |
| 3 | 1,50 | 1,09 | -101,55 | -42,4 |
| 4 | 1,50 | 1,07 | -101,40 | -42,4 |
| 4 | 0,50 | -93,41 | -85,45 | -48,8 |
| 5 | 0,50 | -93,39 | -85,39 | -48,8 |
| 5 | -0,27 | -151,57 | -64,48 | -53,0 |
| 6 | -0,27 | -151,57 | -64,49 | -53,0 |
| 6 | -0,50 | -165,53 | -56,79 | -54,0 |
| 7 | -0,50 | -165,53 | -56,79 | -54,0 |
| 7 | -0,85 | -183,17 | -43,83 | -55,4 |
| 8 | -0,85 | -183,17 | -43,84 | -55,4 |
| 8 | -1,68 | -206,11 | -11,92 | -57,6 |
| 9 | -1,68 | **-206,12** | -11,97 | -57,6 |
| 9 | -2,50 | -202,80 | 19,89 | **-58,1** |
| 10 | -2,50 | -202,81 | 19,91 | **-58,1** |
| 10 | -3,75 | -152,38 | 61,21 | -55,6 |
| 11 | -3,75 | -152,38 | 61,22 | -55,6 |
| 11 | -4,50 | -106,41 | 58,65 | -52,7 |
| 12 | -4,50 | -106,41 | 58,63 | -52,7 |
| 12 | -5,75 | -49,18 | 35,58 | -46,3 |
| 13 | -5,75 | -49,18 | 35,59 | -46,3 |
| 13 | -5,95 | -42,25 | 33,71 | -45,2 |
| 14 | -5,95 | -42,25 | 33,72 | -45,2 |
| 14 | -7,25 | -7,99 | 19,37 | -37,4 |
| 15 | -7,25 | -7,98 | 19,36 | -37,4 |
| 15 | -8,00 | 7,57 | 22,43 | -32,9 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -8,00 | 7,57 | 22,41 | -32,9 |
| 16 | -8,25 | 13,27 | 23,24 | -31,3 |
| 17 | -8,25 | 13,27 | 23,24 | -31,3 |
| 17 | -8,75 | 25,20 | 24,60 | -28,3 |
| 18 | -8,75 | 25,20 | 24,60 | -28,3 |
| 18 | -9,75 | 54,87 | 35,16 | -22,6 |
| 19 | -9,75 | 54,87 | 35,16 | -22,6 |
| 19 | -10,50 | 82,93 | 39,78 | -18,7 |
| 20 | -10,50 | 82,94 | 39,71 | -18,7 |
| 20 | -11,50 | 98,52 | -7,61 | -14,4 |
| 21 | -11,50 | 98,51 | -7,66 | -14,4 |
| 21 | -12,50 | 72,34 | -42,61 | -11,3 |
| 22 | -12,50 | 72,34 | -42,60 | -11,3 |
| 22 | -13,50 | 17,05 | -66,16 | -9,0 |
| 23 | -13,50 | 17,05 | -66,16 | -9,0 |
| 23 | -14,50 | -16,31 | 0,46 | -7,0 |
| 24 | -14,50 | -16,31 | 0,46 | -7,0 |
| 24 | -15,50 | 18,53 | 70,27 | -4,9 |
| 25 | -15,50 | 18,52 | 70,29 | -4,9 |
| 25 | -16,70 | 60,49 | 7,58 | -2,6 |
| 26 | -16,70 | 60,52 | 7,55 | -2,6 |
| 26 | -17,90 | 51,98 | -15,65 | -1,4 |
| 27 | -17,90 | 51,94 | -15,63 | -1,4 |
| 27 | -19,10 | 35,67 | -8,76 | -1,0 |
| 28 | -19,10 | 35,68 | -8,65 | -1,0 |
| 28 | -20,30 | 30,56 | -2,34 | -1,4 |
| 29 | -20,30 | 30,56 | -2,26 | -1,4 |
| 29 | -21,50 | 18,54 | -24,42 | -2,2 |
| 30 | -21,50 | 18,55 | -24,40 | -2,2 |
| 30 | -22,75 | 1,62 | -5,35 | -3,4 |
| 31 | -22,75 | 1,62 | -5,35 | -3,4 |
| 31 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -4,7 |
| Max | | **-206,12** | **-106,22** | **-58,1** |
| Max incl. tussenknopen | | -207,95 | -106,22 | -58,1 |

### 13.8.3 Grafieken van Spanningen



### 13.8.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links | | | | Rechts | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | A | |
| 1 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,02 | 0,00 | A | |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 7,82 | 0,00 | A | |
| 2 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,02 | 0,00 | A | |
| 3 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 9,62 | 0,00 | A | |
| 4 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 12,47 | 9,81 | A | |
| 5 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 12,47 | 9,81 | A | |
| 5 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 14,67 | 17,36 | A | |
| 6 | -0,27 | 0,00 | 0,00 | - | | 14,66 | 17,36 | A | |
| 6 | -0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 15,32 | 19,62 | A | |
| 7 | -0,50 | 0,00 | 0,00 | - | | 15,93 | 19,62 | A | |
| 7 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 17,17 | 21,34 | A | |
| 8 | -0,85 | 0,00 | 0,00 | - | | 17,87 | 21,34 | A | |
| 8 | -1,68 | 0,00 | 8,09 | - | | 20,89 | 25,39 | A | |
| 9 | -1,68 | 0,00 | 8,09 | - | | 21,77 | 25,39 | A | |
| 9 | -2,50 | 0,00 | 16,19 | - | | 24,93 | 29,44 | A | |
| 10 | -2,50 | 0,00 | 16,19 | - | | 18,72 | 29,44 | A | |
| 10 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | - | | 20,86 | 41,70 | A | |
| 11 | -3,75 | 0,00 | 28,45 | P | | 21,41 | 41,70 | A | |
| 11 | -4,50 | 43,37 | 35,81 | 3 | 85 | 22,73 | 49,06 | A | |
| 12 | -4,50 | 60,53 | 35,81 | 2 | 64 | 23,23 | 49,06 | A | |
| 12 | -5,75 | 45,77 | 59,48 | 3 | 80 | 31,83 | 61,32 | 1 | |
| 13 | -5,75 | 49,06 | 59,48 | 2 | 74 | 37,39 | 61,32 | 1 | |
| 13 | -5,95 | 46,47 | 63,27 | 2 | 78 | 37,54 | 63,28 | 1 | |
| 14 | -5,95 | 50,03 | 63,27 | 3 | 89 | 38,01 | 63,28 | 1 | |
| 14 | -7,25 | 49,29 | 76,02 | 2 | 78 | 39,14 | 76,04 | 1 | |
| 15 | -7,25 | 39,62 | 76,02 | 2 | 71 | 42,44 | 76,04 | 1 | |
| 15 | -8,00 | 37,86 | 83,38 | 2 | 67 | 43,12 | 83,39 | 1 | |
| 16 | -8,00 | 40,22 | 83,38 | 2 | 77 | 43,24 | 83,39 | 1 | |
| 16 | -8,25 | 39,83 | 85,83 | 2 | 74 | 43,39 | 85,85 | 1 | |
| 17 | -8,25 | 37,69 | 85,83 | 2 | 76 | 39,67 | 85,85 | 1 | |
| 17 | -8,75 | 36,85 | 90,74 | 2 | 71 | 40,22 | 90,75 | 1 | |
| 18 | -8,75 | 30,54 | 90,74 | 2 | 63 | 39,75 | 90,75 | 1 | |
| 18 | -9,75 | 28,45 | 100,55 | 2 | 57 | 40,21 | 100,56 | 1 | |
| 19 | -9,75 | 31,83 | 100,55 | 2 | 63 | 37,45 | 100,56 | 1 | |
| 19 | -10,50 | 30,92 | 107,91 | 2 | 57 | 37,53 | 107,92 | 1 | |
| 20 | -10,50 | 84,81 | 107,91 | 2 | 56 | 37,65 | 107,92 | 1 | |
| 20 | -11,50 | 79,50 | 117,72 | 1 | 41 | 37,96 | 117,73 | 1 | |
| 21 | -11,50 | 78,05 | 117,72 | 2 | 53 | 38,09 | 117,73 | 1 | |
| 21 | -12,50 | 67,45 | 127,53 | 1 | 37 | 38,85 | 127,54 | 1 | |
| 22 | -12,50 | 68,75 | 127,53 | 1 | 45 | 39,49 | 127,54 | 1 | |
| 22 | -13,50 | 59,79 | 137,34 | 1 | 33 | 41,45 | 137,35 | A | |
| 23 | -13,50 | 26,64 | 137,34 | 2 | 65 | 90,16 | 137,35 | 1 | |
| 23 | -14,50 | 26,81 | 147,15 | 2 | 62 | 96,53 | 147,16 | 1 | |
| 24 | -14,50 | 29,86 | 147,15 | 2 | 56 | 96,51 | 147,16 | 1 | |
| 24 | -15,50 | 30,17 | 156,96 | 2 | 54 | 103,13 | 156,97 | 1 | |
| 25 | -15,50 | 122,16 | 137,32 | 1 | 32 | 48,96 | 137,37 | 1 | |
| 25 | -16,70 | 81,97 | 149,09 | 1 | 18 | 48,24 | 149,14 | 1 | |
| 26 | -16,70 | 82,86 | 149,09 | 1 | 19 | 48,47 | 149,14 | A | |
| 26 | -17,90 | 62,76 | 160,86 | 1 | 12 | 59,83 | 160,91 | 1 | |
| 27 | -17,90 | 63,54 | 160,86 | 1 | 14 | 59,88 | 160,91 | 1 | |
| 27 | -19,10 | 61,75 | 172,63 | 1 | 12 | 71,89 | 172,69 | 1 | |
| 28 | -19,10 | 62,44 | 172,63 | 1 | 12 | 71,96 | 172,69 | 1 | |
| 28 | -20,30 | 73,76 | 184,40 | 1 | 13 | 70,98 | 184,46 | 1 | |
| 29 | -20,30 | 74,37 | 184,40 | 1 | 13 | 71,07 | 184,46 | 1 | |
| 29 | -21,50 | 96,42 | 196,18 | 1 | 15 | 60,52 | 196,23 | 1 | |
| 30 | -21,50 | 83,33 | 196,18 | 1 | 17 | 104,75 | 196,23 | 1 | |
| 30 | -22,75 | 102,32 | 208,44 | 1 | 18 | 111,01 | 208,49 | 1 | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | -22,75 | 102,96 | 208,44 | 1 | 18 | 113,79 | 208,49 | 1 | |
| 31 | -24,00 | 122,60 | 220,70 | 1 | 19 | 120,21 | 220,75 | A | |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 13.8.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1278,6 | 1305,5 |
| Water | 2710,3 | 2802,4 |
| Totaal | 3988,9 | 4107,8 |

| | |
|---|---|
| Beschouwd als passieve zijde | Links |
| Maximale passieve effectieve weerstand | 5482,94 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1278,60 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 23,3 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 2,00 m |
| Maximale passieve moment | 111152,52 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 22300,60 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 20,1 % |

### 13.8.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -167,94 |
| Verticale kracht passief | 341,18 |
| Verticale anker kracht * | -108,09 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 65,15 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 48,68 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -167,94 |
| Verticale kracht passief | 341,18 |
| Verticale anker kracht | -108,09 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 65,15 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

* De verticale anker kracht is inclusief een factor van 1.1 volgens art. 9.7.5(a) van Eurocode NEN 9997-1:2016.

### 13.8.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 4,00 | 13. Aanvulzand | -1,79 |
| -4,50 | 5. Veen | 0,00 | 3,00 | 14. Argex | -4,76 |
| -5,95 | 11. Klei, humeus | 0,00 | 1,50 | 1. Ophoogzand | -9,08 |
| -7,25 | 5. Veen | 0,00 | -0,50 | 2. Klei zw. zandig | -8,20 |
| -8,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -2,50 | 4. Klei en zandi... | -24,49 |
| -8,75 | 5. Veen | 0,00 | -5,75 | 5. Veen | 0,00 |
| -9,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -8,25 | 4. Klei en zandi... | -66,54 |
| -10,50 | 4. Klei en zandi... | 72,31 | -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -15,50 | 7. Pleistoceen | -146,04 |

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | 183,93 | -21,50 | 8. Leem, vast (n... | 92,97 |
| -21,50 | 8. Leem, vast | 84,94 | | | |

### 13.8.8 Ankers/Stempels

| Anker/stempel | Niveau [m] | E-Modulus [kN/m²] | Kracht [kN] | Toestand | Zijde | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 2,100E+08 | 171,31 | Elastisch | Rechts | Anker |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-6:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 2 - calamiteitsituatie*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 14-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 16:35:29 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 14-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 16:31:24 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 2-calamiteit |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 2 - calamiteit |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 3
2.1 Overzicht per Fase en Toets 3
2.2 Steunpunten 3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase 3
2.4 Waarschuwingen 3
2.5 CUR Verificatie Stappen 4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 5
3.1 Algemene Invoergegevens 5
3.2 Damwandeigenschappen 5
3.2.1 Algemene Eigenschappen 5
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 5
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 5
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 5
3.3 Rekenopties 5
4 Overzicht Fase 8: Saneren met MHW 7
5 Stap 6.5 Fase 8: Saneren met MHW 8
5.1 Algemene Invoergegevens 8
5.1.1 Normaalkrachten 8
5.1.2 Verende Steunpunten 8
5.1.3 Horizontale Belastingen 8
5.1.4 Momenten 8
5.2 Berekeningsresultaten 8
5.2.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 9
5.2.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 9
5.2.3 Grafieken van Spanningen 10
5.2.4 Spanningen 11
5.2.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 12
5.2.6 Verticaal Evenwicht 12
5.2.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 12
5.2.8 Stijve en Verende Steunpunten 13

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 2 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 3 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 4 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 5 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 6 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 7 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -95,13 | 52,36 | **14,9** | **17,6** | Voldoet |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -124,30 | 73,24 | **14,9** | **17,6** | Voldoet |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-38,0** | -159,37 | 68,82 | 11,8 | 14,1 | Voldoet |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | **-191,24** | **82,58** | | | |
| Max | | **-38,0** | **-191,24** | **82,58** | **14,9** | **17,6** | Voldoet |

## 2.2 Steunpunten

| Fase nr. | Verificatie type | Steunpunt Verankering (druk) | |
|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **-65,22** | - |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | -59,80 | - |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | -47,68 | - |
| Max | | **-65,22** | **-** |

## 2.3 Totale Stabiliteit per Fase

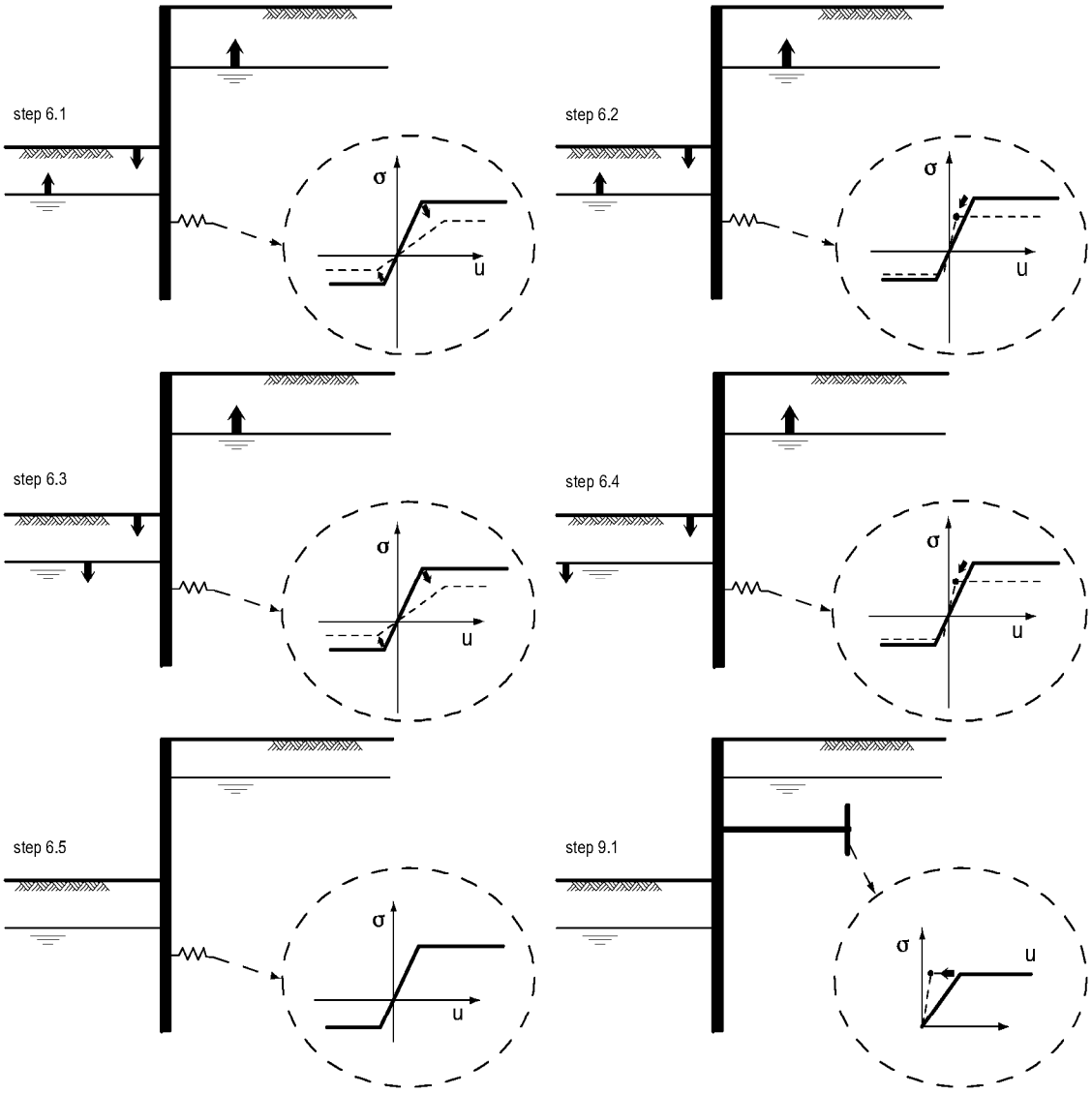
| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| Saneren met MHW | 47,86 |

## 2.4 Waarschuwingen

| Fase | Waarschuwing |
|---|---|
| 5 | Er kan opbarsting optreden |
| 6 | Er kan opbarsting optreden |
| 7 | Er kan opbarsting optreden |
| 8 | Er kan opbarsting optreden |

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 1 (WZ) -0,27
- BP 1 (LZ) +1,50 (S)
- BP 1 (LZ) -1,80 (S)
- BP 1 (WZ) +1,24
- BP 1 (WZ) +2,56

## 2.5 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 8 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,35 | 170,00 |

## 3.3 Rekenopties

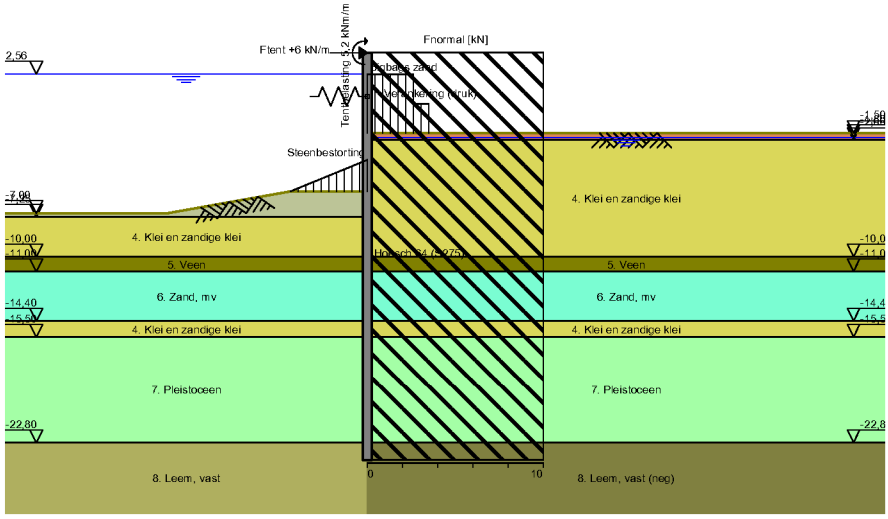
| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 8: Saneren met MHW |

| | |
|---|---|
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

# 4 Overzicht Fase 8: Saneren met MHW

**Overzicht - Fase 8: Saneren met MHW**



# 5 Stap 6.5 Fase 8: Saneren met MHW

## 5.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

### 5.1.1 Normaalkrachten

| Naam | Kracht op bovenkant damwand [kN] | Kracht op maaiveld-niveau, linkerkant [kN] | Kracht op maaiveld-niveau, rechterkant [kN] | Kracht op onderkant damwand [kN] |
|---|---|---|---|---|
| Belasting tent 1... | 10,40 | 10,40 | 10,40 | 10,40 |

| Naam | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|
| Belasting tent 1... | Ongunstig | Variabel |

### 5.1.2 Verende Steunpunten

| Naam | Niveau [m] | Rotatie [kNm/rad/m'] | Translatie [kN/m/m'] |
|---|---|---|---|
| Verankering (dr... | 1,00 | 0,00000E+00 | 2,21100E+03 |

### 5.1.3 Horizontale Belastingen

| Naam | Niveau [m] | Belasting [kN/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Ftent +6 kN/m | 4,00 | 6,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |

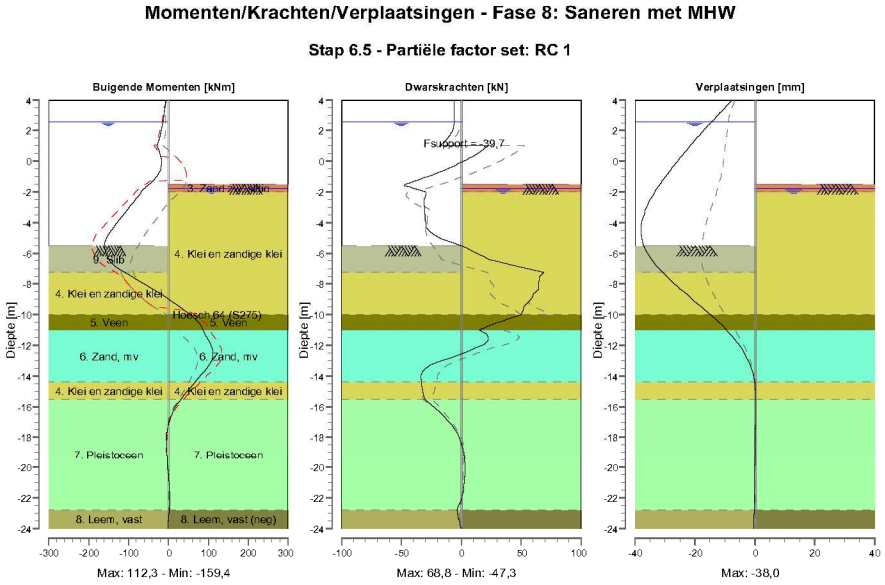
### 5.1.4 Momenten

| Naam | Niveau [m] | Moment [kNm/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Tentbelasting 5,... | 4,00 | -5,20 | Ongunstig | Variabel |

## 5.2 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

### 5.2.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

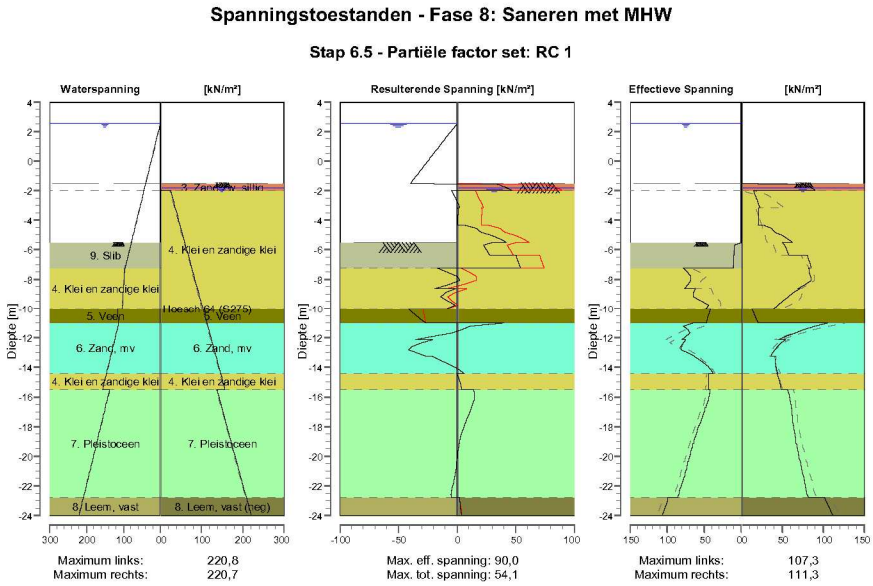



### 5.2.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -5,23 | -5,86 | -7,6 |
| 1 | 3,28 | -9,48 | -5,86 | -11,1 |
| 2 | 3,28 | -9,33 | -5,86 | -11,1 |
| 2 | 2,56 | -13,58 | -5,86 | -14,6 |
| 3 | 2,56 | -13,60 | -6,00 | -14,6 |
| 3 | 2,00 | -17,28 | -7,54 | -17,2 |
| 4 | 2,00 | -17,28 | -7,53 | -17,2 |
| 4 | 1,50 | -21,96 | -11,50 | -19,5 |
| 5 | 1,50 | -21,96 | -11,50 | -19,5 |
| 5 | 1,24 | -25,34 | -14,53 | -20,6 |
| 6 | 1,24 | -25,34 | -14,53 | -20,6 |
| 6 | 1,00 | -29,23 | -17,92 | -21,7 |
| 7 | 1,00 | -29,23 | 21,80 | -21,7 |
| 7 | 0,20 | -17,56 | 6,42 | -25,1 |
| 8 | 0,20 | -17,56 | 6,41 | -25,1 |
| 8 | -0,27 | -17,30 | -5,56 | -27,0 |
| 9 | -0,27 | -17,30 | -5,56 | -27,0 |
| 9 | -1,00 | -29,42 | -28,44 | -29,9 |
| 10 | -1,00 | -29,42 | -28,44 | -29,9 |
| 10 | -1,50 | -48,23 | -47,13 | -31,7 |
| 11 | -1,50 | -48,23 | -47,13 | -31,7 |
| 11 | -1,80 | -61,39 | -38,07 | -32,8 |
| 12 | -1,80 | -61,39 | -38,08 | -32,8 |
| 12 | -2,00 | -68,14 | -29,15 | -33,5 |
| 13 | -2,00 | -68,14 | -29,15 | -33,5 |
| 13 | -3,17 | -103,76 | -30,43 | -36,6 |
| 14 | -3,17 | -103,76 | -30,41 | -36,6 |
| 14 | -4,33 | -138,61 | -29,39 | **-38,0** |
| 15 | -4,33 | -138,62 | -29,40 | **-38,0** |
| 15 | -5,50 | **-159,37** | 0,63 | -37,0 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -5,50 | **-159,37** | 0,65 | -37,0 |
| 16 | -6,38 | -149,13 | 22,96 | -34,6 |
| 17 | -6,38 | -149,13 | 22,96 | -34,6 |
| 17 | -7,25 | -109,25 | 68,66 | -30,9 |
| 18 | -7,25 | -109,29 | **68,82** | -30,9 |
| 18 | -8,63 | -20,18 | 60,54 | -23,1 |
| 19 | -8,63 | -20,15 | 60,57 | -23,1 |
| 19 | -10,00 | 55,25 | 49,75 | -14,8 |
| 20 | -10,00 | 55,23 | 49,70 | -14,8 |
| 20 | -11,00 | 86,47 | 15,20 | -9,5 |
| 21 | -11,00 | 86,52 | 14,89 | -9,5 |
| 21 | -12,13 | 109,28 | 12,95 | -4,7 |
| 22 | -12,13 | 109,33 | 12,55 | -4,7 |
| 22 | -13,27 | 102,71 | -25,41 | -1,6 |
| 23 | -13,27 | 102,67 | -25,72 | -1,6 |
| 23 | -14,40 | 66,55 | -32,85 | -0,1 |
| 24 | -14,40 | 66,52 | -32,87 | -0,1 |
| 24 | -15,50 | 31,24 | -30,50 | 0,3 |
| 25 | -15,50 | 31,23 | -30,46 | 0,3 |
| 25 | -16,72 | 4,87 | -13,29 | 0,3 |
| 26 | -16,72 | 4,87 | -13,27 | 0,3 |
| 26 | -17,93 | -3,73 | -2,18 | 0,1 |
| 27 | -17,93 | -3,73 | -2,19 | 0,1 |
| 27 | -19,15 | -3,17 | 2,26 | 0,0 |
| 28 | -19,15 | -3,17 | 2,25 | 0,0 |
| 28 | -20,37 | 0,30 | 3,06 | 0,0 |
| 29 | -20,37 | 0,30 | 3,06 | 0,0 |
| 29 | -21,58 | 3,34 | 1,49 | -0,1 |
| 30 | -21,58 | 3,34 | 1,50 | -0,1 |
| 30 | -22,80 | 2,40 | -3,60 | -0,2 |
| 31 | -22,80 | 2,40 | -3,66 | -0,2 |
| 31 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -0,3 |
| Max | | **-159,37** | **68,82** | **-38,0** |
| Max incl. tussenknopen | | -159,37 | 68,82 | -38,0 |

### 5.2.3 Grafieken van Spanningen



### 5.2.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links | | | | Rechts | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 1 | 3,28 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 3,28 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 5,49 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 2,00 | 0,00 | 5,49 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 10,40 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,50 | 0,00 | 10,40 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 12,95 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 6 | 1,24 | 0,00 | 12,95 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 6 | 1,00 | 0,00 | 15,30 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 7 | 1,00 | 0,00 | 15,30 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 7 | 0,20 | 0,00 | 23,15 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 8 | 0,20 | 0,00 | 23,15 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 27,76 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9 | -0,27 | 0,00 | 27,76 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9 | -1,00 | 0,00 | 34,92 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 10 | -1,00 | 0,00 | 34,92 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 10 | -1,50 | 0,00 | 39,83 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 11 | -1,50 | 0,00 | 39,83 | - | | 0,00 | 0,00 | P | |
| 11 | -1,80 | 0,00 | 42,77 | - | | 85,96 | 0,00 | 2 | 54 |
| 12 | -1,80 | 0,00 | 42,77 | - | | 84,86 | 0,00 | 2 | 53 |
| 12 | -2,00 | 0,00 | 44,73 | - | | 89,95 | 1,96 | 2 | 53 |
| 13 | -2,00 | 0,00 | 44,73 | - | | 15,21 | 24,56 | P | |
| 13 | -3,17 | 0,00 | 56,18 | - | | 22,52 | 36,01 | 3 | 99 |
| 14 | -3,17 | 0,00 | 56,18 | - | | 20,90 | 36,01 | 2 | 51 |
| 14 | -4,33 | 0,00 | 67,62 | - | | 20,86 | 47,45 | 1 | 40 |
| 15 | -4,33 | 0,00 | 67,62 | - | | 27,17 | 47,45 | 1 | 38 |
| 15 | -5,50 | 0,00 | 79,07 | - | | 62,21 | 58,90 | 2 | 73 |
| 16 | -5,50 | 0,00 | 79,07 | A | | 50,40 | 58,90 | 2 | 50 |
| 16 | -6,38 | 9,97 | 87,65 | A | | 58,08 | 67,48 | 2 | 52 |
| 17 | -6,38 | 9,89 | 87,65 | A | 90 | 80,40 | 67,48 | 2 | 64 |
| 17 | -7,25 | 10,55 | 96,24 | A | 90 | 84,84 | 76,06 | 2 | 61 |
| 18 | -7,25 | 78,40 | 96,24 | 3 | 84 | 81,84 | 76,06 | 2 | 54 |
| 18 | -8,63 | 77,03 | 99,62 | 1 | 42 | 68,33 | 89,55 | 1 | 38 |
| 19 | -8,63 | 62,03 | 99,62 | 1 | 40 | 70,61 | 89,55 | 1 | 36 |
| 19 | -10,00 | 48,19 | 103,01 | 1 | 21 | 38,94 | 103,04 | 1 | 17 |
| 20 | -10,00 | 41,60 | 115,91 | 2 | 55 | 12,90 | 103,04 | 1 | |
| 20 | -11,00 | 47,31 | 112,82 | 1 | 47 | 20,52 | 112,85 | 1 | |
| 21 | -11,00 | 65,15 | 112,82 | 1 | 22 | 105,07 | 112,85 | 1 | 29 |
| 21 | -12,13 | 80,40 | 123,94 | 1 | 23 | 45,25 | 123,97 | 1 | 11 |
| 22 | -12,13 | 74,69 | 123,94 | 1 | 22 | 53,95 | 123,97 | 1 | 16 |
| 22 | -13,27 | 62,73 | 135,06 | 1 | 16 | 36,19 | 135,09 | 1 | 9 |
| 23 | -13,27 | 63,51 | 135,06 | 1 | 16 | 42,18 | 135,09 | 1 | 11 |
| 23 | -14,40 | 37,89 | 146,18 | 1 | 8 | 44,10 | 146,21 | 1 | 10 |
| 24 | -14,40 | 43,64 | 146,18 | 1 | 12 | 42,99 | 146,21 | 1 | |
| 24 | -15,50 | 45,02 | 156,97 | 1 | | 48,77 | 157,00 | 1 | 13 |
| 25 | -15,50 | 42,23 | 137,37 | 1 | | 56,34 | 137,30 | 1 | 9 |
| 25 | -16,72 | 48,17 | 149,30 | 1 | | 60,53 | 149,23 | 1 | 8 |
| 26 | -16,72 | 48,73 | 149,30 | 1 | | 61,14 | 149,23 | 1 | 9 |
| 26 | -17,93 | 57,07 | 161,24 | 1 | | 63,10 | 161,17 | 1 | 8 |
| 27 | -17,93 | 57,58 | 161,24 | 1 | | 63,64 | 161,17 | 1 | 8 |
| 27 | -19,15 | 64,92 | 173,18 | 1 | | 66,76 | 173,10 | 1 | 8 |
| 28 | -19,15 | 65,37 | 173,18 | 1 | | 67,23 | 173,10 | 1 | 8 |
| 28 | -20,37 | 71,70 | 185,11 | 1 | 8 | 71,49 | 185,04 | 1 | |
| 29 | -20,37 | 72,11 | 185,11 | 1 | 8 | 71,91 | 185,04 | 1 | |
| 29 | -21,58 | 78,59 | 197,05 | 1 | 8 | 76,12 | 196,97 | 1 | |
| 30 | -21,58 | 78,96 | 197,05 | 1 | 8 | 76,49 | 196,97 | 1 | |
| 30 | -22,80 | 86,58 | 208,98 | 1 | 8 | 81,97 | 208,91 | 1 | |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | -22,80 | 98,90 | 208,98 | 1 | 12 | 101,18 | 208,91 | 1 | 32 |
| 31 | -24,00 | 107,29 | 220,75 | 1 | 12 | 111,29 | 220,68 | 1 | 33 |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 5.2.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1104,6 | 1314,1 |
| Water | 2989,4 | 2747,1 |
| Totaal | 4094,1 | 4061,2 |

| | |
|---|---|
| Beschouwd als passieve zijde | Rechts |
| Maximale passieve effectieve weerstand | 9329,52 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1314,08 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 14,1 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 1,00 m |
| Maximale passieve moment | 168768,02 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 19891,33 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 11,8 % |

### 5.2.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -390,48 |
| Verticale kracht passief | 387,31 |
| Normaalkracht op damwand | -10,40 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | -13,57 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 40,77 |
| Verticale draagkracht voldoet (14 <= 41) | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -390,48 |
| Verticale kracht passief | 387,31 |
| Normaalkracht op damwand | -10,40 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | -13,57 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Verticale draagkracht voldoet (14 <= 1007) | |

### 5.2.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -5,50 | 9. Slib | 0,00 | 4,50 | 1. Ophoogzand | 0,00 |
| -7,25 | 4. Klei en zandi... | -57,44 | 0,20 | 2. Klei zw. zandig | 0,00 |
| -10,00 | 5. Veen | 0,00 | -1,00 | 3. Zand zw. siltig | 12,65 |
| -11,00 | 6. Zand, mv | -89,72 | -2,00 | 4. Klei en zandi... | 131,79 |
| -14,40 | 4. Klei en zandi... | -15,74 | -10,00 | 5. Veen | 0,00 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | -186,66 | -11,00 | 6. Zand, mv | 70,97 |
| -22,80 | 8. Leem, vast | -40,91 | -14,40 | 4. Klei en zandi... | 16,50 |
| | | | -15,50 | 7. Pleistoceen | 197,55 |
| | | | -22,80 | 8. Leem, vast (n... | -42,15 |

### 5.2.8 Stijve en Verende Steunpunten

| Knoop nummer | Niveau [m] | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
|---|---|---|---|
| 7 | 1,00 | -39,73 | 0,00 |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-7:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 3 - calamiteitsituatie*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 14-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 16:42:21 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 14-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 16:39:02 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 3 - calamiteit |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 3 - calamiteit |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 3
2.1 Overzicht per Fase en Toets 3
2.2 Steunpunten 3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase 3
2.4 Waarschuwingen 3
2.5 CUR Verificatie Stappen 4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 5
3.1 Algemene Invoergegevens 5
3.2 Damwandeigenschappen 5
3.2.1 Algemene Eigenschappen 5
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 5
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 5
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 5
3.3 Rekenopties 5
4 Overzicht Fase 8: Saneren met MHW 7
5 Totale Stabiliteit Fase 8: Saneren met MHW 8
5.1 Totale Stabiliteit 8
6 Stap 6.5 Fase 8: Saneren met MHW 9
6.1 Algemene Invoergegevens 9
6.1.1 Normaalkrachten 9
6.1.2 Verende Steunpunten 9
6.1.3 Horizontale Belastingen 9
6.1.4 Momenten 9
6.2 Berekeningsresultaten 9
6.2.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 10
6.2.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 10
6.2.3 Grafieken van Spanningen 12
6.2.4 Spanningen 12
6.2.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 13
6.2.6 Verticaal Evenwicht 13
6.2.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 14
6.2.8 Stijve en Verende Steunpunten 14

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 2 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 3 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 4 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 5 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 6 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 7 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | -64,14 | 51,41 | **17,7** | **22,2** | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | -127,81 | 68,76 | 17,6 | 22,1 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-49,7** | -144,68 | 66,91 | 14,0 | 18,3 | Omhoog |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | **-173,62** | **80,30** | | | |
| Max | | **-49,7** | **-173,62** | **80,30** | **17,7** | **22,2** | Voldoet |

## 2.2 Steunpunten

| Fase nr. | Verificatie type | Steunpunt verankering | |
|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **-63,37** | - |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | -49,76 | - |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | -30,87 | - |
| Max | | **-63,37** | **-** |

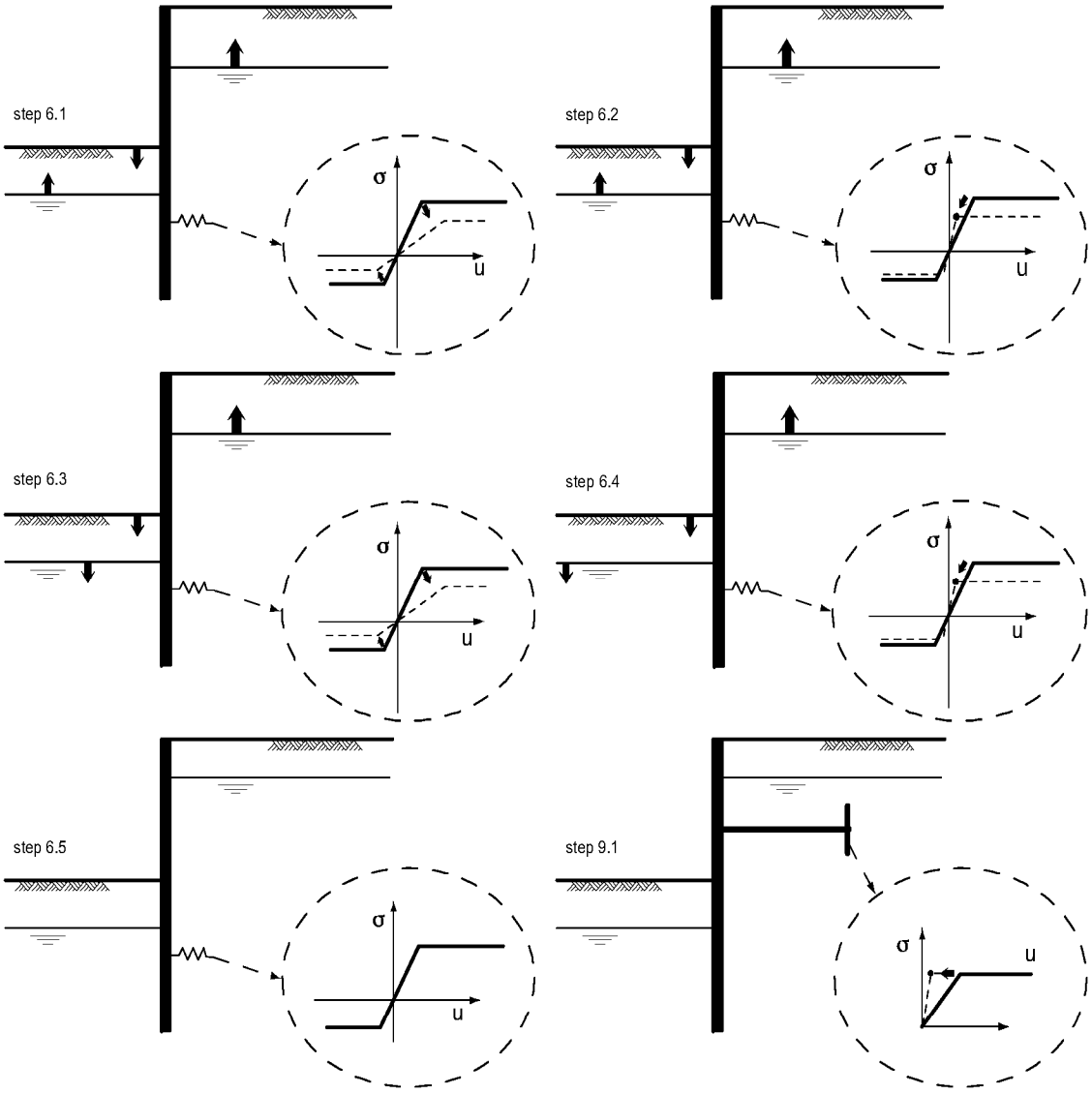
## 2.3 Totale Stabiliteit per Fase

| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| Saneren met MHW | 35,95 |

## 2.4 Waarschuwingen

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 2 (WZ) -0,27
- BP 2 (LZ) +1,50
- BP 2 (LZ) -1,80 (S)
- BP 2 (WZ) +1,24
- BP 2 (WZ) +2,56

## 2.5 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 8 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,35 | 170,00 |

## 3.3 Rekenopties

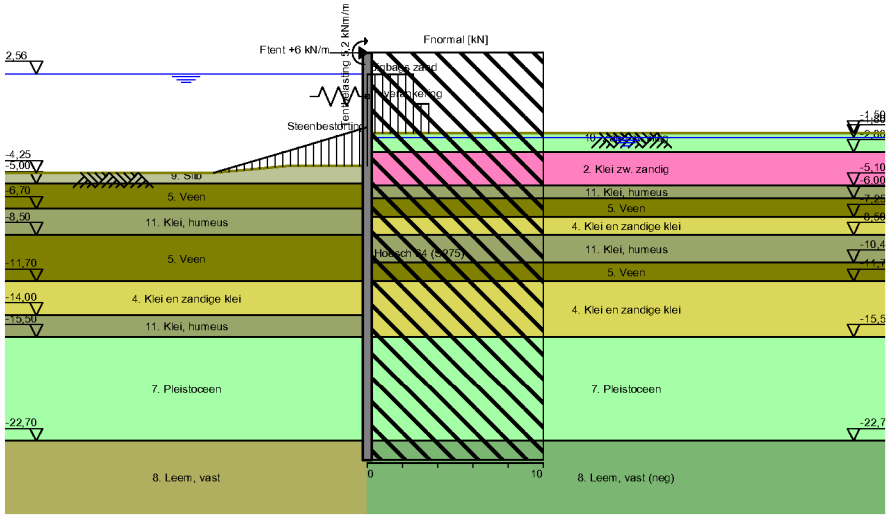
| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 8: Saneren met MHW |

| | |
|---|---|
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

# 4 Overzicht Fase 8: Saneren met MHW

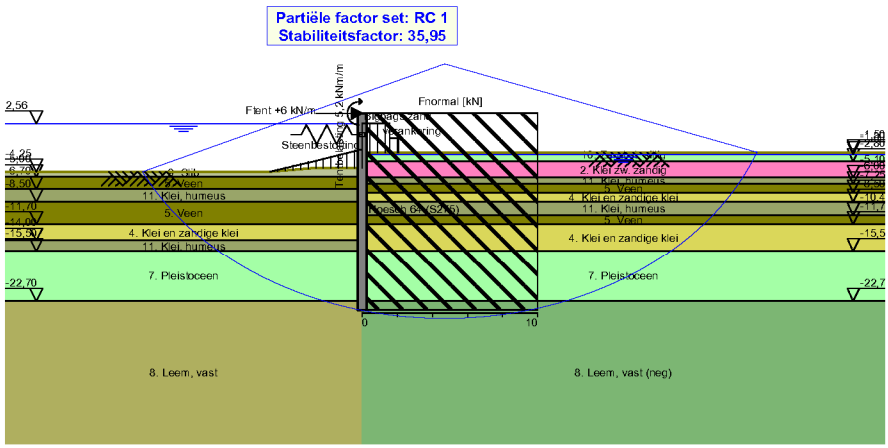
**Overzicht - Fase 8: Saneren met MHW**



# 5 Totale Stabiliteit Fase 8: Saneren met MHW

## 5.1 Totale Stabiliteit

**Totale Stabiliteit - Fase 8: Saneren met MHW**



# 6 Stap 6.5 Fase 8: Saneren met MHW

## 6.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

### 6.1.1 Normaalkrachten

| Naam | Kracht op bovenkant damwand [kN] | Kracht op maaiveld-niveau, linkerkant [kN] | Kracht op maaiveld-niveau, rechterkant [kN] | Kracht op onderkant damwand [kN] |
|---|---|---|---|---|
| Belasting tent 1... | 10,40 | 10,40 | 10,40 | 10,40 |

| Naam | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|
| Belasting tent 1... | Ongunstig | Variabel |

### 6.1.2 Verende Steunpunten

| Naam | Niveau [m] | Rotatie [kNm/rad/m'] | Translatie [kN/m/m'] |
|---|---|---|---|
| verankering | 1,00 | 0,00000E+00 | 2,21000E+03 |

### 6.1.3 Horizontale Belastingen

| Naam | Niveau [m] | Belasting [kN/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Ftent +6 kN/m | 4,00 | 6,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |

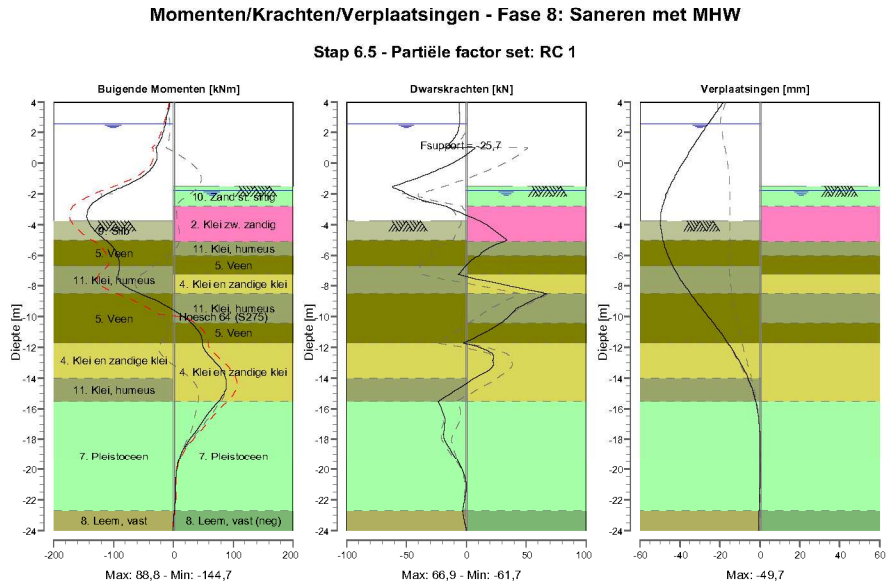
### 6.1.4 Momenten

| Naam | Niveau [m] | Moment [kNm/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Tentbelasting 5,... | 4,00 | -5,20 | Ongunstig | Variabel |

## 6.2 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

### 6.2.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

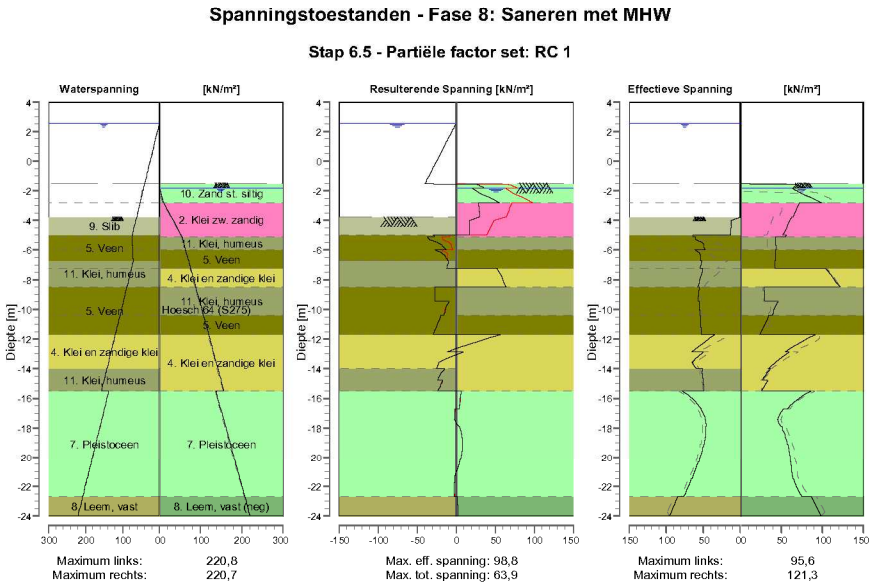



### 6.2.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -5,21 | -5,95 | -18,3 |
| 1 | 3,28 | -9,53 | -5,95 | -22,2 |
| 2 | 3,28 | -9,53 | -5,39 | -22,2 |
| 2 | 2,56 | -13,45 | -5,39 | -26,1 |
| 3 | 2,56 | -13,53 | -6,00 | -26,1 |
| 3 | 2,00 | -17,21 | -7,54 | -29,0 |
| 4 | 2,00 | -17,21 | -7,53 | -29,0 |
| 4 | 1,50 | -21,89 | -11,50 | -31,6 |
| 5 | 1,50 | -21,89 | -11,48 | -31,6 |
| 5 | 1,24 | -25,27 | -14,51 | -32,9 |
| 6 | 1,24 | -25,27 | -14,51 | -32,9 |
| 6 | 1,00 | -29,16 | -17,90 | -34,1 |
| 7 | 1,00 | -29,14 | 7,74 | -34,1 |
| 7 | -0,27 | -35,06 | -19,60 | -40,1 |
| 8 | -0,27 | -35,08 | -19,68 | -40,1 |
| 8 | -0,80 | -49,67 | -35,77 | -42,4 |
| 9 | -0,80 | -49,67 | -35,77 | -42,4 |
| 9 | -1,50 | -83,38 | -61,25 | -45,2 |
| 10 | -1,50 | -83,38 | -61,25 | -45,2 |
| 10 | -1,80 | -101,05 | -54,18 | -46,2 |
| 11 | -1,80 | -101,06 | -54,07 | -46,2 |
| 11 | -2,80 | -139,70 | -17,06 | -48,8 |
| 12 | -2,80 | -139,70 | -17,06 | -48,8 |
| 12 | -3,75 | **-142,62** | 11,19 | **-49,7** |
| 13 | -3,75 | **-142,62** | 11,18 | **-49,7** |
| 13 | -5,00 | -113,40 | 34,33 | -48,6 |
| 14 | -5,00 | -113,39 | 34,35 | -48,6 |
| 14 | -5,10 | -110,10 | 31,53 | -48,4 |
| 15 | -5,10 | -110,10 | 31,54 | -48,4 |
| 15 | -6,00 | -93,03 | 10,45 | -46,1 |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -6,00 | -93,03 | 10,46 | -46,1 |
| 16 | -6,70 | -90,19 | -0,74 | -43,6 |
| 17 | -6,70 | -90,19 | -0,74 | -43,6 |
| 17 | -7,25 | -92,12 | -6,63 | -41,3 |
| 18 | -7,25 | -92,13 | -6,61 | -41,3 |
| 18 | -8,50 | -55,80 | 66,90 | -34,8 |
| 19 | -8,50 | -55,80 | **66,91** | -34,8 |
| 19 | -9,45 | -4,25 | 41,43 | -29,1 |
| 20 | -9,45 | -4,24 | 41,45 | -29,1 |
| 20 | -10,40 | 29,73 | 29,02 | -23,4 |
| 21 | -10,40 | 29,73 | 29,02 | -23,4 |
| 21 | -11,70 | 48,47 | -2,46 | -16,1 |
| 22 | -11,70 | 48,45 | -2,65 | -16,1 |
| 22 | -12,85 | 67,19 | 22,11 | -10,5 |
| 23 | -12,85 | 67,23 | 21,95 | -10,5 |
| 23 | -14,00 | 87,66 | 6,57 | -5,9 |
| 24 | -14,00 | 87,63 | 6,42 | -5,9 |
| 24 | -14,75 | 87,29 | -8,46 | -3,7 |
| 25 | -14,75 | 87,28 | -8,55 | -3,7 |
| 25 | -15,50 | 75,53 | -23,63 | -2,1 |
| 26 | -15,50 | 75,53 | -23,66 | -2,1 |
| 26 | -16,70 | 51,20 | -17,37 | -0,6 |
| 27 | -16,70 | 51,16 | -17,65 | -0,6 |
| 27 | -17,90 | 29,02 | -18,57 | 0,1 |
| 28 | -17,90 | 29,02 | -18,51 | 0,1 |
| 28 | -19,10 | 11,32 | -10,12 | 0,2 |
| 29 | -19,10 | 11,33 | -10,09 | 0,2 |
| 29 | -20,30 | 4,59 | -1,90 | 0,1 |
| 30 | -20,30 | 4,60 | -1,89 | 0,1 |
| 30 | -21,50 | 4,01 | -0,45 | -0,1 |
| 31 | -21,50 | 4,01 | -0,44 | -0,1 |
| 31 | -22,70 | 2,02 | -2,91 | -0,3 |
| 32 | -22,70 | 2,02 | -2,91 | -0,3 |
| 32 | -24,00 | 0,00 | 0,00 | -0,6 |
| Max | | **-142,62** | **66,91** | **-49,7** |
| Max incl. tussenknopen | | -144,68 | 66,91 | -49,7 |

### 6.2.3 Grafieken van Spanningen




### 6.2.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 1 | 3,28 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 3,28 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 5,49 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 2,00 | 0,00 | 5,49 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 10,40 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,50 | 0,00 | 10,40 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 12,95 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 6 | 1,24 | 0,00 | 12,95 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 6 | 1,00 | 0,00 | 15,30 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 7 | 1,00 | 0,00 | 15,30 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 7 | -0,27 | 0,00 | 27,76 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 27,76 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 8 | -0,80 | 0,00 | 32,96 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9 | -0,80 | 0,00 | 32,96 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9 | -1,50 | 0,00 | 39,83 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 10 | -1,50 | 0,00 | 39,83 | - | | 0,00 | 0,00 | P | |
| 10 | -1,80 | 0,00 | 42,77 | - | | 78,91 | 0,00 | 2 | 57 |
| 11 | -1,80 | 0,00 | 42,77 | - | | 63,50 | 0,00 | 2 | 65 |
| 11 | -2,80 | 0,00 | 52,58 | - | | 98,82 | 9,81 | 3 | 80 |
| 12 | -2,80 | 0,00 | 52,58 | - | | 71,41 | 9,81 | P | |
| 12 | -3,75 | 0,00 | 61,90 | - | | 63,87 | 28,46 | 3 | 99 |
| 13 | -3,75 | 0,00 | 61,90 | A | | 62,27 | 28,46 | 3 | 90 |
| 13 | -5,00 | 12,93 | 74,16 | A | | 51,44 | 53,01 | 3 | 89 |
| 14 | -5,00 | 63,62 | 74,16 | 2 | 59 | 55,89 | 53,01 | 3 | 99 |
| 14 | -5,10 | 63,68 | 73,96 | 2 | 56 | 55,21 | 54,97 | P | |
| 15 | -5,10 | 60,61 | 73,96 | 3 | 90 | 43,04 | 54,97 | P | |

| Knoop nummer | Niveau | Links | | | | Rechts | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [m] | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
| 15 | -6,00 | 47,09 | 72,09 | 1 | 47 | 43,67 | 63,80 | P | |
| 16 | -6,00 | 61,62 | 72,09 | 2 | 72 | 42,87 | 63,80 | 2 | 79 |
| 16 | -6,70 | 53,27 | 70,64 | 2 | 50 | 42,94 | 70,67 | 3 | 81 |
| 17 | -6,70 | 51,71 | 70,64 | 2 | 52 | 42,24 | 70,67 | 2 | 59 |
| 17 | -7,25 | 54,63 | 76,04 | 2 | 54 | 42,57 | 76,06 | 2 | 60 |
| 18 | -7,25 | 50,80 | 76,04 | 2 | 52 | 103,49 | 76,06 | 2 | 54 |
| 18 | -8,50 | 57,47 | 88,30 | 2 | 56 | 121,30 | 88,33 | 2 | 53 |
| 19 | -8,50 | 55,52 | 88,30 | 2 | 55 | 28,94 | 88,33 | P | |
| 19 | -9,45 | 56,90 | 97,62 | 2 | 56 | 30,04 | 97,65 | P | |
| 20 | -9,45 | 55,34 | 97,62 | 2 | 56 | 46,21 | 97,65 | 3 | 94 |
| 20 | -10,40 | 54,42 | 106,94 | 2 | 54 | 38,40 | 106,97 | 2 | 75 |
| 21 | -10,40 | 54,15 | 106,94 | 2 | 54 | 34,85 | 106,97 | 1 | 35 |
| 21 | -11,70 | 52,60 | 119,69 | 2 | 51 | 23,41 | 119,72 | 1 | |
| 22 | -11,70 | 34,48 | 119,69 | 1 | 12 | 91,13 | 119,72 | 1 | 33 |
| 22 | -12,85 | 65,93 | 130,97 | 1 | 20 | 54,64 | 131,00 | 1 | 17 |
| 23 | -12,85 | 50,29 | 130,97 | 1 | 18 | 59,54 | 131,00 | 1 | 24 |
| 23 | -14,00 | 59,25 | 142,25 | 1 | 18 | 34,34 | 142,28 | 1 | 12 |
| 24 | -14,00 | 51,29 | 142,25 | 1 | 48 | 36,61 | 142,28 | 1 | 14 |
| 24 | -14,75 | 50,22 | 149,61 | 1 | 46 | 26,58 | 149,64 | 1 | |
| 25 | -14,75 | 50,41 | 149,61 | 1 | 45 | 33,26 | 149,64 | 1 | 12 |
| 25 | -15,50 | 50,00 | 156,97 | 1 | 43 | 26,23 | 157,00 | 1 | |
| 26 | -15,50 | 79,05 | 137,37 | 1 | 15 | 85,54 | 137,30 | 1 | 17 |
| 26 | -16,70 | 52,98 | 149,14 | 1 | 9 | 57,28 | 149,07 | 1 | 10 |
| 27 | -16,70 | 53,58 | 149,14 | 1 | 9 | 52,56 | 149,07 | 1 | 10 |
| 27 | -17,90 | 45,74 | 160,91 | 1 | | 49,11 | 160,84 | 1 | 8 |
| 28 | -17,90 | 46,27 | 160,91 | 1 | | 50,60 | 160,84 | 1 | 8 |
| 28 | -19,10 | 48,91 | 172,68 | 1 | | 57,24 | 172,61 | 1 | 9 |
| 29 | -19,10 | 49,38 | 172,68 | 1 | | 57,76 | 172,61 | 1 | 9 |
| 29 | -20,30 | 56,44 | 184,46 | 1 | | 61,03 | 184,38 | 1 | 8 |
| 30 | -20,30 | 56,86 | 184,46 | 1 | | 61,49 | 184,38 | 1 | 8 |
| 30 | -21,50 | 65,78 | 196,23 | 1 | 8 | 64,05 | 196,16 | 1 | |
| 31 | -21,50 | 66,17 | 196,23 | 1 | 8 | 64,49 | 196,16 | 1 | |
| 31 | -22,70 | 76,50 | 208,00 | 1 | 9 | 74,61 | 207,93 | 1 | 8 |
| 32 | -22,70 | 85,09 | 208,00 | 1 | 12 | 86,96 | 207,93 | 1 | 36 |
| 32 | -24,00 | 95,60 | 220,75 | 1 | 13 | 98,40 | 220,68 | 1 | 37 |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 6.2.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1112,0 | 1316,9 |
| Water | 2926,9 | 2703,1 |
| Totaal | 4038,9 | 4019,9 |

| Beschouwd als passieve zijde | Rechts |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 7201,93 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1316,88 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 18,3 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 1,00 m |
| Maximale passieve moment | 131008,88 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 18387,10 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 14,0 % |

### 6.2.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -244,68 |
| Verticale kracht passief | 296,21 |
| Normaalkracht op damwand | -10,40 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 41,13 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 40,77 |
| Resultante gaat omhoog | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -244,68 |
| Verticale kracht passief | 296,21 |
| Normaalkracht op damwand | -10,40 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | 41,13 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Resultante gaat omhoog | |

### 6.2.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 4,00 | 1. Ophoogzand | 0,00 |
| -5,00 | 5. Veen | 0,00 | -0,80 | 10. Zand st. siltig | 29,77 |
| -6,70 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -2,80 | 2. Klei zw. zandig | 28,21 |
| -8,50 | 5. Veen | 0,00 | -5,10 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -11,70 | 4. Klei en zandi... | -41,11 | -6,00 | 5. Veen | 0,00 |
| -14,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -7,25 | 4. Klei en zandi... | 45,83 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | -164,73 | -8,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -22,70 | 8. Leem, vast | -38,84 | -10,40 | 5. Veen | 0,00 |
| | | | -11,70 | 4. Klei en zandi... | 58,97 |
| | | | -15,50 | 7. Pleistoceen | 173,26 |
| | | | -22,70 | 8. Leem, vast (n... | -39,83 |

### 6.2.8 Stijve en Verende Steunpunten

| Knoop nummer | Niveau [m] | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
|---|---|---|---|
| 7 | 1,00 | -25,72 | 0,00 |

## Einde Rapport

# Bijlage 1-8:

*Resultaten D-sheetberekening DRSN 4 - calamiteitsituatie*

# Rapport voor D-Sheet Piling 19.3

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

www.sterk.eu

| | |
|---|---|
| Bedrijfsnaam: | Sterk b.v. |
| Datum van rapport: | 14-2-2020 |
| Tijd van rapport: | 16:28:23 |
| Rapport met versie: | 19.3.1.27104 |
| Datum van berekening: | 14-2-2020 |
| Tijd van berekening: | 16:13:31 |
| Berekend met versie: | 19.3.1.27104 |
| Bestandsnaam: | DRSN 4 - calamiteit |
| Projectbeschrijving: | Damwand EMK-terrein te Krimpen a/d IJssel<br>Bestaande damwand kade<br>DRSN 4 - calamiteit |

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

# 1 Inhoudsopgave


1 Inhoudsopgave 2
2 Overzicht 3
2.1 Overzicht per Fase en Toets 3
2.2 Steunpunten 3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase 3
2.4 Waarschuwingen 3
2.5 CUR Verificatie Stappen 4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen 5
3.1 Algemene Invoergegevens 5
3.2 Damwandeigenschappen 5
3.2.1 Algemene Eigenschappen 5
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag) 5
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten 5
3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht 5
3.3 Rekenopties 5
4 Overzicht Fase 8: Saneren met MHW 7
5 Totale Stabiliteit Fase 8: Saneren met MHW 8
5.1 Totale Stabiliteit 8
6 Stap 6.5 Fase 8: Saneren met MHW 9
6.1 Algemene Invoergegevens 9
6.1.1 Normaalkrachten 9
6.1.2 Verende Steunpunten 9
6.1.3 Horizontale Belastingen 9
6.1.4 Momenten 9
6.2 Berekeningsresultaten 9
6.2.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen 10
6.2.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen 10
6.2.3 Grafieken van Spanningen 12
6.2.4 Spanningen 12
6.2.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand 13
6.2.6 Verticaal Evenwicht 13
6.2.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag 14
6.2.8 Stijve en Verende Steunpunten 14

# 2 Overzicht

## 2.1 Overzicht per Fase en Toets

| Fase nr. | Verificatie type | Verplaat-sing [mm] | Moment [kNm] | Dwars-kracht [kN] | Mob. perc. moment [%] | Mob. perc. weerstand [%] | Verticaal evenwicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 2 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 3 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 4 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 5 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 6 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 7 | Niet geverifieerd | | | | | | |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | | **115,33** | **64,27** | **18,0** | **21,7** | Voldoet |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | | 90,76 | 55,97 | 17,9 | 21,6 | Voldoet |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 | **-7,6** | 35,51 | -42,36 | 14,6 | 18,3 | Voldoet |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,200 | | 42,61 | -50,84 | | | |
| Max | | **-7,6** | **115,33** | **64,27** | **18,0** | **21,7** | Voldoet |

## 2.2 Steunpunten

| Fase nr. | Verificatie type | Steunpunt Verankering | |
|---|---|---|---|
| | | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.3 | **-65,83** | - |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.4 | -57,53 | - |
| 8 | EC7(NL)-Stap 6.5 x 1,200 | -53,96 | - |
| Max | | **-65,83** | **-** |

## 2.3 Totale Stabiliteit per Fase

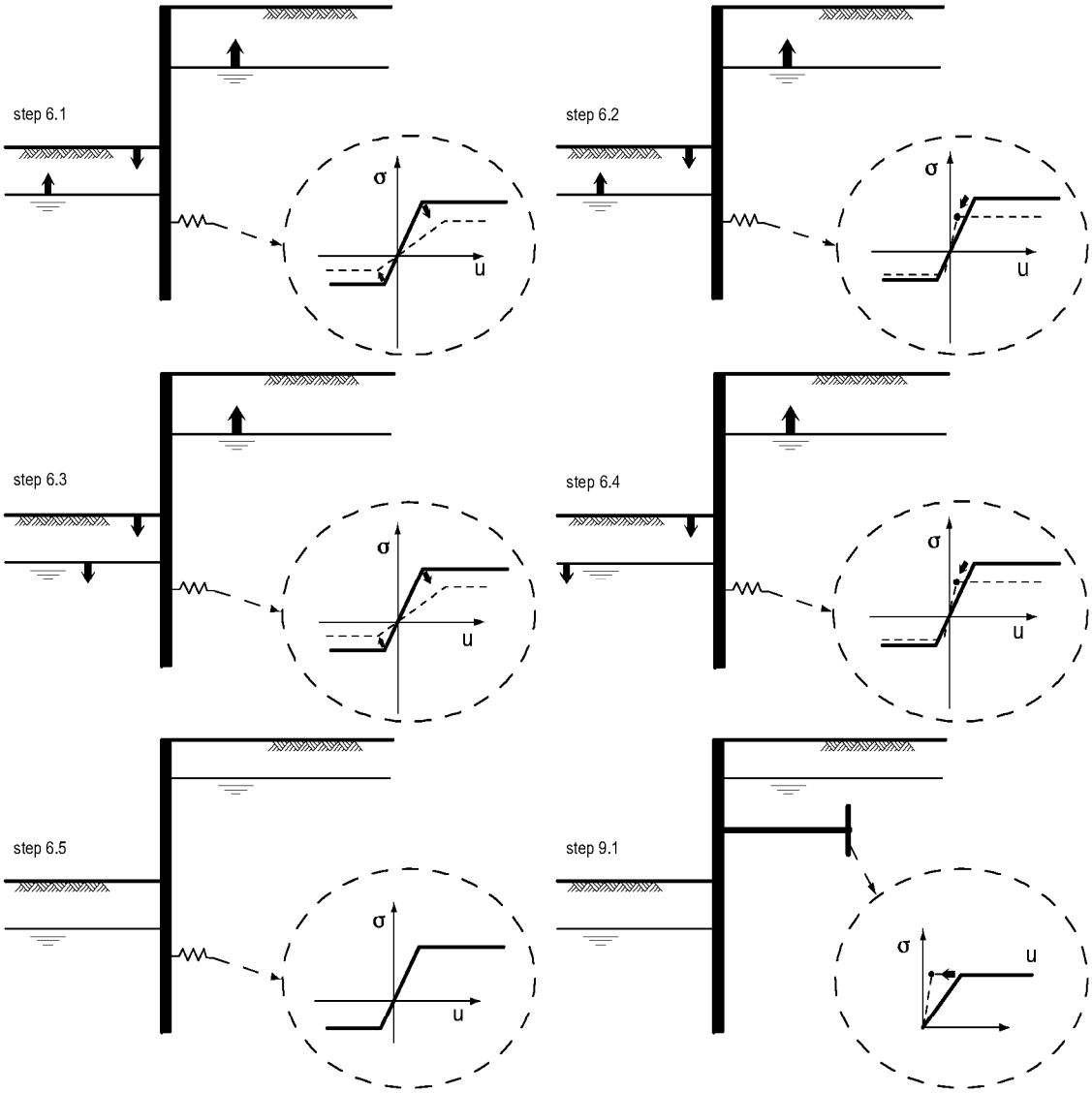
| Fase naam | Stabiliteitsfactor [-] |
|---|---|
| Saneren met MHW | 15,02 |

## 2.4 Waarschuwingen

| Fase | Waarschuwing |
|---|---|
| 8 | Er kan opbarsting optreden |

* Phi-waarden
In de onderstaande profielen is het verschil tussen de hoogste en de laagste phi per materiaal meer dan 15 graden. Volgens Cur-166 artikel 4.5.8 mag dan niet met Culmann volgens rechte glijvlakken gerekend worden. U kunt de phi reduceren of met methode Ka, Ko, Kp proberen te rekenen.
Profiel(en):
- BP 3 (WZ) -0,27
- BP 3 (LZ) +1,50 (S)
- BP 3 (LZ) -1,80 (S)
- BP 3 (WZ) +1,24
- BP 3 (LZ) -1,80 (A)
- BP 3 (WZ) +2,56

## 2.5 CUR Verificatie Stappen



# 3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

## 3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

| | |
|---|---|
| Model | Damwand |
| Check verticaal evenwicht | Ja |
| Aantal bouwfasen | 8 |
| Soortelijk gewicht van water | 9,81 kN/m³ |
| Aantal takken van de veerkarakteristiek | 3 |
| Ontlasttak van de veerkarakteristiek | Nee |
| Elastische berekening | Ja |

## 3.2 Damwandeigenschappen

| | |
|---|---|
| Lengte | 28,00 m |
| Bovenkant | 4,00 m |
| Aantal secties | 1 |
| q_b;max | 4,00 MPa |
| Ksifactor | 1,39 |

### 3.2.1 Algemene Eigenschappen

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Materiaal type | Werkende breedte [m] |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | Gebruiker ingesteld | 1,00 |

### 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

| Snede naam | Elastische stijfheid EI [kNm²/m'] | Red. factor op EI [-] | Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm²] | Toelichting op reductiefactor |
|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 1,0584E+05 | 0,77 | 8,1497E+04 | scheve buiging |

### 3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

| Snede naam | Mr;kar;el [kNm/m'] | Modificatie factor [-] | Materiaal factor [-] | Red. factor toelaat. moment [-] | Mr;d;el [kNm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | 666,00 | 1,00 | 1,00 | 0,77 | 512,82 |

### 3.2.4 Eigenschappen voor Verticaal Evenwicht

| Snede naam | Van [m] | Tot [m] | Hoogte [mm] | Verf-oppervlak [m²/m² wall] | Doorsnede [cm²/m'] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoesch 64 (S275) | -24,00 | 4,00 | 420,00 | 1,45 | 203,00 |

## 3.3 Rekenopties

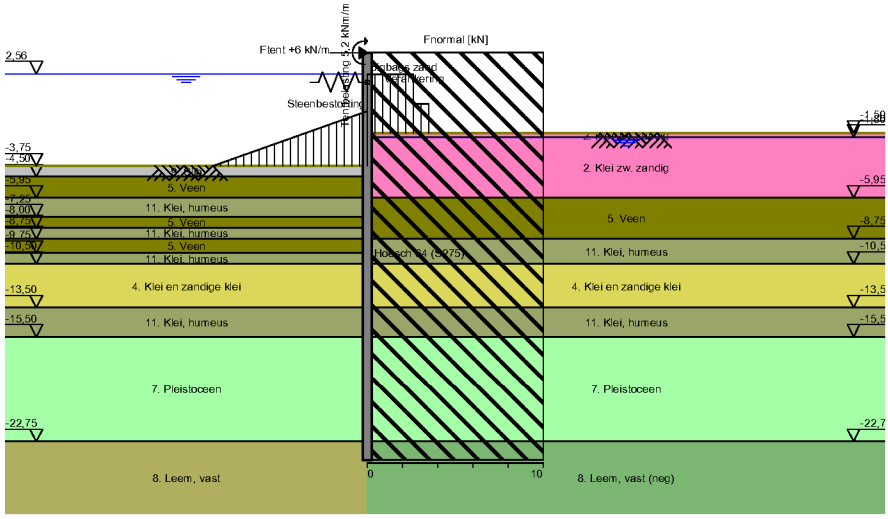
| | |
|---|---|
| Eerste fase beschrijft initiële situatie | Nee |
| Fijnheid berekening | Grof |
| Reduceren delta('s) volgens CUR | Ja |
| Verificatie | EC7 NB NL - methode B:<br>Partiële factoren (ontwerpwaarden) in geverifieerde fase.<br>Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland.<br>Het valt onder ontwerp benadering III. |
| Verificatie van fase | 8: Saneren met MHW |

| | |
|---|---|
| Gebruikte partiële factor set | RC 1 |
| | |
| Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Permanente belasting, gunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,000 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| Factoren op belastingen - Constructieve belastingen | |
| - Permanente belasting, ongunstig | 1,215 |
| - Permanente belasting, gunstig | 0,900 |
| - Variabele belasting, ongunstig | 1,350 |
| - Variabele belasting, gunstig | 0,000 |
| | |
| Materiaalfactoren | |
| - Cohesie | 1,150 |
| - Tangens phi | 1,150 |
| - Delta (wandwrijvingshoek)* | 1,150 |
| - Lage karakteristieke beddingsconstanten | 1,300 |
| | |
| Aanpassing geometrie | |
| - Toename kerende hoogte | 10,00 % |
| - Maximum toename kerende hoogte | 0,50 m |
| - Verlaging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde ** | 0,20 m |
| - Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde | 0,05 m |
| | |
| Factoren op representatieve waarden | |
| - Partiële factor op M, D en Pmax | 1,200 |
| | |
| Factoren op totale stabiliteit | |
| - Cohesie | 1,300 |
| - Tangens phi | 1,200 |
| - Factor op volumegewicht grond | 1,000 |
| | |
| Factoren op verticale evenwicht | |
| - Partiële puntweerstandsfactor (gamma_b) | 1,200 |

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

# 4 Overzicht Fase 8: Saneren met MHW

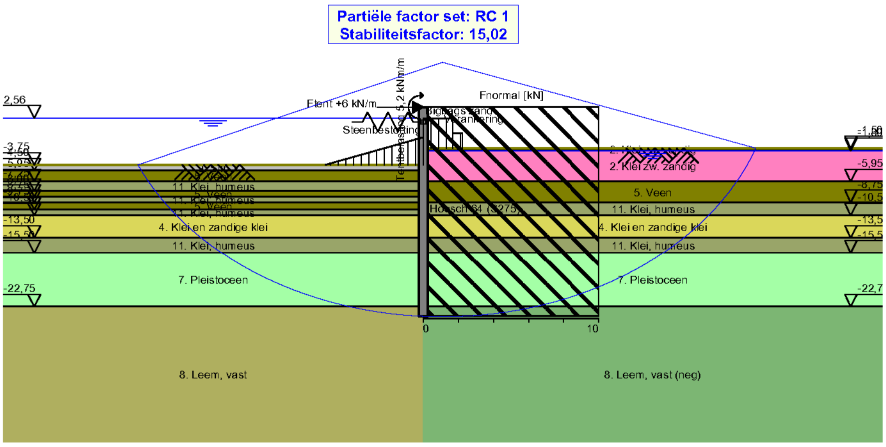
**Overzicht - Fase 8: Saneren met MHW**



# 5 Totale Stabiliteit Fase 8: Saneren met MHW

## 5.1 Totale Stabiliteit

Totale Stabiliteit - Fase 8: Saneren met MHW



# 6 Stap 6.5 Fase 8: Saneren met MHW

## 6.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

### 6.1.1 Normaalkrachten

| Naam | Kracht op bovenkant damwand [kN] | Kracht op maaiveld-niveau, linkerkant [kN] | Kracht op maaiveld-niveau, rechterkant [kN] | Kracht op onderkant damwand [kN] |
|---|---|---|---|---|
| Belasting tent 1... | 10,40 | 10,40 | 10,40 | 10,40 |

| Naam | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|
| Belasting tent 1... | Ongunstig | Variabel |

### 6.1.2 Verende Steunpunten

| Naam | Niveau [m] | Rotatie [kNm/rad/m'] | Translatie [kN/m/m'] |
|---|---|---|---|
| Verankering | 2,00 | 0,00000E+00 | 3,35000E+03 |

### 6.1.3 Horizontale Belastingen

| Naam | Niveau [m] | Belasting [kN/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Ftent +6 kN/m | 4,00 | 6,00 | Gunstig (D-Sheet Piling) | Variabel |

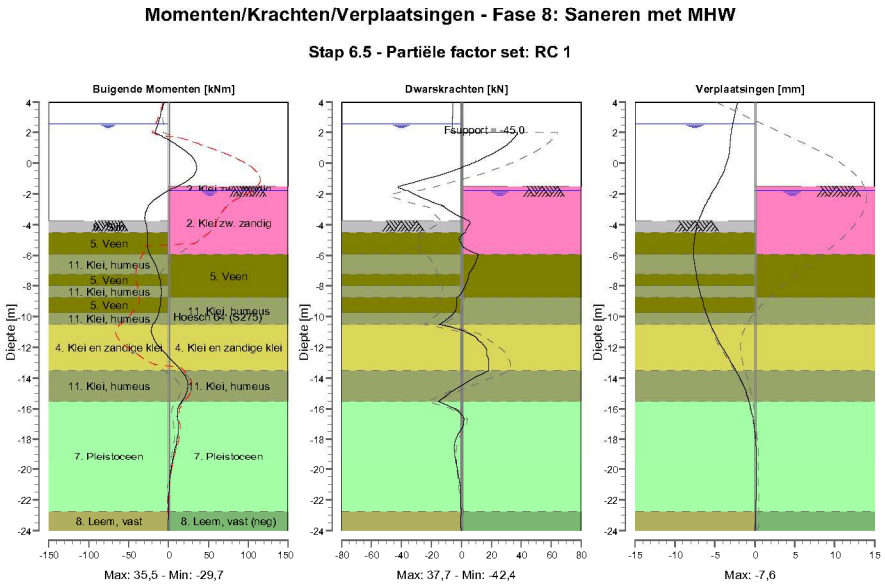
### 6.1.4 Momenten

| Naam | Niveau [m] | Moment [kNm/m'] | Gunstig / Ongunstig | Blijvend / Variabel |
|---|---|---|---|---|
| Tentbelasting 5,... | 4,00 | -5,20 | Ongunstig | Variabel |

## 6.2 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 3

### 6.2.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

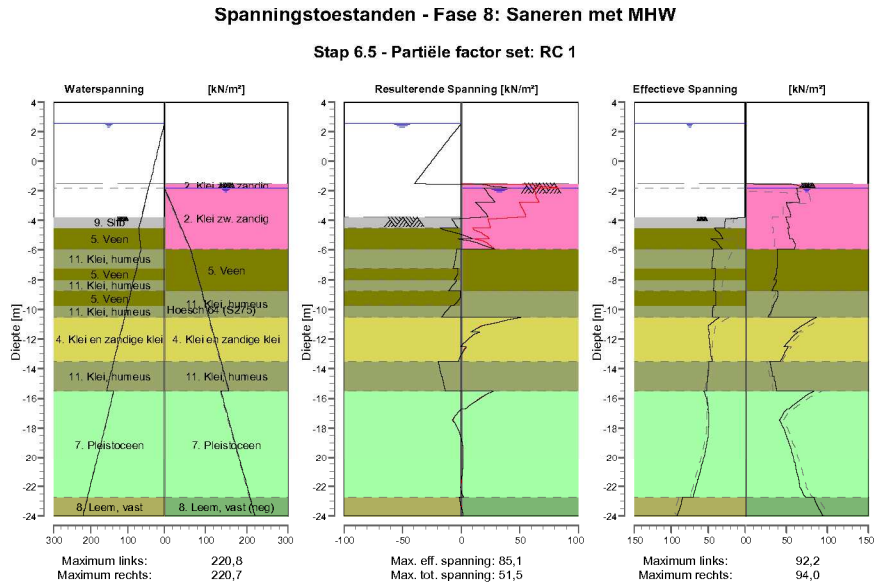



### 6.2.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | -5,34 | -5,42 | -2,1 |
| 1 | 3,00 | -10,77 | -5,42 | -2,6 |
| 2 | 3,00 | -10,64 | -5,71 | -2,6 |
| 2 | 2,56 | -13,16 | -5,71 | -2,8 |
| 3 | 2,56 | -13,16 | -5,76 | -2,8 |
| 3 | 2,00 | -16,67 | -7,29 | -2,9 |
| 4 | 2,00 | -16,67 | 37,68 | -2,9 |
| 4 | 1,50 | 1,27 | 33,70 | -3,0 |
| 5 | 1,50 | 1,27 | 33,71 | -3,0 |
| 5 | 1,24 | 9,66 | 30,67 | -3,1 |
| 6 | 1,24 | 9,66 | 30,64 | -3,1 |
| 6 | 0,15 | 33,25 | 10,70 | -3,5 |
| 7 | 0,15 | 33,24 | 10,67 | -3,5 |
| 7 | 0,00 | 34,57 | 7,01 | -3,6 |
| 8 | 0,00 | 34,57 | 7,01 | -3,6 |
| 8 | -0,27 | **35,51** | -0,13 | -3,7 |
| 9 | -0,27 | **35,51** | -0,13 | -3,7 |
| 9 | -1,50 | 11,29 | -41,70 | -4,9 |
| 10 | -1,50 | 11,29 | **-41,71** | -4,9 |
| 10 | -1,80 | -0,73 | -35,62 | -5,2 |
| 11 | -1,80 | -0,73 | -35,62 | -5,2 |
| 11 | -2,77 | -24,84 | -12,27 | -6,3 |
| 12 | -2,77 | -24,84 | -12,26 | -6,3 |
| 12 | -3,75 | -29,14 | 5,28 | -7,1 |
| 13 | -3,75 | -29,14 | 5,28 | -7,1 |
| 13 | -4,50 | -25,79 | 2,77 | -7,4 |
| 14 | -4,50 | -25,79 | 2,78 | -7,4 |
| 14 | -5,22 | -26,02 | 0,16 | **-7,6** |
| 15 | -5,22 | -26,02 | 0,16 | **-7,6** |
| 15 | -5,95 | -23,09 | 11,49 | **-7,6** |

| Segment nummer | Niveau [m] | Moment [kNm] | Dwarskracht [kN] | Verplaatsing [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 16 | -5,95 | -23,09 | 11,48 | **-7,6** |
| 16 | -7,25 | -12,00 | 4,91 | -7,3 |
| 17 | -7,25 | -12,00 | 4,97 | -7,3 |
| 17 | -8,00 | -9,04 | 2,45 | -7,0 |
| 18 | -8,00 | -9,04 | 2,45 | -7,0 |
| 18 | -8,75 | -8,86 | -2,86 | -6,7 |
| 19 | -8,75 | -8,86 | -2,82 | -6,7 |
| 19 | -9,75 | -12,25 | -4,98 | -6,1 |
| 20 | -9,75 | -12,25 | -5,00 | -6,1 |
| 20 | -10,50 | -19,24 | -14,68 | -5,6 |
| 21 | -10,50 | -19,24 | -14,74 | -5,6 |
| 21 | -11,50 | -17,40 | 11,05 | -4,6 |
| 22 | -11,50 | -17,41 | 10,89 | -4,6 |
| 22 | -12,50 | -2,01 | 17,33 | -3,5 |
| 23 | -12,50 | -2,02 | 17,29 | -3,5 |
| 23 | -13,50 | 16,16 | 17,90 | -2,4 |
| 24 | -13,50 | 16,16 | 17,89 | -2,4 |
| 24 | -14,50 | 24,74 | -0,31 | -1,4 |
| 25 | -14,50 | 24,73 | -0,31 | -1,4 |
| 25 | -15,50 | 16,77 | -15,18 | -0,8 |
| 26 | -15,50 | 16,78 | -15,21 | -0,8 |
| 26 | -16,71 | 11,78 | 2,13 | -0,2 |
| 27 | -16,71 | 11,81 | 1,90 | -0,2 |
| 27 | -17,92 | 11,41 | -3,49 | 0,1 |
| 28 | -17,92 | 11,39 | -3,50 | 0,1 |
| 28 | -19,13 | 6,14 | -4,20 | 0,2 |
| 29 | -19,13 | 6,14 | -4,18 | 0,2 |
| 29 | -20,33 | 2,38 | -1,96 | 0,2 |
| 30 | -20,33 | 2,38 | -1,95 | 0,2 |
| 30 | -21,54 | 1,07 | -0,51 | 0,2 |
| 31 | -21,54 | 1,07 | -0,51 | 0,2 |
| 31 | -22,75 | 0,48 | -0,11 | 0,1 |
| 32 | -22,75 | 0,49 | -0,14 | 0,1 |
| 32 | -24,00 | 0,01 | 0,03 | 0,1 |
| Max | | **35,51** | **-41,71** | **-7,6** |
| Max incl. tussenknopen | | 35,51 | -42,36 | -7,6 |

### 6.2.3 Grafieken van Spanningen




### 6.2.4 Spanningen

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 1 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 2 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,56 | 0,00 | 0,00 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 3 | 2,00 | 0,00 | 5,49 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 2,00 | 0,00 | 5,49 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 4 | 1,50 | 0,00 | 10,40 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,50 | 0,00 | 10,40 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 5 | 1,24 | 0,00 | 12,95 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 6 | 1,24 | 0,00 | 12,95 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 6 | 0,15 | 0,00 | 23,64 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 7 | 0,15 | 0,00 | 23,64 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 25,11 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 8 | 0,00 | 0,00 | 25,11 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 8 | -0,27 | 0,00 | 27,76 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9 | -0,27 | 0,00 | 27,76 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 9 | -1,50 | 0,00 | 39,83 | - | | 0,00 | 0,00 | - | |
| 10 | -1,50 | 0,00 | 39,83 | - | | 0,00 | 0,00 | P | |
| 10 | -1,80 | 0,00 | 42,77 | - | | 85,09 | 0,00 | 2 | 67 |
| 11 | -1,80 | 0,00 | 42,77 | - | | 62,16 | 0,00 | 2 | 55 |
| 11 | -2,77 | 0,00 | 52,34 | - | | 66,78 | 14,87 | 2 | 57 |
| 12 | -2,77 | 0,00 | 52,34 | - | | 49,74 | 14,87 | 3 | 90 |
| 12 | -3,75 | 0,00 | 61,90 | - | | 55,38 | 29,75 | P | |
| 13 | -3,75 | 0,00 | 61,90 | A | | 49,61 | 29,75 | 3 | 88 |
| 13 | -4,50 | 28,04 | 69,26 | 2 | 55 | 53,45 | 41,19 | 3 | 96 |
| 14 | -4,50 | 41,14 | 69,26 | 2 | 52 | 51,35 | 41,19 | 3 | 88 |
| 14 | -5,22 | 29,65 | 66,27 | 1 | 28 | 53,98 | 52,25 | 3 | 94 |
| 15 | -5,22 | 46,40 | 66,27 | 1 | 49 | 58,00 | 52,25 | 3 | 95 |

| Knoop nummer | Niveau [m] | Links Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] | Rechts Effectieve Spannir [kN/m²] | Waterspan. [kN/m²] | Stat* | Mob** [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | -5,95 | 31,07 | 63,28 | 1 | | 60,04 | 63,31 | P | |
| 16 | -5,95 | 42,74 | 63,28 | 1 | 39 | 39,05 | 63,31 | 3 | 87 |
| 16 | -7,25 | 45,69 | 76,04 | 1 | 40 | 38,54 | 76,06 | 3 | 88 |
| 17 | -7,25 | 40,64 | 76,04 | 1 | 37 | 38,34 | 76,06 | 2 | 60 |
| 17 | -8,00 | 40,37 | 83,39 | 1 | 37 | 34,72 | 83,42 | 2 | 55 |
| 18 | -8,00 | 41,96 | 83,39 | 1 | 40 | 38,34 | 83,42 | 2 | 50 |
| 18 | -8,75 | 43,14 | 90,75 | 1 | 40 | 32,44 | 90,78 | 1 | 42 |
| 19 | -8,75 | 40,13 | 90,75 | 1 | 39 | 39,42 | 90,78 | 2 | 51 |
| 19 | -9,75 | 39,70 | 100,56 | 1 | 39 | 33,50 | 100,59 | 1 | 41 |
| 20 | -9,75 | 43,49 | 100,56 | 1 | 43 | 34,72 | 100,59 | 1 | 43 |
| 20 | -10,50 | 44,41 | 107,92 | 1 | 43 | 27,44 | 107,95 | 1 | 33 |
| 21 | -10,50 | 35,02 | 107,92 | 1 | 11 | 86,46 | 107,95 | 1 | 36 |
| 21 | -11,50 | 49,43 | 117,73 | 1 | 15 | 57,89 | 117,76 | 1 | 21 |
| 22 | -11,50 | 48,55 | 117,73 | 1 | 16 | 64,30 | 117,76 | 1 | 29 |
| 22 | -12,50 | 47,23 | 127,54 | 1 | 14 | 46,91 | 127,57 | 1 | 19 |
| 23 | -12,50 | 47,93 | 127,54 | 1 | 16 | 52,38 | 127,57 | 1 | 25 |
| 23 | -13,50 | 45,06 | 137,35 | 1 | 13 | 42,48 | 137,38 | 1 | 18 |
| 24 | -13,50 | 49,15 | 137,35 | 2 | 51 | 29,50 | 137,38 | 2 | |
| 24 | -14,50 | 50,15 | 147,16 | 2 | 50 | 33,24 | 147,19 | 2 | |
| 25 | -14,50 | 51,35 | 147,16 | 1 | 47 | 35,00 | 147,19 | 1 | |
| 25 | -15,50 | 51,65 | 156,97 | 1 | | 38,02 | 157,00 | 1 | |
| 26 | -15,50 | 55,70 | 137,37 | 1 | 10 | 83,36 | 137,30 | 1 | 15 |
| 26 | -16,71 | 49,81 | 149,22 | 1 | 8 | 53,39 | 149,15 | 1 | 8 |
| 27 | -16,71 | 50,48 | 149,22 | 1 | 8 | 50,86 | 149,15 | 1 | 10 |
| 27 | -17,92 | 49,02 | 161,08 | 1 | | 45,51 | 161,00 | 1 | 8 |
| 28 | -17,92 | 49,64 | 161,08 | 1 | | 46,15 | 161,00 | 1 | 8 |
| 28 | -19,13 | 52,20 | 172,93 | 1 | | 53,67 | 172,86 | 1 | 9 |
| 29 | -19,13 | 52,76 | 172,93 | 1 | | 54,21 | 172,86 | 1 | 9 |
| 29 | -20,33 | 57,65 | 184,78 | 1 | | 59,56 | 184,71 | 1 | 9 |
| 30 | -20,33 | 58,16 | 184,78 | 1 | | 60,04 | 184,71 | 1 | 9 |
| 30 | -21,54 | 64,05 | 196,64 | 1 | | 64,52 | 196,57 | 1 | 8 |
| 31 | -21,54 | 64,52 | 196,64 | 1 | | 64,94 | 196,57 | 1 | 8 |
| 31 | -22,75 | 70,87 | 208,49 | 1 | | 73,26 | 208,42 | 1 | 9 |
| 32 | -22,75 | 84,57 | 208,49 | 1 | | 83,21 | 208,42 | 1 | 38 |
| 32 | -24,00 | 92,21 | 220,75 | 1 | | 94,03 | 220,68 | 1 | 39 |

Stat* Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Mob** Percentage passief gemobiliseerd

### 6.2.5 Percentage Gemobiliseerde Weerstand

| Horizontale gronddruk | Links [kN] | Rechts [kN] |
|---|---|---|
| Effectief | 1022,4 | 1193,3 |
| Water | 2914,3 | 2704,8 |
| Totaal | 3936,7 | 3898,0 |

| Beschouwd als passieve zijde | Rechts |
|---|---|
| Maximale passieve effectieve weerstand | 6532,05 kN |
| Gemobiliseerde passieve eff. weerstand | 1193,27 kN |
| Percentage gemobiliseerde weerstand | 18,3 % |
| Positie enkelvoudige ondersteuning | 2,00 m |
| Maximale passieve moment | 126391,20 kNm |
| Gemobiliseerd passief moment | 18422,28 kNm |
| Percentage gemobiliseerd moment | 14,6 % |

### 6.2.6 Verticaal Evenwicht

| | |
|---|---|
| Ksifactor | 1,39 |
| Partiële puntweerstandsfactor | 1,20 |
| Maximale puntweerstand | 4,000 [MPa] |

| Verticaal evenwicht niet pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -243,96 |
| Verticale kracht passief | 238,21 |
| Normaalkracht op damwand | -10,40 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | -16,15 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 48,68 |
| Verticale draagkracht voldoet (16 <= 49) | |

| Verticaal evenwicht pluggend | Kracht [kN] |
|---|---|
| Verticale kracht actief | -243,96 |
| Verticale kracht passief | 238,21 |
| Normaalkracht op damwand | -10,40 |
| Totaal verticale kracht (geen eigengewicht) | -16,15 |
| Opneembare verticale kracht Rb;d | 1007,19 |
| Verticale draagkracht voldoet (16 <= 1007) | |

### 6.2.7 Verticaal Evenwicht - Bijdrage per Laag

| Links | | | Rechts | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] | Niveau [m] | Laag naam | Bijdrage [kN] |
| -3,75 | 9. Slib | 0,00 | 4,00 | 13. Aanvulzand | 0,00 |
| -4,50 | 5. Veen | 0,00 | 3,00 | 14. Argex | 0,00 |
| -5,95 | 11. Klei, humeus | 0,00 | 0,00 | 13. Aanvulzand | 0,00 |
| -7,25 | 5. Veen | 0,00 | -1,50 | 2. Klei zw. zandig | 3,69 |
| -8,00 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -1,80 | 2. Klei zw. zandig | 46,78 |
| -8,75 | 5. Veen | 0,00 | -5,95 | 5. Veen | 0,00 |
| -9,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -8,75 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -10,50 | 4. Klei en zandi... | -45,73 | -10,50 | 4. Klei en zandi... | 56,37 |
| -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 | -13,50 | 11. Klei, humeus | 0,00 |
| -15,50 | 7. Pleistoceen | -161,70 | -15,50 | 7. Pleistoceen | 168,00 |
| -22,75 | 8. Leem, vast | -36,54 | -22,75 | 8. Leem, vast (n... | -36,62 |

### 6.2.8 Stijve en Verende Steunpunten

| Knoop nummer | Niveau [m] | Kracht [kN] | Moment [kNm] |
|---|---|---|---|
| 4 | 2,00 | -44,96 | 0,00 |

## Einde Rapport

# Bijlage 2:

*Toetsing damwandprofiel*

# CONTROLE DAMWANDPROFIEL (U-profiel)
## (conform NEN 1993-5:2008 en NEN-EN 1993-5/NB:2012)

| | | |
|---|---|---|
| Project | : | **EMK-terrein te Krimpen a/d Ijssel** |
| Onderdeel | : | **Damwanden DRSN 4** |
| Datum | : | 14-feb-20 |
| Constructeur | : | [redacted] |

sterk www.sterk.eu

### Gegevens damwandprofiel

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| profiel | = | Hoesch 64 | [-] | type damwand |
| $f_y$ | = | 275 | [N/mm$^2$] | vloeispanning damwandprofiel |
| b | = | 1.200 | [mm] | breedte damwandprofiel |
| h | = | 420 | [mm] | hoogte damwandprofiel |
| $b_{flens}$ | = | 345 | [mm] | flensbreedte gedrukte flens |
| A | = | 20.300 | [mm$^2$/m] | staaldoorsnede |
| $t_f$ | = | 15,1 | [mm] | flensdikte |
| $t_w$ | = | 10,0 | [mm] | lijfdikte |
| Type | = | U | [-] | type damwand voor classificatie (U- of Z-profiel) |
| E | = | 210.000 | [N/mm$^2$] | elasticiteitsmodulus |
| $I_x$ | = | 50.400 | [cm$^4$/m] | traagheidsmoment |
| $W_{el}$ | = | 2.400 | [cm$^3$/m] | elastisch weerstandsmoment per m$^1$ damwand |
| $W_{pl}$ | = | 2.678 | [cm$^3$/m] | plastisch weerstandsmoment per m$^1$ damwand |
| $W_{el;enkele\ plank}$ | = | 572 | [cm$^3$] | elastisch weerstandsmoment enkele plank |
| $\alpha$ | = | 66,0 | [°] | hoek tussen lijf en flens |
| $\beta_B$ | = | 0,77 | [-] | reductiefactor scheve buiging op weerstand (bij Z-profiel $\beta$ = 1,0) |
| $\beta_D$ | = | 0,77 | [-] | reductiefactor scheve buiging op traagheid (bij Z-profiel $\beta$ = 1,0) |
| Doorsnedeklasse | = | 1 | [-] | doorsnedeklasse damwandprofiel (tabel 5-1) |
| *Partiële factoren (tabel NB.1):* | | | | |
| $\gamma_{M0}$ | = | 1,00 | [-] | partiele veiligheidsfactor volgens par. 5.1.1 |
| $\gamma_{M1}$ | = | 1,10 | [-] | partiele veiligheidsfactor volgens par. 5.1.1 |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | partiele veiligheidsfactor volgens par. 5.1.1 |
| *Corrosie:* | | | | |
| $\Delta t_{corr}$ | = | 1,85 | [mm] | totale diktafname t.g.v. corrosie |
| $t_{f;corr}$ | = | 13,25 | [mm] | flensdikte na corrosie |
| $t_{w;corr}$ | = | 8,15 | [mm] | lijfdikte na corrosie |
| $\beta_{corr}$ | = | 0,86 | [-] | reductiefactor t.g.v. corrosie |

### Belastingen op damwand

Het damwandprofiel wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de damwandberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{Ed}$ | = | 406,0 | [kNm/m] | rekenwaarde optredend moment |
| $V_{Ed}$ | = | 149,0 | [kN/m] | rekenwaarde dwarskracht |
| $P_{max}$ | = | 239,0 | [kN/m] | rekenwaarde ankerkracht |
| $\alpha$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek |
| $F_{N;max}$ | = | 137,1 | [kN/m] | verticale component ankerkracht |
| $N_{extern;d}$ | = | 0,0 | [kN/m] | extra verticale belasting op damwand (extern) |
| $N_{tot;Ed}$ | = | 137,1 | [kN/m] | max. normaalkracht in damwand |

### TOETSING DAMWANDPROFIEL

#### Momentcapaciteit conform par. 5.2.2 (1)

Er geldt:

$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1{,}00$

**Met:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{c,Rd} = \beta_B * \beta_{corr} * W_{el} * f_y / \gamma_{M0}$ | = | 438 | [kNm/m] | momentcapaciteit damwandprofiel |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$M_{Ed}/M_{c,Rd}$** | = | **0,93** | **[-]** | **voldoet** |

Versie 1.0
d.d. 12-10-2017
Status: definitief

**Dwarskrachtcapaciteit conform par. 5.2.2 (4)**

Er geldt:

$V_{Ed}/V_{pl,Rd} \leq 1{,}00$

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $V_{pl,Rd;lijf} = A_{v;corr}*f_y/(\sqrt{3}*\gamma_{M0})$ | = | 523,9 | [kN/lijf] | dwarskrachtcapaciteit per lijf |
| $A_{v;corr} = t_{w;corr}*(h-t_f)$ | = | 3.300 | [$mm^2$] | doorsnede van 1 lijf |
| $V_{pl;Rd} = V_{pl,Rd;lijf}*2/b$ | = | 873,2 | [kN/m] | dwarskrachtcapaciteit per strekkende meter damwand |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$** | = | **0,17** | **[-]** | **voldoet** |

*NB: VEd is kleiner dan 50% van Vpl,Rd zodat de momentcapaciteit van het damwandprofiel niet gereduceerd hoeft te worde*

**Knikken lijf conform par. 5.2.2 (6)**

Indien $c/t_w/\varepsilon \leq 72$, dan is geen aanvullende beschouwing van het plooigedrag van de damwandlijven nodig.

Controle:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $c/t_{w;corr}/\varepsilon$ | = | 29 | < 72 | -> geen aanvullende plooibeschouwing van het lijf nodig |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)}$ | = | 0,92 | [-] | |
| $c = (h-t_f)/(2*\sin(\alpha))$ | = | 222 | [mm] | lengte lijf |

**Toetsing knikstabiliteit damwandprofiel a.g.v. normaalkracht op damwand**

Indien wordt voldaan aan de eis $N_{Ed}/N_{cr} \leq 0{,}04$ dan is toetsing van de knikstabiliteit niet nodig.

Controle:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $N_{Ed}/N_{cr}$ | = | 0,03 | <0,04 | **-> toetsing van de knikstabiliteit is niet nodig** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $N_{cr} = EI_{corr}*\beta_D*\pi^2/l_k^2$ | = | 5.242 | [kN/m] | |
| $l_k$ | = | 11.500 | [mm] | kniklengte |

**Toetsing normaalkracht**

Er geldt:

$N_{Ed}/N_{pl,Rd} \leq 1{,}00$

**Met:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $N_{pl,Rd} = A_{corr}*f_y/\gamma_{M0}$ | = | 4.811 | [kNm/m] | momentcapaciteit damwandprofiel |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$** | = | **0,03** | **[-]** | **voldoet** |

De normaalkracht heeft geen invloed op het weerstandsmoment als voldaan wordt aan

Voor U-profielen in doorsnedeklasse 1 of 2:

$N_{Ed}/N_{pl,Rd} \leq 0{,}25$ -> de normaalkracht mag verwaarloosd worden, aanvullende toetsing is niet nodig

# Bijlage 3-1:

*Toetsing ankergording DRSN 1 t/m 3*

# Dimensionering ankergording op buiging

**(conform NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016 en NEN-EN 1993-1-1+C2/NB)**

| | | |
|---|---|---|
| Project | : | **EMK-terrein te Krimpen a/d Ijssel** |
| Onderdeel | : | DRSN 1, 2 en 3 (verankering op +1,00) |
| Datum | : | 7-feb-20 |
| Constructeur | : | [redacted] |

sterk www.sterk.eu

*Invoergegevens:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{max}$ | = | 179,0 | [kN/m$^1$] | Rekenwaarde (ULS) ankerkracht uit damwandberekening in richting anker |
| $P_{rep}$ | = | 149,0 | [kN/m$^1$] | Representatieve waarde (SLS) ankerkracht uit damwandberekening in richting anker |
| $\alpha$ | = | 35 | [°] | Ankerhoek t.o.v. horizontaal |
| $P_{max;hor}$ | = | 146,6 | [-] | belastingfactor bij dimensionering gordingen |
| $P_{rep;hor}$ | = | 122,1 | [-] | factor stempelkracht UGT versus BGT-analyse tbv belastinggeval: 'stempeluitval' |
| a | = | 2,400 | [m] | hart-op-hart afstand ankers |

*Belastingfactoren:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_1$ | = | 1,10 | [-] | belastingfactor bij dimensionering ankergording (conform CUR166) |
| $\gamma_{stempeluitval}$ | = | 1,00 | [-] | belastingfactor bij ankeruitval (conform CUR166) |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{corr}$ | = | 0,60 | [mm] | dikteafname per zijde |
| $\beta_M$ | = | 0,92 | [-] | reductiefactor bij controle buigend moment = $0,75*t_{f;red}/t_f + 0,25*t_{w;red}/t_w$ |
| $\beta_V$ | = | 0,88 | [-] | reductiefactor bij controledwarskracht = $t_{w;red}/t_w$ |

*Gegevens gording(en):*

| | | Nieuw: | Na corrosie: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| profiel | = | **HEB 240** | | | |
| n | = | 1 | | [-] | aantal gordingen |
| $f_{y;d}$ | = | **355** | | [N/mm$^2$] | rekenwaarde vloeigrens afhankelijk van het staalsoort |
| $W_{y;el}$ | = | 938 | 860 | [cm$^3$] | elastisch weerstandsmoment bij buiging tgv horizontale belasting uit damwand |
| $W_{y;pl}$ | = | 1.053 | 966 | [cm$^3$] | plastisch weerstandsmoment bij buiging tgv horizontale belasting uit damwand |
| $I_y$ | = | 11.259 | 10.325 | [cm$^4$] | traagheidsmoment bij buiging tgv horizontale belasting uit damwand |
| E | = | 2,1E+05 | 2,1E+05 | [N/mm$^2$] | rekenwaarde elasticiteitsmodulus |
| A | = | 10.599 | 9.720 | [mm$^2$] | oppervlak |
| $A_v$ | = | 3.323 | 2.995 | [mm$^2$] | oppervlakte van werkzame afschuifoppervlak |
| $A_w$ | = | 1.640 | 1.443 | [mm$^2$] | oppervlakte van het lijf |
| h | = | 240 | 238,8 | [mm] | hoogte gording |
| b | = | 240 | 238,8 | [mm] | breedte gording |
| $t_f$ | = | 17,0 | 15,8 | [mm] | dikte flens |
| $t_w$ | = | 10,0 | 8,8 | [mm] | dikte lijf |
| $h_w$ | = | 164 | 164 | [mm] | hoogte lijf |
| r | = | 21 | 21,6 | [mm] | afrondingsstraal |

*Optredende belastingen:*

De optredende momenten en dwarskrachten zijn bepaald met de factoren ($\alpha$):

| | | Standaard | Ankeruitval | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{Ed} = (\gamma_1*1/\alpha_M*P_{hor}*l_{max}^2)/n$ | met: $\alpha_M$ = | 10 | 12 | [-] |
| $V_{Ed} = (\gamma_1*1/\alpha_V*P_{hor}*l_{max})/n$ | met: $\alpha_V$ = | 2 | 2 | [-] |

Standaard:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{y;Ed}$ | = | 93 | [kNm] | rekenwaarde optredend moment per profiel |
| $V_{y;Ed}$ | = | 194 | [kNm] | rekenwaarde optredende dwarskracht per profiel |

Ankeruitval

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{y;Ed}$ | = | 234 | [kNm] | rekenwaarde optredend moment per profiel |
| $V_{y;Ed}$ | = | 293 | [kNm] | rekenwaarde optredende dwarskracht per profiel |

*Controle doorsnedeklasse profiel:*

Lijf:

$c_1/t_{w;corr}$ = 18,64 => klasse: **1**

Met:

$c_1 = h_w$ = 164 [mm] hoogte lijf

Grenswaarden volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | < 72*ε | = | 58,6 |
| 2 | < 83*ε | = | 67,5 |
| 3 | < 124*ε | = | 100,9 |

Flens:

$c_2/t_{f;corr}$ = 5,91 => klasse: **1**

Met:

$c_2 = (b-t_w-2*r)/2$ = 93 [mm] breedte flens

Grenswaarden volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | < 9*ε | = | 7,3 |
| 2 | < 10*ε | = | 8,1 |
| 3 | < 14*ε | = | 11,4 |

**Keuze doorsnedeklasse profiel:** **1** Toelichting: conform RLN 164 wordt de gording in de standaard situatie elastisch getoetst.

***Toetsing profiel in standaard situatie:***

Optredend moment - doorsnedeklasse 1 en 2:

Er geldt:

$M_{y;Ed}/M_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $M_{y;Ed}/M_{c,Rd}$ = **0,27** **[voldoet]**

Met:

$M_{c;Rd} = W_{y;pl} * f_y$ = 343 [kNm] rekenwaarde opneembaar moment

Optredende dwarskracht - doorsnedeklasse 1 en 2:

Er geldt:

$V_{y;Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $V_{y;Ed}/V_{c,Rd}$ = **0,32** **[voldoet]** --> geen reductie weerstandsmoment nodig!

Met:

$V_{c;Rd} = A_v * f_y/\sqrt{3}$ = 614 [kNm] rekenwaarde opneembare dwarskracht

Vervorming

Er geldt:

$\delta_{max}/\delta_{grens} \leq 1,0$ ==> $\delta_{max}/\delta_{eis}$ = **0,14** **[voldoet]**

Met:

$\delta_{max}$ = 1,0 [mm] max. optredende vervorming = $2/384 * P_{rep;hor} * l^4/(E*I)$

$\delta_{grens}$ = 7,2 [mm] max. toegestane vervorming = 0,003*l

*Toetsing profiel bij ankeruitval:*

De gording wordt bij ankeruitval conform de CUR166 plastisch getoetst.

Optredend moment:

Er geldt:

$M_{y;Ed}/M_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $M_{y;Ed}/M_{c,Rd}$ = **0,68** **[voldoet]**

Met:

$M_{c;Rd} = W_{y;pl} * f_y$ = 343 [kNm] rekenwaarde opneembaar moment

Optredende dwarskracht:

Er geldt:

$V_{y;Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $V_{y;Ed}/V_{c,Rd}$ = **0,48** **[voldoet]** --> geen reductie weerstandsmoment nodig!

Met:

$V_{c;Rd} = A_v * f_y/\sqrt{3}$ = 614 [kNm] rekenwaarde opneembare dwarskracht

# Bijlage 3-2:

*Toetsing ankergording DRSN 4 en 5*

# Dimensionering ankergording op buiging

**(conform NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016 en NEN-EN 1993-1-1+C2/NB)**

| | |
|---|---|
| Project | : **EMK-terrein te Krimpen a/d Ijssel** |
| Onderdeel | : DRSN 4 en 5 (verankering op +2,00) |
| Datum | : 14-feb-20 |
| Constructeur | : [redacted] |

sterk www.sterk.eu

*Invoergegevens:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{max}$ | = | 239,0 | [kN/m$^1$] | Rekenwaarde (ULS) ankerkracht uit damwandberekening in richting anker |
| $P_{rep}$ | = | 183,0 | [kN/m$^1$] | Representatieve waarde (SLS) ankerkracht uit damwandberekening in richting anker |
| $\alpha$ | = | 35 | [°] | Ankerhoek t.o.v. horizontaal |
| $P_{max;hor}$ | = | 195,8 | [-] | belastingfactor bij dimensionering gordingen |
| $P_{rep;hor}$ | = | 149,9 | [-] | factor stempelkracht UGT versus BGT-analyse tbv belastinggeval: 'stempeluitval' |
| a | = | 2,400 | [m] | hart-op-hart afstand ankers |

*Belastingfactoren:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_1$ | = | 1,10 | [-] | belastingfactor bij dimensionering ankergording (conform CUR166) |
| $\gamma_{stempeluitval}$ | = | 1,00 | [-] | belastingfactor bij ankeruitval (conform CUR166) |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{corr}$ | = | 0,60 | [mm] | dikteafname per zijde |
| $\beta_M$ | = | 0,92 | [-] | reductiefactor bij controle buigend moment = $0,75*t_{f;red}/t_f + 0,25*t_{w;red}/t_w$ |
| $\beta_V$ | = | 0,88 | [-] | reductiefactor bij controledwarskracht = $t_{w;red}/t_w$ |

*Gegevens gording(en):*

| | | Nieuw: | Na corrosie: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| profiel | = | **HEB 260** | | | |
| n | = | 1 | | [-] | aantal gordingen |
| $f_{y;d}$ | = | **355** | | [N/mm$^2$] | rekenwaarde vloeigrens afhankelijk van het staalsoort |
| $W_{y;el}$ | = | 1.148 | 1.054 | [cm$^3$] | elastisch weerstandsmoment bij buiging tgv horizontale belasting uit damwand |
| $W_{y;pl}$ | = | 1.283 | 1.178 | [cm$^3$] | plastisch weerstandsmoment bij buiging tgv horizontale belasting uit damwand |
| $I_y$ | = | 14.919 | 13.704 | [cm$^4$] | traagheidsmoment bij buiging tgv horizontale belasting uit damwand |
| E | = | 2,1E+05 | 2,1E+05 | [N/mm$^2$] | rekenwaarde elasticiteitsmodulus |
| A | = | 11.844 | 10.880 | [mm$^2$] | oppervlak |
| $A_v$ | = | 3.759 | 3.388 | [mm$^2$] | oppervlakte van werkzame afschuifoppervlak |
| $A_w$ | = | 1.770 | 1.558 | [mm$^2$] | oppervlakte van het lijf |
| h | = | 260 | 258,8 | [mm] | hoogte gording |
| b | = | 260 | 258,8 | [mm] | breedte gording |
| $t_f$ | = | 17,5 | 16,3 | [mm] | dikte flens |
| $t_w$ | = | 10,0 | 8,8 | [mm] | dikte lijf |
| $h_w$ | = | 177 | 177 | [mm] | hoogte lijf |
| r | = | 24 | 24,6 | [mm] | afrondingsstraal |

*Optredende belastingen:*

De optredende momenten en dwarskrachten zijn bepaald met de factoren ($\alpha$):

| | | Standaard | Ankeruitval | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{Ed} = (\gamma_1*1/\alpha_M*P_{hor}*l_{max}^2)/n$ | met: $\alpha_M$ = | 10 | 12 | [-] |
| $V_{Ed} = (\gamma_1*1/\alpha_V*P_{hor}*l_{max})/n$ | met: $\alpha_V$ = | 2 | 2 | [-] |

Standaard:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{y;Ed}$ | = | 124 | [kNm] | rekenwaarde optredend moment per profiel |
| $V_{y;Ed}$ | = | 258 | [kNm] | rekenwaarde optredende dwarskracht per profiel |

Ankeruitval

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{y;Ed}$ | = | 288 | [kNm] | rekenwaarde optredend moment per profiel |
| $V_{y;Ed}$ | = | 360 | [kNm] | rekenwaarde optredende dwarskracht per profiel |

*Controle doorsnedeklasse profiel:*

Lijf:

$c_1/t_{w;corr}$ = 20,11 => klasse: **1**

Grenswaarden volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | < 72*ε | = | 58,6 |
| 2 | < 83*ε | = | 67,5 |
| 3 | < 124*ε | = | 100,9 |

Met:

$c_1 = h_w$ = 177 [mm] hoogte lijf

Flens:

$c_2/t_{f;corr}$ = 6,16 => klasse: **1**

Grenswaarden volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | < 9*ε | = | 7,3 |
| 2 | < 10*ε | = | 8,1 |
| 3 | < 14*ε | = | 11,4 |

Met:

$c_2 = (b-t_w-2*r)/2$ = 100 [mm] breedte flens

**Keuze doorsnedeklasse profiel:** **1** Toelichting: conform RLN 164 wordt de gording in de standaard situatie elastisch getoetst.

**BIJLAGE .....**

***Toetsing profiel in standaard situatie:***

Optredend moment - doorsnedeklasse 1 en 2:

Er geldt:

$M_{y;Ed}/M_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $M_{y;Ed}/M_{c,Rd}$ = **0,30** **[voldoet]**

Met:

$M_{c;Rd} = W_{y;pl} * f_y$ = 418 [kNm] rekenwaarde opneembaar moment

Optredende dwarskracht - doorsnedeklasse 1 en 2:

Er geldt:

$V_{y;Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $V_{y;Ed}/V_{c,Rd}$ = **0,37** **[voldoet]** --> geen reductie weerstandsmoment nodig!

Met:

$V_{c;Rd} = A_v * f_y/\sqrt{3}$ = 694 [kNm] rekenwaarde opneembare dwarskracht

Vervorming

Er geldt:

$\delta_{max}/\delta_{grens} \leq 1,0$ ==> $\delta_{max}/\delta_{eis}$ = **0,13** **[voldoet]**

Met:

$\delta_{max}$ = 0,9 [mm] max. optredende vervorming = $2/384 * P_{rep;hor} * l^4/(E*I)$

$\delta_{grens}$ = 7,2 [mm] max. toegestane vervorming = 0,003*l

*Toetsing profiel bij ankeruitval:*

De gording wordt bij ankeruitval conform de CUR166 plastisch getoetst.

Optredend moment:

Er geldt:

$M_{y;Ed}/M_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $M_{y;Ed}/M_{c,Rd}$ = **0,69** **[voldoet]**

Met:

$M_{c;Rd} = W_{y;pl} * f_y$ = 418 [kNm] rekenwaarde opneembaar moment

Optredende dwarskracht:

Er geldt:

$V_{y;Ed}/V_{c,Rd} \leq 1,0$ ==> $V_{y;Ed}/V_{c,Rd}$ = **0,52** **[voldoet]** > 0,50 ==> reductie weerstandsmoment!

Met:

$V_{c;Rd} = A_v * f_y/\sqrt{3}$ = 694 [kNm] rekenwaarde opneembare dwarskracht

# Bijlage 4-1:

*Toetsing groutanjectieankers DRSN 1 (saneerfase)*

# CONTROLE GROUTANKER
## (conform NEN-EN 9997-1 en CUR166)

Project : **EMK te Krimpen a/d Ijssel**
Onderdeel : **DRSN 1 - (Saneersituatie)**
Datum : 7-feb-20
Constructeur [redacted]

sterk www.sterk.eu

### Gegevens ankertype

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend |
| diameter anker (D) | = | 51,0 | [mm] | | wanddikte (t) = 12,5 | [mm] |
| $f_{y;el}$ | = | 500 | [N/mm$^2$] | vloeispanning | | |
| $f_{y;breuk}$ | = | 700 | [N/mm$^2$] | breukspanning | | |
| $A_{netto}$ | = | 1.512 | [mm$^2$] | staaldoorsnede | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | doorsnede boorkop | | |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | = | 1 | [jaar] | levensduur ankerconstructie |
| $\Delta t_{corr;buitenzijde}$ | = | 0,00 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de buitenzijde van het anker |
| $\Delta t_{corr;binnenzijde}$ | = | 0,00 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de binnenzijde van het anker |
| $A_{red}$ | = | 1.512 | [mm$^2$] | gereduceerde staaldoorsnede (corrosie) |

### Belastingen op anker

Het anker wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de hoofdberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_{hoofdberekening}$ | = | 35 | [°] | ankerhoek vanuit hoofdberekening |
| $P_a$ - ULS | = | 221 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (ULS-waarde) |
| $P_a$ - SLS | = | 167 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (SLS-waarde) |
| $P_{a;voorspankracht}$ | = | 100 | [kN/m] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

*Invoer voor uitvoering/controle:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| Ankeruitval | = | 1,50 | [-] | factor voor de vergroting van de h.o.h.-afstand |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max}$ | = | $P_a$ (ULS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 530 | [kN] | rekenwaarde ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;uitval}$ | = | $P_a$ (SLS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand]*[factor ankeruitval] | | |
| | = | 601 | [kN] | ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;VSP}$ | = | $P_{a;voorspankracht}$*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 240 | [kN] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

### TOETSING GROUTANKER

#### Trekcapaciteit ankerstang

De opneembare trek ($R_{t;d}$) wordt berekend a.d.h.v. $F_{tt;Rd}$ (breuksterkte) en de $F_{tg;RD}$ (o.b.v. de vloeisterkte). De min. waarde is maatgevend.

**ULS-waarde ($R_{t;d}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red} / \gamma_{M2}$ | = | 762 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red} / \gamma_{M0/S}$ | = | **756** | [kN] | **maatgevend voor controle ULS** |

**Uitval-waarde ($R_{t;k}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red}$ | = | 952 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red}$ | = | **756** | [kN] | **maatgevend voor controle uitval** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_t$ | = | 0,90 | [-] | reductiefactor voor schroefdraad |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | materiaalfactor |
| $\gamma_{M2}$ (aanvullend) | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor voor betrouwbaarheidsindex over 100 jr. levensduur |
| $\gamma_{M0/S}$ | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor bij vloei-eigenschappen (staal = 1,00 / wapening = 1,15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max;d} = P_{a;max} * \gamma_{verankering}$ | = | 663 | [kN] | |
| $P_{a;uitval}$ | = | 601 | [kN] | |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{verankering}$ | = | 1,25 | [-] | factor vanuit de CUR166 op de ankerkracht voor de staaltoets |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;d} / R_{t;d}$** | = | **0,88** | **[-]** | **voldoet** |
| **Uitval - $P_{a;uitval} / R_{t;k}$** | = | **0,80** | **[-]** | **voldoet** |

**Bepaling van het groutlichaam**

Het groutlichaam wordt bepaald a.d.h.v. de onderstaande gegevens.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] |
| maaiveldniveau | = | 4,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde zandlaag | = | -11,50 | [m tov NAP] |
| bovenzijde groutlichaam | = | -13,00 | [m tov NAP] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P_{a;max;G;d} = P_{a;max} * \gamma_{geo}$ | = | 583 | [kN] |
| $P_{a;uitval;G}$ | = | 601 | [kN] |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{geo}$ | = | 1,10 | [-] | factor vanuit de CUR166 voor de geotechnische controle |
| oppersing | = | 20 | [mm] | aanname voor extra omvang van het groutlichaam |
| diameter groutlichaam | = | 240 | [mm] | boorkop + oppersing |
| omtrek groutlichaam | = | 754 | [mm] | |

| *Controle eisen voor groutlichaam:* | | | **Eis** | |
|---|---|---|---|---|
| controle gronddekking | = | 17 m | ≥ 5,0 m | akkoord |
| controle zanddekking | = | 1,5 m | ≥ 1,0 m | akkoord |
| controle min. h.o.h-afstand | = | 2,4 m | ≥ 8D: 1,92 m | akkoord |

*Formule houdkracht groutlichaam:*

$R_{a;d}$ (rekenwaarde) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem} / \gamma_a / \xi_{ULS}$

$R_{a;k}$ (uitval) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem}$ (incl. reductiefactor h.o.h.-afstand = 1 [-])

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_t$ | = | 0,0150 | [-] | wrijvingsfactor tussen het verankeringslichaam en het zandpakket |
| $\gamma_a$ | = | 1,20 | [-] | een materiaalfactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving elk anker) |
| $\xi_{ULS}$ | = | 1,00 | [-] | correlatiefactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving van elk anker) |

*Bodemopbouw:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| sondering | = | **D1 - 404** | Zie rapport: | Omegam dd 07-10-1996 |
| bk. groutlichaam | = | -13,00 | [m tov NAP] | ok. groutlichaam = **-17,88** [m tov NAP] |

| Van [m tov NAP] | Tot [m tov NAP] | $Q_c$ [MPa] | $\Delta R_{a;k}$ [kN] | $\Delta R_{a;d}$ [kN] | $\Delta L_{grout}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -11,50 | -12,00 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -12,00 | -12,50 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -12,50 | -13,00 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -13,00 | -13,50 | 9,0 | 88,7 | 73,9 | 0,87 | [m] |
| -13,50 | -14,00 | 9,5 | 93,7 | 78,1 | 0,87 | [m] |
| -14,00 | -14,50 | 8,5 | 83,8 | 69,8 | 0,87 | [m] |
| -14,50 | -15,00 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,87 | [m] |
| -15,00 | -15,50 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,87 | [m] |
| -15,50 | -16,00 | 7,0 | 69,0 | 57,5 | 0,87 | [m] |
| -16,00 | -16,50 | 11,5 | 113,4 | 94,5 | 0,87 | [m] |
| -16,50 | -17,00 | 12,5 | 123,2 | 102,7 | 0,87 | [m] |
| -17,00 | -17,50 | 8,5 | 83,8 | 69,8 | 0,87 | [m] |
| -17,50 | -18,00 | 7,0 | 44,5 | 37,1 | 0,56 | [m] |
| -18,00 | -18,50 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -18,50 | -19,00 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -19,00 | -19,50 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -19,50 | -20,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,00 | -20,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,50 | -21,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,00 | -21,50 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,50 | -22,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,00 | -22,50 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,50 | -23,00 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,00 | -23,50 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,50 | -24,00 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,00 | -24,50 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,50 | -25,00 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,00 | -25,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,50 | -26,00 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,00 | -26,50 | 5,0 | | | | |
| | | **Totaal** | **700** | **583** | **8,41** | [m] |

**Notities:**
- In de Sheet: $Q_{c;gem} \leq 15$ MPa
- De min. groutlengte: $L_{grout} \geq 5,0$ m
- Bij $Q_c < 2$ MPa wordt (automatisch) gereduceerd naar 0 MPa

$L_{grout;praktisch}$ = **8,50** [m]

$Q_{c;gem}$ = 7,4 [MPa]

**Toetsing:**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;G;d} / R_{t;d}$** | = | **0,99** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | 590 | [kN] |
| **Uitval - $P_{a;uitval;G} / R_{t;k}$** | = | **0,85** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;k}$ (uitval) | = | 707 | [kN] |

**RESULTATEN**

**Overzicht ontwerp**

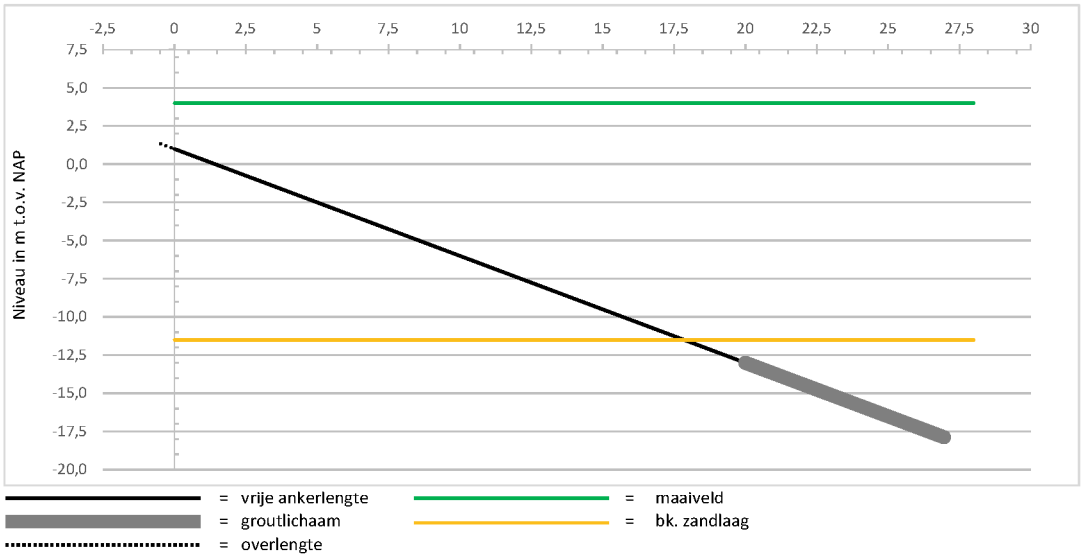
**Onderdeel** = **DRSN 1 - (Saneersituatie)**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend | | |
| diameter anker (D) | = | 51 | [mm] | | wanddikte (t) = | 12,5 | [mm] | |
| staalkwaliteit | = | 500 / 700 | [N/mm²] | | | | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | ($D_{boorkop}$) + | 20 mm (oppersing) = | 240 | [mm] | ($D_{groutprop}$) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] | |
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| lengte anker (totaal) | = | 33,50 | [m] | |
| lengte groutlichaam | = | 8,50 | [m] | |

**Bepaling ankerlengte en snede**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vrije ankerlengte | = | 24,41 | [m] | bk. groutlichaam = | -13,00 | [m tov NAP] |
| lengte groutlichaam | = | 8,50 | [m] | ok. groutlichaam = | -17,88 | [m tov NAP] |
| min. overlengte ankerkop | = | 0,50 | [m] | | | |
| theoretische ankerlengte | = | 33,41 | [m] | horizontale ankerlengte = | 26,96 | [m] |
| | | | | horizontale lengte groutlichaam = | 6,96 | [m] |
| **praktische ankerlengte** | = | **33,50** | **[m]** | | | |
| werkelijke lengte ankerkop | = | 0,59 | [m] | <- Het verschil tussen de theoretische en de praktische ankerlengte wordt | | |
| fictieve ankerlengte | = | 28,66 | [m] | toegepast als extra overlengte t.b.v. de ankerkop in de uitvoering. | | |




**Testbelastingen en voorspanning**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{d;test}$ | = | 601 | [kN/anker] | maximale waarde van $P_{a;max;G;d}$ of $P_{a;uitval;G}$ |
| $P_{ini}$ | = | 60 | [kN/anker] | 10% |
| Trap 1 | = | 240 | [kN/anker] | 40% |
| Trap 2 | = | 331 | [kN/anker] | 55% |
| Trap 3 | = | 421 | [kN/anker] | 70% |
| Trap 4 | = | 511 | [kN/anker] | 85% |
| Trap 5 | = | 601 | [kN/anker] | 100% |
| $P_{a;VSP}$ | = | 240 | [kN/anker] | voorspankracht vanuit de hoofdberekening per anker |

# Bijlage 4-2:

*Toetsing groutanjectieankers DRSN 1 (eindfase)*

# CONTROLE GROUTANKER
## (conform NEN-EN 9997-1 en CUR166)

Project : **EMK te Krimpen a/d Ijssel**
Onderdeel : **DRSN 1 - (Eindsituatie)**
Datum : 7-feb-20
Constructeur : [redacted]

sterk www.sterk.eu

### Gegevens ankertype

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend |
| diameter anker (D) | = | 51,0 | [mm] | | wanddikte (t) = 12,5 | [mm] |
| $f_{y;el}$ | = | 500 | [N/mm$^2$] | vloeispanning | | |
| $f_{y;breuk}$ | = | 700 | [N/mm$^2$] | breukspanning | | |
| $A_{netto}$ | = | 1.512 | [mm$^2$] | staaldoorsnede | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | doorsnede boorkop | | |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | = | 50 | [jaar] | levensduur ankerconstructie |
| $\Delta t_{corr;buitenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de buitenzijde van het anker |
| $\Delta t_{corr;binnenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de binnenzijde van het anker |
| $A_{red}$ | = | 1.367 | [mm$^2$] | gereduceerde staaldoorsnede (corrosie) |

### Belastingen op anker

Het anker wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de hoofdberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_{hoofdberekening}$ | = | 35 | [°] | ankerhoek vanuit hoofdberekening |
| $P_a$ - ULS | = | 179 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (ULS-waarde) |
| $P_a$ - SLS | = | 149 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (SLS-waarde) |
| $P_{a;voorspankracht}$ | = | 100 | [kN/m] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

*Invoer voor uitvoering/controle:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| Ankeruitval | = | 1,50 | [-] | factor voor de vergroting van de h.o.h.-afstand |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max}$ | = | $P_a$ (ULS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 430 | [kN] | rekenwaarde ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;uitval}$ | = | $P_a$ (SLS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand]*[factor ankeruitval] | | |
| | = | 536 | [kN] | ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;VSP}$ | = | $P_{a;voorspankracht}$*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 240 | [kN] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

### TOETSING GROUTANKER

#### Trekcapaciteit ankerstang

De opneembare trek ($R_{t;d}$) wordt berekend a.d.h.v. $F_{tt;Rd}$ (breuksterkte) en de $F_{tg;RD}$ (o.b.v. de vloeisterkte). De min. waarde is maatgevend.

**ULS-waarde ($R_{t;d}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red} / \gamma_{M2}$ | = | 689 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red} / \gamma_{M0/S}$ | = | **683** | [kN] | **maatgevend voor controle ULS** |

**Uitval-waarde ($R_{t;k}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red}$ | = | 861 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red}$ | = | **683** | [kN] | **maatgevend voor controle uitval** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_t$ | = | 0,90 | [-] | reductiefactor voor schroefdraad |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | materiaalfactor |
| $\gamma_{M2}$ (aanvullend) | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor voor betrouwbaarheidsindex over 100 jr. levensduur |
| $\gamma_{M0/S}$ | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor bij vloei-eigenschappen (staal = 1,00 / wapening = 1,15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max;d} = P_{a;max} * \gamma_{verankering}$ | = | 537 | [kN] | |
| $P_{a;uitval}$ | = | 536 | [kN] | |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{verankering}$ | = | 1,25 | [-] | factor vanuit de CUR166 op de ankerkracht voor de staaltoets |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;d} / R_{t;d}$** | = | **0,79** | **[-]** | **voldoet** |
| **Uitval - $P_{a;uitval} / R_{t;k}$** | = | **0,78** | **[-]** | **voldoet** |

**Bepaling van het groutlichaam**

Het groutlichaam wordt bepaald a.d.h.v. de onderstaande gegevens.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] |
| maaiveldniveau | = | 4,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde zandlaag | = | -11,50 | [m tov NAP] |
| bovenzijde groutlichaam | = | -13,00 | [m tov NAP] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P_{a;max;G;d} = P_{a;max} * \gamma_{geo}$ | = | 473 | [kN] |
| $P_{a;uitval;G}$ | = | 536 | [kN] |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{geo}$ | = | 1,10 | [-] | factor vanuit de CUR166 voor de geotechnische controle |
| oppersing | = | 20 | [mm] | aanname voor extra omvang van het groutlichaam |
| diameter groutlichaam | = | 240 | [mm] | boorkop + oppersing |
| omtrek groutlichaam | = | 754 | [mm] | |

| *Controle eisen voor groutlichaam:* | | | **Eis** | |
|---|---|---|---|---|
| controle gronddekking | = | 17 m | ≥ 5,0 m | akkoord |
| controle zanddekking | = | 1,5 m | ≥ 1,0 m | akkoord |
| controle min. h.o.h-afstand | = | 2,4 m | ≥ 8D: 1,92 m | akkoord |

*Formule houdkracht groutlichaam:*

$R_{a;d}$ (rekenwaarde) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem} / \gamma_a / \xi_{ULS}$

$R_{a;k}$ (uitval) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem}$ (incl. reductiefactor h.o.h.-afstand = 1 [-])

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_t$ | = | 0,0150 | [-] | wrijvingsfactor tussen het verankeringslichaam en het zandpakket |
| $\gamma_a$ | = | 1,20 | [-] | een materiaalfactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving elk anker) |
| $\xi_{ULS}$ | = | 1,00 | [-] | correlatiefactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving van elk anker) |

*Bodemopbouw:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| sondering | = | **D1 - 404** | Zie rapport: | Omegam dd 07-10-1996 |
| bk. groutlichaam | = | -13,00 | [m tov NAP] | ok. groutlichaam = **-17,88** [m tov NAP] |

| Van [m tov NAP] | Tot [m tov NAP] | $Q_c$ [MPa] | $\Delta R_{a;k}$ [kN] | $\Delta R_{a;d}$ [kN] | $\Delta L_{grout}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -11,50 | -12,00 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -12,00 | -12,50 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -12,50 | -13,00 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -13,00 | -13,50 | 9,0 | 88,7 | 73,9 | 0,87 | [m] |
| -13,50 | -14,00 | 9,5 | 93,7 | 78,1 | 0,87 | [m] |
| -14,00 | -14,50 | 8,5 | 83,8 | 69,8 | 0,87 | [m] |
| -14,50 | -15,00 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,87 | [m] |
| -15,00 | -15,50 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,87 | [m] |
| -15,50 | -16,00 | 7,0 | 69,0 | 57,5 | 0,87 | [m] |
| -16,00 | -16,50 | 11,5 | 113,4 | 94,5 | 0,87 | [m] |
| -16,50 | -17,00 | 12,5 | 118,5 | 98,7 | 0,84 | [m] |
| -17,00 | -17,50 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -17,50 | -18,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -18,00 | -18,50 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -18,50 | -19,00 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -19,00 | -19,50 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -19,50 | -20,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,00 | -20,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,50 | -21,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,00 | -21,50 | 7,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,50 | -22,00 | 7,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,00 | -22,50 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,50 | -23,00 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,00 | -23,50 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,50 | -24,00 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,00 | -24,50 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,50 | -25,00 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,00 | -25,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,50 | -26,00 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,00 | -26,50 | 5,0 | | | | |
| | | **Totaal** | **567** | **473** | **6,94** | [m] |

**Notities:**
- In de Sheet: $Q_{c;gem} \leq 15$ MPa
- De min. groutlengte: $L_{grout} \geq 5,0$ m
- Bij $Q_c < 2$ MPa wordt (automatisch) gereduceerd naar 0 MPa

$L_{grout;praktisch}$ = **8,50** [m]

$Q_{c;gem}$ = 7,4 [MPa]

**Toetsing:**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;G;d} / R_{t;d}$** | = | **0,80** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | 590 | [kN] |
| **Uitval - $P_{a;uitval;G} / R_{t;k}$** | = | **0,76** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;k}$ (uitval) | = | 707 | [kN] |

**RESULTATEN**

**Overzicht ontwerp**

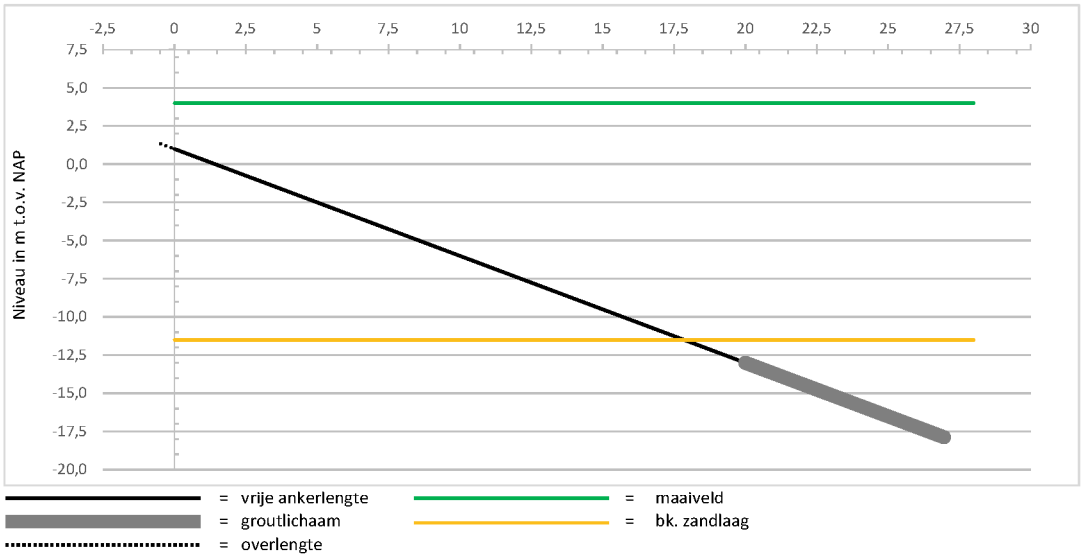
**Onderdeel** = **DRSN 1 - (Eindsituatie)**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend | | |
| diameter anker (D) | = | 51 | [mm] | | wanddikte (t) = | 12,5 | [mm] | |
| staalkwaliteit | = | 500 / 700 | [N/mm²] | | | | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | ($D_{boorkop}$) + | 20 mm (oppersing) = | 240 | [mm] | ($D_{groutprop}$) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] | |
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| lengte anker (totaal) | = | 33,50 | [m] | |
| lengte groutlichaam | = | 8,50 | [m] | |

**Bepaling ankerlengte en snede**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vrije ankerlengte | = | 24,41 | [m] | bk. groutlichaam = | -13,00 | [m tov NAP] |
| lengte groutlichaam | = | 8,50 | [m] | ok. groutlichaam = | -17,88 | [m tov NAP] |
| min. overlengte ankerkop | = | 0,50 | [m] | | | |
| theoretische ankerlengte | = | 33,41 | [m] | horizontale ankerlengte = | 26,96 | [m] |
| | | | | horizontale lengte groutlichaam = | 6,96 | [m] |
| **praktische ankerlengte** | = | **33,50** | **[m]** | | | |
| werkelijke lengte ankerkop | = | 0,59 | [m] | <- Het verschil tussen de theoretische en de praktische ankerlengte wordt | | |
| fictieve ankerlengte | = | 28,66 | [m] | toegepast als extra overlengte t.b.v. de ankerkop in de uitvoering. | | |




= vrije ankerlengte
= groutlichaam
= overlengte
= maaiveld
= bk. zandlaag

**Testbelastingen en voorspanning**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{d;test}$ | = | 536 | [kN/anker] | maximale waarde van $P_{a;max;G;d}$ of $P_{a;uitval;G}$ |
| $P_{ini}$ | = | 54 | [kN/anker] | 10% |
| Trap 1 | = | 215 | [kN/anker] | 40% |
| Trap 2 | = | 295 | [kN/anker] | 55% |
| Trap 3 | = | 375 | [kN/anker] | 70% |
| Trap 4 | = | 456 | [kN/anker] | 85% |
| Trap 5 | = | 536 | [kN/anker] | 100% |
| $P_{a;VSP}$ | = | 240 | [kN/anker] | voorspankracht vanuit de hoofdberekening per anker |

# Bijlage 4-2:

*Toetsing groutanjectieankers DRSN 2 (eindfase)*

# CONTROLE GROUTANKER
## (conform NEN-EN 9997-1 en CUR166)

| | | |
|---|---|---|
| Project | : | **EMK te Krimpen a/d Ijssel** |
| Onderdeel | : | **DRSN 2 - (Eindsituatie)** |
| Datum | : | 14-feb-20 |
| Constructeur | : | [redacted] |

sterk www.sterk.eu

### Gegevens ankertype

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 10,0 | [-] | type anker | methode = | zelfborend |
| diameter anker (D) | = | 51,0 | [mm] | | wanddikte (t) = | 10,0 [mm] |
| $f_{y;el}$ | = | 500 | [N/mm$^2$] | vloeispanning | | |
| $f_{y;breuk}$ | = | 700 | [N/mm$^2$] | breukspanning | | |
| $A_{netto}$ | = | 1.288 | [mm$^2$] | staaldoorsnede | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | doorsnede boorkop | | |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | = | 50 | [jaar] | levensduur ankerconstructie |
| $\Delta t_{corr;buitenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de buitenzijde van het anker |
| $\Delta t_{corr;binnenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de binnenzijde van het anker |
| $A_{red}$ | = | 1.133 | [mm$^2$] | gereduceerde staaldoorsnede (corrosie) |

### Belastingen op anker

Het anker wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de hoofdberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_{hoofdberekening}$ | = | 35 | [°] | ankerhoek vanuit hoofdberekening |
| $P_a$ - ULS | = | 177 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (ULS-waarde) |
| $P_a$ - SLS | = | 136 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (SLS-waarde) |
| $P_{a;voorspankracht}$ | = | 100 | [kN/m] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

*Invoer voor uitvoering/controle:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| Ankeruitval | = | 1,50 | [-] | factor voor de vergroting van de h.o.h.-afstand |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max}$ | = | $P_a$ (ULS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 425 | [kN] | rekenwaarde ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;uitval}$ | = | $P_a$ (SLS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand]*[factor ankeruitval] | | |
| | = | 490 | [kN] | ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;VSP}$ | = | $P_{a;voorspankracht}$*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 240 | [kN] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

### TOETSING GROUTANKER

#### Trekcapaciteit ankerstang

De opneembare trek ($R_{t;d}$) wordt berekend a.d.h.v. $F_{tt;Rd}$ (breuksterkte) en de $F_{tg;RD}$ (o.b.v. de vloeisterkte). De min. waarde is maatgevend.

**ULS-waarde ($R_{t;d}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red} / \gamma_{M2}$ | = | 571 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red} / \gamma_{M0/S}$ | = | **567** | [kN] | **maatgevend voor controle ULS** |

**Uitval-waarde ($R_{t;k}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red}$ | = | 714 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red}$ | = | **567** | [kN] | **maatgevend voor controle uitval** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_t$ | = | 0,90 | [-] | reductiefactor voor schroefdraad |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | materiaalfactor |
| $\gamma_{M2}$ (aanvullend) | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor voor betrouwbaarheidsindex over 100 jr. levensduur |
| $\gamma_{M0/S}$ | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor bij vloei-eigenschappen (staal = 1,00 / wapening = 1,15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max;d} = P_{a;max} * \gamma_{verankering}$ | = | 531 | [kN] | |
| $P_{a;uitval}$ | = | 490 | [kN] | |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{verankering}$ | = | 1,25 | [-] | factor vanuit de CUR166 op de ankerkracht voor de staaltoets |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;d} / R_{t;d}$** | = | **0,94** | **[-]** | **voldoet** |
| **Uitval - $P_{a;uitval} / R_{t;k}$** | = | **0,86** | **[-]** | **voldoet** |

**Bepaling van het groutlichaam**

Het groutlichaam wordt bepaald a.d.h.v. de onderstaande gegevens.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] |
| maaiveldniveau | = | 4,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde zandlaag | = | -11,50 | [m tov NAP] |
| bovenzijde groutlichaam | = | -13,00 | [m tov NAP] |
| $P_{a;max;G;d} = P_{a;max} * \gamma_{geo}$ | = | 467 | [kN] |
| $P_{a;uitval;G}$ | = | 490 | [kN] |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{geo}$ | = | 1,10 | [-] | factor vanuit de CUR166 voor de geotechnische controle |
| oppersing | = | 20 | [mm] | aanname voor extra omvang van het groutlichaam |
| diameter groutlichaam | = | 240 | [mm] | boorkop + oppersing |
| omtrek groutlichaam | = | 754 | [mm] | |

| *Controle eisen voor groutlichaam:* | | | **Eis** | |
|---|---|---|---|---|
| controle gronddekking | = | 17 m | ≥ 5,0 m | akkoord |
| controle zanddekking | = | 1,5 m | ≥ 1,0 m | akkoord |
| controle min. h.o.h-afstand | = | 2,4 m | ≥ 8D: 1,92 m | akkoord |

*Formule houdkracht groutlichaam:*

$R_{a;d}$ (rekenwaarde) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem} / \gamma_a / \xi_{ULS}$

$R_{a;k}$ (uitval) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem}$ (incl. reductiefactor h.o.h.-afstand = 1 [-])

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_t$ | = | 0,0150 | [-] | wrijvingsfactor tussen het verankeringslichaam en het zandpakket |
| $\gamma_a$ | = | 1,20 | [-] | een materiaalfactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving elk anker) |
| $\xi_{ULS}$ | = | 1,00 | [-] | correlatiefactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving van elk anker) |

*Bodemopbouw:*

sondering = **D2 - DKM109** Zie rapport: Wiertsema & Partners VN-73530-1

bk. groutlichaam = -13,00 [m tov NAP] ok. groutlichaam = **-16,90** [m tov NAP]

| Van [m tov NAP] | Tot [m tov NAP] | $Q_c$ [MPa] | $\Delta R_{a;k}$ [kN] | $\Delta R_{a;d}$ [kN] | $\Delta L_{grout}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -11,50 | -12,00 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -12,00 | -12,50 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -12,50 | -13,00 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -13,00 | -13,50 | 10,0 | 98,6 | 82,2 | 0,87 | [m] |
| -13,50 | -14,00 | 11,0 | 108,4 | 90,4 | 0,87 | [m] |
| -14,00 | -14,50 | 5,0 | 49,3 | 41,1 | 0,87 | [m] |
| -14,50 | -15,00 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,87 | [m] |
| -15,00 | -15,50 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,87 | [m] |
| -15,50 | -16,00 | 6,0 | 59,2 | 49,3 | 0,87 | [m] |
| -16,00 | -16,50 | 15,0 | 147,9 | 123,2 | 0,87 | [m] |
| -16,50 | -17,00 | 13,5 | 97,4 | 81,1 | 0,64 | [m] |
| -17,00 | -17,50 | 16,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -17,50 | -18,00 | 17,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -18,00 | -18,50 | 13,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -18,50 | -19,00 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -19,00 | -19,50 | 14,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -19,50 | -20,00 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,00 | -20,50 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,50 | -21,00 | 16,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,00 | -21,50 | 19,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,50 | -22,00 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,00 | -22,50 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,50 | -23,00 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,00 | -23,50 | 17,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,50 | -24,00 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,00 | -24,50 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,50 | -25,00 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,00 | -25,50 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,50 | -26,00 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,00 | -26,50 | 2,5 | | | | |
| | **Totaal** | | **561** | **467** | **6,74** | [m] |

**Notities:**
- In de Sheet: $Q_{c;gem} \leq 15$ MPa
- De min. groutlengte: $L_{grout} \geq 5,0$ m
- Bij $Q_c < 2$ MPa wordt (automatisch) gereduceerd naar 0 MPa

$L_{grout;praktisch}$ = **6,80** [m]

$Q_{c;gem}$ = 7,4 [MPa]

**Toetsing:**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;G;d} / R_{t;d}$** | = | **0,98** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | 475 | [kN] |
| **Uitval - $P_{a;uitval;G} / R_{t;k}$** | = | **0,86** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;k}$ (uitval) | = | 570 | [kN] |

**RESULTATEN**

**Overzicht ontwerp**

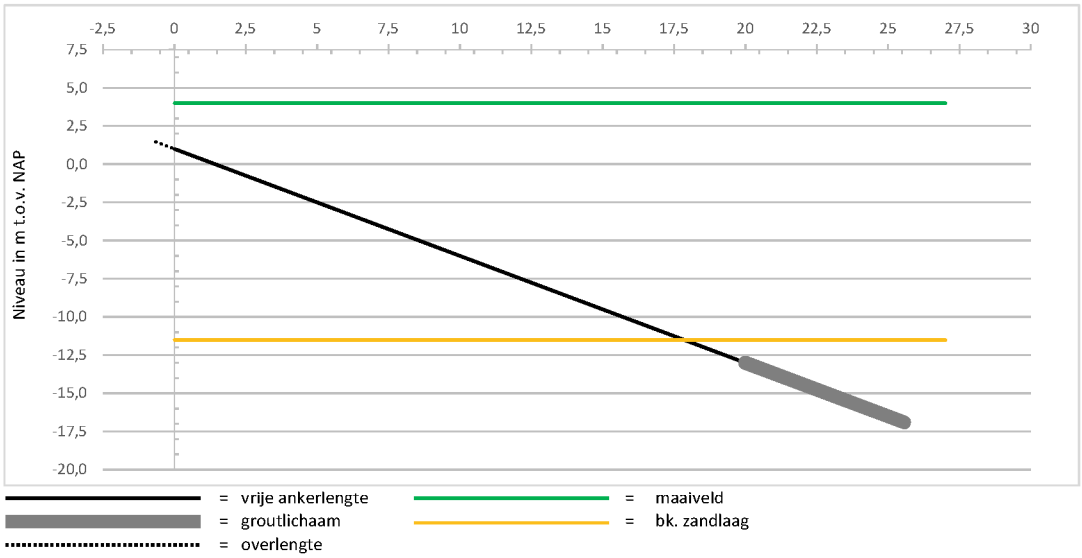
**Onderdeel** = **DRSN 2 - (Eindsituatie)**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 10,0 | [-] | type anker | methode = | zelfborend | |
| diameter anker (D) | = | 51 | [mm] | | wanddikte (t) = | 10,0 | [mm] |
| staalkwaliteit | = | 500 / 700 | [N/mm²] | | | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | ($D_{boorkop}$) + | 20 mm (oppersing) = | 240 | [mm] ($D_{groutprop}$) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] | |
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| lengte anker (totaal) | = | 32,00 | [m] | |
| lengte groutlichaam | = | 6,80 | [m] | |

**Bepaling ankerlengte en snede**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vrije ankerlengte | = | 24,41 | [m] | bk. groutlichaam = | -13,00 | [m tov NAP] |
| lengte groutlichaam | = | 6,80 | [m] | ok. groutlichaam = | -16,90 | [m tov NAP] |
| min. overlengte ankerkop | = | 0,50 | [m] | | | |
| theoretische ankerlengte | = | 31,71 | [m] | horizontale ankerlengte = | 25,56 | [m] |
| | | | | horizontale lengte groutlichaam = | 5,57 | [m] |
| **praktische ankerlengte** | = | **32,00** | **[m]** | | | |
| werkelijke lengte ankerkop | = | 0,79 | [m] | <- Het verschil tussen de theoretische en de praktische ankerlengte wordt | | |
| fictieve ankerlengte | = | 27,81 | [m] | toegepast als extra overlengte t.b.v. de ankerkop in de uitvoering. | | |




= vrije ankerlengte
= groutlichaam
= overlengte
= maaiveld
= bk. zandlaag

**Testbelastingen en voorspanning**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{d;test}$ | = | 490 | [kN/anker] | maximale waarde van $P_{a;max;G;d}$ of $P_{a;uitval;G}$ |
| $P_{ini}$ | = | 49 | [kN/anker] | 10% |
| Trap 1 | = | 196 | [kN/anker] | 40% |
| Trap 2 | = | 269 | [kN/anker] | 55% |
| Trap 3 | = | 343 | [kN/anker] | 70% |
| Trap 4 | = | 416 | [kN/anker] | 85% |
| Trap 5 | = | 490 | [kN/anker] | 100% |
| $P_{a;VSP}$ | = | 240 | [kN/anker] | voorspankracht vanuit de hoofdberekening per anker |

# Bijlage 4-4:

*Toetsing groutanjectieankers DRSN 3 (eindfase)*

# CONTROLE GROUTANKER
## (conform NEN-EN 9997-1 en CUR166)

| | | |
|---|---|---|
| Project | : | **EMK te Krimpen a/d Ijssel** |
| Onderdeel | : | **DRSN 3 - (Eindsituatie)** |
| Datum | : | 14-feb-20 |
| Constructeur | : | [redacted] |

sterk www.sterk.eu

### Gegevens ankertype

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 10,0 | [-] | type anker | methode = | zelfborend |
| diameter anker (D) | = | 51,0 | [mm] | | wanddikte (t) = | 10,0 [mm] |
| $f_{y;el}$ | = | 500 | [N/mm$^2$] | vloeispanning | | |
| $f_{y;breuk}$ | = | 700 | [N/mm$^2$] | breukspanning | | |
| $A_{netto}$ | = | 1.288 | [mm$^2$] | staaldoorsnede | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | doorsnede boorkop | | |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | = | 50 | [jaar] | levensduur ankerconstructie |
| $\Delta t_{corr;buitenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de buitenzijde van het anker |
| $\Delta t_{corr;binnenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de binnenzijde van het anker |
| $A_{red}$ | = | 1.133 | [mm$^2$] | gereduceerde staaldoorsnede (corrosie) |

### Belastingen op anker

Het anker wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de hoofdberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_{hoofdberekening}$ | = | 35 | [°] | ankerhoek vanuit hoofdberekening |
| $P_a$ - ULS | = | 173 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (ULS-waarde) |
| $P_a$ - SLS | = | 144 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (SLS-waarde) |
| $P_{a;voorspankracht}$ | = | 100 | [kN/m] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

*Invoer voor uitvoering/controle:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| Ankeruitval | = | 1,50 | [-] | factor voor de vergroting van de h.o.h.-afstand |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max}$ | = | $P_a$ (ULS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 415 | [kN] | rekenwaarde ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;uitval}$ | = | $P_a$ (SLS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand]*[factor ankeruitval] | | |
| | = | 518 | [kN] | ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;VSP}$ | = | $P_{a;voorspankracht}$*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 240 | [kN] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

### TOETSING GROUTANKER

#### Trekcapaciteit ankerstang

De opneembare trek ($R_{t;d}$) wordt berekend a.d.h.v. $F_{tt;Rd}$ (breuksterkte) en de $F_{tg;RD}$ (o.b.v. de vloeisterkte). De min. waarde is maatgevend.

**ULS-waarde ($R_{t;d}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red} / \gamma_{M2}$ | = | 571 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red} / \gamma_{M0/S}$ | = | **567** | [kN] | **maatgevend voor controle ULS** |

**Uitval-waarde ($R_{t;k}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red}$ | = | 714 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red}$ | = | **567** | [kN] | **maatgevend voor controle uitval** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_t$ | = | 0,90 | [-] | reductiefactor voor schroefdraad |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | materiaalfactor |
| $\gamma_{M2}$ (aanvullend) | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor voor betrouwbaarheidsindex over 100 jr. levensduur |
| $\gamma_{M0/S}$ | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor bij vloei-eigenschappen (staal = 1,00 / wapening = 1,15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max;d} = P_{a;max} * \gamma_{verankering}$ | = | 519 | [kN] | |
| $P_{a;uitval}$ | = | 518 | [kN] | |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{verankering}$ | = | 1,25 | [-] | factor vanuit de CUR166 op de ankerkracht voor de staaltoets |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;d} / R_{t;d}$** | = | **0,92** | **[-]** | **voldoet** |
| **Uitval - $P_{a;uitval} / R_{t;k}$** | = | **0,91** | **[-]** | **voldoet** |

**Bepaling van het groutlichaam**

Het groutlichaam wordt bepaald a.d.h.v. de onderstaande gegevens.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] |
| maaiveldniveau | = | 4,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde zandlaag | = | -15,50 | [m tov NAP] |
| bovenzijde groutlichaam | = | -17,00 | [m tov NAP] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P_{a;max;G;d} = P_{a;max} * \gamma_{geo}$ | = | 457 | [kN] |
| $P_{a;uitval;G}$ | = | 518 | [kN] |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{geo}$ | = | 1,10 | [-] | factor vanuit de CUR166 voor de geotechnische controle |
| oppersing | = | 20 | [mm] | aanname voor extra omvang van het groutlichaam |
| diameter groutlichaam | = | 240 | [mm] | boorkop + oppersing |
| omtrek groutlichaam | = | 754 | [mm] | |

| *Controle eisen voor groutlichaam:* | | | Eis | |
|---|---|---|---|---|
| controle gronddekking | = | 21 m | ≥ 5,0 m | akkoord |
| controle zanddekking | = | 1,5 m | ≥ 1,0 m | akkoord |
| controle min. h.o.h-afstand | = | 2,4 m | ≥ 8D: 1,92 m | akkoord |

*Formule houdkracht groutlichaam:*

$R_{a;d}$ (rekenwaarde) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem} / \gamma_a / \xi_{ULS}$

$R_{a;k}$ (uitval) = $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem}$ (incl. reductiefactor h.o.h.-afstand = 1 [-])

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_t$ | = | 0,0150 | [-] | wrijvingsfactor tussen het verankeringslichaam en het zandpakket |
| $\gamma_a$ | = | 1,20 | [-] | een materiaalfactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving elk anker) |
| $\xi_{ULS}$ | = | 1,00 | [-] | correlatiefactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving van elk anker) |

*Bodemopbouw:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| sondering | = | D3 - DKM106 | Zie rapport: | Wiertsema & Partners VN-73530-1 |
| bk. groutlichaam | = | -17,00 | [m tov NAP] | ok. groutlichaam = **-19,87** [m tov NAP] |

| Van [m tov NAP] | Tot [m tov NAP] | $Q_c$ [MPa] | $\Delta R_{a;k}$ [kN] | $\Delta R_{a;d}$ [kN] | $\Delta L_{grout}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -15,50 | -16,00 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -16,00 | -16,50 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -16,50 | -17,00 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -17,00 | -17,50 | 12,0 | 118,3 | 98,6 | 0,87 | [m] |
| -17,50 | -18,00 | 6,5 | 64,1 | 53,4 | 0,87 | [m] |
| -18,00 | -18,50 | 6,5 | 64,1 | 53,4 | 0,87 | [m] |
| -18,50 | -19,00 | 12,5 | 123,2 | 102,7 | 0,87 | [m] |
| -19,00 | -19,50 | 18,0 | 147,9 | 123,2 | 0,87 | [m] |
| -19,50 | -20,00 | 17,5 | 30,5 | 25,4 | 0,18 | [m] |
| -20,00 | -20,50 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,50 | -21,00 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,00 | -21,50 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,50 | -22,00 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,00 | -22,50 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,50 | -23,00 | 16,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,00 | -23,50 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,50 | -24,00 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,00 | -24,50 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,50 | -25,00 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,00 | -25,50 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,50 | -26,00 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,00 | -26,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,50 | -27,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -27,00 | -27,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -27,50 | -28,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -28,00 | -28,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -28,50 | -29,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -29,00 | -29,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -29,50 | -30,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -30,00 | -30,50 | 0,0 | | | | |
| | | **Totaal** | **548** | **457** | **4,54** | [m] |

**Notities:**
- In de Sheet: $Q_{c;gem} \leq 15$ MPa
- De min. groutlengte: $L_{grout} \geq 5,0$ m
- Bij $Q_c < 2$ MPa wordt (automatisch) gereduceerd naar 0 MPa

$L_{grout;praktisch}$ = **5,00** [m]

$Q_{c;gem}$ = 11,1 [MPa]

**Toetsing:**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;G;d} / R_{t;d}$** | = | **0,87** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | 522 | [kN] |
| **Uitval - $P_{a;uitval;G} / R_{t;k}$** | = | **0,83** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;k}$ (uitval) | = | 626 | [kN] |

**RESULTATEN**

**Overzicht ontwerp**

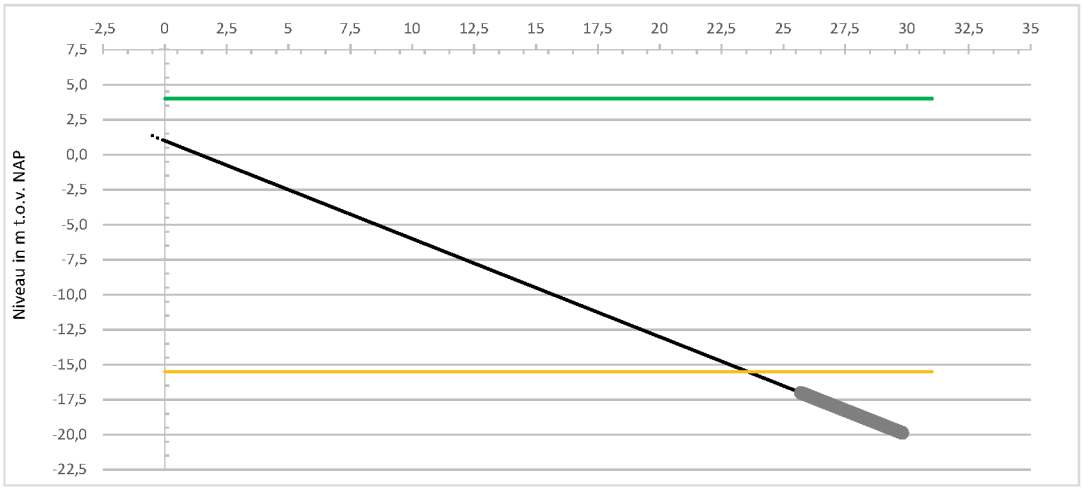
**Onderdeel** = **DRSN 3 - (Eindsituatie)**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø51,0 x 10,0 | [-] | type anker | methode = | zelfborend | | |
| diameter anker (D) | = | 51 | [mm] | | wanddikte (t) = | 10,0 | [mm] | |
| staalkwaliteit | = | 500 / 700 | [N/mm²] | | | | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | ($D_{boorkop}$) + | 20 mm (oppersing) = | 240 | [mm] | ($D_{groutprop}$) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 1,00 | [m tov NAP] | |
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| lengte anker (totaal) | = | 37,00 | [m] | |
| lengte groutlichaam | = | 5,00 | [m] | |

**Bepaling ankerlengte en snede**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vrije ankerlengte | = | 31,38 | [m] | bk. groutlichaam = | -17,00 | [m tov NAP] |
| lengte groutlichaam | = | 5,00 | [m] | ok. groutlichaam = | -19,87 | [m tov NAP] |
| min. overlengte ankerkop | = | 0,50 | [m] | | | |
| theoretische ankerlengte | = | 36,88 | [m] | horizontale ankerlengte = | 29,80 | [m] |
| | | | | horizontale lengte groutlichaam = | 4,10 | [m] |
| **praktische ankerlengte** | = | **37,00** | **[m]** | | | |
| werkelijke lengte ankerkop | = | 0,62 | [m] | <- Het verschil tussen de theoretische en de praktische ankerlengte wordt | | |
| fictieve ankerlengte | = | 33,88 | [m] | toegepast als extra overlengte t.b.v. de ankerkop in de uitvoering. | | |




= vrije ankerlengte
= groutlichaam
= overlengte
= maaiveld
= bk. zandlaag

**Testbelastingen en voorspanning**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{d;test}$ | = | 518 | [kN/anker] | maximale waarde van $P_{a;max;G;d}$ of $P_{a;uitval;G}$ |
| $P_{ini}$ | = | 52 | [kN/anker] | 10% |
| Trap 1 | = | 207 | [kN/anker] | 40% |
| Trap 2 | = | 285 | [kN/anker] | 55% |
| Trap 3 | = | 363 | [kN/anker] | 70% |
| Trap 4 | = | 441 | [kN/anker] | 85% |
| Trap 5 | = | 518 | [kN/anker] | 100% |
| $P_{a;VSP}$ | = | 240 | [kN/anker] | voorspankracht vanuit de hoofdberekening per anker |

# Bijlage 4-5:

*Toetsing groutanjectieankers DRSN 4 (eindfase)*

# CONTROLE GROUTANKER
## (conform NEN-EN 9997-1 en CUR166)

Project : **EMK te Krimpen a/d Ijssel**
Onderdeel : **DRSN 4 - (Eindsituatie)**
Datum : 14-feb-20
Constructeur : [redacted]

www.sterk.eu

### Gegevens ankertype

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø60,3 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend |
| diameter anker (D) | = | 60,3 | [mm] | | wanddikte (t) = 12,5 [mm] | |
| $f_{y;el}$ | = | 500 | [N/mm$^2$] | vloeispanning | | |
| $f_{y;breuk}$ | = | 700 | [N/mm$^2$] | breukspanning | | |
| $A_{netto}$ | = | 1.877 | [mm$^2$] | staaldoorsnede | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | doorsnede boorkop | | |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | = | 50 | [jaar] | levensduur ankerconstructie |
| $\Delta t_{corr;buitenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de buitenzijde van het anker |
| $\Delta t_{corr;binnenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de binnenzijde van het anker |
| $A_{red}$ | = | 1.697 | [mm$^2$] | gereduceerde staaldoorsnede (corrosie) |

### Belastingen op anker

Het anker wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de hoofdberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_{hoofdberekening}$ | = | 35 | [°] | ankerhoek vanuit hoofdberekening |
| $P_a$ - ULS | = | 239 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (ULS-waarde) |
| $P_a$ - SLS | = | 183 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (SLS-waarde) |
| $P_{a;voorspankracht}$ | = | 125 | [kN/m] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

*Invoer voor uitvoering/controle:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| Ankeruitval | = | 1,50 | [-] | factor voor de vergroting van de h.o.h.-afstand |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max}$ | = | $P_a$ (ULS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 574 | [kN] | rekenwaarde ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;uitval}$ | = | $P_a$ (SLS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand]*[factor ankeruitval] | | |
| | = | 659 | [kN] | ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;VSP}$ | = | $P_{a;voorspankracht}$*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 300 | [kN] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

### TOETSING GROUTANKER

#### Trekcapaciteit ankerstang

De opneembare trek ($R_{t;d}$) wordt berekend a.d.h.v. $F_{tt;Rd}$ (breuksterkte) en de $F_{tg;RD}$ (o.b.v. de vloeisterkte). De min. waarde is maatgevend.

**ULS-waarde ($R_{t;d}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red} / \gamma_{M2}$ | = | 855 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red} / \gamma_{M0/S}$ | = | **848** | [kN] | **maatgevend voor controle ULS** |

**Uitval-waarde ($R_{t;k}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red}$ | = | 1.069 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red}$ | = | **848** | [kN] | **maatgevend voor controle uitval** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_t$ | = | 0,90 | [-] | reductiefactor voor schroefdraad |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | materiaalfactor |
| $\gamma_{M2}$ (aanvullend) | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor voor betrouwbaarheidsindex over 100 jr. levensduur |
| $\gamma_{M0/S}$ | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor bij vloei-eigenschappen (staal = 1,00 / wapening = 1,15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max;d} = P_{a;max} * \gamma_{verankering}$ | = | 717 | [kN] | |
| $P_{a;uitval}$ | = | 659 | [kN] | |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{verankering}$ | = | 1,25 | [-] | factor vanuit de CUR166 op de ankerkracht voor de staaltoets |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;d} / R_{t;d}$** | = | **0,85** | **[-]** | **voldoet** |
| **Uitval - $P_{a;uitval} / R_{t;k}$** | = | **0,78** | **[-]** | **voldoet** |

**Bepaling van het groutlichaam**

Het groutlichaam wordt bepaald a.d.h.v. de onderstaande gegevens.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 2,00 | [m tov NAP] |
| maaiveldniveau | = | 4,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde zandlaag | = | -15,50 | [m tov NAP] |
| bovenzijde groutlichaam | = | -16,50 | [m tov NAP] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P_{a;max;G;d} = P_{a;max} * \gamma_{geo}$ | = | 631 | [kN] |
| $P_{a;uitval;G}$ | = | 659 | [kN] |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{geo}$ | = | 1,10 | [-] | factor vanuit de CUR166 voor de geotechnische controle |
| oppersing | = | 20 | [mm] | aanname voor extra omvang van het groutlichaam |
| diameter groutlichaam | = | 240 | [mm] | boorkop + oppersing |
| omtrek groutlichaam | = | 754 | [mm] | |

| *Controle eisen voor groutlichaam:* | | | **Eis** | |
|---|---|---|---|---|
| controle gronddekking | = | 20,5 m | ≥ 5,0 m | akkoord |
| controle zanddekking | = | 1 m | ≥ 1,0 m | akkoord |
| controle min. h.o.h-afstand | = | 2,4 m | ≥ 8D: 1,92 m | akkoord |

*Formule houdkracht groutlichaam:*

| | | |
|---|---|---|
| $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem} / \gamma_a / \xi_{ULS}$ |
| $R_{a;k}$ (uitval) | = | $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem}$ (incl. reductiefactor h.o.h.-afstand = 1 [-]) |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_t$ | = | 0,0150 | [-] | wrijvingsfactor tussen het verankeringslichaam en het zandpakket |
| $\gamma_a$ | = | 1,20 | [-] | een materiaalfactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving elk anker) |
| $\xi_{ULS}$ | = | 1,00 | [-] | correlatiefactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving van elk anker) |

*Bodemopbouw:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| sondering | = | **D4 - DKM106** | Zie rapport: | Wiertsema & Partners VN-73530-1 |
| bk. groutlichaam | = | -16,50 | [m tov NAP] | ok. groutlichaam = **-19,88** [m tov NAP] |

| Van [m tov NAP] | Tot [m tov NAP] | $Q_c$ [MPa] | $\Delta R_{a;k}$ [kN] | $\Delta R_{a;d}$ [kN] | $\Delta L_{grout}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -15,50 | -16,00 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -16,00 | -16,50 | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -16,50 | -17,00 | 13,0 | 128,2 | 106,8 | 0,87 | [m] |
| -17,00 | -17,50 | 12,0 | 118,3 | 98,6 | 0,87 | [m] |
| -17,50 | -18,00 | 6,5 | 64,1 | 53,4 | 0,87 | [m] |
| -18,00 | -18,50 | 6,5 | 64,1 | 53,4 | 0,87 | [m] |
| -18,50 | -19,00 | 12,5 | 123,2 | 102,7 | 0,87 | [m] |
| -19,00 | -19,50 | 18,0 | 147,9 | 123,2 | 0,87 | [m] |
| -19,50 | -20,00 | 17,5 | 111,4 | 92,8 | 0,66 | [m] |
| -20,00 | -20,50 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -20,50 | -21,00 | 9,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,00 | -21,50 | 11,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,50 | -22,00 | 13,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,00 | -22,50 | 23,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,50 | -23,00 | 16,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,00 | -23,50 | 23,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,50 | -24,00 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,00 | -24,50 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,50 | -25,00 | 17,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,00 | -25,50 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,50 | -26,00 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,00 | -26,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,50 | -27,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -27,00 | -27,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -27,50 | -28,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -28,00 | -28,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -28,50 | -29,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -29,00 | -29,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -29,50 | -30,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -30,00 | -30,50 | 0,0 | | | | |
| **Notities:** - | In de Sheet: $Q_{c;gem} \leq 15$ MPa | **Totaal** | **757** | **631** | **5,89** | [m] |
| - | De min. groutlengte: $L_{grout} \geq 5,0$ m | | | $L_{grout;praktisch}$ = | **5,90** | [m] |
| - | Bij $Q_c < 2$ MPa wordt (automatisch) gereduceerd naar 0 MPa | | | $Q_{c;gem}$ = | 11,4 | [MPa] |

**Toetsing:**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;G;d} / R_{t;d}$** | = | **1,00** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | 633 | [kN] |
| **Uitval - $P_{a;uitval;G} / R_{t;k}$** | = | **0,87** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;k}$ (uitval) | = | 759 | [kN] |

**RESULTATEN**

**Overzicht ontwerp**

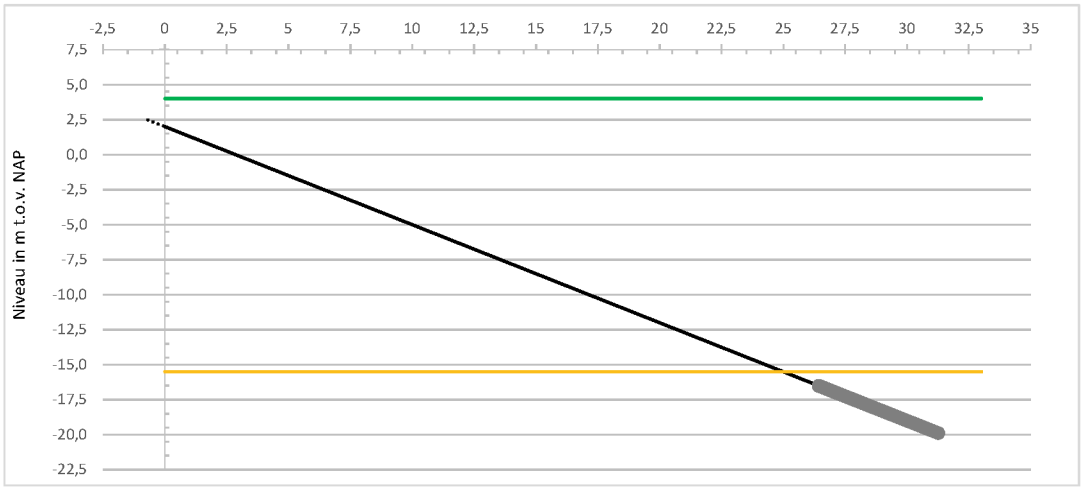
**Onderdeel** = **DRSN 4 - (Eindsituatie)**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø60,3 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend | |
| diameter anker (D) | = | 60 | [mm] | | wanddikte (t) = | 12,5 | [mm] |
| staalkwaliteit | = | 500 / 700 | [N/mm²] | | | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | ($D_{boorkop}$) + | 20 mm (oppersing) = | 240 | [mm] ($D_{groutprop}$) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 2,00 | [m tov NAP] | |
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| lengte anker (totaal) | = | 39,00 | [m] | |
| lengte groutlichaam | = | 5,90 | [m] | |

**Bepaling ankerlengte en snede**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vrije ankerlengte | = | 32,25 | [m] | bk. groutlichaam = | -16,50 | [m tov NAP] |
| lengte groutlichaam | = | 5,90 | [m] | ok. groutlichaam = | -19,88 | [m tov NAP] |
| min. overlengte ankerkop | = | 0,50 | [m] | | | |
| theoretische ankerlengte | = | 38,65 | [m] | horizontale ankerlengte = | 31,25 | [m] |
| | | | | horizontale lengte groutlichaam = | 4,83 | [m] |
| **praktische ankerlengte** | = | **39,00** | **[m]** | | | |
| werkelijke lengte ankerkop | = | 0,85 | [m] | <- Het verschil tussen de theoretische en de praktische ankerlengte wordt | | |
| fictieve ankerlengte | = | 35,20 | [m] | toegepast als extra overlengte t.b.v. de ankerkop in de uitvoering. | | |




= vrije ankerlengte
= groutlichaam
= overlengte
= maaiveld
= bk. zandlaag

**Testbelastingen en voorspanning**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $P_{d;test}$ | = | 659 | [kN/anker] | maximale waarde van $P_{a;max;G;d}$ of $P_{a;uitval;G}$ | |
| $P_{ini}$ | = | 66 | [kN/anker] | 10% | |
| Trap 1 | = | 264 | [kN/anker] | 40% | |
| Trap 2 | = | 362 | [kN/anker] | 55% | |
| Trap 3 | = | 461 | [kN/anker] | 70% | |
| Trap 4 | = | 560 | [kN/anker] | 85% | |
| Trap 5 | = | 659 | [kN/anker] | 100% | |
| $P_{a;VSP}$ | = | 300 | [kN/anker] | voorspankracht vanuit de hoofdberekening per anker | |

# Bijlage 4-6:

*Toetsing groutanjectieankers DRSN 5 (eindfase)*

# CONTROLE GROUTANKER
## (conform NEN-EN 9997-1 en CUR166)

| | | |
|---|---|---|
| Project | : | **EMK te Krimpen a/d Ijssel** |
| Onderdeel | : | **DRSN 5 - (Eindsituatie)** |
| Datum | : | 7-feb-20 |
| Constructeur | : | [redacted] |

sterk www.sterk.eu

### Gegevens ankertype

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø60,3 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend |
| diameter anker (D) | = | 60,3 | [mm] | | wanddikte (t) = 12,5 | [mm] |
| $f_{y;el}$ | = | 500 | [N/mm$^2$] | vloeispanning | | |
| $f_{y;breuk}$ | = | 700 | [N/mm$^2$] | breukspanning | | |
| $A_{netto}$ | = | 1.877 | [mm$^2$] | staaldoorsnede | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | doorsnede boorkop | | |

*Corrosie:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| T | = | 50 | [jaar] | levensduur ankerconstructie |
| $\Delta t_{corr;buitenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de buitenzijde van het anker |
| $\Delta t_{corr;binnenzijde}$ | = | 0,60 | [mm/zijde] | afname t.g.v. corrosie aan de binnenzijde van het anker |
| $A_{red}$ | = | 1.697 | [mm$^2$] | gereduceerde staaldoorsnede (corrosie) |

### Belastingen op anker

Het anker wordt getoetst op de volgende krachten (volgend uit de hoofdberekening)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_{hoofdberekening}$ | = | 35 | [°] | ankerhoek vanuit hoofdberekening |
| $P_a$ - ULS | = | 239 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (ULS-waarde) |
| $P_a$ - SLS | = | 171 | [kN/m] | ankerkracht (axiaal) vanuit hoofdberekening (SLS-waarde) |
| $P_{a;voorspankracht}$ | = | 125 | [kN/m] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

*Invoer voor uitvoering/controle:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| Ankeruitval | = | 1,50 | [-] | factor voor de vergroting van de h.o.h.-afstand |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max}$ | = | $P_a$ (ULS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 574 | [kN] | rekenwaarde ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;uitval}$ | = | $P_a$ (SLS)*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand]*[factor ankeruitval] | | |
| | = | 616 | [kN] | ankerkracht (axiaal) voor de controle |
| $P_{a;VSP}$ | = | $P_{a;voorspankracht}$*cos($\alpha_{hoofdberekening}$)/cos($\alpha_H$)/cos($\alpha_V$)*[h.o.h-afstand] | | |
| | = | 300 | [kN] | voorspankracht (axiaal) vanuit hoofdberekening |

### TOETSING GROUTANKER

#### Trekcapaciteit ankerstang

De opneembare trek ($R_{t;d}$) wordt berekend a.d.h.v. $F_{tt;Rd}$ (breuksterkte) en de $F_{tg;RD}$ (o.b.v. de vloeisterkte). De min. waarde is maatgevend.

**ULS-waarde ($R_{t;d}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red} / \gamma_{M2}$ | = | 855 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red} / \gamma_{M0/S}$ | = | **848** | [kN] | **maatgevend voor controle ULS** |

**Uitval-waarde ($R_{t;k}$)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{tt;RD} = k_t * f_{y;breuk} * A_{red}$ | = | 1.069 | [kN] | |
| $F_{tg;RD} = f_{y;el} * A_{red}$ | = | **848** | [kN] | **maatgevend voor controle uitval** |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $k_t$ | = | 0,90 | [-] | reductiefactor voor schroefdraad |
| $\gamma_{M2}$ | = | 1,25 | [-] | materiaalfactor |
| $\gamma_{M2}$ (aanvullend) | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor voor betrouwbaarheidsindex over 100 jr. levensduur |
| $\gamma_{M0/S}$ | = | 1,00 | [-] | materiaalfactor bij vloei-eigenschappen (staal = 1,00 / wapening = 1,15) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{a;max;d} = P_{a;max} * \gamma_{verankering}$ | = | 717 | [kN] | |
| $P_{a;uitval}$ | = | 616 | [kN] | |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{verankering}$ | = | 1,25 | [-] | factor vanuit de CUR166 op de ankerkracht voor de staaltoets |

**Toetsing:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;d} / R_{t;d}$** | = | **0,85** | **[-]** | **voldoet** |
| **Uitval - $P_{a;uitval} / R_{t;k}$** | = | **0,73** | **[-]** | **voldoet** |

**Bepaling van het groutlichaam**

Het groutlichaam wordt bepaald a.d.h.v. de onderstaande gegevens.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 2,00 | [m tov NAP] |
| maaiveldniveau | = | 4,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde zandlaag | = | -16,00 | [m tov NAP] |
| bovenzijde groutlichaam | = | -17,00 | [m tov NAP] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $P_{a;max;G;d} = P_{a;max} * \gamma_{geo}$ | = | 631 | [kN] |
| $P_{a;uitval;G}$ | = | 616 | [kN] |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\gamma_{geo}$ | = | 1,10 | [-] | factor vanuit de CUR166 voor de geotechnische controle |
| oppersing | = | 20 | [mm] | aanname voor extra omvang van het groutlichaam |
| diameter groutlichaam | = | 240 | [mm] | boorkop + oppersing |
| omtrek groutlichaam | = | 754 | [mm] | |

| *Controle eisen voor groutlichaam:* | | | **Eis** | |
|---|---|---|---|---|
| controle gronddekking | = | 21 m | ≥ 5,0 m | akkoord |
| controle zanddekking | = | 1 m | ≥ 1,0 m | akkoord |
| controle min. h.o.h-afstand | = | 2,4 m | ≥ 8D: 1,92 m | akkoord |

*Formule houdkracht groutlichaam:*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem} / \gamma_a / \xi_{ULS}$ | |
| $R_{a;k}$ (uitval) | = | $\alpha_t * O_{grout} * L_{grout} * Q_{c;gem}$ | (incl. reductiefactor h.o.h.-afstand = 1 [-]) |

Met:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_t$ | = | 0,0150 | [-] | wrijvingsfactor tussen het verankeringslichaam en het zandpakket |
| $\gamma_a$ | = | 1,20 | [-] | een materiaalfactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving elk anker) |
| $\xi_{ULS}$ | = | 1,00 | [-] | correlatiefactor conform de NEN 9997-1 (bij beproeving van elk anker) |

*Bodemopbouw:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| sondering | = | **D5 - DKM101** | Zie rapport: | Wiertsema & Partners VN-73530-1 |
| bk. groutlichaam | = | -17,00 | [m tov NAP] | ok. groutlichaam = **-20,67** [m tov NAP] |

| Van [m tov NAP] | Tot [m tov NAP] | $Q_c$ [MPa] | $\Delta R_{a;k}$ [kN] | $\Delta R_{a;d}$ [kN] | $\Delta L_{grout}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -16,00 | -16,50 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -16,50 | -17,00 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -17,00 | -17,50 | 12,5 | 123,2 | 102,7 | 0,87 | [m] |
| -17,50 | -18,00 | 13,5 | 133,1 | 110,9 | 0,87 | [m] |
| -18,00 | -18,50 | 14,5 | 143,0 | 119,1 | 0,87 | [m] |
| -18,50 | -19,00 | 10,5 | 103,5 | 86,3 | 0,87 | [m] |
| -19,00 | -19,50 | 7,5 | 73,9 | 61,6 | 0,87 | [m] |
| -19,50 | -20,00 | 4,0 | 39,4 | 32,9 | 0,87 | [m] |
| -20,00 | -20,50 | 9,5 | 93,7 | 78,1 | 0,87 | [m] |
| -20,50 | -21,00 | 18,0 | 47,3 | 39,4 | 0,28 | [m] |
| -21,00 | -21,50 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -21,50 | -22,00 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,00 | -22,50 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -22,50 | -23,00 | 13,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,00 | -23,50 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -23,50 | -24,00 | 16,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,00 | -24,50 | 18,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -24,50 | -25,00 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,00 | -25,50 | 8,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -25,50 | -26,00 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,00 | -26,50 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -26,50 | -27,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -27,00 | -27,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -27,50 | -28,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -28,00 | -28,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -28,50 | -29,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -29,00 | -29,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -29,50 | -30,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -30,00 | -30,50 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | [m] |
| -30,50 | -31,00 | 0,0 | | | | |
| **Notities:** - | In de Sheet: $Q_{c;gem} \leq 15$ MPa | **Totaal** | **757** | **631** | **6,38** | [m] |
| - | De min. groutlengte: $L_{grout} \geq 5,0$ m | | | $L_{grout;praktisch}$ = | **6,40** | [m] |
| - | Bij $Q_c < 2$ MPa wordt (automatisch) gereduceerd naar 0 MPa | | | $Q_{c;gem}$ = | 10,5 | [MPa] |

**Toetsing:**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ULS - $P_{a;max;G;d} / R_{t;d}$** | = | **1,00** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;d}$ (rekenwaarde) | = | 634 | [kN] |
| **Uitval - $P_{a;uitval;G} / R_{t;k}$** | = | **0,81** | **[-]** | **voldoet** | $R_{a;k}$ (uitval) | = | 760 | [kN] |

**RESULTATEN**

**Overzicht ontwerp**

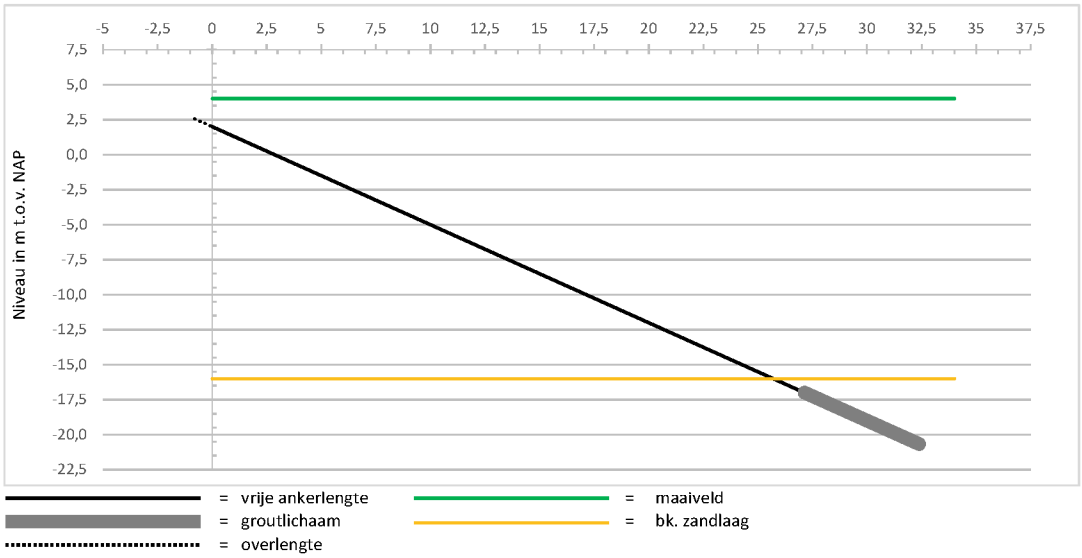
**Onderdeel** = **DRSN 5 - (Eindsituatie)**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ankertype | = | Ø60,3 x 12,5 | [-] | type anker | methode = | zelfborend | | |
| diameter anker (D) | = | 60 | [mm] | | wanddikte (t) = | 12,5 | [mm] | |
| staalkwaliteit | = | 500 / 700 | [N/mm²] | | | | | |
| boorkop | = | 220 | [mm] | ($D_{boorkop}$) + | 20 mm (oppersing) = | 240 | [mm] | ($D_{groutprop}$) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ankerniveau (hart) | = | 2,00 | [m tov NAP] | |
| hart-op-hart afstand | = | 2,40 | [m] | afstand tussen de ankers onderling (uitgaande van 1 ankerrij) |
| $\alpha_H$ | = | 35,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. horizontale-as |
| $\alpha_V$ | = | 0,0 | [°] | ankerhoek t.o.v. verticale-as (= offset) |
| lengte anker (totaal) | = | 40,50 | [m] | |
| lengte groutlichaam | = | 6,40 | [m] | |

**Bepaling ankerlengte en snede**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vrije ankerlengte | = | 33,13 | [m] | bk. groutlichaam = | -17,00 | [m tov NAP] |
| lengte groutlichaam | = | 6,40 | [m] | ok. groutlichaam = | -20,67 | [m tov NAP] |
| min. overlengte ankerkop | = | 0,50 | [m] | | | |
| theoretische ankerlengte | = | 40,03 | [m] | horizontale ankerlengte = | 32,38 | [m] |
| | | | | horizontale lengte groutlichaam = | 5,24 | [m] |
| **praktische ankerlengte** | = | **40,50** | **[m]** | | | |
| werkelijke lengte ankerkop | = | 0,97 | [m] | <- Het verschil tussen de theoretische en de praktische ankerlengte wordt | | |
| fictieve ankerlengte | = | 36,33 | [m] | toegepast als extra overlengte t.b.v. de ankerkop in de uitvoering. | | |




= vrije ankerlengte
= groutlichaam
= overlengte
= maaiveld
= bk. zandlaag

**Testbelastingen en voorspanning**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_{d;test}$ | = | 631 | [kN/anker] | maximale waarde van $P_{a;max;G;d}$ of $P_{a;uitval;G}$ |
| $P_{ini}$ | = | 63 | [kN/anker] | 10% |
| Trap 1 | = | 252 | [kN/anker] | 40% |
| Trap 2 | = | 347 | [kN/anker] | 55% |
| Trap 3 | = | 442 | [kN/anker] | 70% |
| Trap 4 | = | 536 | [kN/anker] | 85% |
| Trap 5 | = | 631 | [kN/anker] | 100% |
| $P_{a;VSP}$ | = | 300 | [kN/anker] | voorspankracht vanuit de hoofdberekening per anker |

**Bijlage 2: 1020-160273.M04 Memo Plaxis analyse 18022020**

# (Concept)Memo

**Aan:** Dura Vermeer Infra Milieu BV

**Van:** [redacted]

**Datum:** 18-02-2020

**Ref Nr.:** 1020-160273.M04

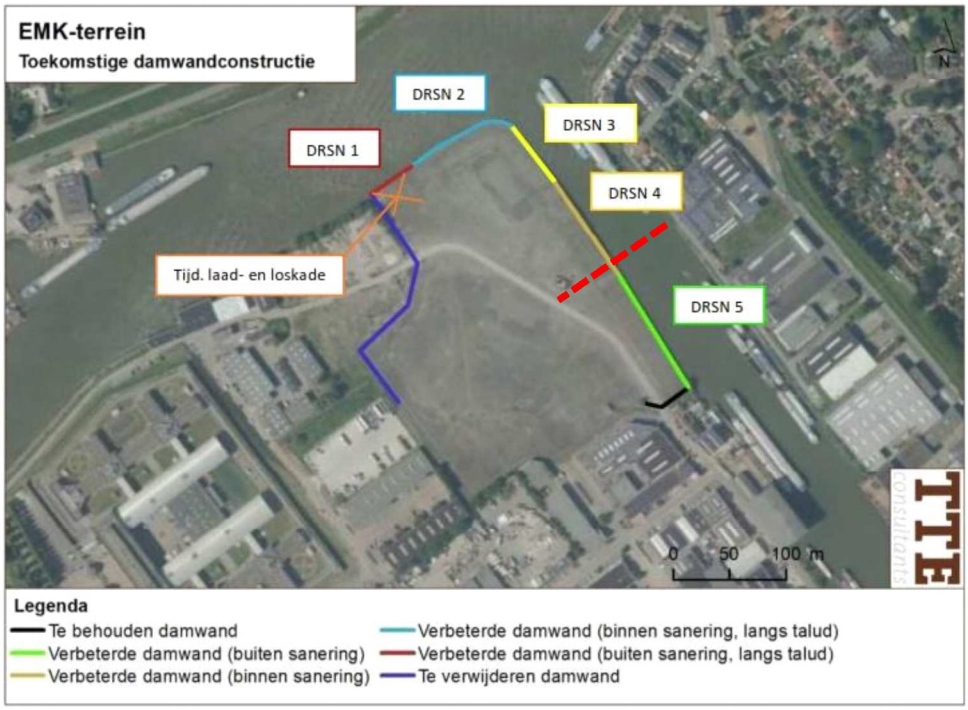
**Betreft:** Schaduwberekening Plaxis verbeterde damwand EMK – langs de Sliksloot

## 1. SITUATIE

Het voormalig EMK terrein ligt in de Stormpolder in Krimpen a/d IJssel. Het verontreinigd terrein wordt (her)ontwikkeld en hiervoor zal een groot gedeelte (her)gesaneerd dienen te worden. Een onderdeel hiervan is het verbeteren van de bestaande damwand/kadeconstructie.

Het terrein is in het verleden opgehoogd geweest tot ca. NAP +4,0 m en is aan de waterzijde (Hollandse IJssel en Slikloot) omsloten door een stalen damwand met een lengte van 28 m tot in de slecht doorlatende klei/leemlaag om de vervuiling tegen te houden. Als ophoogmaterialen zijn destijds o.a. AVI-slakken en havenslib toegepast. In 1994 is gebleken dat door grondwaterstandsverhoging de damwand in gevaar kwam en als maatregel zijn destijds bemalingsfilters langs de damwand en ankerschotten aangebracht om de druk achter de damwand te verlagen; de bemaling is op dit moment nog functioneel.

In Figuur 1 zijn de locaties / doorsneden weergegeven van de te verbeteren damwandconstructie. De in deze memo beschouwde doorsnede 4 is als rood gestreepte lijn aangegeven.




**Figuur 1 Locaties te verbeteren damwandconstructies**

## 2. INTRODUCTIE

Voorliggend memo betreft een aanvulling van D-Sheet waarbij specifiek naar verplaatsingen wordt gekeken van de verbeterde EMK-damwand met grout/schroefinjectieankers en lichtgewicht aanvulmateriaal (Argex) als mitigerende maatregel ter plaatse aan de zijde van de Sliksloot (doorsnede 4). Het uitgangspunt hierbij is dat de bestaande damwand / kade wordt verbeterd en er geen afbreuk aan de functionaliteit plaats zal vinden.

Lichtgewicht ophoogmateriaal (Argex) met een breedte van 10-13 m en hoogte van 3 m is tijdens het Definitief Ontwerp [2] gekozen om de horizontale en verticale gronddruk op de bestaande damwand en ankers te reduceren, zodanig dat achter de damwand in de eindsituatie de minimale geëiste ondergrens van de bovenbelasting van 10 kPa aangebracht kan worden.

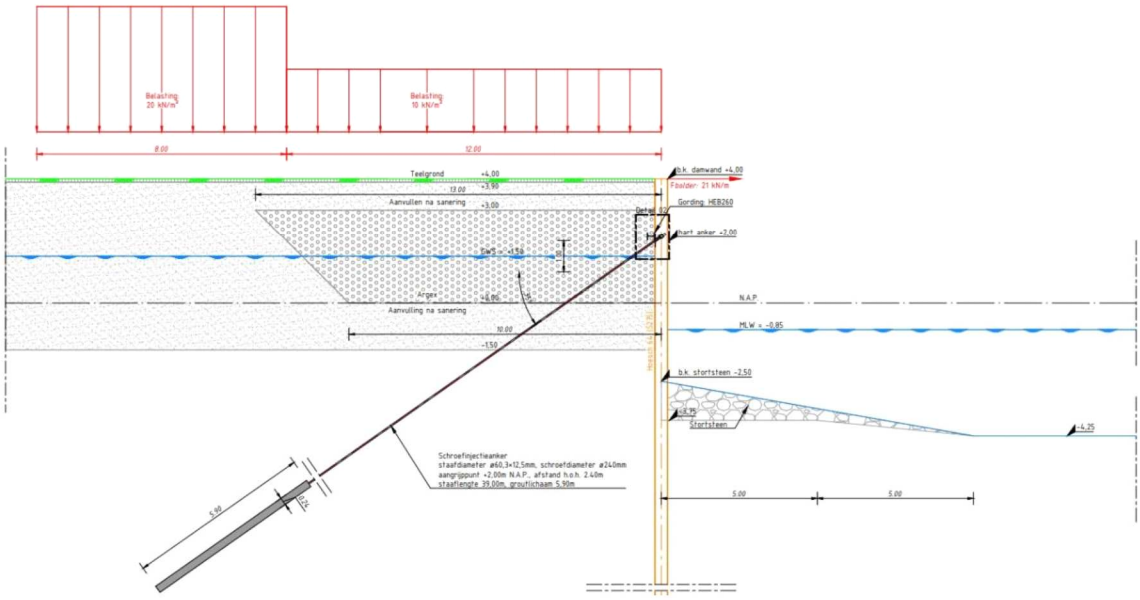
Met behulp van PLAXIS 2D is gekeken naar de vervormingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). Met voorliggend document wordt de volgende eis uit vraagspecificatie ingevuld:

**4.1.2 Producteisen**

**Vaststelling vervormingsgedrag damwand.**

**Om het vervormingsgedrag exacter door te rekenen en de belasting op de damwand te optimaliseren, dient een eindige elementberekening (Plaxis) uitgevoerd te worden.**

De berekeningen en toetsing in de Uiterste Grenstoestand zijn door Sterk uitgevoerd en gerapporteerd onder [2]. In figuur 2 is een principe-tekening weergegeven.




**Figuur 2 Principe-tekening eindsituatie verbeterde EMK-damwand**

## 3. UITGANGSPUNTEN

- De relevante documenten die gebruikt zijn voor het opstellen van voorliggend memo zijn weergegeven in Tabel 1.

**Tabel 1: Relevante documenten**

| Ref | Document nr. / datum / rev. nr. |
|---|---|
| [1] | 19-019-N01 - Sterk<br>Uitgangspunten controleberekening bestaande damwanden Sliksloot en Hollandse IJssel Sterk<br>d.d. 04-02-2020 def. rev. 2.0 |
| [2] | 10-019 R01 – Sterk<br>Bestaande damwanden Sliksloot en Hollandse Ijssel<br>d.d. 17-02-2020 def. rev. 3.0. |
| [3] | Grondmechanisch onderzoek EMK-terrein (12)10.692<br>d.d. 24-2-1997 |

- De berekeningen in PLAXIS 2D zijn uitgevoerd in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). Voor de grondlagen is gedraineerd gedrag aangehouden. Tijdsafhankelijke effecten en kruipgedrag zijn niet beschouwd. Alle resultaten van de eindige elementen analyse zijn BGT-resultaten en kunnen dus alleen vergeleken worden met andere BGT-resultaten.
- De verschillende stijghoogten en freatische waterstanden in het rekenmodel zijn als volgt:
  - Stijghoogte 1e watervoerend pakket: NAP -1,5 m
  - Buitenwaterstand (LW 1 x per jaar): NAP -0,85 m
  - Grondwaterstand eindfase: NAP + 1,5 (gereguleerd peil met grindkoffer / drainage)
  - In de saneerfase is een verlaagde grondwaterstand gelijk aan NAP -1,8 m aangehouden.
- Tussen de lagen waar verschillen in de waterspanningen zijn gemodelleerd is het verloop met een lineaire interpolatie toegepast
- In de berekening is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van AVI-slakken en een asfaltlaag.
- Er is rekening gehouden met stortsteen door aan de passieve zijde een grondlaag te modelleren met volumiek gewicht 18/20, c' = 10 kPa en $\varphi$' = 30 gr. Bodemniveau na 10 m vanaf damwand is in de berekening gemodelleerd op NAP -3,75 m.
- Er is rekening gehouden met een bovenbelasting van:
  - 10 kPa in de bouwfase (saneerfase) t.b.v. opslag materieel/materiaal en bouwverkeer.
  - 10 kPa direct achter de damwand tot 12 m achter de damwand (eindfase).
  - 20 kPa vanaf 12 m achter de damwand.
- Het gehanteerde damwandprofiel (hoofdwand) is een Hoesch 64 met de volgende eigenschappen (zonder corrosie reductie):
  - EI = 86,8E3 kNm$^2$/m (gereduceerd i.v.m. scheve buiging)
  - EA = 4,263E6 kN/m[1]
- Voor de ankerstijfheid is uitgegaan van EA = 388.8$^E$3 kN/anker met een h.o.h. afstand van 2,4 m.
- Bovenkant damwand is geschematiseerd op NAP +3,95 m.
- In de saneerfase is de ontgravingsdiepte achter damwand gelijk aan NAP -1,5 m.
- Er is een bolderkracht meegenomen van 100 kN verdeeld over 2 ankers met een h.o.h. afstand van 2,4 m.

- De sanering wordt in een tentconstructie uitgevoerd en zodra is aangevuld achter damwand wordt deze verwijderd. De belasting vanuit de tentconstructie op de damwand zijn conform [1].

**Belasting door tent:**
Bij het saneren wordt een grote tent over het terrein geplaatst. Bij het saneren direct achter de damwand wordt de tent middels jukken op de damwand bevestigd. De h.o.h.-afstand van de tentpoten bedraagt 5,0 m (Ref [21]). Uit Ref [21] volgen de volgende belastingen:

- $F_{vert;Ed}$ = 12,5 kN per poot ➔ belasting wordt opgenomen door 1 plank: $F_{vert;Ed}$ = 12,5/1,20 = 10,4 kN/m$^1$
- $F_{hor;Ed}$ = 30 kN per poot ➔ belasting wordt gespreid over 5,0 m: $F_{hor;Ed}$ = 30/5 = 6 kN/m$^1$.

De horizonale belasting staat haaks op de damwandlijn en kan in beide richtingen optreden. Per fase wordt bepaald in welke richting de belasting maatgevend zal zijn.

Kopmoment:
Afhankelijk van de positie van de tentpoot t.o.v. hart damwand zal t.g.v. het excentrisch aangrijpen van de verticale kracht ook nog een kopmoment in de damwand ontstaan. Het exacte moment wordt bepaald zodra het ontwerp van de jukken bekend is. Vooralsnog wordt een excentriciteit van 0,50 m aangehouden zodat een moment van $M_{Ed}$ = 12,5*0,5 = 5,2 kNm/m$^1$ in rekening wordt gebracht.

- De ankerniveau' s aan de hoofdwand zijn vastgesteld op NAP +2,0 m.

*Fasering*
De globale fasering welke is aangehouden in PLAXIS 2D is weergegeven in bijlage 2. De gehanteerde grond- en buitenwaterstanden per fase zijn conform [2].

*Bodemopbouw*
De bodemopbouw langs de Sliksloot is vrij heterogreen en heeft een complexe samenstelling. Laagindeling is conform [1]. De sterkte-eigenschappen van de grondlagen zijn voor de humeuze klei- en veenlagen conform rapport Omegam [3] (*cohesie max. 10 kPa waarbij het verplaatsingsbeeld in Plaxis goed aansluit bij het geconstateerd gedrag in het veld*).

In bijlage 3 zijn de gehanteerde grondparameters voor de PLAXIS analyse gepresenteerd en berekende momenten van de hoofdwand uit het rapport Omegam [3].

Voor de sterkte en stijfheidseigenschappen van de grondlagen in de PLAXIS analyse is **niet de conservatieve ondergrens** gehanteerd. De grondparameters zijn dusdanig gekozen om goed aan te sluiten bij het opgetreden vervormingsgedrag van de damwand.

## 4. BEREKENINGSRESULTATEN & CONCLUSIE

De resultaten van de PLAXIS 2D analyse is in tabelvorm weergegeven in tabel 2. Na fase 2 – nul-situatie zijn de vervormingen in PLAXIS op nul gezet.

**Tabel 2 Resultaten PLAXIS 2D (horizontale verplaatsing vs buigend moment)**

| Resultaten damwand (berekende waarde BGT) | Max. horizontale verplaatsing damwand $u_x$ [cm] | Max. buigend moment hoofdwand [kNm/m] |
|---|---|---|
| Fase 2 – nul-situatie | 29*** | -545** / +414 |
| Fase 3 – aanbrengen nieuwe ankers | <1 | -535 / +406 |
| Fase 4 – aanbrengen tentbelasting | <1 | -531 / +405 |
| Fase 5 – ontlasten achter damwand | 3* | -586 / +389 |
| Fase 6 – verwijderen bestaande anker | 3* | -419 / +350 |
| Fase 7 – saneren met gem. HW | 7* | -269 / +269 |
| Fase 8 – aanvulling 1 | 5 | -319 / +325 |
| Fase 9 – afspannen anker | 5 | -343 / +324 |
| Fase 10 – afwerken mv op NAP +4,0 m | 4 | -421 / +380 |
| Fase 11 - bovenbelasting | 4 | -524 / +436 |
| Fase 12 – bovenbelasting + bolderkracht | 4 | -524 / +441 |

[1)] Positieve waarde in de tabel is het inklemmingsmoment. De negatieve waarde is het veldmoment.

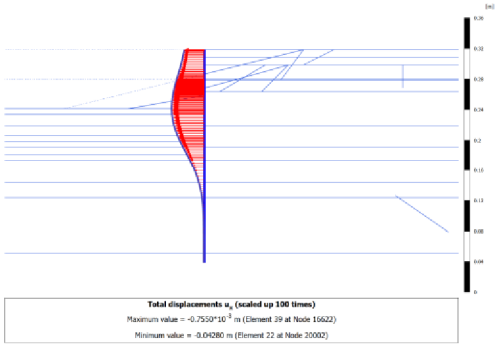
[2)] De berekende verplaatsing zijn bijkomende verplaatsing excl. tijdsafhankelijke en kruipeffecten.

* Damwand vervormt in deze fase met name naar binnen toe.

** Opgemerkt wordt dat het berekende moment en verplaatsingen van de damwand in de nul-situatie en de bouwfasering zeer lastig te voorspellen is. Bij deze berekende waarden is er een mogelijkheid dat er theoretisch een plastisch scharnier in de damwand zit.

*** Aan de bovenkant van de damwand is de verplaatsing ca. 20 cm. Dit komt goed overeen met de werkelijke verplaatsing.

De verplaatsing van de damwand in de eindfase (fase 12) is weergegeven in onderstaand figuur en bedraagt ca. 4 tot 5 cm wat acceptabel is.




**Figuur 3 Horizontale verplaatsing $u_x$ van de hoofdwand in de laatste berekeningsfase (Plaxis)**

### Conclusie

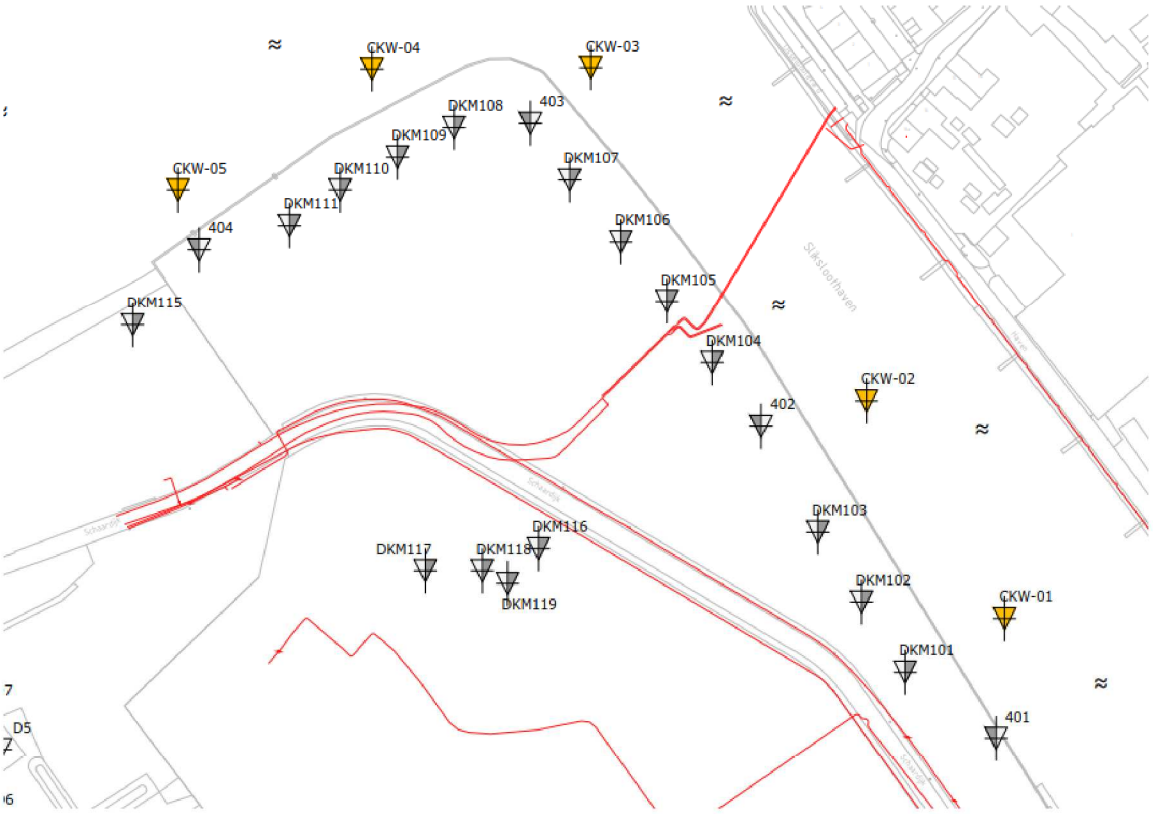
Het berekende veldmoment in de BGT van de damwand met Plaxis 2D verschilt ten opzichte van DSheet Piling aanzienlijk. Voor de berekende momenten en verplaatsing met DSheet Piling wordt verwezen naar document [2]. De berekende horizontale verplaatsingen zijn vergelijkbaar. Het buigend moment in de eindsituatie met bovenbelasting is min of meer gelijk aan de nul-situatie (huidige situatie zonder bovenbelasting). Dit komt doordat de Argex-aanvulling ervoor zorgt dat de horizontale en verticale gronddrukken op de damwand significant afneemt. Hiermee wordt voorkomen dat de belasting op de damwand verder toe neemt.

De berekeningen met D-Sheet Piling van Sterk [2] geven ook een vergelijkbaar beeld (buigend moment in de nul-situatie vs. eindsituatie is qua resultaat vergelijkbaar).

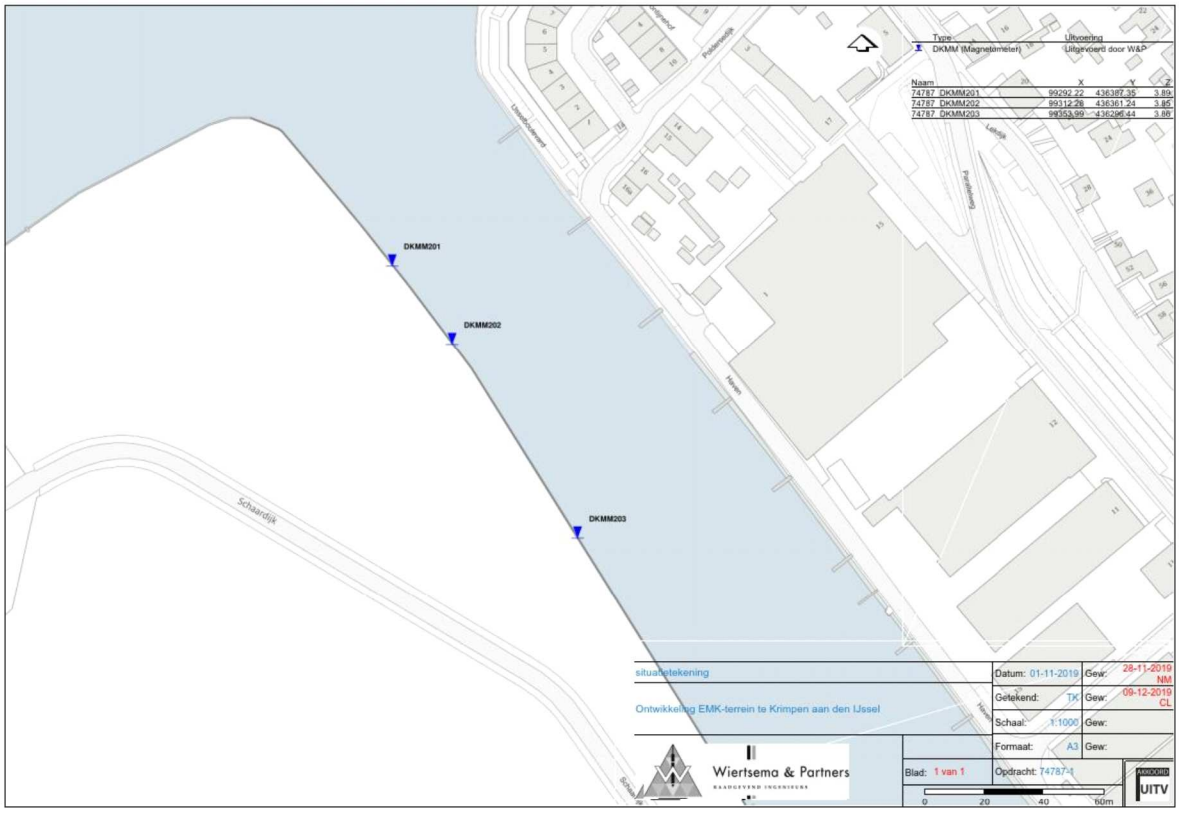
**Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek**

Overzicht met doorsneden en locaties sonderingen Omegam (oranje) en Wiertsema (groen) landsonderingen

Locaties watersonderingen GSNED (in het oranje aangegeven)



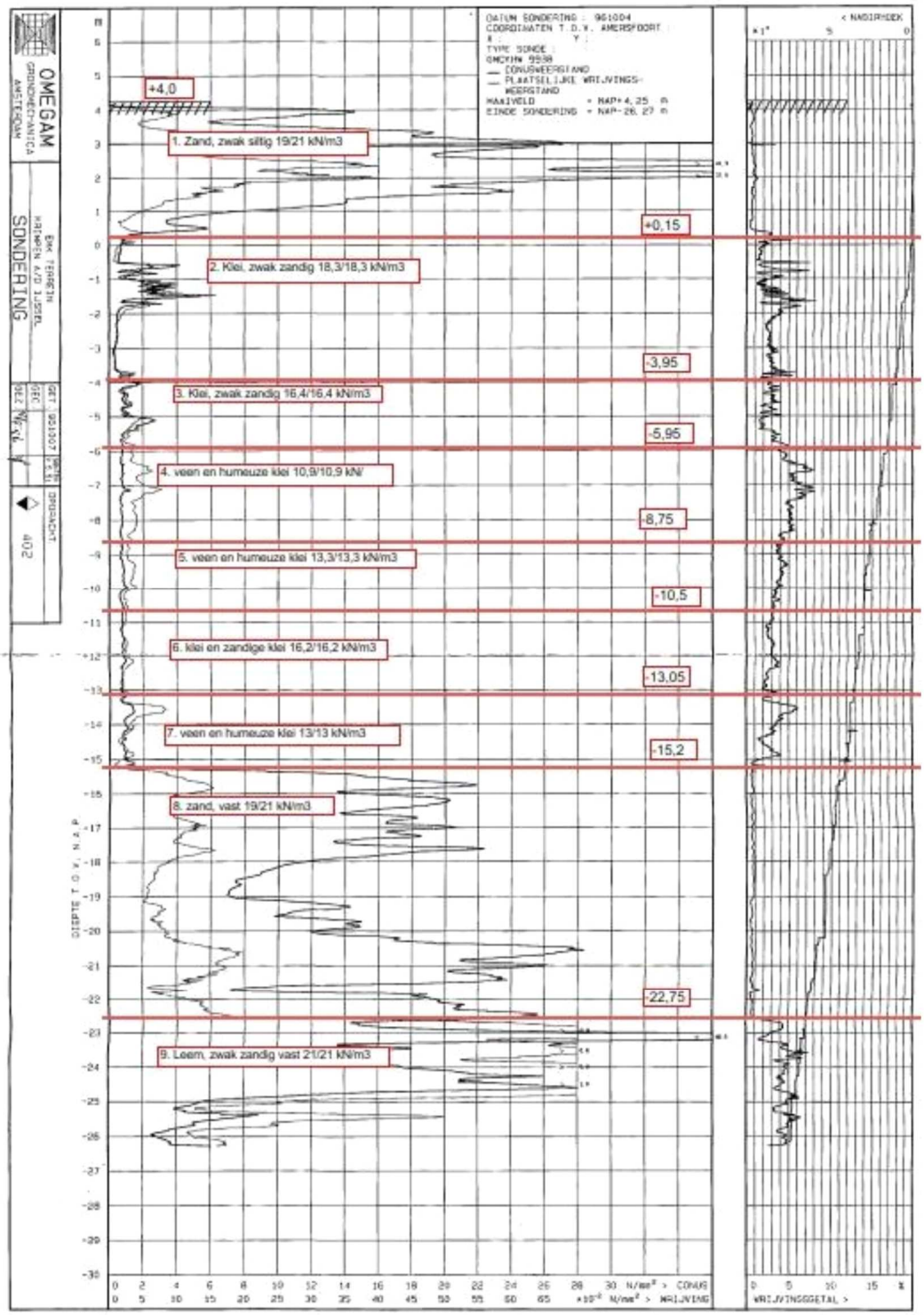

Locaties magnetometersonderingen (blauw)



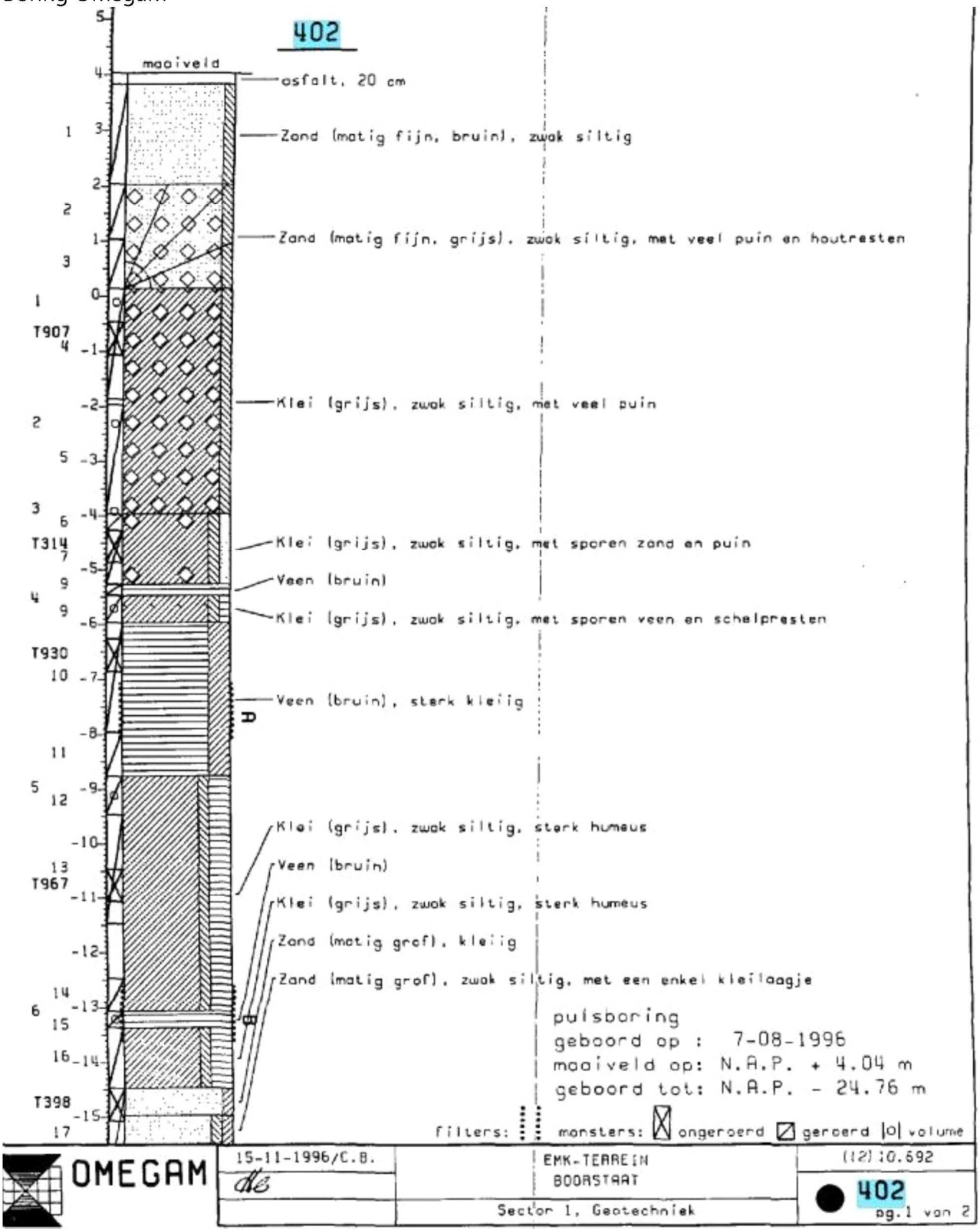

Blad 13 van 22

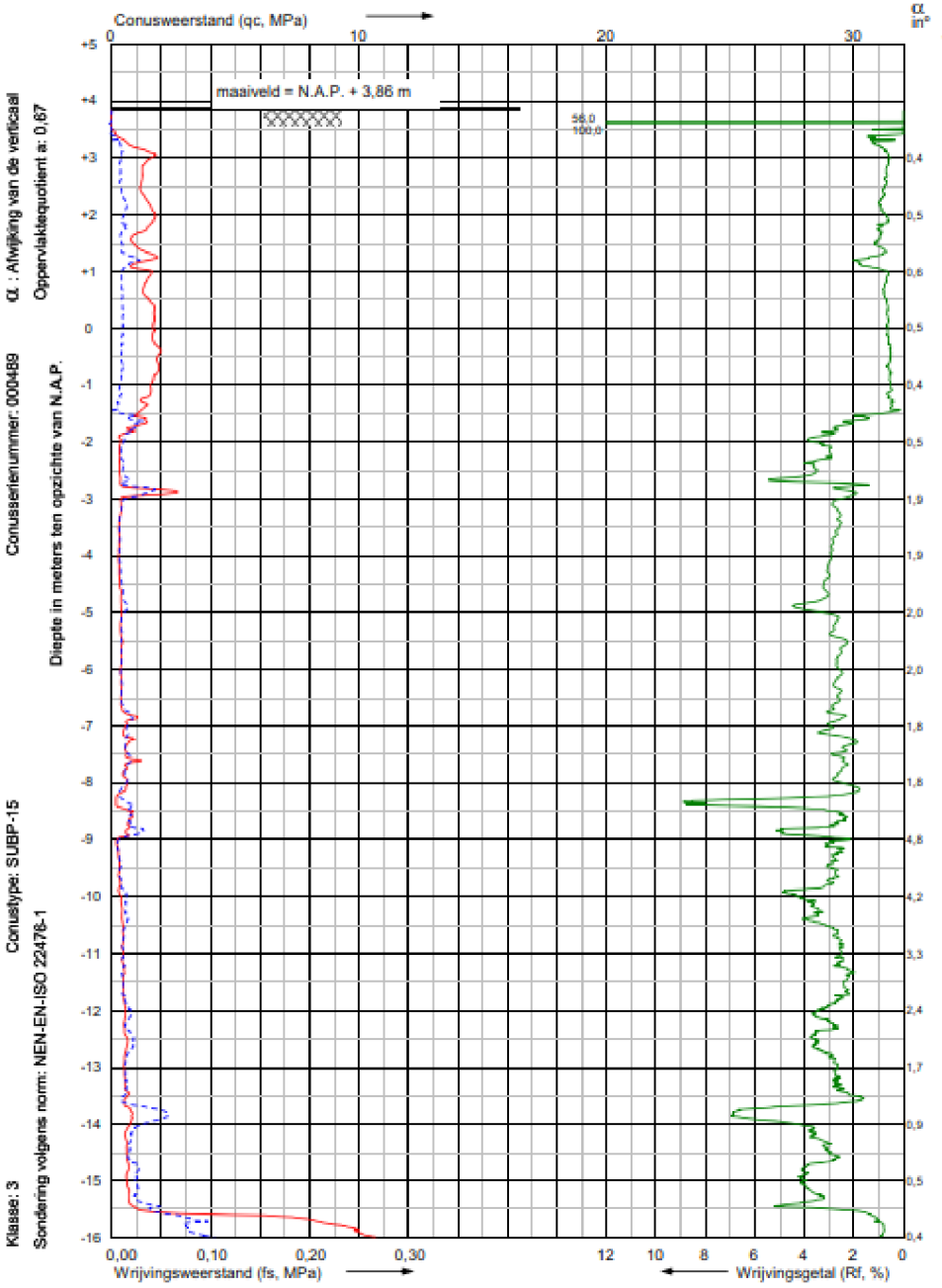
74787-1 R67342 Geotechnisch onderzoek.pdf

## Sondering Omegam

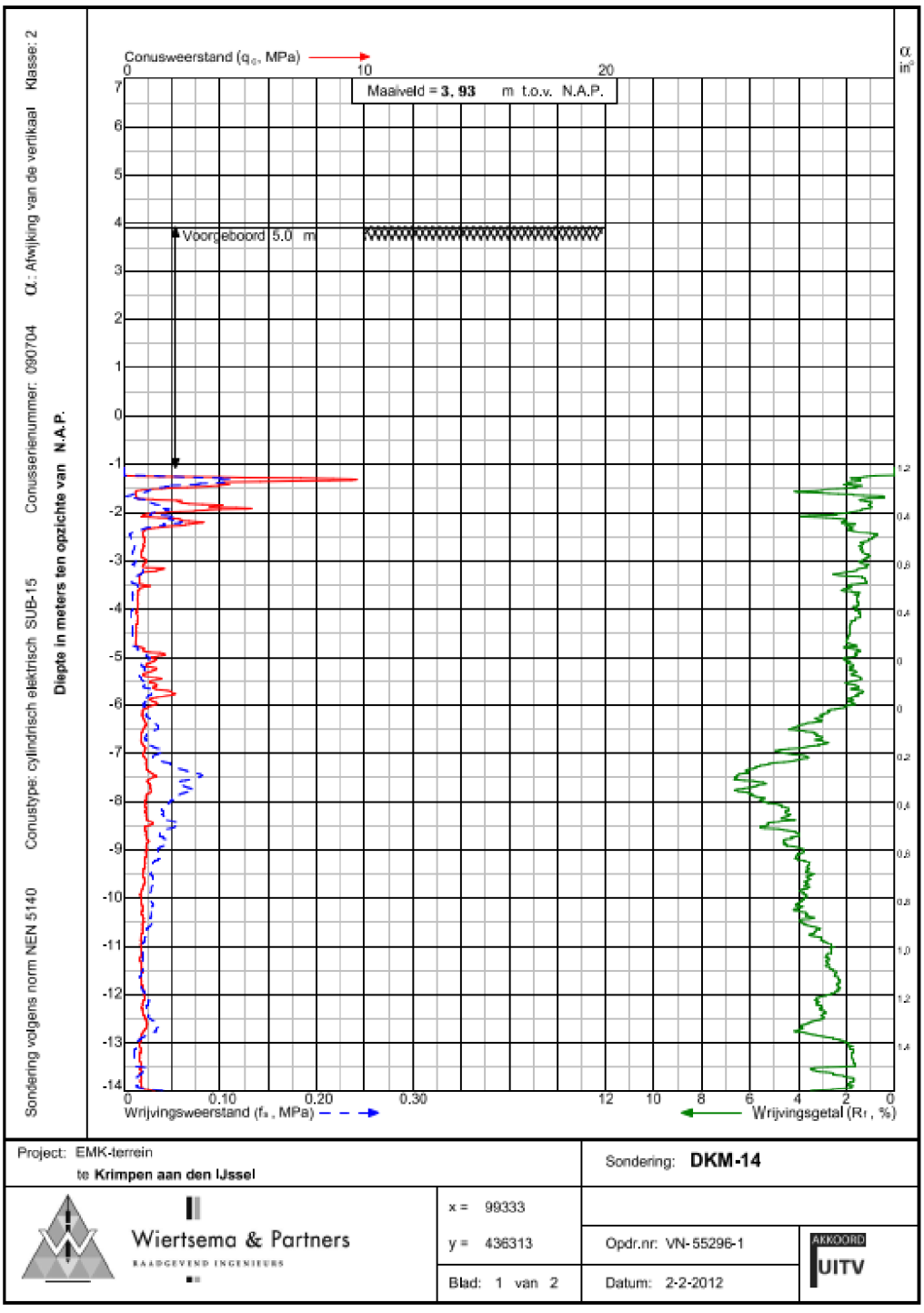


Boring Omegam



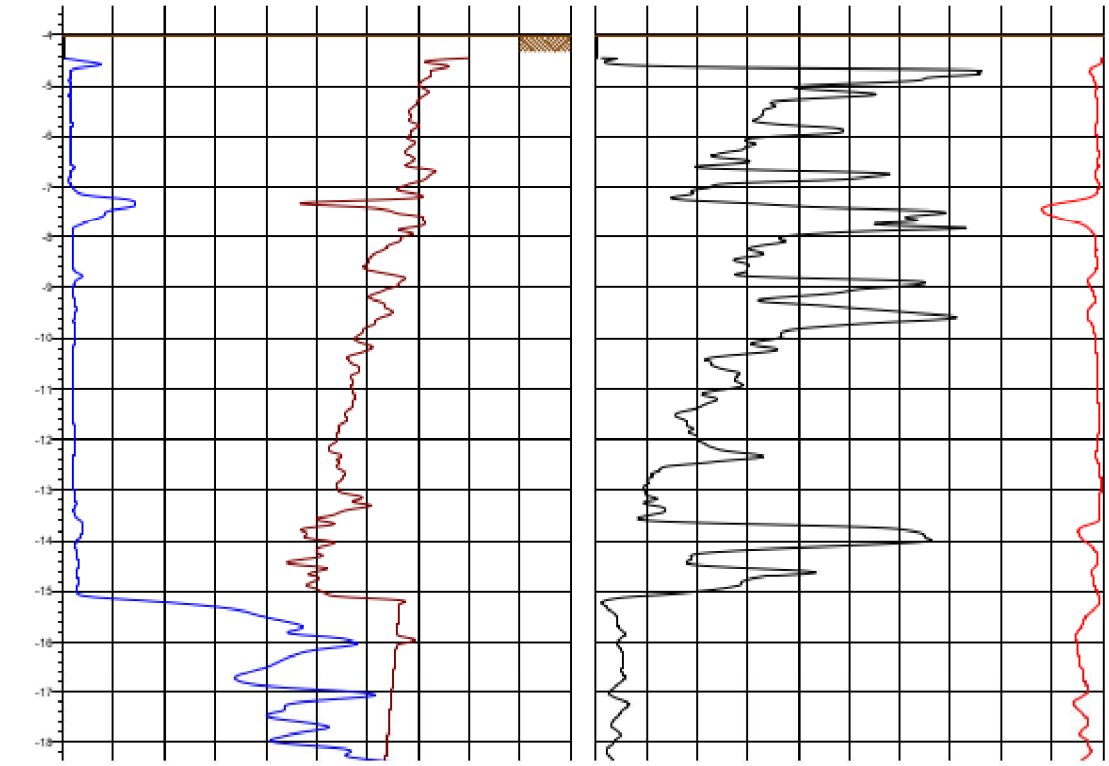



| | | | |
|---|---|---|---|
| Project: Ontwikkeling EMK-terrein<br>**te Krimpen aan den IJssel** | | Sondering:<br>**DKMM203** | |
| Wiertsema & Partners<br>RAADGEVEND INGENIEURS | X = 99.354<br>Y = 436.296 | Opdr.nr.: VN-74787-1 | AKKOORD<br>UITV |
| | Blad: 1 van 2 | Datum: 7-11-2019 | |

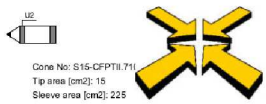



55296-1 R18115 Resultaten grondonderzoek.pdf

Watersondering GSNED



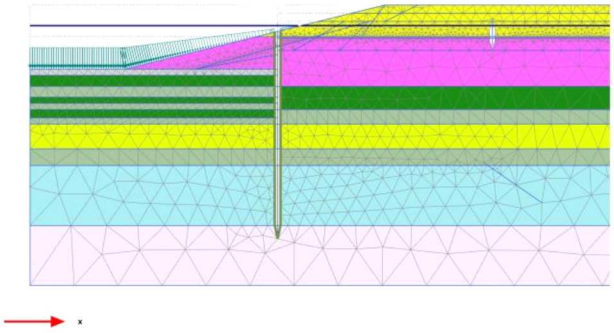
| | | | |
|---|---|---|---|
| Plaats: Krimpen aan den IJssel | Coördinaten: X: 99357.3400 m, Y: 436328.3700 m | Waterbodem: -4.02 | Veldproef: CKW-02 |
| Project ID: 20193792 | Opdrachtgever: Dura Vermeer Infra Milieu bv | Datum: 21-11-2019 | Schaal: 1 : 100 |
| Projectomschrijving: EMK-terrein te Krimpen aan den IJssel | | Pagina: 1/2 | |
| GSNED bv Roosveltlaan 8 4536 GZ Terneuzen<br>Tel.: 0115 - 62 09 27 Fax: 0115 - 62 36 78 Web: www.gsned.com E-mail: info@gsned.com | | Bestand: CKW-02.cpd | |



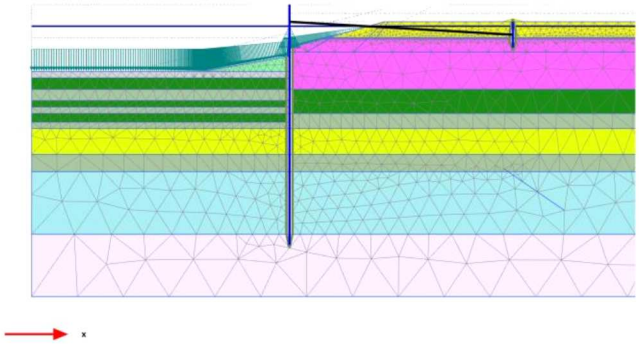

Gemeten zakking in sliblaag 0,43 m.

## Bijlage 2: Fasering Plaxis 2D

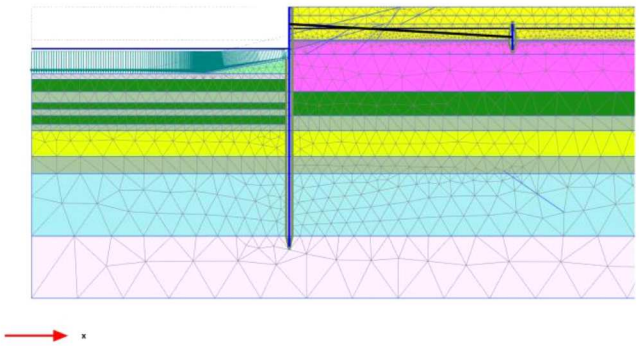
Fase 0: Initiële situatie
Gravity loading



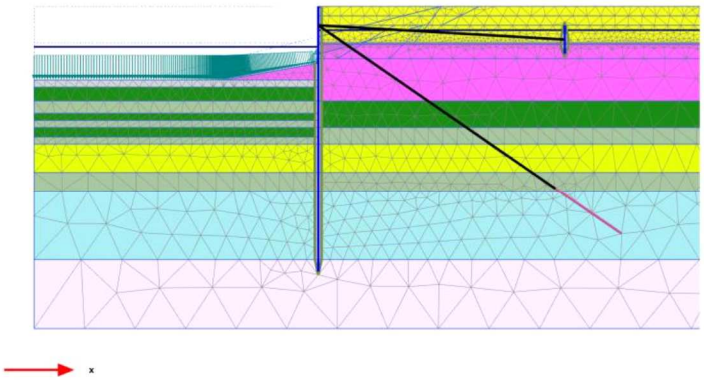
Fase 1: Aanbrengen bestaande damwand + ankers



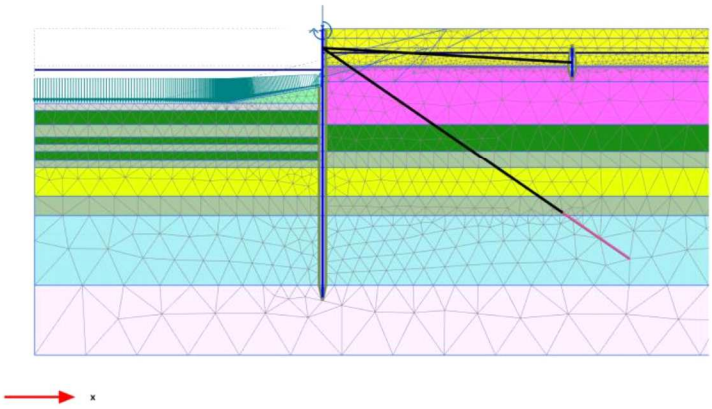
Fase 2: Nul-situatie
Geen bovenbelasting
GWS buiten NAP -0,85 m
GWS binnen NAP +1,5 m



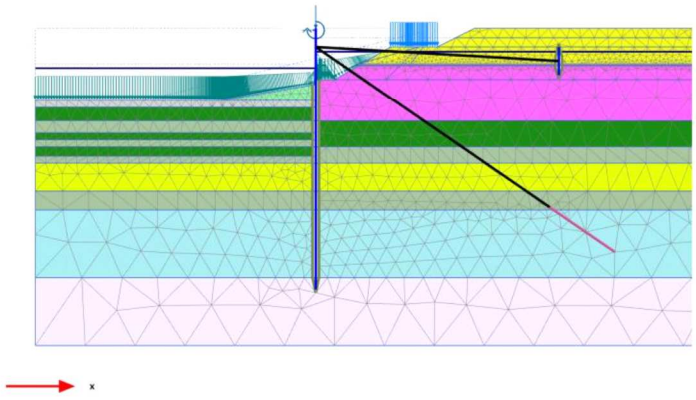
Fase 3: Aanbrengen verankering (grout/schroefinjectie ankers)



Fase 5: Aanbrengen tent



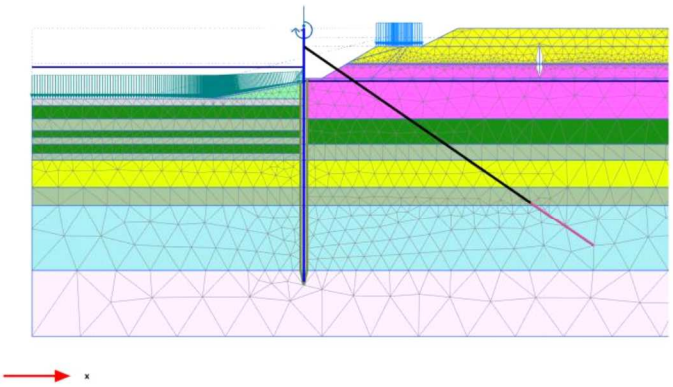
Fase 5: Ontlasten achter damwand



Fase 6: Verwijderen bestaande ankers

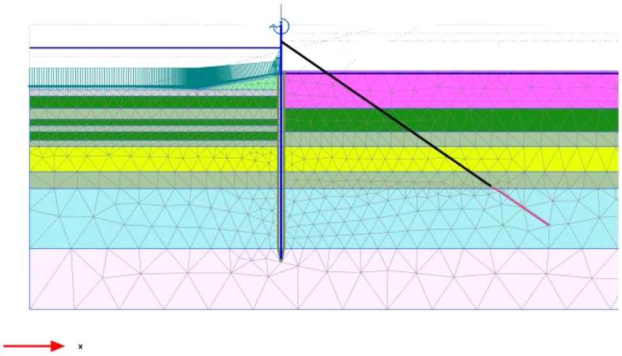
Bemalen tot NAP -1,8 m

Bovenbelasting 10 kPa.



Fase 7: Saneren met Gem. HW.

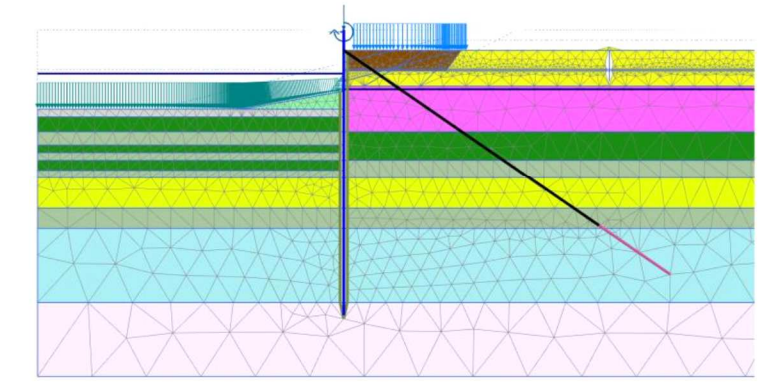
Ankers komen op druk te staan.



Fase 8: Aanvullen tot NAP +1,0 m

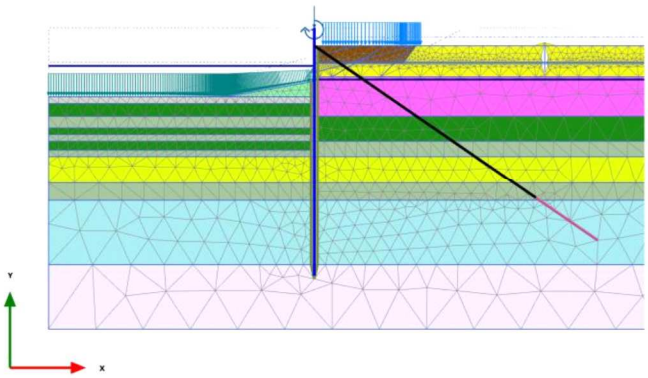
Buitenwaterstand NAP -0,27 m

Bovenbelasting 10 kPa.

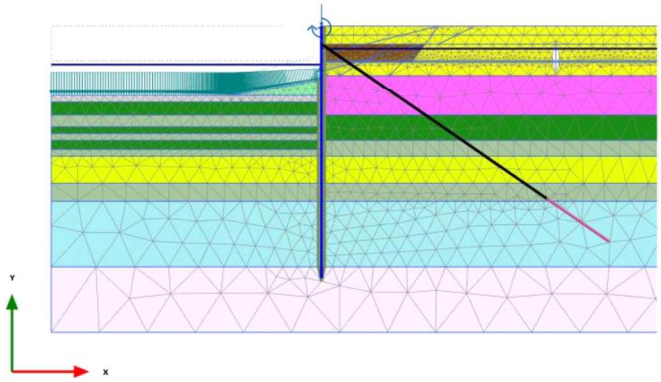


Fase 9: Afspannen ankers

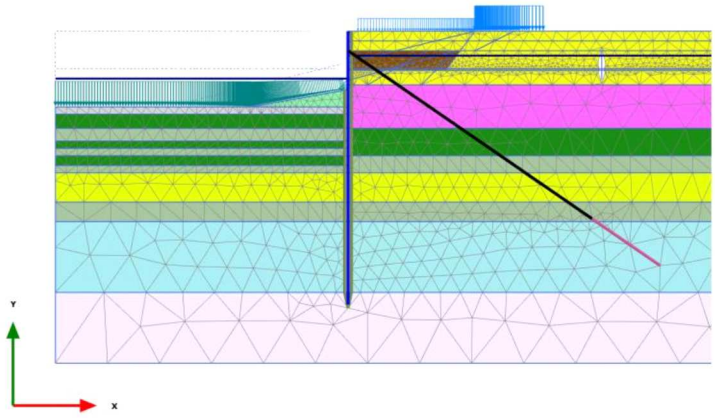
GWS idem fase 8.



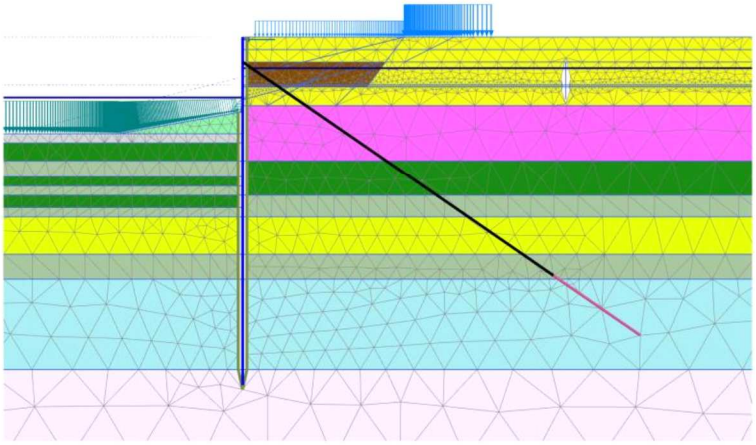
Fase 10: Aanvullen met GWS hoog (NAP +1,5 m)



Fase 11: Bovenbelasting achter de damwand



Fase 12: +
Bolderkracht



## Bijlage 3: Grondparameters en Plaxis resultaten Omegam

*Tabel 3: Plaxis grondparameters (input rekenmodel)*

| Grondlaag beschrijving | *Model* | $\gamma$ / $\gamma_{sat}$ | $\varphi'$ | $\psi'$ | c' | $E_{50}^{ref}$/ $E_{oed}^{ref}$/ $E_{ur}^{ref}$ | m | $R_{inter}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [kN/m$^3$] | [$^0$] | [$^0$] | [kPa] | [MPa] | [-] | [-] |
| 0. Ophoogzand | HS | 18 / 20 | 32,5 | 2,5 | 0,0 | 45,0 / 45,0 / 135,0 | 0,5 | 0,67 |
| 01. Argex | HS | 4,2 / 12 | 30,0 | 0,0 | 0,0 | 15,0 / 15,0 / 45,0 | 0,5 | 0,67 |
| 9. Slib | HS | 13,0 / 13,0 | 15,0 | 0,0 | 1,0 | 0,8 / 1,5 / 4,5 | 0,9 | 0,01 |
| 2. Klei, zwak zandig | HS | 17,0 / 17,0 | 22,5 | - | 10,0 | 12,0 / 10,5 / 30,0 | 0,7 | 0,67 |
| 5. Veen | HS | 11,5 / 11,5 | 17,0 | - | 10,0 | 4,0 / 2,0 / 16,0 | 0,9 | 0,01 |
| 11. Klei, humeus | HS | 13,0 / 13,0 | 23,0 | - | 10,0 | 4,0 / 2,0 / 16,0 | 0,8 | 0,67 |
| 6. Klei en zandige klei | HS | 17,0 / 17,0 | 27,0 | - | 6,4 | 10,0 / 10,0 / 40,0 | 0,7 | 0,67 |
| 11. Klei, humeus | HS | 13,0 / 13,0 | 23,0 | - | 10,0 | 4,0 / 2,0 / 16,0 | 0,8 | 0,67 |
| 7. Pleistoceen | HS | 18,0 / 20,0 | 32,5 | 2,5 | 0,0 | 50,0 / 50,0 / 150,0 | 0,5 | 0,67 |
| 8. Leem, zwak zandig vast | HS | 21,0 / 21,0 | 27,5 | 0,0 | 0,0 | 10,0 / 10,0 / 30,0 | 0,7 | 0,67 |

Opmerkingen bij de tabel:

$\gamma/\gamma_{sat}$ = Nat respectievelijk verzadigd volumiek gewicht
$\varphi'$ = Effectieve hoek van inwendige wrijving
$\psi'$ = Effectieve dilatantiehoek (30-$\varphi'$)
c' = Effectieve cohesie
$E_{50}^{ref}$ = Elasticiteitsmodulus bij 50 % bezwijkrek en bij een referentiespanning ($p_{ref}$) van 100 kPa.
$E_{oed}^{ref}$ = Elasticiteitsmodulus in ééndimensionale samendrukking en bij een referentiespanning ($p_{ref}$) van 100 kPa
$E_{ur}^{ref}$ = Elasticiteitsmodulus bij ontlasten/herbelasten en bij een referentiespanning ($p_{ref}$) van 100 kPa
m = Machtsfunctie die de mate van spanningsafhankelijke stijfheid uitdrukt.
$R_{inter}$ = Interface elementen zijn aangebracht tussen grond en damwand.
HS = Hardening Soil materiaalmodel

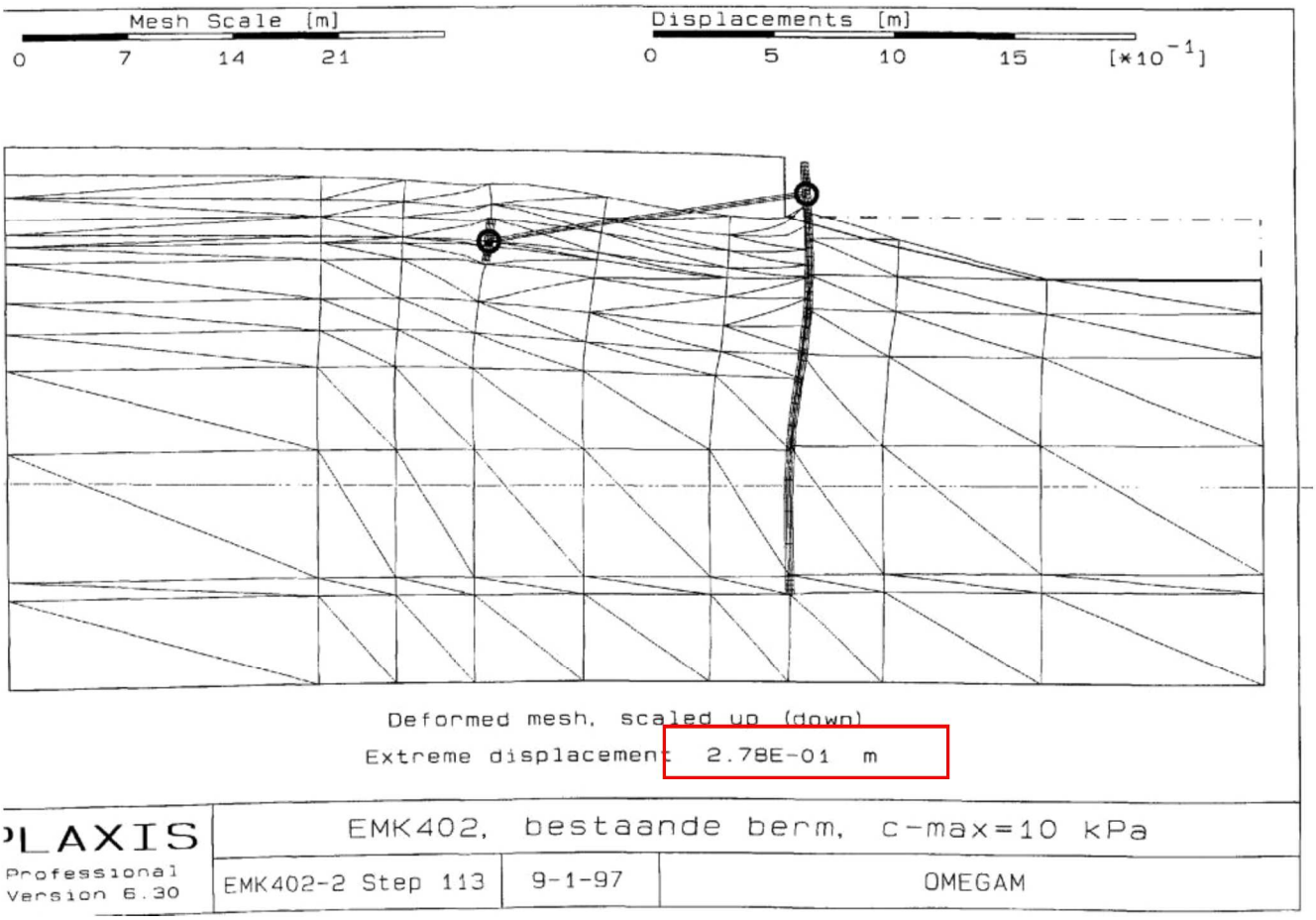
## *Gekozen Plaxis parameters Omegam*

| -C | No. | Typ. | Wdry | Wwet | PermX | PermY | Nu | G | C | phi | psi | KO | TC | Rint |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | UN | 11.0 | 11.0 | 2.5E-04 | 5.0E-05 | 0.35 | 370 | 1 | 1 | 0 | - | Y | 1.000 |
| | 7 | DR | 18.0 | 20.0 | 5.0E+00 | 5.0E+00 | 0.35 | 9259 | 1 | 35 | 5 | - | Y | 0.500 |
| | 6 | UN | 17.5 | 17.5 | 1.0E-03 | 5.0E-04 | 0.35 | 1111 | 15 | 23 | 0 | - | Y | 0.500 |
| | 5 | UN | 17.5 | 17.5 | 2.0E-04 | 1.0E-04 | 0.35 | 1111 | 15 | 23 | 0 | - | Y | 0.500 |
| | 4 | UN | 11.0 | 11.0 | 2.5E-04 | 5.0E-05 | 0.35 | 370 | 20 | 17 | 0 | - | Y | 0.100 |
| | 3 | UN | 14.5 | 14.5 | 5.0E-05 | 2.5E-05 | 0.35 | 1111 | 15 | 23 | 0 | - | Y | 0.500 |
| | 2 | DR | 18.0 | 21.0 | 2.0E+01 | 2.0E+01 | 0.35 | 27778 | 1 | 35 | 5 | - | Y | 0.500 |
| | 1 | UN | 21.0 | 21.0 | 1.0E-03 | 1.0E-03 | 0.35 | 2778 | 1 | 35 | 5 | - | Y | 0.500 |

Material data sets

| PLAXIS Professional Version 6.30 | EMK402, bestaande berm | |
|---|---|---|
| | EMK402-1 Step 129 | 9-1-97 |
| | | OMEGAM |

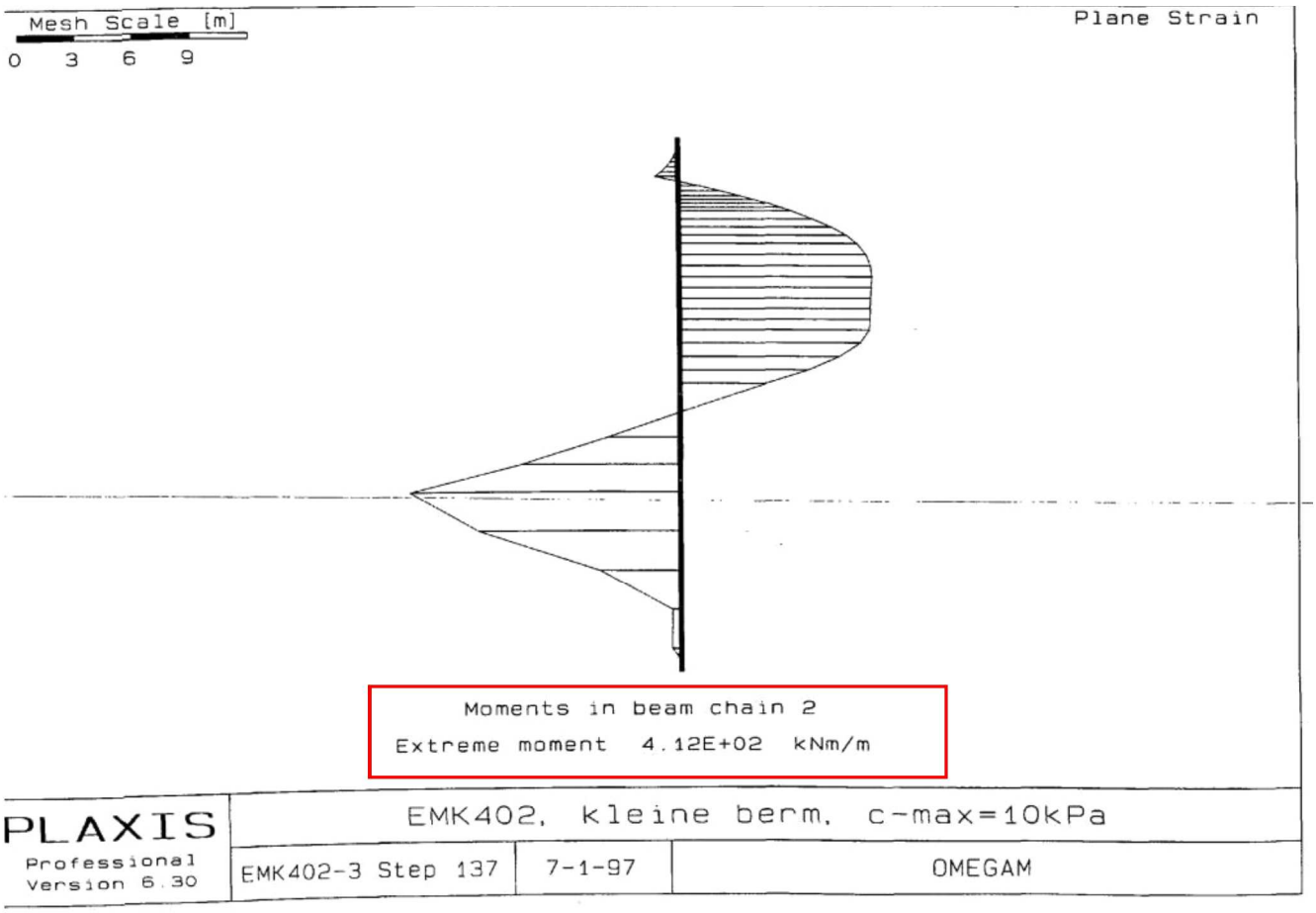
*Berekende vervorming damwand bij een cohesie 10 kPa (Omegam)*



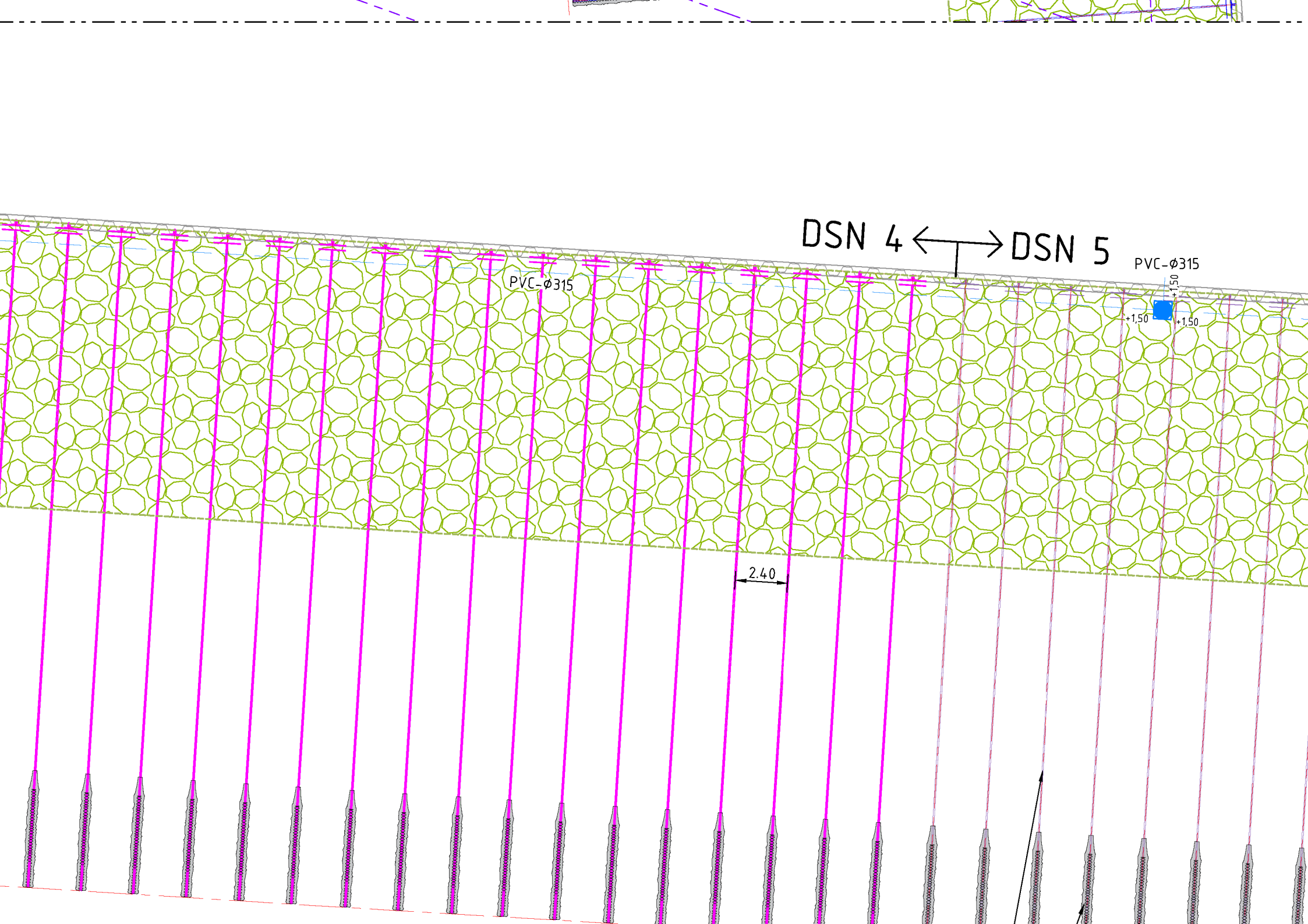

**Tabel 7.5 - Resultaten momenten en krachten d.w.-constructie, ber.1, Slikslootzijde, bermconf.402, verwachtingswaarden**

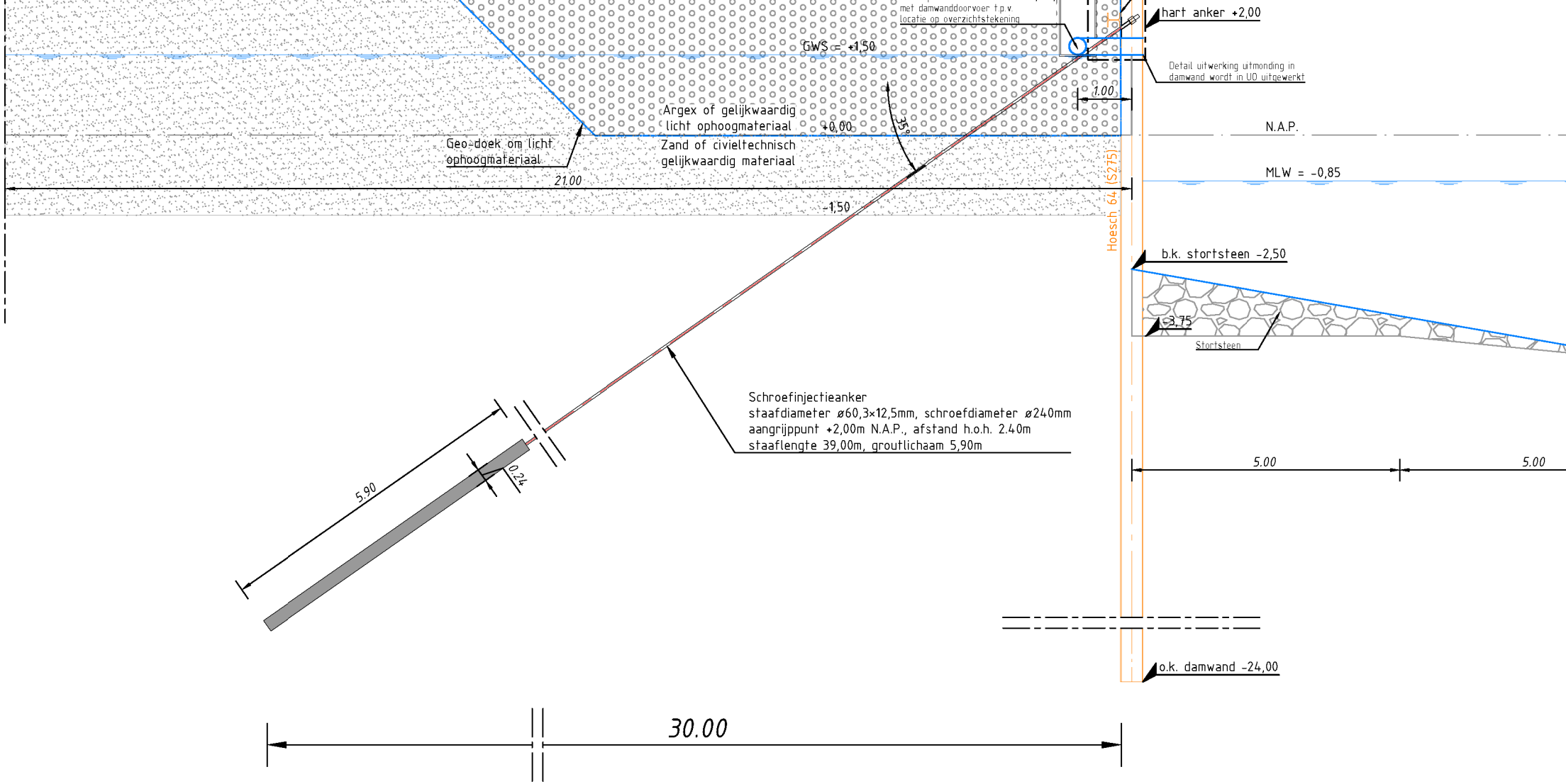
| Stadium | Laatste *rekenstap* | Maximaal buigend moment[1)] hoofddamwand kN-m/m' | Maximaal buigend moment ankerscherm kN-m/m' | Ankerkracht kN/m' |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | - | - | - |
| 2 | 53 | 23/40 | 8 | 15 |
| 3 | 70 | 197/271 | 55 | 104 |
| 4 | 116 | 149/216 | 42 | 101 |
| 5 | 129 | 242/352 | 73 | 143 |
| 6 | 172 | 259/384 | 74 | 155 |

1) veldmoment/inklemmingsmoment


Mesh Scale [m]
0 3 6 9
Plane Strain
Moments in beam chain 2
Extreme moment 4.12E+02 kNm/m
PLAXIS
Professional
Version 6.30
EMK402, kleine berm, c-max=10kPa
EMK402-3 Step 137
7-1-97
OMEGAM

**Bijlage 3: PP-80_Overzichtstekening Damwand_v1.0 en PP-81_Dwarsprofielen Damwand_v1.0**


DSN 4
DSN 5
PVC-ø315
PVC-ø315
+1,50
+1,50
+1,50
2.40




Doorsnede 4
Schaal 1:100

**Bijlage 4: Verificatierapport**

| Documentgegevens (projectdocument) | |
|---|---|
| **Doc-id** | 02R17197-00410 |
| **Naam** | DO-damwandberekening stabiliteit tijdens de saneringsfase (bestaand) + stabiliteit verbeterde damwand (gebruiksfase) |
| **Status** | Definitief |
| **Versie** | 1.0 |
| **Versie datum** | 24-02-2020 |

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| VS2-4.1.2-6<br>**Constructieberekeningen damwand (bestaand gedurende de sanering)**<br>De bestaande damwand is als gevolg van een te hoge grondwaterstand in het verleden geweken. Uit de recente berekeningen van Fugro ( Damwand EMK terrein te Krimpen a/d IJssel, 19 oktober 2017) blijkt dat de huidige damwand niet voldoet aan de rekentechnische eisen. In dit rapport wordt geen afstand/zone genoemd tot hoever buiten de damwand geen bovenbelasting mag plaatsvinden.<br>De Opdrachtnemer wordt met nadruk gewezen op deze beperking in bovenbelasting. De Opdrachtnemer dient middels constructieberekeningen aan te tonen dat de door hem te nemen maatregelen onderbouwd volstaan om de bestaande beperkingen met betrekking tot de damwand op te heffen.<br>Opdrachtnemer dient zijn werkzaamheden aantoonbaar veilig te kunnen verrichten.<br>Berekeningen moeten voldoen aan:<br>• Eurocodes: - NEN-EN 1991-1 Belastingen op constructies. - NEN-EN 1993-5 Staalconstructies → Palen en damwanden. - NEN-EN 1997-2 Geotechnisch ontwerp → Grondonderzoek en beproeving.<br>• CUR Rapport 166.<br><br>Vaststelling vervormingsgedrag damwand<br>Om het vervormingsgedrag exacter door te rekenen en de belasting op de damwand te optimaliseren, dient een eindige elementberekening (Plaxis) uitgevoerd te worden<br>De berekeningen en het rekenwerk dienen te voldoen aan de volgende eisen:<br>• Berekeningen dienen logisch opgebouwd, overzichtelijk en gemakkelijk toegankelijk te zijn.<br>*uitvoeringsplan* | VE-4557<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | [redacted]<br>*1 x per berekening* | VRES-00669<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Betreft normen en richtlijnen, zie par 2.2 van doc. 02R17197-00615 in bijlage 1 en de resultaten van de berekeningen van dit document.<br><br>-voor plaxisanalyse zie bijlage 2 van doc. 02R17197-00410 | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| Annex IV-19<br>**Specifieke onderdelen van Ontwerpwerkzaamheden (2)**<br>De constructieberekeningen damwand (bestaand en ten behoeve van ontgraving) worden voldaan aan de volgende normen. Berekening conform Eurocodes: • NEN-EN 1991-1 Belastingen op constructies • NEN-EN 1993-5 Staalconstructies ten behoeve van "Palen en damwanden" • NEN-EN 1997-2 Geotechnisch ontwerp ten behoeve van "Grondonderzoek en beproeving" Het CUR Rapport 166 (6e druk) is van toepassing op de berekening. | VE-4541<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00670<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Betreft normen en richtlijnen, zie par 2.2 van uitgangspuntennotitie doc. 19-019-N01 in bijlage 1 van 02R17197-00615 en de resultaten van de berekeningen van dit document. | |
| PVA-4.3-2<br>**Tweedelijns en onafhankelijke derdelijns check op ontwerpberekeningen (1)**<br>Wij schakelen de damwandspecialisten van Sterk, Dura Vermeer Infra Landelijke Projecten (DVILP) én een onafhankelijk derde partij in om te garanderen dat de ontwerptekeningen en berekeningen van de nieuwe damwandconstructie correct zijn. | VE-4545<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00671<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Sterk, DVILP en Fugro zijn betrokken bij het opstellen en toetsen van berekeningen. | |
| PVA-MR2.12.2-3<br>**Wij voorkomen de horizontale instroom van oppervlaktewater aan de noord- en oostzijde als gevolg van lekkages in de bestaande damwand (1)**<br>Binnen 6 weken na gunning schakelen wij de experts van onderzoeksbureau Damwand Control BV in om ter plaatse middels visuele inspectie een inschatting te maken van de dichtheid van de bestaande damwand. Wanneer zij niet goed in staat blijken de dichtheid van de bestaande damwand in te schatten zetten wij een duiker in van Damwand Control BV. Zij toetsen in 2 perioden van 4 uur 450 strekkende meters van de bestaande damwand aan de zijde van de Hollandsche IJssel op lekkages. | VE-7253<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00672<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>deze werkzaamheden zijn reeds uitgevoerd. Zie damwandonderzoek CivielTech, doc.id. 02R17197-00178 | |
| PVA-4.3-1<br>**Wij toetsen de uitgangspunten voor ontwerpberekeningen**<br>Voordat wij een definitief ontwerp ontwerp opstellen voeren wij binnen 6 weken na gunning aanvullend een grondmechanisch onderzoek uit en een onderzoek naar de dikte van de damwand (mate van corrosie), schades en de | VE-7680<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00673<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Dit onderzoek is reeds uitgevoerd | |

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| positie/verplaatsing. Met de uitkomst van deze onderzoeken toetsen we of onze uitgangspunten correct zijn en op basis daarvan maken we ons definitieve ontwerp. | | | | |
| PVA-4.3-2<br>**Tweedelijns en onafhankelijke derdelijns check op ontwerpberekeningen (1)**<br>Wij schakelen de damwandspecialisten van Sterk, Dura Vermeer Infra Landelijke Projecten (DVILP) én een onafhankelijk derde partij in om te garanderen dat de ontwerptekeningen en berekeningen van de nieuwe damwandconstructie correct zijn. | VE-4595<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00674<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Sterk, DVILP en Fugro zijn betrokken bij het opstellen en toetsen van berekeningen | |
| PVA-4.3-3<br>**Hollandse IJssel en Sliksloot – verlaagde oever**<br>de huidige aanwezige damwand gaat voldoen aan de gestelde eisen met één schotankerrij, waarbij de ankerwand als een doorgaande wand is gedimensioneerd. De afstand tussen damwand en ankerwand is ca. 25 meter met een ankerschothoogte van 3,0 meter. | VE-4596<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00675<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Openstaand**<br>Wijziging ontwerp, toepassing groutankers | AFW-0032: Toepassing groutankers i.pv. Schotankers |
| PVA-4.3-4<br>**Sliksloot – oever bedrijventerrein**<br>de huidige damwand gaat voldoen met een 2-laags schotankerwand. Dit is een ankerscherm met schothoogte van 6,0 meter waar op 2 niveau's een ankerstang is aangebracht naar de damwand toe. De afstand tussen de damwand en de ankerwand is 30 meter. De ankers grijpen aan op de damwand op de niveau's -1,0 mNAP en 2,0 m+ NAP. De ankerhoek wordt 1 graad. Hiermee komt de onderkant van het ankerschot op -3,0 m NAP. De ankerstang aansluiting aan het ankerscherm van de onderste ankerrij kan daarmee op -1,5 mNAP worden gehouden. De bovenkant van het ankerschot bevindt zich dan op 3,0 m+ NAP, en de aansluiting van de bovenste ankerrij komt hiermee op 1,5 m+ NAP. De hart op hartafstand van de ankers is op 2,4 meter geschematiseerd. | VE-4597<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00676<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Openstaand**<br>Wijziging ontwerp, toepassing groutankers | AFW-0032: Toepassing groutankers i.pv. Schotankers |
| PVA-MR2.11.2-2<br>**Wij voeren al het materiaal voor de nieuwe damwandconstructie aan via het water (2)**<br>Wij hergebruiken de te trekken bestaande diepe damwand als ankerscherm. | VE-4598<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00677<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet** | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| | | | Volgt in het uitvoeringsplan | |
| PVA-MR2.12.6-1<br>**Wij reduceren tijdig de belasting op de damwand (1)**<br>Wij meten de vervorming van de bestaande damwandconstructie tijdens onze uitvoeringswerkzaamheden maandelijks middels deformatiemetingen (x-, y-, z-richtingen). Wanneer de grondwaterstand gedurende 3 dagen hoger is dan +1,75 m NAP, of wanneer de vervorming van de damwand groter is dan 20 mm, verhogen wij de frequentie van de metingen naar wekelijks. | VE-7970<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00678<br><br>**Voldoet**<br>Input voor de monitroingsplan, volgt in het uitvoeringsplan | |
| PVA-MR2.14.1<br>**Ervaren damwandspecialisten en gevalideerde rekenmethodes**<br>Onze damwandspecialist van Sterk heeft in de tenderfase een stabiliteitsberekening gemaakt voor onze werkwijze. Onze damwandspecialist van Dura Vermeer Infra Landelijk Projecten heeft de uitgangspunten en aannames voor het bepalen van de stabiliteit gecontroleerd. Beide specialisten hebben meer dan 20 jaar ervaring met stabiliteitsberekeningen en afschuiving. | VE-4546<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00679<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Geen eis, Sterk, DVILP en Fugro zijn betrokken bij het opstellen en toetsen van berekeningen | |
| PVA-MR2.15.1<br>**Wij toetsen de uitgangspunten voor ontwerpberekeningen**<br>Voordat wij een definitief ontwerp ontwerp opstellen voeren wij binnen 6 weken na gunning aanvullend een grondmechanisch onderzoek uit en een onderzoek naar de dikte van de damwand (mate van corrosie), schades en de positie/verplaatsing. Met de uitkomst van deze onderzoeken toetsen we of onze uitgangspunten correct zijn en op basis daarvan maken we ons definitieve ontwerp. | VE-4547<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00680<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Enkel sonderingen zijn uitgevoerd. Boring is niet mogelijk i.v.m. verontreiniging. Verder is onder uitgevoerd naar de schades en de staat van de damwand, zie damwandonderzoek CivielTech, doc.id. 02R17197-00178 | |
| PVA-MR2.15.2-1<br>**Tweedelijns en onafhankelijke derdelijns check op ontwerpberekeningen (1)**<br>Wij schakelen de damwandspecialisten van Sterk, Dura Vermeer Infra Landelijke Projecten (DVILP) én een onafhankelijk derde partij in om te garanderen dat de | VE-4548<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00681<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Sterk, DVILP en Fugro zijn betrokken bij het | |

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| ontwerptekeningen en berekeningen van de nieuwe damwandconstructie correct zijn.<br>*Dubbel* | | | opstellen en toetsen van berekeningen. | |
| PVA-MR2.15.2-2<br>**Tweedelijns en onafhankelijke derdelijns check op ontwerpberekeningen (2)**<br>Sterk maakt vervolgens binnen 8 weken na gunning een definitieve berekening en ontwerptekening in Dsheet. DVILP stelt gelijktijdig een berekening op in Plaxis en vergelijkt de uitkomsten met die van Sterk en vervolgens werken we gezamenlijk een voorlopig ontwerp uit. Dit ontwerp laten wij door een onafhankelijke partij, bijvoorbeeld Crux, controleren op de aspecten "bovenbelasting (500 of 2000 kg/m2)", bolderkrachten en de levensduurverlenging van 50 jaar. | VE-4549<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00682<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie bijlage 1 van doc. Id. 02R17197-00410. En bijlage 2 voor plaxisanalyse | |
| PVA-MR2.2.1<br>**Onze berekeningen aan de bestaande damwand berusten op conservatieve uitgangspunten**<br>Wij hebben – met conservatieve uitgangspunten – de sterkte en stabiliteit van de huidige damwandconstructie bepaald tijdens maatgevende omstandigheden tijdens de sanering. Wij hebben hierin met opzet geen rekening gehouden met versterkende maatregelen, hebben in onze berekeningen veiligheidsmarges ingebouwd en voor een aantal parameters (e.g. cohesie van klei, grondwaterstand binnen de damwand van +2 m NAP)) een meer conservatieve waarde aangehouden dan Fugro. Ook met deze zeer conservatieve uitgangspunten blijkt de sterkte en stabiliteit van de huidige damwandconstructie te allen tijde geborgd tijdens onze uitvoering. | VE-4550<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00683<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie bijlage 1 van doc. Id. 02R17197-00410. | |
| PVA-MR2.2.2<br>**Onze berekeningen zijn uitgevoerd én getoetst door erkende damwandspecialisten**<br>Wij hebben tijdens de tenderfase de damwandspecialisten van Sterk ingeschakeld om de sterkte en stabiliteit van de bestaande damwandconstructie te bepalen. De specialisten van Dura Vermeer Infra Landelijke Projecten hebben deze berekeningen weer getoetst op volledigheid en correctheid. | VE-4551<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00684<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Interne toetsing geschiedt door [redacted] | |
| PVA-MR2.6.2-2<br>**Wij voorkomen de horizontale instroom van oppervlaktewater aan de noord- en oostzijde als gevolg van lekkages in de bestaande damwand (1)** | VE-4552<br>5: Definitief Ontwerp | *Eenmalig* | VRES-00685<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet** | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| Binnen 6 weken na gunning schakelen wij de experts van onderzoeksbureau Damwand Control BV in om ter plaatse middels visuele inspectie een inschatting te maken van de dichtheid van de bestaande damwand. Wanneer zij niet goed in staat blijken de dichtheid van de bestaande damwand in te schatten zetten wij een duiker in van Damwand Control BV. Zij toetsen in 2 perioden van 4 uur 450 strekkende meters van de bestaande damwand aan de zijde van de Hollandsche IJssel op lekkages. | **Documentbeoordeling** | | deze werkzaamheden zijn reeds uitgevoerd. Zie damwandonderzoek CivielTech, doc.id. 02R17197-00178 | |
| PVA-MR2.8.1<br>**Wij voorkomen de horizontale instroom van oppervlaktewater aan de noord- en oostzijde als gevolg van lekkages in de bestaande damwand (1)**<br>Binnen 6 weken na gunning schakelen wij de experts van onderzoeksbureau Damwand Control BV in om ter plaatse middels visuele inspectie een inschatting te maken van de dichtheid van de bestaande damwand. Wanneer zij niet goed in staat blijken de dichtheid van de bestaande damwand in te schatten zetten wij een duiker in van Damwand Control BV. Zij toetsen in 2 perioden van 4 uur 450 strekkende meters van de bestaande damwand aan de zijde van de Hollandsche IJssel op lekkages. | VE-4553<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00686<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>deze werkzaamheden zijn reeds uitgevoerd. Zie damwandonderzoek CivielTech, doc.id. 02R17197-00178 | |
| RSP EMK7.4.5-2<br>**Zettingen/Stabiliteit (2)**<br>In het uitvoeringsplan van de aannemer zal een geïntegreerd damwand- en bemalingsplan opgesteld moeten worden. Dit plan wordt ter goedkeuring aan de DCMR en opdrachtgever voorgelegd. | VE-6966<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00687<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie bijlage 1 van doc. Id. 02R17197-00410.. Dit wordt uiteraard niet gedaan, dus aantoning.<br><br>Bemalingsplan is reeds geaccepteerd. | |
| VG-0023-01<br>**Plaatsbepaling en uitvoering werken - Vergunning aanpassing damwand**<br>De werken dienen te worden gemaakt en behouden ter plaatse zoals is aangegeven op de bij deze beschikking behorende tekening:<br>- Tekening overzicht damwandconstructie, Dura Vermeer, datum 22-02-2019 | VE-7509<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00688<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Randvoorwaarden vanuit vergunning. De nieuwe berekening wordt nader nogmaals | |

| Eis | Verificatie | | Verificatieresultaat | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| en kenmerk PP-23;<br>2. De werken moeten worden uitgevoerd conform het rapport berekening damwand, Sterk, 29-03-2019 en kenmerk 21.19.02.019. | | | ingediend bij Gemeente K/W en RWS | |
| VS1-9.3.4<br>**Plaatsing damwand voor huidige damwand**<br>Indien de Opdrachtnemer conform zijn ontwerp een nieuwe damwand gaat plaatsen, dan gelden de volgende eisen:<br>• De Opdrachtnemer plaatst de nieuwe damwand zo dicht mogelijk voor de huidige damwand. De maximale afstand bedraagt 1,0 meter. De afstand van 1 meter betreft een 'nettomaat', dus gemeten tussen voorkant huige damwand en achterkant nieuwe damwand.<br>• Een werkschip/ponton wordt als onderdeel van het Werkterrein gezien en dient te voldoen aan alle daaraan gestelde eisen (dus ook aan geluid).<br>• Tijdens de werkzaamheden mag de doorgaande scheepvaart niet worden gehinderd of belemmerd.<br>• De huidige damwand wordt constuctief verwerkt in het ontwerp of afgebrand op een diepte van 1 m +NAP of lager indien nodig. | VE-8236<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00689<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>We brengen van te voren de groutankers aan. Hiervoor hebben wij een watervergunning aangevraagd bij RWS. | |
| VS2-4.1<br>**Ontwerpfase: Ontwerpen**<br>Doelstelling<br>Waarborgen dat het ontwerpen van objecten en/of activiteiten op beheerste en transparante wijze wordt uitgevoerd overeenkomstig de Vraagspecificatie, zie tevens Annex IV.<br>Activiteiten<br>De Opdrachtnemer dient de volgende activiteiten uit te voeren:<br>• Nader uitwerken van de eisen uit de Vraagspecificaties in één of meerdere plannen. Hierbij dienen, waar vereist, ontwerp en/of uitgangspunten middels (constructie)berekeningen te worden onderbouwd.<br>• Het verrichten van verificatieonderzoek (optioneel)<br>*uitvoeringsplan* | VE-4554<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00690<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Topeis wordt aangetoond middels onderliggende eisen | |
| VS2-4.1.2-1<br>**Ontwerpfase: Ontwerpen: Te leveren producten**<br>De Opdrachtnemer dient de volgende producten op te stellen:<br>• Ontgravingsplan.<br>• Overzicht materiaalstromen en depotvorming.<br>• Procesbeschrijving uitkomende verontreinigde stromen. | VE-4556<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00691<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>•<br>Constructieberekeninge | |

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| • Procesbeschrijving (overige) vrijkomende stromen.<br>• Constructieberekeningen damwand (bestaand gedurende de sanering)<br>• Constructieberekeningen damwand (t.b.v. gesegmenteerde ontgraving)<br>• Constructieberekeningen damwand (Verbeterde damwandconstructie)<br>• Bemalingsplan (garantie IBC en gedurende ontgraving)<br>• Ontwerp grondwaterzuivering (garantie IBC en gedurende ontgraving)<br>• Ontwerp grondwaterzuivering bedoeld voor periode na sanering (Beheerfase)<br>• Verificatieonderzoek (optioneel)<br>*uitvoeringsplan* | | | n damwand (bestaand gedurende de sanering)<br>• Constructieberekeningen damwand (Verbeterde damwandconstructie) Deze berekeningen zijn samengevoegd in bijlage 1 van doc. ID. 02R17197-00410.pdf<br><br>• Constructieberekeningen damwand (t.b.v. gesegmenteerde ontgraving) Deze berekening wordt voorafgaand aan de uitvoering ingediend, zoals afgesproken conform WYZ-016 bouwteam | |
| VS2-4.1.1-1<br>**Nader uitwerken van de eisen uit Vraagspecificaties deel 1 in één of meerdere plannen**<br>De Opdrachtnemer dient voor meerdere activiteiten, installaties en constructies zoals opgenomen in Vraagspecificaties deel 1 een ontwerp op te stellen.<br>De door de Opdrachtnemer op te stellen procesbeschrijvingen, ontwerpen en berekeningen voor de uitwerking tot het uitvoeringsontwerp dienen ter toetsing worden ingediend bij Opdrachtgever. De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor het verkrijgen van de goedkeuring van het bevoegd gezag (daar waar noodzakelijk), tenzij anders aangegeven.<br>*ontwerpplan* | VE-4555<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00692<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Er vindt nader afstemming met Waterschap Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard en Gemeente Krimpenerwaard bij het opstellen van Definitieve berekening. Afstemming van definitieve berekening pas kan, nadat realistische uitgangspunten beschikbaar zijn (dus na overeenkomen instructie OG op AFW-008). | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| PVA-MR2.12.2-3<br>**Wij voorkomen de horizontale instroom van oppervlaktewater aan de noord- en oostzijde als gevolg van lekkages in de bestaande damwand (1)**<br>Binnen 6 weken na gunning schakelen wij de experts van onderzoeksbureau Damwand Control BV in om ter plaatse middels visuele inspectie een inschatting te maken van de dichtheid van de bestaande damwand. Wanneer zij niet goed in staat blijken de dichtheid van de bestaande damwand in te schatten zetten wij een duiker in van Damwand Control BV. Zij toetsen in 2 perioden van 4 uur 450 strekkende meters van de bestaande damwand aan de zijde van de Hollandsche IJssel op lekkages. | VE-7255<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00693<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>deze werkzaamheden zijn reeds uitgevoerd. Zie damwandonderzoek CivielTech, doc.id. 02R17197-00178 | |
| PVA-MR2.15.1<br>**Wij toetsen de uitgangspunten voor ontwerpberekeningen**<br>Voordat wij een definitief ontwerp ontwerp opstellen voeren wij binnen 6 weken na gunning aanvullend een grondmechanisch onderzoek uit en een onderzoek naar de dikte van de damwand (mate van corrosie), schades en de positie/verplaatsing. Met de uitkomst van deze onderzoeken toetsen we of onze uitgangspunten correct zijn en op basis daarvan maken we ons definitieve ontwerp. | VE-4599<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00694<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>deze werkzaamheden zijn reeds uitgevoerd. Zie damwandonderzoek CivielTech, doc.id. 02R17197-00178 | |
| PVA-MR2.15.2-2<br>**Tweedelijns en onafhankelijke derdelijns check op ontwerpberekeningen (2)**<br>Sterk maakt vervolgens binnen 8 weken na gunning een definitieve berekening en ontwerptekening in Dsheet. DVILP stelt gelijktijdig een berekening op in Plaxis en vergelijkt de uitkomsten met die van Sterk en vervolgens werken we gezamenlijk een voorlopig ontwerp uit. Dit ontwerp laten wij door een onafhankelijke partij, bijvoorbeeld Crux, controleren op de aspecten “bovenbelasting (500 of 2000 kg/m2)”, bolderkrachten en de levensduurverlenging van 50 jaar. | VE-4601<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00696<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie bijlage 1 van doc. Id. 02R17197-00410. En bijlage 2 voor plaxisanalyse | |
| PVA-MR2.2.2<br>**Onze berekeningen zijn uitgevoerd én getoetst door erkende damwandspecialisten**<br>Wij hebben tijdens de tenderfase de damwandspecialisten van Sterk ingeschakeld om de sterkte en stabiliteit van de bestaande damwandconstructie te bepalen. De specialisten van | VE-4602<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00697<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Interne toetsing geschiedt door [redacted] | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| Dura Vermeer Infra Landelijke Projecten hebben deze berekeningen weer getoetst op volledigheid en correctheid.<br>*Dubbel, zie VE-2261* | | | | |
| VG-0023-01<br>**Plaatsbepaling en uitvoering werken - Vergunning aanpassing damwand**<br>De werken dienen te worden gemaakt en behouden ter plaatse zoals is<br>aangegeven op de bij deze beschikking behorende tekening:<br>- Tekening overzicht damwandconstructie, Dura Vermeer, datum 22-02-2019 en kenmerk PP-23;<br>2. De werken moeten worden uitgevoerd conform het rapport berekening damwand,<br>Sterk, 29-03-2019 en kenmerk 21.19.02.019. | VE-7511<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00698<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Kennis van genomen | |
| VA5-186<br>**damwand en werkgrens**<br>Het plaatsen van een nieuwe damwand voor de huidige damwand is toegestaan. Indien hiervan gebruik wordt gemaakt door de ON verschuift de grens van het werkterrein zodat deze werkzaamheden binnen het Werkterrein vallen. De werkgrens verschuift maximaal twee meter uit de huidigde damwand. De nieuw te plaatsen damwand dient zo dicht mogelijk op de huidige damwand worden geplaatst.<br>*Eisen die niet van toepassing meer zijn doordat wij gekozen hebben voor hergebruik. Issue --> Afwijking* | VE-4604<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00699<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Niet van toepassing want wij maken gebruik van bestaande damwand | |
| VS1-9.2<br>**Randvoorwaarden Verbeterde damwandconstructies**<br>Werken aan de waterzijde<br>De waterbeheerders van de Hollandsche IJsel en de Sliksloot (Rijkswaterstaat en de gemeente Krimpen aan den IJssel) hebben aangeven dat het plaatsen van een nieuwe damwand voor de bestaande damwand is toegestaan. De waterbeheerders hebben aangegeven dat voorafgaande aan de vergunningsaanvraag afstemming en overleg zal moeten plaatsvinden.<br>Waterbodem<br>De diepte van waterbodem van de Hollandsche IJssel volgt uit de legger (zie hiervoor https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/leggers/legger-rijkswaterstaatswerken/index.aspx). Voor de diepte van de waterbodem van de Sliksloot moet uitgegaan worden van een | VE-8240<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00700<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie hfst. 2 van bijlage 1, 02R17197-00615.pdf --> toevoegen:<br>Zie. uitgangspuntennotitie doc. 19-019-N01 in bijlage 1 van 02R17197-00615 en de resultaten van de berekeningen van dit document. | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| rekentechnische diepe van 3,75 m -NAP. De huidige diepte is een stuk minder.<br>Waterbodemonderzoeken hebben aangetoond dat er op sommige plekken puin/beton in de waterbodem zit. Ook blijkt hieruit dat de waterbodem op sommige plaatsen sterk verontreinigd is. Op/in de waterbodem van de Sliksloot komen stortstenen voor. | | | Vergunning is reeds verkregen obv concept berekening. Echter wordt de nieuwe berekening nader aangeleverd en afgestemd met waterbeheerder. | |
| VS1-9.3.2<br>**Verbeterde damwandconstructie verlaagde oever**<br>De damwandconstructie dient te voldoen aan de volgende eisen:<br>• De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor de benodigde vergunningen en toestemmingen.<br>• De damwand wordt afgewerkt op 1,5 m +NAP.<br>• Ondergrens toegestane bovenbelasting is minimaal 500 kg/m2.<br>• Indien gebruik gemaakt wordt van een ankerscherm moet deze in het verlaagde deel komen. Daarnaast geldt een maximale afstand van 35 meter tussen damwand en ankerscherm.<br>• Indien gebruik gemaakt wordt van ankerstangen dient de afstand tussen de ankerstangen zodanig te zijn dat voorzieningen zoals de drainage bereikbaar blijven voor onderhoud e.d.<br>• Bij toepassing van meerdere ankers op verschillende dieptes, dienen de ankers parallel onder elkaar te worden aangebracht.<br>*akkoord* | VE-8238<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00701<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie hfst. 2 van uitgangspuntennotitie bijlage 1 van Doc.id. 02R17197-00615.pdf. | |
| VS1-9.3.3<br>**Verbeterde damwandconstructie oever bedrijventerrein**<br>De damwandconstructie dient te voldoen aan de volgende eisen:<br>• De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor de benodigde vergunningen en toestemmingen.<br>• De damwand wordt afgewerkt op 4 m +NAP.<br>• Bolderkracht 100 kN (ULS-waarde) aan de bovenzijde van de damwand. De bolderafstand is afhankelijk van het ontwerp van de Opdrachtnemer, maar deze bedraagt maximaal 20 meter.<br>• Ondergrens toegestane bovenbelasting is minimaal 1.000 kg/m2 en vanaf 12 meter achter de damwand minimaal 2.000 kg/m2.<br>• Indien gebruik gemaakt wordt van een ankerscherm dient deze maximaal op 30 meter van de damwand te komen. | VE-8237<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Berekening** | *1 x per berekening* | VRES-00702<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Zie hfst. 2 van uitgangspuntennotitie bijlage 1 van Doc.id. 02R17197-00615.pdf. | |

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| • Indien gebruik gemaakt wordt van ankerstangen dient de afstand tussen de ankerstangen minimaal 1,80 meter te zijn.<br>• Bij toepassing van meerdere ankers op verschillende dieptes, dienen de ankers parallel onder elkaar te worden aangebracht.<br>• Het aanbrengen van een paalfundering voor toekomstige bedrijven moet in de strook van 30 meter mogelijk blijven. | | | | |
| VS2-4.1<br>**Ontwerpfase: Ontwerpen**<br>Doelstelling<br>Waarborgen dat het ontwerpen van objecten en/of activiteiten op beheerste en transparante wijze wordt uitgevoerd overeenkomstig de Vraagspecificatie, zie tevens Annex IV.<br>Activiteiten<br>De Opdrachtnemer dient de volgende activiteiten uit te voeren:<br>• Nader uitwerken van de eisen uit de Vraagspecificaties in één of meerdere plannen. Hierbij dienen, waar vereist, ontwerp en/of uitgangspunten middels (constructie)berekeningen te worden onderbouwd.<br>• Het verrichten van verificatieonderzoek (optioneel)<br>*uitvoeringsplan* | VE-4606<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00703<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Topeis wordt aangetoond middels onderliggende eisen | |
| VS2-4.1.1-1<br>**Nader uitwerken van de eisen uit Vraagspecificaties deel 1 in één of meerdere plannen**<br>De Opdrachtnemer dient voor meerdere activiteiten, installaties en constructies zoals opgenomen in Vraagspecificaties deel 1 een ontwerp op te stellen.<br>De door de Opdrachtnemer op te stellen procesbeschrijvingen, ontwerpen en berekeningen voor de uitwerking tot het uitvoeringsontwerp dienen ter toetsing worden ingediend bij Opdrachtgever. De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor het verkrijgen van de goedkeuring van het bevoegd gezag (daar waar noodzakelijk), tenzij anders aangegeven.<br>*ontwerpplan* | VE-4607<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00704<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>Er vindt nader afstemming met Waterschap Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard en Gemeente Krimpenerwaard bij het opstellen van Definitieve berekening. Afstemming van definitieve berekening pas kan, nadat realistische uitgangspunten beschikbaar zijn (dus na overeenkomen instructie OG op AFW-008). | |
| VS2-4.1.2-1 | VE-4608 | | VRES-00705 | |

Bijlage 4:Verificatierapport

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| **Ontwerpfase: Ontwerpen: Te leveren producten**<br>De Opdrachtnemer dient de volgende producten op te stellen:<br>• Ontgravingsplan.<br>• Overzicht materiaalstromen en depotvorming.<br>• Procesbeschrijving uitkomende verontreinigde stromen.<br>• Procesbeschrijving (overige) vrijkomende stromen.<br>• Constructieberekeningen damwand (bestaand gedurende de sanering)<br>• Constructieberekeningen damwand (t.b.v. gesegmenteerde ontgraving)<br>• Constructieberekeningen damwand (Verbeterde damwandconstructie)<br>• Bemalingsplan (garantie IBC en gedurende ontgraving)<br>• Ontwerp grondwaterzuivering (garantie IBC en gedurende ontgraving)<br>• Ontwerp grondwaterzuivering bedoeld voor periode na sanering (Beheerfase)<br>• Verificatieonderzoek (optioneel)<br>*uitvoeringsplan* | 6:<br>Uitvoeringsplan<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | 2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>• Constructieberekeningen damwand (bestaand gedurende de sanering)<br>• Constructieberekeningen damwand (Verbeterde damwandconstructie) Deze berekeningen zijn samengevoegd in bijlage 1 van doc. ID. 02R17197-00410.pdf<br>• Constructieberekeningen damwand (t.b.v. gesegmenteerde ontgraving) Deze berekening wordt voorafgaand aan de uitvoering ingediend, zoals afgesproken conform WYZ-016 bouwteam | |
| VS2-4.1.2-8<br>**Constructieberekeningen damwand (Verbeterde damwandconstructie)**<br>De Opdrachtnemer dient een damwandconstructie te ontwerpen met een ontwerplevensduur van 50 jaar die voldoet aan de eisen uit de Vraagspecificatie. Uitgangpunt van de Opdrachtgever is een geheel nieuwe damwandconstructie. Eventueel kan Opdrachtnemer een damwandconstructie ontwerpen met gebruikmaking van de bestaande damwand indien de op te leveren damwandconstructie in alle opzichten gelijkwaardig is aan een nieuwe damwandconstructie, dat wil zeggen: de damwand voldoet aan de eisen uit hoofdstuk 9 van de vraagspecificatie deel 1 - technisch.<br>De wijze van verankering is ter keuze van de Opdrachtnemer. Voor zover in de Vraagspecificatie eisen worden gesteld aan ankerstangen en/of -scherm(en) geldt dat die slechts van | VE-4609<br>5: Definitief Ontwerp<br>**Documentbeoordeling** | *Eenmalig* | VRES-00706<br>2020-02-24<br>[redacted]<br>**Voldoet**<br>1- Dit betreft topeis en wij hebben verbeteren de huidige damwand.<br><br>2- Zie Constructieberekeningen damwand (Verbeterde damwandconstructie) Deze berekeningen zijn samengevoegd in bijlage 1 van doc. ID. 02R17197-00410.pdf. | |

| **Eis** | **Verificatie** | | **Verificatieresultaat** | |
|---|---|---|---|---|
| **code**<br>**titel**<br>eistekst<br>*toelichting* | code<br>fase<br>**methode**<br>omschrijving | verantwoordelijke<br>acceptatie<br>criteria<br>*frequentie* | code<br>datum<br>uitgevoerd door<br>**status**<br>toelichting | code<br>**afwijking** |
| toepassing zijn voor zover de Opdrachtnemer voornemens is ankerstangen of -schermen toe te passen.<br>De Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor het ontwerp en daarmee ook voor de gehanteerde uitgangspunten en parameters. Aan de in het rapport van Fugro gehanteerde uitgangspunten en parameters kunnen geen rechten worden ontleend. De Opdrachtnemer dient zelf de grondparameters en uitgangspunten af te leiden op basis van het beschikbare grond- en labonderzoek. Voor uitgangspunten over corrosie kan onder andere gebruik gemaakt worden van het rapport "Damwandonderzoek" van Inpijn-Blokpoel van 16 september 2013.<br>De Opdrachtnemer houdt rekening met de algehele eis voor het terrein voor restzetting van maximaal 20 cm in 30 jaar.<br>Ontwerpberekeningen moeten voldoen aan:<br>• Eurocodes: - NEN-EN 1991-1 Belastingen op constructies. - NEN-EN 1993-5 Staalconstructies → Palen en damwanden. - NEN-EN 1997-2 Geotechnisch ontwerp → Grondonderzoek en beproeving.<br>• CUR Rapport 166.<br>*ontwerpplan* | | | Zie hfst. 2 van uitgangspuntennotitie bijlage 1 van Doc.id. 02R17197-00615.pdf.<br><br>4- het rapport van Fugro is enkel ter informatie gebruikt.<br><br>5- de grondparameters hebben wij op basis van sonderingen en boringen vanuit Omegamrapport, Wiersma van 2013 en 2019 bepaald. uitgnagpsunten zijn deels gevrifieerd. o.b.v. Damwandonderzoek Civieltech blijken de contractuele uitgangspunten niet te kloppen. Wij hanteren resultaten uit eigen onderzoek als uitgangspunten.<br><br>6 en 7- Zie hfst. 2 van uitgangspuntennotitie bijlage 1 van Doc.id. 02R17197-00615.pdf.<br><br>8- Analyse Plaxisberekening samengevoegd in bijlage 2 van doc. ID. 02R17197-00410.pdf | |