

# Definitief Ontwerp (DO)

## Den Helder: Museumhaven

Definitief Ontwerp (DO)

stalen damwand

groutinjectieverankering



CONSTRUCTIEBUREAU  
**TENTIJ** BV

Controle t.b.v. de gemeente Den Helder  
Constructie akkoord, behoudens opmerkingen

[Zie opmerkingen](#)

Gezien: RvM

Datum: 24/03/2023

conform de rapportage dienen de groutankers (of  
gelijkwaardig) beproefd te worden.

Deze gegevens dienen nader ingediend te worden



Project : Den Helder: Museumhaven

Opdrachtgever : Willemsoord BV  
Willemsoord 47  
1780 AD Den Helder  
+31 (0)223 616100  
<https://www.willemsoordbv.nl>

Ingediend door : Van Halteren Infra  
Energieweg 13a  
3751 LT Bunschoten  
+31 (0)33 303 14 86  
<https://www.vanhaltereninfra.com>

documentinformatie	
datum	22 februari 2022
projectnummer	O21-005
documentnaam	O21-005-Te-02-BER-DO ber. stalen damwand-1.0
versie	1.0
status	definitief

rol	Naam	functie	Datum	paraaf
auteur		projectleiding Design & Construct	22-02-2022	
verificatie		projectvoorbereider	22-02-2022	
autorisatie		project manager		

versie	datum	Wijzigingen
0.1	18-02-2022	initieel concept document
0.2	22-02-2022	concept document n.a.v. interne review
1.0	22-02-2022	initieel definitief document

## Inhoudsopgave

<b>Algemeen</b>	<b>5</b>
1.1 Inleiding	5
1.2 Versie 0.1	5
1.3 Versie 0.2	5
1.4 Versie 1.0	5
1.5 Normen en richtlijnen	5
1.6 Gebruikte software	5
1.7 Gegevens	6
1.8 Gebruikte materiaalgrootheden	6
<b>2 Uitgangspunten</b>	<b>7</b>
2.1 Stap 1 – Maatgevende uitgangspunten	7
2.1.1 (Grond-) waterstanden	7
2.1.2 Maaiveldniveau	7
2.1.3 Principe doorsnede constructie	8
2.2 Bouwfasering	8
2.3 Belastingen	9
2.3.1 Bovenbelasting	9
2.3.2 Horizontale belasting	9
2.3.3 Verticale belasting	9
2.4 Belasting a.g.v. moment	10
2.5 Veiligheidsklasse en ontwerplevensduur	10
2.5.1 Steunpunt	10
2.5.2 Vervormingen	10
2.6 Stap 2 - representatieve waarde van parameters	10
2.6.1 Grondparameters	10
2.6.2 Parameters definitieve grondkerende constructie	11
2.7 Stap 3 - Rekenwaarde van parameters	11
2.7.1 Algemeen	11
2.7.2 Corrosie damwand	12
<b>3 Berekening</b>	<b>13</b>
3.1 Stap 4 - Berekeningsschema	13
3.2 Stap 5 - Berekening minimale inbeddingsdiepte	13
3.3 Stap 6 - Dimensioneringsberekeningen	13
3.4 Stap 7 - Controle op het moment	14
3.5 Stap 8 - Controle op dwarskracht en normaalkracht	14
3.5.1 Controle op dwarskracht conform NEN-EN 1993-5:2007 + NB	14
3.5.2 Controle op normaalkracht en knik NEN-EN 1993-5:2007 + NB	15
3.6 Stap 9 – Controle op ankerkrachten	16
3.7 Stap 10 - Controle op vervormingen	16
3.8 Stap 11 - Controle overige mechanismen	16
3.8.1 Stap 11.1 – Afschuiving langs een recht glijvlak bij verankerde damwand ('Kranz')	16
3.8.2 Stap 11.2 - Grondbreuk (overschrijding draagkracht ondergrond)	16
3.8.3 Stap 11.3 - Verlies van totale stabiliteit	17
3.8.4 Stap 11.4 - 'Piping'	17
3.8.5 Stap 11.5 - Overschrijding verticale draagkracht	17
3.9 Stap 12 - Uitvoeringsaspecten	17

<b>4</b>	<b>Resultaten</b>	<b>19</b>
<b>bijlage 1</b>	<b>bep. gereduceerde sterkte- &amp; stijfheidseigenschappen stalen damwand</b>	<b>20</b>
<b>bijlage 2</b>	<b>bep. negatieve kleef</b>	<b>21</b>
<b>bijlage 3</b>	<b>berekeningsrapportage groutinjectieverankering (of gelijkwaardig)</b>	<b>22</b>
<b>bijlage 4</b>	<b>in- &amp; uitvoer D-Sheet DSN01</b>	<b>23</b>
<b>bijlage 5</b>	<b>bepaling verticale draagkracht</b>	<b>24</b>

## Algemeen

### 1.1 Inleiding

Voorliggende rapportage is opgesteld door Van Halteren Infra. Deze rapportage is opgesteld ten behoeve van de herinrichting van de Museumhaven te Den Helder.

Onderdeel van de herinrichting is het aanpassen van de bestaande monumentale hellingen, te weten sluisdeurhelling A en sluisdeurhelling B. De bestaande monumentale hellingen worden aangepast, zodat een gelijkvloerse situatie wordt gerealiseerd. Er dient een nieuwe (definitieve) verticale grondkerende constructie te worden gerealiseerd. De (definitieve) verticale grondkerende constructie wordt uitgevoerd als gesteunde stalen damwand. Van Halteren Infra voert in opdracht van Willemsoord BV de (definitieve) verticale grondkerende constructie uit.

In voorliggende rapportage wordt de stalen damwand en de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) van de (definitieve) verticale grondkerende constructie behandeld. De stalen damwand en de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) vormen onderdeel van het Definitief Ontwerp (DO). Allereerst worden de uitgangspunten behandeld, vervolgens de berekeningen en de resultaten van de berekeningen. Separate onderdelen, te weten de stalen gording, de afmeerconstructie, de groutinjectieankerstoel, de betonnen afwerking (inclusief basalt) en de bevestiging van de hardstenen deksloof, worden, na goedkeuring van voorliggende rapportage, in separaat, nog op te stellen, rapportages uitgewerkt.

### 1.2 Versie 0.1

Initieel concept document.

### 1.3 Versie 0.2

Concept document n.a.v. interne review diverse tekstuele aanpassingen doorgevoerd.

### 1.4 Versie 1.0

Initieel definitief document.

### 1.5 Normen en richtlijnen

De volgende vigerende normen en richtlijnen zijn gehanteerd in voorliggende rapportage en gepresenteerd in Tabel 1:

ref. nr.	norm/ richtlijn	titel
1.	NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019	Grondslagen van het constructief ontwerp
2.	NEN 9997-1+C2:2017 nl	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels
3.	NEN-EN 1993-5:2008/C1:2009 en	Ontwerp en berekeningen van staalconstructies – Deel 5: Palen en damwanden, met nationale bijlage.
4.	CUR 166 6e druk	Damwandconstructies
5.	Richtlijn Vaarwegen 2020	Richtlijn Vaarwegen 2020

Tabel 1 normen en richtlijnen

### 1.6 Gebruikte software

In Tabel 2 is aangegeven welke software is gebruikt bij de uitgevoerde berekeningen.

ref. nr.	programma	leverancier
a)	D-Sheet Piling versie 20.2 (Build 1.30962)	Stichting Deltares 1990 – 2020
b)	Durability 3,5,2   EC3-5 (Beta-version 3,5,2 – 07/2017)	ArcelorMittal Commercial RPS - Sheetpiles
c)	Microsoft Office 365	Microsoft

Tabel 2 gebruikte software

## 1.7 Gegevens

De documenten welke zijn gehanteerd als input voor de berekeningen zijn gepresenteerd in Tabel 3 en worden geacht in het bezit te zijn van de lezer:

ref. nr.	titel	d.d.	auteur(s)	organisatie
6.	Bestek: "Nvl-1 Herinrichting Museumhaven 210913 verz"	onbekend	A. Verduin	Willemsoord BV
7.	rapport: "B1-Programma van Eisen ophoging hellingbanen 210818"	28-01-2021	A. Verduin	Willemsoord BV
8.	Rapport: "B2-NL202015170-R21-050 Uitgangspuntennotitie 2.0 210426"	20-08-2021	G.J. Vos	RPS advies- en ingenieursbureau bv
9.	rapport: "B4-NL202015170-R21-106 Willemsoord-Conceptontwerp damwand met groutanker_1.0 inclusief bijlages"	25-08-2021	G.J. Vos	RPS advies- en ingenieursbureau bv
10.	rapport: "B7-Sonderingen Ground Research 2001"	00-00-2001	P.T.C.M. Komen	Ground Research B.V.
11.	tekening: "3518-018"	04-12-2001	JWO	B.V. Ingenieursbureau M.U.C.

Tabel 3 gehanteerde documenten

## 1.8 Gebruikte materiaalgrootheden

In Tabel 4 is de aangehouden staalkwaliteit opgenomen.

staalkwaliteit [-]	vloeispanning [N/mm <sup>2</sup> ]
S355GP	355

Tabel 4 staalkwaliteiten

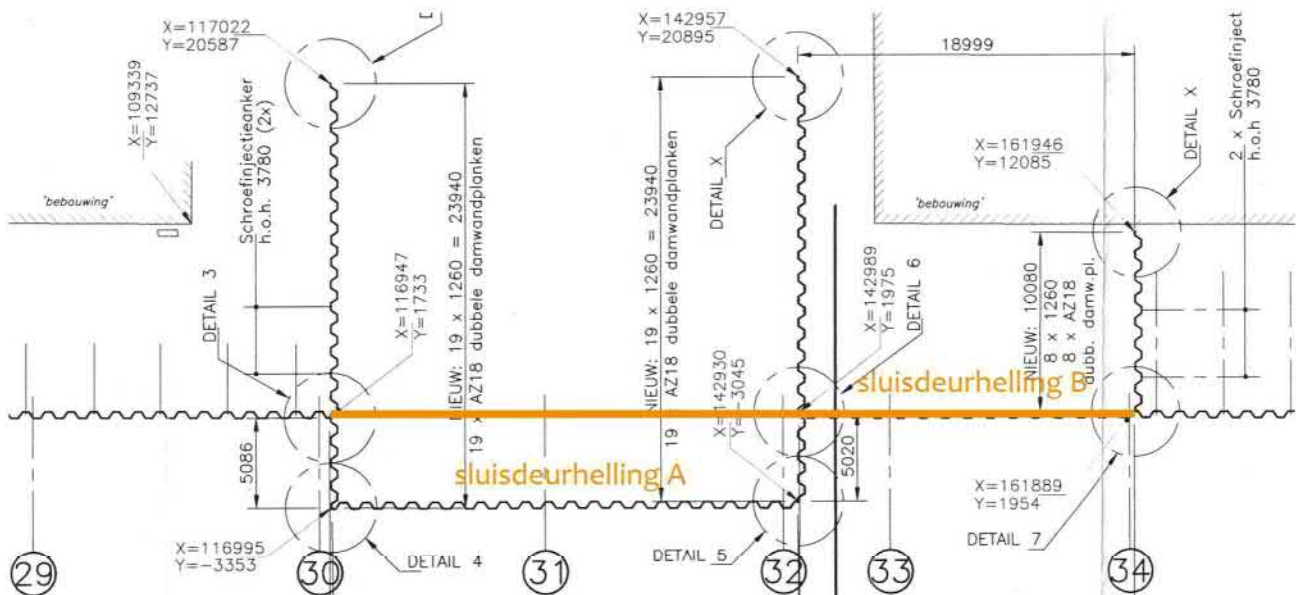
## 2 Uitgangspunten

De berekening is opgezet volgens het stappenplan uit [4]. In dit stappenplan wordt een systematiek gehanteerd waarbij eerst alle uitgangspunten en voorwaarden geïnventariseerd worden en vervolgens de berekeningsresultaten getoetst worden aan de geldende normen en richtlijnen.

De in onderstaande tekst geformuleerde uitgangspunten zijn van toepassing. De (definitieve) verticale grondkerende constructie wordt uitgevoerd gesteunde stalen damwand.

### 2.1 Stap 1 – Maatgevende uitgangspunten

Op basis van [9] is één maatgevende doorsnede beschouwd. De maatgevende doorsnede is ter plaatse van stramien 30. In Figuur 1 is de locatie van de maatgevende doorsnede gepresenteerd. In Tabel 5 is tevens de maatgevende sondering per doorsnede gepresenteerd, welke is ontleend aan [9]. In bijlage 4 is de maatgevende doorsnede zowel grafisch als numeriek gepresenteerd.



Figuur 1 Overzicht doorsneden

doorsnede [-]	sondering [-]	kenmerk [-]
DSN01	CPT000000160994	

Tabel 5 maatgevend sondering per doorsnede

#### 2.1.1 (Grond-) waterstanden

De in de berekening gehanteerde (grond-) waterstand is ontleend aan [6]. In Tabel 1 is de gehanteerde (grond-) waterstand per doorsnede gepresenteerd.

doorsnede [-]	niveau <sup>1)</sup> [+/- m N.A.P.]
DSN01	-0,50

Tabel 6 Uitgangspunten (grond-) waterstand

1) de gemiddelde (grond-) waterstand bedraagt 0,50 m. - N.A.P. (grond-) waterstand varieert tussen 0,60 m. - N.A.P. en 0,30 m. - N.A.P. In de berekening van de stalen damwand is voor de gebruiksfasen uitgegaan van 0,60 m. - N.A.P.;

#### 2.1.2 Maaiveldniveau

Het maaiveldniveau en geometrie aan zowel de actieve als de passieve zijde van de stalen damwand is ontleend aan [9] en [10]. In Tabel 7 zijn de maatgevende hoogtematen voor de maatgevende doorsnede opgegeven.

### 2.1.3 Principe doorsnede constructie

In Tabel 7 en bijlage 4 is de maatgevende geometrie voor de maatgevende doorsnede zowel grafisch als numeriek gepresenteerd. De maatgevende hoogtematen zijn in Tabel 7 gepresenteerd.

omschrijving [-]	DSN01 [·/· m N.A.P.]
bovenkant stalen damwand <sup>1)</sup>	+1,30
onderkant stalen damwand <sup>2)</sup>	-8,70 / -12,70
maaiVELdniveau actieve zijde <sup>1)</sup>	+1,30
(grond-) waterstand actieve zijde <sup>3)</sup>	-0,50
maaiVELdniveau passieve zijde <sup>4)</sup>	-6,30
(grond-) waterstand passieve zijde <sup>3)</sup>	-0,50

Tabel 7 geometrie

- 1) de bovenkant van de stalen damwand zal in werkelijkheid lager worden aangebracht. Dit vanwege het feit dat de stalen damwand wordt afgewerkt d.m.v. dekzerken van graniet of gelijkwaardig, opdat de uitstraling van de nieuwe verticale grondkerende constructie gelijk wordt aan de bestaande verticale grondkerende constructie. De afmetingen van de afwerking dienen nader bepaald te worden. Het maaiveldniveau verloopt van 1,30 m. + N.A.P. vanaf het hart van de stalen damwand tot 19,63 m. uit het hart van de stalen damwand naar 1,36 m. + N.A.P. Ter hoogte van stramien 30 is de bovenkant van de stalen damwand 1,30 m. + N.A.P. en verloopt naar 1,00 m. + N.A.P. ter hoogte van stramien 34. In de uitvoering zal de bovenkant van de stalen damwand afgewerkt worden op genoemd niveau;
- 2) de stalen damwand wordt uitgevoerd als gestaffelde stalen damwand. De verhouding van de staffeling is 1 : 1 (dubbele stalen damwandplank lang : dubbele stalen damwandplank kort);
- 3) voor de dimensionering van de stalen damwand is als uitgangspunt de gepresenteerde (grond-) waterstand gehanteerd voor de bouwfasen. Voor de gebruiksfasen is een (grond-) waterstand van 0,60 m. - N.A.P. gehanteerd;
- 4) het maaiveldniveau aan de passieve zijde van de stalen damwand verloopt van 4,30 m. - N.A.P. vanaf het hart van de stalen damwand naar 3,00 m. - N.A.P. op 3,00 m. uit het hart van de stalen damwand en naar 6,30 m. - N.A.P. op 5,00 m. uit het hart van de stalen damwand. Dit betreft het onderwatertalud;

### 2.2 Bouwfasering

In Tabel 8 is de gehanteerde fasering qua geometrie voor DSN01 globaal gepresenteerd. Tevens is de risicoklasse per gehanteerde fase aangegeven. De fasering is tevens in bijlage 4 gepresenteerd.

fase	omschrijving	risicoklasse zie § 2.3.2	partiële factoren zie Tabel 14
(bouw-) fase (1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. stalen damwand is door Van Halteren Infra aangebracht;</li> <li>2. het maaiveldniveau aan de actieve zijde van de stalen damwand is horizontaal op 4,30 m. - N.A.P. vanaf het hart van de stalen damwand tot 0,20 m. uit het hart van de stalen damwand. Op 0,21 m. uit het hart van de stalen damwand is het maaiveldniveau 0,73 m. - N.A.P. en verloopt naar 1,36 m. + N.A.P. op 19,63 m. uit het hart van de stalen damwand. Op deze wijze wordt de tijdelijke situatie dat de bestaande stalen damwand is verwijderd en de nieuwe stalen damwand wordt aangebracht geschematiseerd. In werkelijkheid zal de verplaatsing van de stalen damwand 0 mm. zijn, om dit zoveel als mogelijk na te bootsen, is het grondmassief op beschreven manier geschematiseerd;</li> <li>3. aan de passieve van de stalen damwand is het maaiveldniveau horizontaal op 4,30 m. - N.A.P. geschematiseerd;</li> <li>4. doordat de stalen damwand wordt uitgevoerd binnen een tijdelijke bouwkuip, zal de waterstand aan zowel de actieve als de passieve zijde van de stalen damwand zijn verlaagd tot een gelijk niveau Dit is geen maatgevende situatie en derhalve niet verder uitgewerkt;</li> </ol>	RC0	RC0
(bouw-) fase (2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) alsmede de stalen gording en overige (constructieve) onderdelen zijn aangebracht;</li> <li>6. het maaiveldniveau aan actieve zijde is aangevuld en verloopt vanaf het hart van de stalen damwand van 1,30 m. + N.A.P. naar 1,36 m. + N.A.P. op 19,63 m. uit het hart van de stalen damwand;</li> <li>7. aan de passieve zijde van de stalen damwand is het maaiveldniveau horizontaal op 6,30 m. - N.A.P.;</li> </ol>	RC0	RC0
(bouw-) fase (3)	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) is voorzien van een voorspanning;</li> </ol>	RC0	RC0
(gebruiks-) fase (4)	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. de afwerking op de stalen damwand is aangebracht;</li> <li>10. bovenbelasting als gevolg van verkeer, moment en verticale belasting als gevolg van afwerking aanwezig;</li> </ol>	RC2	RC2
(gebruiks-) fase (5)	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. geen verandering t.o.v. (gebruiks-) fase (4);</li> <li>12. bovenbelasting als gevolg van verkeer, moment en verticale belasting als gevolg van afwerking aanwezig;</li> </ol>	RC2	RC2
(gebruiks-) fase (6)	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. geen verandering t.o.v. (gebruiks-) fase (4);</li> <li>14. bovenbelasting als gevolg van verkeer, moment en verticale belasting als gevolg van afwerking aanwezig;</li> <li>15. belasting als gevolg van aanvaring door schepen aanwezig;</li> </ol>	RC2	RC2



(gebruiks-) fase (7)	16. geen verandering t.o.v. (gebruiks-) fase (4); 17. bovenbelasting als gevolg van verkeer, moment en verticale belasting als gevolg van afwerking aanwezig; 18. belasting als gevolg van afmeren van schepen;	RC2	RC2
----------------------	---	-----	-----

Tabel 8 bouwfasering DSN01

De berekening van de stalen damwand is uitgevoerd met gereduceerde sterkte- en stijfheidseigenschappen van de stalen damwand als gevolg van corrosie. Fase (5) <sup>1</sup>/m. fase (7) is tevens uitgevoerd met gereduceerde sterkte- en stijfheidseigenschappen van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) als gevolg van corrosie.

## 2.3 Belastingen

De stalen damwand wordt naast de actieve grondbelasting ook door uitwendige krachten belast.

### 2.3.1 Bovenbelasting

De optredende bovenbelasting aan de actieve zijde en de passieve zijde van de stalen damwand is ontleend aan [9]. In de schematisering van de berekening is dat vertaald naar diverse belastinggevallen (Tabel 9) met de belastingcombinaties per fase (Tabel 10).

belasting-geval	omschrijving	grootte [kN/m <sup>2</sup> ]	van [m]	tot [m]
BG01 <sup>1)</sup>	bovenbelasting 1	13,78	0,00	5,00
BG02 <sup>2)</sup>	bovenbelasting 2	15,00	1,00	3,50

Tabel 9 belasting geval met afstand gemeten vanaf het hart van de stalen damwand

- 1) bovenbelasting als gevolg van het aanwezige grondlichaam aan de passieve zijde van de stalen damwand (betreft het onderwatertalud). Bij de bepaling van het bovenbelasting is rekening gehouden met de natte volumieke massa van de grondsoorten en een soortelijk gewicht van water van 9,81 kN/m<sup>3</sup>. De grootte van de bovenbelasting verloopt als volgt: vanaf het hart van de stalen damwand 13,78 kN/m<sup>3</sup>. Op 1,76 m. uit het hart van de stalen damwand 9,59 kN/m<sup>3</sup>. Op 2,82 m. uit het hart van de stalen damwand 4,08 kN/m<sup>3</sup>. Op 3,00 m. uit het hart van de stalen damwand 3,06 kN/m<sup>3</sup>. Op 5,00 m. uit het hart van de stalen damwand 0,00 kN/m<sup>3</sup>. De bovenbelasting geldt als permanente belasting;
- 2) verkeersbelasting, ontleend aan [9]. De verkeersbelasting geldt als variabele belasting;

In Tabel 10 is per doorsnede en per fase de optredende bovenbelasting weergegeven.

fase [-]	DSN01	
	actief	passief
fase (1)	-	-
fase (2)	-	BG01
fase (3)	-	BG01
fase (4)	BG02	BG01
fase (5)	BG02	BG01
fase (6)	BG02	BG01
fase (7)	BG02	BG01

Tabel 10 belastingcombinaties

### 2.3.2 Horizontale belasting

Als gevolg van scheepvaartbewegingen is het mogelijk dat de definitieve verticale grondkerende constructie wordt aangevaren. Deze variabele horizontale belasting is ontleend aan [9] en bedraagt 50,00 kN/m<sup>1</sup>. Het aangrijpniveau is 0,50 m. <sup>-</sup> N.A.P.

Tevens wordt de definitieve verticale grondkerende constructie belast door krachten als gevolg van het afmeren van schepen. Conform [7] is de maatgevende scheepvaartklasse Cemt-1. Volgens [5] is de karakteristieke belasting van de bolderkracht 150,00 kN. Het aangrijpniveau is 1,30 m. <sup>+</sup> N.A.P. In het nog nader uit te werken uitvoeringsontwerp zal onder andere de constructie van de afmeervoorziening worden opgenomen. De in voorliggende rapportage genoemde belasting geldt als bovengrens.

### 2.3.3 Verticale belasting

Conform [9] wordt de stalen damwand verticaal belast door een afwerking bestaande uit een beton in combinatie met basaltstenen. De in rekening gebrachte representatieve belasting F is ontleend aan [9] en bedraagt 24,35 kN/m<sup>1</sup>. De belasting betreft permanent. In het nog nader uit te werken uitvoeringsontwerp zal onder andere de afwerking van beton in combinatie met basaltstenen worden opgenomen. De in voorliggende rapportage genoemde verticale belasting geldt als bovengrens.

De stalen damwand wordt tevens belast door negatieve kleeft. Als uitgangspunt geldt dat de negatieve kleeft optreedt tot een niveau van 5,30 m. <sup>-</sup> N.A.P. De representatieve belasting  $F_{nk,rep}$  is uitgewerkt in bijlage 2 en bedraagt 58,41 kN/m<sup>1</sup>. De representatieve belasting  $F_{nk,rep}$  dient vermenigvuldigd te worden met het enkelzijdige oppervlak van de stalen damwand. Het type stalen damwand betreft een AZ20-700 en heeft een enkelzijdig oppervlak van 1,33 m<sup>2</sup>/ m<sup>1</sup>.

#### 2.4 Belasting a.g.v. moment

Conform [9] wordt de stalen damwand verticaal belast door een afwerking bestaande uit een beton in combinatie met basaltstenen. Als gevolg van het excentrisch aangrijpen van de bijbehorende verticale belasting, treedt er een uitwendig moment op. Het in rekening gebrachte representatieve uitwendige moment  $M_{s,d}$  bedraagt 4,87 kNm/m<sup>1</sup>. Het aangrijpniveau is 1,30 m. <sup>+</sup> N.A.P.

Als gevolg van de horizontale belasting als gevolg van het afmeren van schepen, treedt een additioneel uitwendig moment op. Bij de bepaling van het additioneel uitwendig optredende moment is als uitgangspunt aangehouden dat de bolderkracht 0,20 m. boven de bovenkant van de stalen damwand aangrijpt. Het in rekening gebrachte representatieve uitwendige moment  $M_{s,d}$  bedraagt 30,00 kNm/m<sup>1</sup>. In het nog nader uit te werken uitvoeringsontwerp zal onder andere de constructie van de afmeervoorziening worden opgenomen. De in voorliggende rapportage genoemde maat geldt als bovengrens.

#### 2.5 Veiligheidsklasse en ontwerplevensduur

De definitieve verticale grondkerende constructie wordt beschouwd volgens de veiligheidsbeschouwing behorende bij veiligheidsklasse RC0 voor de bouwfasen. De gebruiksfasen worden beschouwd in RC2. De ontwerplevensduur bedraagt conform [6] 81 jaar. De levensduur wordt gegarandeerd door een reductie toe te passen op zowel de sterkte- als de stijfheidseigenschappen van de stalen damwand.

De gehanteerde partiële veiligheidsfactoren zijn conform [4] aangepast aan een ontwerplevensduur van 81 jaar.

##### 2.5.1 Steunpunt

De stalen damwand wordt verankerd door middel van groutinjectieverankering (of gelijkwaardig). De specificaties van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) zijn in Tabel 11 gepresenteerd en zijn ontleend aan de berekening van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig). De berekening van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) is opgenomen in bijlage 3. Conform § 2.1 is middels [a] één maatgevende doorsnede beschouwd, met daarin onder andere de afmeerbelasting. Voor de berekening van de stalen damwand is van Tabel 11 de doorsnede “incl. bolder” als uitgangspunt aangehouden.

doorsnede [-]	type [-]	hoek t.o.v. ho- rizontaal [°]	niveau [ <sup>-</sup> m N.A.P.]	l <sub>anker</sub> [m.]	L <sub>grout</sub> [m.]	hart-op-hart afstand [m.]	E [N/mm <sup>2</sup> .]
excl. bolder	60,3 – 12,5 mm <sup>1</sup> .	35,00	+0,40	18,1	10,00	4,20	19.500,00
incl. bolder	76,1 – 14,2 mm <sup>1</sup> .	35,00	+0,40	18,1	9,00	4,20	19.500,00

Tabel 11 specificaties groutinjectieverankering (of gelijkwaardig)

In de berekening van de stalen damwand is in fase (5) <sup>t</sup>/m. fase (7) uitgevoerd met gereduceerde sterkte- en stijfheidseigenschappen van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) als gevolg van corrosie. De reductiefactor bedraagt 0,863. De in rekening gebrachte corrosiesnelheid bedraagt 0,012 mm./ jaar.

##### 2.5.2 Vervormingen

Vanuit [9] wordt 50,00 mm. als eis gesteld aan de maximaal toelaatbare horizontale vervorming.

#### 2.6 Stap 2 - representatieve waarde van parameters

##### 2.6.1 Grondparameters

Met behulp van de aanwezige sonderingen [9], [10] en Tabel 2.b ‘Representatieve waarden voor grondeigenschappen’ volgens [2], Tabel 3.3 ‘Representatieve waarde voor het laag- en hoog gemiddelde van de

horizontale beddingsconstante bij spanningsverhoging' van [4] en ervaringsgetallen, zijn de grondparameters bepaald. Voor het bepalen van de grondsoort is de conusweerstand beschouwd als ingang in Tabel 2.b 'Representatieve waarden voor grondeigenschappen' volgens [2].

Er is één maatgevende grondopbouw bepaald, welke ontleend is aan [9]. In Tabel 12 grondopbouw & -eigenschappen sondering is de maatgevende grondopbouw alsmede de bijbehorende sterkte en stijfheidseigenschappen gepresenteerd.

sondering CPT000000160994 [-]	niveau [', m .NAP]	volumiek gewicht		cohesie c' [kN/m <sup>2</sup> ]	wrijvingshoek		beddingsconstante		
		$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]		$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$k_{h1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{h2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{h3}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; schoon; los	+1,30	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00	12.000	6.000	3.000
22 klei; sterk zandig	-0,98	18,00	18,00	0,00	27,50	18,33	1.000	500	250
16 klei; schoon; slap	-1,00	14,00	14,00	0,00	17,50	11,67	2.000	800	500
07 zand; schoon; los	-5,30	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00	12.000	6.000	3.000
08 zand; schoon; matig	-5,90	18,00	20,00	0,00	32,50	21,67	20.000	10.000	5.000
07 zand; schoon; los	-6,30	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00	12.000	6.000	3.000
20 klei; zwak zandig; matig	-6,60	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00	4.400	2.400	1.400
07 zand; schoon; los	-7,80	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00	12.000	6.000	3.000
20 klei; zwak zandig; matig	-10,10	18,00	18,00	5,00	22,50	15,00	4.400	2.400	1.400
08 zand; schoon; matig	-11,80	18,00	20,00	0,00	32,50	21,67	20.000	10.000	5.000
09 zand; schoon; vast	-12,50	19,00	21,00	0,00	35,00	23,33	40.000	20.000	10.000
08 zand; schoon; matig	-12,90	18,00	20,00	0,00	32,50	21,67	20.000	10.000	5.000
07 zand; schoon; los	-13,50	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00	12.000	6.000	3.000

Tabel 12 grondopbouw & -eigenschappen sondering

## 2.6.2 Parameters definitieve grondkerende constructie

Voor het ontwerp van de stalen damwand wordt uitgegaan van nieuwe, onbehandelde, warmgewalste stalen damwand. De in het ontwerp toe te passen stalen damwandprofiel is opgenomen in Tabel 13. Het staat de uitvoering vrij om een gelijkwaardige warmgewalste stalen damwand of gelijkwaardige koudgeformde stalen damwand toe te passen, waarbij de in het ontwerp aangehouden karakteristieken gelden als minimum. In Tabel 13 zijn de initiële eigenschappen van het toe te passen damwandwandprofiel gepresenteerd.

type [-]	doorsnede- klasse [-]	staalsoort [N/mm <sup>2</sup> ]	$W_{el,ini}$ [cm <sup>3</sup> /m]	$I_{ini}$ [cm <sup>4</sup> /m]	$A_{ini}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$M_{y,ini}$ [kNm/m]	$EI_{y,ini}$ [kN/m <sup>2</sup> /m]
AZ20-700	2	S355	1.945	40.960	152,0	690,48	86.016,00

Tabel 13 parameters stalen damwand

## 2.7 Stap 3 - Rekenwaarde van parameters

### 2.7.1 Algemeen

De rekenwaarde van de grond- en geometrieparameters zijn bepaald met behulp van tabel 3.7 uit [4], zie Tabel 14 en Figuur 2. In Figuur 2 zijn de gehanteerde partiële veiligheidsfactoren conform [4] aangepast aan een ontwerplevensduur van 81 jaar.

parameter	γ en Δ betrokken op $X_{rep}$						rekenwaarde
	RC 1		Rc 2		Rc 3		
	γ	Δ	γ	Δ	γ	Δ	
Cohesie c'	1,15	-	1,25	-	1,40	-	$X_{rep}/\gamma (c'/\gamma)$
Inwendige wrijving tan $\varphi'$	1,15	-	1,175	-	1,20	-	$X_{rep}/\gamma (\tan\varphi'/\gamma)$
GWS lage zijde (NAP)	1,70	0,20	1,90	0,25	2,10	0,25	$\max(\mu+\gamma\sigma;\mu+\Delta)$ of $\min(\mu-\gamma\sigma;\mu-\Delta)$
GWS hoge zijde (NAP)	0,87	0,05	1,18	0,05	1,50	0,05	$\max(\mu+\gamma\sigma;\mu+\Delta)$
Bovenbelasting:							
- permanent	1,0		1,0		1,0		
- veranderlijk	1,0		1,1		1,25		

Tabel 14 partiële factoren γ en toeslagen Δ (tabel 3.7 uit [4])

- De lage rekenwaarde van de beddingsconstante wordt verkregen uit deling van representatie waarde van het lage gemiddeld met  $\gamma_{mE} = 1,3$ ;

- De hoge rekenwaarde van de beddingsconstante wordt verkregen uit deling van de representatieve waarde van het hoge gemiddelde door  $\gamma_{mFE} = 1,0$ ;
- De toeslag  $\Delta a$  behoort gelijk te zijn aan 10% van de afstand tussen het ankerniveau en het ontgravingsniveau met een maximum van 0,50 m;

		RC 0		RC 1		RC 2		RC 3	
<b>Factors on loads:</b>									
		Geotechnical loads	Constructive loads	Geotechnical loads	Constructive loads	Geotechnical loads	Constructive loads	Geotechnical loads	Constructive loads
Factor on permanent load, unfavourable	[-]	1,000	1,215	1,000	1,350	1,000	1,485	1,000	1,485
Factor on permanent load, favourable	[-]	1,000	0,900	1,000	0,900	1,000	0,900	1,000	0,900
Factor on variable load, unfavourable	[-]	1,000	1,350	1,100	1,500	1,250	1,650	1,250	1,650
Factor on variable load, favourable	[-]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Material factors:</b>									
Factor on cohesion	[-]	1,150	1,150	1,250	1,262	1,400	1,400		
Factor on tangent phi	[-]	1,150	1,150	1,175	1,167	1,200	1,200		
Factor on low rep. mod. of subg. reactions	[-]	1,300	1,300	1,300	1,313	1,300	1,300		
<b>Geometry modification:</b>									
Increase retaining height	[%]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		
Maximum increase retaining height	[m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		
Change in phreatic line on passive side	[m]	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25	0,25		
Raise in phreatic line on active side	[m]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
<b>Overall stability factors:</b>									
Factor on cohesion	[-]	1,300	1,300	1,450	1,464	1,600	1,600		
Factor on tangent phi	[-]	1,200	1,200	1,250	1,262	1,300	1,300		
Factor on unit weight soil	[-]	1,000	1,000	1,000	1,010	1,000	1,000		
<b>Factors on representative values:</b>									
Factor on rep. values of M, D and Pmax	[-]	1,200	1,200	1,200	1,200	1,350	1,350		
<b>Vertical balance factors:</b>									
Partial factor base resistance (gamma_b)	[-]	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200		

Figuur 2 partiële factoren

### 2.7.2 Corrosie damwand

Als gevolg van § 2.5 waarin staat dat in het ontwerp rekening gehouden moet worden met een levensduur van 81 jaar, moet er bij het bepalen van de eigenschappen van de stalen damwand rekening gehouden worden met corrosie. De mate van corrosie is afgeleid uit Tabel 9.2 en Tabel 9.3 van [4].

Voor de stalen damwand kan onderscheid gemaakt worden in een grond / atmosferisch deel, een grond / onderwater deel en een grond / grond deel. Het eerste deel betreft het gedeelte vanaf de bovenkant van de stalen damwand tot het hoogste waterniveau. Voor het eerste deel is wel corrosie in rekening gebracht aan de passieve zijde, echter zal dit deel worden voorzien van een afwerking, zodat er geen corrosie optreedt aan de passieve zijde. Het tweede deel betreft het gedeelte vanaf het hoogste waterniveau tot waterbodenniveau. Het derde deel betreft het gedeelte vanaf waterbodenniveau tot onderkant stalen damwand.

Voor de stalen damwand uit Tabel 13 resulteert dit in gewijzigde eigenschappen van de stalen damwand. De gewijzigde eigenschappen zijn bepaald middels programma [b]) dat door de leverancier van de stalen damwand ter beschikking is gesteld. In Tabel 15 en bijlage 1 zijn de gewijzigde eigenschappen van de stalen damwand gepresenteerd.

type	deel	doorsnede-klasse	vloeispanning	$W_{el,red.}$	$I_{red.}$	$A_{red.}$	$M_{u,red.}$	$EI_{x,red.}$
[-]	[-]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>4</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[kNm/m]	[kN/m <sup>2</sup> /m]
AZ20-700	gr. / atm.	3	355	1.670	35.020	128,6	592,85	73.542,00
AZ20-700	gr./ wat.	4	322 <sup>1)</sup>	1.355	28.390	102,5	436,31	59.619,00
AZ20-700	gr. / gr.	3	355	1.645	34.530	126,7	583,98	72.513,00

Tabel 15 gereduceerde eigenschappen stalen damwand

- de stalen damwand wordt ingedeeld in doorsnedeklasse 4. Om de stalen damwand toch in te delen in doorsnedeklasse 3 en daardoor de stalen damwand elastisch te mogen beschouwen is de maximale vloeispanning gereduceerd;

### 3 Berekening

De dimensioneringsberekeningen van de stalen damwand zijn uitgevoerd met behulp van het programma [a]), de berekeningen zelf zijn bijgevoegd in bijlage 4. In onderstaande wordt allereerst de aangehouden trajectindeling gepresenteerd en vervolgens de te doorlopen stappen.

#### 3.1 Stap 4 - Berekeningsschema

De berekeningen worden uitgevoerd volgens berekeningsschema B (zie Tabel 16): rekenwaarden in de te toetsen fase(n) en representatieve/ karakteristieke waarden in de voorgaande fasen.

Fase	Schema A Rekenwaarden (d) in alle fasen	Schema B Rekenwaarden (d) in de te toetsen fase(n) en representatieve waarden (rep) in voorgaande fasen *
1	d ↓	rep → d ↓
2	d ↓	rep → d ↓
3	d ↓	rep → d ↓
...	d ↓	rep → d ↓

\* Op voorhand is niet te zeggen welke fase maatgevend is zodat voor meerdere fasen ook een berekening met rekenwaarden nodig is; de meest veilige procedure is voor alle fasen een berekening met rekenwaarden uit te voeren.

Tabel 16 berekeningsschema's (tabel 2.2 uit [4])

#### 3.2 Stap 5 - Berekening minimale inbeddingsdiepte

Voor zowel een gesteunde stalen damwand als een vrijstaande/ niet gesteunde stalen damwand leidt de minimale inbeddingsdiepte tot een relatief hoge waarde van het veldmoment.

Er zijn volgens [9] geen restricties gesteld aan de minimaal benodigde inbeddingsdiepte. In Tabel 17 is voor de beschouwde doorsnede de planklengte c.q. inbeddingsdiepte aangegeven waarmee gerekend is. De in de tabel genoemde planklengte betreft de minimale planklengte. Het staat de uitvoering vrij om een grotere planklengte toe te passen.

De stalen damwand zal bestaan uit een gestaffelde stalen damwand, waarbij de verhouding tussen de lange stalen damwandplanken en de korte stalen damwandplanken 1 : 1 (dubbele stalen damwand plank lang : dubbele stalen damwandplank kort) bedraagt.

doorsnede [-]	type [-]	plankkop [+/- m] NAP	plankpunt [+/- m] NAP	planklengte [m]
DSN01	AZ20-700	+1,30	-8,70 / -12,70	10,00 / 14,00

Tabel 17 type en planklengte stalen damwand

#### 3.3 Stap 6 - Dimensioneringsberekeningen

Voor de dimensioneringsberekeningen van de stalen damwand zijn de in onderstaande Tabel 18 aangegeven berekeningen nodig. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het programma [a]).

stap	grenstoestand	beddingsconstante	rekenwaarde grondwaterstand lage zijde (zie Tabel 14)
6.1	UGT	laag	$\max(\mu + \gamma\phi; \mu + \Delta)$ hoge grondwaterstand
6.2	UGT	hoog	$\max(\mu + \gamma\phi; \mu + \Delta)$ hoge grondwaterstand
6.3	UGT	laag	$\min(\mu - \gamma\phi; \mu - \Delta)$ lage grondwaterstand
6.4	UGT	hoog	$\min(\mu - \gamma\phi; \mu - \Delta)$ lage grondwaterstand
6.5	BGT	laag	-
<sup>1)</sup> 6.5*1,2	UGT	-	-

Verklaring afkortingen met synoniemen:  
 UGT = uiterste grenstoestand  
 ULS = Ultimate Limit State (=UGT)  
 In een UGT-berekening worden de partiële factoren en toeslagen volgens tabel 3.7 (van [4]) gebruikt.

BGT = Bruikbaarheidsgrenstoestand  
 SLS = Serviceability Limit State (=BGT)  
 In een BGT-berekening zijn alle partiële factoren factoren gelijk aan 1,0 en alle toeslagen gelijk aan 0,0.

Tabel 18 type en planklengte stalen damwand

1) Extra controle stap voor het bepalen van het maximale krachten. Zie § 2.4.6 van deel 2 van [4] voor een toelichting.

### 3.4 Stap 7 - Controle op het moment

Uit de berekening middels [a]] volgt het maximaal op te nemen moment ( $M_{S;d}$ ). De rekenwaarde van het moment  $M_{S;d}$  dient getoetst te worden aan de rekenwaarde van de sterkte van de plank  $M_{u;d;red.}$ , deze is gedefinieerd als volgt:

$$M_{u;d;red.} = \frac{\beta_B \cdot W_{el;red.} \cdot f_y}{\gamma_{m;st}}$$

Waarin:

- $\beta_B$  scheve buigingsfactor [-];
- $W_{el}$  elastisch weerstandsmoment van de dwarsdoorsnede [ $mm^3/m$ ];
- $f_y$  nominale (representatieve) waarde van de vloeispanning [ $N/mm^2$ ];
- $\gamma_{m;st}$  materiaalfactor voor staal = 1,0 [-];

Voor dit project worden Z-profielen toegepast. Voor Z-profielen zijn de reductiefactoren voor  $\beta_B$  en  $\beta_D$  gelijk aan 1,00.

Het moment wordt getoetst aan:

$$U.C. = \frac{M_{S;d}}{M_{u;d;red.}} \leq 1$$

Hierbij wordt ervan uit gegaan dat alleen in de uiterste vezels de vloeispanning bereikt mag worden. In Tabel 19 worden de resultaten van het getoetste moment weergegeven.

doorsnede [-]	type [-]	$M_{S;d}$ [ $kNm/m'$ ]	$M_{u;d;red.}$ [ $kNm/m'$ ]	toets $M_{S;d}/M_{u;d;red.}$ [-]	u.c. < 1,0 [-]
DSN01	AZ20-700	215,62	436,31	0,49	ACCOORD

Tabel 19 controle optredend moment

Geconcludeerd wordt dat de berekende stalen damwand voldoet op het berekende optredende moment.

### 3.5 Stap 8 - Controle op dwarskracht en normaalkracht

#### 3.5.1 Controle op dwarskracht conform NEN-EN 1993-5:2007 + NB

Uit de berekening van stap 6.3 fase (2) middels [a]] volgt de maximale dwarskracht. Deze rekenwaarde van de maximale dwarskracht moet getoetst worden aan de dwarskrachtcapaciteit van de damwand. De dwarskrachtcapaciteit van de damwandplank wordt conform de [3] bepaald volgens:  $V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$  (5.5)

$V_{pl,Rd}$  rekenwaarde van de dwarskrachtcapaciteit van de plastische doorsnede [ $N/m$ ];

$f_y$  nominale (representatieve) waarde van de vloeispanning [ $N/mm^2$ ];

$\gamma_{M,0}$  partiële veiligheidsfactor voor staal = 1,0 [-];

$A_v$  Dwarsdoorsnede oppervlak van de damwandplank in dezelfde richting als de dwarskracht [ $mm^2/m$ ];

$$\text{Gedefinieerd als volgt: } A_v = (t_w \cdot (h - t_f)) \quad (5.6)$$

Waarin:  $t_w$  = dikte van het lijf [ $mm$ ];

$t_f$  = dikte van de flens [ $mm$ ];

$h$  = hoogte van het damwandprofiel;

De optredende dwarskracht moet kleiner zijn dan de dwarskrachtcapaciteit:

$$V_{Ed} < V_{pl,Rd} \quad (5.4)$$

De dwarskrachtcapaciteit voor een AZ20-700 profiel met een gereduceerde wanddikte van de flens van 6,21 mm. en met een initiële wanddikte van het lijf van 10,00 mm. bedraagt per enkele plank:

$$V_{pl,Rd} = \frac{\left(\frac{(6,21(421-10,00)) \cdot 922}{\sqrt{3} \cdot 1000}\right)}{1000} = 474,49 \text{ [kN/0,70 m.].}$$

Per meter resulteert  $V_{pl,Rd} = 397,87/0,70 = 677,85[kN/m^1]$ .

Uit Tabel 20 blijkt dat de maximale dwarskrachtcapaciteit van het stalen damwandprofiel niet overschreden wordt. De notatie  $V_{E;d}$  uit [3] =  $D_{S;d}$  uit [4]

doorsnede [-]	type [-]	$V_{E;d}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$V_{pl,Rd}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	toets $V_{E;d}/V_{pl,Rd}$ [-]	$V_{E;d} < 0,50 V_{pl,Rd}$ [-]
DSN01	AZ20-700	227,33	677,85	0,34	ACCOORD

Tabel 20 controle optredende dwarskracht

Omdat geldt dat  $V_{E;d} < 50\%$  van  $V_{pl,Rd}$  is controle op moment en dwarskracht niet nodig.

### 3.5.2 Controle op normaalkracht en knik NEN-EN 1993-5:2007 + NB

Knik behoeft conform [3] niet meegenomen te worden indien geldt:  $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$  (5.11)

Waarin  $N_{cr} = \frac{EI_{red} \cdot \beta_D \cdot \pi^2}{l^2}$  (5.12)

$l = 70\%$  de afstand tussen het ankerniveau en het plankpuntniveau volgens § 5.2.3 van [3].

$$N_{cr;0,04} = \frac{28.390 \cdot 2,1 \cdot \pi^2}{(13,10 \cdot 0,7)^2} \cdot 0,04 = 279,90[kN/m]$$

De stalen damwand wordt gestaffeld aangebracht conform § 3.2 gestaffeld aangebracht. Voor de controle op normaalkracht en knik is het maximale plankpuntniveau in rekening gebracht.

$N_{Ed}$  (normaalkracht) is gelijk aan de verticale component van het anker, de uitwendige verticale belasting en het eigen gewicht van de stalen damwand. Uit een controle van de normaalkrachten (Tabel 21) blijkt dat deze altijd kleiner is dan de waarde van  $0,04 \cdot N_{cr}$ . De combinatie van knik en moment in de damwandplank behoeft dus niet verder getoetst te worden.

doorsnede [-]	type [-]	$P_{max;d,vert;anker}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$F_{eg}^{2)}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$F_{S;d}^{2)}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$F_{nk}^{3)}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$N_{Ed}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$0,04 \cdot N_{cr}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$N_{Ed} < 0,04 N_{cr}$ [-]
DSN01	AZ20-700 gr. / wat.	96,29	1,72	29,22	104,88	232,11	279,90	ACCOORD

Tabel 21 Controle normaalkrachten en knik

- 1) uit bijlage 4 volgt dat de maatgevende kracht in het groutinjectioneanker optreedt in fase (7). Dit betreft de fase waarin de afmeerkracht in rekening is gebracht. In het ontwerp is voorzien dat de afmeerconstructie aangebracht wordt met een onderlinge hart-op-hart afstand van 8,40 m. De maatgevende kracht in het groutinjectioneanker treedt per afmeerconstructie op over 1 strekkende meter. Voor de overige direct naastliggende doorsneden geldt de kracht in het groutinjectioneanker uit fase (6). De gemiddelde kracht in het groutinjectioneanker bedraagt dan per sectie:  $((7,40 \text{ m} \cdot 129,09 \text{ kN/m}^1 + 1,00 \text{ m} \cdot 420,48 \text{ kN/m}^1) / 8,40 \text{ m}) = 163,78 \text{ kN/m}^1$ . in de richting van het groutinjectioneanker. Alle sloten van de stalen damwand worden onderling met elkaar verbonden door middel van lasverbindingen. De lasverbindingen worden in het uitvoeringsontwerp opgenomen;
- 2) op het eigen gewicht van de stalen damwand en het eigen gewicht van de afwerking bestaande uit beton in combinatie met basaltstenen is een additionele veiligheidsfactor van 1,20 in rekening gebracht;
- 3) op de negatieve kleef is een additionele veiligheidsfactor van 1,35 in rekening gebracht;

Naast dat de planken gecontroleerd worden op knik dient ook de combinatiespanning buiging en normaalspanning gecontroleerd te worden. Volgens § 5.2.3 van [3] hoeft de invloed van de normaalkracht niet meegenomen te worden indien geldt:  $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,1$  (5.17)

Waarin  $N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{m0}$  (5.16)

Uit Tabel 22 blijkt dat voor elke doorsnede aan deze eis wordt voldaan.

doorsnede [-]	type [-]	$N_{Ed}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$0,1 \cdot N_{pl,Rd}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$N_{Ed} < 0,1 N_{pl,Rd}$ [-]
DSN01	AZ20-700 gr. / wat.	232,11	330,10	ACCOORD

Tabel 22 controle normaalkracht en buiging

Verdere controle op moment en normaalspanning kan achterwege blijven.

### 3.6 Stap 9 – Controle op ankerkrachten

In bijlage 3 is de berekening van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) gepresenteerd. In Tabel 23 zijn de uitgangspunten voor de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) samengevat.

doorsnede [-]	ankershelling [° t.o.v. hor.]	niveau verankering [m. %/ N.A.P.]	voorspanning [kN/m <sup>2</sup> ]	P <sub>max,bgt</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	P <sub>max,ugt</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
excl. bolder	35°	+0,40	100,00	107,16	133,51
incl. bolder	35°	+0,40	100,00	298,28	422,24

Tabel 23 specificaties groutinjectieverankering (of gelijkwaardig)

### 3.7 Stap 10 - Controle op vervormingen

De optredende vervormingen worden getoetst aan de in § 2.5.2 gestelde eis:

$$U_{\max} \leq U_{\text{grens}}$$

Er wordt 50,0 mm. als eis gesteld aan de maximaal toelaatbare horizontale vervorming van de stalen damwand. In Tabel 24 wordt de vervormingen gepresenteerd.

doorsnede [-]	type [-]	δ <sub>max</sub> [mm]	niveau vervorming [%/ m NAP]	δ <sub>optredendx</sub> [mm]	toets [-]
DSN01	AZ20-700	50,0	+1,30	50,4	NIET ACCOORD

Tabel 24 controle op vervormingen

De geringe overschrijding van de maximaal toelaatbare horizontale vervorming van de stalen damwand wordt toelaatbaar geacht.

### 3.8 Stap 11 - Controle overige mechanismen

#### 3.8.1 Stap 11.1 – Afschuiving langs een recht glijvlak bij verankerde damwand ('Kranz')

De weerstand die het tussen de stalen damwand en de stalen ankerwand liggende grondlichaam kan leveren, kan berekend worden met de methode 'Kranz'. Er dient te worden voldaan aan:

$$1,5 \cdot P_{\max} \leq P_{KR,rep}$$

Waarin:

P<sub>max</sub> maximaal optredende ankerkracht [kN/m<sup>2</sup>.];

P<sub>KR,rep</sub> maximaal leverbare ankerkracht volgens 'Kranz', bepaald met representatieve waarden voor de grondeigenschappen;

Indien de onderkant van het ankerlichaam op een dieper niveau ligt dan de onderkant van de stalen damwand, wordt altijd voldaan aan bovenstaande voorwaarde.

Uit bijlage 3 en bijlage 4 volgt dat de onderkant van het ankerlichaam op een dieper niveau ligt dan de onderkant van de stalen damwand. Geconcludeerd wordt dat de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig) voldoet op 'Kranz'-stabiliteit.

#### 3.8.2 Stap 11.2 - Grondbreuk (overschrijding draagkracht ondergrond)

Voor de toets op grondbreuk wordt gebruik gemaakt van het berekende percentage gemobiliseerde weerstand. Volgens tabel 3.1 van [4] geldt voor een veiligheidsklasse RC2 berekening een minimale waarde van γ<sub>grondbreuk</sub> van 1,5 [-]. Voor de toets van de gemobiliseerde weerstand wordt de reciproque van deze waarde beschouwd in [%]. In Tabel 25 is het resultaat samengevat.

doorsnede [-]	type [-]	gemob. weerstand BGT [%]	eis < 1/1,5	toets [-]
DSN01	AZ20-700	22,5	66,7%	ACCOORD

Tabel 25 controle op grondbreuk (BGT)

Geconcludeerd wordt dat de stalen damwand voldoet aan de controle op grondbreuk.



### 3.8.3 Stap 11.3 - Verlies van totale stabiliteit

Verlies van de totale stabiliteit wordt getoetst in de D-sheet berekening. In Tabel 26 zijn de resultaten samengevat.

doorsnede [-]	type [-]	stabiliteit [-]	eis > 1	toets [-]
DSN01	AZ20-700	1,99	1,00	ACCOORD

Tabel 26 controle algehele stabiliteit (BGT)

Geconcludeerd wordt dat de stalen damwand algeheel stabiel is.

### 3.8.4 Stap 11.4 - 'Piping'

Het fenomeen 'piping' kan optreden als er een vrije waterspiegel aanwezig is aan de hoge zijde van de stalen damwand. Bovendien dient de (grond-) waterstand aan de lage zijde ten minste gelijk te zijn aan het niveau van het terrein daar.

Voor dit ontwerp is binnen het project gekozen voor de toepassing van een drianagevoorziening. De stalen damwand is derhalve niet getoetst op het fenomeen 'piping'.

### 3.8.5 Stap 11.5 - Overschrijding verticale draagkracht

De damwand wordt zowel op buiging als in verticale richting belast. Met onderstaande formule wordt beoordeeld of de buiging en draagkracht separaat van elkaar bepaald mogen worden.

$$\frac{V_s}{2L-l} > 12,5 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

doorsnede [-]	type damwand	$V_s$ Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. [kN/m <sup>2</sup> ]	$V_s/2L-l$ [kN/m <sup>2</sup> ]	<12,5 [-]
DSN01	AZ20-700	232,11	12,6	NIET ACCOORD

Tabel 27 Interactie berekening verticale draagkracht en buiging

1) de belasting is ontleend aan § 3.5.2;

Uit Tabel 27 blijkt dat de toets voor de doorsnede niet voldoet. De overschrijding is 1% en wordt toelaatbaar geacht. De controle van horizontale en verticale stabiliteit wordt daarom afzonderlijk van elkaar uitgevoerd.

De bepaling van de verticale draagkracht is conform NEN-EN 9997-1+C1+A1:2016 uitgevoerd. In bijlage 5 zijn de resultaten opgenomen. De verticale draagkracht is 465,54 kN/m<sup>1</sup>. De optredende verticale kracht is 232,11 kN/m<sup>1</sup>.

Uit bovenstaande wordt geconcludeerd dat er wordt voldaan aan het niet overschrijden van de verticale draagkracht.

### 3.9 Stap 12 - Uitvoeringsaspecten

In de uitgangspunten van de berekening zijn in de bouwfaserings voorwaarden gesteld voor de uitvoeringswijze. Het is van groot belang dat deze bouwfaserings aangehouden wordt.

1. aanbrengen tijdelijke stalen damwand ten behoeve van een tijdelijke bouwkuip (wordt separaat beschouwd);
2. aanvullen met zand tussen tijdelijke stalen damwand en bestaande stalen damwand;
3. verwijderen bestaande stalen damwand bij sluisdeurhelling A en sluisdeurhelling B middels hoogfrequent variabel trillen;
4. aanbrengen stalen damwand middels hoogfrequent variabel trillen. De uitvoeringsmethode wordt gedetailleerd beschreven in het nader op te stellen uitvoeringsplan;
5. verwijderen stalen damwand bij sluisdeurhelling A middels hoogfrequent variabel trillen;
6. aanbrengen groutinjectieverankering (of gelijkwaardig);
7. aanbrengen stalen gording;
8. aan de actieve zijde van de stalen damwand aanvullen tot minimaal het niveau van de groutinjectieverankering (of gelijkwaardig);

9. na 10 kalenderdagen afspannen groutinjectieverankering (of gelijkwaardig);
10. aanbrengen overige onderdelen;
11. aan de actieve zijde van de stalen damwand aanvullen tot bovenkant stalen damwand;
12. ontgraven aan de passieve zijde van de stalen damwand en aanbrengen onderwatertalud, afemtingen volgens § 2.1.3;

## 4 Resultaten

In Tabel 28 worden de resultaten van de berekening gepresenteerd. de stalen damwand wordt uitgevoerd als gestaffelde stalen damwand. De verhouding van de staffeling is 1 : 1 (dubbele stalen damwandplank lang : dubbele stalen damwandplank kort);

doorsnede [-]	type [-]	staalkwaliteit [-]	bovenkant [+/- m N.A.P.]	onderkant [+/- m N.A.P.]	planklengte [m.]
DSN01 (lang)	AZ20-700	S355GP	+1,30	-12,70	14,00
DSN01 (kort)	AZ20-700	S355GP	+1,30	-8,70	10,00

Tabel 28 samenvatting resultaten

Het staat de uitvoering vrij om een nieuwe gelijkwaardige warmgewalste stalen damwand of een nieuwe gelijkwaardige koudgeformde stalen damwand toe te passen, waarbij de in het ontwerp aangehouden karakteristieken gelden als minimum. Tevens staat het de uitvoering vrij om een langere planklengte toe te passen. Bij een langere stalen damwand dient een raakvlak tussen de stalen damwand en de aanwezige kabels en leidingen vermeden te worden.

De toe te passen groutinjectieverankering is uitgewerkt in bijlage 3.

## **bijlage 1    bep. gereduceerde sterkte- & stijfheidseigenschappen stalen damwand**

(voorblad)



I	40960	35020 cm <sup>4</sup> /m
A	152.0	128.6 cm <sup>2</sup> /m
t <sub>f</sub>	10.00	8.21 mm
t <sub>w</sub>	10.00	8.21 mm
h	421.0	419.2 mm
alpha	51.2	°
b	352.8	mm
c	527.4	mm
A <sub>y</sub>	58.7	48.2 cm <sup>2</sup> /m
S <sub>y</sub>	1150	cm <sup>3</sup> /m
r <sub>0</sub>	15.0	mm
mass	119.3	kg/m <sup>2</sup>

Back: 0.97 mm

I	40960	28390 cm <sup>4</sup> /m
A	152.0	105.5 cm <sup>2</sup> /m
t <sub>f</sub>	10.00	6.21 mm
t <sub>w</sub>	10.00	6.21 mm
h	421.0	417.2 mm
alpha	51.2	°
b	352.8	mm
c	527.4	mm
A <sub>y</sub>	58.7	36.5 cm <sup>2</sup> /m
S <sub>y</sub>	1150	cm <sup>3</sup> /m
r <sub>0</sub>	15.0	mm
mass	119.3	kg/m <sup>2</sup>

Back: 0.97 mm

I	40960	28390 cm <sup>4</sup> /m
A	152.0	105.5 cm <sup>2</sup> /m
t <sub>f</sub>	10.00	6.21 mm
t <sub>w</sub>	10.00	6.21 mm
h	421.0	417.2 mm
alpha	51.2	°
b	352.8	mm
c	527.4	mm
A <sub>y</sub>	58.7	36.5 cm <sup>2</sup> /m
S <sub>y</sub>	1150	cm <sup>3</sup> /m
r <sub>0</sub>	15.0	mm
mass	119.3	kg/m <sup>2</sup>

Back: 0.97 mm

I	40960	34530 cm <sup>4</sup> /m
A	152.0	126.7 cm <sup>2</sup> /m
t <sub>f</sub>	10.00	8.06 mm
t <sub>w</sub>	10.00	8.06 mm
h	421.0	419.1 mm
alpha	51.2	°
b	352.8	mm
c	527.4	mm
A <sub>y</sub>	58.7	47.3 cm <sup>2</sup> /m
S <sub>y</sub>	1150	cm <sup>3</sup> /m
r <sub>0</sub>	15.0	mm
mass	119.3	kg/m <sup>2</sup>

Back: 0.97 mm

## **bijlage 2   bep. negatieve kleef**

(voorblad)

project : **Den Heider: Museumhaven** auteur : H-W. Bolijn  
 kenmerk : O21-005 d.d. :  
 onderwerp : bepaling draagvermogen conform de NEN 9997-1 + C1:2012 paraaf :  
 versie : 0.1 - concept document  
 d.d. : 18-02-2022

**algemeen:**

- NEN-EN 1997-1:2012 is geïntegreerd;
- berekening van de wrijving tussen de stalen damwand en het grondmassief is gebaseerd op verticale grondspanning;
- volumegewichten van het grondmassief zijn effectieve gewichten;

**uitgangspunt(en):**

m.v. niveau ["/. m. N.A.P.] 1,30  
 (grond-) wat. niveau ["/. m. N.A.P.] -0,50  
 type st. damwand [-] AZ20-700  
 $A_{\text{schaacht}}$  [m<sup>2</sup>/per zijde] 1,33  
 $\gamma_{\text{FSmk}}$  [-] 1,00

**berekening(en):**

laag	niveau b.k.	niveau o.k.	h laag	gewicht	$\phi_{\text{,rep}}^{\text{I}}$ [°]	$K_0 \cdot \tan d_j$ [-]	$\sigma_{\text{v,rep}}^{\text{I}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_{\text{nk,rep}}$ [kN/m <sup>1</sup> ]	$F_{\text{nk,rep}}$ [kN/schaacht]
01	1,30	-0,50	1,80	17,00	30,00	0,25	30,60	6,89	9,16
02	-0,50	-0,98	0,48	9,19	27,50	0,25	35,01	10,82	14,39
03	-0,98	-1,00	0,02	4,19	17,50	0,25	35,10	11,00	14,63
04	-1,00	-5,30	4,30	4,19	17,50	0,25	53,11	58,41	77,68
<b>negatieve kleef</b>								<b>[kN/m<sup>1</sup>]</b>	<b>77,68</b>



## **bijlage 3    berekeningsrapportage groutinjectieverankering (of gelijkwaardig)**

(voorblad)

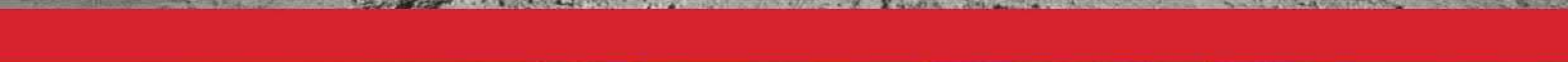


**HIGH5**  
SOLUTIONS

# BEREKENING GROUTANKERS

Den Helder | Museumhaven

21644\_04\_BER-001-versie 1.0



Project : 21644  
Versie : 1.0  
Datum : 18-02-2022

### Opdrachtgever H5S

Van Halteren Infra  
Energieweg 13a  
3751LT Bunschoten

### Onderdeel

DO-engineering groutinjectieankers

### Revisie

versie	Datum	wijziging
1.0	18-02-2022	Ter goedkeuring opdrachtgever

### Datum

vrijdag 18 februari 2022

	naam	functie	datum	akkoord
Opgesteld (H5S)	T. Gijbels BBE	Projectcoördinator/ ontwerper	18-2-2022	Ja
Gecontroleerd (H5S)	D. Dizdarević	Hoofd bedrijfsbureau	18-2-2022	Ja
Geaccepteerd Opdrachtgever				

## INHOUDSOPGAVE

1	Projectomschrijving.....	3
2	Uitgangspunten en referenties .....	4
3	Bepaling ankerkrachten .....	6
4	Controle ankerstaal .....	7
5	Controle grootlichaam .....	8
6	Kranz stabiliteit.....	10
7	Ankerstoel .....	11
8	Samenvatting ankerontwerp.....	12
9	Beproevingen .....	13
	Bijlage 1 – Materiaalspecificaties ankersysteem .....	
	Bijlage 2 – Gebruikte sonderingen .....	
	Bijlage 3 - Voorbeeldformulieren beproevingen.....	

## 1 Projectomschrijving

In de Museumhaven te Den Helder wordt een nieuwe damwandconstructie aangebracht. De damwand constructie zal bestaan uit verankerde stalen damwanden. Onderdeel van de werkzaamheden is het opstellen van een DO-berekening van de verankering.

Voorliggend rapport gaat in op het DO-ontwerp van de verankering.

### **Leeswijzer**

In hoofdstuk twee worden de uitgangspunten en referenties vastgesteld waarop de verdere berekeningen gebaseerd zijn. In hoofdstuk drie worden de anker(toets)krachten bepaald. Hoofdstuk vier gaat in op de sterkte-toetsing van het anker materiaal, vervolgens wordt in hoofdstuk vijf de houdkracht van de ankers bepaald en getoetst. In hoofdstuk zes en zeven wordt respectievelijk ingegaan op de Kranz-stabiliteit en de ankerstoelberekening. Hoofdstuk acht geeft de samenvatting van het ankerontwerp weer en in hoofdstuk negen worden de beproevingen omschreven.

### Deze rapportage heeft drie bijlagen:

- Bijlage 1. Materiaalspecificaties anker materiaal;
- Bijlage 2. Gebruikte sonderingen;
- Bijlage 3. Voorbeeld beproevingsformulieren.

## 2 Uitgangspunten en referenties

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de in dit hoofdstuk genoemde uitgangspunten en referenties.

### Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn van toepassing op deze berekening en worden geacht in het bezit te zijn van opdrachtgever.

- NEN-EN 1990 | Grondslagen constructief ontwerp;
- NEN-EN 1991-1-1 | Belastingen op constructies – algemene belastingen;
- NEN-EN 1993-1-1 | Staalconstructies Algemene regels;
- NEN-EN 1995-5 | Staalconstructies Palen en damwanden (incl. nationale bijlage);
- NEN-9997-1 | Geotechnisch ontwerp van constructies;
- CUR Rapport 166 | Damwandconstructies (deel 1 en 2 inclusief errata 2014).

### Gebruikte documenten

De onderstaande documenten zijn gebruikt voor het opstellen van de berekening en worden geacht in het bezit te zijn van opdrachtgever.

REF	Document	Omschrijving	Opsteller
1	Ontwerp	O21-005-Te-02-BER-DO ber. stalen damwand-1.0	Van Halteren Infra
2	Tekening	Tekening is nog op te stellen	
3	Sonderingen	Ground Research 2001 d.d. 23-08-2001 Sondering nr. 15	Ground Research

Tabel 1 - gebruikte documenten

### Overzicht ankerconfiguratie conform referentiedocumenten documenten.

- De onderstaande tabel geldt als verdere input voor de berekeningen in dit rapport;
- De tabel is gebaseerd op de [REF-1] zoals omschreven in tabel 1;
- De kracht in de doorsnede zonder bolder is 130 kN/m. (UGT) en 106 kN/m. (BGT). De kracht in de doorsnede met bolder is 420 kN/m. (UGT) en 294 kN/m. (BGT).
- De belasting in een anker t.p.v. een bolder is dan 4,20 m. – 1,00 m. \* 130 kN/m. + 1,00 m. \* 420 kN/m. = 836 kN (UGT).

doorsnede	aangrijp-niveau	h.o.h.	ankerhoek	P <sub>max</sub> UGT axiaal	P <sub>max</sub> BGT axiaal	P <sub>max</sub> UGT axiaal	P <sub>max</sub> BGT axiaal	maaiveld	b.k. grout
[-]	[m NAP]	[m]	[graden]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN / anker]	[kN / anker]	[m NAP]	[m NAP]
Fase 6	0,40	4,20	35	130	106	545	443	1,00	-10,00
Fase 7 (bolder)	0,40	4,20	35	Zie boven	Zie boven	836	632	1,00	-10,00

Tabel 2 - overzicht ankerconfiguratie

### **Gebruikte sonderingen**

Voor het opstellen van de berekening zijn de sonderingen gebruikt conform [REF-3].

### **Materialen**

Onderstaand wordt omschreven uit welke materialen het toe te passen ankersysteem bestaat.

#### Ankerstangen en koppelbussen

Toegepast worden holle ankerbuizen, voorzien van schroefdraad, vervaardigd uit constructiestaal E470. De ankersegmenten tot 6m<sup>1</sup> lang, worden onderling verbonden door middel van koppelbussen. Op de voorkant van het anker bevindt zich een boorkop. De aansluiting op de ankerstoel wordt vervaardigd door het aanbrengen van een moer.

#### Groutsamenstelling

Toegepast wordt een groutmortel N-28 > 25 N/mm<sup>2</sup>.

#### Ankerstoel

De ankerstoel is samengesteld uit constructiestaal en is voorzien van een kantelconstructie.

De materiaalspecificaties van de ankerstangen en groutmortel zijn bijgevoegd in [bijlage 1](#).

### **Veiligheidsklasse**

- De constructie is ingedeeld in veiligheidsklasse RC2;
- De ankerbelasting  $P_{max,UGT}$  is gebaseerd op de voornoemde veiligheidsklasse;
- De veiligheidsklasse is niet van invloed op de partiële- en materiaalfactoren voor de ankerberekening;
- Er wordt rekening gehouden met ankeruitval.

### **Ontwerplevensduur**

- Er wordt rekening gehouden met 1,20mm corrosie rondom de ankerstang.

### **Minimale ankerlengte (Kranz)**

- De minimale (fictieve) ankerlengte is reken technisch door opdrachtgever te controleren;
- Tijdens het beproeven wordt de fictieve ankerlengte getoetst in het werk.

### **Uitvoeringsaspecten**

Voor het aanbrengen van de ankers wordt verwezen naar het werkplan:

[21644\\_07\\_WP-001-werkplan ankers](#)

### 3 Bepaling ankerkrachten

Op basis van de in hoofdstuk twee omschreven uitgangspunten worden de ankers per doorsnede getoetst op de onderstaande ankerkrachten.

Conform de CUR166 6<sup>e</sup> druk geldt (stap 9.3):

- Toets ankerstaaf UGT :  $P_{d,staal} = 1,25 \times P_{max}$
- Toets groutlichaam UGT :  $P_{d,grout} = 1,10 \times P_{max}$
- Toetskracht bij ankeruitval : zie onderstaand.
  - Voor de ankers zonder bolder:
    - BGT 443 kN + ½ BGT belasting van een bolderanker ( $0,5 \times 681 = 341$  kN).
    - Derhalve totaal 759 kN;
  - Voor de ankers met bolder:
    - BGT 632 kN + volledige BGT belasting normaal anker à 443 kN.
    - Derhalve totaal 1075 kN.

De samenvatting ankerkracht en toetskrachten is in onderstaande tabel weergegeven.

doorsnede	$P_{max}$ UGT axiaal	$P_{max}$ BGT axiaal	toetskracht ankerstang $1,25 \times P_{max,UGT}$	toets groutlichaam $1,10 \times P_{max,UGT}$	toetskracht ankerstang ankeruitval	toets groutlichaam ankeruitval
[-]	[kN/anker]	[kN/anker]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Fase 6	545	443	681	599	759	759
Fase 7 (bolder)	836	632	1044	919	1075	1075

Tabel 3 - toetskrachten verankering per doorsnede (oranje is maatgevend voor de ankerstaaf)



## 4 Controle ankerstaal

In deze paragraaf wordt het toe te passen ankerstaal gecontroleerd.

Voor de specificatie van het toe te passen anker materiaal wordt verwezen naar [bijlage 1](#).

**Voor de toetsing van de ankerstang geldt conform CUR166 6<sup>e</sup> druk:**

$$P_{d,staal} < R_{t,d}$$

waarin:

$P_{d,staal}$  is de rekenwaarde van de uittrekweerstand, die ten minste gelijk is aan de rekenwaarde van de ankerbelasting conform CUR166 6<sup>e</sup> druk (stap 9.3).

$R_{t,d}$  de rekenwaarde van de materiaalsterkte van de ankerstaaf of streng (voorspanstaal), bepaald volgens de NEN-EN-1993-5.

De rekenwaarde  $R_{t,d}$  van de materiaalsterkte wordt gedefinieerd als laagste waarde van:

$$F_{t,Rd} = K_t \times f_{ua} \times A_s / \gamma_{M2} \text{ en:}$$

$$F_{t,Rd} = f_y \times A_g / \gamma_{M0}$$

waarin:

$K_t$  = [0,90] reductiefactor voor schroefdraad

$f_{ua}$  = karakteristieke waarde treksterkte anker materiaal

$A_s$  = (netto) staaldoorsnede schroefdraadverbinding

$\gamma_{M2}$  = [1,25] materiaalfactor m.b.t. sterkte schroefdraadverbinding

$f_y$  = karakteristieke waarde vloeigrens anker materiaal

$A_g$  = (netto) staaldoorsnede van de staaf of buis

$\gamma_{M0}$  = [1,00] materiaalfactor m.b.t. vloeisterkte constructiestaal

In onderstaande tabellen wordt de toe te passen ankerstang getoetst.

doorsnede	ankertype	buitendiameter	binnendiameter	wanddikte	doorsnede voor corrosie	corrosie rondom
[-]	[-]	[mm <sup>1</sup> ]	[mm <sup>1</sup> ]	[mm <sup>1</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>1</sup> ]
Fase 6	60,3 x 12,5	60,30	35,30	12,50	1849	1,20
Fase 7 (bolder)	76,1 x 14,2	76,10	47,70	14,20	2707	1,20

Tabel 4 – controle ankerstaal (basisafmeting en corrosie)

doorsnede	buitendiameter na corrosie	doorsnede na corrosie	$F_{y,d}$	$F_{u,d}$	$F_{t,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$R_{t,d}$	$P_{d,staal}$	u.c.
[-]	[mm <sup>1</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[n/mm <sup>2</sup> ]	[n/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[ $P_{d,staal} / R_{t,d}$ ]
Deel midden	57,90	1654	500	700	827	834	827	759	0,92
Deel zuid	73,70	2479	500	700	1240	1249	1240	1075	0,87

Tabel 5 - controle ankerstaal (toetsing doorsnede)

Geconcludeerd wordt dat de gekozen ankerstangen voldoen.

## 5 Controle groutlichaam

In deze paragraaf wordt de houdkrachtberekening van het groutlichaam uitgevoerd.  
 De gemiddelde conusweerstand zoals gehanteerd in tabel 6 worden aangetoond in [bijlage 2](#).

Voor de toetsing houdkracht van het groutlichaam geldt conform CUR166 6<sup>e</sup> druk:

$$P_{d;grout} \leq R_{a;d}$$

waarin  $R_{a;d}$  wordt bepaald volgens:

$R_{a;d}$	= $R_{a;k} / \gamma_a$	$L_a$	= lengte groutlichaam
$R_{a;k}$	= $R_{a;min} / \xi_a$ bij $n \leq 3$	$q_{c;gem}$	= gemiddelde conusweerstand van bovenkant tot onderkant groutlichaam
$R_{a;k}$	= $R_{a;gem} / \xi_a$ bij $n > 3$	$\xi_a$	= 1,00 (100% beproeven)
$R_{a;min}$	= $\alpha_t \times O \times L_a \times q_{c;gem}$	$\gamma_a$	= 1,20 (100% beproeven)
$\alpha_t$	= 0,015	$q_{c;gem}$	= bepalen na afsnuiten op 15 MPa
O	= diameter boorkop +20mm <sup>1</sup> oppersing		

voor de onderlinge afstand en diepteligging van het groutlichaam geldt:

h.o.h. afstand groutlichaam	= minimaal 8 x diameter groutlichaam (tussen 2 groutlichamen 7xD)
bovenkant groutlichaam	= minimaal 5 m <sup>1</sup> - maaiveld
bovenkant groutlichaam	= minimaal 1 m <sup>1</sup> dekking van een niet cohesieve laag.

In de onderstaande tabel wordt de houdkracht van het groutlichaam berekend en getoetst.

doorsnede	anker type	specificatie groutlichaam						houdkracht en controle					
		∅ boor	∅ grout	α <sub>t</sub>	omtrek	L <sub>grout</sub>	Q <sub>c;gem</sub>	P <sub>max;UGT</sub>	P <sub>d;grout</sub>	R <sub>a;min</sub>	R <sub>a;k</sub>	R <sub>a;d</sub>	u.c.
[-]	[-]	[mm <sup>1</sup> ]	[mm <sup>1</sup> ]	[-]	[mm <sup>1</sup> ]	[m <sup>1</sup> ]	[MPa]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[P <sub>d</sub> /R <sub>a;d</sub> ]
Fase 6	60,3 x 12,5	180	200	0,015	628	10	9	545	599	848	848	707	0,85
Fase 7 (bolder)	76,1 x 14,2	280	300	0,015	942	9	9	836	919	1145	1145	954	0,96

Tabel 6 - resultaten houdkrachtberekening

In onderstaande tabel wordt de onderlinge afstand en geometrie van het groutlichaam getoetst.

doorsnede	m.v.	aangrijp-niveau	anker-hoek	b.k. grout	o.k. grout	vrije lengte	totale lengte *	horizontale afstand tot o.k. grout	dekking grout t.o.v. mv.	zand dekking grout	h.o.h. grout
[-]	[m NAP]	[m NAP]	[graden]	[m NAP]	[m NAP]	[m <sup>1</sup> ]	[m <sup>1</sup> ]	[m <sup>1</sup> ]	[min. 5m <sup>1</sup> ]	[min. 1m <sup>1</sup> ]	[min 8xD]
Fase 6	1,00	0,40	35,00	-10,00	-15,74	18,1	28,1	23,0	11 = o.k.	Ja = o.k.	21 = o.k.
Fase 7 (bolder)	1,00	0,40	35,00	-10,00	-15,16	18,1	27,1	22,2	11 = o.k.	Ja = o.k.	14 = o.k.

Tabel 7 - diepteligging groutlichaam (\*genoemde lengte is theoretisch exclusief overlengte)

Onderstaand wordt de houdkracht bij ankeruitval getoetst.

doorsnede	$P_{d,ankeruitval}$	$R_{a,k}$	u.c.
[-]	[kN]	[kN]	[-]
Fase 6	759	848	0,90
Fase 7 (bolder)	1075	1145	0,94

Tabel 8 - toets op ankeruitval

Op basis van de in dit hoofdstuk genoemde toetscriteria wordt geconcludeerd dat het groullichaam voldoende houdkracht en onderlinge afstand heeft. Middels beproevingen (zie hoofdstuk 9) wordt dit gecontroleerd.

## 6 Kranz stabiliteit

Te controleren door opdrachtgever.

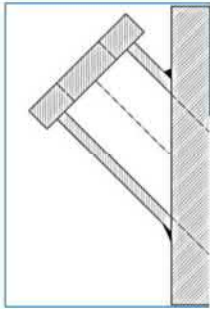
In het werk wordt middels beproevingen de vrije ankerlengte gecontroleerd.

doorsnede	L fictief
{-}	[m <sup>1</sup> ]
Fase 6	23,4
Fase 7 (bolder)	22,9

## 7 Ankerstoel

De berekening van de ankerstoelen wordt in UO-fase uitgewerkt.

Er wordt uitgegaan van een gelaste ankerstoelconstructie conform onderstaande principeschets.



## 8 Samenvatting ankerontwerp

Op basis van de bovenstaande hoofdstukken is onderstaand de samenvatting van het ontwerp weergegeven.

doorsnede	ankertype	aangrijp-niveau	h.o.h.	ankerhoek	$P_{\text{maxaxiaal}}$	praktische ankerlengte	$L_{\text{grout}}$	boorkop	aantal
[-]	[-]	[m NAP]	[m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[st.]
Fase 6	60,3 x 12,5	0,40	4,20	35	545	29	10,0	180	6
Fase 7 (bolder)	76,1 x 14,2	0,40	4,20	35	836	28	9,0	280	5

Tabel 9 - samenvatting ontwerp

### Opmerkingen bijbehorende de ontwerpsamenvatting:

- De genoemde ankerlengte in tabel 9 is de praktische ankerlengte inclusief overlengte;
- De praktische lengte dient lang genoeg te zijn om de moer alsmede de oplenger voor het afspannen te kunnen opdraaien;
- De weergegeven afmeting boorkop is exclusief 20mm<sup>1</sup> oppersing zoals is aangehouden in de houdkrachtberekening.

## 9 Beproevingen

Na het aanbrengen en uitharden van de ankers, en alsmede het aanvullen achter de damwand worden op 95% van de ankers controleproeven uitgevoerd conform CUR166 6<sup>e</sup> druk. Op 5% van de ankers worden geschiktheidsproeven uitgevoerd.

Tijdens controle- en geschiktheidsproeven (langeduurproeven) wordt de belasting in stappen opgevoerd vanaf de initiële kracht  $P_i$  tot  $P_d$ . De initiële kracht  $P_i$  bedraagt maximaal circa 10 % van tot  $P_d$  om ongewenste speling in het meetsysteem uit te schakelen. Aandachtspunt is het voldoende aanvullen en verdichten tot aan de bovenkant van de grondkering, de kans op ongewenste verplaatsing van de damwand te voorkomen.

Een anker voldoet als de maximale kruipmaat over een waarnemingsperiode ten hoogste  $1,0 \text{ mm}^1$  bedraagt. Ten tijde van de beproevingen wordt eveneens de vrije ankerlengte gecontroleerd middels de onderstaande formule.

Toets fictieve ankerlengte, voldoet als:

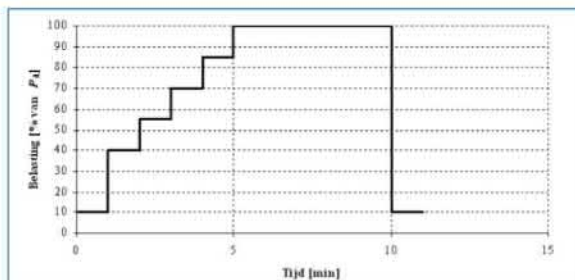
$$L_{app} = \frac{\Delta l EA}{P_d - P_i}$$

( $>0,8 \times L_{tr} + L_e$  en  $<L_{tr} + L_e + 0,5 L_{tb}$ )

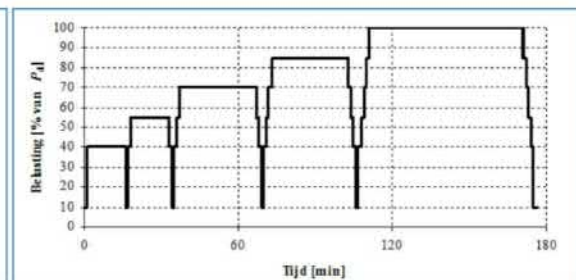
Onderstaand zijn de testbelastingen per doorsnede weergegeven:

testbelasting per anker in kN									
doorsnede	90% vloeisterkte anker	$P_i$	$0,4P_d$	$0,55P_d$	$0,70P_d$	$0,85P_d$	$P_d$	$P_i$	voorspan kracht
Fase 6	832	60	240	330	419	509	599	60	150 kN
Fase 7 (bolder)	1218	92	368	506	643	781	919	92	150 kN

Tabel 10 – testbelasting voor controle- en geschiktheidsproeven.



Figuur 1 – belastingsschema controleproef



Figuur 2 - belastingsschema geschiktheidsproef

In [bijlage 3](#) zijn de voorbeeldformulieren voor de beproevingen bijgevoegd.

Projectnummer : 21644  
Datum : 18-2-2022  
Documentnaam : 21644\_04\_BER-001-1.0  
Versie : 1.0  
Project : Verankering stalen damwand | Den Helder - Museumhaven



---

## Bijlage 1 – Materiaalspecificaties ankersysteem



## ANKERTABEL ZELFBOREND ANKERSYSTEEM

Antkertype	Ø 38,0 x 8,8 mm	Ø 38,0 x 11,0 mm	Ø 42,4 x 8,0 mm	Ø 42,4 x 11,0 mm	Ø 51,0 x 10,0 mm	Ø 51,0 x 12,5 mm	Ø 60,3 x 12,5 mm	Ø 60,3 x 16,0 mm	Ø 70,0 x 17,5 mm	Ø 70,0 x 20,0 mm	Ø 76,1 x 14,2 mm
Item	Unit	40/20	40/16	44/26	44/20	53/31	53/26	63/35	63/28	72/30	78/48
Buitendiameter	mm	38,0	38,0	42,4	42,4	51,0	51,0	60,3	60,3	70,0	76,1
Wanddikte	mm	8,8	11,0	8,0	11,0	10,0	12,5	16,0	16,0	20,0	14,2
Oppervlakte [net]	mm <sup>2</sup>	754	893	808	1.038	1.221	1.447	2.194	2.194	3.110	2.707
Gewicht	kg/m <sup>3</sup>	6,34	7,32	6,79	8,52	10,11	11,87	17,48	17,48	24,86	21,68
Minimale vloeisterkte (Re)	N/mm <sup>2</sup>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Minimale vloeikracht (Fp0.2)	kN	377	446	404	519	610	723	925	1.097	1.555	1.354
Minimale breuksterkte (Rm)	N/mm <sup>2</sup>	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Minimale breukkracht (Ftu)	kN	528	625	566	727	855	1.013	1.295	1.536	2.177	1.895
Staaikwaliteit	-	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470
Schroefdraad richting	-	Links	Links	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts

Antkertype	Ø 76,1 x 17,5 mm	Ø 82,5 x 17,5 mm	Ø 82,5 x 20,0 mm	Ø 82,5 x 22,2 mm	Ø 101,6 x 17,5 mm	Ø 101,6 x 22,2 mm	Ø 101,6 x 25,0 mm	Ø 101,6 x 28,0 mm	Ø 101,6 x 30,0 mm	Ø 114,3 x 25,0 mm	Ø 114,3 x 30,0 mm
Item	Unit	78/41	85/48	85/43	85/38	103/57	103/52	103/47	103/43	117/64	117/54
Buitendiameter	mm	76,1	82,5	82,5	82,5	101,6	101,6	101,6	101,6	114,3	114,3
Wanddikte	mm	17,5	17,5	20,0	22,2	17,5	22,2	28,0	30,0	25,0	30,0
Oppervlakte [net]	mm <sup>2</sup>	3.190	3.503	3.888	4.164	4.578	5.510	6.442	6.715	6.979	7.906
Gewicht	kg/m <sup>3</sup>	25,29	28,05	30,83	33,01	36,30	43,47	50,82	52,97	55,06	62,37
Minimale vloeisterkte fy	N/mm <sup>2</sup>	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Minimale vloeikracht fy	kN	1.595	1.752	1.944	2.082	2.289	2.755	3.221	3.357	3.489	3.953
Minimale breuksterkte fu	N/mm <sup>2</sup>	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Minimale breukkracht fu	kN	2.233	2.452	2.722	2.915	3.205	3.857	4.509	4.700	4.885	5.534
Staaikwaliteit	-	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470	E470
Schroefdraad richting	-	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts	Rechts

### Niet rekening gehouden met:

- Vermoeding
- Invloed van nationale bijlagen
- Corrosie

### Overige ankerklasses:

- Eventueel beschikbaar op aanvraag

# Productinformatieblad



**webertec GM 42 is een kant en klaar fabrieksmatig vervaardigde cementgebonden droge mortel.**

- Kant-en-klaar
- CEM III
- Sterkteklasse >25 N/mm<sup>2</sup>

## Toepassing

De mortel wordt verwerkt op een klantspecifieke wijze als:

## Groutmortel in de funderingsindustrie

## Leveringsvorm

Silo (afhankelijk van silocapaciteit en de wettelijk toegestane gewichten)

Bulk (afhankelijk van silocapaciteit en de wettelijk toegestane gewichten)

## Verkrijgbaarheid

Op aanvraag

## Product eigenschappen

Kant-en-klaar groutmortel voor de funderingsindustrie, sterkteklasse >25 N/mm<sup>2</sup>, CEM III.

## Classificatie

Sterkteklasse: >25 N/mm<sup>2</sup>

## Kleuren

Grijs

## Verbruik

Afhankelijk van de in het werk toegepaste consistentie.

## Dosering

Bulk:

Stel de waterdosering in zodat de juist consistentie wordt verkregen. Eigenschappen zijn bepaald op basis van een water-drogemortelfactor van 0.50.

De waterdosering is te controleren doormiddel van het indampen van de groutspecie.

## Gebruiksaanwijzing

# Productinformatieblad



## Vorbereiding

webertec GM 42 wordt op geheel klantspecifieke wijze toegepast.

## Aanmaken

Waterhoeveelheid: Klantspecifiek. Gebruik voor het aanmaken van de betonspecie bij voorkeur drinkwater of leidingwater (NEN-EN 1008), bij twijfel is nader onderzoek nodig naar de geschiktheid van het te gebruiken water. Mengen (Weber Beamix equipment): meng overeenkomstig de handleiding behorende bij het desbetreffende mengsysteem.

## Verwerken

Verwerk de aangemaakte mortelspecie boven 5°C. Werk niet tegen, op of in een bevroren ondergrond. Een bevroren ondergrond heeft een negatieve reactie op de hydratatiesnelheid van cement.

## Nabehandelen

Bescherm het afgewerkte morteloppervlak tegen tocht en uitdroging door langdurig afdekken met vochtig jute of plastic folie. Bescherm het morteloppervlak tegen bevriezing.

## Reinigen

Het gebruikte gereedschap kan met water worden gereinigd. Verhard materiaal kan alleen mechanisch worden verwijderd.

## Verwerkingssystemen

Afhankelijk van de klantspecifieke toepassing wordt webertec GM 42 aangeleverd in een Silo mengpomp unit, of in een silo met opvoerschroef.

## Technische informatie

### Grondstoffen

Bindmiddel: hoogovencement CEM III/ / B (EN 197-1)  
Toeslagmateriaal: geen  
Grootste korrelafmeting: 0,125 mm  
Toevoegingen: kalksteenmeel (EN 13139)  
Hulpstoffen: geen

### Eigenschappen mortelspecie

Eigenschappen zijn bepaald op basis van een water-drogemortelfactor 0.50  
Uitlevering: 855 l/ton\*

### Eigenschappen verharde mortel

Eigenschappen zijn bepaald op basis van een water-drogemortelfactor 0.50  
Volumieke massa: 1750 kg/m<sup>3</sup> (28 dagen)  
Druksterkte: >25 N/mm<sup>2</sup> (28 dagen)\*  
Proefstukken 150 x 150 x 150 mm, bewaaromstandigheid 20 °C/onder water.  
\* Productspecificaties met betrekking tot certificering.

### Houdbaarheid

12 maanden houdbaar na productiedatum indien droog en vorstvrij opgeslagen in de originele en gesloten verpakking.

### Certificeringen

Projectnummer : 21644  
Datum : 18-2-2022  
Documentnaam : 21644\_04\_BER-001-1.0  
Versie : 1.0  
Project : Verankering stalen damwand | Den Helder - Museumhaven



---

## Bijlage 2 – Gebruikte sonderingen



## Ground Research

Milieukundig adviesbureau

Tel. nr.: 023 - 5580193

Fax nr.: 023 - 5580194

Mob. tel.: 06 - 51400638

Postbus 27

1723 ZG Noord-Scharwoude

## Sonderingsrapport

**Sondeernummer:**

S1 t/m S20

**Ten behoeve van:**

Geotechnisch bodemonderzoek

**Locatie:**

Adres            Oude Rijkswerf  
Te                Den Helder

**d.d.Uitv.:**

21-08 en 22-08-01

**Opdrachtgever:**

Naam            Ingenieursbureau M.U.C.  
Adres            Bredaseweg 43  
Woonplaats    6844 CK Terheijden

**Rapportage:**

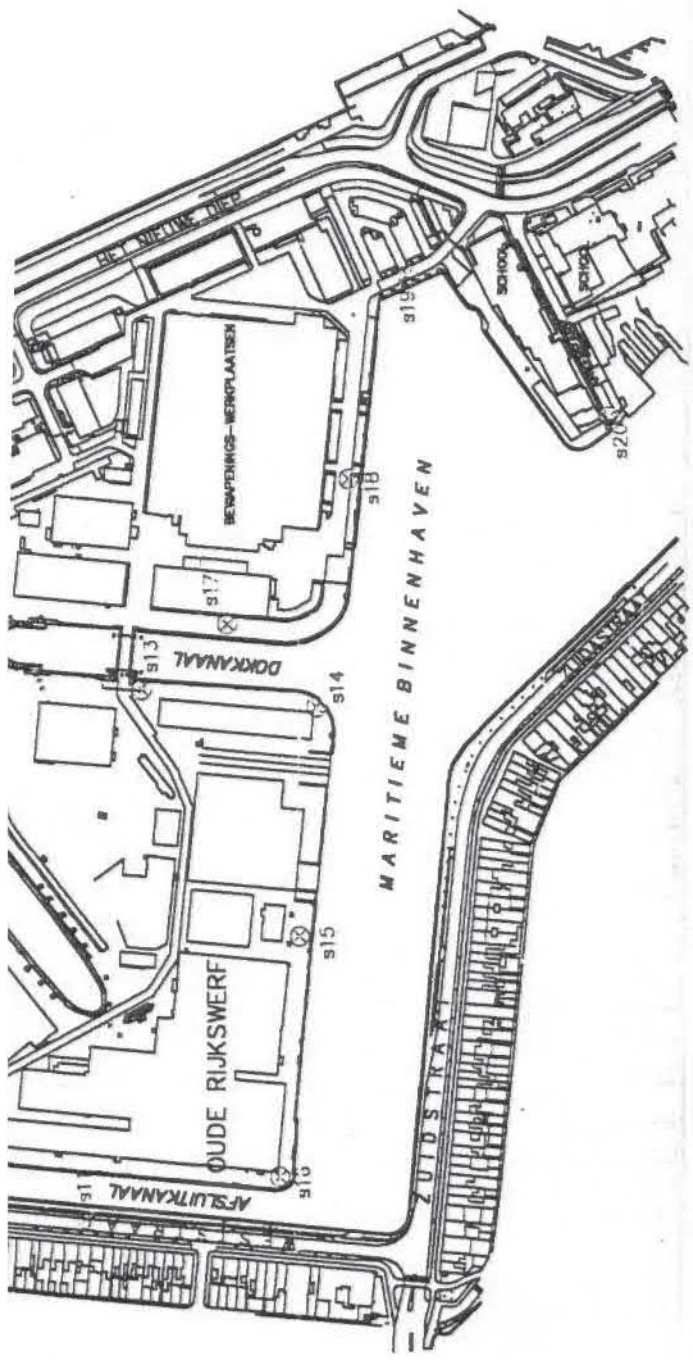
P. T. C. M. Komen

**Bijlagen:**

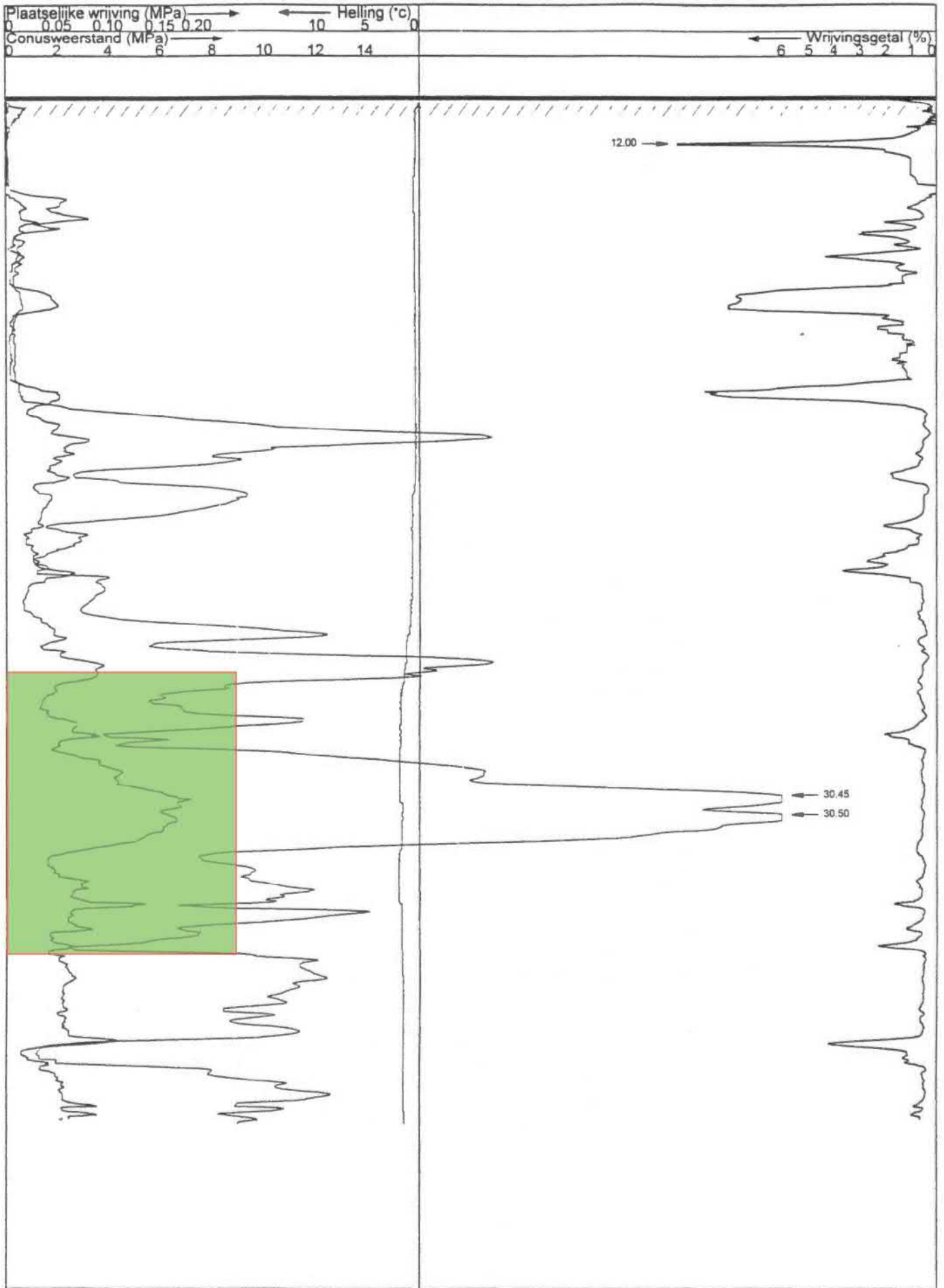
Locatie tekening  
Waterpasstaat

**Opmerking:**

Grondwaterstand:            -0.13 t.o.v. N.A.P.  
18x voorgeboord i.v.m. puin en kabels/leidingen



- ⊗ = SONDERING (TOTAAL 20 STUKS)
- SONDERINGEN:
- INCL. KLEEFMETING
- 20 M DIEP T.O.V. MAAVELD
- INMETEN IN HOOGTE (T.O.V. NAP) EN LOKATIE
- Hoogte NAP bout in noordoostzijde kerk



**OPDRACHT NR : 7680**  
**SONDERING : 15**  
 DATUM : 23-8-2001 TIJD : 0:00  
 OPDRACHTGEVER : Ground Research  
 OMSCHRIJVING : Den Helder

SONDEERMEESTER :  
 REFERENTIE NIVO : 1.23 m t.o.v. N.A.P.  
 CONUS TYPE : CF Nr. :  
 HELLINGOPNEMER : Nr. :  
 EINDWAARDE HELLING : 1.5  
 OPMERKING :

Projectnummer : 21644  
Datum : 18-2-2022  
Documentnaam : 21644\_04\_BER-001-1.0  
Versie : 1.0  
Project : Verankering stalen damwand | Den Helder - Museumhaven



---

## Bijlage 3 - Voorbeeldformulieren beproevingen



# Anker controleproef conform NEN-EN-ISO 22477-5



Klant		Tester/Spanmeester:											
Contactpersoon:		Doornede/locatie											
Contactpersoon H55:													
Project:													
Projectlocatie:													
Datum:													
Vrijebijze:													
Ankernummer:													
Beproevingdatum:													
Ankertype:													
Totale lengte:													
Grootte(s):													
L <sub>theoretisch</sub> :													
L <sub>reel</sub> :													
Overlengte + teststang:													
Step	tijd [min]	Testkracht [kN]	Tesdruk [bar]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]	verplaatsing [mm]
Losomkracht anker (indien van toepassing): Bij loskomen maar/vig klik op 0,00 zetten:													
10%	1	100	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40%	1	400	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55%	1	550	262	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70%	1	700	333	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
85%	1	850	405	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100%	0	1000	476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[ta] [a]	1												
	2												
	3												
	4												
[tb] [b]	5	C1											
	10												
[tc] [c]	15	C2	indien criteria 1 niet behaald										
	20												
	25												
[td] [d]	30	C3	indien criteria 2 niet behaald										
	35												
	40												
[te] [e]	45	C4	indien criteria 3 niet behaald										
10%	1	100	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afspankracht volgens ontwerp:		1000	476										
Afwijkende voorspankracht = gelijk aan bokomkracht				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1 voldoet als: $tb \cdot sa \leq 0,20mm^2$			sb-sa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C2 voldoet als: $sc \cdot tb \leq 0,48mm^2$			sc-sb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3 voldoet als: $sd \cdot sc \leq 0,30mm^2$			sd-sc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C4 voldoet als: $te \cdot sd \leq 0,17mm^2$			se-sd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale fictieve ankerlengte, voldoet als: ( $0,8 \times l_H + L_e + 0,5 \cdot l_H$ )			$l_{app} = \frac{\Delta EA}{F_a} - F_t$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Conclude beproeving													
akkoord: knipmaat en toets fictieve ankerlengte voldoen				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
niet-akkoord: knipmaat en/of toets fictieve ankerlengte voldoen niet				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Opmerkingen:			Netto verlenging in meters	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Stijfheid anker in kN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Oppervlakte anker [mm <sup>2</sup> ]										
			Emodules [v/mm <sup>2</sup> ]										

# Anker geschiktheidsproef conform ISO22477-5



Klant:				Tester/Spanmeester:															
Contactpersoon:				Opmerkingen					Doorsnede/locatie				Ankernummer						
Contactpersoon HSS:																			
Project:																			
Projectlocatie:																			
Datum beproeving:																			
Vijzeltype:				1 Bar = 10 kN															
Ankertype:	[ - ]			logaritme in tijd									Loskomkracht anker (indien van toepassing):						
Totale lengte:	[m]			0	0,30103	0,477121	0,60206	0,69897	0,845098	1	1,176091	1,30103	1,477121	1,653213	1,778151	1,954243	[bar]		
Groutlengte:	[m]			Netto verlenging in meters 0,000													[kN]	0	
L <sub>app</sub> theoretisch:	[m]			Stijfheid anker in kN 672600													Bij loskomen moer/wig klok op 0,00 zetten		
Overlengte + teststang:	[m]			Oppervlak anker [mm²] 3540															
				Emodule [n/mm²] 190000															
Proefbelasting:				1000	kN														
[bar]	[kN]	%	tijd [min]	verplaatsing [mm]															
10	100	10%	1	1	2	3	4	5	7	10	15	20	30	45	60	90			
40	400	40%	15	Kruipmaat stap t=7min-15min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
10	100	10%	1	Kruipmaat stap 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
55	550	55%	15	Kruipmaat stap t=7min-15min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
10	100	10%	1	Kruipmaat stap 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
55	550	55%	1	Kruipmaat stap t=7min-15min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
70	700	70%	30	Kruipmaat stap t=15min-30min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
55	550	55%	1	Kruipmaat stap t=7min-15min 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
10	100	10%	1	Kruipmaat stap 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
55	550	55%	1	Kruipmaat stap t=15min-30min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
70	700	70%	1	Kruipmaat stap t=7min-15min 0,00															
85	850	85%	30	Kruipmaat stap t=15min-30min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
70	700	70%	1	Kruipmaat stap t=7min-15min 0,00															
55	550	55%	1	Kruipmaat stap 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
10	100	10%	1	Kruipmaat stap 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
55	550	55%	1	Kruipmaat stap t=30min-60min 0,00													Kruipmaat totaal 0,00		
70	700	70%	1	Kruipmaat stap 0,00															
55	550	55%	1	Kruipmaat stap 0,00															
40	400	40%	1	Kruipmaat stap 0,00															
10	100	10%	1	Kruipmaat stap 0,00															
Afspankracht				0,00															
10,00	100		1																
Afwijkende voorspankracht = gelijk aan loskomkracht																			
Toets fictieve ankerlengte, voldoet als: (>0,8 x L <sub>a</sub> + L <sub>e</sub> en <L <sub>a</sub> + L <sub>e</sub> + 0,5 L <sub>a</sub> )				L <sub>app</sub> = $\frac{\Delta l EA}{P_d - P_i}$													0,0		
				Conclusie beproeving									akkoord niet akkoord						
				akkoord: kruipmaat en toets fictieve ankerlengte voldoen niet akkoord: kruipmaat en toets fictieve ankerlengte voldoet niet															

## **bijlage 4 in- & uitvoer D-Sheet DSN01**

(voorblad)

## Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls  
Developed by Deltares

Company: Van Halteren Infra  
Date of report: 18-2-2022  
Time of report: 14:31:50  
Report with version: 20.2.1.30962  
Date of calculation: 18-2-2022  
Time of calculation: 14:28:34  
Calculated with version: 20.2.1.30962  
File name: H21-013; DSN06; CPT0000000160994; 0.21  
Project identification: H21-013; DSN06; CPT0000000160994; 0.21

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9957-1:2016)

## 1 Table of Contents

1	Table of Contents	2
2	Summary	6
2.1	Overview per Stage and Test	6
2.2	Anchors and Struts	7
2.3	Overall Stability per Stage	8
3	Input Data for all Stages	8
3.1	General Input Data	8
3.2	Sheet Piling Properties	8
3.2.1	General Properties	8
3.2.2	Stiffness EI (elastic behaviour)	8
3.2.3	Maximum Allowable Moments	8
3.3	Calculation Options	8
4	Step 6.3 Stage 1: fase (1)	14
4.1	Calculation Results	14
4.1.1	Moments, Forces and Displacements	16
5	Step 6.4 Stage 1: fase (1)	16
5.1	Calculation Results	16
5.1.1	Moments, Forces and Displacements	16
6	Step 6.5 Stage 1: fase (1)	18
6.1	General Input Data	18
6.2	Input Data Left	18
6.2.1	Calculation Method	18
6.2.2	Water Level	18
6.2.3	Surface	18
6.2.4	Soil Material Properties in Profile: links (1)	18
6.2.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	19
6.3	Calculated Earth Pressure Coefficients Left	20
6.4	Calculated Force from a Layer - Left Side	20
6.5	Input Data Right	21
6.5.1	Calculation Method	21
6.5.2	Water Level	21
6.5.3	Surface	21
6.5.4	Soil Material Properties in Profile: rechts (1)	21
6.5.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	22
6.6	Calculated Earth Pressure Coefficients Right	22
6.7	Calculated Force from a Layer - Right Side	23
6.8	Calculation Results	23
6.8.1	Charts of Moments, Forces and Displacements	24
6.8.2	Moments, Forces and Displacements	24
6.8.3	Charts of Stresses	25
6.8.4	Stresses	26
6.8.5	Percentage Mobilized Resistance	27
7	Step 6.3 Stage 2: fase (2)	28
7.1	Calculation Results	28
7.1.1	Moments, Forces and Displacements	28
8	Step 6.4 Stage 2: fase (2)	30
8.1	Calculation Results	30
8.1.1	Moments, Forces and Displacements	30
9	Step 6.5 Stage 2: fase (2)	32
9.1	General Input Data	32
9.2	Input Data Left	32
9.2.1	Calculation Method	32
9.2.2	Water Level	32
9.2.3	Surface	32
9.2.4	Soil Material Properties in Profile: links (2)	32
9.2.5	Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	33
9.2.6	Anchors	34
9.3	Calculated Earth Pressure Coefficients Left	34
9.4	Calculated Force from a Layer - Left Side	35
9.5	Input Data Right	35
9.5.1	Calculation Method	35
9.5.2	Water Level	35
9.5.3	Surface	35
9.5.4	Soil Material Properties in Profile: rechts (2)	35

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	36
9.5.6 Surcharge Loads	37
9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	37
9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	37
9.8 Calculation Results	37
9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	38
9.8.2 Moments, Forces and Displacements	38
9.8.3 Charts of Stresses	39
9.8.4 Stresses	40
9.8.5 Percentage Mobilized Resistance	41
9.8.6 Anchors/Struts	41
10 Step 6.3 Stage 3: fase (3)	42
10.1 Calculation Results	42
10.1.1 Moments, Forces and Displacements	42
11 Step 6.4 Stage 3: fase (3)	44
11.1 Calculation Results	44
11.1.1 Moments, Forces and Displacements	44
12 Step 6.5 Stage 3: fase (3)	46
12.1 General Input Data	46
12.2 Input Data Left	46
12.2.1 Calculation Method	46
12.2.2 Water Level	46
12.2.3 Surface	46
12.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (3)	46
12.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	47
12.2.6 Anchors	48
12.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	48
12.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	49
12.5 Input Data Right	49
12.5.1 Calculation Method	49
12.5.2 Water Level	49
12.5.3 Surface	49
12.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (3)	49
12.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	50
12.5.6 Surcharge Loads	51
12.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	51
12.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	51
12.8 Calculation Results	52
12.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	52
12.8.2 Moments, Forces and Displacements	52
12.8.3 Charts of Stresses	53
12.8.4 Stresses	54
12.8.5 Percentage Mobilized Resistance	55
12.8.6 Anchors/Struts	55
13 Step 6.3 Stage 4: fase (4)	56
13.1 Calculation Results	56
13.1.1 Moments, Forces and Displacements	56
14 Step 6.4 Stage 4: fase (4)	58
14.1 Calculation Results	58
14.1.1 Moments, Forces and Displacements	58
15 Step 6.5 Stage 4: fase (4)	60
15.1 General Input Data	60
15.1.1 Normal Forces	60
15.1.2 Moments	60
15.2 Input Data Left	60
15.2.1 Calculation Method	60
15.2.2 Water Level	60
15.2.3 Surface	60
15.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (4)	60
15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	61
15.2.6 Anchors	61
15.2.7 Surcharge Loads	62
15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	62
15.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	63
15.5 Input Data Right	63
15.5.1 Calculation Method	63
15.5.2 Water Level	63

15.5.3 Surface	63
15.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (4)	63
15.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	64
15.5.6 Surcharge Loads	65
15.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	65
15.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	65
15.8 Calculation Results	66
15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	66
15.8.2 Moments, Forces and Displacements	66
15.8.3 Charts of Stresses	67
15.8.4 Stresses	68
15.8.5 Percentage Mobilized Resistance	69
15.8.6 Anchors/Struts	69
16 Step 6.3 Stage 5: fase (5)	70
16.1 Calculation Results	70
16.1.1 Moments, Forces and Displacements	70
17 Step 6.4 Stage 5: fase (5)	72
17.1 Calculation Results	72
17.1.1 Moments, Forces and Displacements	72
18 Step 6.5 Stage 5: fase (5)	74
18.1 General Input Data	74
18.1.1 Normal Forces	74
18.1.2 Moments	74
18.2 Input Data Left	74
18.2.1 Calculation Method	74
18.2.2 Water Level	74
18.2.3 Surface	74
18.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (5)	74
18.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	75
18.2.6 Anchors	76
18.2.7 Surcharge Loads	76
18.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	76
18.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	77
18.5 Input Data Right	77
18.5.1 Calculation Method	77
18.5.2 Water Level	77
18.5.3 Surface	77
18.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (5)	77
18.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	78
18.5.6 Surcharge Loads	79
18.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	79
18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side	79
18.8 Calculation Results	80
18.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	80
18.8.2 Moments, Forces and Displacements	80
18.8.3 Charts of Stresses	81
18.8.4 Stresses	82
18.8.5 Percentage Mobilized Resistance	83
18.8.6 Anchors/Struts	83
19 Step 6.3 Stage 6: fase (6)	84
19.1 Calculation Results	84
19.1.1 Moments, Forces and Displacements	84
20 Step 6.4 Stage 6: fase (6)	86
20.1 Calculation Results	86
20.1.1 Moments, Forces and Displacements	86
21 Step 6.5 Stage 6: fase (6)	88
21.1 General Input Data	88
21.1.1 Normal Forces	88
21.1.2 Horizontal Loads	88
21.1.3 Moments	88
21.2 Input Data Left	88
21.2.1 Calculation Method	88
21.2.2 Water Level	88
21.2.3 Surface	88
21.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (6)	88
21.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	90
21.2.6 Anchors	90

- 90 21.2.7 Surcharge Loads
- 91 21.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left
- 92 21.4 Calculated Force from a Layer - Left Side
- 93 21.5 Input Data Right
- 94 21.5.1 Calculation Method
- 95 21.5.2 Water Level
- 96 21.5.3 Surface
- 97 21.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (6)
- 98 21.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)
- 99 21.5.6 Surcharge Loads
- 100 21.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right
- 101 21.7 Calculated Force from a Layer - Right Side
- 102 21.8 Calculation Results
- 103 21.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements
- 104 21.8.2 Moments, Forces and Displacements
- 105 21.8.3 Charts of Stresses
- 106 21.8.4 Stresses
- 107 21.8.5 Percentage Mobilized Resistance
- 108 21.8.6 Anchors/Struts
- 109 22 Step 6.3 Stage 7: fase (7)
- 110 22.1 Calculation Results
- 111 22.1.1 Moments, Forces and Displacements
- 112 23 Step 6.4 Stage 7: fase (7)
- 113 23.1 Calculation Results
- 114 23.1.1 Moments, Forces and Displacements
- 115 24 Step 6.5 Stage 7: fase (7)
- 116 24.1 General Input Data
- 117 24.1.1 Normal Forces
- 118 24.1.2 Horizontal Loads
- 119 24.1.3 Moments
- 120 24.2 Input Data Left
- 121 24.2.1 Calculation Method
- 122 24.2.2 Water Level
- 123 24.2.3 Surface
- 124 24.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (7)
- 125 24.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)
- 126 24.2.6 Anchors
- 127 24.2.7 Surcharge Loads
- 128 24.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left
- 129 24.4 Calculated Force from a Layer - Left Side
- 130 24.5 Input Data Right
- 131 24.5.1 Calculation Method
- 132 24.5.2 Water Level
- 133 24.5.3 Surface
- 134 24.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (7)
- 135 24.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)
- 136 24.5.6 Surcharge Loads
- 137 24.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right
- 138 24.7 Calculated Force from a Layer - Right Side
- 139 24.8 Calculation Results
- 140 24.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements
- 141 24.8.2 Moments, Forces and Displacements
- 142 24.8.3 Charts of Stresses
- 143 24.8.4 Stresses
- 144 24.8.5 Percentage Mobilized Resistance
- 145 24.8.6 Anchors/Struts

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3	-70,06	-70,06	-36,05	0,0	15,9	
1	EC7(NL)-Step 6.4	-67,79	-67,79	-36,05	0,0	16,2	
1	EC7(NL)-Step 6.5	15,3	-27,55	-23,35	0,0	12,9	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	-33,06	-28,02	-28,02			
2	EC7(NL)-Step 6.3	154,34	154,34	-75,05	24,3	28,3	
2	EC7(NL)-Step 6.4	140,00	140,00	-78,80	24,8	29,4	
2	EC7(NL)-Step 6.5	25,3	110,78	-64,00	18,1	21,5	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	132,94	132,94	-76,80			
3	EC7(NL)-Step 6.3	150,68	150,68	-74,78	24,2	28,3	
3	EC7(NL)-Step 6.4	142,75	142,75	-76,48	24,5	28,8	
3	EC7(NL)-Step 6.5	25,1	115,70	67,56	18,2	21,6	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	138,85	138,85	81,07			
4	EC7(NL)-Step 6.3	215,62	215,62	96,74	32,6	37,9	
4	EC7(NL)-Step 6.4	204,07	204,07	-96,02	33,2	39,0	
4	EC7(NL)-Step 6.5	27,7	135,40	-74,13	18,8	22,3	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	162,48	162,48	-88,96			
5	EC7(NL)-Step 6.3	215,22	215,22	96,60	32,6	37,9	
5	EC7(NL)-Step 6.4	204,24	204,24	-95,93	33,2	39,0	
5	EC7(NL)-Step 6.5	27,7	135,40	-74,13	18,8	22,3	
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	162,48	162,48	-88,96			
6	EC7(NL)-Step 6.3	215,22	215,22	96,60	32,6	37,9	
6	EC7(NL)-Step 6.4	204,24	204,24	-95,93	33,2	39,0	
6	EC7(NL)-Step 6.5	26,7	134,12	77,32	18,9	22,4	
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	160,95	160,95	92,78			
7	EC7(NL)-Step 6.3	-207,71	-207,71	-227,33	29,5	34,4	
7	EC7(NL)-Step 6.4	-207,73	-207,73	-227,33	29,9	35,0	
7	EC7(NL)-Step 6.5	39,1	-170,56	-151,96	18,7	22,2	
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	-204,67	-204,67	-182,35			
Max		39,1	215,62	-227,33	33,2	39,0	

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Ø76,1-14,2 mm. (h.o.h...)		Status
		Force [kN]	State	
2	EC7(NL)-Step 6.3	82,41	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.4	77,84	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	77,68	Elastic	
2	EC7(NL)-Step 9.1	-	-	
3	EC7(NL)-Step 6.3	100,00	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.4	100,00	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	120,00	Elastic	
3	EC7(NL)-Step 9.1	-	-	
4	EC7(NL)-Step 6.3	133,51	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.4	126,43	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	128,59	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 9.1	-	-	
5	EC7(NL)-Step 6.3	132,77	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.4	127,17	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	128,59	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 9.1	131,62	Elastic	
6	EC7(NL)-Step 6.3	132,77	Elastic	

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut	
		Force [kN]	State
6	EC7(NL)-Step 5.4	127,17	Elastic
6	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	112,38	Elastic
6	EC7(NL)-Step 9.1	131,62	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.3	<b>422,24</b>	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.4	420,32	Elastic
7	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	357,93	Elastic
7	EC7(NL)-Step 9.1	421,72	Elastic
Max		<b>422,24</b>	

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
fase (1)	3,48
fase (2)	2,32
fase (3)	2,32
fase (4)	2,18
fase (5)	2,18
fase (6)	2,27
fase (7)	1,99

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

Model Sheet piling  
 Check vertical balance No  
 Number of construction stages 7  
 Unit weight of water 9,81 kN/m<sup>3</sup>  
 Number of curves for spring characteristics 3  
 Unloading curve on spring characteristic No  
 Elastic calculation Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length 14,00 m  
 Level top side 1,30 m  
 Number of sections 4

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 20 -700 (S2...	-0,30	1,30	Steel	1,00
AZ 20 -700 (S2...	-4,30	-0,30	Steel	1,00
AZ 20 -700 (S2...	-8,70	-4,30	Steel	1,00
AZ 20 -700 (S2...	-12,70	-8,70	Steel	0,50

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm <sup>2</sup> /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm <sup>2</sup> /m]	Note to reduction factor
AZ 20 -700 (S2...	8,6016E+04	0,85	7,3114E+04	corr.: 1,79mm.Ø1jr.
AZ 20 -700 (S2...	8,6016E+04	0,69	5,9351E+04	corr.: 3,79mm.Ø1jr.
AZ 20 -700 (S2...	8,6016E+04	0,69	5,9351E+04	corr.: 3,79mm.Ø1jr.
AZ 20 -700 (S2...	8,6016E+04	0,84	3,6127E+04	corr.: 1,94mm.Ø1jr.

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr,charrel [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mrd,el [kNm]
AZ 20 -700 (S2...	525,00	1,00	1,00	0,86	451,50
AZ 20 -700 (S2...	525,00	1,00	1,00	0,70	367,50
AZ 20 -700 (S2...	525,00	1,00	1,00	0,70	367,50
AZ 20 -700 (S2...	525,00	1,00	1,00	0,85	223,13

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation  
 Calculation refinement  
 Reduce delta(s) according to CUR  
 Verification

No  
 Coarse  
 Yes  
 EC7 NA NL – method B:  
 Partial factors (design values) in verified stage only.  
 Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Verification of stage

1: fase (1)

Multiplication factor for anchor stiffness

1,000

Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I	
Factors on loads - Geotechnical loads	1,000	
- Permanent load, unfavourable	1,000	
- Variable load, unfavourable	1,000	
- Variable load, favourable	0,000	
Factors on loads - Constructive loads	1,000	
- Permanent load, unfavourable	1,000	
- Variable load, favourable	1,000	
- Variable load, unfavourable	0,000	
Material factors	1,000	
- Cohesion	1,050	
- Tangent phi	1,050	
- Delta (wall friction angle)*	1,300	
- Modulus of low representative subgrade reaction		
Geometry modification	10,00 %	
- Increase retaining height	0,50 m	
- Maximum increase retaining height	0,15 m	
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,15 m	
- Raise in phreatic line on passive side **	0,15 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	
Factors on representative values	1,200	
- Partial factor on M, D and Pmax		
Overall stability factors	1,300	
- Cohesion	1,200	
- Tangent phi	1,000	
- Factor on unit weight soil		
Verification of stage	2: fase (2)	
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000	
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I	
Factors on loads - Geotechnical loads	1,000	
- Permanent load, unfavourable	1,000	
- Variable load, favourable	1,000	
- Variable load, unfavourable	0,000	
Factors on loads - Constructive loads	1,000	
- Permanent load, unfavourable	1,000	
- Variable load, favourable	1,000	
- Variable load, unfavourable	0,000	
Material factors	1,000	
- Cohesion	1,050	
- Tangent phi	1,050	
- Delta (wall friction angle)*	1,300	
- Modulus of low representative subgrade reaction		
Geometry modification	10,00 %	
- Increase retaining height	0,50 m	
- Maximum increase retaining height	0,15 m	
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,15 m	
- Raise in phreatic line on passive side **	0,15 m	
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m	

- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	1,300
- Cohesion	1,200
- Tangent phi	1,000
- Factor on unit weight soil	
Verification of stage	3: fase (3)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 0 RC0 is added for simple constructions. To be compared with CUR class I
Factors on loads - Geotechnical loads	1,000
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	1,000
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	0,000
Material factors	1,000
- Cohesion	1,050
- Tangent phi	1,050
- Delta (wall friction angle)*	1,300
- Modulus of low representative subgrade reaction	
Geometry modification	10,00 %
- Increase retaining height	0,50 m
- Maximum increase retaining height	0,15 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,15 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,15 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	1,200
- Partial factor on M, D and Pmax	
Overall stability factors	1,300
- Cohesion	1,200
- Tangent phi	1,000
- Factor on unit weight soil	
Verification of stage	4: fase (4)
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	1,000
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	1,100
- Variable load, unfavourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	1,350
- Permanent load, unfavourable	0,900
- Variable load, favourable	1,500
- Variable load, unfavourable	0,000



## Van Halteren Infra

Material factors  
 - Cohesion 1,262 User defined  
 - Tangent phi 1,187 User defined  
 - Delta (wall friction angle)\* 1,187 User defined  
 - Modulus of low representative subgrade reaction 1,313 User defined

Geometry modification  
 - Increase retaining height 10,00 %  
 - Maximum increase retaining height 0,50 m  
 - Reduction in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on active side 0,05 m

Factors on representative values  
 - Partial factor on M, D and Pmax 1,200

Overall stability factors  
 - Cohesion 1,464 User defined  
 - Tangent phi 1,262 User defined  
 - Factor on unit weight soil 1,010 User defined

Verification of stage 5: fase (5)

Multiplication factor for anchor stiffness 0,863

Used partial factor set RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads  
 - Permanent load, unfavourable 1,000  
 - Permanent load, favourable 1,000  
 - Variable load, unfavourable 1,100  
 - Variable load, favourable 0,000

Factors on loads - Constructive loads  
 - Permanent load, unfavourable 1,350  
 - Permanent load, favourable 0,900  
 - Variable load, unfavourable 1,500  
 - Variable load, favourable 0,000

Material factors  
 - Cohesion 1,262 User defined  
 - Tangent phi 1,187 User defined  
 - Delta (wall friction angle)\* 1,187 User defined  
 - Modulus of low representative subgrade reaction 1,313 User defined

Geometry modification  
 - Increase retaining height 10,00 %  
 - Maximum increase retaining height 0,50 m  
 - Reduction in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on active side 0,05 m

Factors on representative values  
 - Partial factor on M, D and Pmax 1,200

Overall stability factors  
 - Cohesion 1,464 User defined  
 - Tangent phi 1,262 User defined  
 - Factor on unit weight soil 1,010 User defined

Verification of stage 6: fase (6)

Multiplication factor for anchor stiffness 0,863

Used partial factor set RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads  
 - Permanent load, unfavourable 1,000

## Van Halteren Infra

- Permanent load, favourable 1,000  
 - Variable load, unfavourable 1,100  
 - Variable load, favourable 0,000

Factors on loads - Constructive loads  
 - Permanent load, unfavourable 1,350  
 - Permanent load, favourable 0,900  
 - Variable load, unfavourable 1,500  
 - Variable load, favourable 0,000

Material factors  
 - Cohesion 1,262 User defined  
 - Tangent phi 1,187 User defined  
 - Delta (wall friction angle)\* 1,187 User defined  
 - Modulus of low representative subgrade reaction 1,313 User defined

Geometry modification  
 - Increase retaining height 10,00 %  
 - Maximum increase retaining height 0,50 m  
 - Reduction in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on active side 0,05 m

Factors on representative values  
 - Partial factor on M, D and Pmax 1,200

Overall stability factors  
 - Cohesion 1,464 User defined  
 - Tangent phi 1,262 User defined  
 - Factor on unit weight soil 1,010 User defined

Verification of stage 7: fase (7)

Multiplication factor for anchor stiffness 0,863

Used partial factor set RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads  
 - Permanent load, unfavourable 1,000  
 - Permanent load, favourable 1,000  
 - Variable load, unfavourable 1,100  
 - Variable load, favourable 0,000

Factors on loads - Constructive loads  
 - Permanent load, unfavourable 1,350  
 - Permanent load, favourable 0,900  
 - Variable load, unfavourable 1,500  
 - Variable load, favourable 0,000

Material factors  
 - Cohesion 1,262 User defined  
 - Tangent phi 1,187 User defined  
 - Delta (wall friction angle)\* 1,187 User defined  
 - Modulus of low representative subgrade reaction 1,313 User defined

Geometry modification  
 - Increase retaining height 10,00 %  
 - Maximum increase retaining height 0,50 m  
 - Reduction in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on passive side \*\* 0,25 m  
 - Raise in phreatic line on active side 0,05 m

Factors on representative values  
 - Partial factor on M, D and Pmax 1,200

Overall stability factors  
 - Cohesion 1,464 User defined  
 - Tangent phi 1,262 User defined  
 - Factor on unit weight soil 1,010 User defined

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

**4 Step 6.3 Stage 1: fase (1)**

**4.1 Calculation Results**

Number of iterations: 5

**4.1.1 Moments, Forces and Displacements**

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	<b>50,4</b>
1	0,85	0,00	0,00	<b>47,8</b>
2	0,85	0,00	0,00	<b>47,8</b>
2	0,40	0,00	0,00	<b>45,2</b>
3	0,40	0,00	0,00	<b>45,2</b>
3	0,05	0,00	0,00	<b>43,2</b>
4	0,05	0,00	0,00	<b>43,2</b>
4	-0,30	0,00	0,00	<b>41,2</b>
5	-0,30	0,00	0,00	<b>41,2</b>
5	-0,45	0,00	0,00	<b>40,3</b>
6	-0,45	0,00	0,00	<b>40,3</b>
6	-0,50	0,00	-0,01	<b>40,0</b>
7	-0,50	0,00	-0,01	<b>40,0</b>
7	-0,60	-0,01	-0,11	<b>39,4</b>
8	-0,60	-0,01	-0,11	<b>39,4</b>
8	-0,65	-0,01	-0,20	<b>39,1</b>
9	-0,65	-0,01	-0,20	<b>39,1</b>
9	-0,98	-0,18	-0,84	<b>37,2</b>
10	-0,98	-0,18	-0,84	<b>37,2</b>
10	-1,00	-0,20	-0,88	<b>37,1</b>
11	-1,00	-0,20	-0,88	<b>37,1</b>
11	-1,66	-1,21	-2,18	<b>33,3</b>
12	-1,66	-1,21	-2,18	<b>33,3</b>
12	-2,32	-3,08	-3,47	<b>29,5</b>
13	-2,32	-3,08	-3,47	<b>29,5</b>
13	-2,98	-5,80	-4,77	<b>25,7</b>
14	-2,98	-5,80	-4,77	<b>25,7</b>
14	-3,64	-9,37	-6,06	<b>21,9</b>
15	-3,64	-9,37	-6,06	<b>21,9</b>
15	-4,30	-13,80	-7,36	<b>18,2</b>
16	-4,30	-13,80	-7,36	<b>18,2</b>
16	-4,80	-21,16	-30,04	<b>15,5</b>
17	-4,80	-21,16	-30,04	<b>15,5</b>
17	-5,30	-37,67	-36,05	<b>12,9</b>
18	-5,30	-37,68	-36,05	<b>12,9</b>
18	-5,90	-57,73	-28,77	<b>9,9</b>
19	-5,90	-57,72	-28,76	<b>9,9</b>
19	-6,30	-66,54	-14,59	<b>8,2</b>
20	-6,30	-66,54	-14,59	<b>8,2</b>
20	-6,60	-69,47	-4,90	<b>6,9</b>
21	-6,60	-69,48	-4,87	<b>6,9</b>
21	-7,20	-69,08	5,07	<b>4,8</b>
22	-7,20	-69,08	5,08	<b>4,8</b>
22	-7,80	-64,79	7,92	<b>3,1</b>
23	-7,80	-64,79	7,91	<b>3,1</b>
23	-8,25	-59,23	16,11	<b>2,1</b>
24	-8,25	-59,23	16,12	<b>2,1</b>
24	-8,70	-50,82	20,23	<b>1,3</b>
25	-8,70	-50,82	20,23	<b>1,3</b>
25	-9,17	-40,36	23,67	<b>0,7</b>
26	-9,17	-40,36	23,66	<b>0,7</b>
26	-9,63	-29,34	23,00	<b>0,4</b>
27	-9,63	-29,34	23,00	<b>0,4</b>
27	-10,10	-19,23	20,05	<b>0,2</b>
28	-10,10	-19,23	20,04	<b>0,2</b>

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,67	-9,54	14,10	0,1
29	-10,67	-9,54	14,10	0,1
29	-11,23	-3,24	8,11	0,1
30	-11,23	-3,24	8,11	0,1
30	-11,80	-0,30	2,24	0,2
31	-11,80	-0,30	2,24	0,2
31	-12,50	0,10	-0,92	0,2
32	-12,50	0,10	-0,92	0,2
32	-12,70	0,00	0,00	0,3
Max		<b>-69,48</b>	<b>-36,05</b>	<b>50,4</b>
Max, minor nodes incl.		-70,06	-36,05	50,4

5 Step 6.4 Stage 1: fase (1)

5.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	<b>36,1</b>
1	0,85	0,00	0,00	34,1
2	0,85	0,00	0,00	34,1
2	0,40	0,00	0,00	32,1
3	0,40	0,00	0,00	32,1
3	0,05	0,00	0,00	30,5
4	0,05	0,00	0,00	30,5
4	-0,30	0,00	0,00	29,0
5	-0,30	0,00	0,00	29,0
5	-0,45	0,00	0,00	28,3
6	-0,45	0,00	0,00	28,3
6	-0,50	0,00	-0,01	28,1
7	-0,50	0,00	-0,01	28,1
7	-0,60	-0,01	-0,11	27,6
8	-0,60	-0,01	-0,11	27,6
8	-0,65	-0,01	-0,20	27,4
9	-0,65	-0,01	-0,20	27,4
9	-0,98	-0,18	-0,84	25,9
10	-0,98	-0,18	-0,84	25,9
10	-1,00	-0,20	-0,88	25,8
11	-1,00	-0,20	-0,88	25,8
11	-1,166	-1,21	-2,18	22,9
12	-1,166	-1,21	-2,18	22,9
12	-2,32	-3,08	-3,47	20,0
13	-2,32	-3,08	-3,47	20,0
13	-2,98	-5,80	-4,77	17,1
14	-2,98	-5,80	-4,77	17,1
14	-3,64	-9,37	-6,06	14,2
15	-3,64	-9,37	-6,06	14,2
15	-4,30	-13,80	-7,36	11,5
16	-4,30	-13,80	-7,36	11,5
16	-4,80	-21,16	-30,04	9,4
17	-4,80	-21,16	-30,04	9,4
17	-5,30	-37,67	-36,05	7,5
18	-5,30	-37,67	-36,05	7,5
18	-5,90	-57,65	-28,07	5,3
19	-5,90	-57,65	-28,05	5,3
19	-6,30	-65,90	-12,18	4,1
20	-6,30	-65,90	-12,17	4,1
20	-6,60	<b>-67,79</b>	-0,29	3,3
21	-6,60	<b>-67,79</b>	-0,27	3,3
21	-7,20	-63,70	13,20	2,0
22	-7,20	-63,69	13,29	2,0
22	-7,80	-53,82	17,67	1,1
23	-7,80	-53,82	17,67	1,1
23	-8,25	-44,08	24,63	0,6
24	-8,25	-44,08	24,65	0,6
24	-8,70	-32,71	24,44	0,2
25	-8,70	-32,71	24,43	0,2
25	-9,17	-21,51	22,75	0,1
26	-9,17	-21,51	22,73	0,1
26	-9,63	-11,93	18,06	0,0
27	-9,63	-11,93	18,05	0,0
27	-10,10	-4,71	12,92	0,0
28	-10,10	-4,71	12,92	0,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10.67	0.90	6.91	0.1
29	-10.67	0.90	6.91	0.1
29	-11.23	3.24	1.38	0.1
30	-11.23	3.24	1.38	0.1
30	-11.80	2.54	-3.84	0.1
31	-11.80	2.54	-3.83	0.1
31	-12.50	0.27	-2.73	0.1
32	-12.50	0.27	-2.73	0.1
32	-12.70	0.00	0.00	0.1
Max		<b>-67.79</b>	<b>-36.05</b>	<b>36.1</b>
Max, minor nodes incl.		-67.79	-36.05	36.1

6 Step 6.5 Stage 1: fase (1)

6.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -0.50 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	-4.30
0.20	-4.30
0.21	-0.73
19.63	1.36

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (1)

Layer name	Level [m]	Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Unit weight
07 zand; sch; l	1.36	17.00	19.00	
22 klei; st zandig	-0.98	18.00	18.00	
16 klei; schoon; ...	-1.00	14.00	14.00	
07 zand; sch; l	-5.30	17.00	19.00	
08 zand; sch; m	-5.90	18.00	20.00	
07 zand; sch; l	-6.30	17.00	19.00	
20 klei; zw z; m	-6.60	18.00	18.00	
07 zand; sch; l	-7.80	17.00	19.00	
07 zand; sch; l (s)	-8.70	17.00	19.00	
20 klei; zw z; m ...	-10.10	18.00	18.00	
08 zand; sch; m ...	-11.80	18.00	20.00	
09 zand; sch; v ...	-12.50	19.00	21.00	
09 zand; sch; v	-12.70	19.00	21.00	
08 zand; sch; m	-12.90	18.00	20.00	
07 zand; sch; l	-13.50	17.00	19.00	

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	1.36	0.00	30.00	20.00	20.00
22 klei; st zandig	-0.98	0.00	27.50	18.33	18.33
16 klei; schoon; ...	-1.00	0.00	17.50	11.67	11.67
07 zand; sch; l	-5.30	0.00	30.00	20.00	20.00
08 zand; sch; m	-5.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-6.30	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m	-6.60	5.00	22.50	15.00	15.00
07 zand; sch; l	-7.80	0.00	30.00	20.00	20.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	5.00	22.50	15.00	15.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	0.00	32.50	21.67	16.60
09 zand; sch; v ...	-12.50	0.00	35.00	23.33	16.60
09 zand; sch; v	-12.70	0.00	35.00	23.33	16.60
08 zand; sch; m	-12.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-13.50	0.00	30.00	20.00	20.00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	1,36	1,00	1,00	Fine
22 klei; st zandig	-0,98	1,00	1,00	Fine
16 klei; schoon; ...	-1,00	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-5,30	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-5,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-7,80	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

18-2-2022

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
22 klei; st zandig	-0,98	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-5,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-5,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
22 klei; st zandig	-0,98	1000,00	1000,00	500,00	500,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
07 zand; sch; l	-5,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
08 zand; sch; m	-5,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

18-2-2022

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	3000,00	3000,00
22 klei; st zandig	-0,98	250,00	250,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	500,00	500,00
07 zand; sch; l	-5,30	3000,00	3000,00
08 zand; sch; m	-5,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,55	43,8	395,3	7,68	7,68	69,24
2	-5,05	12,3	103,6	0,85	1,35	7,20
3	-5,60	9,6	240,3	0,47	1,03	11,60
4	-6,10	9,1	285,6	0,34	0,89	10,67
5	-6,45	10,8	316,4	0,35	0,85	10,26
6	-6,90	10,1	256,8	0,28	0,86	7,25
7	-7,50	13,2	276,3	0,32	0,82	6,71
8	-8,03	16,8	434,3	0,36	0,72	9,36
9	-8,47	17,2	481,9	0,34	0,69	9,43
10	-8,93	18,6	477,2	0,17	0,67	17,09
11	-9,40	20,0	477,2	0,16	0,66	15,72
12	-9,87	21,4	503,4	0,16	0,64	15,37
13	-10,38	24,0	386,3	0,23	0,71	8,21
14	-10,95	26,9	399,8	0,24	0,70	7,91
15	-11,52	29,0	417,8	0,24	0,69	7,73
16	-12,15	25,7	635,4	0,15	0,56	14,51
17	-12,60	23,8	760,7	0,13	0,53	16,41

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0,00
22 klei; st zandig	0,00
16 klei; schoon; slap	27,14
07 zand; sch; l	5,77
08 zand; sch; m	3,64
07 zand; sch; l	3,23
20 klei; zw z; m	29,82
07 zand; sch; l	21,10
07 zand; sch; l (s)	38,46
20 klei; zw z; m (s)	85,55
08 zand; sch; m (s)	26,43
09 zand; sch; v (s)	6,00
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0,50 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,30

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechte (1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat. [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
16 klei; schoon; ...	-4,30	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	18,00	20,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	21,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
16 klei; schoon; ...	-4,30	0,00	17,50	11,67	11,67
07 zand; sch; l	-5,30	0,00	30,00	20,00	20,00
08 zand; sch; m	-5,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
16 klei; schoon; ...	-4,30	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-5,30	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-5,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m...	-11,80	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
16 klei; schoon; ...	-4,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-5,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-5,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
16 klei; schoon; ...	-4,30	2000,00	2000,00	800,00	800,00
07 zand; sch; l	-5,30	12000,00	20000,00	6000,00	6000,00
08 zand; sch; m	-5,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
16 klei; schoon; ...	-4,30	500,00	500,00
07 zand; sch; l	-5,30	3000,00	3000,00
08 zand; sch; m	-5,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients	
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Kp [-]
1	-4,55	0,5	2,5	0,47	0,70
2	-5,05	1,5	7,6	0,47	2,42

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
3	-5.60	1.9	40.3	0.28	0.50	5.81
4	-6.10	2.9	68.6	0.25	0.46	5.84
5	-6.45	4.2	87.0	0.28	0.50	5.74
6	-6.90	1.5	88.2	0.08	0.62	4.64
7	-7.50	3.4	103.3	0.14	0.62	4.32
8	-8.03	7.9	165.4	0.28	0.50	5.82
9	-8.47	9.1	188.1	0.28	0.50	5.78
10	-8.93	10.3	211.8	0.14	0.50	11.52
11	-9.40	11.5	236.2	0.14	0.50	11.50
12	-9.87	12.7	260.6	0.14	0.50	11.49
13	-10.38	13.2	192.4	0.18	0.62	5.79
14	-10.95	15.0	207.1	0.18	0.62	5.70
15	-11.52	16.8	221.9	0.19	0.62	5.63
16	-12.15	16.2	380.3	0.12	0.46	11.70
17	-12.60	15.4	474.6	0.11	0.43	13.62

6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
16 klei; schoon; slap	3.79
07 zand; sch; l	16.23
08 zand; sch; m	16.75
07 zand; sch; l	10.90
20 klei; zw z; m	24.62
07 zand; sch; l	23.60
07 zand; sch; l (s)	45.99
20 klei; zw z; m (s)	61.39
08 zand; sch; m (s)	29.01
09 zand; sch; v (s)	9.68
09 zand; sch; v	0.00
08 zand; sch; m	0.00
07 zand; sch; l	0.00

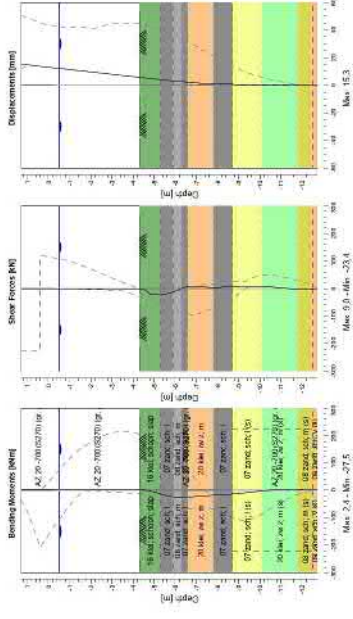
6.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: fase (1)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0

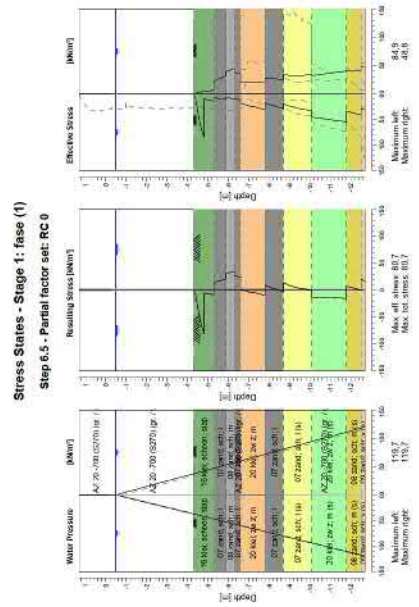


6.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1.30	0.00	0.00	15.3
1	0.85	0.00	0.00	14.5
2	0.85	0.00	0.00	14.5
2	0.40	0.00	0.00	13.7
3	0.40	0.00	0.00	13.7
3	0.05	0.00	0.00	13.1
4	0.05	0.00	0.00	13.1
4	-0.30	0.00	0.00	12.5
5	-0.30	0.00	0.00	12.5
5	-0.50	0.00	0.00	12.2
6	-0.50	0.00	0.00	12.2
6	-0.60	0.00	0.00	12.0
7	-0.60	0.00	0.00	12.0
7	-0.98	0.00	0.00	11.4
8	-0.98	0.00	0.00	11.4
8	-1.00	0.00	0.00	11.3
9	-1.00	0.00	0.00	11.3
9	-1.66	0.00	0.00	10.2
10	-1.66	0.00	0.00	10.2
10	-2.32	0.00	0.00	9.1
11	-2.32	0.00	0.00	9.1
11	-2.98	0.00	0.00	8.0
12	-2.98	0.00	0.00	8.0
12	-3.64	0.00	0.00	6.8
13	-3.64	0.00	0.00	6.8
13	-4.30	0.00	0.00	5.7
14	-4.30	0.00	0.00	5.7
14	-4.80	-3.13	-19.90	4.9
15	-4.80	-3.13	-19.90	4.9
15	-5.30	-13.88	-23.35	4.0
16	-5.30	-13.88	-23.34	4.0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-5.90	-24.96	-12.88	3.1
17	-5.90	-24.96	-12.88	3.1
17	-6.30	-27.55	0.23	2.6
18	-6.30	-27.55	0.23	2.6
18	-6.60	-26.30	7.90	2.2
19	-6.60	-26.30	7.90	2.2
19	-7.20	-21.69	6.74	1.6
20	-7.20	-21.69	6.74	1.6
20	-7.80	-18.69	2.70	1.2
21	-7.80	-18.69	2.69	1.2
21	-8.25	-16.77	5.25	0.9
22	-8.25	-16.77	5.25	0.9
22	-8.70	-14.31	5.19	0.7
23	-8.70	-14.31	5.19	0.7
23	-9.17	-11.26	7.55	0.5
24	-9.17	-11.26	7.54	0.5
24	-9.63	-7.46	8.59	0.5
25	-9.63	-7.46	8.58	0.5
25	-10.10	-3.34	8.95	0.4
26	-10.10	-3.34	8.95	0.4
26	-10.67	0.63	5.01	0.4
27	-10.67	0.63	5.01	0.4
27	-11.23	2.35	1.00	0.4
28	-11.23	2.35	1.00	0.4
28	-11.80	1.77	-3.13	0.3
29	-11.80	1.77	-3.13	0.3
29	-12.50	0.18	-1.84	0.2
30	-12.50	0.18	-1.84	0.2
Max	-12.70	0.00	0.00	0.2
Max, minor nodes incl.		-27.55	-23.35	15.3
		-27.55	-23.35	15.3

6.8.3 Charts of Stresses



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
1	0.85	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
2	0.85	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
2	0.40	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
3	0.40	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
3	0.05	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
4	0.05	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
4	-0.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
5	-0.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
5	-0.50	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
6	-0.50	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
6	-0.60	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
7	-0.60	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
7	-0.98	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
8	-0.98	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
8	-1.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
9	-1.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
9	-1.66	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
10	-1.66	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
10	-2.32	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
11	-2.32	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
11	-2.98	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
12	-2.98	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
12	-3.64	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
13	-3.64	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
13	-4.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
14	-4.30	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
14	-4.80	84.90	42.18	A 11	4.16	42.18	P 3
15	-4.80	9.41	42.18	A	4.16	42.18	3
15	-5.30	14.63	47.09	A	6.25	47.09	2
16	-5.30	7.84	47.09	A	20.42	47.09	3
16	-5.90	11.30	52.97	A	31.99	52.97	2
17	-5.90	8.26	52.97	A	38.79	52.97	2
17	-6.30	9.93	56.90	A	45.04	56.90	2
18	-6.30	10.19	56.90	A	37.79	56.90	1
18	-6.60	11.34	59.84	A	34.93	59.84	1
19	-6.60	18.20	59.84	1	19.98	59.84	1
19	-7.20	25.62	65.73	1	20.42	65.73	1
20	-7.20	24.22	65.73	1	20.42	65.73	1
20	-7.80	30.94	71.61	1	21.44	71.61	1
21	-7.80	17.57	71.61	1	27.26	71.61	1
21	-8.25	24.18	76.03	1	26.10	76.03	1
22	-8.25	23.00	76.03	1	26.10	76.03	1
22	-8.70	28.79	80.44	1	25.64	80.44	1
23	-8.70	19.36	80.44	1	33.95	80.44	1
23	-9.17	26.27	85.02	1	32.45	85.02	1
24	-9.17	25.23	85.02	1	32.45	85.02	1
24	-9.63	30.42	89.60	1	32.57	89.60	1
25	-9.63	29.44	89.60	1	32.57	89.60	1
25	-10.10	33.48	94.18	1	33.76	94.18	1
26	-10.10	45.38	94.18	1	32.08	94.18	1
26	-10.67	49.26	99.73	1	34.79	99.73	1
27	-10.67	48.39	99.73	1	34.79	99.73	1
27	-11.23	52.23	105.29	1	37.48	105.29	1
28	-11.23	51.41	105.29	1	37.48	105.29	1
28	-11.80	55.30	110.85	1	40.04	110.85	1
29	-11.80	34.07	110.85	1	41.28	110.85	1
29	-12.50	41.52	117.72	1	41.52	117.72	1
30	-12.50	28.45	117.72	1	48.84	117.72	1
30	-12.70	31.58	119.68	1	47.94	119.68	1



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

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	168,9	168,9
Water	529,9	529,9
Total	698,9	698,9

Considered as passive side  
 Maximum passive effective resistance 1312,74 kN  
 Mobilized passive effective resistance 168,92 kN  
 Percentage mobilized resistance 12,9 %

7 Step 6.3 Stage 2: fase (2)

7.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	15,5
1	0,85	-0,08	-0,51	18,1
2	0,85	-0,08	-0,51	18,1
2	0,40	-0,61	-2,03	20,8
3	0,40	-0,61	65,48	20,8
3	0,05	22,00	63,59	22,8
4	0,05	22,00	63,59	22,8
4	-0,30	43,83	61,09	24,8
5	-0,30	43,83	61,09	24,8
5	-0,45	52,90	59,83	25,7
6	-0,45	52,90	59,83	25,7
6	-0,50	55,88	59,38	26,0
7	-0,50	55,88	59,38	26,0
7	-0,60	61,77	58,38	26,5
8	-0,60	61,77	58,38	26,5
8	-0,65	64,68	57,83	26,8
9	-0,65	64,68	57,83	26,8
9	-0,98	83,13	53,96	28,5
10	-0,98	83,13	53,96	28,5
10	-1,00	84,21	53,70	28,6
11	-1,00	84,21	53,70	28,6
11	-1,66	115,47	40,90	31,5
12	-1,66	115,47	40,90	31,5
12	-2,32	137,97	27,12	33,5
13	-2,32	137,97	27,12	33,5
13	-2,98	151,06	12,40	34,6
14	-2,98	151,06	12,40	34,6
14	-3,64	154,13	-3,24	34,5
15	-3,64	154,13	-3,24	34,5
15	-4,30	146,58	-19,79	33,4
16	-4,30	146,58	-19,79	33,4
16	-4,80	133,41	-32,94	31,7
17	-4,80	133,41	-32,94	31,7
17	-5,30	113,55	-46,61	29,6
18	-5,30	113,55	-46,60	29,6
18	-5,90	82,40	-57,40	26,4
19	-5,90	82,40	-57,40	26,4
19	-6,30	58,05	-64,39	23,9
20	-6,30	58,05	-64,39	23,9
20	-6,60	37,82	-70,56	22,0
21	-6,60	37,82	-70,56	22,0
21	-6,80	23,26	-75,05	20,7
22	-6,80	23,26	-75,05	20,7
22	-7,30	-12,41	-65,55	17,3
23	-7,30	-12,41	-65,55	17,3
23	-7,80	-42,85	-56,21	14,0
24	-7,80	-42,85	-56,20	14,0
24	-8,25	-64,07	-38,14	11,2
25	-8,25	-64,07	-38,14	11,2
25	-8,70	-77,63	-22,37	8,6
26	-8,70	-77,63	-22,38	8,6
26	-9,17	-82,56	1,15	6,2
27	-9,17	-82,56	1,17	6,2
27	-9,63	-76,54	23,74	4,4
28	-9,63	-76,53	23,74	4,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-61,41	40,10	3,0
29	-10,10	-61,41	40,09	3,0
29	-10,67	-39,97	35,00	1,8
30	-10,67	-39,97	34,99	1,8
30	-11,23	-22,30	26,92	1,0
31	-11,23	-22,30	26,91	1,0
31	-11,80	-9,86	16,66	0,4
32	-11,80	-9,86	16,66	0,4
32	-12,50	-0,72	6,95	-0,3
33	-12,50	-0,72	6,94	-0,3
33	-12,70	0,00	0,00	-0,5
Max		<b>154,13</b>	<b>-75,05</b>	<b>34,6</b>
Max, minor nodes incl.		154,34	-75,05	34,7

8 Step 6.4 Stage 2: fase (2)

8.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

8.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	16,2
1	0,85	-0,08	-0,51	18,3
2	0,85	-0,08	-0,51	18,3
2	0,40	-0,61	-2,03	20,4
3	0,40	-0,61	61,73	20,4
3	0,05	20,69	59,85	22,0
4	0,05	20,69	59,85	22,0
4	-0,30	41,21	57,35	23,6
5	-0,30	41,21	57,35	23,6
5	-0,45	49,72	56,09	24,2
6	-0,45	49,72	56,09	24,2
6	-0,50	52,51	55,63	24,4
7	-0,50	52,51	55,63	24,4
7	-0,60	58,03	54,63	24,8
8	-0,60	58,03	54,63	24,8
8	-0,65	60,75	54,08	25,1
9	-0,65	60,75	54,08	25,1
9	-0,98	77,96	50,22	26,4
10	-0,98	77,96	50,22	26,4
10	-1,00	78,97	49,95	26,4
11	-1,00	78,97	49,95	26,4
11	-1,66	107,76	37,15	28,6
12	-1,66	107,76	37,15	28,6
12	-2,32	127,78	23,37	29,9
13	-2,32	127,78	23,37	29,9
13	-2,98	138,40	8,66	30,3
14	-2,98	138,40	8,66	30,3
14	-3,64	139,00	-6,98	29,7
15	-3,64	139,00	-6,98	29,7
15	-4,30	128,98	-23,54	28,1
16	-4,30	128,98	-23,54	28,1
16	-4,80	113,94	-36,69	26,2
17	-4,80	113,94	-36,69	26,2
17	-5,30	92,20	-50,35	23,9
18	-5,30	92,20	-50,35	23,9
18	-5,90	58,80	-61,15	20,6
19	-5,90	58,80	-61,15	20,6
19	-6,30	32,96	-68,14	18,1
20	-6,30	32,96	-68,14	18,1
20	-6,60	11,60	-74,30	16,3
21	-6,60	11,60	-74,30	16,3
21	-6,80	-3,71	-78,80	15,0
22	-6,80	-3,71	-78,79	15,0
22	-7,30	-40,19	-64,38	11,9
23	-7,30	-40,20	-64,38	11,9
23	-7,80	-68,67	-49,46	8,9
24	-7,80	-68,67	-49,45	8,9
24	-8,25	-86,13	-27,96	6,5
25	-8,25	-86,13	-27,95	6,5
25	-8,70	-94,16	-7,99	4,4
26	-8,70	-94,16	-7,98	4,4
26	-9,17	-91,79	17,50	2,7
27	-9,17	-91,80	17,55	2,7
27	-9,63	-78,31	38,42	1,5
28	-9,63	-78,31	38,43	1,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-57,68	48,24	0,7
29	-10,10	-57,68	48,26	0,7
29	-10,67	-33,06	37,98	0,3
30	-10,67	-33,06	37,97	0,3
30	-11,23	-15,04	25,41	0,1
31	-11,23	-15,04	25,41	0,1
31	-11,80	-4,32	12,44	0,1
32	-11,80	-4,32	12,43	0,1
32	-12,50	-0,06	0,73	0,2
33	-12,50	-0,06	0,73	0,2
33	-12,70	0,00	0,00	0,2
Max		<b>139,00</b>	<b>-78,80</b>	<b>30,3</b>
Max, minor nodes incl.		140,00	-78,80	30,3

**9 Step 6.5 Stage 2: fase (2)**

**9.1 General Input Data**

Passive side: D-Sheet Piling determined

**9.2 Input Data Left**

**9.2.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

**9.2.2 Water Level**

Water level: -0,50 [m]

**9.2.3 Surface**

X [m]	Y [m]
0,00	1,36
19,63	1,36

**9.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (2)**

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
07 zand; sch; l	1,36	17,00	19,00
22 klei; st zandig	-0,98	18,00	18,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	1,36	0,00	30,00	20,00	20,00
22 klei; st zandig	-0,98	0,00	27,50	18,33	18,33
16 klei; schoon; ...	-1,00	0,00	17,50	11,67	11,67
07 zand; sch; l	-5,30	0,00	30,00	20,00	20,00
08 zand; sch; m	-5,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	1,36	1,00	1,00	Fine
22 klei; st zandig	-0,98	1,00	1,00	Fine
16 klei; schoon; ...	-1,00	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-5,30	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-5,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-7,80	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-8,70	2,00	1,00	Fine
20 klei; sch; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1,36	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
22 klei; st zandig	-0,98	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-5,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-5,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
07 zand; sch; l	1,36	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
22 klei; st zandig	-0,98	1000,00	1000,00	500,00	500,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
07 zand; sch; l	-5,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
08 zand; sch; m	-5,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
07 zand; sch; l	1,36	3000,00	3000,00
22 klei; st zandig	-0,98	250,00	250,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	500,00	500,00
07 zand; sch; l	-5,30	3000,00	3000,00
08 zand; sch; m	-5,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

9.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m]	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m]	Pre-tension force [kN/m²]
Ø76;1-14,2 mm...	0,40	1,950E+08	1,682E-03	22,90	-35,00	726,01	n.a.

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1,07	1,1	22,2	0,28	0,51	5,78
2	0,63	3,2	66,5	0,28	0,51	5,78
3	0,23	5,1	105,8	0,28	0,51	5,78
4	-0,13	6,8	140,3	0,28	0,51	5,78
5	-0,40	8,1	167,4	0,28	0,51	5,78
6	-0,55	8,7	179,9	0,28	0,51	5,78
7	-0,79	9,3	192,8	0,28	0,51	5,78
8	-0,99	10,9	167,6	0,31	0,54	4,77
9	-1,33	17,0	95,4	0,46	0,70	2,60
10	-1,99	18,5	101,6	0,47	0,70	2,58
11	-2,65	19,9	107,9	0,47	0,70	2,56
12	-3,31	21,2	114,4	0,47	0,70	2,54
13	-3,97	22,6	120,9	0,47	0,70	2,53
14	-4,55	23,7	126,7	0,47	0,70	2,52
15	-5,05	24,7	131,7	0,47	0,70	2,52
16	-5,60	15,3	331,5	0,27	0,50	5,90
17	-6,10	14,7	361,0	0,24	0,47	5,92
18	-6,45	17,7	376,1	0,28	0,50	5,84
19	-6,90	20,4	254,3	0,30	0,62	3,73
20	-7,50	22,3	269,9	0,30	0,62	3,69
21	-8,03	21,5	453,4	0,28	0,50	5,83
22	-8,47	22,7	475,9	0,28	0,50	5,81
23	-8,93	23,9	499,4	0,14	0,50	11,60
24	-9,40	25,1	523,6	0,14	0,50	11,59
25	-9,87	26,3	548,0	0,14	0,50	11,57
26	-10,38	32,2	360,1	0,22	0,62	5,45
27	-10,95	34,0	375,0	0,22	0,62	5,42
28	-11,52	35,8	389,9	0,22	0,62	5,39
29	-12,15	28,3	671,9	0,12	0,46	11,75
30	-12,60	25,9	814,0	0,11	0,43	13,67

9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0,00
22 klei; st zandig	0,22
16 klei; schoor; slap	89,64
07 zand; sch; l	9,18
08 zand; sch; m	5,88
07 zand; sch; l	5,32
20 klei; zw z; m	25,59
07 zand; sch; l	19,88
07 zand; sch; l (s)	22,32
20 klei; zw z; m (s)	104,97
08 zand; sch; m (s)	32,74
09 zand; sch; v (s)	8,21
08 zand; sch; v	0,00
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

9.5 Input Data Right

9.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.5.2 Water Level

Water level: -0,50 [m]

9.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,30

9.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechte (2)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

9.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m <sup>2</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Van
13,78 kN/m2	0,00	13,78	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,76	9,59		
	2,82	4,08		
	3,00	3,06		
	5,00	0,00		

9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients			
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Ka	Ko	Ko	Kp
1	-6,45	4,2	80,5	0,28	0,82	0,82	5,40
2	-6,90	1,2	63,1	0,07	0,62	0,62	3,49
3	-7,50	2,7	62,7	0,12	0,51	0,51	2,85
4	-8,03	7,0	110,7	0,27	0,42	0,42	4,32
5	-8,47	8,0	124,1	0,28	0,41	0,41	4,28
6	-8,93	9,0	136,8	0,14	0,41	0,41	8,43
7	-9,40	9,9	157,6	0,14	0,42	0,42	8,74
8	-9,87	10,7	181,8	0,13	0,43	0,43	9,15
9	-10,38	10,4	122,9	0,16	0,53	0,53	4,23
10	-10,95	11,5	149,9	0,16	0,54	0,54	4,72
11	-11,52	12,7	173,4	0,16	0,55	0,55	5,03
12	-12,15	12,6	327,6	0,11	0,42	0,42	11,47
13	-12,60	12,0	408,3	0,10	0,39	0,39	13,29

9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
07 zand; sch; l	18,48
20 klei; zw z; m	45,80
07 zand; sch; l	55,05
07 zand; sch; l (s)	82,95
20 klei; zw z; m (s)	48,06
08 zand; sch; m (s)	21,29
09 zand; sch; v (s)	6,82
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

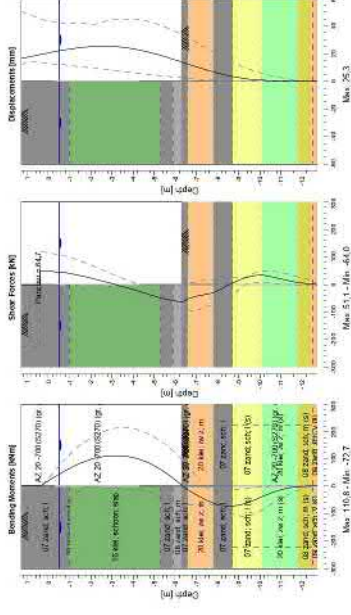
9.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: fase (2)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0

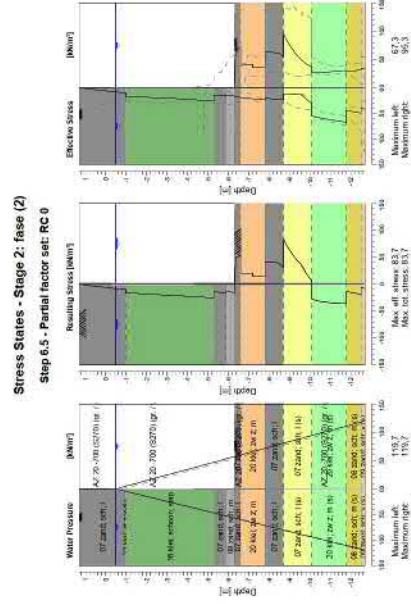


9.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	16,4
1	0,85	-0,07	-0,48	17,8
2	0,85	-0,07	-0,48	17,8
2	0,40	-0,58	-1,93	19,2
3	0,40	-0,58	51,10	19,2
3	0,05	17,01	49,31	20,3
4	0,05	17,01	49,31	20,3
4	-0,30	33,87	46,93	21,4
5	-0,30	33,87	46,93	21,4
5	-0,50	43,10	45,31	22,0
6	-0,50	43,10	45,31	22,0
6	-0,60	47,58	44,45	22,3
7	-0,60	47,58	44,45	22,3
7	-0,98	63,81	40,91	23,3
8	-0,98	63,81	40,91	23,3
8	-1,00	64,63	40,69	23,3
9	-1,00	64,63	40,69	23,3
9	-1,166	87,82	29,45	24,6
10	-1,166	87,82	29,45	24,6
10	-2,32	103,29	17,26	25,3
11	-2,32	103,29	17,26	25,3
11	-2,98	110,40	4,16	25,2
12	-2,98	110,40	4,16	25,2
12	-3,64	108,58	-9,84	24,3
13	-3,64	108,58	-9,84	24,3
13	-4,30	97,22	-24,72	22,6
14	-4,30	97,22	-24,72	22,6
14	-4,80	81,91	-36,59	20,9
15	-4,80	81,91	-36,59	20,9
15	-5,30	60,55	-48,95	18,8
16	-5,30	60,55	-48,95	18,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-5.90	28.48	-58.12	15.9
17	-5.90	28.48	-58.12	15.9
17	-6.30	4.07	-64.00	13.9
18	-6.30	4.07	-64.00	13.9
18	-6.60	-13.45	-50.84	12.4
19	-6.60	-13.45	-50.84	12.4
19	-7.20	-40.40	-38.98	9.5
20	-7.20	-40.40	-38.98	9.5
20	-7.80	-61.26	-30.63	6.8
21	-7.80	-61.26	-30.63	6.8
21	-8.25	-70.88	-12.22	5.0
22	-8.25	-70.88	-12.21	5.0
22	-8.70	-72.45	4.55	3.4
23	-8.70	-72.45	4.56	3.4
23	-9.17	-66.34	20.46	2.2
24	-9.17	-66.34	20.45	2.2
24	-9.63	-54.24	30.61	1.3
25	-9.63	-54.24	30.62	1.3
25	-10.10	-38.71	34.89	0.8
26	-10.10	-38.71	34.88	0.8
26	-10.67	-21.33	26.20	0.4
27	-10.67	-21.33	26.19	0.4
27	-11.23	-9.19	16.53	0.3
28	-11.23	-9.19	16.53	0.3
28	-11.80	-2.67	6.42	0.2
29	-11.80	-2.67	6.42	0.2
29	-12.50	-0.07	0.70	0.1
30	-12.50	-0.07	0.70	0.1
Max	-12.70	0.00	-64.00	25.3
Max, minor nodes Incl.		110.78	-64.00	25.3

9.8.3 Charts of Stresses



9.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Stat* [Mob** [%]	Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Stat* [Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	A	0.00	0.00	-
1	0.85	2.14	0.00	A	0.00	0.00	-
2	0.85	2.14	0.00	A	0.00	0.00	-
2	0.40	4.28	0.00	A	0.00	0.00	-
3	0.40	4.28	0.00	A	0.00	0.00	-
3	0.05	5.95	0.00	A	0.00	0.00	-
4	0.05	5.95	0.00	A	0.00	0.00	-
4	-0.30	7.61	0.00	A	0.00	0.00	-
5	-0.30	7.61	0.00	A	0.00	0.00	-
5	-0.50	8.57	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.50	8.57	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.60	8.82	0.98	A	0.00	0.98	-
7	-0.60	8.82	0.98	A	0.00	0.98	-
7	-0.98	9.80	4.71	A	0.00	4.71	-
8	-0.98	10.89	4.71	A	0.00	4.71	-
8	-1.00	10.94	4.91	A	0.00	4.91	-
9	-1.00	10.94	4.91	A	0.00	4.91	-
9	-1.66	17.67	11.38	A	0.00	11.38	-
10	-1.66	17.82	11.38	A	0.00	11.38	-
10	-2.32	19.12	17.85	A	0.00	17.85	-
11	-2.32	19.20	17.85	A	0.00	17.85	-
11	-2.98	20.51	24.33	A	0.00	24.33	-
12	-2.98	20.55	24.33	A	0.00	24.33	-
12	-3.64	21.87	30.80	A	0.00	30.80	-
13	-3.64	21.90	30.80	A	0.00	30.80	-
13	-4.30	23.21	37.28	A	0.00	37.28	-
14	-4.30	23.23	37.28	A	0.00	37.28	-
14	-4.80	24.22	42.18	A	0.00	42.18	-
15	-4.80	24.24	42.18	A	0.00	42.18	-
15	-5.30	25.23	47.09	A	0.00	47.09	-
16	-5.30	14.55	47.09	A	0.00	47.09	-
16	-5.90	16.05	52.97	A	0.00	52.97	-
17	-5.90	14.21	52.97	A	0.00	52.97	-
17	-6.30	15.20	56.90	A	0.00	56.90	-
18	-6.30	17.36	56.90	A	0.00	56.90	P
18	-6.60	18.12	59.84	A	71.38	59.84	3
19	-6.60	19.64	59.84	A	39.38	59.84	2
19	-7.20	21.11	65.73	A	40.90	65.73	2
20	-7.20	21.52	65.73	A	35.85	65.73	2
20	-7.80	23.02	71.61	A	36.61	71.61	2
21	-7.80	20.92	71.61	A	62.55	71.61	2
21	-8.25	22.06	76.03	A	62.37	76.03	2
22	-8.25	22.11	76.03	A	61.91	76.03	2
22	-8.70	23.26	80.44	A	54.00	80.44	1
23	-8.70	11.65	80.44	A	95.31	80.44	1
23	-9.17	12.24	85.02	A	66.47	85.02	1
24	-9.17	12.26	85.02	A	66.64	85.02	1
24	-9.63	15.00	89.60	1	47.37	89.60	1
25	-9.63	14.98	89.60	1	47.62	89.60	1
25	-10.10	30.14	94.18	1	36.20	94.18	1
26	-10.10	54.83	94.18	1	27.16	94.18	1
26	-10.67	60.03	99.73	1	26.96	99.73	1
27	-10.67	60.02	99.73	1	27.45	99.73	1
27	-11.23	63.94	105.29	1	26.61	105.29	1
28	-11.23	63.93	105.29	1	29.07	105.29	1
28	-11.80	67.28	110.85	1	30.88	110.85	1
29	-11.80	43.95	110.85	1	30.18	110.85	1
29	-12.50	49.50	117.72	1	30.74	117.72	1
30	-12.50	39.97	117.72	1	34.25	117.72	1
30	-12.70	42.11	119.68	1	33.90	119.68	1

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

9.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	251,9	198,9
Water	529,9	529,9
Total	781,9	728,8

Considered as passive side  
 Maximum passive effective resistance 925,95 kN  
 Mobilized passive effective resistance 198,90 kN  
 Percentage mobilized resistance 21,5 %  
 Position single support 0,40 m  
 Maximum passive moment 9935,78 kNm  
 Mobilized passive moment 1803,06 kNm  
 Percentage mobilized moment 18,1 %

9.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Force [kN]	State	Side	Type
Ø76,1-14,2 mm....	0,40	1,950E+08	64,73	Elastic	Left	Anchor

10 Step 6.3 Stage 3: fase (3)

10.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

10.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	-0,01	13,0
1	0,85	-1,01	-5,91	15,6
2	0,85	-1,01	-5,94	15,6
2	0,40	-5,67	-14,20	18,2
3	0,40	-5,67	67,71	18,2
3	0,05	17,30	63,91	20,2
4	0,05	17,30	63,92	20,2
4	-0,30	39,24	61,38	22,2
5	-0,30	39,24	61,38	22,2
5	-0,45	48,35	60,12	23,0
6	-0,45	48,35	60,12	23,0
6	-0,50	51,35	59,67	23,3
7	-0,50	51,35	59,67	23,3
7	-0,60	57,26	58,67	23,8
8	-0,60	57,26	58,67	23,8
8	-0,65	60,18	58,12	24,1
9	-0,65	60,18	58,12	24,1
9	-0,98	78,73	54,25	25,8
10	-0,98	78,73	54,25	25,8
10	-1,00	79,82	53,99	25,9
11	-1,00	79,82	53,99	25,9
11	-1,00	79,82	53,99	25,9
11	-1,66	111,27	41,19	28,8
12	-1,66	111,27	41,19	28,8
12	-2,32	133,96	27,41	30,9
13	-2,32	133,96	27,41	30,9
13	-2,98	147,24	12,69	32,0
14	-2,98	147,24	12,69	32,0
14	-3,64	150,50	-2,95	32,0
15	-3,64	150,50	-2,95	32,0
15	-4,30	143,14	-19,50	30,9
16	-4,30	143,14	-19,50	30,9
16	-4,80	130,13	-32,65	29,4
17	-4,80	130,13	-32,65	29,4
17	-5,30	110,41	-46,32	27,4
18	-5,30	110,41	-46,32	27,4
18	-5,90	79,43	-57,11	24,3
19	-5,90	79,43	-57,11	24,3
19	-6,30	55,20	-64,10	22,0
20	-6,30	55,20	-64,10	22,0
20	-6,60	35,05	-70,27	20,1
21	-6,60	35,05	-70,27	20,1
21	-6,80	20,55	-74,76	18,9
22	-6,80	20,55	-74,76	18,9
22	-7,30	-15,08	-65,83	15,7
23	-7,30	-15,08	-65,83	15,7
23	-7,80	-45,83	-57,24	12,6
24	-7,80	-45,83	-57,24	12,6
24	-8,25	-67,15	-37,15	9,9
25	-8,25	-67,15	-37,14	9,9
25	-8,70	-79,40	-17,76	7,5
26	-8,70	-79,40	-17,75	7,5
26	-9,17	-82,26	5,36	5,3
27	-9,17	-82,26	5,36	5,3
27	-9,63	-74,58	26,36	3,7
28	-9,63	-74,58	26,37	3,7



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-58,69	40,76	2,5
29	-10,10	-58,69	40,75	2,5
29	-10,67	-37,20	34,52	1,5
30	-10,67	-37,20	34,52	1,5
30	-11,23	-20,06	25,63	0,8
31	-11,23	-20,06	25,63	0,8
31	-11,80	-8,47	14,98	0,3
32	-11,80	-8,47	14,97	0,3
32	-12,50	-0,59	5,66	-0,2
33	-12,50	-0,60	5,66	-0,2
33	-12,70	0,00	0,00	-0,3
Max		<b>150,50</b>	<b>-74,76</b>	<b>32,0</b>
Max, minor nodes incl.		150,68	-74,78	32,1

11 Step 6.4 Stage 3: fase (3)

11.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

11.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	-0,01	14,4
1	0,85	-1,14	-6,86	16,7
2	0,85	-1,14	-6,91	16,7
2	0,40	-6,69	-16,92	18,9
3	0,40	-6,70	65,00	18,9
3	0,05	15,47	62,15	20,6
4	0,05	15,47	62,17	20,6
4	-0,30	36,81	59,67	22,3
5	-0,30	36,81	59,67	22,3
5	-0,45	45,67	58,41	23,1
6	-0,45	45,67	58,41	23,1
6	-0,50	48,57	57,96	23,3
7	-0,50	48,57	57,96	23,3
7	-0,60	54,32	56,95	23,8
8	-0,60	54,32	56,95	23,8
8	-0,65	57,16	56,41	24,0
9	-0,65	57,16	56,41	24,0
9	-0,98	75,14	52,54	25,4
10	-0,98	75,14	52,54	25,4
10	-1,00	76,19	52,27	25,5
11	-1,00	76,19	52,27	25,5
11	-1,66	106,51	39,47	27,9
12	-1,66	106,51	39,47	27,9
12	-2,32	128,07	25,69	29,6
13	-2,32	128,07	25,69	29,6
13	-2,98	140,22	10,98	30,3
14	-2,98	140,22	10,98	30,3
14	-3,64	142,35	-4,66	29,9
15	-3,64	142,35	-4,66	29,9
15	-4,30	133,86	-21,22	28,6
16	-4,30	133,86	-21,22	28,6
16	-4,80	119,98	-34,37	26,9
17	-4,80	119,98	-34,36	26,9
17	-5,30	99,40	-48,03	24,7
18	-5,30	99,40	-48,02	24,7
18	-5,90	67,40	-58,83	21,5
19	-5,90	67,40	-58,83	21,5
19	-6,30	42,48	-65,81	19,2
20	-6,30	42,48	-65,81	19,2
20	-6,60	21,82	-71,98	17,4
21	-6,60	21,82	-71,98	17,4
21	-6,80	6,98	-76,48	16,1
22	-6,80	6,98	-76,47	16,1
22	-7,30	-28,95	-65,04	13,0
23	-7,30	-28,95	-65,04	13,0
23	-7,80	-58,71	-54,18	10,0
24	-7,80	-58,71	-54,18	10,0
24	-8,25	-78,40	-33,04	7,5
25	-8,25	-78,40	-33,02	7,5
25	-8,70	-88,59	-12,54	5,3
26	-8,70	-88,59	-12,52	5,3
26	-9,17	-88,73	11,60	3,4
27	-9,17	-88,73	11,62	3,4
27	-9,63	-78,06	32,63	2,0
28	-9,63	-78,06	32,65	2,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-59,62	45,16	1,1
29	-10,10	-59,62	45,14	1,1
29	-10,67	-36,18	36,98	0,5
30	-10,67	-36,18	36,98	0,5
30	-11,23	-18,18	26,24	0,3
31	-11,23	-18,18	26,23	0,3
31	-11,80	-6,65	14,34	0,1
32	-11,80	-6,65	14,33	0,1
32	-12,50	-0,34	3,31	0,1
33	-12,50	-0,34	3,31	0,1
33	-12,70	0,00	0,00	0,1
Max		<b>142,35</b>	<b>-76,48</b>	<b>30,3</b>
Max, minor nodes incl.		142,75	-76,48	30,3

12 Step 6.5 Stage 3: fase (3)

12.1 General Input Data

Passive side: Right side

12.2 Input Data Left

12.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

12.2.2 Water Level

Water level: -0,50 [m]

12.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,30
19,63	1,36

12.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (3)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat. [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	17,00	19,00
22 klei; st zandig	-0,98	18,00	18,00
16 klei; schoor; ...	-1,00	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	1,36	0,00	30,00	20,00	20,00
22 klei; st zandig	-0,98	0,00	27,50	18,33	18,33
16 klei; schoor; ...	-1,00	0,00	17,50	11,67	11,67
07 zand; sch; l	-5,30	0,00	30,00	20,00	20,00
08 zand; sch; m	-5,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	1,36	1,00	1,00	Fine
22 klei; st zandig	-0,98	1,00	1,00	Fine
16 klei; schoon; ...	-1,00	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-5,30	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-5,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1,36	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
22 klei; st zandig	-0,98	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-5,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-5,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

12.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1,36	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
22 klei; st zandig	-0,98	1000,00	1000,00	500,00	500,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
07 zand; sch; l	-5,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
08 zand; sch; m	-5,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1,36	3000,00	3000,00
22 klei; st zandig	-0,98	250,00	250,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	500,00	500,00
07 zand; sch; l	-5,30	3000,00	3000,00
08 zand; sch; m	-5,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

12.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²]	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m]	Pre-tension force [kN/m²]
Ø76;1-14,2 mm....	0,40	1,950E+08	1,682E-03	22,90	-35,00	726,01	100,00

12.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1,07	1,1	22,2	0,28	0,51	5,78
2	0,63	3,2	66,5	0,28	0,51	5,78
3	0,23	5,1	105,8	0,28	0,51	5,78
4	-0,13	6,8	140,3	0,28	0,51	5,78
5	-0,40	8,1	167,4	0,28	0,51	5,78
6	-0,55	8,7	179,9	0,28	0,51	5,78
7	-0,79	9,3	192,8	0,28	0,51	5,78
8	-0,99	10,9	167,6	0,31	0,54	4,77
9	-1,33	17,0	95,4	0,46	0,70	2,60
10	-1,99	18,5	101,6	0,47	0,70	2,58
11	-2,65	19,9	107,9	0,47	0,70	2,56
12	-3,31	21,2	114,4	0,47	0,70	2,54
13	-3,97	22,6	120,9	0,47	0,70	2,53
14	-4,55	23,7	126,7	0,47	0,70	2,52
15	-5,05	24,7	131,7	0,47	0,70	2,52
16	-5,60	15,3	331,5	0,27	0,50	5,90
17	-6,10	14,7	361,0	0,24	0,47	5,92
18	-6,45	17,7	376,1	0,28	0,50	5,84
19	-6,90	20,4	254,3	0,30	0,62	3,73
20	-7,50	22,3	269,9	0,30	0,62	3,69
21	-8,03	21,5	453,4	0,28	0,50	5,83
22	-8,47	22,7	475,9	0,28	0,50	5,81
23	-8,93	23,9	499,4	0,14	0,50	11,60
24	-9,40	25,1	523,6	0,14	0,50	11,59
25	-9,87	26,3	548,0	0,14	0,50	11,57
26	-10,38	32,2	360,1	0,22	0,62	5,45
27	-10,95	34,0	375,0	0,22	0,62	5,42
28	-11,52	35,8	389,9	0,22	0,62	5,39
29	-12,15	28,3	671,9	0,12	0,46	11,75
30	-12,60	25,9	814,0	0,11	0,43	13,67

12.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0,00
22 klei; st zandig	0,23
16 klei; schoor; slap	91,19
07 zand; sch; l	9,18
08 zand; sch; m	5,88
07 zand; sch; l	5,32
20 klei; zw z; m	25,59
07 zand; sch; l	19,88
07 zand; sch; l (s)	22,07
20 klei; zw z; m (s)	104,93
08 zand; sch; m (s)	32,85
09 zand; sch; v (s)	8,30
08 zand; sch; m	0,00
09 zand; sch; v	0,00
07 zand; sch; l	0,00

12.5 Input Data Right

12.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

12.5.2 Water Level

Water level: -0,50 [m]

12.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,30

12.5.4 Soil Material Properties in Profile: reichts (3)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

12.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

12.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m <sup>2</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Van
13.78 kN/m2	0,00	13,78	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,76	9,59		
	2,82	4,08		
	3,00	3,06		
	5,00	0,00		

12.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients			
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Ka [-]	Ko [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,45	4,2	80,5	0,28	0,82	0,82	5,40
2	-6,90	1,2	63,1	0,07	0,62	0,62	3,49
3	-7,50	2,7	62,7	0,12	0,51	0,51	2,85
4	-8,03	7,0	110,7	0,27	0,42	0,42	4,32
5	-8,47	8,0	124,1	0,28	0,41	0,41	4,28
6	-8,93	9,0	136,8	0,14	0,41	0,41	8,43
7	-9,40	9,9	157,6	0,14	0,42	0,42	8,74
8	-9,87	10,7	181,8	0,13	0,43	0,43	9,15
9	-10,38	10,4	122,9	0,16	0,53	0,53	4,23
10	-10,95	11,5	149,9	0,16	0,54	0,54	4,72
11	-11,52	12,7	173,4	0,16	0,55	0,55	5,03
12	-12,15	12,6	327,6	0,11	0,42	0,42	11,47
13	-12,60	12,0	408,3	0,10	0,39	0,39	13,29

12.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
07 zand; sch; l	18,52
20 klei; zw z; m	45,97
07 zand; sch; l	55,36
07 zand; sch; l (s)	84,01
20 klei; zw z; m (s)	48,11
08 zand; sch; m (s)	21,18
09 zand; sch; v (s)	6,72
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

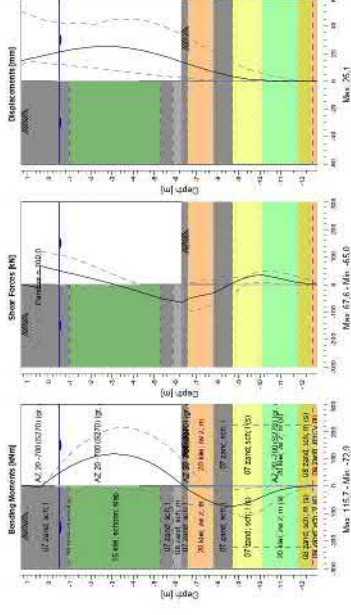
12.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

12.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: fase (3)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 0

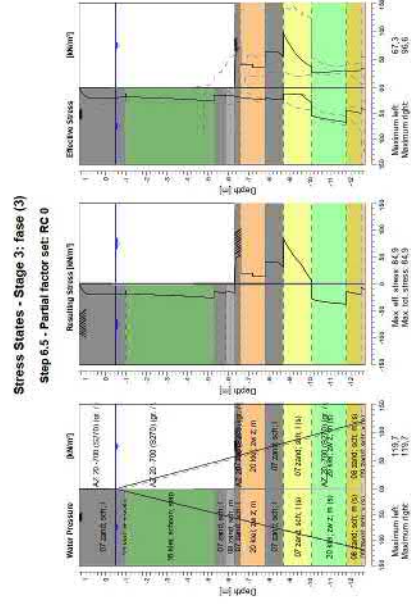


12.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	0,00	0,00	14,8
1	0,85	-0,95	-5,60	16,4
2	0,85	-0,95	-5,61	16,4
2	0,40	-5,44	-14,36	18,0
3	0,40	-5,44	-14,36	18,0
3	0,05	17,02	60,81	19,2
4	0,05	17,02	60,81	19,2
4	-0,30	37,13	54,11	20,4
5	-0,30	37,13	54,11	20,4
5	-0,50	47,57	50,31	21,1
6	-0,50	47,57	50,31	21,1
6	-0,60	52,51	48,42	21,4
7	-0,60	52,51	48,42	21,4
7	-0,98	69,58	41,46	22,6
8	-0,98	69,58	41,46	22,6
8	-1,00	70,40	41,23	22,6
9	-1,00	70,40	41,23	22,6
9	-1,66	93,70	29,26	24,2
10	-1,66	93,70	29,26	24,2
10	-2,32	108,87	16,61	25,0
11	-2,32	108,87	16,61	25,0
11	-2,98	115,46	3,25	25,1
12	-2,98	115,46	3,25	25,1
12	-3,64	112,99	-10,84	24,3
13	-3,64	112,99	-10,84	24,3
13	-4,30	100,97	-25,73	22,7
14	-4,30	100,97	-25,73	22,7
14	-4,80	85,17	-37,59	20,9
15	-4,80	85,17	-37,59	20,9
15	-5,30	63,30	-49,96	18,9
16	-5,30	63,30	-49,96	18,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-5.90	30.63	-59.12	16.0
17	-5.90	30.63	-59.12	16.0
17	-6.30	5.81	-65.00	14.0
18	-6.60	-12.00	-51.81	12.5
19	-6.60	-12.00	-51.81	12.5
19	-7.20	-39.51	-39.86	9.6
20	-7.80	-60.87	-31.44	6.9
21	-7.80	-60.87	-31.44	6.9
21	-8.25	-70.83	-12.92	5.1
22	-8.25	-70.83	-12.90	5.1
22	-8.70	-72.68	4.06	3.5
23	-8.70	-72.68	4.07	3.5
23	-9.17	-66.74	20.22	2.2
24	-9.17	-66.74	20.21	2.2
24	-9.63	-54.71	30.55	1.3
25	-9.63	-54.71	30.56	1.3
25	-10.10	-39.16	35.04	0.8
26	-10.10	-39.16	35.04	0.8
26	-10.67	-21.68	26.39	0.4
27	-10.67	-21.68	26.39	0.4
27	-11.23	-9.42	16.74	0.3
28	-11.23	-9.42	16.74	0.3
28	-11.80	-2.78	6.63	0.2
29	-11.80	-2.78	6.62	0.2
29	-12.50	-0.08	0.79	0.1
30	-12.50	-0.08	0.79	0.1
30	-12.70	0.00	0.00	0.1
Max		<b>115.46</b>	<b>67.56</b>	<b>25.1</b>
Max, minor nodes incl.		115.70	67.56	25.1

12.8.3 Charts of Stresses



12.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	P	0.00	0.00	-
1	0.85	19.49	0.00	1	0.00	0.00	-
2	0.85	19.49	0.00	1	0.00	0.00	-
2	0.40	19.37	0.00	1	0.00	0.00	-
3	0.40	19.37	0.00	1	0.00	0.00	-
3	0.05	19.21	0.00	1	0.00	0.00	-
4	0.05	19.21	0.00	1	0.00	0.00	-
4	-0.30	19.05	0.00	1	0.00	0.00	-
5	-0.30	19.05	0.00	1	0.00	0.00	-
5	-0.50	18.98	0.00	1	0.00	0.00	-
6	-0.50	18.98	0.00	1	0.00	0.00	-
6	-0.60	18.74	0.00	1	0.00	0.00	-
7	-0.60	18.74	0.00	1	0.00	0.00	-
7	-0.98	17.94	4.71	1	0.00	4.71	-
8	-0.98	17.94	4.71	1	0.00	4.71	-
8	-1.00	11.61	4.91	1	0.00	4.91	-
9	-1.00	11.61	4.91	1	0.00	4.91	-
9	-1.66	18.56	11.38	1	0.00	11.38	-
10	-1.66	18.71	11.38	1	0.00	11.38	-
10	-2.32	19.65	17.85	1	0.00	17.85	-
11	-2.32	19.73	17.85	1	0.00	17.85	-
11	-2.98	20.76	24.33	1	0.00	24.33	-
12	-2.98	20.80	24.33	1	0.00	24.33	-
12	-3.64	21.91	30.80	1	0.00	30.80	-
13	-3.64	21.91	30.80	1	0.00	30.80	-
13	-4.30	23.21	37.28	A	0.00	37.28	-
14	-4.30	23.23	37.28	A	0.00	37.28	-
14	-4.80	24.22	42.18	A	0.00	42.18	-
15	-4.80	24.24	42.18	A	0.00	42.18	-
15	-5.30	25.23	47.09	A	0.00	47.09	-
16	-5.30	14.55	47.09	A	0.00	47.09	-
16	-5.90	16.05	52.97	A	0.00	52.97	-
17	-5.90	14.21	52.97	A	0.00	52.97	-
17	-6.30	15.20	56.90	A	0.00	56.90	-
18	-6.30	17.36	56.90	A	0.00	56.90	P
18	-6.60	18.12	59.84	A	0.00	59.84	3
19	-6.60	19.64	59.84	A	0.00	59.84	2
19	-7.20	21.11	65.73	A	0.00	65.73	2
20	-7.20	21.52	65.73	A	0.00	65.73	2
20	-7.80	23.02	71.61	A	0.00	71.61	2
21	-7.80	20.92	71.61	A	0.00	71.61	2
21	-8.25	22.06	76.03	A	0.00	76.03	2
22	-8.25	22.11	76.03	A	0.00	76.03	2
22	-8.70	23.26	80.44	A	0.00	80.44	2
23	-8.70	11.65	80.44	A	0.00	80.44	1
23	-9.17	12.24	85.02	A	0.00	85.02	1
24	-9.17	12.26	85.02	A	0.00	85.02	1
24	-9.63	14.41	89.60	1	0.00	89.60	1
25	-9.63	14.39	89.60	1	0.00	89.60	1
25	-10.10	29.78	94.18	1	0.00	94.18	1
26	-10.10	54.73	94.18	1	0.00	94.18	1
26	-10.67	59.99	99.73	1	0.00	99.73	1
27	-10.67	59.98	99.73	1	0.00	99.73	1
27	-11.23	63.94	105.29	1	0.00	105.29	1
28	-11.23	63.92	105.29	1	0.00	105.29	1
28	-11.80	67.30	110.85	1	0.00	110.85	1
29	-11.80	44.06	110.85	1	0.00	110.85	1
29	-12.50	49.71	117.72	1	0.00	117.72	1
30	-12.50	40.40	117.72	1	0.00	117.72	1
30	-12.70	42.59	119.68	1	0.00	119.68	1

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

12.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	281,8	199,8
Water	529,9	529,9
Total	811,7	729,8

Considered as passive side  
 Right side is assigned as passive side by user  
 Maximum passive effective resistance 925,95 kN  
 Mobilized passive effective resistance 199,85 kN  
 Percentage mobilized resistance 21,6 %  
 Position single support 0,40 m  
 Maximum passive moment 9935,78 kNm  
 Mobilized passive moment 1811,31 kNm  
 Percentage mobilized moment 18,2 %

12.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Force [kN]	State	Side	Type
Ø76,1-14,2 mm....	0,40	1,950E+08	100,00	Elastic	Left	Anchor

13 Step 6.3 Stage 4: fase (4)

13.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

13.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-0,01	11,8
1	0,85	-5,32	-6,86	16,0
2	0,85	-5,32	-6,88	16,0
2	0,40	-9,88	-12,70	20,3
3	0,40	-9,87	96,74	20,3
3	0,05	23,55	93,41	23,6
4	0,05	23,55	93,41	23,6
4	-0,30	55,63	89,11	26,9
5	-0,30	55,63	89,11	26,9
5	-0,50	73,23	86,27	28,7
6	-0,50	73,23	86,27	28,7
6	-0,55	77,54	85,52	29,2
7	-0,55	77,54	85,52	29,2
7	-0,60	81,81	84,74	29,6
8	-0,60	81,81	84,74	29,6
8	-0,85	102,54	80,34	31,8
9	-0,85	102,54	80,34	31,8
9	-0,98	112,85	77,80	32,9
10	-0,98	112,85	77,80	32,9
10	-1,00	114,41	77,38	33,1
11	-1,00	114,41	77,38	33,1
11	-1,66	159,66	59,03	38,0
12	-1,66	159,66	59,03	38,0
12	-2,32	192,16	38,90	41,9
13	-2,32	192,16	38,90	41,9
13	-2,98	210,82	17,23	44,3
14	-2,98	210,82	17,23	44,3
14	-3,64	215,45	-3,42	45,1
15	-3,64	215,45	-3,42	45,1
15	-4,30	206,51	-23,74	44,4
16	-4,30	206,51	-23,74	44,4
16	-4,80	190,58	-39,86	42,9
17	-4,80	190,58	-39,86	42,9
17	-5,30	166,40	-56,63	40,6
18	-5,30	166,40	-56,62	40,6
18	-5,90	127,97	-71,24	36,8
19	-5,90	127,97	-71,24	36,8
19	-6,30	97,60	-80,23	33,9
20	-6,30	97,60	-80,23	33,9
20	-6,60	72,36	-87,55	31,5
21	-6,60	72,36	-87,55	31,5
21	-6,80	54,26	-92,92	29,9
22	-6,80	54,26	-92,92	29,9
22	-7,30	9,44	-83,43	25,7
23	-7,30	9,44	-83,43	25,7
23	-7,80	-29,75	-72,46	21,4
24	-7,80	-29,75	-72,46	21,4
24	-8,25	-58,62	-54,65	17,6
25	-8,25	-58,62	-54,63	17,6
25	-8,70	-79,24	-36,69	14,1
26	-8,70	-79,24	-36,68	14,1
26	-9,17	-90,28	-10,46	10,8
27	-9,17	-90,28	-10,46	10,8
27	-9,63	-89,31	14,68	8,0
28	-9,63	-89,31	14,69	8,0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-76,69	39,59	5,8
29	-10,10	-76,69	39,58	5,8
29	-10,67	-53,94	39,87	3,6
30	-10,67	-53,94	39,87	3,6
30	-11,23	-32,66	34,58	2,0
31	-11,23	-32,66	34,58	2,0
31	-11,80	-15,65	24,96	0,7
32	-11,80	-15,64	24,95	0,7
32	-12,50	-1,15	11,39	-0,8
33	-12,50	-1,16	11,30	-0,8
33	-12,70	0,00	0,00	-1,2
Max		<b>215,45</b>	<b>96,74</b>	<b>45,1</b>
Max, minor nodes incl.		215,62	96,74	45,1

14 Step 6.4 Stage 4: fase (4)

14.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

14.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-0,01	12,2
1	0,85	-5,34	-6,89	15,9
2	0,85	-5,35	-6,80	15,9
2	0,40	-9,20	-9,96	19,7
3	0,40	-9,19	93,64	19,7
3	0,05	23,13	90,31	22,6
4	0,05	23,13	90,31	22,6
4	-0,30	54,11	86,01	25,5
5	-0,30	54,11	86,01	25,5
5	-0,50	71,09	83,17	27,1
6	-0,50	71,09	83,17	27,1
6	-0,55	75,24	82,41	27,5
7	-0,55	75,24	82,41	27,5
7	-0,60	79,35	81,64	27,9
8	-0,60	79,35	81,64	27,9
8	-0,85	99,29	77,24	29,8
9	-0,85	99,29	77,24	29,8
9	-0,98	109,20	74,70	30,7
10	-0,98	109,20	74,70	30,7
10	-1,00	110,70	74,28	30,9
11	-1,00	110,70	74,28	30,9
11	-1,66	153,87	55,93	35,1
12	-2,32	184,31	35,80	38,3
13	-2,32	184,31	35,80	38,3
13	-2,98	200,89	14,12	40,1
14	-2,98	200,89	14,12	40,1
14	-3,64	<b>203,46</b>	-6,52	<b>40,4</b>
15	-3,64	<b>203,46</b>	-6,52	<b>40,4</b>
15	-4,30	192,46	-26,84	39,2
16	-4,30	192,46	-26,84	39,2
16	-4,80	174,97	-42,96	37,4
17	-4,80	174,97	-42,96	37,4
17	-5,30	149,23	-59,73	34,9
18	-5,30	149,23	-59,72	34,9
18	-5,90	108,94	-74,34	31,0
19	-5,90	108,94	-74,34	31,0
19	-6,30	77,32	-83,34	28,0
20	-6,30	77,32	-83,33	28,0
20	-6,60	51,15	-90,66	25,6
21	-6,60	51,15	-90,66	25,6
21	-6,80	32,43	-96,02	24,0
22	-6,80	32,43	-96,02	24,0
22	-7,30	-13,41	-83,98	19,9
23	-7,30	-13,41	-83,98	19,9
23	-7,80	-52,14	-70,26	15,8
24	-7,80	-52,14	-70,27	15,8
24	-8,25	-80,02	-52,45	12,3
25	-8,25	-80,02	-52,44	12,3
25	-8,70	-99,54	-33,53	9,1
26	-8,70	-99,54	-33,51	9,1
26	-9,17	-108,58	-4,85	6,3
27	-9,17	-108,58	-4,86	6,3
27	-9,63	-104,25	23,05	4,1
28	-9,63	-104,25	23,07	4,1



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-87,44	48,75	2,5
29	-10,10	-87,44	48,74	2,5
29	-10,67	-59,72	47,78	1,3
30	-10,67	-59,72	47,77	1,3
30	-11,23	-34,64	39,94	0,6
31	-11,23	-34,64	39,93	0,6
31	-11,80	-15,22	28,15	0,2
32	-11,80	-15,22	28,14	0,2
32	-12,50	-0,99	9,77	-0,1
33	-12,50	-1,00	9,76	-0,1
33	-12,70	0,00	0,00	-0,2
Max		<b>203,46</b>	<b>-96,02</b>	<b>40,4</b>
Max, minor nodes incl.		204,07	-96,02	40,4

15 Step 6.5 Stage 4: fase (4)

15.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

15.1.1 Normal Forces

Name	Characteristic force at sheet pile top [kN]	Characteristic force at level, left side [kN]	Characteristic force at level, right side [kN]	Characteristic force at sheet pile toe [kN]
24,35 kN/m <sup>1</sup>	24,35	24,35	24,35	24,35

Name	Favourable / Unfavourable	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
24,35 kN/m <sup>1</sup>	Unfavourable	Permanent	

15.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m <sup>2</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
4,87 kNm/m <sup>1</sup>	1,30	-4,87	Favourable	Permanent

15.2 Input Data Left

15.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.2.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

15.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,30
19,63	1,36

15.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (4)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	17,00	19,00
22 klei; st zandig	-0,98	18,00	18,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
07 zand; sch; l	1.36	0.00	30.00	20.00	20.00
22 klei; st zandig	-0.98	0.00	27.50	18.33	18.33
16 klei; schoor; ...	-1.00	0.00	17.50	11.67	11.67
07 zand; sch; l	-5.30	0.00	30.00	20.00	20.00
08 zand; sch; m	-5.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-6.30	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m	-6.60	5.00	22.50	15.00	15.00
07 zand; sch; l	-7.80	0.00	30.00	20.00	20.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	5.00	22.50	15.00	15.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	0.00	32.50	21.67	16.60
09 zand; sch; v ...	-12.50	0.00	35.00	23.33	16.60
09 zand; sch; v	-12.70	0.00	35.00	23.33	16.60
08 zand; sch; m	-12.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-13.50	0.00	30.00	20.00	20.00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	1.36	1.00	1.00	Fine
22 klei; st zandig	-0.98	1.00	1.00	Fine
16 klei; schoor; ...	-1.00	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-5.30	1.00	1.00	Fine
08 zand; sch; m	-5.90	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-6.30	1.00	1.00	Fine
20 klei; zw z; m	-6.60	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-7.80	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8.70	2.00	1.00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10.10	1.50	1.00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11.80	2.00	1.00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12.50	2.00	1.00	Fine
09 zand; sch; v	-12.70	1.00	1.00	Fine
08 zand; sch; m	-12.90	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-13.50	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
22 klei; st zandig	-0.98	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
16 klei; schoor; ...	-1.00	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-5.30	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
08 zand; sch; m	-5.90	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-6.30	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
20 klei; zw z; m	-6.60	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-7.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
09 zand; sch; v	-12.70	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
08 zand; sch; m	-12.90	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-13.50	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

15.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
22 klei; st zandig	-0.98	1000.00	1000.00	500.00	500.00

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
16 klei; schoor; ...	-1.00	2000.00	2000.00	800.00	800.00
07 zand; sch; l	-5.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
08 zand; sch; m	-5.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-6.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	4400.00	4400.00	2400.00	2400.00
07 zand; sch; l	-7.80	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	24000.00	24000.00	12000.00	12000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	6600.00	6600.00	3600.00	3600.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	80000.00	80000.00	40000.00	40000.00
09 zand; sch; v	-12.70	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
08 zand; sch; m	-12.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-13.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	3000.00	3000.00
22 klei; st zandig	-0.98	250.00	250.00
16 klei; schoor; ...	-1.00	500.00	500.00
07 zand; sch; l	-5.30	3000.00	3000.00
08 zand; sch; m	-5.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-6.30	3000.00	3000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	1400.00	1400.00
07 zand; sch; l	-7.80	3000.00	3000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	2100.00	2100.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	10000.00	10000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v	-12.70	10000.00	10000.00
08 zand; sch; m	-12.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-13.50	3000.00	3000.00

15.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Cross section [m <sup>2</sup> /m]	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m]	Pre-tension force [kN/m <sup>2</sup> ]
Ø76,1-14,2 mm...	0,40	1,950E+08	1,682E-03	22,90	-35,00	726,01	n.a.

15.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load		Permanent / Variable
		Favourable / Unfavourable	Unfavourable (D-Sheet Piling)	
15.00 kN/m <sup>2</sup>	1,00	15,00	15,00	Permanent / Variable
	3,50	15,00	15,00	Variable

15.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure			Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Distance [m]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1.07	1.1	24.1	0.27	1.23	6.17	
2	0.63	3.2	166.2	0.25	0.94	13.07	
3	0.23	6.4	141.2	0.30	0.75	6.64	
4	-0.13	9.9	149.5	0.35	0.64	5.23	
5	-0.40	11.5	174.2	0.34	0.59	5.10	
6	-0.55	12.4	188.0	0.33	0.57	5.07	
7	-0.79	13.2	201.8	0.33	0.55	5.02	
8	-0.99	15.1	177.0	0.36	0.56	4.18	
9	-1.33	21.7	75.8	0.49	0.68	1.71	
10	-1.99	23.7	76.5	0.50	0.65	1.62	
11	-2.65	27.2	111.2	0.54	0.64	2.22	
12	-3.31	26.0	117.5	0.50	0.64	2.24	

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Horizontal pressure Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
13	-3.97	25.3	123.9	0.46	0.64	2.25
14	-4.55	26.6	129.6	0.47	0.64	2.27
15	-5.05	27.8	134.5	0.47	0.64	2.28
16	-5.60	18.4	352.7	0.29	0.47	5.64
17	-6.10	16.6	414.5	0.25	0.44	6.18
18	-6.45	18.4	420.0	0.26	0.47	5.97
19	-6.90	18.9	244.3	0.25	0.58	3.30
20	-7.50	19.3	237.8	0.24	0.59	3.02
21	-8.03	19.5	457.0	0.24	0.48	5.50
22	-8.47	21.9	516.0	0.25	0.48	5.93
23	-8.93	23.4	528.6	0.13	0.48	11.61
24	-9.40	23.4	526.6	0.12	0.48	11.06
25	-9.87	24.0	551.3	0.12	0.48	11.09
26	-10.38	30.4	350.5	0.20	0.60	5.07
27	-10.95	34.5	343.3	0.21	0.60	4.76
28	-11.52	36.1	386.3	0.21	0.60	5.14
29	-12.15	28.8	694.4	0.12	0.45	11.72
30	-12.60	26.6	856.0	0.11	0.42	13.91

15.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0.00
22 klei; st zandig	0.30
16 klei; schoon; slap	108.98
07 zand; sch; l	11.06
08 zand; sch; m	6.65
07 zand; sch; l	5.52
20 klei; zw z; m	22.87
07 zand; sch; l	18.65
07 zand; sch; l (s)	20.98
20 klei; zw z; m (s)	106.40
08 zand; sch; m (s)	34.60
09 zand; sch; v (s)	9.04
09 zand; sch; v	0.00
08 zand; sch; m	0.00
07 zand; sch; l	0.00

15.5 Input Data Right

15.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

15.5.2 Water Level

Water level: -0.60 [m]

15.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,30

15.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (4)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	18,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	17,00	18,00

Layer name	Level [m]	Unit weight		phi [°]	Delta friction angle*	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]		Not reduced [°]	Reduced [°]
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00			
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00			
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00			
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00			
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00			

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

15.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

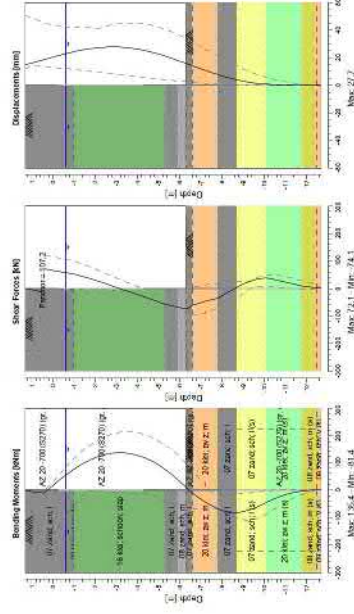
15.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4; fase (4)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



15.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,87	0,00	14,8
1	0,85	-5,93	-6,62	16,7
2	0,85	-5,93	-6,63	16,6
2	0,40	-10,88	-15,66	18,6
3	0,40	-10,88	72,12	18,6
3	0,05	13,34	66,14	20,1
4	0,05	13,34	66,14	20,1
4	-0,30	35,69	61,42	21,6
5	-0,30	35,69	61,43	21,6
5	-0,50	47,76	59,12	22,4
6	-0,50	47,76	59,12	22,4
6	-0,60	53,62	57,88	22,8
7	-0,60	53,62	57,88	22,8
7	-0,98	74,71	52,85	24,2
8	-0,98	74,71	52,85	24,2
8	-1,00	75,77	52,54	24,2
9	-1,00	75,77	52,54	24,2
9	-1,66	105,82	38,21	26,2
10	-1,66	105,82	38,21	26,2
10	-2,32	125,97	22,59	27,4
11	-2,32	125,97	22,59	27,4
11	-2,98	135,01	4,64	27,7
12	-2,98	135,01	4,64	27,7
12	-3,64	132,43	-12,54	27,0
13	-3,64	132,43	-12,54	27,0
13	-4,30	118,64	-29,26	25,3
14	-4,30	118,64	-29,26	25,3

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-13,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6,30	3000,00	3000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400,00	1400,00
07 zand; sch; l	-7,80	3000,00	3000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100,00	2100,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000,00	10000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v	-12,70	10000,00	10000,00
08 zand; sch; m	-12,90	5000,00	5000,00
07 zand; sch; l	-13,50	3000,00	3000,00

15.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
13,78 kN/m2	0,00	13,78	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,76	9,59		
	2,82	4,08		
	3,00	3,06		
	5,00	0,00		

15.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

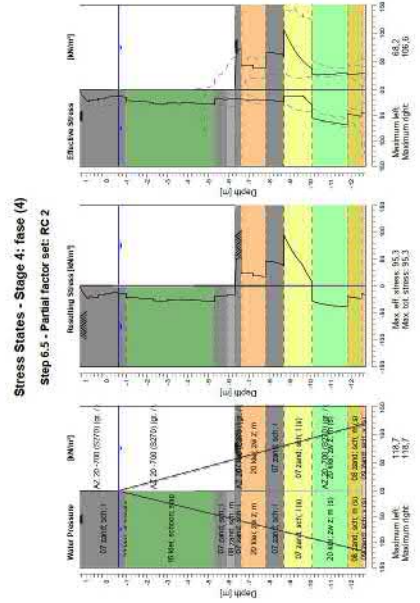
Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients		
				Ka	Ko	Kp
1	-6,45	4,2	80,5	0,28	0,82	5,40
2	-6,90	1,2	63,1	0,07	0,62	3,49
3	-7,50	2,7	62,7	0,12	0,51	2,85
4	-8,03	7,0	110,7	0,27	0,42	4,32
5	-8,47	8,0	124,1	0,28	0,41	4,28
6	-8,93	9,0	136,8	0,14	0,43	8,43
7	-9,40	9,9	157,6	0,14	0,42	8,74
8	-9,87	10,7	181,8	0,13	0,43	9,15
9	-10,38	10,4	122,9	0,16	0,53	4,23
10	-10,85	11,5	149,9	0,16	0,54	4,72
11	-11,52	12,7	173,4	0,16	0,55	5,03
12	-12,15	12,6	327,6	0,11	0,42	11,47
13	-12,60	12,0	408,3	0,10	0,39	13,29

15.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
07 zand; sch; l	18,97
20 klei; zw z; m	47,98
07 zand; sch; l	57,86
07 zand; sch; l (s)	90,24
20 klei; zw z; m (s)	47,66
08 zand; sch; m (s)	19,74
09 zand; sch; v (s)	6,06
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-4.80	100.66	-42.56	23.5
15	-4.80	100.66	-42.56	23.5
15	-5.30	75.87	-56.44	21.2
16	-5.30	75.87	-56.42	21.2
16	-5.90	38.67	-67.48	18.1
17	-5.90	38.67	-67.48	18.1
17	-6.30	10.30	-74.13	15.8
18	-6.30	10.30	-74.13	15.8
18	-6.60	-10.26	-60.68	14.1
19	-6.60	-10.26	-60.68	14.1
19	-7.20	-42.54	-46.68	10.8
20	-7.20	-42.54	-46.68	10.8
20	-7.80	-67.27	-35.58	7.7
21	-7.80	-67.27	-35.58	7.7
21	-8.25	-78.68	-15.08	5.7
22	-8.25	-78.68	-15.06	5.7
22	-8.70	-81.23	3.65	3.9
23	-8.70	-81.23	3.66	3.9
23	-9.17	-75.03	21.72	2.5
24	-9.17	-75.03	21.71	2.5
24	-9.63	-62.02	33.24	1.4
25	-9.63	-62.02	33.26	1.4
25	-10.10	-45.06	38.30	0.8
26	-10.10	-45.06	38.30	0.8
26	-10.67	-25.80	29.43	0.4
27	-10.67	-25.80	29.43	0.4
27	-11.23	-11.92	19.42	0.2
28	-11.23	-11.92	19.42	0.2
28	-11.80	-3.87	8.92	0.1
29	-11.80	-3.87	8.92	0.1
29	-12.50	-0.15	1.49	0.1
30	-12.50	-0.15	1.49	0.1
30	-12.70	0.00	0.00	0.1
Max		<b>135.01</b>	<b>-74.13</b>	<b>27.7</b>
Min		<b>-135.40</b>	<b>-74.13</b>	<b>27.7</b>

15.8.3 Charts of Stresses



15.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Stat* [Mob** [%]	Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Stat* [Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	A	0.00	0.00	-
1	0.85	22.94	0.00	1	0.00	0.00	-
2	0.85	19.53	0.00	1	0.00	0.00	-
2	0.40	20.70	0.00	1	0.00	0.00	-
3	0.40	17.34	0.00	1	0.00	0.00	-
3	0.05	16.78	0.00	1	0.00	0.00	-
4	0.05	14.23	0.00	1	0.00	0.00	-
4	-0.30	12.66	0.00	1	0.00	0.00	-
5	-0.30	10.99	0.00	1	0.00	0.00	-
5	-0.50	12.20	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.50	12.69	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.60	12.69	0.00	A	0.00	0.00	-
7	-0.60	12.54	0.00	A	0.00	0.00	-
7	-0.98	13.93	3.73	A	0.00	3.73	-
8	-0.98	15.09	3.73	A	0.00	3.73	-
8	-1.00	15.16	3.92	A	0.00	3.92	-
9	-1.00	20.88	3.92	A	0.00	3.92	-
9	-1.66	22.52	10.40	A	0.00	10.40	-
10	-1.66	22.94	10.40	A	0.00	10.40	-
10	-2.32	24.37	16.87	A	0.00	16.87	-
11	-2.32	26.47	16.87	A	0.00	16.87	-
11	-2.98	27.89	23.35	A	0.00	23.35	-
12	-2.98	25.41	23.35	A	0.00	23.35	-
12	-3.64	26.64	29.82	A	0.00	29.82	-
13	-3.64	24.78	29.82	A	0.00	29.82	-
13	-4.30	25.90	36.30	A	0.00	36.30	-
14	-4.30	26.17	36.30	A	0.00	36.30	-
14	-4.80	27.03	41.20	A	0.00	41.20	-
15	-4.80	27.32	41.20	A	0.00	41.20	-
15	-5.30	28.19	46.11	A	0.00	46.11	-
16	-5.30	17.66	46.11	A	0.00	46.11	-
16	-5.90	19.21	51.99	A	0.00	51.99	-
17	-5.90	16.14	51.99	A	0.00	51.99	-
17	-6.30	17.10	55.92	A	0.00	55.92	-
18	-6.30	18.04	55.92	A	0.00	55.92	-
18	-6.60	18.73	58.86	A	0.00	58.86	3
19	-6.60	18.27	58.86	A	0.00	58.86	2
19	-7.20	19.46	64.75	A	0.00	64.75	2
20	-7.20	18.68	64.75	A	0.00	64.75	2
20	-7.80	19.82	70.63	A	0.00	70.63	2
21	-7.80	19.07	70.63	A	0.00	70.63	2
21	-8.25	20.00	75.05	A	0.00	75.05	2
22	-8.25	21.40	75.05	A	0.00	75.05	2
22	-8.70	22.41	79.46	A	0.00	79.46	1
23	-8.70	11.28	79.46	A	106.62	79.46	1
23	-9.17	11.81	84.04	A	73.09	84.04	1
24	-9.17	11.42	84.04	A	73.27	84.04	1
24	-9.63	12.29	88.62	1	50.55	88.62	1
25	-9.63	12.41	88.62	1	50.81	88.62	1
25	-10.10	29.74	93.19	1	37.07	93.19	1
26	-10.10	55.31	93.19	1	27.40	93.19	1
26	-10.67	60.76	98.75	1	26.76	98.75	1
27	-10.67	60.91	98.75	1	27.24	98.75	1
27	-11.23	64.83	104.31	1	28.23	104.31	1
28	-11.23	64.98	104.31	1	28.70	104.31	1
28	-11.80	68.18	109.87	1	30.49	109.87	1
29	-11.80	46.89	109.87	1	27.77	109.87	1
29	-12.50	51.83	116.74	1	28.78	116.74	1
30	-12.50	44.33	116.74	1	30.33	116.74	1
30	-12.70	46.11	118.70	1	30.29	118.70	1

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

15.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	294,5	206,7
Water	520,0	520,0
Total	814,4	726,6

Considered as passive side  
 Maximum passive effective resistance  
 Mobilized passive effective resistance  
 Percentage mobilized resistance  
 Position single support  
 Maximum passive moment  
 Mobilized passive moment  
 Percentage mobilized moment

Right  
 925,95 kN  
 206,66 kN  
 22,3 %  
 0,40 m  
 9935,78 kNm  
 1865,19 kNm  
 18,8 %

15.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Force [kN]	State	Side	Type
Ø76,1-14,2 mm....	0,40	1,950E+08	107,16	Elastic	Left	Anchor

16 Step 6.3 Stage 5: fase (5)

16.1 Calculation Results

Number of iterations: 4

16.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-0,01	11,7
1	0,85	-5,31	-6,68	16,0
2	0,85	-5,31	-6,71	16,0
2	0,40	-9,72	-12,22	20,2
3	0,40	-9,72	<b>96,60</b>	20,2
3	0,05	23,65	93,27	23,5
4	0,05	23,65	88,97	26,8
4	-0,30	55,68	88,97	26,8
5	-0,30	55,68	86,13	28,6
5	-0,50	73,26	86,13	28,6
6	-0,50	73,26	85,38	29,1
6	-0,55	77,56	85,38	29,1
7	-0,55	77,56	85,38	29,1
7	-0,60	81,82	84,60	29,5
8	-0,60	81,82	84,60	29,5
8	-0,85	102,51	80,20	31,7
9	-0,85	102,51	80,20	31,7
9	-0,98	112,81	77,66	32,8
10	-0,98	112,81	77,66	32,8
10	-1,00	114,37	77,24	33,0
11	-1,00	114,37	77,24	33,0
11	-1,00	114,37	77,24	33,0
11	-1,00	114,37	77,24	33,0
12	-1,166	159,52	58,89	37,9
12	-1,166	159,52	58,89	37,9
12	-2,32	191,93	38,76	41,7
13	-2,32	191,93	38,76	41,7
13	-2,98	210,49	17,09	44,1
14	-2,98	210,49	17,09	44,1
14	-3,64	<b>215,03</b>	-3,56	<b>44,9</b>
15	-3,64	<b>215,03</b>	-3,56	<b>44,9</b>
15	-4,30	206,00	-23,88	44,2
16	-4,30	206,00	-23,88	44,2
16	-4,80	190,00	-40,00	42,7
17	-4,80	190,00	-40,00	42,7
17	-5,30	165,75	-56,77	40,3
18	-5,30	165,75	-56,76	40,3
18	-5,90	127,24	-71,38	36,6
19	-5,90	127,24	-71,38	36,6
19	-6,30	96,80	-80,37	33,7
20	-6,30	96,80	-80,37	33,7
20	-6,60	71,52	-87,69	31,3
21	-6,60	71,52	-87,69	31,3
21	-6,80	53,39	-93,06	29,7
22	-6,80	53,39	-93,06	29,7
22	-7,30	8,51	-83,53	25,4
23	-7,30	8,51	-83,53	25,4
23	-7,80	-30,72	-72,55	21,2
24	-7,80	-30,72	-72,55	21,2
24	-8,25	-59,63	-54,73	17,4
25	-8,25	-59,63	-54,71	17,4
25	-8,70	-80,22	-36,20	13,9
26	-8,70	-80,22	-36,18	13,9
26	-9,17	-90,94	-9,75	10,6
27	-9,17	-90,94	-9,75	10,6
27	-9,63	-89,67	15,28	7,9
28	-9,63	-89,67	15,30	7,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-76,79	40,08	5,6
29	-10,10	-76,79	40,07	5,6
29	-10,67	-53,84	40,10	3,6
30	-10,67	-53,84	40,09	3,6
30	-11,23	-32,49	34,61	2,0
31	-11,23	-32,49	34,61	2,0
31	-11,80	-15,50	24,87	0,7
32	-11,80	-15,50	24,87	0,7
32	-12,50	-1,14	11,24	-0,8
33	-12,50	-1,14	11,14	-0,8
33	-12,70	0,00	0,00	-1,1
Max		<b>215,03</b>	<b>96,60</b>	<b>44,9</b>
Max, minor nodes incl.		215,22	96,60	44,9

17 Step 6.4 Stage 5: fase (5)

17.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

17.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-0,01	12,2
1	0,85	-5,34	-6,81	16,0
2	0,85	-5,35	-6,79	16,0
2	0,40	-9,39	-10,52	19,7
3	0,40	-9,38	93,73	19,7
3	0,05	22,97	90,40	22,7
4	0,05	22,97	90,40	22,7
4	-0,30	53,99	86,10	25,5
5	-0,30	53,99	86,10	25,5
5	-0,50	70,98	83,26	27,2
6	-0,50	70,98	83,26	27,2
6	-0,55	75,14	82,51	27,5
7	-0,55	75,14	82,51	27,5
7	-0,60	79,26	81,73	27,9
8	-0,60	79,26	81,73	27,9
8	-0,85	99,22	77,33	29,8
9	-0,85	99,22	77,33	29,8
9	-0,98	109,14	74,80	30,8
10	-0,98	109,14	74,80	30,8
10	-1,00	110,64	74,38	30,9
11	-1,00	110,64	74,38	30,9
11	-1,66	153,88	56,02	35,2
12	-1,66	153,88	56,02	35,2
12	-2,32	184,37	35,89	38,4
13	-2,32	184,37	35,89	38,4
13	-2,98	201,03	14,22	40,2
14	-2,98	201,03	14,22	40,2
14	-3,64	<b>203,66</b>	-6,42	<b>40,5</b>
15	-3,64	<b>203,66</b>	-6,42	<b>40,5</b>
15	-4,30	192,72	-26,75	39,3
16	-4,30	192,72	-26,74	39,3
16	-4,80	175,27	-42,87	37,5
17	-4,80	175,27	-42,87	37,5
17	-5,30	149,58	-59,64	35,0
18	-5,30	149,58	-59,62	35,0
18	-5,90	109,35	-74,25	31,1
19	-5,90	109,35	-74,25	31,1
19	-6,30	77,77	-83,24	28,1
20	-6,30	77,77	-83,24	28,1
20	-6,60	51,63	-90,56	25,7
21	-6,60	51,63	-90,56	25,7
21	-6,80	32,92	-95,93	24,1
22	-6,80	32,92	-95,93	24,1
22	-7,30	-12,89	-84,05	20,0
23	-7,30	-12,89	-84,05	20,0
23	-7,80	-51,74	-70,62	15,9
24	-7,80	-51,74	-70,62	15,9
24	-8,25	-79,77	-52,81	12,4
25	-8,25	-79,78	-52,79	12,4
25	-8,70	-99,44	-33,66	9,2
26	-8,70	-99,43	-33,63	9,2
26	-9,17	-108,48	-4,87	6,3
27	-9,17	-108,48	-4,88	6,3
27	-9,63	-104,22	22,82	4,1
28	-9,63	-104,22	22,84	4,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-87,54	48,48	2,5
29	-10,10	-87,54	48,46	2,5
29	-10,67	-59,94	47,62	1,3
30	-10,67	-59,94	47,61	1,3
30	-11,23	-34,91	39,96	0,5
31	-11,23	-34,91	39,95	0,5
31	-11,80	-15,43	28,30	0,1
32	-11,80	-15,43	28,29	0,1
32	-12,50	-1,02	9,97	-0,2
33	-12,50	-1,02	9,96	-0,2
33	-12,70	0,00	0,00	-0,2
Max		<b>203,66</b>	<b>-95,93</b>	<b>40,5</b>
Max, minor nodes incl.		204,24	-95,93	40,5

18 Step 6.5 Stage 5: fase (5)

18.1 General Input Data

Passive side: D-Sheet Piling determined

18.1.1 Normal Forces

Name	Characteristic force at sheet pile top [kN]	Characteristic force at level, left side [kN]	Characteristic force at level, right side [kN]	Characteristic force at sheet pile toe [kN]
24,35 kN/m <sup>1</sup>	24,35	24,35	24,35	24,35

Name	Favourable / Unfavourable	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
24,35 kN/m <sup>1</sup>	Unfavourable	Permanent	

18.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m <sup>2</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
4,87 kNm/m <sup>1</sup>	1,30	-4,87	Favourable	Permanent

18.2 Input Data Left

18.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

18.2.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

18.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,30
19,63	1,36

18.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (5)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	17,00	19,00
22 klei; st zandig	-0,98	18,00	18,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00



Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
07 zand; sch; l	1.36	0.00	30.00	20.00	20.00
22 klei; st zandig	-0.98	0.00	27.50	18.33	18.33
16 klei; schoor; ...	-1.00	0.00	17.50	11.67	11.67
07 zand; sch; l	-5.30	0.00	30.00	20.00	20.00
08 zand; sch; m	-5.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-6.30	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m	-6.60	5.00	22.50	15.00	15.00
07 zand; sch; l	-7.80	0.00	30.00	20.00	20.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	5.00	22.50	15.00	15.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	0.00	32.50	21.67	16.60
09 zand; sch; v ...	-12.50	0.00	35.00	23.33	16.60
09 zand; sch; v	-12.70	0.00	35.00	23.33	16.60
08 zand; sch; m	-12.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-13.50	0.00	30.00	20.00	20.00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
07 zand; sch; l	1.36	1.00	1.00	Fine
22 klei; st zandig	-0.98	1.00	1.00	Fine
16 klei; schoor; ...	-1.00	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-5.30	1.00	1.00	Fine
08 zand; sch; m	-5.90	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-6.30	1.00	1.00	Fine
20 klei; zw z; m	-6.60	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-7.80	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8.70	2.00	1.00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10.10	1.50	1.00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11.80	2.00	1.00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12.50	2.00	1.00	Fine
09 zand; sch; v	-12.70	1.00	1.00	Fine
08 zand; sch; m	-12.90	1.00	1.00	Fine
07 zand; sch; l	-13.50	1.00	1.00	Fine

18.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
22 klei; st zandig	-0.98	1000.00	1000.00	500.00	500.00

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
16 klei; schoor; ...	-1.00	2000.00	2000.00	800.00	800.00
07 zand; sch; l	-5.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
08 zand; sch; m	-5.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-6.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	4400.00	4400.00	2400.00	2400.00
07 zand; sch; l	-7.80	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	24000.00	24000.00	12000.00	12000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	6600.00	6600.00	3600.00	3600.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	80000.00	80000.00	40000.00	40000.00
09 zand; sch; v	-12.70	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
08 zand; sch; m	-12.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-13.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	3000.00	3000.00
22 klei; st zandig	-0.98	250.00	250.00
16 klei; schoor; ...	-1.00	500.00	500.00
07 zand; sch; l	-5.30	3000.00	3000.00
08 zand; sch; m	-5.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-6.30	3000.00	3000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	1400.00	1400.00
07 zand; sch; l	-7.80	3000.00	3000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	2100.00	2100.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	10000.00	10000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v	-12.70	10000.00	10000.00
08 zand; sch; m	-12.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-13.50	3000.00	3000.00

18.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Cross section [m <sup>2</sup> /m]	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m]	Pre-tension force [kN/m <sup>2</sup> ]
Ø76,1-14,2 mm...	0,40	1,950E+08	1,682E-03	22,90	-35,00	726,01	n.a.

18.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load		Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
		[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		
15,00 kN/m <sup>2</sup>	1,00	15,00	15,00	Unfavourable (D-Sheet Piling)	Variable
	3,50				

18.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure			Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Distance [m]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1.07	1.1	24.1	0.27	1.23	6.17	
2	0.63	3.2	166.2	0.25	0.94	13.07	
3	0.23	6.4	141.2	0.30	0.75	6.64	
4	-0.13	9.9	149.5	0.35	0.64	5.23	
5	-0.40	11.5	174.2	0.34	0.59	5.10	
6	-0.55	12.4	188.0	0.33	0.57	5.07	
7	-0.79	13.2	201.8	0.33	0.55	5.02	
8	-0.99	15.1	177.0	0.36	0.56	4.18	
9	-1.33	21.7	75.8	0.49	0.68	1.71	
10	-1.99	23.7	76.5	0.50	0.65	1.62	
11	-2.65	27.2	111.2	0.54	0.64	2.22	
12	-3.31	26.0	117.5	0.50	0.64	2.24	

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
13	-3.97	25.3	123.9	0.46	0.64	2.25
14	-4.55	26.6	129.6	0.47	0.64	2.27
15	-5.05	27.8	134.5	0.47	0.64	2.28
16	-5.60	18.4	352.7	0.29	0.47	5.64
17	-6.10	16.6	414.5	0.25	0.44	6.18
18	-6.45	18.4	420.0	0.26	0.47	5.97
19	-6.90	18.9	244.3	0.25	0.58	3.30
20	-7.50	19.3	237.8	0.24	0.59	3.02
21	-8.03	19.5	457.0	0.24	0.48	5.50
22	-8.47	21.9	516.0	0.25	0.48	5.93
23	-8.93	23.1	528.6	0.13	0.48	11.61
24	-9.40	23.4	526.6	0.12	0.48	11.06
25	-9.87	24.0	551.3	0.12	0.48	11.09
26	-10.38	30.4	350.5	0.20	0.60	5.07
27	-10.95	34.5	343.3	0.21	0.60	4.76
28	-11.52	36.1	386.3	0.21	0.60	5.14
29	-12.15	28.8	694.4	0.12	0.45	11.72
30	-12.60	26.6	856.0	0.11	0.42	13.91

18.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0.00
22 klei; st zandig	0.30
16 klei; schoon; slap	108.98
07 zand; sch; l	11.06
08 zand; sch; m	6.65
07 zand; sch; l	5.52
20 klei; zw z; m	22.87
07 zand; sch; l	18.65
07 zand; sch; l (s)	20.98
20 klei; zw z; m (s)	106.40
08 zand; sch; m (s)	34.60
09 zand; sch; v (s)	9.04
09 zand; sch; v	0.00
08 zand; sch; m	0.00
07 zand; sch; l	0.00

18.5 Input Data Right

18.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

18.5.2 Water Level

Water level: -0.60 [m]

18.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,30

18.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (5)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-8,70	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Unit weight		phi [°]	Delta friction angle*	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]		Not reduced [°]	Reduced [°]
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00			
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00			
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00			
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00			
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00			

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type	
				Active [-]	Passive [-]
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine	
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine	
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine	
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine	
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine	
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine	
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine	
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine	
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine	
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine	

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

18.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

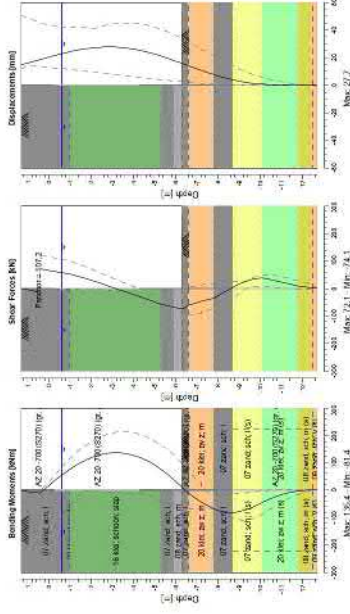
Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7,80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
09 zand; sch; v	-12,70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12,90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

18.5.6 Surcharge Loads

Number of iterations: 3

18.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 5: fase (5)  
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



18.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1.30	-4.87	0.00	14.8
1	0.85	-5.93	-6.62	16.7
2	0.85	-5.93	-6.63	16.7
2	0.40	-10.88	-15.66	18.6
3	0.40	-10.88	72.12	18.6
3	0.05	13.34	66.14	20.1
4	0.05	13.34	66.14	20.1
4	-0.30	35.69	61.42	21.6
5	-0.30	35.69	61.43	21.6
5	-0.50	47.76	59.12	22.4
6	-0.50	47.76	59.12	22.4
6	-0.60	53.62	57.88	22.8
7	-0.60	53.62	57.88	22.8
7	-0.98	74.71	52.85	24.2
8	-0.98	74.71	52.85	24.2
8	-1.00	75.77	52.54	24.2
9	-1.00	75.77	52.54	24.2
9	-1.66	105.82	38.21	26.2
10	-1.66	105.82	38.21	26.2
10	-2.32	125.97	22.59	27.4
11	-2.32	125.97	22.59	27.4
11	-2.98	135.01	4.64	27.7
12	-2.98	135.01	4.64	27.7
12	-3.64	132.43	-12.54	27.0
13	-3.64	132.43	-12.54	27.0
13	-4.30	118.64	-29.26	25.3
14	-4.30	118.64	-29.26	25.3

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-13.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	-6.30	3000.00	3000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	1400.00	1400.00
07 zand; sch; l	-7.80	3000.00	3000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	2100.00	2100.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	10000.00	10000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v	-12.70	10000.00	10000.00
08 zand; sch; m	-12.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-13.50	3000.00	3000.00

18.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
13,78 kN/m2	0,00	13,78	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,76	9,59		
	2,82	4,08		
	3,00	3,06		
	5,00	0,00		

18.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

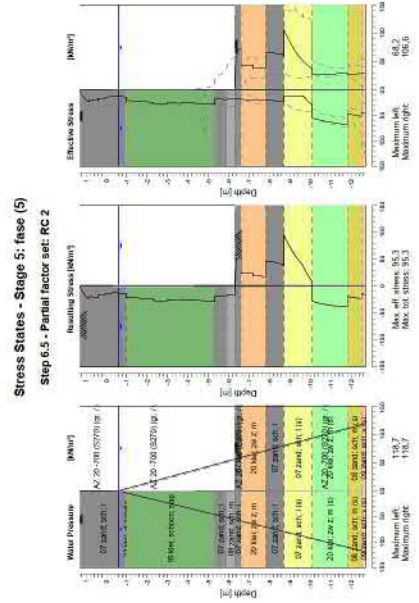
Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients		
				Ka	Ko	Kp
1	-6.45	4.2	80.5	0.28	0.82	5.40
2	-6.90	1.2	63.1	0.07	0.62	3.49
3	-7.50	2.7	62.7	0.12	0.51	2.85
4	-8.03	7.0	110.7	0.27	0.42	4.32
5	-8.47	8.0	124.1	0.28	0.41	4.28
6	-8.93	9.0	136.8	0.14	0.43	8.43
7	-9.40	9.9	157.6	0.14	0.42	8.74
8	-9.87	10.7	181.8	0.13	0.43	9.15
9	-10.38	10.4	122.9	0.16	0.53	4.23
10	-10.85	11.5	149.9	0.16	0.54	4.72
11	-11.52	12.7	173.4	0.16	0.55	5.03
12	-12.15	12.6	327.6	0.11	0.42	11.47
13	-12.60	12.0	408.3	0.10	0.39	13.29

18.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
07 zand; sch; l	18.97
20 klei; zw z; m	47.98
07 zand; sch; l	57.86
07 zand; sch; l (s)	90.24
20 klei; zw z; m (s)	47.66
08 zand; sch; m (s)	19.74
09 zand; sch; v (s)	6.06
09 zand; sch; v	0.00
08 zand; sch; m	0.00
07 zand; sch; l	0.00

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-4.80	100.66	-42.56	23.5
15	-4.80	100.66	-42.56	23.5
15	-5.30	75.87	-56.44	21.2
16	-5.30	75.87	-56.42	21.2
16	-5.90	38.67	-67.48	18.1
17	-5.90	38.67	-67.48	18.1
17	-6.30	10.30	-74.13	15.8
18	-6.30	10.30	-74.13	15.8
18	-6.60	-10.26	-60.68	14.1
19	-6.60	-10.26	-60.68	14.1
19	-7.20	-42.54	-46.68	10.8
20	-7.20	-42.54	-46.68	10.8
20	-7.80	-67.27	-35.58	7.7
21	-7.80	-67.27	-35.58	7.7
21	-8.25	-78.68	-15.08	5.7
22	-8.25	-78.68	-15.06	5.7
22	-8.70	-81.23	3.65	3.9
23	-8.70	-81.23	3.66	3.9
23	-9.17	-75.03	21.72	2.5
24	-9.17	-75.03	21.71	2.5
24	-9.63	-62.02	33.24	1.4
25	-9.63	-62.02	33.26	1.4
25	-10.10	-45.06	38.30	0.8
26	-10.10	-45.06	38.30	0.8
26	-10.67	-25.80	29.43	0.4
27	-10.67	-25.80	29.43	0.4
27	-11.23	-11.92	19.42	0.2
28	-11.23	-11.92	19.42	0.2
28	-11.80	-3.87	8.92	0.1
29	-11.80	-3.87	8.92	0.1
29	-12.50	-0.15	1.49	0.1
30	-12.50	-0.15	1.49	0.1
30	-12.70	0.00	0.00	0.1
Max		<b>135.01</b>	<b>-74.13</b>	<b>27.7</b>
Max, minor nodes Incl.		135.40	-74.13	27.7

18.8.3 Charts of Stresses



18.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Stat* [Mob** [%]	Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Stat* [Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	1	0.00	0.00	-
1	0.85	22.94	0.00	1	0.00	0.00	-
2	0.85	19.53	0.00	1	0.00	0.00	-
2	0.40	20.70	0.00	1	0.00	0.00	-
3	0.40	17.34	0.00	1	0.00	0.00	-
3	0.05	16.78	0.00	1	0.00	0.00	-
4	0.05	14.23	0.00	1	0.00	0.00	-
4	-0.30	12.66	0.00	1	0.00	0.00	-
5	-0.30	10.99	0.00	1	0.00	0.00	-
5	-0.50	12.20	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.50	12.69	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.60	12.69	0.00	A	0.00	0.00	-
7	-0.60	12.54	0.00	A	0.00	0.00	-
7	-0.98	13.93	3.73	A	0.00	3.73	-
8	-0.98	15.09	3.73	A	0.00	3.73	-
8	-1.00	15.16	3.92	A	0.00	3.92	-
9	-1.00	20.88	3.92	A	0.00	3.92	-
9	-1.66	22.52	10.40	A	0.00	10.40	-
10	-1.66	22.94	10.40	A	0.00	10.40	-
10	-2.32	24.37	16.87	A	0.00	16.87	-
11	-2.32	26.47	16.87	A	0.00	16.87	-
11	-2.98	27.89	23.35	A	0.00	23.35	-
12	-2.98	25.41	23.35	A	0.00	23.35	-
12	-3.64	26.64	29.82	A	0.00	29.82	-
13	-3.64	24.78	29.82	A	0.00	29.82	-
13	-4.30	25.90	36.30	A	0.00	36.30	-
14	-4.30	26.17	36.30	A	0.00	36.30	-
14	-4.80	27.03	41.20	A	0.00	41.20	-
15	-4.80	27.32	41.20	A	0.00	41.20	-
15	-5.30	28.19	46.11	A	0.00	46.11	-
16	-5.30	17.66	46.11	A	0.00	46.11	-
16	-5.90	19.21	51.99	A	0.00	51.99	-
17	-5.90	16.14	51.99	A	0.00	51.99	-
17	-6.30	17.10	55.92	A	0.00	55.92	-
18	-6.30	18.04	55.92	A	0.00	55.92	-
18	-6.60	18.73	58.86	A	0.00	58.86	3
19	-6.60	18.27	58.86	A	0.00	58.86	2
19	-7.20	19.46	64.75	A	0.00	64.75	2
20	-7.20	18.68	64.75	A	0.00	64.75	2
20	-7.80	19.82	70.63	A	0.00	70.63	2
21	-7.80	19.07	70.63	A	0.00	70.63	2
21	-8.25	20.00	75.05	A	0.00	75.05	2
22	-8.25	21.40	75.05	A	0.00	75.05	2
22	-8.70	22.41	79.46	A	0.00	79.46	1
23	-8.70	11.28	79.46	A	106.62	79.46	1
23	-9.17	11.81	84.04	A	73.09	84.04	1
24	-9.17	11.42	84.04	A	73.27	84.04	1
24	-9.63	12.29	88.62	1	50.55	88.62	1
25	-9.63	12.41	88.62	1	50.81	88.62	1
25	-10.10	29.74	93.19	1	37.07	93.19	1
26	-10.10	55.31	93.19	1	27.40	93.19	1
26	-10.67	60.76	98.75	1	26.76	98.75	1
27	-10.67	60.91	98.75	1	27.24	98.75	1
27	-11.23	64.83	104.31	1	28.23	104.31	1
28	-11.23	64.98	104.31	1	28.70	104.31	1
28	-11.80	68.18	109.87	1	30.49	109.87	1
29	-11.80	46.89	109.87	1	27.77	109.87	1
29	-12.50	51.83	116.74	1	28.78	116.74	1
30	-12.50	44.33	116.74	1	30.33	116.74	1
30	-12.70	46.11	118.70	1	30.29	118.70	1

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

**18.8.5 Percentage Mobilized Resistance**

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	294,5	206,7
Water	520,0	520,0
Total	814,4	726,6

Considered as passive side  
 Maximum passive effective resistance 925,95 kN  
 Mobilized passive effective resistance 206,66 kN  
 Percentage mobilized resistance 22,3 %  
 Position single support 0,40 m  
 Maximum passive moment 9935,78 kNm  
 Mobilized passive moment 1865,19 kNm  
 Percentage mobilized moment 18,8 %

**18.8.6 Anchors/Struts**

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Ø76,1-14,2 mm....	0,40	1,950E+08	107,16	Elastic	Left	Anchor

**19 Step 6.3 Stage 6: fase (f)**

**19.1 Calculation Results**

Number of iterations: 4

**19.1.1 Moments, Forces and Displacements**

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-0,01	11,7
1	0,85	-5,31	-6,68	16,0
2	0,85	-5,31	-6,71	16,0
2	0,40	-9,72	-12,22	20,2
3	0,40	-9,72	96,60	20,2
3	0,05	23,65	93,27	23,5
4	0,05	23,65	88,97	26,8
4	-0,30	55,68	88,97	26,8
5	-0,30	55,68	86,13	28,6
5	-0,50	73,26	86,13	28,6
6	-0,50	73,26	85,38	29,1
6	-0,55	77,56	85,38	29,1
7	-0,55	77,56	85,38	29,1
7	-0,60	81,82	84,60	29,5
8	-0,60	81,82	84,60	29,5
8	-0,85	102,51	80,20	31,7
9	-0,85	102,51	80,20	31,7
9	-0,98	112,81	77,66	32,8
10	-0,98	112,81	77,66	32,8
10	-1,00	114,37	77,24	33,0
11	-1,00	114,37	77,24	33,0
11	-1,00	114,37	77,24	33,0
11	-1,166	159,52	58,89	37,9
12	-1,166	159,52	58,89	37,9
12	-2,32	191,93	38,76	41,7
13	-2,32	191,93	38,76	41,7
13	-2,98	210,49	17,09	44,1
14	-2,98	210,49	17,09	44,1
14	-3,64	215,03	-3,56	44,9
15	-3,64	215,03	-3,56	44,9
15	-4,30	206,00	-23,88	44,2
16	-4,30	206,00	-23,88	44,2
16	-4,80	190,00	-40,00	42,7
17	-4,80	190,00	-40,00	42,7
17	-5,30	165,75	-56,77	40,3
18	-5,30	165,75	-56,76	40,3
18	-5,90	127,24	-71,38	36,6
19	-5,90	127,24	-71,38	36,6
19	-6,30	96,80	-80,37	33,7
20	-6,30	96,80	-80,37	33,7
20	-6,60	71,52	-87,69	31,3
21	-6,60	71,52	-87,69	31,3
21	-6,80	53,39	-93,06	29,7
22	-6,80	53,39	-93,06	29,7
22	-7,30	8,51	-83,53	25,4
23	-7,30	8,51	-83,53	25,4
23	-7,80	-30,72	-72,55	21,2
24	-7,80	-30,72	-72,55	21,2
24	-8,25	-59,63	-54,73	17,4
25	-8,25	-59,63	-54,71	17,4
25	-8,70	-80,22	-36,20	13,9
26	-8,70	-80,22	-36,18	13,9
26	-9,17	-90,94	-9,75	10,6
27	-9,17	-90,94	-9,75	10,6
27	-9,63	-89,67	15,28	7,9
28	-9,63	-89,67	15,30	7,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-76,79	40,08	5,6
29	-10,10	-76,79	40,07	5,6
29	-10,67	-53,84	40,10	3,6
30	-10,67	-53,84	40,09	3,6
30	-11,23	-32,49	34,61	2,0
31	-11,23	-32,49	34,61	2,0
31	-11,80	-15,50	24,87	0,7
32	-11,80	-15,50	24,87	0,7
32	-12,50	-1,14	11,24	-0,8
33	-12,50	-1,14	11,14	-0,8
33	-12,70	0,00	0,00	-1,1
Max		<b>215,03</b>	<b>96,60</b>	<b>44,9</b>
Max, minor nodes incl.		215,22	96,60	44,9

20 Step 6.4 Stage 6: fase (6)

20.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

20.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-0,01	12,2
1	0,85	-5,34	-6,81	16,0
2	0,85	-5,35	-6,79	16,0
2	0,40	-9,39	-10,52	19,7
3	0,40	-9,38	93,73	19,7
3	0,05	22,97	90,40	22,7
4	0,05	22,97	90,40	22,7
4	-0,30	53,99	86,10	25,5
5	-0,30	53,99	86,10	25,5
5	-0,50	70,98	83,26	27,2
6	-0,50	70,98	83,26	27,2
6	-0,55	75,14	82,51	27,5
7	-0,55	75,14	82,51	27,5
7	-0,60	79,26	81,73	27,9
8	-0,60	79,26	81,73	27,9
8	-0,85	99,22	77,33	29,8
9	-0,85	99,22	77,33	29,8
9	-0,98	109,14	74,80	30,8
10	-0,98	109,14	74,80	30,8
10	-1,00	110,64	74,38	30,9
11	-1,00	110,64	74,38	30,9
11	-1,66	153,88	56,02	35,2
12	-1,66	153,88	56,02	35,2
12	-2,32	184,37	35,89	38,4
13	-2,32	184,37	35,89	38,4
13	-2,98	201,03	14,22	40,2
14	-2,98	201,03	14,22	40,2
14	-3,64	<b>203,66</b>	-6,42	<b>40,5</b>
15	-3,64	<b>203,66</b>	-6,42	<b>40,5</b>
15	-4,30	192,72	-26,75	39,3
16	-4,30	192,72	-26,74	39,3
16	-4,80	175,27	-42,87	37,5
17	-4,80	175,27	-42,87	37,5
17	-5,30	149,58	-59,64	35,0
18	-5,30	149,58	-59,62	35,0
18	-5,90	109,35	-74,25	31,1
19	-5,90	109,35	-74,25	31,1
19	-6,30	77,77	-83,24	28,1
20	-6,30	77,77	-83,24	28,1
20	-6,60	51,63	-90,56	25,7
21	-6,60	51,63	-90,56	25,7
21	-6,80	32,92	-95,93	24,1
22	-6,80	32,92	-95,93	24,1
22	-7,30	-12,89	-84,05	20,0
23	-7,30	-12,89	-84,05	20,0
23	-7,80	-51,74	-70,62	15,9
24	-7,80	-51,74	-70,62	15,9
24	-8,25	-79,77	-52,81	12,4
25	-8,25	-79,78	-52,79	12,4
25	-8,70	-99,44	-33,66	9,2
26	-8,70	-99,43	-33,63	9,2
26	-9,17	-108,48	-4,87	6,3
27	-9,17	-108,48	-4,88	6,3
27	-9,63	-104,22	22,82	4,1
28	-9,63	-104,22	22,84	4,1

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	-87,54	48,48	2,5
29	-10,10	-87,54	48,46	2,5
29	-10,67	-59,94	47,62	1,3
30	-10,67	-59,94	47,61	1,3
30	-11,23	-34,91	39,96	0,5
31	-11,23	-34,91	39,95	0,5
31	-11,80	-15,43	28,30	0,1
32	-11,80	-15,43	28,29	0,1
32	-12,50	-1,02	9,97	-0,2
33	-12,50	-1,02	9,96	-0,2
33	-12,70	0,00	0,00	-0,2
Max		<b>203,66</b>	<b>-95,93</b>	<b>40,5</b>
Max, minor nodes incl.		204,24	-95,93	40,5

**21 Step 6.5 Stage 6: fase (6)**

**21.1 General Input Data**

Passive side: D-Sheet Piling determined

**21.1.1 Normal Forces**

Name	Characteristic force at sheet pile top [kN]	Characteristic force at level, left side [kN]	Characteristic force at level, right side [kN]	Characteristic force at sheet pile toe [kN]
24,35 kN/m <sup>1</sup>	24,35	24,35	24,35	24,35

Name	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
24,35 kN/m <sup>1</sup>	Unfavourable	Permanent

**21.1.2 Horizontal Loads**

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m <sup>1</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
50,00 kN/m <sup>1</sup>	-0,50	-50,00	Favourable (D-Sheet Pi...	Variable

**21.1.3 Moments**

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m <sup>1</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
4,87 kNm/m <sup>1</sup>	-1,30	-4,87	Favourable	Permanent

**21.2 Input Data Left**

**21.2.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

**21.2.2 Water Level**

Water level: -0,60 [m]

**21.2.3 Surface**

X [m]	Y [m]
0,00	1,30
19,63	1,36

**21.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (6)**

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	17,00	19,00
22 klei; st zandig	-0,98	18,00	18,00
16 klei; schoorn; ...	-1,00	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat. [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	-13.50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	1.36	0.00	30,00	20,00	20,00
22 klei; st zandig	-0.98	0.00	27,50	18,33	18,33
16 klei; schoor; ...	-1,00	0,00	17,50	11,67	11,67
07 zand; sch; l	-5,30	0,00	30,00	20,00	20,00
08 zand; sch; m	-5,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,70	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
					Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
22 klei; st zandig	-0.98	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
16 klei; schoor; ...	-1,00	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-5,30	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-5,90	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

21.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
22 klei; st zandig	-0.98	1000.00	1000.00	500.00	500.00
16 klei; schoor; ...	-1,00	2000.00	2000.00	800.00	800.00
07 zand; sch; l	-5,30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
08 zand; sch; m	-5,90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-6,30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m	-6,60	4400.00	4400.00	2400.00	2400.00
07 zand; sch; l	-7,80	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	24000.00	24000.00	12000.00	12000.00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	6600.00	6600.00	3600.00	3600.00
08 zand; sch; m ...	-11,80	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v ...	-12,50	80000.00	80000.00	40000.00	40000.00
09 zand; sch; v ...	-12,70	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
08 zand; sch; m	-12,90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-13,50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	1.36	3000.00	3000.00
22 klei; st zandig	-0.98	250.00	250.00
16 klei; schoor; ...	-1,00	500.00	500.00
07 zand; sch; l	-5,30	3000.00	3000.00
08 zand; sch; m	-5,90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-6,30	3000.00	3000.00
20 klei; zw z; m	-6,60	1400.00	1400.00
07 zand; sch; l	-7,80	3000.00	3000.00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	2100.00	2100.00
08 zand; sch; m ...	-11,80	10000.00	10000.00
09 zand; sch; v ...	-12,50	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v ...	-12,70	10000.00	10000.00
08 zand; sch; m	-12,90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-13,50	3000.00	3000.00

21.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Cross section [m <sup>2</sup> /m]	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m]	Pre-tension. force [kN/m]
Ø76.1-14.2 mm....	0.40	1,950E+08	1,682E-03	22,90	-35,00	726,01	n.a.

21.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load		Permanent / Variable
		Favourable / Unfavourable	Unfavourable (D-Sheet Piling)	
15,00 kN/m2	1,00	15,00	15,00	Variable
	3,50			

21.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure			Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Neutral [-]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1.07	1.1	24.1	0.27	1.23	6.17	
2	0.63	3.2	166.2	0.25	0.94	13.07	
3	0.23	6.4	141.2	0.30	0.75	6.64	
4	-0.13	9.9	149.5	0.35	0.64	5.23	
5	-0.40	11.5	174.2	0.34	0.59	5.10	
6	-0.55	12.4	188.0	0.33	0.57	5.07	
7	-0.79	13.2	201.8	0.33	0.55	5.02	



Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Horizontal pressure Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
8	-0.99	15,1	177,0	0,36	0,56	4,18
9	-1,33	21,7	75,8	0,49	0,68	1,71
10	-1,99	23,7	76,5	0,50	0,65	1,62
11	-2,65	27,2	111,2	0,54	0,64	2,22
12	-3,31	26,0	117,5	0,50	0,64	2,24
13	-3,97	25,3	123,9	0,46	0,64	2,25
14	-4,65	26,6	129,6	0,47	0,64	2,27
15	-5,05	27,8	134,5	0,47	0,64	2,28
16	-5,60	18,4	352,7	0,29	0,47	5,64
17	-6,10	16,6	414,5	0,25	0,44	6,18
18	-6,45	18,4	420,0	0,26	0,47	5,97
19	-6,90	18,9	244,3	0,25	0,58	3,30
20	-7,50	19,3	237,8	0,24	0,59	3,02
21	-8,03	19,5	457,0	0,24	0,48	5,50
22	-8,47	21,9	516,0	0,25	0,48	5,93
23	-8,93	23,1	528,6	0,13	0,48	11,61
24	-9,40	23,4	526,6	0,12	0,48	11,06
25	-9,87	24,0	551,3	0,12	0,48	11,09
26	-10,38	30,4	350,5	0,20	0,60	5,07
27	-10,95	34,5	343,3	0,21	0,60	4,76
28	-11,52	36,1	386,3	0,21	0,60	5,14
29	-12,15	28,8	694,4	0,12	0,45	11,72
30	-12,60	26,6	856,0	0,11	0,42	13,91

21.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0,00
22 klei; st zandig	0,33
16 klei; schoom; slap	117,06
07 zand; sch; l	12,87
08 zand; sch; m	7,87
07 zand; sch; l	5,87
20 klei; zw z; m	22,99
07 zand; sch; l	18,65
07 zand; sch; l (s)	20,47
20 klei; zw z; m (s)	106,10
08 zand; sch; m (s)	34,49
09 zand; sch; v (s)	9,12
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

21.5 Input Data Right

21.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

21.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

21.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,30

21.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (6)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type	
				Active [-]	Passive [-]
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	Fine	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	Fine	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	Fine	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	Fine	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	Fine	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	Fine	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	Fine	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	Fine	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	Fine	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	Fine	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

21.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6.30	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
20 klei; zw z; m	-6.60	4400,00	4400,00	2400,00	2400,00
07 zand; sch; l	-7.80	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	24000,00	24000,00	12000,00	12000,00
20 klei; zw z; m...	-10.10	6600,00	6600,00	3600,00	3600,00
08 zand; sch; m...	-11.80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
09 zand; sch; v ...	-12.50	80000,00	80000,00	40000,00	40000,00
08 zand; sch; m	-12.70	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
08 zand; sch; m	-12.90	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
07 zand; sch; l	-13.50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00

21.5.6 Surcharge Loads

Layer name	Level [m]	Branch 3		Characteristic load [kN/m <sup>2</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Van
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]			
07 zand; sch; l	-6.30	3000,00	3000,00	13,78	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
20 klei; zw z; m	-6.60	1400,00	1400,00	9,59		
07 zand; sch; l	-7.80	3000,00	3000,00	4,08		
07 zand; sch; l (s)	-8.70	6000,00	6000,00	3,06		
20 klei; zw z; m...	-10.10	2100,00	2100,00	0,00		
08 zand; sch; m...	-11.80	10000,00	10000,00			
09 zand; sch; v ...	-12.50	20000,00	20000,00			
09 zand; sch; v	-12.70	10000,00	10000,00			
08 zand; sch; m	-12.90	5000,00	5000,00			
07 zand; sch; l	-13.50	3000,00	3000,00			

21.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Fictive earth pressure coefficients
				Ka Ko Kp
1	-6.45	4,2	80,5	0,28 0,82 5,40
2	-6.90	1,2	63,1	0,07 0,62 3,49
3	-7.50	2,7	62,7	0,12 0,51 2,85
4	-8.03	7,0	110,7	0,27 0,42 4,32
5	-8.47	8,0	124,1	0,28 0,41 4,28
6	-8.93	9,0	136,8	0,14 0,41 8,43
7	-9.40	9,9	157,6	0,14 0,42 8,74
8	-9.87	10,7	181,8	0,13 0,43 9,15
9	-10.38	10,4	122,9	0,16 0,53 4,23
10	-10.95	11,5	149,9	0,16 0,54 4,72
11	-11.52	12,7	173,4	0,16 0,55 5,03
12	-12.15	12,6	327,6	0,11 0,42 11,47
13	-12.60	12,0	408,3	0,10 0,39 13,29

21.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
07 zand; sch; l	18,94
20 klei; zw z; m	47,95
07 zand; sch; l	58,04
07 zand; sch; l (s)	91,93

Name	Force
20 klei; zw z; m (s)	47,97
08 zand; sch; m (s)	19,86
09 zand; sch; v (s)	5,99
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

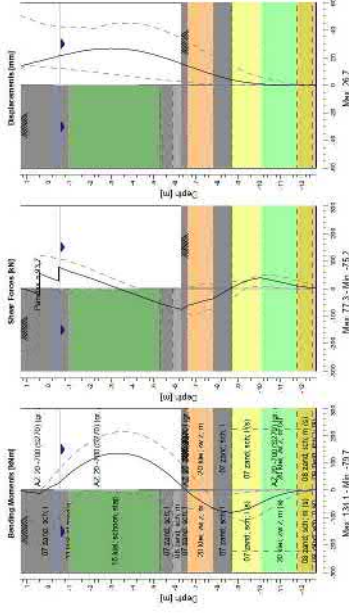
21.8 Calculation Results

Number of iterations: 3

21.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 6; fase (6)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2

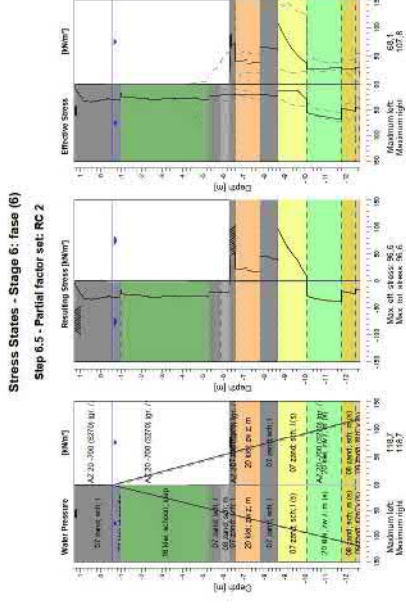


21.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,87	0,00	14,0
1	0,85	-6,10	-7,67	15,7
2	0,85	-6,10	-7,69	15,7
2	0,40	-12,81	-22,55	17,4
3	0,40	-12,81	54,17	17,4
3	0,05	4,26	43,12	18,8
4	0,05	4,26	43,12	18,8
4	-0,30	17,59	32,92	20,2
5	-0,30	17,59	32,92	20,2
5	-0,50	23,64	27,32	21,0
6	-0,50	23,64	77,32	21,0
6	-0,60	31,24	74,40	21,4
7	-0,60	31,24	74,40	21,4
7	-0,98	57,38	62,90	22,7
8	-0,98	57,38	62,90	22,7
8	-1,00	58,64	62,57	22,8
9	-1,00	58,64	62,57	22,8
9	-1,66	94,70	46,38	24,8
10	-1,66	94,70	46,38	24,8
10	-2,32	119,67	29,06	26,2

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
11	-2.32	119.67	29.06	26.2
11	-2.98	132.48	9.63	<b>26.7</b>
12	-2.98	132.48	9.63	<b>26.7</b>
12	-3.64	<b>132.79</b>	-8.75	26.2
13	-3.64	<b>132.79</b>	-8.75	26.2
13	-4.30	121.18	-26.40	24.7
14	-4.30	121.18	-26.40	24.7
14	-4.80	104.49	-40.23	23.0
15	-4.80	104.49	-40.23	23.0
15	-5.30	80.77	-54.49	20.9
16	-5.30	80.77	-54.49	20.9
17	-5.90	44.15	-67.35	17.9
17	-5.90	44.15	-67.34	17.9
17	-6.30	15.58	-75.22	15.7
18	-6.30	15.58	-75.22	15.7
18	-6.60	-5.37	-62.14	14.0
19	-6.60	-5.37	-62.15	14.0
19	-7.20	-38.58	-48.29	10.8
20	-7.20	-38.58	-48.30	10.8
20	-7.80	-64.28	-37.20	7.8
21	-7.80	-64.28	-37.20	7.8
21	-8.25	-76.41	-16.65	5.7
22	-8.25	-76.42	-16.63	5.7
22	-8.70	2.21	-79.65	4.0
23	-8.70	-79.65	2.22	4.0
23	-9.17	-74.05	20.58	2.5
24	-9.17	-74.05	20.57	2.5
24	-9.63	-61.51	32.39	1.5
25	-9.63	-61.51	32.41	1.5
25	-10.10	-44.82	37.96	0.8
26	-10.10	-44.82	37.95	0.8
26	-10.67	-25.71	29.23	0.4
27	-10.67	-25.72	29.23	0.4
27	-11.23	-11.92	19.32	0.2
28	-11.23	-11.92	19.32	0.2
28	-11.80	-3.91	8.88	0.1
29	-11.80	-3.91	8.88	0.1
29	-12.50	-0.16	1.56	0.1
30	-12.50	-0.16	1.56	0.1
30	-12.70	0.00	0.00	0.1
Max		<b>132.79</b>	<b>77.32</b>	<b>26.7</b>
Max, minor nodes incl.		134.12	77.32	26.7

21.8.3 Charts of Stresses



21.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	P	0.00	0.00	0.00
2	0.85	27.80	0.00	2	0.00	0.00	0.00
2	0.85	31.61	0.00	1	30	0.00	0.00
2	0.40	34.51	0.00	1	15	0.00	0.00
3	0.40	31.16	0.00	1	27	0.00	0.00
3	0.05	31.89	0.00	1	19	0.00	0.00
4	0.05	29.34	0.00	1	22	0.00	0.00
4	-0.30	28.88	0.00	1	17	0.00	0.00
5	-0.30	27.21	0.00	1	17	0.00	0.00
5	-0.50	28.89	0.00	1	16	0.00	0.00
6	-0.50	28.73	0.00	1	16	0.00	0.00
6	-0.60	29.55	0.00	1	15	0.00	0.00
7	-0.60	29.40	0.00	1	15	0.00	0.00
7	-0.98	31.02	3.73	1	15	0.00	3.73
8	-0.98	16.52	3.73	1	0.00	0.00	3.73
8	-1.00	16.59	3.92	1	0.00	0.00	3.92
9	-1.00	23.72	3.92	1	0.00	0.00	3.92
9	-1.66	25.25	10.40	1	0.00	0.00	10.40
10	-1.66	25.66	10.40	1	0.00	0.00	10.40
10	-2.32	26.80	16.87	1	0.00	0.00	16.87
11	-2.32	26.90	16.87	1	0.00	0.00	16.87
11	-2.98	29.94	23.35	1	0.00	0.00	23.35
12	-2.98	27.45	23.35	1	0.00	0.00	23.35
12	-3.64	28.26	29.82	1	0.00	0.00	29.82
13	-3.64	26.39	29.82	1	0.00	0.00	29.82
13	-4.30	27.10	36.30	1	0.00	0.00	36.30
14	-4.30	27.37	36.30	1	0.00	0.00	36.30
14	-4.80	27.93	41.20	1	0.00	0.00	41.20
15	-4.80	28.22	41.20	1	0.00	0.00	41.20
15	-5.30	28.82	46.11	1	0.00	0.00	46.11

22 Step 6.3 Stage 7: fase (7)

22.1 Calculation Results

Number of iterations: 11

22.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-225,00	48,8
1	0,85	-105,79	-225,59	46,7
2	0,85	-105,79	-225,60	46,7
2	0,40	-207,71	-227,33	44,9
3	0,40	-207,71	118,55	44,9
3	0,05	-166,80	115,23	43,8
4	0,05	-166,80	115,23	43,8
4	-0,30	-127,22	110,92	43,0
5	-0,30	-127,22	110,93	43,0
5	-0,50	-105,32	108,08	42,7
6	-0,50	-105,32	108,08	42,7
6	-0,55	-99,94	107,33	42,6
7	-0,55	-99,94	107,33	42,6
7	-0,60	-94,59	106,56	42,5
8	-0,60	-94,59	106,56	42,5
8	-0,85	-68,50	102,16	42,3
9	-0,85	-68,50	102,16	42,3
9	-0,98	-55,38	99,62	42,1
10	-0,98	-55,38	99,62	42,1
10	-1,00	-53,40	99,20	42,1
11	-1,00	-53,40	99,20	42,1
11	-1,66	6,07	80,84	41,7
12	-1,66	6,07	80,84	41,7
12	-2,32	52,83	60,71	41,2
13	-2,32	52,83	60,71	41,2
13	-2,98	85,78	39,04	40,3
14	-2,98	85,78	39,04	40,3
14	-3,64	104,73	18,40	38,9
15	-3,64	104,73	18,40	38,9
15	-4,30	110,14	-1,92	36,6
16	-4,30	110,14	-1,92	36,6
16	-4,80	105,09	-18,04	34,4
17	-4,80	105,09	-18,04	34,4
17	-5,30	91,81	-34,81	31,7
18	-5,30	91,81	-34,80	31,7
18	-5,90	66,48	-49,42	28,0
19	-5,90	66,48	-49,42	28,0
19	-6,30	44,83	-58,42	25,3
20	-6,30	44,83	-58,42	25,3
20	-6,60	26,15	-65,74	23,2
21	-6,60	26,15	-65,74	23,2
21	-6,80	12,42	-71,10	21,8
22	-6,80	12,42	-71,10	21,8
22	-7,30	-21,78	-62,94	18,2
23	-7,30	-21,78	-62,94	18,2
23	-7,80	-51,08	-53,77	14,7
24	-7,80	-51,08	-53,77	14,7
24	-8,25	-71,52	-36,03	11,7
25	-8,25	-71,52	-36,01	11,7
25	-8,70	-83,85	-18,62	9,0
26	-8,70	-83,85	-18,60	9,0
26	-9,17	-87,08	4,01	6,5
27	-9,17	-87,08	4,00	6,5
27	-9,63	-80,38	24,83	4,6
28	-9,63	-80,38	24,85	4,6

Node number	Level [m]	Left		Right		Stat*	Stat*	Mob** [%]	Mob** [%]
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]				
16	-5,30	21,50	46,11	0,00	46,11	-	-	-	-
16	-5,90	21,47	51,99	0,00	51,99	-	-	-	-
17	-5,90	19,91	51,99	0,00	51,99	-	-	-	-
17	-6,30	19,50	55,92	0,00	55,92	-	-	-	-
18	-6,30	19,48	55,92	0,00	55,92	A	A	84	84
18	-6,60	19,66	58,86	41,61	58,86	3	3	74	74
19	-6,60	18,62	58,86	41,61	58,86	2	2	61	61
19	-7,20	19,53	64,75	42,69	64,75	2	2	66	66
20	-7,20	18,74	64,75	37,64	64,75	2	2	56	56
20	-7,80	19,82	70,63	37,95	70,63	2	2	64	64
21	-7,80	19,07	70,63	65,75	70,63	2	2	55	55
21	-8,25	20,00	75,05	64,80	75,05	2	2	55	55
22	-8,25	21,40	75,05	64,34	75,05	2	2	55	55
22	-8,70	22,41	79,46	60,26	79,46	1	1	46	46
23	-8,70	11,28	79,46	107,84	79,46	1	1	42	42
23	-9,17	11,81	84,04	74,37	84,04	1	1	26	26
24	-9,17	11,42	84,04	74,54	84,04	1	1	25	25
24	-9,63	11,93	88,62	51,74	88,62	1	1	16	16
25	-9,63	11,76	88,62	52,00	88,62	1	1	15	15
25	-10,10	28,71	93,19	38,10	93,19	1	1	10	10
26	-10,10	55,02	93,19	27,68	93,19	1	1	16	16
26	-10,67	60,54	98,75	26,97	98,75	1	1	14	14
27	-10,67	60,70	98,75	27,46	98,75	1	1	13	13
27	-11,23	64,69	104,31	28,37	104,31	1	1	12	12
28	-11,23	64,83	104,31	28,84	104,31	1	1	12	12
28	-11,80	68,11	109,87	30,56	109,87	1	1	11	11
29	-11,80	46,47	109,87	28,20	109,87	1	1	5	5
29	-12,50	51,93	116,74	28,68	116,74	1	1	4	4
30	-12,50	44,54	116,74	30,13	116,74	1	1	4	4
30	-12,70	46,62	118,70	29,79	118,70	1	1	4	4

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

21.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	334,5	207,8
Water	520,0	520,0
Total	854,5	727,8

Considered as passive side  
 Maximum passive effective resistance 925,95 kN  
 Mobilized passive effective resistance 207,79 kN  
 Percentage mobilized resistance 22,4 %  
 Position single support 0,40 m  
 Maximum passive moment 9935,78 kNm  
 Mobilized passive moment 1876,52 kNm  
 Percentage mobilized moment 18,9 %

21.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
Ø76,1-14,2 mm.....	0,40	1,950E+08	93,65	Elastic	Left	Anchor

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10,10	64,37	42,86	3,2
29	-10,10	64,37	42,85	3,2
29	-10,67	41,54	37,19	2,0
30	-10,67	41,54	37,19	2,0
30	-11,23	22,90	28,25	1,1
31	-11,23	22,90	28,25	1,1
31	-11,80	9,99	17,04	0,5
32	-11,80	9,99	17,03	0,5
32	-12,50	0,73	6,98	-0,2
33	-12,50	0,73	6,98	-0,2
33	-12,70	0,00	0,01	-0,4
Max		<b>-207,71</b>	<b>-227,33</b>	<b>48,8</b>
Max, minor nodes incl.		-207,71	-227,33	48,8

23 Step 6.4 Stage 7: fase (7)

23.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

23.1.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-4,38	-225,00	49,2
1	0,85	-105,80	-225,59	46,8
2	0,85	-105,80	-225,60	46,8
2	0,40	<b>-207,73</b>	<b>-227,33</b>	44,7
3	0,40	<b>-207,73</b>	116,97	44,7
3	0,05	-167,38	113,65	43,4
4	0,05	-167,38	113,65	43,4
4	-0,30	-128,36	109,35	42,4
5	-0,30	-128,36	109,35	42,4
5	-0,50	-106,78	106,51	42,0
6	-0,50	-106,78	106,51	42,0
6	-0,55	-101,48	105,75	41,9
7	-0,55	-101,48	105,75	41,9
7	-0,60	-96,21	104,98	41,8
8	-0,60	-96,21	104,98	41,8
8	-0,85	-70,51	100,58	41,3
9	-0,85	-70,51	100,58	41,3
9	-0,98	-57,61	98,04	41,1
10	-0,98	-57,61	98,04	41,1
10	-1,00	-55,65	97,62	41,1
11	-1,00	-55,65	97,62	41,1
11	-1,166	2,76	79,26	40,3
12	-1,166	2,76	79,26	40,3
12	-2,32	48,46	59,13	39,4
13	-2,32	48,46	59,13	39,4
13	-2,98	80,36	37,46	38,2
14	-2,98	80,36	37,46	38,2
14	-3,64	98,26	16,82	36,5
15	-3,64	98,26	16,82	36,5
15	-4,30	102,62	-3,50	34,0
16	-4,30	102,62	-3,50	34,0
16	-4,80	96,78	-19,62	31,6
17	-4,80	96,78	-19,62	31,6
17	-5,30	82,70	-36,39	28,8
18	-5,30	82,70	-36,38	28,8
18	-5,90	56,41	-51,00	25,0
19	-5,90	56,41	-51,00	25,0
19	-6,30	34,14	-60,00	22,3
20	-6,30	34,14	-60,00	22,3
20	-6,60	14,98	-67,32	20,2
21	-6,60	14,98	-67,32	20,2
21	-6,80	0,93	-72,68	18,8
22	-6,80	0,93	-72,68	18,8
22	-7,30	-33,73	-63,13	15,3
23	-7,30	-33,73	-63,13	15,3
23	-7,80	-62,76	-52,30	11,9
24	-7,80	-62,76	-52,29	11,9
24	-8,25	-82,52	-34,48	9,0
25	-8,25	-82,53	-34,46	9,0
25	-8,70	-94,01	-16,30	6,5
26	-8,70	-94,01	-16,28	6,5
26	-9,17	-95,77	8,04	4,3
27	-9,17	-95,77	8,03	4,3
27	-9,63	-86,94	29,75	2,7
28	-9,63	-86,94	29,80	2,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
28	-10.10	-68.54	47.79	1.6
29	-10.10	-68.54	47.77	1.6
29	-10.67	-43.21	40.90	0.8
30	-10.67	-43.21	40.90	0.8
30	-11.23	-22.89	30.39	0.4
31	-11.23	-22.89	30.39	0.4
31	-11.80	-9.13	17.97	0.2
32	-11.80	-9.13	17.96	0.2
32	-12.50	-0.56	5.41	0.0
33	-12.50	-0.56	5.40	0.0
33	-12.70	0.00	0.00	0.0
Max		<b>-207.73</b>	<b>-227.33</b>	<b>49.2</b>
Max, minor nodes incl.		-207.73	-227.33	49.2

24 Step 6.5 Stage 7: fase (7)

24.1 General Input Data

Passive side:

D-Sheet Piling determined

24.1.1 Normal Forces

Name	Characteristic force at sheet pile top [kN]	Characteristic force at level, left side [kN]	Characteristic force at level, right side [kN]	Characteristic force at sheet pile toe [kN]
24.35 kN/m1	24.35	24.35	24.35	24.35

Name	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
24.35 kN/m1	Unfavourable	Permanent

24.1.2 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
150,00 kN/m1 (...)	1,30	150,00	Unfavourable (D-Sheet...	Variable

24.1.3 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
4.87 kNm/m1	1,30	-4,87	Favourable	Permanent
30,00 kNm/m1	1,30	-30,00	Favourable	Variable

24.2 Input Data Left

24.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

24.2.2 Water Level

Water level: -0.60 [m]

24.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	1,30
19,63	1,36

24.2.4 Soil Material Properties in Profile: links (7)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat. [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	1,36	17,00	19,00
22 klei; st zandlg	-0,98	18,00	18,00
16 klei; schoon; ...	-1,00	14,00	14,00
07 zand; sch; l	-5,30	17,00	19,00
08 zand; sch; m	-5,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v ...	-12,70	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
08 zand; sch; m	-12.90	18.00	20.00
07 zand; sch; l	-13.50	17.00	19.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	1.36	0.00	30.00	20.00	20.00
22 klei; st zandig	-0.98	0.00	27.50	18.33	18.33
16 klei; schoor; ...	-1.00	0.00	17.50	11.67	11.67
07 zand; sch; l	-5.30	0.00	30.00	20.00	20.00
08 zand; sch; m	-5.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-6.30	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m	-6.60	5.00	22.50	15.00	15.00
07 zand; sch; l	-7.80	0.00	30.00	20.00	20.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	0.00	30.00	20.00	20.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	5.00	22.50	15.00	15.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	0.00	32.50	21.67	16.60
09 zand; sch; v ...	-12.50	0.00	35.00	23.33	16.60
09 zand; sch; v	-12.70	0.00	35.00	23.33	16.60
08 zand; sch; m	-12.90	0.00	32.50	21.67	16.60
07 zand; sch; l	-13.50	0.00	30.00	20.00	20.00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor	OCR [°]	Grain type	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
					Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1.36	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
22 klei; st zandig	-0.98	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
16 klei; schoor; ...	-1.00	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-5.30	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
08 zand; sch; m	-5.90	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-6.30	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
20 klei; zw z; m	-6.60	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l (s)	-7.80	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	1.50	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	2.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	2.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
09 zand; sch; v	-12.70	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
08 zand; sch; m	-12.90	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
07 zand; sch; l	-13.50	1.00	1.00	Fine	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

24.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1.36	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
22 klei; st zandig	-0.98	1000.00	1000.00	500.00	500.00
16 klei; schoor; ...	-1.00	2000.00	2000.00	800.00	800.00
07 zand; sch; l	-5.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
08 zand; sch; m	-5.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-6.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	4400.00	4400.00	2400.00	2400.00
07 zand; sch; l (s)	-7.80	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	6600.00	6600.00	3600.00	3600.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	80000.00	80000.00	40000.00	40000.00
09 zand; sch; v	-12.70	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
08 zand; sch; m	-12.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-13.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 zand; sch; l	1.36	3000.00	3000.00
22 klei; st zandig	-0.98	250.00	250.00
16 klei; schoor; ...	-1.00	500.00	500.00
07 zand; sch; l	-5.30	3000.00	3000.00
08 zand; sch; m	-5.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-6.30	3000.00	3000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	1400.00	1400.00
07 zand; sch; l	-7.80	3000.00	3000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m ...	-10.10	2100.00	2100.00
08 zand; sch; m ...	-11.80	10000.00	10000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v	-12.70	10000.00	10000.00
08 zand; sch; m	-12.90	5000.00	5000.00
07 zand; sch; l	-13.50	3000.00	3000.00

24.2.6 Anchors

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m]	Length [m]	Angle [°]	Yield force [kN/m]	Pre-tension. force [kN/m]
Ø76,1-14,2 mm....	0.40	1,950E+08	1,682E-03	22,90	-35,00	726,01	n.a.

24.2.7 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable		Permanent / Variable
			Favourable	Unfavourable (D-Sheet Piling)	
15,00 kN/m2	1,00	15,00	Favourable	Unfavourable	Permanent
	3,50	15,00	Unfavourable	Favourable	Variable

24.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure			Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Neutral [-]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	1.07	1.1	24.1	0.27	1.23	6.17	
2	0.63	3.2	166.2	0.25	0.94	13.07	
3	0.23	6.4	141.2	0.30	0.75	6.64	
4	-0.13	9.9	149.5	0.35	0.64	5.23	
5	-0.40	11.5	174.2	0.34	0.59	5.10	
6	-0.55	12.4	188.0	0.33	0.57	5.07	
7	-0.79	13.2	201.8	0.33	0.55	5.02	

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Horizontal pressure Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
8	-0.99	15,1	177,0	0,36	0,56	4,18
9	-1,33	21,7	75,8	0,49	0,68	1,71
10	-1,99	23,7	76,5	0,50	0,65	1,62
11	-2,65	27,2	111,2	0,54	0,64	2,22
12	-3,31	26,0	117,5	0,50	0,64	2,24
13	-3,97	25,3	123,9	0,46	0,64	2,25
14	-4,65	26,6	129,6	0,47	0,64	2,27
15	-5,05	27,8	134,5	0,47	0,64	2,28
16	-5,60	18,4	352,7	0,29	0,47	5,64
17	-6,10	16,6	414,5	0,25	0,44	6,18
18	-6,45	18,4	420,0	0,26	0,47	5,97
19	-6,90	18,9	244,3	0,25	0,58	3,30
20	-7,50	19,3	237,8	0,24	0,59	3,02
21	-8,03	19,5	457,0	0,24	0,48	5,50
22	-8,47	21,9	516,0	0,25	0,48	5,93
23	-8,93	23,1	528,6	0,13	0,48	11,61
24	-9,40	23,4	526,6	0,12	0,48	11,06
25	-9,87	24,0	551,3	0,12	0,48	11,09
26	-10,38	30,4	350,5	0,20	0,60	5,07
27	-10,95	34,5	343,3	0,21	0,60	4,76
28	-11,52	36,1	386,3	0,21	0,60	5,14
29	-12,15	28,8	694,4	0,12	0,45	11,72
30	-12,60	26,6	856,0	0,11	0,42	13,91

24.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Name	Force
07 zand; sch; l	0,00
22 klei; st zandig	0,30
16 klei; schoon; slap	111,94
07 zand; sch; l	17,76
08 zand; sch; m	13,16
07 zand; sch; l	8,09
20 klei; zw z; m	25,48
07 zand; sch; l	21,34
07 zand; sch; l (s)	22,66
20 klei; zw z; m (s)	105,82
08 zand; sch; m (s)	33,79
09 zand; sch; v (s)	8,81
09 zand; sch; v	0,00
08 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

24.5 Input Data Right

24.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

24.5.2 Water Level

Water level: -0,60 [m]

24.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,30

24.5.4 Soil Material Properties in Profile: rechts (7)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m <sup>3</sup> ]	Sat [kN/m <sup>3</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	17,00	19,00
20 klei; zw z; m	-6,60	18,00	18,00
07 zand; sch; l	-7,80	17,00	19,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	17,00	19,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	18,00	18,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	18,00	20,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	19,00	21,00
09 zand; sch; v	-12,70	19,00	21,00
08 zand; sch; m	-12,90	18,00	20,00
07 zand; sch; l	-13,50	17,00	19,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
07 zand; sch; l	-6,30	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m	-6,60	5,00	22,50	15,00	15,00
07 zand; sch; l	-7,80	0,00	30,00	20,00	20,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	0,00	30,00	20,00	20,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	5,00	22,50	15,00	15,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	0,00	32,50	21,67	16,60
09 zand; sch; v ...	-12,50	0,00	35,00	23,33	16,60
09 zand; sch; v	-12,70	0,00	35,00	23,33	16,60
08 zand; sch; m	-12,90	0,00	32,50	21,67	16,60
07 zand; sch; l	-13,50	0,00	30,00	20,00	20,00

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Earth pressure coefficients		Grain type
				Active [-]	Passive [-]	
07 zand; sch; l	-6,30	1,00	1,00	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m	-6,60	1,00	1,00	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-7,80	1,00	1,00	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l (s)	-8,70	2,00	1,00	1,00	1,00	Fine
20 klei; zw z; m ...	-10,10	1,50	1,00	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m ...	-11,80	2,00	1,00	1,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v ...	-12,50	2,00	1,00	1,00	1,00	Fine
09 zand; sch; v	-12,70	1,00	1,00	1,00	1,00	Fine
08 zand; sch; m	-12,90	1,00	1,00	1,00	1,00	Fine
07 zand; sch; l	-13,50	1,00	1,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m	-6,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-7,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l (s)	-8,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
20 klei; zw z; m ...	-10,10	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m ...	-11,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v ...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
09 zand; sch; v	-12,70	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
08 zand; sch; m	-12,90	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
07 zand; sch; l	-13,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00



24.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]
07 zand; sch; l	-6.30	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
20 klei; zw z; m	-6.60	4400.00	4400.00	2400.00	2400.00
07 zand; sch; l	-7.80	24000.00	24000.00	6000.00	6000.00
07 zand; sch; l (s)	-8.70	24000.00	24000.00	12000.00	12000.00
20 klei; zw z; m...	-10.10	6600.00	6600.00	3600.00	3600.00
08 zand; sch; m...	-11.80	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
09 zand; sch; v ...	-12.50	80000.00	80000.00	40000.00	40000.00
09 zand; sch; v ...	-12.70	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
08 zand; sch; m	-12.90	20000.00	20000.00	10000.00	10000.00
07 zand; sch; l	-13.50	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

24.5.6 Surcharge Loads

Layer name	Level [m]	Branch 3		Characteristic load [kN/m <sup>2</sup> ]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Van
		Top [kN/m <sup>2</sup> ]	Bottom [kN/m <sup>2</sup> ]			
07 zand; sch; l	-6.30	3000.00	3000.00	13,78	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
20 klei; zw z; m	-6.60	1400.00	1400.00	9,59		
07 zand; sch; l	-7.80	3000.00	3000.00	4,08		
07 zand; sch; l (s)	-8.70	6000.00	6000.00	0,00		
20 klei; zw z; m...	-10.10	2100.00	2100.00			
08 zand; sch; m...	-11.80	10000.00	10000.00			
09 zand; sch; v ...	-12.50	20000.00	20000.00			
09 zand; sch; v ...	-12.70	10000.00	10000.00			
08 zand; sch; m	-12.90	5000.00	5000.00			
07 zand; sch; l	-13.50	3000.00	3000.00			

24.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m <sup>2</sup> ]	Passive [kN/m <sup>2</sup> ]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6.45	4,2	80,5	0,28	0,82	5,40
2	-6.90	1,2	63,1	0,07	0,62	3,49
3	-7.50	2,7	62,7	0,12	0,51	2,85
4	-8.03	7,0	110,7	0,27	0,42	4,32
5	-8.47	8,0	124,1	0,28	0,41	4,28
6	-8.93	9,0	136,8	0,14	0,42	8,43
7	-9.40	9,9	157,6	0,14	0,41	8,74
8	-9.87	10,7	181,8	0,13	0,43	9,15
9	-10.38	10,4	122,9	0,16	0,53	4,23
10	-10.95	11,5	149,9	0,16	0,54	4,72
11	-11.52	12,7	173,4	0,16	0,55	5,03
12	-12.15	12,6	327,6	0,11	0,42	11,47
13	-12.60	12,0	408,3	0,10	0,39	13,29

24.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Name	Force
07 zand; sch; l	18,77
20 klei; zw z; m	47,17
07 zand; sch; l	57,10
07 zand; sch; l (s)	89,74

Name	Force
20 klei; zw z; m (s)	48,24
08 zand; sch; m (s)	20,56
09 zand; sch; v (s)	6,30
08 zand; sch; v	0,00
07 zand; sch; m	0,00
07 zand; sch; l	0,00

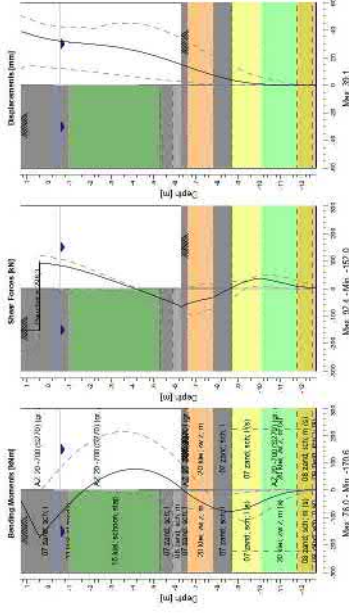
24.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

24.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 7: fase (7)

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2

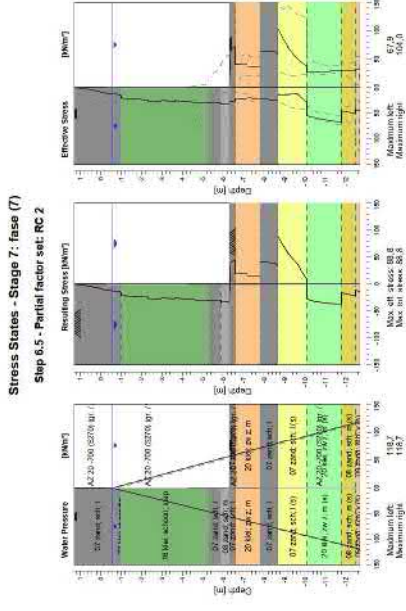


24.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	1,30	-34,87	-150,00	39,1
1	0,85	-102,50	-150,49	36,8
2	0,85	-102,50	-150,51	36,8
2	0,40	-170,56	-151,96	34,9
3	0,40	-170,56	92,38	34,9
3	0,05	-138,63	90,13	33,7
4	0,05	-138,63	90,12	33,7
4	-0,30	-107,69	86,66	32,7
5	-0,30	-107,69	86,66	32,7
5	-0,50	-90,60	84,35	32,2
6	-0,50	-90,60	84,35	32,2
6	-0,60	-82,23	83,12	32,0
7	-0,60	-82,23	83,12	32,0
7	-0,98	-51,60	78,08	31,3
8	-0,98	-51,60	78,08	31,3
8	-1,00	-50,04	77,78	31,2
9	-1,00	-50,04	77,78	31,2
9	-1,66	-3,40	63,44	30,3
10	-1,66	-3,40	63,44	30,3
10	-2,32	33,34	47,82	29,3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
11	-2.32	33.34	47.82	29.3
11	-2.98	59.01	29.88	28.2
12	-2.98	59.01	29.88	28.2
12	-3.64	73.05	12.55	26.6
13	-4.30	75.55	-5.04	24.4
14	-4.80	69.44	-19.28	22.5
15	-5.30	56.05	-34.15	20.2
16	-5.90	30.17	-51.89	17.2
17	-6.30	6.71	-65.05	15.1
18	-6.60	-11.54	-65.05	15.1
18	-6.60	-11.54	-54.36	13.5
19	-7.20	-40.66	-42.36	10.3
20	-7.80	-63.24	-32.67	7.4
21	-8.25	-73.82	-14.15	5.5
22	-8.70	-76.27	3.11	3.8
23	-9.17	-70.61	20.11	2.4
24	-9.63	-58.46	31.27	1.5
25	-10.10	-42.35	36.67	0.8
26	-10.67	-23.96	27.99	0.4
27	-11.23	-10.84	18.20	0.3
28	-11.80	-3.44	7.87	0.2
29	-12.50	-0.13	1.26	0.1
30	-12.70	0.00	0.00	0.1
Max		<b>-170.56</b>	<b>-151.96</b>	<b>39.1</b>
Max, minor nodes incl.		-170.56	-151.96	39.1

24.8.3 Charts of Stresses



Stress States - Stage 7: fase (7)  
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2

24.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Mob** [%]
1	1.30	0.00	0.00	A	0.00	0.00	-
1	0.85	2.23	0.00	A	0.00	0.00	-
2	0.85	2.05	0.00	A	0.00	0.00	-
2	0.40	4.42	0.00	A	0.00	0.00	-
3	0.40	5.31	0.00	A	0.00	0.00	-
3	0.05	7.57	0.00	A	0.00	0.00	-
4	0.05	8.65	0.00	A	0.00	0.00	-
4	-0.30	11.14	0.00	A	0.00	0.00	-
5	-0.30	10.86	0.00	A	0.00	0.00	-
5	-0.50	12.20	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.50	12.05	0.00	A	0.00	0.00	-
6	-0.60	12.69	0.00	A	0.00	0.00	-
7	-0.60	12.54	0.00	A	0.00	0.00	-
7	-0.98	13.93	3.73	A	0.00	3.73	-
8	-0.98	15.09	3.73	A	0.00	3.73	-
8	-1.00	15.16	3.92	A	0.00	3.92	-
9	-1.00	20.88	3.92	A	0.00	3.92	-
9	-1.66	22.52	10.40	A	0.00	10.40	-
10	-1.66	22.94	10.40	A	0.00	10.40	-
10	-2.32	24.37	16.87	A	0.00	16.87	-
11	-2.32	26.47	16.87	A	0.00	16.87	-
11	-2.98	27.89	23.35	A	0.00	23.35	-
12	-2.98	25.41	23.35	A	0.00	23.35	-
12	-3.64	27.45	29.82	1	0.00	29.82	-
13	-3.64	25.59	29.82	1	0.00	29.82	-
13	-4.30	27.62	36.30	1	0.00	36.30	-
14	-4.30	27.89	36.30	1	0.00	36.30	-
14	-4.80	29.00	41.20	1	0.00	41.20	-
15	-4.80	29.29	41.20	1	0.00	41.20	-
15	-5.30	30.15	46.11	1	0.00	46.11	-

Node number	Level [m]	Left			Right		
		Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Water stress [kN/m <sup>2</sup> ]	Mob** [%]
16	-5.30	29.43	46.11	1	0.00	46.11	-
16	-5.90	29.61	51.99	1	0.00	51.99	-
17	-5.90	33.47	51.99	1	0.00	51.99	-
17	-6.30	32.26	55.92	1	0.00	55.92	-
18	-6.30	27.14	55.92	1	0.00	55.92	A
18	-6.60	26.76	58.86	1	72.42	58.86	3
19	-6.60	21.22	58.86	1	40.80	58.86	2
19	-7.20	21.61	64.75	1	42.04	64.75	2
20	-7.20	20.83	64.75	1	36.99	64.75	2
20	-7.80	21.33	70.63	1	37.48	70.63	2
21	-7.80	23.18	70.63	1	64.63	70.63	2
21	-8.25	22.97	75.05	1	63.99	75.05	2
22	-8.25	24.37	75.05	1	63.53	75.05	2
22	-8.70	24.33	79.46	1	58.33	79.46	1
23	-8.70	15.14	79.46	1	103.98	79.46	1
23	-9.17	13.89	84.04	1	72.28	84.04	1
24	-9.17	13.51	84.04	1	72.46	84.04	1
24	-9.63	12.74	88.62	1	50.94	88.62	1
25	-9.63	12.56	88.62	1	51.19	88.62	1
25	-10.10	28.68	93.19	1	38.13	93.19	1
26	-10.10	55.01	93.19	1	27.69	93.19	1
26	-10.67	60.38	98.75	1	27.13	98.75	1
27	-10.67	60.53	98.75	1	27.62	98.75	1
27	-11.23	64.48	104.31	1	28.58	104.31	1
28	-11.23	64.63	104.31	1	29.05	104.31	1
28	-11.80	67.92	109.87	1	30.75	109.87	1
29	-11.80	45.30	109.87	1	29.36	109.87	1
29	-12.50	51.11	116.74	1	29.50	116.74	1
30	-12.50	42.89	116.74	1	31.77	116.74	1
30	-12.70	45.19	118.70	1	31.22	118.70	1

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

24.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	299.8	205.5
Water	520.0	520.0
Total	819.8	725.5

Considered as passive side  
 Maximum passive effective resistance 925.95 kN  
 Mobilized passive effective resistance 205.47 kN  
 Percentage mobilized resistance 22.2 %  
 Position single support 0.40 m  
 Maximum passive moment 9835.78 kNm  
 Mobilized passive moment 1859.01 kNm  
 Percentage mobilized moment 18.7 %

24.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m <sup>2</sup> ]	Force [kN]	State	Side	Type
Ø76,1-14,2 mm....	0.40	1,950E+08	298,28	Elastic	Left	Anchor

End of Report

## **bijlage 5** bepaling verticale draagkracht

(voorbeeld)

project : Den Helder: Museumhaven auteur : H-W. Bollen

kenmerk : 021-005 d.d. :

onderwerp : bepaling draagvermogen conform de NEN-EN 9997-1+A1+A1.2016 Eurocode 7 paraaf :

versie : 1.0 - definitief document

d.d. : 18-02-2022

**algemeen:**

$F_{s,ink}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	$\alpha_p$	[-]	1,00
type st. damwand	[-]	AZ20-700	$\alpha_s$	[-]	0,006
$A_{punt}$	[cm <sup>2</sup> /m]	152	$\beta$	[-]	1,00
$A_{schuif}$	[m <sup>2</sup> /per zijde]	1,33	$\phi$	[°]	40,00
b	[m]	0,63	s	[-]	0,87
a	[m]	0,42	$\xi_{sk}$	[-]	1,30
$D_{eq}$	[m]	0,58	$\gamma_m$	[-]	1,20
$d_{req}$	[m]	0,58	$P_{spanner, red.}$	[%]	100,00
$O_{dicht}$	[m]	2,66	$q_{spanner, red.}$	[%]	100,00

**berekening:**  
**kort**

sondering	niveau b.k.	niveau o.k.	$q_{ci}$	$q_{cs}$	$q_{cs}$	$q_{s,max.}$	$q_{s,geplast.}$	$\Delta L$	$R_{s,gal}$	$R_{s,gal}$	$R_{s,gal}$	$R_{s,gal}$	$F_{s,gal}$	$R_{s,geplast.}$
[#]	[/ m, N.A.P.]	[/ m, N.A.P.]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[m <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
CPT000000160994	1,36	-0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	-0,98	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	-1,00	-5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	-5,30	-5,90	0,00	0,00	0,00	0,00	12,12	0,60	116,10	116,10	74,42	0	0	74,42
	-5,90	-6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	16,81	0,40	55,76	95,76	61,38	0	0	61,38
	-6,30	-6,60	0,00	0,00	0,00	0,00	9,99	0,30	47,84	47,84	30,67	0	0	30,67
	-6,60	-7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	1,20	31,26	31,26	20,04	0	0	20,04
	-7,80	-8,70	5,93	1,39	0,33	1,74	8,32	0,90	26,38	145,85	93,50	0	0	93,50
									<b>opneembaar</b>	<b>280,01</b>				

lang

sondering	niveau b.k.	niveau o.k.	q <sub>c1</sub>	q <sub>c2</sub>	q <sub>c3</sub>	q <sub>bjmax</sub>	q <sub>cz1</sub>	q <sub>cz2</sub>	q <sub>cz3</sub>	ΔL	R <sub>bscal</sub>	R <sub>scal</sub>	R <sub>cd</sub>	F <sub>rijd</sub>	R <sub>cdnetto</sub>
[ ]	[/ m.N.A.P.]	[/ m.N.A.P.]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[m.]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
CPT00000160994	1,36	-0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	4,12	0,00	0,00	2,34	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	-0,98	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,64	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	-1,00	-5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0	0,00
	-5,30	-5,90	0,00	0,00	0,00	0,00	12,12	12,12	12,12	0,60	0,00	116,10	74,42	0	74,42
	-5,90	-6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	16,81	15,00	15,00	0,40	0,00	55,76	61,38	0	61,38
	-6,30	-6,60	0,00	0,00	0,00	0,00	9,99	9,99	9,99	0,30	0,00	47,84	30,67	0	30,67
	-6,60	-7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	1,63	1,63	1,20	0,00	31,26	20,04	0	20,04
	-7,80	-8,70	0,00	0,00	0,00	0,00	8,32	8,32	8,32	0,90	0,00	119,48	76,59	0	76,59
	-8,70	-10,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,43	8,43	8,43	1,40	0,00	188,46	120,81	0	120,81
	-10,10	-11,80	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	4,55	4,55	1,70	0,00	123,57	79,21	0	79,21
	-11,80	-12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	20,62	15,00	15,00	0,70	0,00	167,58	107,42	0	107,42
	-12,50	-12,70	15,27	8,32	1,39	5,73	27,54	15,00	15,00	0,20	87,11	134,99	86,53	0	86,53
															<b>657,08</b>

opneembaar [kN]

468,54

opneembaar [kN]

3,73

[MPa]

q<sub>bjmax</sub>

formule(s):

$$q_{bjmax} = 0,5 * ((qc1 + qc2 / 2) + qc3) * ap * b * s * prpontgr.red. \leq 15 \text{ MPa}$$

$$q_{cz1:red.} = qcza * qrpontgr.red. \leq 15 \text{ MPa}$$

$$D_{eq} = 1,13 * a * \sqrt{(b / a)}$$

$$R_{bscal} = q_{bjmax} * A_{want}$$

$$R_{scal} = q_{cz1:red.} * DL * O_{schacht} * \alpha_s$$

$$R_{cd} = R_{bscal} + R_{scal}$$

$$R_{cdnetto} = ((R_{bsk} + R_{sk}) / (\xi * \gamma_m))$$

$$R_{cdnetto} = R_{cd} - F_{rijd}$$