

Memo

onderwerp DO ontwerp stuw
bestemd voor Waterschap Rijn en IJssel
ter attentie van
opgesteld door 5.1.2e
gecontroleerd door 5.1.2e RO

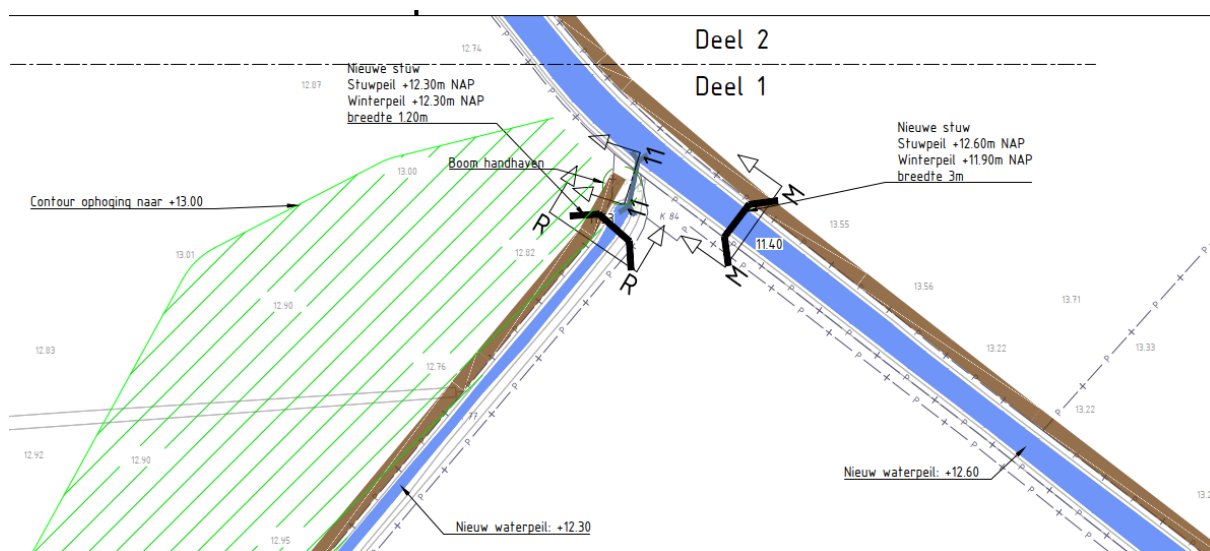
datum 3 augustus 2023
referentie 221138_AdB_MEM_0001_v4.0
projectnummer 221138

1 Documenthistorie

Versie	Datum	Wijziging
1.0	31-03-2023	Eerste definitieve uitgave
2.0	18-04-2023	Toevoegen kopstuw
3.0	23-05-2023	Toevoegen stuw Hardermaat
4.0	03-08-2023	Aanpassing stuwen en verwijderen kopstuw

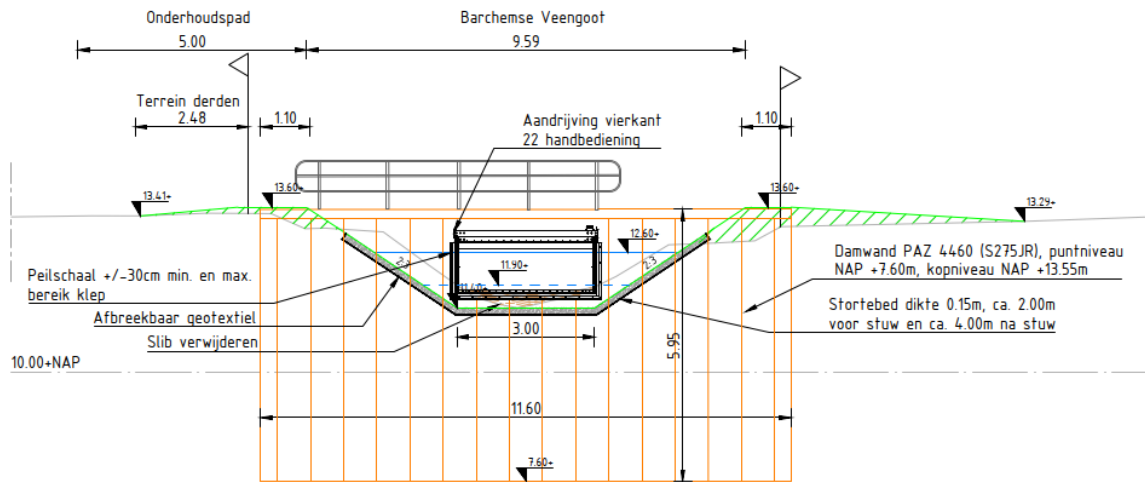
2 Algemeen

Ten behoeve van het project Hagenbeek dienen 2 stuwen te worden gerealiseerd. Het betreft 2 klepstuwen (Barchemse Veengoot en afwatering van 5.1.2e). In deze memo wordt het definitief ontwerp van deze constructies uitgewerkt.

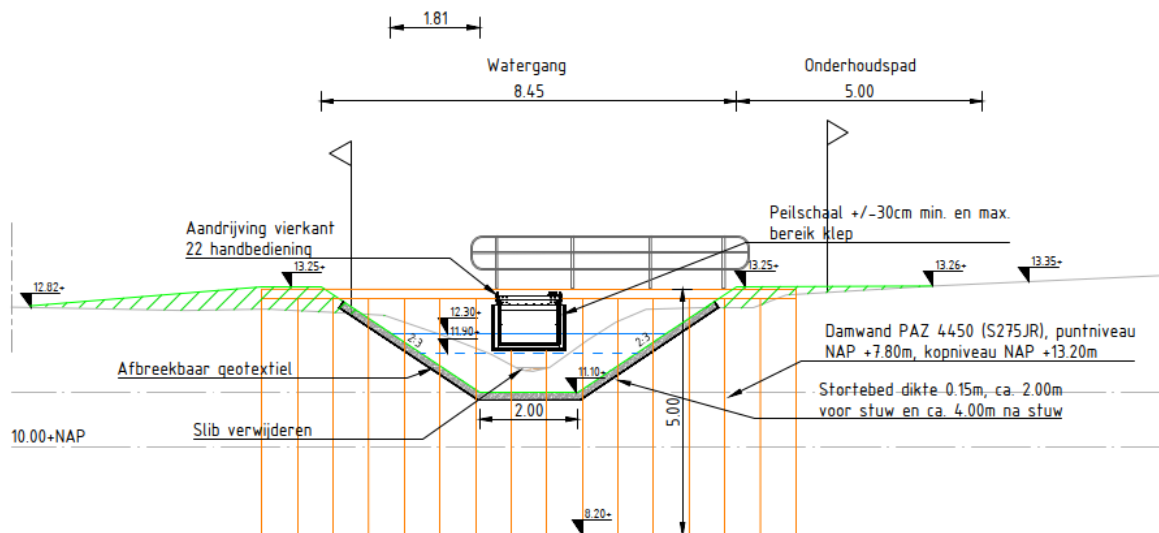


Figuur 1: Locatie stuwen Barchemse Veengoot en afwatering van 5.1.2e [1]

Stuw Barchemse Veengoot is in onderstaande figuur weergegeven.



Stuw afwatering van 5.1.2e is in onderstaande figuur weergegeven.





3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Beschikbare informatie

De beschikbare documenten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Referentie	Document	Opsteller	Datum
1	221138_AdB_TEK_2002 Klimaatrobuuste inrichting Hagenbeek – Definitief ontwerp - Overzichtstekening – blad 1 v6.0	5.1.2e	02-08-2023
2	221138_AdB_TEK_2006 Klimaatrobuuste inrichting Hagenbeek – Definitief ontwerp - Dwarsprofielen en bovenaanzichten–v7.0	5.1.2e	11-07-2023
3	Standaard voor doelmatig onderhoud	Waterschap Rijn en IJssel	23-04-2021
4	Geotechnisch grondonderzoek stuw Hagenbeek te Barchem	VWB	21-03-2023

3.2 Materialen

3.2.1 Stalen damwand

De damwand wordt in staalkwaliteit S275JR uitgevoerd.

Staalkwaliteit	f_u N/mm ²	f_y N/mm ²	E_s N/mm ²
S275JR	410	275	$2,1 \cdot 10^5$

Tabel 1: Eigenschappen staal damwand

3.2.2 Constructiestaal

Het constructiestaal wordt in S235 uitgevoerd.

Staalkwaliteit	f_u N/mm ²	f_y N/mm ²	E_s N/mm ²
S235	360	235	$2,1 \cdot 10^5$

Tabel 2: Eigenschappen constructiestaal



3.3 Randvoorwaarden uit technische standaard

De volgende relevante randvoorwaarden zijn overgenomen uit de standaard voor doelmatig onderhoud van opdrachtgever:

- Materiaal: staal, beton of kunststof. Voor de klepstuwen wordt staal toegepast, warmgewalst.
- Bodem – en taludbescherming toepassen tot hoogwaterlijn. Uitvoeren in beton. 15cm dik. Krimpnet 8-150.

De volgende randvoorwaarden worden zelf gekozen op basis van vergelijkbaar werk en normering:

- CUR veiligheidsklasse II. Dit komt overeen met RC1.
- Damwand voorzien van stalen deksloof.
- Aanbrengen bordes met 2 regelige leuning aan benedenstroomse zijde. Bordes 0,6m breed, leuning 1,1m hoog.
- Er is geen ontwerplevensduur gegeven. Deze wordt gehanteerd op 50 jaar, conform CUR166.

3.4 Normen en software

3.4.1 Algemene normen en richtlijnen

In onderstaand overzicht staan de normen weergegeven welke direct van toepassing zijn op dit werk.

Nummer	Omschrijving
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019+NB	Eurocode-Grondslagen van het constructief ontwerp, inclusief nationale bijlage
NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019 +NB	Eurocode 1: Belastingen op constructies – deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht, opgelegde belastingen voor gebouwen, inclusief nationale bijlage
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 +NB	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies: deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, inclusief nationale bijlage
NEN-EN 1993-1-1+C2:2014 +NB	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies: deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, inclusief nationale bijlage
NEN-EN 1995-1-1+C2:2014 +NB	Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies: deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, inclusief nationale bijlage
NEN9997-1:2016+C2:2017	Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: Algemene regels

3.4.2 Specifieke normen en richtlijnen

- CUR 166, 6e herziene druk.

3.4.3 Software

De volgende software is gebruikt bij de uitwerking van deze berekening:

- D-sheet v 22.2

3.5 Veiligheidsklasse en referentieperiode

Ontwerplevensduur 50 jaar
Gevolgklasse CC1/RC1



3.5.1 Factoren t.b.v. controle damwand

Bij de controle van de damwand wordt er door de rekensoftware gerekend met de hieronder weergegeven factoren voor gevolgklasse RC1.

EC7 General EC7 NLI CUR EC7 BE													
RC 0 RC 1,2,3 RC 1 RC 2 RC 3													
Factors on loads													
		Geotechnical loads		Constructive loads		Geotechnical loads		Constructive loads		Geotechnical loads		Constructive loads	
Factor on permanent load, unfavourable	[-]	1,000	1,000	1,215	1,215	1,000	1,000	1,350	1,350	1,000	1,000	1,485	1,485
Factor on permanent load, favourable	[-]	1,000	1,000	0,900	0,900	1,000	1,000	0,900	0,900	1,000	1,000	0,900	0,900
Factor on variable load, unfavourable	[-]	1,000	1,000	1,350	1,350	1,100	1,100	1,500	1,500	1,250	1,250	1,650	1,650
Factor on variable load, favourable	[-]	0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		0,000	
Material factors													
Factor on cohesion	[-]	1,150	1,150			1,250	1,250			1,400	1,400		
Factor on tangent phi	[-]	1,150	1,150			1,175	1,175			1,200	1,200		
Factor on low rep. mod. of subg. reactions	[-]	1,300	1,300			1,300	1,300			1,300	1,300		
Geometry modification													
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		
Overall stability factors													
Factor on cohesion	[-]	1,300	1,300			1,450	1,450			1,600	1,600		
Factor on tangent phi	[-]	1,200	1,200			1,250	1,250			1,300	1,300		
Factor on unit weight soil	[-]	1,000	1,000			1,000	1,000			1,000	1,000		
Factors on representative values													
Factor on rep. values of M, D and Pmax	[-]	1,200	1,200			1,200	1,200			1,350	1,350		
Vertical balance factors													
Partial factor base resistance (gamma_b)	[-]	1,200	1,200			1,200	1,200			1,200	1,200		

Tabel 3: Partiële factoren damwand (conform NEN9997-1)

3.6 Belasting

Er wordt gerekend met een bovenbelasting op het maaiveld en damwand van 2 kN/m^2 .

Op het bordes wordt gerekend met een nuttige belasting van 2 kN/m^2 . Daarnaast wordt er gerekend op een eigen gewicht van de constructie van $0,5\text{ kN/m}^2$. De breedte van het bordes is 0,6 meter. Dit levert een moment op om de damwand voor stuw Barchemse Veengoot van maximaal $M_{\text{rep}} = 0,6 \cdot (2 + 0,5) \cdot 3/2 \cdot 0,6 = 1,35\text{ kNm/m}$ op de rand van de sparing voor de stuw. Dit moment wordt in rekening gebracht in D-sheet.

Voor stuw afwatering van 5.1.2e is de klepstuwbreedte 1,2m. Dit levert een representatief moment op van $M_{\text{rep}} = 0,6 \cdot (2 + 0,5) \cdot 1,2/2 \cdot 0,6 = 0,54\text{ kNm/m}$.



3.7 Grondgegevens

In bijlage 1 is het uitgevoerde grondonderzoek opgenomen. Er zijn 2 sonderingen gemaakt. In 1 sondering is er enkel sprake van zandlagen, in de andere sondering zijn in de bovenste meters zijn leem en kleilagen lagen aangetroffen. Deze laatste sondering wordt als maatgevend beschouwd.

De grondopbouw wordt is als volgt aangehouden (de parameters zijn gekozen in overeenstemming met tabel 2b uit NEN997-1):

Laag omschrijving	Bovenkant laag	γ_{droog}	γ_{nat}	c	φ	δ	K_1	K_2	K_3
	[m tov NAP]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]
Leem, zandig, stijf	+12	19	19	0	27,5	18,3	$6 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$
Klei, zandig, matig	+9,45	18	18	5	22,5	15	$5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$1,25 \cdot 10^3$
Leem, zandig, stijf	+7	19	19	0	27,5	18,3	$6 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$
Zand, matig	+6	18	20	0	27	18	$1,6 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$

3.8 Reductie t.g.v. corrosie

Er wordt in de berekening rekening gehouden met de optredende corrosie over een periode van 50 jaar. Aan de hand van de tabel uit de CUR166 wordt de doorsnede afname bepaald voor de damwanden. Er wordt geen corrosiebescherming toegepast. De afroesting wordt gehanteerd op $0,6+0,9=1,5\text{mm}$.

Tabel 4: Tabel 9.2 en 9.3 CUR166

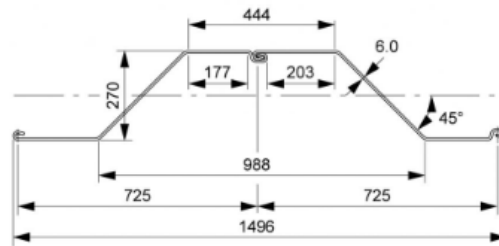
Tabel 9.2. Aantasting (mm) van damwanden in bodem en ophogingen met of zonder grondwater (per blootgestelde zijde *).

Beoogde levensduur (jaar)	5 ***)	25 ***)	50	75	100
Ongeroerde, schone bodem	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Verontreinigde bodem, geroerde grond	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Zure bodem (veen, moeras)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Onverdichte grond (klei, zand) **)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Onverdicht, agressief ophoogmateriaal (bodemas, slakken, sintels)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Tabel 9.3. Aantasting (mm) van damwanden in zoet en zout water (per blootgestelde zijde) *) **).

Beoogde levensduur (jaar)	5 ***)	25 ***)	50	75	100
Schoon, zoet water (rond de waterlijn)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Sterk verontreinigd zoet water (rond de waterlijn)	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Zout water in gematigd klimaat (spatzone en laag waterzone)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Zout water in gematigd klimaat (permanent onderwaterzone)	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50

Een koudgevoormd PAZ4460 profiel heeft een reductiefactor van $(6-1,5)/6=0,75$. PAZ4460 valt in doorsnedeklasse 4.

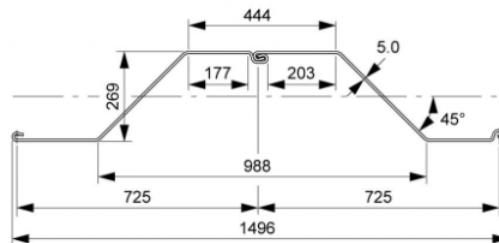


Metric units ☒ Imperial units

PAZ 4460

	A	G	I _y	W _{el,y}	r _g	A _L
	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m
Per S	57.5	45.1	7 170	529	11.17	0.91
Per D	115.0	90.2	14 341	1 058	11.17	1.77
Per m of wall	79.3	62.2	9 890	730	11.17	1.22

Een koudgevoemd PAZ4450 profiel heeft een reductiefactor van $(5-1,5)/7=0,70$. PAZ4450 valt in doorsnedeklasse 4.



Metric units ☒ Imperial units

PAZ 4450

	A	G	I _y	W _{el,y}	r _g	A _L
	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m
Per S	48.0	37.7	5 974	444	11.16	0.91
Per D	96.1	75.4	11 948	888	11.16	1.77
Per m of wall	66.2	52.0	8 240	612	11.16	1.22

4 Constructie

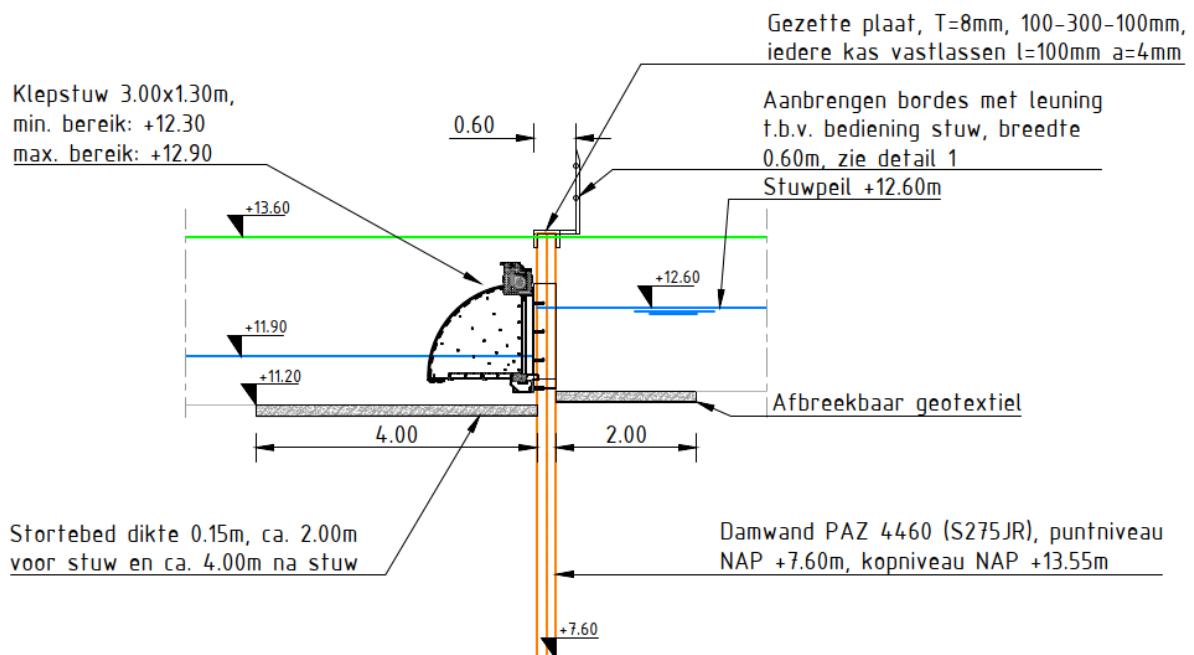
4.1 Klepstuw Barchemse veengoot

De breedte van de klepstuw bedraagt 3m.

4.1.1 Peilen

De volgende peilen worden gehanteerd:

- Kopniveau NAP+13,6m
- Maximaal peil NAP+12,6m
- Peil benedenstrooms NAP+11,9m
- Bodemdiepte bovenstrooms NAP +11,4m
- Bodemdiepte benedenstrooms NAP +11,2m



Doorsnede 1-1

Schaal 1:100

Figuur 4: Peilen stuw

4.1.2 Constructie

Het verschil in peil is $\text{NAP } +12,60\text{m} - 11,90 = 0,70\text{m}$. Dit betekent een waterdruk van 0,7m op de stuwklep. Dit levert een kracht op van:

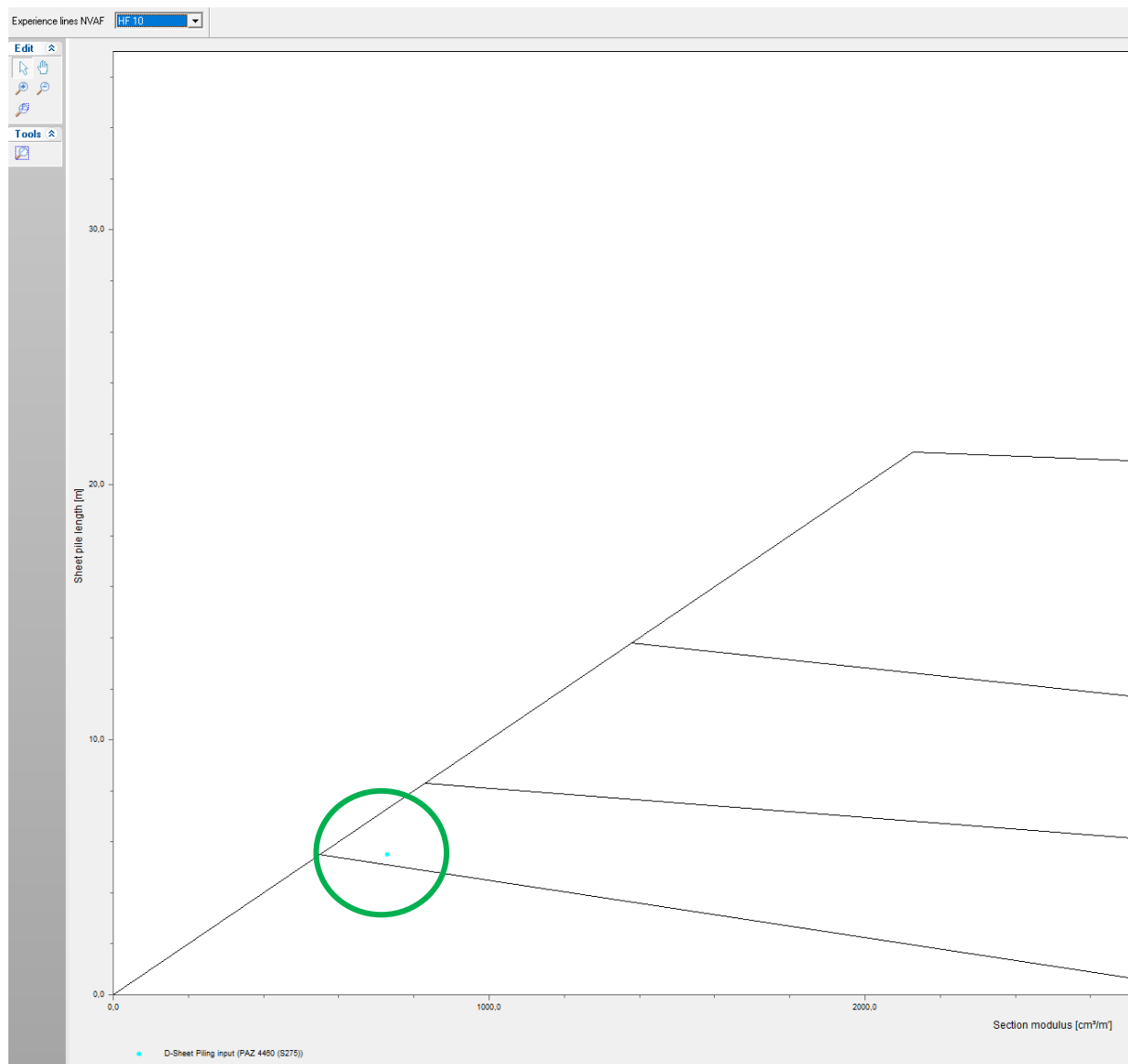
$$q_{\text{stuw}} = 0,7 * 0,7 * 0,5 * 10 * 3 / 2 = 3,7 \text{ kN/m}$$

De maatgevende snede voor de damwandberekening betreft de snede naast de stuw. Hier wordt een horizontaalkracht van 3,7kN/m op een hoogte van $\text{NAP } +12,60 - (0,7 * 2/3) = \text{NAP } +12,13\text{m}$ aangebracht. Op deze snede wordt ook de waterdruk in rekening gebracht. Dit is in werkelijkheid niet beide volledig aanwezig. Dit is een conservatieve beschouwing.



Vanwege de kleine bovenbelasting wordt het verticale draagvermogen niet gecontroleerd. Een PAZ4460 voldoet bij de gehanteerde uitgangspunten met een puntniveau van NAP+7,6m (kopniveau +13,6). De planklengte bedraagt 6m. De gemiddelde q_c -waarde (in de sondering met de meest stijve grondlagen) over dit traject is 10MPa. Een lichter profiel dan een PAZ4460 profiel is niet inbrengbaar in deze bodemgesteldheid met hoogfrequent trillen.

De berekening is bijgevoegd in Bijlage 2.



Figuur 5: NVAF grafiek HF10



De resultaten van de damwand berekening zijn samengevat in onderstaande tabel.

Berekening	u	M _{Ed}	M _{Rd}	U.C. moment
	[mm]	[kNm/m]	[kNm/m]	[-]
Gebruiksfase	24	38	131	0,29

Tabel 5: Resultaten damwandberekening PAZ4460

De damwand valt in doorsnedeklasse 4. De dwarskrachtcapaciteit wordt bepaald aan de hand van NEN-EN1993-1-3 (koudgevormde dunwandige profielen en platen), art 6.1.5:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \varphi} * t * f_{bv}}{\gamma_{M0}} = \frac{\frac{264}{\sin 45} * 6 * 159,5}{1} = 357 \text{ kN}$$

Waarin:

h_w de hoogte van het lijf: 270-6=264mm

φ de hoek van het lijf ten opzichte van de flens

t de dikte van het lijf

f_{bv} de dwarskrachtsterkte met inbegrip van knik, afhankelijk van de slankheid:

$$\lambda_w = 0,346 * \frac{s_w}{t} * \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} = 0,346 * \frac{273}{6} * \sqrt{\frac{275}{2,1 * 10^5}} = 0,57$$

Waarin:

s_w de lengte van het lijf: 264*√2=373mm

$$\lambda_w \leq 0,83 \Rightarrow f_{bv} = 0,58 * f_{yb} = 159,5 \text{ N/mm}^2$$

Bij een afgeroeste damwand neemt de dwarskrachtcapaciteit van de doorsnede af tot (maatgevende dwarskracht in de grond, afroesting 2*0,6=1,2mm):

$$V_{b,Rd,t=50} = \frac{\frac{h_w}{\sin \varphi} * t * f_{bv}}{\gamma_{M0}} = \frac{\frac{264}{\sin 45} * 4,8 * 159,5}{1} = 286 \text{ kN}$$

V_{Ed}=45kN

U.C.=45/286=0,16

De maximaal optredende dwarskracht is kleiner dan 50% van de toelaatbare dwarskracht. Er hoeft geen reductie op vloiegrens van de momentweerstand te hoeven beschouwd.

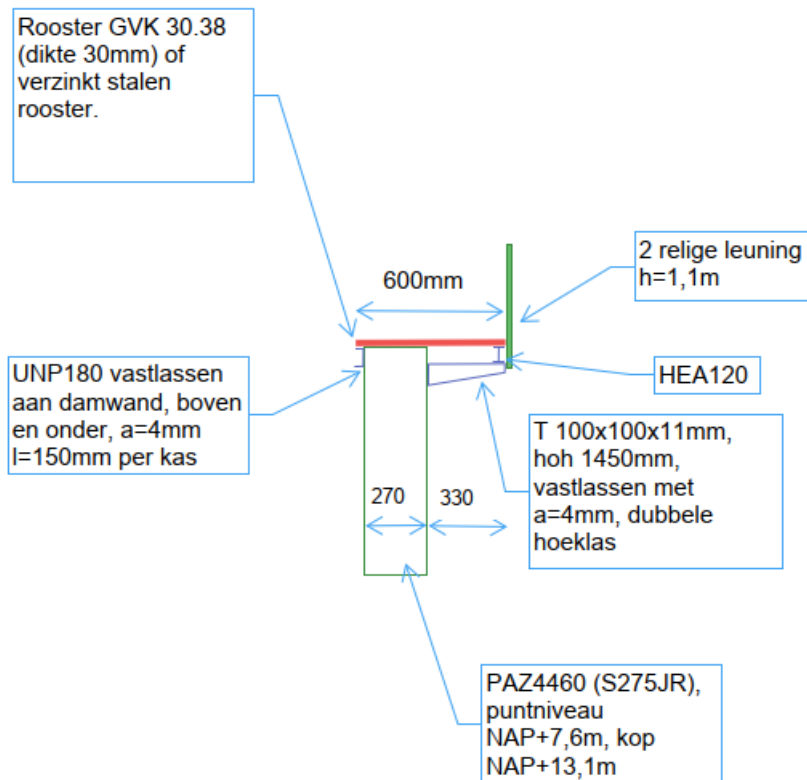
4.1.3 Onder- en achterloopsheid

Onder- en achterloopsheid treedt niet op door de aanwezigheid van een afsluitend stortebed van beton. De damwand wordt doorgezet in de kade tot NAP+13,6m.



4.1.4 Bordes

Het bordes wordt op en aan de benedenstroomse zijde van de damwand gemonteerd en loopt tot over de stuw. De breedte van het bordes bedraagt 0,6m. Aan de benedenstroomse zijde komt een 2-regelige leuning. Aan de zijde waar geen bordes komt, wordt een gezette plaat op de damwand gelast. De breedte bedraagt 300mm, de omgezette einden 100mm. Deze deksloof wordt iedere kas vastgelast met $a=4\text{mm}$ en $l=100\text{mm}$.



Figuur 6: Schets bordes

Aan de bovenstroomse zijde wordt een UNP180 iedere kas vastgelast aan de damwand. Aan de benedenstroomse zijde wordt iedere kas een T 100x100x11mm vastgelast. Hierboven op komt een HEA120 profiel.

De HEA120 en UNP180 overspannen de 3 meter van de stuw. Er wordt gerekend op een 4,5m overspanning omdat het steunpunt niet op 3 meter zal liggen. 3 dubbele planken is een hoh van $3 \cdot 1450 = 4350\text{mm}$.

Bij een nuttige belasting van 2kN/m^2 is het optredende moment in de liggers (veiligheidsfactor 1,5, afdragende breedte $1/2=0,5\text{m}$, eigen gewicht staal ingeschat op $0,5\text{kN/m}^2$):

$$M_{Ed} = 1,5 \cdot (2 + 0,5) \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,5^2 = 23\text{kNm/m}$$

$$W_{y,UNP180} = 150 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,HEA120} = 106 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_s = \frac{M}{W} = \frac{23 \cdot 10^6}{106 \cdot 10^3} = 215\text{N/mm}^2 \leq 235\text{N/mm}^2$$

De ligger voldoet.



$$u = \frac{5}{384} * \frac{q * l^4}{EI} = \frac{5}{384} * \frac{1,25 * 4500^4}{2,1 * 10^5 * 606 * 10^4} = 5mm$$

Akkoord.

Console T 100x100x11mm, hoh 1450mm.

Console naast stuw: afdracht op console: $4,5/2 + 1,45/2 = 3m$. Deze is maatgevend boven de console die hoh 1,45m wordt ondersteund.

$$M_{Ed} = 1,5 * (2,5 * 3) * (0,6/2) * 0,33/2 = 0,56kNm$$

$$\sigma_s = \frac{M}{W} = \frac{0,56 * 10^6}{24,6 * 10^3} = 23N/mm^2 \leq 235N/mm^2$$

Lassen aan damwand

Het T-profiel wordt bevestigd met een dubbele hoeklas op over de hoogte met $a=4mm$ (3mm in rekening gebracht, 1 mm corrosie in rekening gebracht). Als effectieve lengte wordt 80mm gehanteerd.

$$\text{Verticaalkracht: } F_{Ed} = 1,5 * (2,5 * 3) * (0,6/2) = 3,4kN.$$

De capaciteit van de las is (zwakst verbonden materiaal S235) :

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360N/mm^2$$

Toetsing las:

$$\sigma_1 = \frac{F_{sd}}{2 * a * l_{ref}} = \frac{3,4 * 1000}{2 * 3 * 80} = 7N/mm^2$$

Het moment om de las geeft een spanning van:

$$\sigma_L = \tau_L = \frac{2,12 * M_{sd}}{a * l_{ref}^2} = \frac{2,12 * 0,56 * 10^6}{3 * 80^2} = 672N/mm^2$$

De gecombineerde spanning is:

$$\sigma = \sqrt{62 + 3 * 62^2 + 7^2} = 107N/mm^2 < 360N/mm^2$$

Lassen UNP180 aan damwand: aan boven en onderzijde praktisch $a=4mm$, $l=150mm$ per damwandkas.

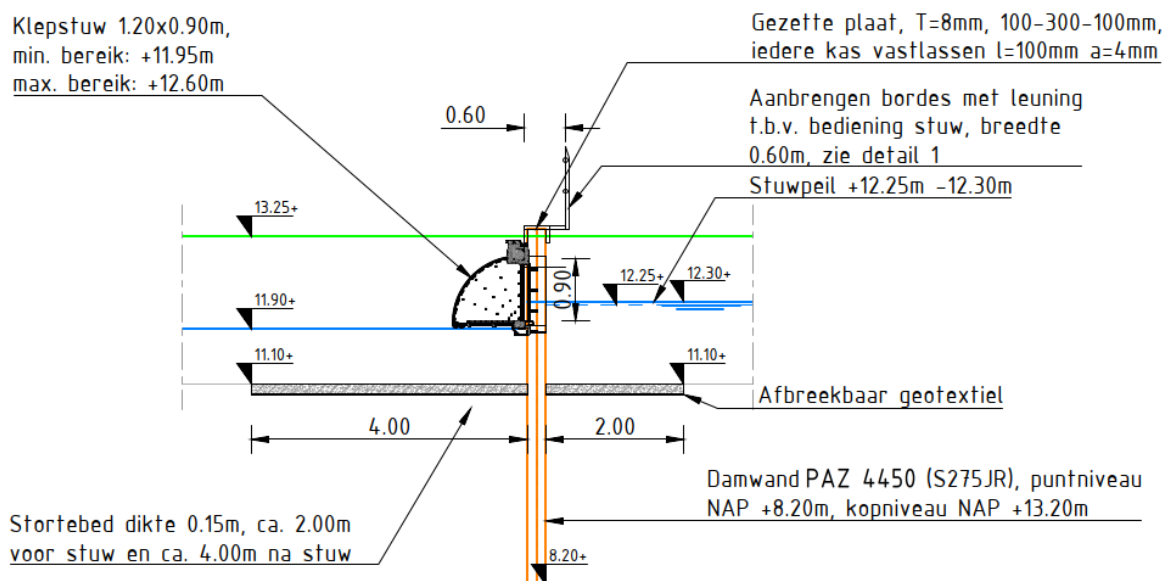
4.2 Klepstuw afwatering 5.1.2e

De breedte van de klepstuw bedraagt 1,2m.

4.2.1 Peilen

De volgende peilen worden gehanteerd:

- Kopniveau NAP+13,2m
- Maximaal peil NAP+12,3m
- Minimaal peil benedenstrooms NAP +11,9m
- Bodemdiepte bovenstrooms NAP +11,1m
- Bodemdiepte benedenstrooms NAP +11,1m



Figuur 7: Doorsnede over stuw

4.2.2 Constructie

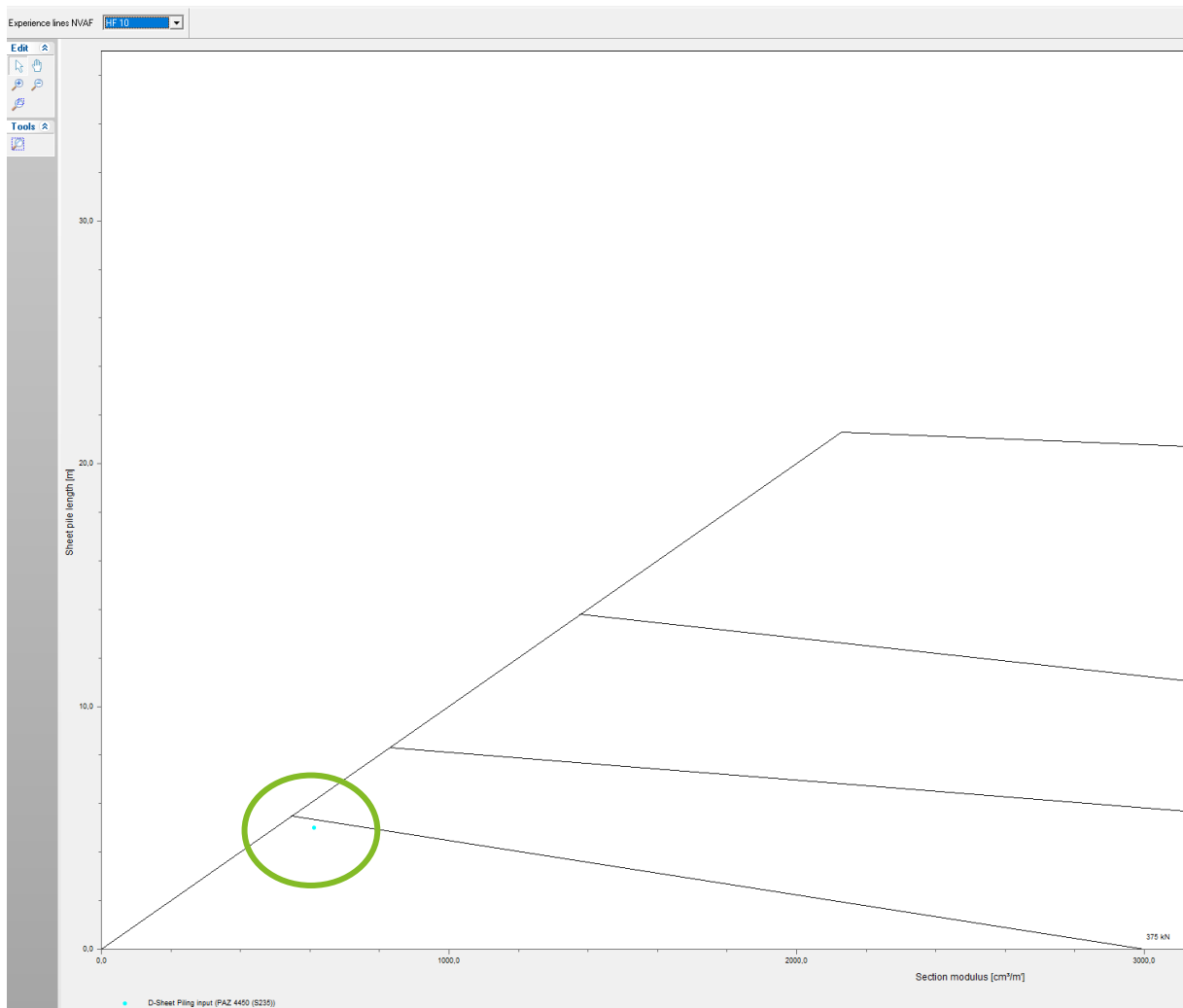
Het verschil in peil is $\text{NAP} +12,30\text{m} - 11,90 = 0,4\text{m}$. Dit betekent een waterdruk van 0,4m op de stuwklep. Dit levert een kracht op van:

$$q_{\text{stuw}} = 0,4 * 0,4 * 0,5 * 10 * 1,2 / 2 = 0,5 \text{ kN/m}$$

De maatgevende snede voor de damwandberekening betreft de snede naast de stuw. Hier wordt een horizontaalkracht van 2,1kN/m op een hoogte van $\text{NAP} +12,30 - (0,4 * 2/3) = \text{NAP} +12,03\text{m}$ aangebracht. Op deze snede wordt ook de waterdruk in rekening gebracht. Dit is in werkelijkheid niet beide volledig aanwezig. Dit is een conservatieve beschouwing.

Vanwege de kleine bovenbelasting wordt het verticale draagvermogen niet gecontroleerd. Een PAZ4450 voldoet bij de gehanteerde uitgangspunten met een puntniveau van $\text{NAP} +8,2\text{m}$ (kopniveau +13,2). De planklengte bedraagt 5m. De gemiddelde q_c -waarde (in de sondering met de meest stijve grondlagen) over dit traject is 10MPa. Een lichter profiel dan een PAZ4450 profiel is niet inbrengbaar in deze bodemgesteldheid met hoogfrequent trillen.

De berekening is bijgevoegd in Bijlage 3.



Figuur 8: NVAF grafiek HF10

De resultaten van de damwand berekening zijn samengevat in onderstaande tabel.

Berekening	u	M _{Ed}	M _{Rd}	U.C. moment
	[mm]	[kNm/m]	[kNm/m]	[-]
Gebruiksfase	7	13	88	0,15

Tabel 6: Resultaten damwandberekening PAZ4460

De damwand valt in doorsnedeklasse 4. De dwarskrachtcapaciteit wordt bepaald aan de hand van NEN-EN1993-1-3 (koudgeformde dunwandige profielen en platen), art 6.1.5:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \varphi} * t * f_{bv}}{\gamma_{M0}} = \frac{\frac{264}{\sin 45} * 5 * 159,5}{1} = 298 kN$$

Waarin:

h_w de hoogte van het lijf: 269-5=264mm

φ de hoek van het lijf ten opzichte van de flens



t de dikte van het lijf

f_{bv} de dwarskrachtsterkte met inbegrip van knik, afhankelijk van de slankheid:

$$\lambda_w = 0,346 * \frac{s_w}{t} * \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} = 0,346 * \frac{273}{5} * \sqrt{\frac{275}{2,1 * 10^5}} = 0,68$$

Waarin:

s_w de lengte van het lijf: $264 * \sqrt{2} = 373 \text{ mm}$

$$\lambda_w \leq 0,83 \implies f_{bv} = 0,58 * f_{yb} = 159,5 \text{ N/mm}^2$$

Bij een afgeroeste damwand neemt de dwarskrachtcapaciteit van de doorsnede af tot (maatgevende dwarskracht in de grond, afroesting $2 * 0,6 = 1,2 \text{ mm}$):

$$V_{b,Rd,t=50} = \frac{\frac{h_w}{\sin \varphi} * t * f_{bv}}{\gamma_{M0}} = \frac{\frac{264}{\sin 45} * 3,8 * 159,5}{1} = 226 \text{ kN}$$

$V_{Ed} = 13 \text{ kN}$

$U.C. = 13/226 = 0,06$

De maximaal optredende dwarskracht is kleiner dan 50% van de toelaatbare dwarskracht. Er hoeft geen reductie op vloeigrens van de momentweerstand te hoeven beschouwd.

4.2.3 Onder- en achterloopsheid

Onder- en achterloopsheid treedt niet op door de aanwezigheid van een afsluitend stortebed van beton. De damwand wordt doorgezet in de kade tot NAP+13,2m.

4.2.4 Bordes

Het bordes wordt gelijkwaardig uitgevoerd aan klepstuw Barchemse Veengoot.



Bijlage 1 Grondonderzoek

Geotechnisch grondonderzoek

Stuw Hagenbeek te Barchem

In opdracht van:

5.1.2e

Rapport

VWB905281/23/ALG/1694

Auteur: 5.1.2e

Datum: 21 maart 2023

Projectnummer: 905281-221138

Verantwoording

Titel : Rapportage geotechnisch grondonderzoek

Datum : 21 maart 2023

Status : Definitief

Projectnaam : Stuw Hagenbeek te Barchem

Projectnummer : 905281

Opdrachtgever : 5.1.2e

Projectnummer opdrachtgever : 221138

Referentie : VWB905281/23/ALG/1694

Opgesteld door

5.1.2e

:

Gecontroleerd door

5.1.2e

:

Goedgekeurd door

5.1.2e

:

yz vleesman

VWB Bodem B.V.

5.1.2e

5.1.2e

Lieren

Tel.

:

5.1.2e

E-Mail

:

5.1.2e [@vwb.nl](mailto:5.1.2e@vwb.nl)

Internet

:

www.vwb.nl

Inhoudsopgave

Inleiding	3
1 Geotechnisch grondonderzoek	4
1.1 Algemeen.....	4
1.2 Normen en richtlijnen	4
1.3 Veldwerk.....	4
1.4 Classificatie middels wrijvingsgetal	5

Bijlagen

Bijlage 1: Tekening

Bijlage 2: Sondeergrafieken

Bijlage 3: Boorstaat

Bijlage 4: Tabel X, Y (RD) en Z (NAP)

Inleiding

VWB Bodem B.V. heeft van 5.1.2e opdracht gekregen voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek ter plaatse van een nieuw te bouwen stuw. De locatie is gelegen nabij de Enkweg te Barchem.

Dit onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van het geotechnisch ontwerp.

In het voorliggende rapport wordt het overzicht en de resultaten van het uitgevoerde geotechnisch grondonderzoek gepresenteerd.

1 Geotechnisch grondonderzoek

1.1 Algemeen

Dit hoofdstuk bevat de opsomming en de resultaten van het uitgevoerde geotechnisch grondonderzoek.

1.2 Normen en richtlijnen

Het geotechnisch grondonderzoek is uitgevoerd conform de volgende normen en richtlijnen.

De standaard toegepaste conus bij VWB Bodem is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 *Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven – Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is teruggetrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Tabel 1.2 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Jaar
NEN 9997-1	Geotechniek – Geotechnisch ontwerp van constructies	2011
NEN 22476-1	Geotechniek – Geotechnisch onderzoek en beproeving - veldproeven	2012
NEN-ISO 14688-1	Geotechniek – Identificatie en classificatie van grond	2019
NEN 8990	Geotechniek – Nederlandse aanvulling op NEN-ISO 14688-1	2020

1.3 Veldwerk

Het uitgevoerde veldwerk heeft bestaan uit de onderstaande onderdelen:

- 2 Elektrische sonderingen tot een diepte van 20 m – mv inclusief meting van de plaatselijke kleef;
- 1 Handboring tot een diepte van 5 m – mv ten behoeve van een classificatie van de toplaag;
- Het inmeten van de sonderingen en boring in X, Y (RD) en Z (NAP).

Het veldwerk heeft plaatsgevonden d.d. 07-03-2023. De sonderingen zijn uitgevoerd gebruikmakend van onze 180 kN Track-Truck.

De grondwaterstand is gemeten op een diepte van 1,4 m – mv. De ter plaatse gemeten grondwaterstand zegt niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode. De grondwaterstand kan fluctueren. Omtrent de uitvoering van het veldwerk zijn geen bijzonderheden te melden.

In bijlage 1 is een overzichtstekening opgenomen van de locaties van het veldwerk. De sondeerresultaten zijn opgenomen in bijlage 2. In bijlage 3 is de boorstaat van de boringen opgenomen. De hoogten (Z) van de onderzoeklocaties zijn ingemeten d.m.v. RTK GPS in meters ten opzichte van NAP. Voorts zijn de onderzoeklocaties vastgelegd in X en Y coördinaten volgens het Rijksdriehoekstelsel (RD), weergegeven in bijlage 4.

1.4 Classificatie middels wrijvingsgetal

De conusweerstand geeft informatie met betrekking tot de pakking van de aanwezige grondsoorten. Het quotiënt van de mantelwrijving en conusweerstand is het wrijvingsgetal. Het wrijvingsgetal, in combinatie met de conusweerstand, geeft een indicatie voor de betreffende grondsoort. In de onderstaande tabel 1.1 is een overzicht gegeven van veel voorkomende relaties tussen grondsoort en wrijvingsgetal, zie ook bijlage 2.

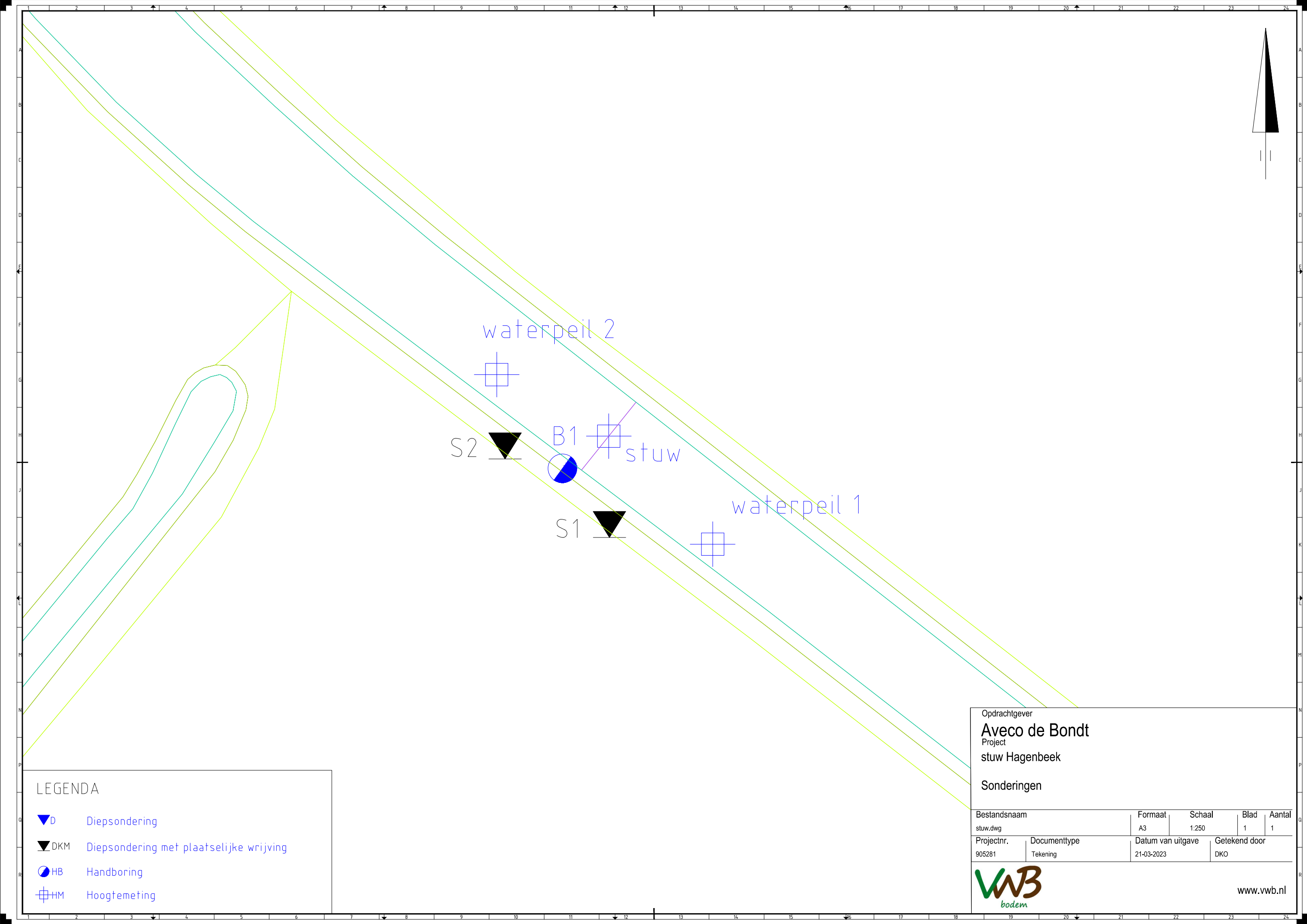
Tabel 1.1
Grondsoorten

Grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Zand	ca. 0,5 tot 1,2
Silthoudend zand	ca. 1 à 2
Leem	ca. 1,5 à 3
Klei	ca. 3 à 5
Potklei	ca. 5 à 7
Veen	ca. 6 à 10

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

Bijlage 1

Tekening



LEGENDA

- ▼D Diepsondering
- ▼DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- HB Handboring
- ⊕HM Hoogtemeting

Opdrachtgever

Aveco de Bondt

Project

stuw Hagenbeek

Sonderingen

Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
stuw.dwg	A3	1:250	1	1
Projectnr.	Documenttype	Datum van uitgave	Getekend door	
905281	Tekening	21-03-2023	DKO	

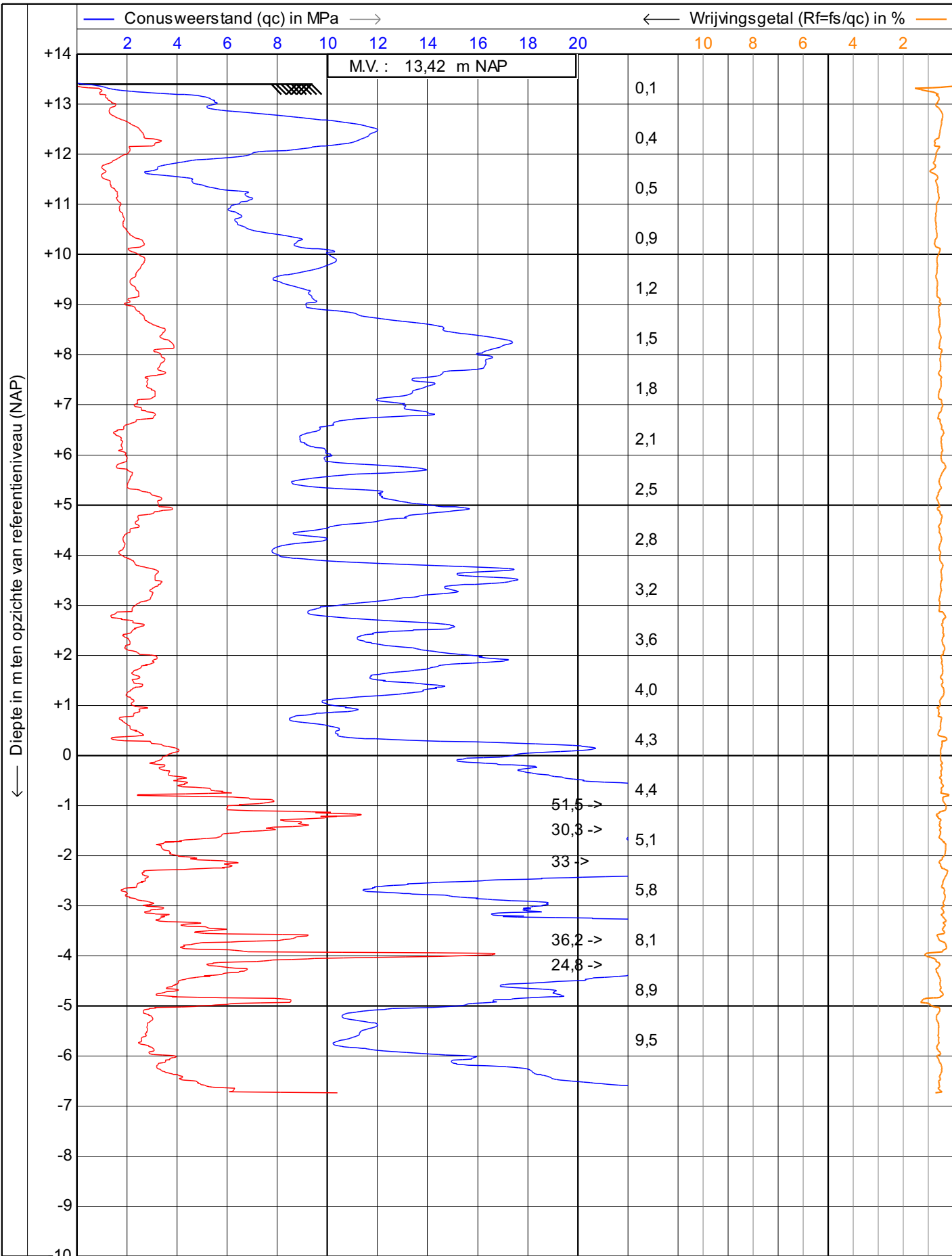
VWB

bodem

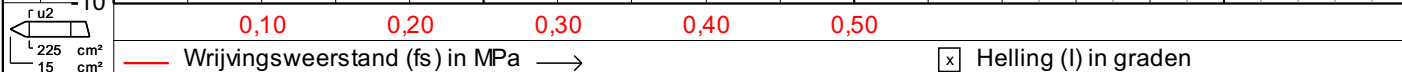
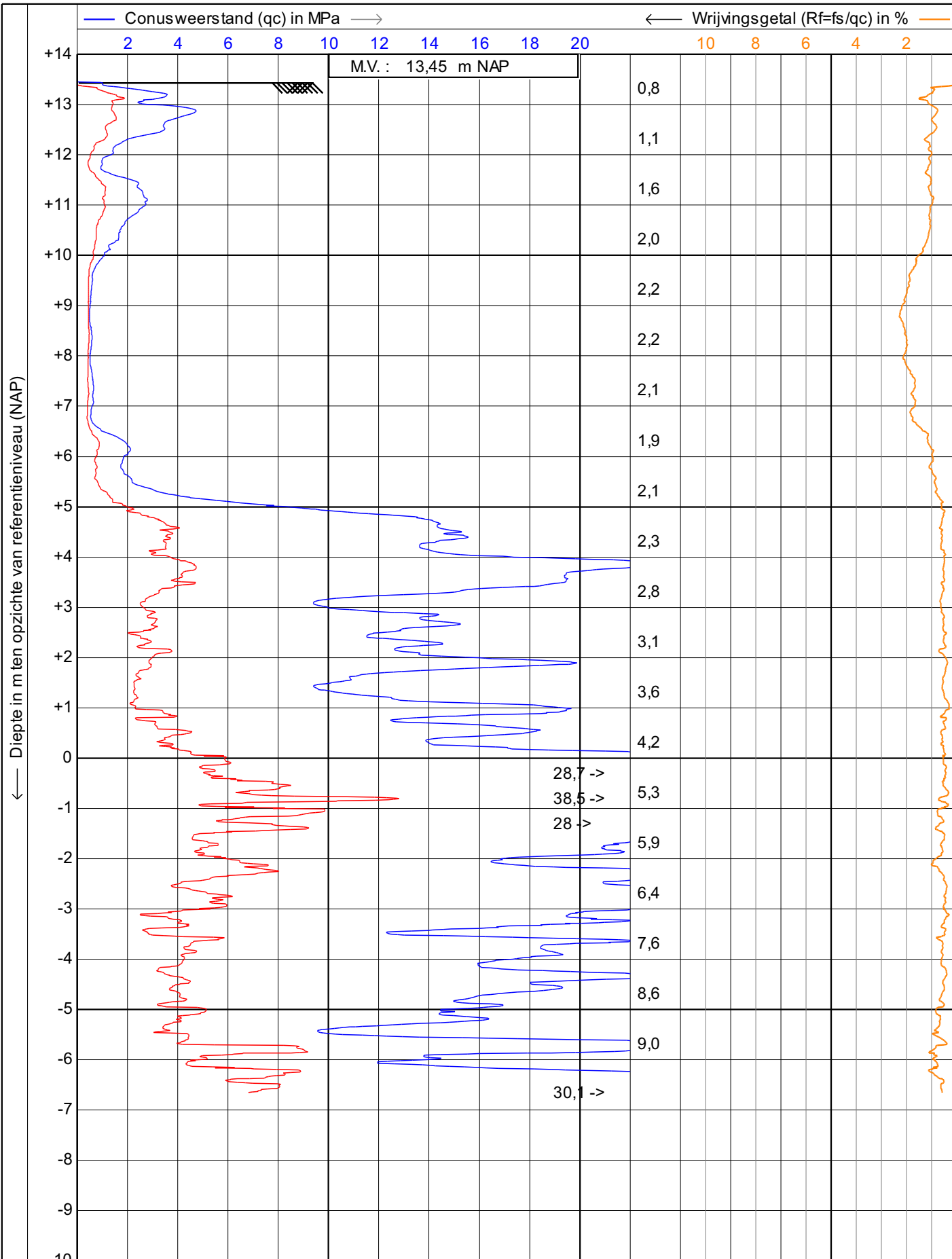
www.vwb.nl

Bijlage 2

Sondeergrafieken



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)





ISO 22476-1 Application Class 3

Project : **Sonderingen stuw Hagenbeek**

Locatie : **Barchem**

Positie : **225855,64, 459887,45 RD**

Datum : **7-3-2023**

Conusnr. : **C15CFIP.S191007**

Projectnr. : **905281**

Sondeernr.: **S2**

1/1

Bijlage 3

Boorstaat

Boring: B1

Uitvoering op: 7-3-2023

Uitvoering door: 

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688

Maaiveldhoogte [m]:

13.33

Referentievlak: N.A.P.

x-coördinaat [m RD]:

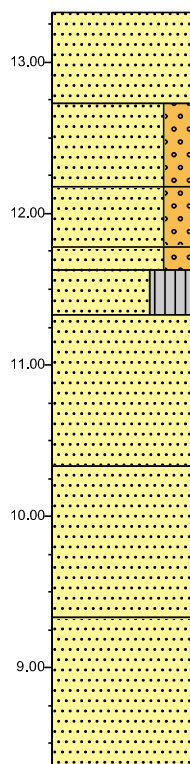
225860,06

Grondwaterstand [cm-mv]:

140

y-coördinaat [m RD]:

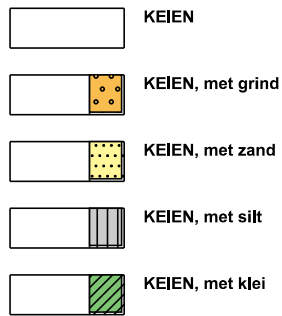
459886,72



0,00	gras
	Zand middelgrof 200-300 zwak organisch, subhoekig, bolvormig, antropogeen, standaardbruin, Edelmanboor, gelaagdheid niet intact
0,60	
	Zand middelgrof 200-630 zwak grindig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgeel, Edelmanboor, gelaagdheid niet intact
1,15	
	Zand middelgrof 200-630 zwak grindig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, gelaagdheid niet intact
1,55	
1,70	
	Zand middelgrof 200-630 zwak grindig, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgeel, Edelmanboor, gelaagdheid niet intact
2,00	
	Zand fijn 150-200 siltig zwak organisch, subhoekig, bolvormig, niet antropogeen, weinig planten, donkergrijs, Edelmanboor, gelaagdheid niet intact
	Zand middelgrof 300-420, hoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Handpuls, gelaagdheid niet intact
3,00	
	Zand middelgrof 300-420, hoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Handpuls, gelaagdheid niet intact
4,00	
	Zand middelgrof 300-420, hoekig, bolvormig, niet antropogeen, lichtgrijs, Handpuls, gelaagdheid niet intact
5,00	

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



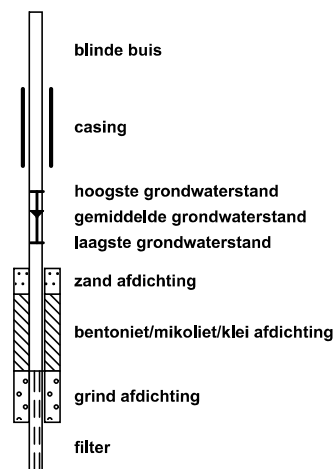
GRIND



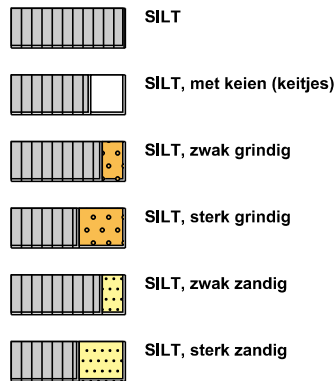
ZAND



peilbuis



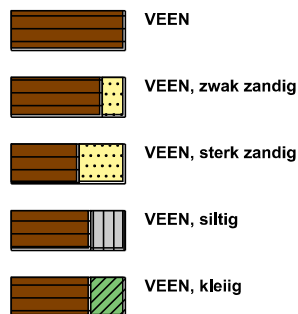
SILT



KLEI



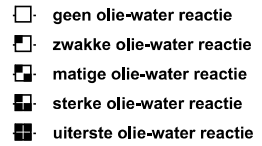
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



geur



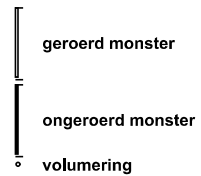
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 4

Tabel X, Y (RD) en Z (NAP)

Meetpuntgegevens	X	Y	Z
S1	225863.67	459881.41	13.42
S2	225855.64	459887.45	13.45
B1	225860.06	459886.72	13.33
Stuw	225863.98	459889.05	12.99
Waterpeil 1	225871.60	459880.90	12.23
Waterpeil 2	225855.01	459893.92	11.83



Bijlage 2 D-sheet damwandberekening klepstuw Barchemse Veengoot

Report for D-Sheet Piling 22.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: 5.1.2e

Date of report: 31-7-2023
Time of report: 12:02:00
Report with version: 22.2.2.38813

Date of calculation: 31-7-2023
Time of calculation: 12:01:35
Calculated with version: 22.2.2.38813

File name: Hagenbeek DO Enkweg v4.0

Project identification: Hagenbeek DO

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Overall Stability per Stage	4
2.3 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: stage 1	8
5 Overall Stability Stage 1: stage 1	9
5.1 Overall Stability	9
6 Step 6.3 Stage 1: stage 1	10
6.1 General Input Data	10
6.1.1 Horizontal Loads	10
6.1.2 Moments	10
6.2 Input Data Left	10
6.2.1 Calculation Method	10
6.2.2 Water Level	10
6.2.3 Surface	10
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2	10
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	11
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	12
6.5 Input Data Right	13
6.5.1 Calculation Method	13
6.5.2 Water Level	13
6.5.3 Surface	13
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2	13
6.6 Calculation Results	14
6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	14
6.6.2 Charts of Stresses	14
6.6.3 Percentage Mobilized Resistance	15
7 Step 6.4 Stage 1: stage 1	16
7.1 General Input Data	16
7.1.1 Horizontal Loads	16
7.1.2 Moments	16
7.2 Input Data Left	16
7.2.1 Calculation Method	16
7.2.2 Water Level	16
7.2.3 Surface	16
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2	16
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	17
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	18
7.5 Input Data Right	19
7.5.1 Calculation Method	19
7.5.2 Water Level	19
7.5.3 Surface	19
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2	19
7.6 Calculation Results	20
7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
7.6.2 Charts of Stresses	20
7.6.3 Percentage Mobilized Resistance	21
8 Step 6.5 Stage 1: stage 1	22
8.1 General Input Data	22
8.1.1 Horizontal Loads	22
8.1.2 Moments	22
8.2 Input Data Left	22
8.2.1 Calculation Method	22
8.2.2 Water Level	22
8.2.3 Surface	22

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2	22
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	23
8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	24
8.5 Input Data Right	24
8.5.1 Calculation Method	25
8.5.2 Water Level	25
8.5.3 Surface	25
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2	25
8.6 Calculation Results	25
8.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	26
8.6.2 Charts of Stresses	26
8.6.3 Percentage Mobilized Resistance	27

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

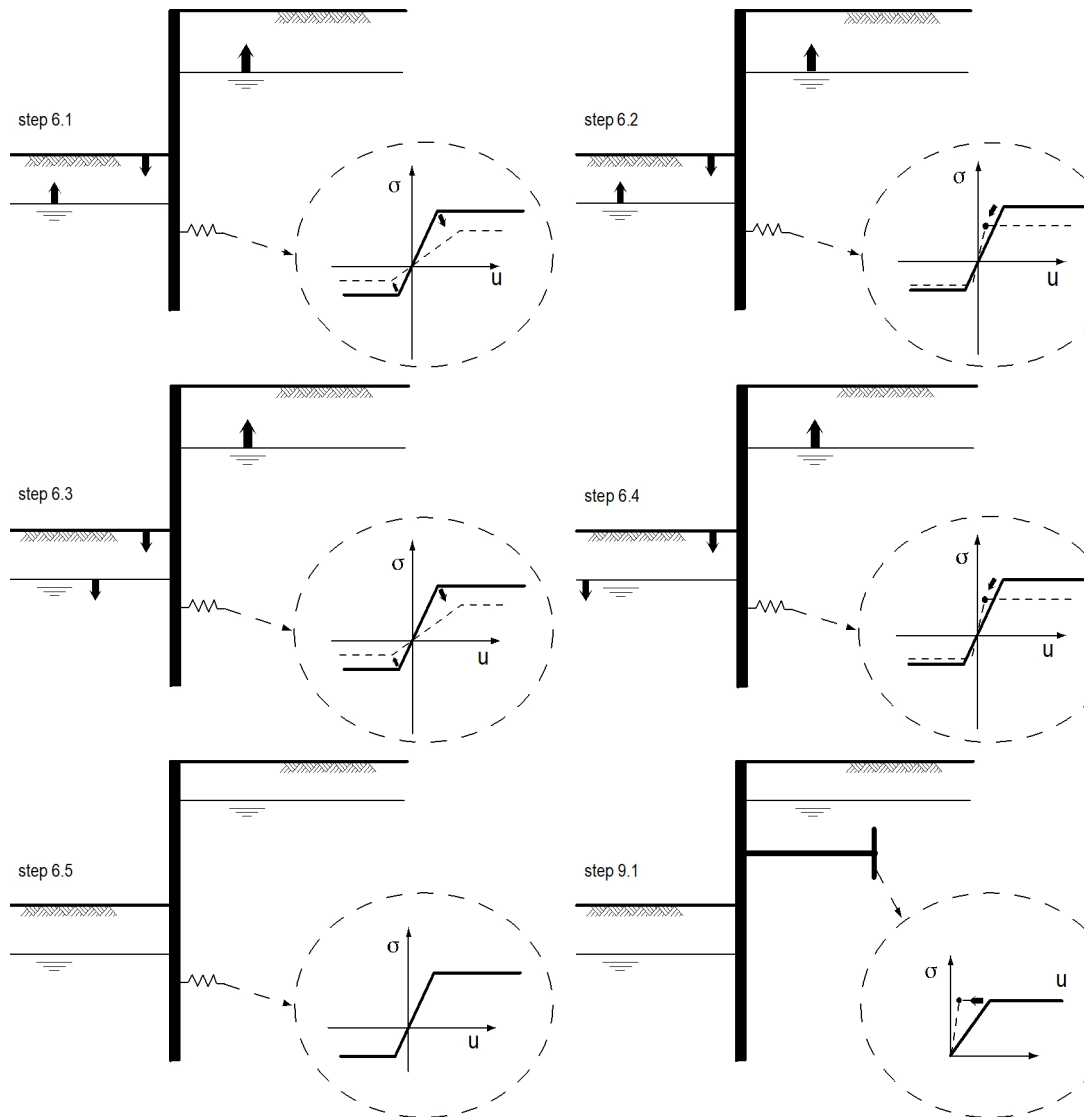
Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
All	EC7(NL)-Step 6.1						(D)*
All	EC7(NL)-Step 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Step 6.3		-38,37	34,66	0,0	50,7	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-38,37	34,51	0,0	50,6	
1	EC7(NL)-Step 6.5	23,7	-21,76	14,44	0,0	26,9	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-26,12	17,33			
Max		23,7	-38,37	34,66	0,0	50,7	

*(A) Calculation numerically unstable, (B) Error found during calculation, (C) No convergence of probabilistic calculation, (D) In case of free water level on passive side, a low water level is the most unfavourable, so steps 6.1 and 6.2 are omitted.

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
stage 1	6,21

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

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

3.2 Sheet Piling Properties

Length	6,00 m
Level top side	13,60 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PAZ 4460 (S275)	7,60	13,60	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PAZ 4460 (S275)	2,0769E+04	0,75	1,5577E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PAZ 4460 (S275)	174,00	1,00	1,00	0,75	130,50

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,350

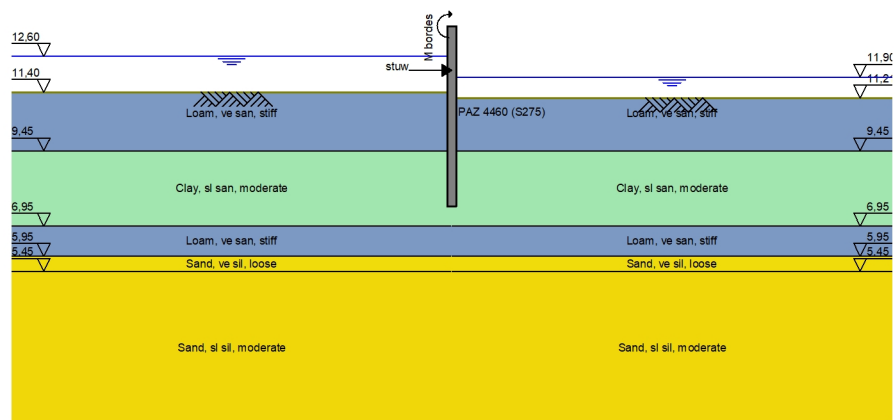
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic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

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

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

4 Outline Stage 1: stage 1

Outline - Stage 1: stage 1

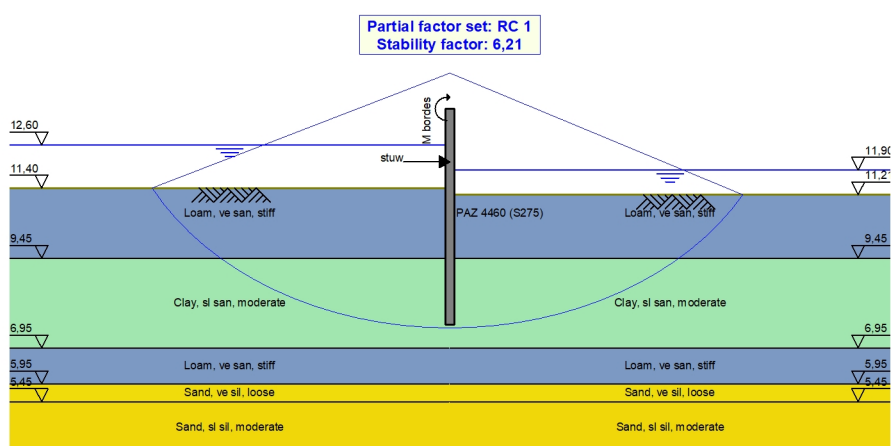


5 Overall Stability Stage 1: stage 1

Stability factor : 6,21

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: stage 1



6 Step 6.3 Stage 1: stage 1

6.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
 Passive side: Right side

6.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
stuw	12,13	6,38	Unfavourable	Permanent

6.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
M bordes	13,60	-2,43	Unfavourable	Permanent

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: 12,65 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,40

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	11,36	0,1	1,3	0,40	0,59	3,74
2	11,32	0,2	2,6	0,36	0,59	3,74
3	11,29	0,4	3,9	0,36	0,59	3,74
4	11,25	0,5	5,2	0,36	0,59	3,74
5	11,21	0,6	6,2	0,36	0,59	3,74
6	11,21	0,7	6,9	0,36	0,59	3,74
7	11,16	0,8	8,2	0,36	0,59	3,74
8	11,11	0,9	9,8	0,36	0,59	3,74
9	11,07	1,1	11,4	0,36	0,59	3,74
10	11,02	1,2	13,1	0,36	0,59	3,74
11	10,97	1,4	14,3	0,36	0,59	3,74
12	10,97	1,4	15,2	0,36	0,59	3,74
13	10,92	1,6	16,5	0,36	0,59	3,74
14	10,87	1,7	18,2	0,36	0,59	3,74
15	10,82	1,9	19,9	0,36	0,59	3,74
16	10,77	2,1	21,7	0,36	0,59	3,74
17	10,72	2,2	23,0	0,36	0,59	3,74
18	10,72	2,3	23,9	0,36	0,59	3,74
19	10,67	2,4	25,2	0,36	0,59	3,74
20	10,62	2,6	26,9	0,36	0,59	3,74
21	10,57	2,7	28,6	0,36	0,59	3,74
22	10,51	2,9	30,4	0,36	0,59	3,74
23	10,46	3,0	31,7	0,36	0,59	3,74
24	10,46	3,1	32,6	0,36	0,59	3,74
25	10,41	3,2	33,9	0,36	0,59	3,74
26	10,36	3,4	35,6	0,36	0,59	3,74
27	10,31	3,6	37,4	0,36	0,59	3,74
28	10,26	3,7	39,1	0,36	0,59	3,74
29	10,21	3,8	40,4	0,36	0,59	3,74
30	10,21	3,9	41,3	0,36	0,59	3,74
31	10,16	4,0	42,6	0,36	0,59	3,74
32	10,11	4,2	44,3	0,36	0,59	3,74
33	10,06	4,4	46,1	0,36	0,59	3,74
34	10,01	4,5	47,8	0,36	0,59	3,74
35	9,96	4,7	49,1	0,36	0,59	3,74
36	9,96	4,8	50,0	0,36	0,59	3,74
37	9,91	4,9	51,3	0,36	0,59	3,74
38	9,86	5,0	53,0	0,36	0,59	3,74
39	9,80	5,2	54,8	0,36	0,59	3,74
40	9,75	5,4	56,5	0,36	0,59	3,74
41	9,70	5,5	57,8	0,36	0,59	3,74

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
42	9,70	5,6	58,7	0,36	0,59	3,74
43	9,65	5,7	60,0	0,36	0,59	3,74
44	9,60	5,9	61,7	0,36	0,59	3,74
45	9,55	6,0	63,5	0,36	0,59	3,74
46	9,50	6,2	65,2	0,36	0,59	3,74
47	9,45	6,3	66,5	0,36	0,59	3,74
48	9,45	2,4	69,0	0,13	0,66	3,83
49	9,40	2,5	69,9	0,14	0,66	3,81
50	9,34	2,7	71,0	0,14	0,66	3,78
51	9,29	2,9	72,1	0,15	0,66	3,75
52	9,24	3,1	73,2	0,16	0,66	3,73
53	9,19	3,2	74,1	0,16	0,66	3,71
54	9,19	3,3	74,6	0,16	0,66	3,70
55	9,13	3,5	75,5	0,17	0,66	3,68
56	9,08	3,6	76,6	0,17	0,66	3,66
57	9,03	3,8	77,8	0,18	0,66	3,64
58	8,97	4,0	79,0	0,18	0,66	3,62
59	8,92	4,2	79,8	0,19	0,66	3,61
60	8,92	4,2	80,4	0,19	0,66	3,60
61	8,87	4,4	81,3	0,19	0,66	3,58
62	8,82	4,6	82,4	0,20	0,66	3,57
63	8,76	4,8	83,6	0,20	0,66	3,55
64	8,71	4,9	84,8	0,21	0,66	3,54
65	8,66	5,1	85,7	0,21	0,66	3,52
66	8,66	5,2	86,3	0,21	0,66	3,52
67	8,60	5,3	87,1	0,21	0,66	3,51
68	8,55	5,5	88,3	0,22	0,66	3,49
69	8,50	5,7	89,5	0,22	0,66	3,48
70	8,45	5,9	90,7	0,22	0,66	3,47
71	8,39	6,0	91,6	0,23	0,66	3,46
72	8,39	6,1	92,2	0,23	0,66	3,45
73	8,34	6,2	93,1	0,23	0,66	3,45
74	8,29	6,4	94,2	0,23	0,66	3,43
75	8,23	6,6	95,4	0,24	0,66	3,42
76	8,18	6,8	96,6	0,24	0,66	3,41
77	8,13	6,9	97,5	0,24	0,66	3,41
78	8,13	7,0	98,1	0,24	0,66	3,40
79	8,08	7,2	99,0	0,25	0,66	3,39
80	8,02	7,3	100,2	0,25	0,66	3,38
81	7,97	7,5	101,4	0,25	0,66	3,37
82	7,92	7,7	102,6	0,25	0,66	3,37
83	7,86	7,9	103,5	0,26	0,66	3,36
84	7,86	7,9	104,1	0,26	0,66	3,36
85	7,81	8,1	105,0	0,26	0,66	3,35
86	7,76	8,3	106,2	0,26	0,66	3,34
87	7,71	8,5	107,3	0,26	0,66	3,33
88	7,65	8,6	108,5	0,26	0,66	3,33
89	7,60	8,8	109,4	0,27	0,66	3,32

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loo...	0,00
Loam, ve san, s...	6,21
Clay, sl san, mo...	38,04
Loam, ve san, s...	0,00
Sand, ve sil, loo...	0,00
Sand, sl sil, mo...	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: 11,70 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	10,97

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

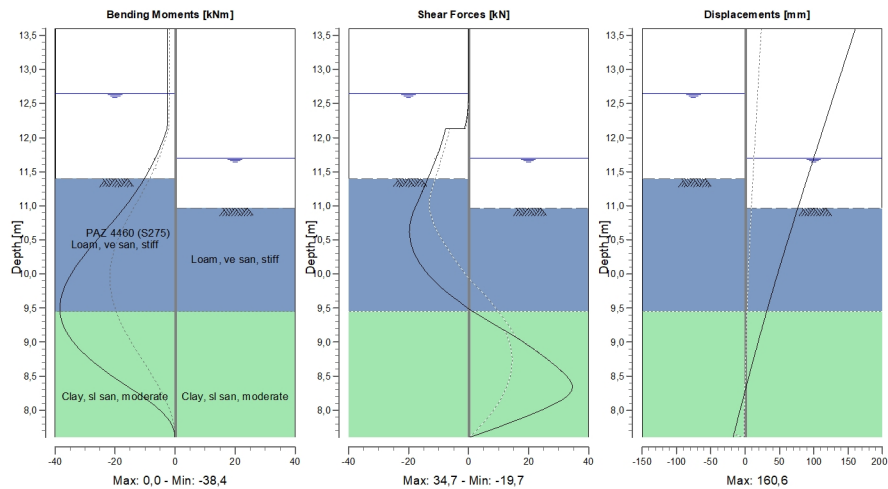
6.6 Calculation Results

Number of iterations: 7

6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: stage 1

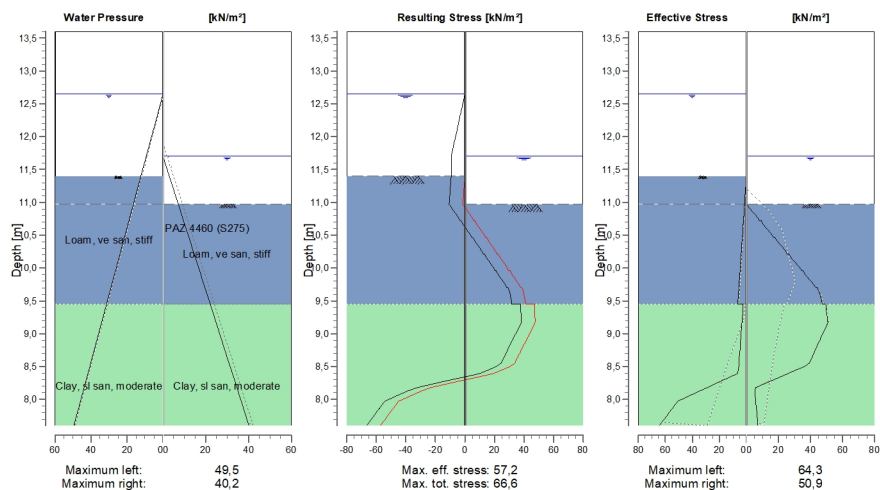
Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.6.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: stage 1

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.6.3 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	44,3	93,2
Water	125,1	82,5
Total	169,3	175,7

Maximum effective resistance at left side 229,93 kN
Mobilized effective resistance at left side 44,25 kN
Percentage mobilized resistance at left side 19,2 %

Maximum effective resistance at right side 183,84 kN
Mobilized effective resistance at right side 93,22 kN
Percentage mobilized resistance at right side 50,7 %

7 Step 6.4 Stage 1: stage 1

7.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side: Right side

7.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
stuw	12,13	6,38	Unfavourable	Permanent

7.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
M bordes	13,60	-2,43	Unfavourable	Permanent

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: 12,65 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,40

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	11,36	0,1	1,3	0,40	0,59	3,74
2	11,32	0,2	2,6	0,36	0,59	3,74
3	11,29	0,4	3,9	0,36	0,59	3,74
4	11,25	0,5	5,2	0,36	0,59	3,74
5	11,21	0,6	6,2	0,36	0,59	3,74
6	11,21	0,7	6,9	0,36	0,59	3,74
7	11,16	0,8	8,2	0,36	0,59	3,74
8	11,11	0,9	9,8	0,36	0,59	3,74
9	11,07	1,1	11,4	0,36	0,59	3,74
10	11,02	1,2	13,1	0,36	0,59	3,74
11	10,97	1,4	14,3	0,36	0,59	3,74
12	10,97	1,4	15,2	0,36	0,59	3,74
13	10,92	1,6	16,5	0,36	0,59	3,74
14	10,87	1,7	18,2	0,36	0,59	3,74
15	10,82	1,9	19,9	0,36	0,59	3,74
16	10,77	2,1	21,7	0,36	0,59	3,74
17	10,72	2,2	23,0	0,36	0,59	3,74
18	10,72	2,3	23,9	0,36	0,59	3,74
19	10,67	2,4	25,2	0,36	0,59	3,74
20	10,62	2,6	26,9	0,36	0,59	3,74
21	10,57	2,7	28,6	0,36	0,59	3,74
22	10,51	2,9	30,4	0,36	0,59	3,74
23	10,46	3,0	31,7	0,36	0,59	3,74
24	10,46	3,1	32,6	0,36	0,59	3,74
25	10,41	3,2	33,9	0,36	0,59	3,74
26	10,36	3,4	35,6	0,36	0,59	3,74
27	10,31	3,6	37,4	0,36	0,59	3,74
28	10,26	3,7	39,1	0,36	0,59	3,74
29	10,21	3,8	40,4	0,36	0,59	3,74
30	10,21	3,9	41,3	0,36	0,59	3,74
31	10,16	4,0	42,6	0,36	0,59	3,74
32	10,11	4,2	44,3	0,36	0,59	3,74
33	10,06	4,4	46,1	0,36	0,59	3,74
34	10,01	4,5	47,8	0,36	0,59	3,74
35	9,96	4,7	49,1	0,36	0,59	3,74
36	9,96	4,8	50,0	0,36	0,59	3,74
37	9,91	4,9	51,3	0,36	0,59	3,74
38	9,86	5,0	53,0	0,36	0,59	3,74
39	9,80	5,2	54,8	0,36	0,59	3,74
40	9,75	5,4	56,5	0,36	0,59	3,74
41	9,70	5,5	57,8	0,36	0,59	3,74

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
42	9,70	5,6	58,7	0,36	0,59	3,74
43	9,65	5,7	60,0	0,36	0,59	3,74
44	9,60	5,9	61,7	0,36	0,59	3,74
45	9,55	6,0	63,5	0,36	0,59	3,74
46	9,50	6,2	65,2	0,36	0,59	3,74
47	9,45	6,3	66,5	0,36	0,59	3,74
48	9,45	2,4	69,0	0,13	0,66	3,83
49	9,40	2,5	69,9	0,14	0,66	3,81
50	9,34	2,7	71,0	0,14	0,66	3,78
51	9,29	2,9	72,1	0,15	0,66	3,75
52	9,24	3,1	73,2	0,16	0,66	3,73
53	9,19	3,2	74,1	0,16	0,66	3,71
54	9,19	3,3	74,6	0,16	0,66	3,70
55	9,13	3,5	75,5	0,17	0,66	3,68
56	9,08	3,6	76,6	0,17	0,66	3,66
57	9,03	3,8	77,8	0,18	0,66	3,64
58	8,97	4,0	79,0	0,18	0,66	3,62
59	8,92	4,2	79,8	0,19	0,66	3,61
60	8,92	4,2	80,4	0,19	0,66	3,60
61	8,87	4,4	81,3	0,19	0,66	3,58
62	8,82	4,6	82,4	0,20	0,66	3,57
63	8,76	4,8	83,6	0,20	0,66	3,55
64	8,71	4,9	84,8	0,21	0,66	3,54
65	8,66	5,1	85,7	0,21	0,66	3,52
66	8,66	5,2	86,3	0,21	0,66	3,52
67	8,60	5,3	87,1	0,21	0,66	3,51
68	8,55	5,5	88,3	0,22	0,66	3,49
69	8,50	5,7	89,5	0,22	0,66	3,48
70	8,45	5,9	90,7	0,22	0,66	3,47
71	8,39	6,0	91,6	0,23	0,66	3,46
72	8,39	6,1	92,2	0,23	0,66	3,45
73	8,34	6,2	93,1	0,23	0,66	3,45
74	8,29	6,4	94,2	0,23	0,66	3,43
75	8,23	6,6	95,4	0,24	0,66	3,42
76	8,18	6,8	96,6	0,24	0,66	3,41
77	8,13	6,9	97,5	0,24	0,66	3,41
78	8,13	7,0	98,1	0,24	0,66	3,40
79	8,08	7,2	99,0	0,25	0,66	3,39
80	8,02	7,3	100,2	0,25	0,66	3,38
81	7,97	7,5	101,4	0,25	0,66	3,37
82	7,92	7,7	102,6	0,25	0,66	3,37
83	7,86	7,9	103,5	0,26	0,66	3,36
84	7,86	7,9	104,1	0,26	0,66	3,36
85	7,81	8,1	105,0	0,26	0,66	3,35
86	7,76	8,3	106,2	0,26	0,66	3,34
87	7,71	8,5	107,3	0,26	0,66	3,33
88	7,65	8,6	108,5	0,26	0,66	3,33
89	7,60	8,8	109,4	0,27	0,66	3,32

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loo...	0,00
Loam, ve san, s...	6,21
Clay, sl san, mo...	37,89
Loam, ve san, s...	0,00
Sand, ve sil, loo...	0,00
Sand, sl sil, mo...	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: 11,70 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	10,97

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

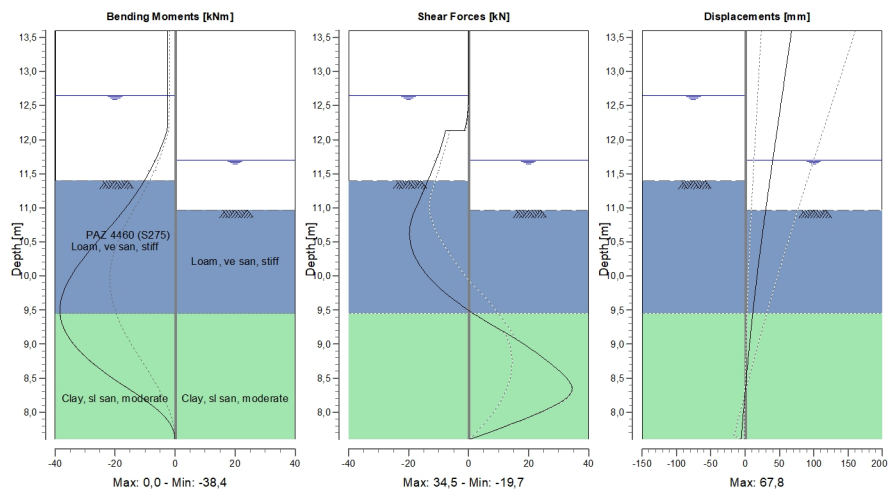
7.6 Calculation Results

Number of iterations: 7

7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: stage 1

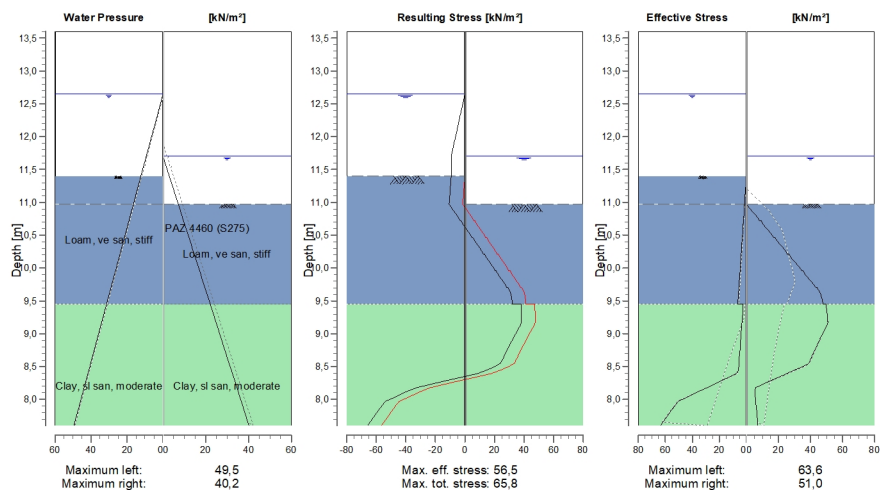
Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



7.6.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: stage 1

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



7.6.3 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	44,1	93,1
Water	125,1	82,5
Total	169,2	175,5

Maximum effective resistance at left side 229,93 kN
Mobilized effective resistance at left side 44,10 kN
Percentage mobilized resistance at left side 19,2 %

Maximum effective resistance at right side 183,84 kN
Mobilized effective resistance at right side 93,07 kN
Percentage mobilized resistance at right side 50,6 %

8 Step 6.5 Stage 1: stage 1

8.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
 Passive side: Right side (not relevant)

8.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
stuw	12,13	5,25	Unfavourable	Permanent

8.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
M bordes	13,60	-2,00	Unfavourable	Permanent

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: 12,60 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,40

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	25,00	16,67	16,67
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Clay, sl san, mo...	9,45	5,00	22,50	15,00	15,00
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	25,00	16,67	16,67
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	27,00	18,00	18,00

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	11,36	0,1	1,6	0,35	0,54	4,70
2	11,32	0,2	3,3	0,31	0,54	4,70
3	11,29	0,3	4,9	0,31	0,54	4,70
4	11,25	0,4	6,6	0,31	0,54	4,70
5	11,21	0,5	7,8	0,31	0,54	4,70
6	11,21	0,6	8,8	0,31	0,54	4,70
7	11,15	0,7	10,7	0,31	0,54	4,70
8	11,09	0,9	13,3	0,31	0,54	4,70
9	11,03	1,0	15,8	0,31	0,54	4,70
10	10,98	1,2	18,3	0,31	0,54	4,70
11	10,92	1,3	20,2	0,31	0,54	4,70
12	10,92	1,4	21,5	0,31	0,54	4,70
13	10,86	1,5	23,4	0,31	0,54	4,70
14	10,80	1,7	25,9	0,31	0,54	4,70
15	10,74	1,9	28,5	0,31	0,54	4,70
16	10,68	2,1	31,0	0,31	0,54	4,70
17	10,62	2,2	32,9	0,31	0,54	4,70
18	10,62	2,3	34,2	0,31	0,54	4,70
19	10,56	2,4	36,1	0,31	0,54	4,70
20	10,51	2,6	38,6	0,31	0,54	4,70
21	10,45	2,7	41,1	0,31	0,54	4,70
22	10,39	2,9	43,6	0,31	0,54	4,70
23	10,33	3,0	45,5	0,31	0,54	4,70
24	10,33	3,1	46,8	0,31	0,54	4,70
25	10,27	3,2	48,7	0,31	0,54	4,70
26	10,21	3,4	51,2	0,31	0,54	4,70
27	10,15	3,6	53,8	0,31	0,54	4,70
28	10,10	3,7	56,3	0,31	0,54	4,70
29	10,04	3,9	58,2	0,31	0,54	4,70
30	10,04	3,9	59,5	0,31	0,54	4,70
31	9,98	4,1	61,4	0,31	0,54	4,70
32	9,92	4,2	63,9	0,31	0,54	4,70
33	9,86	4,4	66,4	0,31	0,54	4,70
34	9,80	4,6	69,0	0,31	0,54	4,70
35	9,74	4,7	70,9	0,31	0,54	4,70
36	9,74	4,8	72,1	0,31	0,54	4,70
37	9,68	4,9	74,0	0,31	0,54	4,70
38	9,63	5,1	76,6	0,31	0,54	4,70
39	9,57	5,2	79,1	0,31	0,54	4,70
40	9,51	5,4	81,6	0,31	0,54	4,70
41	9,45	5,5	83,5	0,31	0,54	4,70

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
42	9,45	1,2	84,6	0,06	0,62	4,69
43	9,40	1,3	85,5	0,07	0,62	4,66
44	9,34	1,4	86,8	0,08	0,62	4,62
45	9,29	1,6	88,1	0,08	0,62	4,58
46	9,24	1,8	89,4	0,09	0,62	4,55
47	9,19	1,9	90,4	0,10	0,62	4,53
48	9,19	2,0	91,1	0,10	0,62	4,51
49	9,13	2,1	92,1	0,10	0,62	4,49
50	9,08	2,3	93,4	0,11	0,62	4,46
51	9,03	2,4	94,8	0,11	0,62	4,43
52	8,97	2,6	96,1	0,12	0,62	4,41
53	8,92	2,7	97,1	0,12	0,62	4,39
54	8,92	2,8	97,8	0,13	0,62	4,37
55	8,87	2,9	98,8	0,13	0,62	4,36
56	8,82	3,1	100,2	0,13	0,62	4,33
57	8,76	3,3	101,6	0,14	0,62	4,31
58	8,71	3,4	103,0	0,14	0,62	4,29
59	8,66	3,6	104,0	0,15	0,62	4,28
60	8,66	3,6	104,7	0,15	0,62	4,27
61	8,60	3,8	105,7	0,15	0,62	4,25
62	8,55	3,9	107,1	0,16	0,62	4,24
63	8,50	4,1	108,5	0,16	0,62	4,22
64	8,45	4,3	109,9	0,16	0,62	4,20
65	8,39	4,4	110,9	0,17	0,62	4,19
66	8,39	4,5	111,6	0,17	0,62	4,18
67	8,34	4,6	112,7	0,17	0,62	4,17
68	8,29	4,7	114,1	0,17	0,62	4,16
69	8,23	4,9	115,5	0,18	0,62	4,14
70	8,18	5,1	116,9	0,18	0,62	4,13
71	8,13	5,2	117,9	0,18	0,62	4,12
72	8,13	5,3	118,6	0,18	0,62	4,11
73	8,08	5,4	119,7	0,19	0,62	4,10
74	8,02	5,6	121,1	0,19	0,62	4,09
75	7,97	5,7	122,5	0,19	0,62	4,08
76	7,92	5,9	123,9	0,19	0,62	4,07
77	7,86	6,0	125,0	0,20	0,62	4,06
78	7,86	6,1	125,7	0,20	0,62	4,05
79	7,81	6,2	126,7	0,20	0,62	4,04
80	7,76	6,4	128,1	0,20	0,62	4,03
81	7,71	6,6	129,6	0,20	0,62	4,02
82	7,65	6,7	131,0	0,21	0,62	4,01
83	7,60	6,9	132,0	0,21	0,62	4,01

8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m]
Sand, ve sil, loo...	0,00
Loam, ve san, s...	5,43
Clay, sl san, mo...	26,06
Loam, ve san, s...	0,00
Sand, ve sil, loo...	0,00
Sand, sl sil, mo...	0,00

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: 11,90 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,21

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	25,00	16,67	16,67
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Clay, sl san, mo...	9,45	5,00	22,50	15,00	15,00
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	25,00	16,67	16,67
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	27,00	18,00	18,00

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

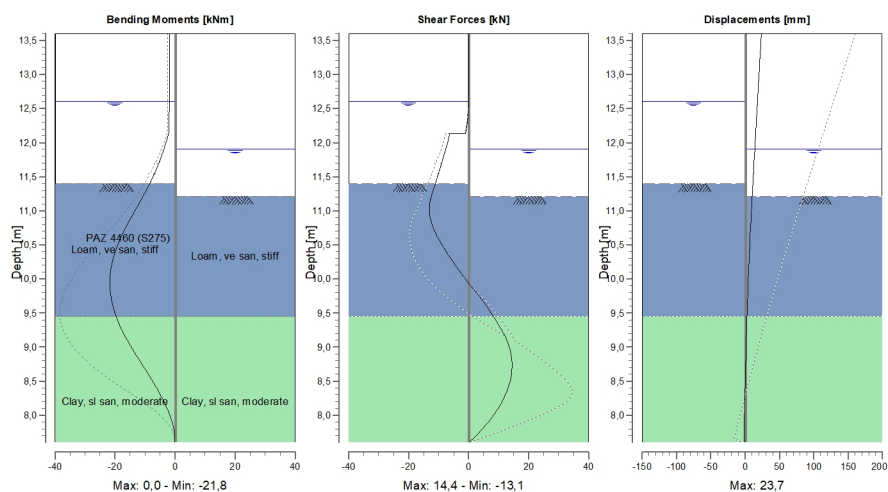
8.6 Calculation Results

Number of iterations: 5

8.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: stage 1

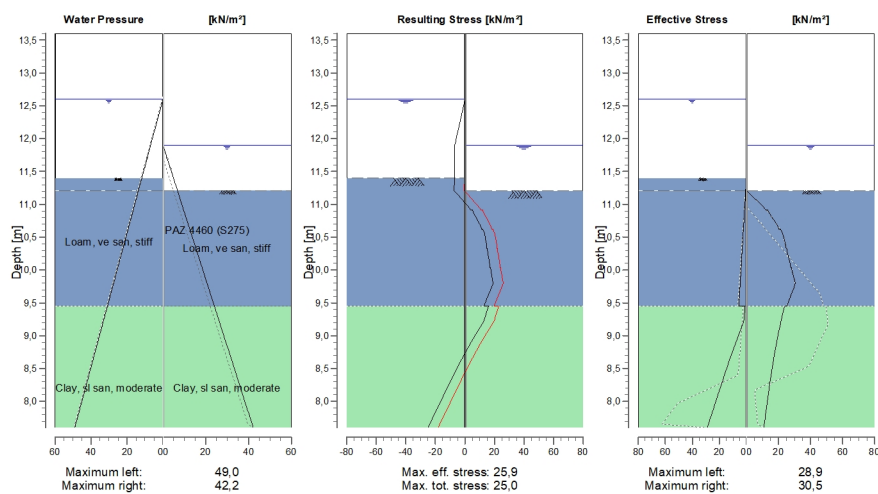
Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



8.6.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: stage 1

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



8.6.3 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	31,5	68,7
Water	122,6	90,7
Total	154,1	159,3

Maximum effective resistance at left side 281,76 kN
Mobilized effective resistance at left side 31,49 kN
Percentage mobilized resistance at left side 11,2 %

Maximum effective resistance at right side 255,68 kN
Mobilized effective resistance at right side 68,66 kN
Percentage mobilized resistance at right side 26,9 %

End of Report



Bijlage 3 D-sheet damwandberekening klepstuw afwatering

5.1.2e

5.1.2e

Report for D-Sheet Piling 22.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: 5.1.2e

Date of report: 31-7-2023
Time of report: 12:20:53
Report with version: 22.2.2.38813

Date of calculation: 31-7-2023
Time of calculation: 12:18:30
Calculated with version: 22.2.2.38813

File name: afwatering 5.1.2e v4.0

Project identification: Hagenbeek DO
Stuw afwatering 5.1.2e

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

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Overall Stability per Stage	4
2.3 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General Properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum Allowable Moments	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: stage 1	8
5 Overall Stability Stage 1: stage 1	9
5.1 Overall Stability	9
6 Step 6.3 Stage 1: stage 1	10
6.1 General Input Data	10
6.1.1 Horizontal Loads	10
6.1.2 Moments	10
6.2 Input Data Left	10
6.2.1 Calculation Method	10
6.2.2 Water Level	10
6.2.3 Surface	10
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2	10
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	11
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	12
6.5 Input Data Right	12
6.5.1 Calculation Method	12
6.5.2 Water Level	12
6.5.3 Surface	13
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2	13
6.6 Calculation Results	13
6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	14
6.6.2 Charts of Stresses	14
6.6.3 Percentage Mobilized Resistance	15
7 Step 6.4 Stage 1: stage 1	16
7.1 General Input Data	16
7.1.1 Horizontal Loads	16
7.1.2 Moments	16
7.2 Input Data Left	16
7.2.1 Calculation Method	16
7.2.2 Water Level	16
7.2.3 Surface	16
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2	16
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	17
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	18
7.5 Input Data Right	18
7.5.1 Calculation Method	18
7.5.2 Water Level	18
7.5.3 Surface	19
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2	19
7.6 Calculation Results	19
7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
7.6.2 Charts of Stresses	20
7.6.3 Percentage Mobilized Resistance	21
8 Step 6.5 Stage 1: stage 1	22
8.1 General Input Data	22
8.1.1 Horizontal Loads	22
8.1.2 Moments	22
8.2 Input Data Left	22
8.2.1 Calculation Method	22
8.2.2 Water Level	22
8.2.3 Surface	22

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2	22
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	23
8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side	24
8.5 Input Data Right	24
8.5.1 Calculation Method	24
8.5.2 Water Level	24
8.5.3 Surface	25
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2	25
8.6 Calculation Results	25
8.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	26
8.6.2 Charts of Stresses	26
8.6.3 Percentage Mobilized Resistance	27

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

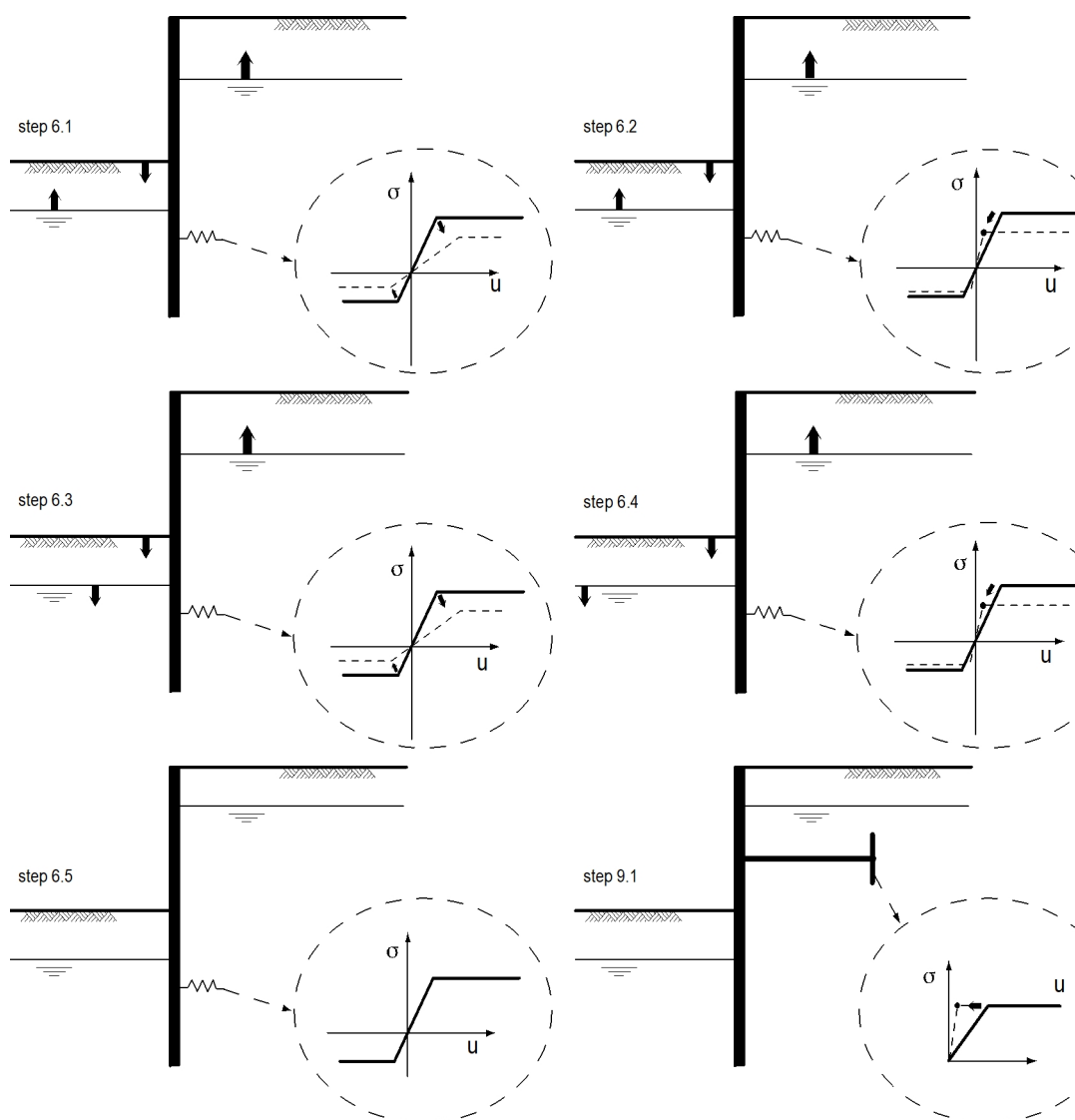
Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
All	EC7(NL)-Step 6.1						(D)*
All	EC7(NL)-Step 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Step 6.3		-12,80	13,28	0,0	37,5	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-12,75	13,07	0,0	37,4	
1	EC7(NL)-Step 6.5	7,1	-6,07	-4,62	0,0	20,3	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-7,29	-5,54			
Max		7,1	-12,80	13,28	0,0	37,5	

*(A) Calculation numerically unstable, (B) Error found during calculation, (C) No convergence of probabilistic calculation, (D) In case of free water level on passive side, a low water level is the most unfavourable, so steps 6.1 and 6.2 are omitted.

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
stage 1	12,12

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

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

3.2 Sheet Piling Properties

Length	5,00 m
Level top side	13,20 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
PAZ 4450 (S235)	8,20	13,20	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
PAZ 4450 (S235)	1,7304E+04	0,70	1,2113E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
PAZ 4450 (S235)	126,00	1,00	1,00	0,70	88,20

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 1
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,000
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,215
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,350

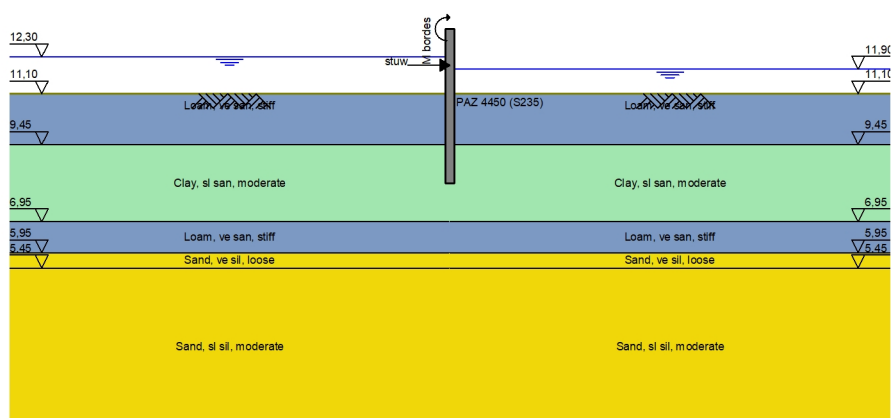
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,150
- Tangent phi	1,150
- Delta (wall friction angle)*	1,150
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic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

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

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

4 Outline Stage 1: stage 1

Outline - Stage 1: stage 1

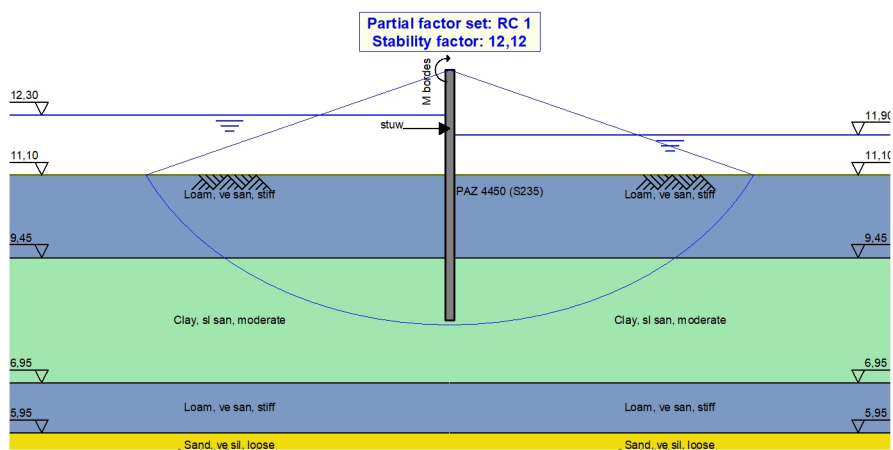


5 Overall Stability Stage 1: stage 1

Stability factor : 12,12

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: stage 1



6 Step 6.3 Stage 1: stage 1

6.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side: Right side

6.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
stuw	12,03	0,61	Unfavourable	Permanent

6.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
M bordes	13,20	-1,22	Unfavourable	Permanent

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: 12,35 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,10

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	11,06	0,2	1,4	0,40	0,59	3,74
2	11,02	0,3	2,9	0,36	0,59	3,74
3	10,97	0,4	4,3	0,36	0,59	3,74
4	10,93	0,5	5,8	0,36	0,59	3,74
5	10,89	0,7	6,8	0,36	0,59	3,74
6	10,89	0,7	7,6	0,36	0,59	3,74
7	10,84	0,8	8,9	0,36	0,59	3,74
8	10,79	1,0	10,5	0,36	0,59	3,74
9	10,75	1,2	12,2	0,36	0,59	3,74
10	10,70	1,3	13,8	0,36	0,59	3,74
11	10,65	1,4	15,0	0,36	0,59	3,74
12	10,65	1,5	15,9	0,36	0,59	3,74
13	10,60	1,6	17,1	0,36	0,59	3,74
14	10,55	1,8	18,7	0,36	0,59	3,74
15	10,51	1,9	20,4	0,36	0,59	3,74
16	10,46	2,1	22,0	0,36	0,59	3,74
17	10,41	2,2	23,3	0,36	0,59	3,74
18	10,41	2,3	24,1	0,36	0,59	3,74
19	10,36	2,4	25,3	0,36	0,59	3,74
20	10,31	2,6	27,0	0,36	0,59	3,74
21	10,27	2,7	28,6	0,36	0,59	3,74
22	10,22	2,9	30,3	0,36	0,59	3,74
23	10,17	3,0	31,5	0,36	0,59	3,74
24	10,17	3,1	32,3	0,36	0,59	3,74
25	10,12	3,2	33,6	0,36	0,59	3,74
26	10,07	3,3	35,2	0,36	0,59	3,74
27	10,03	3,5	36,9	0,36	0,59	3,74
28	9,98	3,7	38,5	0,36	0,59	3,74
29	9,93	3,8	39,8	0,36	0,59	3,74
30	9,93	3,9	40,6	0,36	0,59	3,74
31	9,88	4,0	41,8	0,36	0,59	3,74
32	9,83	4,1	43,5	0,36	0,59	3,74
33	9,79	4,3	45,1	0,36	0,59	3,74
34	9,74	4,4	46,8	0,36	0,59	3,74
35	9,69	4,6	48,0	0,36	0,59	3,74
36	9,69	4,6	48,8	0,36	0,59	3,74
37	9,64	4,8	50,0	0,36	0,59	3,74
38	9,59	4,9	51,7	0,36	0,59	3,74
39	9,55	5,1	53,3	0,36	0,59	3,74
40	9,50	5,2	55,0	0,36	0,59	3,74
41	9,45	5,3	56,2	0,36	0,59	3,74

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
42	9,45	1,2	61,2	0,08	0,66	4,02
43	9,41	1,3	61,9	0,08	0,66	3,99
44	9,37	1,5	62,7	0,09	0,66	3,96
45	9,32	1,6	63,6	0,10	0,66	3,93
46	9,28	1,8	64,5	0,11	0,66	3,90
47	9,24	1,9	65,1	0,11	0,66	3,88
48	9,24	1,9	65,6	0,11	0,66	3,87
49	9,20	2,1	66,3	0,12	0,66	3,85
50	9,16	2,2	67,2	0,13	0,66	3,83
51	9,12	2,3	68,1	0,13	0,66	3,80
52	9,07	2,5	69,0	0,14	0,66	3,78
53	9,03	2,6	69,6	0,14	0,66	3,77
54	9,03	2,7	70,1	0,14	0,66	3,76
55	8,99	2,8	70,8	0,15	0,66	3,74
56	8,95	2,9	71,7	0,15	0,66	3,72
57	8,91	3,1	72,6	0,16	0,66	3,70
58	8,87	3,2	73,5	0,16	0,66	3,69
59	8,82	3,3	74,2	0,16	0,66	3,68
60	8,82	3,4	74,7	0,17	0,66	3,67
61	8,78	3,5	75,4	0,17	0,66	3,66
62	8,74	3,7	76,3	0,17	0,66	3,64
63	8,70	3,8	77,2	0,18	0,66	3,63
64	8,66	3,9	78,2	0,18	0,66	3,61
65	8,62	4,1	78,9	0,19	0,66	3,60
66	8,62	4,1	79,3	0,19	0,66	3,59
67	8,57	4,2	80,0	0,19	0,66	3,58
68	8,53	4,4	81,0	0,19	0,66	3,57
69	8,49	4,5	81,9	0,20	0,66	3,56
70	8,45	4,7	82,8	0,20	0,66	3,55
71	8,41	4,8	83,5	0,20	0,66	3,54
72	8,41	4,9	84,0	0,20	0,66	3,53
73	8,37	5,0	84,7	0,21	0,66	3,52
74	8,32	5,1	85,6	0,21	0,66	3,51
75	8,28	5,3	86,6	0,21	0,66	3,50
76	8,24	5,4	87,5	0,22	0,66	3,49
77	8,20	5,5	88,2	0,22	0,66	3,48

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loo...	0,00
Loam, ve san, s...	4,44
Clay, sl san, mo...	16,13
Loam, ve san, s...	0,00
Sand, ve sil, loo...	0,00
Sand, sl sil, mo...	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: 11,70 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	10,89

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

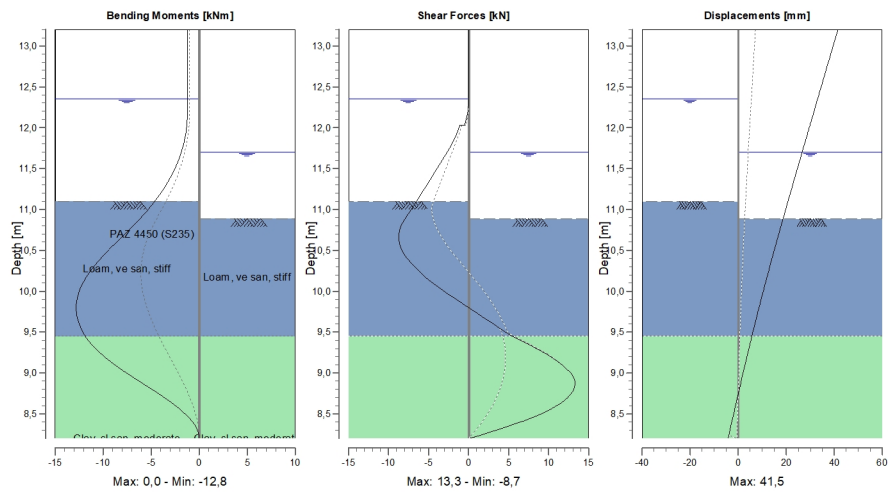
6.6 Calculation Results

Number of iterations: 6

6.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: stage 1

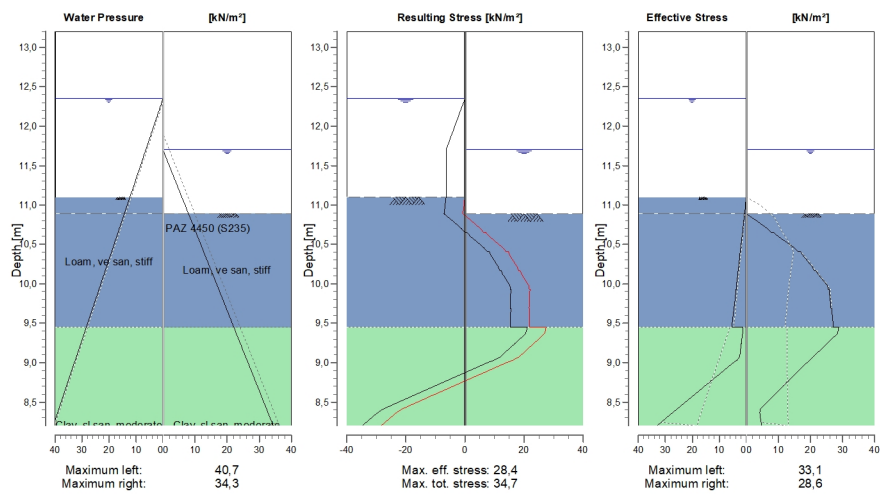
Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.6.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: stage 1

Step 6.3 - Partial factor set: RC 1



6.6.3 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	20,6	45,7
Water	84,5	60,1
Total	105,1	105,8

Maximum effective resistance at left side 139,90 kN
Mobilized effective resistance at left side 20,57 kN
Percentage mobilized resistance at left side 14,7 %

Maximum effective resistance at right side 121,96 kN
Mobilized effective resistance at right side 45,68 kN
Percentage mobilized resistance at right side 37,5 %

7 Step 6.4 Stage 1: stage 1

7.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side: Right side

7.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
stuw	12,03	0,61	Unfavourable	Permanent

7.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
M bordes	13,20	-1,22	Unfavourable	Permanent

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: 12,35 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,10

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	11,06	0,2	1,4	0,40	0,59	3,74
2	11,02	0,3	2,9	0,36	0,59	3,74
3	10,97	0,4	4,3	0,36	0,59	3,74
4	10,93	0,5	5,8	0,36	0,59	3,74
5	10,89	0,7	6,8	0,36	0,59	3,74
6	10,89	0,7	7,6	0,36	0,59	3,74
7	10,84	0,8	8,9	0,36	0,59	3,74
8	10,79	1,0	10,5	0,36	0,59	3,74
9	10,75	1,2	12,2	0,36	0,59	3,74
10	10,70	1,3	13,8	0,36	0,59	3,74
11	10,65	1,4	15,0	0,36	0,59	3,74
12	10,65	1,5	15,9	0,36	0,59	3,74
13	10,60	1,6	17,1	0,36	0,59	3,74
14	10,55	1,8	18,7	0,36	0,59	3,74
15	10,51	1,9	20,4	0,36	0,59	3,74
16	10,46	2,1	22,0	0,36	0,59	3,74
17	10,41	2,2	23,3	0,36	0,59	3,74
18	10,41	2,3	24,1	0,36	0,59	3,74
19	10,36	2,4	25,3	0,36	0,59	3,74
20	10,31	2,6	27,0	0,36	0,59	3,74
21	10,27	2,7	28,6	0,36	0,59	3,74
22	10,22	2,9	30,3	0,36	0,59	3,74
23	10,17	3,0	31,5	0,36	0,59	3,74
24	10,17	3,1	32,3	0,36	0,59	3,74
25	10,12	3,2	33,6	0,36	0,59	3,74
26	10,07	3,3	35,2	0,36	0,59	3,74
27	10,03	3,5	36,9	0,36	0,59	3,74
28	9,98	3,7	38,5	0,36	0,59	3,74
29	9,93	3,8	39,8	0,36	0,59	3,74
30	9,93	3,9	40,6	0,36	0,59	3,74
31	9,88	4,0	41,8	0,36	0,59	3,74
32	9,83	4,1	43,5	0,36	0,59	3,74
33	9,79	4,3	45,1	0,36	0,59	3,74
34	9,74	4,4	46,8	0,36	0,59	3,74
35	9,69	4,6	48,0	0,36	0,59	3,74
36	9,69	4,6	48,8	0,36	0,59	3,74
37	9,64	4,8	50,0	0,36	0,59	3,74
38	9,59	4,9	51,7	0,36	0,59	3,74
39	9,55	5,1	53,3	0,36	0,59	3,74
40	9,50	5,2	55,0	0,36	0,59	3,74
41	9,45	5,3	56,2	0,36	0,59	3,74

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
42	9,45	1,2	61,2	0,08	0,66	4,02
43	9,41	1,3	61,9	0,08	0,66	3,99
44	9,37	1,5	62,7	0,09	0,66	3,96
45	9,32	1,6	63,6	0,10	0,66	3,93
46	9,28	1,8	64,5	0,11	0,66	3,90
47	9,24	1,9	65,1	0,11	0,66	3,88
48	9,24	1,9	65,6	0,11	0,66	3,87
49	9,20	2,1	66,3	0,12	0,66	3,85
50	9,16	2,2	67,2	0,13	0,66	3,83
51	9,12	2,3	68,1	0,13	0,66	3,80
52	9,07	2,5	69,0	0,14	0,66	3,78
53	9,03	2,6	69,6	0,14	0,66	3,77
54	9,03	2,7	70,1	0,14	0,66	3,76
55	8,99	2,8	70,8	0,15	0,66	3,74
56	8,95	2,9	71,7	0,15	0,66	3,72
57	8,91	3,1	72,6	0,16	0,66	3,70
58	8,87	3,2	73,5	0,16	0,66	3,69
59	8,82	3,3	74,2	0,16	0,66	3,68
60	8,82	3,4	74,7	0,17	0,66	3,67
61	8,78	3,5	75,4	0,17	0,66	3,66
62	8,74	3,7	76,3	0,17	0,66	3,64
63	8,70	3,8	77,2	0,18	0,66	3,63
64	8,66	3,9	78,2	0,18	0,66	3,61
65	8,62	4,1	78,9	0,19	0,66	3,60
66	8,62	4,1	79,3	0,19	0,66	3,59
67	8,57	4,2	80,0	0,19	0,66	3,58
68	8,53	4,4	81,0	0,19	0,66	3,57
69	8,49	4,5	81,9	0,20	0,66	3,56
70	8,45	4,7	82,8	0,20	0,66	3,55
71	8,41	4,8	83,5	0,20	0,66	3,54
72	8,41	4,9	84,0	0,20	0,66	3,53
73	8,37	5,0	84,7	0,21	0,66	3,52
74	8,32	5,1	85,6	0,21	0,66	3,51
75	8,28	5,3	86,6	0,21	0,66	3,50
76	8,24	5,4	87,5	0,22	0,66	3,49
77	8,20	5,5	88,2	0,22	0,66	3,48

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loo...	0,00
Loam, ve san, s...	4,44
Clay, sl san, mo...	16,05
Loam, ve san, s...	0,00
Sand, ve sil, loo...	0,00
Sand, sl sil, mo...	0,00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: 11,70 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	10,89

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	22,07	14,72	14,72
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Clay, sl san, mo...	9,45	4,35	19,81	13,21	13,21
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	24,35	16,23	16,23
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	22,07	14,72	14,72
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	23,90	15,93	15,93

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

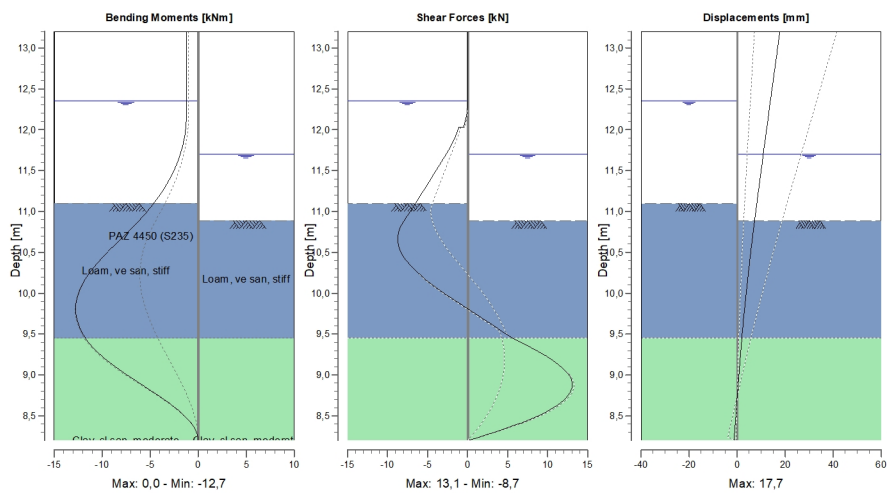
7.6 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: stage 1

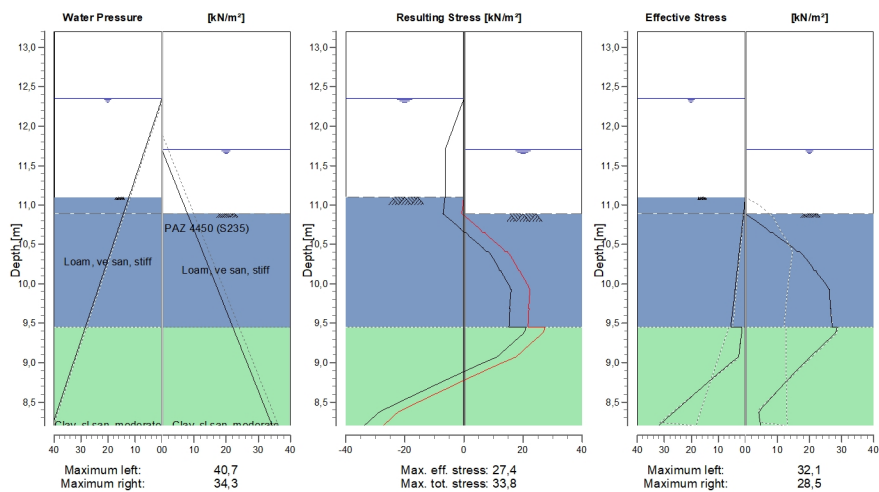
Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



7.6.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: stage 1

Step 6.4 - Partial factor set: RC 1



7.6.3 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	20,5	45,6
Water	84,5	60,1
Total	105,0	105,7

Maximum effective resistance at left side 139,90 kN
Mobilized effective resistance at left side 20,49 kN
Percentage mobilized resistance at left side 14,7 %

Maximum effective resistance at right side 121,96 kN
Mobilized effective resistance at right side 45,60 kN
Percentage mobilized resistance at right side 37,4 %

8 Step 6.5 Stage 1: stage 1

8.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
 Passive side: Right side (not relevant)

8.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
stuw	12,03	0,50	Unfavourable	Permanent

8.1.2 Moments

Name	Level [m]	Characteristic moment [kNm/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
M bordes	13,20	-1,00	Unfavourable	Permanent

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: 12,30 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,10

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	25,00	16,67	16,67
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Clay, sl san, mo...	9,45	5,00	22,50	15,00	15,00
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	25,00	16,67	16,67
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	27,00	18,00	18,00

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	11,05	0,2	2,0	0,35	0,54	4,70
2	11,01	0,3	4,1	0,31	0,54	4,70
3	10,96	0,4	6,1	0,31	0,54	4,70
4	10,91	0,5	8,1	0,31	0,54	4,70
5	10,86	0,6	9,7	0,31	0,54	4,70
6	10,86	0,7	10,7	0,31	0,54	4,70
7	10,82	0,8	12,2	0,31	0,54	4,70
8	10,77	0,9	14,2	0,31	0,54	4,70
9	10,72	1,1	16,3	0,31	0,54	4,70
10	10,68	1,2	18,3	0,31	0,54	4,70
11	10,63	1,3	19,8	0,31	0,54	4,70
12	10,63	1,4	20,9	0,31	0,54	4,70
13	10,58	1,5	22,4	0,31	0,54	4,70
14	10,53	1,6	24,4	0,31	0,54	4,70
15	10,49	1,8	26,4	0,31	0,54	4,70
16	10,44	1,9	28,5	0,31	0,54	4,70
17	10,39	2,0	30,0	0,31	0,54	4,70
18	10,39	2,1	31,0	0,31	0,54	4,70
19	10,35	2,2	32,6	0,31	0,54	4,70
20	10,30	2,3	34,6	0,31	0,54	4,70
21	10,25	2,4	36,6	0,31	0,54	4,70
22	10,20	2,6	38,7	0,31	0,54	4,70
23	10,16	2,7	40,2	0,31	0,54	4,70
24	10,16	2,7	41,2	0,31	0,54	4,70
25	10,11	2,8	42,7	0,31	0,54	4,70
26	10,06	3,0	44,8	0,31	0,54	4,70
27	10,02	3,1	46,8	0,31	0,54	4,70
28	9,97	3,2	48,8	0,31	0,54	4,70
29	9,92	3,3	50,4	0,31	0,54	4,70
30	9,92	3,4	51,4	0,31	0,54	4,70
31	9,87	3,5	52,9	0,31	0,54	4,70
32	9,83	3,6	54,9	0,31	0,54	4,70
33	9,78	3,8	57,0	0,31	0,54	4,70
34	9,73	3,9	59,0	0,31	0,54	4,70
35	9,69	4,0	60,5	0,31	0,54	4,70
36	9,69	4,1	61,5	0,31	0,54	4,70
37	9,64	4,2	63,1	0,31	0,54	4,70
38	9,59	4,3	65,1	0,31	0,54	4,70
39	9,54	4,4	67,1	0,31	0,54	4,70
40	9,50	4,6	69,2	0,31	0,54	4,70
41	9,45	4,7	70,7	0,31	0,54	4,70

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
42	9,45	0,1	75,3	0,01	0,62	4,94
43	9,41	0,2	76,0	0,01	0,62	4,90
44	9,37	0,3	77,0	0,02	0,62	4,86
45	9,32	0,5	78,0	0,03	0,62	4,82
46	9,28	0,6	79,0	0,04	0,62	4,78
47	9,24	0,7	79,8	0,04	0,62	4,75
48	9,24	0,7	80,3	0,04	0,62	4,74
49	9,20	0,8	81,1	0,05	0,62	4,71
50	9,16	1,0	82,1	0,06	0,62	4,68
51	9,12	1,1	83,2	0,06	0,62	4,65
52	9,07	1,2	84,2	0,07	0,62	4,62
53	9,03	1,3	85,0	0,07	0,62	4,60
54	9,03	1,4	85,6	0,08	0,62	4,58
55	8,99	1,5	86,4	0,08	0,62	4,56
56	8,95	1,6	87,4	0,08	0,62	4,54
57	8,91	1,8	88,5	0,09	0,62	4,52
58	8,87	1,9	89,6	0,09	0,62	4,49
59	8,82	2,0	90,4	0,10	0,62	4,48
60	8,82	2,1	90,9	0,10	0,62	4,46
61	8,78	2,1	91,7	0,10	0,62	4,45
62	8,74	2,3	92,8	0,11	0,62	4,43
63	8,70	2,4	93,9	0,11	0,62	4,41
64	8,66	2,5	95,0	0,12	0,62	4,39
65	8,62	2,6	95,8	0,12	0,62	4,38
66	8,62	2,7	96,4	0,12	0,62	4,37
67	8,57	2,8	97,2	0,13	0,62	4,35
68	8,53	2,9	98,3	0,13	0,62	4,34
69	8,49	3,1	99,4	0,13	0,62	4,32
70	8,45	3,2	100,5	0,14	0,62	4,30
71	8,41	3,3	101,3	0,14	0,62	4,29
72	8,41	3,3	101,9	0,14	0,62	4,28
73	8,37	3,4	102,7	0,14	0,62	4,27
74	8,32	3,6	103,8	0,15	0,62	4,26
75	8,28	3,7	104,9	0,15	0,62	4,24
76	8,24	3,8	106,0	0,15	0,62	4,23
77	8,20	3,9	106,9	0,16	0,62	4,22

8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loo...	0,00
Loam, ve san, s...	3,89
Clay, sl san, mo...	15,33
Loam, ve san, s...	0,00
Sand, ve sil, loo...	0,00
Sand, sl sil, mo...	0,00

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: 11,90 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	11,10

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: S2

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loo...	13,45	18,00	20,00
Loam, ve san, s...	11,95	19,00	19,00
Clay, sl san, mo...	9,45	18,00	18,00
Loam, ve san, s...	6,95	19,00	19,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	18,00	20,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loo...	13,45	0,00	25,00	16,67	16,67
Loam, ve san, s...	11,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Clay, sl san, mo...	9,45	5,00	22,50	15,00	15,00
Loam, ve san, s...	6,95	0,00	27,50	18,33	18,33
Sand, ve sil, loo...	5,95	0,00	25,00	16,67	16,67
Sand, sl sil, mo...	5,45	0,00	27,00	18,00	18,00

* 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
Sand, ve sil, loo...	13,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	11,95	1,00	1,00	Fine
Clay, sl san, mo...	9,45	1,00	1,00	Fine
Loam, ve san, s...	6,95	1,00	1,00	Fine
Sand, ve sil, loo...	5,95	1,00	1,00	Fine
Sand, sl sil, mo...	5,45	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loo...	13,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	11,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Clay, sl san, mo...	9,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Loam, ve san, s...	6,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, ve sil, loo...	5,95	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Sand, sl sil, mo...	5,45	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

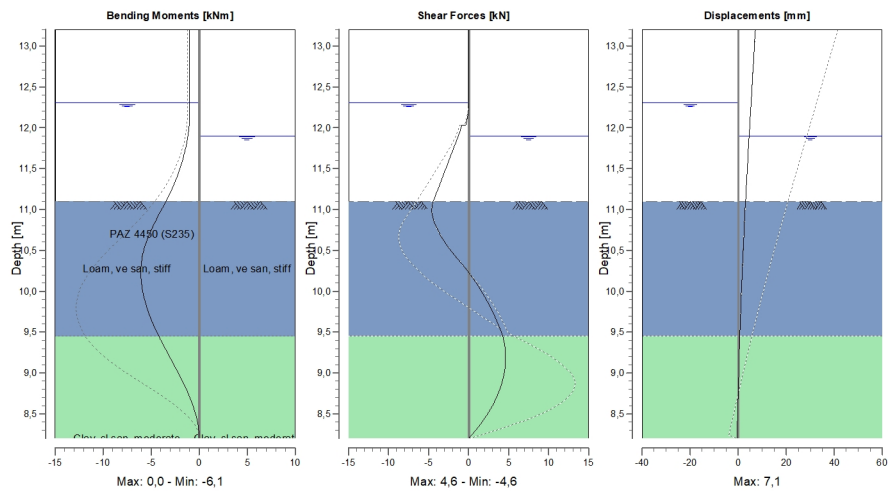
8.6 Calculation Results

Number of iterations: 4

8.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: stage 1

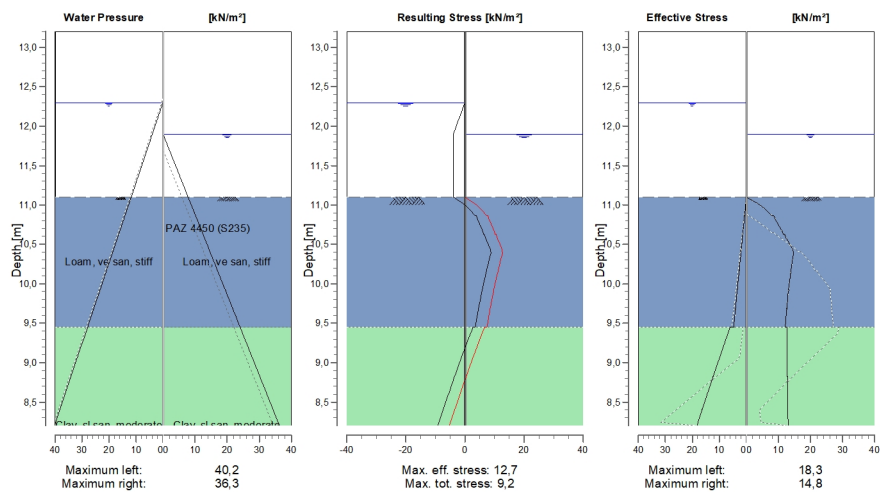
Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



8.6.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 1: stage 1

Step 6.5 - Partial factor set: RC 1



8.6.3 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	19,2	35,0
Water	82,5	67,2
Total	101,7	102,2

Maximum effective resistance at left side 172,22 kN
Mobilized effective resistance at left side 19,22 kN
Percentage mobilized resistance at left side 11,2 %

Maximum effective resistance at right side 172,22 kN
Mobilized effective resistance at right side 35,02 kN
Percentage mobilized resistance at right side 20,3 %

End of Report

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens definitief geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	1, 2, 3, 5, 13, 17, 18, 20, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88