

Statische berekeningen

Bouwkuip rioolgemaal 280 Almere

Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door
0.1	17-08-2023	Interne controle		
1.0	12-09-2023	Definitief		

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp 30129769
Projectnummer Ontwerp persleiding en gemaal 280
Klant 51014341
Auteur Gemeente Almere
Gecontroleerd door Ewoud van der Schaaf
Vrijgegeven door Lenny Sinnema
Datum 12-09-2023
Document referentie NL23-648800269-59320




Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1	Toelichting document	4
1.2	Situatie	4
2.	Uitgangspunten berekeningen	8
2.1	Normen en richtlijnen	8
2.2	Referenties	8
2.3	Betrouwbaarheid en factoren	9
2.4	Materialen.....	10
2.4.1	Staalconstructies	10
2.5	Bodemparameters.....	10
3.	Belastinguitgangspunten	11
3.1	Blijvende belastingen	11
3.2	Verkeersbelastingen	11
3.3	Waterbelasting	11
3.4	Grondbelasting	11
4.	Berekeningen	12
4.1	Berekening damwand bouwkuip	12
4.1.1	Fasering damwand	12
4.1.2	Waterstanden.....	13
4.1.3	Resultaten berekening	14
4.1.4	Controle uitvoerbaarheid damwand.....	15
5.	Conclusies en aanbevelingen	16
5.1	Damwand bouwkuip	16
5.2	Aandachtspunten aannemer	16

Bijlage 1 Sonderingen rioolgemaal

Bijlage 2 D Sheet Piling damwand bouwkuip

Bijlage 3 Toets damwandprofiel

1. Inleiding

1.1 Toelichting document

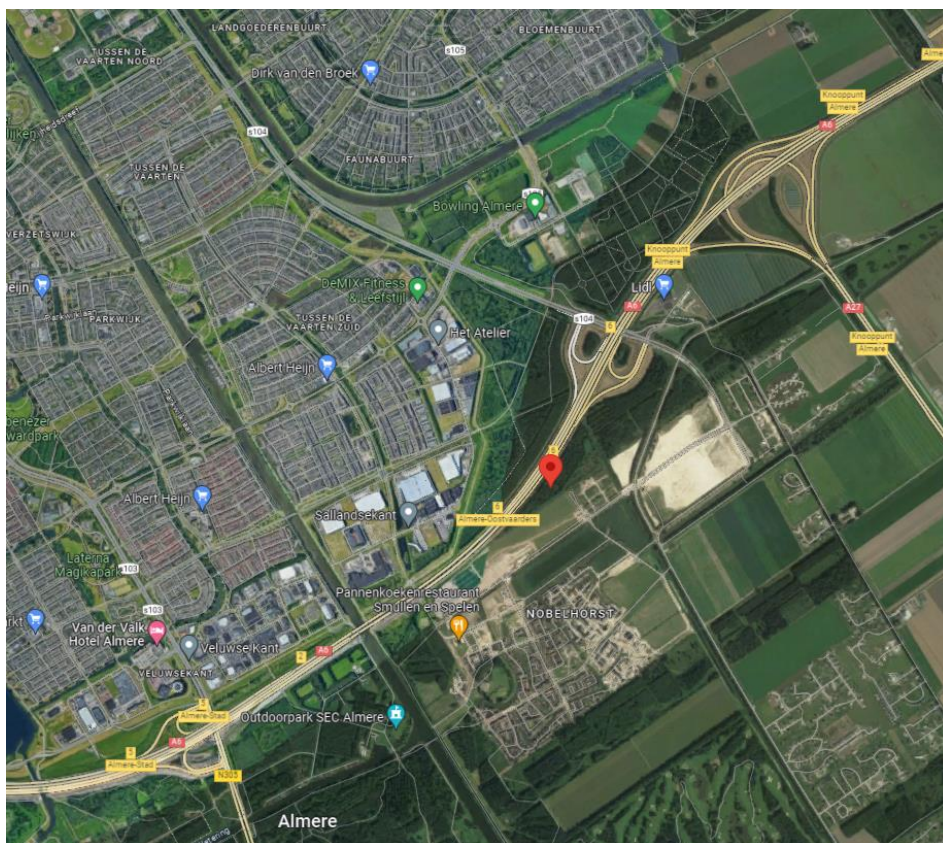
In dit document staan de uitgevoerde berekeningen voor de bouwkuip van rioolgemaal 280, behorende bij het project 'Ontwerp persleiding en gemaal 280'. Het betreft een nieuw te bouwen rioolgemaal.

Het gemaal zal worden gebouwd in een bouwkuip. De berekening van de bouwkuip heeft als doel om te bepalen wat de uitgangspunten zijn voor het ontwerp en contract voor de realisatie van het rioolgemaal. De definitieve bouwkuip is afhankelijk van de werkwijze van de aannemer en zal in de voorbereiding op de uitvoering door de aannemer definitief worden bepaald.

De constructie wordt getoetst op sterkte, stabiliteit en doorbuiging.

1.2 Situatie

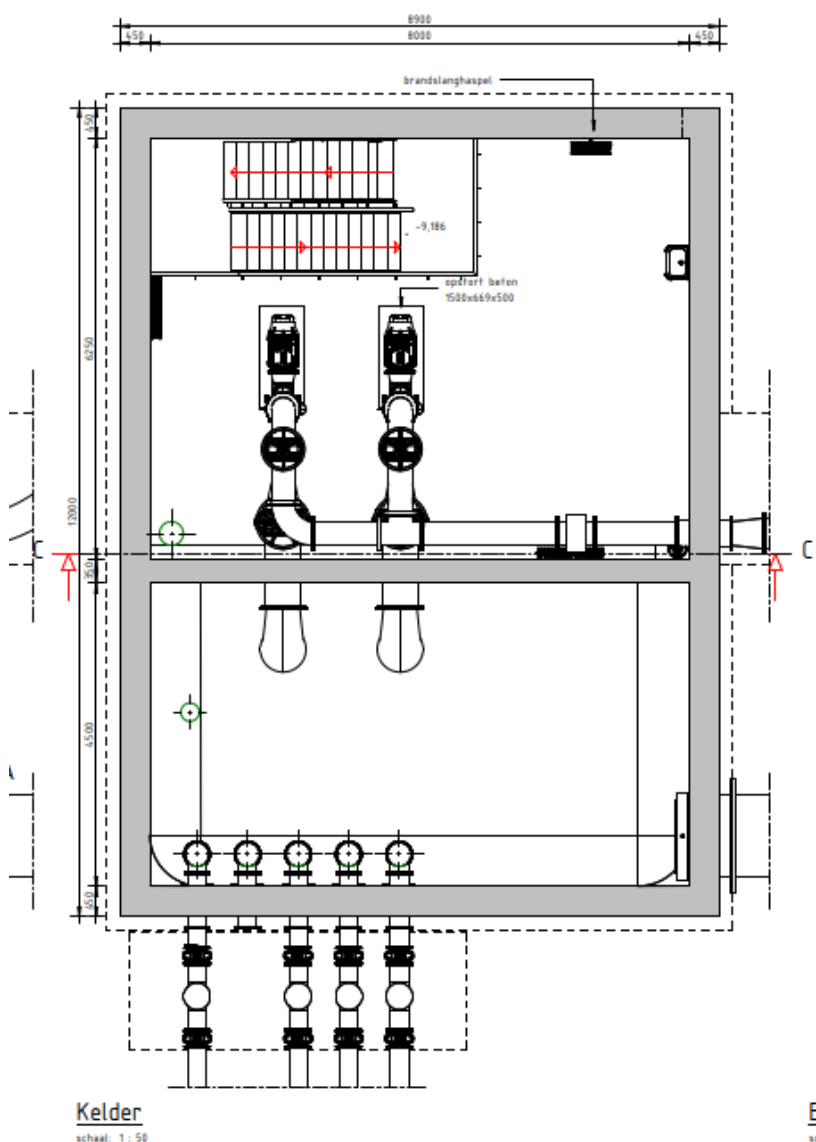
In onderstaande afbeelding is de locatie van het rioolgemaal weergegeven. Deze bevindt zich ten Zuiden van Almere, nabij Nobelhorst. Het gemaal komt ten zuiden van de A6 in de buurt van knooppunt Almere.



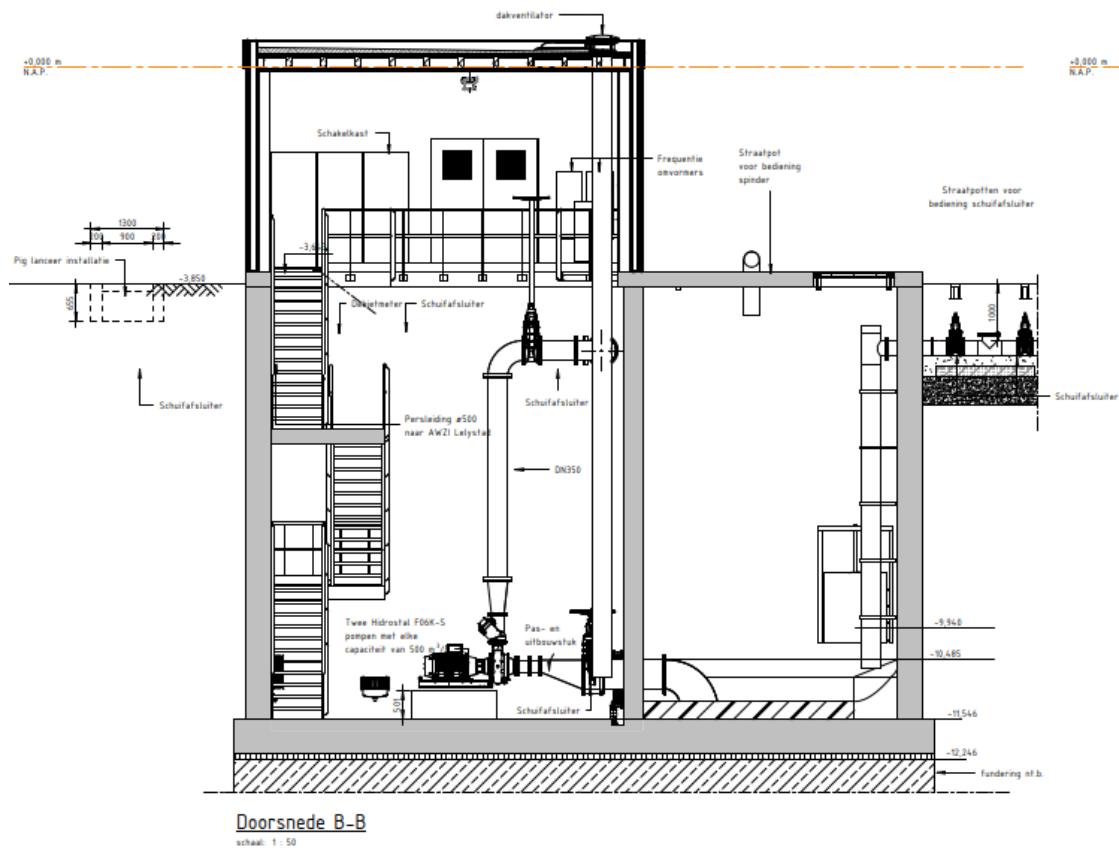
Figuur 1 Locatie rioolgemaal 280

In Figuur 2 is een horizontale doorsnede van het rioolgemaal weergegeven. Het gemaal is 12,0 x 8,9 m en bestaat uit een natte ruimte waarin het rioolwater terecht komt en een droge ruimte met de installaties. Boven de droge opstelling komt een gebouw met een staalconstructie, houten regelwerk en houten bekleding. In Figuur 3 en Figuur 4 zijn een langs- en dwarsdoorsnede weergegeven. Het maaiveld bevindt zich in de nieuwe situatie op -3,85 m NAP. Dit is ongeveer een meter hoger dan de bestaande situatie, afgaande op de gemaakte sonderingen. De onderkant van de werkvloer op -12,246 m NAP.

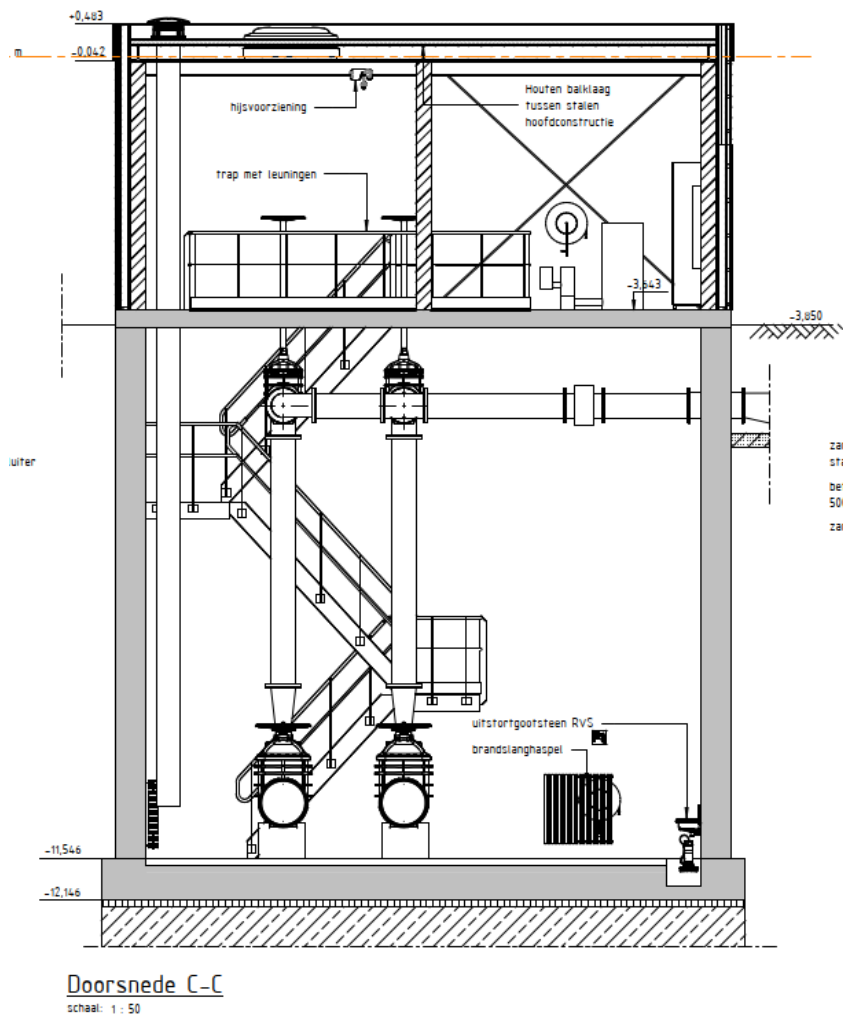
De figuren in dit rapport kunnen op details afwijken van de definitieve bestekstekeningen. Voor meer doorsneden en aanzichten wordt verwezen naar ref. [1].



Figuur 2 Horizontale doorsnede kelder rioolgemaal 280



Figuur 3 *Langsdoorsnede rioolgemaal 280*

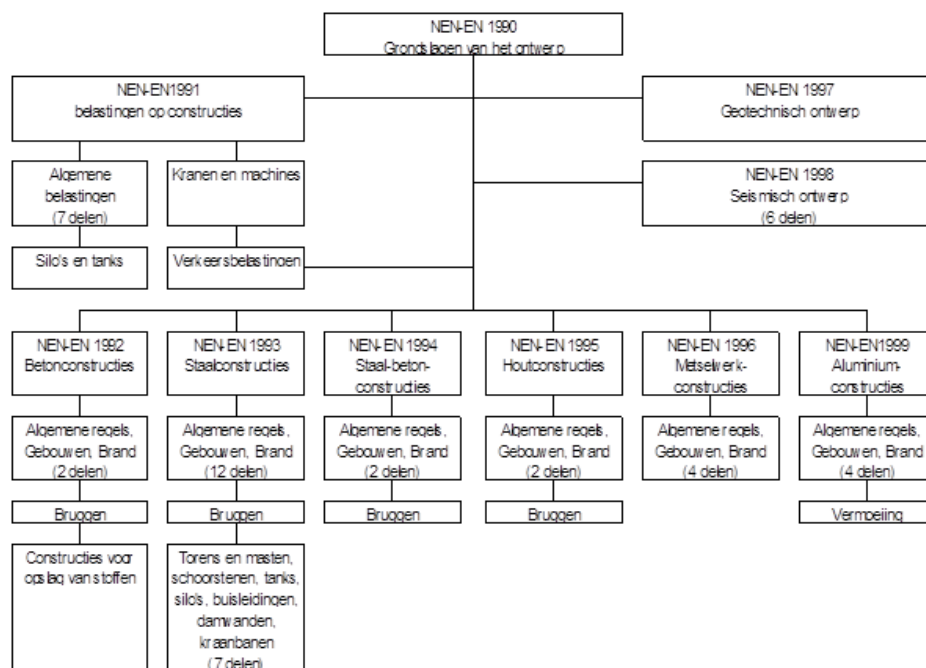


Figuur 4 Dwarsdoorsnede rioolgemaal 280

2. Uitgangspunten berekeningen

2.1 Normen en richtlijnen

Onderstaande normen zijn van toepassing op de berekening.



Figuur 5 Normen Eurocode

De volgende richtlijnen zijn gebruikt voor deze berekening:

CUR 166 Damwandconstructies

2.2 Referenties

Onderstaande documenten worden als uitgangspunt gebruikt voor de berekeningen.

Tabel 1 Referenties

Documentnr.	Beschrijving	Versie	Datum
[1] 51014341-T002-ONT	Tekeningen Rioolgemaal VO tussenversie (Sweco)	VO+	26-07-2023*
[2] 7940	Sonderingen Geotechnisch onderzoek Rioolgemaal (Koops Grondmechanica)	-	30-06-2023
[3]	Bemalingsadvies (Sweco)		

*De datum van de definitieve tekeningen kunnen afwijken van de tekeningen waar de berekening op is gebaseerd. Dit heeft geen effect op de resultaten. Voor definitieve tekeningen wordt verwezen naar de bijlagen bij het bestek.

2.3 Betrouwbaarheid en factoren

Betrouwbaarheidsklasse bouwkuip:

RC2

De bouwkuip wordt berekend rekening houdende met betrouwbaarheidsklasse RC2 vanwege de diepte van de bouwkuip.

Tabel 2 *Belastingfactoren*

Belastingcombinatie	Blijvend ongunstig	Blijvend gunstig	Opgelegd belangrijkste	Opgelegd andere
GEO groep C damw.	1,00	1,00	1,10	1,10* ψ_0

Tabel 3 *Materiaalfactoren grondparameters*

Grondparameter	EQU (evenwicht)	GEO (damwand)
Tangens hoek van inw. wrijving	1,25	1,175
Effectieve cohesie	1,45	1,25
Ongedraineerde schuifsterkte	1,75	1,60
Volumiek gewicht	1,00	1,00
Beddingen	1,30	1,30

Tabel 4 *Combinatiefactoren*

Belasting	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Veranderlijke belasting op het maaiveld	0,80	0,80	0,40

De combinatiefactoren zijn gebaseerd op de combinatiefactoren voor verkeersbruggen

2.4 Materialen

Voor de materialen worden onderstaande eigenschappen aangehouden.

2.4.1 Staalconstructies

Damwanden S355GP
Stempelraam ontwerp aannemer

2.5 Bodemparameters

De bodemparameters worden gebaseerd op ref. [2], waarbij een maatgevend bodemprofiel wordt bepaald op basis van de van toepassing zijnde sonderingen.

De sonderingen zijn bijgevoegd in Bijlage 1.

Voor de berekeningen van de damwand zijn onderstaande parameters aangehouden, gebaseerd op sondering 1 t/m 4.

Tabel 5 Karakteristieke bodemparameters

Laag	Grondsoort	Bk. laag [m NAP]	$\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ' [°]	K_{laag} [MN/m ³]
1	Klei slap	-4,85	16 / 16*	0	17,5	11,7	2 / 1 / 0,5
2	Zand los, siltig	-9,50	17 / 19	0	28,0	18,7	12 / 6 / 3
3	Zand matig	-12,30	18 / 20	0	32,5	21,7	20 / 10 / 5
5	Leem matig, zandig	-21,00	19 / 19	0	27,5	18,3	6 / 3 / 1,5
9	Zand matig tot vast	-25,00	18 / 20	0	32,5	21,7	20 / 10 / 5

* De laag bestaat uit slappe kleilagen en veenlaagjes, ongunstig wordt een volumiek gewicht van 16 kN/m³ aan de actieve zijde aangehouden.

3. Belastinguitgangspunten

3.1 Blijvende belastingen

Voor de blijvende belastingen worden de volgende gewichten aangehouden:

Tabel 6 Gewichten materialen blijvende belasting

Materiaal	Gewicht (kg/m ³)
Staal	7850

3.2 Verkeersbelastingen

Naast de bouwkuip wordt gerekend met 20 kPa bovenbelasting op het maaiveld in de bouwfase.

In de berekeningen wordt uitgegaan van een ontlastsleuf met een totale breedte van 3,5 m vanaf hart damwand. Er wordt geen bovenbelasting gerekend in deze zone.

3.3 Waterbelasting

Voor de waterbelasting zijn de volgende waterstanden aangehouden, gebaseerd op ref. [3]

Grondwater

Gemiddeld hoog grondwater	-4,90 m NAP
Gemiddeld laag grondwater	-5,70 m NAP

Waterstandsverlaging

Binnen de bouwkuip	-12,90 m NAP
Buiten de bouwkuip	-6,00 m NAP

Er is geen rekening gehouden met eventuele wateroverspanningen. Indien aanwezig dienen deze waterspanningen te worden verlaagd tot maximaal het niveau van gemiddeld hoog grondwater aan de actieve zijde van de damwand.

3.4 Grondbelasting

De grondbelasting voor de grondkerende constructies wordt door D-sheet berekend. De ingevoerde bodemparameters zijn terug te vinden in hoofdstuk 2.5.

Het uitgangspunt is dat rondom de put wordt aangevuld met verdicht zand. Voor de belastingen van grond rondom putten wordt uitgegaan van de gewichten van 18 / 20 en wrijvingshoek van 30 graden.

4. Berekeningen

4.1 Berekening damwand bouwkuip

Er wordt een globale berekening gemaakt om een indicatie te geven van de toe te passen bouwkuip om de ontwerputgangspunten te bepalen. De put wordt op staal gebouwd. Conform de CUR166 5.4.13 op een afstand van 3,0 m tussen rand betonconstructie en hart damwand. De vloer wordt 12,4 m bij 9,3 m. De bouwkuip wordt daarmee ca. 18,4 m bij 15,3 m.

In ref. [3] wordt geadviseerd om de damwand aan te brengen in de waterafsluitende laag vanaf -21,0 m NAP. De damwand wordt een meter in deze afsluitende laag aangebracht op -22,0 m NAP. De bovenkant wordt een halve meter boven het hart van het hoogste stempelraam aangebracht op -2,80 m NAP.

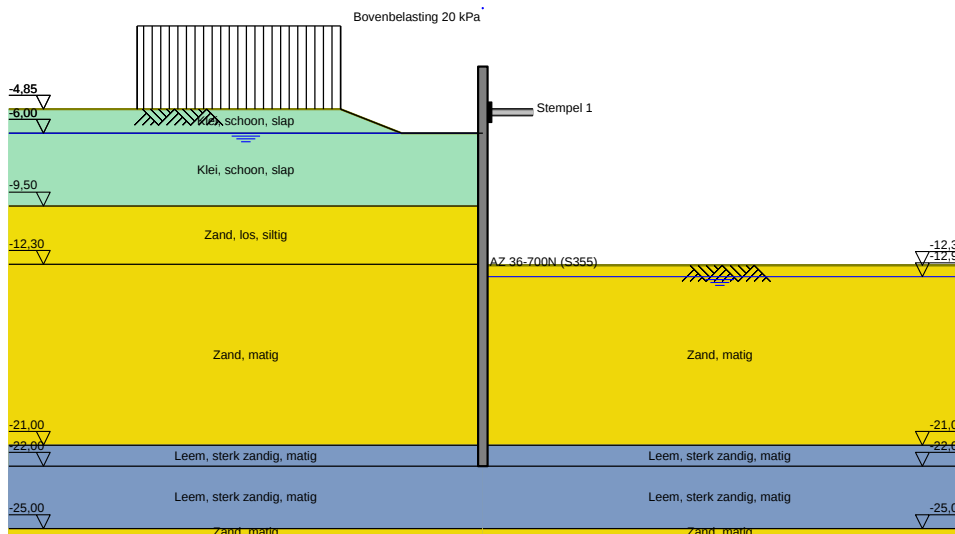
4.1.1 Fasering damwand

De volgende werkvolgorde wordt aangehouden in deze berekening:

1. Aanbrengen damwanden bouwkuip (fase 1).
2. Ontgraven tot -6,00 m NAP binnen kuip.
3. Verlagen waterstand tot -6,00 m NAP binnen damwand (fase 2).
4. Aanbrengen stempelraam op -5,00 m NAP.
5. Ontgraven ontlastsleuf tot -6,00 m NAP over 2,0 m met talud van 1,50 m naar het bestaande maaiveld van -4,85 m NAP.
6. Ontgraven tot -12,35 m NAP (fase 3).
7. Verlagen waterstand tot -6,00 m NAP buiten damwand.
8. Verlagen waterstand binnen bouwkuip tot -12,90 m NAP (of hoger) (fase 4, zie Figuur 6).
9. Bouwfase vloer rioolgemaal.
10. Aanvullen tot bovenkant vloer, -11,55 m NAP.
11. Aanbrengen stempelraam op -3,30 m NAP.
12. Verwijderen stempelraam op -5,00 m NAP (fase 5).
13. Bouwfase wanden en dek gemaal.
14. Aanvullen grond tot niveau bestaand maaiveld, -4,85 m NAP.
15. Verwijderen stempelraam op -3,30 m NAP damwanden bouwkuip.
16. Aanbrengen grond en bestrating tot het nieuwe maaiveldniveau.

Niet iedere stap is in de berekening meegenomen, omdat dit rekenkundig niet maatgevend is.

De aannemer is verantwoordelijk voor het doorrekenen van de definitieve bouwfaserings, afhankelijk van de gekozen werkvolgorde.

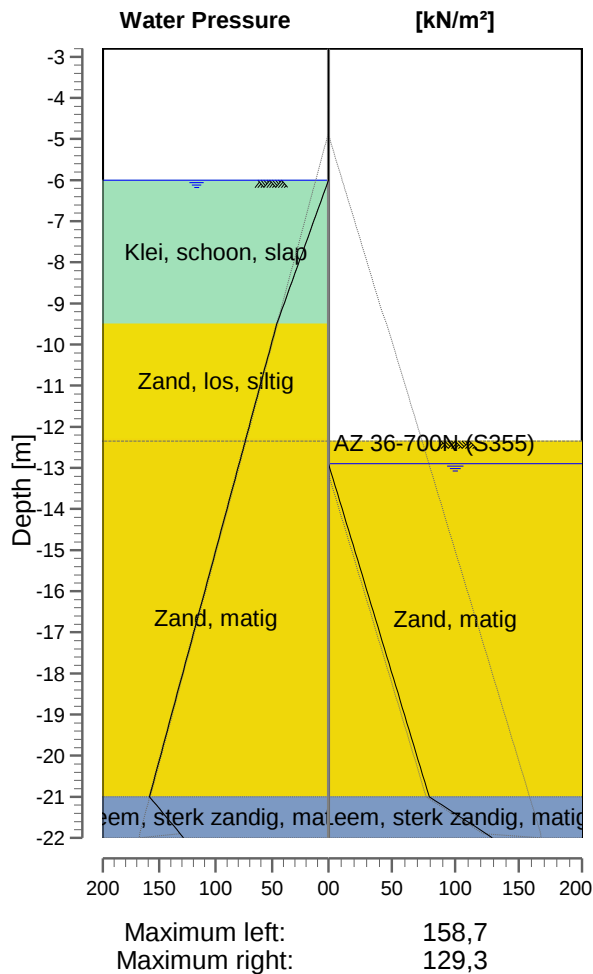


Figuur 6 Schema D Sheet Piling Fase 4

4.1.2 Waterstanden

In fase 2 wordt de waterstand verlaagd tot -6,0 m NAP. Dit is een verlaging van 1,15 m. Onder de kleilaag is de stijghoogte -4,85 m NAP. Er wordt een toename van 11,5 MPa ingevoerd over de hoogte van de kleilaag.

In fase 4 wordt de waterstand met filters in de zandlaag tot maximaal 8,0 m verlaagd, tot -12,90 m NAP. Dit betekent dat de waterstand over de afsluitende leemlaag met 80 MPa moet worden gecorrigeerd. Er wordt een toename van 40 MPa ingevoerd aan de passieve zijde en een afname van 40 MPa aan de actieve zijde. Zie Figuur 7.



Figuur 7 Waterstandsverloop fase 4

4.1.3 Resultaten berekening

De berekening is uitgevoerd met D Sheet Piling. Deze berekening is terug te vinden in Bijlage 2.

De toetsingen van de constructieonderdelen zijn uitgevoerd in Bijlage 6.

Tabel 7 Controle constructieonderdelen damwand UGT

Toets	Damwand Moment	Damwand Doorbuiging
belasting	1021 kNm	80,5 mm
weerstand	1275 kNm	100 mm
unity check	0,80	0,81

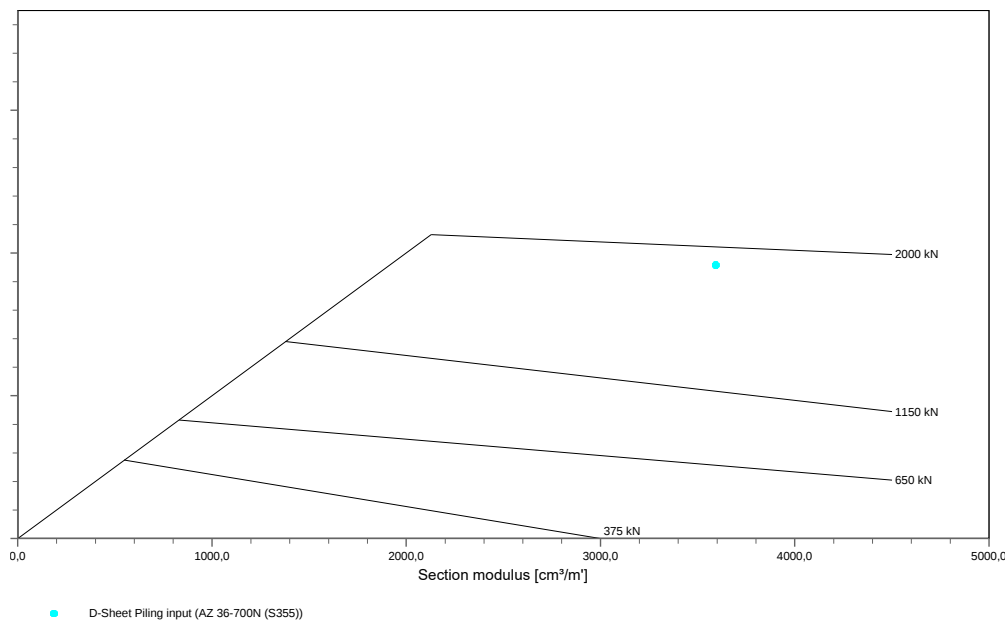
Uit de berekening volgen de volgende constructieonderdelen:

- Damwand AZ36-700N S355GP lang 19,20 m, punt op -22 m NAP.
- Stempelraam op -5,0 m NAP in bouwphase productie vloer
- Stempelraam op -3,3 m NAP in bouwphase productie wanden en dek

4.1.4 Controle uitvoerbaarheid damwand

De gemiddelde conuswaarde over de gehele lengte van de damwand is ca. 10 MPa. Voor de kleilaag zal de wrijving wat hoger zijn. Verwacht wordt dat de weerstand hier vergelijkbaar is aan een losse zandlaag van 5 MPa. De matige zandlaag is maximaal 15 MPa. Het gemiddelde over de lengte ligt daarmee onder de 10 MPa. Er wordt uitgegaan van hoogfrequent trillen. Met behulp van D Sheet Piling kan een inschatting worden gemaakt voor de installatie. Met slagkracht van 2000 kN lijkt dit zonder schade uitvoerbaar op basis van onderstaand diagram.

Sheet Pile Installation



5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Damwand bouwkuip

Uit de berekening volgen de volgende constructieonderdelen:

- Afmetingen bouwkuip ca. 18,4 m bij 15,3 m (min. 3,0 m afstand van vloer).
- Damwand AZ36-700N S355GP lang 19,20 m, punt op -22 m NAP.
- Stempelraam op -5,0 m NAP in bouwfase productie vloer.
- Stempelraam op -3,3 m NAP in bouwfase productie wanden en dek.

De aannemer is verantwoordelijk voor de definitieve damwandberekeningen, afhankelijk van de uitvoeringswijze van de aannemer. Hierbij dienen de gordingen en stempels van de stempelramen te worden berekend.

5.2 Aandachtspunten aannemer

De volgende uitgangspunten dienen hierbij te worden aangehouden:

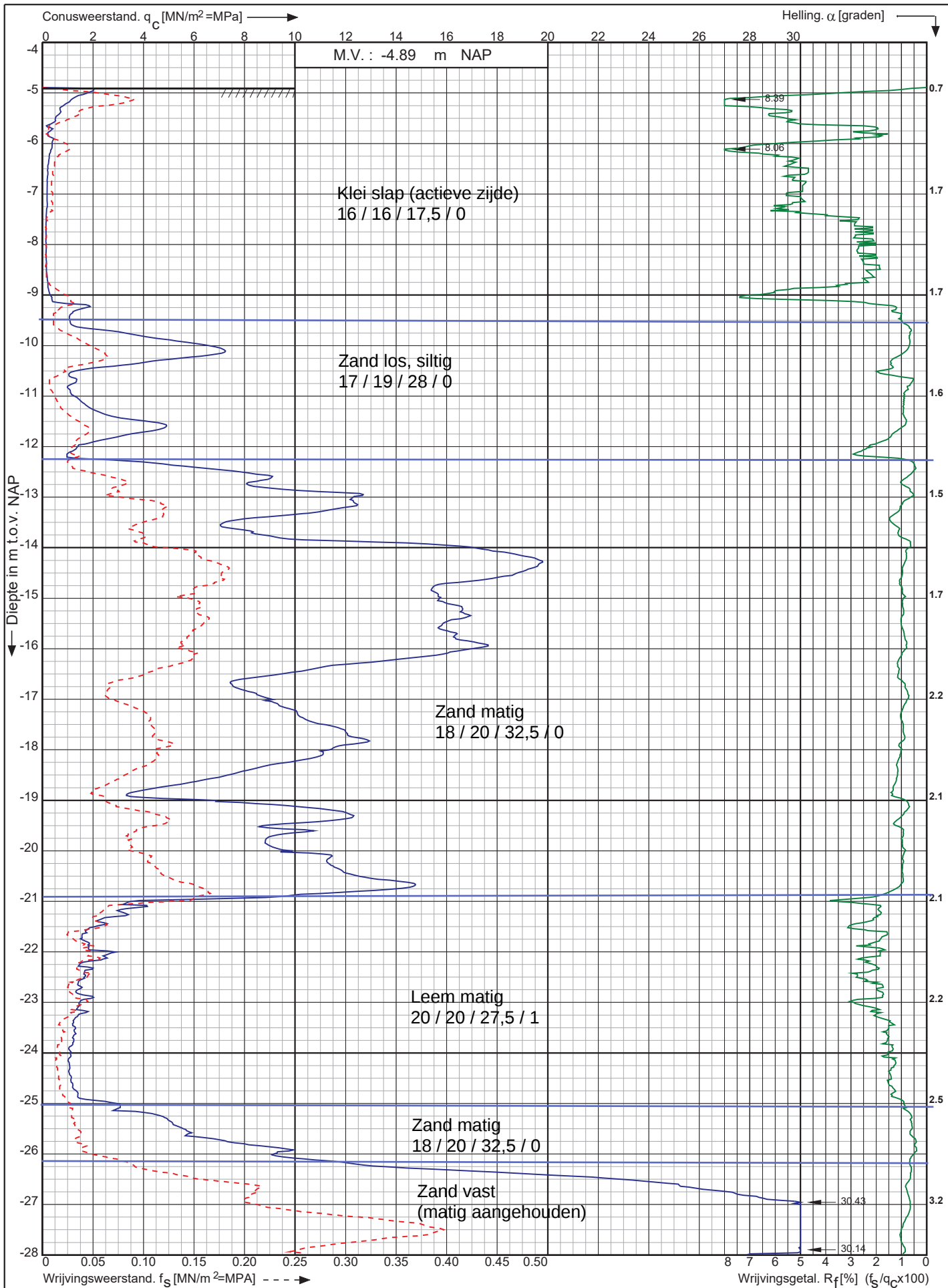
- De punt dient in de waterafsluitende laag op -21,0 m NAP te worden aangebracht.
- Bij de keuze voor het damwandprofiel dient rekening te worden gehouden met de wrijvingsweerstand van de matig vaste zandlaag.
- Bij het trekken van de damwand dienen zakkingen van de put te worden voorkomen. De waterspanningen dienen te worden gemonitord en indien nodig dient de snelheid te worden aangepast.

Bijlage 1 Sonderingen rioolgemaal

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twentsekanal te
Almere

RD-coördinaten : X = 147949.7 Y = 486562.48

Opdr. nr. : 7940

Datum uitv. : 1-6-2023

Sond. nr. : 1

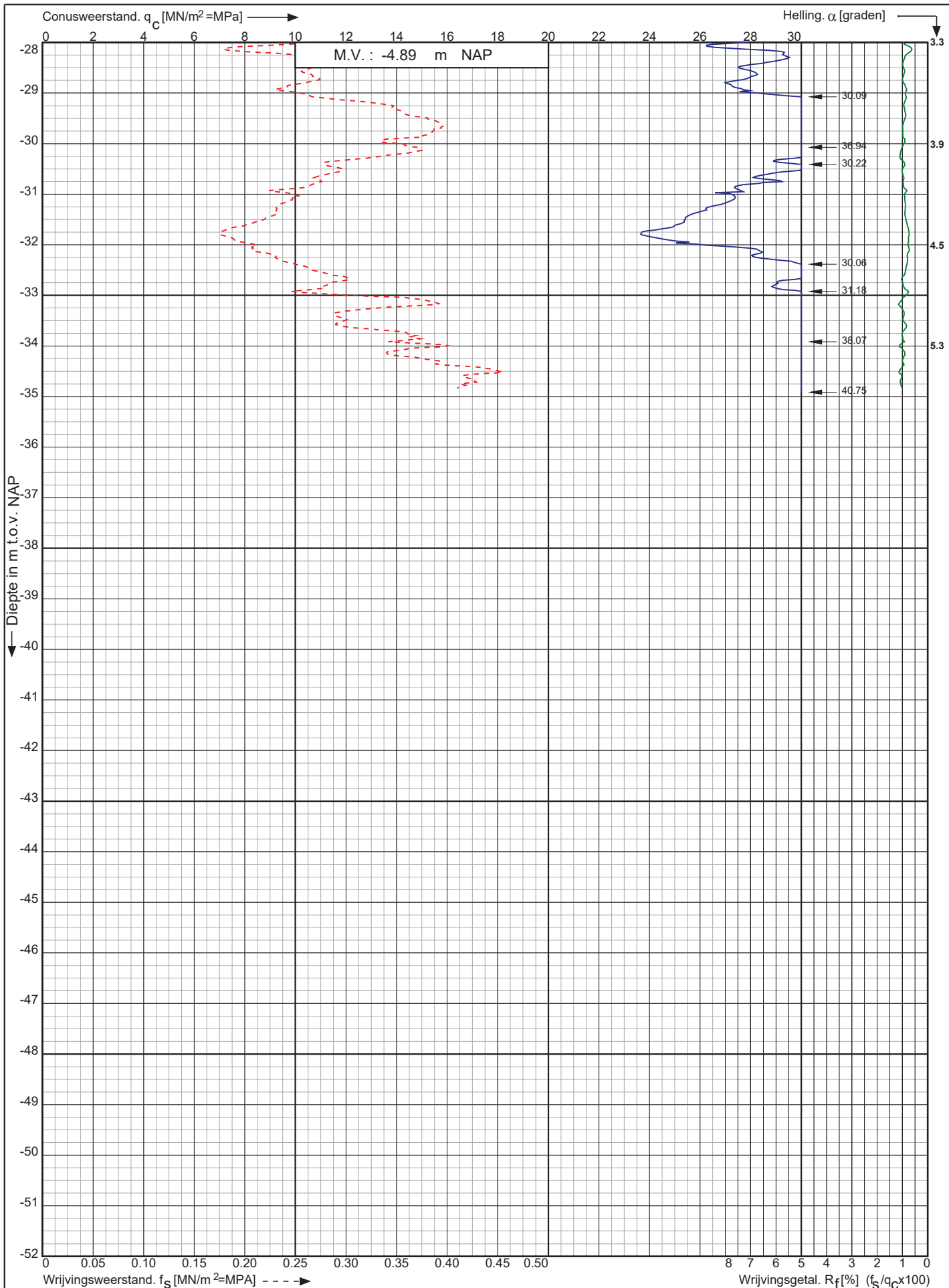
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twenstsekan te
Almere

RD-coördinaten : X = 147949.7 Y = 486562.48

Opdr. nr. : 7940

Datum uitg. : 1-6-2023

Sond. nr. : 1

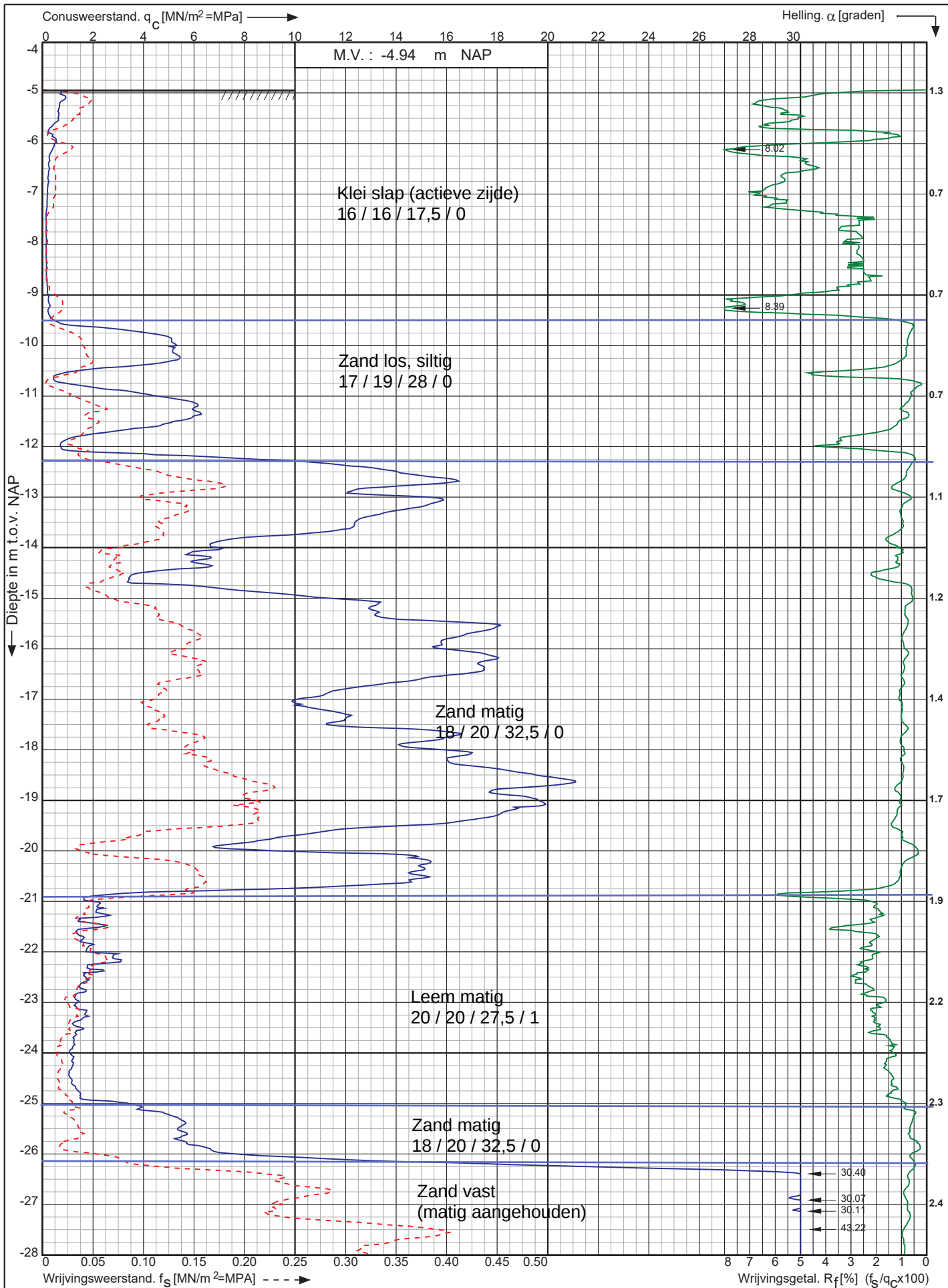


0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twentstsekant te
Almere

RD-coördinaten : X = 147940.09 Y = 486555.93

Opdr. nr. : 7940

Datum uitv. : 1-6-2023

Sond. nr. : 2

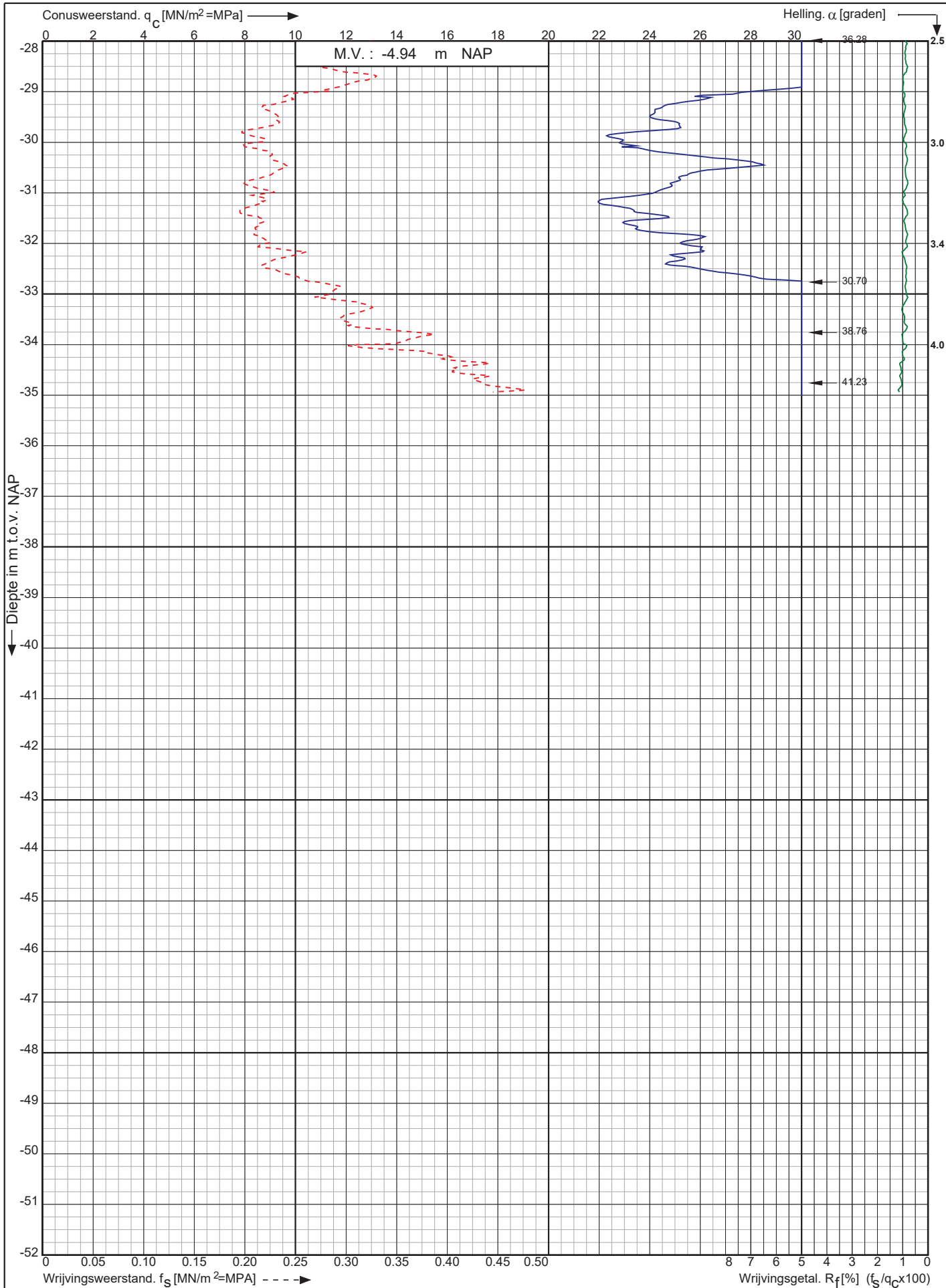
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twentse kant te
Almere

RD-coördinaten : X = 147940.09 Y = 486555.93

Opdr. nr. : 7940

Datum uitg. : 1-6-2023

Sond. nr. : 2

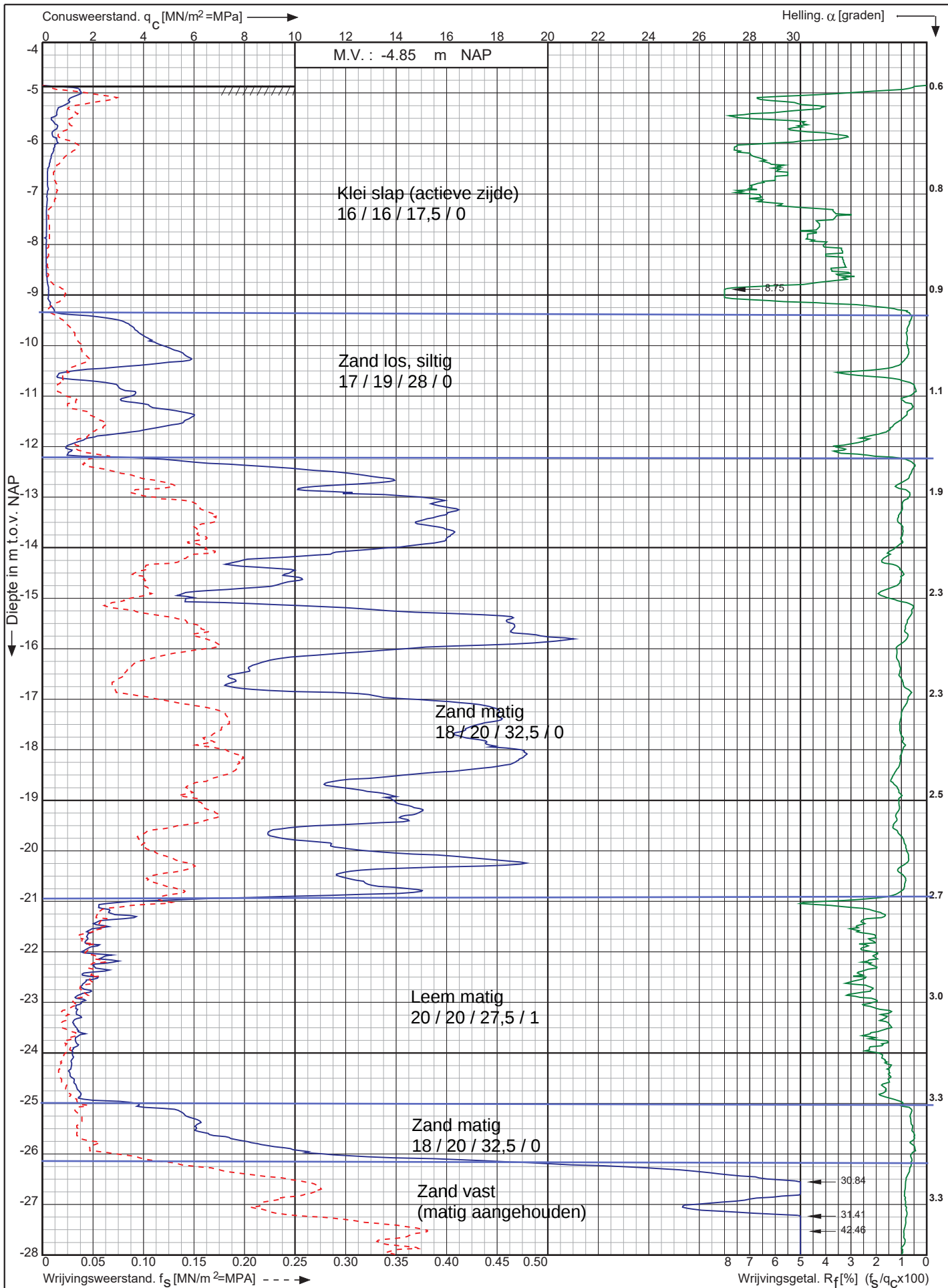
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twentsekanal te
Almere

RD-coördinaten : X = 147934.63 Y = 486564.13

Opdr. nr. : 7940

Datum uitv. : 1-6-2023

Sond. nr. : 3

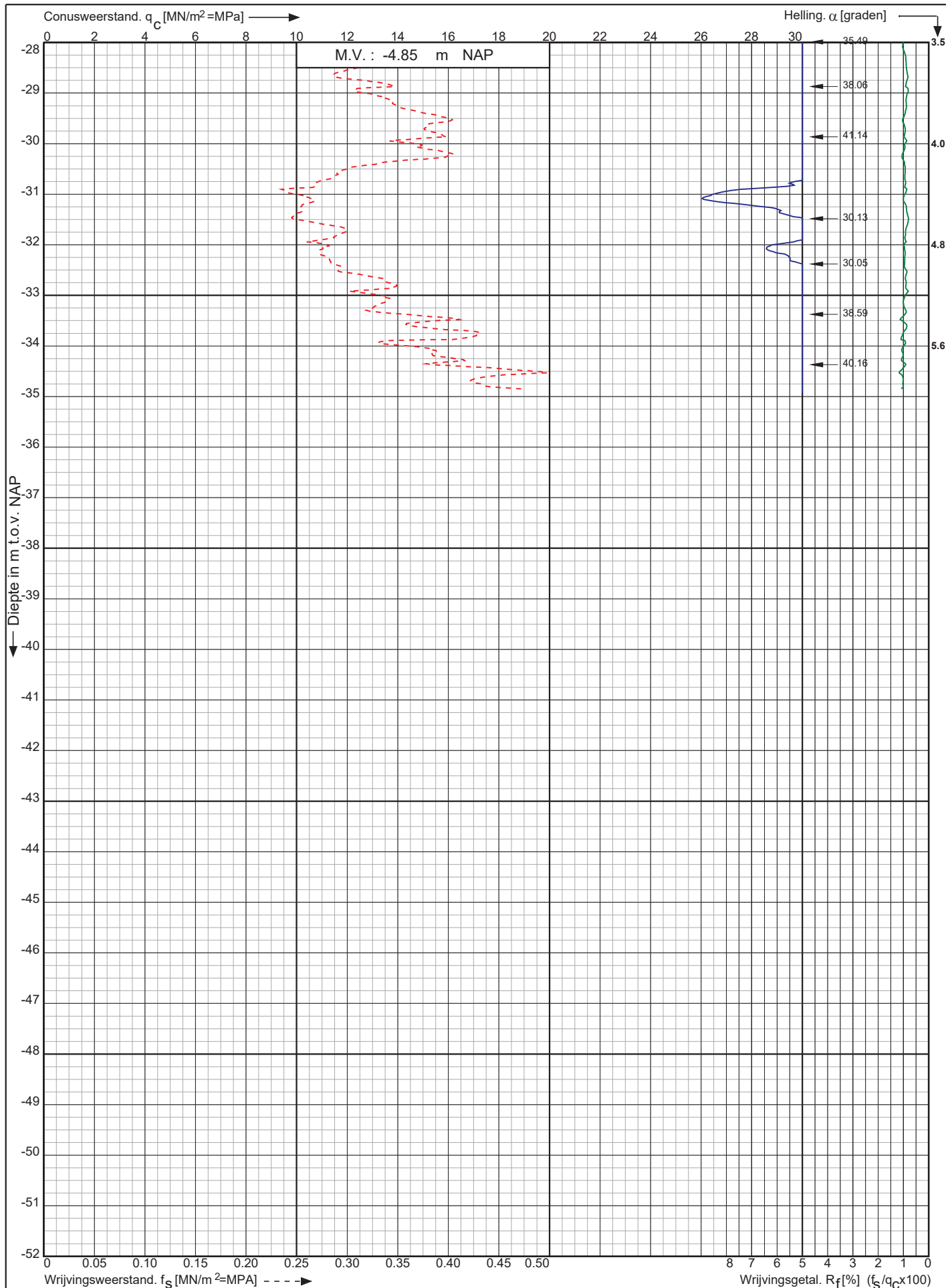
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twenstsekant te
Almere

RD-coördinaten : X = 147934.63 Y = 486564.13

Opdr. nr. : 7940

Datum uitv. : 1-6-2023

Sond. nr. : 3

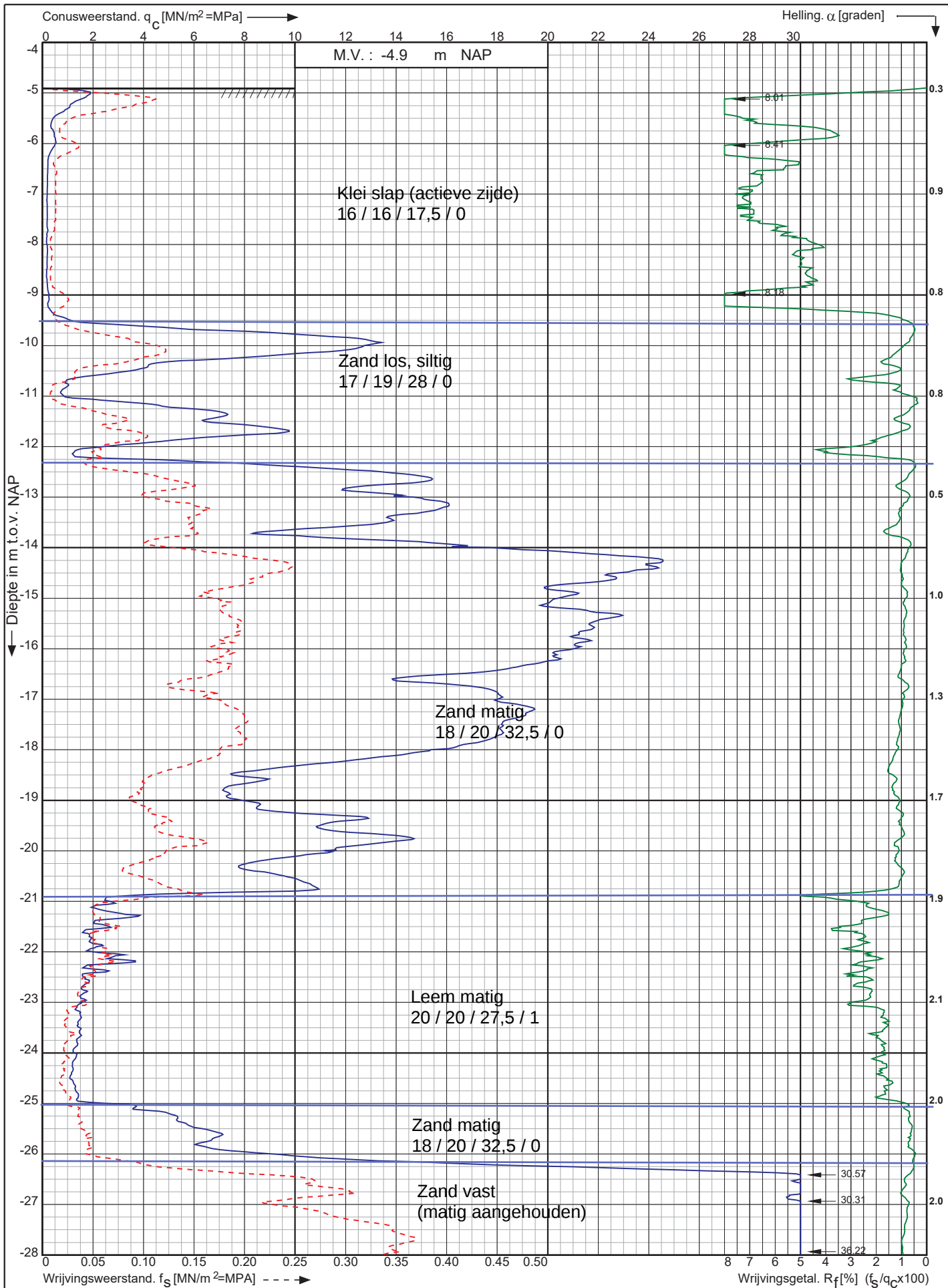
 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twentsekanal te
Almere

RD-coördinaten : X = 147942.77 Y = 486570.36

Opdr. nr. : 7940

Datum uitg. : 1-6-2023

Sond. nr. : 4

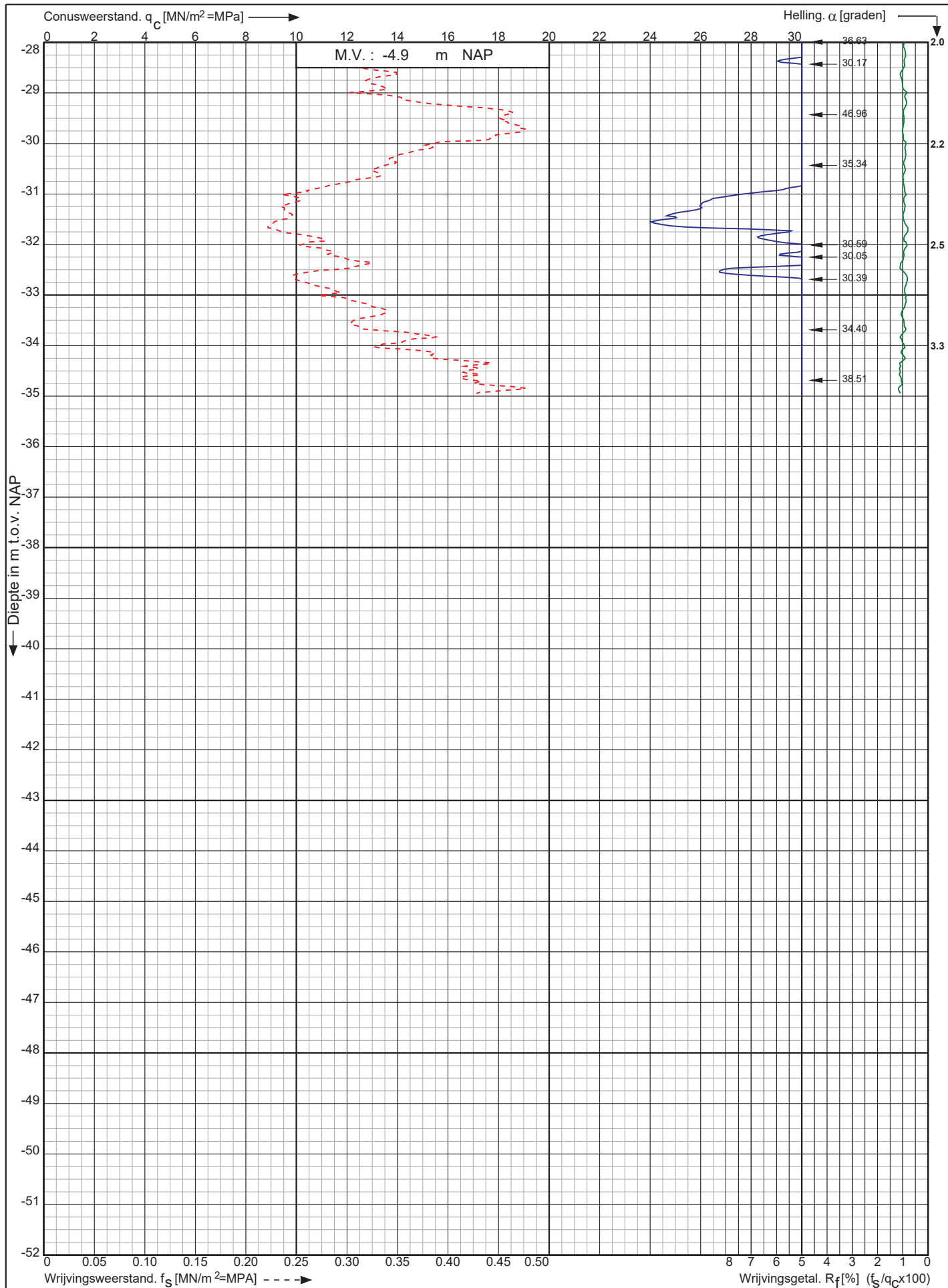
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 071312

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Project Nobelhorst Twentsekanal te
Almere

RD-coördinaten : X = 147942.77 Y = 486570.36

Opdr. nr. : 7940

Datum uitg. : 1-6-2023

Sond. nr. : 4

 **Koops**
grondmechanica

0522 - 260 084

Bijlage 2 D Sheet Piling damwand bouwkuip

Report for D-Sheet Piling 22.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 22-8-2023
Time of report: 10:58:44
Report with version: 22.2.1.38119

Date of calculation: 22-8-2023
Time of calculation: 08:52:27
Calculated with version: 22.2.1.38119

File name: Damwand

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 Anchors and Struts	5
2.3 Overall Stability per Stage	5
2.4 Warnings	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
3.2.4 Properties for Vertical Balance	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand	8
5 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand	9
5.1 General Input Data	9
5.2 Input Data Left	9
5.2.1 Calculation Method	9
5.2.2 Water Level	9
5.2.3 Surface	9
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Maatgevend profiel	9
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
5.2.6 Uniform Loads	10
5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	10
5.4 Input Data Right	12
5.4.1 Calculation Method	12
5.4.2 Water Level	13
5.4.3 Surface	13
5.4.4 Soil Material Properties in Profile: Maatgevend profiel	13
5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	13
5.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	14
5.6 Calculation Results	16
5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	17
6 Outline Stage 2: Ontgraven tot -6,0	18
7 Step 6.5 Stage 2: Ontgraven tot -6,0	19
7.1 Input Data Right	19
7.1.1 Water Level	19
7.1.2 Surface	19
7.1.3 Soil Material Properties in Profile: Profiel pas. (verl. ws1)	19
8 Outline Stage 3: Stempel op -5,0 + ontgraven tot -12,35	20
9 Step 6.5 Stage 3: Stempel op -5,0 + ontgraven tot -12,35	21
9.1 Input Data Left	21
9.1.1 Surcharge Loads	21
9.2 Input Data Right	21
9.2.1 Water Level	21
9.2.2 Surface	21
9.2.3 Soil Material Properties in Profile: Profiel pas. (verl. ws1)	21
10 Outline Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90	23
11 Step 6.1 Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90	24
11.1 Calculation Results	24
11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	24
12 Step 6.5 Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90	25
12.1 Input Data Right	25
12.1.1 Water Level	25
12.1.2 Soil Material Properties in Profile: Profiel pas. (verl. ws2)	25
12.2 Calculation Results	25
12.2.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	26
13 Outline Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3	27
14 Step 6.1 Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3	28
14.1 Calculation Results	28
14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	28
15 Step 6.5 Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3	29

15.1 Input Data Right	29
15.1.1 Surface	29
15.1.2 Struts	29
15.2 Calculation Results	29
15.2.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	29

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.1		-79,88	-24,31	0,0	14,3	
1	EC7(NL)-Step 6.2		-61,29	19,80	0,0	14,3	
1	EC7(NL)-Step 6.3		-90,40	-27,37	0,0	14,6	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-69,79	22,26	0,0	14,7	
1	EC7(NL)-Step 6.5	7,8	-38,16	-15,27	0,0	10,5	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-45,80	-18,32			
2	EC7(NL)-Step 6.1		-371,87	100,04	0,0	18,0	
2	EC7(NL)-Step 6.2		-360,16	121,46	0,0	18,3	
2	EC7(NL)-Step 6.3		-410,53	109,51	0,0	18,8	
2	EC7(NL)-Step 6.4		-398,02	133,61	0,0	19,1	
2	EC7(NL)-Step 6.5	56,1	-240,84	-68,42	0,0	12,9	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-289,00	-82,10			
3	EC7(NL)-Step 6.1		-356,12	-163,16	30,7	34,1	
3	EC7(NL)-Step 6.2		-395,67	-167,52	31,3	35,1	
3	EC7(NL)-Step 6.3		-380,53	-174,91	32,5	36,2	
3	EC7(NL)-Step 6.4		-429,28	-179,86	33,4	37,4	
3	EC7(NL)-Step 6.5	45,9	-277,50	-133,43	19,9	22,4	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-333,00	-160,12			
4	EC7(NL)-Step 6.1		997,22	-288,80	59,4	64,0	
4	EC7(NL)-Step 6.2		918,80	-302,35	63,2	67,9	
4	EC7(NL)-Step 6.3		935,37	-282,77	57,8	62,5	
4	EC7(NL)-Step 6.4		856,28	-296,62	60,8	65,8	
4	EC7(NL)-Step 6.5	72,8	612,59	-237,30	38,8	43,7	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		735,10	-284,75			
5	EC7(NL)-Step 6.1		1020,86	-275,79	50,0	52,9	
5	EC7(NL)-Step 6.2		932,37	-274,09	53,5	56,6	
5	EC7(NL)-Step 6.3		963,94	-272,85	47,9	50,9	
5	EC7(NL)-Step 6.4		874,41	-271,94	50,7	53,8	
5	EC7(NL)-Step 6.5	80,5	637,70	-233,32	33,0	36,3	
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		765,24	-279,98			

Max		80,5	1020,86	-302,35	63,2	67,9	
-----	--	-------------	----------------	----------------	-------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
4	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
4	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
5	EC7(NL)-Step 6.1	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.2	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

Summary		Upwards/Sufficient
---------	--	--------------------

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut Stempel 1			Anchor/strut Stempel 2		
		Force [kN]	State	Status	Force [kN]	State	Status
3	EC7(NL)-Step 6.1	107,74	Elastic				
3	EC7(NL)-Step 6.2	103,46	Elastic				
3	EC7(NL)-Step 6.3	118,00	Elastic				
3	EC7(NL)-Step 6.4	113,06	Elastic				
3	EC7(NL)-Step 6.5	84,48	Elastic				
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	101,38	Elastic				
4	EC7(NL)-Step 6.1	242,29	Elastic				
4	EC7(NL)-Step 6.2	228,82	Elastic				
4	EC7(NL)-Step 6.3	231,72	Elastic				
4	EC7(NL)-Step 6.4	217,81	Elastic				
4	EC7(NL)-Step 6.5	166,43	Elastic				
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	199,72	Elastic				
5	EC7(NL)-Step 6.1				189,00	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.2				176,08	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.3				180,73	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.4				167,45	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.5				127,11	Elastic	
5	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200				152,53	Elastic	
Max		242,29			189,00		

The force is in the direction of the anchor.

2.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Aanbrengen damwand	13,42
Ontgraven tot -6,0	6,39
Stempel op -5,0 + ontgraven tot -12,35	2,75
Verlagen waterstand tot -12,90	1,52
Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3	1,84

2.4 Warnings

Stage	Warning
2	Uplift might occur
3	Uplift might occur

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1,2,3,4,5 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

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

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	5
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	19,20 m
Level top side	-2,80 m
Number of sections	1
q _b ;max	8,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 36-700N (S3...	-22,00	-2,80	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
AZ 36-700N (S3...	1,8818E+05	1,00	1,8818E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 36-700N (S3...	1257,00	1,00	1,00	1,00	1257,00

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm ² /m']
AZ 36-700N (S3...	-22,00	-2,80	499,00	216,00

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.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000

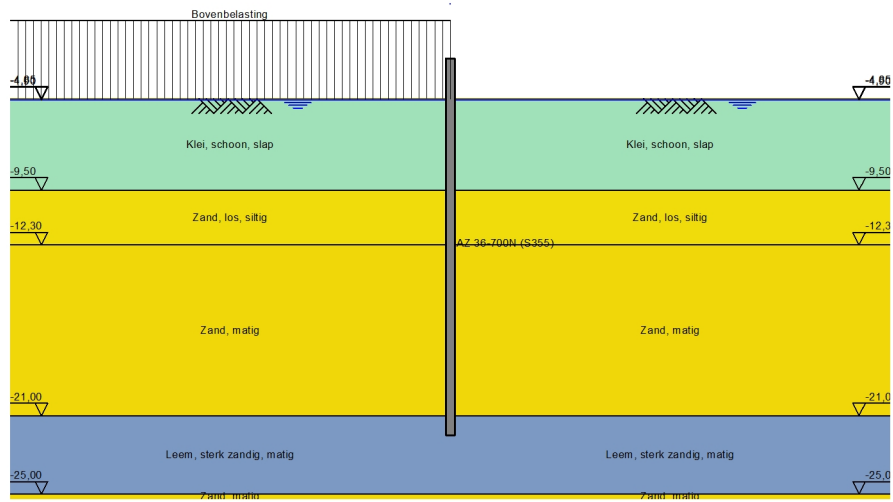
Used partial factor set	RC 2
Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- 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**	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Overall stability factors	
- Cohesion	1,450
- Tangent phi	1,250
- Factor on unit weight soil	1,000
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (γ_b)	1,200

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

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

4 Outline Stage 1: Aanbrengen damwand

Outline - Stage 1: Aanbrengen damwand



5 Step 6.5 Stage 1: Aanbrengen damwand

5.1 General Input Data

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

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -4,90 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,85

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: Maatgevend profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Klei, schoon, slap	-4,85	16,00	16,00
Zand, los, siltig	-9,50	17,00	19,00
Zand, matig	-12,30	18,00	20,00
Leem, sterk zan...	-21,00	20,00	20,00
Zand, matig	-25,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Klei, schoon, slap	-4,85	0,00	17,50	11,67	11,67
Zand, los, siltig	-9,50	0,00	28,00	18,67	18,67
Zand, matig	-12,30	0,00	32,50	21,67	16,60
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Zand, matig	-25,00	0,00	32,50	21,67	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, schoon, slap	-4,85	1,00	1,00	Fine
Zand, los, siltig	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-12,30	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-25,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Klei, schoon, slap	-4,85	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, los, siltig	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-12,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem, sterk zan...	-21,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-25,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	2000,00	2000,00	1000,00	1000,00
Zand, los, siltig	-9,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Zand, matig	-12,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Leem, sterk zan...	-21,00	6000,00	6000,00	3000,00	3000,00
Zand, matig	-25,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	500,00	500,00
Zand, los, siltig	-9,50	3000,00	3000,00
Zand, matig	-12,30	5000,00	5000,00
Leem, sterk zan...	-21,00	1500,00	1500,00
Zand, matig	-25,00	5000,00	5000,00

5.2.6 Uniform Loads

Name	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting	20,00	Unfavourable	Variable

5.3 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	-4,86	9,5	48,8	0,47	0,70	2,42
2	-4,87	9,6	49,2	0,47	0,70	2,42
3	-4,88	9,7	49,6	0,47	0,70	2,42
4	-4,89	9,8	49,9	0,47	0,70	2,42
5	-4,90	9,8	50,2	0,47	0,70	2,42
6	-4,90	9,9	50,4	0,47	0,70	2,42
7	-4,92	9,9	50,6	0,47	0,70	2,42
8	-4,94	10,0	50,9	0,47	0,70	2,42
9	-4,96	10,0	51,2	0,47	0,70	2,42
10	-4,98	10,1	51,5	0,47	0,70	2,42
11	-5,00	10,1	51,7	0,47	0,70	2,42
12	-5,00	10,2	52,2	0,47	0,70	2,42
13	-5,10	10,4	53,3	0,47	0,70	2,42
14	-5,20	10,7	54,8	0,47	0,70	2,42
15	-5,30	11,0	56,3	0,47	0,70	2,42
16	-5,40	11,3	57,8	0,47	0,70	2,42
17	-5,50	11,5	58,9	0,47	0,70	2,42
18	-5,50	11,7	59,7	0,47	0,70	2,42
19	-5,60	11,9	60,8	0,47	0,70	2,42
20	-5,70	12,2	62,3	0,47	0,70	2,42
21	-5,80	12,5	63,8	0,47	0,70	2,42
22	-5,90	12,8	65,3	0,47	0,70	2,42
23	-6,00	13,0	66,4	0,47	0,70	2,42
24	-6,00	13,2	67,5	0,47	0,70	2,42
25	-6,17	13,6	69,4	0,47	0,70	2,42
26	-6,35	14,1	72,0	0,47	0,70	2,42
27	-6,53	14,6	74,7	0,47	0,70	2,42
28	-6,70	15,1	77,3	0,47	0,70	2,42
29	-6,88	15,5	79,2	0,47	0,70	2,42
30	-6,88	15,7	80,6	0,47	0,70	2,42
31	-7,05	16,1	82,5	0,47	0,70	2,42
32	-7,22	16,6	85,1	0,47	0,70	2,42
33	-7,40	17,2	87,8	0,47	0,70	2,42
34	-7,58	17,7	90,4	0,47	0,70	2,42

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
35	-7,75	18,1	92,4	0,47	0,70	2,42
36	-7,75	18,3	93,7	0,47	0,70	2,42
37	-7,92	18,7	95,6	0,47	0,70	2,42
38	-8,10	19,2	98,2	0,47	0,70	2,42
39	-8,28	19,7	100,9	0,47	0,70	2,42
40	-8,45	20,2	103,5	0,47	0,70	2,42
41	-8,63	20,6	105,5	0,47	0,70	2,42
42	-8,63	20,9	106,8	0,47	0,70	2,42
43	-8,80	21,3	108,7	0,47	0,70	2,42
44	-8,97	21,8	111,4	0,47	0,70	2,42
45	-9,15	22,3	114,0	0,47	0,70	2,42
46	-9,32	22,8	116,6	0,47	0,70	2,42
47	-9,50	23,2	118,6	0,47	0,70	2,42
48	-9,50	14,6	262,8	0,29	0,53	5,30
49	-9,64	14,9	262,3	0,29	0,53	5,19
50	-9,77	15,3	264,4	0,30	0,53	5,11
51	-9,91	15,7	268,0	0,30	0,53	5,05
52	-10,05	16,1	272,4	0,30	0,53	5,02
53	-10,18	16,4	276,0	0,30	0,53	5,00
54	-10,18	16,7	278,5	0,30	0,53	4,99
55	-10,32	17,0	282,4	0,30	0,53	4,97
56	-10,46	17,4	287,8	0,30	0,53	4,96
57	-10,59	17,8	293,4	0,30	0,53	4,95
58	-10,73	18,2	299,0	0,30	0,53	4,94
59	-10,87	18,5	303,3	0,30	0,53	4,93
60	-10,87	18,7	306,2	0,30	0,53	4,93
61	-11,00	19,0	310,6	0,30	0,53	4,92
62	-11,14	19,4	316,5	0,30	0,53	4,92
63	-11,28	19,8	322,4	0,30	0,53	4,91
64	-11,41	20,1	328,3	0,30	0,53	4,91
65	-11,55	20,4	332,8	0,30	0,53	4,91
66	-11,55	20,6	335,9	0,30	0,53	4,91
67	-11,70	21,0	340,8	0,30	0,53	4,90
68	-11,85	21,4	347,4	0,30	0,53	4,90
69	-12,00	21,8	354,0	0,30	0,53	4,90
70	-12,15	22,3	360,6	0,30	0,53	4,90
71	-12,30	22,6	365,6	0,30	0,53	4,90
72	-12,30	18,2	441,5	0,24	0,46	5,88
73	-12,31	18,2	441,9	0,24	0,46	5,88
74	-12,32	18,3	442,5	0,24	0,46	5,88
75	-12,33	18,3	443,0	0,24	0,46	5,88
76	-12,34	18,3	443,6	0,24	0,46	5,88
77	-12,35	18,3	444,0	0,24	0,46	5,88
78	-12,35	18,4	445,7	0,24	0,46	5,88
79	-12,46	18,6	450,5	0,24	0,46	5,88
80	-12,57	19,0	456,8	0,24	0,46	5,87
81	-12,68	19,3	463,1	0,24	0,46	5,87
82	-12,79	19,6	469,5	0,24	0,46	5,87
83	-12,90	19,8	474,3	0,24	0,46	5,87
84	-12,90	20,0	478,5	0,24	0,46	5,87
85	-13,08	20,3	486,3	0,25	0,46	5,86
86	-13,26	20,8	496,9	0,25	0,46	5,86
87	-13,44	21,3	507,4	0,25	0,46	5,86
88	-13,62	21,8	518,0	0,25	0,46	5,86
89	-13,80	22,2	525,9	0,25	0,46	5,85
90	-13,80	22,4	531,2	0,25	0,46	5,85
91	-13,98	22,8	539,1	0,25	0,46	5,85
92	-14,16	23,2	549,8	0,25	0,46	5,85
93	-14,34	23,7	560,4	0,25	0,46	5,85
94	-14,52	24,2	571,0	0,25	0,46	5,85
95	-14,70	24,5	579,0	0,25	0,46	5,85
96	-14,70	24,8	584,3	0,25	0,46	5,85
97	-14,88	25,1	592,3	0,25	0,46	5,85

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
98	-15,06	25,6	603,0	0,25	0,46	5,85
99	-15,24	26,1	613,6	0,25	0,46	5,85
100	-15,42	26,6	624,3	0,25	0,46	5,85
101	-15,60	26,9	632,3	0,25	0,46	5,85
102	-15,60	27,1	637,6	0,25	0,46	5,84
103	-15,78	27,5	645,6	0,25	0,46	5,84
104	-15,96	28,0	656,3	0,25	0,46	5,84
105	-16,14	28,4	667,0	0,25	0,46	5,84
106	-16,32	28,9	677,7	0,25	0,46	5,84
107	-16,50	29,2	685,7	0,25	0,46	5,84
108	-16,50	29,5	691,0	0,25	0,46	5,84
109	-16,68	29,8	699,0	0,25	0,46	5,84
110	-16,86	30,3	709,7	0,25	0,46	5,84
111	-17,04	30,8	720,4	0,25	0,46	5,84
112	-17,22	31,2	731,1	0,25	0,46	5,84
113	-17,40	31,6	739,1	0,25	0,46	5,84
114	-17,40	31,8	744,5	0,25	0,46	5,84
115	-17,58	32,2	752,5	0,25	0,46	5,84
116	-17,76	32,6	763,2	0,25	0,46	5,84
117	-17,94	33,1	773,9	0,25	0,46	5,84
118	-18,12	33,6	784,6	0,25	0,46	5,84
119	-18,30	33,9	792,6	0,25	0,46	5,84
120	-18,30	34,1	797,9	0,25	0,46	5,84
121	-18,48	34,5	806,0	0,25	0,46	5,84
122	-18,66	34,9	816,7	0,25	0,46	5,84
123	-18,84	35,4	827,4	0,25	0,46	5,84
124	-19,02	35,9	838,1	0,25	0,46	5,84
125	-19,20	36,2	846,1	0,25	0,46	5,84
126	-19,20	36,4	851,4	0,25	0,46	5,84
127	-19,38	36,8	859,5	0,25	0,46	5,84
128	-19,56	37,3	870,2	0,25	0,46	5,84
129	-19,74	37,7	880,9	0,25	0,46	5,84
130	-19,92	38,2	891,6	0,25	0,46	5,84
131	-20,10	38,5	899,6	0,25	0,46	5,84
132	-20,10	38,8	905,0	0,25	0,46	5,84
133	-20,28	39,1	913,0	0,25	0,46	5,84
134	-20,46	39,6	923,7	0,25	0,46	5,84
135	-20,64	40,0	934,4	0,25	0,46	5,84
136	-20,82	40,5	945,1	0,25	0,46	5,84
137	-21,00	40,8	953,1	0,25	0,46	5,84
138	-21,00	49,8	776,5	0,30	0,54	4,74
139	-21,10	50,1	780,1	0,30	0,54	4,74
140	-21,20	50,4	784,9	0,30	0,54	4,74
141	-21,30	50,7	789,7	0,30	0,54	4,74
142	-21,40	51,0	794,4	0,30	0,54	4,74
143	-21,50	51,2	798,0	0,30	0,54	4,74
144	-21,50	51,4	800,4	0,30	0,54	4,74
145	-21,60	51,6	804,0	0,30	0,54	4,74
146	-21,70	52,0	808,8	0,30	0,54	4,74
147	-21,80	52,3	813,5	0,30	0,54	4,74
148	-21,90	52,6	818,3	0,30	0,54	4,73
149	-22,00	52,8	821,9	0,30	0,54	4,73

5.4 Input Data Right

5.4.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.4.2 Water Level

Water level: -4,90 [m]

5.4.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-4,85

5.4.4 Soil Material Properties in Profile: Maatgevend profiel

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	16,00	16,00
Zand, los, siltig	-9,50	17,00	19,00
Zand, matig	-12,30	18,00	20,00
Leem, sterk zan...	-21,00	20,00	20,00
Zand, matig	-25,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Klei, schoon, slap	-4,85	0,00	17,50	11,67	11,67
Zand, los, siltig	-9,50	0,00	28,00	18,67	18,67
Zand, matig	-12,30	0,00	32,50	21,67	16,60
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Zand, matig	-25,00	0,00	32,50	21,67	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, schoon, slap	-4,85	1,00	1,00	Fine
Zand, los, siltig	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-12,30	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-25,00	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]
Klei, schoon, slap	-4,85	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, los, siltig	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-12,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem, sterk zan...	-21,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-25,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.4.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	2000,00	2000,00	1000,00	1000,00
Zand, los, siltig	-9,50	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Zand, matig	-12,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Leem, sterk zan...	-21,00	6000,00	6000,00	3000,00	3000,00
Zand, matig	-25,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	500,00	500,00
Zand, los, siltig	-9,50	3000,00	3000,00
Zand, matig	-12,30	5000,00	5000,00
Leem, sterk zan...	-21,00	1500,00	1500,00
Zand, matig	-25,00	5000,00	5000,00

5.5 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-4,86	0,0	0,3	0,00	0,70	2,10
2	-4,87	0,2	0,8	0,74	0,74	2,42
3	-4,88	0,2	1,2	0,47	0,70	2,42
4	-4,89	0,3	1,5	0,47	0,70	2,42
5	-4,90	0,4	1,8	0,47	0,70	2,42
6	-4,90	0,4	2,0	0,47	0,70	2,42
7	-4,92	0,4	2,2	0,47	0,70	2,42
8	-4,94	0,5	2,5	0,47	0,70	2,42
9	-4,96	0,6	2,8	0,47	0,70	2,42
10	-4,98	0,6	3,1	0,47	0,70	2,42
11	-5,00	0,7	3,4	0,47	0,70	2,42
12	-5,00	0,7	3,8	0,47	0,70	2,42
13	-5,10	1,0	4,9	0,47	0,70	2,42
14	-5,20	1,3	6,4	0,47	0,70	2,42
15	-5,30	1,5	7,9	0,47	0,70	2,42
16	-5,40	1,8	9,4	0,47	0,70	2,42
17	-5,50	2,1	10,5	0,47	0,70	2,42
18	-5,50	2,2	11,3	0,47	0,70	2,42
19	-5,60	2,4	12,4	0,47	0,70	2,42
20	-5,70	2,7	13,9	0,47	0,70	2,42
21	-5,80	3,0	15,4	0,47	0,70	2,42
22	-5,90	3,3	16,9	0,47	0,70	2,42
23	-6,00	3,5	18,0	0,47	0,70	2,42
24	-6,00	3,7	19,1	0,47	0,70	2,42
25	-6,17	4,1	21,0	0,47	0,70	2,42
26	-6,35	4,6	23,7	0,47	0,70	2,42
27	-6,53	5,1	26,3	0,47	0,70	2,42
28	-6,70	5,6	28,9	0,47	0,70	2,42
29	-6,88	6,0	30,9	0,47	0,70	2,42
30	-6,88	6,3	32,2	0,47	0,70	2,42
31	-7,05	6,7	34,1	0,47	0,70	2,42
32	-7,22	7,2	36,8	0,47	0,70	2,42
33	-7,40	7,7	39,4	0,47	0,70	2,42
34	-7,58	8,2	42,0	0,47	0,70	2,42
35	-7,75	8,6	44,0	0,47	0,70	2,42
36	-7,75	8,8	45,3	0,47	0,70	2,42
37	-7,92	9,2	47,2	0,47	0,70	2,42
38	-8,10	9,7	49,9	0,47	0,70	2,42
39	-8,28	10,3	52,5	0,47	0,70	2,42
40	-8,45	10,8	55,1	0,47	0,70	2,42
41	-8,63	11,2	57,1	0,47	0,70	2,42
42	-8,63	11,4	58,4	0,47	0,70	2,42
43	-8,80	11,8	60,3	0,47	0,70	2,42
44	-8,97	12,3	63,0	0,47	0,70	2,42
45	-9,15	12,8	65,6	0,47	0,70	2,42
46	-9,32	13,3	68,2	0,47	0,70	2,42
47	-9,50	13,7	70,2	0,47	0,70	2,42
48	-9,50	8,7	156,3	0,29	0,53	5,28
49	-9,64	9,0	157,3	0,30	0,53	5,15
50	-9,77	9,4	160,9	0,30	0,53	5,06
51	-9,91	9,8	165,5	0,30	0,53	5,01

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
52	-10,05	10,2	170,7	0,30	0,53	4,98
53	-10,18	10,5	174,8	0,30	0,53	4,96
54	-10,18	10,7	177,6	0,30	0,53	4,95
55	-10,32	11,0	181,9	0,30	0,53	4,94
56	-10,46	11,4	187,6	0,30	0,53	4,93
57	-10,59	11,8	193,5	0,30	0,53	4,92
58	-10,73	12,2	199,4	0,30	0,53	4,91
59	-10,87	12,5	203,9	0,30	0,53	4,91
60	-10,87	12,7	206,9	0,30	0,53	4,91
61	-11,00	13,0	211,4	0,30	0,53	4,91
62	-11,14	13,4	217,4	0,30	0,53	4,90
63	-11,28	13,8	223,4	0,30	0,53	4,90
64	-11,41	14,2	229,5	0,30	0,53	4,90
65	-11,55	14,5	234,0	0,30	0,53	4,90
66	-11,55	14,7	237,2	0,30	0,53	4,89
67	-11,70	15,0	242,2	0,30	0,53	4,89
68	-11,85	15,4	248,9	0,30	0,53	4,89
69	-12,00	15,8	255,5	0,30	0,53	4,89
70	-12,15	16,3	262,2	0,30	0,53	4,89
71	-12,30	16,6	267,2	0,30	0,53	4,89
72	-12,30	13,5	322,9	0,24	0,46	5,87
73	-12,31	13,5	323,3	0,24	0,46	5,87
74	-12,32	13,5	323,9	0,24	0,46	5,87
75	-12,33	13,5	324,5	0,24	0,46	5,87
76	-12,34	13,6	325,1	0,24	0,46	5,87
77	-12,35	13,6	325,5	0,24	0,46	5,87
78	-12,35	13,7	327,2	0,24	0,46	5,86
79	-12,46	13,9	332,0	0,25	0,46	5,86
80	-12,57	14,2	338,5	0,25	0,46	5,86
81	-12,68	14,5	344,9	0,25	0,46	5,86
82	-12,79	14,8	351,4	0,25	0,46	5,86
83	-12,90	15,0	356,2	0,25	0,46	5,86
84	-12,90	15,2	360,5	0,25	0,46	5,85
85	-13,08	15,5	368,4	0,25	0,46	5,85
86	-13,26	16,0	379,1	0,25	0,46	5,85
87	-13,44	16,5	389,7	0,25	0,46	5,85
88	-13,62	17,0	400,3	0,25	0,46	5,85
89	-13,80	17,3	408,3	0,25	0,46	5,85
90	-13,80	17,6	413,7	0,25	0,46	5,85
91	-13,98	17,9	421,6	0,25	0,46	5,85
92	-14,16	18,4	432,3	0,25	0,46	5,85
93	-14,34	18,9	443,0	0,25	0,46	5,84
94	-14,52	19,3	453,7	0,25	0,46	5,84
95	-14,70	19,7	461,7	0,25	0,46	5,84
96	-14,70	19,9	467,0	0,25	0,46	5,84
97	-14,88	20,3	475,0	0,25	0,46	5,84
98	-15,06	20,7	485,7	0,25	0,46	5,84
99	-15,24	21,2	496,4	0,25	0,46	5,84
100	-15,42	21,7	507,1	0,25	0,46	5,84
101	-15,60	22,0	515,1	0,25	0,46	5,84
102	-15,60	22,2	520,5	0,25	0,46	5,84
103	-15,78	22,6	528,5	0,25	0,46	5,84
104	-15,96	23,1	539,2	0,25	0,46	5,84
105	-16,14	23,5	549,9	0,25	0,46	5,84
106	-16,32	24,0	560,6	0,25	0,46	5,84
107	-16,50	24,3	568,6	0,25	0,46	5,84
108	-16,50	24,6	574,0	0,25	0,46	5,84
109	-16,68	24,9	582,0	0,25	0,46	5,84
110	-16,86	25,4	592,7	0,25	0,46	5,84
111	-17,04	25,8	603,4	0,25	0,46	5,84
112	-17,22	26,3	614,1	0,25	0,46	5,84
113	-17,40	26,6	622,1	0,25	0,46	5,84
114	-17,40	26,9	627,5	0,25	0,46	5,84

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
115	-17,58	27,2	635,5	0,25	0,46	5,84
116	-17,76	27,7	646,2	0,25	0,46	5,84
117	-17,94	28,1	656,9	0,25	0,46	5,84
118	-18,12	28,6	667,6	0,25	0,46	5,84
119	-18,30	29,0	675,6	0,25	0,46	5,84
120	-18,30	29,2	681,0	0,25	0,46	5,84
121	-18,48	29,5	689,0	0,25	0,46	5,84
122	-18,66	30,0	699,7	0,25	0,46	5,84
123	-18,84	30,5	710,4	0,25	0,46	5,84
124	-19,02	30,9	721,1	0,25	0,46	5,84
125	-19,20	31,3	729,2	0,25	0,46	5,84
126	-19,20	31,5	734,5	0,25	0,46	5,84
127	-19,38	31,8	742,6	0,25	0,46	5,84
128	-19,56	32,3	753,3	0,25	0,46	5,84
129	-19,74	32,8	764,0	0,25	0,46	5,84
130	-19,92	33,2	774,7	0,25	0,46	5,84
131	-20,10	33,6	782,7	0,25	0,46	5,84
132	-20,10	33,8	788,1	0,25	0,46	5,84
133	-20,28	34,1	796,1	0,25	0,46	5,84
134	-20,46	34,6	806,8	0,25	0,46	5,84
135	-20,64	35,1	817,5	0,25	0,46	5,84
136	-20,82	35,5	828,2	0,25	0,46	5,84
137	-21,00	35,9	836,3	0,25	0,46	5,84
138	-21,00	43,6	682,7	0,30	0,54	4,74
139	-21,10	43,8	686,3	0,30	0,54	4,74
140	-21,20	44,1	691,1	0,30	0,54	4,74
141	-21,30	44,4	695,8	0,30	0,54	4,74
142	-21,40	44,8	700,6	0,30	0,54	4,74
143	-21,50	45,0	704,2	0,30	0,54	4,74
144	-21,50	45,2	706,6	0,30	0,54	4,74
145	-21,60	45,4	710,2	0,30	0,54	4,74
146	-21,70	45,7	714,9	0,30	0,54	4,74
147	-21,80	46,0	719,7	0,30	0,54	4,74
148	-21,90	46,4	724,5	0,30	0,54	4,74
149	-22,00	46,6	728,1	0,30	0,54	4,74

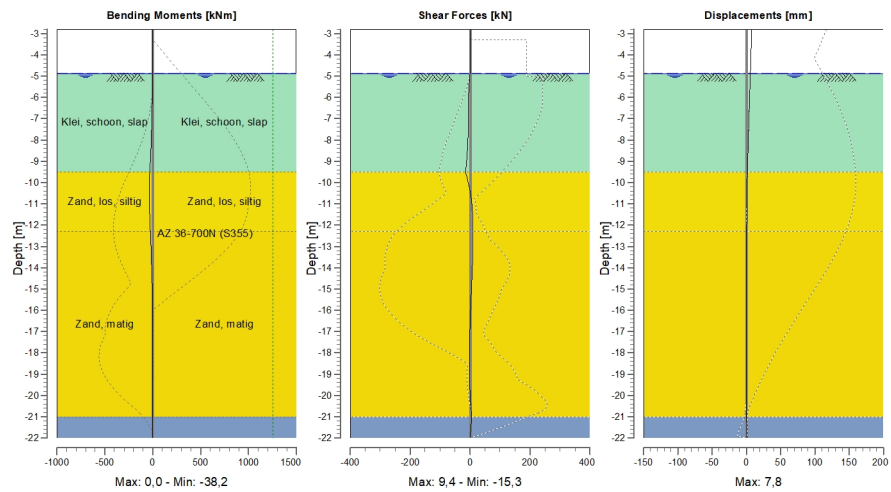
5.6 Calculation Results

Number of iterations: 4

5.6.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

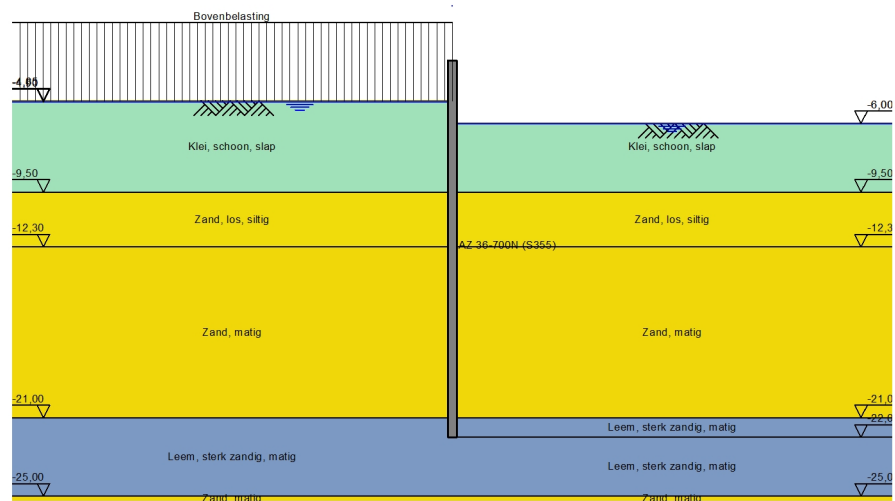
Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Aanbrengen damwand

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



6 Outline Stage 2: Ontgraven tot -6,0

Outline - Stage 2: Ontgraven tot -6,0



7 Step 6.5 Stage 2: Ontgraven tot -6,0

7.1 Input Data Right

7.1.1 Water Level

Water level: -6,00 [m]

7.1.2 Surface

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

7.1.3 Soil Material Properties in Profile: Profiel pas. (verl. ws1)

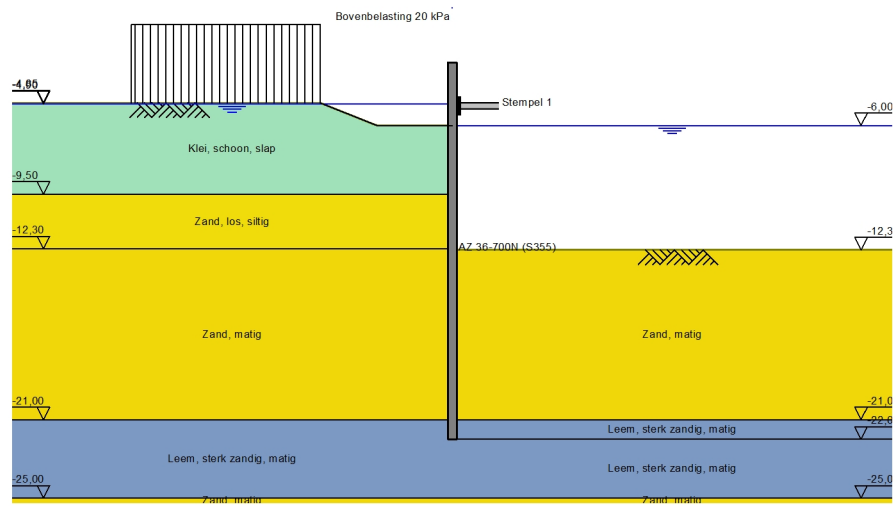
Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Klei, schoon, slap	-4,85	16,00	16,00
Zand, los, siltig	-9,50	17,00	19,00
Zand, matig	-12,30	18,00	20,00
Leem, sterk zan...	-21,00	20,00	20,00
Leem, sterk zan...	-22,00	20,00	20,00
Zand, matig	-25,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Klei, schoon, slap	-4,85	0,00	17,50	11,67	11,67
Zand, los, siltig	-9,50	0,00	28,00	18,67	18,67
Zand, matig	-12,30	0,00	32,50	21,67	16,60
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Leem, sterk zan...	-22,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Zand, matig	-25,00	0,00	32,50	21,67	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, schoon, slap	-4,85	1,00	1,00	Fine
Zand, los, siltig	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-12,30	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-22,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-25,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Klei, schoon, slap	-4,85	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	11,50
Zand, los, siltig	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Zand, matig	-12,30	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Leem, sterk zan...	-21,00	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Leem, sterk zan...	-22,00	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Zand, matig	-25,00	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50

8 Outline Stage 3: Stempel op -5,0 + ontgraven tot -12,35**Outline - Stage 3: Stempel op -5,0 + ontgraven tot -12,35**

9 Step 6.5 Stage 3: Stempel op -5,0 + ontgraven tot -12,35

9.1 Input Data Left

9.1.1 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bovenbelasting 20 kPa...	0,00	0,00	Unfavourable	Variable
	3,50	0,00		
	3,50	20,00		
	8,50	20,00		
	8,50	0,00		

9.2 Input Data Right

9.2.1 Water Level

Water level: -6,00 [m]

9.2.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-12,35

9.2.3 Soil Material Properties in Profile: Profiel pas. (verl. ws1)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	16,00	16,00
Zand, los, siltig	-9,50	17,00	19,00
Zand, matig	-12,30	18,00	20,00
Leem, sterk zan...	-21,00	20,00	20,00
Leem, sterk zan...	-22,00	20,00	20,00
Zand, matig	-25,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Klei, schoon, slap	-4,85	0,00	17,50	11,67	11,67
Zand, los, siltig	-9,50	0,00	28,00	18,67	18,67
Zand, matig	-12,30	0,00	32,50	21,67	16,60
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Leem, sterk zan...	-22,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Zand, matig	-25,00	0,00	32,50	21,67	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, schoon, slap	-4,85	1,00	1,00	Fine
Zand, los, siltig	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-12,30	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-22,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-25,00	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]
Klei, schoon, slap	-4,85	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	11,50
Zand, los, siltig	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Zand, matig	-12,30	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Leem, sterk zan...	-21,00	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Leem, sterk zan...	-22,00	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50
Zand, matig	-25,00	n.a.	n.a.	n.a.	11,50	11,50

11 Step 6.1 Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90

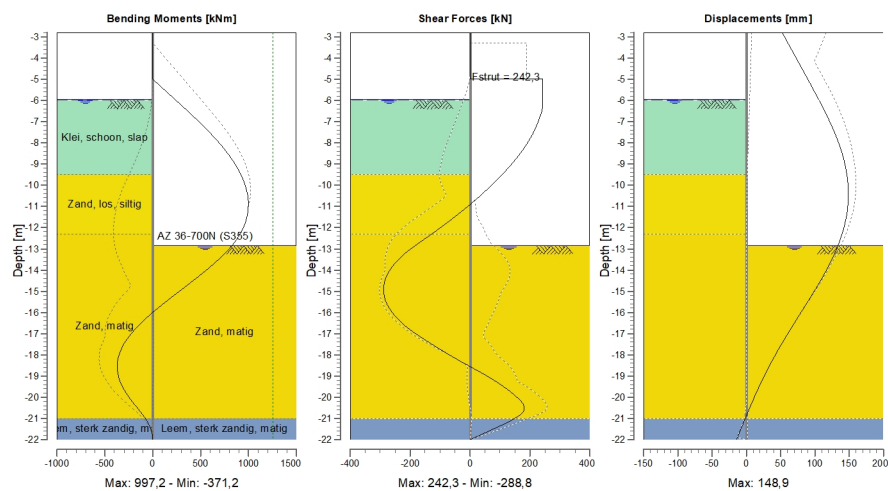
11.1 Calculation Results

Number of iterations: 6

11.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



12 Step 6.5 Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90

12.1 Input Data Right

12.1.1 Water Level

Water level: -12,90 [m]

12.1.2 Soil Material Properties in Profile: Profiel pas. (verl. ws2)

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]
Klei, schoon, slap	-4,85	16,00	16,00
Zand, los, siltig	-9,50	17,00	19,00
Zand, matig	-12,30	18,00	20,00
Leem, sterk zan...	-21,00	20,00	20,00
Leem, sterk zan...	-22,00	20,00	20,00
Zand, matig	-25,00	18,00	20,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Klei, schoon, slap	-4,85	0,00	17,50	11,67	11,67
Zand, los, siltig	-9,50	0,00	28,00	18,67	18,67
Zand, matig	-12,30	0,00	32,50	21,67	16,60
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Leem, sterk zan...	-22,00	1,00	27,50	18,33	18,33
Zand, matig	-25,00	0,00	32,50	21,67	16,60

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

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Klei, schoon, slap	-4,85	1,00	1,00	Fine
Zand, los, siltig	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-12,30	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-21,00	1,00	1,00	Fine
Leem, sterk zan...	-22,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-25,00	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]
Klei, schoon, slap	-4,85	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, los, siltig	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-12,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Leem, sterk zan...	-21,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	40,00
Leem, sterk zan...	-22,00	n.a.	n.a.	n.a.	40,00	40,00
Zand, matig	-25,00	n.a.	n.a.	n.a.	40,00	40,00

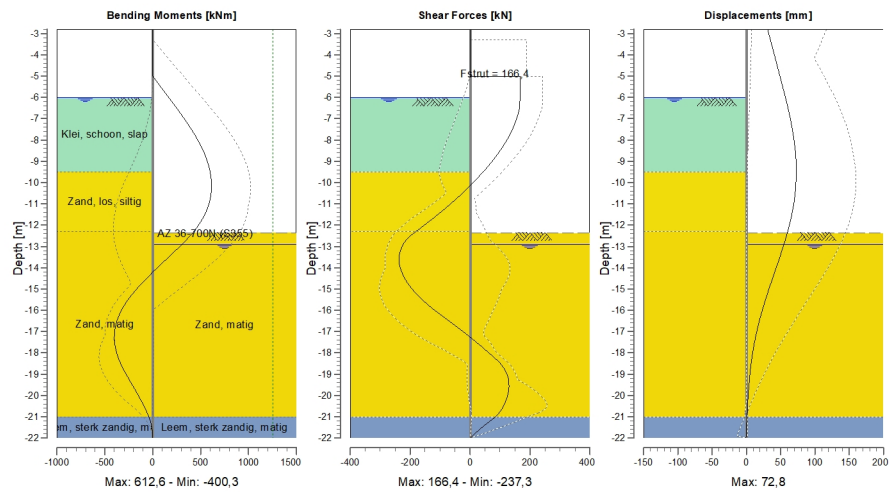
12.2 Calculation Results

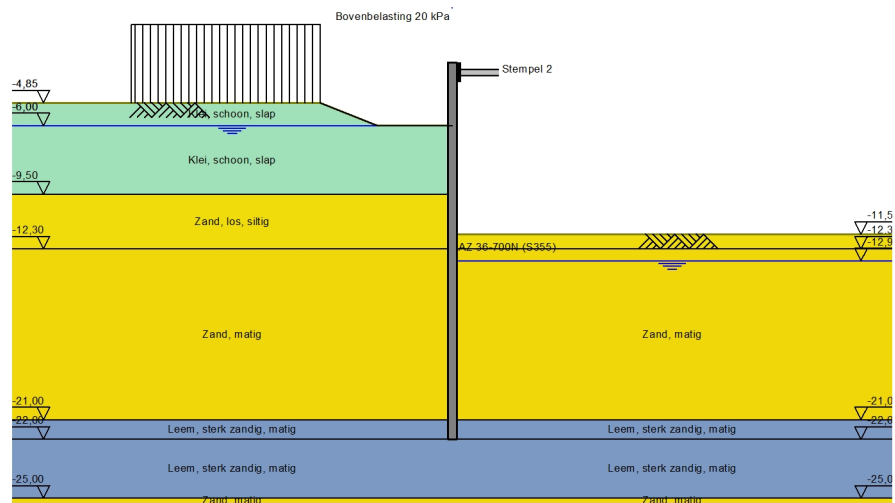
Number of iterations: 6

12.2.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Verlagen waterstand tot -12,90

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



13 Outline Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3**Outline - Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3**

14 Step 6.1 Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3

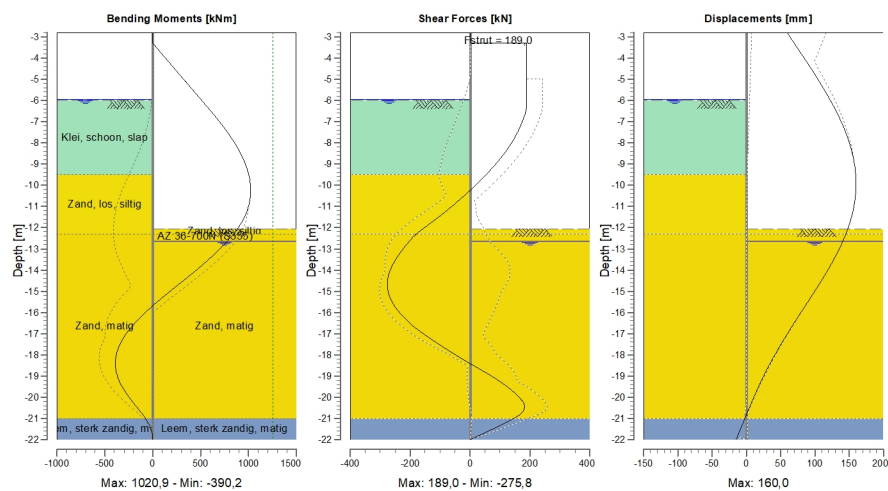
14.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

14.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

nents/Forces/Displacements - Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2



15 Step 6.5 Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op -3,3

15.1 Input Data Right

15.1.1 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-11,55

15.1.2 Struts

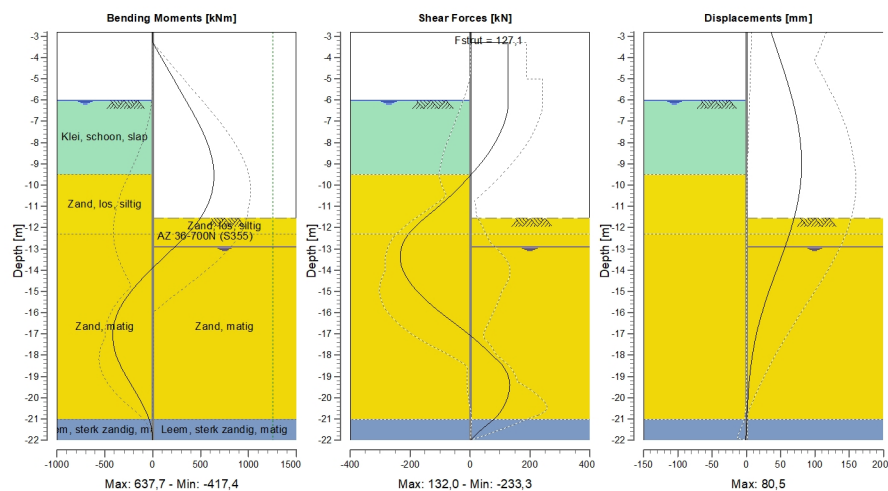
Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m ²]	Cross section [m ² /m']	Length [m]	Angle [°]	Buckling force [kN/m']	Pre-compression [kN/m']
Stempel 2	-3,30	2,100E+08	1,000E-04	1,00	0,00	300,00	n.a.

15.2 Calculation Results

Number of iterations: 5

15.2.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

nents/Forces/Displacements - Stage 5: Storten vloer + aanvullen tot bk vloer + stempelraam op
Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



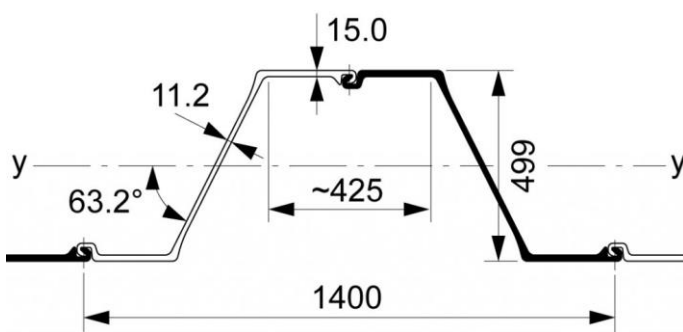
End of Report

Bijlage 3 Toets damwandprofiel

Bijlage 3 Stalen damwand

Constructiegegevens stalen damwand

Lengte damwand	19,2 m	Type damwand	AZ36-700N
Oppervlakte (A)	215,9 cm ² /m	Sterkteklasse	S355GP
Weerstandsm. (W)	3590 cm ³ /m	Vloeispanning (f _{y,k})	355 N/mm ²
Traagheidsmom. (I)	89610 cm ⁴ /m	Elasticiteitsmodulus (E)	210000 N/mm ²
Hoogte profiel (h)	499,0 mm	Stijfheid (EI)	188181 kNm ²
Dikte lijf (t _w)	11,2 mm	Afroesting totaal (c)*	0 mm
Breedte flens (b)	425 mm	Reductie corrosie (β _c)	1,00
Dikte flens (t _f)	15,0 mm	Plooi-toets drsn.kl.3	34,8 <66
Planklengte	700 mm	Gered. spanning (f _{y,k;red})	355,0 N/mm ²
Afschuifopperv. (A _v)	77,4 cm ²		



Toets damwand

	UGT Moment [kNm]	UGT Dwarskr. [kN]
Belasting	1021,0	302,0
Weerstand	1274,5	1587,2
Controle	0,80	0,19

	BGT Doorbuig. [mm]
Optredend	80,5
Eis	100,0
Controle	0,81

$$M_{R,d} = \beta_c \cdot W \cdot f_{y,k;red} / 1,00$$

$$V_{R,d} = \beta_c \cdot A_v \cdot f_{y,k} / \sqrt{3} \cdot 1,00$$

Voor de toets van de algehele stabiliteit wordt verwezen naar de uitvoer van D-Sheet Piling.

Voor de doorbuiging wordt voor een tijdelijke damwand 1/150xL aangehouden of 100 mm.

Verticaal evenwicht

Er komt alleen eigen gewicht op de damwand, de wrijvingsweerstand zal dermate groot zijn dat dit ruim voldoende is.