



Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken

Ingenieursbureau

Berg en Broekse Verlaat

Fundering brug

Projectcode
2012-015-A

Datum
3 mei 2012

Versie
Definitief

Opdrachtgever
Civiele Constructies

Adviseur
Ir. D. Wilschut

Collegiale toets
Ir. G. Hannink

Projectleider
Dhr. P. J. van de Laarse

Paraaf
3/5/12 

Paraaf
3/5/2012 


9/5/2012

Inhoudsopgave

1.	Projectomschrijving	4
2.	Grond en grondwater	6
2.1	Uitgevoerd onderzoek	6
2.2	Grondopbouw	6
2.3	Grondwater	7
3.	Schema Fundering	8
3.1	Keuze funderingssysteem	8
3.2	Paalafstand	8
4.	Afdracht horizontale belastingen	10
4.1	Schematisering	10
4.2	Rotatiestijfheid paalfundering	11
4.3	Translatiestijfheid schoorpalen	11
4.4	Resultaten	11
4.5	Conclusie horizontale belastingafdracht	13
5.	Axiaal draagvermogen paalfundering	14
5.1	Paalbelastingen	14
5.2	Rekenmethode en parameters	14
5.2.1	Drukbelastingen	14
5.2.2	Trekbelastingen	15
5.3	Rekenresultaten	16
	Bijlage 1 Situatie grondonderzoek	18
	Bijlage 2 Sonderingen	19
	Bijlage 3 Boringen	23

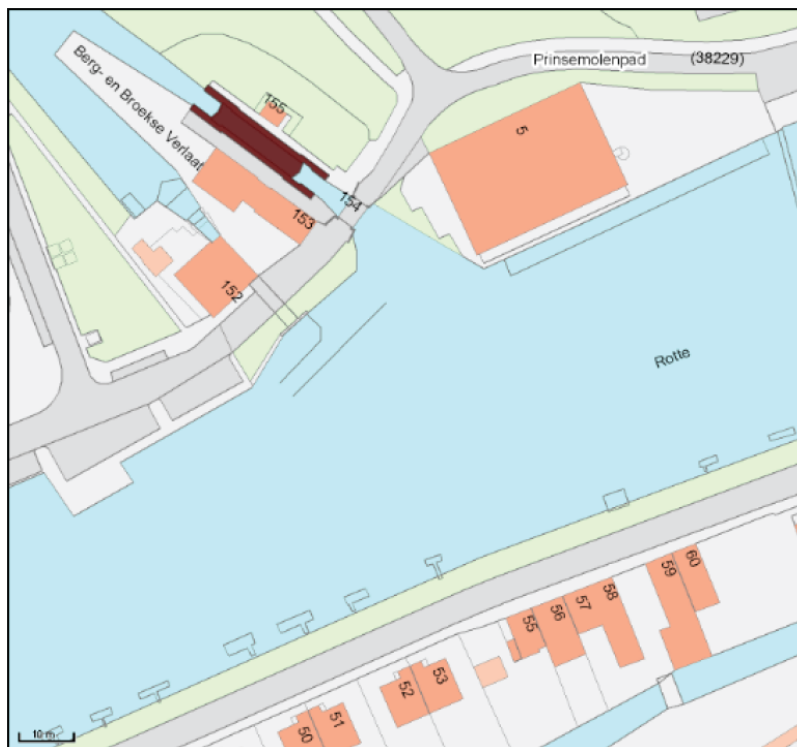


Bijlage 4 Som palen met D-Sheet-piling

26

1. Projectomschrijving

In opdracht van Civiele Constructies is een geotechnisch advies opgesteld in verband met de vervanging van de ophaalbrug bij de Berg- en Broekse verlaat. De val van de brug moest worden vervangen, maar bij narekenen van de bestaande constructie bleek dat de betonconstructie en de paalfundering niet meer voldeden. Dit is een direct gevolg van de nieuwe voorschriften waarbij grotere mobiele belastingen opgenomen moeten worden.



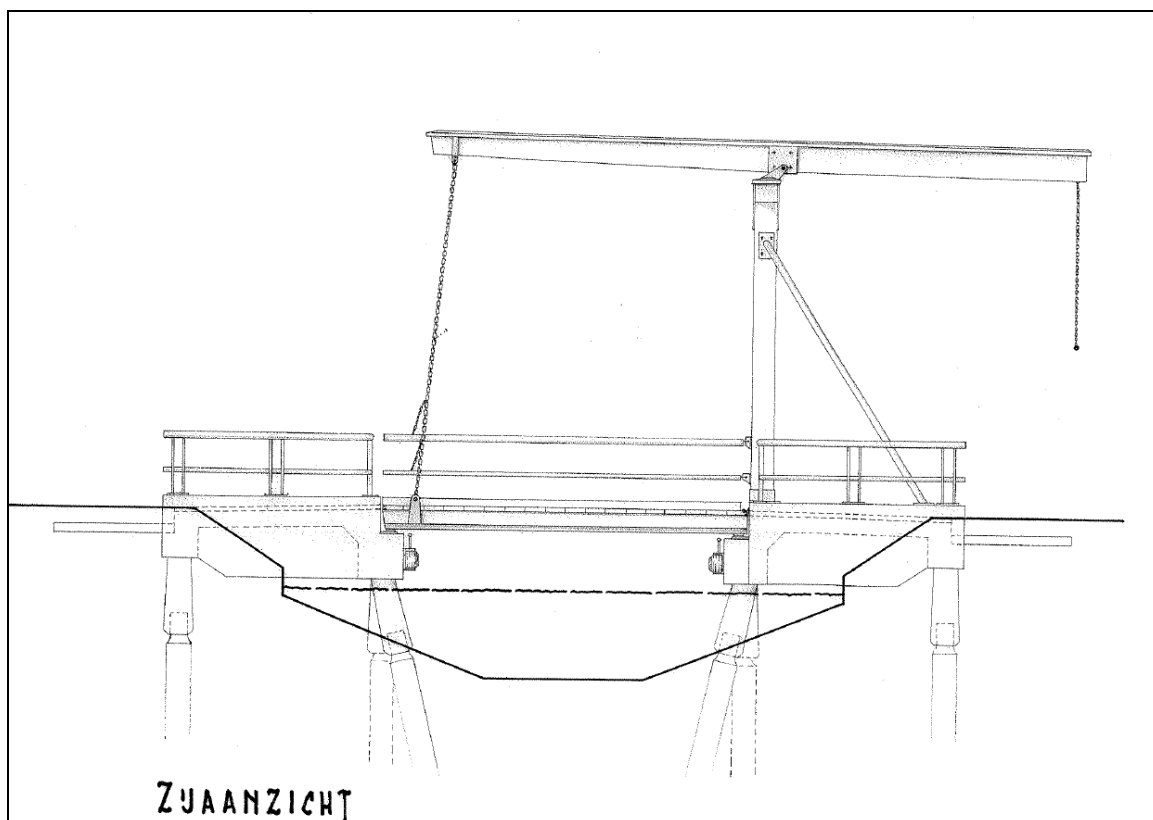
Figuur 1.1 Situatie van de brug

Deze rapportage is bedoeld voor de besteksfase.

Bij het ontwerp van de fundering moet rekening gehouden worden met:

- Naast verticale belastingen moet ook een aanzienlijke horizontale belasting door remmen worden opgenomen;
- De sluis (verlaat) is een rijksmonument;
- Het naastgelegen huis Rechter Rottekade 153 is waarschijnlijk op staal gefundeerd.

In dit rapport worden het grondonderzoek, de berekeningen en het funderingsadvies beschreven.



Figuur 1.2 Beeld van de bestaande brug

2. Grond en grondwater

2.1 Uitgevoerd onderzoek

Ten behoeve van het advies is een grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 3 sonderingen en 5 boringen. De situatietekening van het onderzoek is toegevoegd als bijlage 1

Tabel 2.1 Overzicht sonderingen

sondering	Maaiveld [m NAP]	Diepte [m NAP]	Opmerking
EI179	-2,28	-22,0	Ter plaatse mogelijke hulpbrug
EI180	-0,19	-18,5	
EI181	-0,19	-29,1	

De sonderingen EI179 en EI180 konden alleen worden gemaakt met licht materieel, zodat de maximale diepte beperkt was.

Tabel 2.2 Overzicht boringen

Boring	Maaiveld [m NAP]	Diepte [m NAP]	Opmerking
001	-0,06	-4,06	
002	-0,24	-4,24	
003	-2,27	-6,27	In watergang
004	-0,30	-4,30	
005	-0,16	-4,16	

De resultaten van boringen en sonderingen zijn bijgevoegd in de bijlage 2 en 3

2.2 Grondopbouw

De aansluitende wegen naar de brug liggen globaal op een hoogte van ca. NAP +0,0 m. De bodem van de watergang onder de brug ligt op NAP -2,27 m.

In Tabel 2.3 Grondopbouw en rekenparameters is de laagopbouw gegeven zoals gebruikt voor de berekeningen.

De rekenwaarden van de grondparameters zijn afkomstig uit de proevenverzameling uit het Rotterdams Bodemarchief. Tevens is het eerdere onderzoek op de locatie meegenomen.

De karakteristieke waarden van de grondparameters zijn bepaald aan de hand van NEN 9997-1 en zijn vermeld in Tabel 2.3. Deze waarden worden gebruikt voor de berekeningen met D-Sheetpiling en D-Foundation.

Tabel 2.3 Grondopbouw en rekenparameters

bovenkant laag [m NAP]	Grondlaag	$\gamma_{\text{droog}}/\gamma_{\text{nat}}$ [kN/m ³]	$c_{2\%}'$ [kPa]	$\phi_{2\%}'$ [°]
0,00	Opgebracht zand	18/20	0	30
-1,00	Klei m. zandig m. humeus	14/14	6	20
-3,77	Veen	10/10	6	17,5
-7,00	Klei	14/14	6	20
-9,50	Zand/klei gelaagd	17/19	0	27,5
-13,20	Veen	10/10	6	17,5
-14,30	Pleistoceen zand	18/20	0	30

2.3 Grondwater

Voor de grondwaterstand is uitgegaan van het open waterpeil. Dit is NAP -1,0 m.

3. Schema Fundering

3.1 Keuze funderingssysteem

Het nu ontworpen paalsysteem is weergegeven in onderstaande figuur. Voor de doorrekening van het paalsysteem is uitgegaan van een paalsysteem Tubex met groutinjectie of gelijkwaardig. Het voordeel hiervan is het trillingvrij in kunnen brengen en het toepassen van een permanente stalen buis die in staat is grote momenten op te nemen.

- Paalschacht 406x12,5 mm; schroefpunt 560 mm
- 6 palen per landhoofd schoorstand 7:1
- Op te nemen horizontale remkracht 371 kN per landhoofd in SLS, en 501 kN in ULS;

Formeel kan voor ULS 371 kN worden aangehouden omdat dit belastinggeval alleen bij een calamiteit kan optreden. Zekerheidshalve zal de krachtverdeling ook bij een kracht van 501 kN worden bepaald.

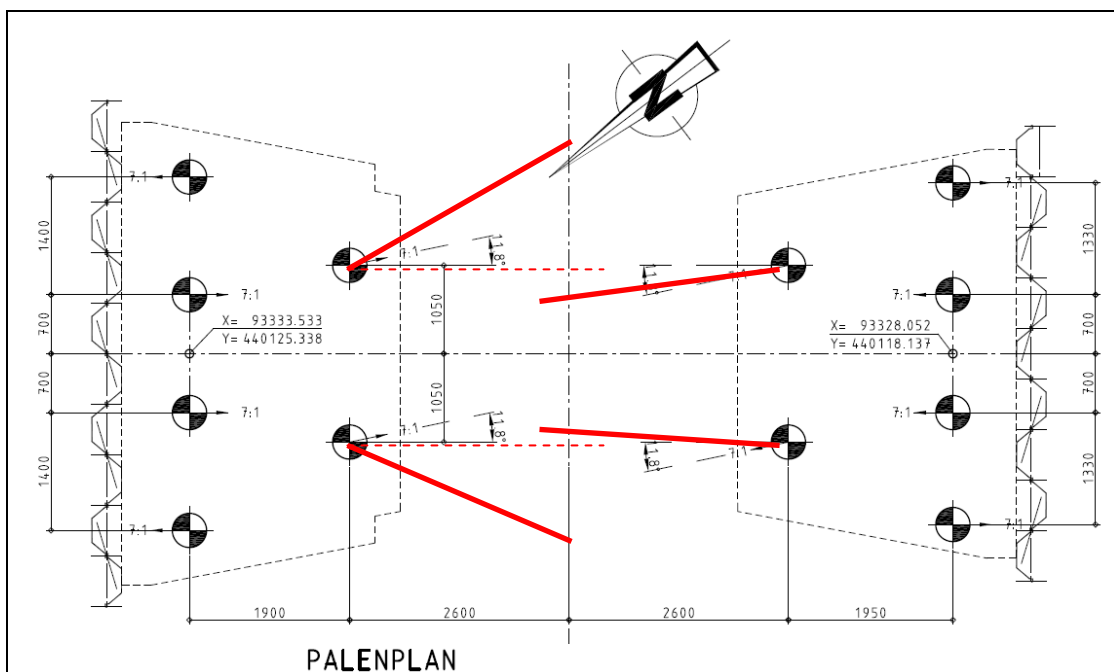
3.2 Paalafstand

Omdat de beschikbare ruimte beperkt is moet de paalafstand bij de paalpunten worden geminimaliseerd. Deze minimale afstand is h.o.h.:

Paalpuntdiepte NAP -20,0 m; Lengte palen circa 19m; Theoretische afwijking 1% = 0.19 m

Gewenste minimale tussenruimte 1D = 0,56 m (Indien palen niet gelijktijdig op trek belast worden, en beide geïnstalleerd zijn voor het aanbrengen van de belasting); Minimale theoretische h.o.h. afstand $2 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,19 = 1,50$ m

In het palenplan is in rood een voorstel gedaan. Landhoofd links palen draaien tot 25° tov brugas en landhoofd rechts palen draaien tot 5° tov brugas





Figuur 3.1 Palenplan

4. Afdracht horizontale belastingen

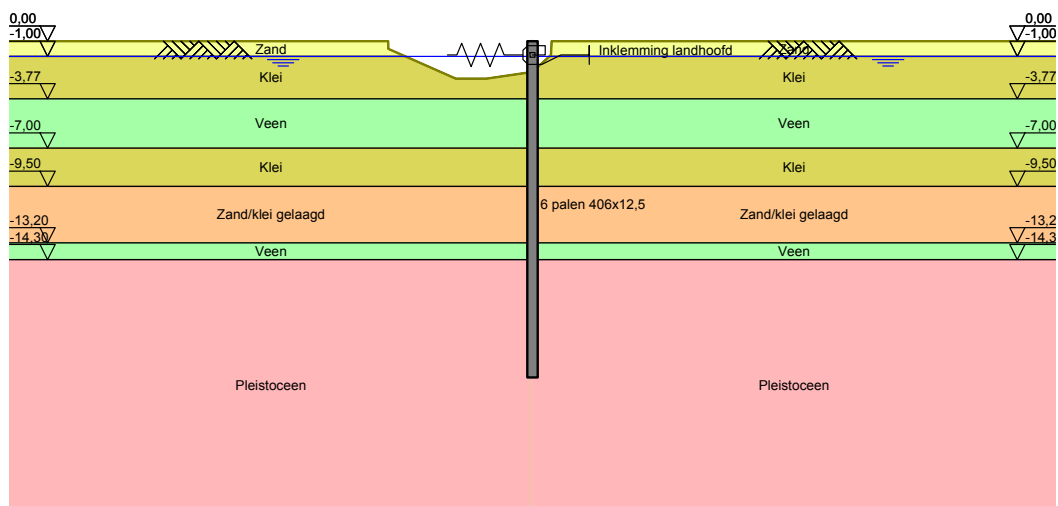
4.1 Schematisering

Het paalsysteem is geschematiseerd in een programma voor een verend ondersteunde ligger.

Deze keuze is gemaakt omdat:

- De ondergrond elasto-plastisch kan worden gemodelleerd.
- Kan worden berekend wat de restvervorming na optreden van de maatgevende rembelasting is;

Outline - Stage 1: Nulstap



Figuur 4.1 Rekenschema horizontale belastingen

Bij de berekening worden 4 fasen onderscheiden:

1. Nul; Een rekenstap om het bestaande maaiveldverloop spanningsloos in de berekening mee te nemen;
2. BGT 371 kN; Maximaal remmen in SLS
3. Nul; Belasting op nul gesteld om de blijvende vervorming na maximale belasting te berekenen;
4. UGT 500 kN; Bepaling rekenwaarde krachten bij ULS, rembelasting 500 kN.

4.2 Rotatiestijfheid paalfundering

De rotatiestijfheid van het landhoofd door de axiale paalreacties wordt geschematiseerd tot een rotatieveer.

Rotatie stijfheid:

Afstand paal-neutrale lijn: a_i

Axiale stijfheid 1 paal k_v

$$k_{rot} = \sum_{i=1}^n a_i^2 k_v$$

Het moment in de rotatieveer moet worden opgenomen door axiale krachten in de paalfundering.

4.3 Translatiestijfheid schoorpalen

De stijfheid van een (schoor)paalbok kan worden geschematiseerd tot een horizontale veer.

Translatiestijfheid:

Stand schoorpaal : $\alpha_i : 1$

Axiale stijfheid paal : k_v

$$\text{Horizontale stijfheid: } k_h = \sum_{i=1}^n \frac{k_v}{\alpha_i^2}$$

De kracht in de horizontale veer is gelijk aan de belasting op de paalbokken.

4.4 Resultaten

Als gevolg van de gekozen schematisering moeten de rekenresultaten worden nabewerkt. Dit is in tabel 1 al deels meegenomen.

Tabel 4.1 Samenvatting rekenresultaten per landhoofd

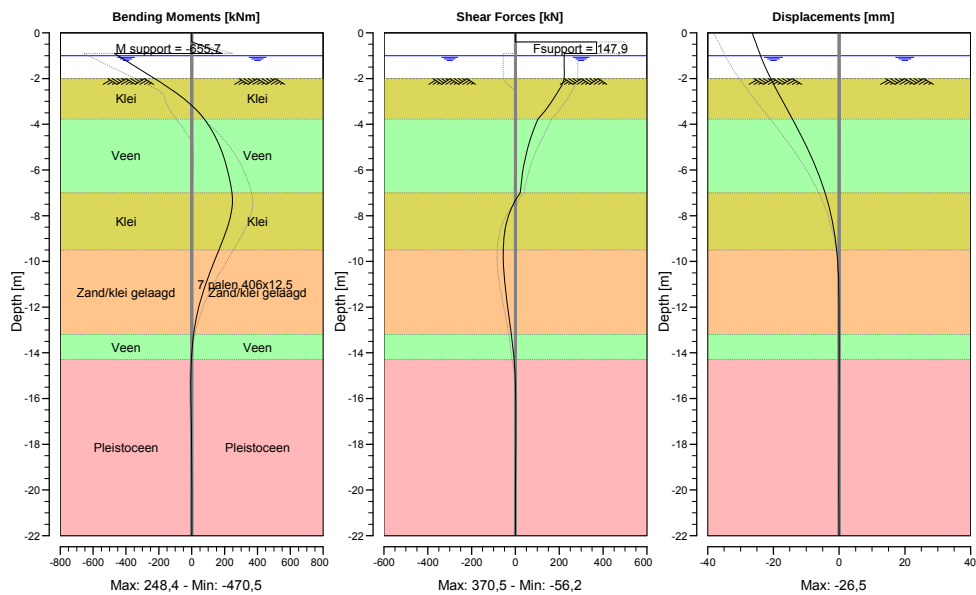
Fase	Verpl bk constructie	Minkl;paal	T inkl;paal	Fundering Mrot	Fundering Fschoor
	mm	kNm	kNm/m	kNm	kN
Nul	0	2	-1	-3	-1
BGT 371 kN	-27	-78	62	-656	149
Nul	10	-28	18	-92	57
UGT 500 kN	-38	-114	83	-908	216

Tabel 4.2 Samenvatting rekenresultaten per paal

Fase	Verpl bk constructie	Minkl;paal	T inkl;paal
	mm	kNm	kNm/m
Nul	0	2	-1
BGT 371 kN	-27	-78	62
Nul	10	-28	18
UGT 500 kN	-38	-114	83

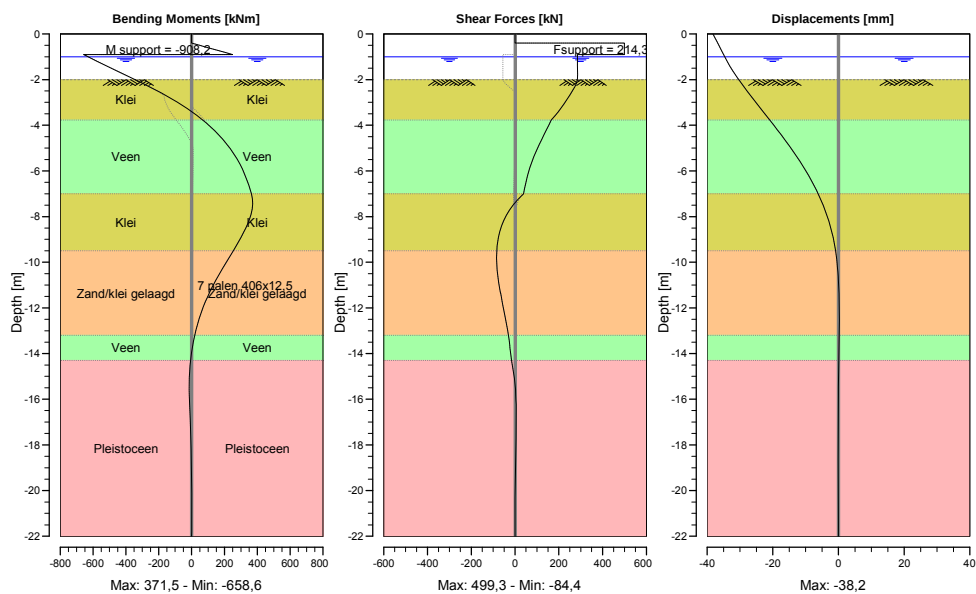
In onderstaande figuren zijn de krachten en vervormingen in SLS en ULS weergegeven.

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: Remmen 371 kN BGT



Figuur 4.2 Krachten en verplaatsingen SLS

Moments/Forces/Displacements - Stage 4: Remmen 500 kN UGT



Figuur 4.3 Krachten en verplaatsingen ULS

4.5 Conclusie horizontale belastingafdracht

Uit de berekening volgen de conclusies:

- De maximale verplaatsing van het landhoofd bij remmen op 1 landhoofd is 27 mm. Hiervan is circa 10 mm plastisch, de blijvende vervorming. De kans dat dit optreedt is klein, maar de brug kan dan nog functioneren.
- Het maximale inklemmingsmoment van de paalkop in het landhoofd is 78 kNm in SLS en 114 kNm in ULS.
- Door het schoorpaalsysteem (zuiver trek/druk) moet een horizontale belasting van 149 kN worden opgenomen in SLS en 216 kN in ULS;
- Door het paalsysteem moet middels trek en druk een moment worden opgenomen van 656 kNm in SLS en 908 kNm in ULS.

5. Axiaal draagvermogen paalfundering

5.1 Paalbelastingen

Voor het bepalen van de inbrengdiepte van de palen wordt vooralsnog uitgegaan van de door de constructeur opgegeven axiale paalbelastingen:

- Druk SLS: $R_{z,rep} = 534 \text{ kN}$; ULS: $R_{z,d} = 640 \text{ kN}$
- Trek SLS : $R_{z,trek, rep} = -75 \text{ kN}$; ULS: $R_{z,trek,d} = -75 \text{ kN}$ (bij calamiteit)

5.2 Rekenmethode en parameters

5.2.1 Drukbelastingen

Het draagvermogen van de palen is bepaald met behulp van het computerprogramma DFoundation. Het paalpuntniveau wordt zodanig gekozen dat wordt voldaan aan de eisen gesteld in NEN9997-1:2010.

De berekening van negatieve kleeft is uitgevoerd volgens:

$$F_{nk,rep} = O_{s,gem} \times \sum_{j=1}^{j=n} d_j \times K_{0,j,k} \times \tan(\delta_{j,rep}) \times \frac{\sigma'_{v,j-1,rep} + \sigma'_{v,j,rep}}{2}$$

De rekenwaarde voor de paalweerstand wordt berekend volgens:

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s \quad (\text{NEN9997-1:2010; formule 7.5})$$

De karakteristieke waarden $R_{b,k}$ en $R_{s,k}$ zijn bepaald uit:

$$R_{c,k} = (R_{b,k} + R_{s,k}) = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{gem}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad (\text{NEN9997-1:2010; formule 7.8})$$

waarin ξ_3 en ξ_4 correlatiefactoren zijn die afhankelijk zijn van het aantal sonderingen.

De negatieve kleeft wordt over de volledige hoogte van het holocene pakket meegenomen i.v.m. de te verwachten zettingen, waarbij rekening is gehouden met de locatie van de palen..

Onderstaand zijn de berekeningsparameters aangegeven zoals deze voor de constructie zijn gehanteerd.

Tabel 5.1 Factoren voor Tubexpalen met groutinjectie

Parameter	waarde	toelichting
Diameter	560	mm
γ_b	1,2	Tabel A6 R3c
γ_t	1,2	Tabel A6 R3c
γ_s	1,2	Tabel A6 R3c
ξ_3	1,2	Tabel A10a gemiddelde; n=2
ξ_4	0,96	Tabel A10a minimum; n=2
α_p	0,9	Tabel 7c Paalklassefactor punt
α_s	0,009	Tabel 7c Paalklassefactor schacht;druk
α_t	0,009	Tabel 7c Paalklassefactor schacht;trek
E-modulus	3×10^7	kN/m ² ; elasticiteitsmodulus van beton
s	1,0	factor bij verhouding dwarsdoorsnede paal met r=1
β	1,0	paalvoetvormfactor

5.2.2 Trekbelastingen

Het trekdraagvermogen is berekend volgens NEN9997-1. Het trekdraagvermogen wordt ontleend aan de Pleistocene zandlaag. De maximale trekcapaciteit van een paal in een paalgroep bij een bepaald inheinniveau wordt berekend volgens:

$$R_{s;cal} = \int_0^L q_{c;z;d} * f_1 * f_2 * O_{p;z} * \alpha_t * q_{c;z;d}$$

waarin:

$R_{s;cal}$	maximale trekcapaciteit in kN
f_1	het effect van installatie van naburige palen ($f_1 \geq 1,0$)
f_2	het effect van trekbelasting ($f_2 \leq 1,0$)
$\alpha_{t;z}$	de coëfficiënt voor schachtwrijving op diepte z
$O_{p;z}$	de omtrek van de schacht op diepte z in m
$q_{c;z;d}$	de rekenwaarde voor de conusweerstand op diepte z in kPa
L	de lengte van de paal waarover kleef in rekening wordt gebracht in m

Er dient een controle berekening te worden uitgevoerd op kluitgewicht. Aangenomen wordt hierbij dat aan de onderzijde van een paalgroep niet het volledige gewicht van het zand kan worden gemobiliseerd voor het ontwikkelen van de draagkracht van de paal. Er wordt vanuit gegaan dat vanaf de paalpunt een kegelvormig breukvlak kan ontstaan. Dit effect wordt in rekening gebracht door het gewicht van de grond in de kegel en cilindervorm te toetsen aan de berekende draagkracht van de paal in de paalgroep volgens:

$$R_{t;kluit;d} = (V_{kegel} + V_{cilinder}) * \gamma'_d$$

waarin:

$F_{t;kluit;d}$	maximale trekcapaciteit in kN
V_{kegel}	volume van de kegelvormige grondvolume onderaan de paal in m ³
$V_{cilinder}$	volume cilindervormige grondvolume rondom de paal in m ³

γ'_d de rekenwaarde van het effectief volumiek gewicht van de grond in kN/m³

Het paalpuntniveau wordt zodanig gekozen dat wordt voldaan aan

$$F_{t;d} \leq R_{t;d} = \frac{R_{t;k}}{\gamma_{s;t} * \gamma_{m;var;qc}}$$

$$R_{t;k} = \min\left(\frac{(R_{s;cal})_{gem}}{\xi_3}; \frac{(R_{s;cal})_{gem}}{\xi_4}\right)$$

waarin:

$R_{t;d}$ de rekenwaarde van de draagkracht van de paal;
 $F_{t;d}$ de rekenwaarde van de belasting op de paalkop;
 $R_{s;cal}$ de maximale wrijvingskracht;

Onderstaand zijn de berekeningsparameters aangegeven zoals deze voor de constructie zijn gehanteerd.

Tabel 5.2 Rekenparameters trek

Parameter	waarde	toelichting
Paaltype		Tubex 406x560 mm met groutinjectie
α_t	0.009	Tabel 7c Paalklassefactor schacht;trek
$\gamma_{s;t}$	1,35	materiaalfactor grond 1997-1 tabel 6 annex A.3.3.2 [-]
$\gamma_{m;var;qc}$	1,50	materiaalfactor, functie van variatie in de belasting
ξ_3	1,20	NEN-EN 1997-1:2011, annex A, table 10b, for N = 5
ξ_4	0,96	NEN-EN 1997-1:2011, annex A, table 10b, for N = 5

5.3 Rekenresultaten

In onderstaande tabellen zijn de resultaten van de berekeningen van de draagkracht voor drukbelastingen weergegeven.

Tabel 5.3 Draagvermogen druk

Peil	Sondering	$R_{b;cal;max}$	$R_{s;cal;max}$	$R_{c;cal;max}$	$R_{c;d}$	$F_{nsf;rep}$	$F_{nsf;d}$	$R_{c;net;d}$
[m NAP]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
-17.00	EI181	604	159	763	457	226	226	231
-17.50	EI181	462	254	716	429	226	226	203
-18.00	EI181	375	306	681	408	226	226	182
-18.50	EI181	484	327	811	486	226	226	260
-19.00	EI181	1559	355	1914	1147	226	226	921
-19.50	EI181	1816	447	2263	1357	226	226	1131
-20.00	EI181	1928	544	2472	1482	226	226	1256
-20.50	EI181	2018	638	2656	1592	226	226	1366
-21.00	EI181	2277	734	3011	1805	226	226	1579
-21.50	EI181	2628	832	3460	2074	226	226	1848

-22.00	EI181	2458	927	3385	2029	226	226	1803
-22.50	EI181	2589	1077	3666	2198	226	226	1972
-23.00	EI181	2599	1196	3795	2275	226	226	2049

Tabel 5.4 Draagvermogen trekbelasting

Peil	$R_{td,min}$	$R_{td,avg}$	R_{td}	ξ
[m NAP]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
-17,0	97	97	97	ξ_4
-17,5	133	133	133	ξ_4
-18,0	152	152	152	ξ_4
-18,5	161	161	161	ξ_4
-19,0	173	173	173	ξ_4
-19,5	207	207	207	ξ_4
-20,0	241	241	241	ξ_4

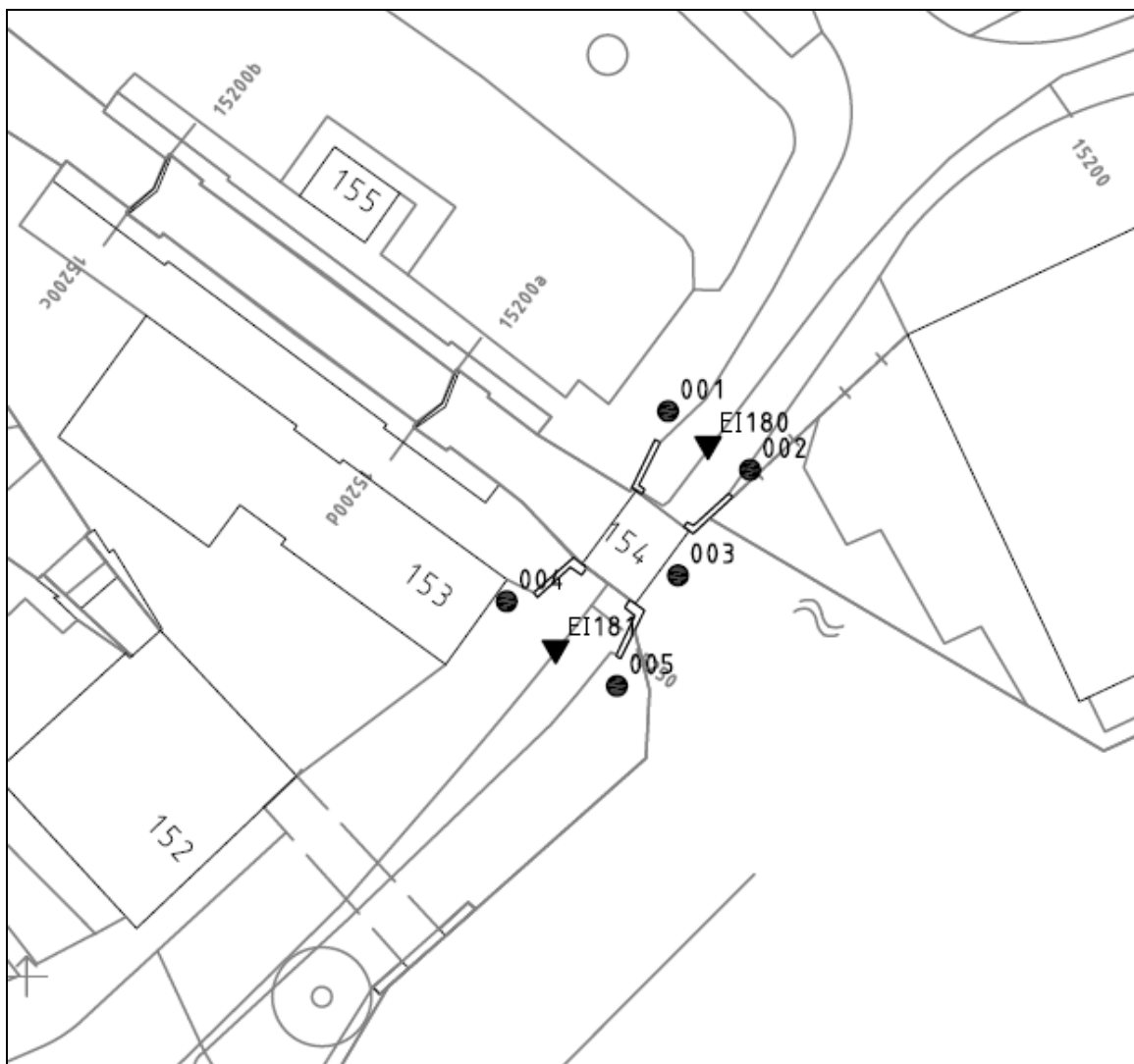
Uit de berekening met D-Foundation volgt:

Druk: minimale diepte NAP -20 m

Trek; minimale diepte NAP -17 m

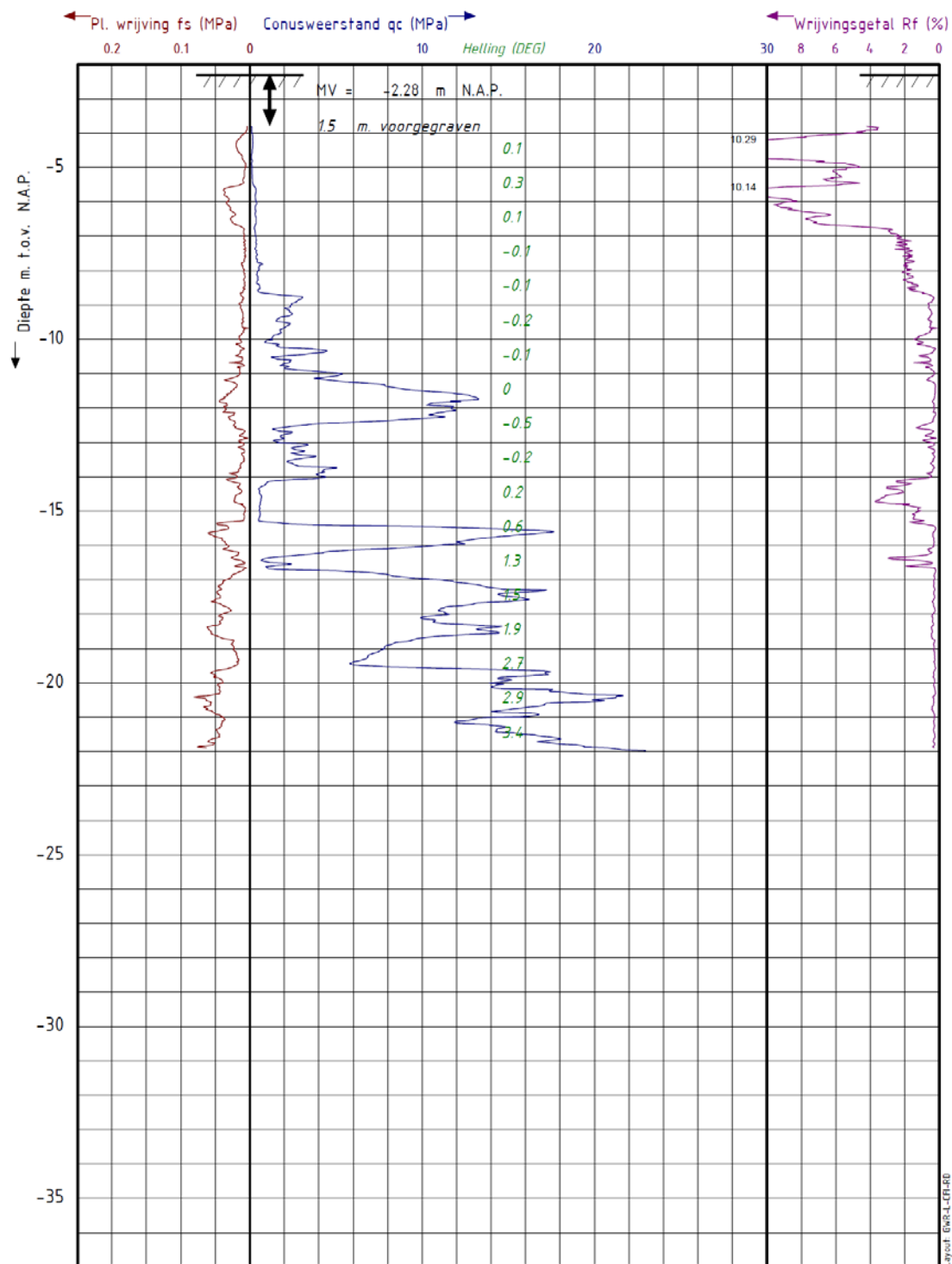
Conclusie: belasting op druk is maatgevend. Paalpunt diepte wordt NAP -20 m.

Bijlage 1 Situatie grondonderzoek





Bijlage 2 Sonderingen



Project : Berg en Broekse Verlaat
Dossier : 2012-015
Locatie : Rotterdam

Paraaf 1:

Datum test : 6-3-2012
MV. hoogte : -2.276 m. t.o.v. N.A.P.
coördinaten in RD-stelsel
X : 93276.783 Y : 440172.912
Opmerking 1:

SONDERING:

EI179

Pagina 1/1

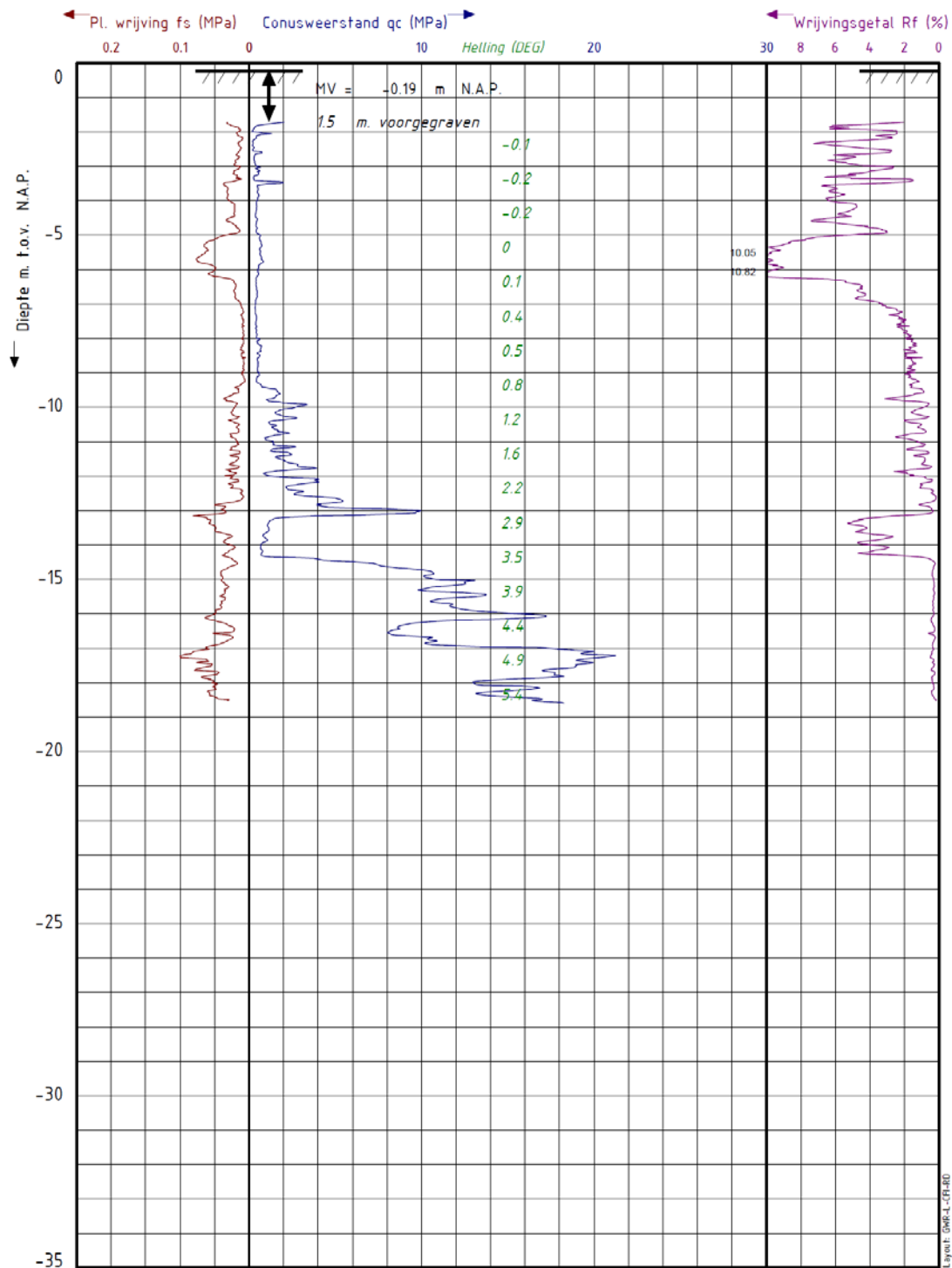
Conus type: CFP10-10

Nummer: 050905

Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2



Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Berg en Broekse Verlaat
Dossier : 2012-015
Locatie : Rotterdam

Paraaf 1:

Datum test : 6-3-2012
MV hoogte : -0.191 m. t.o.v. N.A.P.
coördinaten in RD-stelsel
X : 93334.393 Y : 440126.854
Opmerking 1:

SONDERING:

EI180

Pagina 1/1

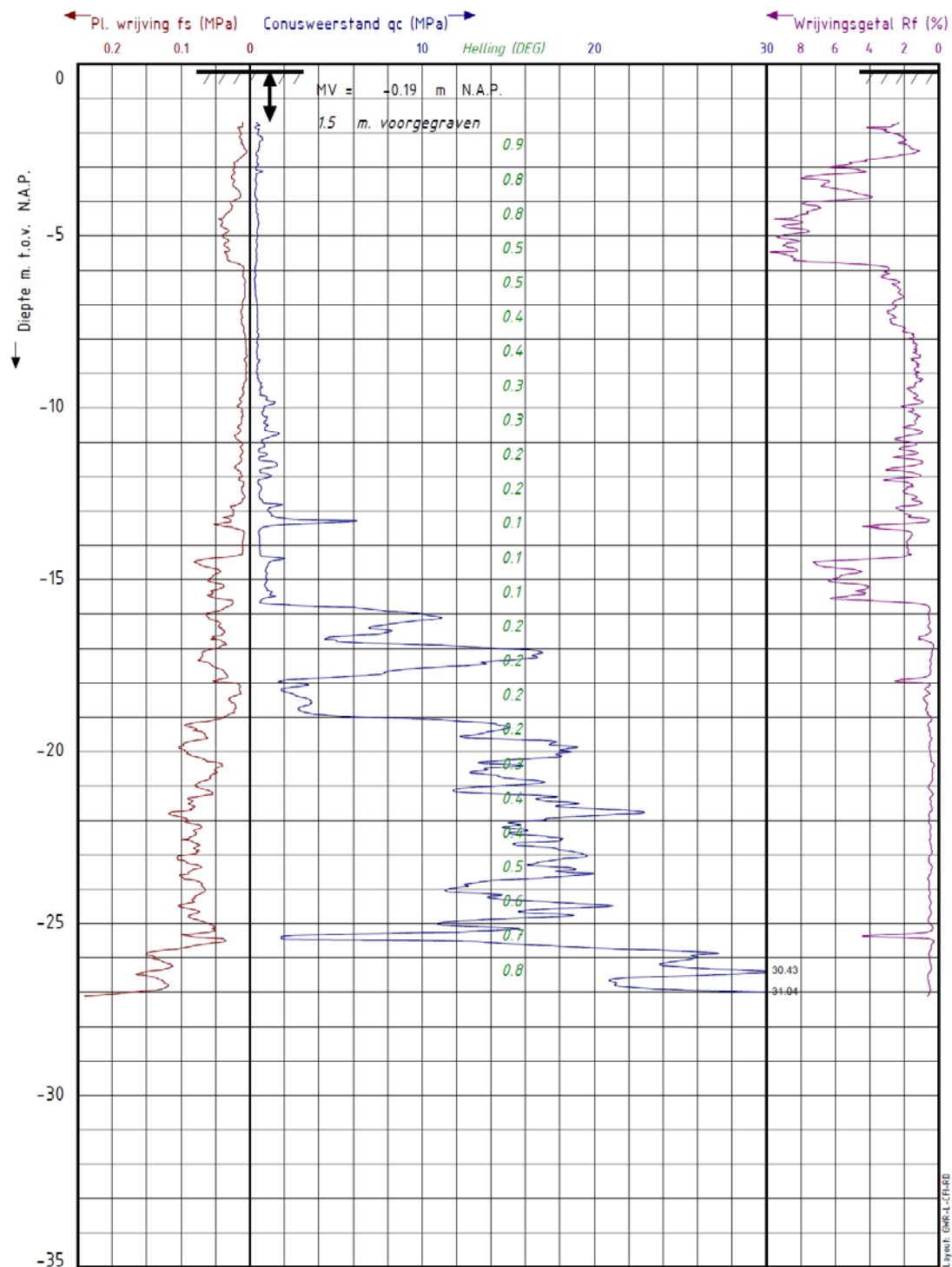
Conus type: CFP10-10

Nummer: 050905

Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2



Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Berg en Broekse Verlaat
Dossier : 2012-015
Locatie : Rotterdam

Paraaf 1:

Datum test : 21-3-2012
MV. hoogte : -0.185 m. t.o.v. N.A.P.
coördinaten in RD-stelsel
X : 93326.702 Y : 440116.552
Opmerking 1:

SONDERING:

E1181

Pagina 1/1

Conus type: CF-10

Nummer: 960206

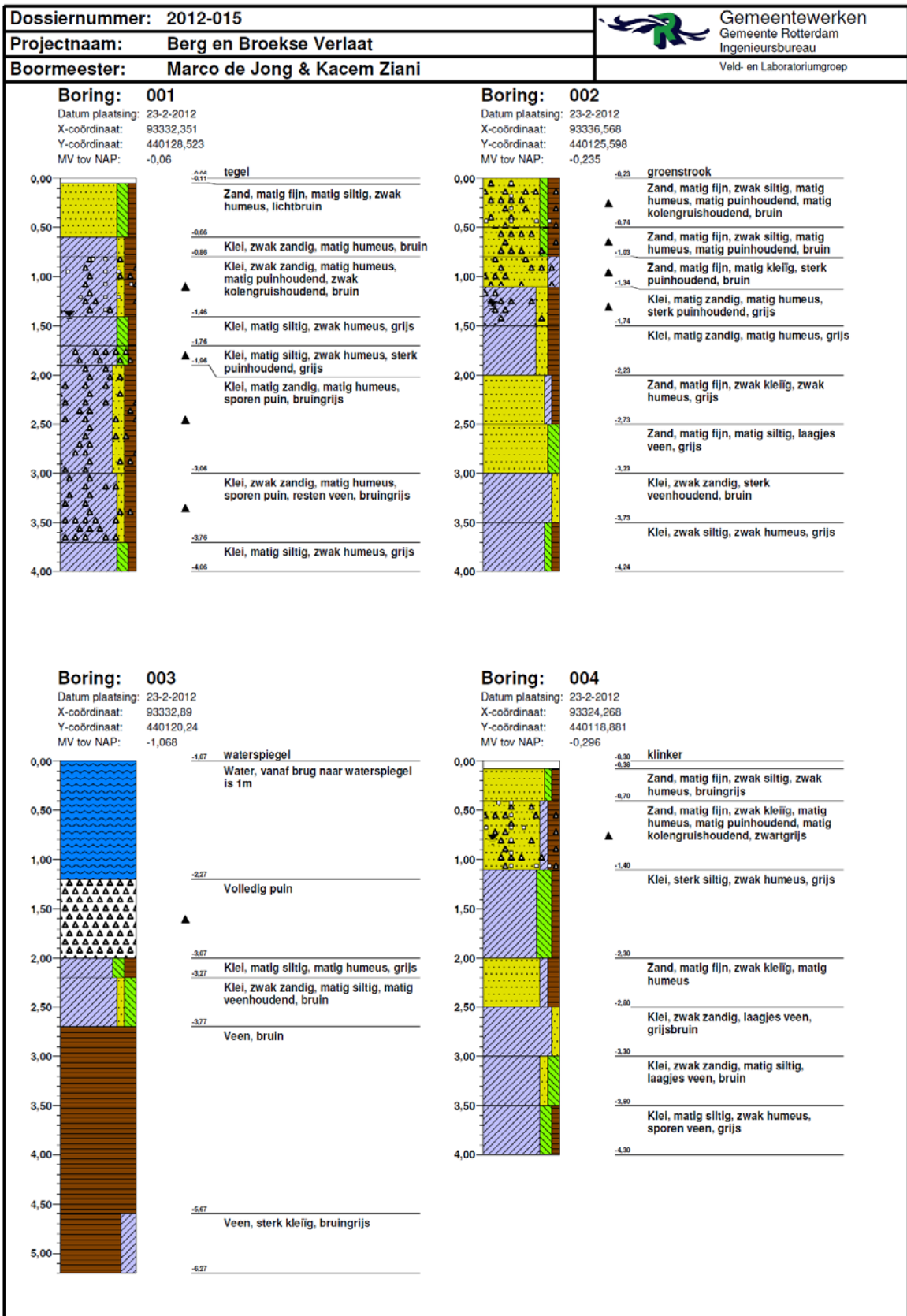
Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

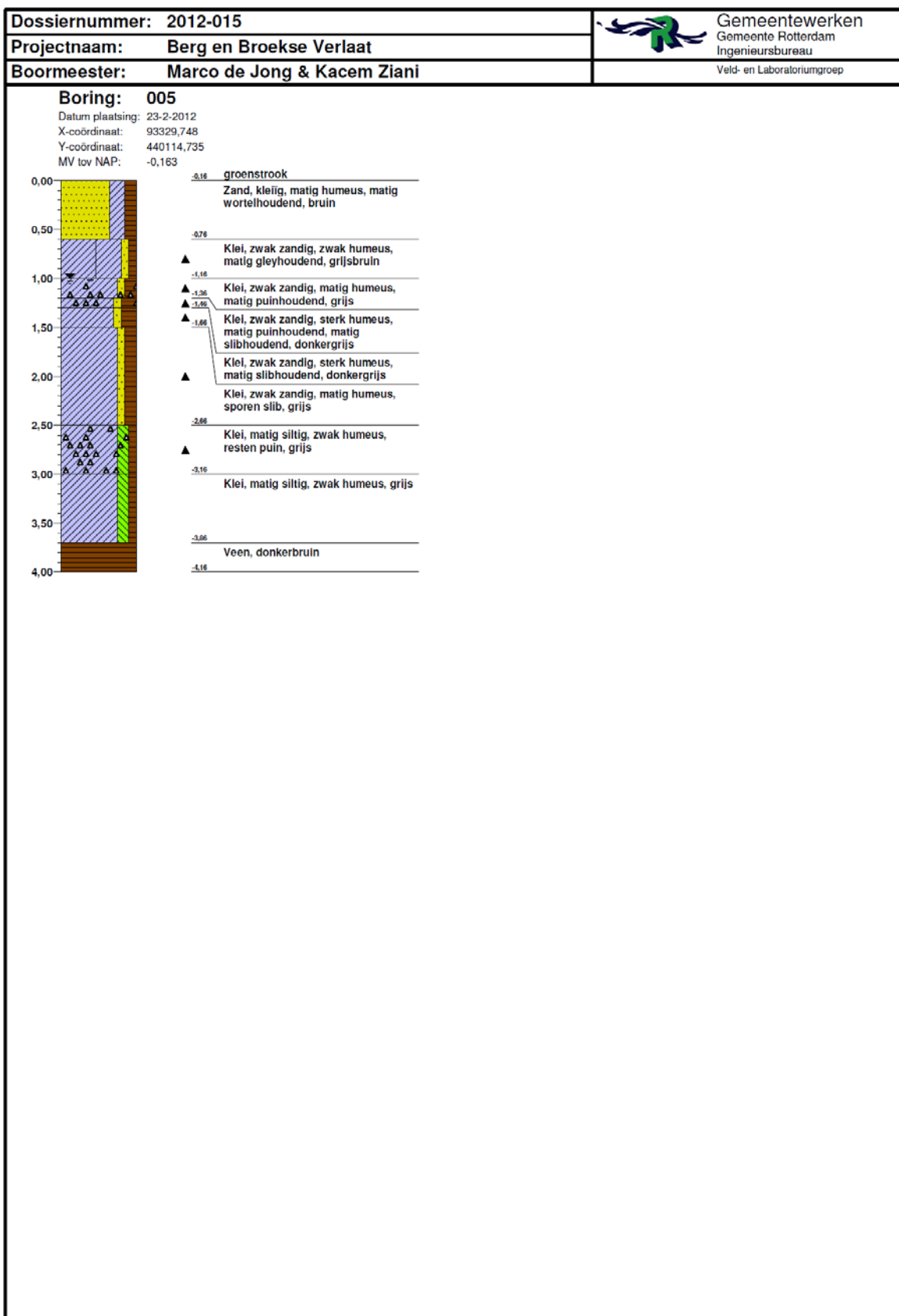


Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Bijlage 3 Boringen





Bijlage 4 Som palen met D-Sheet-piling

Report for D-Sheet Piling 9.2

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



Company:	Gemeentewerken Rotterdam
Date of report:	3-5-2012
Time of report:	16:03:02
Date of calculation:	3-5-2012
Time of calculation:	16:02:12
Filename:	M:\..\Opname remkrachten\Palen in MSheet\Paalgroep in MSheet 7x406x12
Project identification:	Berg en Broekse verlaat Paalfundering en hor belasting xx



1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Maxima per Stage	4
2.2 Supports	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
4 Construction Stage 1: Nulstap	6
4.1 General Input Data	6
4.1.1 Spring Supports	6
4.2 Input Data Left	6
4.2.1 Calculation Method	6
4.2.2 Water Level	6
4.2.3 Surface	6
4.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	6
4.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	7
4.3 Input Data Right	7
4.3.1 Calculation Method	7
4.3.2 Water Level	7
4.3.3 Surface	7
4.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	7
4.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	8
4.4 Calculation Results	8
4.4.1 Moments, Forces and Displacements	8
4.4.2 Rigid and Spring Supports	9
5 Construction Stage 2: Remmen 371 kN BGT	10
5.1 General Input Data	10
5.1.1 Spring Supports	10
5.1.2 Horizontal Loads	10
5.2 Input Data Left	10
5.2.1 Calculation Method	10
5.2.2 Water Level	10
5.2.3 Surface	10
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	10
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	11
5.3 Input Data Right	11
5.3.1 Calculation Method	11
5.3.2 Water Level	11
5.3.3 Surface	11
5.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	11
5.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	12
5.3.6 Surcharge Loads	12
5.4 Calculation Results	12
5.4.1 Moments, Forces and Displacements	12
5.4.2 Rigid and Spring Supports	13
6 Construction Stage 3: Nul na remmen	14
6.1 General Input Data	14
6.1.1 Spring Supports	14
6.2 Input Data Left	14
6.2.1 Calculation Method	14
6.2.2 Water Level	14
6.2.3 Surface	14
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	14
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	15
6.3 Input Data Right	15
6.3.1 Calculation Method	15
6.3.2 Water Level	15
6.3.3 Surface	15
6.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	15
6.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	16
6.4 Calculation Results	16
6.4.1 Moments, Forces and Displacements	16
6.4.2 Rigid and Spring Supports	17
7 Construction Stage 4: Remmen 500 kN UGT	18



7.1 General Input Data	18
7.1.1 Spring Supports	18
7.1.2 Horizontal Loads	18
7.2 Input Data Left	18
7.2.1 Calculation Method	18
7.2.2 Water Level	18
7.2.3 Surface	18
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	18
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	19
7.3 Input Data Right	19
7.3.1 Calculation Method	19
7.3.2 Water Level	19
7.3.3 Surface	19
7.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180	19
7.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	20
7.3.6 Surcharge Loads	20
7.4 Calculation Results	20
7.4.1 Moments, Forces and Displacements	20
7.4.2 Rigid and Spring Supports	21



2 Summary

2.1 Maxima per Stage

Stage no.	Stage name	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	Nulstap	0,2	9,4	-6,6	10,5	11,9	---
2	Remmen 371 k...	-26,5	-470,5	370,5	10,9	12,9	---
3	Nul na remmen	-9,5	-170,5	109,8	10,5	11,9	---
4	Remmen 500 k...	-38,2	-658,6	499,3	10,9	12,9	---
Max		-38,2	-658,6	499,3	10,9	12,9	---

2.2 Supports

Stage name	Support Inklemming landhoofd	
	Force [kN]	Moment [kNm/m']
Nulstap	-0,78	-2,98
Remmen 371 k...	147,86	-655,72
Nul na remmen	56,09	-91,56
Remmen 500 k...	214,32	-908,24



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	4
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

3.2 Sheet Piling Properties

Length	22,00 m
Level top side	0,00 m
Number of sections	1
Pr;max;point	0,00 MPa
Xi factor	0,72

Section name	From [m]	To [m]	Stiffness EI [kNm ² /m']	Acting width [m]	Maximum moment [kNm/m']
6 palen 406x12,5	-22,00	0,00	1,0300E+05	3,65	1000,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
6 palen 406x12,5	-22,00	0,00	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
6 palen 406x12,5	-22,00	0,00	3,7600E+05	3650,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
6 palen 406x12,5	-22,00	0,00	360,00	1,32	511,00



4 Construction Stage 1: Nulstap

4.1 General Input Data

4.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Inklemming land...	-0,90	7,30000E+04	1,67600E+03

4.2 Input Data Left

4.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

4.2.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

4.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
3,00	-2,45
5,00	-2,45
9,40	-0,50
9,41	0,00

4.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

**4.2.5 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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

4.3 Input Data Right**4.3.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

4.3.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

4.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
1,20	-0,90
1,25	0,00

4.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

4.3.5 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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

4.4 Calculation Results

Number of iterations: 2

4.4.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,0	0,0	0,1
1	-0,40	0,0	0,0	0,1
2	-0,40	0,0	0,0	0,1
2	-0,90	0,0	0,0	0,1
3	-0,90	-3,0	0,8	0,1
3	-1,00	-2,9	0,8	0,1
4	-1,00	-2,9	0,8	0,1
4	-2,00	-2,1	0,8	0,1
5	-2,00	-2,1	0,8	0,1
5	-2,89	-0,4	3,4	0,2
6	-2,89	-0,4	3,4	0,2
6	-3,77	4,1	6,4	0,2
7	-3,77	4,1	6,4	0,2
7	-4,85	8,9	2,2	0,2
8	-4,85	8,9	2,2	0,2
8	-5,92	8,7	-2,6	0,2
9	-5,92	8,7	-2,6	0,2
9	-7,00	3,3	-6,6	0,1
10	-7,00	3,3	-6,6	0,1
10	-7,83	-1,1	-4,0	0,1
11	-7,83	-1,1	-4,0	0,1
11	-8,67	-3,6	-2,2	0,1
12	-8,67	-3,6	-2,2	0,1



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-9,50	-5,0	-1,0	0,0
13	-9,50	-5,0	-1,0	0,0
13	-10,43	-5,1	0,7	0,0
14	-10,43	-5,1	0,7	0,0
14	-11,35	-4,2	1,4	0,0
15	-11,35	-4,2	1,4	0,0
15	-12,28	-2,8	1,6	0,0
16	-12,28	-2,8	1,6	0,0
16	-13,20	-1,2	1,6	0,0
17	-13,20	-1,2	1,6	0,0
17	-13,75	-0,4	1,3	0,0
18	-13,75	-0,4	1,3	0,0
18	-14,30	0,2	1,1	0,0
19	-14,30	0,2	1,1	0,0
19	-15,26	0,8	0,2	0,0
20	-15,26	0,8	0,2	0,0
20	-16,23	0,7	-0,2	0,0
21	-16,23	0,7	-0,2	0,0
21	-17,19	0,4	-0,3	0,0
22	-17,19	0,4	-0,3	0,0
22	-18,15	0,2	-0,2	0,0
23	-18,15	0,2	-0,2	0,0
23	-19,11	0,1	-0,1	0,0
24	-19,11	0,1	-0,1	0,0
24	-20,08	0,0	0,0	0,0
25	-20,08	0,0	0,0	0,0
25	-21,04	0,0	0,0	0,0
26	-21,04	0,0	0,0	0,0
26	-22,00	0,0	0,0	0,0
Max		8,9	-6,6	0,2
Max, minor nodes incl.		9,4	-6,6	0,2

4.4.2 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-0,90	-0,78	-2,98

5 Construction Stage 2: Remmen 371 kN BGT

5.1 General Input Data

5.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Inklemming land...	-0,90	7,30000E+04	1,67600E+03

5.1.2 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']
Fs,h;rep = 371 kN	-0,40	-101,50

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
3,00	-2,45
5,00	-2,45
9,40	-0,50
9,41	0,00

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

5.3 Input Data Right

5.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.3.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

5.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
1,20	-0,90
1,25	0,00

5.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60



Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.3.5 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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

5.3.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
BB 10kN/m ²	0,00	10,00
	30,00	10,00

5.4 Calculation Results

Number of iterations: 3

5.4.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,0	0,0	-26,5
1	-0,40	0,0	0,0	-25,4
2	-0,40	0,0	370,5	-25,4
2	-0,90	185,2	370,5	-24,2
3	-0,90	-470,5	222,6	-24,2
3	-1,00	-448,2	222,6	-23,9



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
4	-1,00	-448,2	222,6	-23,9
4	-2,00	-225,6	222,6	-20,8
5	-2,00	-225,6	222,6	-20,8
5	-2,89	-47,5	173,9	-17,6
6	-2,89	-47,5	173,9	-17,6
6	-3,77	76,5	102,5	-14,2
7	-3,77	76,5	102,5	-14,2
7	-4,85	163,5	61,5	-10,4
8	-4,85	163,5	61,5	-10,4
8	-5,92	214,6	35,7	-7,0
9	-5,92	214,6	35,7	-7,0
9	-7,00	244,9	21,9	-4,3
10	-7,00	244,9	21,9	-4,3
10	-7,83	241,5	-25,2	-2,7
11	-7,83	241,5	-25,2	-2,7
11	-8,67	209,4	-48,6	-1,5
12	-8,67	209,4	-48,5	-1,5
12	-9,50	165,1	-55,4	-0,8
13	-9,50	165,1	-55,3	-0,8
13	-10,43	113,7	-53,6	-0,3
14	-10,43	113,7	-53,6	-0,3
14	-11,35	68,3	-43,7	-0,1
15	-11,35	68,3	-43,7	-0,1
15	-12,28	33,7	-30,9	0,0
16	-12,28	33,7	-30,9	0,0
16	-13,20	11,1	-18,3	0,0
17	-13,20	11,1	-18,3	0,0
17	-13,75	2,7	-12,2	0,0
18	-13,75	2,7	-12,2	0,0
18	-14,30	-2,4	-6,3	0,0
19	-14,30	-2,4	-6,3	0,0
19	-15,26	-5,3	-0,4	0,0
20	-15,26	-5,3	-0,4	0,0
20	-16,23	-4,5	1,8	-0,1
21	-16,23	-4,5	1,7	-0,1
21	-17,19	-2,6	1,9	-0,1
22	-17,19	-2,6	1,9	-0,1
22	-18,15	-1,1	1,3	-0,1
23	-18,15	-1,1	1,3	-0,1
23	-19,11	-0,2	0,6	-0,1
24	-19,11	-0,2	0,6	-0,1
24	-20,08	0,1	0,1	-0,1
25	-20,08	0,1	0,1	-0,1
25	-21,04	0,1	-0,1	0,0
26	-21,04	0,1	-0,1	0,0
26	-22,00	0,0	0,0	0,0
Max		-470,5	370,5	-26,5
Max, minor nodes incl.		-470,5	370,5	-26,5

5.4.2 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-0,90	147,86	-655,72



6 Construction Stage 3: Nul na remmen

6.1 General Input Data

6.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Inklemming land...	-0,90	7,30000E+04	1,67600E+03

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
3,00	-2,45
5,00	-2,45
9,40	-0,50
9,41	0,00

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

**6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)**

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

6.3 Input Data Right**6.3.1 Calculation Method**

Calculation method: C, phi, delta

6.3.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

6.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
1,20	-0,90
1,25	0,00

6.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.3.5 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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

6.4 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.4.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,0	0,0	-9,5
1	-0,40	0,0	0,0	-9,3
2	-0,40	0,0	0,0	-9,3
2	-0,90	0,0	0,0	-9,2
3	-0,90	-91,6	-56,1	-9,2
3	-1,00	-97,2	-56,1	-9,1
4	-1,00	-97,2	-56,1	-9,1
4	-2,00	-153,3	-56,1	-8,6
5	-2,00	-153,3	-55,9	-8,6
5	-2,89	-163,7	38,8	-7,8
6	-2,89	-163,7	38,9	-7,8
6	-3,77	-93,5	109,8	-6,7
7	-3,77	-93,5	109,8	-6,7
7	-4,85	5,5	75,1	-5,1
8	-4,85	5,5	75,1	-5,1
8	-5,92	71,0	47,9	-3,5
9	-5,92	71,0	47,9	-3,5
9	-7,00	111,3	27,5	-2,1
10	-7,00	111,3	27,6	-2,1
10	-7,83	120,6	-2,4	-1,3
11	-7,83	120,6	-2,4	-1,3
11	-8,67	110,8	-19,2	-0,6
12	-8,67	110,8	-19,2	-0,6



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
12	-9,50	91,2	-26,5	-0,2
13	-9,50	91,2	-26,5	-0,2
13	-10,43	65,8	-27,1	0,0
14	-10,43	65,8	-27,1	0,0
14	-11,35	42,3	-23,0	0,2
15	-11,35	42,3	-23,0	0,2
15	-12,28	23,6	-17,3	0,2
16	-12,28	23,6	-17,3	0,2
16	-13,20	10,2	-12,0	0,2
17	-13,20	10,2	-12,0	0,2
17	-13,75	3,7	-11,6	0,1
18	-13,75	3,7	-11,6	0,1
18	-14,30	-2,6	-11,4	0,1
19	-14,30	-2,6	-11,4	0,1
19	-15,26	-8,2	-1,4	0,0
20	-15,26	-8,2	-1,4	0,0
20	-16,23	-7,3	2,5	0,0
21	-16,23	-7,3	2,5	0,0
21	-17,19	-4,6	2,9	0,0
22	-17,19	-4,6	2,9	0,0
22	-18,15	-2,1	2,1	0,0
23	-18,15	-2,1	2,1	0,0
23	-19,11	-0,6	1,0	0,0
24	-19,11	-0,6	1,0	0,0
24	-20,08	0,0	0,3	0,0
25	-20,08	0,0	0,3	0,0
25	-21,04	0,1	0,0	0,0
26	-21,04	0,1	0,0	0,0
26	-22,00	0,0	0,0	0,0
Max		-163,7	109,8	-9,5
Max, minor nodes incl.		-170,5	109,8	-9,5

6.4.2 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-0,90	56,09	-91,56



7 Construction Stage 4: Remmen 500 kN UGT

7.1 General Input Data

7.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
Inklemming land...	-0,90	7,30000E+04	1,67600E+03

7.1.2 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Load [kN/m']
Fs,h;d = 500 kN	-0,40	-136,80

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
3,00	-2,45
5,00	-2,45
9,40	-0,50
9,41	0,00

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.2.5 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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

7.3 Input Data Right

7.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.3.2 Water Level

Water level: -1,00 [m]

7.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-2,00
1,20	-0,90
1,25	0,00

7.3.4 Soil Material Properties in Profile: EI180

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m ³]	Sat [kN/m ³]			
Zand	0,00	18,00	20,00	0,00	30,00	20,00
Klei	-1,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Veen	-3,77	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Klei	-7,00	14,00	14,00	6,00	20,00	13,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	17,00	19,00	0,00	27,50	18,00
Veen	-13,20	10,00	10,00	6,00	17,50	0,00
Pleistoceen	-14,30	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60



Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand	0,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-1,00	1,00	1,00	Fine
Veen	-3,77	1,00	1,00	Fine
Klei	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand/klei gelaa...	-9,50	1,00	1,00	Fine
Veen	-13,20	1,00	1,00	Fine
Pleistoceen	-14,30	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]
Zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-1,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-3,77	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-13,20	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Pleistoceen	-14,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.3.5 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]
Zand	0,00	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
Veen	-13,20	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Pleistoceen	-14,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Zand	0,00	3000,00	3000,00
Klei	-1,00	3000,00	3000,00
Veen	-3,77	250,00	250,00
Klei	-7,00	3000,00	3000,00
Zand/klei gelaa...	-9,50	800,00	800,00
Veen	-13,20	250,00	250,00
Pleistoceen	-14,30	5000,00	5000,00

7.3.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m ²]
BB 10kN/m ²	0,00	10,00
	30,00	10,00

7.4 Calculation Results

Number of iterations: 4

7.4.1 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,0	0,0	-38,2
1	-0,40	0,0	0,0	-36,8
2	-0,40	0,0	499,3	-36,8
2	-0,90	249,7	499,3	-35,0
3	-0,90	-658,6	285,0	-35,0
3	-1,00	-630,1	285,0	-34,7



Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
4	-1,00	-630,1	285,0	-34,7
4	-2,00	-345,1	285,0	-30,4
5	-2,00	-345,1	285,1	-30,4
5	-2,89	-111,7	236,4	-25,8
6	-2,89	-111,7	236,5	-25,8
6	-3,77	67,7	165,1	-21,0
7	-3,77	67,7	165,1	-21,0
7	-4,85	216,1	110,1	-15,3
8	-4,85	216,1	110,0	-15,3
8	-5,92	309,1	65,6	-10,3
9	-5,92	309,1	65,6	-10,3
9	-7,00	364,1	38,9	-6,2
10	-7,00	364,1	38,9	-6,2
10	-7,83	364,3	-32,9	-3,8
11	-7,83	364,3	-32,9	-3,8
11	-8,67	319,0	-70,6	-2,1
12	-8,67	319,0	-70,5	-2,1
12	-9,50	253,5	-82,9	-0,9
13	-9,50	253,5	-82,9	-0,9
13	-10,43	176,3	-81,0	-0,2
14	-10,43	176,3	-80,9	-0,2
14	-11,35	107,5	-66,4	0,2
15	-11,35	107,5	-66,4	0,2
15	-12,28	54,6	-47,8	0,2
16	-12,28	54,6	-47,8	0,2
16	-13,20	18,8	-29,9	0,2
17	-13,20	18,8	-29,9	0,2
17	-13,75	4,3	-23,2	0,1
18	-13,75	4,3	-23,2	0,1
18	-14,30	-6,7	-16,8	0,1
19	-14,30	-6,7	-16,9	0,1
19	-15,26	-14,4	-1,1	0,0
20	-15,26	-14,4	-1,1	0,0
20	-16,23	-12,1	4,7	0,0
21	-16,23	-12,1	4,6	0,0
21	-17,19	-7,2	5,0	-0,1
22	-17,19	-7,2	5,0	-0,1
22	-18,15	-3,1	3,4	-0,1
23	-18,15	-3,1	3,4	-0,1
23	-19,11	-0,8	1,6	-0,1
24	-19,11	-0,8	1,6	-0,1
24	-20,08	0,1	0,4	-0,1
25	-20,08	0,1	0,4	-0,1
25	-21,04	0,1	-0,2	0,0
26	-21,04	0,1	-0,2	0,0
26	-22,00	0,0	0,0	0,0
Max		-658,6	499,3	-38,2
Max, minor nodes incl.		-658,6	499,3	-38,2

7.4.2 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
3	-0,90	214,32	-908,24

End of Report