



Riolering Provenierssingel

Aanbrengen riolering bij de Schiekade

Datum

1 februari 2013

GIS-BIS CODE

2011-076/A

Adviseur

M.S. Haidari M.Sc.

Projectbegeleider

Ir. D. Wilschut

Paraaf:

Paraaf:

01-02-13

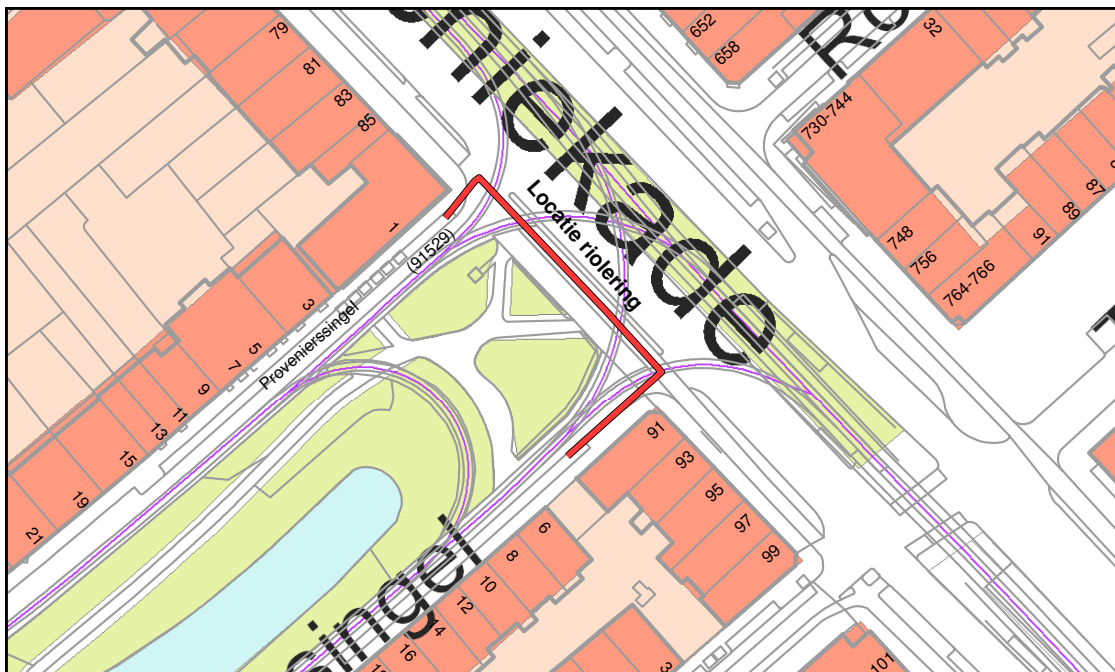


Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	4
2.1	Documenten van de opdrachtgever	4
2.2	Vigerende voorschriften en normen	4
2.3	Geometriegegevens	4
2.4	Bebouwing	4
2.5	Kabels en leidingen	5
3	Grond en grondwaterstand	6
3.1	Uitgevoerd grondonderzoek	6
3.2	Grondopbouw	6
3.3	Grondwater	7
4	Bouwsleuf	9
4.1	Voorgestelde werkwijze	9
4.2	Rekenmethode	10
4.3	Grondparameters	10
4.4	Bruikbaarheidgrenstoestand (BGT)	10
4.5	Uiterste grenstoestand	11
4.6	Uitgevoerde berekeningen	11
4.7	Schematisering constructie	12
4.8	Resultaten	13
5	Zetting en horizontale grondverplaatsing	14
5.1	Zettingen	14
5.2	Horizontale vervormingen	14
6	Uitvoeringsaspecten	15

1 Inleiding

In opdracht van Stadsontwikkeling Rotterdam heeft het ontwerpteam Stad van het Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam het cluster Geotechniek van MRO Bodem gevraagd te adviseren inzake van de aanleg van de riolering bij de Schiekade te Rotterdam, zie figuur 1. Deze werkzaamheden zijn een aanvulling op de rioolwerkzaamheden in de Provenierssingel.



Figuur 1: Beschouwde locaties van de riolering

Bij de Provenierssingel en langs de Schiekade wordt een Ø 400 BT MS en Ø 500 BT MS rioolleiding aangelegd. De maximale ontgravingsdiepte bij de Provenierssingel is 3,30 m en langs de Schiekade is 2,65 m.

Langs de Schiekade zijn bestaande kabels en leidingen aanwezig. Sommige deze leidingen zijn zettingsgevoelig en liggen dicht bij nieuw aan te leggen riolering. Daarnaast moeten een aantal tramsporen worden gekruist. Deze zullen tijdens de werkzaamheden buiten bedrijf worden genomen.

Door de opdrachtgever is gevraagd om een geotechnisch advies waarin opgenomen:

- Dimensionering van sleufbekisting/damwand of een berliner-wand;
- Invloed van de ontgraving op de omgeving;
- Uitvoeringsaspecten.

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten van de opdrachtgever

De volgende gegevens zijn door de opdrachtgever ter beschikking gesteld.

- Situatietekening van het riooltracé met de bestaande en toekomstige situatie, tekening nr. onbekend-, d.d. 21-01-2013, versie voorlopig;
- Dwarsprofielen tekening nr. onbekend, d.d. 21-10-2013 versie voorlopig.

2.2 Vigerende voorschriften en normen

Als basis voor de berekeningen dienen:

- EN 1997 Eurocode 7 “Geotechnisch ontwerp”;
- CUR 166 “Damwandconstructie 4^e druk”, 2005.

2.3 Geometriegegevens

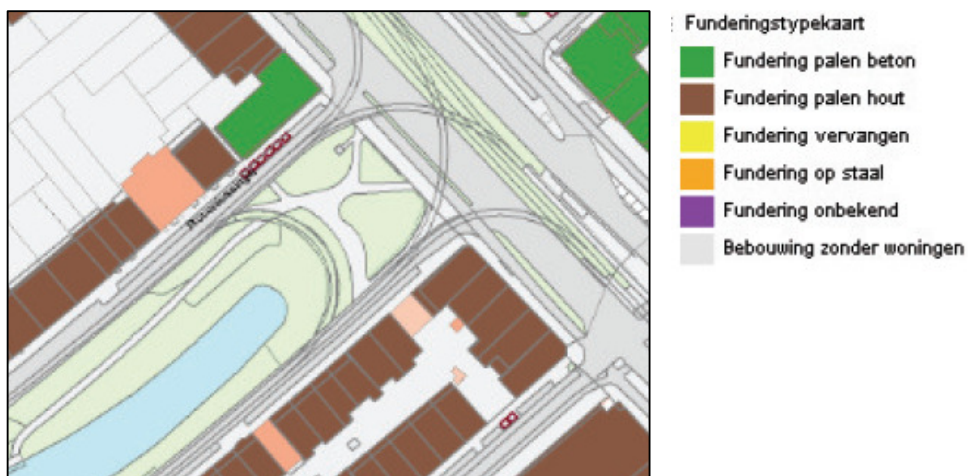
Geometrische gegevens volgens de boven genoemde tekeningen (zie hoofdstuk 2.1) welke zijn verstrekt door het voorbereidingsteam van het Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam.

De belangrijke projectpeilen zijn:

- bestaande hoogte van het maaiveld ter plaatse van het beschouwde deel van het riooltracé ligt op circa NAP +0,05 m;
- de maximale ontgravingdiepte bij de Provenierssingel ligt op NAP -3,30 m en bij de Schiekade ligt op NAP -2,60 m;
- singelpeil in dit gebied ligt op NAP -2,40 m.

2.4 Bebouwing

Ter plaatse waar wordt tot maximaal circa 3,30 m diep en 1,70 breed ontgraven, zijn panden op houten- en betonnenpalen gefundeerd, zie figuur 2. Als gevolg van langdurige bemaling en verlaging van grondwaterstand kan aantasting van paalkoppen en zetting optreden. De duur en diepte van de bemaling moet daarom beperkt blijven om het effect te beperken.



Figuur 2-1: Funderingstype ter plaatse van de ontgraving

3 Grond en grondwaterstand

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Voor de schematisatie van de bodemopbouw is gebruik gemaakt van bestaand grondonderzoek. Het gebruikte grondonderzoek is weergegeven in Tabel 3.1 t/m Tabel 3.4.

De situatietekening van het grondonderzoek is weergegeven in bijlage 1 en de resultaten van het grondonderzoek zijn weergegeven in bijlage 2.

Tabel 3.1 Overzicht sonderingen

sondering	Maaiveld [m NAP]	Diepte [m NAP]
GH1393	-0,14	-20,10
GH1394	-0,46	-20,40
GH1032	-0,12	-30,00

Tabel 3.2 Overzicht boringen

boring	Maaiveld [m NAP]	Diepte [m NAP]
B/001a	0,12	2,88
B/003	-0,07	-3,07
B/004	-0,27	-4,27
B/028	-0,26	-3,26

3.2 Grondopbouw

In tabel 3.4 is de laagopbouw gegeven zoals gebruikt voor de berekeningen.

Tabel 3.3: Globale laagopbouw (sondering GH1393)

Van [m NAP]	Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]
-0,1	zand	20
-3,0	klei matig siltig, matig humeus	15
-3,3	zand	20
-4,0	klei matig siltig, matig humeus	15
-5,7	Veen, mineraalarm	11
-8,0	klei zwak siltig, sterk humeus	13
-11,0	klei matig siltig, matig humeus	15
-11,8	klei zwak siltig, sterk humeus	13
-13,5	Veen, sterk kleiig	12
-15,0	klei, zwak siltig, sterk humeus	13
-16,2<	vast zand	

Grondparameters

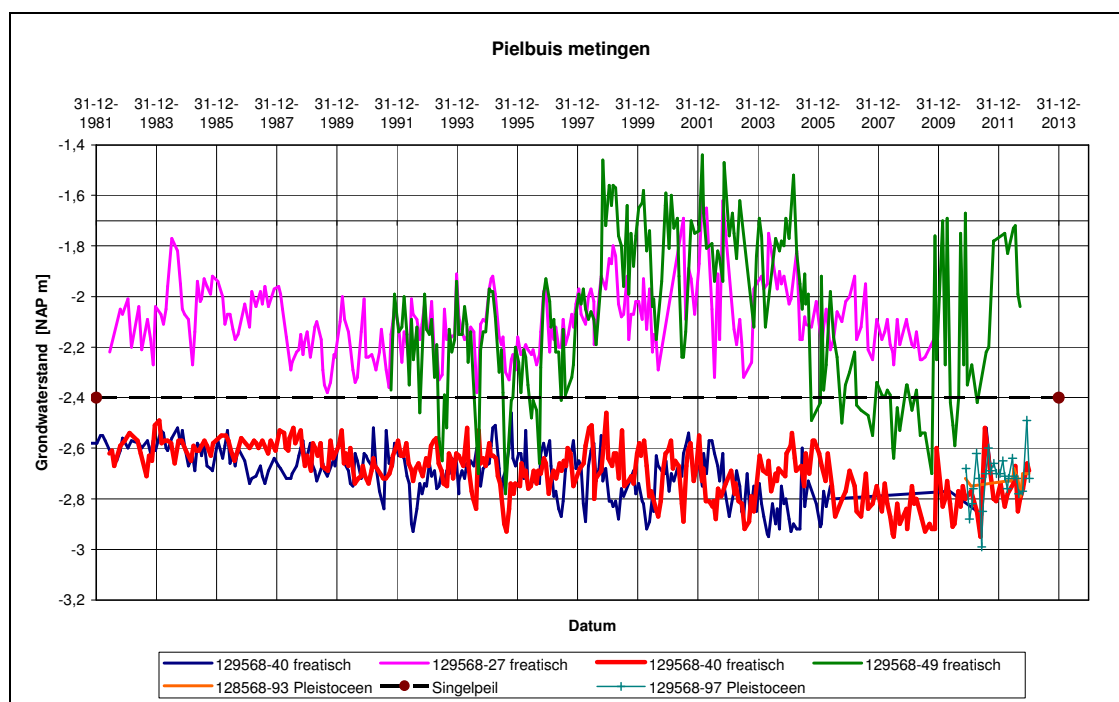
De rekenwaarden van de grondparameters zijn afkomstig uit de gehele proevenverzameling uit het Rotterdams Bodemarchief. De grondparameters zoals vastgesteld uit de proeven zijn beschreven in Tabel 4.1.

3.3 Grondwater

De hydrologische gegevens zijn ontleend aan de reeds aanwezige peilbuizen (zie Tabel 3.4) en archief gegevens.

Tabel 3.4 Overzicht peilbuizen

Peilbuis	max. g.w.s. [m NAP]	min. g.w.s. [m NAP]	gem. g.w.s. [m NAP]	gemeten tot
129568-28	-2,00	-2,78	-2,54	4-1-2013
129568-27	-1,61	-2,38	-2,10	19-11-2009
129568-40	-2,46	-2,95	-2,69	4-1-2013
129568-49	-1,44	-2,78	-2,08	18-9-2012
128568-93	-2,68	-2,79	-2,72	4-1-2013
129568-97	-2,49	-2,99	-2,72	8-1-2013



De rekenwaarden voor het grondwater zijn hieronder samengevat.
De uitgangspunten voor de berekeningen zijn gegeven in Tabel 3.5:



Tabel 3.5 Uitgangspunten grond- en oppervlaktewater

Onderdeel	Maatgevende potentiaal [m NAP]	Opmerking
singelpeil	-2,40	
Freatische grondwaterstand	-2,10	Gemiddelde
Eerste watervoerend pakket	-2,68	Maximaal

4 Bouwsleuf

4.1 Voorgestelde werkwijze

Ten behoeve van de aanleg van de nieuwe riolering moet een bouwput worden gegraven. Gezien de diepte van de sleuf en om horizontale verplaatsingen van grond en leiding te voorkomen is een grondkering nodig. Een gesloten damwand plaatsen is niet mogelijk als gevolg van de kruisen de kabels, leidingen en tramsporen. Een grondkering die wel mogelijk is, is een berlinerwand.

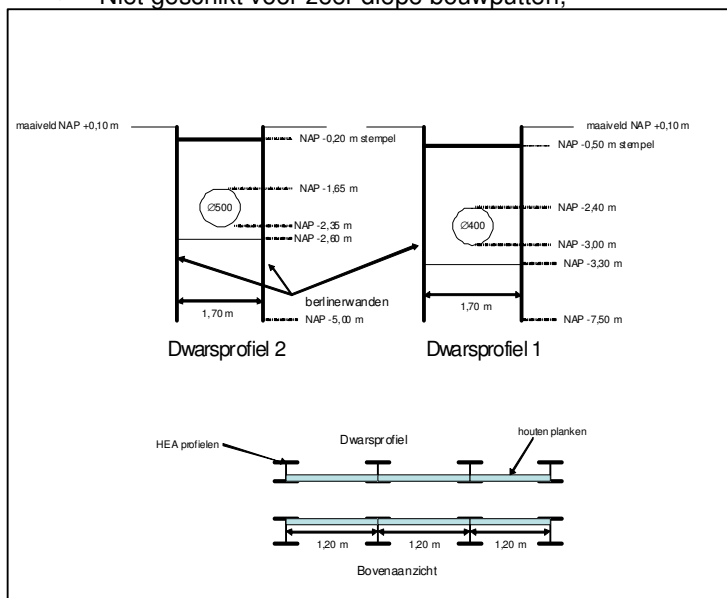
Dit is een grondkering die bestaat uit verticaal in de grond geplaatste stalen H- of I-profielen als staanders en houten, betonnen of stalen platen of planken als wand daartussen. Deze constructie is ook mogelijk bij de te kruisen tramsporen. Hiervan worden de betonnen onderbouw gesloopt, maar de sporen zelf worden niet onderbroken. Na het grondwerk wordt een nieuwe onderbouw voor de trambaan gemaakt waarop de bestaande spoorstaven worden gesteld.

Voordelen van de berlinerwand:

- Een berlinerwand is een relatief eenvoudige en flexibele oplossing;
- Kan eenvoudig worden aangepast aan de omstandigheden en de situatie van de bouwput;
- Kan trillingsvrij worden uitgevoerd met licht materieel;
- Hergebruik materialen (de constructie is tot de laatste balk terug te winnen en opnieuw te gebruiken).

Nadelen van de berlinerwand:

- Deze vorm van grondkering is niet waterdicht, dus alleen toe te passen als (vrijwel) droog ontgraven wordt;
- Niet geschikt voor zeer diepe bouwputten;



Figuur 4-1: Uitvoeringswijze van de aanleg van riolering

4.2 Rekenmethode

De berlinerwandberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het computerprogramma D-SheetPiling, versie 9.2. Dit programma berekent damwanden volgens het elasto-plastisch verenmodel, waarin de gronddruk op de wand afhangt van de horizontale verplaatsingen. D-SheetPiling berekent momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een grondkerende wand, al dan niet (meervoudig) verankerd c.q gestempeld. Er is uitgegaan van rechte glijvlakken. De berekeningen zijn uitgevoerd met het multi-lineaire verenmodel. De berlinerwandberekeningen zijn uitgevoerd voor de Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) en de Uiterste grenstoestand (UGT).

4.3 Grondparameters

In Tabel 4.1 is de grondopbouw gegeven zoals deze in de berekening voor de berlinerwand is toegepast. De parameters zijn bepaald op basis van plaatselijke bekendheid met de ondergrond en CUR 166.

Tabel 4.1 Grondopbouw met representatieve waarden van de grondparameters

bk laag [m . NAP]	grondlaag	$\gamma_{nat}/\gamma_{droog}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ [°]	$K_{h;1;50\%}$ [kN/m ³]	$K_{h;2;80\%}$ [kN/m ³]	$K_{h;3;100\%}$ [kN/m ³]
-0,1	zand	20/18	0,00	30,0	20,0	12000	6000	3000
-3,0	klei siltig	15/15	6,5	26,0	17,0	4000	2000	800
-3,3	zand	20/18	0,0	30,0	20,0	12000	6000	3000
-4,0	klei siltig	15/15	6,5	26,0	17,0	4000	2000	800
-5,7	veen	11/11	4,0	24,0	0,0	1000	500	250
-8,0	klei humeus	13/13	3,0	22,0	15,0	2000	800	500
-11,0	klei siltig	15/15	6,5	26,0	17,0	4000	2000	800
-11,8	klei humeus	13/13	3,0	22,0	15,0	2000	800	500
-13,5	veen kleilig	12/12	3,0	19,0	0,0	1000	500	250
-15,0	klei humeus	13/13	3,0	22,0	15,0	2000	800	500
-16,2<	vast zand	19/21	0,0	32,5	22,0	20000	10000	5000

4.4 Bruikbaarheidgrenstoestand (BGT)

Een bruikbaarheidsgrenstoestand die ten gevolge van vervormingen in de geotechnische constructie leidt tot een ongewenst verlies aan bruikbaarheid of hoge onderhoudskosten wordt aangeduid als grenstoestand 2.

Met grenstoestand 2 wordt de gemobiliseerde weerstand aan de passieve zijde getoetst. Deze wordt in procenten uitgedrukt. De gemobiliseerde weerstand mag niet hoger zijn dan 66,6%. Verder wordt bij deze grenstoestand de verplaatsing getoetst.

De BGT wordt getoetst met representatieve waarden van de grondparameters, kerende hoogten en (grond-) waterstand.

De voor de berekeningen gehanteerde representatieve waarden voor de grondparameters staan vermeld in Tabel 4.1.

4.5 Uiterste grenstoestand

Met grenstoestand 1A wordt de sterkte van de berlinerwand getoetst. Omdat de berlinerwand een tijdelijke functie heeft, is bij de D-SheetPiling berekeningen voor de berlinerwand uitgegaan van veiligheidsklasse II met een betrouwbaarheidsindex β van 3,4.

Bij een indeling in veiligheidsklasse II worden voor de berlinerwand berekeningen partiële materiaalfactoren toegepast op onder meer:

de representatieve waarden van de grondparameters,

- de (grond)waterstand,
- de kerende hoogte.

In Tabel 4.2 zijn de partiële factoren γ en de veiligheidsmarge Δ weergegeven bij uiterste grenstoestand 1A.

Tabel 4.2 *Partiële factoren γ en veiligheidsmarges Δ*

Parameter	Klasse II	
	γ en Δ betrokken op X_{rep}	
[-]	γ	Δ [m]
ϕ'	1,15	-
c'	1,00	-
lage rekenwaarde beddingconstante	1,3	-
hoge rekenwaarde beddingconstante	1,0	-
buigstijfheid damwand	1,0	-
terreinbelasting	1,0	-
veranderlijk	1,25	-
kerende hoogte	n.v.t.	+0,30
g.w.s. lage zijde	n.v.t.	-0,20
g.w.s. hoge zijde	n.v.t.	+0,05

4.6 Uitgevoerde berekeningen

Overeenkomstig CUR 166 zijn voor het dimensioneren van de berlinerwand de volgende berekeningen uitgevoerd:

Tabel 4.3 *Uitgevoerde berekeningen*

Stap nr.	Grenstoestand	beddingsconstante	Rekenwaarden grondwaterstand lage zijde
6.1	UGT	laag	$\max(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ hoge grondwaterstand
6.2	UGT	hoog	$\max(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ hoge grondwaterstand
6.3	UGT	laag	$\min(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ lage grondwaterstand
6.4	UGT	hoog	$\min(\mu + \gamma\sigma ; \mu + \Delta)$ lage grondwaterstand
6.5	BGT	laag	-



4.7 Schematisering constructie

De volgende uitgangspunten zijn voor het dimensioneren van de berlinerwand aangehouden:

Tabel 4.4 *Uitgangspunten*

Items	DP1 Provenierssingel	DP2 Schiekade
Maaiveldniveau [NAP m]	0,10	0,10
Maximale ontgravingsdiepte [NAP m]	-3,30	-2,60
Ontgraving in “den droge” grondwater op [NAP m]	-2,10	-2,10
Breedte bouwput [m ²]	1,70	1,70
Terreinbelasting [kPa]	15	15
Hart 1° stempel [NAP m]	-0,50	-0,20
grondwater hoge zijde [NAP m]	-2,10	-2,10
grondwater lage zijde na droogzetten [NAP m]	-3,30	-2,60

De in volgende fasering bij het toepassen van Berlijnerwand is aangehouden.

Dwarsprofiel 1

fase 1

- ontgraven tot NAP -1,00 m
- grondwaterstand (g.w.s.) op NAP -2,10 m
- stempel aanbrengen op NAP -0,50 m

fase 2

- verder ontgraven tot NAP -3,30 m
- grondwaterstand (g.w.s.) op NAP -3,30 m
- riolering aanleggen en de sleuf aanvullen en goed verdichten met uitkomende zand.

Dwarsprofiel 2

fase 1

- ontgraven tot NAP -1,00 m
- grondwaterstand (g.w.s.) op NAP -2,10 m
- stempel aanbrengen op NAP -0,20 m

fase 2

- verder ontgraven tot NAP -2,60 m
- grondwaterstand (g.w.s.) op NAP -2,60 m
- riolering aanleggen en de sleuf aanvullen en goed verdichten met uitkomende zand.



4.8 Resultaten

De resultaten van de berlinerwandberekeningen zijn opgenomen in bijlage 4.

Op basis van de resultaten van de berekeningen is gekozen voor een berlinerwand. De eigenschappen van de berekende berlinerwand zijn in Tabel 4.5 weergegeven. De weergegeven inheidiepte in Tabel 4.5 voldoet voor de kerende functie van de berlinerwand. De berlinerwand is niet gedimensioneerd op verticale belastingen.

Tabel 4.5 resultaten berlinerdamwand berekeningen

	DP 1	DP2
profiel	HEA280	HEA220
Elasticiteitsmodulus [N/mm ²]	210000	210000
Stijfheid (EI) [kNm ² /m]	28713	11361
dikte houten planken [mm]	---	---
h.o.h. afstand HEA profielen [m]	1,20	1,20
Bovenkant HEA profiel en houten planken [NAP m]	+0,10	+0,10
Onderkant houten planken [NAP m]	-3,30	-2,60
Onderkant HEA profiel [NAP m]	-7,50	-5,00
Stempel niveau [NAP m]	-0,50	-0,20
Stempelkracht [kN/m]	46	22
max. moment (UGT) [kNm/m]	52	24
max. dwarskracht (UGT) [kN/m]	37	20
max doorbuiging [mm]	6,7	4
max gemobiliseerde weerstand in UGT [%]	19	20
max gemobiliseerde weerstand in BGT [%]	13	11

5 Zetting en horizontale grondverplaatsing

5.1 Zettingen

Op basis van de beschikbare milieuboringen is tot de onderkant van de aan te leggen riolering met een diameter van Ø500 mm zand aanwezig. De sleuf wordt ook met uikomende zand aangevuld. Het maaiveld blijft op de huidige hoogte gehandhaafd. Hieruit zijn bij goed verdichten van de aanvullingen geen (extra) zettingen te verwachten.

Volgens de Nieuwe Zettingskaart van Rotterdam is de gemiddelde achtergrondzetting in dit gebied tussen 13 en 17 mm per jaar.

Als gevolg van de vervorming van de bouwputwanden en het verwijderen ervan kunnen direct langs de sleuf zettingen optreden. De hier aanwezige leidingen zullen deze zettingen gedeeltelijk volgen. Bij zorgvuldige uitvoering zal deze vervorming beperkt blijven tot enkele centimeters.

5.2 Horizontale vervormingen

Als gevolg van het graven van de bouwsleuf voor het vervangen van het riool kunnen horizontale grondverplaatsing ter plaatse van de bestaande waterleiding optreden. Langs het beschouwde deel van het tracé zal de horizontale vervorming uniform zijn alleen aan het begin en het einde van het tracé kan een horizontaal grondverplaatsing verschil optreden.

De berekende vervorming van de Berlinerwand is circa 7 mm. Gezien de werkwijze van een Berlinerwand moet echter rekening worden gehouden met wat grotere grondvervormingen, die sterk uitvoeringsafhankelijk zijn. Geadviseerd wordt rekening te houden met een vervorming van circa 30 mm.

De verschilverplaatsing in de overgangszone tussen de bouwsleuf met berlinerwand en de rest van het tracé waar geen ontgraving plaatsvindt is enkele meters.

6 Uitvoeringsaspecten

De aanleg van de riolering kan volgens Figuur 4-1 worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt de werken met een maximale bouwputlengte van 7,5 m. Buiten werktijd 's nachts en weekend wordt geadviseerd het open liggende deel te minimaliseren tot maximaal 2 meter. Om de rioleringen Ø400 mm en Ø500 mm veilig te kunnen aanleggen, moet deze volgorde van de werkzaamheden worden aangehouden:

Dwarsprofiel 1

1. HEA profielen met lengte 7,1 m h.o.h. afstand van 1,20 m;
2. ontgraven tot NAP -1,00 m en stempel aanbrengen op NAP -0,50 m
3. grondwaterstand verlagen tot NAP -3,30 m;
4. verder ontgraven tot NAP -3,30 en tegelijker tijd houten planken aanbrengen;
5. de nieuwe rioleringen aanleggen en de sleuf aanvullen met uitkomende zand en goed verdichten;
6. stappen 1 t/m 5 herhalen voor het volgende segment van 4,5 m;

Dwarsprofiel 2

1. HEA profielen met lengte 5,1 m h.o.h. afstand van 1,20 m;
2. ontgraven tot NAP -1,00 m en stempel aanbrengen op NAP -0,20 m
3. grondwaterstand verlagen tot NAP -2,60 m;
4. verder ontgraven tot NAP -2,60 en tegelijker tijd houten planken aanbrengen;
5. de nieuwe rioleringen aanleggen en de sleuf aanvullen met uitkomende zand en goed verdichten;
6. stappen 1 t/m 5 herhalen voor het volgende segment van 4,5 m;

Om het uitvoeringszakingsverschillen te beperken, wordt geadviseerd om de sleuf goed te verdichten in lagen van maximaal 0,30 m.

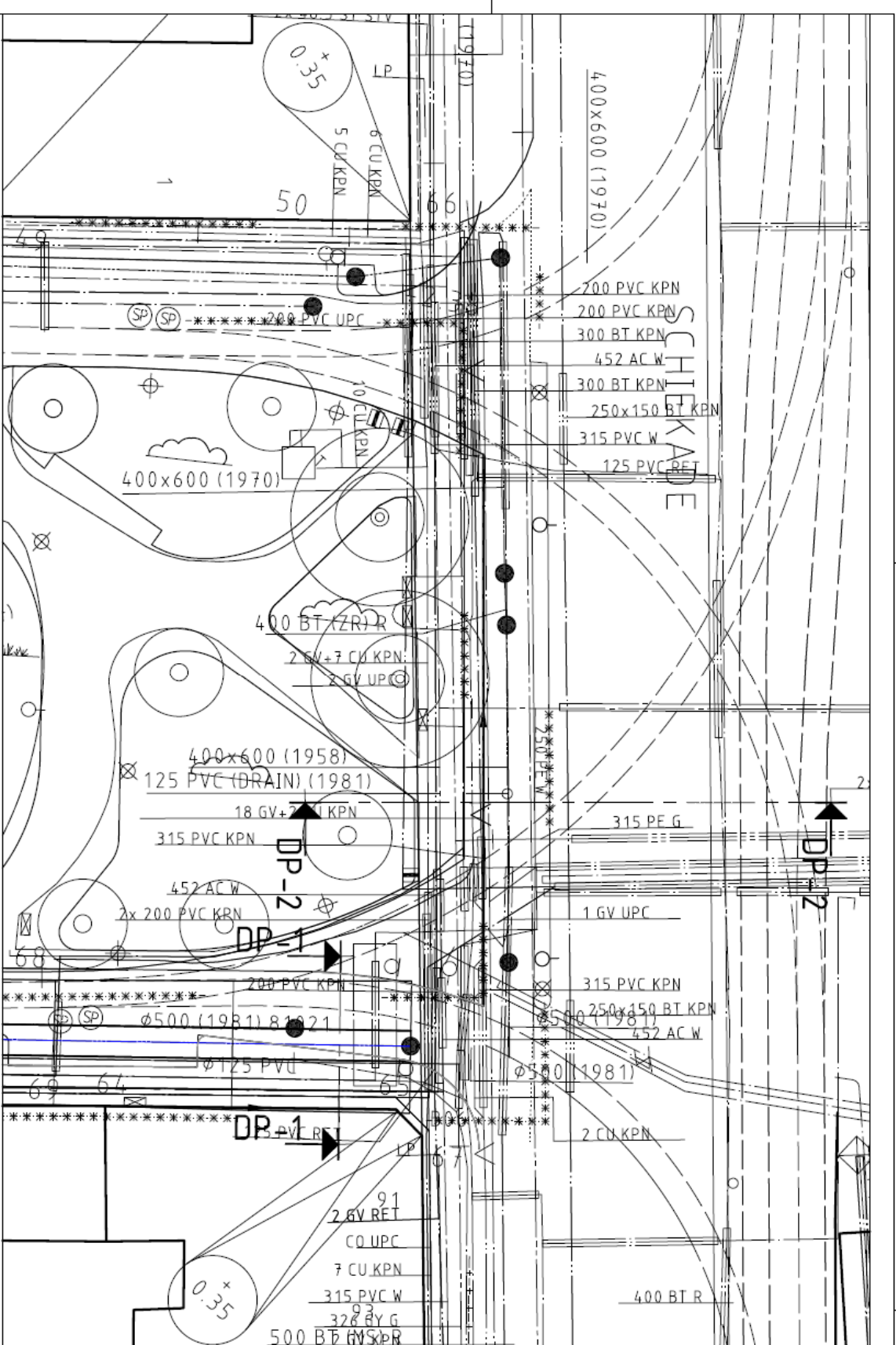
De berlinerwand van grondkering is niet waterdicht. Omdat de toplaag tot de onderkant van de te verwijderen waterleiding bestaat uit zand en bij ontgraving in den natte kan het zanderige materiaal door de instroom van het water naar de sleuf toe verplaatsen en een grotere deformatie ter plaatse van de bestaande waterleiding. Omdat dat te voorkomen, moet open bemaling worden geïnstalleerd en de grondwaterstand verlagen tot de onderkant van de te graven sleuf.

Om invloed van de bemaling in de omgeving op de zettingsgevoelige constructies beperkt te houden, moet de bemaling kort en ondiep in segmenten van maximaal 7,5 m uit te voeren, en de grondwaterstand niet verder te verlagen en langer te laten duren dan noodzakelijk voor de werkzaamheden.

Op basis van de gemiddelde stijghoogte van NAP -2,70 m en maximale ontgravingdiepte tot NAP -3,30 m bestaat geen gevaar van opdrukken van de sleufbodem tijdens de werkzaamheden.

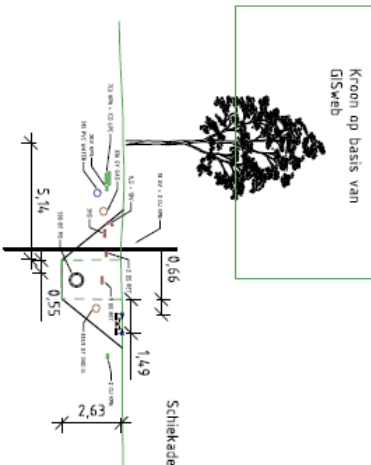


Bijlage 1: Ter beschikking gestelde gegevens



Kreun op basis van
GSwieb

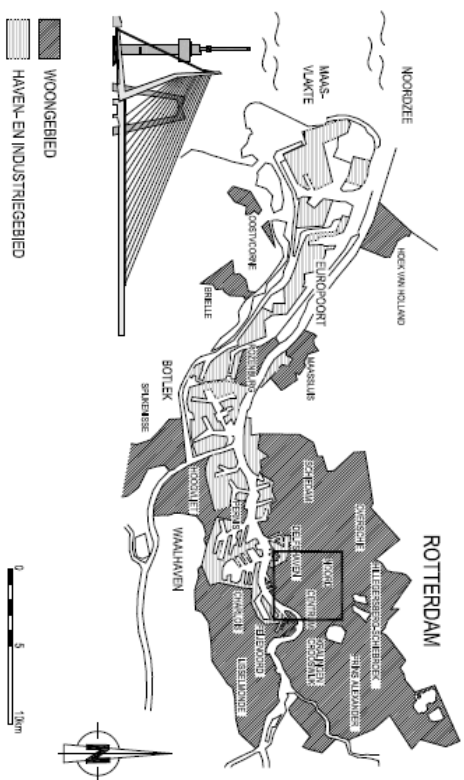
Schiedade



- Maten in millimeters, [en]z anders vermeld
- Pellingen in meters l.o.v. N.A.P., [en]z anders vermeld



SITUATIE



VERSIE

f			
e			
d			
c			
b			
a			
VERSE OMSCHRIJFING:		TIEPERNAAR	DATUM
BESCHRIJVING: JETONKOSPIRANTE ORGANAALWELDING	PROJECTCODE:	VERSIEDING:	



Gemeente Rotterdam
Stadsontwikkeling
Ingenieursniveau

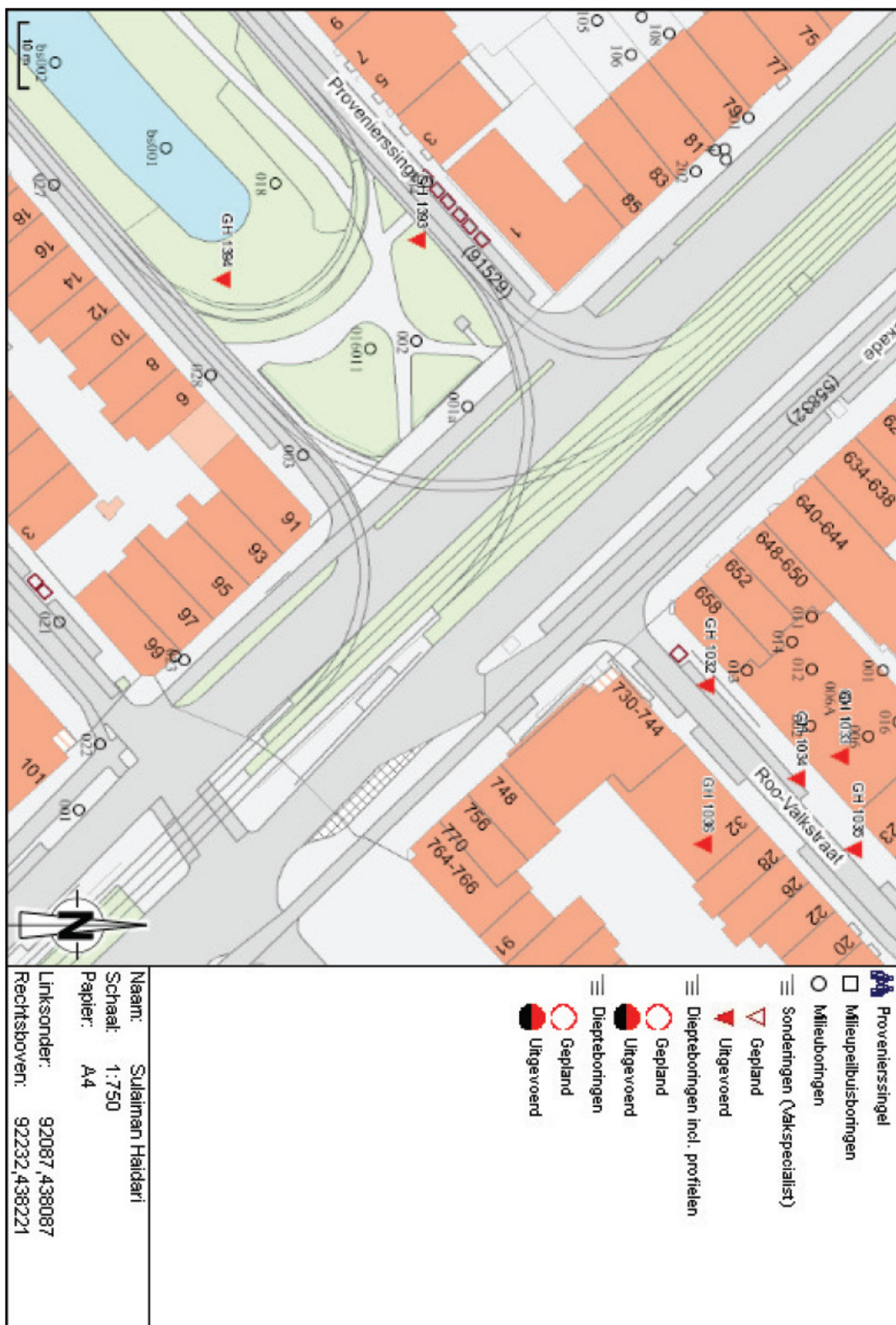
GALVANISTRAT 15
POSTBUS 6633
3002 AP ROTTERDAM
TELEFOON : 010 4893366
TELEFAX : 010 4894262

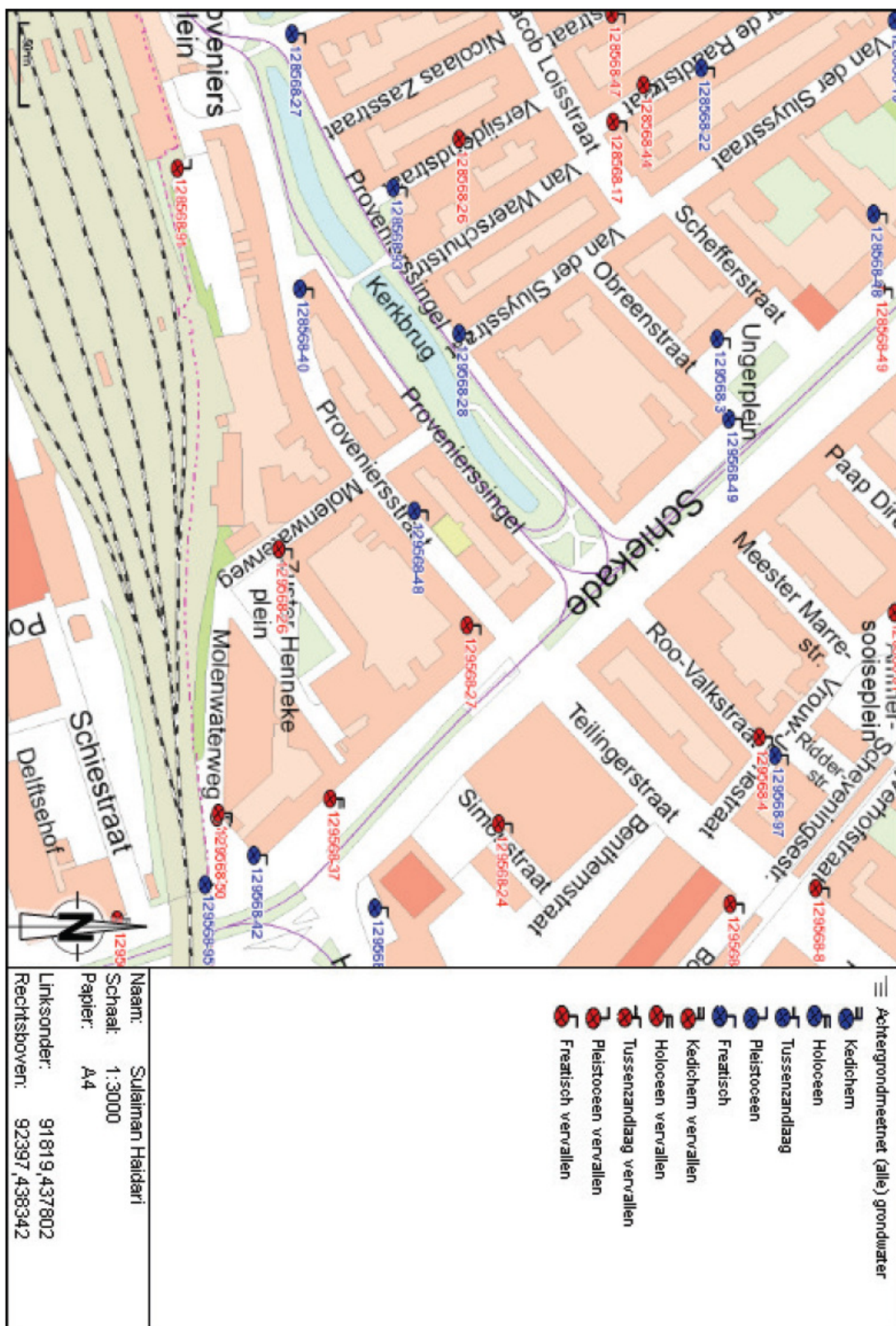
Deelgemeente Noord

Provenierswijk Provenierssingel Reconstructie Ontgraving rioleringswerken		BEHOORT BIJ: NUMMER: RECHTERSCHE DE-16-50 CODE		DOCUMENTS RESTER TERKENING	
BELEGEND: C.M. Hahmons 21-01-2013	GECONTOLEERD: N.A.F. Nieuwepol 22-04-2013	GEAUTORISEERD: A.J.A. Beekers	FORMAAT: A2 SCALA: 1:200	BUD: 1 VAN	BLADEN: 1
PARAMETRIJ: 00-00-000			WISPELDECODE: -SOCIET - VOLGENS	VERBODEN	0



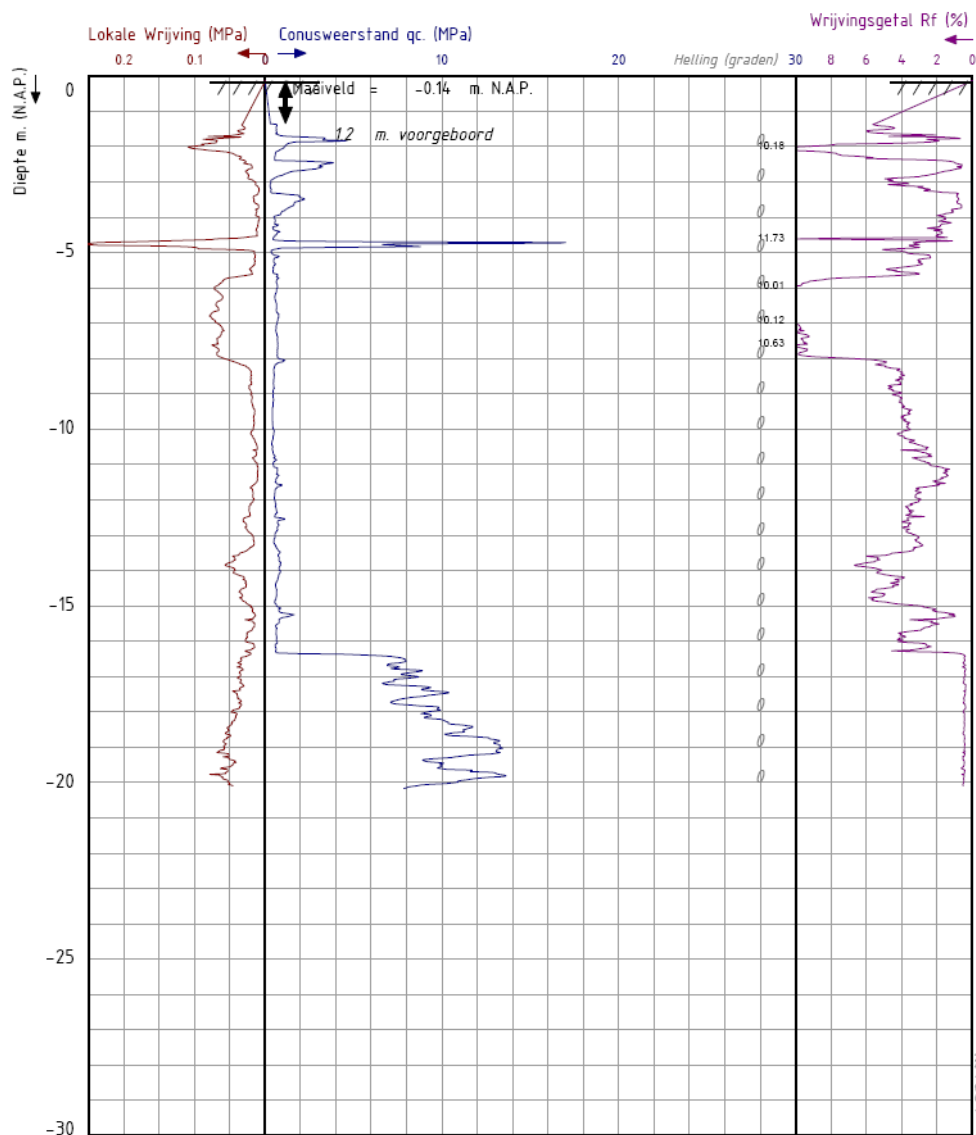
Bijlage 2: Situatietekening grondonderzoek







Bijlage 3: Resultaten grondonderzoek



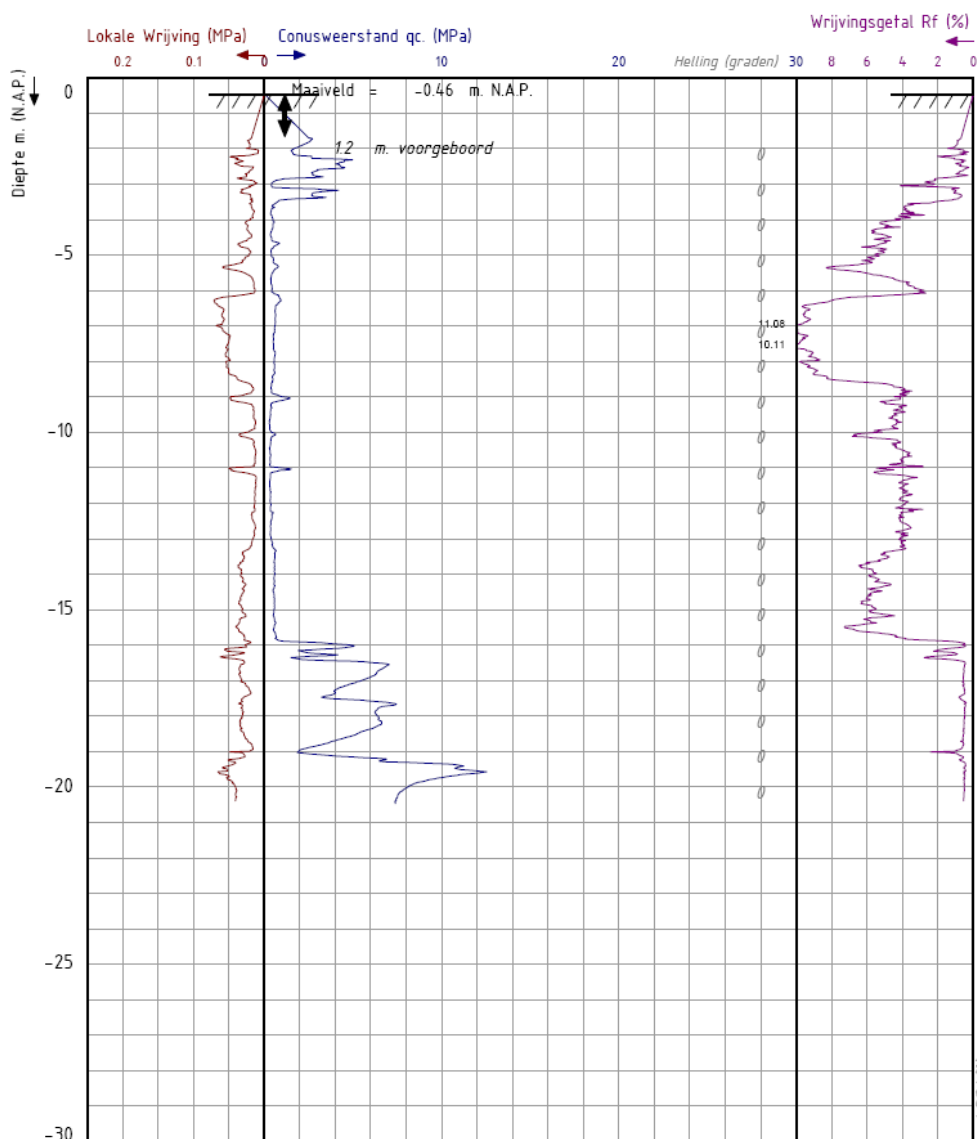
Project : Spoorsingel / Provenierssingel
Dossier : 2011-076
Lokatie : Rotterdam

Datum : 23-5-2012
Maaiveld : -0.14 m. N.A.P.
coördinaten in RD-stelsel
X : 92122.15 Y : 438148.03
Opmerking 1:

Paraaf :

Conus type: S10CFII.615 Nummer:

Sondering conform NEN 5140 Klasse 2



Project : Spoorsingel / Provenierssingel
Dossier : 2011-076
Lokatie : Rotterdam

Paraaf :

Datum : 23-5-2012
Maaiveld : -0.46 m. N.A.P.
coördinaten in RD-stelsel
X : 92128.09 Y : 438118.76
Opmerking 1:

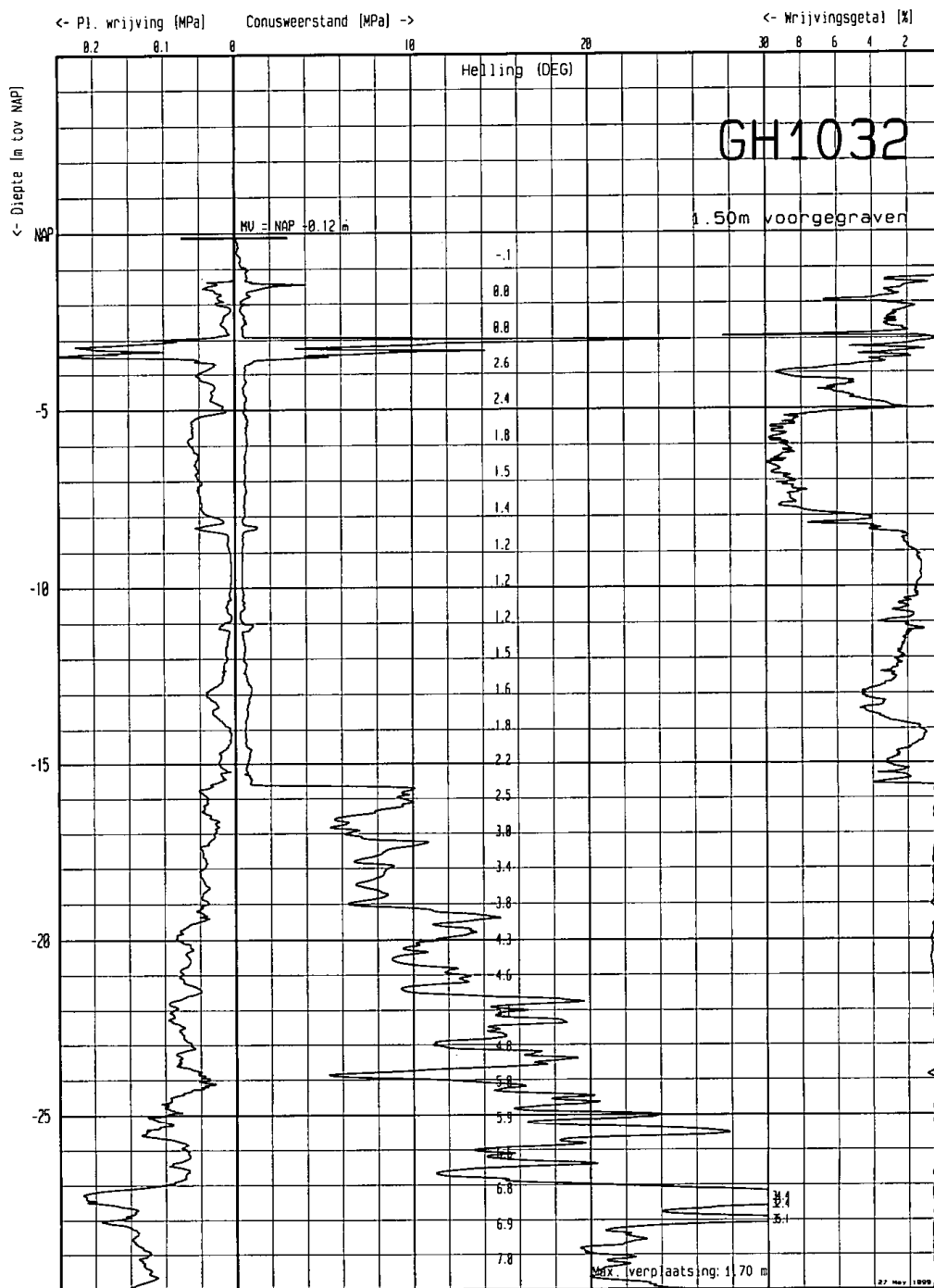
SONDERING:

GH1394

Pagina 1/1

Conus type: S10CFII.615 Nummer:

Sondering conform NEN 5140 Klasse 2



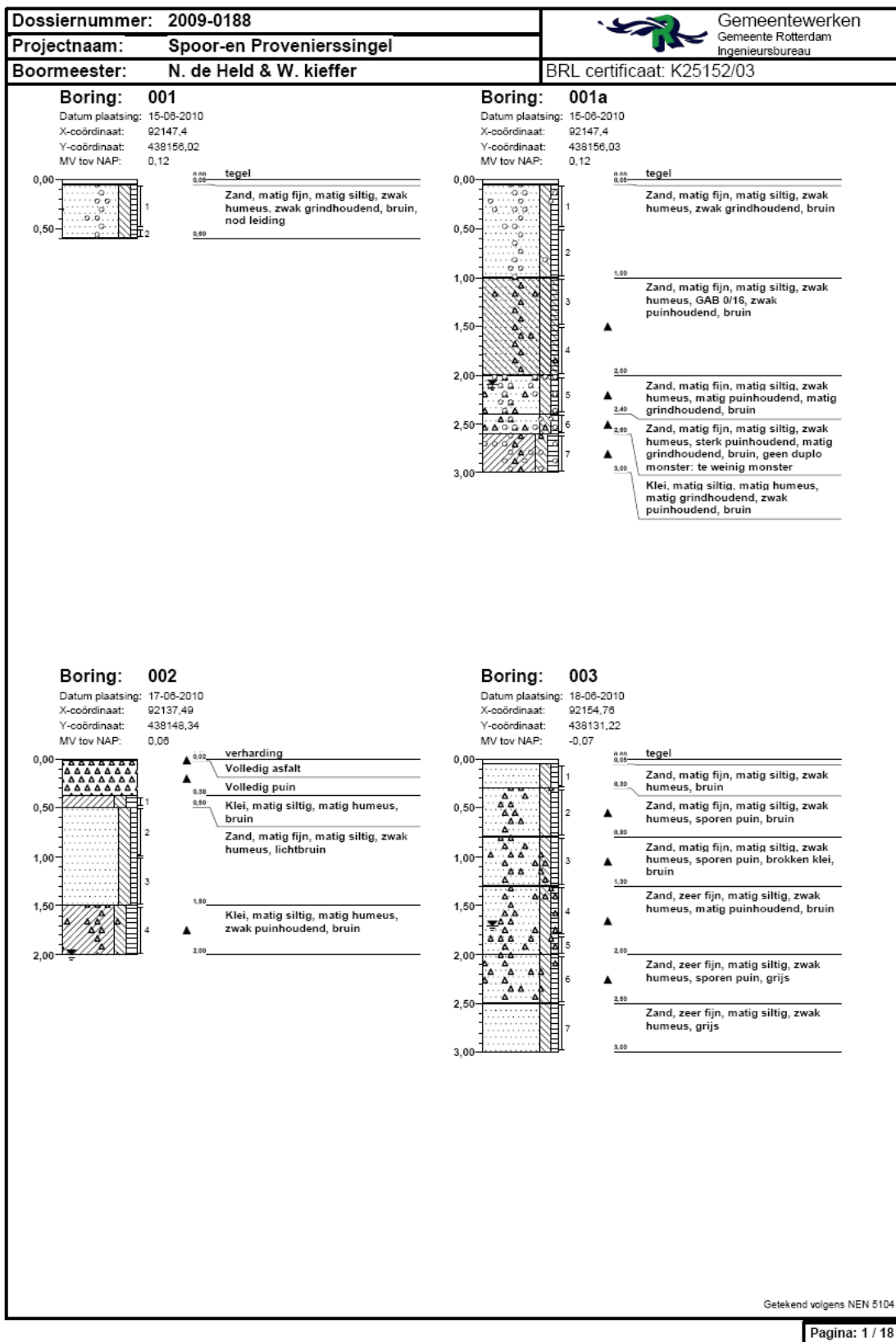
Project : Hotel Pax
Locatie : Rotterdam
Paraaf 1: 2:

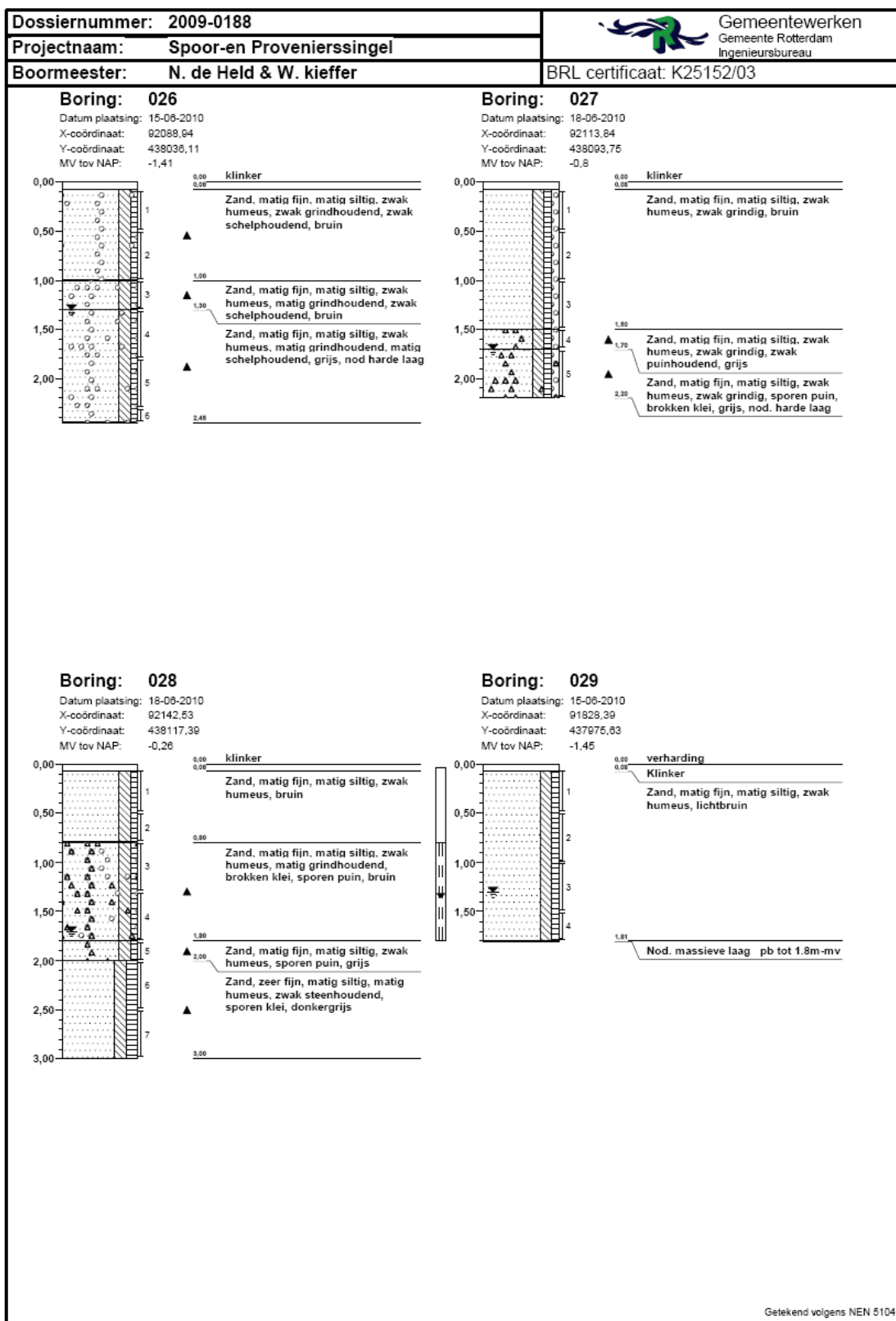


Conus : Cil.elec kl-mant
Nummer : CFI 980624
Bereik : 50 kN
Sondering volgens NEN 3680

MAP : 99139
DATUM : 27-5-1999

Gemeentewerken
ROTTERDAM
Ingenieursbureau
Geotechniek







Bijlage 4: Resultaten berekeningen



Report for D-Sheet Piling 9.2

Design of Sheet Pilings
Developed by Deltares



Company: Gemeente Rotterdam

Date of report: 29-1-2013
Time of report: 13:01:26

Date of calculation: 29-1-2013
Time of calculation: 12:27:24

Filename: K:\..\Berekeningen\DSheetPiling\Provenierssingel berlinerwand DP-1

Project identification: Riolering Provenierssingel
Berlinerwand t.b.v. aanleg riolering
sondering GH1393

Verification according to CUR 166



1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.1		-5,2	-13,6	17,4	16,5	---
1	CUR-Step 6.2		-4,2	-12,4	17,4	16,5	---
1	CUR-Step 6.3		-4,5	-12,9	17,9	16,9	---
1	CUR-Step 6.4		-3,9	-11,9	17,9	16,9	---
1	CUR-Step 6.5	-0,6	-3,3	-10,5	12,4	11,0	---
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		-4,0	-12,6			
2	CUR-Step 6.1		-50,1	-36,1	18,4	18,0	---
2	CUR-Step 6.2		-48,3	-35,3	18,7	18,4	---
2	CUR-Step 6.3		-51,5	-36,7	18,9	18,4	---
2	CUR-Step 6.4		-49,7	-35,9	19,2	18,8	---
2	CUR-Step 6.5	-6,7	-38,0	-29,0	13,4	12,8	---
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-45,6	-34,8			
Max		-6,7	-51,5	-36,7	19,2	18,8	---

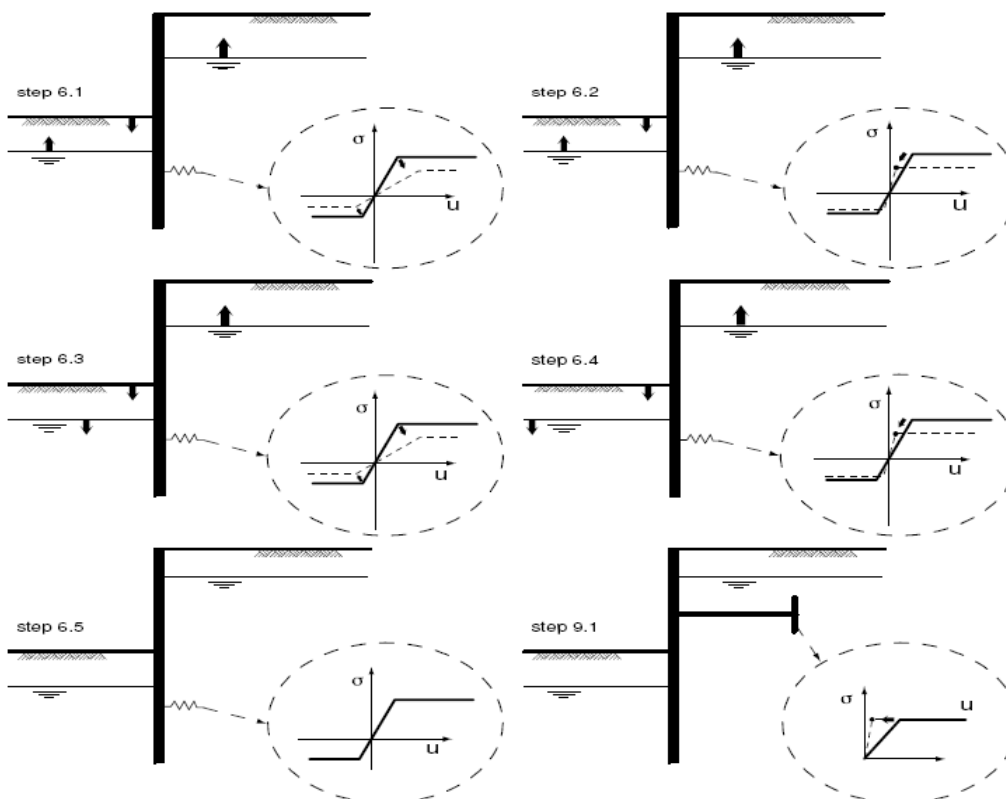
1.2 Supports

Stage	Verification type	Support anker	
		Force [kN]	Moment [kNm/m']
1	Step 6.1	18,08	-
2	Step 6.1	44,38	-
1	Step 6.2	17,01	-
2	Step 6.2	45,19	-
1	Step 6.3	17,36	-
2	Step 6.3	45,14	-
1	Step 6.4	16,64	-
2	Step 6.4	45,92	-
1	Step 6.5	14,54	-
2	Step 6.5	37,23	-

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Stage 1	18,71
Stage 2	12,05

1.4 CUR Verification Steps





2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

2.2 Sheet Piling Properties

Length	7,60 m
Level top side	0,10 m
Number of sections	2
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']
HEA 280 + hout...	-3,30	0,10	2,4050E+04	1,20	207,80
HEA 280	-7,50	-3,30	1,0255E+05	0,28	864,29

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
HEA 280 + hout...	-3,30	0,10	1,00	1,00	
HEA 280	-7,50	-3,30	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
HEA 280 + hout...	-3,30	0,10	2,8860E+04	249,36
HEA 280	-7,50	-3,30	2,8710E+04	242,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
HEA 280 + hout...	-3,30	0,10	1,00	1,35	0,00
HEA 280	-7,50	-3,30	400,00	1,35	0,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages

Used partial factor set Class II

Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00

Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15



- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0,30 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Driving moment	1,00
- Cohesion	1,50
- Tangent phi	1,20
Vertical balance factors	
- Gamma m:b4	1,20



Report for D-Sheet Piling 9.2

Design of Sheet Piling
Developed by Deltares



Company: Gemeente Rotterdam

Date of report: 29-1-2013
Time of report: 13:24:31

Date of calculation: 29-1-2013
Time of calculation: 13:23:23

Filename: K:\..\Berekeningen\DSheetPiling\Provenierssingel berlinerwand DP-2

Project identification: Riolering Provenierssingel
Berlinerwand t.b.v. aanleg riolering
sondering GH1393

Verification according to CUR 166



1 Summary

1.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	CUR-Step 6.1		-5,5	-10,3	17,5	19,6	---
1	CUR-Step 6.2		-3,8	-8,1	17,4	19,6	---
1	CUR-Step 6.3		-5,2	-10,0	17,6	19,5	---
1	CUR-Step 6.4		-3,7	-7,9	17,4	19,5	---
1	CUR-Step 6.5	-0,3	-3,2	-7,6	9,5	9,7	---
1	CUR-Step 6.5 * 1,20		-3,8	-9,2			
2	CUR-Step 6.1		-23,3	-19,2	14,8	16,0	---
2	CUR-Step 6.2		-23,1	-19,0	14,8	16,1	---
2	CUR-Step 6.3		-23,9	-19,5	15,5	16,7	---
2	CUR-Step 6.4		-23,8	-19,3	15,5	16,7	---
2	CUR-Step 6.5	-4,0	-17,2	-14,9	10,4	10,7	---
2	CUR-Step 6.5 * 1,20		-20,6	-17,9			
Max		-4,0	-23,9	-19,5	17,6	19,6	---

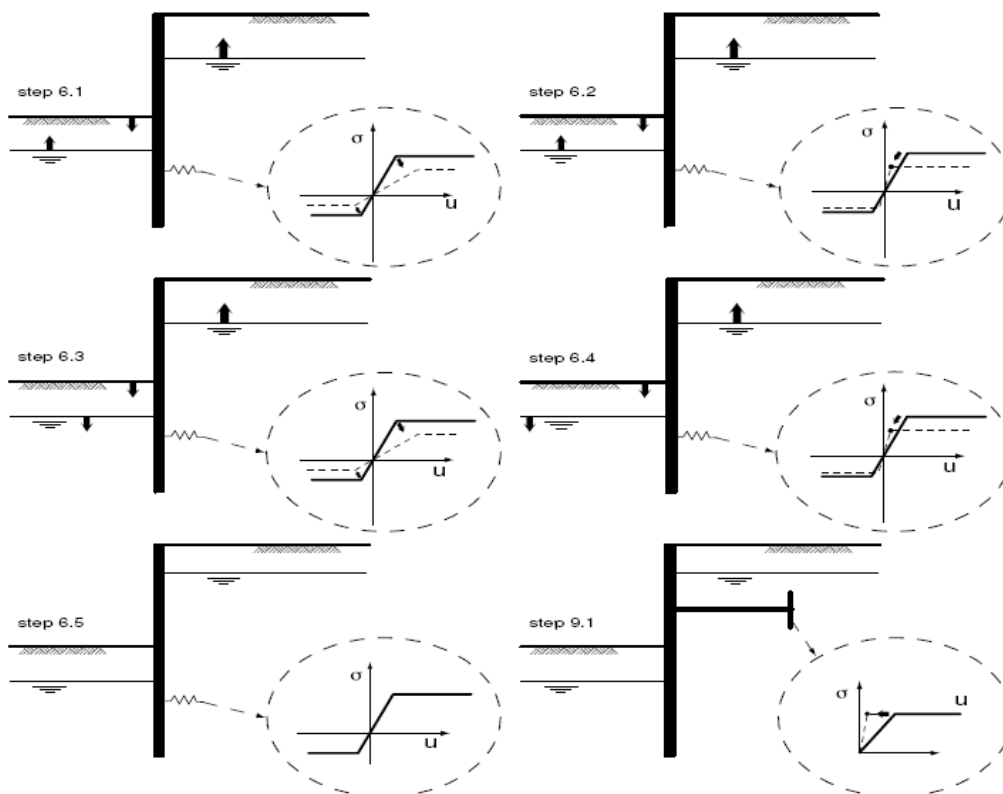
1.2 Supports

Stage	Verification type	Support anker	
		Force [kN]	Moment [kNm/m]
1	Step 6.1	11,46	-
2	Step 6.1	21,19	-
1	Step 6.2	9,38	-
2	Step 6.2	21,46	-
1	Step 6.3	11,17	-
2	Step 6.3	21,55	-
1	Step 6.4	9,22	-
2	Step 6.4	21,83	-
1	Step 6.5	8,69	-
2	Step 6.5	16,84	-

1.3 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Stage 1	11,12
Stage 2	7,83

1.4 CUR Verification Steps





2 Input Data for all Stages

2.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	9,81 kN/m ³
Number of curves on spring characteristic	3
Unloading curve on spring characteristic	No

2.2 Sheet Piling Properties

Length	5,10 m
Level top side	0,10 m
Number of sections	2
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']
HEA 220 + hout...	-2,50	0,10	9,5983E+03	1,20	84,03
HEA 220	-5,00	-2,50	5,1641E+04	0,22	422,73

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
HEA 220 + hout...	-2,50	0,10	1,00	1,00	
HEA 220	-5,00	-2,50	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
HEA 220 + hout...	-2,50	0,10	1,1510E+04	100,84
HEA 220	-5,00	-2,50	1,1360E+04	93,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
HEA 220 + hout...	-2,50	0,10	1,00	1,35	0,00
HEA 220	-5,00	-2,50	400,00	1,35	0,00

2.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR method A: Partial factors (design values) in all stages
Used partial factor set	Class II
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,00
- Variable load, favourable	0,00
Material factors	
- Cohesion	1,00
- Tangent phi	1,15
- Delta (wall friction angle)	1,15



- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0,30 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,20 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Overall stability factors	
- Driving moment	1,00
- Cohesion	1,50
- Tangent phi	1,20
Vertical balance factors	
- Gamma m:b4	1,20