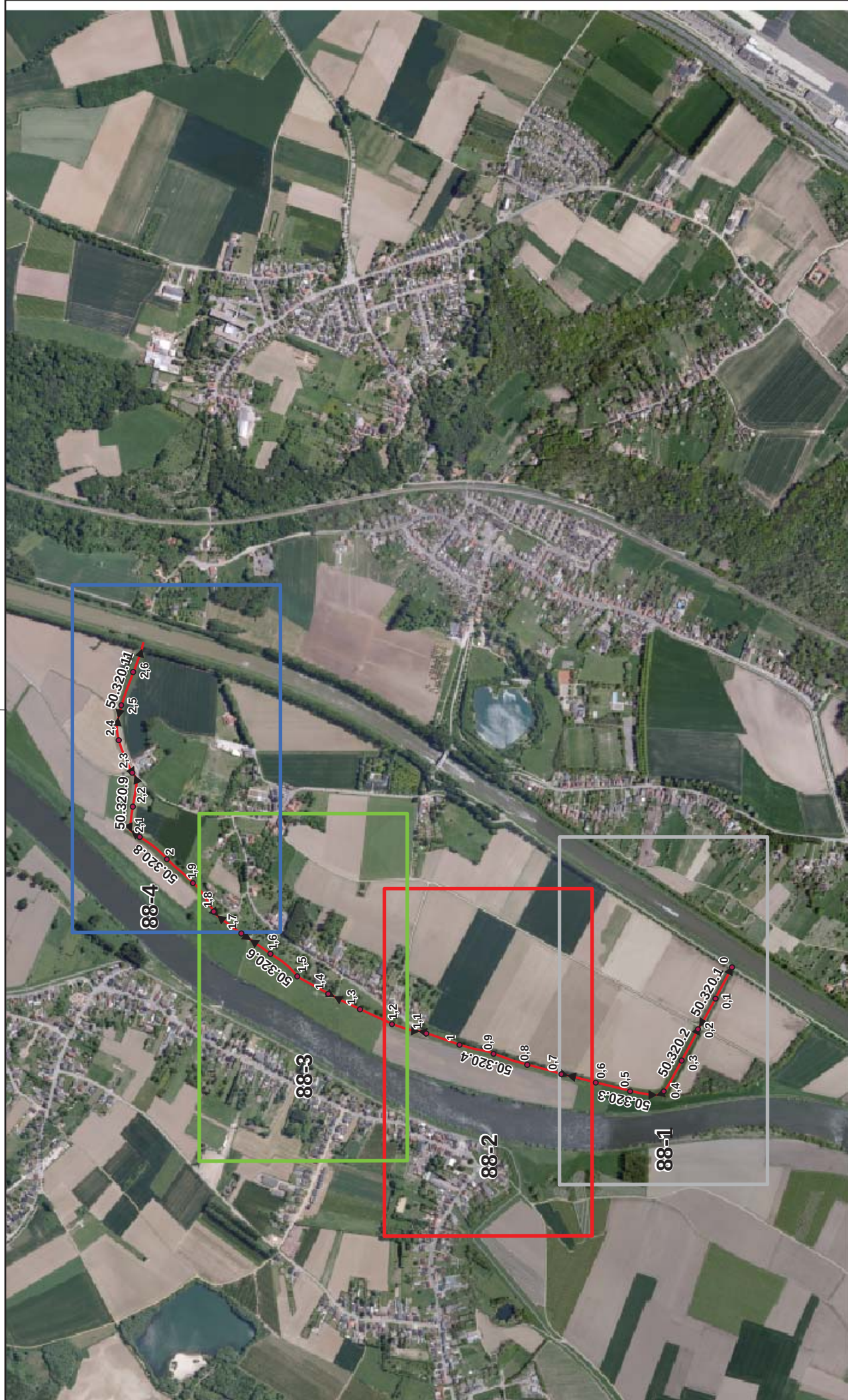


BIJLAGE I GRONDONDERZOEK

Bijlage 3

Resultaten grondonderzoek



- Legenda**
- Kaartblad**
- Dijkkring**
- 88-1
 - 88-2
 - 88-3
 - 88-4

Grontmij
Grontmij Nederland B.V.

De Helle Blit 22
Postbus 203
3730 AE De Bilt, NL
Telefoon (030) 220 79 11
Telefax (030) 220 50 84
www.grontmij.nl

Project Toetsing: Dijkkring 88: Geulle aan de Maas

Onderdeel Overzichtkaartnummer: 88

Formaat A3

Schaal 1:10.000

0 100 200 400
Meter





Legenda

Terreinonderzoek_WRO_totaal

SOORT

- ▼ Sondering met kleef
- Machinale boring
- Boring handmatig



Grontmij Nederland B.V.

De Hollie Bilt 22
Postbus 203
3730 AE De Bilt
Telefoon (030) 220 79 11
Telefax (030) 220 50 84
www.grontmij.nl

Project Toetsing: Dijkkring 88: Geulle aan de Maas

Onderdeel Overzichtkaartnummer: 88-2

Formaat A3 Schaal 1:2.500





Legenda

Terreinonderzoek_WRO_totaal

SOORT

- ▼ Sondering met kleef
- Machinale boring
- Boring handmatig



Grontmij Nederland B.V.

De Hollie Bilt 22
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T 030 220 79 11
Telefax (030) 220 50 84
www.grontmij.nl

Project

Toetsing: Dijkkring 88: Geulle aan de Maas

Onderdeel

Overzichtkaartnummer: 88-3

Formaat

A3

Schaal

1:2.500

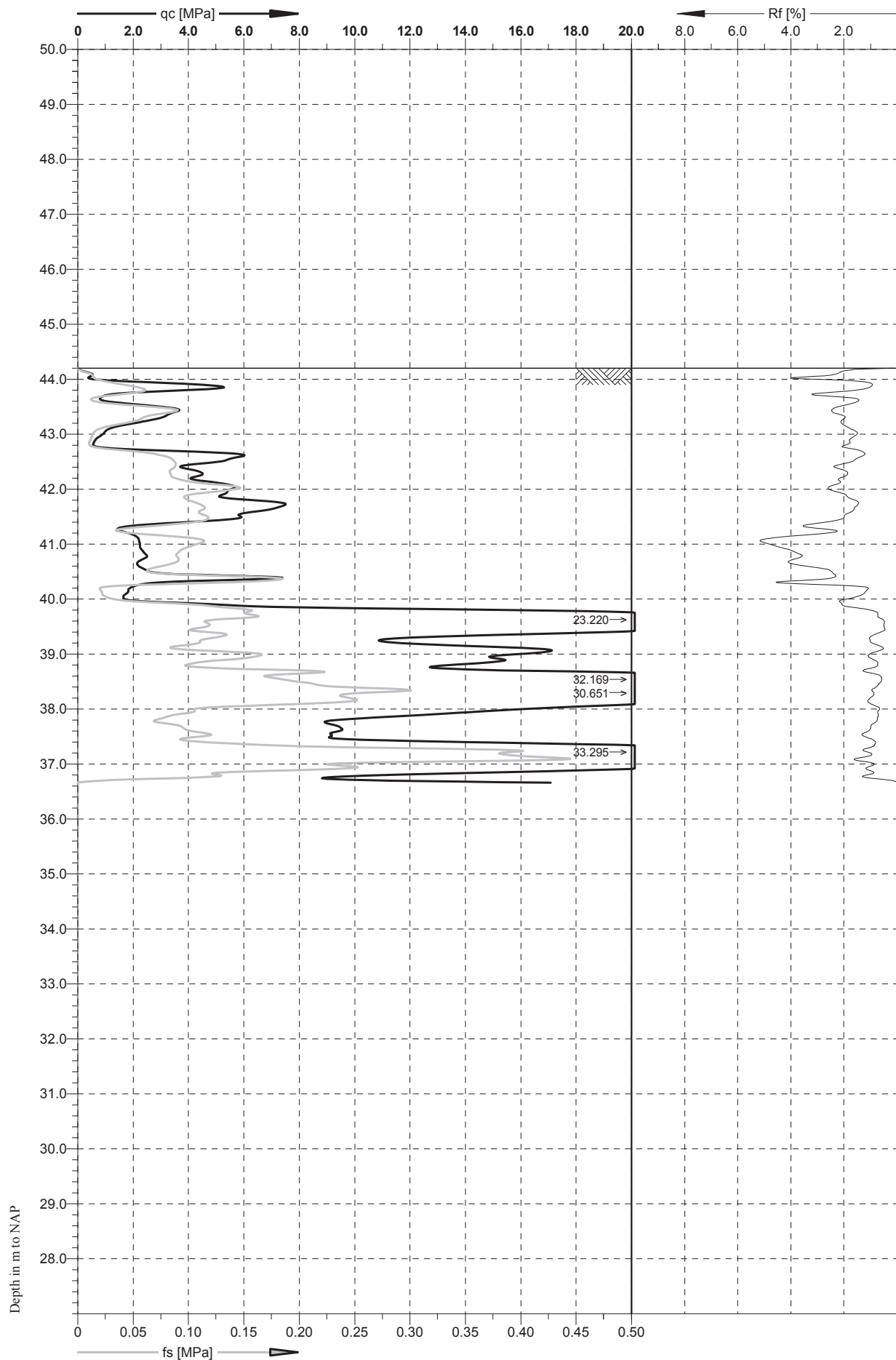
0

25

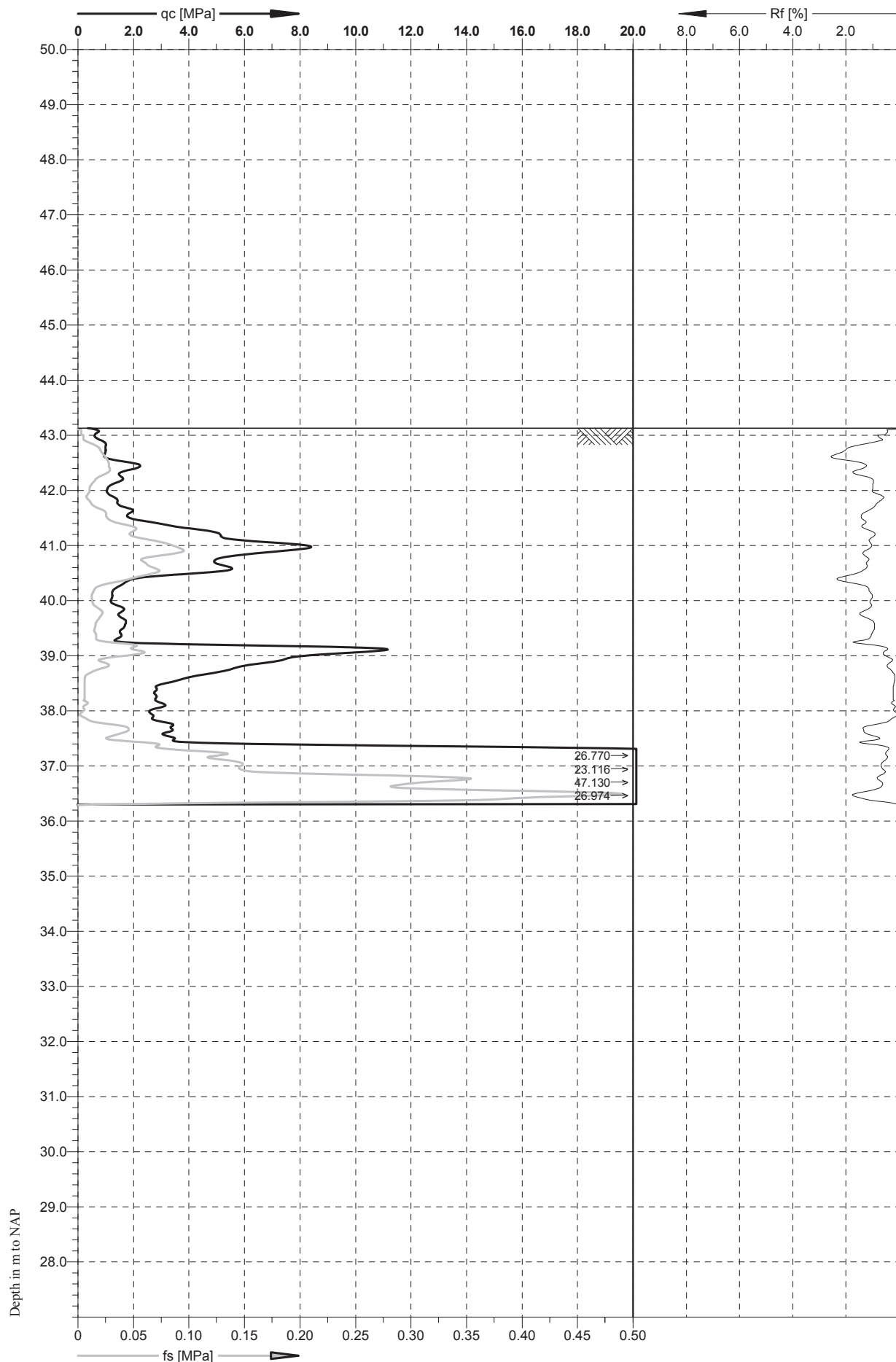
50

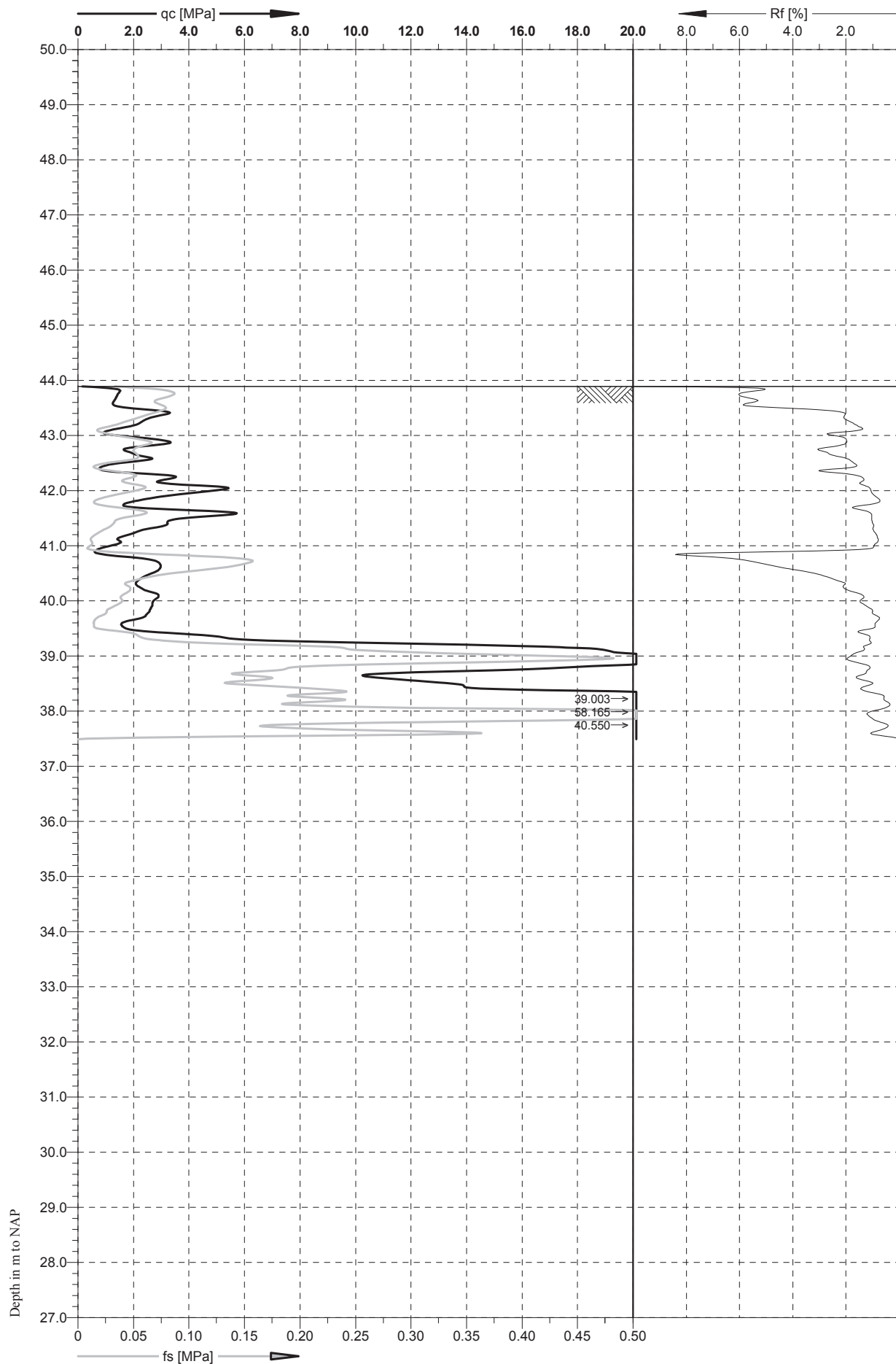
100

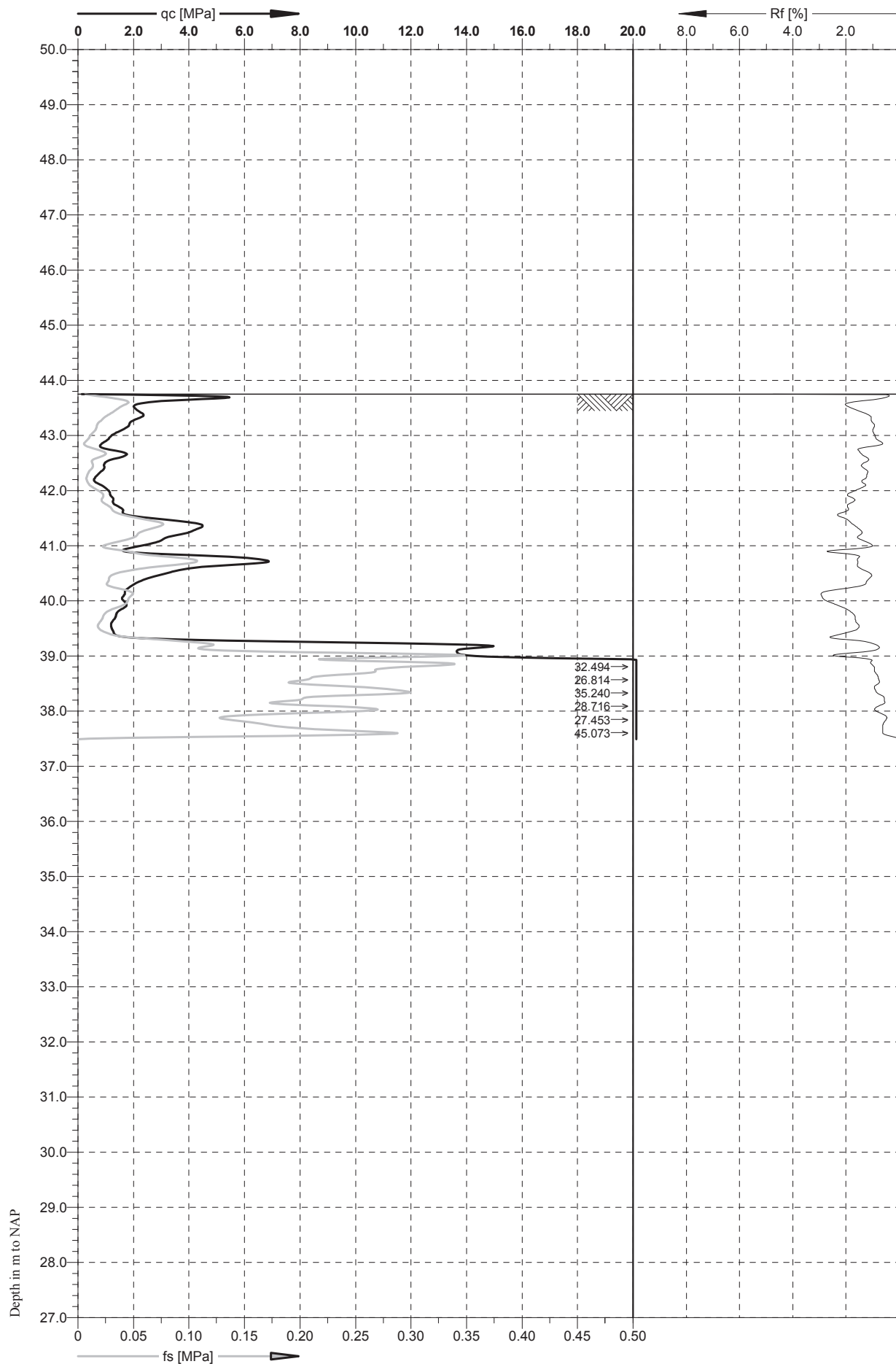
meter

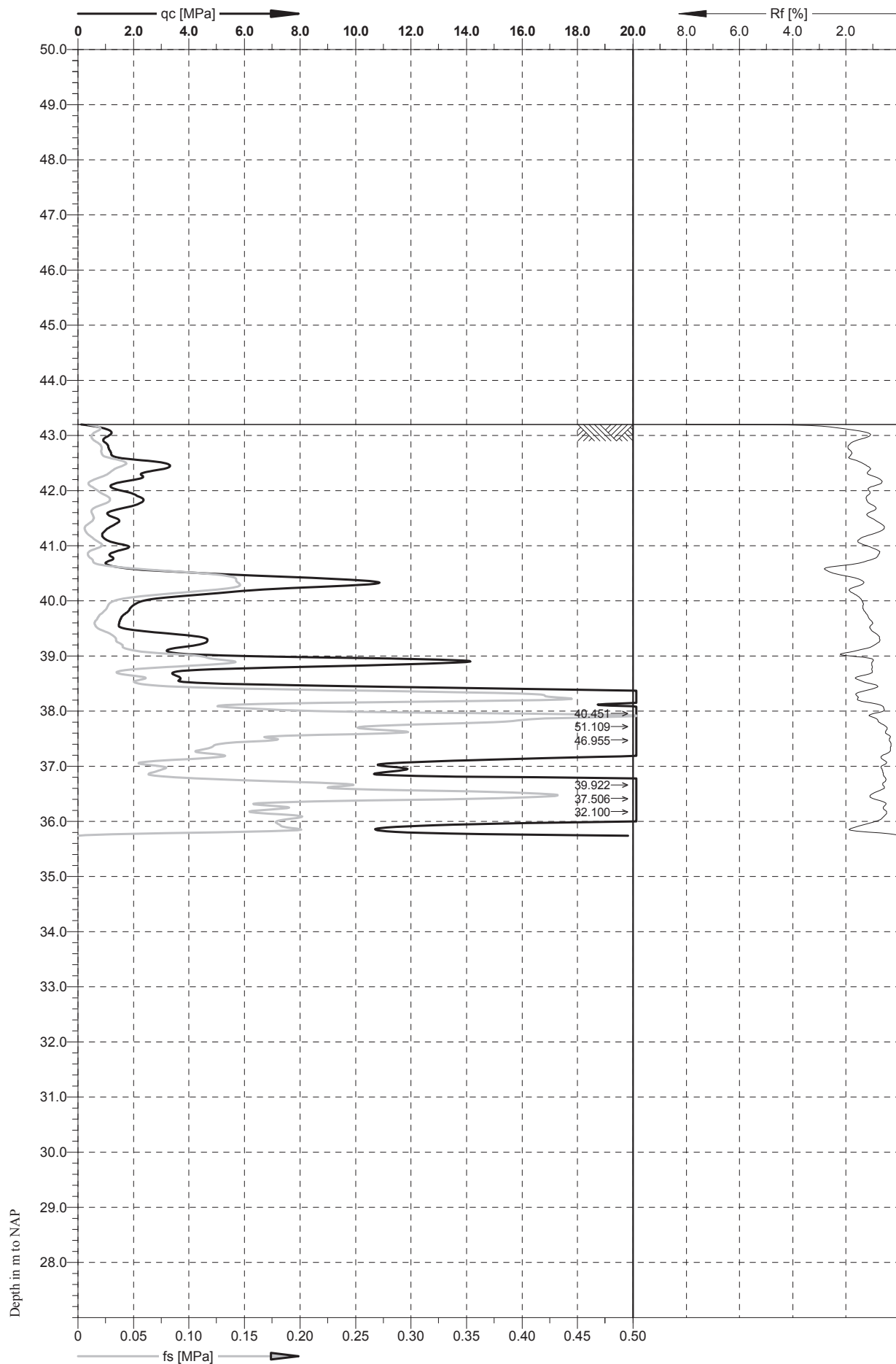


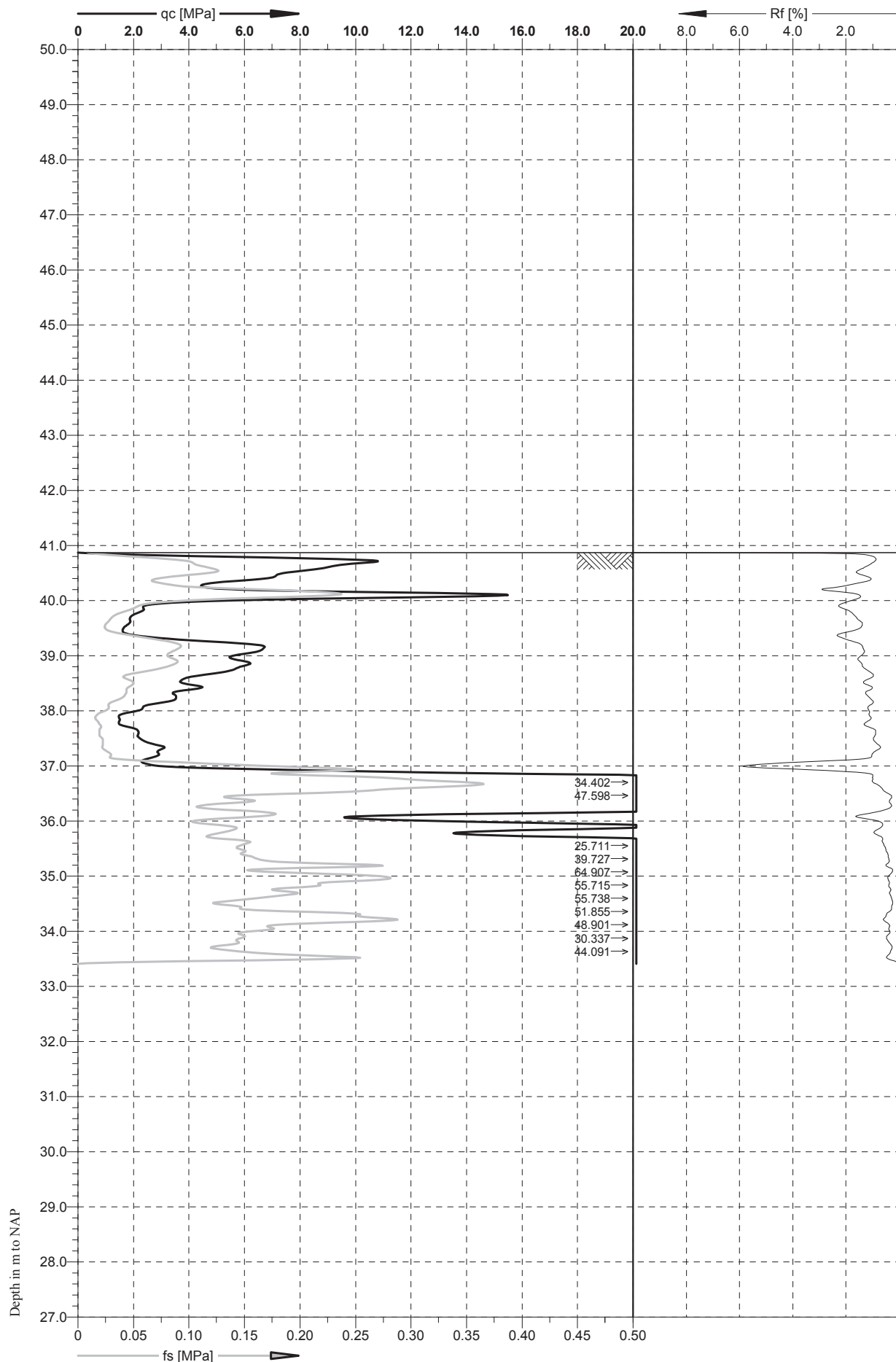
Location: Dijkonderzoek div. locatie 197	Position: 173.9400 m, Y: 325285.1100 m	Ground level: 4.2000	Test no: 320.1-0.145
Project ID: 286187	Client: Ws Roer-en Overmaas	Date: 18-1-2010	Scale: 1 : 100
Project: 286187		Page: 1/1	Fig:
		File: 320,1-0,145.GEF	







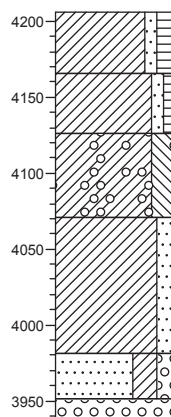




Boring: 320,1-BhBt-00,080

Maaiveldniveau: 42,06 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179235,21
Y-coördinaat 325263,36
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4206	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, matig zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4166	
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, zwak roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4126	
	Klei, sterk siltig, laagjes zand, sporen grind, sterk roesthoudend, bruinoranje, Edelmanboor
4071	
	Klei, matig zandig, laagjes zand, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3981	
	Zand, zeer fijn, kleiig, matig grindig, laagjes klei, bruin, Edelmanboor, grof grind
3951	
3936	volledig grind, bruin, Edelmanboor, grof grind/stenen

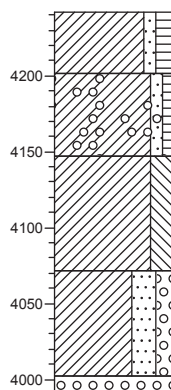
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 1 / 44

Boring: 320,1-BhBt-00,175

Maaiveldniveau: 42,42 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179153,87
Y-coördinaat 325307,83
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4242	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, matig zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4202	
	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, sporen grind, bruin, Edelmanboor
4147	
	Klei, vast, sterk siltig, matig roesthoudend, zwak zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
4072	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk roesthoudend, sterk zandhoudend, laagjes zand, bruinoranje, Edelmanboor
4002	
3992	volledig grind, bruin, Edelmanboor, grof grind/stenen

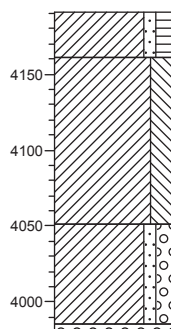
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 2 / 44

Boring: 320,1-BhBu-00,090

Maaiveldniveau: 41,91 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179208,12
Y-coördinaat 325249,68
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4191 gras
Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor

4161
Klei, vast, sterk siltig, sterk roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor

4051
Klei, matig vast, zwak zandig, matig grindig, matig roesthoudend, laagjes zand, bruinoranje, Edelmanboor

3986
3981
volledig grind, bruin, Edelmanboor, grof grind/stenen

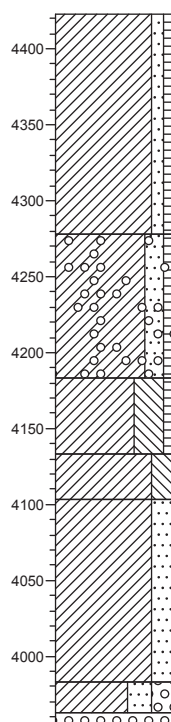
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 3 / 44

Boring: 320,1-BhKr-00,035

Maaiveldniveau: 44,23 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179264,08
Y-coördinaat 325232,1
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4423	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4278	
	Klei, matig zandig, zwak humeus, matig zandhoudend, sporen grind, bruin, Edelmanboor
4183	
	Klei, vast, uiterst siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor
4133	
	Klei, matig vast, sterk siltig, sterk roesthoudend, zwak zandhoudend, bruinoranje, Edelmanboor
4103	
	Klei, sterk zandig, laagjes zand, sterk zandhoudend, sterk roesthoudend, bruinoranje, Edelmanboor
4050	
4000	
3983	
3963	Klei, sterk zandig, sterk grindig, bruin, Edelmanboor, grof grind
3953	volledig grind, bruin, Edelmanboor, grof grind/stenen

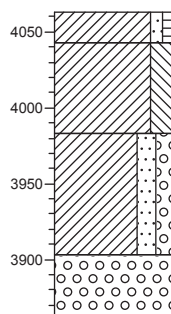
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 4 / 44

Boring: 320,10-BhBt-02,330

Maaiveldniveau: 40,63 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179881,74
Y-coördinaat 326912,02
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4063	gras
4043	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, vast, sterk siltig, sporen roest, bruin, Edelmanboor
3983	
	Klei, matig zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3903	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3863	

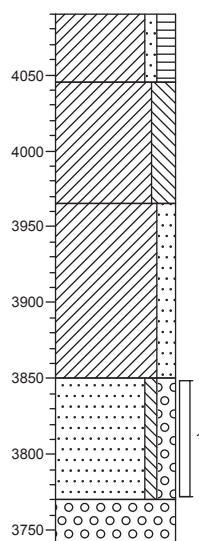
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 5 / 44

Boring: 320,10-BhBt-02,460

Maaiveldniveau: 40,9 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179991,33
Y-coördinaat 326937,97
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4090	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4045	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3965	
	Klei, matig zandig, laagjes zand, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor, Enkele fijne zandbandjes
3850	
	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, laagjes klei, bruin, Edelmanboor, Enkele fijne kleibandjes
3770	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3740	

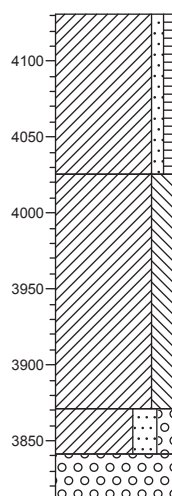
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 6 / 44

Boring: 320,10-BhBu-02,435

Maaiveldniveau: 41,31 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179976,56
Y-coördinaat 326961,62
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4131	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, sporen zand, donkerbruin, Edelmanboor
4026	
	Klei, sterk siltig, zwak roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3871	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3841	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3811	

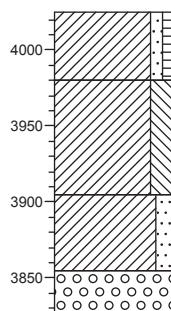
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 7 / 44

Boring: 320,11-BhBt-02,550

Maaiveldniveau: 40,25 m tov N.A.P.

X-coördinaat 180075,64
Y-coördinaat 326912,28
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4025	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
3980	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3905	
	Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, laagjes zand, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, Sterk zandig gelaagd
3855	
	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3825	

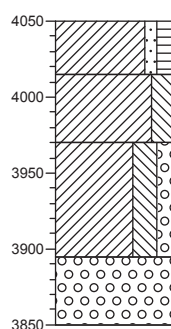
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 8 / 44

Boring: 320,11-BhBt-02,630

Maaiveldniveau: 40,5 m tov N.A.P.

X-coördinaat 180150,23
Y-coördinaat 326888,62
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4050	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4015	
	Klei, vast, sterk siltig, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3970	
	Klei, vast, sterk siltig, matig grindig, laagjes zand, matig roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor, grof grind
3895	
	volledig grind, grijsbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3850	

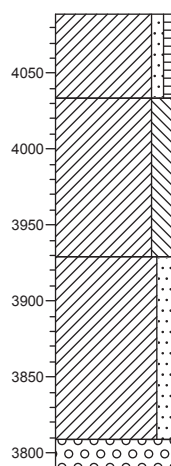
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 9 / 44

Boring: 320,11-BhBu-02,550

Maaiveldniveau: 40,89 m tov N.A.P.

X-coördinaat 180084,46
Y-coördinaat 326938,22
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4089 gras
Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor

4034
Klei, matig vast, sterk siltig, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor

3929
Klei, matig vast, matig zandig, matig zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor, Her en der een zandbandje

3809
volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

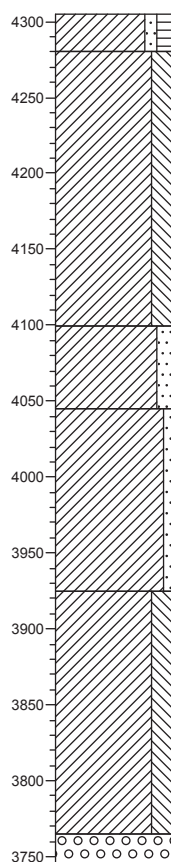
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 10 / 44

Boring: 320,11-BhKr-02,490

Maaiveldniveau: 43,05 m tov N.A.P.

X-coördinaat 180029,12
Y-coördinaat 326941,83
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4305	gras
4280	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, matig vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4100	Klei, matig zandig, laagjes zand, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, Sterk zandig gelaagd
4045	Klei, matig vast, zwak zandig, sporen roest, bruin, Edelmanboor
3925	Klei, vast, sterk siltig, sporen roest, laagjes zand, bruin, Edelmanboor, Enkele fijne zandbandjes
3765	
3745	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 11 / 44

Maaiveldniveau: 41,64 m tov N.A.P.

4164	gras	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4129		Klei, vast, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4084		Klei, vast, matig siltig, matig oerhoudend, sterk roesthoudend, bruinoranje, Edelmanboor
4039		Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, bruinigrij, Edelmanboor
3959		
3944		volledig grind, bruinigrij, Edelmanboor, Grof grind/stenen



Schaal: 1: 50

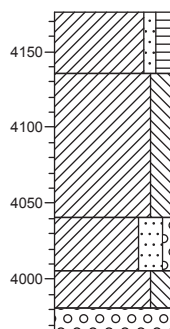
Projectnr: 286187GE

Pagina: 12 / 44

Boring: 320,2-BhBu-00,280

Maaiveldniveau: 41,76 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179039,56
Y-coördinaat 325338,96
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4176	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4136	
	Klei, vast, sterk siltig, matig roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4041	
	Klei, sterk zandig, zwak grindig, laagjes zand, bruin, Edelmanboor
4006	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, donker bruin, Edelmanboor
3981	
3966	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

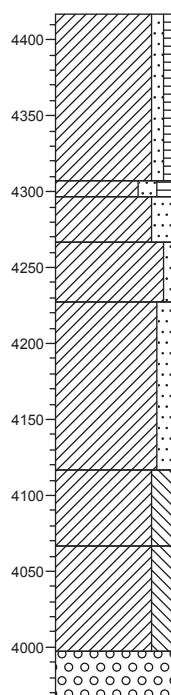
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 13 / 44

Boring: 320,2-BhKr-00,220

Maaiveldniveau: 44,17 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179105,73
Y-coördinaat 325321,01
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4417	gras
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, matig zandhoudend, donker geelbruin, Edelmanboor
4307	
4297	Klei, matig zandig, matig humeus, sporen klei, donkergrijs, Edelmanboor
4267	Klei, sterk zandig, matig zandhoudend, geelbruin, Edelmanboor
	Klei, zwak zandig, bruingrijs, Edelmanboor
4227	
	Klei, matig zandig, donker geelbruin, Edelmanboor
4117	
	Klei, sterk siltig, matig roesthoudend, oranjebruin, Edelmanboor
4067	
	Klei, sterk siltig, matig roesthoudend, oranjebruin, Edelmanboor
3997	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3967	

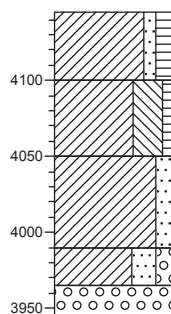
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 14 / 44

Boring: 320,3-BhBt-00,430

Maaiveldniveau: 41,45 m tov N.A.P.

X-coördinaat 178953,92
Y-coördinaat 325426,33
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4145	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4100	
	Klei, matig vast, uiterst siltig, zwak humeus, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4050	
	Klei, matig zandig, sterk roesthoudend, matig zandhoudend, oranjebruin, Edelmanboor
3990	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, sterk roesthoudend, bruinoranje, Edelmanboor
3965	
3945	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

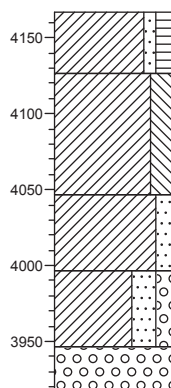
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 15 / 44

Boring: 320,3-BhBt-00,515

Maaiveldniveau: 41,67 m tov N.A.P.

X-coördinaat 178964,91
Y-coördinaat 325515,95
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4167	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, sporen zand, donkerbruin, Edelmanboor
4127	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4047	
	Klei, matig vast, matig zandig, sterk roesthoudend, matig zandhoudend, oranjebruin, Edelmanboor
3997	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3947	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3917	

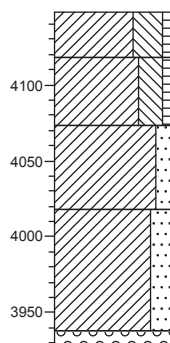
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 16 / 44

Boring: 320,3-BhBt-00,560

Maaiveldniveau: 41,48 m tov N.A.P.

X-coördinaat 178999,43
Y-coördinaat 325657,43
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4148	gras
	Klei, matig vast, uiterst siltig, zwak humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4118	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4073	
	Klei, matig zandig, matig zandhoudend, sterk roesthoudend, bruinoranje, Edelmanboor
4018	
	Klei, sterk zandig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3938	
3928	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

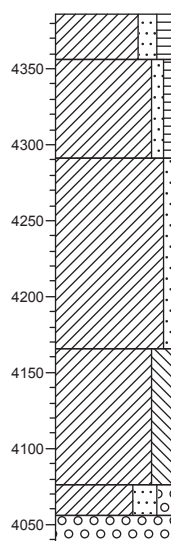
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 17 / 44

Boring: 320,3-BhKr-00,450

Maaiveldniveau: 43,86 m tov N.A.P.

X-coördinaat 178938,22
Y-coördinaat 325454,58
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4386	gras
4356	Klei, matig zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, sterk zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4291	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, sporen zand, donkerbruin, Edelmanboor
4166	Klei, matig vast, zwak zandig, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4076	Klei, vast, sterk siltig, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
4056	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4036	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

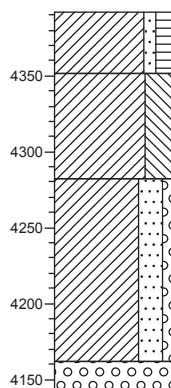
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 18 / 44

Boring: 320,3-BhKr-00,585

Maaiveldniveau: 43,92 m tov N.A.P.

X-coördinaat 178961,44
Y-coördinaat 325558,98
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



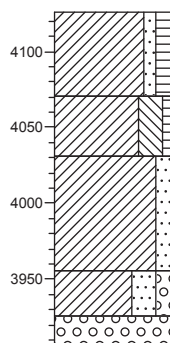
4392	gras
4352	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, sterk wortelhoudend, matig zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4282	Klei, vast, uiterst siltig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4162	Klei, sterk zandig, zwak grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
4142	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 19 / 44

Boring: 320,4-BhBt-00,770**Maaiveldniveau: 41,26 m tov N.A.P.**

X-coördinaat 179027,89
Y-coördinaat 325761,97
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4126	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4071	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4031	
	Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, sterk roesthoudend, oranjebruin, Edelmanboor
3956	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, geel, Edelmanboor
3926	
	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3906	

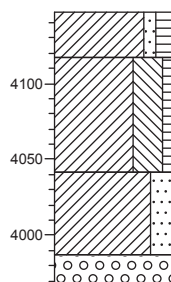
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 20 / 44

Boring: 320,4-BhBt-00,870

Maaiveldniveau: 41,47 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179057,19
Y-coördinaat 325859,7
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4147	gras
	Klei, zwak zandig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
4117	
	Klei, matig vast, uiterst siltig, zwak humeus, sporen wortels, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4042	
	Klei, sterk zandig, sterk roesthoudend, sterk zandhoudend, oranjebruin, Edelmanboor
3987	
3967	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

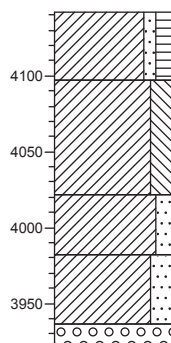
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 21 / 44

Boring: 320,4-BhBt-00,970

Maaiveldniveau: 41,42 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179089,74
Y-coördinaat 325958,1
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



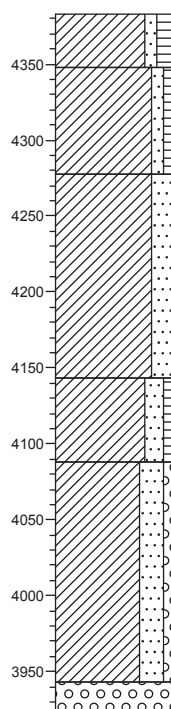
4142	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4097	
	Klei, vast, sterk siltig, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4022	
	Klei, matig zandig, sterk roesthoudend, sterk zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3982	
	Klei, sterk zandig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, geel, Edelmanboor
3937	
3922	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 22 / 44

Boring: 320,4-BhKr-00,730**Maaiveldniveau: 43,83 m tov N.A.P.**

X-coördinaat 179005,54
Y-coördinaat 325724,92
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4383	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, matig zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4348	
	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, resten wortels, bruin, Edelmanboor
4278	
	Klei, sterk zandig, sterk zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
4143	
	Klei, matig zandig, zwak humeus, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4088	
	Klei, vast, sterk zandig, zwak grindig, matig zandhoudend, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3943	
3923	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

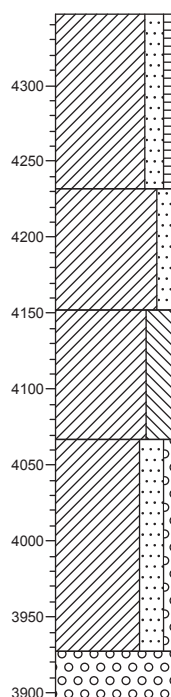
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 23 / 44

Boring: 320,4-BhKr-00,950

Maaiveldniveau: 43,47 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179067,14
Y-coördinaat 325942,96
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4347	gras
	Klei, matig vast, matig zandig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, matig zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4232	
	Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4152	
	Klei, vast, uiterst siltig, matig roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4067	
	Klei, vast, sterk zandig, zwak grindig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3927	
	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3897	

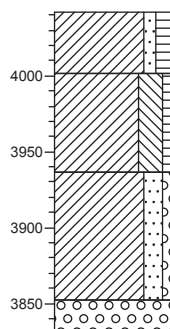
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 24 / 44

Boring: 320,5-BhBt-01,235

Maaiveldniveau: 40,42 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179163,65
Y-coördinaat 326206,99
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



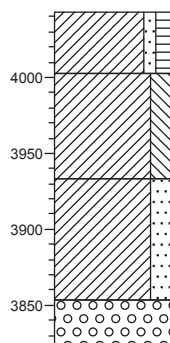
4042	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4002	
	Klei, sterk siltig, zwak humeus, sporen wortels, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3937	
	Klei, matig zandig, zwak grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3852	
3832	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 25 / 44

Boring: 320,5-BhBt-01,320**Maaiveldniveau: 40,43 m tov N.A.P.**

X-coördinaat 179199,51
Y-coördinaat 326282,58
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4043	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4003	
	Klei, vast, sterk siltig, matig roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3933	
	Klei, sterk zandig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3853	
	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3823	

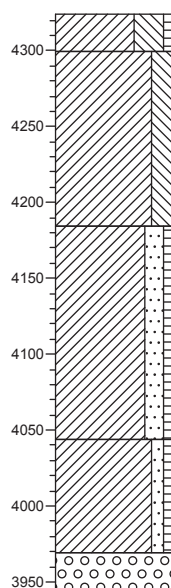
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 26 / 44

Boring: 320,5-BhKr-01,200

Maaiveldniveau: 43,24 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179139,87
Y-coördinaat 326179,12
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4324	gras
4299	Klei, matig vast, uiterst siltig, zwak humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, vast, sterk siltig, zwak zandhoudend, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4184	Klei, matig zandig, zwak humeus, matig zandhoudend, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4044	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
3969	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3944	

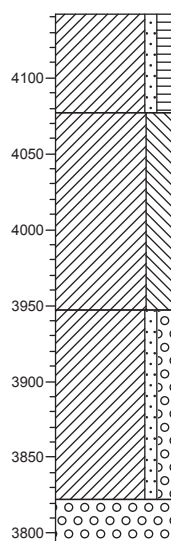
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 27 / 44

Boring: 320,6-BhBt-01,420

Maaiveldniveau: 41,42 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179242,48
Y-coördinaat 326371,99
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



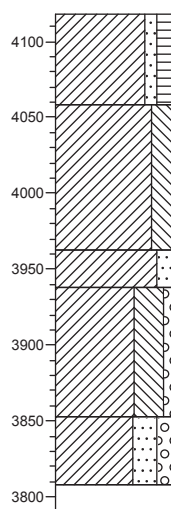
4142	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4077	
	Klei, slap, uiterst siltig, zwak zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3947	
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig grindig, matig zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3822	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3792	

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 28 / 44

Boring: 320,6-BhBu-01,510**Maaiveldniveau: 41,18 m tov N.A.P.**

X-coördinaat 179275,48
Y-coördinaat 326459,87
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4118	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4058	
	Klei, matig vast, sterk siltig, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3963	
3938	Klei, slap, matig zandig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
	Klei, vast, uiterst siltig, zwak grindig, zwak zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3853	
3808	Klei, sterk zandig, matig grindig, matig roesthoudend, sterk zandhoudend, oranjebruin, Edelmanboor
3788	volledig stenen, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

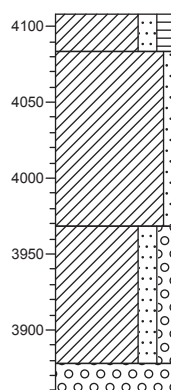
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 29 / 44

Boring: 320,6-BhBu-01,595

Maaiveldniveau: 41,08 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179324,47
Y-coördinaat 326523,27
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4108	gras
4083	Klei, matig zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
3968	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak roesthoudend, Edelmanboor
3878	Klei, matig zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3858	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

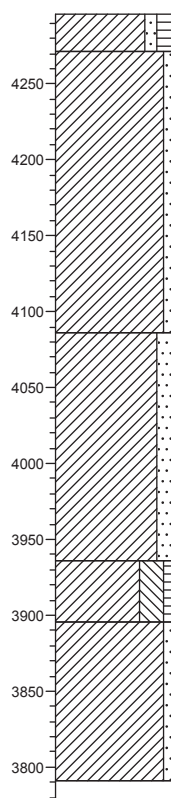
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 30 / 44

Boring: 320,6-BhKr-01,460

Maaiveldniveau: 42,96 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179254,24
Y-coördinaat 326414,88
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



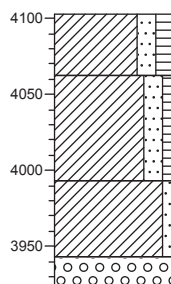
4296	gras
4271	Klei, zwak zandig, matig humeus, sterk wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, slap, zwak zandig, matig roesthoudend, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4086	Klei, matig zandig, matig zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3936	Klei, vast, sterk siltig, zwak humeus, zwak zandhoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
3896	Klei, matig vast, zwak zandig, matig zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3791	
3776	volledig stenen, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 31 / 44

Boring: 320,7-BhBt-01,680**Maaiveldniveau: 41,03 m tov N.A.P.**

X-coördinaat 179395,11
Y-coördinaat 326583,37
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4103	gras
	Klei, vast, matig zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen puin, donkerbruin, Edelmanboor
4063	
	Klei, matig vast, matig zandig, zwak humeus, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
3993	
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak roesthoudend, matig zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3943	
	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3923	

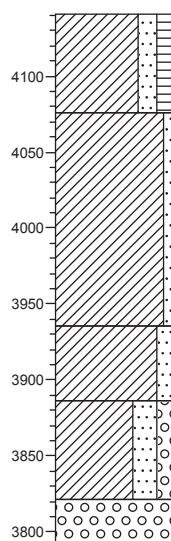
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 32 / 44

Boring: 320,7-BhBu-01,680

Maaiveldniveau: 41,41 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179374,95
Y-coördinaat 326598,22
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4141	gras
	Klei, matig vast, matig zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4076	
	Klei, vast, zwak zandig, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3936	
	Klei, matig zandig, matig zandhoudend, brokken puin, bruin, Edelmanboor
3886	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3821	
	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3791	

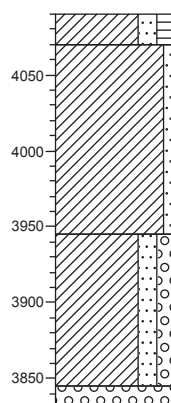
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 33 / 44

Boring: 320,7-BhBu-01,740

Maaiveldniveau: 40,9 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179403,19
Y-coördinaat 326641,25
Datum: 22-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4090	gras
4070	Klei, matig zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, vast, zwak zandig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3945	Klei, matig zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3845	
3830	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

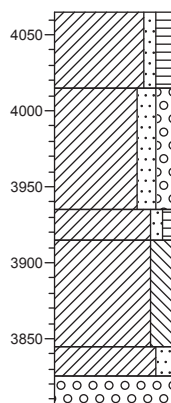
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 34 / 44

Boring: 320,8-BhBt-01,850

Maaiveldniveau: 40,65 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179510,32
Y-coördinaat 326696,45
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4065	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4015	
	Klei, matig zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, bruin, Edelmanboor, geroerd
3935	
3915	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, sporen puin, donkerbruin, Edelmanboor, oude leeflaag
	Klei, matig vast, sterk siltig, matig roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3845	
3825	Klei, matig zandig, sterk roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3805	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

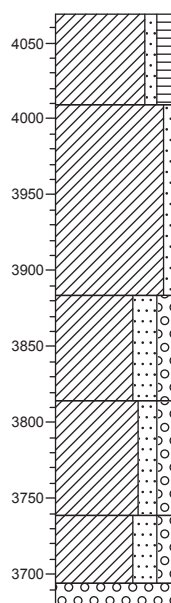
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 35 / 44

Boring: 320,8-BhBt-01,910

Maaiveldniveau: 40,69 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179554,52
Y-coördinaat 326738,29
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4069	gras
	Klei, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, matig zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4009	
	Klei, zwak zandig, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3884	
	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3814	
	Klei, matig zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, licht bruinbruin, Edelmanboor
3739	
	Klei, vast, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, bruin grijs, Edelmanboor
3694	
3679	volledig grind, bruin grijs, Edelmanboor, Grof grind/stenen

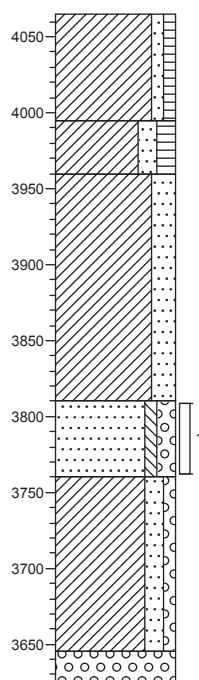
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 36 / 44

Boring: 320,8-BhBt-01,970

Maaiveldniveau: 40,65 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179594,02
Y-coördinaat 326783,46
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4065	gras
	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, bruin, Edelmanboor
3995	
3960	Klei, matig vast, matig zandig, matig humeus, sporen puin, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor, boomwortels
	Klei, sterk zandig, matig roesthoudend, sterk zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3810	
	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3760	
	Klei, matig zandig, zwak grindig, laagjes zand, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor, Sterk zandig gelaagd
3645	
3625	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

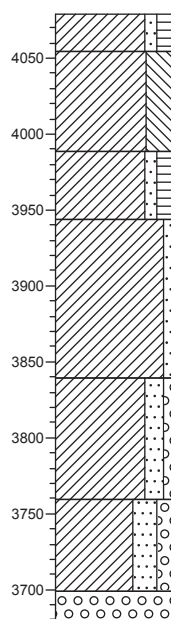
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 37 / 44

Boring: 320,8-BhBt-02,030

Maaiveldniveau: 40,79 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179638,11
Y-coördinaat 326828,12
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4079	gras
4054	Klei, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, matig vast, uiterst siltig, zwak zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3989	Klei, vast, zwak zandig, matig humeus, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
3944	Klei, matig vast, zwak zandig, matig zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3839	Klei, matig zandig, zwak grindig, laagjes zand, matig zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3759	Klei, sterk zandig, matig grindig, laagjes zand, sterk zandhoudend, sterk roesthoudend, oranjebruin, Edelmanboor, Sterk zandig gelaagd
3699	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3679	

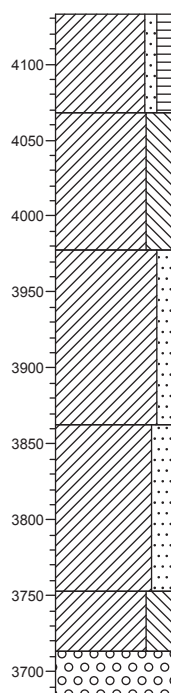
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 38 / 44

Boring: 320,8-BhBt-02,120

Maaiveldniveau: 41,33 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179691,67
Y-coördinaat 326902,18
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4133	gras
	Klei, vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4068	
	Klei, matig vast, uiterst siltig, zwak roesthoudend, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3978	
	Klei, matig zandig, matig roesthoudend, laagjes zand, sterk zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3863	
	Klei, sterk zandig, laagjes zand, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, Enkele fijne zandbandjes
3753	
	Klei, matig vast, uiterst siltig, laagjes zand, zwak roesthoudend, bruingrijs, Edelmanboor, Sterk zandig gelaagd
3713	
	volledig grind, bruingrijs, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3683	

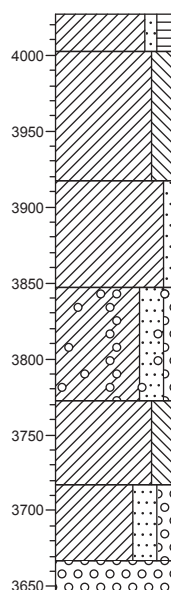
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 39 / 44

Boring: 320,8-BhBu-01,910

Maaiveldniveau: 40,27 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179554,22
Y-coördinaat 326737,85
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4027	gras
4002	Klei, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, vast, sterk siltig, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3917	Klei, zwak zandig, sterk zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3847	Klei, sterk zandig, zwak grindig, sterk zandhoudend, zwak grindhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3772	Klei, sterk siltig, laagjes zand, bruingrijs, Edelmanboor
3717	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, grijsbruin, Edelmanboor
3667	volledig grind, bruingrijs, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3647	

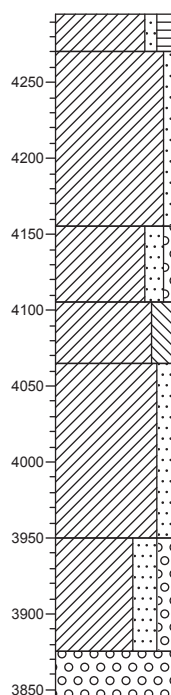
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 40 / 44

Boring: 320,8-BhKr-01,820

Maaiveldniveau: 42,95 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179474,96
Y-coördinaat 326690,07
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4295	gras
4270	Klei, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, matig vast, zwak zandig, sporen zand, bruin, Edelmanboor
4155	Klei, matig vast, matig zandig, zwak grindig, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4105	Klei, vast, sterk siltig, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4065	Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3950	Klei, sterk zandig, matig grindig, laagjes zand, lichtbruin, Edelmanboor
3875	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3845	

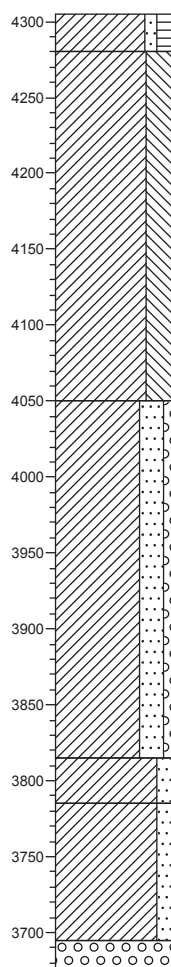
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 41 / 44

Boring: 320,8-BhKr-02,000

Maaiveldniveau: 43,05 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179606,41
Y-coördinaat 326814,24
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm -mv]
GLG: [cm -mv]
Opmerking:



4305	gras
4280	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, matig vast, uiterst siltig, matig zandhoudend, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4050	Klei, sterk zandig, zwak grindig, zwak roesthoudend, laagjes zand, sterk zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor, Enkele fijne zandbandjes
3815	Klei, matig vast, matig zandig, zwak roesthoudend, sterk zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3785	Klei, slap, matig zandig, laagjes zand, matig zandhoudend, grijs, Edelmanboor
3695	volledig grind, grijs, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3675	

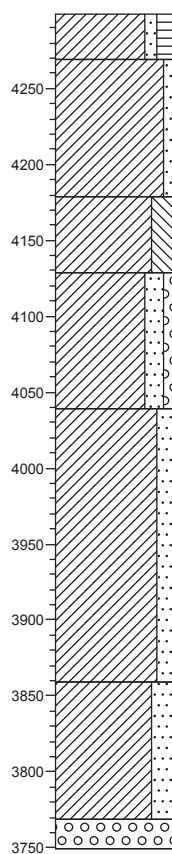
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 42 / 44

Boring: 320,8-BhKr-02,070

Maaiveldniveau: 42,99 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179648,39
Y-coördinaat 326865,85
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4299	gras
4269	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4179	Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4129	Klei, matig zandig, zwak grindig, laagjes zand, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
4039	Klei, matig vast, matig zandig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3859	Klei, sterk zandig, sterk roesthoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
3769	
3749	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

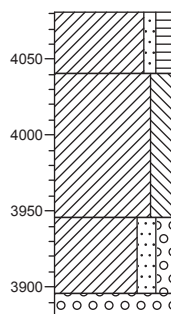
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 43 / 44

Boring: 320,9-BhBt-02,230

Maaiveldniveau: 40,81 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179777,17
Y-coördinaat 326913,17
Datum: 25-01-2010
GWS: [cm - mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4081	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4041	
	Klei, vast, sterk siltig, zwak zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3946	
	Klei, matig zandig, matig grindig, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
3896	
3881	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

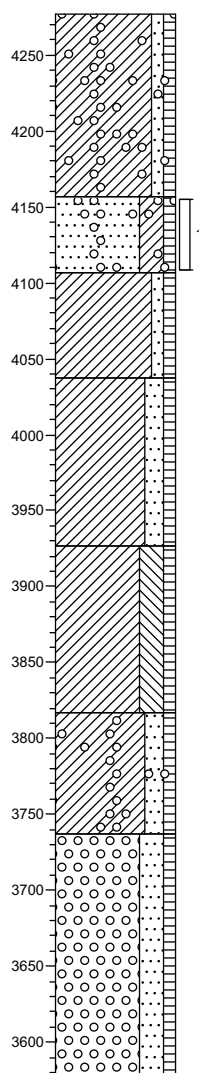
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 50
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187GE
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 44 / 44

Boring: 320,11-BmKr-02,585

Maaiveldniveau: 42,77 m tov N.A.P.

X-coördinaat 180117,23
Y-coördinaat 326913,85
Datum: 26-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv] 240
GLG: [cm - mv] 550
Opmerking:



4277	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak wortelhoudend, resten grind, matig zandhoudend, bruin, Machinale Boring
4157	
	Zand, uiterst fijn, vast, kleiig, zwak humeus, resten grind, bruin, Machinale Boring
4107	
	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, resten roest, zwak zandhoudend, bruin, Machinale Boring
4037	
	Klei, vast, matig zandig, zwak humeus, resten roest, sterk zandhoudend, bruin, Machinale Boring
3927	
	Klei, matig vast, sterk siltig, zwak humeus, resten schelpen, sporen repac, bruin, Machinale Boring
3817	
	Klei, matig vast, matig zandig, zwak humeus, zwak grindhoudend, zwak roesthoudend, sterk zandhoudend, bruin, Machinale Boring
3737	
	Grind, fijn, vast, sterk zandig, zwak humeus, grijsbruin, Machinale Boring, Grof grind/stenen
3577	

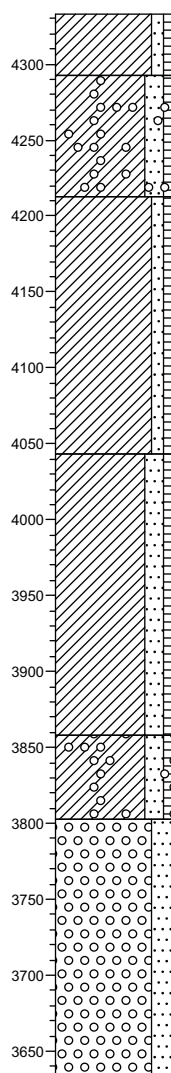
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1: 500 Boringen
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187MACH
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 7 / 11

Boring: 320,5-BmKr-01,280

Maaiveldniveau: 43,33 m tov N.A.P.

X-coördinaat 179173,01
Y-coördinaat 326265,61
Datum: 27-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv] 40
GLG: [cm - mv] 500
Opmerking:



4333	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak humeus, resten wortels, zwak zandhoudend, donkerbruin, Machinale Boring
4293	Klei, vast, matig zandig, zwak humeus, resten roest, resten grind, matig zandhoudend, bruin, Machinale Boring
4213	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, sporen roest, matig zandhoudend, donkerbruin, Machinale Boring
4043	Klei, vast, matig zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sterk zandhoudend, bruin, Machinale Boring
3858	Klei, matig vast, matig zandig, zwak humeus, matig grindhoudend, sterk zandhoudend, bruin, Machinale Boring
3803	Grind, fijn, vast, sterk zandig, zwak steenhoudend, bruin, Machinale Boring, Grof grind/stenen
3633	

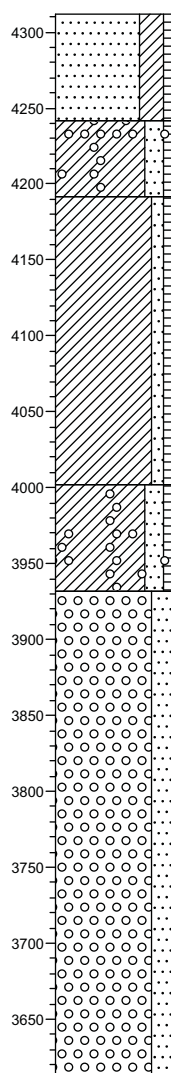
getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1:500 Boringen
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187MACH
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 8 / 11

Boring: 320,7-BmKr-01,710

Maaiveldniveau: 43,12 m tov N.A.P.

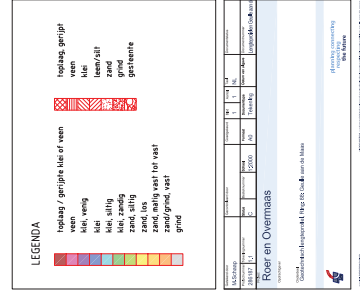
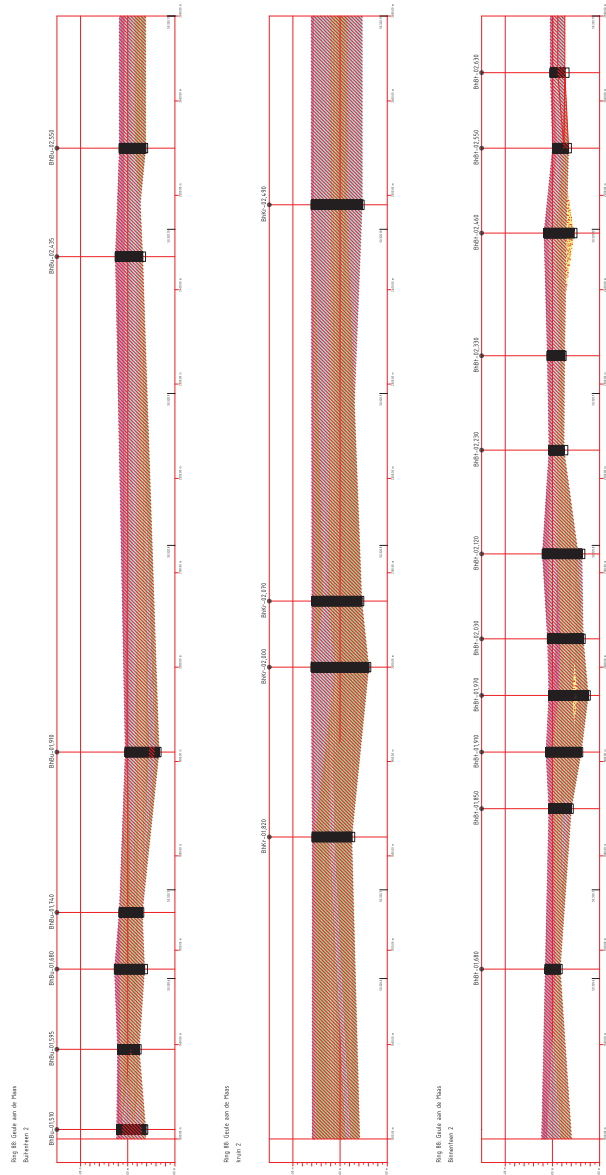
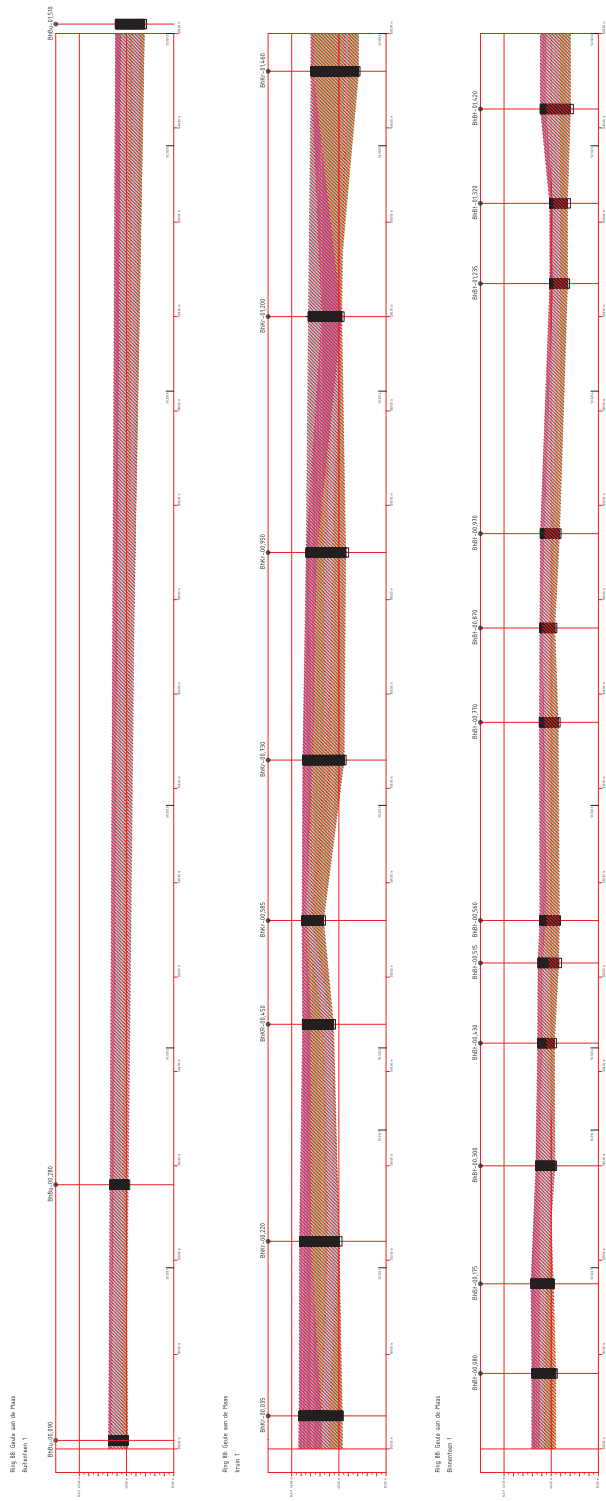
X-coördinaat 179397,01
Y-coördinaat 326609,87
Datum: 26-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv] 120
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



4312	gras
	Zand, matig grof, matig vast, kleiig, zwak humeus, sterk stolhoudend, matig puinhoudend, lichtbruin, Machinale Boring, geroerd
4242	
	Klei, vast, matig zandig, zwak humeus, resten grind, matig zandhoudend, bruin, Machinale Boring
4192	
	Klei, vast, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, zwak zandhoudend, bruin, Machinale Boring
4002	
	Klei, vast, matig zandig, zwak humeus, zwak grindhoudend, resten roest, matig zandhoudend, bruin, Machinale Boring
3932	
	Grind, fijn, vast, sterk zandig, resten roest, bruin, Machinale Boring, Grof grind/stenen
3612	

getekend volgens NEN 5104

	Projectnaam: Toetsing Primaire Waterkeringen	Schaal: 1:500 Boringen
	Locatie: Diverse Lokatie's	Projectnr: 286187MACH
	Opdrachtgever: Waterschap Roer en Overmaas	Pagina: 9 / 11



Bijlage 4

Resultaten laboratoriumonderzoek

Grontmij Nederland bv
Postbus 203
3730 AE DE BILT

T.a.v. de heer K. van Korlaar

ONDERZOEKSRAPPORT

Project	286187, Toetsing Primaire Waterkeringen Roer en Overmaas	Opdrachtnummer	1710-0172-000
Opdrachtgever	Grontmij Nederland bv	Datum rapport	23-03-2010
Contactpersoon	de heer K. van Korlaar	Ontvangst monsters	11-02-2010
Monstername	Uitgevoerd door de opdrachtgever		
Dit rapport bevat de resultaten van het in-situ- en/of laboratoriumonderzoek dat ten behoeve van bovengenoemd project is uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd door Fugro Ingenieursbureau B.V. Materiaalkundig Laboratorium te Arnhem. Eventueel uitbesteed onderzoek is duidelijk als zodanig gekenmerkt.			

INHOUDSOPGAVE	Pagina
Voorblad onderzoeksrapport	1
Korrelverdelingsdiagram	2 t/m 4
Verklaring parameters uit korrelverdeling	5

OPMERKINGEN:

De met "Q" gemerkte verrichtingen zijn geaccrediteerd door RvA.

Fugro is niet verantwoordelijk voor de staat, de herkomst van de monsters en monstername.

Een digitaal exemplaar van dit rapport is naar het e-mailadres (Koen.vanKorlaar@grontmij.nl) verstuurd.

De reproduceerbaarheid van de metingen en / of proeven voldoet aan de gestelde waarde in de desbetreffende norm of in het proefvoorschrift. Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag verkrijgbaar.

1710-0172-000.VB01

Wanneer u naar aanleiding van de resultaten van dit rapport nog vragen heeft verzoeken wij u contact op te nemen met de heer F.J.J. Pruijn.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest en uw opdracht naar wens te hebben uitgevoerd.

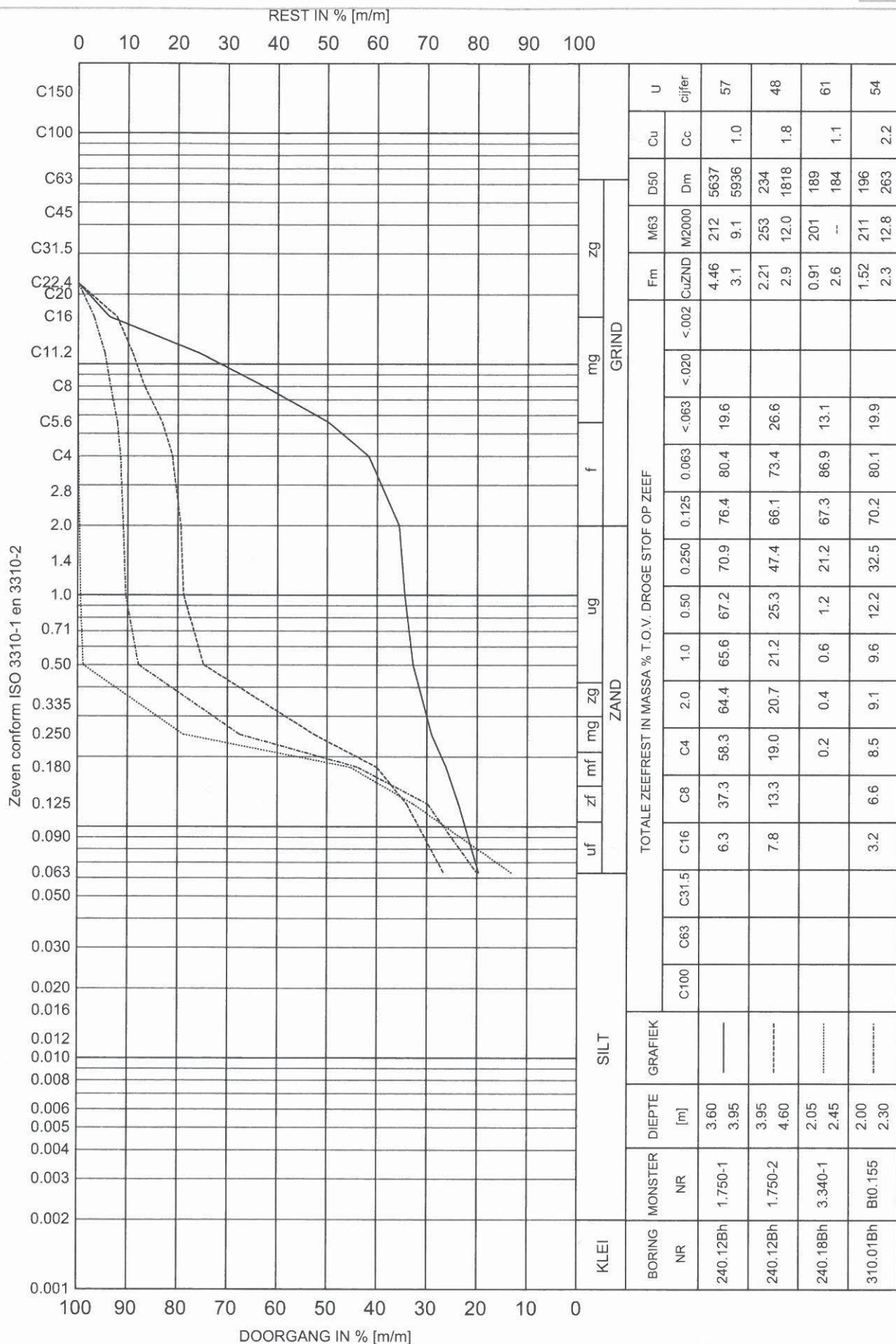
Fugro Ingenieursbureau B.V.
Materiaalkundig Laboratorium

S. O'Hagan
Hoofd Materiaalkundig Laboratorium



Opdr. 1710-0172-000

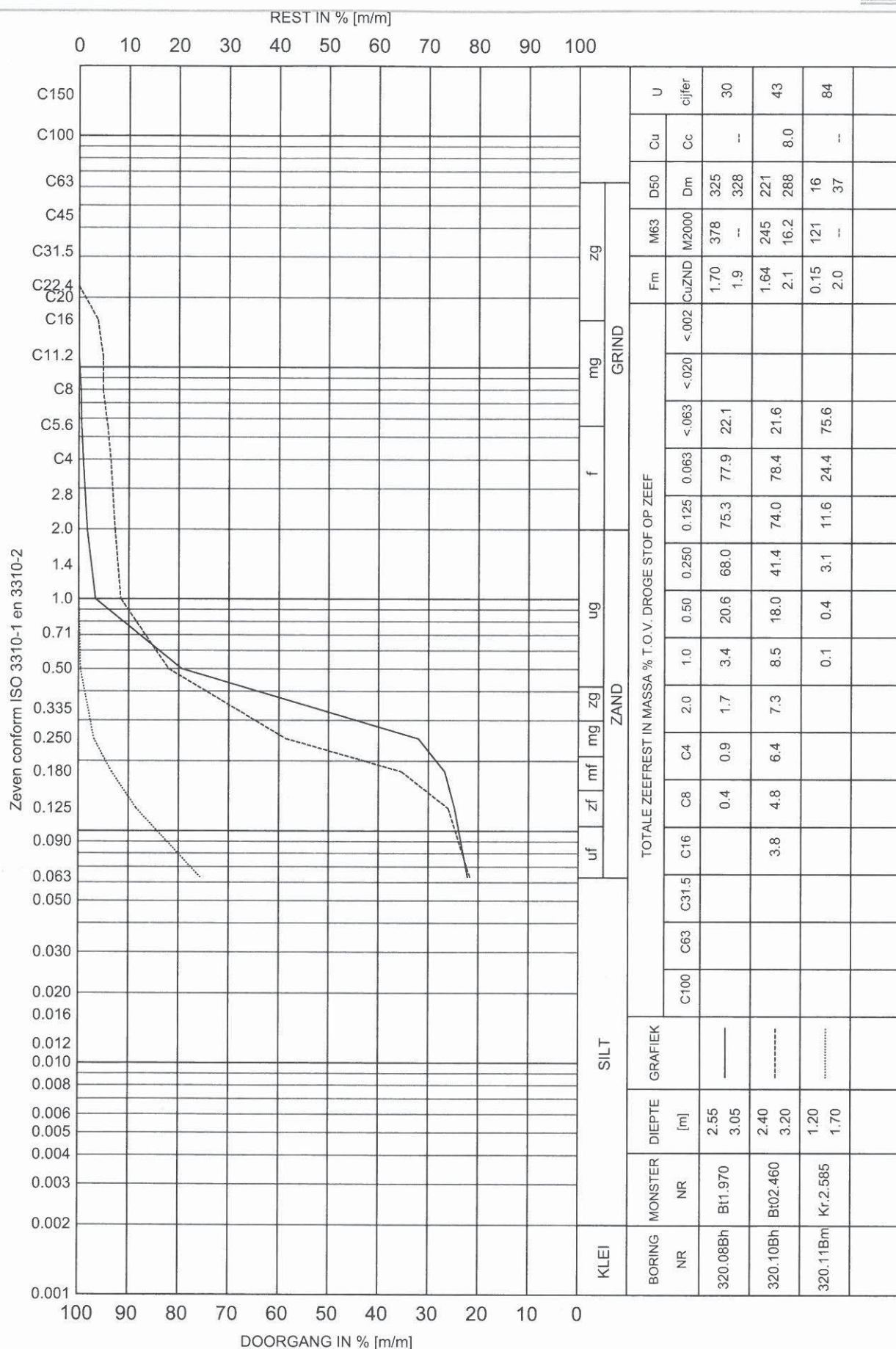
Pagina 2 van 5



KORRELVERDELINGSDIAGRAM

286187, Toetsing Primaire Waterkeringen Roer en Overmaas

Opdr. 1710-0172-000



Opm.: Diepte is in meters tov. maaiveld

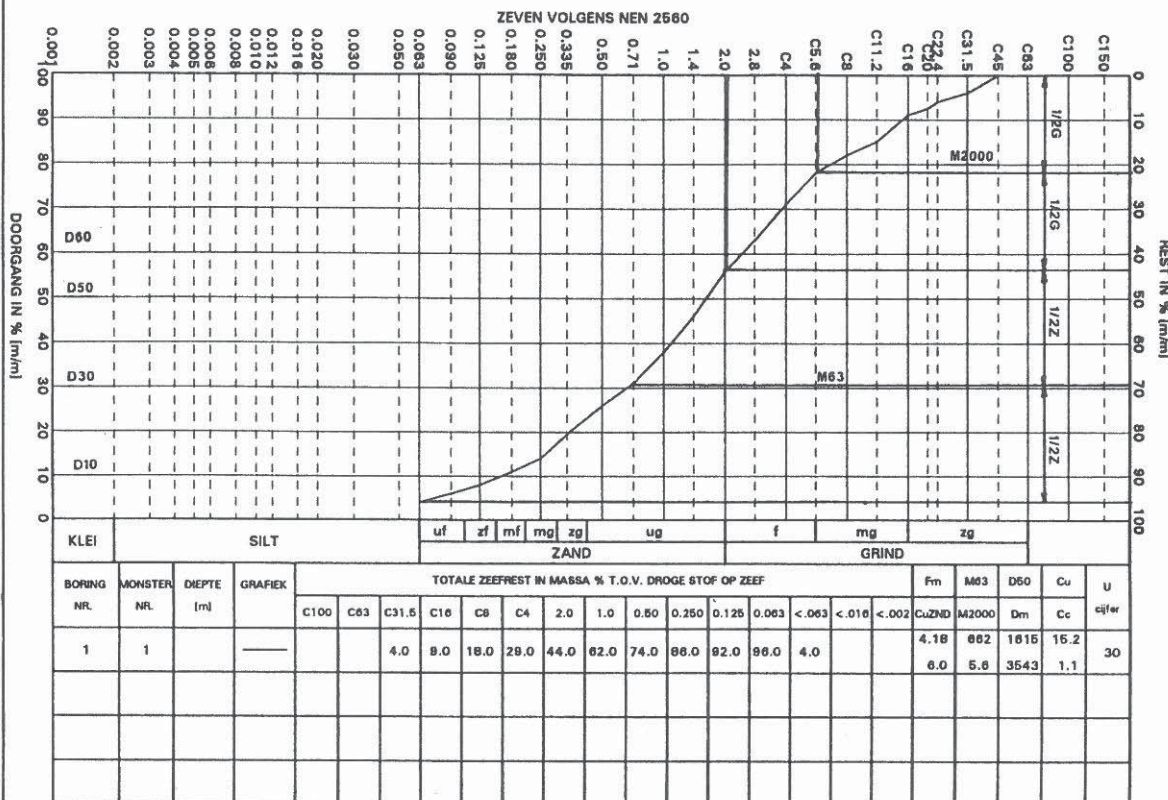
KORRELVERDELINGSDIAGRAM

286187, Toetsing Primaire Waterkeringen Roer en Overmaas

Opdr. 1710-0172-000

VERKLARING PARAMETERS UIT KORRELVERDELING

KORRELVERDELINGSDIAGRAM



- Fm (fijnheidsgetal) : som van de massapercentages op de zeven: C63, C31.5, C16, C8, C4, 2mm, 1mm, 500 µm, 250 µm en 125 µm, gedeeld door 100.
- M63 (zandmediaan) : gemiddelde korrelgrootte van de zandfractie in µm, waarbij 63 µm staat voor de ondergrens en 2 mm voor de bovengrens.
- M2000 (grindmediaan) : gemiddelde korrelgrootte van de grindfractie in mm, waarbij 2mm staat voor de ondergrens en 63 mm voor de bovengrens.
- D50 : de gemiddelde korrelgrootte van al het materiaal in µm.
- Dm : de som van de zeefdoorgang in µm, per massapercentage in stappen van 10 (10 t/m 90%), gedeeld door 9.
- Cu (gelijkmatigheids coëfficiënt) : D60/D10 is het quotiënt van de afmetingen van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 60% en 10% van al het materiaal doorgaat.
- CuZND (gelijkmatigheids coëfficiënt van materiaal >63 µm / < 2 mm) : D60/D10 is het quotiënt van de afmetingen van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 60% en 10% van het materiaal tussen 63 µm en 2mm doorgaat.
- Cc (krommingscoëfficiënt) : $[D_{30}^2 / (D_{60} \times D_{10})]$ is het quotiënt van het kwadraat van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 30% van al het materiaal doorgaat en het product van de denkbeeldige zeefopeningen, waardoor 60% en 10% van al het materiaal doorgaat.
- U-cijfer : specifiek oppervlak zandfractie, berekend als:
- $$\frac{\sum (m_i \times u_i) + (m_2 \times u_2) \dots (m_n \times u_n)}{\text{massa zandfractie}}$$
- waarin: m₁, m₂, etc. = massa subfractie
u₁, u₂, etc. = specifiek oppervlak subfractie

BIJLAGE II NOTITIE GEVOELIGHEIDSANALYSE DEKGROND

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
fax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

onderwerp gevoeligheidsanalyse leem
project Sluitstukkaden Cluster E
opdrachtgever Waterschap Roer en Overmaas
projectcode STD88-1
referentie STD88-1/smid3/019
opgemaakt door ing. L. de Gier
goedgekeurd door ir. J. Lansink
status definitief
datum opmaak 6 september 2013
bijlagen I Uitvoer D-Geo Stability

paraaf 

aan	Roer en Overmaas	J. Tholen
kopie	Witteveen+Bos	ir. S.T. Pwa

1. AANLEIDING

De natuurlijke dekgrond bestaat hoofdzakelijk uit leem en komt voor als aluviale afzetting (sterk kleiig silt/leem) en aeolische (löss) afzetting (zandig leem, al dan niet verspoeld). De aluviale afzettingen gedragen zich als klei en zijn gesedimenteerd in de maasgeul. De aeolische afzettingen komen vanaf het land en liggen als een 'deken' over de andere afzettingen.

Conform Tabel 2.b van de NEN-EN 1997-1+C1:2012/NB:2012 laten de sterkte-eigenschappen van de rivierafzetting zich schematiseren als 'klei, zwak zandig, matig' en sterkte-eigenschappen van de meer zandige lössafzetting als 'leem, zwak zandig, slap'. Beide soorten afzettingen hebben een volumiek droog en nat gewicht van 19 kN/m³.

De lagen wisselen elkaar op zeer korte afstand af en komen vaak in willekeurige volgorde voor. Zo kan binnen een afstand van enkele meters een 1,0 m dikke laag zandige leem veranderen in geulvulling van 3 m rivierklei. Om deze reden is ervoor gekozen om in de berekeningen binnen het project 'Sluitstukkaden Cluster E' de meest conservatieve schematisatie van de dekgrond aan te houden.

2. GEVOELIGHEIDSANALYSE

Voor de stabiliteitsberekeningen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de schematisatie van de dekgrond. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de volgende punten opgenomen:

- sterkteparameters (klei, zwak zandig, matig - leem, sterk of zwak zandig, slap);
- freatische lijn (kleidijk - zanddijk);
- zonering (kleidijk - zanddijk).

2.1. Sterkteparameters

2.1.1. Karakteristieke waarden

De karakteristieke waarden van de twee grondsoorten zijn opgenomen in Tabel 2.1 De sterkteparameters zijn afkomstig uit Tabel 2b van de NEN-9997-1+c1.

Tabel 2.1. Karakteristieke waarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rep} [°]
Leem, zwak zandig, slap	1,0 *	27,5
Klei, zwak zandig, matig	5,0	22,5

* Er is een cohesie van 1 kPa aangehouden omdat er relatief veel klei/ in het leem aanwezig is. De eurocode schrijft een cohesie voor van 0 bij leem, zwak zandig, slap en 1 en 2,5 bij respectievelijk consistentie matig en vast

2.1.2. Materiaalfactoren

In de materiaalfactor zijn onzekerheden ten aanzien van de beschrijving van de schuifsterkte verdisconteerd. Een overzicht van de toe te passen materiaalfactoren is gegeven in tabel 2.2. De waarden zijn afkomstig uit het Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies en zijn afgeleid voor een basisbetrouwbaarheidsniveau $\beta = 4,0$.

Tabel 2.2. Materiaalfactoren

grondsoort	cohesie [-]	hoek van inwendige wrijving [-]
Leem, zwak zandig, slap *	1,25	1,20
Klei, zwak zandig, matig	1,25	1,20

* voor leem, zwak zandig, slap zijn de materiaalfactoren voor klei gehanteerd.

2.1.3. Rekenwaarden

De rekenwaarden van de aanwezige grondsoorten zijn opgenomen in Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Rekenwaarden sterkteparameters

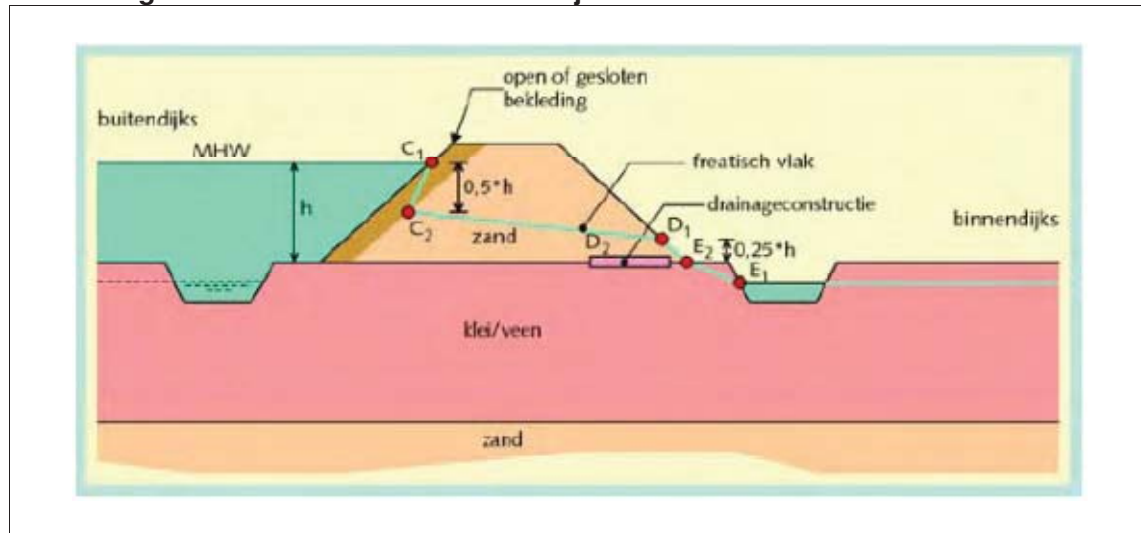
grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rep} [°]
Leem, zwak zandig, slap	0,8	23,5
Klei, zwak zandig, matig	4,0	19,0

2.2. Freatische lijn

2.2.1. Zanddijk (leem, zwak zandig, slap)

De freatische lijn wanneer wordt uitgegaan van een zanddijk is geschematiseerd op basis van figuur b1.3 uit het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken. Er is geen rekening gehouden met een gesloten bekleding op het buitentalud. Dus verloopt direct van C1 naar D1.

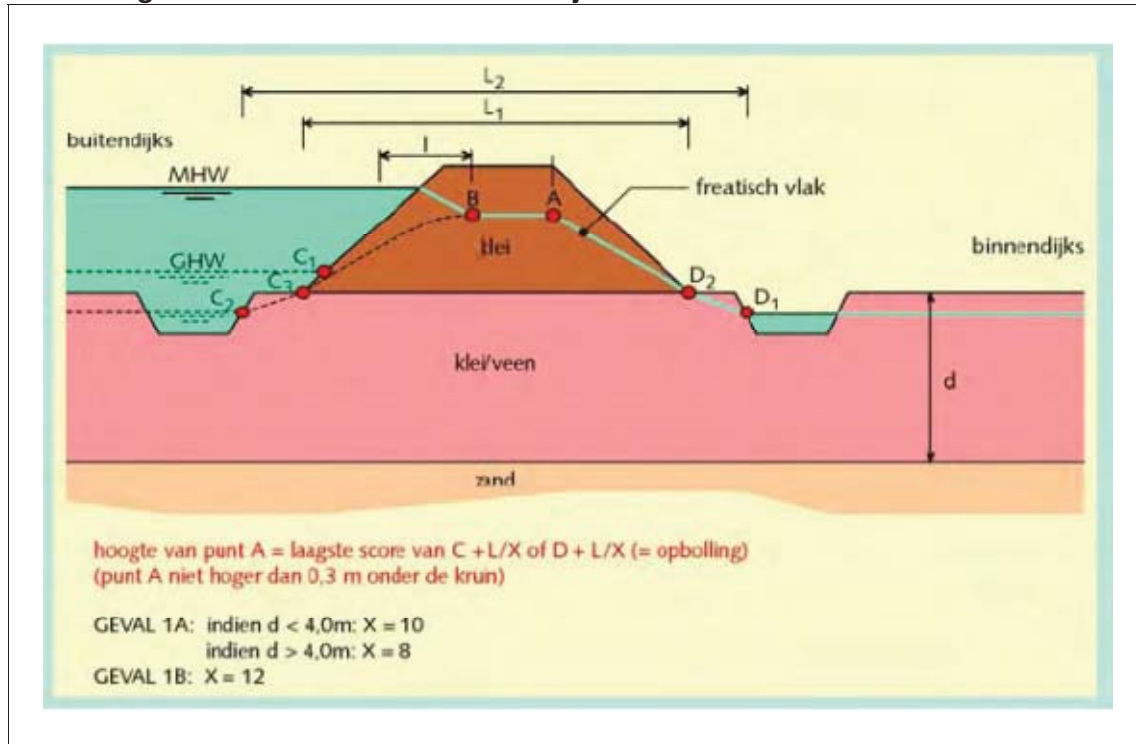
Afbeelding 2.1. Schematisatie freatische lijn



2.2.2. Kleidijk (klei, zwak zandig, matig)

De freatische lijn wanneer wordt uitgegaan van een kleidijk is geschematiseerd op basis van figuur b1.1 uit het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken.

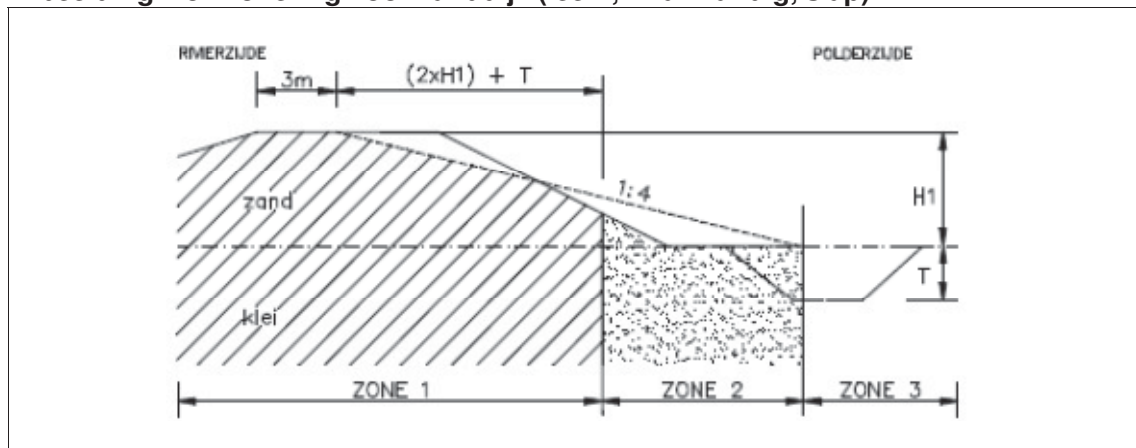
Afbeelding 2.2. Schematisatie freatische lijn



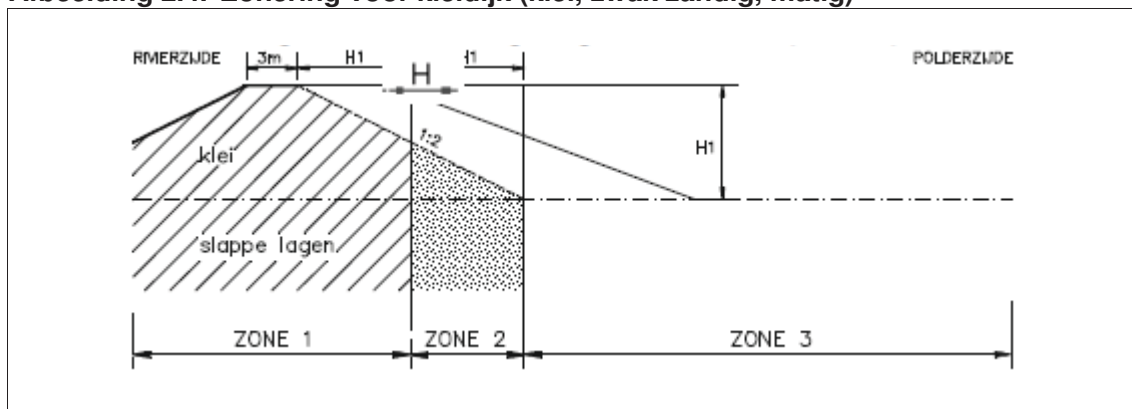
2.3. Zonering

Afhankelijk van het kernmateriaal (zand of klei) kan er volgens de Handreiking Constructief Ontwerpen voor de zonering een helling van 1:2 of van 1:4 worden aangehouden (zie afbeeldingen).

Afbeelding 2.3. Zonering voor zanddijk (leem, zwak zandig, slap)



Afbeelding 2.4. Zonering voor kleidijk (klei, zwak zandig, matig)



2.4. Rekenprofielen

Als invoer zijn de D-Geo Stability berekeningen uit de toetsingen gebruikt. De volgende profielen/dijkvakken zijn meegenomen in deze gevoeligheidsanalyse:

- 50.320.2;
- 50.320.4;
- 50.320.11;
- 50.650.1;
- 50.720.1.

3. RESULTATEN

In tabel 3.1 zijn de veiligheidsfactoren weergegeven voor zone 1 indien de dekgrond en de kern van de dijk zijn geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap (zanddijk) of als klei, zwak zandig, matig (kleidijk).

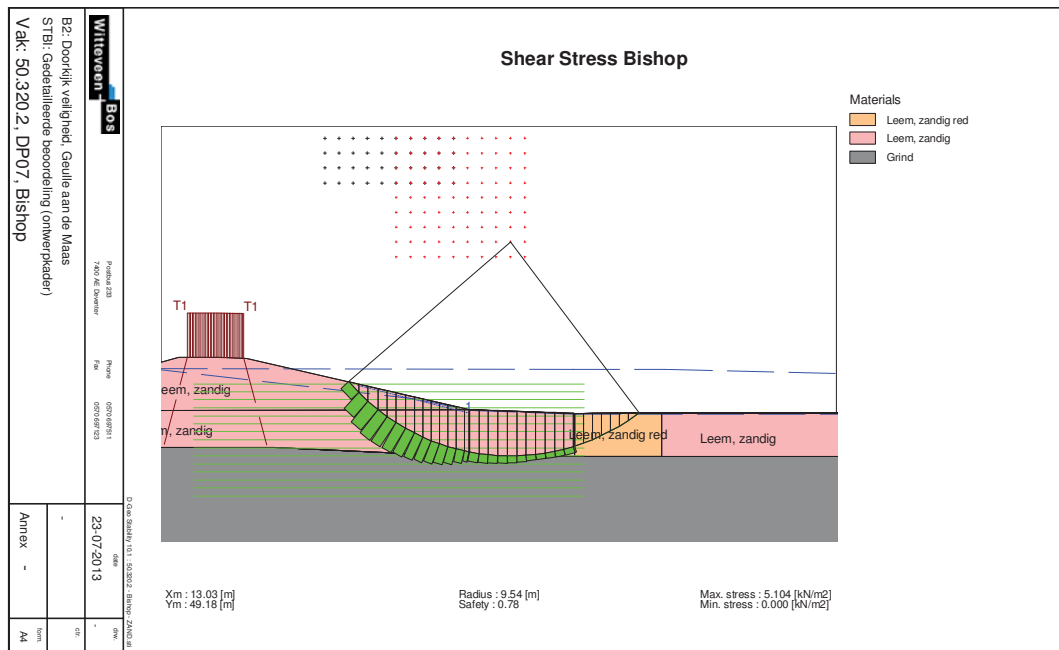
Tabel 3.1. Resultaten

dijkvak	SF zanddijk	SF kleidijk
50.320.2	0,78	1,01
50.320.4	0,93	1,10
50.320.11	0,71	0,92
50.650.1	0,66	0,76
50.720.1	0,67	0,77

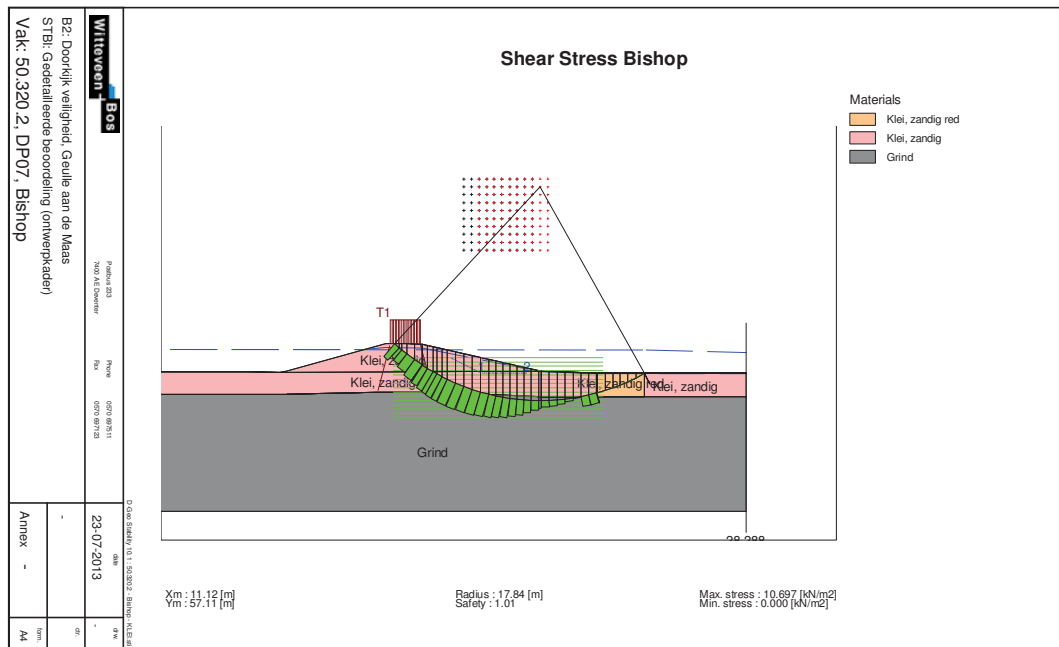
Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond en het kernmateriaal van de dijk in de stabiliteitsberekeningen voor het definitieve ontwerp geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap.

BIJLAGE I UITVOER D-GEO STABILITY

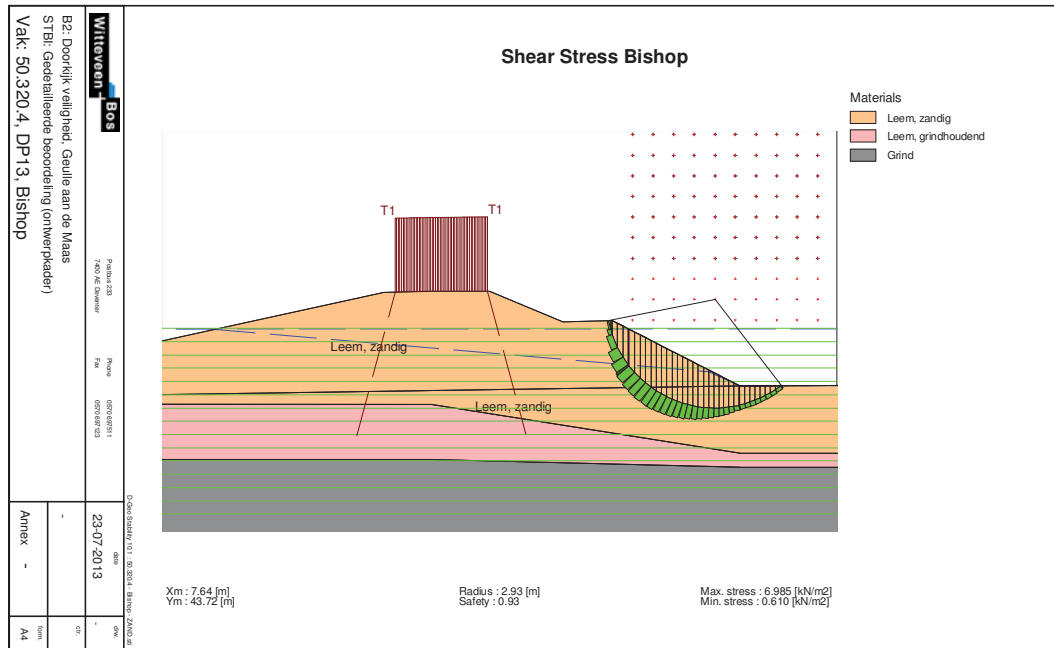
50.320.2: leem, zwak zandig, slap



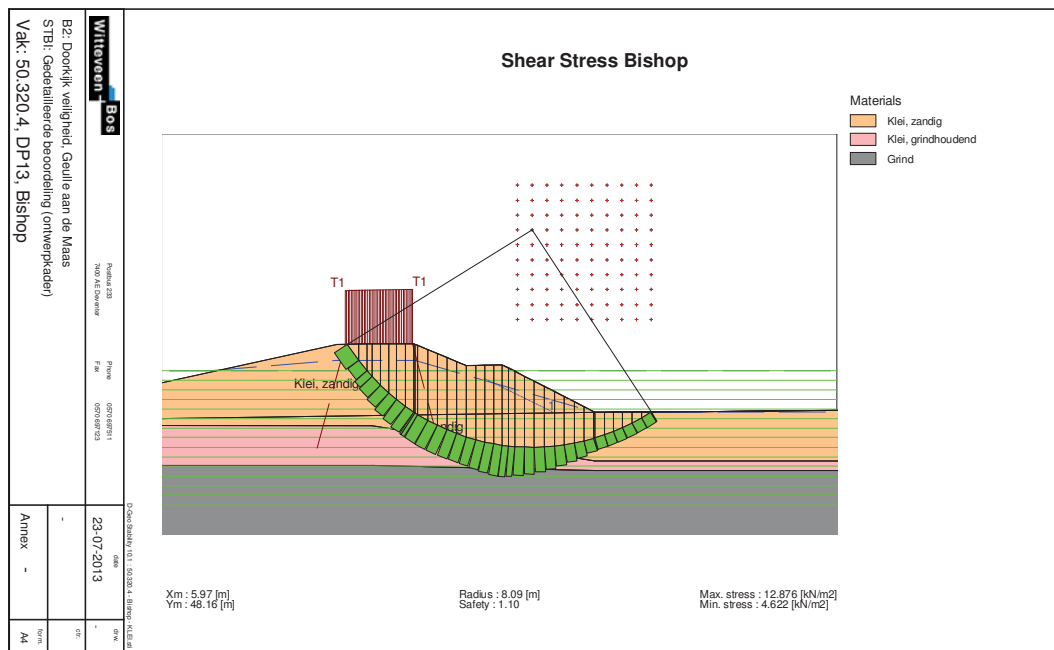
50.320.2: klei, zwak zandig, matig



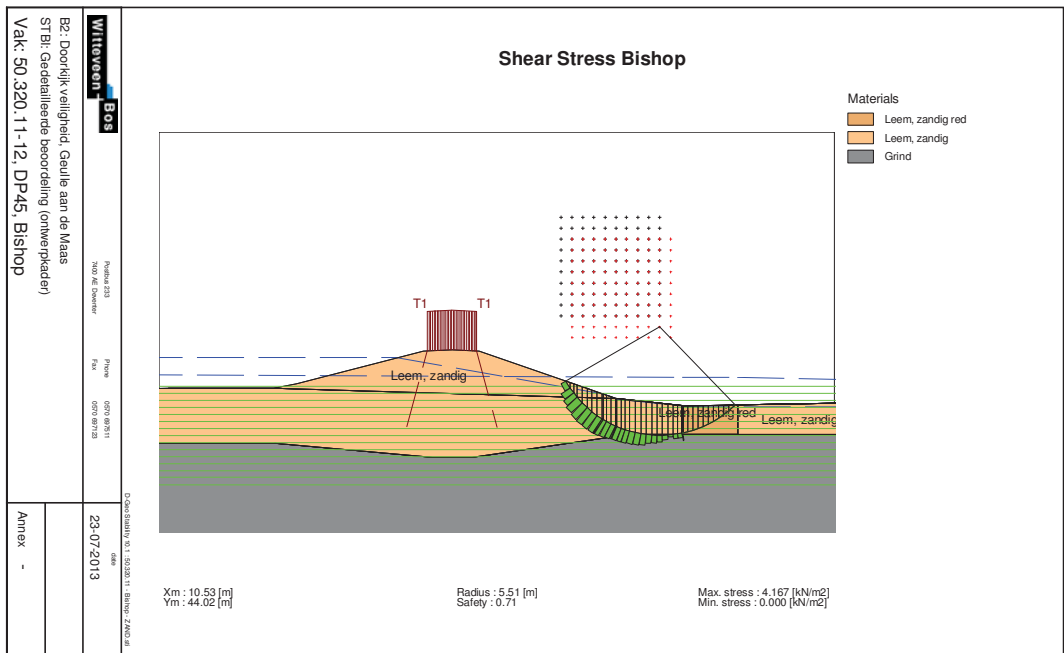
50.320.4: leem, zwak zandig, slap



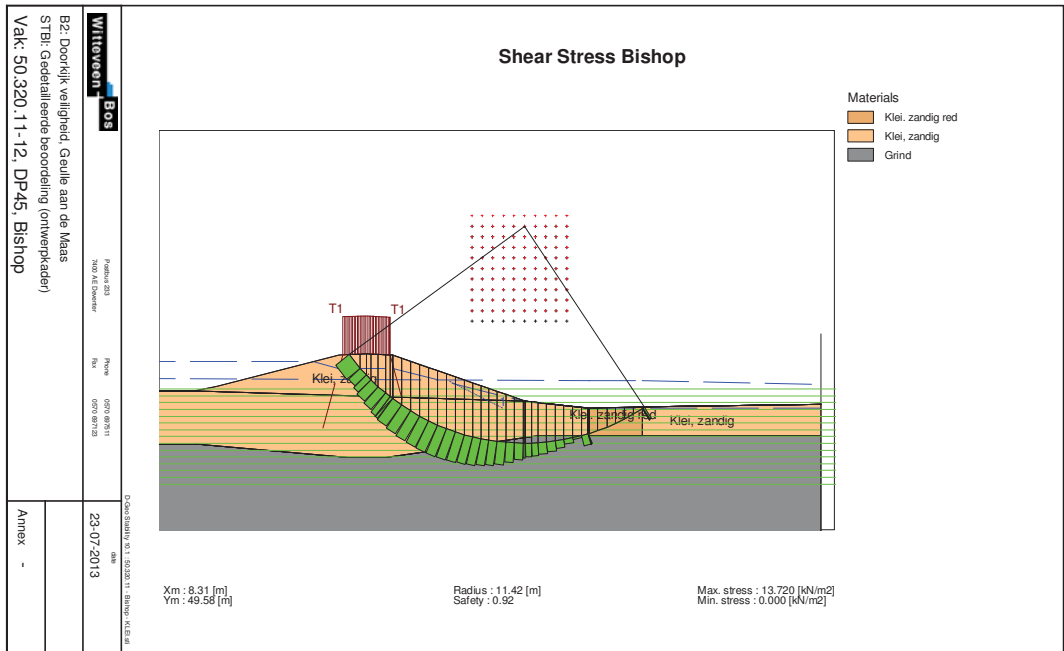
50.320.4: klei, zwak zandig, matig



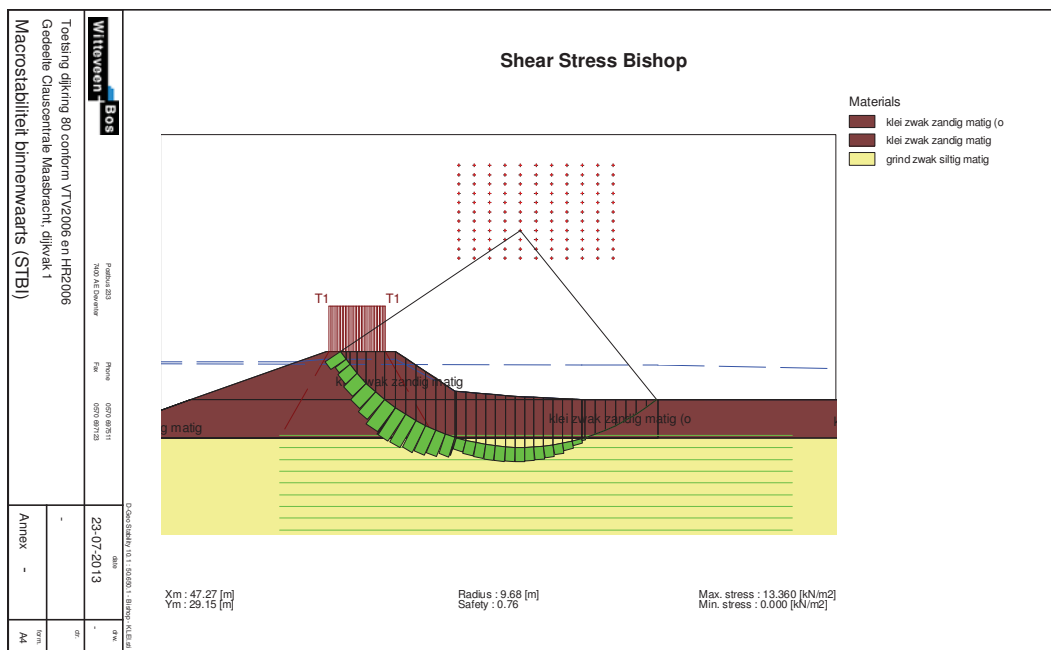
50.320.11: leem, zwak zandig, slap



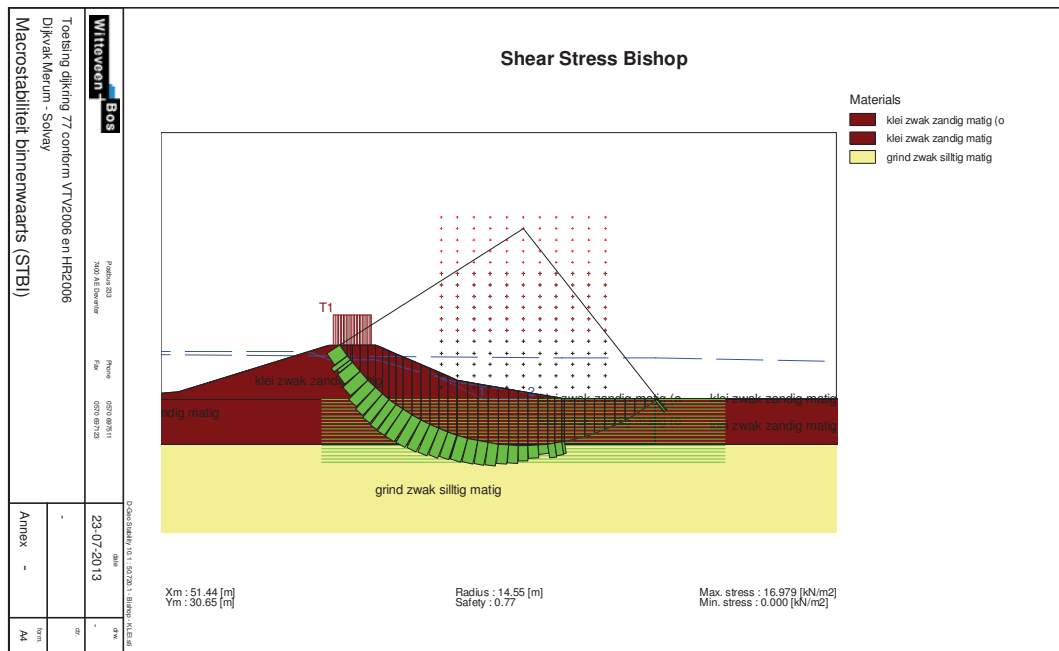
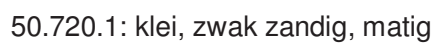
50.320.11: klei, zwak zandig, matig



50.650.1: klei, zwak zandig, matig



Witteveen+Bos, bijlage I behorende bij notitie STD88-1/smid3/019 definitief d.d. 6 september 2013



BIJLAGE III NOTITIE REKENBLOK SCHEMATISERINGSFACTOR

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
fax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

onderwerp afleiding schematiseringsfactor
project Sluitstukkaden Cluster E
opdrachtgever Waterschap Roer en Overmaas
projectcode STD88-1
referentie STD88-1/smid3/030
opgemaakt door ing. L. de Gier
goedgekeurd door ir. J. Lansink
status definitief 2
datum opmaak 25 september 2013
bijlagen I Rekenblok schematiseringsfactor

paraaf 

aan WRO J. Tholen

1. INLEIDING

In deze notitie is de afleiding van de schematiseringsfactor voor het definitief ontwerp van de dijkvakken binnen Sluitstukkaden Cluster E gepresenteerd. De afleiding is gebaseerd op het stappenplan schematiseringsfactor [lit. 1.].

2. AFLEIDING SCHEMATISERINGSFACTOR

2.1. Stap 1a en stap 1b: opstellen basisschematisatie en ontwerp

Voor de bepaling van de schematiseringsfactor zijn 2 dwarsprofielen beschouwd. Wanneer de berekende schematiseringsfactor hier aanleiding toe geeft kan de schematiseringsfactor ook voor de overige profielen worden bepaald. De profielen die zijn doorgerekend voor het vaststellen van de schematiseringsfactor zijn opgenomen in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Beschouwde dwarsprofielen

Dijkring	dijkvak	dwarsprofiel (revisiemetingen)
Dijkring 77: Merum-Solvay	50.720.1	4
Dijkring 88: Geulle a/d Maas	50.320.11	45

2.2. Stap 2: nagaan of reductie van de schematiseringsfactor nuttig is

Een reductie van de schematiseringsfactor is nuttig omdat dit een reële besparing oplevert ten aanzien van de benodigde berm lengte.

2.3. Stap 3a: identificeren onzekerheden

Bij het opstellen van de basisschematisatie zijn keuzes gemaakt ten aanzien van de schematisatie. Het betreft met name de volgende onderdelen:

- bodemopbouw: niveau van laagscheidingen en het al dan niet aanwezig zijn van bepaalde lagen;
- geohydrologische uitgangspunten:
 - waterspanningsverloop en slechtdoorlatende lagen;
 - ligging freatische lijn.

De onzekerheid in het gedrag van het kernmateriaal van de dijken is reeds onderzocht in de notitie 'gevoeligheidsanalyse leem' [lit. 2.]. Op basis van deze notitie is de dijk conservatief geschematiseerd als zanddijk. De variabelen in deze notitie zijn daarom niet meegenomen in de keuze van de schematiseringsfactor:

- zoneringsregel (handreiking constructief ontwerpen [lit. 3.]);
- sterkteparameters leem;
- principe schematisatie freatische lijn (alleen kleine afwijkingen meegenomen in deze notitie).

Daarnaast is de stijghoogte in het grindpakket gelijk gehouden aan de buitenwaterstand in verband met de hoge doorlatendheid. Ook dit is een aanname van conservatieve aard en een minder gunstige schematisatie is hier bij voorbaat niet mogelijk.

Op basis van de gekozen schematisatie zijn een aantal scenario's gegenereerd. Een scenario is een schematisatie die slechts op één van de bovenstaande punten afwijkt van de basisschematisatie. Van ieder scenario is vervolgens de kans van optreden geschat. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen drie waarschijnlijkheden:

- $P < 0,1$: onwaarschijnlijk;
- $P < 0,01$: zeer onwaarschijnlijk;
- $P < 0,001$: vrijwel uitgesloten.

In de onderstaande tabel zijn de scenario's opgesomd.

Tabel 2.2. Scenario's

scenario	omschrijving	kans van voorkomen
1	maaiveld ligt 0,1 m lager	0,01
2	freatische lijn ligt 0,1 m hoger in dijk kern	0,1
3	de deklaag is 0,2 meter dunner	0,1
4	de deklaag is 0,2 meter dikker	0,1
5	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m ³ lager	0,1

2.3.1. Scenario 1: maaiveld ligt 0,1 m lager

Per dijkvak is het maatgevende profiel doorgerekend en vergeleken met de inmeting uit 2013. De kans dat het maaiveld ergens lager ligt dan in de sommen is aangehouden is daarom zeer onwaarschijnlijk.

2.3.2. Scenario 2: freatische lijn ligt 0,1 m hoger

De freatische lijn in de dijk is geschematiseerd zoals voorgeschreven in het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken ([lit. 4.], figuur b1.3). Aangezien het hier gaat om een standaard schematisatie is het niet uit te sluiten dat de freatische lijn in werkelijkheid net

iets anders verloopt. De kans op grote afwijkingen is onwaarschijnlijk en is reeds meegenomen in de gevoeligheidsanalyse van de dekgrond/kernmateriaal [lit. 2.].

2.3.3. Scenario 3: De deklaag is 0,2 m dunner in het achterland

De diepteligging van de dekgrond in het achterland is bepaald op basis van de beschikbare boringen in het achterland. Er bestaat bij grondonderzoek altijd een kans op lokale afwijkingen omdat het onderzoeksgebied relatief beperkt is. De kans op voorkomen is onwaarschijnlijk.

2.3.4. Scenario 4: De deklaag is 0,2 m dikker in het achterland

De diepteligging van de dekgrond in het achterland is bepaald op basis van de beschikbare boringen in het achterland. Er bestaat bij grondonderzoek altijd een kans op lokale afwijkingen omdat het onderzoeksgebied relatief beperkt is. De kans op voorkomen is onwaarschijnlijk.

2.3.5. Scenario 5: gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ lager

De gewicht van de dekgrond is bepaald op basis van de NEN 9997-1+c1:2012. Er is een waarde van 19kN/m³ aangehouden wat overeenkomt met de lichtste leemsoort. Echter bestaat er de kans dat het gewicht in het veld minder groot is in verband met mogelijke bijmenging. De kans is als onwaarschijnlijk meegenomen in de bepaling van de schematiseringsfactor.

2.4. Stap 3b: bepalen schematiseringsfactor

Van alle scenario's is afzonderlijk de stabiliteitsfactor bepaald voor zone 1 en 2 [lit. 3.]. Het verschil met de stabiliteitsfactor van de basisschematisatie is ingevuld in de rekenhulp van ENW voor het bepalen van schematiseringsfactoren. Hieruit volgt een percentage van de kansruimte die door de onzekerheden wordt gebruikt. Indien dit percentage kleiner is dan 100 % is gekozen voor de juiste schematiseringsfactor, indien dit percentage groter is dan 100 % moet het ontwerp worden aangepast (zie stap 4).

2.4.1. Berekeningen zone 1

Tabel 2.3 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.720.1

scenario	omschrijving	SF ^{*1} (-.)	verschil SF (-.)
basis	basisschematisatie	1,25	-
1	maaiveld ligt 0,1 m lager	1,26	0,00
2	freatische lijn ligt 0,1 m hoger	1,24	-0,01
3	de deklaag is 0,2 meter dunner	1,26	0,00
4	de deklaag is 0,2 meter dikker	1,21	-0,05
5	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m ³ lager	1,21	-0,05

^{*1} SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

Tabel 2.4 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.320.11

scenario	omschrijving	SF ^{*1} (-.)	verschil SF (-.)
basis	basisschematisatie	1,35	-
1	maaiveld ligt 0,1 m lager	1,40	0,00
2	freatische lijn ligt 0,1 m hoger	1,34	-0,01
3	de deklaag is 0,2 meter dunner	1,39	0,00
4	de deklaag is 0,2 meter dikker	1,29	-0,06
5	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m ³ lager	1,35	0,00

*1 SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

2.4.2. Berekeningen zone 2

Tabel 2.5 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.720.1

scenario	omschrijving	SF ^{*1} (-.)	verschil SF (-.)
basis	basisschematisatie	1,10	-
1	maaiveld ligt 0,1 m lager	1,10	0,00
2	freatische lijn ligt 0,1 m hoger	1,10	0,00
3	de deklaag is 0,2 meter dunner	1,13	0,00
4	de deklaag is 0,2 meter dikker	1,06	-0,04
5	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m ³ lager	1,09	-0,01

*1 SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

Tabel 2.6 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.320.11

scenario	omschrijving	SF ^{*1} (-.)	verschil SF (-.)
basis	basisschematisatie	1,15	-
1	maaiveld ligt 0,1 m lager	1,12	-0,03
2	freatische lijn ligt 0,1 m hoger	1,12	-0,03
3	de deklaag is 0,2 meter dunner	1,24	0,00
4	de deklaag is 0,2 meter dikker	1,03	-0,12
5	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m ³ lager	1,13	-0,02

*1 SF = stabiliteitsfactor

Uit de rekenhulp volgt dat de schematiseringsfactor van 1,1 correct is gekozen.

2.5. Stap 4: aanpassen ontwerp

Het ontwerp is opgesteld met een schematiseringsfactor van 1,1. Op basis van deze notitie is gesteld dat het ontwerp hiermee voldoet.

2.6. Stap 5: optimalisatie en nader onderzoek

Een schematiseringsfactor van 1,1 is de minimale waarde. Een verdere optimalisatie om de kans van optreden van de verschillende scenario's te verkleinen, heeft daardoor geen meerwaarde.

3. LITERATUUR

1. Arcadis (2010) Stappenplan schematiseringsfactor.
2. Witteveen+Bos (2013) Notitie gevoeligheidsanalyse leem STD88-1.
3. TAW (1994) Handreiking constructief ontwerpen.
4. TAW (2004) Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken.

BIJLAGE I REKENBLOK SCHEMATISERINGSFACTOR

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n :

1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07	2.44E-08
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.05	1.094	4.723	1.16E-06	1.16E-07
6	0.1	-0.05	1.094	4.723	1.16E-06	1.16E-07

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

3.71E-07

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is 4% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	1.144	5.108	1.63E-07
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07
3	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07
5	0.1	-0.05	1.094	4.723	1.16E-06
6	0.1	-0.05	1.094	4.723	1.16E-06

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

3.71E-07

dit is 4% van de toelaatbare kans
indien kleiner dan 100%
dan is schematiseringfactor ok

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n :

1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.04	1.104	4.800	7.93E-07	7.93E-08
6	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07	2.44E-08

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

2.34E-07

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is 3% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
1	0.59	0	1.144	5.108	1.63E-07
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07
3	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07
5	0.1	-0.04	1.104	4.800	7.93E-07
6	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

2.34E-07

dit is 3% van de toelaatbare kans
indien kleiner dan 100%
dan is schematiseringfactor ok

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n :

1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07	2.44E-08
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.06	1.084	4.646	1.69E-06	1.69E-07
6	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

3.24E-07

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is 4% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen (ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	1.144	5.108	1.63E-07
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07
3	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07
5	0.1	-0.06	1.084	4.646	1.69E-06
6	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

3.24E-07

dit is 4% van de toelaatbare kans
indien kleiner dan 100%
dan is schematiseringfactor ok

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n :

1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} :

4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans:

8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

$\beta = 4 + (F_{d,eis} - 1) / 0.13$

Si	P(Si)	$\Delta F_d(D;Si)$	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	-0.03	1.114	4.877	5.39E-07	5.39E-09
3	0.1	-0.03	1.114	4.877	5.39E-07	5.39E-08
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.12	1.024	4.185	1.43E-05	1.43E-06
6	0.1	-0.02	1.124	4.954	3.64E-07	3.64E-08

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

1.64E-06

$\Delta F_d(D;Si)$ geeft toename van $F_d(D)$ tov stabiliteitsfactoreis bij aanname van scenario Si !!!

dit is 20% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor:

1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse:

1.144

Corresponderende β :

5.108

Corresponderende faalkans:

1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:

9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [

waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate

met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen

(ten opzichte van de stabiliteitsfactoren boven)

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	1.144	5.108	1.63E-07
2	0.01	-0.03	1.114	4.877	5.39E-09
3	0.1	-0.03	1.114	4.877	5.39E-08
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-08
5	0.1	-0.12	1.024	4.185	1.43E-06
6	0.1	-0.02	1.124	4.954	3.64E-08

NB: $F_d(D;Si)$ in deze tabel = $F_d(D;Si)$ uit bovenste tabel verhoogd met toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans:

1.64E-06

dit is 20% van de toelaatbare kans
indien kleiner dan 100%
dan is schematiseringfactor ok

BIJLAGE IV BEREKENINGEN OPBARSTEN

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 9 september 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.320.7

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 41 m+NAP
 verwachte stijghoogte 41.00 m+NAP
 y_w 10 kN/m³
 polderpeil 41 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 41 m+NAP

sloot

d 41 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 1.60 m
 H2 1.60 m
 H3 -14.53 m
H 1.60 m 41.00 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat;d}$	y_d	d	$y * d$
1	Leem	41	39.4	19	19	1.6	30.4
2					0	0.0	0.0
3					0	0.0	0.0
4					0	0.0	0.0
5					0	0.0	0.0
6					0	0.0	0.0
onderkant lagenpakket		39.4 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		30.4					
waterdruk watervoerend pakket		16.0					

resultaten

grenspotentiaal 3.04 m
 grenspotentiaal 42.44 m+NAP
 opbarstveiligheid 1.90 -

$$h_{z,s} = h_p + d \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
projectcode: STD88-1
datum: 9 september 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.320.11

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
ontwerpwaterstand 42.45 m+NAP
verwachte stijghoogte 42.45 m+NAP
 y_w 10 kN/m³
polderpeil 40.1 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 40.1 m+NAP

sloot

d 40.1 m+NAP
b 50 m
talud 1:n 2 -
B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 1.55 m
H2 1.55 m
H3 -14.60 m
H 1.55 m 40.10 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat;d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	40.1	38.55	19	19	1.6	29.5
2					0	0.0	0.0
3					0	0.0	0.0
4					0	0.0	0.0
5					0	0.0	0.0
6					0	0.0	0.0
onderkant lagenpakket		38.55 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		29.5					
waterdruk watervoerend pakket		39.0					

resultaten

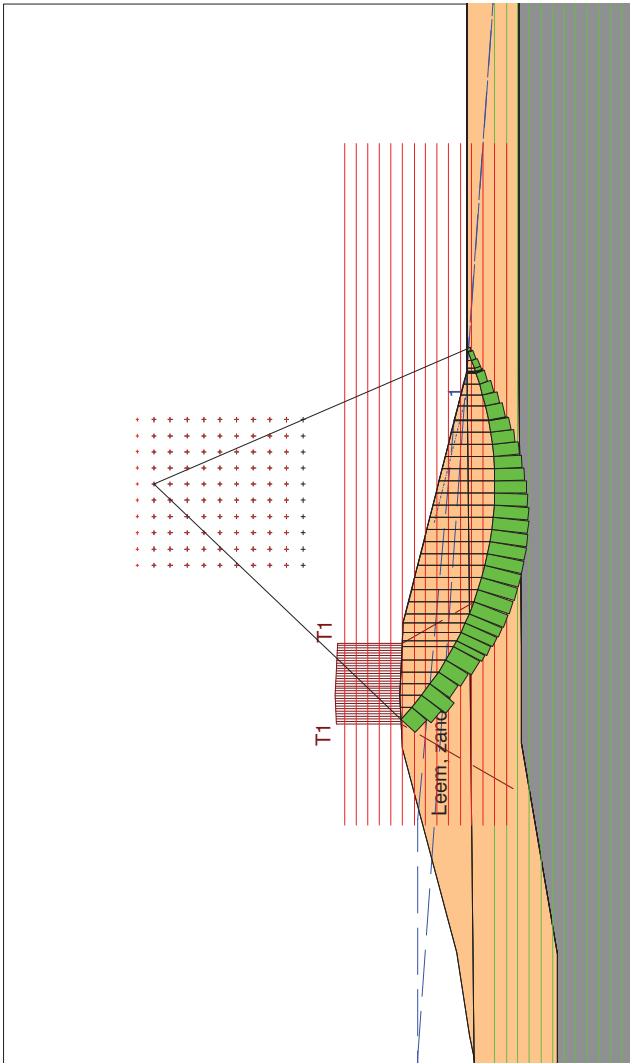
grenspotential 2.95 m
grenspotential 41.50 m+NAP
opbarstveiligheid 0.76 -

$$h_{z,s} = h_p + d \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

BIJLAGE V BEREKENINGEN STABILITEIT BINNENWAARTS (STBI)

Shear Stress Bishop

Materials
Leem, zandig
Grind



Max. stress : 8.271 [kN/m²]
Min. stress : 0.773 [kN/m²]

Radius : 10.55 [m]
Safety : 1.42

Xm : 6.52 [m]
Ym : 50.86 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.7 Dwarsprofiel 30 - Bishop - zone 1.stl

Witteveen **Bos**

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date
18-09-2013

dwn.

-

DO Sluitstukkaden Cluster E
Dijkkring 88 Geulle aan de Maas (50.320.7)
dwp 30 - Bishop

-
Annex -

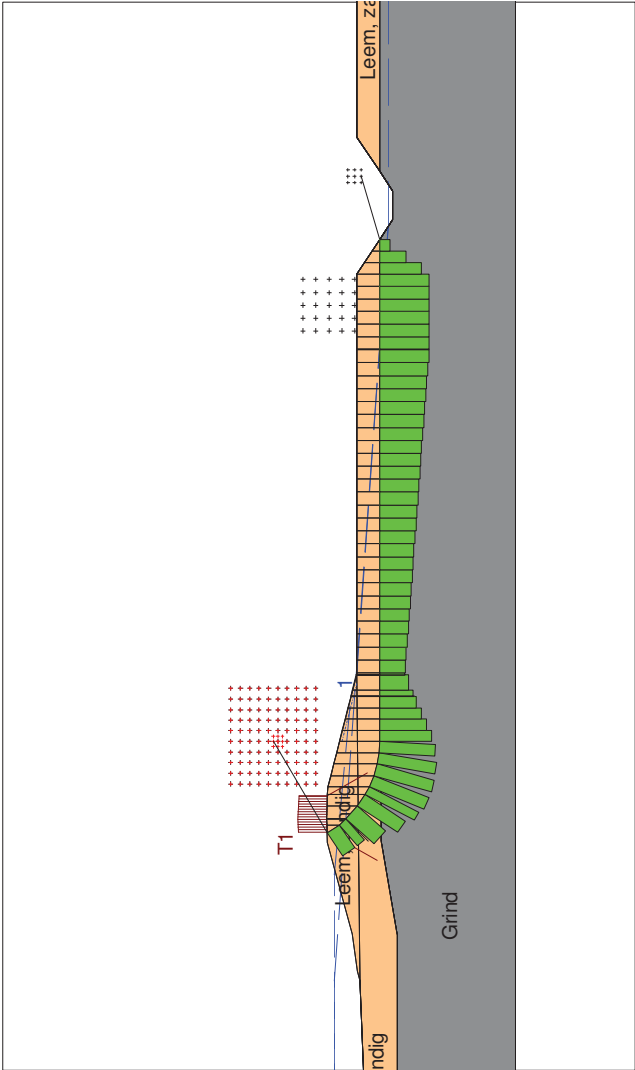
ctr.

form.

A4

Shear Stress Uplift Van

Materials
Leem, zandig
Grind



Max. stress : 4.558 [kN/m2]
Min. stress : 0.799 [kN/m2]

Radius : 7.37 [m]
Safety : 3.71 (3.53)

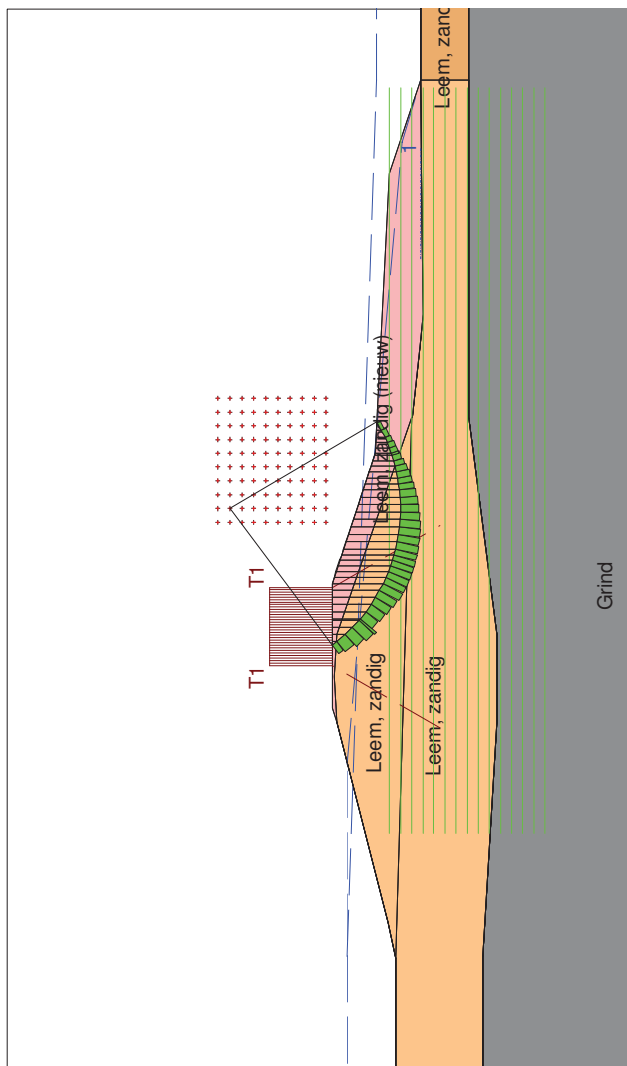
Xm : 5.36 [m]
Ym : 46.77 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.7 Dwarsprofiel 30 - Uplift Van - zone 1.stl

DO Sluitstukkaden Cluster E Dijkkring 88 Geulle aan de Maas (50.320.7) dwp 30 - Uplift Van	Witteveen + Bos		Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 697511 Fax 0570 697123	date 18-09-2013	drw. -
					-	ctr.
	Annex -					form. A4

Shear Stress Bishop

- Materials
- Leem, zandig (nieuw)
 - Leem, zandig red
 - Leem, zandig
 - Grind



Max. stress : 8.146 [kN/m²]
Min. stress : 0.893 [kN/m²]

Radius : 5.49 [m]
Safety : 1.23

Xm : 5.42 [m]
Ym : 46.23 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.11 Dwarsprofiel 45 - Bishop - zone 1 (kleine glijdijkel).sti

Witteveen **Bos**

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date

17-09-2013

dw.

-

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkkring 88 - Geulle aan de Maas (50.320.11)
dwp 45 - Bishop (zone 1)

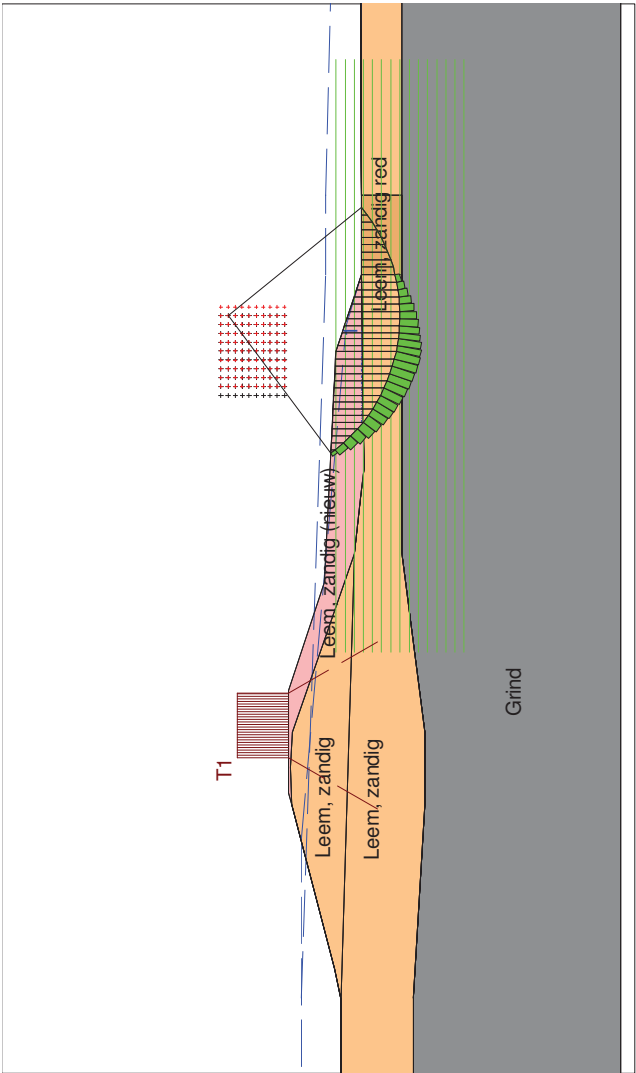
Annex -

form.

A4

Shear Stress Bishop

- Materials
- Leem, zandig (nieuw)
 - Leem, zandig red
 - Leem, zandig
 - Grind



Max. stress : 6.910 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Radius : 6.71 [m]
Safety : 1.13

Xm : 17.61 [m]
Ym : 45.30 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.11 Dwarsprofiel 45 - Bishop - zone 2.stl

Witteveen **Bos**

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date
17-09-2013

drw.

ctr.

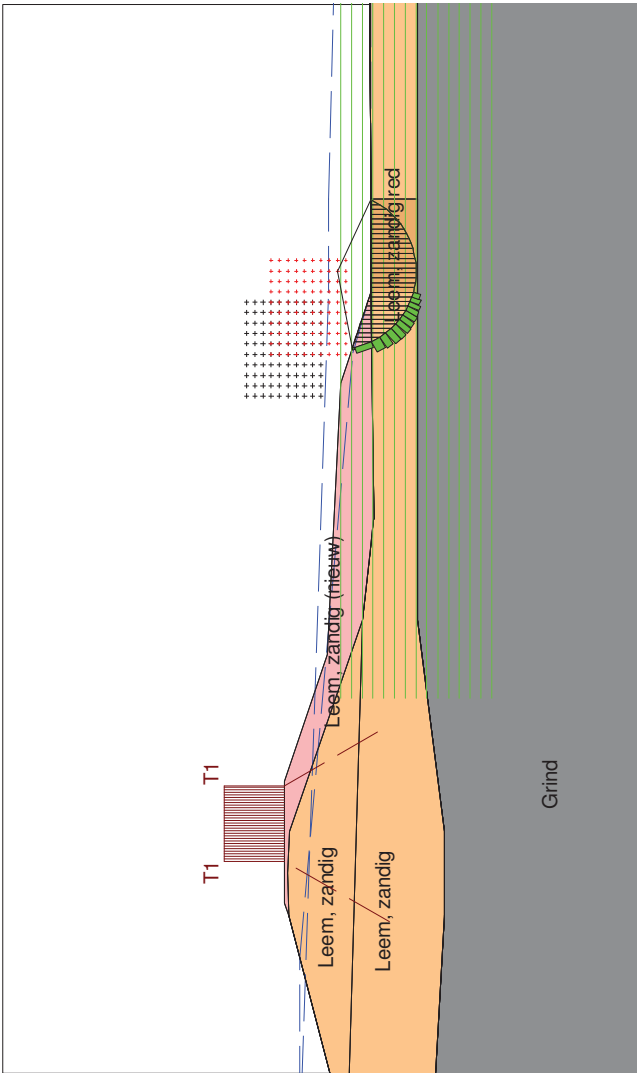
Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkkring 88 - Geulle aan de Maas (50.320.11)
dwp 45 - Bishop (zone 2)

Annex -

form.
A4

Shear Stress Bishop

- Materials
- Leem, zandig (nieuw)
 - Leem, zandig red
 - Leem, zandig
 - Grind



Max. stress : 3.267 [kN/m2]
Min. stress : 0.000 [kN/m2]

Radius : 2.60 [m]
Safety : 0.55

Xm : 19.91 [m]
Ym : 41.20 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.11 Dwarsprofiel 45 - Bishop - zone 3.stl

Witteveen + Bos

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date
17-09-2013

drw.

ctr.

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkkring 88 - Geulle aan de Maas (50.320.11)
dwp 45 - Bishop (zone 2)

Annex -

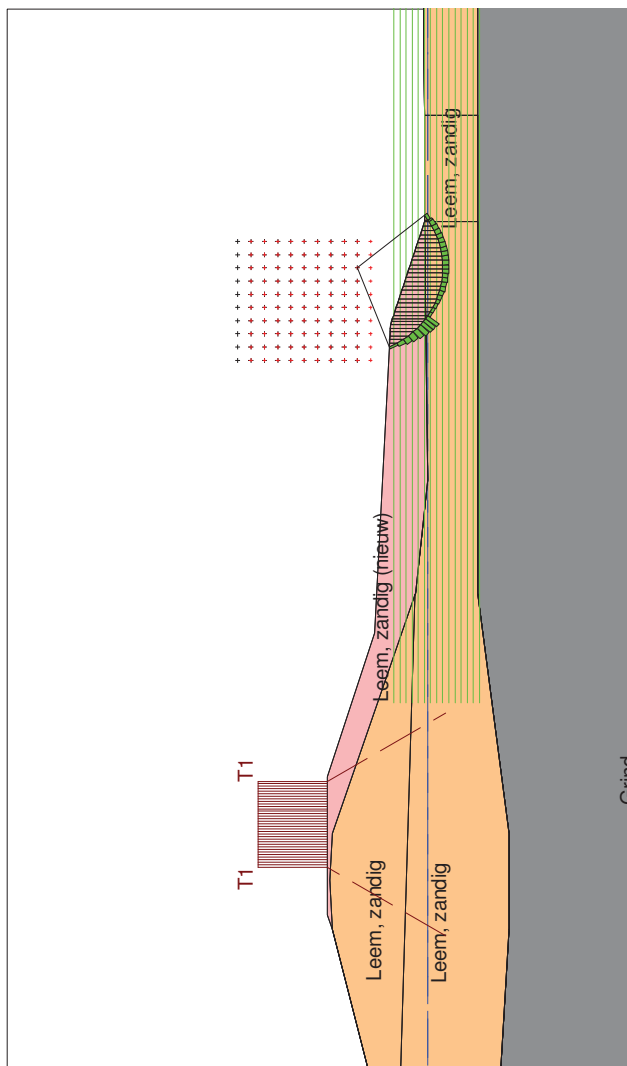
form.

A4

Shear Stress Bishop

Materials

- Leem, zandig (nieuw)
- Leem, zandig
- Grind



Max. stress : 6.215 [kN/m²]
Min. stress : 0.840 [kN/m²]

Radius : 2.49 [m]
Safety : 1.14

Xm : 17.86 [m]
Ym : 42.06 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.11 Dwarsprofiel 45 - Bishop - uitvoeringsstabiliteit.stl

Witteveen **Bos**

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date
18-09-2013

dw.

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkkring 88 - Geulle aan de Maas (50.320.11)
dwp 45 - Bishop (uitvoeringsfase)

-
Annex -

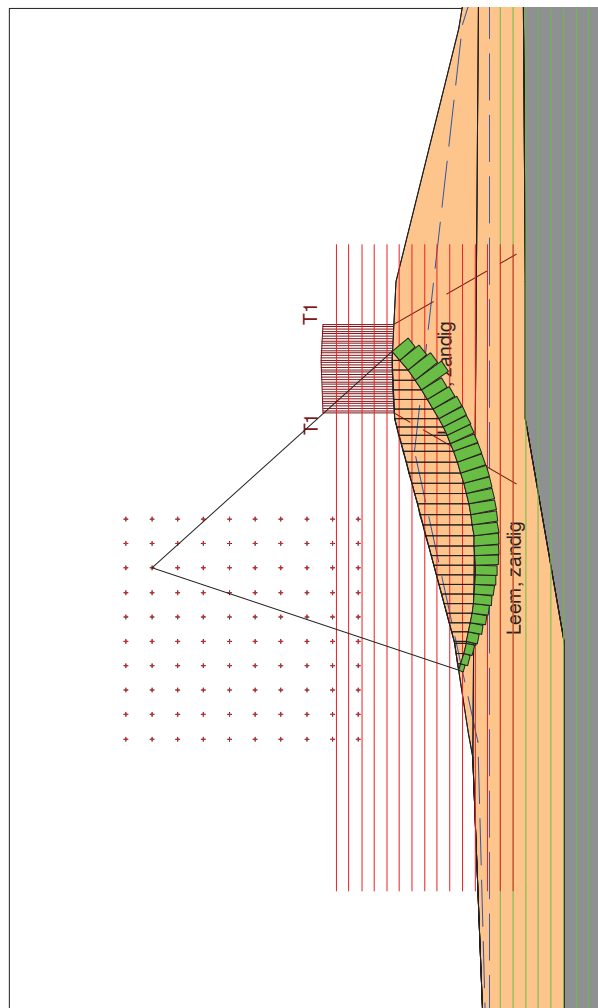
ctr.
form.
A4

BIJLAGE VI BEREKENINGEN STABILITEIT BUITENWAARTS (STBU)

Materials

Leem, zandig

Grind



Max. stress : 7.469 [kN/m2]
Min. stress : 1.121 [kN/m2]

Radius : 9.14 [m]
Safety : 1.19

Xm : -5.87 [m]
Ym : 49.86 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.7 Dwarsprofiel 30 - STBU.sti

Witteveen - Bos

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date
13-09-2013

drw.

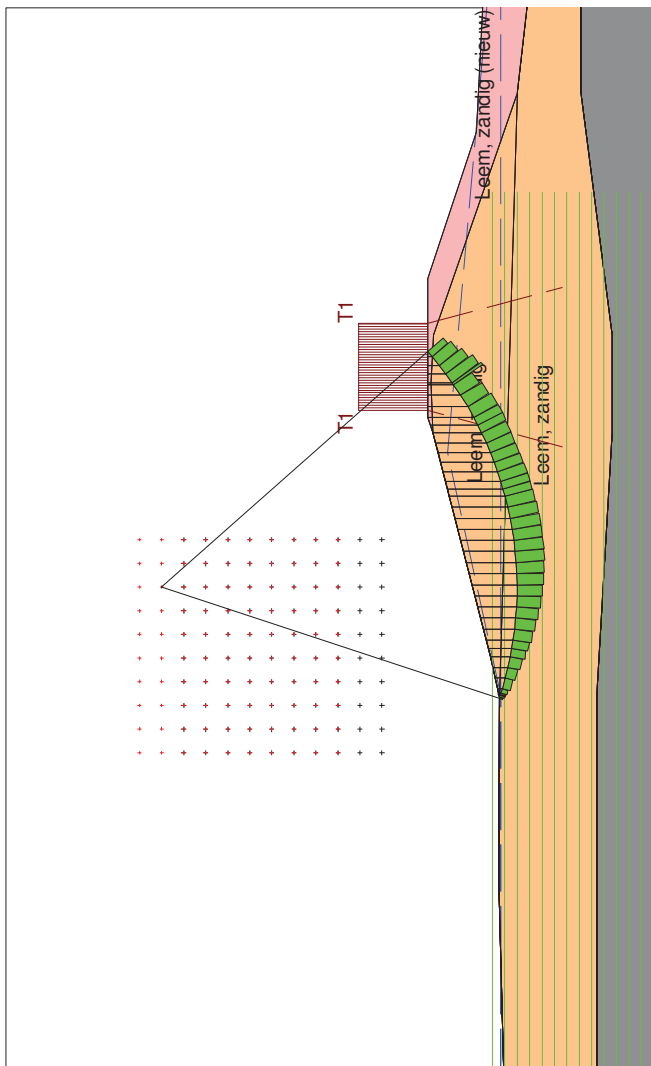
DO Sluistukkaden Cluster E
Dijkkring 88 - Geulle aan de Maas (50.320.7)
dwp 30 - STBU

-
Annex -

ctr.
form.
A4

Shear Stress Bishop

- Materials
- Leem, zandig (nieuw)
 - Leem, zandig red
 - Leem, zandig
 - Grind



Max. stress : 7.763 [kN/m²]
Min. stress : 0.798 [kN/m²]

Radius : 10.23 [m]
Safety : 1.21

Xm : -5.89 [m]
Ym : 50.61 [m]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 88 Geulle aan de Maas 50.320.11 Dwarsprofiel 45 - STBU.stl

Witteveen **Bos**

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date
13-09-2013

d.w.

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkkring 88 - Geulle aan de Maas (50.320.11)
dwp 45 - Bishop (zone 3)

-
Annex -

ctr.
form.
A4

BIJLAGE VII HELPDESKWATER VRAAG

Vraag 0907-0170: Creepfactor Bligh

Geachte heer Bouw,

Hierbij berichten wij dat uw vraag genummerd 0907-0170, is afgehandeld.

Ons antwoord luidt:

De geschetste situatie wijkt af van de situatie die voor het toepassen van de regel van Bligh, conform het toetsvoorschrift, voor ogen staat. De vraagsteller geeft aan dat de (onderkant van de) afdekkende leemlaag erosiegevoelig is, waardoor zowel op erosie in de zandlaag als erosie in de leemlaag getoetst moet worden. Met name voor toetsing op erosie van een leemlaag zijn in het VTV geen duidelijke voorschriften voorhanden. Dit zal onder de aandacht gebracht worden van de projectgroep die verantwoordelijk is voor het onderhoud van het wettelijk toetsinstrumentarium (WTI). De hieronder gesuggereerde aanbevolen werkwijze moet dan ook gezien worden als een voorlopige, gebaseerd op raadpleging van deskundigen op dit gebied. Formeel valt de beoordeling onder "beheerdersoordeel".

Om te beginnen moet natuurlijk sprake zijn van stroming in de watervoerende zandlaag naar een uitteerpunt op het binnendijkse maaiveld. Zolang de leemlaag zo dik is dat die niet op kan barsten en overal ononderbroken aanwezig (en afgesloten) is, is daar geen sprake van en hoeft niet op erosie van de zand/grindlaag en de onderkant van de leemlaag te worden getoetst.

Wel kan bij leemlagen van beperkte dikte, die lange tijd droog staan, sprake zijn van spleetvorming en kan bij plotseling stijgende rivierstand spleetstroming ontstaan, waardoor interne erosie optreedt. Dit verschijnsel wordt zeker niet afgedekt door bestaande toetsvoorschriften. Mocht zich die situatie voordoen dan is het zeker aan te bevelen om terzake deskundigen te raadplegen. Echter, wanneer de dikte van de leemlaag, zoals aangegeven door de vraagsteller, overal enige meters is, of wanneer de leemlaag doorgaans verzadigd is speelt dit probleem niet.

Blijft over de erosie van de bovenkant van de zand/grindlaag en van de onderkant van de leemlaag.

Wanneer de zand/grindlaag (aan de bovenkant) overwegend uit zand bestaat dient voor de controle op erosie van de zandlaag met behulp van de regel van Bligh de creepfactor te worden gekozen die bij de zandfractie hoort. Er is dan immers geen grindskelet dat, na wegspoelen van zand, zakkingen verhindert. Bestaat de laag overwegend uit grind, dus een grindskelet waartussen zand zit, dan kan worden getoetst met de creepfactor die bij het grind hoort; deze situatie komt overigens zelden voor in de bovenkant van een zand/grindpakket in Nederland.

De situatie ten aanzien van de onderkant van de leemlaag zou, qua schematisatie, bij benadering het best beschreven kunnen worden met de theorie van Sellmeijer. Een relatief doorlatende watervoerende laag, met bovenin deze laag fijn tot zeer fijn materiaal (van de onderkant van de leemlaag) dat betrekkelijk gemakkelijk door de grondwaterstroming bovenin de zand/grindlaag richting het uitteerpunt wordt meegenomen. Het, gegeven de beperkingen, beste zou daarom zijn de toetsing uit te voeren met de regel van Sellmeijer, waarbij voor de doorlatendheid die van het grind/zandpakket wordt gekozen en voor de d_{70} de diameter van zeer fijn zand.

Als, niettemin, toch gekozen wordt voor een eenvoudige Bligh-achtige toets, dan wordt aanbevolen om voor de creepfactor minimaal uit te gaan van de grootste ($C_{\text{creep}} = 18$), maar, bij voorkeur, een nog groter waarde, bijvoorbeeld $C_{\text{creep}} = 22$ (equivalent aan de creepfactor van Lane voor silt).

Uw vraag luidde:

In Limburg zijn veel kades met succes opgebouwd met leem (kleiig tot zandig met cohesie 3 kPa en hoek van inwendige wrijving 29 graden). Een afdekkende leemlaag van ongeveer 3 m op een

dik pakket grind (zandig) is een veelvoorkomende bodemopbouw. Leem verweekt snel, is erosiegevoelig en slecht waterdoorlatend ten opzichte van grind.

Moet bij deze kades rekeninggehouden worden met piping en zo ja hoe moeten deze dan beoordeeld worden?

Als leem gezien moet worden als klei, dan ontstaan de kanaaltjes in de bovenkant van het grindpakket. De factor C_{creep} in Bligh is dan laag en de kans op piping klein.

Als leem beschouwd moet worden als fijn zand, is leem erosiegevoeliger dan grind. In dat geval ontstaan de kanaaltjes aan de onderkant van de leemlaag. Moet dan een C_{creep} van 18 worden aangehouden?

Met vriendelijke groet,

Helpdesk Water

Telefoon: 0800-NLWATER (0800 - 659 28 37)

E-mail: contact@helpdeskwater.nl

Internet: www.helpdeskwater.nl

De Helpdesk Water is primair bedoeld voor het beantwoorden van vragen van mensen die beroepsmatig betrokken zijn bij het waterbeleid, het waterbeheer en het watermanagement. De Helpdesk Water is opgezet door rijk, provincies, gemeenten en waterschappen, onder bestuurlijke verantwoordelijkheid van het Nationaal WaterOverleg (voorheen LBOW).

BIJLAGE VIII BEREKENINGEN PIPING (STPH)

invoerparameters

lengte horizontale kwelweg	L	m
maaiveldhoogte		m
onderkant deklaag binnendijks		m
volumegewicht deklaag	γ	kN/m3
70 percentiel waarde van de korrelverdeling	d70	mm
verticale kwelweg	d	
d factor	fd	-
creepfactor van Bligh	Ccreep	-
buitenwaterstand	MHW	m+NAP
polderpeil	pp	m+NAP

opbarstveiligheid

neerwaartse druk		
opwaartse druk		
opbarstveiligheid	-	

pipingcriterium

kritiek verval	ΔH_c	m
veiligheidsfactor	γ	-
verval	ΔH	m
	$\gamma (\Delta H - fd \cdot d)$	m
	$\Delta H_c > \gamma (\Delta H - fd \cdot d)$	

Voldoet? opbarstveiligheid >1,0 of

Benodigde kwelweglengte	m
Kwelweglengtetekort	m

50.320.7	50.320.11
DP30	DP45
31	37
38.34	40
38.34	38.55
19	19
<105	<105
0	1.45
0.3	0.3
22	22
42.52	42.45
38.8	40
0	27.55
41.01	38.26
0.00	0.72
1.41	1.68
1	1
3.72	2.45
3.72	2.02
nee	nee

81.8	44.3
50.8	7.3

verhoogd maaiveld

50.320.11
DP45
37
40.3
38.55
19
<105
1.75
0.3
22
42.45
40.3
33.25
38.26
0.87
1.68
1
2.15
1.63
ja

35.8
-

BIJLAGE IX BEREKENINGEN KWELSCHERM

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Piling
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 9/19/2013
Time of report: 2:35:41 PM

Date of calculation: 9/19/2013
Time of calculation: 9:12:07 AM

Filename: F:\..\03. Geulle aan de Maas deel 1\damwand\01. Sloot dichtbij

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
3 Input Data for all Stages	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Sheet Piling Properties	4
3.3 Calculation Options	4
4 Outline Stage 1: Sloot dichtbij	6
5 Step 6.1 Stage 1: Sloot dichtbij	7
5.1 Input Data Left	7
5.1.1 Calculation Method	7
5.1.2 Water Level	7
5.1.3 Surface	7
5.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links	7
5.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	7
5.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	8
5.3 Input Data Right	8
5.3.1 Calculation Method	8
5.3.2 Water Level	8
5.3.3 Surface	8
5.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland+sloot rechts	9
5.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	9
5.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	9
5.5 Calculation Results	10
5.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	10
6 Step 6.5 Stage 1: Sloot dichtbij	11
6.1 Input Data Left	11
6.1.1 Calculation Method	11
6.1.2 Water Level	11
6.1.3 Surface	11
6.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links	11
6.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	11
6.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	12
6.3 Input Data Right	12
6.3.1 Calculation Method	12
6.3.2 Water Level	12
6.3.3 Surface	12
6.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland+sloot rechts	13
6.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	13
6.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	13
6.5 Calculation Results	14
6.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	14

2 Summary

2.1 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	EC7(NL)-Step 6.1		3,2	-7,4	0,0	29,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		3,1	-7,3	0,0	29,4	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		3,3	-7,5	0,0	26,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		3,2	-7,5	0,0	26,8	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	2,7	4,5	-7,8	0,0	21,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		5,4	-9,4			
Max		2,7	5,4	-9,4	0,0	29,4	---

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Sloot dichtbij	1,79

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	1
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	3,17 m
Level top side	41,57 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']
AU 18	38,40	41,57	8,2530E+04	1,00	427,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AU 18	38,40	41,57	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
AU 18	38,40	41,57	8,2530E+04	427,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ²]
AU 18	38,40	41,57	441,00	1,33	150,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NAD NL method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Application Document of the Netherlands. It is basically design approach III.

Used partial factor set	RC 3
-------------------------	------

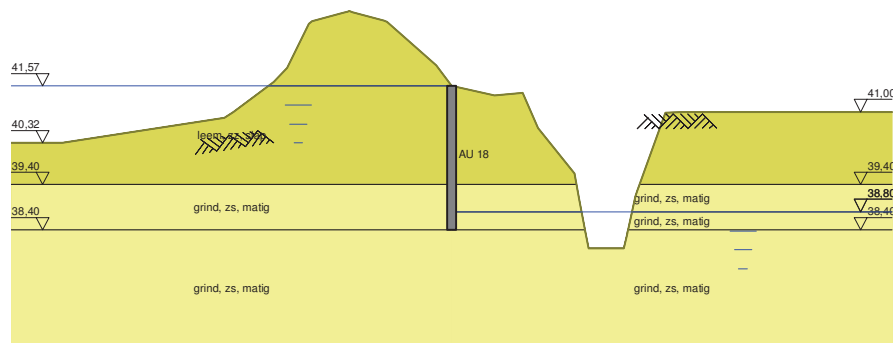
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00

Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20

- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0,00 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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on Unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Gamma m:b4	1,25

4 Outline Stage 1: Sloot dichtbij

Outline - Stage 1: Sloot dichtbij



5 Step 6.1 Stage 1: Sloot dichtbij

5.1 Input Data Left

5.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.1.2 Water Level

Water level: 41,57 [m]

5.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,57
1,35	42,02
5,68	42,98
5,95	43,00
8,74	43,18
9,00	43,21
9,14	43,20
9,59	43,17
12,27	42,99
12,59	42,93
14,52	41,96
15,67	41,66
19,24	40,99
20,02	40,87
34,29	40,32

5.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]			
leem, zz, slap	50,00	19,00	19,00	0,71	23,45	11,73
leem, zz, slap	41,57	19,00	19,00	0,71	23,45	11,73
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	50,00	1,00	1,00	Fine
leem, zz, slap	41,57	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
leem, zz, slap	50,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
leem, zz, slap	41,57	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	9,32
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	9,32	-16,75
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	-16,75	-16,75

5.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
leem, zz, slap	50,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
leem, zz, slap	41,57	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
grind, zs, matig	39,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62
grind, zs, matig	38,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	50,00	615,38	615,38
leem, zz, slap	41,57	615,38	615,38
grind, zs, matig	39,40	7692,31	7692,31
grind, zs, matig	38,40	7692,31	7692,31

5.2 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	41,49	0,0	11,9	0,00	3,13	16,96
2	41,34	0,0	23,0	0,00	2,23	11,08
3	41,18	0,0	34,0	0,00	1,82	9,88
4	41,03	1,0	45,0	0,21	1,58	9,38
5	40,87	2,3	53,9	0,37	1,40	8,77
6	40,72	3,3	60,6	0,44	1,28	8,11
7	40,56	4,0	67,8	0,45	1,18	7,72
8	40,41	4,5	75,0	0,45	1,10	7,46
9	40,25	5,1	82,3	0,45	1,03	7,27
10	40,10	5,7	89,6	0,46	0,98	7,13
11	39,94	6,3	97,0	0,46	0,93	7,02
12	39,79	6,9	104,3	0,46	0,90	6,94
13	39,63	7,5	111,6	0,46	0,86	6,87
14	39,48	8,1	118,9	0,47	0,83	6,82
15	39,33	8,7	217,8	0,42	0,71	10,40
16	39,18	10,1	257,5	0,38	0,66	9,62
17	39,03	11,6	282,6	0,36	0,63	8,67
18	38,88	13,1	308,4	0,34	0,60	8,03
19	38,74	14,5	334,7	0,33	0,58	7,66
20	38,61	15,8	359,3	0,33	0,57	7,40
21	38,48	17,3	386,4	0,32	0,56	7,18

5.3 Input Data Right

5.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.3.2 Water Level

Water level: 39,05 [m]

5.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,57
3,79	41,36
6,25	41,42
7,64	40,64
10,84	39,64
11,25	39,10
11,86	38,28
12,07	38,00
15,20	38,00
15,46	38,30
16,19	39,14

X [m]	Y [m]
16,38	39,26
18,85	40,98
20,26	41,00

5.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland+sloot rechts

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]			
leem, zz, slap	50,00	19,00	19,00	0,71	23,45	11,73
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60
grind, zs, matig	38,80	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	50,00	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,80	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	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]
leem, zz, slap	50,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
grind, zs, matig	38,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	10,43
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	10,43	10,43

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]
leem, zz, slap	50,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
grind, zs, matig	39,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62
grind, zs, matig	38,80	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62
grind, zs, matig	38,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	50,00	615,38	615,38
grind, zs, matig	39,40	7692,31	7692,31
grind, zs, matig	38,80	7692,31	7692,31
grind, zs, matig	38,40	7692,31	7692,31

5.4 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	41,49	0,0	6,9	0,00	0,30	4,85
2	41,34	0,6	15,1	0,13	0,38	3,56
3	41,18	1,9	23,4	0,27	0,41	3,30
4	41,03	3,0	31,7	0,30	0,44	3,18
5	40,87	4,1	39,9	0,32	0,45	3,12
6	40,72	5,1	48,2	0,33	0,46	3,08
7	40,56	6,2	56,4	0,34	0,47	3,06
8	40,41	7,3	64,7	0,34	0,48	3,04
9	40,25	8,4	72,9	0,35	0,49	3,02
10	40,10	9,5	81,2	0,35	0,49	3,01
11	39,94	10,6	89,4	0,35	0,50	3,00
12	39,79	11,6	98,1	0,36	0,50	3,01
13	39,63	12,7	107,8	0,36	0,50	3,04

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
14	39,48	13,8	117,4	0,36	0,51	3,07
15	39,33	11,5	212,7	0,28	0,40	5,19
16	39,18	12,3	225,1	0,28	0,40	5,17
17	39,03	12,9	236,5	0,28	0,41	5,15
18	38,88	13,4	30,4	0,28	0,41	0,64
19	38,74	13,3	30,4	0,28	0,41	0,65
20	38,61	12,7	30,4	0,28	0,40	0,68
21	38,48	12,1	30,4	0,28	0,39	0,72

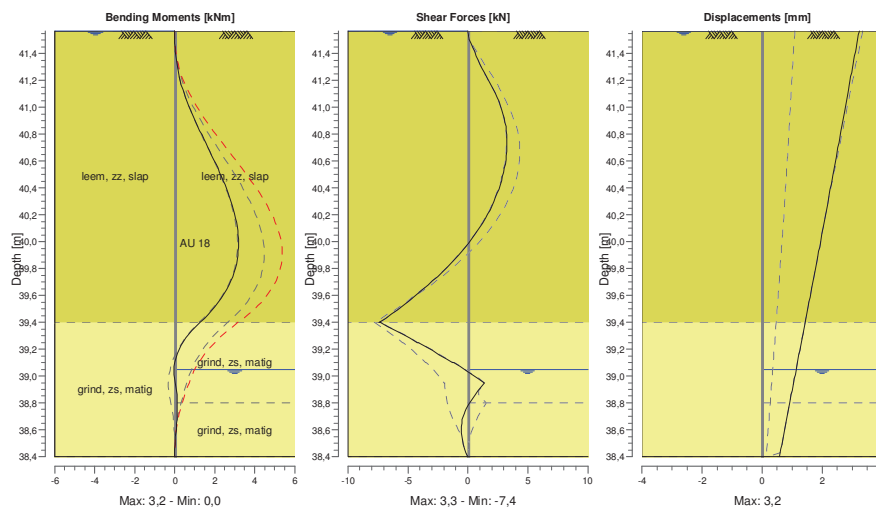
5.5 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Sloot dichtbij

Step 6.1 - Partial factor set: RC 3



6 Step 6.5 Stage 1: Sloot dichtbij

6.1 Input Data Left

6.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.1.2 Water Level

Water level: 41,57 [m]

6.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,57
1,35	42,02
5,68	42,98
5,95	43,00
8,74	43,18
9,00	43,21
9,14	43,20
9,59	43,17
12,27	42,99
12,59	42,93
14,52	41,96
15,67	41,66
19,24	40,99
20,02	40,87
34,29	40,32

6.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [deg]	Delta friction angle [deg]
		Unsat [kN/m³]	Sat [kN/m³]			
leem, zz, slap	50,00	19,00	19,00	1,00	27,50	13,75
leem, zz, slap	41,57	19,00	19,00	1,00	27,50	13,75
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	50,00	1,00	1,00	Fine
leem, zz, slap	41,57	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
leem, zz, slap	50,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
leem, zz, slap	41,57	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	9,32
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	9,32	-16,75
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	-16,75	-16,75

6.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
leem, zz, slap	50,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
leem, zz, slap	41,57	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]	Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
grind, zs, matig	39,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
grind, zs, matig	38,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	50,00	800,00	800,00
leem, zz, slap	41,57	800,00	800,00
grind, zs, matig	39,40	10000,00	10000,00
grind, zs, matig	38,40	10000,00	10000,00

6.2 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	41,49	0,0	20,9	0,00	3,09	29,90
2	41,34	0,0	38,7	0,00	2,19	18,66
3	41,18	0,0	56,4	0,00	1,79	16,37
4	41,03	0,0	69,5	0,00	1,54	14,48
5	40,87	0,0	79,4	0,00	1,37	12,92
6	40,72	1,3	90,1	0,18	1,24	12,07
7	40,56	2,3	101,0	0,26	1,14	11,51
8	40,41	3,1	111,9	0,31	1,06	11,13
9	40,25	3,6	122,9	0,31	1,00	10,85
10	40,10	4,0	133,8	0,32	0,94	10,64
11	39,94	4,5	144,8	0,32	0,90	10,48
12	39,79	4,9	155,7	0,33	0,86	10,36
13	39,63	5,4	166,7	0,33	0,82	10,26
14	39,48	5,9	177,6	0,34	0,79	10,19
15	39,33	6,6	297,3	0,32	0,67	14,20
16	39,18	7,8	324,1	0,29	0,61	12,11
17	39,03	9,1	361,7	0,28	0,57	11,10
18	38,88	10,3	402,6	0,27	0,55	10,48
19	38,73	11,6	436,3	0,26	0,53	9,94
20	38,60	12,8	455,5	0,26	0,51	9,29
21	38,47	13,9	479,7	0,26	0,50	8,86

6.3 Input Data Right

6.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.3.2 Water Level

Water level: 38,80 [m]

6.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,57
3,79	41,36
6,25	41,42
7,64	40,64
10,84	39,64
11,25	39,10
11,86	38,28
12,07	38,00
15,20	38,00
15,46	38,30
16,19	39,14

X [m]	Y [m]
16,38	39,26
18,85	40,98
20,26	41,00

6.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland+sloot rechts

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]			
leem, zz, slap	50,00	19,00	19,00	1,00	27,50	13,75
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60
grind, zs, matig	38,80	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	50,00	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,80	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	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]
leem, zz, slap	50,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
grind, zs, matig	38,80	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	10,43
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	10,43	10,43

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]
leem, zz, slap	50,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
grind, zs, matig	39,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
grind, zs, matig	38,80	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
grind, zs, matig	38,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	50,00	800,00	800,00
grind, zs, matig	39,40	10000,00	10000,00
grind, zs, matig	38,80	10000,00	10000,00
grind, zs, matig	38,40	10000,00	10000,00

6.4 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	41,49	0,0	9,7	0,00	0,24	6,87
2	41,34	0,0	20,2	0,00	0,31	4,75
3	41,18	1,0	30,7	0,15	0,35	4,32
4	41,03	2,2	41,1	0,22	0,37	4,14
5	40,87	3,1	51,6	0,24	0,38	4,04
6	40,72	4,0	62,1	0,26	0,39	3,97
7	40,56	4,9	72,5	0,27	0,40	3,93
8	40,41	5,8	83,0	0,27	0,41	3,90
9	40,25	6,8	93,4	0,28	0,42	3,87
10	40,10	7,7	103,9	0,29	0,42	3,85
11	39,94	8,6	115,3	0,29	0,43	3,87
12	39,79	9,5	127,9	0,29	0,43	3,92
13	39,63	10,4	140,3	0,29	0,44	3,96

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m ²]	Passive [kN/m ²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
14	39,48	11,4	152,8	0,30	0,44	4,00
15	39,33	9,5	281,8	0,23	0,33	6,88
16	39,18	10,2	290,8	0,23	0,33	6,68
17	39,03	10,8	271,1	0,23	0,33	5,88
18	38,88	11,5	64,1	0,24	0,34	1,32
19	38,73	11,5	64,1	0,24	0,34	1,31
20	38,60	11,0	64,1	0,24	0,33	1,38
21	38,47	10,5	64,1	0,24	0,32	1,44

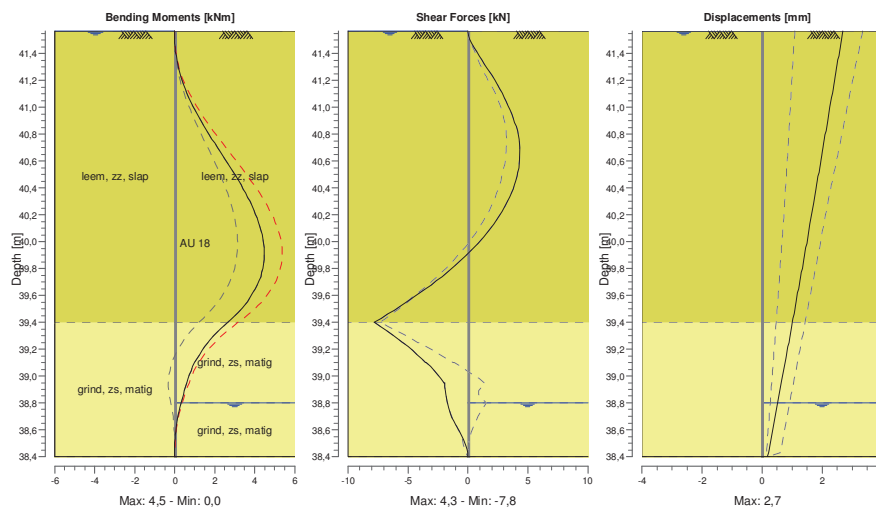
6.5 Calculation Results

Number of iterations: 4

6.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Sloot dichtbij

Step 6.5 - Partial factor set: RC 3



End of Report

Report for D-Sheet Piling 9.1

Design of Sheet Piling
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 9/19/2013
Time of report: 2:37:44 PM

Date of calculation: 9/19/2013
Time of calculation: 8:40:45 AM

Filename: F:\..\03. Geulle aan de Maas deel 1\damwand\02. Sloot ver weg

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Overall Stability per Stage	3
3 Input Data for all Stages	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Sheet Piling Properties	4
3.3 Calculation Options	4
4 Outline Stage 1: Sloot ver weg	6
5 Step 6.1 Stage 1: Sloot ver weg	7
5.1 Input Data Left	7
5.1.1 Calculation Method	7
5.1.2 Water Level	7
5.1.3 Surface	7
5.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links	7
5.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	7
5.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	8
5.3 Input Data Right	8
5.3.1 Calculation Method	8
5.3.2 Water Level	8
5.3.3 Surface	8
5.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland rechts	8
5.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	9
5.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	9
5.5 Calculation Results	9
5.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	10
6 Step 6.5 Stage 1: Sloot ver weg	11
6.1 Input Data Left	11
6.1.1 Calculation Method	11
6.1.2 Water Level	11
6.1.3 Surface	11
6.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links	11
6.1.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	11
6.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	12
6.3 Input Data Right	12
6.3.1 Calculation Method	12
6.3.2 Water Level	12
6.3.3 Surface	12
6.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland rechts	12
6.3.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	13
6.4 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	13
6.5 Calculation Results	13
6.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	14

2 Summary

2.1 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	EC7(NL)-Step 6.1		-0,6	-2,7	0,0	19,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-0,6	-2,7	0,0	19,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-0,6	-2,7	0,0	19,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-0,6	-2,7	0,0	19,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	0,7	-0,6	-2,8	0,0	13,5	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-0,8	-3,4			
Max		0,7	-0,8	-3,4	0,0	19,3	---

2.2 Overall Stability per Stage

Stage name	Stability factor [-]
Sloot ver weg	2,29

3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to EC7 NAD from the Netherlands

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	1
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	2,60 m
Level top side	41,00 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']
AU 18	38,40	41,00	8,2530E+04	1,00	427,00

Section name	From [m]	To [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Note to reduction factor
AU 18	38,40	41,00	1,00	1,00	

Section name	From [m]	To [m]	Corrected stiffness EI [kNm ²]	Corrected max. moment [kNm]
AU 18	38,40	41,00	8,2530E+04	427,00

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ²]
AU 18	38,40	41,00	441,00	1,33	150,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NAD NL method A: Partial factors (design values) in all stages Eurocode 7 using the factors as described in the National Application Document of the Netherlands. It is basically design approach III.

Used partial factor set	RC 3
-------------------------	------

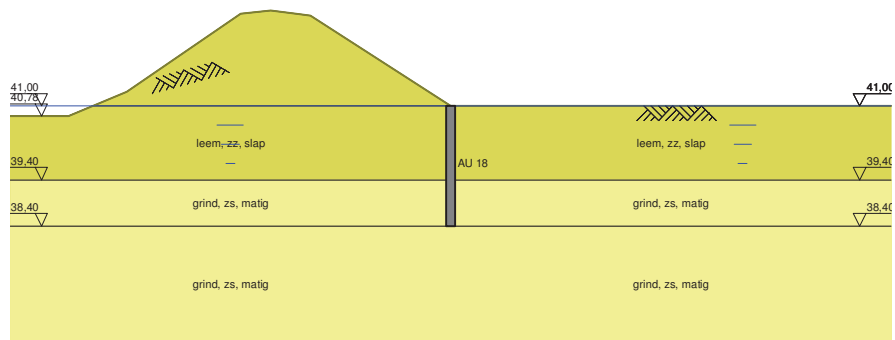
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1,00
- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,25
- Variable load, favourable	0,00

Material factors	
- Cohesion	1,40
- Tangent phi	1,20
- Delta (wall friction angle)	1,20

- Modulus of subgrade reactions	1,30
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0,00 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
Overall stability factors	
- Cohesion	1,60
- Tangent phi	1,30
- Factor on Unit weight soil	1,00
Vertical balance factors	
- Gamma m:b4	1,25

4 Outline Stage 1: Sloot ver weg

Outline - Stage 1: Sloot ver weg



5 Step 6.1 Stage 1: Sloot ver weg

5.1 Input Data Left

5.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.1.2 Water Level

Water level: 41,00 [m]

5.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,00
7,79	42,96
8,32	42,99
10,00	43,07
11,65	43,00
17,96	41,31
21,22	40,78

5.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links

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]			
leem, zz, slap	50,00	19,00	19,00	0,71	23,45	11,73
leem, zz, slap	41,00	19,00	19,00	0,71	23,45	11,73
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	50,00	1,00	1,00	Fine
leem, zz, slap	41,00	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	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]
leem, zz, slap	50,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
leem, zz, slap	41,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	4,34
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	4,34	3,84
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	3,84	3,84

5.1.5 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]
leem, zz, slap	50,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
leem, zz, slap	41,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
grind, zs, matig	39,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62
grind, zs, matig	38,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	50,00	615,38	615,38
leem, zz, slap	41,00	615,38	615,38
grind, zs, matig	39,40	7692,31	7692,31
grind, zs, matig	38,40	7692,31	7692,31

5.2 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	40,94	0,0	8,8	0,00	2,64	14,94
2	40,82	0,0	16,1	0,00	1,99	9,18
3	40,69	0,0	23,4	0,00	1,70	8,00
4	40,57	0,0	30,7	0,00	1,52	7,49
5	40,45	1,3	38,0	0,24	1,39	7,20
6	40,32	1,9	45,2	0,29	1,29	7,02
7	40,20	2,5	52,5	0,33	1,21	6,90
8	40,08	3,1	59,7	0,35	1,15	6,81
9	39,95	3,7	67,0	0,37	1,09	6,74
10	39,83	4,2	74,2	0,38	1,05	6,69
11	39,71	4,8	81,5	0,40	1,01	6,65
12	39,58	5,4	88,8	0,41	0,97	6,62
13	39,46	6,0	96,0	0,41	0,94	6,59
14	39,34	6,2	174,0	0,39	0,83	10,88
15	39,21	6,8	181,8	0,38	0,80	10,28
16	39,09	7,3	196,2	0,38	0,77	10,13
17	38,96	7,9	212,2	0,37	0,75	10,08
18	38,84	8,4	228,8	0,37	0,72	10,06
19	38,71	8,9	245,7	0,37	0,70	10,07
20	38,59	9,5	262,8	0,36	0,69	10,08
21	38,46	10,0	280,0	0,36	0,67	10,09

5.3 Input Data Right

5.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.3.2 Water Level

Water level: 41,00 [m]

5.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,00

5.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland rechts

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]			
leem, zz, slap	41,00	19,00	19,00	0,71	23,45	11,73
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	30,26	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	41,00	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	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]
leem, zz, slap	41,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	3,34
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	3,34	3,84
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	3,84	3,84

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]
leem, zz, slap	41,00	3076,92	3076,92	1538,46	1538,46
grind, zs, matig	39,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62
grind, zs, matig	38,40	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	41,00	615,38	615,38
grind, zs, matig	39,40	7692,31	7692,31
grind, zs, matig	38,40	7692,31	7692,31

5.4 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	40,94	0,0	4,4	0,00	0,60	10,10
2	40,82	0,0	7,2	0,00	0,60	5,48
3	40,69	0,0	10,0	0,00	0,60	4,55
4	40,57	0,0	12,7	0,00	0,60	4,16
5	40,45	0,0	15,5	0,00	0,60	3,94
6	40,32	1,0	18,2	0,21	0,60	3,79
7	40,20	1,3	21,0	0,23	0,60	3,70
8	40,08	1,7	23,8	0,25	0,60	3,63
9	39,95	2,0	26,5	0,27	0,60	3,57
10	39,83	2,3	29,3	0,28	0,60	3,53
11	39,71	2,7	32,1	0,29	0,60	3,49
12	39,58	3,0	34,8	0,30	0,60	3,46
13	39,46	3,3	37,6	0,31	0,60	3,44
14	39,34	3,4	64,3	0,28	0,50	5,37
15	39,21	3,7	69,5	0,28	0,50	5,27
16	39,09	4,1	75,2	0,28	0,50	5,23
17	38,96	4,4	81,2	0,28	0,50	5,20
18	38,84	4,8	87,2	0,28	0,50	5,19
19	38,71	5,1	93,3	0,28	0,50	5,18
20	38,59	5,5	99,5	0,28	0,50	5,17
21	38,46	5,8	105,7	0,28	0,50	5,17

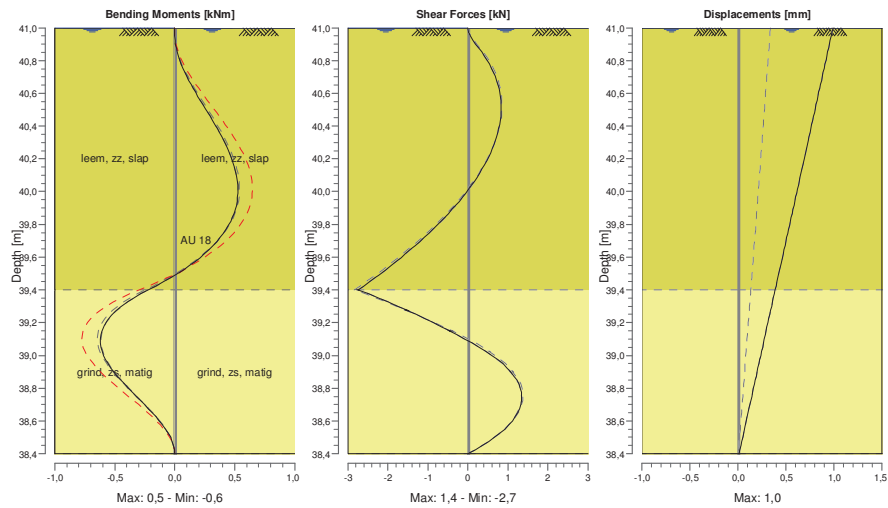
5.5 Calculation Results

Number of iterations: 4

5.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Sloot ver weg

Step 6.1 - Partial factor set: RC 3



6 Step 6.5 Stage 1: Sloot ver weg

6.1 Input Data Left

6.1.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.1.2 Water Level

Water level: 41,00 [m]

6.1.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,00
7,79	42,96
8,32	42,99
10,00	43,07
11,65	43,00
17,96	41,31
21,22	40,78

6.1.4 Soil Material Properties in Profile: Dijk links

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]			
leem, zz, slap	50,00	19,00	19,00	1,00	27,50	13,75
leem, zz, slap	41,00	19,00	19,00	1,00	27,50	13,75
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	50,00	1,00	1,00	Fine
leem, zz, slap	41,00	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	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]
leem, zz, slap	50,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
leem, zz, slap	41,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	4,34
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	4,34	3,84
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	3,84	3,84

6.1.5 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]
leem, zz, slap	50,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
leem, zz, slap	41,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
grind, zs, matig	39,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
grind, zs, matig	38,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	50,00	800,00	800,00
leem, zz, slap	41,00	800,00	800,00
grind, zs, matig	39,40	10000,00	10000,00
grind, zs, matig	38,40	10000,00	10000,00

6.2 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	40,94	0,0	15,0	0,00	2,59	25,28
2	40,82	0,0	25,9	0,00	1,95	14,72
3	40,69	0,0	36,8	0,00	1,66	12,56
4	40,57	0,0	47,7	0,00	1,47	11,63
5	40,45	0,0	58,6	0,00	1,34	11,12
6	40,32	0,0	69,5	0,00	1,25	10,79
7	40,20	1,1	80,4	0,14	1,17	10,57
8	40,08	1,9	91,2	0,21	1,10	10,40
9	39,95	2,3	102,1	0,23	1,05	10,28
10	39,83	2,8	113,0	0,25	1,00	10,18
11	39,71	3,2	123,9	0,26	0,96	10,11
12	39,58	3,7	134,8	0,28	0,93	10,05
13	39,46	4,2	145,6	0,29	0,90	10,00
14	39,34	4,6	256,5	0,29	0,79	16,04
15	39,21	5,1	269,3	0,29	0,75	15,23
16	39,09	5,5	290,8	0,28	0,72	15,02
17	38,96	5,9	314,5	0,28	0,70	14,94
18	38,84	6,3	339,0	0,28	0,67	14,92
19	38,71	6,8	364,0	0,28	0,65	14,91
20	38,59	7,2	382,7	0,28	0,64	14,68
21	38,46	7,6	388,1	0,27	0,62	13,99

6.3 Input Data Right

6.3.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.3.2 Water Level

Water level: 41,00 [m]

6.3.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	41,00

6.3.4 Soil Material Properties in Profile: Achterland rechts

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]			
leem, zz, slap	41,00	19,00	19,00	1,00	27,50	13,75
grind, zs, matig	39,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60
grind, zs, matig	38,40	18,00	20,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
leem, zz, slap	41,00	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	39,40	1,00	1,00	Fine
grind, zs, matig	38,40	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]
leem, zz, slap	41,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	3,34
grind, zs, matig	39,40	n.a.	n.a.	n.a.	3,34	3,84
grind, zs, matig	38,40	n.a.	n.a.	n.a.	3,84	3,84

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]
leem, zz, slap	41,00	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
grind, zs, matig	39,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00
grind, zs, matig	38,40	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
leem, zz, slap	41,00	800,00	800,00
grind, zs, matig	39,40	10000,00	10000,00
grind, zs, matig	38,40	10000,00	10000,00

6.4 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	40,94	0,0	6,8	0,00	0,54	15,65
2	40,82	0,0	10,4	0,00	0,54	7,93
3	40,69	0,0	14,0	0,00	0,54	6,39
4	40,57	0,0	17,5	0,00	0,54	5,72
5	40,45	0,0	21,1	0,00	0,54	5,36
6	40,32	0,0	24,6	0,00	0,54	5,12
7	40,20	0,0	28,2	0,00	0,54	4,96
8	40,08	0,5	31,7	0,08	0,54	4,84
9	39,95	1,3	35,3	0,18	0,54	4,75
10	39,83	1,6	38,8	0,19	0,54	4,67
11	39,71	1,9	42,4	0,21	0,54	4,62
12	39,58	2,2	45,9	0,22	0,54	4,57
13	39,46	2,5	49,5	0,22	0,54	4,53
14	39,34	2,8	84,3	0,24	0,43	7,04
15	39,21	3,1	91,2	0,24	0,43	6,92
16	39,09	3,4	98,7	0,24	0,43	6,86
17	38,96	3,7	106,5	0,24	0,43	6,83
18	38,84	4,0	114,4	0,24	0,43	6,80
19	38,71	4,3	122,4	0,24	0,43	6,79
20	38,59	4,5	130,5	0,24	0,43	6,78
21	38,46	4,8	138,6	0,24	0,43	6,78

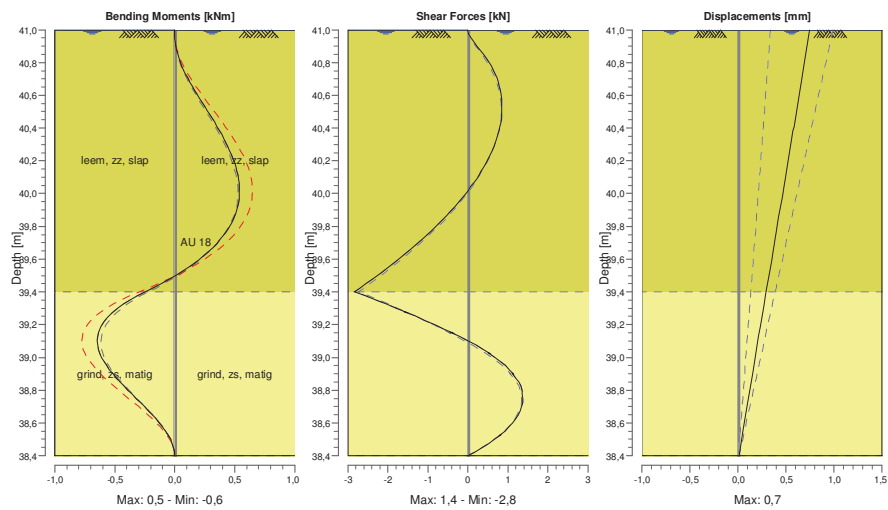
6.5 Calculation Results

Number of iterations: 3

6.5.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 1: Sloot ver weg

Step 6.5 - Partial factor set: RC 3



End of Report

BIJLAGE X BEREKENINGEN STABILITEIT VOORLAND (STVL)

project: Sluitstukkaden
code: cluster E
locatie: STD88-1
datum: 50.320.7
01-sep-13

bepaling fictieve geuldiepte (zie bijlage 9-1 VTV2006)

hoogte dijk	h_dijk	43.02	m+NAP
bodem geul	h_geul	34.86	m+NAP
hoogte voorland	h_voorland	40.5	m+NAP
breedte voorland	B	12	m
waterpeil extreem laag water	h_water	34.5	m+NAP
talud dijk	t_boven	3.7	1:x
	alpha boven	0.26	rad
talud geul	t_onder	4.8	1:x
	alpha onder	0.21	rad
fictief talud	alpha'_boven	0.16	rad
fictieve geuldiepte	h_fictief	15.62	m

schadelijkheids criterium afschuiving (zie bijlage 9-2 VTV2006)

beoordelingsniveau	H_beoord	37.68	m+NAP
signaleringspunt zonder bestorting	S_sign	25	m vanaf buitenteen
afschuivingspunt zonder bestorting	S_af	26	m vanaf buitenteen

voldoet

schadelijkheids criterium zettingsvloeiing (zie bijlage 9-4 VTV2006)

beoordelingsniveau	H_beoord	36.7	m+NAP
helling signaleringsprofiel	A	15	1:x
signaleringspunt zonder bestorting	S_sign	68	m vanaf buitenteen
zettingsvloeiingspunt zonder bestorting	S_zv	30	m vanaf buitenteen

voldoet niet

BIJLAGE XI BEREKENING STABILITEIT BEKLEDING (STBK)

[illegible]

BIJLAGE XII ZETTINGSBEREKENINGEN

Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 12-09-2013

Time of report: 9:52:35

Date of calculation: 12-09-2013

Time of calculation: 9:39:54

Filename: I:\..50.320.11 dwp 45 - 01 Zettingen versterkingsopgave 2020

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	6
3.1 Settlements	6
3.2 Maintain Profile Calculation Results	6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - X -	-50,000	-21,555	-14,389	-9,051	-7,883
3 - Y -	40,833	40,731	40,903	40,899	41,145
3 - X -	-1,445	0,000	1,364	8,358	10,623
3 - Y -	42,805	42,861	42,790	40,369	40,121
3 - X -	11,658	11,703	14,500	18,170	21,170
3 - Y -	40,007	40,002	40,048	40,067	40,116
3 - X -	50,000				
3 - Y -	40,202				
2 - X -	-50,000	-21,555	-14,389	-9,051	8,358
2 - Y -	40,833	40,731	40,903	40,899	40,369
2 - X -	10,623	11,658	11,703	14,500	18,170
2 - Y -	40,121	40,007	40,002	40,048	40,067
2 - X -	21,170	50,000			
2 - Y -	40,116	40,202			
1 - X -	-50,000	-9,051	-1,445	1,364	8,358
1 - Y -	38,090	38,090	37,650	37,650	38,550
1 - X -	50,000				
1 - Y -	38,550				
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	30,000	30,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	40,000	40,000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	Simulate
End of consolidation:	13140,00 [days]
With maintain profile	
(only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	2,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	19,00 [kN/m³]
- Unit weight below phreatic:	19,00 [kN/m³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
3	leem, zz, slap	1	1
2	leem, zz, slap	1	1
1	grind, zs, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
3	No	19,00	19,00
2	No	19,00	19,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
3	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	19,00	19,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	1,36	3,48	7,40	15,05	18,17	
1 - Y -	42,79	42,79	41,48	41,10	40,07	

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-21,555	-14,389	-9,051	-7,883
6 - 10	-1,445	-1,010	0,000	1,364	3,045
11 - 15	3,480	7,400	8,358	10,623	11,658
16 - 20	11,703	14,500	15,050	18,170	21,170
21	50,000				

Calculation of cross section at $Z = 0,000$ m
Discretisation = 100

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	40,83	0,011
2	-21,56	40,73	0,010
3	-14,39	40,90	0,012
4	-9,05	40,90	0,012
5	-7,88	41,15	0,016
6	-1,45	42,81	0,043
7	-1,01	42,82	0,043
8	0,00	42,86	0,046
9	1,36	42,79	0,058
10	3,05	42,21	0,089
11	3,48	42,06	0,096
12	7,40	40,70	0,081
13	8,36	40,37	0,079
14	10,62	40,12	0,083
15	11,66	40,01	0,086
16	11,70	40,00	0,086
17	14,50	40,05	0,076
18	15,05	40,05	0,071
19	18,17	40,07	0,008
20	21,17	40,12	0,001
21	50,00	40,20	0,001

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 14,013 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 1,247 m3 per Width

This equals the found settlements for non-uniform loads

End of Report

Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 12-09-2013

Time of report: 9:52:52

Date of calculation: 12-09-2013

Time of calculation: 9:43:35

Filename: I:\.150.320.11 dwp 45 - 02 Zettingen uitbreidbaarheidsprofiel 2050

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	6
3.1 Settlements	6
3.2 Maintain Profile Calculation Results	6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - X -	-50,000	-21,555	-14,389	-9,051	-7,883
3 - Y -	40,833	40,731	40,903	40,899	41,145
3 - X -	-1,445	0,000	1,364	8,358	10,623
3 - Y -	42,805	42,861	42,790	40,369	40,121
3 - X -	11,658	11,703	14,500	18,170	21,170
3 - Y -	40,007	40,002	40,048	40,067	40,116
3 - X -	50,000				
3 - Y -	40,202				
2 - X -	-50,000	-21,555	-14,389	-9,051	8,358
2 - Y -	40,833	40,731	40,903	40,899	40,369
2 - X -	10,623	11,658	11,703	14,500	18,170
2 - Y -	40,121	40,007	40,002	40,048	40,067
2 - X -	21,170	50,000			
2 - Y -	40,116	40,202			
1 - X -	-50,000	-9,051	-1,445	1,364	8,358
1 - Y -	38,090	38,090	37,650	37,650	38,550
1 - X -	50,000				
1 - Y -	38,550				
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	30,000	30,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	40,000	40,000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	Simulate
End of consolidation:	13140,00 [days]
With maintain profile	
(only for non uniform loads)	
- Material:	Superelevation
- Time:	2,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	19,00 [kN/m³]
- Unit weight below phreatic:	19,00 [kN/m³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
3	leem, zz, slap	1	1
2	leem, zz, slap	1	1
1	grind, zs, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
3	No	19,00	19,00
2	No	19,00	19,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
3	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	1	19,00	19,00
2	1	19,00	19,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	1,36	3,48	7,40	15,05	18,17	
1 - Y -	42,79	42,79	41,48	41,10	40,07	
2 - X -	-1,45	-1,01	3,05	3,48		
2 - Y -	42,81	42,95	42,95	42,79		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-21,555	-14,389	-9,051	-7,883
6 - 10	-1,445	-1,010	0,000	1,364	3,045
11 - 15	3,480	7,400	8,358	10,623	11,658
16 - 20	11,703	14,500	15,050	18,170	21,170

Vertical number	X co-ordinates [m]				
21	50,000				

Calculation of cross section at Z = 0,000 m
Discretisation = 100

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	40,83	0,011
2	-21,56	40,73	0,010
3	-14,39	40,90	0,012
4	-9,05	40,90	0,012
5	-7,88	41,15	0,016
6	-1,45	42,81	0,051
7	-1,01	42,82	0,057
8	0,00	42,86	0,064
9	1,36	42,79	0,078
10	3,05	42,21	0,098
11	3,48	42,06	0,101
12	7,40	40,70	0,081
13	8,36	40,37	0,079
14	10,62	40,12	0,083
15	11,66	40,01	0,086
16	11,70	40,00	0,086
17	14,50	40,05	0,076
18	15,05	40,05	0,071
19	18,17	40,07	0,008
20	21,17	40,12	0,001
21	50,00	40,20	0,001

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 14,013 m3 per Width

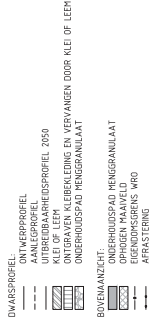
Load 2 consists of 0,611 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 1,464 m3 per Width

This equals the found settlements for non-uniform loads

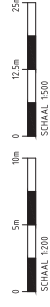
End of Report

BIJLAGE XIII ONTWERPTEKENINGEN



OPMERKINGEN:

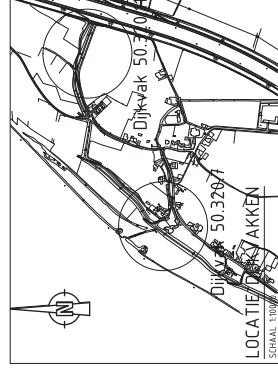
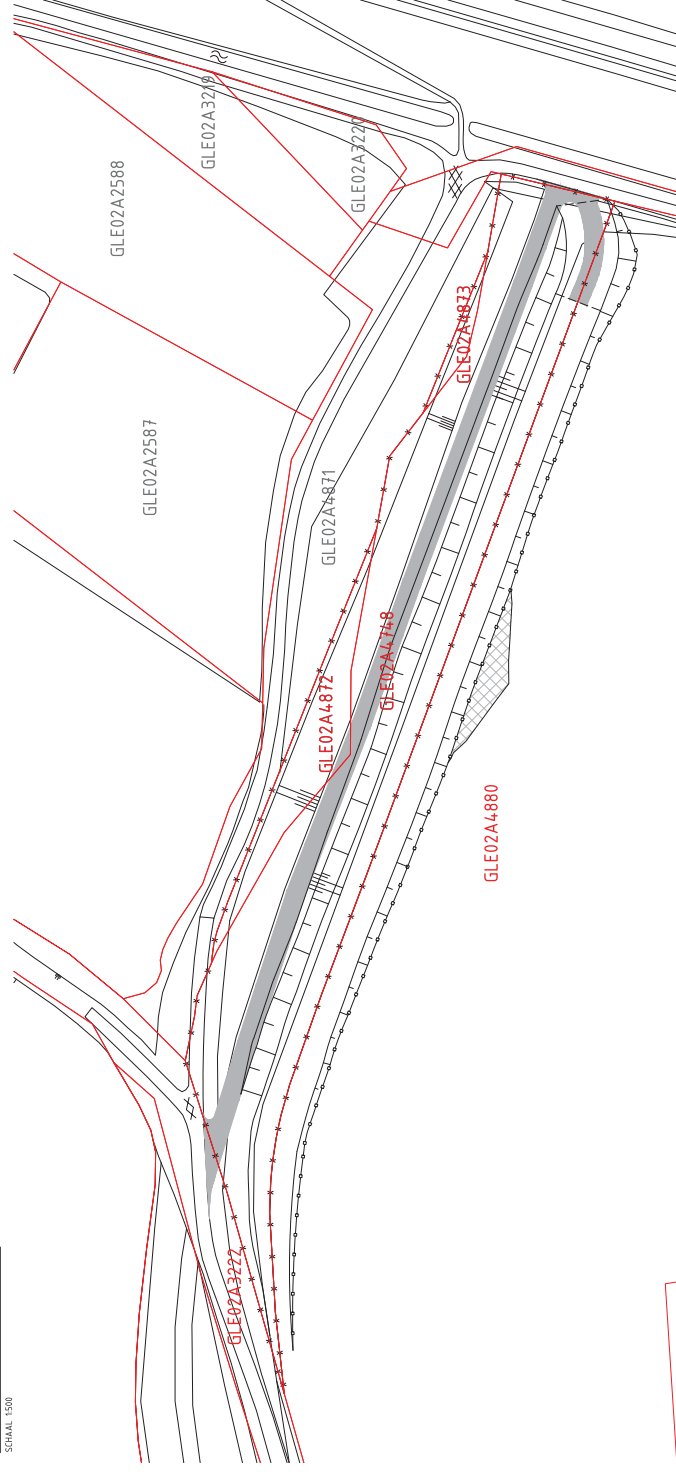
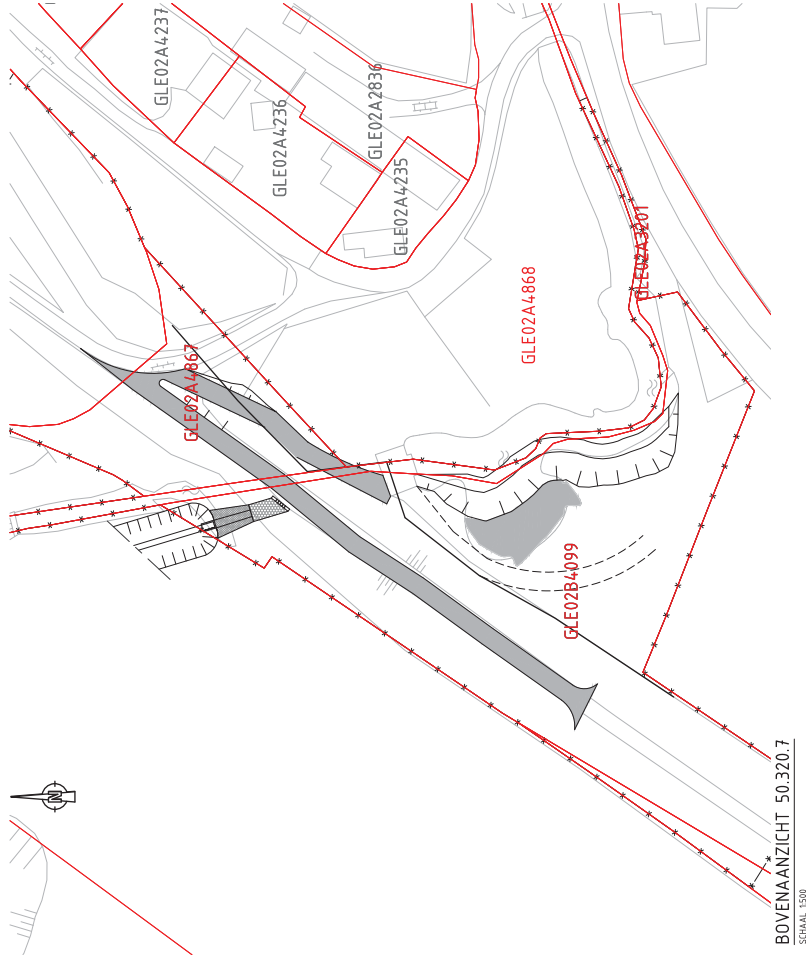
- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHTE VAN NAP



**WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS**

Dijkkring 88: Geulle aan de Maas
Dijkvak 50.320.11
Definitief Ontwerp

Witteveen
 Postbus 273
 1406 AL Driebergen
 Telefax 0210 69 31 11
 Telefax 0210 69 31 14



LEGENDA:

BOVENAANZICHT:

-  ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAT
-  DAMWAND
-  EIGENDOMSGRENS WRO
- PERCEELGRENZEN

OPMERKINGEN:

- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHTE VAN NAP
- DIJKVAK AFGEKEURD OP STPH



**WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS**

Perceelen Geulle aan de Maas
Dijkkring 88 - 50.320.7 & 50.320.11

Bovenaanzicht

[illegible]

BIJLAGE XIV TEKENING LEGGERZONERING

BIJLAGE XV BEREKENING STALEN DUIKER

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2012 3.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : Duiker Geulle Projectonderdeel : verlenging duiker Importantiefactor S : 0,75			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	Staal		
Kwaliteit:	API 5L Gr. B		
Rekgrens van het materiaal bij 20°C	Re	= 241	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E	= 205800	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= $1,2 \cdot 10^{-5}$	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 1	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 15	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 711,00	mm
Wanddikte	d _n	= 12,7	mm
Geen bocht aanwezig			
Minimale wanddikte	d	= 12,7	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Aanleggegevens			
Ligging: Kruising met een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 96.654	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 3,0	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Uitvoeringszakkingverschil	f _v	= 0	mm
Zettingsverschil	f _z	= 0,0	mm
Klinkpercentage	μ	= 0,1	%
Marstonfactor	f _m	= 0,3	-
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Verheeld			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 19	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 30	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m ²
Ongedraineerde schuifsterkte	c _u	= 50	kN/m ²
E-modulus sleufmateriaal	E ₁	= 2,0	MN/m ²
Minimale verticale beddingsconstante	k _{v,min}	= 0,0027	N/mm ³
Gemiddelde verticale beddingsconstante	k _{v,gem}	= 0,0043	N/mm ³
Rekenen met horizontale steundruk			
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
		23-09-2013 12:28:01	

Verkeersbelasting

Grafiek ½ x II:

½ · Fatigue Load Model 2, Lorry 4

Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012				Sigma 2012 3.0 ©
1. Eigenschappen van de leiding				
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 685,60	mm	
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 698,30	mm	
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 711,00	mm	
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 355,50	mm	
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 342,80	mm	
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 349,15	mm	
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 1.698.765.215,72	mm ⁴	
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 4.778.523,81	mm ³	
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 170,70	mm ⁴ /mm ¹	
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 26,88	mm ³ /mm ¹	
2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan				
Leiding is drukloos: Controle is niet mogelijk.				
3. Berekening van de veiligheidszone				
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 0,00 = 0,00$ m				
4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk				
Leiding is drukloos: $\sigma_p = 0,00$ N/mm ²				
5. Berekening reroundingfactor f_{rr}				
Leiding is drukloos: $f_{rr} = 1,00$				
6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n				
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$ $q_n = 1,1 \cdot 19 \cdot 3,0 = 62,70$ kN/m ² $Q_n = q_n \cdot D_o$ $Q_n = 62,70 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 44,58$ N/mm ¹				
7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p				
$q_p = q_n \cdot (1 + f_m \cdot \frac{H}{D_o})$ $q_p = 62,70 \cdot (1 + 0,3 \cdot \frac{3,0}{0,711}) = 142,07$ kN/m ² $Q_p = q_p \cdot D_o$ $Q_p = 142,07 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 101,01$ N/mm ¹				
				23-09-2013 12:28:01

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$$z_{\max} = 0,25 \cdot \frac{D_o}{E_1^{1,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{\max} = 0,25 \cdot \frac{0,711}{2,0^{1,5} \cdot \sqrt{3,0/0,711}} = 0,031 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{\max}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{\max} \cdot k_{v,\min}}}$$

$$q_k = 62,70 + \frac{\frac{0,1 \cdot 0,711}{0,031} \cdot (142,07 - 62,70)}{1 + \frac{142,07 - 62,70}{0,031 \cdot 0,0027 \cdot 10^6}} = 156,77 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = q_k \cdot D_o$$

$$Q_k = 156,77 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 111,46 \text{ N/mm}^1$$

Aanpassing van Q_k nodig $\rightarrow Q_k > Q_p \rightarrow Q_k = Q_p = 101,01 \text{ N/mm}^1$

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek ½ x II NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$$q_v = 3,77 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = q_v \cdot D_o$$

$$Q_v = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 2,68 \text{ N/mm}^1$$

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,\text{gem}}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{711,0 \cdot 0,0043}{4 \cdot 205800 \cdot 1.698.765.215,72}} = 0,00022 \text{ mm}^{-1}$$

11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1^e en 2^e jaar)

$$\text{Zettingslengte } L = 96.654 \text{ mm}$$

$$\lambda \cdot L = 0,00022 \cdot 96.654 = 20,90$$

$$i = 0,900 \text{ (= 90,0 \% inklemming)}$$

$$B_z = 0,000360 \text{ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 4)}$$

$$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v,\text{gem}}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot 0 \cdot 711,0 \cdot 0,0043 = 0,00 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0,00 \cdot 0,00022 \cdot 96.654 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,00022 \cdot 96.654}{6}\right) = 0,00 \text{ N/mm}^1$$

12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$$Q_z = B_z \cdot (f_v + 1,5 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot (0 + 1,5 \cdot 0,0) \cdot 711,0 \cdot 0,0043 = 0 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0 \cdot 0,00022 \cdot 96.654 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,00022 \cdot 96.654}{6}\right) = 0,00 \text{ N/mm}^1$$

13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen

Berekening evenwichtsdraagvermogen

$$B = D_o = 0,71 \text{ m}$$

$$B/L = 0,1$$

$$Z = h + D_o / 2 = 3,00 + 0,71 / 2 = 3,36 \text{ m}$$

$$S_c = 0,2 \cdot B/L = 0,02$$

$$d_c = 0,4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0,4 \cdot \tan^{-1}(3,36/0,71) = 0,54$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot 50 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0,02 + 0,54)$$

$$P_{we} = 341,94 \text{ kN/m}^2 = 0,34 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{weD_o} = P_{we} \cdot D_o = 0,34 \cdot 711,00 = 243,12 \text{ N/mm}^1$$

Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen

<i>Situatie 1^e en 2^e jaar</i>	<i>Conclusie:</i>	<i>Situatie na 2 jaar</i>	<i>Conclusie:</i>
$Q_k = 101,01 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van Q_d nodig	$Q_n = 44,58 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van Q_d nodig
$Q_v = 2,68 \text{ N/mm}^1$		$Q_v = 2,68 \text{ N/mm}^1$	
$Q_d = 0,00 \text{ N/mm}^1 +$		$Q_d = 0,00 \text{ N/mm}^1 +$	
$\Sigma = 103,69 \text{ N/mm}^1$		$\Sigma = 47,26 \text{ N/mm}^1$	

14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1^e en 2^e jaar)

Moment t.g.v. Q_k en Q_v

$$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,138 \cdot (101,01 + 2,68) \cdot 349,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin(30^\circ)) \cdot \sin(1/2 \cdot 120^\circ) \cdot (101,01 + 2,68) \cdot 349,15$$

$$M_q = 2.754,31 \text{ Nmm/mm}^1$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,083 \cdot 0,00 \cdot 349,15$$

$$M_{qd} = 0,00 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (2.754,31 + 0,00) / 26,88 = \mathbf{102,46 \text{ N/mm}^2}$$

15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)*Moment t.g.v. Q_n en Q_v*

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,138 \cdot (44,58 + 2,68) \cdot 349,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin(30^\circ)) \cdot \sin(1/2 \cdot 120^\circ) \cdot (44,58 + 2,68) \cdot 349,15$$

$$M_q = 1.255,36 \text{ Nmm/mm}^1$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,083 \cdot 0,00 \cdot 349,15$$

$$M_{qd} = 0,00 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (1.255,36 + 0,00) / 26,88 = \mathbf{46,70 \text{ N/mm}^2}$$

16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot 0 \cdot \sqrt{\frac{205800 \cdot 0,0043}{12,7}} = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$$

17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 1,5 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot (0 + 1,5 \cdot 0,0) \cdot \sqrt{\frac{205800 \cdot 0,0043}{12,7}} = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$$

18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$$

19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht

Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt:

$$i_x = 1, i_y = 0, i_{xp} = 1, i_{yp} = 0$$

20. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (44,58 + 2,68) - 0,083 \cdot (1 - \sin(30^\circ)) \cdot (44,58 + 2,68) + 0,048 \cdot 0,00) \cdot 349,15^3}{205800 \cdot 170,70} = \mathbf{2,72 \text{ mm} (= 0,39\%)}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 15\% \cdot \text{importantiefactor } S \cdot D_g = 0,15 \cdot 0,75 \cdot 698,30 = \mathbf{78,56 \text{ mm}}$$

21. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1^e en 2^e jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 1 \cdot 102,46 = \mathbf{102,46 \text{ N/mm}^2}$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$$\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$$

$$\sigma_x = 1 \cdot 0,00 + 0,00 = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = 0,8 \cdot R_e \cdot S = 0,8 \cdot 241 \cdot 0,75 = \mathbf{144,60 \text{ N/mm}^2}$$

22. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 1 \cdot 46,70 = \mathbf{46,70 \text{ N/mm}^2}$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$$\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$$

$$\sigma_x = 1 \cdot 0,00 + 0,00 = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = 0,8 \cdot R_e \cdot S = 0,8 \cdot 241 \cdot 0,75 = \mathbf{144,60 \text{ N/mm}^2}$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2012 3.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : Duiker Geulle Projectonderdeel : verlenging duiker Importantiefactor S : 0,75			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	Staal		
Kwaliteit:	API 5L Gr. B		
Rekgrens van het materiaal bij 20°C	Re	= 241	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E	= 205800	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= $1,2 \cdot 10^{-5}$	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 1	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 15	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 711,00	mm
Wanddikte	d _n	= 12,7	mm
Geen bocht aanwezig			
Minimale wanddikte	d	= 12,7	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Aanleggegevens			
Ligging: Kruising met een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 59.978	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 3,0	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Uitvoeringszakkingverschil	f _v	= 0	mm
Zettingsverschil	f _z	= 0,0	mm
Klinkpercentage	μ	= 0,1	%
Marstonfactor	f _m	= 0,3	-
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Verheeld			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Zand	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 19	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 40,0	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m ²
Ongedraineerde schuifsterkte	c _u	= 0	kN/m ²
E-modulus sleufmateriaal	E ₁	= 20	MN/m ²
Minimale verticale beddingsconstante	k _{v,min}	= 0,0184	N/mm ³
Gemiddelde verticale beddingsconstante	k _{v,gem}	= 0,029	N/mm ³
Rekenen met horizontale steundruk			
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
		23-09-2013 12:23:27	

Verkeersbelasting

Grafiek ½ x II:

½ · Fatigue Load Model 2, Lorry 4

Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012				Sigma 2012 3.0 ©
1. Eigenschappen van de leiding				
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 685,60	mm	
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 698,30	mm	
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 711,00	mm	
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 355,50	mm	
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 342,80	mm	
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 349,15	mm	
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 1.698.765.215,72	mm ⁴	
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 4.778.523,81	mm ³	
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 170,70	mm ⁴ /mm ¹	
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 26,88	mm ³ /mm ¹	
2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan				
Leiding is drukloos: Controle is niet mogelijk.				
3. Berekening van de veiligheidszone				
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 0,00 = 0,00$ m				
4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk				
Leiding is drukloos: $\sigma_p = 0,00$ N/mm ²				
5. Berekening reroundingfactor f_{rr}				
Leiding is drukloos: $f_{rr} = 1,00$				
6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n				
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$ $q_n = 1,1 \cdot 19 \cdot 3,0 = 62,70$ kN/m ² $Q_n = q_n \cdot D_o$ $Q_n = 62,70 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 44,58$ N/mm ¹				
7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p				
$q_p = q_n \cdot (1 + f_m \cdot \frac{H}{D_o})$ $q_p = 62,70 \cdot (1 + 0,3 \cdot \frac{3,0}{0,711}) = 142,07$ kN/m ² $Q_p = q_p \cdot D_o$ $Q_p = 142,07 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 101,01$ N/mm ¹				
				23-09-2013 12:23:27

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$$z_{\max} = 0,2 \cdot \frac{D_o}{E_1^{0,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{\max} = 0,2 \cdot \frac{0,711}{20^{0,5} \cdot \sqrt{3,0/0,711}} = 0,015 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{\max}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{\max} \cdot k_{v,\min}}}$$

$$q_k = 62,70 + \frac{\frac{0,1 \cdot 0,711}{0,015} \cdot (142,07 - 62,70)}{1 + \frac{142,07 - 62,70}{0,015 \cdot 0,0184 \cdot 10^6}} = 347,80 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = q_k \cdot D_o$$

$$Q_k = 347,80 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 247,29 \text{ N/mm}^1$$

Aanpassing van Q_k nodig $\rightarrow Q_k > Q_p \rightarrow Q_k = Q_p = 101,01 \text{ N/mm}^1$

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek ½ x II NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$$q_v = 3,77 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = q_v \cdot D_o$$

$$Q_v = 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot 711,0 = 2,68 \text{ N/mm}^1$$

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,\text{gem}}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{711,0 \cdot 0,029}{4 \cdot 205800 \cdot 1.698.765.215,72}} = 0,00035 \text{ mm}^{-1}$$

11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1^e en 2^e jaar)

$$\text{Zettingslengte } L = 59.978 \text{ mm}$$

$$\lambda \cdot L = 0,00035 \cdot 59.978 = 20,90$$

$$i = 0,900 \text{ (= 90,0 \% inklemming)}$$

$$B_z = 0,000360 \text{ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 4)}$$

$$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v,\text{gem}}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot 0 \cdot 711,0 \cdot 0,029 = 0,00 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0,00 \cdot 0,00035 \cdot 59.978 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,00035 \cdot 59.978}{6}\right) = 0,00 \text{ N/mm}^1$$

12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$$Q_z = B_z \cdot (f_v + 1,5 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$$

$$Q_z = 0,000360 \cdot (0 + 1,5 \cdot 0,0) \cdot 711,0 \cdot 0,029 = 0 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0 \cdot 0,00035 \cdot 59.978 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,00035 \cdot 59.978}{6}\right) = 0,00 \text{ N/mm}^1$$

13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen*Berekening evenwichtsdraagvermogen*

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan(\varphi)} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi/2) = 64,20$$

$$N_y = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi) = 79,54$$

$$B = D_o = 0,71 \text{ m}$$

$$B/L = 0,1$$

$$Z = h + D_o / 2 = 3,00 + 0,71 / 2 = 3,36 \text{ m}$$

$$S_y = 1 - 0,4 \cdot B/L = 0,96$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 1,29$$

$$\gamma'_{gem} = (q_n + \gamma \cdot \gamma_d \cdot D_o / 2) / Z = 20,90 \text{ kN/m}^3$$

$$P_{we} = 0,95 \cdot (0,5 \cdot \gamma'_{gem} \cdot D_o \cdot N_y \cdot S_y \cdot d_y + S_q \cdot N_q \cdot d_q \cdot (q_n + c' \cdot \cot(\varphi)) - c' \cdot \cot(\varphi))$$

$$P_{we} = 5.795,47 \text{ kN/m}^2 = 5,80 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{weD_o} = P_{we} \cdot D_o = 5,80 \cdot 711,00 = 4.120,58 \text{ N/mm}^1$$

Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen

Situatie 1 ^e en 2 ^e jaar	Conclusie:	Situatie na 2 jaar	Conclusie:
$Q_k = 101,01 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van Q_d nodig	$Q_n = 44,58 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van Q_d nodig
$Q_v = 2,68 \text{ N/mm}^1$		$Q_v = 2,68 \text{ N/mm}^1$	
$Q_d = 0,00 \text{ N/mm}^1 +$		$Q_d = 0,00 \text{ N/mm}^1 +$	
$\Sigma = 103,69 \text{ N/mm}^1$		$\Sigma = 47,26 \text{ N/mm}^1$	

14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1^e en 2^e jaar)*Moment t.g.v. Q_k en Q_v*

$$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,138 \cdot (101,01 + 2,68) \cdot 349,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin(40,0^\circ)) \cdot \sin(1/2 \cdot 120^\circ) \cdot (101,01 + 2,68) \cdot 349,15$$

$$M_q = 3.394,49 \text{ Nmm/mm}^1$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,083 \cdot 0,00 \cdot 349,15$$

$$M_{qd} = 0,00 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (3.394,49 + 0,00) / 26,88 = \mathbf{126,28 \text{ N/mm}^2}$$

15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)*Moment t.g.v. Q_n en Q_v*

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,138 \cdot (44,58 + 2,68) \cdot 349,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin(40,0^\circ)) \cdot \sin(1/2 \cdot 120^\circ) \cdot (44,58 + 2,68) \cdot 349,15$$

$$M_q = 1.547,14 \text{ Nmm/mm}^1$$

Moment t.g.v. Q_d

$$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,083 \cdot 0,00 \cdot 349,15$$

$$M_{qd} = 0,00 \text{ Nmm/mm}^1$$

Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (1.547,14 + 0,00) / 26,88 = \mathbf{57,55 \text{ N/mm}^2}$$

16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot 0 \cdot \sqrt{\frac{205800 \cdot 0,029}{12,7}} = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$$

17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z

$$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 1,5 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$$

$$\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot (0 + 1,5 \cdot 0,0) \cdot \sqrt{\frac{205800 \cdot 0,029}{12,7}} = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$$

18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$$

19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht

Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt:

$$i_x = 1, i_y = 0, i_{xp} = 1, i_{yp} = 0$$

20. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (44,58 + 2,68) - 0,083 \cdot (1 - \sin(40,0^\circ)) \cdot (44,58 + 2,68) + 0,048 \cdot 0,00) \cdot 349,15^3}{205800 \cdot 170,70} = \mathbf{3,40 \text{ mm} (= 0,49\%)}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 15\% \cdot \text{importantiefactor } S \cdot D_g = 0,15 \cdot 0,75 \cdot 698,30 = \mathbf{78,56 \text{ mm}}$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012	Sigma 2012 3.0 ©
21. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1^e en 2^e jaar)	
Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 1 \cdot 126,28 = \mathbf{126,28 \text{ N/mm}^2}$ Optredende spanningen in langsrichting van de leiding $\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 1 \cdot 0,00 + 0,00 = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$ Toelaatbare spanning = $0,8 \cdot Re \cdot S = 0,8 \cdot 241 \cdot 0,75 = \mathbf{144,60 \text{ N/mm}^2}$	
22. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)	
Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 1 \cdot 57,55 = \mathbf{57,55 \text{ N/mm}^2}$ Optredende spanningen in langsrichting van de leiding $\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 1 \cdot 0,00 + 0,00 = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$ Toelaatbare spanning = $0,8 \cdot Re \cdot S = 0,8 \cdot 241 \cdot 0,75 = \mathbf{144,60 \text{ N/mm}^2}$	
	23-09-2013 12:23:27