

Aanvulling sluitstukkades Cluster E

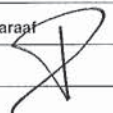
**ontwerpnota definitief ontwerp
dijkkring 88 (Geulle aan de Maas)
dijkvak 50.320.2 t/m 50.320.6,
50.320.9 en 50.320.10**



Aanvulling sluitstukkades Cluster E

**ontwerpnota definitief ontwerp
dijkkring 88 (Geulle aan de Maas)
dijkvak 50.320.2 t/m 50.320.6,
50.320.9 en 50.320.10**

referentie	projectcode	status
STD88-2/zuld/009	STD88-2	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
ir. S.T. Pwa	ir. H.J.M.A. Mols	31 oktober 2013

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. S.T. Pwa	

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Opdrachtoomschrijving	1
1.3. Kader	1
1.4. Versterkingsopgave	2
1.5. Beschrijving dijkvakken	2
1.5.1. Dijkvak 50.320.2	2
1.5.2. Dijkvak 50.320.3	3
1.5.3. Dijkvak 50.320.4	3
1.5.4. Dijkvak 50.320.5	4
1.5.5. Dijkvak 50.320.6	5
1.5.6. Dijkvak 50.320.9	6
1.5.7. Dijkvak 50.320.10	6
1.6. Doel en doelgroep	7
1.7. Leeswijzer	7
DEEL A: ONTWERPUITGANGSPUNTEN	9
2. ALGEMENE UITGANGSPUNTEN	11
2.1. Veiligheidsniveau	11
2.2. Robuustheid	11
2.3. Ontwerpperiode en uitbreidbaarheid	11
2.4. Ontwerp op alle faalmechanismen	11
2.5. Ontwerpleidraden	11
3. HYDRAULISCHE UITGANGSPUNTEN	13
3.1. Maatgevende waterstanden	13
3.1.1. Ontwerpkaderwaterstand 2020 (dijkhoogte)	13
3.1.2. Ontwerpwaterstand 2050 (dijksterkte)	13
3.2. Waterstanden bij val na hoogwater	13
3.3. Gemiddelde waterstand	14
3.4. Waterstand 1/10 jaar	14
3.5. Extreem laagwater	14
3.6. Golfcondities	15
3.7. Overslagdebiet	15
3.8. Polderpeil	15
4. GEOMETRISCHE UITGANGSPUNTEN	17
4.1. Kruinhoogte	17
4.1.1. Waakhoogte	17
4.1.2. Kruinhoogte (sterkte)	17
4.1.3. Kruinhoogte (ontwerp Sluitstukkaden)	17
4.2. Zetting en klink	17
4.2.1. Zetting	17
4.2.2. Klink	18
4.3. Taludhellingen	18
4.3.1. Kruinbreedte	18
5. GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN	19
5.1. Beschikbaar grondonderzoek	19
5.2. Bodemopbouw en grondsoorten	20

5.2.1.	Dekgrond	20
5.2.2.	Grind	20
5.3.	Schematisatie bodemopbouw	20
5.4.	Volumieke gewichten	21
5.5.	Sterkteparameters	22
5.5.1.	Karakteristieke waarden	22
5.5.2.	Materiaalfactoren	22
5.5.3.	Rekenwaarden	22
5.6.	Zettingsparameters	22
5.7.	Stabiliteitsfactor	23
5.7.1.	Schadefactor	23
5.7.2.	Schematiseringsfactor	24
5.7.3.	Modelfactor	24
5.7.4.	Stabiliteitsfactor per zone	24
5.8.	Rekenmodel	25
5.9.	Verkeersbelasting	25
6.	GEOHYDROLOGISCHE UITGANGSPUNTEN	27
6.1.	Freatische lijn	27
6.1.1.	Bij maatgevend hoogwater	27
6.1.2.	Bij val na hoogwater	27
6.2.	Stijghoogte	28
6.3.	Waterspanningsverloop	28
	DEEL B: HET ONTWERP	31
7.	ONTWERP OP FAALMECHANISMEN	33
7.1.	Rekenprofielen	33
7.2.	Hoogte (HT)	34
7.2.1.	Kruinbreedte	35
7.2.2.	Overslagdebiet	37
7.3.	Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	39
7.3.1.	Maatgevende omstandigheden	39
7.3.2.	Controle stabiliteit tijdens de uitvoeringsfase	40
7.3.3.	Consolidatietijd	41
7.4.	Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	41
7.5.	Stabiliteit piping en heave (STPH)	42
7.6.	Stabiliteit voorland (STVL)	43
7.7.	Microstabiliteit (STMI)	43
7.8.	Stabiliteit bekleding (STBK)	43
7.8.1.	Buitentalud	43
7.8.2.	Kruin en binnentalud	44
7.9.	Niet waterkerende objecten (NWO's)	45
7.9.1.	Bomen	45
7.9.2.	Kabels en leidingen	48
7.9.3.	Bebouwing	48
7.10.	Waterkerende kunstwerken	50
7.11.	Zettingen	50
8.	BESCHRIJVING ONTWERP PER DIJKVAK	53
8.1.	Ontwerp dijkvak 50.320.2	53
8.2.	Ontwerp dijkvak 50.320.3	53
8.3.	Ontwerp dijkvak 50.320.4	54

8.4.	Ontwerp dijkvak 50.320.5	55
8.5.	Ontwerp dijkvak 50.320.6	55
8.6.	Ontwerp dijkvak 50.320.9	56
8.7.	Ontwerp dijkvak 50.320.10	56
9.	OVERIGE ASPECTEN	59
9.1.	Zonering legger	59
9.2.	Grondverwerving	59
9.3.	Hoeveelheden en kosten	60
9.4.	Uitvoeringsuitgangspunten	60
9.5.	Raakvlakken	60
9.6.	Werkzaamheden Consortium Grensmaas	60
9.6.1.	Flora en Fauna	60
9.6.2.	Explosieven	61
9.6.3.	Archeologie	61
9.7.	Risico's	61
9.7.1.	Fundering woningen	61
9.7.2.	Kabels en Leidingen	62
9.8.	Beheer en onderhoud	62
9.8.1.	Dijklichaam	62
9.8.2.	Onderhoudsweg	62
9.9.	Veiligheid en gezondheid (V&G)	62
9.9.1.	Omgevingsveiligheid	62
9.9.2.	Veilige realisatie	62
9.9.3.	Veilig beheer en onderhoud	62
9.10.	Overig	63
9.10.1.	Te monitoren kritisch geachte omgevingsobjecten	63
	LITERATUURLIJST	65
	laatste bladzijde	65

BIJLAGEN	aantal blz.
I Grondonderzoek	66
II Beschikbare gegevens Dino Loket	19
III Notitie gevoeligheidsanalyse dekgrond	13
IV Notitie rekenblok schematiseringsfactor	12
V Berekeningen opbarsten	13
VI Berekeningen stabiliteit binnenwaarts (STBI)	49
VII Berekeningen stabiliteit buitenwaarts (STBU)	14
VIII Helpdesk water vraag	2
IX Berekeningen piping en heave (STPH)	2
X Berekeningen stabiliteit voorland (STVL)	19
XI Berekeningen stabiliteit bekleding (STBK, Grastoets)	1
XII Bomeninventarisatie	9
XIII Zettingsberekeningen	111
XIV Ontwerptekeningen	7
XV Tekeningen leggerzonering	2
XVI Tekening perceelgrenzen / grondverwerving	1

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

De sluitstukkades - Cluster E zijn als sluitstuk van de Maaskaden in Limburg in 2010 voor de eerste keer als primaire waterkering getoetst. Door een wijziging van de Wet op de waterkering (inmiddels opgenomen in de Waterwet) in 2005 zijn de Maaskaden als primaire waterkeringen aangemerkt. Primaire waterkeringen dienen volgens de wet iedere 6 jaar getoetst te worden op veiligheid en standzekerheid. Uit de toetsing is gebleken dat de sluitstukkaden - Cluster E, die aanvankelijk buiten de scope van de Maaskaden vielen, niet voldoen aan de veiligheidsnorm van 1/250 per jaar. Om aan de wettelijke norm te voldoen is besloten om de kaden te gaan versterken.

Het project sluitstukkaden - Cluster E bestaat uit de volgende dijkringen:

- Merum - Solvay (dijkring 77);
- Clauscentrale Maasbracht/Brachterbeek (dijkring 80-1 en 80-2);
- Aasterberg (dijkring 82);
- Geulle a/d Maas (dijkring 88).

Het Waterschap Roer en Overmaas is belast met de waterstaatkundige verzorging van deze kaden en is opdrachtgever van de versterkingsopgave.

1.2. Opdrachtomschrijving

Witteveen+Bos voert voor Waterschap Roer en Overmaas de voorbereiding uit van de daadwerkelijke versterking. Deze voorbereiding bestaat uit twee fases:

- planstudie: variantenverkenning, DO voor dijken en kunstwerken;
- bestek en aanbesteding.

Deze ontwerpnota van het definitieve ontwerp is een onderdeel van de aanvulling Sluitstukkaden - Cluster E. Deze aanvullende opdracht omvat de dijkvakken in dijkkring 88 Geulle aan de Maas, welke niet in de reguliere opdracht zijn opgenomen (dijkvakken 50.320.2 t/m 50.320.6, 50.320.9 en 50.320.10).

Cluster E zal als één geheel in een bestek worden opgenomen en worden aanbesteed.

1.3. Kader

Het voorliggende document 'Ontwerpnota definitief ontwerp' valt binnen het kader van de planstudie. De planstudie omvat naast de ontwerpnota definitief ontwerp de volgende documenten:

- programma van Eisen;
- basisrapportage NWO - begroeiing, bebouwing en overige constructies;
- grondverwervingsplan;
- notitie Variantenafweging;
- V & G dossier.

1.4. Versterkingsopgave

Dijkkring 88 Geulle aan de Maas bestaat uit 12 dijkvakken waarvan 7 dijkvakken in deze ontwerpnota worden behandeld. Dijkvakken 50.320.7 en 50.320.11 zijn reeds opgenomen in de reguliere opdracht.

De dijkvakken zijn in de toetsing afgekeurd op de stabiliteit van het binnentalud (STBI). Dijkvak 50.320.5 is daarnaast afgekeurd op piping en heave (STPH). Voor het definitief ontwerp dient de dijk niet alleen op deze faalmechanismen, maar op alle faalmechanismen te worden ontworpen.

Afbeelding 1.1. Overzicht dijkkring 88 Geulle aan de Maas



1.5. Beschrijving dijkvakken

1.5.1. Dijkvak 50.320.2

Dijkvak 50.320.2 ligt aan de zuidzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 235 meter. Zowel het achter- als voorland dient voor agrarisch gebruik. Aan de westzijde wordt het dijkvak begrensd door de knik in het alignement en aan de oostzijde door de Molenweg.

Afbeelding 1.2. Dijkvak 50.320.2



1.5.2. Dijkvak 50.320.3

Dijkvak 50.320.3 ligt aan de zuidwestzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 260 meter. Het achterland dient voor agrarisch gebruik. Het voorland wordt deels afgegraven in verband met de werkzaamheden van project Grensmaas. Aan de zuidzijde wordt het dijkvak begrensd door de knik in het alignement. Aan de noordzijde grenst het dijkvak aan dijkvak 50.320.4. Op het binnentalud is veel begroeiing aanwezig.

Afbeelding 1.3. Dijkvak 50.320.3



1.5.3. Dijkvak 50.320.4

Dijkvak 50.320.4 ligt aan de zuidwestzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 440 meter. Het achterland dient voor agrarisch gebruik. Het voorland wordt deels afgegraven in verband met de werkzaamheden van project Grensmaas. Aan de zuidzijde grenst het dijkvak aan dijkvak 50.320.4. Aan de noordzijde wordt het dijkvak begrensd door het Dijkvoetpad. Op het binnentalud is veel begroeiing aanwezig.

Afbeelding 1.4. Dijkvak 50.320.4



1.5.4. Dijkvak 50.320.5

Dijkvak 50.320.5 ligt aan de zuidzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 260 meter. In het achterland is grasland aanwezig met enkele solitaire bomen. Achter dit weiland ligt de weg Aan de Maas met woningen. Het dijkvak is naast de stabiliteit van het binnentalud ook afgekeurd op piping en heave. Dit is een gevolg van het laagliggende weiland ten opzichte van de over dijkvakken en de weg Aan de Maas.

Het voorland wordt deels afgegraven in verband met de werkzaamheden van project Grensmaas. Aan de zuidzijde wordt het dijkvak begrensd door het Dijkvoetpad. Aan de noordzijde wordt het dijkvak begrensd door het Veervoetpad.

Afbeelding 1.5. Dijkvak 50.320.5



1.5.5. Dijkvak 50.320.6

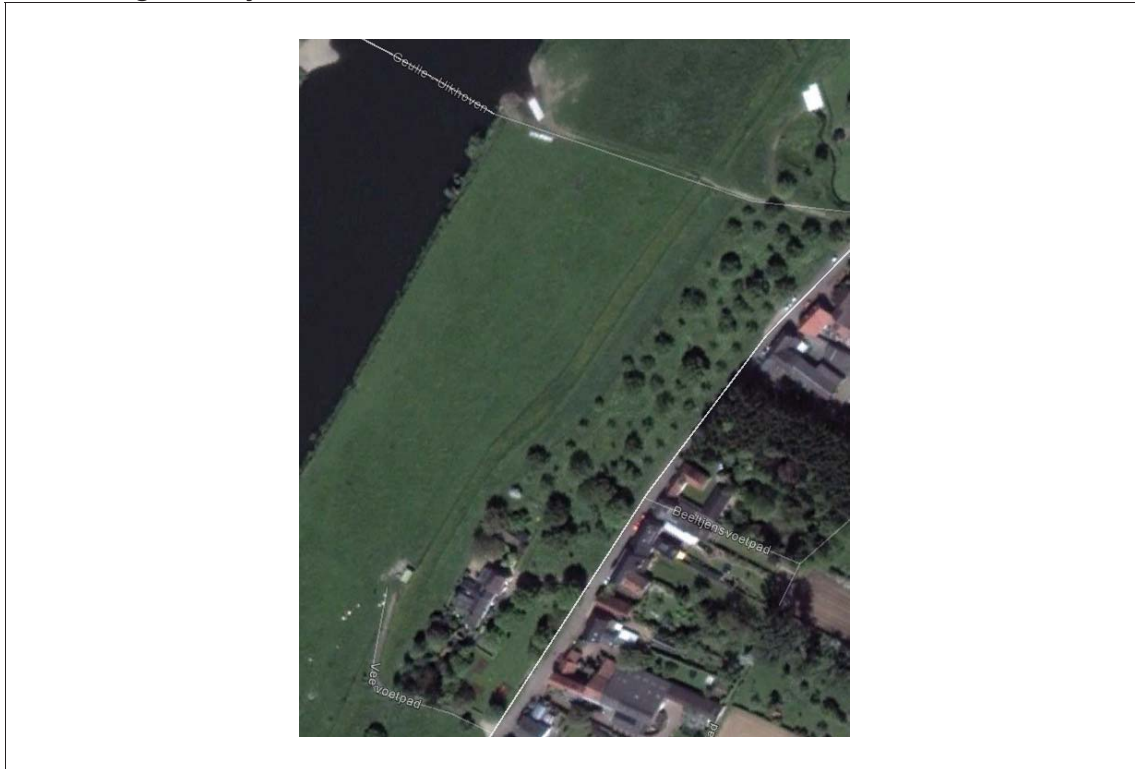
Dijkvak 50.320.6 ligt aan de zuidzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 290 meter. In het achterland bevinden zich een aantal woningen op zeer korte afstand van de binnenteen. In het noordelijk deel bevinden zich enkele solitaire bomen.

Afbeelding 1.6. Bebouwing dijkvak 50.320.6



Het voorland wordt deels afgegraven in verband met de werkzaamheden van project Grensmaas. Aan de zuidzijde wordt het dijkvak begrensd door het Veervoetpad. Aan de noordzijde wordt het dijkvak begrensd door het pad naar de veerpont.

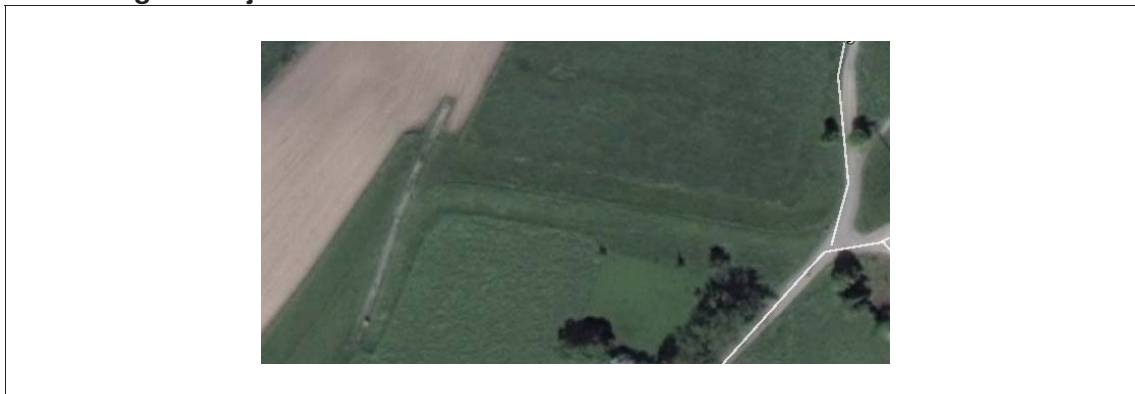
Afbeelding 1.7. Dijkvak 50.320.6



1.5.6. Dijkvak 50.320.9

Dijkvak 50.320.9 ligt aan de noordzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 160 meter. Het achterland dient voor agrarisch gebruik. Er is een zeer lang voorland aanwezig dat in de toekomstige situatie de functie 'natuur' zal vervullen. Aan de westzijde wordt het dijkvak begrensd door de knik in het alignement. Aan de oostzijde grenst het dijkvak aan Kuiperstraat.

Afbeelding 1.8. Dijkvak 50.320.9



1.5.7. Dijkvak 50.320.10

Dijkvak 50.320.10 ligt aan de noordzijde van dijkkring 88. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 175 meter. In het achterland bevindt zich een verhard terrein waarop een loods is gevestigd. Het overige deel van het achterland dient voor agrarisch gebruik.

Er is een zeer lang voorland aanwezig dat in de toekomstige situatie de functie 'natuur' zal vervullen. Aan de westzijde wordt het dijkvak begrensd door de Kuiperstraat. Aan de oostzijde wordt het dijkvak begrensd door de kruising met de Bieserstraat.

Afbeelding 1.9. Dijkvak 50.320.10



1.6. Doel en doelgroep

In de ontwerpnota definitief ontwerp is het voorkeursalternatief uit de verkennende variantenstudie uitgewerkt. Doel van de nota is het beschrijven en visualiseren van het definitief ontwerp.

De doelgroep bestaat uit het WRO (initiatiefnemer van de planstudie) en RWS Maaswerken (subsidieverlener). Dit document zal op zogenoemde toetsmomenten worden voorgelegd aan RWS Maaswerken.

1.7. Leeswijzer

Het voorliggend ontwerpverslag beschrijft het definitief ontwerp. De rapportage bevat twee delen:

- A. ontwerpuitgangspunten;
- B. het ontwerp.

In deel A worden de gehanteerde uitgangspunten voor het ontwerp beschreven. In respectievelijk hoofdstuk 2 t/m 6 worden de algemene-, geometrische-, hydraulische-, geotechnische- en geohydrologische uitgangspunten behandeld.

Deel B beschrijft het ontwerp. Eerst wordt de ontwerpberoekeningen voor de verschillende faalmechanismen in hoofdstuk 7 behandeld. In hoofdstuk 8 wordt het ontwerp per dijkvak toegelicht. Hoofdstuk 9 gaat in op de overige aspecten als, leggerzonering, grondverwering, beheer en onderhoud, etc.

DEEL A: ONTWERPUITGANGSPUNTEN

2. ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

Onder algemene uitgangspunten vallen uitgangspunten ten aanzien van ontwerpperiode, veiligheidsniveau, robuustheid, uitbreidbaarheid en ontwerpleidraden.

2.1. Veiligheidsniveau

Voor de dijkringen in het beheersgebied van waterschap Roer en Overmaas bedraagt de overschrijdingsnorm 1/250 per jaar conform bijlage II van de Waterwet.

2.2. Robuustheid

Dijkkring 88 heeft een overschrijdingsfrequentie van minder dan 1/1250 per jaar. Hierdoor komt de robuustheidtoeslag op de maatgevende hoogwaterstand aan het einde van de planperiode te vervallen [lit. 3].

2.3. Ontwerpperiode en uitbreidbaarheid

De versterking van dijkkring 88 dient uiterlijk voor 2020 gereed te zijn. Voor de **sterkte** van dijk wordt in het geotechnische ontwerp rekening gehouden met een maatgevende berekende ontwerpwaterstand voor een planperiode tot tenminste 2050.

De sterkte vertaald zich in:

- de breedte van de waterkering;
- taludhellingen;
- afmetingen steunbermen.

De **hoogte** van de dijk is daarentegen gerelateerd aan de waterstanden uit het ontwerp kader voor het jaar 2020 [lit. 3].

Op deze manier zijn in de toekomst, bij aanpassing van de waterstand (2020 naar 2050), geen aanvullende maatregelen nodig voor de sterkte van de dijk (zie Afbeelding 4.1). Volgens het uitbreidbaarheidsprincipe hoeft alleen de kruin te worden opgehoogd.

2.4. Ontwerp op alle faalmechanismen

De sluitstukkaden zijn trajecten c.q. dijkvakken van de waterkering die verbeterd worden. De overige dijkvakken in de betreffende dijkkring die niet worden verbeterd hebben nog voldoende reserve voor de huidige veiligheidsnorm. De dijkvakken die verbeterd worden, dienen niet alleen op het afgekeurde faalmechanisme ontworpen en verbeterd te worden, maar op alle faalmechanismen (volledig ontwerp) [lit. 3].

2.5. Ontwerpleidraden

In het ontwerp is rekening gehouden met alle geldende publicaties van het Expertisenetwerk Waterveiligheid (ENW, voorheen TAW). Hieronder vallen Technische Rapporten, Leidraden en Handreikingen. De separate documenten zijn opgenomen in de literatuurlijst en bij de genoemde uitgangspunten en eisen in het document wordt hier naar verwezen.

Naast bovengenoemde publicaties zijn ook de volgende documenten van toepassing op het versterkingsontwerp:

- ontwerp kader nog aan te leggen Maaskaden [lit. 2];
- technische ontwerpuitgangspunten Maasdal [lit. 3].

3. HYDRAULISCHE UITGANGSPUNTEN

3.1. Maatgevende waterstanden

3.1.1. Ontwerpkaderwaterstand 2020 (dijkhoogte)

Met het modelinstrumentarium van projectbureau de Maaswerken en met het modelinstrumentarium van RWS-DL (DPR) zijn de ontwerpwaterstanden vastgelegd voor 2020. Het model van RWS-DL is als meest betrouwbaar bestempeld door een fijnere modelresolutie en de betere beschrijving van de modelgrenzen.

Tabel 3.1. Ontwerpwaterstand 2020 (ontwerpkader)

dijkvak	rivierkilometer [km-km]	ontwerpkaderwaterstand RWS-DL [m +NAP]
50.320.2	23-24	43,38
50.320.3	24-25	43,38
50.320.4	24-25	42,61
50.320.5	24-25	42,42
50.320.6	25-26	42,31
50.320.9	25-26	42,08
50.320.10	25-26	42,09

3.1.2. Ontwerpwaterstand 2050 (dijksterkte)

Met beide modelinstrumentaria zijn ook de waterstanden voor 2050 bepaald. De uitkomsten verschillen van elkaar. Het model van RWS-DL is als meest betrouwbaar bestempeld door een fijnere modelresolutie en de betere beschrijving van de modelgrenzen.

Tabel 3.2. Ontwerpwaterstand 2050

dijkvak	rivierkilometer [km-km]	ontwerpkaderwaterstand RWS-DL [m +NAP]
50.320.2	23-24	43,72*
50.320.3	24-25	43,82*
50.320.4	24-25	42,97*
50.320.5	24-25	42,77*
50.320.6	25-26	42,64*
50.320.9	25-26	42,43*
50.320.10	25-26	42,44*

* indien de ontwerpkaderwaterstand 2020 + 0,30 m groter is dan de ontwerpwaterstand 2050 dient met deze waarde te worden gerekend. Dit is hier niet van toepassing.

3.2. Waterstanden bij val na hoogwater

Met het peil na val wordt de waterstand 10 dagen na optreden van maatgevend hoogwater bedoeld. Voor het peil na val bij Geulle aan de Maas is in eerste instantie de piekafvoer 10 dagen na MHW nabij Borgharen (dorp) afgeleid. Met behulp van Qh-relaties op de Maas is de afvoer vertaald naar een waterstand bij het vaste meetpunt Elslloo. De waterstand ter hoogte van Geulle aan de Maas is tot slot afgeleid uit interpolatie tussen beide meetpunten. Tabel 3.3 geeft het resultaat van deze afleiding. De waterstand bij val na hoogwater wordt gebruikt in de berekeningen van de stabiliteit van het buitentalud.

Tabel 3.3. Waterstand bij val na hoogwater

locatie	rivierkilometer [km-km]	dijkvak [-]	peil na val [m +NAP]
Borgharen	16	-	44,60
Geulle aan de Maas	23-24	50.320.2	41,20
	24-25	50.320.3, 4 en 5	40,80
	25-26	50.320.6, 9 en 10	40,30
Elsloo	29	-	38,72

3.3. Gemiddelde waterstand

De gemiddelde waterstand is vastgesteld met behulp van waternormalen van Rijkswaterstaat. Hiervoor is gebruik gemaakt van de meetpunten Borgharen en Elsloo. Hiertussen is lineair geïnterpoleerd (zie tabel 3.4). De gemiddelde waterstand wordt gebruikt in de berekeningen van de stabiliteit van het dijklichaam in de uitvoeringsfase.

Tabel 3.4. Gemiddelde rivierwaterstand

locatie	rivierkilometer [km-km]	dijkvak [-]	gemiddelde rivierwater- stand [m +NAP]
Borgharen	16	-	39,55
Geulle aan de Maas	23-24	50.320.2	36,60
	24-25	50.320.3, 4 en 5	36,20
	25-26	50.320.6, 9 en 10	35,80
Elsloo	29	-	34,40

3.4. Waterstand 1/10 jaar

De waterstand met een kans op voorkomen van 1/10 jaar is vastgesteld met behulp van waternormalen van Rijkswaterstaat. Hiervoor is gebruik gemaakt van de meetpunten Borgharen en Elsloo. Hiertussen is lineair geïnterpoleerd (zie tabel 3.5). De waterstand die eens per 10 jaar optreedt wordt gebruikt in de berekeningen van de stabiliteit van de bekleding.

Tabel 3.5. Peil eens per 10 jaar

locatie	rivierkilometer [km-km]	dijkvak [-]	waterstand 1/10 jaar [m +NAP]
Borgharen	16	-	45,05
Geulle aan de Maas	23-24	50.320.2	41,70
	24-25	50.320.3, 4 en 5	41,20
	25-26	50.320.6, 9 en 10	40,80
Elsloo	29	-	39,20

3.5. Extreem laagwater

Het extreem laagwaterpeil is vastgesteld met behulp van waternormalen van Rijkswaterstaat. Als extreem laagwaterpeil is de waterstand aangehouden die optreedt bij de laagst bekende afvoer. Hiervoor is gebruik gemaakt van de meetpunten Borgharen en Elsloo. Hiertussen is lineair geïnterpoleerd (zie tabel 3.6). De extreem lage waterstand wordt gebruikt in de berekeningen van de stabiliteit van het voorland.

Tabel 3.6. Extreem laagwater

locatie	rivierkilometer [km-km]	dijkvak [-]	peil na val [m +NAP]
Borgharen	16	-	37,40
Geulle aan de Maas	23-24	50.320.2	34,80
	24-25	50.320.3, 4 en 5	34,50
	25-26	50.320.6, 9 en 10	34,10
Elsloo	29	-	32,90

3.6. Golfcondities

De golfhoogte, -periode en -richting van windgolven op de Maas zijn bepaald met hydra-R Maas.

3.7. Overslagdebiet

Bij het ontwerp van de hoogte van de dijk wordt een vaste waakhoogte toegepast van 0,5 m. Hierop worden de overslagdebieten bepaald.

Hydra-R Maas biedt de mogelijkheid om de dijkgeometrie en de maatgevende waterstanden handmatig in te voeren. De geometrie van het versterkingsontwerp en de ontwerpwaterstand voor 2020 bepalen het overslagdebiet, zie figuur 4.1. De overslagdebieten worden als volgt beoordeeld:

- bij $q < 0,1$ l/s/m zal de invloed van het overslagdebiet worden verwaarloosd;
- bij $0,1 < q < 10$ l/s/m zal de sterkte van de bekleding op het binnentalud of de dimensies van het dijklichaam daarop aangepast worden;
- bij $q > 10$ l/s/m zullen de dimensies van het dijklichaam worden aangepast, zodat het overslagdebiet maximaal 10 l/s/m bedraagt.

De overslagdebieten worden zowel bepaald voor het jaar 2020 als het jaar 2050.

3.8. Polderpeil

Het polderpeil in het achterland is gelijk gehouden aan het niveau van het maaiveld.

4. GEOMETRISCHE UITGANGSPUNTEN

4.1. Kruinhoogte

4.1.1. Waakhoogte

In het ontwerp wordt rekening gehouden met een vaste waakhoogte van 0,50 m.

4.1.2. Kruinhoogte (sterkte)

Voor de berekeningen van de 'sterkte' van de dijk is rekening gehouden met een kruinhoogte gelijk aan de ontwerpwaterstand voor 50 jaar plus de waakhoogte. De kruinhoogtes zijn gegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kruinhoogte (sterkte)

dijkvak	ontwerpwaterstand 2050 [m +NAP]	waakhoogte [m]	Kruinhoogte [m +NAP]
50.320.2	43,72	0,50	44,22
50.320.3	43,82	0,50	44,32
50.320.4	42,97	0,50	43,47
50.320.5	42,77	0,50	43,27
50.320.6	42,64	0,50	43,14
50.320.9	42,43	0,50	42,93
50.320.10	42,44	0,50	42,94

4.1.3. Kruinhoogte (ontwerp Sluitstukkaden)

In het ontwerp wordt een kruinhoogte opgenomen welke gelijk is aan de ontwerpwaterstand 2020 plus de waakhoogte. De kruinhoogtes zijn gegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2. Kruinhoogte (ontwerp)

dijkvak	ontwerpwaterstand 2020 [m +NAP]	waakhoogte [m]	Kruinhoogte [m +NAP]
50.320.2	43,38	0,50	43,88
50.320.3	43,38	0,50	43,88
50.320.4	42,61	0,50	43,11
50.320.5	42,42	0,50	42,92
50.320.6	42,31	0,50	42,81
50.320.9	42,08	0,50	42,58
50.320.10	42,09	0,50	42,59

4.2. Zetting en klink

4.2.1. Zetting

Met behulp van D-Settlement zullen de zettingen worden berekend. De optredende zettingen worden gecompenseerd door het aanbrengen van een overhoogte tijdens de uitvoering.

4.2.2. Klink

Er wordt rekening gehouden met 10 % klink conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [lit. 15]. Hier is bij de bepaling van de hoeveelheden rekening mee gehouden.

4.3. Taludhellingen

De minimale taludhellingen die in het ontwerp worden gebruikt zijn 1:3.

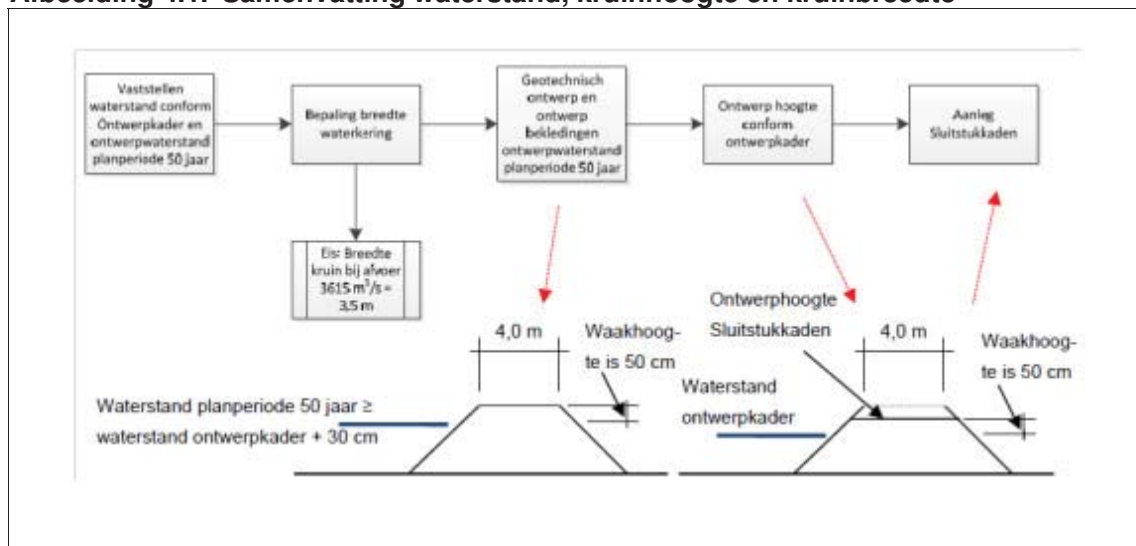
4.3.1. Kruinbreedte

Binnen de ruimtereservering voor de uitbreidbaarheid dient rekening gehouden te worden met een kruinbreedte van minimaal 4 meter ten behoeve van een onderhoudspad. Dit betekent dat de kruinbreedte op het ontwerpniveau (2020) breder zal zijn. In onderstaande tabel is inzichtelijk gemaakt welke breedte de dijk dient te hebben indien er wordt versterkt met taluds van 1:3.

Tabel 4.3. Kruinbreedte

dijkvak	uitbreidbaarheidsprofiel		versterkingsontwerp		
	niveau [m +NAP]	breedte [m]	niveau [m +NAP]	taludhelling [-]	breedte [m]
50.320.2	44,22	4,00	43,88	1:3	6,04
50.320.3	44,32	4,00	43,88	1:3	6,64
50.320.4	43,47	4,00	43,11	1:3	6,16
50.320.5	43,27	4,00	42,92	1:3	6,10
50.320.6	43,14	4,00	42,81	1:3	5,98
50.320.9	42,93	4,00	42,58	1:3	6,10
50.320.10	42,94	4,00	42,59	1:3	6,10

Abbeelding 4.1. Samenvatting waterstand, kruinhoogte en kruinbreedte



5. GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN

5.1. Beschikbaar grondonderzoek

In januari 2010 is er grondonderzoek uitgevoerd door Grontmij (bijlage I). Tabel 5.1 geeft een overzicht van het onderzoeksareaal. Ter verificatie van dit grondonderzoek is gebruik gemaakt van boringen uit het DINO loket (bijlage II).

Tabel 5.1. Beschikbaar grondonderzoek Grontmij en DINO loket

dijkvak	locatie	codering	sondering	codering DINO
		boring		
50.320.2	teen buitendijks	320.2-BhBu-00.280	-	-
	kruin	320.2-BhKr-00.220	320.2-DKM-00.380	-
	teen binnendijks	320.2-BhBt-00.300	-	B59H0012 B59H0013
50.320.3	teen buitendijks	-	-	B59H0134 B59H0135
	kruin	320.3-BhKr-00.450	-	-
	teen binnendijks	320.3-BhKr-00.585	-	-
		320.3-BhBt-00.430		
		320.3-BhBt-00.515		
50.320.4	teen buitendijks	-	-	B59H0099 B59H0137 B59H0139 B59H0491
	kruin	320.4-BhKr-00.730	320.4-DKM-00.820	-
	teen binnendijks	320.4-BhKr-00.950	-	B59H0345
		320.4-BhBt-00.770		
		320.4-BhBt-00.870		
		320.4-BhBt-00.970		
50.320.5	teen buitendijks	-	-	B59H0141
	kruin	320.5-BhKr-01.200	-	-
	teen binnendijks	320.5-BmKr-01.280	-	-
		320.5-BhBt-01.235		
50.320.6	teen buitendijks	320.6-BhBu-01.510	-	-
	kruin	320.6-BhBu-01.595	320.6-DKM-01.640	-
	teen binnendijks	320.6-BhKr-01.460	-	B59H0343
		320.6-BhBt-01.420		
50.320.9	teen buitendijks	-	-	B59H0310 B59H0312 B59H0315
	kruin	-	-	-
	teen binnendijks	320.8-BhBt-02.120	-	-
		320.9-BhBt-02.230		
50.320.10	teen buitendijks	320.10-BhBu-02.435	320.10-DKM-02.390	-
	kruin			-
	teen binnendijks	320.10-BhBt-02.330		B59H0361
		320.11-BhBt-02.460		B59H0487

5.2. Bodemopbouw en grondsoorten

De bodemopbouw bij Geulle aan de Maas bestaat grofweg uit de volgende grondlagen (tot 10 meter onder kruinhoogte):

- dekgrond: bestaat hoofdzakelijk uit leem uit het Maasdal door alluviale of aeolische afzettingen;
- grind: direct onder de dekgrond bevindt zich hoofdzakelijk grind, de bijmenging is veelal siltig en/of zandig.

5.2.1. Dekgrond

De natuurlijke dekgrond bestaat hoofdzakelijk uit leem en komt voor als alluviale afzetting (sterk kleilig silt/leem) en aeolische (löss) afzetting (zandig leem, al dan niet verspoeld). De alluviale 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 9997-1+C1:2012 [lit. 21] 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 droog en nat volumiek gewicht van 19 kN/m³.

Voor de stabiliteitsberekeningen is een gevoeligheidsanalyse (bijlage III) 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).

Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap.

5.2.2. Grind

De ondergrond onder de dekgrond bestaat voornamelijk uit een mengsel van zand en grind. Conform Tabel 2.b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21] laten de sterkte-eigenschappen van deze ondergrond zich schematiseren als 'grind, zwak siltig, matig'.

5.3. Schematisatie bodemopbouw

In tabellen 5.2 t/m 5.8 is per dijkvak de bodemopbouw weergegeven.

Tabel 5.2. Schematisatie bodemopbouw 50.320.2

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (320.2-BhBu-00.280) [m +NAP]	kruin (320.2-BhKr-00.220) [m +NAP]	achterland (320.2-BhBt-00.300) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	39,8	40,0	39,6
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.3. Schematisatie bodemopbouw 50.320.3

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (B59H0134) [m +NAP]	kruin (320.3-BhKr-00.450) [m +NAP]	achterland (320.3-BhBt-00.515) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	37,9	40,6	39,5
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.4. Schematisatie bodemopbouw 50.320.4

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (B59H0491) [m +NAP]	kruin (320.4-BhKr-00.730) [m +NAP]	achterland (320.4-BhBt-00.970) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	37,5	39,4	39,4
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.5. Schematisatie bodemopbouw 50.320.5

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (B59H0141) [m +NAP]	kruin (320.5-BmKr-01.280) [m +NAP]	achterland (320.5-BhBt-01.235) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	38,2	38,0	38,5
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.6. Schematisatie bodemopbouw 50.320.6

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (320.6-BhBu-01.595) [m +NAP]	kruin (320.6-BhKr-01.460) [m +NAP]	achterland (320.6-BhBt-01.420) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	38,1	37,9	38,2
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.7. Schematisatie bodemopbouw 50.320.9

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (B59H0315) [m +NAP]	kruin (320.9-BhBt-02.230) [m +NAP]	achterland (320.9-BhBt-02.230) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	38,7	39,0	39,0
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.8. Schematisatie bodemopbouw 50.320.10

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (320.10-BhBu-02.435) [m +NAP]	kruin (320.10-DKM-02.390) [m +NAP]	achterland (320.10-BhBt-02.330) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	38,4	39,2	39,0
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

5.4. Volumieke gewichten

De volumieke gewichten zijn opgenomen in Tabel 5.9 en zijn afkomstig uit tabel 2b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21].

Tabel 5.9. Volumieke gewichten

grondsoort	volumiek gewicht droog γ [kN/m ³]	volumiek gewicht nat γ_{sat} [kN/m ³]
Leem, zwak zandig, slap	19	19
Grind, zwak siltig, matig	18	20

5.5. Sterkteparameters

5.5.1. Karakteristieke waarden

De karakteristieke waarden van de aanwezige grondsoorten zijn opgenomen in Tabel 5.10. De sterkteparameters zijn afkomstig uit Tabel 2b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21].

Tabel 5.10. Karakteristieke waarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rep} [°]
Leem, zwak zandig, slap	1,0 *	27,5
Grind, zwak siltig, matig	0,0	35,0

* Er is een cohesie van 1 kPa aangehouden omdat er relatief veel klei in het leem aanwezig is. De eurocode schrijft voor leem, zwak zandig, slap een cohesie voor van 0 tot 1.

5.5.2. 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 5.11. De waarden zijn afkomstig uit het Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [lit. 15] en zijn afgeleid voor een basisbetrouwbaarheidsniveau $\beta = 4,0$ (-).

Tabel 5.11. Materiaalfactoren

grondsoort	cohesie [-]	hoek van inwendige wrijving [-]
Leem, zwak zandig, slap *	1,25	1,20
Grind, zwak siltig, matig	n.v.t.	1,20

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

5.5.3. Rekenwaarden

De rekenwaarden van de aanwezige grondsoorten zijn opgenomen in Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Rekenwaarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rek} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rek} [°]
Leem, zwak zandig, slap	0,8	23,5
Grind, zwak siltig, matig	0,0	30,3

5.6. Zettingsparameters

De NEN-Bjerrum zettingsparameters zijn opgenomen in Tabel 5.13. De waarden voor RR , CR en C_α zijn afkomstig uit tabel 2.b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21]. Voor de consolidatie coëfficiënt c_v is voor leem $1 \cdot 10^{-7}$ m²/s aangenomen, grind is gedraineerd gemodel-

leerd. Voor beide grondsoorten is een pre-overburden pressure (POP) aangehouden van 10 kPa.

Tabel 5.13. Zettingsparameters

grondsoort	RR [-]	CR [-]	C α [-]	c v [m ² /s]	POP [kPa]
Leem, zwak zandig, slap	0,0307	0,0920	0,0037	1·10 ⁻⁷	10
Grind, zwak siltig, matig	0,0008	0,0023	0	drained	10

5.7. Stabiliteitsfactor

In het addendum bij het Technische Rapport Waterkerende Grondconstructies [lit. 12] is voorgeschreven hoe groot de veiligheid dient te zijn tegen afschuiven.

De stabiliteitsfactor is de minimale veiligheidsfactor waaraan de maatgevende glijcirkel moet voldoen. De stabiliteitsfactor is het product van de modelfactor, de schadefactor en de schematiseringsfactor.

5.7.1. Schadefactor

Dijkkring 88 heeft een overschrijdingsnorm van 1/250 per jaar. Bij deze norm geldt een schadefactor van 1,04 [lit. 15].

Zoneringsregel

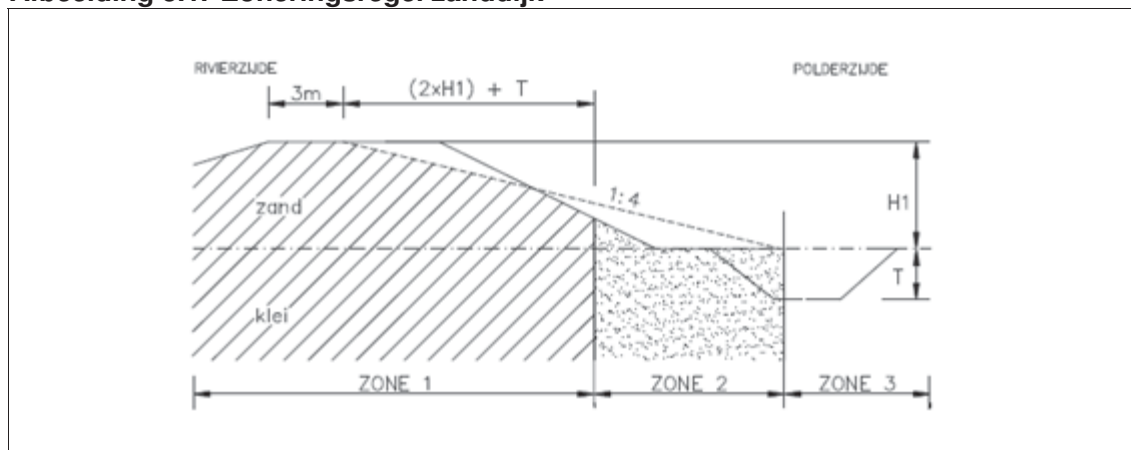
In de handreiking constructief ontwerpen [lit. 20] is een methodiek beschreven om met ge-differentieerde schadefactoren te rekenen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie zones. Afhankelijk van de zone waarin het intredepunt van de glijcirkel ligt mag een lagere schadefactor worden toegepast.

Voor de stabiliteitsberekeningen is een gevoeligheidsanalyse (bijlage III) 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).

Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap en wordt bij de zonering uitgegaan van een zanddijk.

Abbeelding 5.1. Zoneringsregel zanddijk



Voor zone 2 geldt een schadefactor van 0,97 [lit. 20]. Aan zone 3 zijn geen eisen gesteld. Bij de teen van de dijk is een opbarstzone waardoor er altijd lokaal zeer kleine glijcirkels kunnen optreden. Deze glijcirkels liggen door de zoneringsregel zo ver van de dijk dat wordt gesteld dat deze geen invloed hebben op de waterkerende functie van het grondlichaam.

Voor de buitenwaartse macrostabiliteit wordt dezelfde schadefactor gehanteerd als zone 2.

5.7.2. Schematiseringsfactor

Voor de schematiseringsfactor is een waarde van 1,1 aangehouden. Deze waarde is bepaald met behulp van het stappenplan schematiseringsfactor. Deze is opgenomen in bijlage IV. Daarbij is een profiel gehanteerd in een naastliggend vak van de dijkkring Geulle aan de Maas (vak 11). Gezien de marge in de kansruimte (slechts 3% van de kansruimte benut van de toelaatbare kans in zone I en 20% van de kansruimte van de toelaatbare kans in zone II) en de vergelijkbare grondopbouw is deze berekening representatief voor de vakken, zoals beschouwd in dit rapport.

5.7.3. Modelfactor

Met de modelfactor wordt onder andere onzekerheden ten aanzien van het rekenmodel verdisconteerd. Voor de methode Bishop en Uplift Van geldt een modelfactor van respectievelijk 1,00 en 1,05.

5.7.4. Stabiliteitsfactor per zone

Op basis van bovengenoemde factoren gelden de stabiliteitsfactoren zoals genoemd in onderstaande tabel.

Tabel 5.14. Stabiliteitsfactoren

grondsoort	SF Bishop (1/250 jaar)	SF Uplift Van (1/250 jaar)
binnenwaarts zone 1	1,14	1,20
binnenwaarts zone 2	1,07	1,12
binnenwaarts zone 3	-	-
buitenwaarts	1,07	-

5.8. Rekenmodel

Bij een opbarstveiligheid tussen 1,1 en 1,2 (opdrijven) wordt naast de berekening met methode Bishop ook een berekening met de methode Uplift van uitgevoerd.

Indien de opbarstveiligheid kleiner is dan 1,1 (opbarsten) is er een reductie toegepast op de cohesieve deklaag in de opbarstzone. De sterkteparameter van de cohesie en de hoek van inwendige wrijving zijn in de berekeningen met methode Bishop gereduceerd naar 0.

5.9. Verkeersbelasting

Bij de bepaling van macrostabiliteit dient rekening te worden gehouden met een verkeersbelasting op de kruin. Conform de Handreiking Constructief Ontwerpen [lit. 20] bedraagt de belasting $13,3 \text{ kN/m}^2$ over 2,5 meter kruinbreedte. De in rekening gebrachte consolidatiegraden zijn voor de cohesieve grondlagen gelijk aan 0 % (nog volledig ongeconsolideerd) en voor zand en grind 100 % (volledig geconsolideerd). De lastspreidingshoek in de ondergrond bedraagt 30° .

6. GEOHYDROLOGISCHE UITGANGSPUNTEN

6.1. Freatische lijn

6.1.1. Bij maatgevend hoogwater

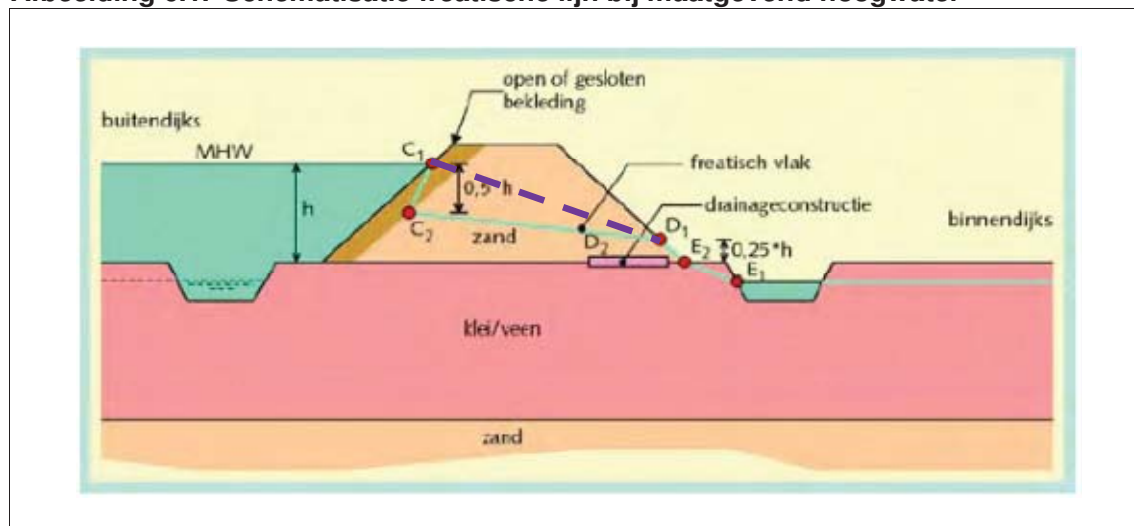
Voor de stabiliteitsberekeningen is een gevoeligheidsanalyse (bijlage III) uitgevoerd naar de schematisatie van de dekgrond. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de volgende punten opgenomen:

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

Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap en wordt bij de schematisatie van de freatische lijn uitgegaan van een zanddijk.

De freatische lijn is geschematiseerd op basis van figuur b1.3 uit het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [lit. 13]. Er is geen rekening gehouden met een gesloten bekleding gehouden op het buitentalud, de freatische lijn verloopt van C1 naar D1 (zie stippellijn).

Afbeelding 6.1. Schematisatie freatische lijn bij maatgevend hoogwater

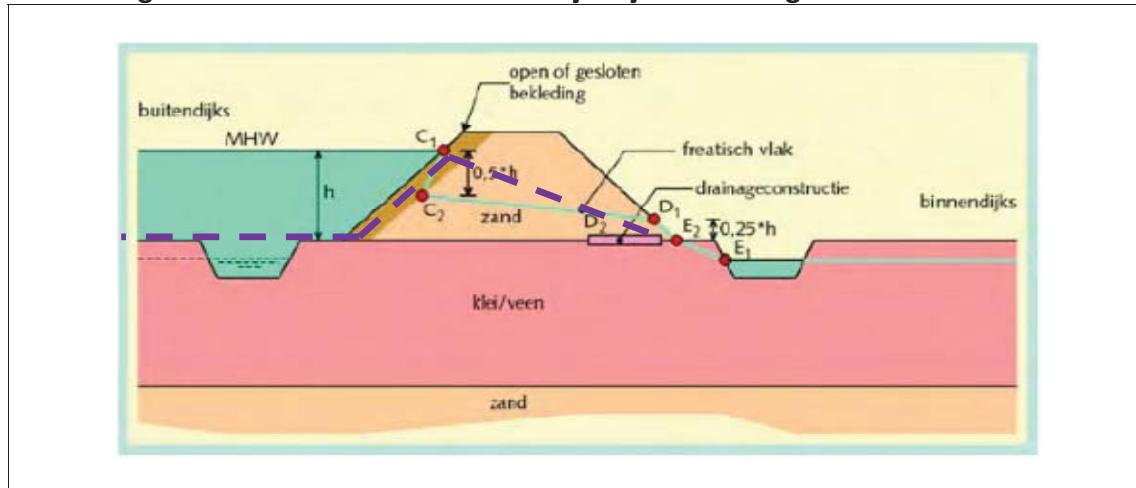


6.1.2. Bij val na hoogwater

Voor het berekenen van de buitenwaartse macrostabiliteit wordt de freatische lijn geschematiseerd na een val van het hoogwater.

Voor deze situatie geldt de freatische lijn bij maatgevend hoogwater als uitgangspunt. Vanaf het punt op de freatische lijn dat 0,3 m onder het buitentalud ligt volgt de freatische lijn het buitentalud (op een afstand van 0,3 m) tot aan de waterstand bij snelle val.

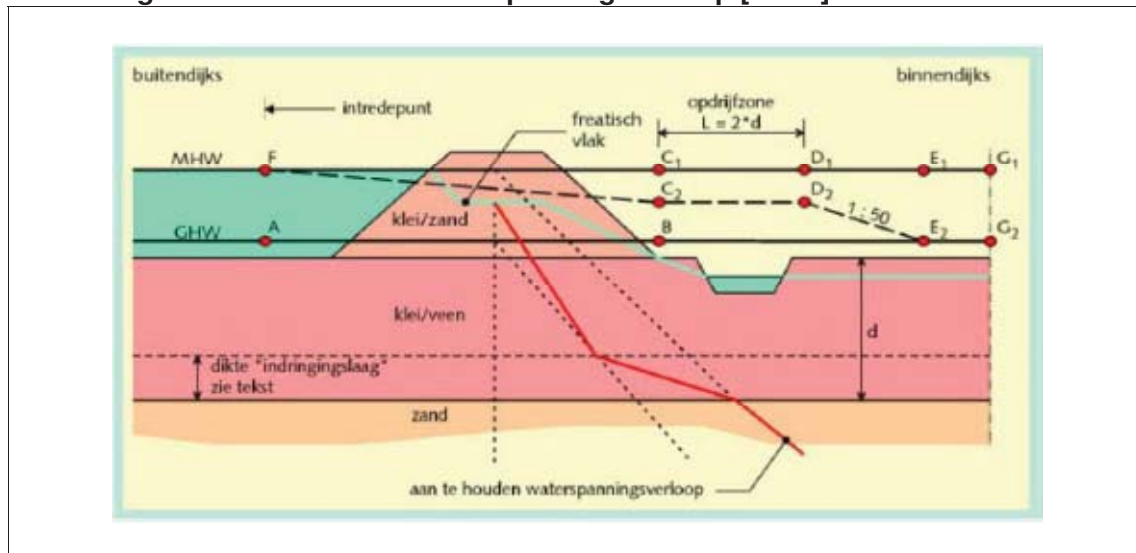
Afbeelding 6.2. Schematisatie freatische lijn bij val na hoogwater



6.2. Stijghoogte

In verband met de hoge doorlatendheid van de grindlaag is de stijghoogte bij de teen van de dijk gelijk gehouden aan de maatgevende waterstand tenzij er sprake is van opbarsten. In geval van opbarsten (opbarstveiligheid $< 1,0$) is de grenspotentiaal geschematiseerd conform figuur b.1.5 uit het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [lit. 13]. De stijghoogtelijn volgt in dit geval de onderbroken lijn waarbij de hoogte van punten C2 en D2 afhankelijk is van de grenspotentiaal. Voor het intredepunt (F) is de buitenteen van de dijk aangehouden. In verband met de geringe dikte van de deklaag is er niet gerekend met een indringingslaag.

Afbeelding 6.3. Schematisatie waterspanningsverloop [lit. 13]



6.3. Waterspanningsverloop

De waterspanningen in de kern van de dijk worden hydrostatisch aangenomen (volledig beïnvloed door de freatische lijn). In het 1^e watervoerend pakket, aan de onderzijde van de dekgrond, heerst een stijghoogte gelijk aan MHW.

Over de dekgrond verloopt de waterspanning lineair van de freatische lijn aan het maaiveld (en onderzijde kern) naar de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket.

DEEL B: HET ONTWERP

7. ONTWERP OP FAALMECHANISMEN

7.1. Rekenprofielen

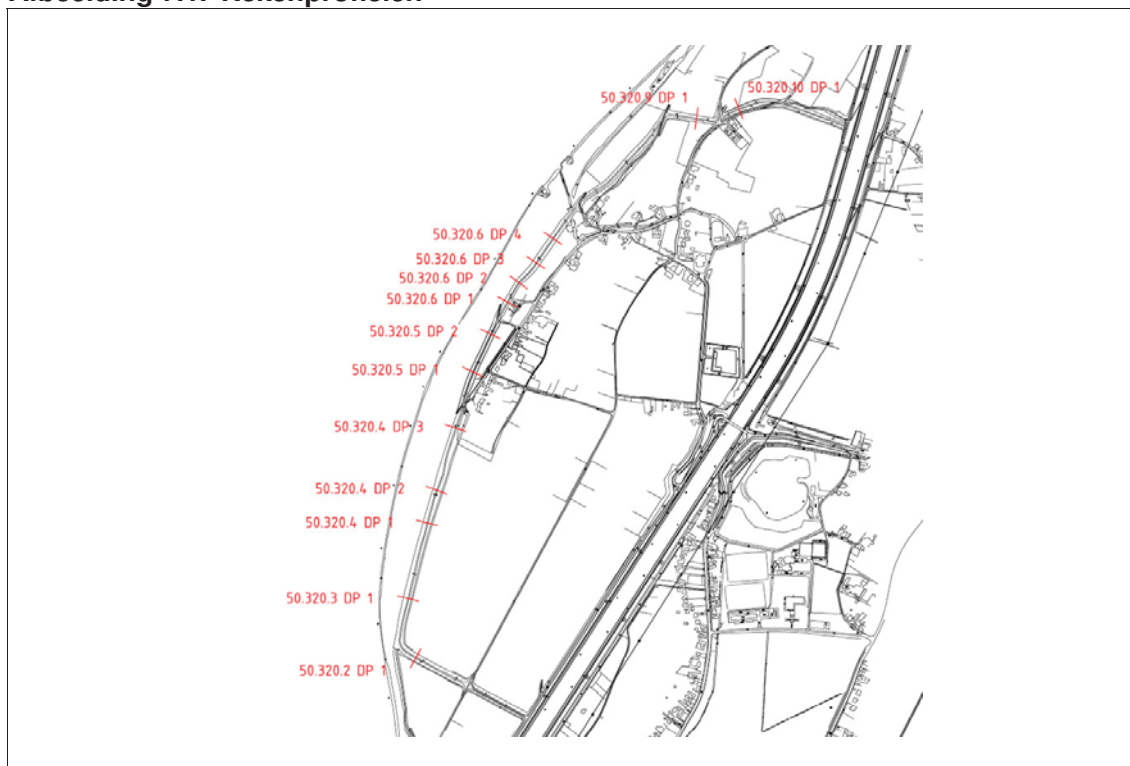
Per dijkvak zijn de representatieve rekenprofielen gegenereerd met behulp van het beschikbare 3D-model. Deze dwarsprofielen worden doorgerekend op alle faalmechanismen.

Voor de berekeningen van de buitenwaartse macrostabiliteit en de stabiliteit van het voorland is het onderwaterprofiel na de realisatie van de stroomgeulverbreding in het profiel verwerkt. Tabel 7.1 geeft een overzicht van de profielen. In afbeelding 7.1 zijn de profiello-caties aangegeven.

Tabel 7.1. Rekenprofielen

dijkvak	dwarsprofiel	
50.320.2	DP1	profielgeometrie homogeen, maatgevend dwarsprofiel
50.320.3	DP1	profielgeometrie homogeen, maatgevend dwarsprofiel
50.320.4	DP1	dwarsprofiel representatief voor een lengte van circa 150 meter
	DP2	maatgevend dwarsprofiel
	DP3	dwarsprofiel ter plaatse van bestaande berm
50.320.5	DP1	maatgevend dwarsprofiel, lokaal laag maaiveld
	DP2	dwarsprofiel representatief voor noordelijk deel van het dijkvak
50.320.6	DP1	lokaal dwarsprofiel ter plaatse van bebouwing
	DP2	maatgevend dwarsprofiel
	DP3	zeer gunstige profielgeometrie wat betreft hoogte en taludhellingen, de dijk hoeft niet te worden opgehoogd
	DP4	gunstige profielgeometrie wat betreft taludhellingen, maar een laag maaiveld in het achterland
50.320.9	DP1	profielgeometrie homogeen, maatgevend dwarsprofiel
50.320.10	DP1	profielgeometrie homogeen, maatgevend dwarsprofiel

Afbeelding 7.1. Rekenprofielen



7.2. Hoogte (HT)

De hoogte van de dijk is afhankelijk van de ontwerpwaterstand 2020 en de waakhoogte. In tabel 7.2 is een overzicht opgenomen van de benodigde kruinhoogte.

Tabel 7.2. Kruinhoogte

dijkvak	ontwerpwaterstand 2020 [m +NAP]	waakhoogte [m]	Benodigde kruin- hoogte [m +NAP]	minimale huidige kruinhoogte [m +NAP]
50.320.2	43,38	0,50	43,88	43,57
50.320.3	43,38	0,50	43,88	43,15
50.320.4	42,61	0,50	43,11	43,11
50.320.5	42,42	0,50	42,92	42,99
50.320.6	42,31	0,50	42,81	42,81
50.320.9	42,08	0,50	42,58	42,78
50.320.10	42,09	0,50	42,59	42,77

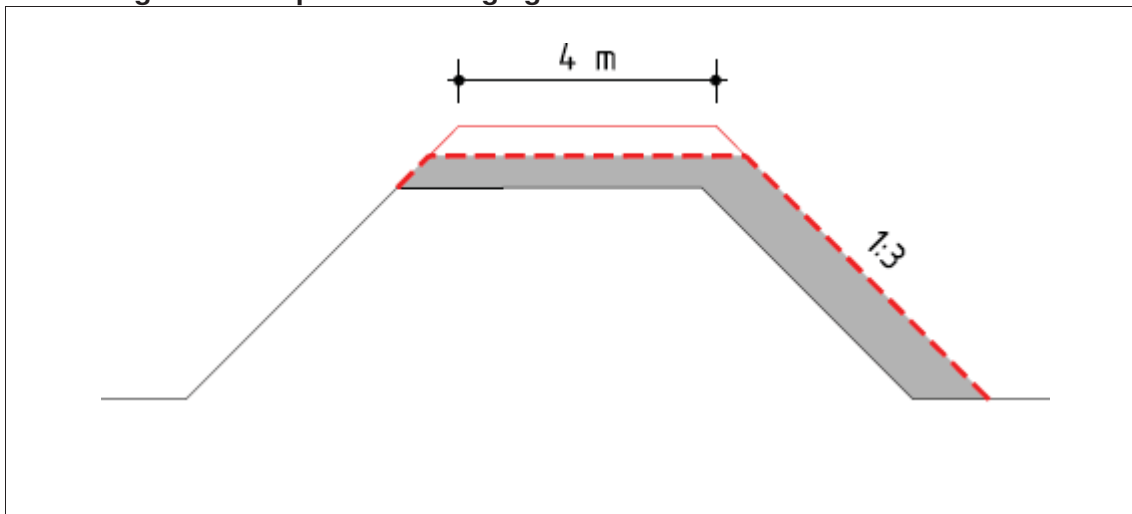
De dijk hoeft slechts op twee trajecten te worden opgehoogd. Deze vallen binnen dijkvakken 50.320.2 en 50.320.3. De locaties zijn aangegeven in afbeelding 7.2.

Afbeelding 7.2. Locaties kruinverhoging



Het versterkingsprincipe bij de op te hogen dijkdelen is weergegeven in afbeelding 7.3.

Afbeelding 7.3. Principe kruinverhoging



Tussen dijkvak 50.320.2 en 50.320.3 is geen verschil in ontwerphoogte. Tussen dijkvak 50.320.3 en dijkvak 50.320.4 is een overgang in de ontwerpkuinhoogte berekend van NAP +43,88 m in dijkvak 50.320.3 naar NAP +43,11 in dijkvak 50.320.5. Aangezien de huidige kuinhoogte in dijkvak 50.320.4 hoger ligt dan de ontwerphoogte (NAP +43,75 bij DP 1) is de overgang van de hoogte eenvoudig te realiseren. In de overige vakken is geen kuinverhoging voorzien.

7.2.1. Krui nbreedte

Over bijna het gehele traject dient de kruin te worden verbreed. Dit heeft twee oorzaken:

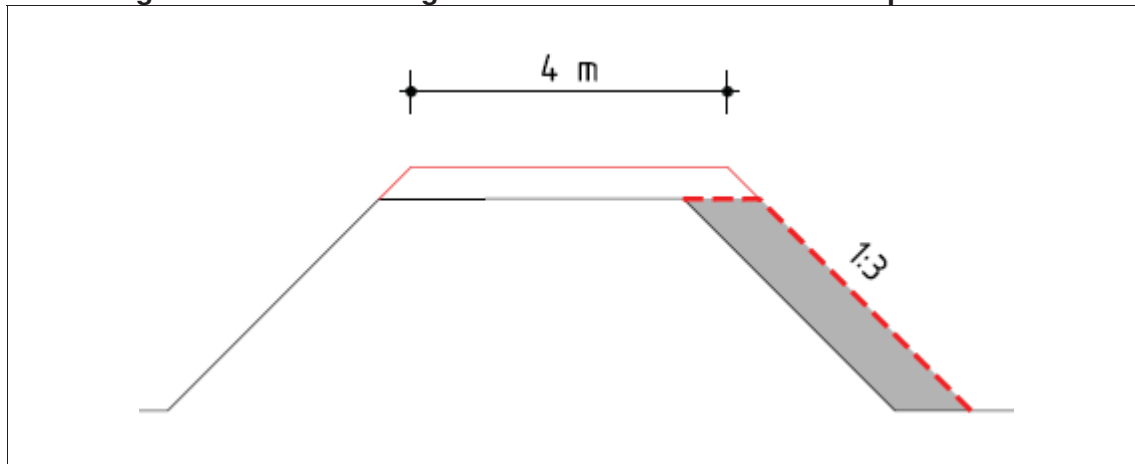
- de huidige kruin is te smal voor het uitbreidbaarheidsprofiel met een kruinbreedte van 4 meter;

- de huidige kruin is op hoogte voor het jaar 2050, maar is niet 4 meter breed.

In verband met het uitbreidbaarheidsprofiel

In verband met de uitbreidbaarheid dient de dijk over het grootste gedeelte te worden verbreed. Dit zijn de trajecten waar de kruin onvoldoende breed is om de toekomstige ophoging met een breedte van 4 meter te kunnen realiseren. Deze trajecten zijn in het oranje weergegeven in afbeelding 7.6. Het principe van de versterking is gegeven in afbeelding 7.4.

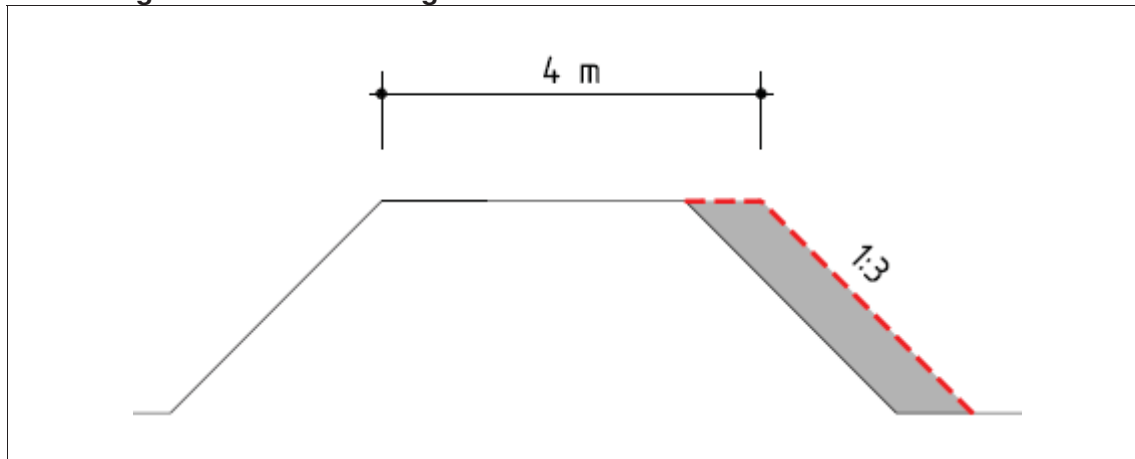
Afbeelding 7.4. Kruinverbreding in verband met uitbreidbaarheidsprofiel



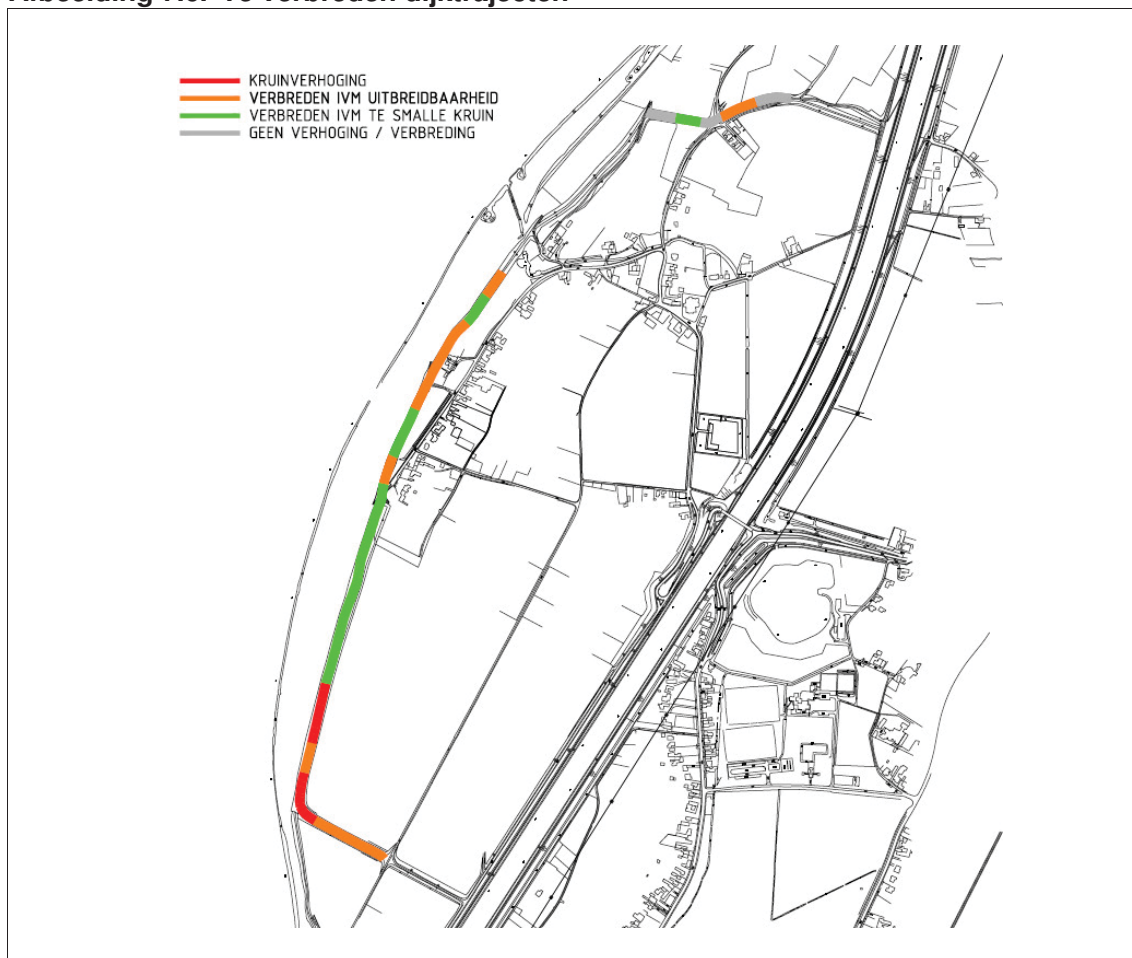
In verband met te smalle kruin

Naast de locaties waar de kruin te smal is in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel zijn er ook nog dijktrajecten waar de kruin reeds voldoende hoogte heeft voor het uitbreidbaarheidsprofiel. Echter is de kruin niet op al deze locaties 4 meter breed. De kruin wordt op deze locaties verbreed om een onderhoudspad van 3,5 meter breed op de kruin te realiseren. Deze trajecten zijn in het groen weergegeven in afbeelding 7.6. Het principe van de versterking is gegeven in afbeelding 7.5.

Afbeelding 7.5. Kruinverbreding in verband met te smalle kruin



Afbeelding 7.6. Te verbreden dijktrajecten



De overgang in kruinbreedte tussen dijkvakken 50.320.3 en 50.320.4 is relatief groot in verband met het verschil in de ontwerpwaterstand 2050. De overgang tussen beide vakken wordt gerealiseerd in dijkvak 50.320.4 over een lengte van ca. 50 meter. Voor het uitbreidbaarheidsprofiel betekent dit dat de kruinhoogte over een lengte van ca. 50 meter met 0,85 meter afneemt. De hoogte van het uitbreidbaarheidsprofiel neemt daarmee af over de eerste 50 meter van dijkvak 50.320.4 onder een helling van ongeveer 1:50.

7.2.2. Overslagdebiet

De hoogte van de dijk is niet afhankelijk van het toelaatbare overslagdebiet. Wel is overslagdebiet bepaald voor het jaar 2020 en het jaar 2050. De berekeningen hiervan zijn uitgevoerd met Hydra-R Maas.

Tabel 7.3. Overslagdebieten berekend met Hydra-R Maas voor 2020

dijkvak	dwarsprofiel	locatie Hydra-R Maas	dijknormaal t.o.v. noord [°]	waterstand [m +NAP]	kruinhoogte [m +NAP]	H _s [m]	T _p [sec]	overslagdebiet [l/s/m ¹]	kruinhoogte bij overslagdebiet van 0,1 l/s/m ¹ [m NAP]
50.320.2	DP1	5 (23-24)	210	43,38	43,88	0,37	2,36	0,4	44,00
50.320.3	DP1	2 (24-25)	285	43,38	43,88	0,31	2,11	< 0,1	43,79
50.320.4	DP1	4 (24-25)	285	42,61	43,75	0,33	2,27	< 0,1	43,07
	DP2	5 (24-25)	290	42,61	43,48	0,32	2,23	< 0,1	43,01
	DP3	7 (24-25)	290	42,61	43,26	0,31	2,13	< 0,1	43,03
50.320.5	DP1	9 (24-25)	295	42,42	43,29	0,31	2,12	< 0,1	42,87
	DP2	10 (24-25)	295	42,42	43,07	0,30	2,09	< 0,1	42,78
50.320.6	DP1	1 (25-26)	300	42,31	43,03	0,28	2,01	< 0,1	42,66
	DP2	1 (25-26)	305	42,31	43,01	0,28	2,01	< 0,1	42,67
	DP3	2 (25-26)	305	42,31	43,22	0,24	1,84	< 0,1	42,64
	DP4	3 (25-26)	305	42,31	42,99	0,22	1,75	< 0,1	42,55
50.320.9	DP1	9 (25-26)	10	42,08	43,07	0,22	1,81	< 0,1	42,44
50.320.10	DP1	10 (25-26)	340	42,09	42,85	0,22	1,78	< 0,1	42,45

Tabel 7.4. Overslagdebieten berekend met Hydra-R Maas voor 2050

dijkvak	dwarsprofiel	locatie Hydra-R Maas	dijknormaal t.o.v. noord [°]	waterstand [m +NAP]	kruinhoogte [m +NAP]	H _s [m]	T _p [sec]	overslagdebiet [l/s/m ¹]	kruinhoogte bij overslagdebiet van 0,1 l/s/m ¹ [m NAP]
50.320.2	DP1	5 (23-24)	210	43,72	44,22	0,36	2,33	0,6	44,39
50.320.3	DP1	2 (24-25)	285	43,82	44,32	0,35	2,32	< 0,1	43,79
50.320.4	DP1	4 (24-25)	285	42,97	43,75	0,35	2,31	< 0,1	43,42
	DP2	5 (24-25)	290	42,97	43,48	0,34	2,26	< 0,1	43,01
	DP3	7 (24-25)	290	42,97	43,47	0,31	2,14	< 0,1	43,41
50.320.5	DP1	9 (24-25)	295	42,77	43,29	0,31	2,12	< 0,1	43,22
	DP2	10 (24-25)	295	42,77	43,27	0,30	2,09	< 0,1	43,14
50.320.6	DP1	1 (25-26)	300	42,64	43,14	0,28	2,02	< 0,1	43,00
	DP2	1 (25-26)	305	42,64	43,14	0,28	2,02	< 0,1	43,01
	DP3	2 (25-26)	305	42,64	43,22	0,24	1,84	< 0,1	42,97
	DP4	3 (25-26)	305	42,64	43,14	0,22	1,75	< 0,1	42,89
50.320.9	DP1	9 (25-26)	10	42,43	43,07	0,22	1,82	< 0,1	42,79
50.320.10	DP1	10 (25-26)	340	42,44	42,94	0,22	1,79	< 0,1	42,81

In dijkvak 50.320.2 is het overslagdebiet 0,6 l/s/m. De sterkte van de bekleding op het binnentalud wordt hierop gedimensioneerd. Aangezien het overslagdebiet in de overige dijkvakken kleiner is dan 0,1 l/s/m is het overslagdebiet in deze vakken verwaarloosd (§3.7). Hier worden geen eisen gesteld aan de bekleding op het binnentalud.

7.3. Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

7.3.1. Maatgevende omstandigheden

Voor de bepaling van de rekenmethode is in eerste instantie de opbarstveiligheid bij de binnentoeen bepaald. Deze berekeningen zijn opgenomen in bijlage V.

Tabel 7.5. Opbarstveiligheid

Dijkvak	Dwarsprofiel	Opbarstveiligheid	Rekenmethode
50.320.2	DP1	0,86	Bishop met reductie sterkteparameters
50.320.3	DP1	0,80	Bishop met reductie sterkteparameters
50.320.4	DP1	1,06	Bishop met reductie sterkteparameters
	DP2	0,85	Bishop met reductie sterkteparameters
	DP3	1,06	Bishop met reductie sterkteparameters
50.320.5	DP1	0,65	Bishop met reductie sterkteparameters
	DP2	0,88	Bishop met reductie sterkteparameters
50.320.6	DP1	1,37	Bishop
	DP2	1,23	Bishop
	DP3	1,28	Bishop
	DP4	0,99	Bishop met reductie sterkteparameters
50.320.9	DP1	1,02	Bishop met reductie sterkteparameters
50.320.10	DP1	1,02	Bishop met reductie sterkteparameters

De binnenwaartse macrostabiliteit is berekend met behulp van de computersoftware D-Geo Stability, versie 10.1 (build 1.4) van Deltares. Voor de profielen waar opbarsten mogelijk is een steunberm ontworpen. Voor de profielen waar geen opbarsten plaatsvindt (dijkvak 50.320.6, profielen DP1, DP2 en DP3) is bepaald wat de helling van het binnentalud dient te zijn voor een stabiele dijk.

De berekende berm lengtes die nodig zijn voor de binnenwaartse stabiliteit zijn weergegeven in tabel 7.6. De hoogte van de berm is dusdanig gedimensioneerd dat deze niet kan opbarsten. De berekende taludhellingen in DP1, DP2 en DP3 van dijkvak 50.320.6 zijn weergegeven in tabel 7.7. De D-Geo Stability berekeningen zijn opgenomen in bijlage VI.

Tabel 7.6. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts bij opbarsten

Dijkvak	Dwarsprofiel	Zone 1		Zone 2		Berm lengte [m]	hoogte bermknik [m +NAP]
		Eis	Stabiliteits- factor	Eis	Stabiliteits- factor		
		[-]	[-]	[-]	[-]		
50.320.2	DP1	1,14	1,18	1,07	1,18	9	42,20
50.320.3	DP1	1,14	1,27	1,07	1,09	10	42,30
50.320.4	DP1	1,14	1,36	1,07	1,10	8	42,00
	DP2	1,14	1,54	1,07	1,10	8	42,00
	DP3	1,14	1,27	1,07	2,58	0	n.v.t.
50.320.5	DP1	1,14	1,24	1,07	1,08	10	41,20
	DP2	1,14	1,20	1,07	1,16	10	41,20
50.320.6	DP4*	1,14	1,32	1,07	1,12	9	41,30

Dijkvak	Dwarsprofiel	Zone 1		Zone 2		Bermlengte [m]	hoogte bermknik [m +NAP]
		Eis	Stabiliteits- factor	Eis	Stabiliteits- factor		
		[-]	[-]	[-]	[-]		
50.320.9	DP1*	1,14	1,35	1,07	1,13	7	41,20
50.320.10	DP1	1,14	1,19	1,07	1,25	6	41,20

* in dit profiel is gerekend met een binnentalud van 1:4 conform overige stukken van het dijkvak.

Tabel 7.7. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts zonder opbarsten

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis	Stabiliteitsfactor	Helling binnentalud
50.320.6	DP1		1,14	1,19
	DP2		1,14	1,17
	DP3		1,14	1,37*

* bij een steiler talud wordt de huidige dijk afgegraven, dit is niet wenselijk

De bermen liggen onder een afschot van 1:20 in verband met de afwatering. Het talud van de berm verloopt onder een helling van 1:3 naar het maaiveld. Over het algemeen is er een oprit aanwezig tussen de verschillende dijkvakken waardoor er geen overgangen hoeven te worden ontworpen. De overgang van de bermen in dijkvak 50.320.2 en 50.320.3 wordt vloeiend verwerkt in de bocht van de dijk. De overgang tussen de berm in dijkvak 50.320.3 en 50.320.4 ligt in vak 50.320.4 omdat de berekende bermafmetingen in dit vak kleiner zijn. De overgang is uitgewerkt op de ontwerptekening.

7.3.2. Controle stabiliteit tijdens de uitvoeringsfase

Omdat in de uitvoeringsfase de uitgangspunten verschillen ten opzichte van de maatgevende situatie is ook voor de uitvoeringsfase de binnenwaartse macrostabiliteit berekend. Uitgangspunten zijn:

- uitvoering geschiedt buiten hoogwaterseizoen, dus met gunstiger hydraulische randvoorwaarden dan in de maatgevende situatie;
- de nieuw aan te brengen berm en onderliggende cohesieve lagen worden als ongeconsolideerd beschouwd.

Tabel 7.8 geeft de resultaten van de D-Geo Stability berekeningen. In alle dijkvakken is de dijk stabiel tijdens de uitvoeringsfase.

Tabel 7.8. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts uitvoeringsfase

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]
50.320.2	DP1	1,0	1,37
50.320.3	DP1	1,0	1,19
50.320.4	DP1	1,0	1,49
	DP2	1,0	1,17
	DP3	1,0	1,63
50.320.5	DP1	1,0	1,09
	DP2	1,0	1,36
50.320.6	DP1	1,0	1,24
	DP2	1,0	1,28
	DP3	1,0	n.v.t.
	DP4	1,0	2,03
50.320.9	DP1	1,0	1,71
50.320.10	DP1	1,0	1,46

7.3.3. Consolidatietijd

Als gevolg van de ophogingen ontstaan wateroverspanningen in de cohesieve lagen, wat ongunstig is met betrekking tot stabiliteit. De wateroverspanningen nemen af in de tijd, waarmee de effectieve korrelspanning en dus de stabiliteit toeneemt. In de zettingsberekeningen (§ 7.11) is de consolidatietijd bepaald, de tijd waarin al het overspannen water wegstroomt. Dit is circa 1 tot 2 jaar afhankelijk van de dikte van leemlaag (zie tabel 7.9). Indien de dijk in de zomer van 2014 wordt versterkt, is deze halverwege 2015 / halverwege 2016 op volledige sterkte. Tot deze tijd zal de stabiliteit van de dijk niet verminderen ten opzichte van de huidige situatie. Indien de dijk eerder op volledige sterkte dient te zijn, dienen er maatregelen te worden genomen om de afname van de consolidatie te versnellen.

Tabel 7.9. Consolidatietijd per dwarsprofiel

dijkvak	dwarsprofiel	consolidatietijd [jaar]
50.320.2	DP1	1,0
50.320.3	DP1	1,0
50.320.4	DP1	1,0
	DP2	0,5
	DP3	2,0
50.320.5	DP1	1,0
	DP2	1,0
50.320.6	DP1	2,0
	DP2	2,0
	DP3	2,5
	DP4	2,0
50.320.9	DP1	1,5
50.320.10	DP1	1,0

7.4. Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)

De buitenwaartse macrostabiliteit is berekend met behulp van de computersoftware D-Geo Stability, versie 10.1 (build 1.4) van Deltares. De berekende buitenwaartse stabiliteit is weergegeven in tabel 7.10. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VII.

Tabel 7.10. Minimale stabiliteitsfactoren buitenwaarts

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis	Stabiliteitsfactor
50.320.2	DP1	1,07	1,17
50.320.3	DP1	1,07	1,33
50.320.4	DP1	1,07	1,37
	DP2	1,07	1,38
	DP3	1,07	1,47
50.320.5	DP1	1,07	1,20
	DP2	1,07	1,30
50.320.6	DP1	1,07	1,31
	DP2	1,07	1,30
	DP3	1,07	1,29
	DP4	1,07	1,44
50.320.9	DP1	1,07	1,28
50.320.10	DP1	1,07	1,30

De buitenwaartse stabiliteit van de dijk voldoet in beide dijkvakken.

7.5. Stabiliteit piping en heave (STPH)

De benodigde kwelweglengte is berekend met de methode Bligh. Er is een helpdesk waternvraag gesteld over het toetsen van waterkeringen in Limburg op piping en heave. In verband met de hoge doorlatendheid van het grind en de piping gevoeligheid van het leem wordt aanbevolen te toetsen met een Creepfactor van 22 (bijlage VIII).

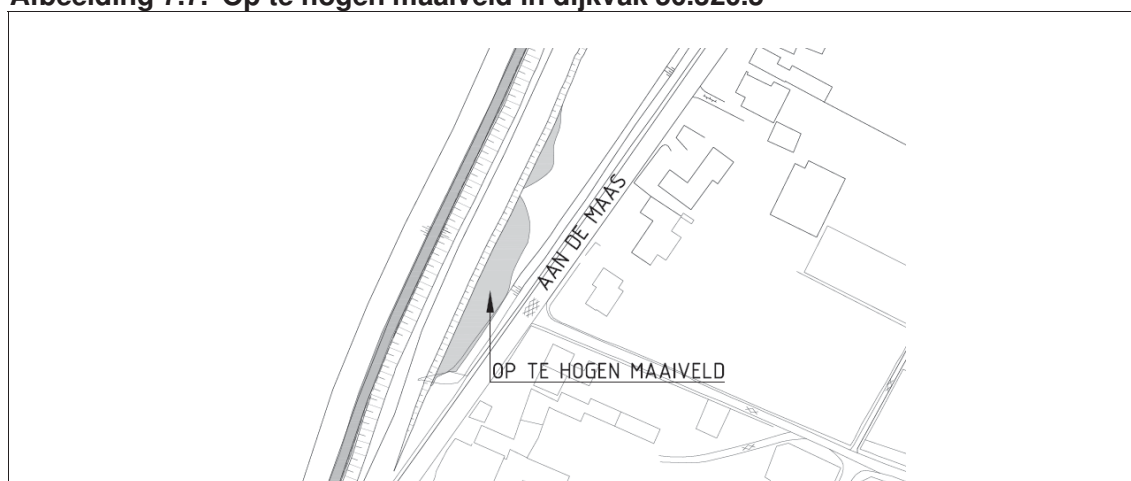
De aanwezige kwelweglengte is gelijk aan de afstand tussen de binnen- en buitenteen. Daarnaast is er aan de buitenzijde een strook van 10 meter in rekening gebracht in verband met de beschermingszone. In de pipingberekeningen is uitgegaan van de nieuwe binnenteen zoals bepaald in §7.3.1. De pipingberekeningen zijn opgenomen in bijlage IX.

Tabel 7.11. Gedetailleerde beoordeling STPH

dijkvak	dwars-profiel	opbarst-veiligheid	aanwezige kwelweglengte [m]	beschermingszone voorland [m]	benodigde kwelweglengte [m]	kwelwegtekort [m]
50.320.2	DP1	0,86	30	10	37,2	-
50.320.3	DP1	0,80	37	10	42,7	-
50.320.4	DP1	1,06	29,5	10	21,3	-
	DP2	0,85	31	10	32,8	-
	DP3	1,10	33,5	10	20,3	-
50.320.5	DP1	0,65	32	10	51,9	9,9
	DP2	0,88	30	10	37,6	-
50.320.6	DP1	1,37	19	10	6,4	-
	DP2	1,23	19	10	15,3	-
	DP3	1,28	19	10	11,9	-
	DP4	0,99	27,5	10	31,6	-
50.320.9	DP1	1,02	25,5	10	22,6	-
50.320.10	DP1	1,02	20,5	10	22,8	-

In dwarsprofiel 1 van dijkvak 50.320.5 is er een tekort aan kwelweglengte (tabel 7.11). Door het maaiveld in het achterland te verhogen naar niveau van minimaal NAP +40,4 m kan het pipingprobleem in dit dijkvak worden opgelost (afbeelding 7.7).

Afbeelding 7.7. Op te hogen maaiveld in dijkvak 50.320.5



7.6. Stabiliteit voorland (STVL)

In dijkvakken 50.320.3 t/m 50.320.6, 50.320.9 en 50.320.10 wordt het voorland vergraven in verband met het project Grensmaas. In tabel 7.12 is de lengte van het voorland gegeven na realisatie van de Grensmaas.

Tabel 7.12. Lengte voorland per profiel

dijkvak	dwarsprofiel	lengte voorland na realisatie Grensmaas [m]
50.320.2	DP1	60
50.320.3	DP1	10
50.320.4	DP1	10
	DP2	10
	DP3	10
50.320.5	DP1	10
	DP2	10
50.320.6	DP1	10
	DP2	10
	DP3	10
	DP4	10
50.320.9	DP1	30
50.320.10	DP1	90

De beoordeling van de stabiliteit van het voorland is uitgevoerd met behulp van het VTV2006 [lit. 9] en bestaat uit een beoordeling op Afschuiving (AF) en een beoordeling op Zettingsvloeiing (ZV). Beide deelsporen dienen te voldoen aan de gestelde voorwaarden.

Alle profielen voldoen aan de gestelde eisen omtrent de stabiliteit van het voorland. Op afschuiving wordt in dijkvakken 50.320.2 en 50.320.10 voldaan omdat het voorland zeer lang is. In de overige vakken wordt voldaan aan afschuiving omdat het talud van de Maasgeul, na realisatie van de Grensmaas, een maximale helling krijgt van 1:4,5.

Zettingsvloeiing kan worden uitgesloten omdat de ondergrond bestaat uit een cohesieve laag en grind. Deze grondsoorten zijn niet verwekingsgevoelig. Daarnaast ligt de dijkkring buiten het getijdegebied. De toetsing van het voorland is gerapporteerd in bijlage X.

7.7. Microstabiliteit (STMI)

Aangezien het gehele dijklichaam binnenwaarts van de binnenkruinlijn volledig uit slecht doorlatend materiaal (leem) bestaat speelt microstabiliteit geen rol.

7.8. Stabiliteit bekleding (STBK)

In de beoordeling van de stabiliteit van de bekleding wordt in het VTV2006 onderscheid gemaakt in vier zones. Zone A, B en C bevinden zich op het buitentalud en zone D is de kruin en het binnentalud.

7.8.1. Buitentalud

In het ontwerp van de dijk op de overige faalmechanismen hoeft het buitentalud niet te worden aangepast. Voor de beoordeling van de bekleding op het buitentalud is daarom

conform de VTV2006 [lit. 9] gebruik gemaakt van de Grastoets2004 V3.0. De stabiliteit van de bekleding is gecontroleerd voor het jaar 2050.

Aanvullende uitgangspunten

- geen differentiatie golfcondities over buitentalud;
- minimale golfhoogte $H_{s;min}$: 0,1 m (standaard);
- bekledingstype: gezaaid gras;
- graszode voldoende ontwikkeld op buitentalud;
- beheerdersoordeel luidt voldoende;
- gedrag van graszode op buitentalud is goed;
- kwaliteit graszode is 'matig' of beter;
- beheertype: bemaaiing;
- klei van erosiebestendigheid van minimaal klasse c3;
- zandgehalte van 50 % of minder.

Het oordeel op stabiliteit bekleding is samengevat in Tabel 7.13. De uitvoer van de grastoets is opgenomen in bijlage XI. In de berekening is uitgegaan dat het zandgehalte van de kleibekleding kleiner is dan 50 %. Indien dit niet het geval is, voldoet het buitentalud niet op stabiliteit van de bekleding. Er wordt geadviseerd om dit te controleren met zeefproeven.

Tabel 7.13. Beoordeling STBK

dijkvak	dwarsprofiel	nadere beoordeling				eindoordeel
		zone A	zone B	zone C	zone D	
50.320.2	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
50.320.3	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
50.320.4	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
	DP2	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
	DP3	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
50.320.5	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
	DP2	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
50.320.6	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
	DP2	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
	DP3	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
	DP4	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
50.320.9	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed
50.320.10	DP1	goed	goed	goed	n.v.t.	goed

7.8.2. Kruin en binnentalud

In dijkvakken 50.320.3 t/m 50.320.6, 50.320.9 en 50.320.10 is het overslagdebiet kleiner dan 0,1 l/s/m (§7.2.2). In deze dijkvakken worden geen eisen gesteld aan de bekleding op de kruin en op het binnentalud. In overleg met waterschap Roer en Overmaas is gesteld dat als aanvulmateriaal gebiedseigen leem of klei met een volumiek gewicht van tenminste 19 kN/m³ geschikt is. Voor een goede aansluiting op het bestaande maaiveld dient de bovenste 0,3 meter van het huidige maaiveld te worden verwijderd inclusief de grasmat. Tot slot dient het nieuwe profiel te worden ingezaaid met gras.

In dijkvak 50.320.2 is het overslagdebiet 0,6 l/s/m. De sterkte van de bekleding in dit dijkvak dient hierop te worden afgestemd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van figuur 5b en figuur 5c uit de handreiking constructief ontwerpen [lit. 20.]. Er wordt vanuit gegaan dat de grasmat zich voldoende heeft kunnen ontwikkelen om te kunnen vallen onder de categorie B. Bij een talud van 1:3 is een bekleding van klei categorie 1 benodigd om te kunnen vol-

doen aan beide figuren. In het ontwerp is een kleibekleding van 0,8 meter opgenomen van klei categorie 1. Voor een goede doorworteling van de graszode is een leeflaag van 0,3 meter aanwezig van klei categorie 2.

Inkassing van de kleibekleding gebeurt feitelijk door het frezen van de grasmat en het afgraven van de toplaag (0,3 m). Gezien het lage overslagdebiet en het een leemdijk betreft, is verdere inkassing van de kleibekleding niet noodzakelijk.

7.9. Niet waterkerende objecten (NWO's)

Niet Waterkerende Objecten worden volgens de VTV2006 [lit. 9] in 3 categorieën ingedeeld:

1. bomen;
2. kabels en leidingen;
3. bebouwing.

7.9.1. Bomen

Er is door Royal Haskoning een bomeninventarisatie uitgevoerd (bijlage XII). In tabel 7.14 is een overzicht gegeven van de aanwezige begroeiing. De exacte locatie van de bomen is niet duidelijk.

Tabel 7.14. Aanwezige bomen

dijkvak	locatie boom > 5 m	aantal	boomsoort	opmerkingen
50.320.2	Voorland	4	Iep	bomenrij bij buitenteen
		19	Boswilg	
		2	Es	
		1	Zomereik	
		5	Spaanse Aak	
	Kruin	1	Zomerlinde	solitaire boom
50.320.3	Binnentalud	25	Iep	ook veel begroeiing (< 5m) op het binnentalud
		25	Es	
		6	Zomereik	
		2	Spaanse Aak	
		3	Meidoorn	
		7	Hazelaar	
		1	Wintereik	
		2	Haagbeuk	
50.320.4	Binnentalud / Achterland	11	Iep	ook veel begroeiing (< 5m) op het binnentalud. De solitaire boom ligt op de dijkvakscheiding met dijkvak 50.320.5
		13	Es	
		3	Hazelaar	
		1	Es (solitaire boom 225 cm)	
		4	Meidoorn	
		3	Haagbeuk	
		4	Zwarte Els	
		5	Spaanse Aak	
50.320.5	Achterland	8	Haagbeuk	solitaire bomen
		1	Zomereik	
		1	Okkernoot	
50.320.6	Achterland	1	Meidoorn	Dit zijn de bomen direct ten noorden en ten zuiden van de woningen. Aan de noordzijde van het dijkvak is een boom-
		4	Okkernoot	
		1	Vlier	

dijkvak	locatie boom > 5 m	aantal	boomsoort	opmerkingen
		6	Schietwilg	gaard aanwezig met circa 50 bomen
		1	Appel	
		1	Rode Esdoorn	
50.320.9	Achterland	1	Peer	solitaire boom

Beoordeling bomen

De beoordeling van de niet waterkerende objecten is uitgevoerd conform de gedetailleerde toets uit Katern 10 van de VTV2006. Op welke toetssporen de aanwezige bomen (groter dan 5 meter) dienen te worden beoordeeld is gegeven in afbeelding 7.8 (tabel 10 - 4.1 VTV2006).

Afbeelding 7.8. Beoordelingsschema bomen binnen beoordelingsprofiel

Beoordelingsspoor (code, Katern)	Locatie van begroeiing binnen dwarsprofiel				
	Voorland	Buitentalud	Kruin	Binnentalud	Achterland
Piping en heave (STPH, K5)	1	-	-	-	2
Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU, K5)	3	3	3	-	-
Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI, K5)	4	4	5	5	5
Microstabieliteit (STMI, K5)	-	6	-	6	-
Erosie en/of instabiliteit door infiltrerend water (STBK, K8)	-	7	7	7	-

Dijkvak 50.320.2

Na omvallen van een boom in het voorland kan in de ontstane ontgrondingskuil een intredepunt voor piping ontstaan. De bomenrij in dijkvak 50.320.2 dient op dit punt te worden beoordeeld. Door de ontgrondingskuil zal het intredepunt voor piping direct achter de buitenteen liggen. De beschermingszone van 10 meter uit de buitenteen mag in dit geval niet in rekening worden gebracht. Na het omwaaien van een boom is de kwelweglengte onvoldoende. Deze bomen dienen te worden verwijderd en zijn niet verder beoordeeld op de overige faalmechanismen. De berekening is opgenomen in bijlage IX.

Tabel 7.15. Controle intredepunt piping bij bomen

dijkvak [-]	dwarsprofiel [-]	aanwezige kwelweglengte [m]	beschermings- zone [m]	benodigde kwelweglengte [m]	oordeel [-]
50.320.2	DP1	30	0		voldoet niet

De bomen bij de buitenteen van dijkvak 50.320.2 dienen tevens te worden verwijderd voor de realisatie van een onderhoudsstrook bij de buitenteen.

In het jaar 2050 is de kruinhoogte 0,5 meter hoger dan de maatgevende waterstand. Indien de boom op de kruin omwaait en er ontstaat een ontgrondingskuil van 1 meter diep, dan

ligt de kruin lager dan de buitenwaterstand. Om deze reden zal ook de solitaire boom op de kruin van de dijken dienen te worden verwijderd.

Dijkvak 50.320.3

De aanwezige bomen op het binnentalud dienen te worden verwijderd in verband met de verbreding van de kruin en de realisatie van de steunberm. Deze bomen zijn niet verder getoetst.

Dijkvak 50.320.4

De aanwezige bomen op het binnentalud dienen te worden verwijderd in verband met de verbreding van de kruin en de realisatie van de steunberm. Deze bomen zijn niet verder getoetst. Aan de noordzijde van het dijkvak staan een aantal bomen in het achterland achter de teen van de reeds aanwezige berm (ter plaatse van toetsprofiel DP3). Na omvallen van één van deze bomen kan in de ontstane ontgrondingskuil een uittredepunt voor piping ontstaan. Door een ontgrondingskuil achter de berm ontstaat er een kwelweglengte tekort van 5,4 meter (bijlage IX). Deze bomen dienen te worden verwijderd en zijn niet verder beoordeeld op de overige faalmechanismen.

Dijkvak 50.320.5

De aanwezige bomen in het achterland bevinden zich direct achter de teen van de dijk. Deze dienen te worden verwijderd voor de realisatie van de steunberm. Deze bomen zijn niet verder getoetst.

Dijkvak 50.320.6

In dijkvak 50.320.6 staan de bomen op verschillende afstanden ten opzichte van de teen van de dijk. Door het ontstaan van een ontgrondingskuil vermindert de dikte van de deklaag met 1 meter. In bijlage IX is bepaald op welke afstand een boom mag staan ten opzichte van de dijk op basis van het faalmechanisme piping en heave.

Tabel 7.16. Controle uittredepunt piping bij bomen

dijkvak	dwarsprofiel	aanwezige kwelweglengte	benodigde kwelweglengte zonder ontgron- dingskuil	benodigde kwelweglengte met ontgron- dingskuil	minimale afstand tussen boom en binnenteen
[-]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]
50.320.6	DP1	19	6,4	35,0	6,0
50.320.6	DP2	19	15,3	43,9	14,9
50.320.6	DP3	19	11,9	40,5	11,5
50.320.6	DP4	27,5	31,6	60,2	22,7

Een ontgrondingskuil op deze afstand van de dijk (6 meter) heeft geen invloed op de binnenwaartse stabiliteit (berekening in bijlage VI).

Dijkvak 50.320.9

In dijkvak 50.320.9 is één solitaire perenboom in het achterland aanwezig. Deze boom staat op een afstand van circa 5 meter ten opzichte van de huidige binnenteen. In verband met de realisatie van de steunberm dient deze boom te worden verwijderd en is de boom niet verder beoordeeld op andere faalmechanismen.

Ook zijn er bomen ten westen en ten oosten van de Kuiperstraat aanwezig. De afstand tussen de buitenteen en de locatie van de bomen bedraagt respectievelijk 37 m en 31 m. De hoogte van het maaiveld bij de bomen bedraagt respectievelijk NAP +41 m en NAP +41,5 m. Bij een ontgrondingskuil van 1 meter is er nog voldoende kwelweglengte aanwe-

zig. Ook bevinden deze bomen zich op een dusdanige locatie dat een ontgrondingskuil geen invloed heeft op de binnenwaartse macrostabiliteit. Deze bomen kunnen gehandhaafd blijven.

Dijkvak 50.320.10

Er zijn geen bomen aanwezig in dit dijkvak.

Bij de beoordeling van de bomen is niet gelet op staat, conditie en boomsoort. Bij een beoordeling van NWO's conform het VTV2006 zijn dit geen onderscheidende aspect. De bomen die dienen te worden verwijderd worden omgezaagd en ook de stobben dienen te worden verwijderd. Het wortelstelsel dient te worden uitgegraven en het gat dient te worden aangevuld met gebiedseigen dekgrond.

7.9.2. Kabels en leidingen

Ten westen van de Saintweg loopt een laagspanningskabel van Enexis en een datakabel van KPN. Deze kruisen de dijk in dijkvak 50.320.9. In de binnenteen van dijkvak 50.320.10 is een riolering onder vrij verval aanwezig ten behoeve van de aansluiting van de bebouwing.

Beoordeling kabels en leidingen

Kruisende kabels 50.320.9

De kruisende kabels onder de dijk lopen op een locatie waar de dijk niet opgehoogd of verbreed dient te worden. Daarnaast worden kabels geacht weinig invloed te hebben op waterkeringen (VTV2006). De kruisende kabels zijn niet van invloed op het ontwerp.

Rioolleiding 50.320.10

De rioolleiding kan worden getoetst met de NEN-3651. Conform figuur E.1 kan worden gesteld dat een leiding onder vrij verval, met een leidingmiddellijn < 125 mm, voldoet. Indien de diameter groter is, dient een eenvoudige toetsing te worden uitgevoerd. De eenvoudige toetsing toont aan dat een leiding zonder bedrijfsdruk een inwendige middellijn van 1,0 meter mag hebben. De rioolleiding heeft hierdoor tevens geen invloed op de waterveiligheid. Wel dient er bij onderhoud of vervanging van het riool rekening te worden gehouden met de buitenwaterstand. Er moet worden aangetoond dat de dijk tijdens ontgraving stabiel is.

7.9.3. Bebouwing

In dijkvak 50.320.6 zijn 5 woningen (Aan de Maas 24 t/m 28) aanwezig, dicht op de binnenteen. De situatie is weergegeven in afbeelding 7.9. Aan de Maas 24 is recentelijk opnieuw gebouwd en ligt op grotere afstand van de dijk dan afbeelding 7.9 doet vermoeden.

Afbeelding 7.9. Woningen in dijkvak 50.320.6



Beoordeling bebouwing

Conform tabel 10 - 4.2 uit het VTV2006 [lit. 9] dient bebouwing in het achterland te worden getoetst op piping en heave. Door de aanwezigheid en/of falen van een bouwwerk (instorten of opdrijven) kan er een uittreepunt voor piping ontstaan.

De aanwezige kwelweglengte tussen de bebouwing en de buitenteen van de dijk bedraagt 23 meter. Inclusief buitendijkse beschermingszone is de horizontale kwelweglengte daarmee gelijk aan 33 meter. conform het hoogtemodel ligt de dorpelhoogte van de woningen op circa NAP +41,80 meter. Het maaiveldhoogte vlak voor de woningen ligt op ca NAP +41,50 meter.

Voor de beoordeling op piping en heave is het belangrijk om te weten op welke wijze de woningen zijn gefundeerd en of er een kruipruimte / kelder aanwezig is. Bij de gemeente Meerssen zijn tekeningen van de woningen opgevraagd. Op de tekeningen zijn geen kelders weergegeven. Er zijn funderingen op staal te zien en niet op palen. De staalfundering reikt tot ca. 0,8 meter in de ondergrond.

Van enkele woningen zijn echter alleen de tekeningen van verbouwingen aanwezig en missen de originele bouwtekeningen in het gemeente archief. Daarnaast zijn op de tekeningen geen NAP hoogtes aangegeven waardoor de exacte hoogte van de staalfunderingen niet bekend is.

Omdat de ondergrond bestaat uit grind, het relatief oude woningen betreft, en er op de beschikbare tekeningen geen paalfunderingen staan, is er van uitgegaan dat de woningen niet op palen zijn gefundeerd. Diepe kelders lijken eveneens onwaarschijnlijk omdat de kelders moeilijk zijn droog te houden in dit gebied met grote kwelproblematiek. Daarnaast zijn er geen kelders aanwezig op de beschikbare tekeningen.

In de berekening is uitgegaan van een maaiveldhoogte van NAP +41,50 m en een staalfundering van 0,8 meter diep. Het verval over de kering bedraagt hiermee 1,94 meter en er is een kwelweglengte benodigd van 26,2 meter. Hiermee voldoet de profielgeometrie op piping en heave. De berekening is opgenomen in bijlage IX.

Er wordt aanbevolen om vooraf aan de besteksfase de aanwezigheid van kelders en de exacte hoogteligging van de funderingen te verifiëren.

7.10. Waterkerende kunstwerken

Er zijn geen waterkerende constructies aanwezig in de beschouwde dijkvakken.

7.11. Zettingen

Er zijn zettingsberekeningen gemaakt om een inschatting te maken van de te verwachten zettingen. Hiertoe is het software programma D-Settlement gebruikt (versie 9.2, build 1.2).

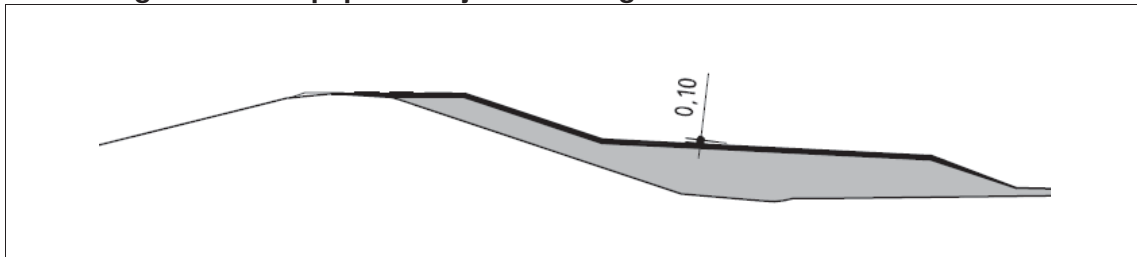
Het aanbrengen van de ophoging, als non-uniform load met $\gamma/\gamma_{\text{sat}} = 19/19 \text{ kN/m}^3$, is gemodelleerd op $t = 1$. Met behulp van de optie 'maintain profile' in D-Settlement is de spanningstoename door zettingscompensatie in rekening gebracht, gewichtsafname door het onderwater zakken van grondlagen is gemodelleerd met behulp van de optie 'submerging'. Er is gerekend met een periode van 36 jaar (2014-2050). In werkelijkheid zal het uitbreidbaarheidsprofiel van dwarsprofiel 7 later worden aangebracht en dus voor minder zettingen zorgen, dit is dus een conservatief uitgangspunt voor de zettingen die tot 2050 zullen optreden. De grondwaterstand is aangehouden op het polderpeil (gelijk aan maaiveld).

Er is een zettingsberekening gemaakt voor de versterkingsopgave voor het jaar 2020, en een zettingsberekening voor het uitbreidbaarheidsprofiel voor 2050. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage XIII. De resultaten zijn gepresenteerd in Tabel 7.17.

Tabel 7.17. Resultaat zettingsberekening

dijkvak	dwarsprofiel	locatie	zettingscompensatie versterkingsopgave 2020 [m]	zettingscompensatie uitbreidbaarheidsprofiel 2050 [m]
50.320.2	DP1	kruin	0,03	0,07
		binnenteen	0,08	0,08
50.320.3	DP1	kruin	0,03	0,07
		binnenteen	0,12	0,12
50.320.4	DP1	kruin	0,03	n.v.t.
		binnenteen	0,06	n.v.t.
	DP2	kruin	0,04	n.v.t.
		binnenteen	0,08	n.v.t.
	DP3	kruin	0,05	0,07
50.320.5	DP1	kruin	0,05	0,06
		binnenteen	0,08	0,08
	DP2	kruin	0,05	0,08
		binnenteen	0,10	0,10
50.320.6	DP1	kruin	0,05	0,07
		binnenteen	0,08	0,08
	DP2	kruin	0,05	0,07
		binnenteen	0,10	0,10
	DP3	kruin	0,04	n.v.t.
		binnenteen	0,01	n.v.t.
	DP4	kruin	0,05	0,07
		binnenteen	0,06	0,06
50.320.9	DP1	kruin	0,03	n.v.t.
		binnenteen	0,04	n.v.t.
50.320.10	DP2	kruin	0,03	0,05
		binnenteen	0,06	0,06

Afbeelding 7.10. Principeprofiel dijkversterking



Ter plaatse van de woningen in dijkvak 50.320.6 (DP 1) is de zetting op 5 meter vanaf de binnenteen circa 0,02 meter. Naar verwachting levert dit geen problemen op. Dit moet worden geverifieerd met de beschikbare gegevens bij de Gemeente Meerssen.

8. BESCHRIJVING ONTWERP PER DIJKVAK

In dit hoofdstuk wordt per dijkvak het ontwerp toegelicht. In het ontwerp wordt rekening gehouden met de resultaten van de uitgevoerde berekeningen zoals vermeld in hoofdstuk 7. Naast de berekeningen wordt er in het ontwerp nog rekening gehouden met een onderhoudspad op de kruin en onderhoudsstroken op de steunberm en achter de buitenteen.

Voor het onderhoudspad op de kruin is een verharding voorzien, namelijk: hydraulisch gebonden menggranulaat. Deze onderhoudsstrook krijgt een breedte van 3,5 meter en wordt opgebouwd uit een laag van 0,3 m hydraulisch gebonden menggranulaat.

Voor het onderhoudspad op de steunberm en bij de buitenteen is geen verharding voorzien. Wel is in het ontwerp rekening gehouden met de bereikbaarheid van deze locaties. Er zijn opritten voorzien met een helling van 1:12 en een breedte van 4 meter.

In het definitief ontwerp is rekening gehouden met de hoeveelheid aan te brengen afrastering en toegangspoorten (eventueel hergebruik). De exacte locatie van de toegangspoorten dient door de aannemer in overleg met de directie te worden bepaald.

8.1. Ontwerp dijkvak 50.320.2

De kruin van dijkvak 50.320.2 wordt verbreed in verband met het toekomstige uitbreidbaarheidsprofiel. In het meest westelijk deel van het dijkvak dient de dijk tevens te worden verhoogd. Het overslagdebiet in 2050 bedraagt 0,6 l/s/m, waardoor er eisen worden gesteld aan de bekleding. De bekleding is ontworpen conform de tekst in §7.8.2.

Ten behoeve van de binnenwaarts macrostabiliteit is er een steunberm benodigd van 9 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +42,65 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +42,20 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3.

De bomenrij bij de buitenteen dient te worden verwijderd om het ontstaan van een intredepunt voor piping tegen te gaan. Aan de oostzijde van het dijkvak wordt binnendijs een oprit gecreëerd naar de steunberm voor beheer en onderhoud. Deze oprit wordt voorzien van hydraulisch gebonden menggranulaat en heeft een helling van 1:12. Er wordt tevens hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht op de kruin van de dijk over een breedte van 3,5 meter. Naast de oprit naar de steunberm wordt er ook een oprit naar het voorland aangelegd. Aan de westzijde wordt een oprit van het achterland naar de kruin van de dijk gerealiseerd.

De afrastering bij de binnenteen en buitenteen wordt vervangen en wordt binnendijs op minimaal 0,5 meter afstand van de binnenteen van de steunberm geplaatst. Buitendijs wordt de afrastering op 3,5 m van de buitenteen geplaatst in verband met de onderhoudsstrook.

Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.2 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2001 en is opgenomen in bijlage XIV.

8.2. Ontwerp dijkvak 50.320.3

In dijkvak 50.320.3 dient de dijk over het grootste gedeelte te worden opgehoogd. De breedte van de kruin is 6,64 meter om in de toekomst het uitbreidbaarheidsprofiel eenvoudig te kunnen realiseren. Het overslagdebiet in 2050 bedraagt minder dan 0,1 l/s/m, waar-

door er geen eisen worden gesteld aan de bekleding. In overleg met het Waterschap Roer en Overmaas is besloten om de bermen te realiseren van gebiedseigen leem of klei met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³.

Ten behoeve van de binnenwaarts macrostabiliteit is er een steunberm benodigd van 10 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +42,80 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +42,30 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3.

Op het binnentalud dienen bomen en struiken te worden verwijderd. Er wordt hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht op de kruin van de dijk over een breedte van 3,5 meter. Er wordt afrastering geplaatst op minimaal 0,5 meter afstand van de binnenteen van de nieuwe steunberm en op 3,5 meter van de buitenteen in verband met de onderhoudsstrook.

Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.3 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2002 en is opgenomen in bijlage XIV.

8.3. Ontwerp dijkvak 50.320.4

In dijkvak 50.320.4 dient de dijk over het grootste gedeelte te worden verbreed omdat de huidige kruinbreedte kleiner is dan 4 meter. De kruin is wel op hoogte. Ten behoeve van de binnenwaarts macrostabiliteit is er een steunberm benodigd van 8 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +42,40 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +42,00 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3.

De huidige steunberm is gedeeltelijk al aanwezig en dient deels te worden afgegraven en te worden verlengd. Geheel aan de noordzijde is de stabiliteit van het dijklichaam voldoende. Hier dient de reeds aanwezige berm te worden gehandhaafd. De kruin wordt op deze locatie waar nodig verbreed tot 4 meter en het talud sluit aan bij de huidige insnijding met de berm (flauwer dan 1:3). Ten zuiden van de reeds aanwezige steunberm ligt een grondmassa direct achter de dijk. Dit dient te worden geëgaliseerd tot een steunberm met de minimale afmetingen zoals bovenstaande beschrijving.

Het overslagdebiet in 2050 bedraagt minder dan 0,1 l/s/m, waardoor er geen eisen worden gesteld aan de bekleding. In overleg met het Waterschap Roer en Overmaas is besloten om de bermen te realiseren van gebiedseigen leem of klei met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³.

Op het binnentalud dienen bomen en struiken te worden verwijderd. Aan de noordzijde dienen de bomen achter de teen van de reeds aanwezige steunberm te worden verwijderd. De solitaire eik (ø225 cm) tussen dijkvak 50.320.4 en 50.320.5 dient tevens te worden verwijderd in verband met piping.

Er wordt hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht op de kruin van de dijk over een breedte van 3,5 meter. Er wordt afrastering geplaatst op 0,5 meter afstand van de binnenteen van de nieuwe steunberm en op 3,5 meter van de buitenteen in verband met de onderhoudsstrook.

Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.4 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2003 en is opgenomen in bijlage XIV.

8.4. Ontwerp dijkvak 50.320.5

De kruin van dijkvak 50.320.5 dient te worden verbreed omdat de huidige kruinbreedte kleiner is dan 4 meter of in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel. Ten behoeve van de binnenwaarts macrostabiliteit is er een steunberm benodigd van 10 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +41,70 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +41,20 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3.

Het overslagdebiet in 2050 bedraagt minder dan 0,1 l/s/m, waardoor er geen eisen worden gesteld aan de bekleding. In overleg met het Waterschap Roer en Overmaas is besloten om de bermen te realiseren van gebiedseigen leem of klei met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³.

In verband met een te kort aan kwelweglengte dient het maaiveld in het achterland te worden verhoogd tot een niveau van minimaal NAP +40,4 m. Dit kan worden gedaan met gebiedseigen klei/leem met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³. De solitaire bomen achter de binnenteeën dienen te worden verwijderd om de steunberm te kunnen realiseren. Op de kruin wordt hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht over een breedte van 3,5 meter. Er wordt afrastering geplaatst op 0,5 meter uit de binnenteeën van de nieuwe steunberm en op 3,5 meter van de buitenteeën in verband met de onderhoudsstrook. Er worden meerdere opritten gerealiseerd om toegang te bieden tot de onderhoudsstrook op de steunberm en bij de buitenteeën. De opritten hebben een helling van 1:12.

Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.5 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2004 en is opgenomen in bijlage XIV.

8.5. Ontwerp dijkvak 50.320.6

In dijkvak 50.320.6 is de dikte van de deklaag relatief dik. Hierdoor barst het maaiveld over het grootste gedeelte van het dijkvak niet op. Er is gekozen om op deze locatie het binnentalud te verflauwen in plaats van het aanbrengen van een steunberm. Aan de zuidzijde van het dijkvak, nabij de woningen, is een binnentalud met een helling van 1:3,5 noodzakelijk. Ten noorden van de woningen is een talud van 1:4 berekend.

Helemaal aan de noordzijde (DP 4) barst het maaiveld op waardoor er een steunberm benodigd is van 9 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +41,75 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +41,30 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3. De kruin van dijkvak 50.320.6 dient te worden verbreed omdat de huidige kruinbreedte kleiner is dan 4 meter of in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel.

Het overslagdebiet in 2050 bedraagt minder dan 0,1 l/s/m, waardoor er geen eisen worden gesteld aan de bekleding. In overleg met het Waterschap Roer en Overmaas is besloten om de bermen te realiseren van gebiedseigen leem of klei met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³.

Er zijn veel bomen aanwezig in het achterland. In §7.9.1 en op de ontwerp-tekening is aangegeven in welk gebied de bomen dienen te worden verwijderd. Tussen de nieuwe binnenteeën en de perceelgrens van de woningen is een strook van 3 meter beschikbaar ten behoeve van de onderhoudsstrook. Er wordt een oprit gerealiseerd vanaf het Veervoetpad richting de binnenteeën met een helling van 1:12.

Op de kruin wordt hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht over een breedte van 3,5 meter. Er wordt afrastering geplaatst op 3,5 meter van de binnen- en buitenteen in verband met de onderhoudsstrook. Ter plaatse van de woningen blijft de bestaande afrastering gehandhaafd. Hier blijft een onderhoudsstrook beschikbaar van minimaal 3 meter breed.

Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.6 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2005 en is opgenomen in bijlage XIV.

8.6. Ontwerp dijkvak 50.320.9

De kruin van dijkvak 50.320.9 is over de gehele lengte van het vak al op voldoende hoogte. Over een gedeelte van het dijkvak is ook de breedte voldoende. Ten behoeve van de binnenwaarts macrostabiliteit is er een steunberm benodigd van 7 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +41,55 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +41,20 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3.

Het overslagdebiet in 2050 bedraagt minder dan 0,1 l/s/m, waardoor er geen eisen worden gesteld aan de bekleding. In overleg met het Waterschap Roer en Overmaas is besloten om de bermen te realiseren van gebiedseigen leem of klei met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³.

De solitaire perenboom in het achterland dient te worden verwijderd om de steunberm te kunnen realiseren. Op de kruin wordt hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht over een breedte van 3,5 meter. Aan de westzijde van het dijkvak wordt afrastering geplaatst op 0,5 meter afstand van de binnenteen van de nieuwe steunberm. Aan de oostzijde kan de huidige afrastering worden gebruikt. Buitendijks wordt afrastering geplaatst op 3,5 meter van de buitenteen in verband met de onderhoudsstrook. Er worden twee opritten gerealiseerd om toegang te bieden tot de onderhoudsstrook bij de buitenteen. De opritten hebben een helling van 1:12.

Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.9 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2006 en is opgenomen in bijlage XIV.

8.7. Ontwerp dijkvak 50.320.10

In het westelijke gedeelte van het dijkvak dient de dijk te worden verhoogd in verband met de uitbreidbaarheid. Het oostelijke deel is reeds op hoogte voor het jaar 2050 en heeft ook voldoende kruinbreedte. Ten behoeve van de binnenwaarts macrostabiliteit is er een steunberm benodigd van 6 meter breed. Vanaf de nieuwe binnenkruinlijn loopt het talud onder een helling van 1:3 naar het niveau NAP +41,50 m. Onder een afschot van 1:20 loopt de berm naar NAP +41,20 m en sluit aan op het maaiveld onder een helling van 1:3.

Het overslagdebiet in 2050 bedraagt minder dan 0,1 l/s/m, waardoor er geen eisen worden gesteld aan de bekleding. In overleg met het Waterschap Roer en Overmaas is besloten om de bermen te realiseren van gebiedseigen leem of klei met een minimaal volumiek gewicht van 19 kN/m³.

De nieuwe steunberm is deels over de Kuiperstraat geprojecteerd waardoor deze opnieuw moet worden aangelegd. Hiervoor is een 3,5 meter breed pad van hydraulisch gebonden menggranulaat opgenomen in het ontwerp. Het pad ligt op de steunberm op 1,5 meter afstand ten opzichte van het dijktaalud en op 1 meter afstand ten opzichte van de bermknik.

Ook op de kruin wordt hydraulisch gebonden menggranulaat aangebracht, over een breedte van 3,5 meter.

Op 0,5 meter afstand uit de teen van de nieuwe steunberm wordt een afrastering geplaatst die aan beide zijden aansluit op de bestaande afrastering. Aan de westzijde dient een nieuw toegangshek te worden geplaatst om toegang tot de steunberm mogelijk te maken. Buitendijks wordt de afrastering op 3,5 meter van de buitenteen geplaatst in verband met de onderhoudsstrook. Aan de oostzijde wordt een oprit gerealiseerd om toegang te bieden tot de onderhoudsstrook bij de buitenteen. De oprit heeft een helling van 1:12. Aan de westzijde is reeds een oprit aanwezig. Het definitief ontwerp van dijkvak 50.320.10 is uitgewerkt op tekening STD88-2-2007 en is opgenomen in bijlage XIV.

9. OVERIGE ASPECTEN

9.1. Zonering legger

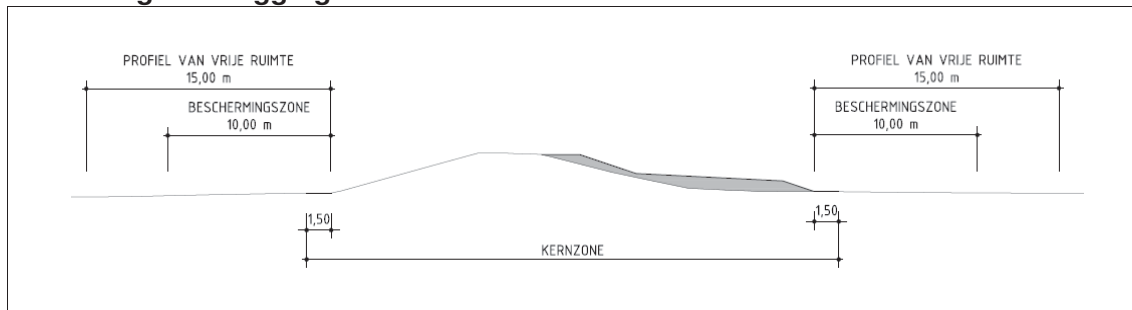
In bijlage XV zijn tekeningen opgenomen met daarop de leggergrenzen voor zowel de huidige- als de nieuwe situatie. De leggergrenzen uit de huidige situatie zijn overgenomen uit de leggetekeningen van Waterschap Roer en Overmaas.

In de nieuwe situatie zijn de volgende grenzen gehanteerd:

- kernzone: 1,5 meter uit buiten- en binnenteen;
- beschermingszone: 10 meter uit buiten- en binnenteen;
- profiel van vrije ruimte: 15 meter uit buiten- en binnenteen.

De dimensies van de zones volgen de huidige legger van het Waterschap Roer en Overmaas. De afmetingen van de verschillende zones wijken af van de landelijk gebruikte praktijk.

Afbeelding 9.1. Leggergrenzen nieuwe situatie



9.2. Grondverwerving

Voor de realisatie van het definitief ontwerp is grondverwerving noodzakelijk. De oppervlakte van de te verwerven percelen is per dijkvak bepaald en weergegeven in tabel 9.1.

Tabel 9.1. Grondverwerving

dijkvak	perceelnummer	oppervlakte [m ²]	ten behoeve van
50.320.2	89	75	oprit onderhoudsstrook buitendijks
	90	880	steunberm + kernzone
50.320.3	90	795	steunberm + kernzone
	94	790	onderhoudsstrook buitendijks
	95	65	onderhoudsstrook buitendijks
	102	1770	steunberm + kernzone
50.320.4	92	20	steunberm + kernzone
	95	805	onderhoudsstrook buitendijks
	101	155	steunberm + kernzone
	102	585	steunberm + kernzone
	103	105	steunberm + kernzone
	4008	90	onderhoudsstrook buitendijks
50.320.5	4008	570	onderhoudsstrook buitendijks
	4009	60	onderhoudsstrook buitendijks
	4196	1460	steunberm + kernzone
50.320.6	2817	35	onderhoudsstrook binnendijks

dijkvak	perceelnummer	oppervlakte [m²]	ten behoeve van
	3813	15	onderhoudsstrook binnendijs
	3812	10	onderhoudsstrook binnendijs
	3811	20	onderhoudsstrook binnendijs
	3797	45	oprit onderhoudsstrook binnendijs
	4009	1165	onderhoudsstrook + steunberm + kernzone
	4196	690	onderhoudsstrook buitendijs
50.320.9	4758	340	onderhoudsstrook buitendijs
	4759	205	dijklichaam
50.320.10	3222	475	steunberm + kernzone
	4763	95	onderhoudsstrook buitendijs
	4764	335	onderhoudsstrook buitendijs

In de bepaalde oppervlakten is binnendijs rekening gehouden met grondaankoop tot aan de kernzone (1,5 m uit de binnenteen). Buitendijs is rekening gehouden met grondaankoop tot de afrastering op 3,5 meter uit de buitenteen. In bijlage XVI is een tekening opgenomen met de perceeleigenaren en een projectie van het definitief ontwerp. Hierop zijn ook de te verwerven oppervlakten gearceerd.

9.3. Hoeveelheden en kosten

De benodigde hoeveelheden en de kostenraming zijn opgenomen in een aparte notitie en worden niet verder behandeld in deze nota.

9.4. Uitvoeringsuitgangspunten

Voor de uitvoering van de dijkversterking bij Geulle aan de Maas zijn verschillende uitvoeringsuitgangspunten aangehouden:

- alle vergunningen die benodigd zijn voor de dijkversterking zijn verkregen voor aanvang van de werkzaamheden;
- de werkzaamheden worden uitgevoerd buiten het hoogwaterseizoen.

9.5. Raakvlakken

9.6. Werkzaamheden Consortium Grensmaas

Buitendijs van dijkvak 50.320.9 bevindt zich een gronddepot van Consortium Grensmaas. De plaatsing van de afrastering en het aanbrengen van de buitendijkse opritten die in dit dijkvak zijn voorzien kunnen daarom mogelijk conflicteren met de aanwezigheid van dit depot.

9.6.1. Flora en Fauna

In juli 2013 is er een ecologische quickscan in het plangebied uitgevoerd door Regelink [lit. 23]. Uit deze quickscan is naar voren gekomen dat er drie diersoorten in het plangebied voorkomen:

- dassen;
- vleermuizen;
- vogels.

Dassen

In het gebied is de das aanwezig. Het waterschap beschikt over een ontheffing voor het verwijderen van dassenburchten uit dijklichamen omdat deze een risico vormen voor de openbare veiligheid. De aanwezigheid van dassen speelt geen rol bij het ontwerp.

Vleermuizen

Enkele boombewonende soorten vleermuizen hebben mogelijk hun vaste rust- en/of verblijfplaats in de aanwezige bomen. Aanvullend onderzoek naar vleermuizen is noodzakelijk. Er wordt door Regelink aanbevolen om dit aanvullend onderzoek uit te voeren volgens het Vleermuisprotocol van de Gegevensautoriteit Natuur.

Vogels

In het plangebied zijn mogelijk jaarrond beschermde nesten van buizerd, sperwer, havik, boomvalk en ransuil aanwezig. Dit dient nader onderzocht te worden.

Voor de andere mogelijk aanwezige soorten broedvogels geldt dat de werkzaamheden buiten het broedseizoen uitgevoerd dienen te worden. Omdat het broedseizoen samen valt met het laagwaterseizoen is dit niet mogelijk. Daarom dient vooraf aan de werkzaamheden in het laagwater- en broedseizoen door een deskundige op het gebied van beschermde soorten onderzoek worden gedaan naar de aanwezigheid van broedgevallen.

Het is aan te raden om het aanwezige snoeiafval en de vegetatie binnen het plangebied voor het broedseizoen te verwijderen, teneinde de kans op broedgevallen te beperken. Het is niet mogelijk ontheffing te verkrijgen voor het verstoren van broedende vogels.

9.6.2. Explosieven

Het rapport van de Explosive Clearance Group (ECG) stelt dat het gebied bij dijkvakken 50.320.7 en 50.320.11 niet verdacht is op het aantreffen van conventionele explosieven [lit. 6]. Er is geen onderzoek beschikbaar voor de dijkvakken binnen deze aanvullende opdracht. Aangezien de ontgravingen maximaal 0,3 meter bedragen worden geen problemen verwacht.

9.6.3. Archeologie

Bij Geulle aan de Maas is in het rapport van RAAP [lit. 7] geconstateerd dat de archeologische verwachting middelhoog is voor de dijkvakken 50.320.7 en 50.320.11. Dit houdt in dat ontgravingen tot een diepte van 0,3 meter geen probleem oplevert. Omdat er geen onderzoek beschikbaar is naar de archeologische waarden van de dijkvakken in deze aanvullende opdracht wordt er van uitgegaan dat ook hier ontgravingen van 0,3 meter geen problemen opleveren.

9.7. Risico's

9.7.1. Fundering woningen

In deze rapportage is er vanuit gegaan dat de woningen zijn gefundeerd op staal en dat er geen kruipruimtes of kelders aanwezig zijn. Dit is gebaseerd op de beschikbare tekeningen van gemeente Meerssen. Er is gerekend met een fundering op staal tot 0,8 meter onder het maaiveld niveau. Er wordt aanbevolen om vooraf aan de besteksfase de aanwezigheid van kelders en de exacte hoogteligging van de funderingen te verifiëren.

9.7.2. Kabels en Leidingen

Bij dijkvak 50.320.9 en 50.320.10 vinden werkzaamheden plaats dicht op aanwezige kabels en een rioolleiding. Deze kabels en leiding hebben geen invloed op de waterveiligheid en maken geen onderdeel uit van het definitief ontwerp. Wel dient hier tijdens de uitvoering rekening mee te worden gehouden. Alvorens de gunning zal er nog een gedetailleerde KLIC melding (graafmelding) moeten worden gedaan.

9.8. Beheer en onderhoud

9.8.1. Dijklichaam

Het dijklichaam dient 2 keer per jaar te worden gemaaid. Het maaisel wat hierbij vrijkomt dient te worden opgevangen en te worden afgevoerd. Daarnaast zal een jaarlijkse of tweejaarlijkse schouw uitgevoerd moeten worden naar de staat van de bekleding en eventueel opgetreden schades aan de dijk.

9.8.2. Onderhoudsweg

Ten aanzien van beheer en onderhoud wordt voor de onderhoudspaden een jaarlijkse controle op spoorvorming of andersoortige schade voorgeschreven. Na controle volgt eventueel reparatie. Dit kan als onderdeel van de schouw worden meegenomen.

9.9. Veiligheid en gezondheid (V&G)

9.9.1. Omgevingsveiligheid

Omgevingsveiligheid richt zich uitsluitend op het aantreffen van niet gesprongen explosieven. Het advies ten aanzien van V&G is het alert maken van personeel door bij het stuiten op verdachte objecten direct het werk stil te leggen en de veiligheidscoördinator in te lichten.

9.9.2. Veilige realisatie

Veilige realisatie heeft betrekking op:

- explosieven: waakzaamheidstraining;
- bouwplaatsinrichting: opslag materiaal en materieel en manoeuvreerbaarheid op wegen.

9.9.3. Veilig beheer en onderhoud

Begaanbaarheid van onderhoudswegen is een belangrijk punt. Om de onderhoudspaden op de kruin begaanbaar te houden wordt hydraulisch gebonden menggranulaat toegepast als verharding. Het pad op de kruin dient onder een licht afschot te liggen (2 % op 2 oren) om plasvorming te voorkomen. Maaiwerkzaamheden op het binnen- en buitentalud kunnen plaatsvinden vanaf deze onderhoudspaden. Daarnaast zijn de steunbermen en de buitenteen bereikbaar met opritten onder een talud van 1:12.

9.10. Overig

9.10.1. Te monitoren kritisch geachte omgevingsobjecten

De woningen in dijkvak 50.320.6 staan dicht op de teen van de dijk. De ondergrond onder de funderingen bestaat voornamelijk uit grind. De zettingen ter plaatse van de funderingen zullen zeer gering zijn (in de zettingsberekeningen is dit ca. 2 cm over het gehele slappe lagenpakket ter plaatse van de woningen).

Er zou kunnen worden volstaan met een bouwkundige vooropname, waarna er een monitoringsplan door de aannemer wordt opgesteld

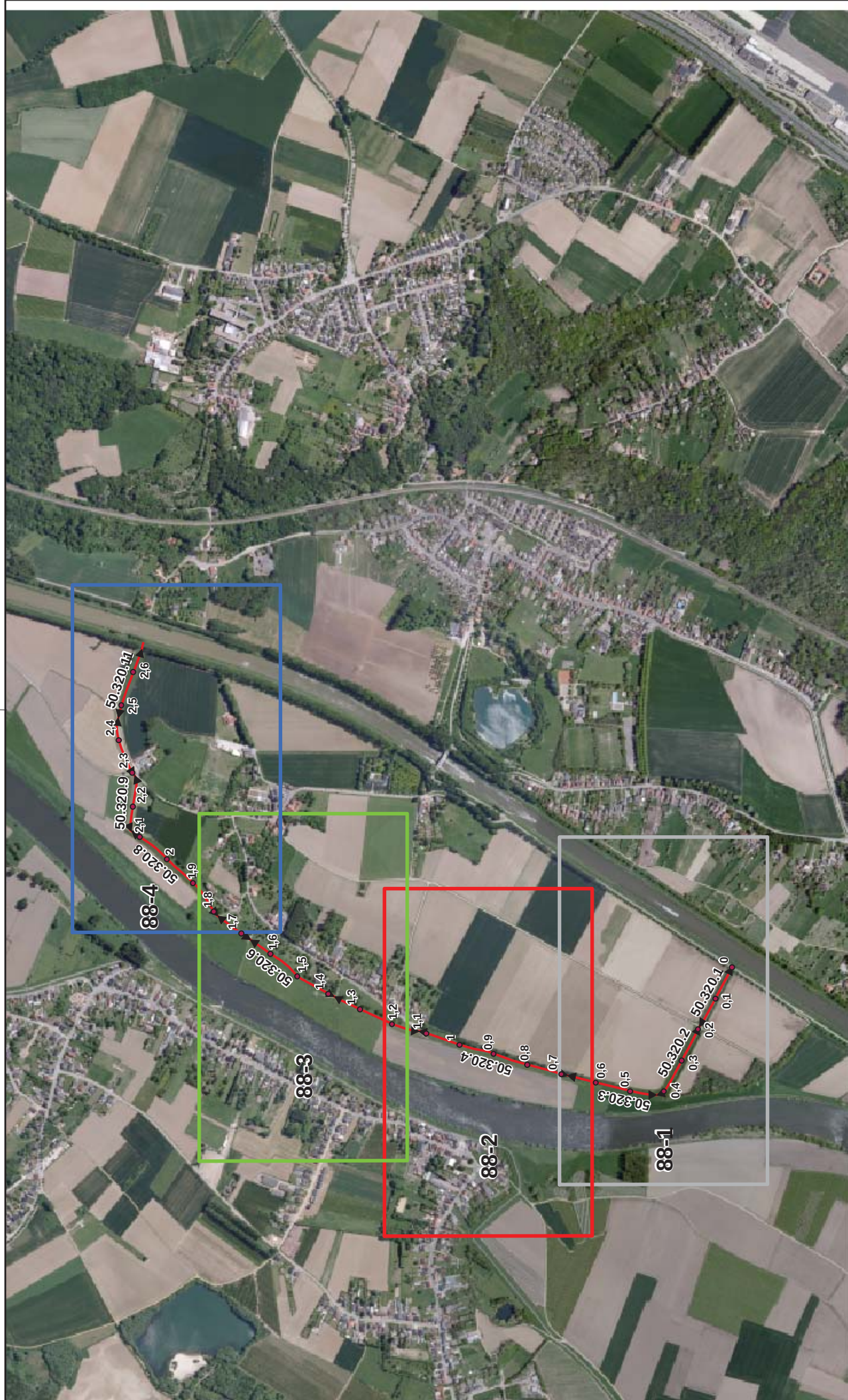
LITERATUURLIJST

1. HKV (2013) Ontwerpwaterstanden Limburgse Maas, januari 2013, kenmerk: PR2353
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010) Ontwerpkader nog aan te leggen Maas-kaden. Het ontwerpen van overstroombare waterkeringen met een norm van 1/250 per jaar; binnen het project Maaswerken, 27 sept 2010, kenmerk: VenW/DGW-2010/1187.
3. Royal Haskoning (2012) Sluitstukkaden Maasdal, Technische ontwerpuitgangspunten voor het versterken van Primaire Waterkeringen, Royal Haskoning, februari 2012.
4. Arcadis (2010) Stappenplan schematiseringsfactor. 074497336:0.6.1, O3011.000049. 15 maart 2010.
5. Regelink Ecologie & Landschap (2012) Natuurrapportage sluitstukkaden Cluster E (concept), kenmerk: RA12292-02.
6. ECG (2012) Vooronderzoek naar het risico op het aantreffen van conventionele explosieven in het onderzoeksgebied 'Sluitstukkaden Maasdal' cluster E, kenmerk: 289-012-VOcE-01.
7. RAAP (2012) adviesdocument 594: Sluitstukkaden Maasdal: Gemeenten Roermond, Maasgouw, Echt-Susteren, Sittard-Geleen, Stein, Meerssen, Maastricht en Eijsden-Margraten. Een archeologische quickscan.
8. ENW (2007) Technisch Rapport Ontwerpbelastingen voor het rivierengebied.
9. ENW (2007) Voorschrift Toetsing op Veiligheid Primaire Waterkeringen 2006 (VTV2006).
10. ENW (2007) Leidraad Rivieren.
11. ENW (2007) Addendum I bij de Leidraad Rivieren t.b.v. het ontwerpen van rivierdijken.
12. ENW (2007) Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende grondconstructies.
13. TAW (2004) Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken.
14. TAW (2003) Technisch Rapport Golfoploop en golfoverslag bij dijken.
15. TAW (2001) Technisch Rapport Waterkerende grondconstructies.
16. TAW (1999) Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen.
17. TAW (1998) Technisch Rapport Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding.
18. TAW (1998) Grondslagen voor waterkeren.
19. TAW (1996) Technisch Rapport Klei voor dijken.
20. TAW (1994) Handreiking constructief ontwerpen.
21. NEN (2012) NEN9997-1+C1: 'Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels.
22. NEN (2002) NEN-EN 13383-1:2002 nl: Waterbouwsteen - Deel 1: Specificatie.
23. Regelink (2013) Ecologische quickscan, dijkkring, Geulle, rapportnr. RA13135-02, 11 juli 2013.

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: Dijkring 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

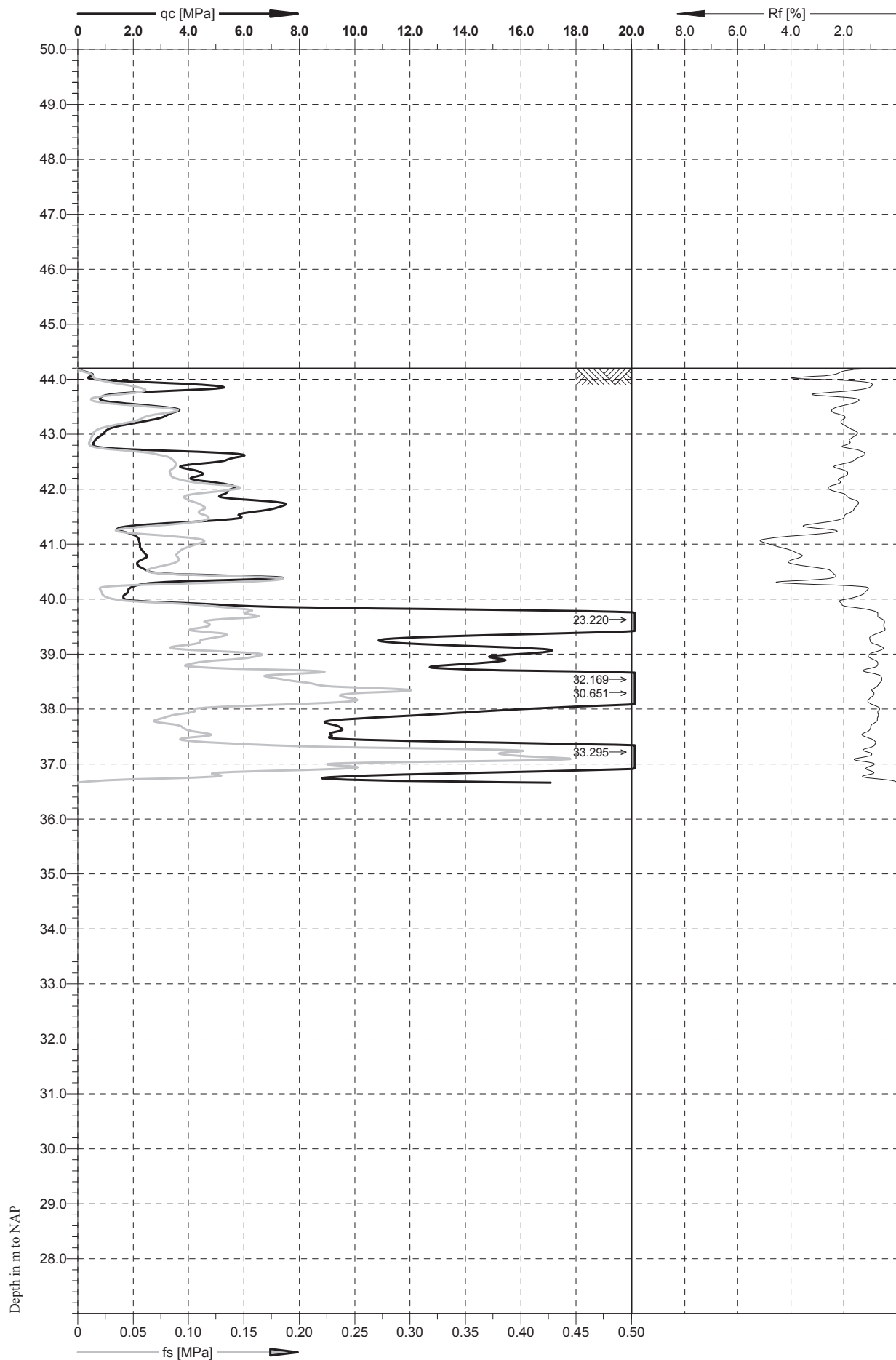
25

50

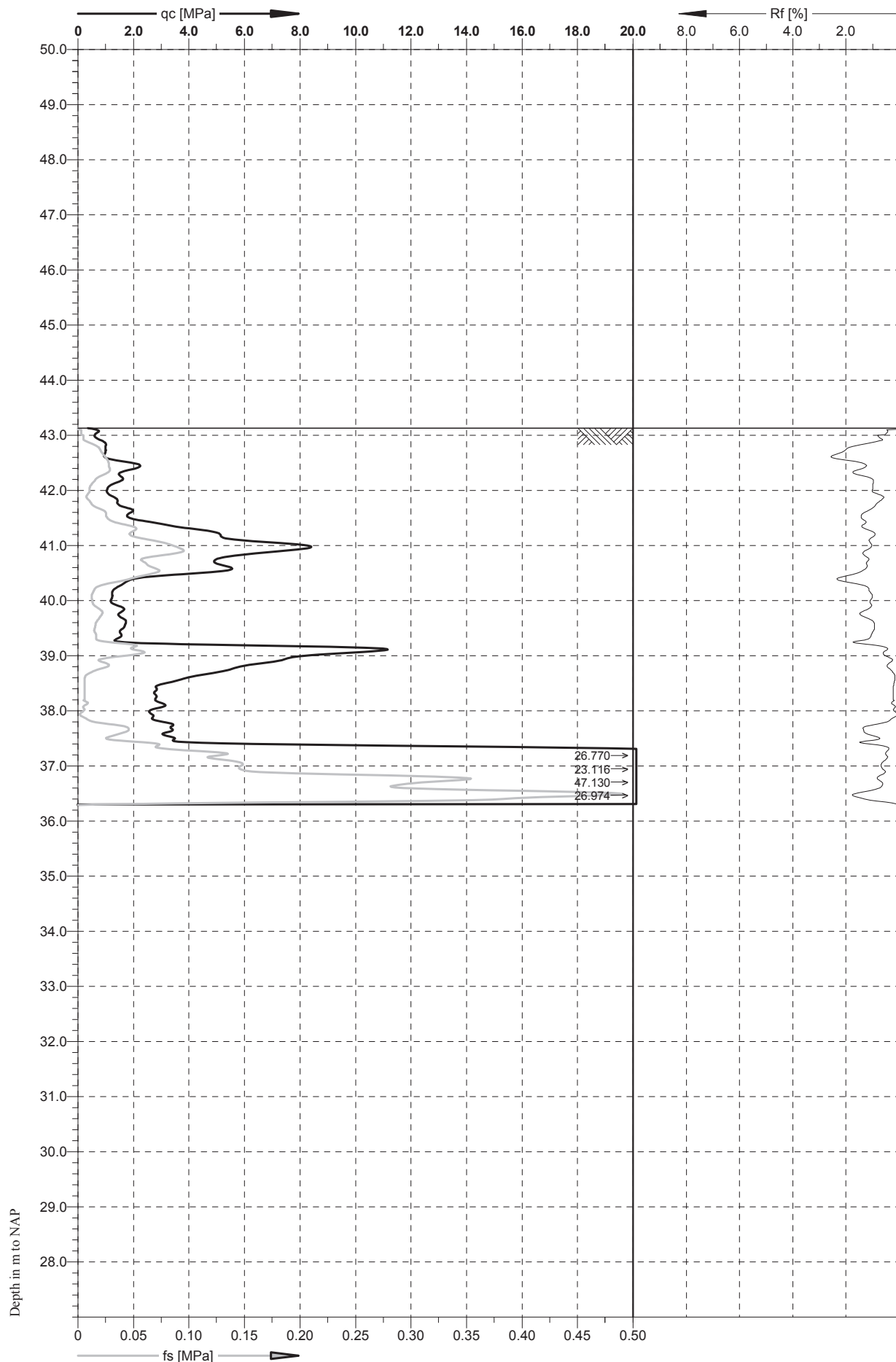
100

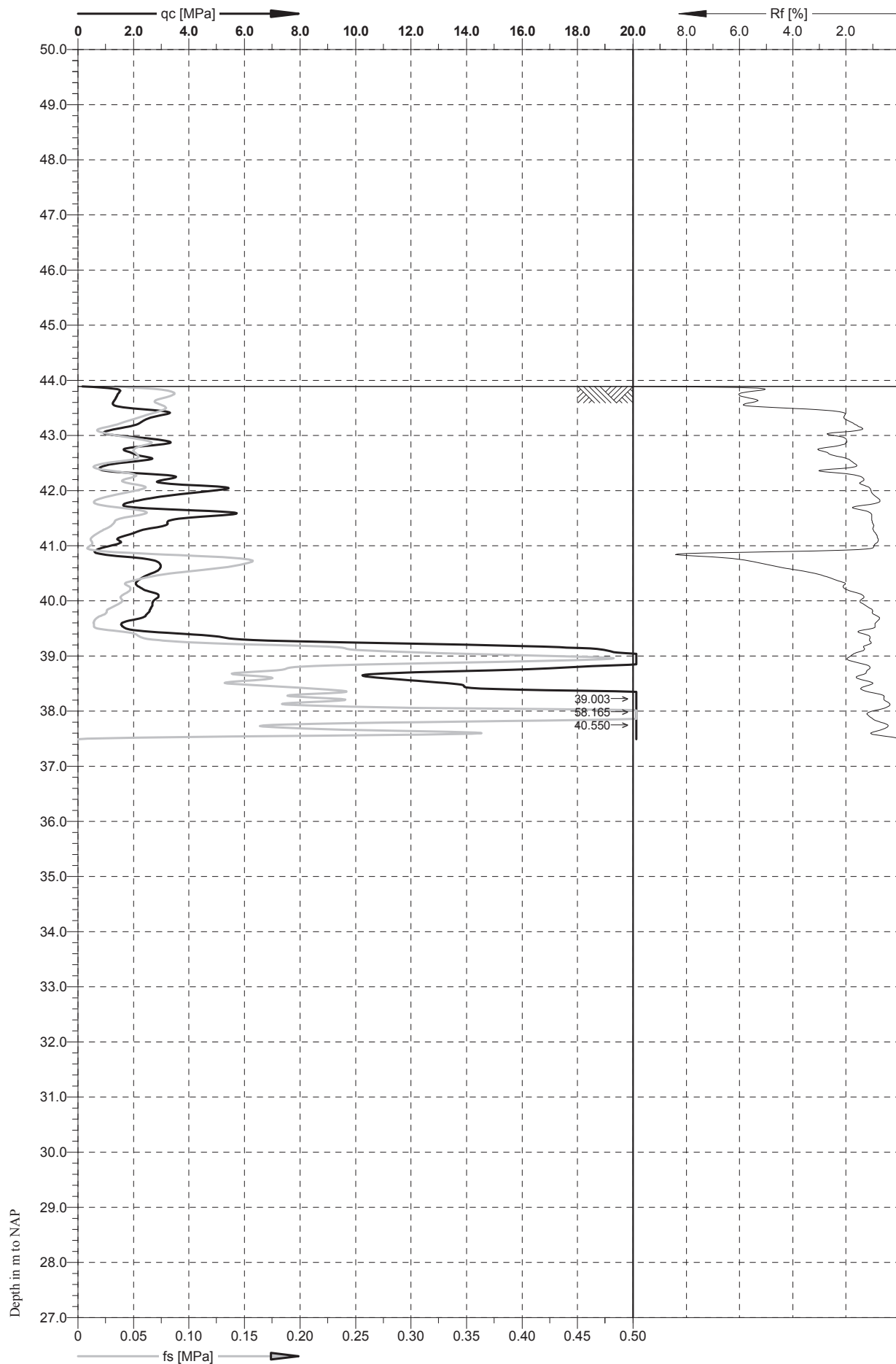
meter

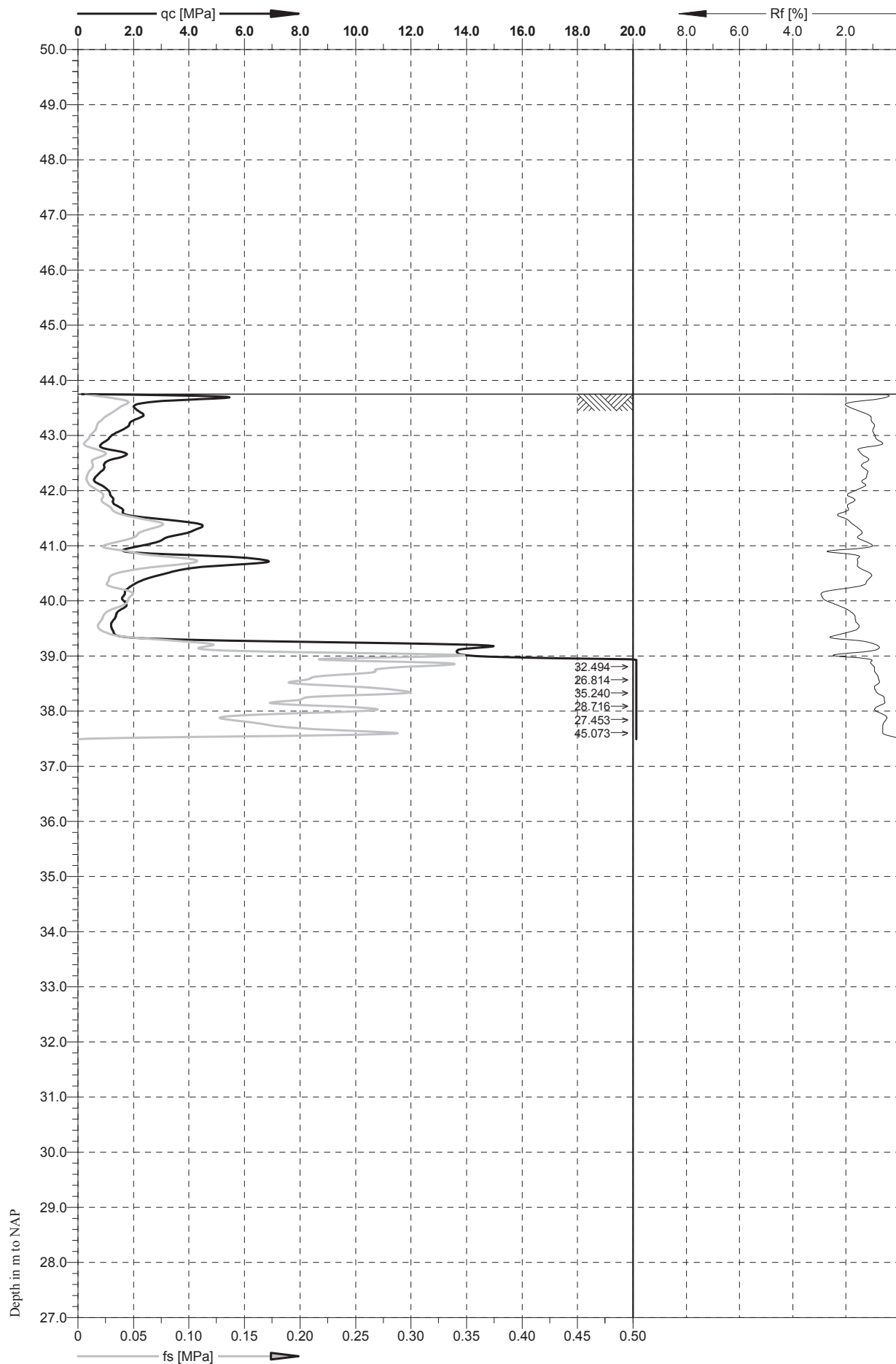


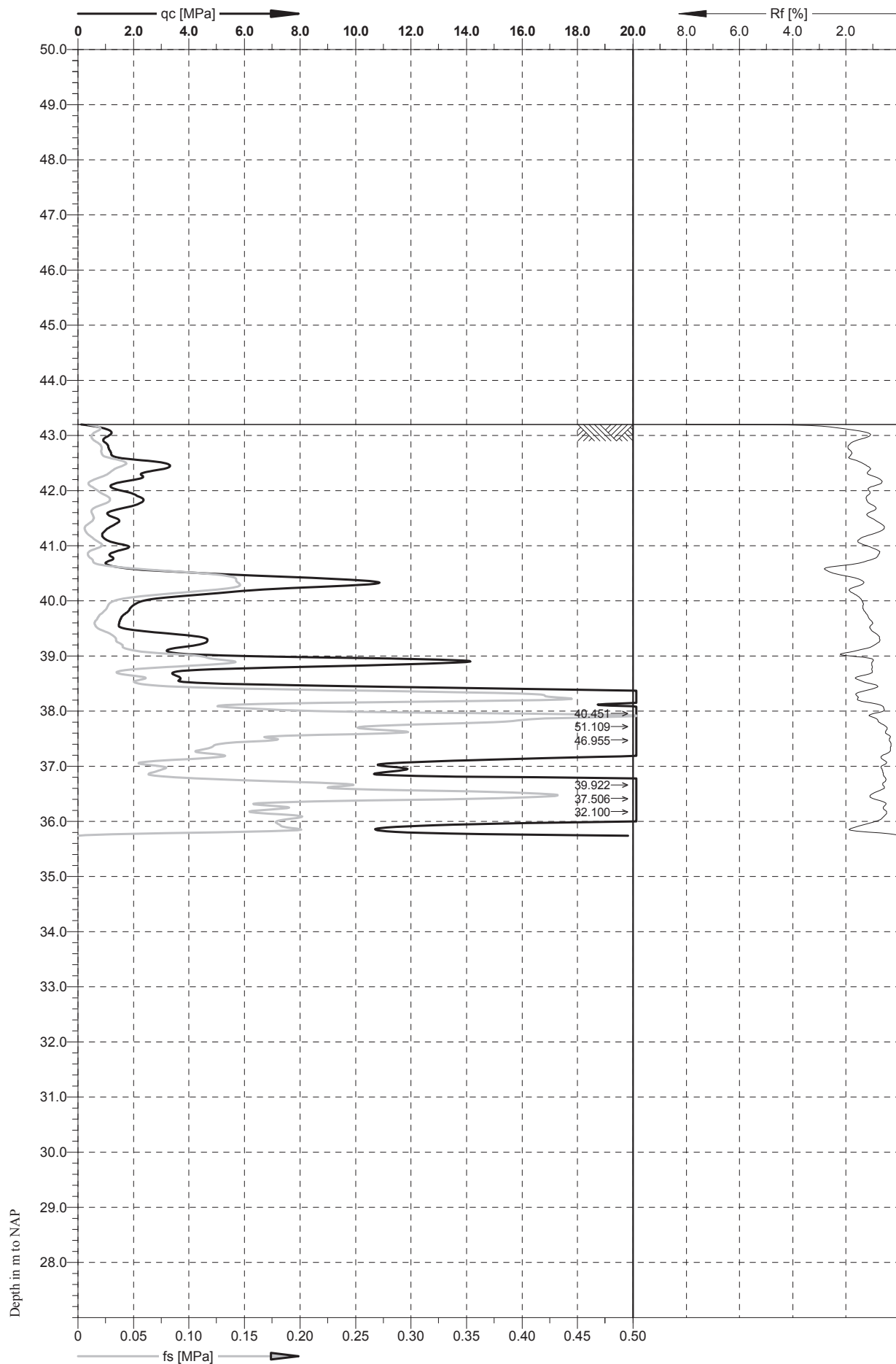


Location: Dijkonderzoek div. locatie 197173.9400 m, Y: 325285.1100 m	Position: 197173.9400 m, Y: 325285.1100 m	Ground level: 14.2000 m	Test no: 320.1-0.145
Project ID: 286187	Client: Ws Roer-en Overmaas	Date: 18-1-2010	Scale: 1 : 100
Project: 286187		Page: 1/1	Fig:
		File: 320,1-0,145.GEF	

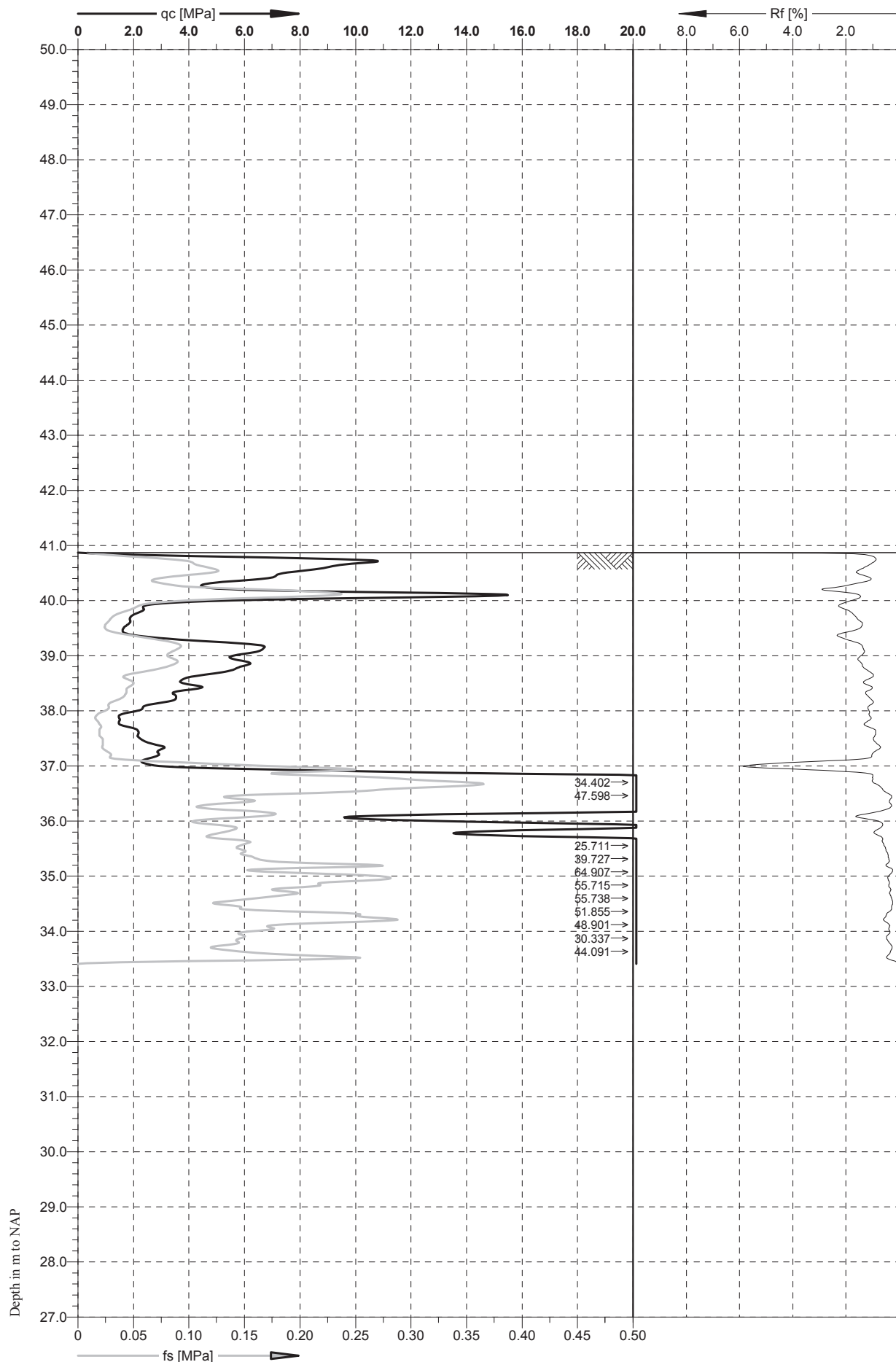








Location: Dijkonderzoek div. locatie 1	Position: X: 179358.5300 m, Y: 326558.4100 m	Ground level: 3.2000	Test no: 320.6-1.640
Project ID: 286187	Client: WS Roer en Overmaas	Date: 18-1-2010	Scale: 1 : 100
Project: 286187		Page: 1/1	Fig:
		File: 320,6-1,64.GEF	

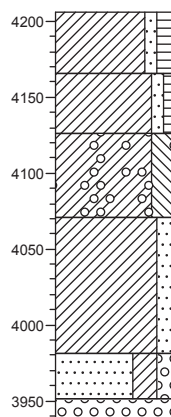


Location: Dijkonderzoek div. locatie 6	Position: X: 179563.2400 m, Y: 326789.1800 m	Ground level: +0.8700	Test no: 320.8-1.955
Project ID: 286187	Client: WS Roer en Overmaas	Date: 18-1-2010	Scale: 1 : 100
Project: 286187		Page: 1/1	Fig:
		File: 320,8-1,955.GEF	

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

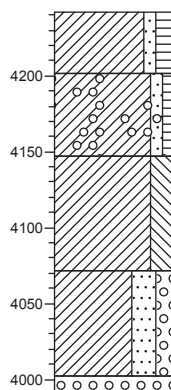
getekend volgens NEN 5104

	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

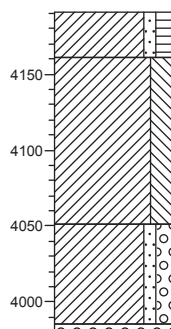
getekend volgens NEN 5104

	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
4161	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4051	Klei, vast, sterk siltig, sterk roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3981	volledig grind, bruin, Edelmanboor, grof grind/stenen

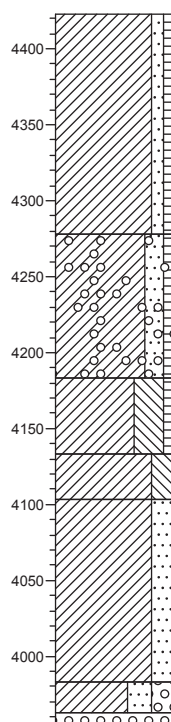
getekend volgens NEN 5104

	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

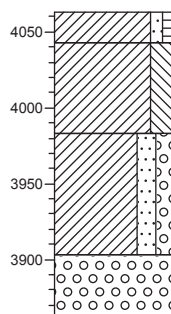
getekend volgens NEN 5104

	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	

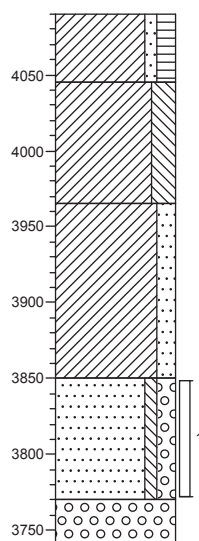
getekend volgens NEN 5104

	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	

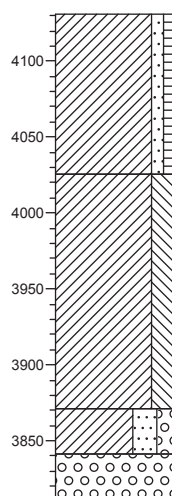
getekend volgens NEN 5104

	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	

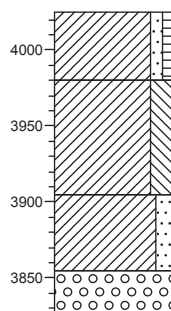
getekend volgens NEN 5104

	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	

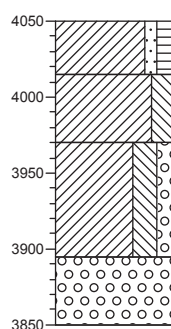
getekend volgens NEN 5104

	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	

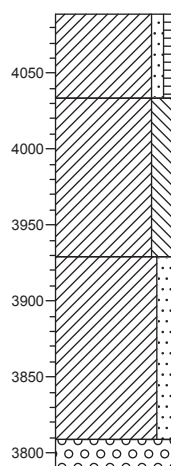
getekend volgens NEN 5104

	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

3789

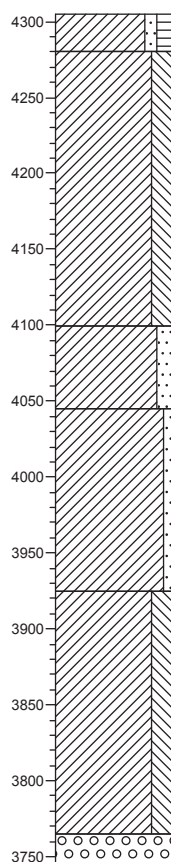
getekend volgens NEN 5104

	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

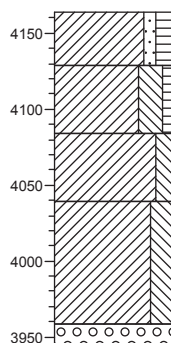
getekend volgens NEN 5104

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

Boring: 320,2-BhBt-00,300

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

X-coördinaat 179036,98
Y-coördinaat 325371,23
Datum: 21-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv]
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



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, bruin, Edelmanboor
3959	
3944	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

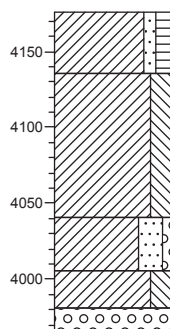
getekend volgens NEN 5104

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

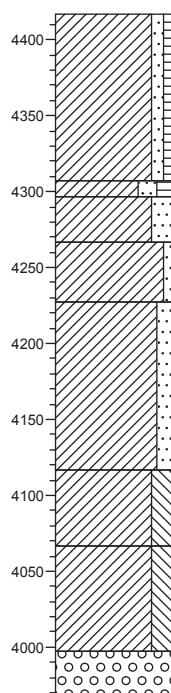
getekend volgens NEN 5104

	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	

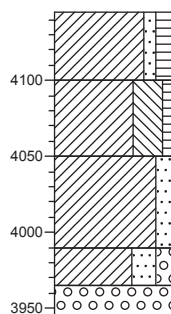
getekend volgens NEN 5104

	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	
3965	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, sterk roesthoudend, bruinoranje, Edelmanboor
3945	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

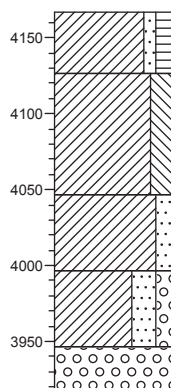
getekend volgens NEN 5104

	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	

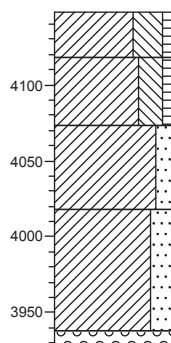
getekend volgens NEN 5104

	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

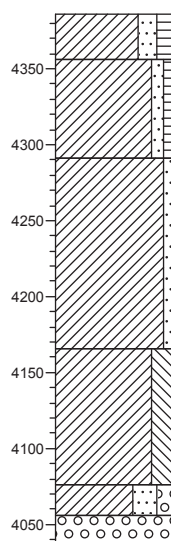
getekend volgens NEN 5104

	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

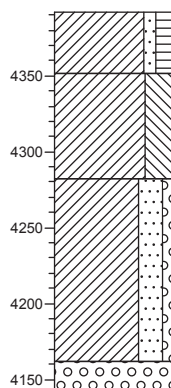
getekend volgens NEN 5104

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

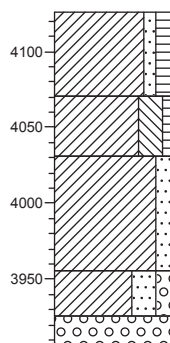
getekend volgens NEN 5104

	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	

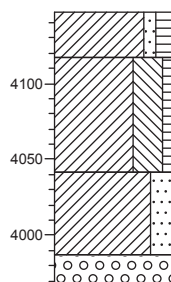
getekend volgens NEN 5104

	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

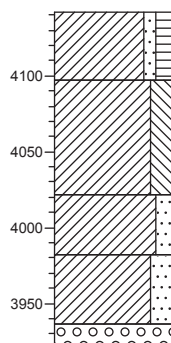
getekend volgens NEN 5104

	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

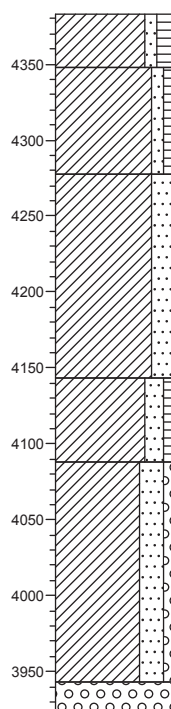
getekend volgens NEN 5104

	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	Edelmanboor
	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

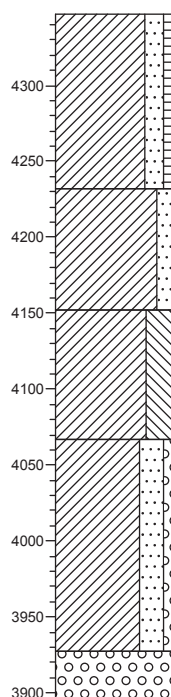
getekend volgens NEN 5104

	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	

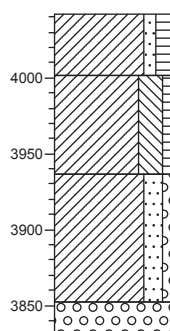
getekend volgens NEN 5104

	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:



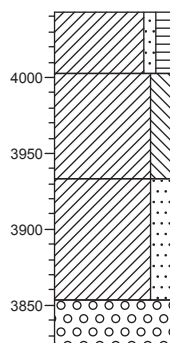
4042	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4002	
	Klei, sterk siltig, zwak humeus, sporen wortels, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3937	
	Klei, matig zandig, zwak grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
3852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

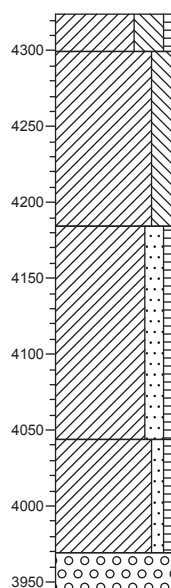
getekend volgens NEN 5104

	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	

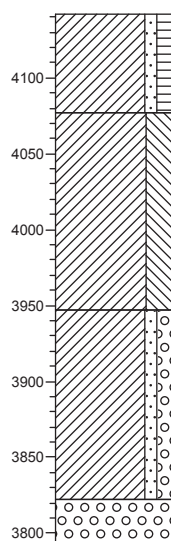
getekend volgens NEN 5104

	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:



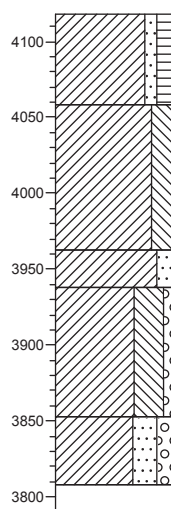
4142	gras
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4077	
	Klei, slap, uiterst siltig, zwak zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3947	
	Klei, matig vast, zwak zandig, matig grindig, matig zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
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

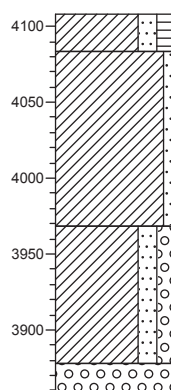
getekend volgens NEN 5104

	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
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak roesthoudend, Edelmanboor
3968	Klei, matig zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, matig roesthoudend, bruin, Edelmanboor
3878	
3858	volledig grind, lichtbruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen

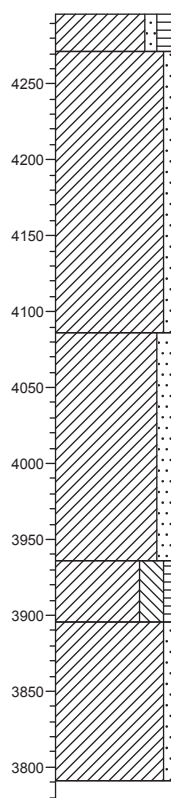
getekend volgens NEN 5104

	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

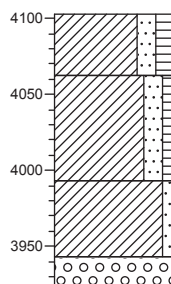
getekend volgens NEN 5104

	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:



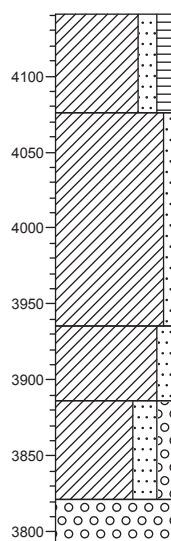
4103	gras
	Klei, vast, matig zandig, matig humeus, zwak wortelhoudend, sporen puin, donkerbruin, Edelmanboor
4063	
	Klei, matig vast, matig zandig, zwak humeus, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
3993	
	Klei, matig vast, zwak zandig, zwak roesthoudend, matig zandhoudend, lichtbruin, Edelmanboor
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	

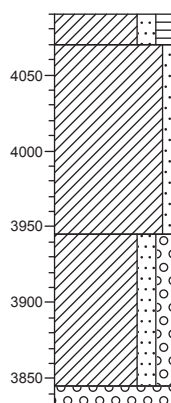
getekend volgens NEN 5104

	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

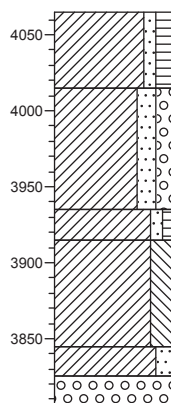
getekend volgens NEN 5104

	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

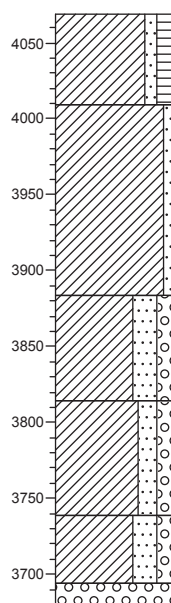
getekend volgens NEN 5104

	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

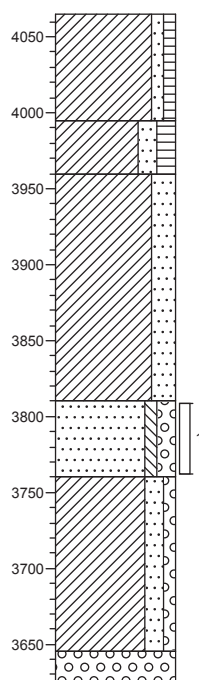
getekend volgens NEN 5104

	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

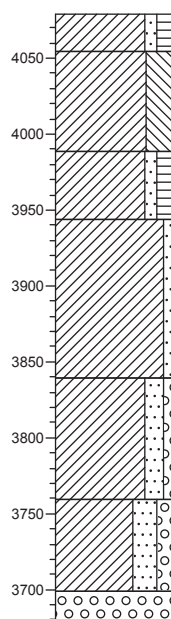
getekend volgens NEN 5104

	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	

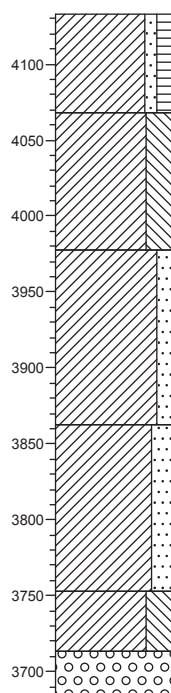
getekend volgens NEN 5104

	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, bruin, Edelmanboor, Sterk zandig gelaagd
3713	
	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3683	

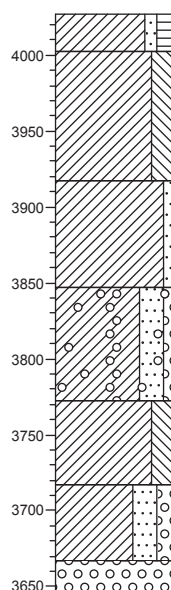
getekend volgens NEN 5104

	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, bruin, Edelmanboor
3717	Klei, sterk zandig, matig grindig, sterk zandhoudend, grijsbruin, Edelmanboor
3667	volledig grind, bruin, Edelmanboor, Grof grind/stenen
3647	

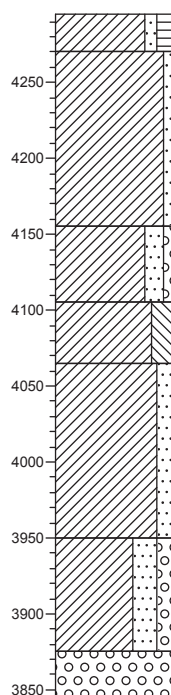
getekend volgens NEN 5104

	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	

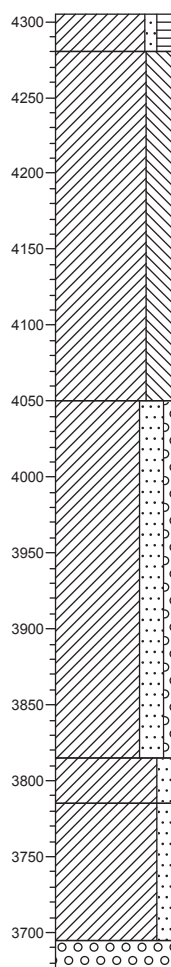
getekend volgens NEN 5104

	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	

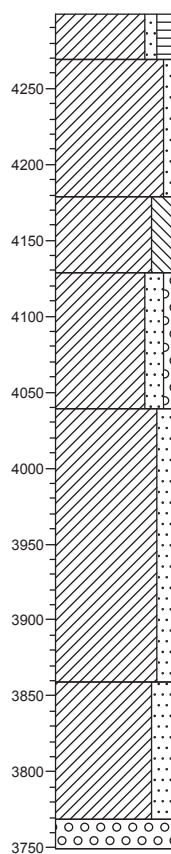
getekend volgens NEN 5104

	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:



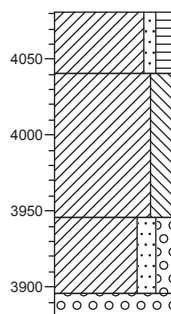
4299 gras
Klei, matig vast, zwak zandig, matig humeus, matig wortelhoudend, zwak zandhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
4269
Klei, matig vast, zwak zandig, matig zandhoudend, bruin, Edelmanboor
4179
Klei, vast, sterk siltig, zwak roesthoudend, bruin, Edelmanboor
4129
Klei, matig zandig, zwak grindig,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

getekend volgens NEN 5104

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

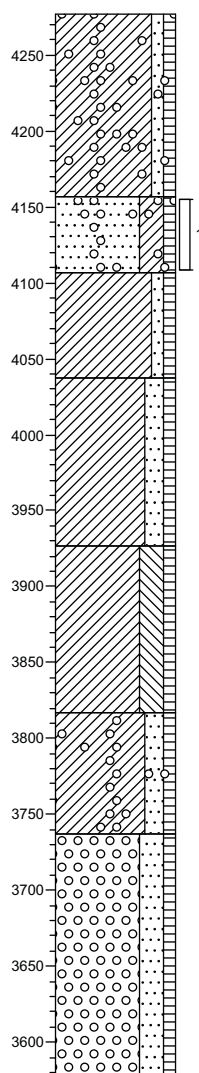
getekend volgens NEN 5104

	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, bruingrijs, 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	

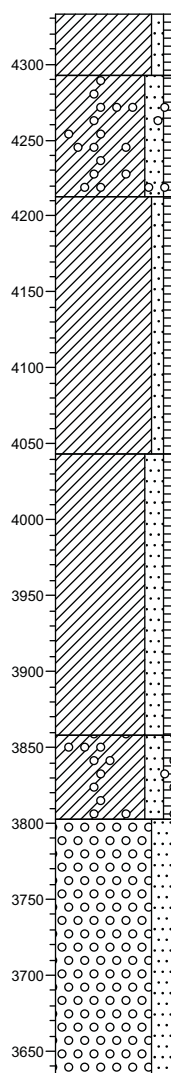
getekend volgens NEN 5104

	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	

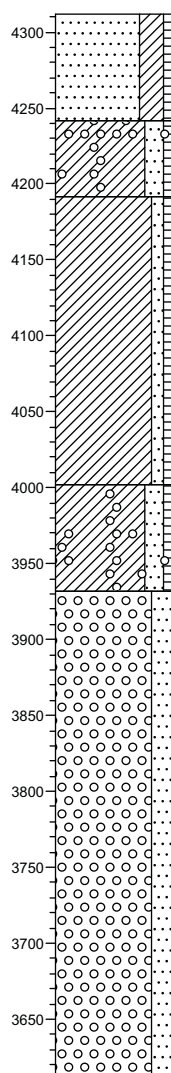
getekend volgens NEN 5104

	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.

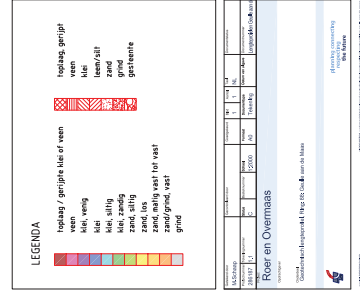
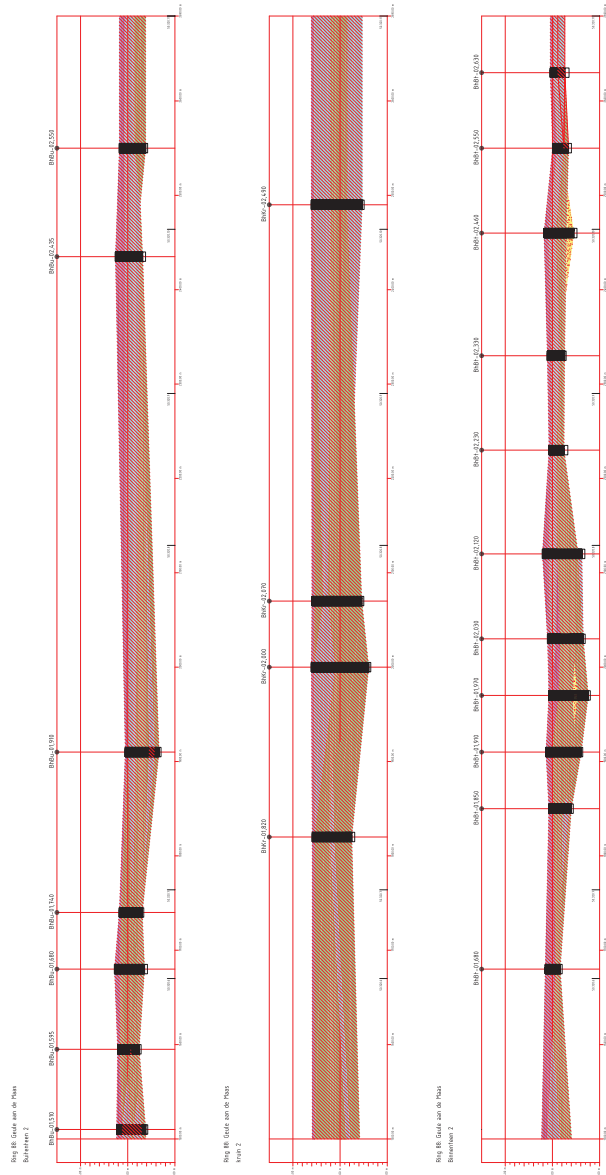
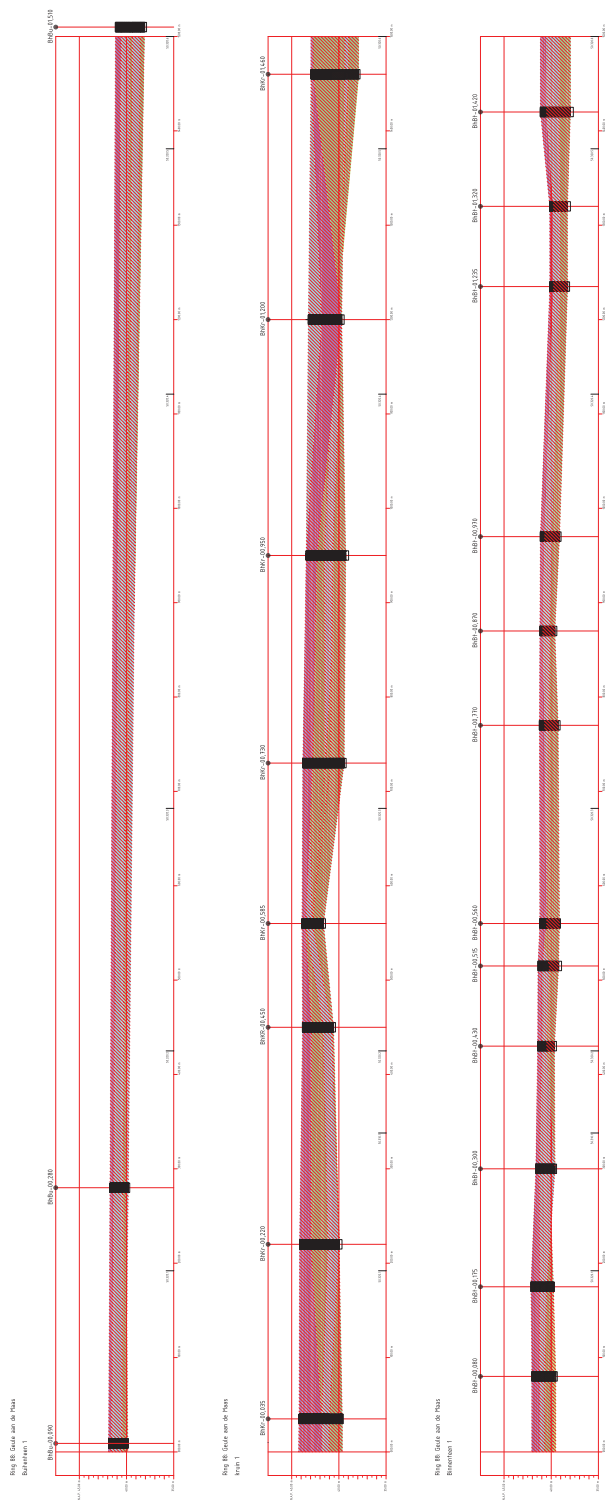
X-coördinaat 179397,01
Y-coördinaat 326609,87
Datum: 26-01-2010
GWS: [cm -mv]
GHG: [cm - mv] 120
GLG: [cm - mv]
Opmerking:



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.

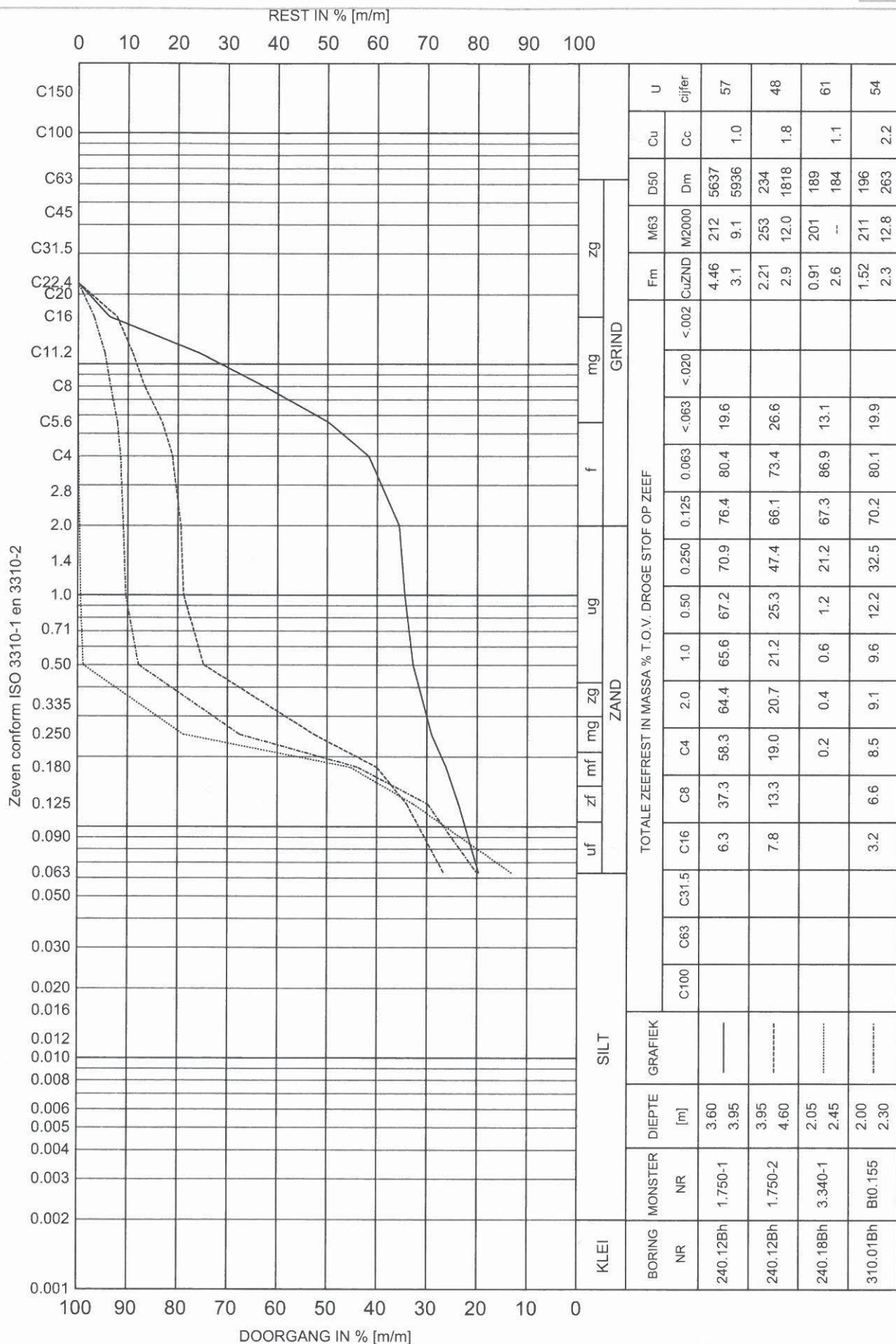
Fugro Ingenieursbureau B.V.
Materiaalkundig Laboratorium

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

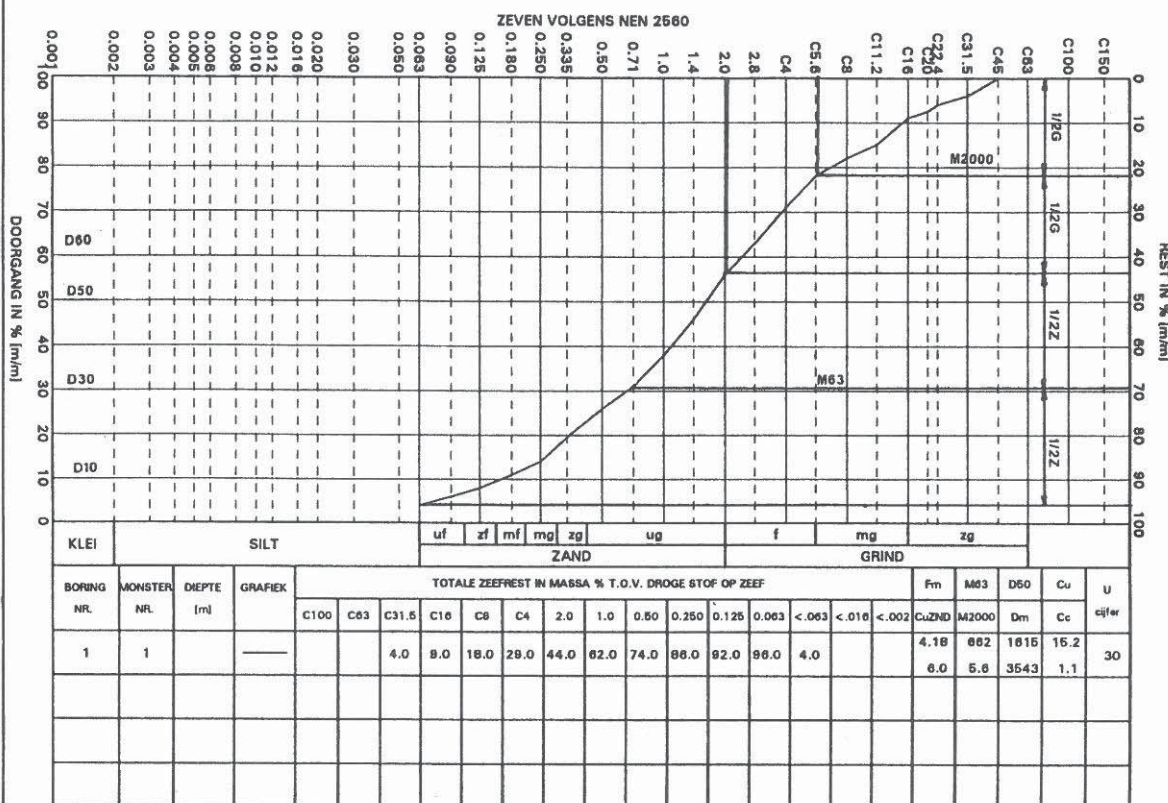


Opdr. 1710-0172-000

Pagina 4 van 5

VERKLARING PARAMETERS UIT KORRELVERDELING

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

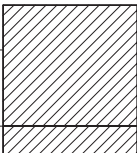
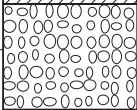
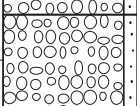
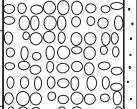


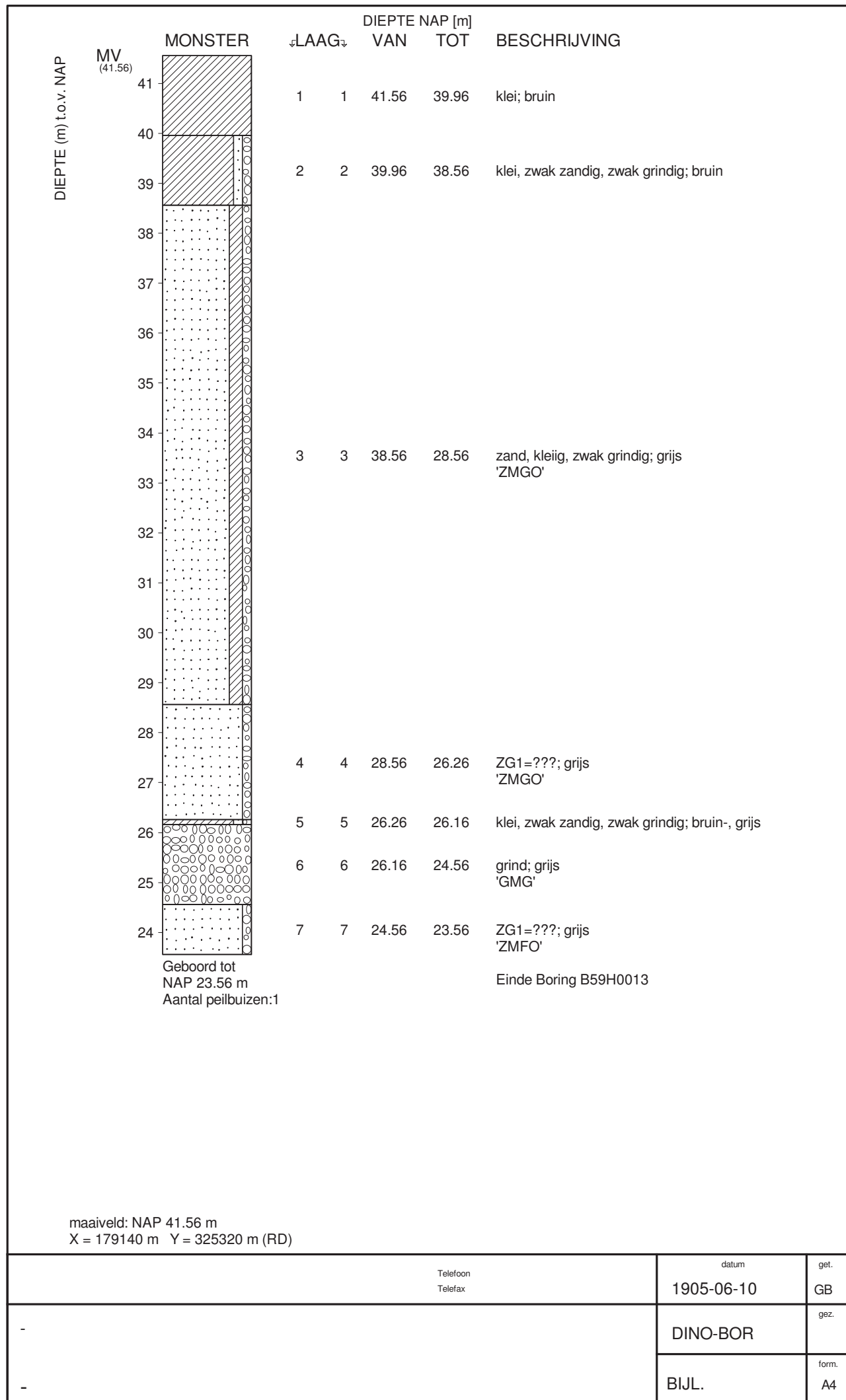
- Fm (fijnheidsgetal) : som van de massapercentages op de zeven:
C63, C31.5, C16, C8, C4, 2mm, 1mm, 500 µm, 250 µm en 125 µm,
gedeeld door 100.
- M63 (zandmediaan) : gemiddelde korrelgrootte van de zandfractie in µm, waarbij 63 µm staat
voor de ondergrens en 2 mm voor de bovengrens.
- M2000 (grindmediaan) : 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:

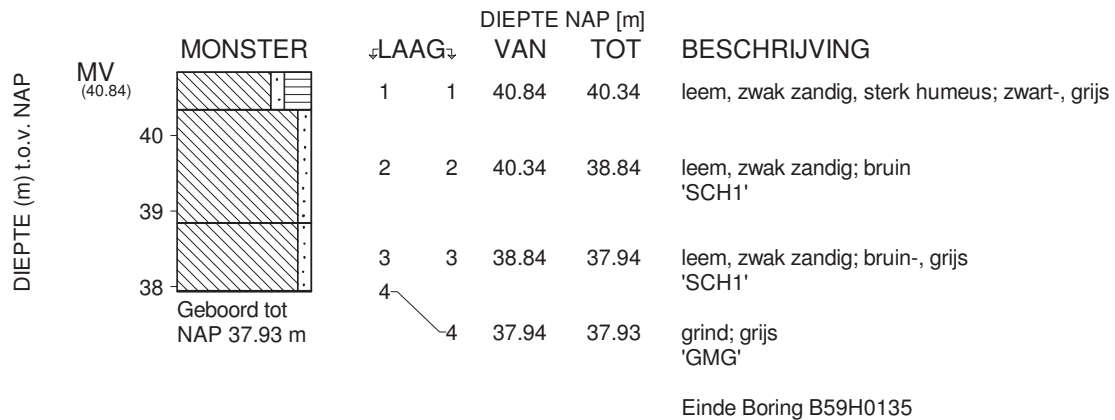
$$\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \times u_i) + (m_2 \times u_2) \dots (m_n \times u_n)}{\text{massa zandfractie}}$$
 waarin: $m_1, m_2, \text{etc.}$ = massa subfractie
 $u_1, u_2, \text{etc.}$ = specifiek oppervlak subfractie

BIJLAGE II BESCHIKBARE GEGEVENS DINO LOKET



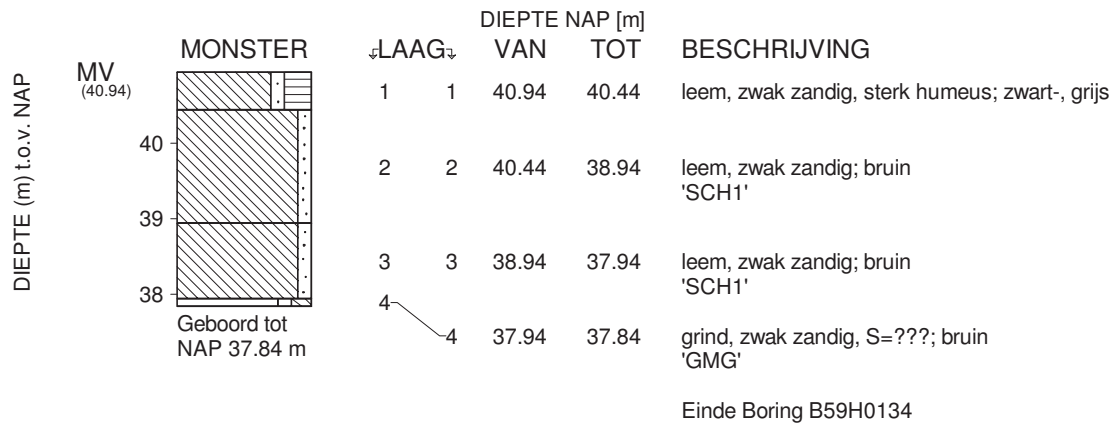
DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MV (41.60)	MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING				
			↓LAAG↓	VAN TOT					
41			1	1	41.60 40.00	klei; bruin			
40			2	2	40.00 39.60	klei; grijs-, bruin			
39			3	3	39.60 38.20	grind; grijs 'GMG'			
38			4	4	38.20 36.60	grind, zwak zandig; bruin 'GMG'			
37									
36									
35									
34			5	5	36.60 27.60	grind, zwak zandig; grijs 'GMG'			
33									
32									
31									
30			6	6	27.60 26.60	grind, zwak zandig; bruin 'GMG'			
29									
28									
27									
Geboord tot NAP 26.60 m Aantal peilbuizen:1									
Einde Boring B59H0012									
maaiveld: NAP 41.60 m X = 179120 m Y = 325380 m (RD)									
Telefoon Telefax					datum 1905-06-10	get. GB			
-					DINO-BOR	gez.			
					BIJL.	form. A4			





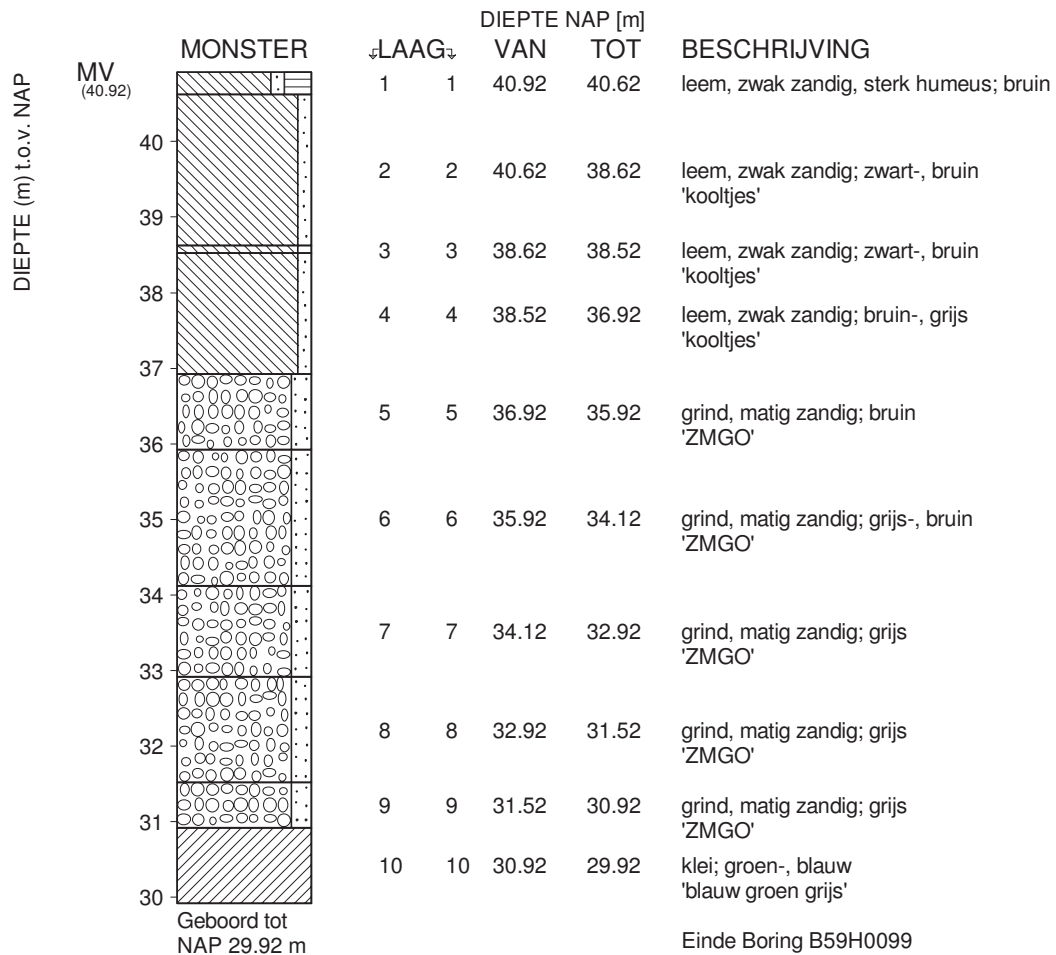
maaiveld: NAP 40.84 m
X = 178966 m Y = 325653 m (RD)

Telefoon Telefax		datum 1998-08-11	get.
-		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



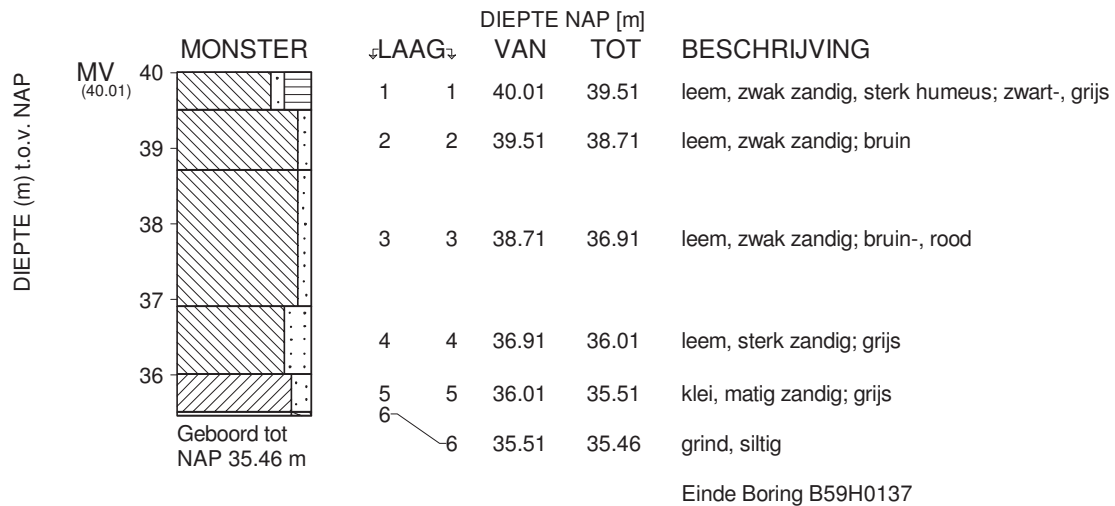
maaiveld: NAP 40.94 m
X = 178933 m Y = 325654 m (RD)

Telefoon Telefax		datum 1998-08-11	get.
-		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



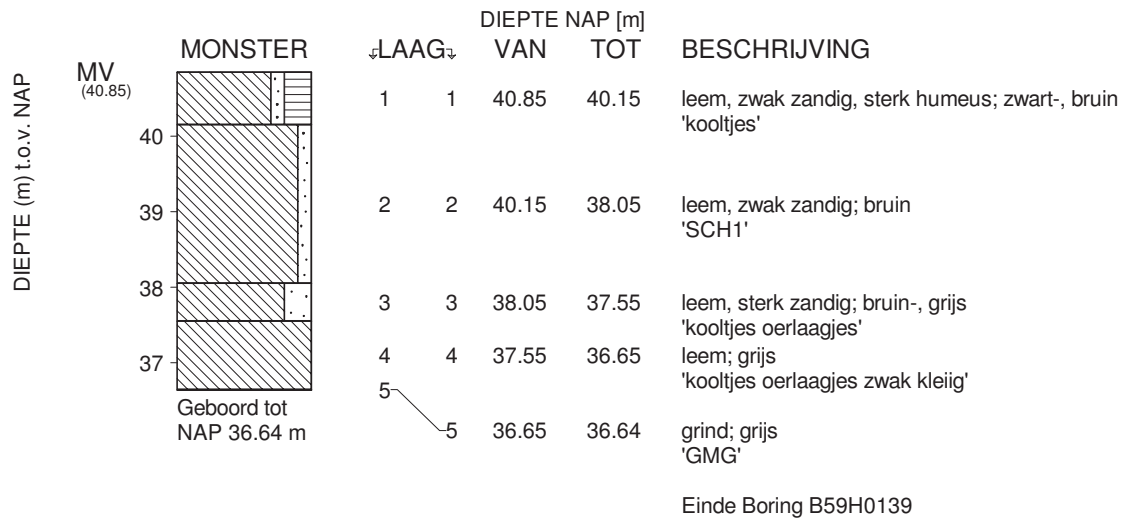
maaiveld: NAP 40.92 m
X = 179093 m Y = 326071 m (RD)

Telefoon Telefax		datum 1998-07-09	get.
-		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



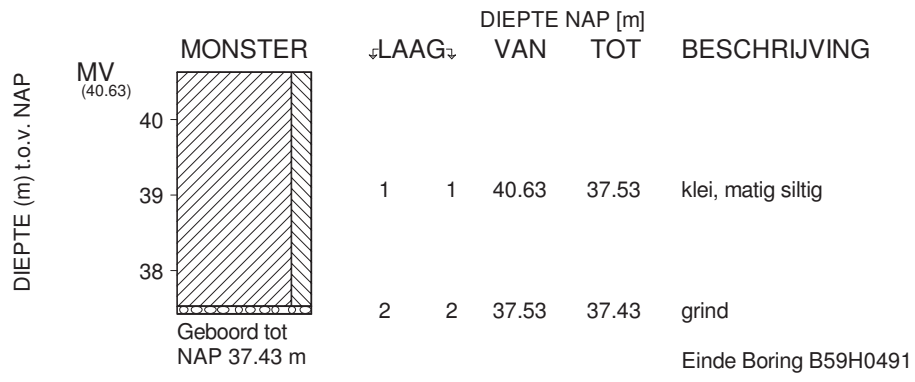
maaiveld: NAP 40.01 m
X = 179029 m Y = 325892 m (RD)

Telefoon Telefax		datum	get.
-		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



maaiveld: NAP 40.85 m
X = 179088 m Y = 326098 m (RD)

Telefoon Telefax		datum 1998-08-11	get.
-		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



maaiveld: NAP 40.63 m
 X = 179057 m Y = 326010 m (RD)

-	-	-	Telefoon	datum	get.
			Telefax	1999-01-01	
				DINO-BOR	gez.
				BIJL.	form.
					A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MV (42.08)	MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING
			LAAG	VAN TOT	
	42		1	1 42.08 41.71	leem, sterk zandig, matig humeus; bruin-, grijs 'CA3' S%=55
	41		2		
	40		3	2 41.71 41.08	leem, sterk zandig; bruin 'CA2' S%=55
	39		4		
	38		5	3 41.08 40.08	klei, matig siltig; bruin 'KSTV' K%=40
	37		6		
	36		7	4 40.08 39.40	klei, matig siltig; bruin 'KSTV' K%=38
	35		8	5 39.40 39.08	grind; bruin-, grijs 'GZG'
	34		9	6 39.08 38.58	grind, sterk zandig; bruin-, grijs 'ZMG' ZM=250.000 mm
	33		10	7 38.58 37.58	ZG3=???; grijs-, groen 'ZMG' ZM=240.000 mm
	32		11	8 37.58 35.58	grind, uiterst zandig; bruin 'ZMG' ZM=240.000 mm
	31		12	9 35.58 34.58	grind, sterk zandig; donker-, grijs 'ZUG' ZM=500.000 mm
	30		13	10 34.58 32.58	grind, matig zandig; bruin 'ZZG' ZM=400.000 mm
	29		14	11 32.58 31.58	grind, sterk zandig; bruin 'ZZG' ZM=400.000 mm
	28		15	12 31.58 29.58	grind, uiterst zandig; bruin 'ZUG' ZM=700.000 mm
	27		16	13 29.58 27.58	grind, zwak zandig; bruin 'GZG'
	26		17	14 27.58 26.58	grind, sterk zandig; bruin 'ZZG' ZM=300.000 mm
	25		18	15 26.58 23.58	grind, sterk zandig; bruin 'ZMG' ZM=220.000 mm
	24		19	16 23.58 22.58	ZG3=???; groen-, bruin 'ZMG' ZM=230.000 mm
	23		20	17 22.58 21.58	ZG1=???; grijs-, groen 'ZMF' ZM=180.000 mm
	22				Einde Boring B59H0345
maaiveld: NAP 42.08 m X = 179096 m Y = 326004 m (RD)					
			Telefoon	datum	get.
			Telefax	1999-05-06	Naha
				DINO-BOR	gez.
				BIJL.	form.
- [Blad 1 / 2]					A4



maaiveld: NAP 40.73 m
X = 179187 m Y = 326331 m (RD)

-	Telefoon Telefax	datum 1998-08-11	get.
		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP		MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING		
			LAAG	VAN TOT			
MV (41.47)	41		1	1	41.47	40.94	leem, sterk zandig, sterk humeus; bruin 'CA3' S%=55
	40		2	2	40.94	39.47	leem, sterk zandig, matig humeus; bruin 'CA3' S%=50
	39		3	3	39.47	37.71	leem, sterk zandig, zwak grindig; groen-, bruin 'FN1' S%=50
	38		4	4	37.71	36.87	grind, sterk zandig; bruin 'ZUG' ZM=600.000 mm
	37		5	5	36.87	35.87	grind, matig zandig; bruin-, grijs 'GZG'
	36		6	6	35.87	33.87	grind, sterk zandig; donker-, grijs 'ZUG' ZM=600.000 mm
	35		7	7	33.87	31.87	grind, matig zandig; donker-, grijs 'GZG'
	34		8	8	31.87	29.87	grind, sterk zandig; donker-, grijs 'ZZG' ZM=400.000 mm
	33		9	9	29.87	28.87	grind, uiterst zandig; bruin-, grijs 'ZMG' ZM=280.000 mm
	32		10	10	28.87	28.07	grind, sterk zandig; grijs-, bruin 'ZUG' ZM=500.000 mm
	31		11	11	28.07	27.69	ZG1=???; bruin 'ZMF' ZM=160.000 mm
	30		12	12	27.69	27.59	ZG3=???; bruin 'ZUG' ZM=800.000 mm
	29		13	13	27.59	27.34	zand; grijs-, bruin 'ZZF' ZM=110.000 mm
	28		14	14	27.34	27.07	zand; grijs 'ZUF' ZM=100.000 mm
		Geboord tot NAP 27.07 m				Einde Boring B59H0343	
maaiveld: NAP 41.47 m X = 179317 m Y = 326476 m (RD)							
Telefoon Telefax					datum 1999-05-03	get. Naha	
- [Blad 1 / 2]					DINO-BOR	gez.	
					BIJL.	form. A4	

DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MV (40.99)	MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING
			LAAG	VAN TOT	
			1 1	40.99 40.49	leem, sterk zandig, matig humeus; bruin
	40		2 2	40.49 39.49	leem, sterk zandig, matig humeus; grijs-, bruin
	39		3 3	39.49 38.99	niet benoemd; rood 'NBE'
	38		4 4	38.99 38.49	leem, sterk zandig, zwak humeus; bruin-, rood
		Geboord tot NAP 37.99 m	5 5	38.49 37.99	zand, zwak siltig, zwak grindig, zwak humeus; bruin-, grijs 'ZMGO'

Einde Boring B59H0310

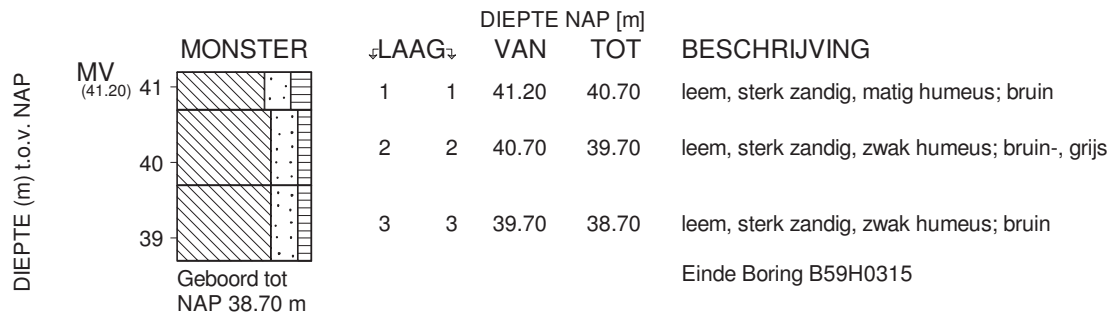
maaiveld: NAP 40.99 m
X = 179819 m Y = 326925 m (RD)

-	Telefoon Telefax	datum 1998-10-14	get.
		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING
		↓LAAG↓	VAN TOT	
MV (40.78)		1	1 40.78 38.78	grind, zwak zandig, zwak humeus; bruin-, grijs 'ZMGO'
		2	2 38.78 38.28	leem, sterk zandig, zwak humeus; bruin
	Geboord tot NAP 38.28 m			Einde Boring B59H0312

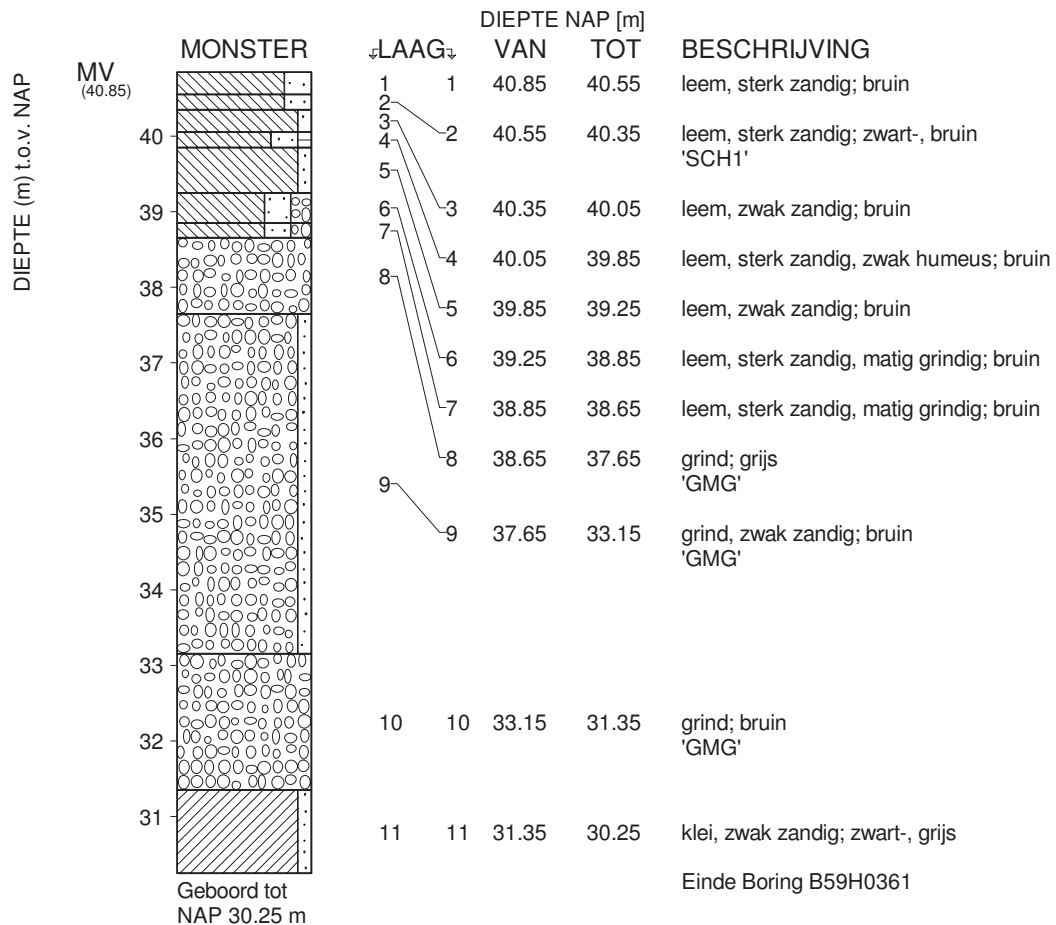
maaiveld: NAP 40.78 m
 X = 179795 m Y = 326919 m (RD)

-	Telefoon Telefax	datum 1998-10-14	get.
		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



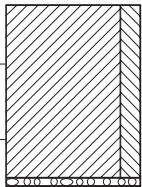
maaiveld: NAP 41.20 m
X = 179754 m Y = 326939 m (RD)

Telefoon Telefax		datum 1998-10-14	get.
-		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4



maaveld: NAP 40.85 m
X = 179951 m Y = 326935 m (RD)

-	Telefoon Telefax	datum 1999-03-18	get.
		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4

DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING
		↓LAAG↓	VAN TOT	
MV (40.78)		1	1 40.78 38.49	klei, matig siltig
		2	2 38.49 38.38	grind
	Geboord tot NAP 38.38 m			Einde Boring B59H0487

maaiveld: NAP 40.78 m
X = 179994 m Y = 326944 m (RD)

-	Telefoon Telefax	datum 1999-01-01	get.
		DINO-BOR	gez.
		BIJL.	form. A4

BIJLAGE III 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

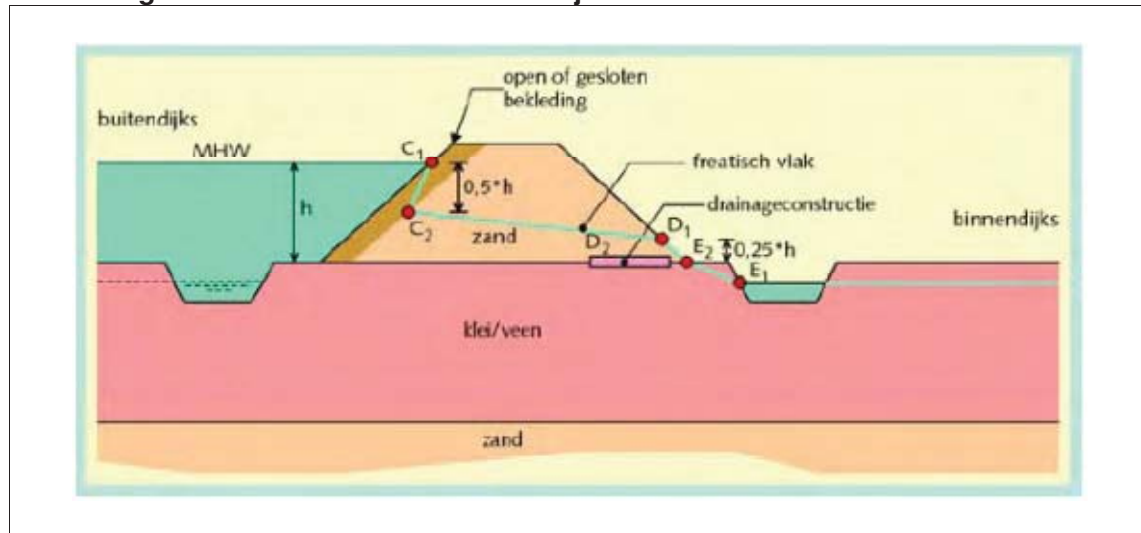
grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rep} [°]
Leem, zwak zandig, slap	0,8	23,5
Klei, zwak zandig, matig	4,0	19,0

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.

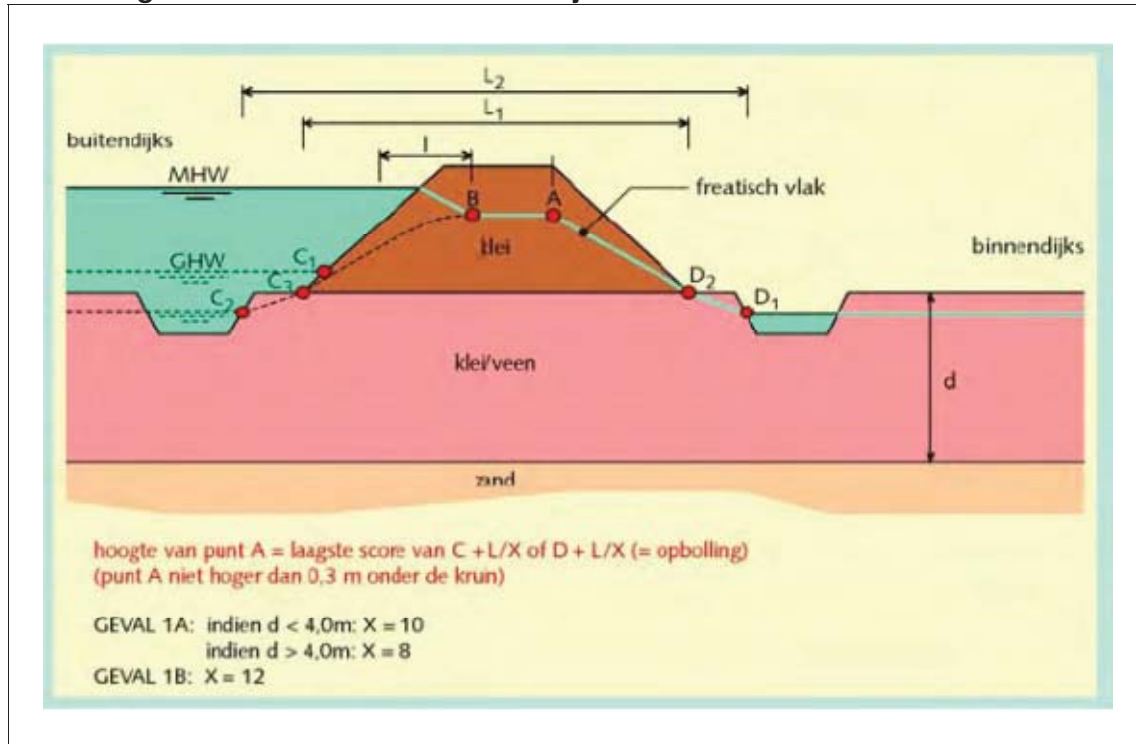
Afbeelding 2.1. Schematisatie freatische lijn



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.

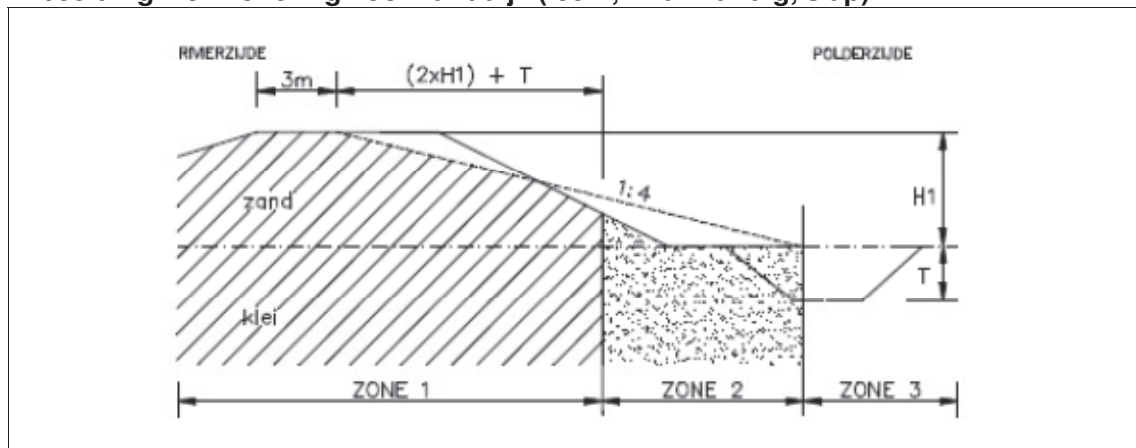
Afbeelding 2.2. Schematisatie freatische lijn



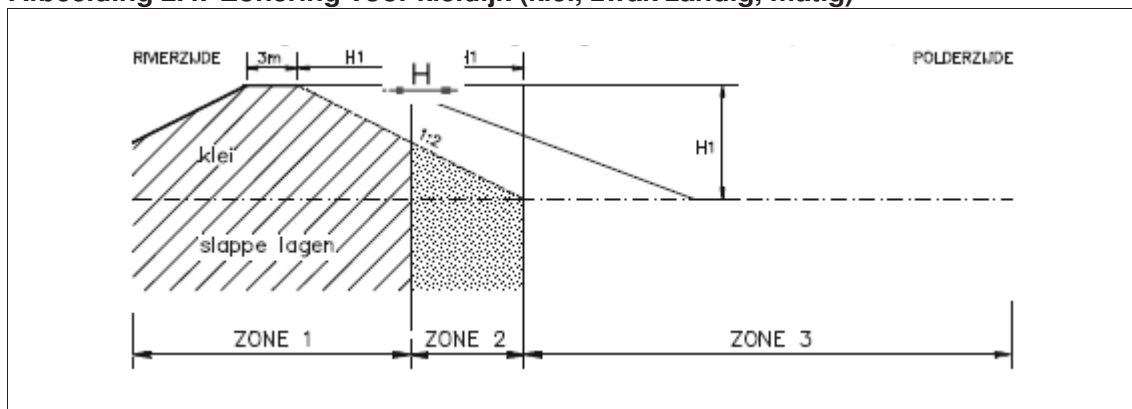
2.3. Zonering

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).

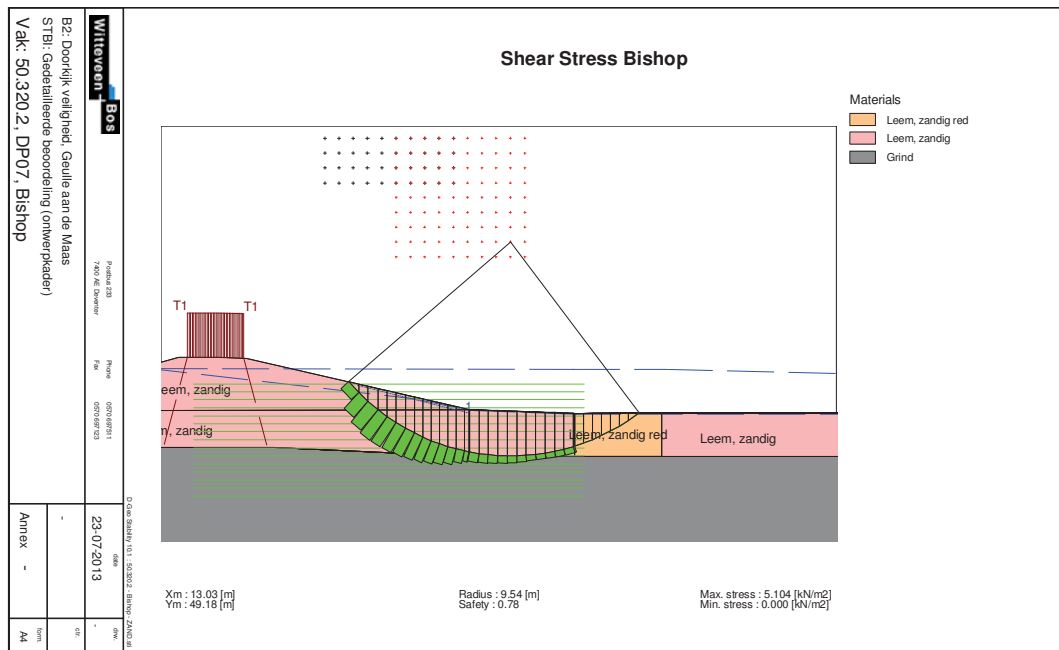
Tabel 3.1. Resultaten

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

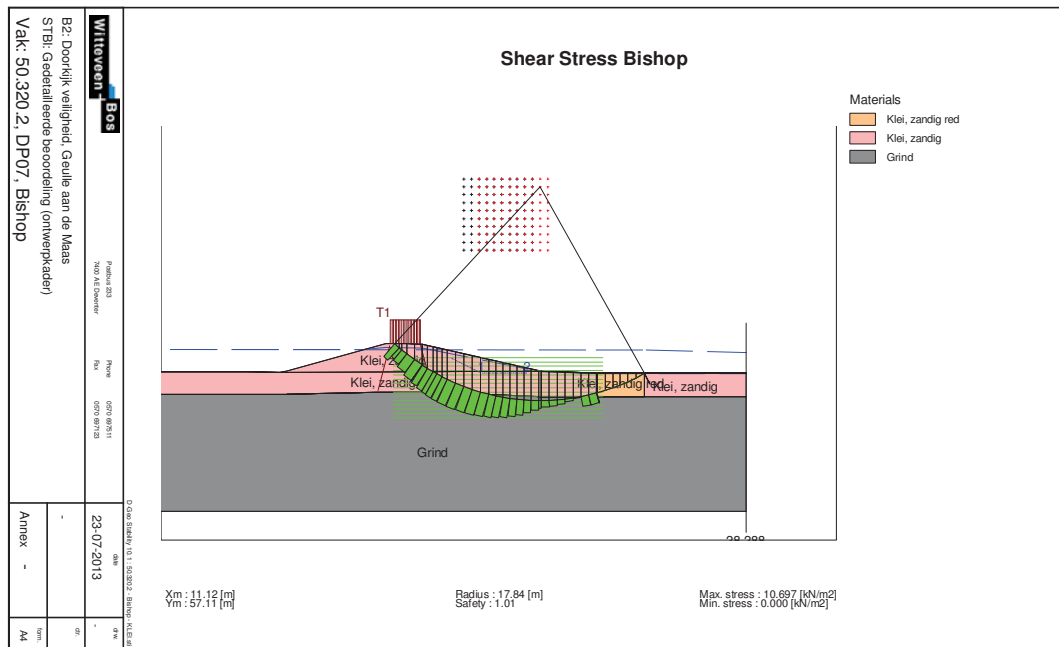
Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond en het kernmateriaal van de dijk in de stabiliteitsberekeningen voor het definitieve ontwerp geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap.

BIJLAGE I UITVOER D-GEO STABILITY

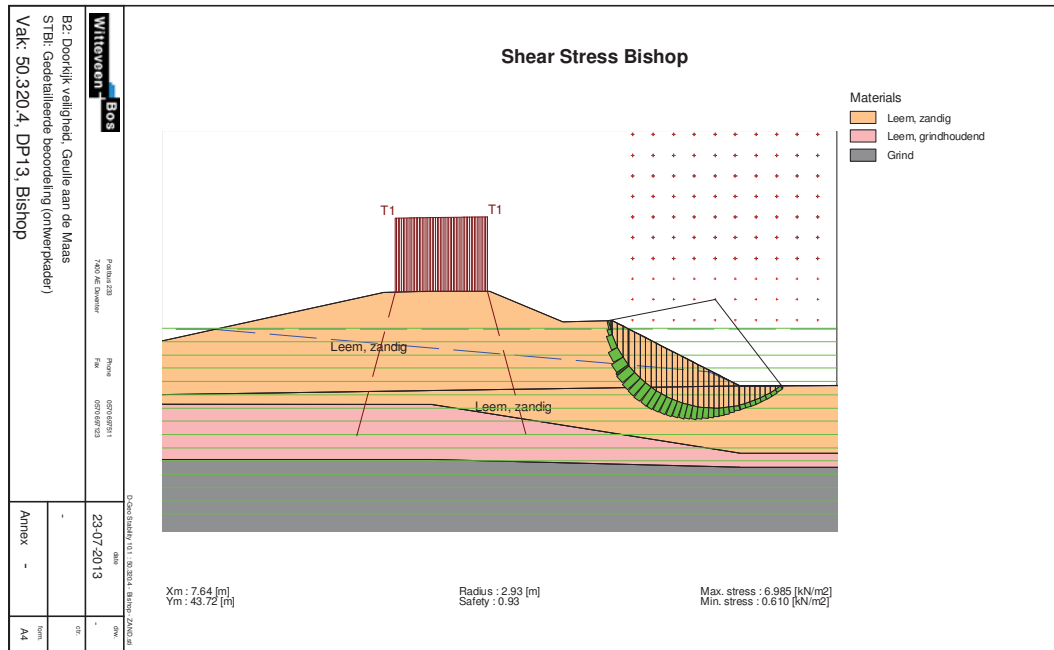
50.320.2: leem, zwak zandig, slap



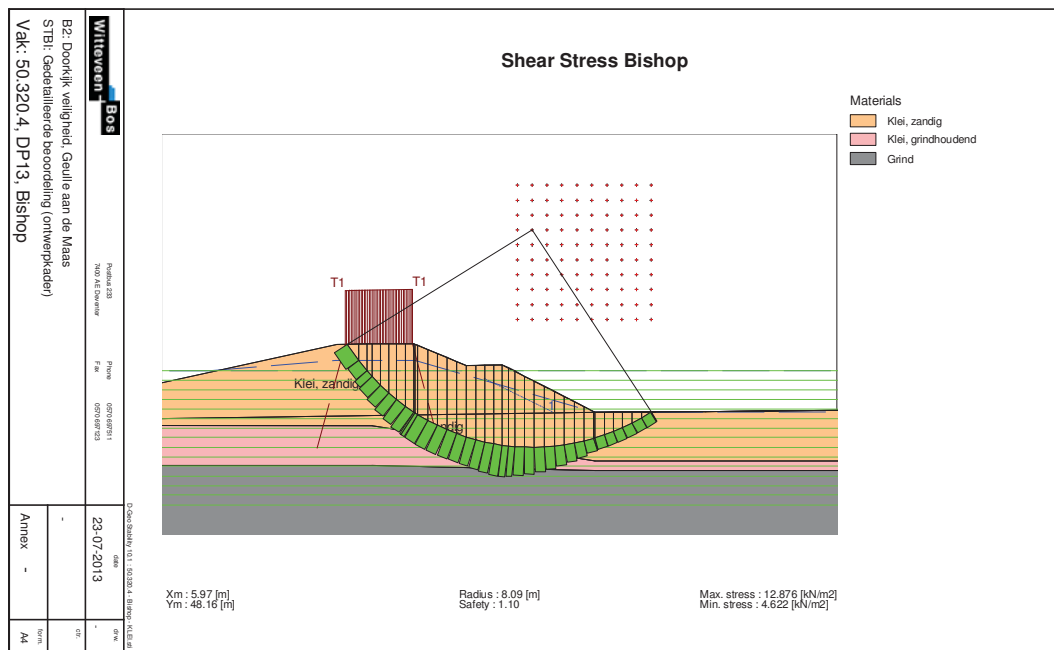
50.320.2: klei, zwak zandig, matig



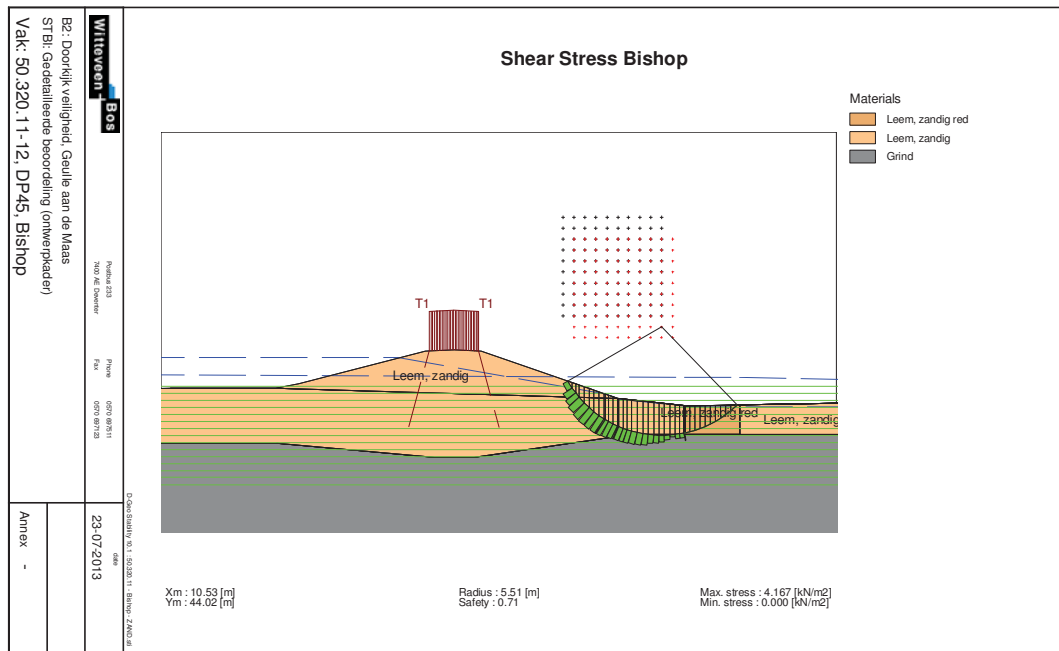
50.320.4: leem, zwak zandig, slap



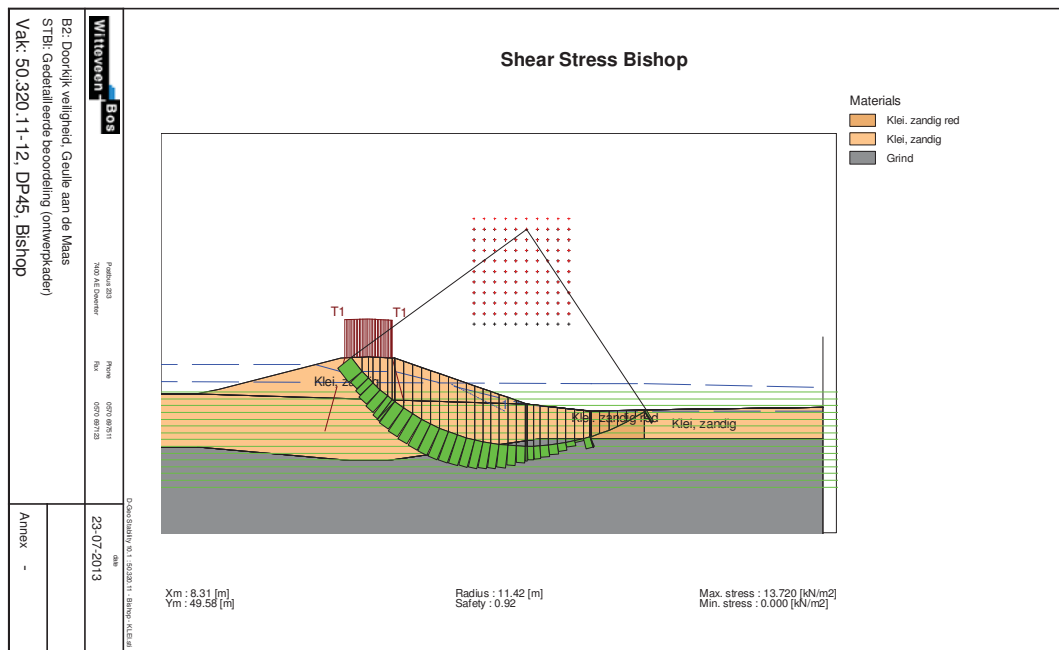
50.320.4: klei, zwak zandig, matig



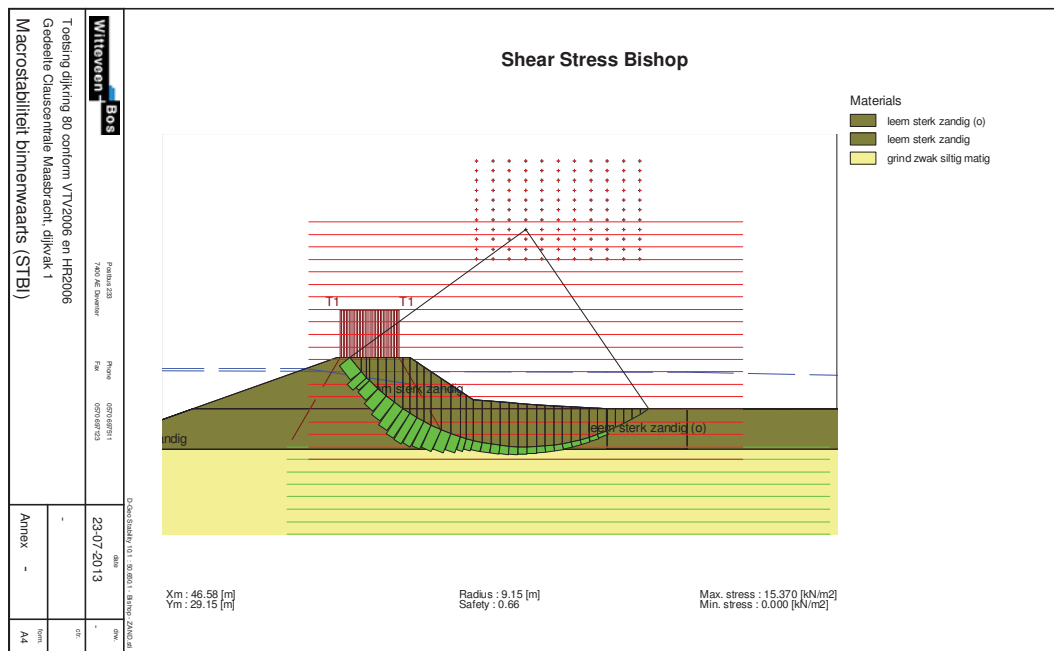
50.320.11: leem, zwak zandig, slap



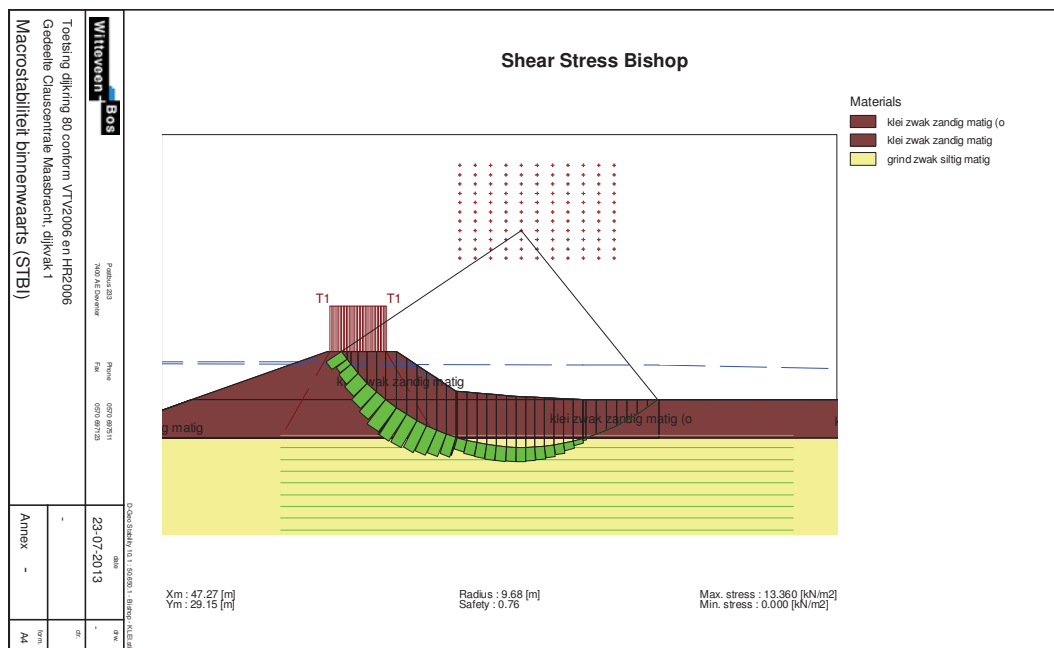
50.320.11: klei, zwak zandig, matig



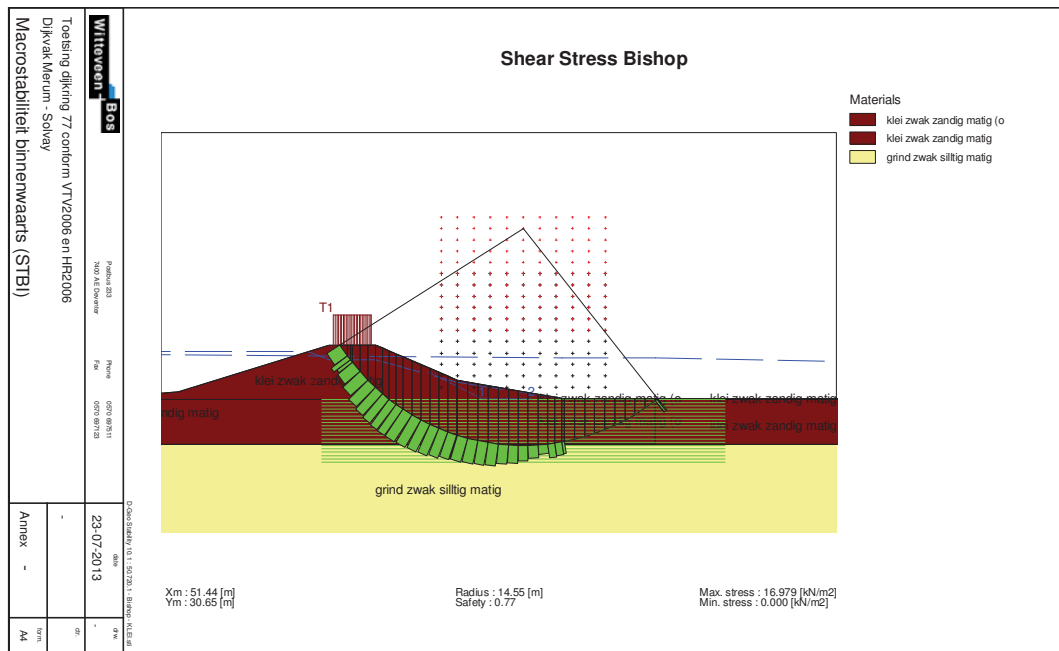
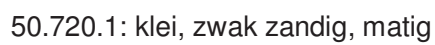
50.650.1: leem, zwak zandig, slap



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 IV 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

Dijkkring	dijkvak	dwarsprofiel (revisiemetingen)
Dijkkring 77: Merum-Solvay	50.720.1	4
Dijkkring 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	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
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	-0.01	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	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
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	-0.01	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	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
4	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.04	4.800	7.93E-07	7.93E-08
6	0.1	-0.01	5.031	2.44E-07	2.44E-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:

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	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
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	-0.01	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	$P_{sf}(D;Si)$	$P_{sf}(D; Si) \cdot P(Si)$
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	-0.01	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)		Fd(D; Si)	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	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

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