Witteveen + Bos

Waterschap Roer en Overmaas

Sluitstukkades Cluster E

Ontwerpnota Definitief Ontwerp

Dijkring 82 (Aasterberg)
Dijkvak 50.620.2

Witteveen+Bos

Waterschap Roer en Overmaas

Sluitstukkades Cluster E

Ontwerpnota Definitief Ontwerp

Dijkring 82 (Aasterberg)
Dijkvak 50.620.2

referentie	projectcode	status
STD88-1/zutd/031	STD88-1	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
ir. S.T. Pwa	ir. H.J.M.A. Mols	26 september 2013

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. J. Lansink	

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

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm, hetzij elektronisch, mechanisch dan wel met digitale technieken door fotokopieën, opnamen, internet of op enige andere wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs B.V. noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE **blz.**

1. INLEIDING **1**
1.1. Aanleiding 1
1.2. Opdrachtomschrijving 1
1.3. Kader 1
1.4. Versterkingsopgave 2
1.5. Beschrijving dijkvak 2
1.6. Doel en doelgroep 3
1.7. Leeswijzer 3

DEEL A: ONTWERPUITGANGSPUNTEN **5**

2. ALGEMENE UITGANGSPUNTEN **7**
2.1. Veiligheidsniveau 7
2.2. Robuustheid 7
2.3. Ontwerpperiode en uitbreidbaarheid 7
2.4. Ontwerp op alle faalmechanismen 7
2.5. Ontwerpleidraden 7

3. HYDRAULISCHE UITGANGSPUNTEN **9**
3.1. Maatgevende waterstanden 9
3.1.1. Ontwerpkaderwaterstand 2020 (dijkhoogte) 9
3.1.2. Ontwerpwaterstand voor planperiode 50 jaar (dijksterkte) 9
3.2. Waterstanden bij val na hoogwater 9
3.3. Gemiddelde waterstand 9
3.4. Waterstand 1/10 jaar 10
3.5. Extreem laagwater 10
3.6. Golfcondities 10
3.7. Overslagdebiet 10
3.8. Polderpeil 11

4. GEOMETRISCHE UITGANGSPUNTEN **13**
4.1. Kruinhoogte 13
4.1.1. Waakhoogte 13
4.1.2. Kruinhoogte (sterkte) 13
4.1.3. Kruinhoogte (ontwerp Sluitstukkaden) 13
4.1.4. Aanleghoogte 13
4.2. Taludhellingen 13
4.2.1. Kruinbreedte 13

5. GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN **15**
5.1. Beschikbaar grondonderzoek 15
5.2. Bodemopbouw en grondsoorten 15
5.2.1. Dekgrond 15
5.2.2. Grind 16
5.3. Schematisatie bodemopbouw 16
5.4. Volumieke gewichten 16
5.5. Sterkteparameters 16
5.5.1. Karakteristieke waarden 16
5.5.2. Materiaalfactoren 16
5.5.3. Rekenwaarden 17
5.6. Zettingsparameters 17

5.7. Stabiliteitsfactor 17
5.7.1. Schadefactor 17
5.7.2. Schematiseringsfactor 18
5.7.3. Modelfactor 18
5.7.4. Stabiliteitsfactor per zone 18
5.8. Rekenmodel 19
5.9. Verkeersbelasting 19

6. GEOHYDROLOGISCHE UITGANGSPUNTEN 21
6.1. Freatische lijn 21
6.1.1. Bij maatgevend hoogwater 21
6.1.2. Bij val na hoogwater 21
6.2. Stijghoogte 22
6.3. Waterspanningsverloop 22

DEEL B: HET ONTWERP 23

7. ONTWERPBEREKENINGEN 25
7.1. Rekenprofiel 25
7.2. Hoogte (HT) 25
7.2.1. Kruinbreedte 25
7.2.2. Overslagdebiet 25
7.3. Piping (STPH) 27
7.4. Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) 27
7.4.1. Maatgevende omstandigheden 27
7.4.2. Uitvoeringsfase 28
7.4.3. Consolidatietijd 28
7.5. Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) 28
7.6. Stabiliteit voorland (STVL) 29
7.7. Microstabiliteit (STMI) 29
7.8. Stabiliteit bekleding (STBK) 29
7.8.1. Buitentalud 29
7.8.2. Kruin en binnentalud 30
7.9. Niet waterkerende objecten (NWO's) 30
7.9.1. Bomen 30
7.9.2. Kabels en leidingen 30
7.9.3. Bebouwing 31
7.9.4. Beoordelingsmethodiek 31
7.9.5. Beoordeling bomen 32
7.10. Waterkerende kunstwerken 35
7.11. Samenvatting resultaten faalmechanismen 35
7.12. Zettingen 35

8. BESCHRIJVING ONTWERP 37
8.1. Geometrie 37
8.1.1. Ophoging en verbreding kruin 37
8.1.2. Steunberm 37
8.1.3. Ophogen achterland/dempen watergang 37
8.2. Materiaalgebruik grondaanvulling 38
8.3. Aanlegprofiel in verband met zettingen 38
8.4. Bomen 38
8.5. Onderhoudsstroken 39
8.6. Ontwerptekening 39

8.7. Zonering legger 39
8.7.1. Huidige situatie 39
8.7.2. Nieuwe situatie 39

9. HOEVEELHEDEN 41
9.1. Hoeveelheden 41
9.2. Grondverwerving 41
9.3. Kosten 41

10. OVERIGE ASPECTEN 43
10.1. Uitvoeringsuitgangspunten 43
10.2. Raakvlakken/risico's 43
10.2.1. Afwatering 43
10.2.2. Kabels en Leidingen 43
10.2.3. Flora en Fauna 43
10.2.4. Explosieven 43
10.2.5. Archeologie 43
10.3. Beheer en onderhoud 43
10.3.1. Dijklichaam 43
10.3.2. Onderhoudsweg 44
10.4. Veiligheid en gezondheid (V&G) 44
10.4.1. Omgevingsveiligheid 44
10.4.2. Veilige realisatie 44
10.4.3. Veilig beheer en onderhoud 44
10.5. Overig 44
10.5.1. Te monitoren kritisch geachte omgevingsobjecten 44
10.5.2. Te monitoren deformaties en bouwkundige opnames 44
10.5.3. Beheersmaatregelen ter voorkomen van schade aan omgeving 44

LITERATUURLIJST 47

laatste bladzijde **47**

BIJLAGEN aantal blz.
I Grondonderzoek 3
II Notitie gevoeligheidsanalyse dekgrond 13
III Notitie rekenblok schematiseringsfactor 12
IV Helpdesk Water vraag 2
V Berekeningen piping en heave (STPH) 1
VI Berekening opbarstveiligheid 1
VII Berekeningen stabiliteit binnenwaarts (STBI) 5
VIII Berekeningen stabiliteit buitenwaarts (STBU) 2
IX Berekening stabiliteit bekleding (STBK) 1
X Zettingsberekeningen 12
XI Ontwerptekening 2
XII Tekening zonering legger 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.

De planstudie zal per dijkring separaat worden uitgevoerd. 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;
- basisrapportage waterkerende constructies;
- grondverwervingsplan;
- notitie variantenafweging;
- V&G-dossier.

Per dijkringgebied is een ontwerpnota definitief ontwerp opgemaakt. Het onderhavige document betreft die van dijkring 82 Aasterberg. Naast de ontwerpnota definitief ontwerp dijkring 82 Aasterberg bestaan de volgende ontwerpnota’s:
- Merum-Solvay (dijkring 77);
- Clauscentrale Maasbracht/Bachterbeek (dijkring 80-1 en 80-2);
- Geulle a/d Maas (dijkring 88).

1.4. Versterkingsopgave

Dijkring 82 Aasterberg bestaat uit vier dijkvakken waarvan één dijkvak (50.620.2) in de toetsing is afgekeurd op piping en heave (STPH). Voor het definitief ontwerp dient de dijk niet alleen op dit faalmechanisme, maar op alle faalmechanismen te worden ontworpen.

Afbeelding 1.1. Ligging dijkring 82 Aasterberg (de rode lijn is dijkvak 50.620.2)

1.5. Beschrijving dijkvak

Dijkvak 50.620.2 ligt aan de zuidwest zijde van Aasterberg. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 150 meter. Er is een zeer lang voorland aanwezig. De minimale afstand tot de geul van de Maas bedraagt ongeveer 300 meter. In het achterland is een voormalige waterloop aanwezig, welke momenteel geen functie meer bekleedt.

Afbeelding 1.2. Dijkvak 50.620.2

Als voorkeursvariant is gekozen om de (voormalige) watergang in het achterland te dempen om de problematiek rondom piping en heave op te lossen.

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 ontwerprapport 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 ontwerpberekeningen voor de verschillende faalmechanismen in hoofdstuk 7 behandeld. In hoofdstuk 8 het ontwerpresultaat beschreven en hoofdstuk 9 gaat in op de hoeveelheden Tot slot gaat hoofdstuk 10 in op overige aspecten als uitvoeringsuitgangspunten, raakvlakken, risico's, beheer en onderhoud en veiligheid en gezondheid.

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

Dijkring 82 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 dijkring 82 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 ontwerpkader 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 dijkring 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:
- ontwerpkader 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 ontwerpkader

dijkvak	rivierkilometer [km-km]	ontwerpkaderwaterstand RWS-DL [m +NAP]
50.720.1	55-56	28,19

3.1.2. Ontwerpwaterstand voor planperiode 50 jaar (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 50 jaar

dijkvak	rivierkilometer [km-km]	ontwerpwaterstand RWS-DL [m +NAP]
50.720.1	55-56	28,49*

* aangezien de ontwerpkaderwaterstand 2020 + 0,30 m groter is dan de ontwerpwaterstand 2050 (NAP +28,35 m) is met deze waarde gerekend.

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 Aasterberg 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 vaste meetpunten rondom Aasterberg: Grevenbicht en Stevensweert. De waterstand ter hoogte van Aasterberg 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]	peil na val [m +NAP]
Grevenbicht	44	31,69
Aasterberg	**55-56**	**27,10**
Stevensweert	62	24,25

3.3. Gemiddelde waterstand

De gemiddelde waterstand is vastgesteld met behulp van waternormalen van Rijkswaterstaat. Hiervoor is gebruik gemaakt van de meetpunten Grevenbicht en Stevensweert. Hier-

tussen 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]	peil na val [m +NAP]
Grevenbicht	44	26,80
Aasterberg	**55-56**	**23,20**
Stevensweert	62	21,10

3.4. Waterstand 1/10 jaar

De maximale waterstand die eens per 10 jaar optreedt is vastgesteld met behulp van waternormalen van Rijkswaterstaat. Hiervoor is gebruik gemaakt van de meetpunten Grevenbicht en Stevensweert. 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]	peil na val [m +NAP]
Grevenbicht	44	32,10
Aasterberg	**55-56**	**27,30**
Stevensweert	62	24,55

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 Grevenbicht en Stevensweert. 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]	peil na val [m +NAP]
Grevenbicht	44	24,70
Aasterberg	**55-56**	**22,30**
Stevensweert	62	20,85

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. Het overslagdebiet wordt zowel voor het jaar 2020 als 2050 berekend. 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 kruinhoogte komt hiermee op NAP +28,99 m (NAP +28,49 m + 0,50 m).

4.1.3. Kruinhoogte (ontwerp Sluitstukkaden)

In het ontwerp wordt een kruinhoogte opgenomen welke gelijk is aan de ontwerpkaderwaterstand 2020 plus de waakhoogte. De kruinhoogte voor het ontwerp komt hiermee op NAP +28,69 m (NAP +28,19 m + 0,50 m).

4.1.4. Aanleghoogte

Voor de versterkingsopgave voor het jaar 2020 dient de kruin circa 10 cm te worden opgehoogd. Voor het uitbreidbaarheidsprofiel voor 2050 is de maximale ophoging van de kruin circa 40 cm. Deze ophogingen zijn exclusief zettingscompensatie en klink. Voor de aanleghoogte wordt zettingscompensatie en klink meegenomen

Zettingscompensatie
Als gevolg van de ophoging zullen er zettingen optreden, welke gecompenseerd moeten worden om tot de ontwerphoogte te komen aan het eind van de ontwerpperiode. De benodigde hoeveelheid zettingscompensatie is bepaald in deze rapportage (paragraaf 7.11).

Klink
Er wordt rekening gehouden met 10 % klink conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [lit. 15.].

4.2. Taludhellingen

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

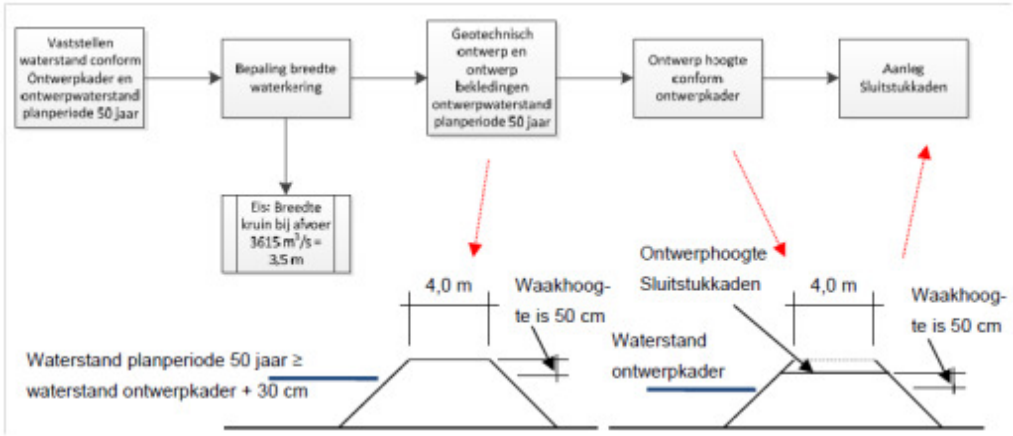
4.2.1. Kruinbreedte

Binnen de ruimtereservering voor de uitbreidbaarheid dient rekening gehouden te worden met een kruinbreedte van minimaal 4 meter ten behoeve van een onderhoudspad. Dit betekend 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 4.1. Kruinbreedte

dijkvak	uitbreidbaarheidsprofiel		versterkingsontwerp		
	niveau [m +NAP]	breedte [m]	niveau [m +NAP]	taludhelling [-]	breedte [m]
50.720.1	28,99	4,00	28,69	1:3	5,80

Afbeelding 4.1. Samenvatting waterstand, kruinhoogte en kruinbreedte



5. GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN

5.1. Beschikbaar grondonderzoek

In juni 2011 is er grondonderzoek uitgevoerd door Fugro. Tabel 5.1 geeft een overzicht van het onderzoeksareaal.

Tabel 5.1. Beschikbaar grondonderzoek Fugro

dijkvak	locatie	codering	
		boring	sondering
50.720.1	teen buitendijks	-	-
	kruin	HB50.620-06kr, B50.620-08kr	-
	teen binnendijks	HB50.620-07bi	-

Dit grondonderzoek is door WRO aan het Dinoloket aangeleverd en opgenomen. Er is geen aanvullend onderzoek in Dino beschikbaar.

Het grondonderzoek is in bijlage I opgenomen.

5.2. Bodemopbouw en grondsoorten

De bodemopbouw bij Aasterberg 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 kleiig 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 II) 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

De bodemopbouw is geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2. Schematisatie bodemopbouw dwarsprofiel 6

grondsoort	onderkant laag		
	voorland (HB50.620-06kr) [m +NAP]	kruin (HB50.620-06kr) [m +NAP]	achterland (HB50.620-07bi) [m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	23,5	23,5	22,8
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

5.4. Volumieke gewichten

De volumieke gewichten zijn opgenomen in Tabel 5.3 en zijn afkomstig uit tabel 2b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21.].

Tabel 5.3. Volumieke gewichten

grondsoort	volumiek gewicht droog γ [kN/m³]	volumiek gewicht nat γ_{sat} [kN/m³]
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 5.4. De sterkteparameters zijn afkomstig uit Tabel 2b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21.].

Tabel 5.4. Karakteristieke waarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m²]	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 5.5 De waarden zijn afkomstig uit het Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [lit. 15.] en zijn afgeleid voor een basisbetrouwbaarheidsniveau β = 4,0 (-).

Tabel 5.5. 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 5.6.

Tabel 5.6. Rekenwaarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rek} [kN/m²]	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 5.7. 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 $1 \cdot 10^{-7}$ m^2/s aangenomen, grind is gedraineerd gemodelleerd. Voor beide grondsoorten is een pre-overburden pressure (POP) aangehouden van 10 kPa.

Tabel 5.7. Zettingsparameters

grondsoort	RR [-]	CR [-]	Cα [-]	c_v [m^2/s]	POP [kPa]
Leem, zwak zandig, slap	0,0307	0,0920	0,0037	$1 \cdot 10^{-7}$	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. 15.] 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

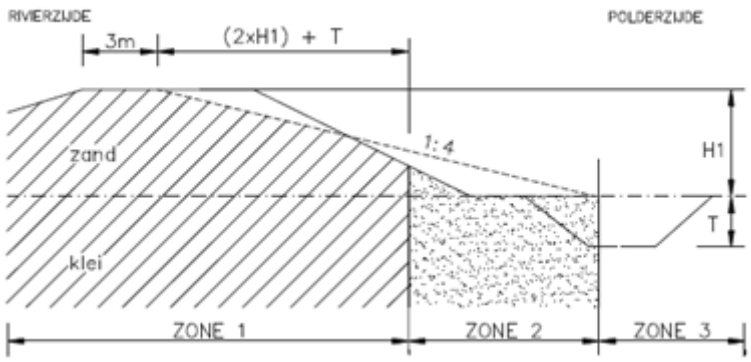
Dijkring 82 heeft een overschrijdingsnorm van 1/250 per jaar. Bij deze norm geldt een schadefactor van 1,04 [lit. 12.].

Zoneringsregel
In de handreiking constructief ontwerpen [lit. 20.] is een methodiek beschreven om met gedifferentieerde 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 II) 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.

Afbeelding 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 [lit. 4.]. Deze is opgenomen in bijlage III.

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 5.8. 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 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

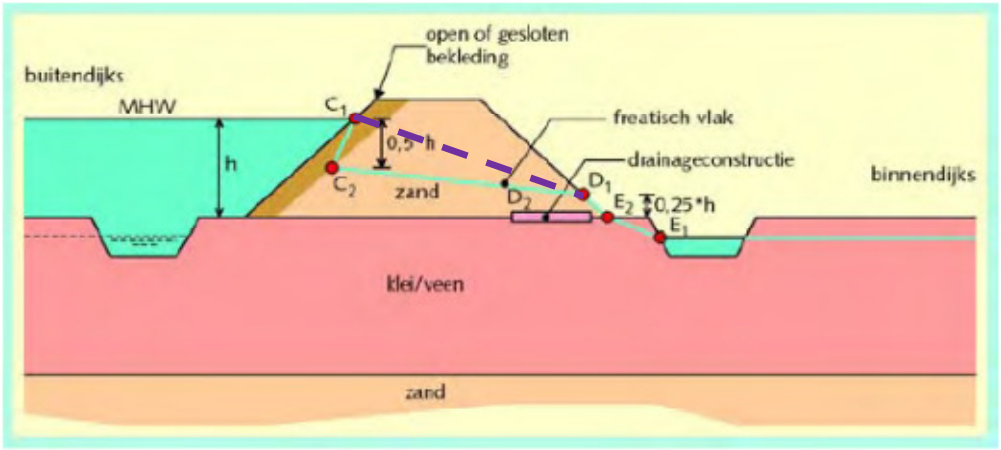
6.1.1. Bij maatgevend hoogwater

Voor de stabiliteitsberekeningen is een gevoeligheidsanalyse (bijlage II) 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 op het buitentalud, de freatische lijn verloopt van C1 naar D1 (zie stippellijn).

Afbeelding 6.1. Schematisatie freatische lijn bij maatgevend hoogwater

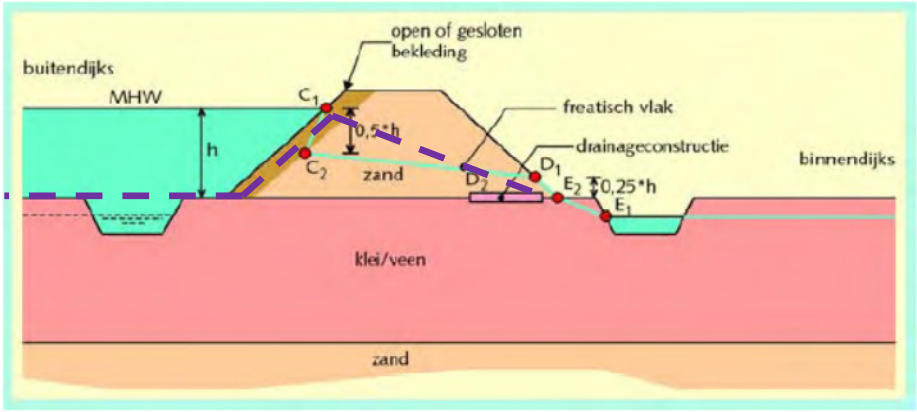


6.1.2. Bij val na hoogwater

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, NAP + 27,1 m.

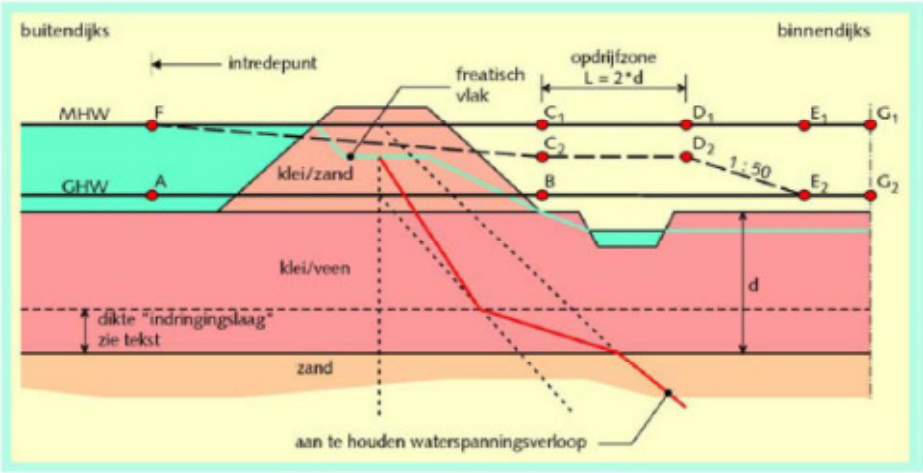
Afbeelding 6.2. Schematisatie freatische lijn bij val na hoogwater



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 (afbeelding 6.3). 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 beinvloed 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 1e watervoerend pakket.

DEEL B: HET ONTWERP

7. ONTWERPBEREKENINGEN

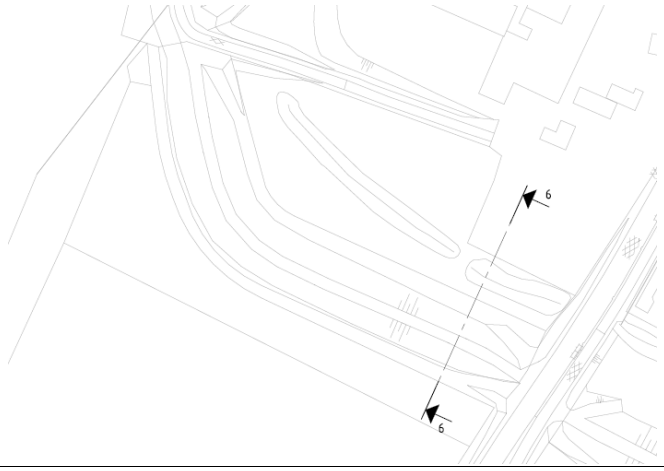
7.1. Rekenprofiel

Voor het definitief ontwerp is één maatgevend dwarsprofiel doorgerekend op alle faalmechanismen. Hiervoor is dwarsprofiel DP 6 uit de revisiemetingen gebruikt.

Tabel 7.1. Rekenprofiel

dwarsprofiel	
DP6	maatgevend dwarsprofiel (laag maaiveld, watergang dicht op dijk)

Afbeelding 7.1. Maatgevend dwarsprofiel



7.2. Hoogte (HT)

De hoogte van de dijk is afhankelijk van de ontwerpkaderwaterstand 2020 en de waakhoogte. De ontwerpkaderwaterstand 2020 is NAP +28,19 m en de waakhoogte bedraagt 0,5 meter. De minimale kruinhoogte bedraagt NAP +28,69 m. De dijk dient over de gehele lengte van het dijkvak te worden opgehoogd met circa 0,1 m.

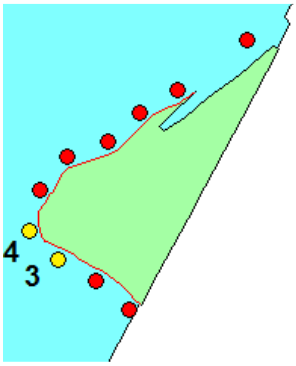
7.2.1. Kruinbreedte

In verband met de uitbreidbaarheid dient de dijk over het gehele dijkvak te worden verbreed.

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. In verband met de knik in het dijklichaam is er een berekening gemaakt voor locatie 3 en locatie 4 uit Hydra-R Maas.

Afbeelding 7.2. Locatie 3 en 4 in Hydra-R Maas



Tabel 7.2. Overslagdebieten berekend met Hydra-R Maas voor 2020

dwarsprofiel	locatie Hydra-R Maas	dijknormaal t.o.v. noord [º]	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]
DP6	3	205	28,19	28,69	0,26	1,92	< 0,1	28,66
DP6	4	260	28,19	28,69	0,28	2,01	0,1	28,69

Tabel 7.3. Overslagdebieten berekend met Hydra-R Maas voor 2050

dwarsprofiel	locatie Hydra-R Maas	dijknormaal t.o.v. noord [º]	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]
DP6	3	205	28,49	28,99	0,26	1,92	< 0,1	28,98
DP6	4	260	28,49	28,99	0,28	2,01	0,1	29,00

Aangezien het overslagdebiet niet groter is dan 0,1 l/s/m is de invloed van het overslagdebiet verwaarloosd (§3.7). Er worden geen eisen gesteld aan de bekleding op het binnentalud.

7.3. Piping (STPH)

De benodigde kwelweglengte is berekend met de methode Bligh. Er is een helpdesk watervraag 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 IV).

De aanwezige kwelweglengte is in de huidige situatie gelijk aan de afstand tussen de buitenteen en de bodem van de watergang. Daarnaast is de beschermingszone in het voorland (10 meter) in rekening gebracht. Het tekort aan kwelweglengte in de huidige situatie bedraagt 26,8 m. Indien de situatie zonder rekening te houden met de watergang wordt beschouwd is de kwelweglengte gelijk aan de afstand tussen binnen- en buitenteen. In verband met het geringe verval is er in deze situatie geen pipingprobleem.

De pipingberekeningen zijn opgenomen in bijlage V.

Indien de watergang wordt gedempt tot een niveau van NAP +26,1 m, is de opbarstveiligheid 1,1 en is er geen kwelweglengte tekort.

Tabel 7.4. Kwelweglengte

dijkvak	dwarsprofiel	opbarst-veiligheid	aanwezige kwelweglengte	beschermingszone voorland	benodigde kwelweglengte	kwelwegtekort
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]
50.620.2	DP6	0,75	25,5	10,0	62,3	26,8
	DP6	1,10	23,0	10,0	30,8	-

7.4. Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)

7.4.1. Maatgevende omstandigheden

In de berekening van de binnenwaartse macrostabiliteit is rekening gehouden met het dempen van de watergang. Aangezien de opbarstveiligheid gelijk is aan 1,1 is er geen sprake van opbarsten en is er niet gerekend met een reductie van de sterkteparameters. Wel dient een controle met de methode Uplift Van te worden uitgevoerd. De berekening van de opbarstveiligheid is opgenomen in bijlage VI.

Tabel 7.5. Opbarstveiligheid

Dijkvak	Dwarsprofiel	Opbarstveiligheid	Rekenmethode
50.620.2	DP2	1,10	Bishop en Uplift Van

De binnenwaartse macrostabiliteit is berekend met behulp van de computersoftware D-Geo Stability, versie 10.1 (build 1.4) van Deltares. De berekende binnenwaartse stabiliteit is weergegeven in tabel 7.6. De D-Geo Stability berekeningen zijn opgenomen in bijlage VII.

Tabel 7.6. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts

Dijkvak	Dwarsprofiel	Zone 1		Zone 2		Bermlengte	Hoogte bermknik
		Eis	Stabiliteits-factor	Eis	Stabiliteits-factor		
		[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m +NAP]
50.620.2	DP6	1,14	1,19	1,07	1,09	5	27,20

* bij uitvoering van de methode Uplift Van wordt een cirkelvormige glijcirkel gevonden. Waardoor een controle met deze methode overbodig blijkt.

7.4.2. 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 stormseizoen, dus met gunstiger hydraulische randvoorwaarden dan in de maatgevende situatie;
- de nieuw aan te brengen leem (berm) en onderliggende cohesieve lagen worden als ongeconsolideerd beschouwd.

Tabel 7.7 geeft de resultaten van de D-Geo Stability berekeningen, de grondophoging in dijkvak 50.620.2 is voldoende veilig in de uitvoeringsfase. De uitvoer is opgenomen in bijlage VII.

Tabel 7.7. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts bij uitvoering

		uitvoering			
dijkvak	dwarspro-fiel	eis [-]	stabiliteitsfactor [-]	bermlengte [m]	bermhoogte m +NAP]
50.320.11	DP45	1,00	1,60	5	27,20

7.4.3. Consolidatietijd

Als gevolg van de ophoging in dijkvak 50.620.2 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 zettingsberekening (§ 7.12) is de consolidatietijd bepaald, de tijd waarin al het overspannen water wegstroomt. Dit is circa 2,5 jaar. Indien de dijk in de zomer van 2014 wordt aangelegd, is deze eind 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.

7.5. 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 7.8. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VIII.

Tabel 7.8. Minimale stabiliteitsfactoren buitenwaarts

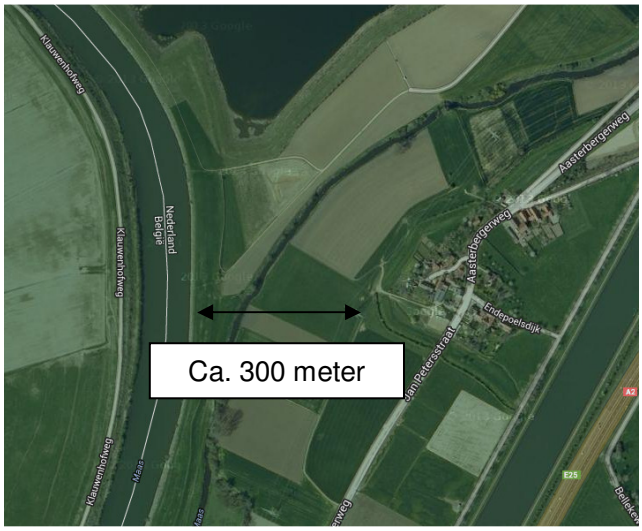
dijkvak	dwarsprofiel	eis	stabiliteitsfactor
50.620.2	DP6	1,07	1,09

De buitenwaartse stabiliteit van de dijk voldoet.

7.6. Stabiliteit voorland (STVL)

De minimaal aanwezige lengte van het voorland is circa 300 meter. Bij een voorland met deze lengte is de stabiliteit van het voorland geen relevant faalmechanisme voor het ontwerp van de dijk.

Afbeelding 7.3. Lengte voorland



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, aangezien de golfoverslag in deze situatie maatgevend is boven de situatie 2020 (zie § 7.1.2).

Aanvullende uitgangspunten
- geen differentiatie golfcondities over buitentalud;
- minimale golfhoogte Hs;min: 0,1 m (standaard);
- bekledingstype: gezaaid gras;
- windrichting 225 graden;
- 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 7.99. De uitvoer van de grastoets is opgenomen in bijlage IX. 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.

Tabel 7.9. Beoordeling STBK

dijkvak	dwarsprofiel	nadere beoordeling				eindoordeel
		zone A	zone B	zone C	zone D	
50.620.2	DP6	goed	goed	goed	n.v.t.	goed

7.8.2. Kruin en binnentalud

Aangezien het overslagdebiet gelijk is aan 0,1 l/m/s (§7.4.1) worden er geen eisen gesteld aan de bekleding op de kruin en op het binnentalud.

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

In het dijkvak bevindt zich een bomenrij bij de buitenteen van de dijk. Drie van deze bomen zijn groter dan 5 meter en worden daardoor als niet waterkerend object beschouwd. Daarnaast bevindt zich één boom op de kruin en één boom in het achterland.

7.9.2. Kabels en leidingen

Uit Klic-meldingen die in opdracht van het WRO zijn uitgevoerd in 2013 blijkt dat er onder de Jan Peterstraat, op de grens van het dijkvak met dijk 50.620.1, enkele kabels en leidingen lopen. De Jan Peterstraat bevindt zich aan de zuidoost zijde van het projectgebied op de grens met dijkvak 50.620.1. De aanwezige kabels en leidingen zijn opgenomen in tabel 7.10. Kabels worden geacht van weinig invloed te zijn op de veiligheid van waterkeringen en hoeven niet te worden getoetst.

Tabel 7.10. Aanwezige kabels en leidingen

soort kabel/leiding	beheerder	toetsing benodigd [ja/nee]
data	Ziggo	nee
data	KPN	nee
laagspanning	Enexis	nee
middenspanning	Enexis	nee
gasleiding hoge druk	Enexis	nee
rioolleiding vrij verval ø 200	Gemeente Echt-Susteren	nee
rioolleiding vrij verval ø 400	Gemeente Echt-Susteren	nee

De aanwezige rioolleidingen starten op een afstand van circa 20 meter van de binnenteen en kruisen de waterkering niet. Ook deze leidingen vormen geen gevaar voor de waterveiligheid. De gasleiding van Enexis bevindt zich onder de berm tussen de Jan Peterstraat en het fietspad. Omdat hier geen grond wordt aangebracht zal het ontwerp geen invloed hebben op de leiding. Voor deze leiding geldt wel dat er tijdens de uitvoeringsfase rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van deze leiding. De leiding ligt in de berm en is daarom geen zware belastingen gewend. Om zettingen te voorkomen dient het materieel hier niet op de berm te komen.

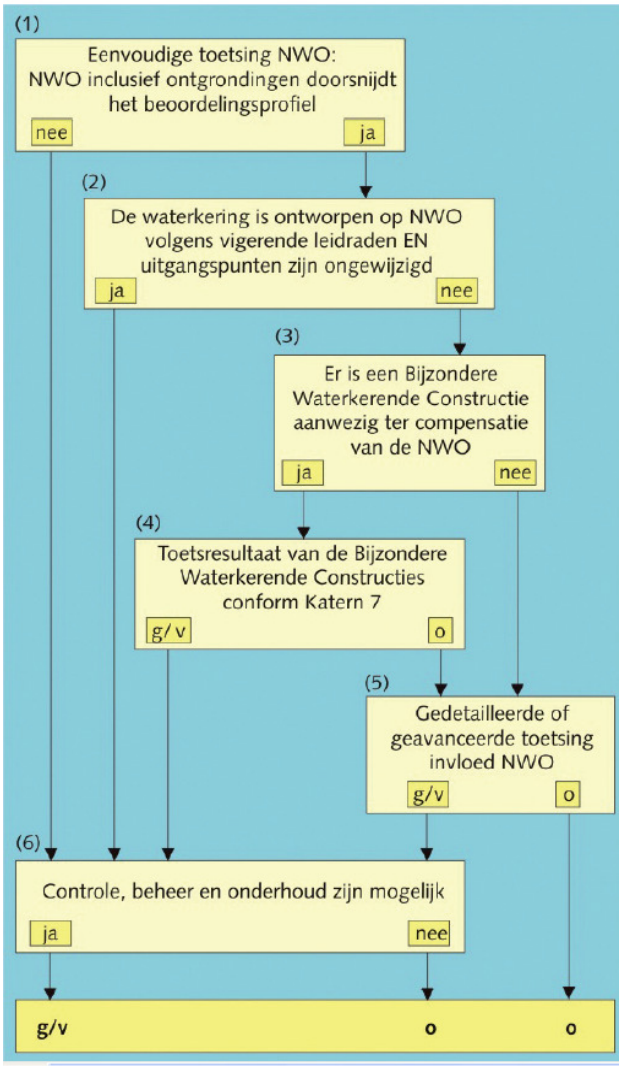
7.9.3. Bebouwing

In dijkvak 50.620.2 is geen bebouwing aanwezig.

7.9.4. Beoordelingsmethodiek

In Afbeelding 7.44 is het algemeen beoordelingschema voor niet-waterkerende objecten weergegeven. Dit schema is op alle categorieën niet-waterkerende objecten toepasbaar. Onderscheid wordt gemaakt in de categorieën: begroeiing, bebouwing, pijpleidingen en kabels en overige objecten.

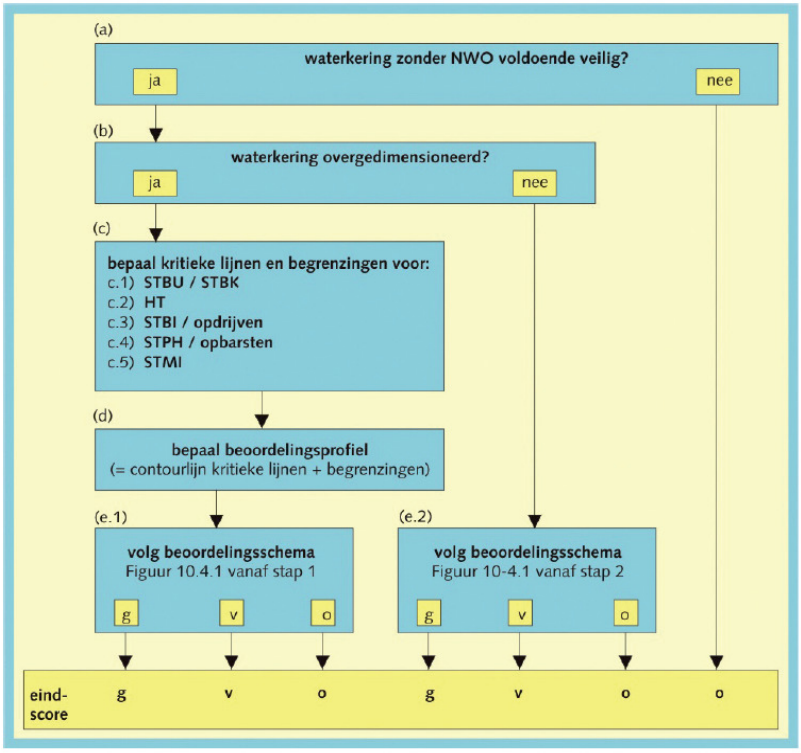
Afbeelding 7.4. Beoordelingsschema niet waterkerende objecten (figuur 10-4.1, VTV2006)



7.9.5. Beoordeling bomen

Stap 1: Toetsing aan beoordelingsprofiel
Om te komen tot een beoordelingsprofiel wordt het stroomschema gevolgd, zoals weergegeven in afbeelding 7.5.

Afbeelding 7.5. Stroomschema bepalen beoordelingsprofiel (Figuur 10-3.1, VTV2006)



Stap 1a
In de eerste stap wordt getoetst of de waterkering zonder NWO's voldoende veilig is. Dit is per definitie het geval bij 'ontwerpen op alle faalmechanismen'. Deze stap wordt met 'ja' beantwoord en de toetsing wordt vervolgd met stap 1b.

Stap 1b
In deze stap wordt beoordeeld of het zinvol is een (eenvoudig) beoordelingsprofiel op te stellen. Er moet worden bepaald of de dijk voldoende hoogte heeft om te voldoen aan het maximale overslagdebiet van 0,1 l/s/m, of de kruinbreedte minimaal 3 meter breed is en of er een flauw talud aanwezig is. Een flauw binnentalud betekent een talud kleiner dan 1:2 en 1:4 voor respectievelijk kleidijken en zanddijken.

Tabel 7.11. Stap (b) uit stroomschema beoordelingsprofiel

dwarsprofiel	kruinhoogte > kruinhoogte bij q=0,1l/m/s [m]	kruinbreedte [m] (eis >3 m)	helling binnentalud [-] eis klei < 1:2, zand < 1:4	opmerking
DP4	28,99 < 29,00	4	1:3> 1:4 (zand)	volg beoordelingsschema Figuur 10-4.1 vanaf stap 2

Uit Tabel 7.11 blijkt dat de beoordelingsprofielen in de eenvoudige toets niet bepaald hoeven te worden. Er kan daarom direct met stap 2 worden vervolgd.

Stap 2: gehanteerde ontwerpmethoden
De waterkering is niet ontworpen op de aanwezigheid van bomen, voor zover het aantoonbaar is. Daarom volgt op stap 2 een 'nee'.

Stap 3: Bijzonder waterkerende constructie ter compensatie bomen
Voor de ontgrondingskuil, die door een boom veroorzaakt wordt, zijn geen compenserende maatregelen getroffen. Derhalve zal vervolgt worden met stap 5, de gedetailleerde toetsing.

Stap 5: Gedetailleerde toetsing bomen
De toetsing van de begroeiing volgt de gedetailleerde toetsstap van dijken en dammen volgens Katern 5 en Katern 8 van het VTV2006. De boom op de kruin dient te worden gerooid in verband met de verbreding van de kruin en de aanleg van het onderhoudspad.

Volgens afbeelding 7.6 (tabel 10-4.1 in het VTV2006) moeten de bomen op de faalmechanismen getoetst worden zoals gegeven in tabel 7.12.

Tabel 7.12. Te toetsen faalmechanismen bomen

dijkvak	locatie	te toetsen faalmechanismen
50.620.2	buitenteen	1 (STPH) , 3 (STBU), 4 (STBI)
	achterland	2 (STPH), 5 (STBI)

Afbeelding 7.6. Beoordelingsschema bomen binnen beoordelingsprofiel

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

1. Na omvallen van een boom bij de buitenteen kan in de ontstane ontgrondingskuil een nieuw intredepunt voor piping ontstaan. Aangezien de gemiddelde waterstand (NAP +23,2 m) zich in de watervoerende grindlaag bevindt dient er een controle op piping te worden uitgevoerd met een ontgrondingskuil van 1 meter. De kwelweglengte neemt met 10 meter af (gelijk aan beschermingszone) waardoor er een tekort komt aan kwelweglengte. Echter is de opbarstveiligheid 1,12 waardoor er geen doorgaande pipe kan ontstaan. Het oordeel op basis van STPH luidt ‘voldoende’. De berekening is opgenomen in bijlage V.

2. Na omvallen van de boom in het achterland kan in de ontstane ontgrondingskuil een uittredepunt voor piping ontstaan. De boom bevindt zich op circa 18,5 meter uit de huidige binnenteen. De kwelweg lengte is daarmee gelijk aan 43 meter. Met een ontgrondingskuil van 1 meter is de aanwezige kwelweglengte onvoldoende. het oordeel op basis van STPH luidt ‘onvoldoende’. De berekening is opgenomen in bijlage V.

3. Met de software D-Geo Stability is de buitenwaartse stabiliteit berekend indien er rekening wordt gehouden met een ondergrondingskuil achter de buitenteen van de dijk. De stabiliteitsfactor bij het omwaaien van de bomen is 1,06 waar aan de eis 1,07 is. De bomen bij de buitenteen scoren 'onvoldoende' op STBU. De berekening is opgenomen in bijlage VIII.

4. De aanwezigheid van een ontgrondingskuil bij de buitenteen resulteert niet in een verhoging van het freatische vlak (het freatische vlak is geschematiseerd conform een zanddijk). De bomen bij de buitenteen scoren 'voldoende' op basis van STBI.

5. Het omvallen van een boom in het achterland kan de binnenwaartse stabiliteit van het aangrenzende dijklichaam ongunstig beïnvloeden. Een ontgrondingskuil kan een ongunstig effect hebben op het tegenwerkend moment. De boom staat op korte afstand van de nieuwe binnenteen. Indien de boom omwaait ontstaat hier een ontgrondingskuil met als gevolg dat het maaiveld hier gaat opbarsten. Het opbarsten van het maaiveld en het verlies aan tegenwerkend gewicht leidt zeker tot een afname van de stabiliteit van de waterkering. Het oordeel luidt 'onvoldoende'.

Bij de beoordeling van de aanwezige bomen is niet gelet op de staat en conditie. Bij een beoordeling van NWO's conform het VTV2006 wordt hier geen onderscheid in gemaakt. Indien de bomen worden gehandhaafd levert dit problemen in de volgende toetsronde. Tevens zullen de bomen ook moeten worden verwijderd om een onderhoudsstrook bij de buitenteen te realiseren, de kruinverbreding mogelijk te maken en de sloot te kunnen dempen.

Geadviseerd wordt om de bomen bij de buitenteen (hoogte >5 m), de boom op de kruin en de boom in het achterland te rooien.

7.10. Waterkerende kunstwerken

In dijkvak 50.620.2 bevinden zich geen waterkerende kunstwerken.

7.11. Samenvatting resultaten faalmechanismen

Tabel 7.13. Samenvatting resultaten

faalmechanisme	
HT	de kruin moet met circa 10 cm worden opgehoogd
STBI	in het gehele dijkvak is een steunberm benodigd van 5 meter breed, met het knikpunt op NAP +27,2 m.
STBU	het gehele dijkvak voldoet op macrostabiliteit buitenwaarts
STPH	in verband met piping en heave dient de watergang te worden gedempt
STVL	in verband met de grote afstand tot de maasgeul voldoet het dijkvak op STVL
STMI	aangezien de dijk is opgebouwd uit leem speelt STMI geen rol
STBK	de stabiliteit van de bekleding is goed indien aangetoond kan worden dat het zandgehalte van de bovenste 0,5 meter op het buitentalud kleiner is dan 50%
NWO´s	de aanwezige bomen groter dan 5 meter dienen te worden gerooid.
WK's	er zijn geen waterkerende kunstwerken aanwezig

7.12. 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 γ/γ_{sat} = 19/19 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 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 X. De resultaten zijn gepresenteerd in tabel 7.14.

Tabel 7.14. Resultaat zettingsberekening

locatie	**zettingscompensatie versterkingsopgave 2020 [m]**	**zettingscompensatie uitbreidbaarheisprofiel 2050 [m]**
kruin	0,07	0,09
binnenteen	0,13	0,13
achterland (t.p.v. oude kwelsloot)	0,07	0,07

8. BESCHRIJVING ONTWERP

8.1. Geometrie

8.1.1. Ophoging en verbreding kruin

De ophoging van de kruin is uitgezet vanaf de huidige buitenkruinlijn. De nieuwe kruinhoogte bedraagt NAP +28,69 meter en de kruin is 5,8 meter breed (§ 4.2.1). Het nieuwe binnentalud heeft een helling van 1:3 tot aan de bovenzijde van de steunberm.

8.1.2. Steunberm

In verband met de binnenwaartse macrostabiliteit dient er een steunberm te worden aangelegd van 5 meter breed. De insnijding van de berm met het nieuwe binnentalud ligt op NAP +27,45 m en het knikpunt van de berm ligt op NAP +27,20 m. De berm ligt hiermee onder een afschot van 1:20. Het talud van de berm verloopt onder een helling van 1:3.

In de berekening voor de binnenwaartse macrostabiliteit is uitgegaan dat het achterland niet opbarst. Hiervan is geen sprake indien de maaiveld hoogte gelijk is aan NAP +26,10. Om hier extra veiligheid in te bouwen in verband met onzekerheden, is het maaiveld bij de teen van de dijk gelijk gehouden aan NAP +26,30 m.

8.1.3. Ophogen achterland/dempen watergang

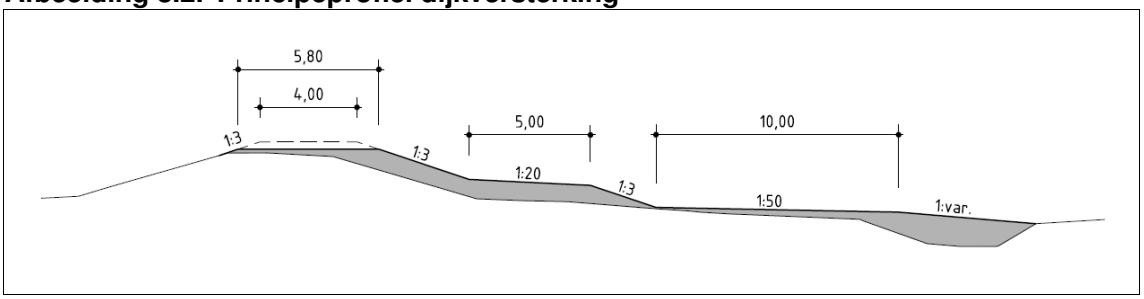
De aanwezige watergang in het achterland (zie afbeelding 8.1) dient te worden gedempt in verband met het faalmechanisme piping en heave. Deze watergang heeft in de huidige situatie geen functie. Aan beide zijden van het dijkvak wordt de watergang door een weg opgesloten waardoor de watergang nergens op afwatert.

Afbeelding 8.1. Watergang in het achterland

Om te kunnen voldoen aan de eisen voor piping en heave en macrostabiliteit binnenwaarts verloopt het toekomstige maaiveld vanaf de bermteen onder een afschot van 1:50 naar NAP +26,1 (10 meter vanuit de bermteen). In deze zone vindt geen opbarsten plaats, wat een belangrijk criterium is voor de berekening van de macrostabiliteit. Vanaf dit punt loopt het maaiveld onder een variabel talud (1:12 tot 1:20) naar de insteek van de watergang met het maaiveld. Hiermee wordt de problematiek rondom piping en heave opgelost.

Het principe van de dijkversterking is gegeven in afbeelding 8.2.

Afbeelding 8.2. Principeprofiel dijkversterking



8.2. Materiaalgebruik grondaanvulling

Aangezien het overslagdebiet gelijk is aan 0,1 l/s/m (§ 7.1.2) zijn er geen eisen gesteld aan de bekleding op de kruin en het binnentalud. In overlet 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.

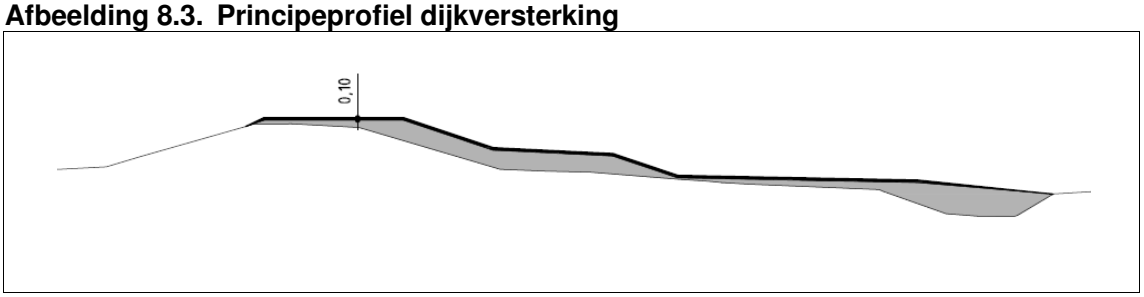
In het ontwerp is uitgegaan dat de kleibekleding op het buitentalud een minimaal kleigehalte heeft van 50 % en de erosiebestendigheid moet minimaal gelijk zijn aan klei categorie 3. Dit dient te worden gecontroleerd met zeefproeven.

Inkassing van de kleibekleding gebeurt feitelijk door het frezen van de grasmat en het afgraven van de toplaag (0,3 m). Omdat het overslagdebiet kleiner is dan 0,1 l/s/m en het een leemdijk betreft, is verdere inkassing van de kleibekleding niet noodzakelijk.

8.3. Aanlegprofiel in verband met zettingen

De zettingsberekeningen tonen zettingen van 0,07 m op de kruin, 0,13 m bij de steunberm en 0,07 meter bij de te dempen watergang. Geadviseerd wordt om het gehele ontwerpprofiel 0,1 meter hoger aan te leggen dan zoals in het ontwerp is opgenomen (afbeelding 8.3).

Afbeelding 8.3. Principeprofiel dijkversterking



8.4. Bomen

In de huidige situatie zijn één boom op de kruin, één boom in het achterland en 3 bomen bij de buitenteen (hoogte >5 m) aanwezig. Deze bomen dienen te worden gerooid in verband met de gevolgen bij het eventueel omwaaien ervan. Hiervoor dient de boom te worden omgezaagd en dienen de stobben te worden verwijderd. Het wortelstelsel dient te worden uitgegraven en het gat dient te worden aangevuld met gebiedseigen dekgrond.

8.5. Onderhoudsstroken

In het ontwerp zijn 3 onderhoudspaden voorzien:
- op de kruin;
- op de steunberm;
- bij 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 worden opgebouwd uit een laag van 0,3 m hydraulisch gebonden menggranulaat.

De onderhoudsstroken op de steunberm en bij de buitenteen krijgt ook een breedte van 3,5 meter maar hier wordt geen verharding voor aangebracht. De toeritten naar het onderhoudspad op de berm hebben een helling van 1:12 en worden ook voorzien van hydraulisch gebonden menggranulaat.

Bij de buitenteen dienen obstakels te worden verwijderd, wat inhoudt dat de kleinere bomen moeten worden gekapt. Hiervoor dienen alle aanwezige bomen en bossages (strook van ca. 4 meter) te worden verwijderd. Daarnaast wordt er aan de noordoostzijde een oprit gerealiseerd met een helling van 1:12 naar de buitenteen.

8.6. Ontwerptekening

De ontwerptekening is opgenomen in bijlage XI.

8.7. Zonering legger

8.7.1. Huidige situatie

In bijlage XII is een tekening opgenomen met daarop de leggergrenzen voor zowel de huidige- als de nieuwe situatie. De leggergrenzen uit de huidige situatie zijn overgenomen uit de leggertekeningen van Waterschap Roer en Overmaas.

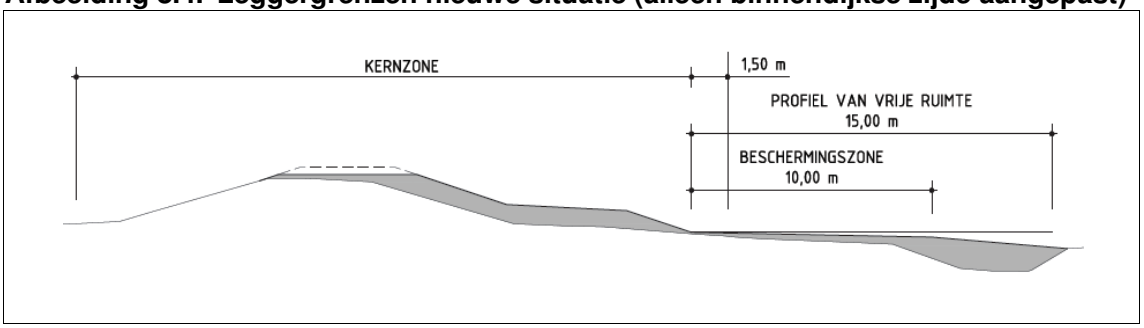
8.7.2. Nieuwe situatie

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 leggergrenzen aan de buitendijkse zijde zijn niet gewijzigd ten opzichte van de huidige legger omdat der profielgeometrie van het buitentalud niet wijzigt.

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

Afbeelding 8.4. Leggergrenzen nieuwe situatie (alleen binnendijkse zijde aangepast)



9. HOEVEELHEDEN

9.1. Hoeveelheden

In onderstaande tabel zijn de benodigde hoeveelheden gegeven. Voor de bepaling van deze hoeveelheden is gebruik gemaakt van een 3D-model met de software Civil3D.

Tabel 9.1. Hoeveelheden dijkvak 50.620.2

post	hoeveelheid	eenheid
Verwijderen bestaande bekleding / grasmat	1155	m^3
Verwerken leem (deels leveren)		
- t.b.v. ophoging	1815	m^3
- t.b.v. vervanging huidige toplaag	955	m^3
- t.b.v. zettingen	385	m^3
- t.b.v. klink	220	m^3
Leveren en verwerken menggranulaat	200	m^3
Frezen terrein	3150	m^2
Inzaaien gras	3150	m^2
Rooien bomen (>5m)	5	st
Verwijderen bossage	525	m^2

9.2. Grondverwerving

Het dijklichaam en het achterland (inclusief watergang) zijn in het eigendom van Waterschap Roer en Overmaas. Voor de inpassing van het ontwerp is geen grondverwerving noodzakelijk. Ook de onderhoudsstrook bij de buitenteen is inpasbaar binnen de eigendomsgrenzen van WRO. Er is in het ontwerp geen rekening gehouden met grondverwerving.

9.3. Kosten

De kostenraming van het definitief ontwerp is in een aparte notitie opgenomen.

10. OVERIGE ASPECTEN

10.1. Uitvoeringsuitgangspunten

Voor de uitvoering van de dijkversterking bij Merum 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 stormseizoen;
- in verband met de aanwezige gasleiding maakt het materieel geen gebruik van de berm tussen de Jan Peterstraat en het fietspad.

10.2. Raakvlakken/risico's

10.2.1. Afwatering

In het ontwerp is het achterland onder een talud van minimaal 1:50 aangebracht in verband met de afwatering. In de huidige situatie is de watergang het laagste punt in het achterland. In de toekomstige situatie wordt dit het maaiveld nabij de perceelgrens. Aangezien het maaiveld meer dan 2 meter hoger ligt dan de gemiddelde waterstand is dit in het ontwerp niet gezien als een groot issue. Daarnaast is de watergang aan beide zijden afgesloten.

10.2.2. Kabels en Leidingen

De werkzaamheden op het dijkvak zullen geen belasting vormen voor de kabels en leidingen die aangetroffen zijn in de omgeving van het dijkvak. Kabels en leidingen maken geen onderdeel uit van het DO.

10.2.3. Flora en Fauna

Op basis van de natuurrapportage van Regelink [lit. 5.] kan worden gesteld dat er geen beschermde flora en fauna soorten in dijkvak 50.620.2 aanwezig zijn.

10.2.4. Explosieven

Het rapport van de Explosive Clearance Group (ECG) stelt dat het gebied bij dijkvakken 50.620.1 t/m 50.620.4 te Aasterberg niet verdacht is op het aantreffen van conventionele explosieven [lit. 6.].

10.2.5. Archeologie

Bij Aasterberg is in het rapport van RAAP [lit. 7.] geconstateerd dat de archeologische verwachting hoog is voor het dijkvak 50.620.2. Aangezien er slechts tot een diepte van 0,3 meter wordt ontgraven heeft dit geen consequenties voor het ontwerp.

10.3. Beheer en onderhoud

10.3.1. 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.

10.3.2. 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.

10.4. Veiligheid en gezondheid (V&G)

10.4.1. 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.

10.4.2. Veilige realisatie

Veilige realisatie heeft betrekking op:
- explosieven: waakzaamheidstraining;
- bouwplaatsinrichting: opslag materiaal en materieel en manoeuvreerbaarheid op wegen.

10.4.3. Veilig beheer en onderhoud

Begaanbaarheid van onderhoudswegen is een belangrijk punt. Om de onderhoudspaden op de kruin en de binnenberm 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. Het pad op de steunberm ligt onder een gelijk afschot als de berm, namelijk 5 %.

Maaiwerkzaamheden op het binnen- en buitentalud kunnen plaatsvinden vanaf deze onderhoudswegen. Het maaiveld in het achterland wordt aangelegd met een maximaal afschot van circa 1:12 wat het achterland goed bereidbaar maakt voor maaivoertuigen.

10.5. Overig

10.5.1. Te monitoren kritisch geachte omgevingsobjecten

In de directe omgeving van dijkvak 50.620.2 bevinden zich geen waterkerende kunstwerken, bebouwing of andere objecten. Monitoring van objecten tijdens de uitvoering is niet aan de orde.

10.5.2. Te monitoren deformaties en bouwkundige opnames

De verwachte zettingen zijn zeer gering. Daarnaast bevindt de bebouwing zich op grote afstand van het ontwerp. Er hoeven tijdens de uitvoering geen deformaties te worden gemonitord. Bij oplevering dient wel de hoogte van het maaiveld te worden gecontroleerd in verband met de macrostabiliteit en de benodigde deklaag voor piping.

10.5.3. Beheersmaatregelen ter voorkomen van schade aan omgeving

Rijplaten zullen beschadigingen van Merummerbroekweg moeten uitsluiten. Daarnaast dienen er voorzieningen te worden getroffen zodat het materieel geen gebruik maakt van

de berm tussen deze weg en het fietspad. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van de hoge druk gasleiding die hier ligt.

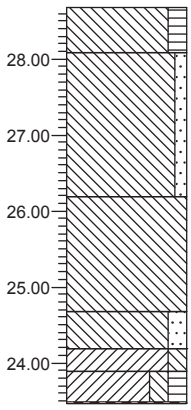
LITERATUURLIJST

1. HKV (2013) Ontwerpwaterstanden Limburgse Maas, januari 2013, kenmerk: PR2353
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010) Ontwerpkader nog aan te leggen Maaskaden. 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.

BIJLAGE I GRONDONDERZOEK

Boring: HB50.620-06kr **Veldclassificatie**

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



28.68
Leem, matig humeus, donkerbruin
28.08
Leem, zwak zandig, bruin
26.18
Leem, matig roesthoudend, bruin
24.68
Leem, matig zandig, sterk roesthoudend, grijsbruin
24.18
23.88 Klei, matig siltig, grijs
23.46 Klei, matig siltig, matig humeus, grijsbruin
Grind
Gws geen

Uitvoering: 28-6-2010	X: 186689.9	MV (m tov NAP): 28.68	GHG (cm tov MV):	Bk PB (m tov NAP):
	Y: 345779.5	GWS (cm tov MV):	GLG (cm tov MV):	Boormeester: JMM

BORING VOLGENS NEN 5119

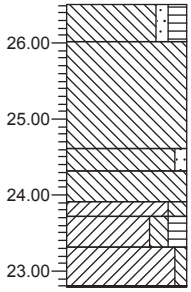
Fugro Ingenieursbureau B.V.

1210-0018-000

TOETSING DIJKRING AASTERBERG, VISSERWEERT EN NATTENHOVEN-GREVENBICHT-ROOSTEREN

Boring: HB50.620-07bi **Veldclassificatie**

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



26.51
26.01 Leem, zwak zandig, matig humeus, bruin
Leem, bruin

24.61
24.31 Leem, zwak zandig, zwak roesthoudend, bruin
23.91 Leem, matig roesthoudend, grijsbruin
23.71 Klei, matig siltig, zwak roesthoudend, grijs
23.31 Klei, matig siltig, matig humeus, grijsbruin
22.79 Klei, zwak siltig, grijsblauw
Grind
Gws geen

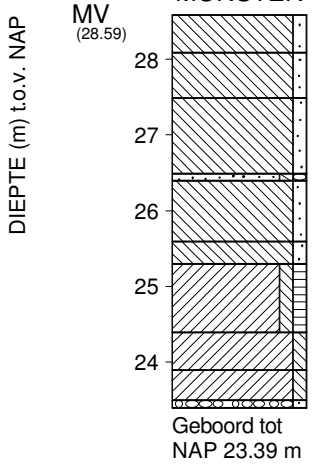
Uitvoering: 28-6-2010	X: 186658.5	MV (m tov NAP): 26.51	GHG (cm tov MV):	Bk PB (m tov NAP):
	Y: 345807.3	GWS (cm tov MV):	GLG (cm tov MV):	Boormeester: JMM

BORING VOLGENS NEN 5119

Fugro Ingenieursbureau B.V.

1210-0018-000

TOETSING DIJKRING AASTERBERG, VISSERWEERT EN NATTENHOVEN-GREVENBICHT-ROOSTEREN



MONSTER	LAAG		DIEPTE NAP [m] VAN	TOT	BESCHRIJVING
1	1		28.59	28.09	leem, zwak zandig, wortels; bruin 'Restante BZB.: grind'
2		2	28.09	27.49	leem, zwak zandig; bruin
3		3	27.49	26.49	leem, zwak zandig; bruin
4		4	26.49	26.39	zand, zwak siltig, zwak grindig; matig grof 'TBR RO'
5		5	26.39	25.59	leem, zwak zandig; bruin
6		6	25.59	25.29	leem, zwak zandig; bruin
7		7	25.29	24.39	klei, zwak siltig, zwak humeus; bruin
8		8	24.39	23.89	klei, zwak siltig; grijs 'Restante BZB.: roest'
9		9	23.89	23.49	klei, zwak siltig, schelpen; donker-, grijs
10		10	23.49	23.39	grind, zwak zandig; zeer grof grind

Einde Boring B50.620-08KR

maaiveld: NAP 28.59 m
X = 186625.50 m Y = 345831.40 m (RD)

Telefoon Telefax	datum 2010-06-11	get. JVN
-	TOETSING DIJKRING AASTERB	gez.
-	BIJL.	form. A4

BIJLAGE II NOTITIE GEVOELIGHEIDSANALYSE DEKGROND

Witteveen+Bos

notitie

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/m^3.

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/m²]	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 β = 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

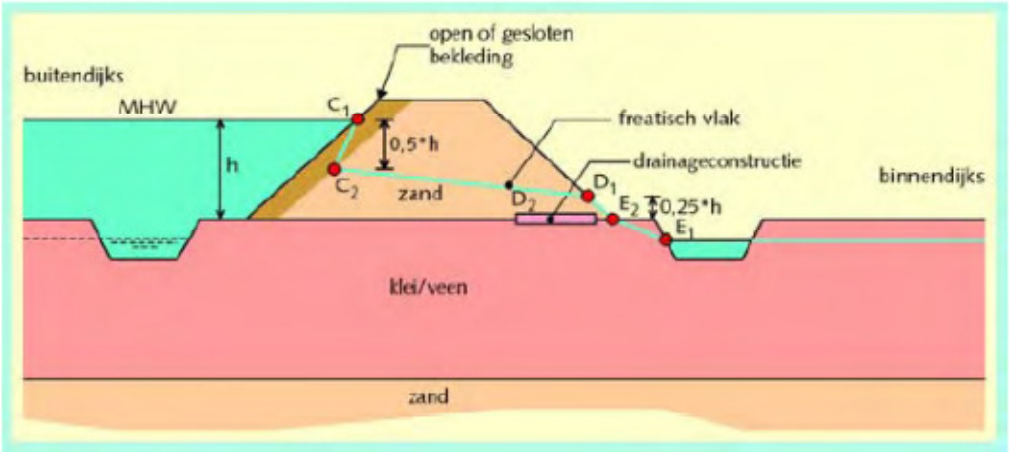
grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m²]	hoek van inwendige wrijving φ'_{rep} [°]
Leem, zwak zandig, slap	0,8	23,5
Klei, zwak zandig, matig	4,0	19,0

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.

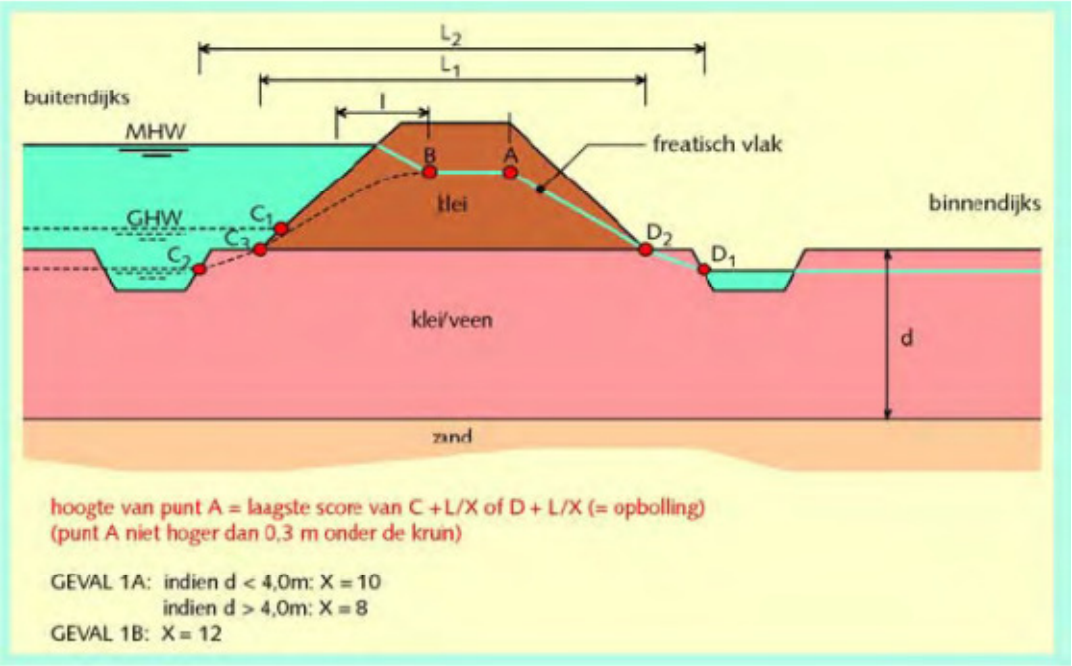
Afbeelding 2.1. Schematisatie freatische lijn



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.

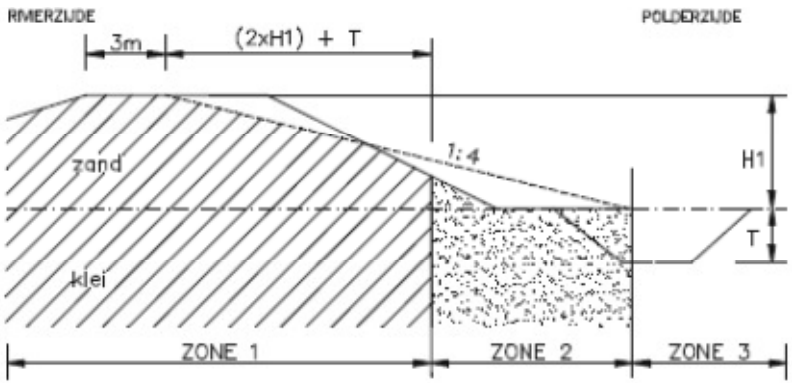
Afbeelding 2.2. Schematisatie freatische lijn



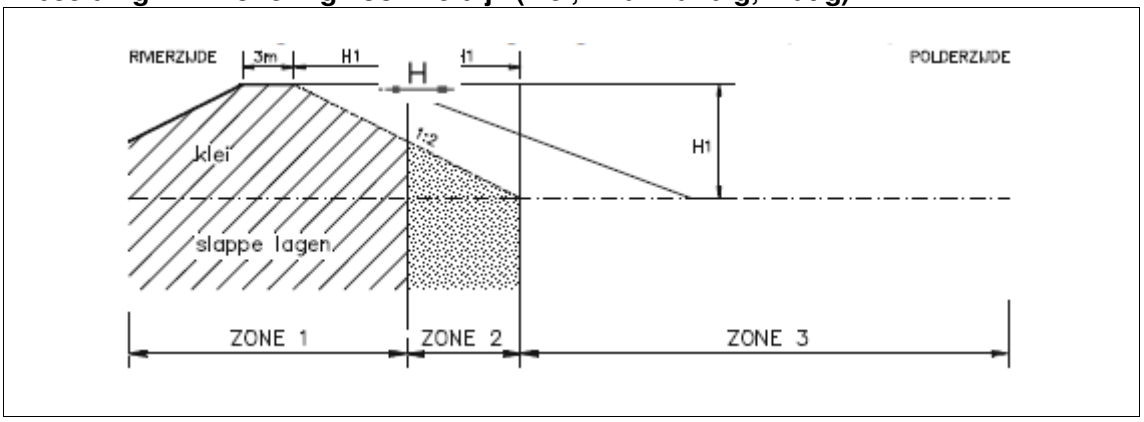
2.3. Zonering

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).

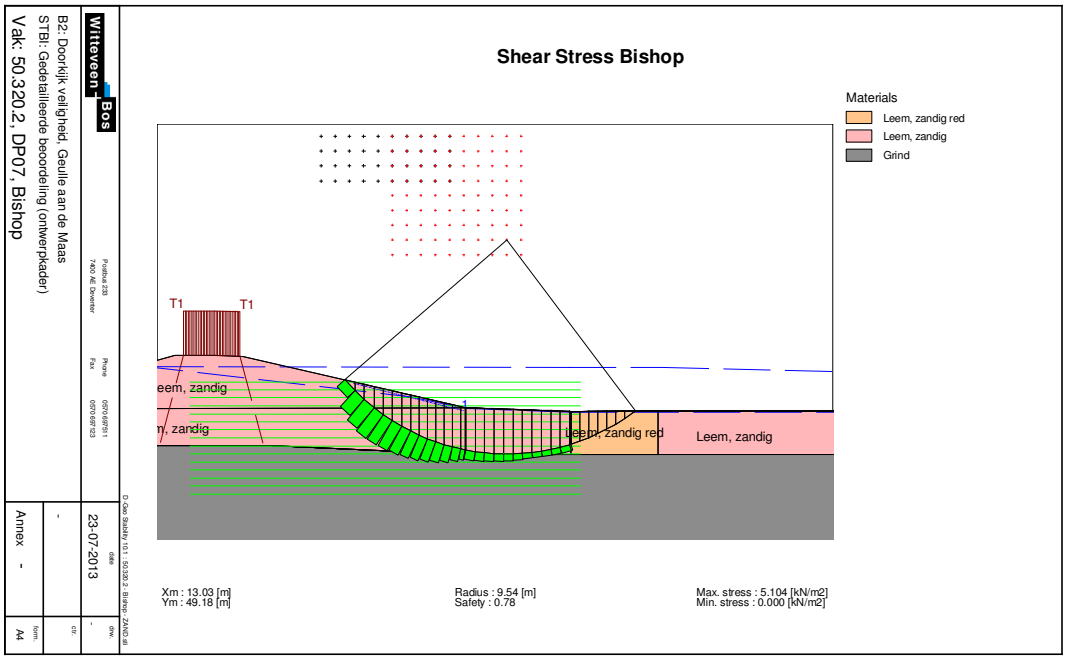
Tabel 3.1. Resultaten

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

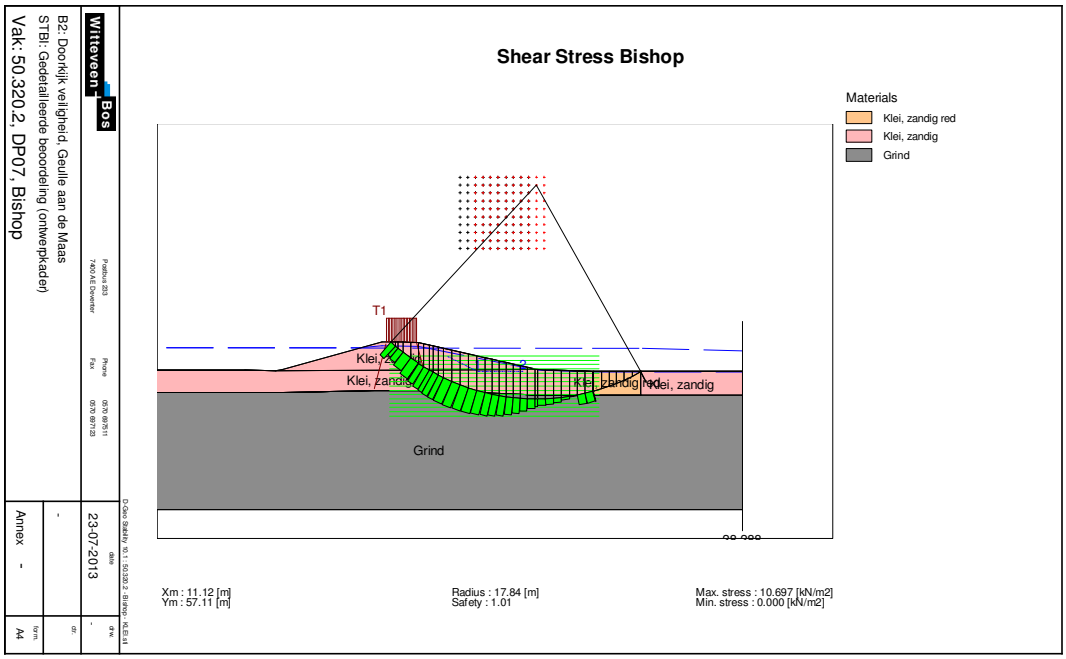
Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond en het kernmateriaal van de dijk in de stabiliteitsberekeningen voor het definitieve ontwerp geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap.

BIJLAGE I UITVOER D-GEO STABILITY

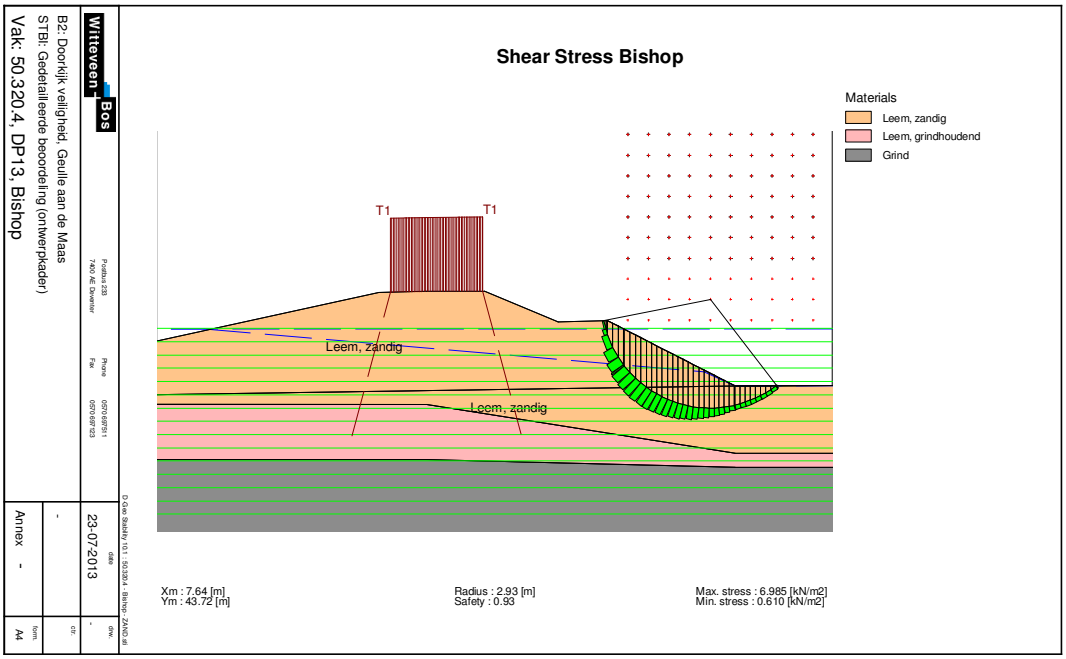
50.320.2: leem, zwak zandig, slap



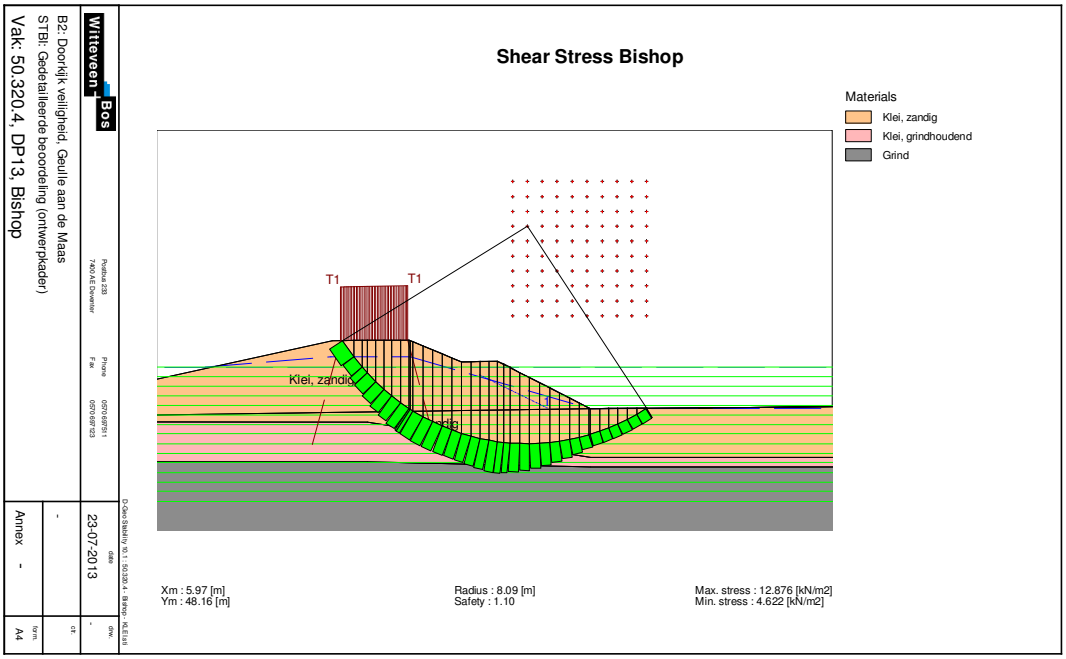
50.320.2: klei, zwak zandig, matig



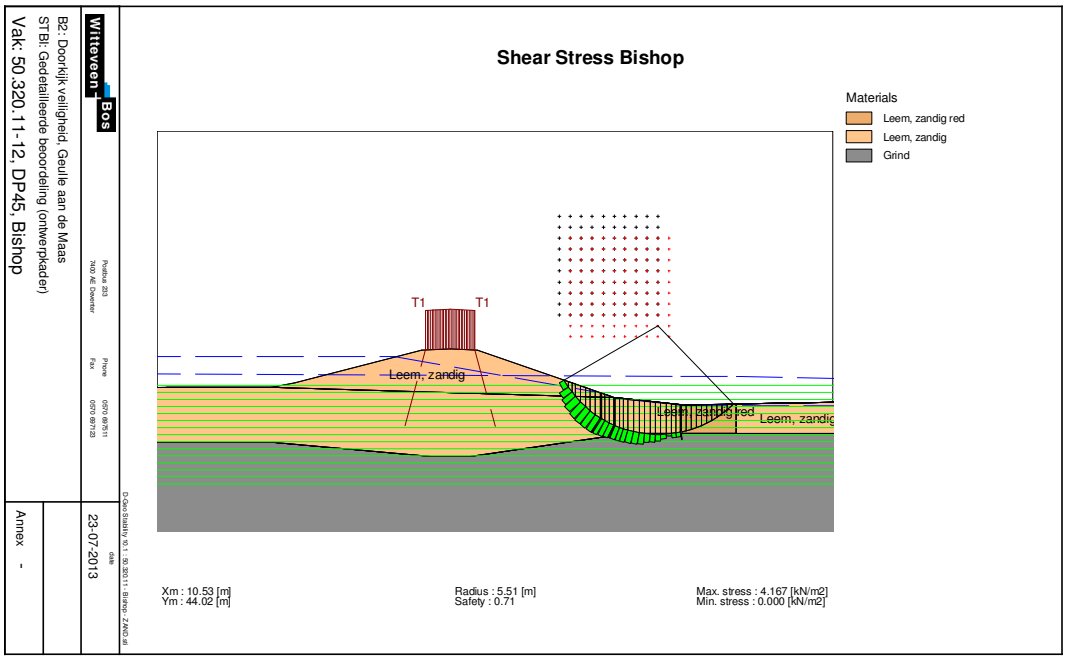
50.320.4: leem, zwak zandig, slap



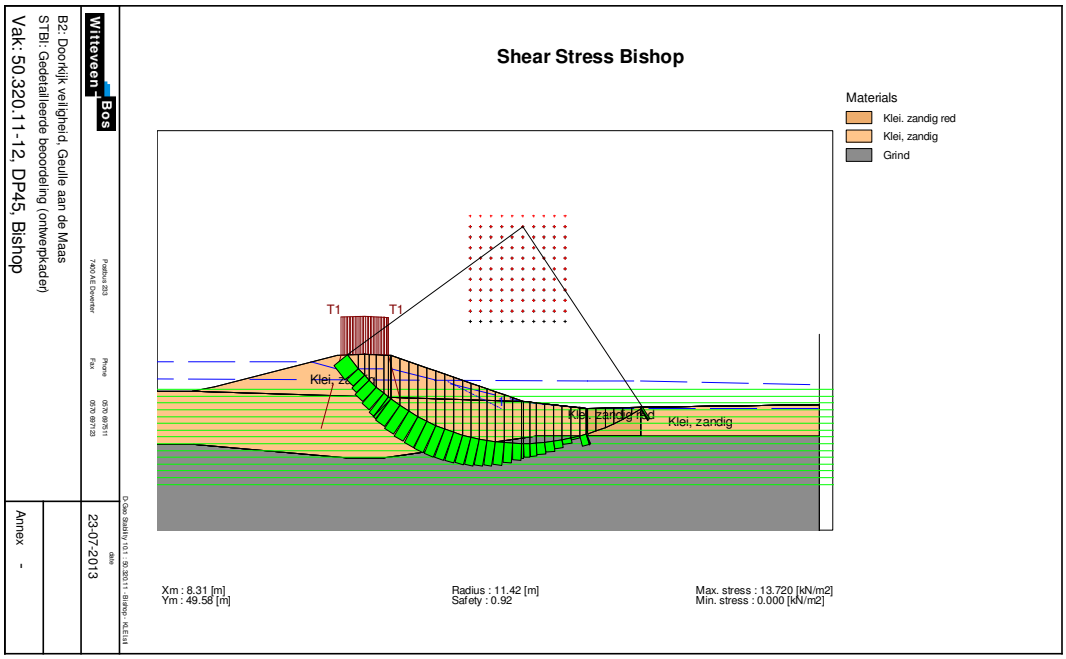
50.320.4: klei, zwak zandig, matig



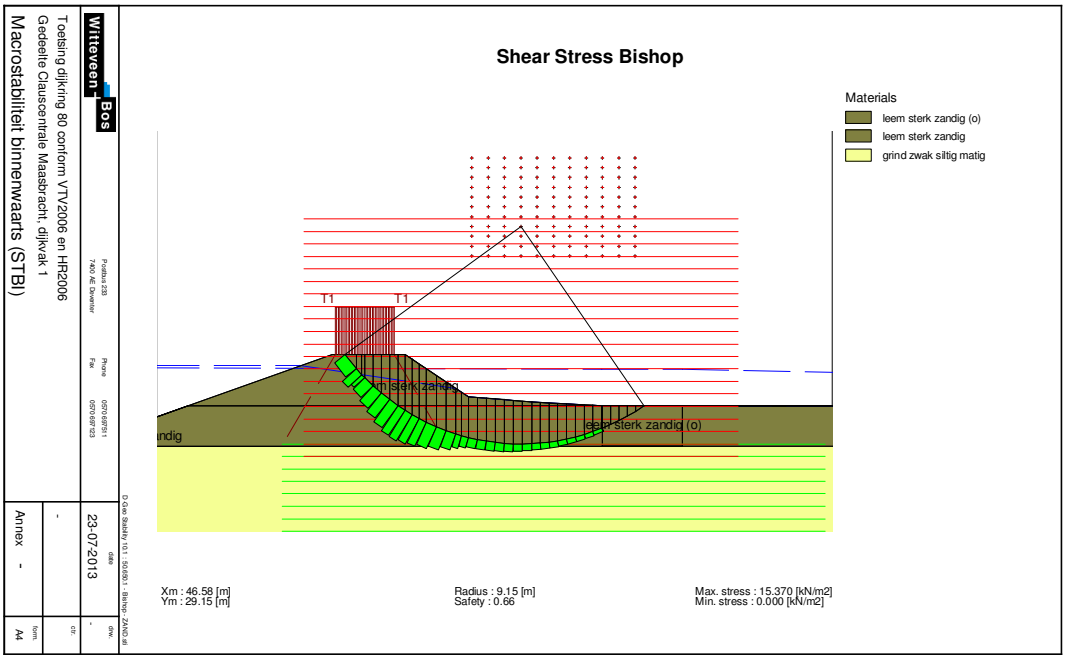
50.320.11: leem, zwak zandig, slap



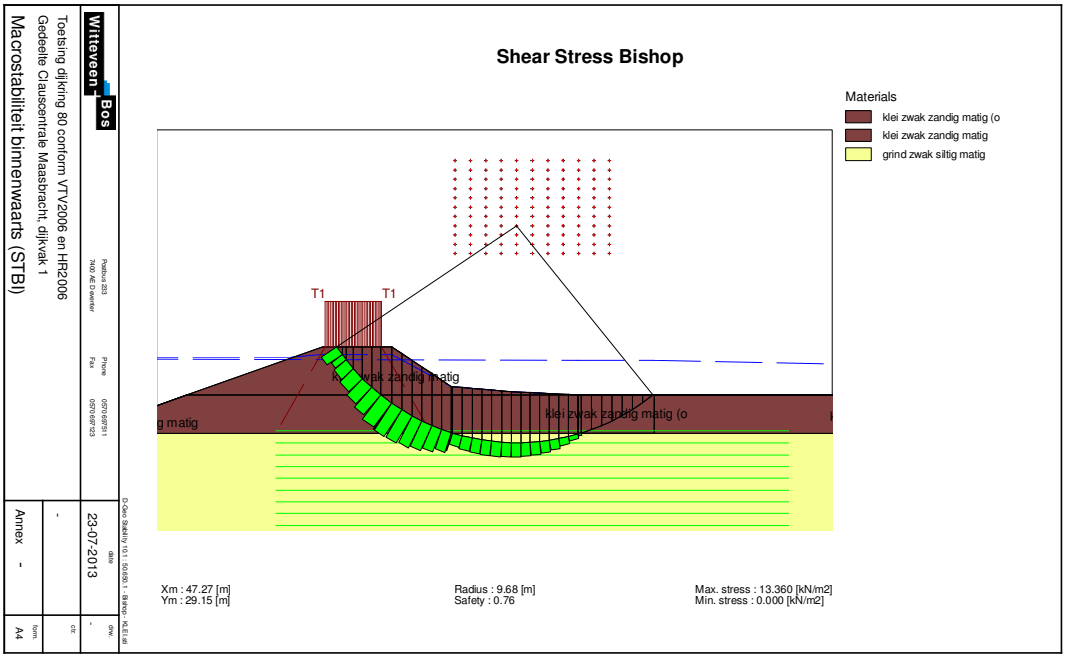
50.320.11: klei, zwak zandig, matig



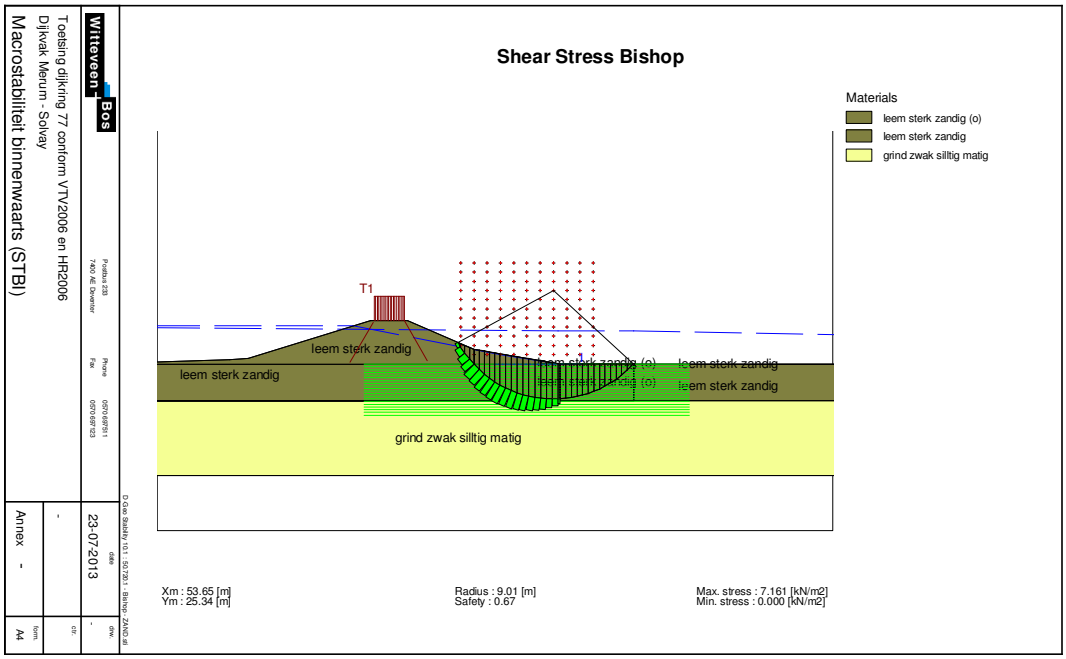
50.650.1: leem, zwak zandig, slap



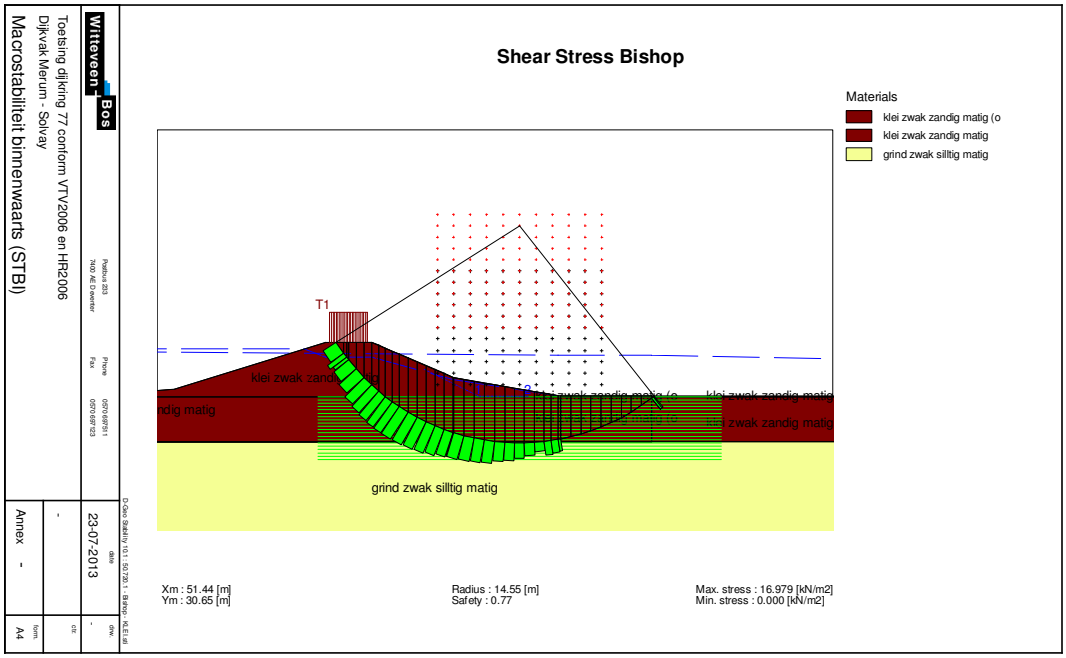
50.650.1: klei, zwak zandig, matig



50.720.1: leem, zwak zandig, slap



50.720.1: klei, zwak zandig, matig



BIJLAGE III NOTITIE REKENBLOK SCHEMATISERINGSFACTOR

Witteveen+Bos

notitie

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

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

paraaf

aan WRO J. Tholen

1. INLEIDING

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

2. AFLEIDING SCHEMATISERINGSFACTOR

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

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

Tabel 2.1. Beschouwde dwarsprofielen

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

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

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

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 schematiseringsfacor:
- 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 dijkkern	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/m³ 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/m³ 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/m³ 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/m³ 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/m³ 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**	*begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10*
Stab. factoreis in ontwerpanalyse Fd,eis:	1.144	
Corresponderende β:	5.108	*β=4+(Fd,eis-1)/0.13*
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	

Si	P(Si)	ΔFd(D;Si)	Fd(D; Si)	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)	Omschrijving afwijking:
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08	Basisschematisering
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-09	maaiveld ligt 0,1 m lager
3	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07	2.44E-08	freatische lijn ligt 0,1 m hoger
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08	de deklaag is 0,2 m dunner
5	0.1	-0.05	1.094	4.723	1.16E-06	1.16E-07	de deklaag is 0,2 m dikker
6	0.1	-0.05	1.094	4.723	1.16E-06	1.16E-07	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m3 kager

Totale faalkans S1 … S13 : 3.71E-07

ΔFd(D;Si) geeft toename van Fd(D) tov stabiliteitsfactoreis
bij aanname van scenario Si !!! **dit is** **4%** **van de toelaatbare kans**

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor:	1.100	indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op
Stab. factoreis in ontwerpanalyse:	1.144	Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [
Corresponderende β:	5.108	waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	(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	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

NB: Fd(D;Si) in deze tabel = Fd(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**	*begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10*
Stab. factoreis in ontwerpanalyse Fd,eis:	1.144	
Corresponderende β:	5.108	*β=4+(Fd,eis-1)/0.13*
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	

Si	P(Si)	ΔFd(D;Si)	Fd(D; Si)	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)	Omschrijving afwijking:
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08	Basisschematisering
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-09	maaiveld ligt 0,1 m lager
3	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08	freatische lijn ligt 0,1 m hoger
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08	de deklaag is 0,2 m dunner
5	0.1	-0.04	1.104	4.800	7.93E-07	7.93E-08	de deklaag is 0,2 m dikker
6	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07	2.44E-08	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m3 kager

Totale faalkans S1 … S13 : 2.34E-07

ΔFd(D;Si) geeft toename van Fd(D) tov stabiliteitsfactoreis
bij aanname van scenario Si !!! **dit is** **3%** **van de toelaatbare kans**

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor:	1.100	indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op
Stab. factoreis in ontwerpanalyse:	1.144	Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [
Corresponderende β:	5.108	waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	(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	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

NB: Fd(D;Si) in deze tabel = Fd(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**	*begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10*
Stab. factoreis in ontwerpanalyse Fd,eis:	1.144	
Corresponderende β:	5.108	*β=4+(Fd,eis-1)/0.13*
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	

Si	**P(Si)**	**ΔFd(D;Si)**	**Fd(D; Si)**	**β**	**Psf (D;Si)**	**Psf(D; Si)*P(Si)**	**Omschrijving afwijking:**
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08	Basisschematisering
2	0.01	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-09	maaiveld ligt 0,1 m lager
3	0.1	-0.01	1.134	5.031	2.44E-07	2.44E-08	freatische lijn ligt 0,1 m hoger
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08	de deklaag is 0,2 m dunner
5	0.1	-0.06	1.084	4.646	1.69E-06	1.69E-07	de deklaag is 0,2 m dikker
6	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m3 kager

Totale faalkans S1 … S13 : 3.24E-07

ΔFd(D;Si) geeft toename van Fd(D) tov stabiliteitsfactoreis
bij aanname van scenario Si !!! **dit is** **4%** **van de toelaatbare kans**

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor:	1.100	indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op
Stab. factoreis in ontwerpanalyse:	1.144	Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [
Corresponderende β:	5.108	waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	(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	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

NB: Fd(D;Si) in deze tabel = Fd(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**	*begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10*
Stab. factoreis in ontwerpanalyse Fd,eis:	1.144	
Corresponderende β:	5.108	*β=4+(Fd,eis-1)/0.13*
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	

Si	P(Si)	ΔFd(D;Si)	Fd(D; Si)	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)	Omschrijving afwijking:
1	5.90E-01	0	1.144	5.108	1.63E-07	9.62E-08	Basisschematisering
2	0.01	-0.03	1.114	4.877	5.39E-07	5.39E-09	maaiveld ligt 0,1 m lager
3	0.1	-0.03	1.114	4.877	5.39E-07	5.39E-08	freatische lijn ligt 0,1 m hoger
4	0.1	0	1.144	5.108	1.63E-07	1.63E-08	de deklaag is 0,2 m dunner
5	0.1	-0.12	1.024	4.185	1.43E-05	1.43E-06	de deklaag is 0,2 m dikker
6	0.1	-0.02	1.124	4.954	3.64E-07	3.64E-08	gewicht van de dekgrond is 1 kN/m3 kager

Totale faalkans S1 … S13 : 1.64E-06

ΔFd(D;Si) geeft toename van Fd(D) tov stabiliteitsfactoreis
bij aanname van scenario Si !!! **dit is** **20%** **van de toelaatbare kans**

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies **nieuwe** schematiseringsfactor:	1.100	indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op
Stab. factoreis in ontwerpanalyse:	1.144	Uitgangspunt bij berekening is dat dit leidt tot een nieuw ontwerp [
Corresponderende β:	5.108	waarbij de stabiliteitsfactoren bij de verschillende scenario's in gelijke mate
Corresponderende faalkans:	1.63E-07	met de ophoging van de schematiseringsfactor toe zullen nemen
Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans:	9.62E-08	(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: Fd(D;Si) in deze tabel = Fd(D;Si) uit bovenste tabel verhoogd met
toename stab factoreis bij nieuwe schematiseringsfactor (cel f29-f9)

Nieuwe totale faalkans: 1.64E-06
dit is 20% van de toelaatbare kans
indien kleiner dan 100%
dan is schematiseringfactor ok

BIJLAGE IV HELPDESK WATER VRAAG

Vraag 0907-0170: Creepfactor Bligh

Geachte heer Bouw,

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

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

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

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

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

De situatie ten aanzien van de onderkant van de leemlaag zou, qua schematisatie, bij benadering het best beschreven kunnen worden met de theorie van Sellmeijer. Een relatief doorlatende watervoerende laag, met bovenin deze laag fijn tot zeer fijn materiaal (van de onderkant van de leemlaag) dat betrekkelijk gemakkelijk door de grondwaterstroming bovenin de zand/grindlaag richting het uittreepunt wordt meegenomen. Het, gegeven de beperkingen, beste zou daarom zijn de toetsing uit te voeren met de regel van Sellmeijer, waarbij voor de doorlatendheid die van het grind/zandpakket wordt gekozen en voor de d70 de diameter van zeer fijn zand.

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

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

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

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

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

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

Met vriendelijke groet,

Helpdesk Water
Telefoon: 0800-NLWATER (0800 - 659 28 37)
E-mail: contact@helpdeskwater.nl
Internet: www.helpdeskwater.nl

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

BIJLAGE V BEREKENINGEN PIPING EN HEAVE (STPH)

dijvak 50.620.2

			zonder versterking		met versterking	ontgrondingskuil	
invoerparameters			dwp 6 watergang	dwp 6 binnenteen	dwp 6	dwp 6 buitenteen	dwp 6 achterland
lengte horizontale kwelweg	L	m	35.5	28.5	33	23	43
maaiveldhoogte		m	25	26.3	26.1	26.1	25.1
onderkant deklaag binnendijks		m	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
volumegewicht deklaag	γ	kN/m3	19	19	19	19	19
70 percentiel waarde van de korrelverdeling	d70	mm	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01
verticale kwelweg	d		2.2	3.5	3.3	3.3	2.3
d factor	fd	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
creepfactor van Bligh	Ccreep	-	22	22	22	22	22
MHW	MHW	m+NAP	28.49	28.49	28.49	28.49	28.49
polderpeil	MLW	m+NAP	25	26.3	26.1	26.1	25.1
opbarstveiligheid							
neerwaartse druk			41.8	66.5	62.7	62.7	43.7
opwaartse druk			56.90	56.90	56.90	56.90	56.90
opbarstveiligheid		-	0.73	1.17	1.10	1.10	0.77
pipingcriterium							
kritiek verval	ΔHc	m	1.61	1.30	1.50	1.05	1.95
veiligheidsfactor	γ	-	1	1	1	1	1
verval	ΔH	m	3.49	2.19	2.39	2.39	3.39
	γ (ΔH-fd·d)	m	2.83	1.14	1.40	1.40	2.70
	ΔHc > γ (ΔH-fd·d)		**nee**	**ja**	**ja**	**nee**	**nee**
Benodigde kwelweglengte		m	62.3	25.1	30.8	30.8	59.4
Kwelweglengtetekort		m	26.8	-	-	7.8	16.4

BIJLAGE VI BEREKENING OPBARSTVEILIGHEID

Berekening opbarsten en piping/heave

project:	Sluitstukkaden Cluster E
projectcode:	STD88-1
datum:	23 augustus 2013

Witteveen + Bos

gegevens

locatie

dijkvak	50.620.2 dwp 6

waterstanden

zichtperiode	50	jaar
ontwerpwaterstand	28.49	m+NAP
verwachte stijghoogte	28.49	m+NAP
y_w	10	kN/m3
polderpeil	26.1	m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig)	26.1	m+NAP

sloot

d	26.1	m+NAP
b	2.3	m
talud 1:n	3	-
B	2.3	m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1	3.30	m	
H2	3.30	m	
H3	3.50	m	
H	**3.30**	**m**	**26.10 m +NAP**

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat;d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	26.1	22.8	19	19	3.3	62.7
2					0	0.0	0.0
3					0	0.0	0.0
4					0	0.0	0.0
5					0	0.0	0.0
6					0	0.0	0.0

onderkant lagenpakket	22.8	m+NAP
gewicht bovenliggende lagen	62.7	
waterdruk watervoerend pakket	56.9	

resultaten

grenspotentiaal	6.27	m
grenspotentiaal	29.07	m+NAP
opbarstveiligheid	1.10	-

$$h_{c;g} = h_p + d\frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

BIJLAGE VII BEREKENINGEN STABILITEIT BINNENWAARTS (STBI)

Shear Stress Bishop

Xm : 12.56 [m]
Ym : 37.17 [m]

Radius : 14.34 [m]
Safety : 1.19

Max. stress : 11.005 [kN/m2]
Min. stress : 1.273 [kN/m2]

D:\Geo Stability 10.1 - Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Bishop - zone1.stl

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2)
dwp 6 - Bishop (zone 1)

date 04-09-2013
drw. -
ctr. -
form. A4
Annex -

Shear Stress Bishop

Xm : 16.25 [m]
Ym : 28.67 [m]

Radius : 3.49 [m]
Safety : 1.09

Max. stress : 4.196 [kN/m2]
Min. stress : 1.061 [kN/m2]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Bishop - zone 2.sli

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date 04-09-2013
drw. -
ctr. -
form. A4

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2)
dwp 6 - Bishop (zone 2)

Annex -

Shear Stress Bishop

Xm : 16.25 [m]
Ym : 28.51 [m]

Radius : 3.07 [m]
Safety : 1.08

Max. stress : 3.551 [kN/m2]
Min. stress : 1.133 [kN/m2]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Bishop - zone 3.stl

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date 04-09-2013
drw. -
ctr. -
form. A4

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2)
dwp 6 - Bishop (zone 3)

Annex -

Shear Stress Uplift Van

Xm : 14.42 [m]
Ym : 41.00 [m]

Radius : 18.20 [m]
Safety : 1.16 (1.10)

Max. stress : 10.866 [kN/m2]
Min. stress : 1.320 [kN/m2]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Uplift Van - zone1.sti

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date 09-09-2013
drw. -
dr. -
form. A4

Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2)
dwp 6 - Uplift Van (zone 1)
Annex -

Shear Stress Bishop

Xm : 7.62 [m]
Ym : 35.96 [m]

Radius : 8.85 [m]
Safety : 1.60

Max. stress : 6.456 [kN/m2]
Min. stress : 0.545 [kN/m2]

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Bishop - uitvoeringsstabiliteit.sti

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

date 23-09-2013
dnw. -

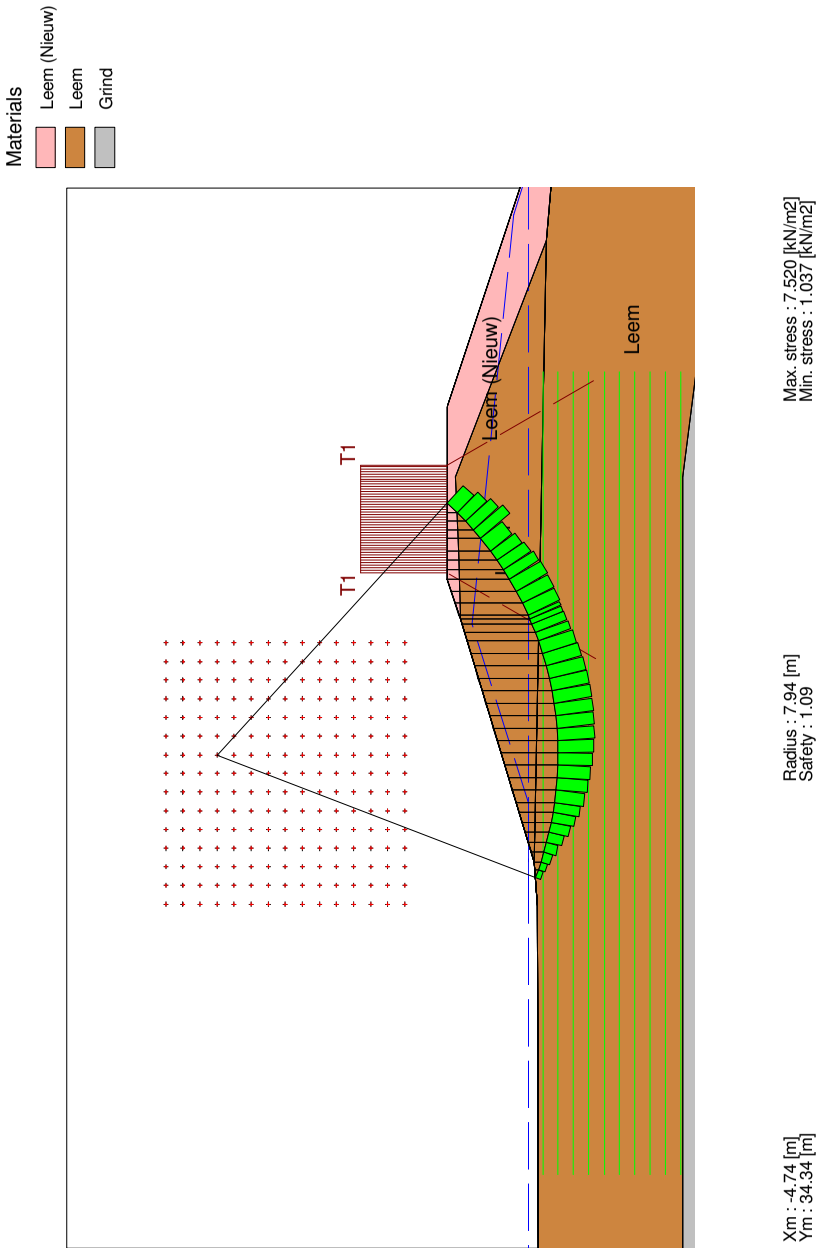
Sluitstukkaden Cluster E
DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2)
dwp 6 - Bishop (uitvoeringsstabiliteit)

-
ctr.

Annex -
form. A4

BIJLAGE VIII BEREKENINGEN STABILITEIT BUITENWAARTS (STBU)

Shear Stress Bishop

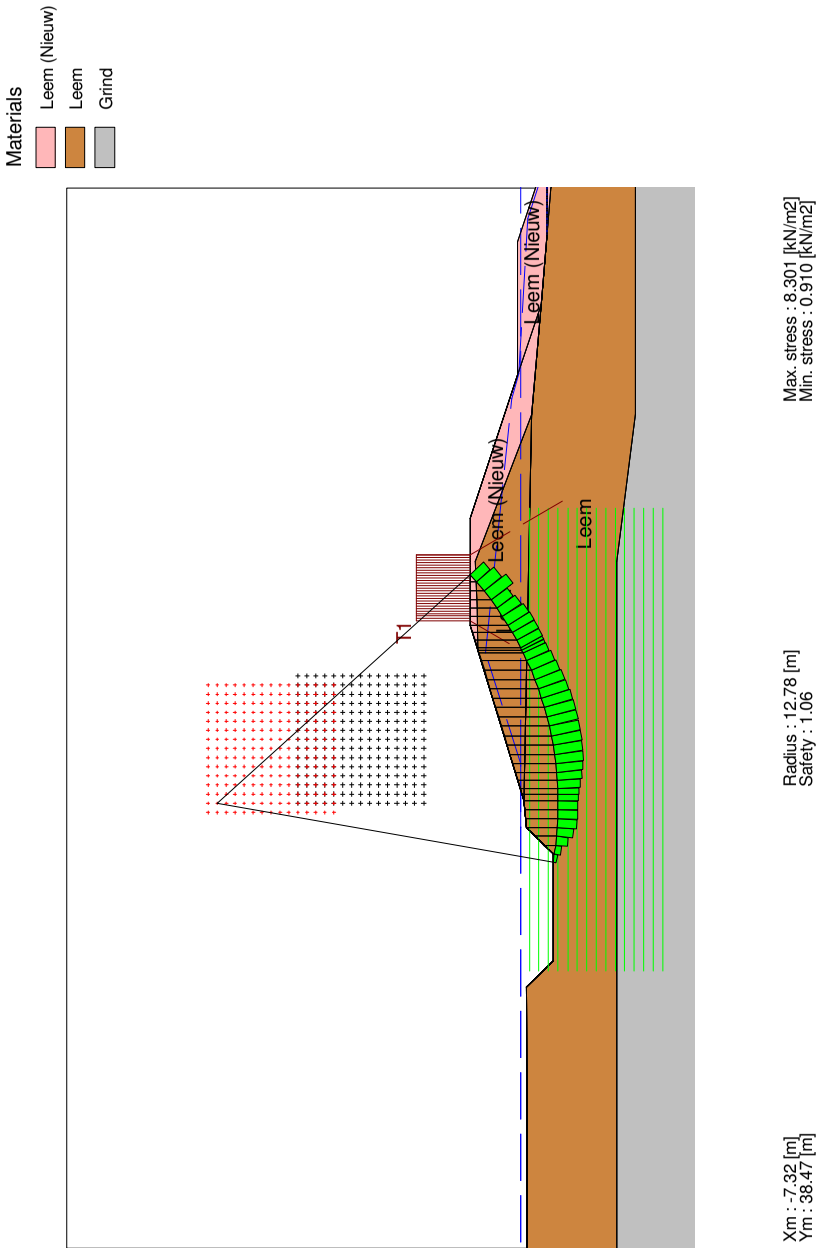


D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Bishop - STBU.sti

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

Sluitstukkaden Cluster E DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2) dwp 6 - STBU	date 04-09-2013	drw. -
	-	ctr.
	Annex -	form. A4

Shear Stress Bishop



D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 82 Aasterberg 50.620.2 Dwarsprofiel 6 - Bishop - STBU - ontgrondingskuil.sti

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

Sluitstukkaden Cluster E DO Dijkring 82 - Aasterberg (50.620.2) dwp 6 - STBU (ontgrondingskuil)	date 04-09-2013	drw. -
	-	ctr.
	Annex -	form. A4

BIJLAGE IX BEREKENING STABILITEIT BEKLEDING (STBK)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	T	U	V	W	X	Y	AA
2	Bekleding - Grasmat																							
3	Dijkringgebied	dijkring 82																						
4	Waterkering	Aasterberg			**Zone A**								**Zone B**							**Zone C**				
5		Rivierengebied		**Eindscore voor het gehele profiel**	Ondergrens zone A	Bovengrens zone A	Plan maatregelen beheerder	Gedrag	Afschuiving	Erosie door golfklap	Erosie onderlagen	Eindscore zone A	Ondergrens zone B	Bovengrens zone B	Plan maatregelen beheerder	Afschuiving	Erosie door golfklap	Erosie onderlagen	Eindscore zone B	Ondergrens zone C	Bovengrens zone C	Plan maatregelen	Erosie door golfoploop	Eindscore zone C
6		Subvakgrenzen			[NAP+m]	[NAP+m]							[m + NAP]	[m + NAP]						[m + NAP]	[m + NAP]			
7		Van	Tot				Plan beheerder	Gedrag	GAF buta	GEKL	GEO				Plan Beheerder	GAF	GEKL	GEO				Plan maatregelen	GEOP	
8	Opmerkingen																							
9	Dijkvak 2 (DP6)	0,00	0,13	Goed	26,96	27,20	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	n.v.t.	Goed	27,30	28,49	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	Goed	28,49	28,99	n.v.t.	Goed	Goed
10																								

BIJLAGE X ZETTINGSBEREKENINGEN

Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	Witteveen+Bos
Date of report:	06-09-2013
Time of report:	11:24:59
Date of calculation:	06-09-2013
Time of calculation:	11:24:08
Filename:	D:\..\Aasterberg\50.620.2 dwp 6 - 01 Zettingen versterkingsopgave 2020

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 PL Lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 4
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
3 Settlements 6
3.1 Settlements 6
3.2 Maintain Profile Calculation Results 6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-33,000	-23,900	-8,240	-7,240	-1,580
4 - Y -	26,840	26,840	26,880	26,960	28,680
4 - X -	0,000	1,740	7,230	11,370	13,956
4 - Y -	28,720	28,780	26,670	26,320	26,100
4 - X -	15,720	18,170	18,370	20,430	22,740
4 - Y -	25,950	25,030	25,022	24,940	25,640
4 - X -	25,150	30,000			
4 - Y -	25,880	25,880			
3 - X -	-33,000	-23,900	-8,240	-7,240	7,230
3 - Y -	26,840	26,840	26,880	26,960	26,670
3 - X -	11,370	13,956	15,720	18,170	18,370
3 - Y -	26,320	26,100	25,950	25,030	25,022
3 - X -	20,430	22,740	25,150	30,000	
3 - Y -	24,940	25,640	25,880	25,880	
2 - X -	-33,000	30,000			
2 - Y -	23,600	23,600			
1 - X -	-33,000	1,740	7,230	30,000	
1 - Y -	23,500	23,500	22,800	22,800	
0 - X -	-33,000	30,000			
0 - Y -	15,000	15,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-33,000	30,000			
1 - Y -	26,100	26,100			

2.3 General Data

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

2.4 Soil Profiles

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

2.5 Soil Properties

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

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

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	10,00	-	-
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

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

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
3	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-1,58	-1,28	1,74	3,98	8,73	13,73
1 - Y -	28,68	28,78	28,78	28,78	27,20	27,20
1 - X -	17,03	30,00	30,00			
1 - Y -	26,10	26,10	25,88			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-33,000	-32,000	-23,900	-8,240	-7,240
6 - 10	-1,580	-1,224	0,000	1,740	3,981
11 - 15	4,093	7,230	8,730	11,370	13,730
16 - 20	13,956	15,720	17,030	18,170	18,370
21 - 24	20,430	22,740	25,150	30,000	

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

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-33,00	26,84	0,016
2	-32,00	26,84	0,016
3	-23,90	26,84	0,016
4	-8,24	26,88	0,017
5	-7,24	26,96	0,018
6	-1,58	28,68	0,049
7	-1,22	28,69	0,053
8	0,00	28,72	0,056
9	1,74	28,78	0,067
10	3,98	27,92	0,115
11	4,09	27,88	0,119
12	7,23	26,67	0,130
13	8,73	26,54	0,115
14	11,37	26,32	0,121
15	13,73	26,12	0,129
16	13,96	26,10	0,127
17	15,72	25,95	0,090
18	17,03	25,46	0,068
19	18,17	25,03	0,067
20	18,37	25,02	0,068
21	20,43	24,94	0,063
22	22,74	25,64	0,040
23	25,15	25,88	0,027
24	30,00	25,88	0,017

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 19,523 m3 per Width
The extra amount of soil to be added is 2,431 m3 per Width
This equals the found settlements for non-uniform loads

End of Report

Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company:	Witteveen+Bos
Date of report:	06-09-2013
Time of report:	11:25:30
Date of calculation:	06-09-2013
Time of calculation:	11:25:23
Filename:	D:\..\50.620.2 dwp 6 - 02 Zettingen uitbreidbaarheidsprofiel 2050

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Echo of the Input 3
2.1 Layer Boundaries 3
2.2 PL Lines 3
2.3 General Data 3
2.4 Soil Profiles 4
2.5 Soil Properties 4
2.6 Non-Uniform Loads 4
2.7 Verticals 5
3 Settlements 6
3.1 Settlements 6
3.2 Maintain Profile Calculation Results 6

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-33,000	-23,900	-8,240	-7,240	-1,580
4 - Y -	26,840	26,840	26,880	26,960	28,680
4 - X -	0,000	1,740	7,230	11,370	13,956
4 - Y -	28,720	28,780	26,670	26,320	26,100
4 - X -	15,720	18,170	18,370	20,430	22,740
4 - Y -	25,950	25,030	25,022	24,940	25,640
4 - X -	25,150	30,000			
4 - Y -	25,880	25,880			
3 - X -	-33,000	-23,900	-8,240	-7,240	7,230
3 - Y -	26,840	26,840	26,880	26,960	26,670
3 - X -	11,370	13,956	15,720	18,170	18,370
3 - Y -	26,320	26,100	25,950	25,030	25,022
3 - X -	20,430	22,740	25,150	30,000	
3 - Y -	24,940	25,640	25,880	25,880	
2 - X -	-33,000	30,000			
2 - Y -	23,600	23,600			
1 - X -	-33,000	1,740	7,230	30,000	
1 - Y -	23,500	23,500	22,800	22,800	
0 - X -	-33,000	30,000			
0 - Y -	15,000	15,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-33,000	30,000			
1 - Y -	26,100	26,100			

2.3 General Data

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

2.4 Soil Profiles

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

2.5 Soil Properties

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

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

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	10,00	-	-
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

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

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
3	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-1,58	-1,28	1,74	3,98	8,73	13,73
1 - Y -	28,68	28,78	28,78	28,78	27,20	27,20
1 - X -	17,03	30,00	30,00			
1 - Y -	26,10	26,10	25,88			
2 - X -	-1,28	-0,65	3,35	3,98		
2 - Y -	28,78	28,99	28,99	28,78		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-33,000	-32,000	-23,900	-8,240	-7,240
6 - 10	-1,580	-1,224	0,000	1,740	3,981
11 - 15	4,093	7,230	8,730	11,370	13,730
16 - 20	13,956	15,720	17,030	18,170	18,370
21 - 24	20,430	22,740	25,150	30,000	

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

3 Settlements

3.1 Settlements

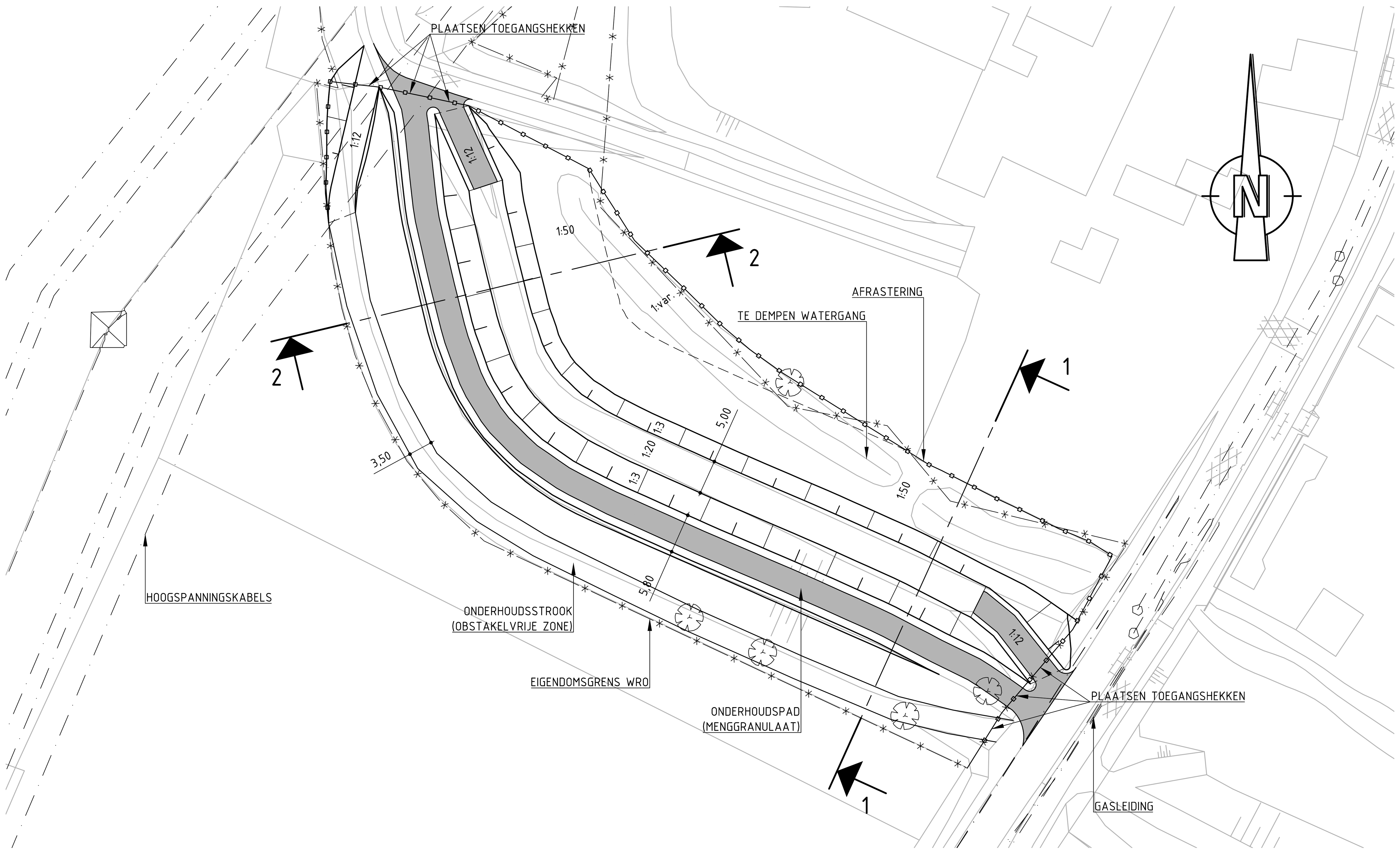
Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-33,00	26,84	0,016
2	-32,00	26,84	0,016
3	-23,90	26,84	0,016
4	-8,24	26,88	0,017
5	-7,24	26,96	0,018
6	-1,58	28,68	0,055
7	-1,22	28,69	0,063
8	0,00	28,72	0,078
9	1,74	28,78	0,090
10	3,98	27,92	0,121
11	4,09	27,88	0,125
12	7,23	26,67	0,131
13	8,73	26,54	0,116
14	11,37	26,32	0,121
15	13,73	26,12	0,129
16	13,96	26,10	0,127
17	15,72	25,95	0,090
18	17,03	25,46	0,068
19	18,17	25,03	0,067
20	18,37	25,02	0,068
21	20,43	24,94	0,063
22	22,74	25,64	0,040
23	25,15	25,88	0,027
24	30,00	25,88	0,017

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 19,523 m3 per Width
Load 2 consists of 0,972 m3 per Width
The extra amount of soil to be added is 2,540 m3 per Width
This equals the found settlements for non-uniform loads

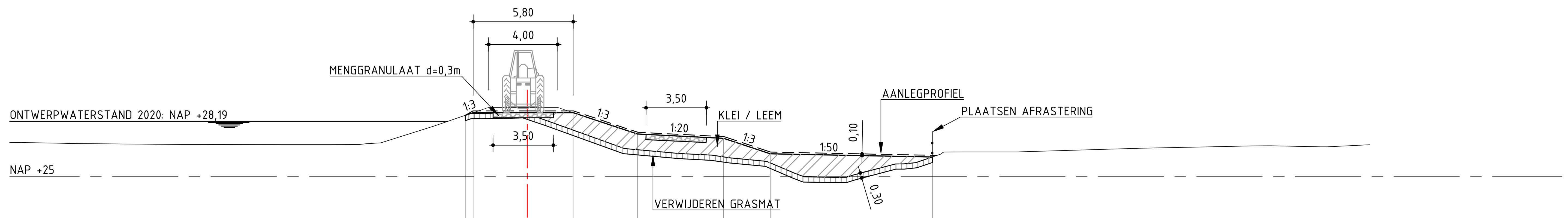
End of Report

BIJLAGE XI ONTWERPTEKENING



BOVENAANZICHT

SCHAAL 1:500

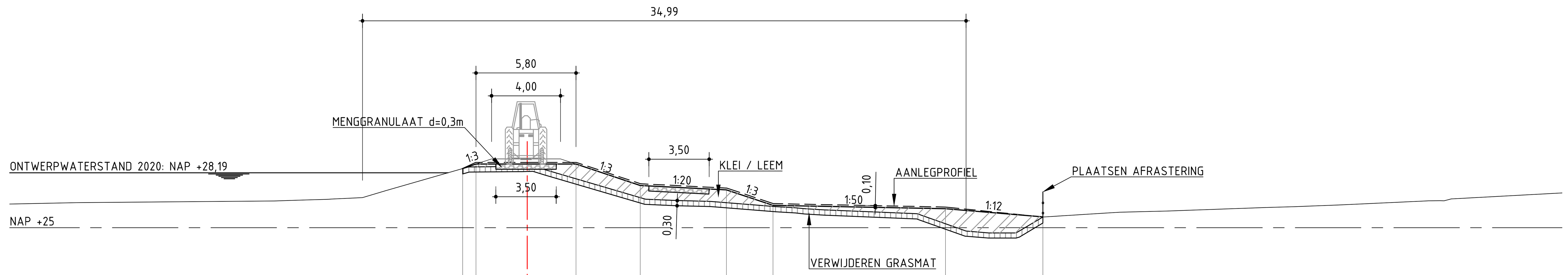


AFSTAND UIT AS IN METERS NIEUWE SITUATIE	MAAIVELDHOOGTE IN METERS NIEUWE SITUATIE
-3,58	28,54
-3,13	28,69
0,00	28,69
2,67	28,69
6,39	27,45
11,39	27,20
14,09	26,30
23,49	26,11

AFSTAND UIT AS IN METERS HUIDIGE SITUATIE	MAAIVELDHOOGTE IN METERS HUIDIGE SITUATIE
-29,00	26,95
-28,00	26,93
-27,00	26,91
-26,00	26,89
-25,00	26,88
-24,00	26,88
-23,00	26,87
-22,00	26,86
-21,00	26,85
-20,00	26,84
-19,00	26,84
-18,00	26,84
-17,00	26,84
-16,00	26,84
-15,00	26,84
-14,00	26,83
-13,00	26,83
-12,00	26,83
-11,00	26,83
-10,00	26,84
-9,00	26,90
-8,00	27,09
-7,00	27,40
-6,00	27,72
-5,00	28,05
-4,00	28,39
-3,00	28,64
-2,00	28,65
-1,00	28,67
0,00	28,62
1,00	28,28
2,00	27,92
3,00	27,56
4,00	27,19
5,00	26,83
6,00	26,57
7,00	26,48
8,00	26,39
9,00	26,31
10,00	26,26
11,00	26,18
12,00	26,04
13,00	25,95
14,00	25,82
15,00	25,39
16,00	24,98
17,00	24,94
18,00	24,93
19,00	25,09
20,00	25,35
21,00	25,62
22,00	25,73
23,00	25,94
24,00	26,29
25,00	26,41
26,00	26,41
27,00	26,41
28,00	26,41
29,00	26,43
30,00	26,46
31,00	26,49
32,00	26,52
33,00	26,54
34,00	26,57
35,00	26,60
36,00	26,63
37,00	26,65
38,00	26,67
39,00	26,69
40,00	26,72
41,00	26,74
42,00	26,76
43,00	26,77
44,00	26,75
45,00	26,73
46,00	26,70
47,00	26,73
48,00	26,79
49,00	
50,00	
51,00	
52,00	
53,00	
54,00	
55,00	
56,00	
57,00	
58,00	
59,00	

DWARSPROFIEL 1

schaal 1:200

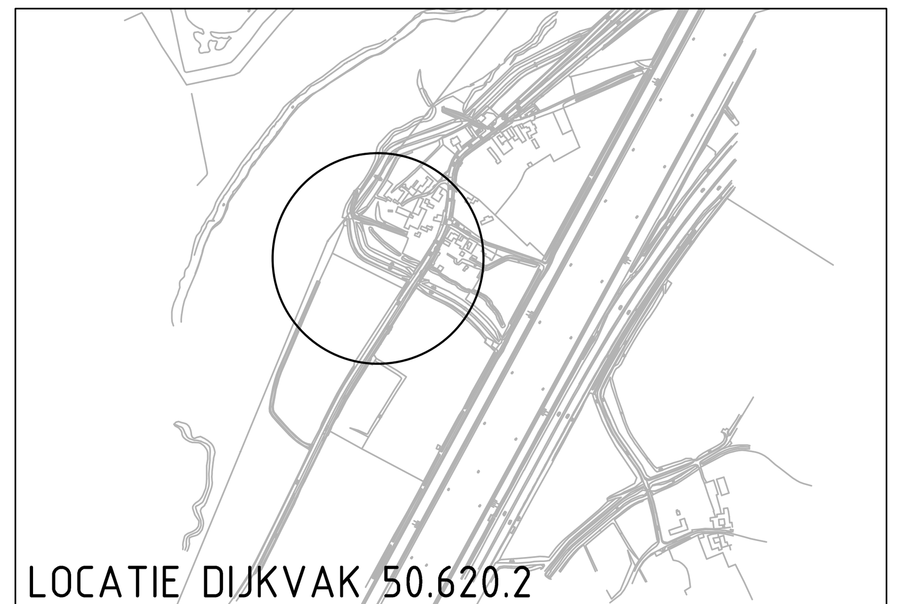


AFSTAND UIT AS IN METERS NIEUWE SITUATIE	MAAIVELDHOOGTE IN METERS NIEUWE SITUATIE
-3,74	28,43
-2,97	28,69
0,00	28,69
2,83	28,69
6,55	27,45
11,55	27,20
14,25	26,30
24,25	26,10
29,90	25,63

AFSTAND UIT AS IN METERS HUIDIGE SITUATIE	MAAIVELDHOOGTE IN METERS HUIDIGE SITUATIE
-29,00	26,40
-28,00	26,42
-27,00	26,44
-26,00	26,46
-25,00	26,47
-24,00	26,48
-23,00	26,48
-22,00	26,49
-21,00	26,50
-20,00	26,51
-19,00	26,52
-18,00	26,52
-17,00	26,53
-16,00	26,54
-15,00	26,55
-14,00	26,57
-13,00	26,60
-12,00	26,64
-11,00	26,68
-10,00	26,73
-9,00	26,91
-8,00	27,21
-7,00	27,50
-6,00	27,78
-5,00	28,07
-4,00	28,36
-3,00	28,53
-2,00	28,54
-1,00	28,55
0,00	28,56
1,00	28,38
2,00	28,08
3,00	27,79
4,00	27,50
5,00	27,20
6,00	26,91
7,00	26,65
8,00	26,61
9,00	26,57
10,00	26,54
11,00	26,50
12,00	26,42
13,00	26,34
14,00	26,26
15,00	26,19
16,00	26,11
17,00	26,04
18,00	26,00
19,00	25,96
20,00	25,92
21,00	25,88
22,00	25,84
23,00	25,67
24,00	25,32
25,00	24,96
26,00	24,76
27,00	24,70
28,00	24,70
29,00	25,08
30,00	25,63
31,00	25,69
32,00	25,75
33,00	25,82
34,00	25,88
35,00	25,92
36,00	25,94
37,00	25,97
38,00	26,00
39,00	26,04
40,00	26,07
41,00	26,11
42,00	26,14
43,00	26,18
44,00	26,21
45,00	26,24
46,00	26,28
47,00	26,32
48,00	26,36
49,00	26,41
50,00	26,45
51,00	26,50
52,00	26,55
53,00	26,57
54,00	26,69
55,00	26,75
56,00	26,80
57,00	26,85
58,00	26,91
59,00	26,96

DWARSPROFIEL 2

schaal 1:200



LOCATIE DIJKVAK 50.620.2

SCHAAL 1:10000

LEGENDA:

DWARSPROFIEL:
- ONTWERPPROFIEL
- AANLEGPROFIEL
- UITBREIDBAARHEIDSPROFIEL 2050
- KLEI OF LEEM
- ONTGRAVEN KLEIBEKLEDING EN VERVANGEN DOOR KLEI OF LEEM
- ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAT

BOVENAANZICHT:
- TE ROOIEN BOOM (> 5m)
- ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAT
- EIGENDOMSGRENS WRO
- AANBRENGEN AFRASTERING
- KABELS EN LEIDINGEN

OPMERKINGEN:

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

0 5m 10m
SCHAAL 1:200

0 12.5m 25m
SCHAAL 1:500

WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

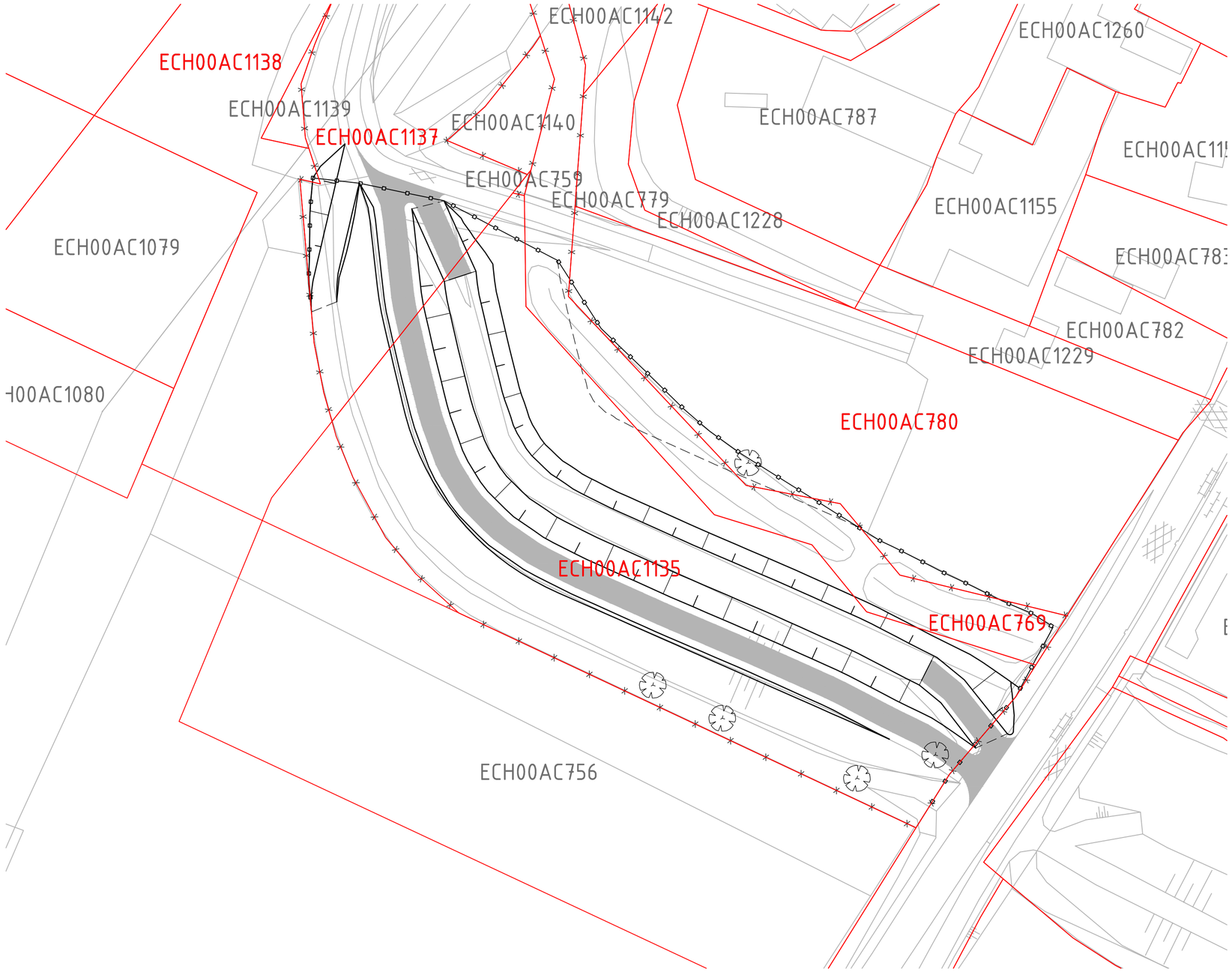
Dijkring 82: Aasterberg
Dijkvak 50.620.2
Definitief Ontwerp

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	ing. L. de Gier	Schaal	1:200 - 1:500
Gecontroleerd	ir. E. Kaspers		STD88-1-2030
Goedgekeurd	ir. S.T. Pwa		
Datum	26-09-2013	Formaat	A1

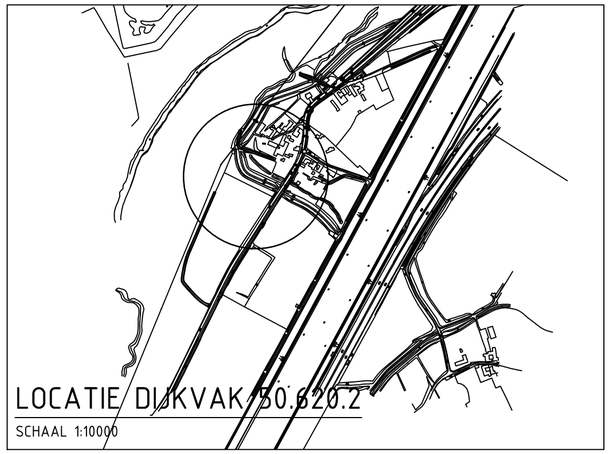
G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

CAD TEK.: P:\S\STD\STD88-1\cad\2000\STD88-1-2030 - Aasterberg.dwg



BOVENAANZICHT

SCHAAL 1:500



LEGENDA:

BOVENAANZICHT:

- TE ROOIEN BOOM (> 5m)
- ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAT
- EIGENDOMSGRENS WRO
- AANBRENGEN AFRASTERING
- PERCEELGRENZEN

OPMERKINGEN:

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

0 12.5m 25m

SCHAAL 1:500

WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

Percelen Aasterberg
Dijkring 80 - 50.620.2
Bovenaanzicht

Witteveen + Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	ing. L. de Gier
Gecontroleerd	ir. E. Kaspers
Goedgekeurd	ir. S.T. Pwa
Datum	26-09-2013

G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

Schaal	1:500
	STD88-1-2032
Formaat	A1

CAD TEK: P:\SSTD\STD88-1\cad\2000\STD88-1-2032 - Aasterberg - grondaankoop.dwg

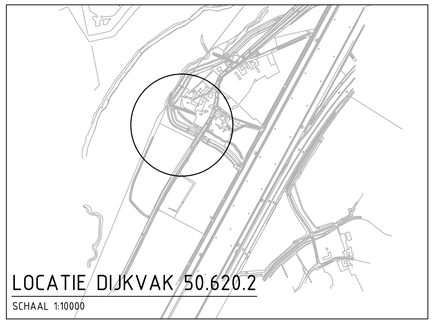
BIJLAGE XII TEKENING ZONERING LEGGER

BOVENAANZICHT: LEGGERZONERING HUIDIGE SITUATIE

SCHAAL 1:500

BOVENAANZICHT: LEGGERZONERING NIEUWE SITUATIE

SCHAAL 1:500



LOCATIE DIJKVAK 50.620.2

SCHAAL 1:10000

LEGENDA:

- KERNZONE
- BESCHERMINGSZONE
- PROFIEL VAN VRIJE RUIMTE

OPMERKINGEN:

MATEN IN METERS

0 12.5m 25m

SCHAAL 1:500

WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

Dijkring 82: Aasterberg
Dijkvak 50.620.2
Definitief Ontwerp: Zonering legger

Witteveen + Bo
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend	ing. L. de Gier
Gecontroleerd	ir. E. Kaspers
Goedgekeurd	ir. S.T. Pwa
Datum	26-09-2013

G
F
E
D
C
B
A
Wijzigingen

Schaal 1:500

STD88-1-2031

Formaat A1

CAD TEK: P:\S\STD\STD88-1\cat\3000\STD88-1-2031 - Aasterberg - legger.dwg