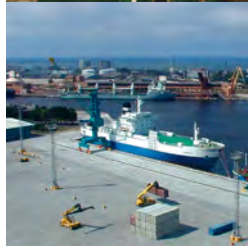


Sluitstukkades cluster E

**ontwerpnota definitief ontwerp
dijkkring 80-1 (Clauscentrale
Maasbracht), dijkvak 50.650.1 en
dijkkring 80-2 (Brachterbeek),
dijkvakken 50.660.1 en 50.660.2**



Sluitstukkaden cluster E

**ontwerpnota definitief ontwerp
dijkkring 80-1 (Clauscentrale
Maasbracht), dijkvak 50.650.1 en
dijkkring 80-2 (Brachterbeek),
dijkvakken 50.660.1 en 50.660.2**

referentie	projectcode	status
STD88-1/zuid/041	STD88-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
ir. S.T. Pwa	ir. H.J.M.A. Mols	31 oktober 2013

autorisatie	naam	paraf
goedgekeurd	ir. S.T. Pwa	

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Opdrachtoomschrijving	1
1.3. Kader	1
1.4. Versterkingsopgave	2
1.5. Beschrijving dijkvakken	2
1.5.1. 50.650.1	2
1.5.2. 50.660.1 en 50.660.2	3
1.6. Doel en doelgroep	4
1.7. Leeswijzer	4
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	10
3.4. Waterstand 1/10 jaar	10
3.5. Extreem laagwater	10
3.6. Golfcondities	10
3.7. Overslagdebiet	11
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	14
4.2.1. Kruinbreedte	14
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	17
5.5. Sterkteparameters	17
5.5.1. Karakteristieke waarden	17
5.5.2. Materiaalfactoren	17

5.5.3.	Rekenwaarden	18
5.6.	Zettingsparameters	18
5.7.	Stabiliteitsfactor	18
5.7.1.	Schadefactor	18
5.7.2.	Schematiseringsfactor	19
5.7.3.	Modelfactor	19
5.7.4.	Stabiliteitsfactor per zone	19
5.8.	Rekenmodel	20
5.9.	Verkeersbelasting	20
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.	Rekenprofielen	25
7.1.1.	Rekenprofiel DP5	25
7.2.	Hoogte (HT)	25
7.2.1.	50.650.1	25
7.2.2.	50.660.1 en 50.660.2	26
7.2.3.	Kruinbreedte	26
7.2.4.	50.650.1	26
7.2.5.	50.660.1 en 50.660.2	26
7.2.6.	Overslagdebiet	26
7.3.	Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	27
7.3.1.	Maatgevende omstandigheden	27
* De stabiliteit van de huidige profielgeometrie is voldoende		28
7.3.2.	Uitvoeringsfase	28
7.3.3.	Consolidatietijd	28
7.4.	Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	29
7.4.1.	50.650.1	29
7.4.2.	50.660.1 en 50.660.2	29
7.4.3.	Uitvoeringsfase	30
7.5.	Piping (STPH)	30
7.5.1.	50.650.1	30
7.5.2.	50.660.1 en 50.660.2	30
7.6.	Stabiliteit voorland (STVL)	31
7.6.1.	Afschuiving (AF)	31
7.6.2.	Zettingsvloeiing (ZV)	34
7.7.	Microstabiliteit (STMI)	36
7.8.	Stabiliteit bekleding (STBK)	36
7.8.1.	Buitentalud	36
7.8.2.	Kruin en binnentalud	37
7.9.	Niet waterkerende objecten (NWO's)	37
7.9.1.	Bomen	37
7.9.2.	Kabels en leidingen	38
7.9.3.	Bebouwing	39
7.9.4.	Beoordelingsmethodiek	39

7.9.5.	Beoordeling	40
7.10.	Waterkerende kunstwerken	45
7.11.	Samenvatting resultaten faalmechanismen	45
7.12.	Zettingen	46
8.	BESCHRIJVING ONTWERP	47
8.1.	Dijkvak 50.650.1	47
8.1.1.	Geometrie	47
8.1.2.	Materiaalgebruik grondaanvulling	47
8.1.3.	Aanlegprofiel in verband met zettingen	48
8.1.4.	Onderhoudsstroken	48
8.1.5.	Bomen	48
8.1.6.	Kruisende leidingen dijkvak 50.650.1	48
8.2.	Dijkvakken 50.660.1 en 50.660.2	49
8.2.1.	Tracé(verlegging)	49
8.2.2.	Geometrie	50
8.2.3.	Materiaalgebruik grondaanvulling	52
8.2.4.	Aanlegprofiel in verband met zettingen	52
8.2.5.	Onderhoudsstroken	52
8.2.6.	Bomen	52
8.3.	Hoogspanningsleidingen	53
8.4.	Pompopstelplaats Krombeek	53
8.4.1.	Buitendijks	53
8.4.2.	Binnendijks	55
8.5.	Rioolleiding onder druk (dijkvak 50.660.1)	56
8.5.1.	Bestaande asbestcementleiding	56
8.5.2.	Nieuwe gestuurde boring	56
8.6.	Ontwerptekening	57
8.7.	Zonering legger	57
9.	OVERIGE ASPECTEN	59
9.1.	Hoeveelheden en kosten	59
9.2.	Grondverwerving	59
9.3.	Uitvoeringsuitgangspunten	59
9.4.	Raakvlakken	59
9.4.1.	Kabels en Leidingen	59
9.4.2.	Perceel 88	60
9.4.3.	Hoogspanningsmasten	60
9.4.4.	Ohéstraat, Verbindingsweg, Voortstraat	61
9.5.	Risico's	61
9.5.1.	Opbarsten deklaag bij gestuurde boring	61
9.5.2.	Deklaag in voorland in 50.660.2	61
9.5.3.	Stortlocatie	61
9.5.4.	Explosieven	61
9.5.5.	Flora en Fauna	62
9.5.6.	Archeologie	62
9.6.	Beheer en onderhoud	62
9.6.1.	Dijklichaam	62
9.6.2.	Onderhoudsweg	62
9.6.3.	Uitwateringsduiker	62
9.6.4.	Begroeiing	63
9.7.	Veiligheid en gezondheid (V&G)	63
9.7.1.	Omgevingsveiligheid	63

9.7.2.	Veilige realisatie	63
9.7.3.	Veilig beheer en onderhoud	64
9.8.	Te monitoren kritisch geachte omgevingsobjecten	64

LITERATUURLIJST	65
------------------------	-----------

laatste bladzijde	65
-------------------	-----------

BIJLAGEN		aantal blz.
I	Grondonderzoek	2
II	Notitie gevoeligheidsanalyse dekgrond	13
III	Notitie rekenblok schematiseringsfactor	12
IV	Berekeningen opbarstveiligheid	6
V	Berekeningen stabiliteit binnenwaarts (STBI)	18
VI	Berekeningen stabiliteit buitenwaarts (STBU)	6
VII	Helpdesk water vraag piping Limburg	2
VIII	Berekeningen piping en heave (STPH)	1
IX	Berekeningen stabiliteit voorland (STVL)	5
X	Berekeningen stabiliteit bekleding (STBK)	4
XI	Tekening bomeninventarisatie	3
XII	Notitie faalkansanalyse	36
XIII	Zettingsberekeningen	47
XIV	Ontwerptekeningen	4
XV	Tekeningen zonering legger	2
XVI	Tekening grondverwerving	1
XVII	Horizontale verplaatsing hoogspanningsmast	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 sluitstukkades - 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 sluitstukkades - 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.

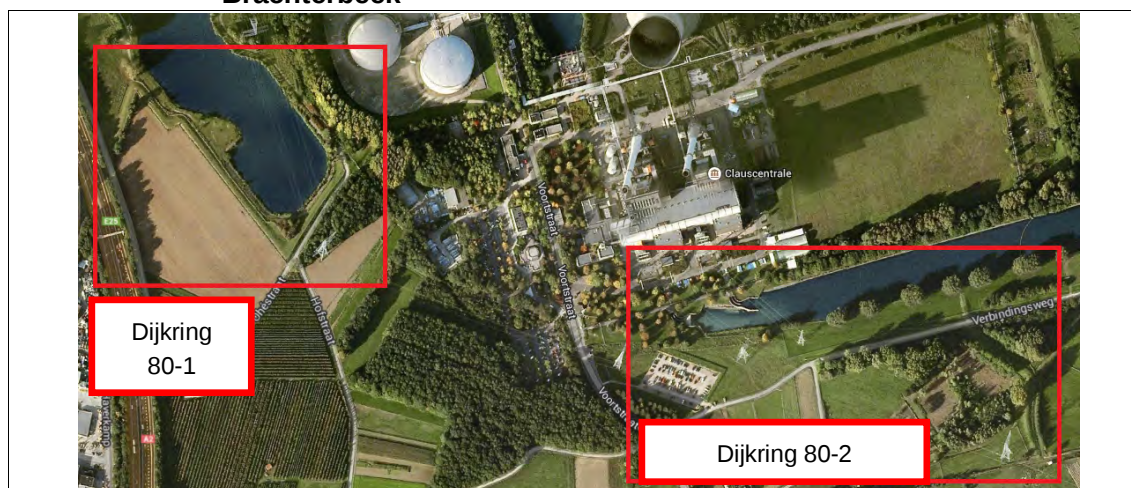
Per dijkringgebied is een ontwerpnota definitief ontwerp opgemaakt. Het onderhavige document betreft die van dijkring 80-1 en 80-2 Clauscentrale Maasbracht/Brachterbeek. Naast de ontwerpnota definitief ontwerp dijkring 80-1 en 80-2 Clauscentrale Maasbracht/Brachterbeek bestaan de volgende ontwerpnota's:

- Merum-Solvay (dijkring 77);
- Aasterberg (dijkring 82);
- Geulle a/d Maas (dijkring 88).

1.4. Versterkingsopgave

Dijkkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht bestaat uit 1 dijkvak (50.650.1) en dijkkring 80-2 Brachterbeek uit twee dijkvakken (50.660.1 en 50.660.2) die in de toetsing zijn afgekeurd op respectievelijk macrostabiliteit binnenwaarts (STBI), piping en heave (STPH) en macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) en piping en heave (STPH). Voor het definitief ontwerp dienen de dijktracés niet alleen op deze faalmechanismen, maar op alle faalmechanismen te worden ontworpen.

Afbeelding 1.1. Ligging dijkkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht en dijkkring 80-2 Brachterbeek

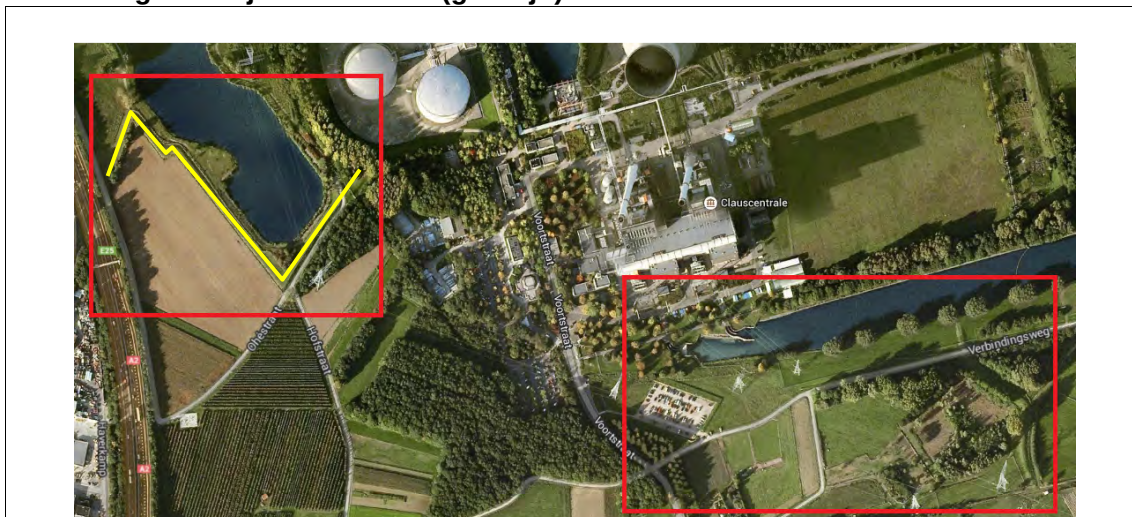


1.5. Beschrijving dijkvakken

1.5.1. 50.650.1

Dijkvak 50.650.1 ligt aan de westzijde van de Clauscentrale bij Maasbracht en verloopt van de nooduitgang van de Clauscentrale in het oosten om plas de Molengreend heen tot de snelweg A2 in het westen. Het dijkvak heeft een lengte van ongeveer 550 meter. Als gevolg van grindwinning ligt het bodemniveau in de Molengreend op ca NAP +12m. Het buitentalud is hierdoor op sommige plekken lang maar wel stabiel genoeg. Het binnentalud blijkt echter op het zuidelijkste deel, langs de Ohéstraat, niet stabiel te zijn.

Afbeelding 1.2. Dijkvak 50.650.1 (gele lijn)

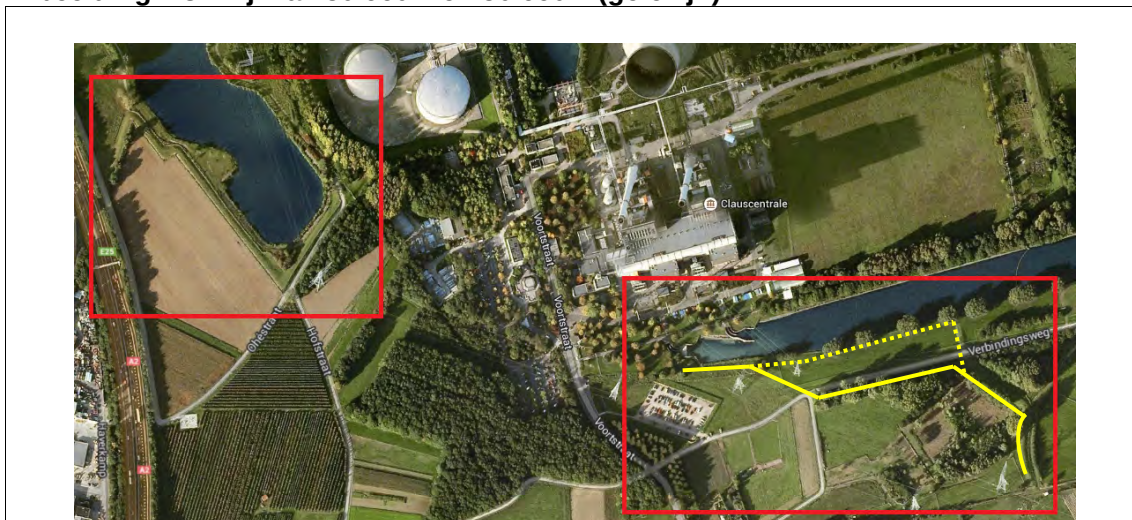


Als voorkeursvariant is de buitenwaartse uitbreiding gekozen vanwege de raakvlakken met kabels en leidingen en belendende percelen. Ook speelt de mogelijkheid om de bereikbaarheid van de kruin te verbeteren mee.

1.5.2. 50.660.1 en 50.660.2

Dijkvakken 50.660.1 en 50.660.2 liggen beide aan de zuidzijde van de Clauscentrale en ten noorden van de plaats Brachterbeek. Dijkvak 50.660.1 grenst zuidelijk aan het koelwaterkanaal van de Clauscentrale en sluit in het oosten aan op dijkvak 50.660.2 ter hoogte van de coupure. De coupure bevindt zich in dijkvak 50.660.2 en sluit de Verbindingsweg af bij hoogwater. Op dijkvak 50.660.2 bevindt zich een pompopstelplaats en een kwelsloot, die via de verbindingsweg en de kruin te bereiken zijn.

Afbeelding 1.3. Dijkvak 50.660.1 en 50.660.2 (gele lijn)



Als voorkeursvariant is gekozen om de coupure te verwijderen en het dijktracé te verleggen parallel aan en net ten zuiden van de Verbindingsweg. Westelijk van het nieuwe dijktracé wordt de doorsteek gemaakt van het oostelijke kruispunt Voortstraat/Verbindingsweg tussen twee hoogspanningsmasten door naar het dijkvak 50.660.1 aan het begin van het koelwaterkanaal. Oostelijke wordt aangetakt op het bestaande dijktracé in dijkvak 50.660.2,

waardoor de lengte ongeveer 250 meter bedraagt. De huidige pompopstelplaats wordt verwijderd en in dezelfde vorm bij het kruispunt Voortstraat/verbindingsweg aangelegd.

De keuze voor de dijkverlegging is een robuuste keuze: er wordt enerzijds een permanent hoge veiligheidsniveau behaald (zonder coupure) en anderzijds een oplossing aangedragen die op voldoende draagvlak kan rekenen (waterkering aan de rand van centraleterrein).

1.6. Doel en doelgroep

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

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

1.7. Leeswijzer

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

- A. ontwerpuitgangspunten;
- B. het ontwerp.

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

Deel B beschrijft het ontwerp. Eerst wordt de ontwerpberekeningen voor de verschillende faalmechanismen in hoofdstuk 7 behandeld. In hoofdstuk 8 het ontwerpresultaat beschreven. Tot slot gaat hoofdstuk 9 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

Dijkringen 80-1 en 80-2 hebben 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 beide dijkringen 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 echter gerelateerd aan de waterstanden uit het ontwerp kader voor het jaar 2020 [lit. 3].

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

2.4. Ontwerp op alle faalmechanismen

De sluitstukkaden zijn trajecten c.q. dijkvakken van de waterkering die verbeterd worden. De dijkvakken die verbeterd worden, dienen niet alleen op het afgekeurde faalmechanisme ontworpen en verbeterd te worden, maar op alle faalmechanismen (volledig ontwerp) [lit. 3].

2.5. Ontwerpleidraden

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

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

- ontwerp kader nog aan te leggen Maaskaden [lit. 2];
- technische ontwerputgangspunten 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]
50.650.1	67-68 Zuid	23,07
50.660.1	68 -67 Noord	22,89
50.660.2	68 -67 Noord	22,89

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]
50.650.1	67-68 Zuid	23,37*
50.660.1	68 -67 Noord	23,24
50.660.2	68 -67 Noord	23,24

* aangezien de ontwerpkaderwaterstand 2020 + 0,30 m groter is dan de ontwerpwaterstand 2050 (NAP +23,30 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 Clauscentrale Maasbracht/Brachterbeek 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 de Clauscentrale Maasbracht/Brachterbeek: Stevensweert en Linne (beneden). De waterstand ter hoogte van Clauscentrale Maasbracht / Brachterbeek 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]
Stevensweert	62	24,25
Clauscentrale Maasbracht	67-68 Zuid	21,3
Brachterbeek	68-67 Noord	20,7
Linne (beneden)	70	19,54

3.3. Gemiddelde waterstand

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

Tabel 3.4. Gemiddelde rivierwaterstand

locatie	rivierkilometer [km-km]	Gemiddelde waterstand [m +NAP]
Stevensweert	62	21,10
Clauscentrale Maasbracht	67-68 Zuid	18,5
Brachterbeek	68-67 Noord	18,0
Linne (beneden)	70	16,90

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 Stevensweert en Linne (beneden). 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 eens per 10 jaar [m +NAP]
Stevensweert	62	24,55
Clauscentrale Maasbracht	67-68 Zuid	21,7
Brachterbeek	68-67 Noord	21,1
Linne (beneden)	70	19,95

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 Stevensweert en Linne (beneden). 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 bij extreem laagwater [m +NAP]
Stevensweert	62	20,85
Clauscentrale Maasbracht	67-68 Zuid	18,3
Brachterbeek	68-67 Noord	17,8
Linne (beneden)	70	16,80

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.

Ter plaatse van het waterbekken is een polderpeil aangehouden van NAP +21,0 m in geval van maatgevend hoogwater. Dit peil is gelijk aan de hoogte van het grondlichaam tussen de sloot en de waterberging Krombeek. Tijdens de maatgevende situatie (opbarsten van het waterbekken, en maatgevend hoogwater aan de buitenzijde) zal het waterbekken volstromen met water.

4. GEOMETRISCHE UITGANGSPUNTEN

4.1. Kruinhoogte

4.1.1. Waakhoogte

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

4.1.2. Kruinhoogte (sterkte)

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

Tabel 4.1. Kruinhoogte (sterkte)

dijkvak	ontwerpwaterstand 2050 [m +NAP]	waakhoogte [m]	Kruinhoogte [m +NAP]	Huidige kruinhoogte [m +NAP]
50.650.1	23,37	0,50	23,87	23,50 - 23,90
50.660.1	23,24	0,50	23,74	21,30 - 23,55
50.660.2	23,24	0,50	23,74	23,18 - 23,29

4.1.3. Kruinhoogte (ontwerp Sluitstukkaden)

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

Tabel 4.2. Kruinhoogte (ontwerp)

dijkvak	ontwerpwaterstand 2020 [m +NAP]	waakhoogte [m]	Kruinhoogte [m +NAP]	Huidige kruinhoogte [m +NAP]
50.650.1	23,07	0,50	23,57	23,50 - 23,90
50.660.1	22,89	0,50	23,39	21,30 - 23,55
50.660.2	22,89	0,50	23,39	23,18 - 23,29

4.1.4. Aanleghoogte

Voor de versterkingsopgave voor het jaar 2020 dient de kruin maximaal 10 cm in dijkvak 50.650.1 en de te versterken delen uit 50.660.1 en 50.660.2 te worden opgehoogd. Voor het uitbreidbaarheidsprofiel voor 2050 is de maximale ophoging van de kruin circa 40 cm.

Het verlegde dijkdeel (50.660.1) zal voor de versterkingsopgave voor het jaar 2020 vanaf maaiveld met circa 2,4 m leem worden opgebouwd. Voor het uitbreidbaarheidsprofiel voor 2050 komt daar nog eens ca 40 cm bij.

Deze ophogingen zijn exclusief zettingscompensatie en klink. Voor de bepaling van 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.

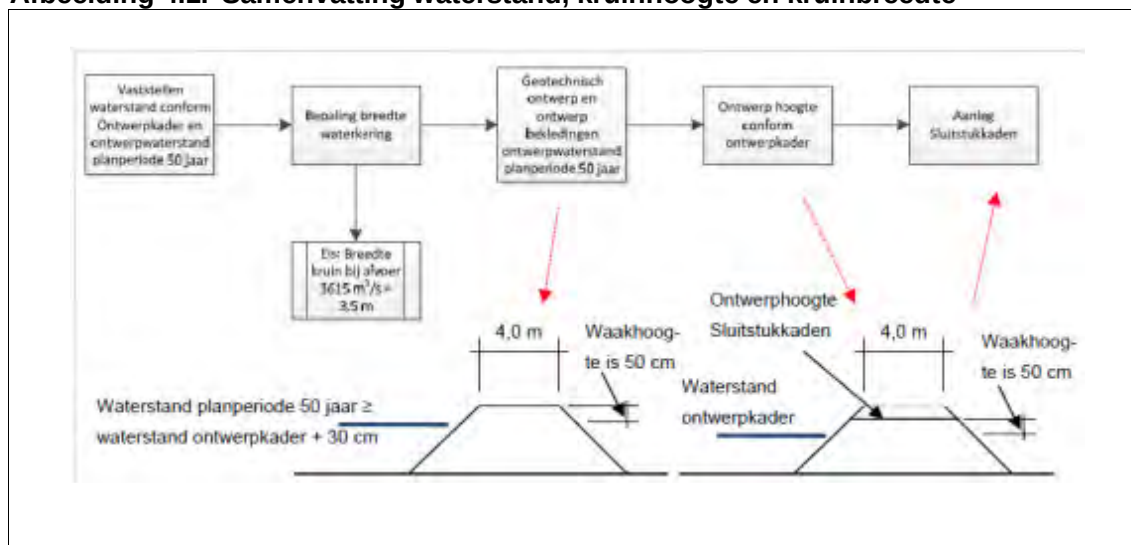
4.2.1. Kruinbreedte

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

Tabel 4.3. Kruinbreedte

dijkvak	uitbreidbaarheidsprofiel		versterkingsontwerp		
	niveau [m +NAP]	breedte [m]	niveau [m +NAP]	taludhelling [-]	breedte [m]
50.650.1	23,87	4,00	23,57	1:3	5,80
50.660.1	23,74	4,00	23,39	1:3	6,10
50.660.2	23,74	4,00	23,39	1:3	6,10

Abbeelding 4.1. Samenvatting waterstand, kruinhoogte en kruinbreedte



5. GEOTECHNISCHE UITGANGSPUNTEN

5.1. Beschikbaar grondonderzoek

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

Tabel 5.1. Beschikbaar grondonderzoek Geonius Geotechniek

dijkvak	locatie	codering	sondering
		boring	
50.650.1	teen buitendijks	HBc02, HBc05, HBc08, HBc11, HBc12, HBc13, HBc16	-
	kruin	HBc01, HBc06, HBc09, HBc14, HBc15, HBc17, MBc18	Sc20
	teen binnendijks	HBc03, HBc04, HBc07, HBc10	-
50.660.1	teen buitendijks	HBc104, HBc109, HBc110	-
	kruin	HBc102, HBc105, HBc107, MBc111, HBc112	-
	teen binnendijks	HBc101, HBc103, HBc106, HBc108	-
50.660.2	teen buitendijks	HBc203, HBc206	-
	kruin	HBc201, HBc205	Sbr207
	teen binnendijks	HBc202, HBc205	-

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 de Clauscentrale Maasbracht en Brachterbeek 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 consistentie 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 tabellen 5.2 t/m 5.7.

Tabel 5.2. Schematisatie bodemopbouw 50.650.1 (DP2)

grondsoort	onderkant laag		
	voorland	kruin	achterland
	(HBc16)	(HBc16)	(HBc16)
	[m +NAP]	[m +NAP]	[m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	20,2	20,2	20,2
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.3. Schematisatie bodemopbouw 50.650.1 (DP10)

grondsoort	onderkant laag		
	voorland	kruin	achterland
	(Sc02)	(Sc20)	(HBc03)
	[m +NAP]	[m +NAP]	[m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	19,1	19,1	19,2
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.4. Schematisatie bodemopbouw 50.660.1 (DP2)

grondsoort	onderkant laag		
	voorland	kruin	achterland
	(HBbr102)	(HBbr102)	(HBbr102)
	[m +NAP]	[m +NAP]	[m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	20,0	20,0	20,0
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.5. Schematisatie bodemopbouw 50.660.1 (DP5 nieuw)

grondsoort	onderkant laag		
	voorland	kruin	achterland
	(HBbr106)	(HBbr106)	(HBbr106)
	[m +NAP]	[m +NAP]	[m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	19,9*	19,9*	19,9*
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

* Uit boringen HBbr105, HBbr107 en HBbr111 volgt dat grind al op NAP +19,9 m voorkomt in de ondergrond. De zandlagen in deze boringen zijn relatief dun en worden beschouwd als zandlenzen en niet als watervoerend. er wordt aanbevolen om extra grondonderzoek uit te laten voeren op het nieuwe tracé.

Tabel 5.6. Schematisatie bodemopbouw 50.660.2 (DP10)

grondsoort	onderkant laag		
	voorland	kruin	achterland
	(HBbr203)	(HBbr202)	(HBbr202)
	[m +NAP]	[m +NAP]	[m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	19,6	20,0	20,0
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

Tabel 5.7. Schematisatie bodemopbouw 50.660.2 (DP13)

grondsoort	onderkant laag		
	voorland	kruin	achterland
	(HBbr204)	(HBbr204)	(HBbr204)
	[m +NAP]	[m +NAP]	[m +NAP]
Leem, zwak zandig, slap	21,3	21,3	21,3
Zand schoon matig	20,7	20,7	20,7
Leem, zwak zandig, slap	19,9	19,9	19,9
Zand schoon matig	17,5	17,5	17,5
Grind, zwak siltig, matig	-	-	-

* Boringen HBbr206 is vastgelopen en ongeldig. HBbr204 en Sbr207 zijn maatgevend voor de bodemopbouw. De zand-laag tussen NAP +21.3 en NAP+20.7 wordt wel al watervoerend beschouwd.

5.4. Volumieke gewichten

De volumieke gewichten zijn opgenomen in Tabel 5.8 en zijn afkomstig uit tabel 2b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21].

Tabel 5.8. Volumieke gewichten

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

5.5. Sterkteparameters

5.5.1. Karakteristieke waarden

De karakteristieke waarden van de aanwezige grondsoorten zijn opgenomen in Tabel 5.9. De sterkteparameters zijn afkomstig uit Tabel 2b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21].

Tabel 5.9. Karakteristieke waarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rep}	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rep}
	[kN/m ²]	[°]
Leem, zwak zandig, slap	1,0 *	27,5
Grind, zwak siltig, matig	0,0	35,0
Zand, schoon, matig	0,0	32,5

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

Tabel 5.10. Materiaalfactoren

grondsoort	cohesie [-]	hoek van inwendige wrijving [-]
Leem, zwak zandig, slap *	1,25	1,20
Grind, zwak siltig, matig	n.v.t.	1,20
Zand, schoon, 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 5.11.

Tabel 5.11. Rekenwaarden sterkteparameters

grondsoort	cohesie c'_{rek} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rek} [°]
Leem, zwak zandig, slap	0,8	23,5
Grind, zwak siltig, matig	0,0	30,3
Zand, schoon, matig	0,0	28,0

5.6. Zettingsparameters

De NEN-Bjerrum zettingsparameters zijn opgenomen in tabel 5.12. De waarden voor RR, CR en C_α zijn afkomstig uit tabel 2.b van de NEN 9997-1+C1:2012 [lit. 21]. Voor de consolidatie coëfficiënt c_v is voor leem $1 \cdot 10^{-7}$ m²/s aangenomen, grind is gedraineerd gemodelleerd. Voor beide grondsoorten is een pre-overburden pressure (POP) aangehouden van 10 kPa.

Tabel 5.12. Zettingsparameters

grondsoort	RR [-]	CR [-]	C_α [-]	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
Zand, schoon, matig	0,0013	0,0038	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.

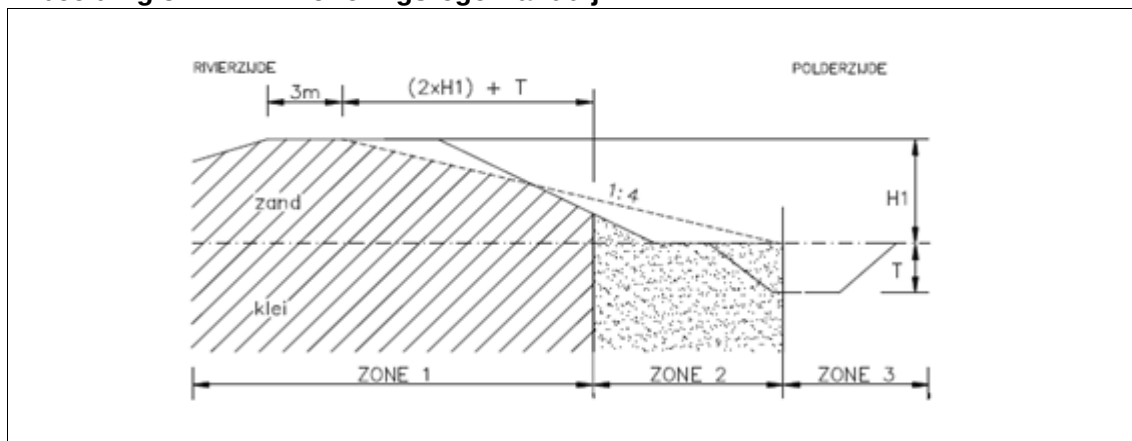
5.7.1. Schadefactor

Dijkkring 80-1 en 2 hebben 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 ge-differentieerde schadefactoren te rekenen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie zones. Afhankelijk van de zone waarin het intredepunt van de glijcirkel ligt mag een lagere schadefactor worden toegepast.

Afbeelding 5.1. Zoneringsregel zanddijk



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.

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 5.13. Stabiliteitsfactoren

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

5.8. Rekenmodel

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

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

5.9. Verkeersbelasting

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

6. GEOHYDROLOGISCHE UITGANGSPUNTEN

6.1. Freatische lijn

6.1.1. Bij maatgevend hoogwater

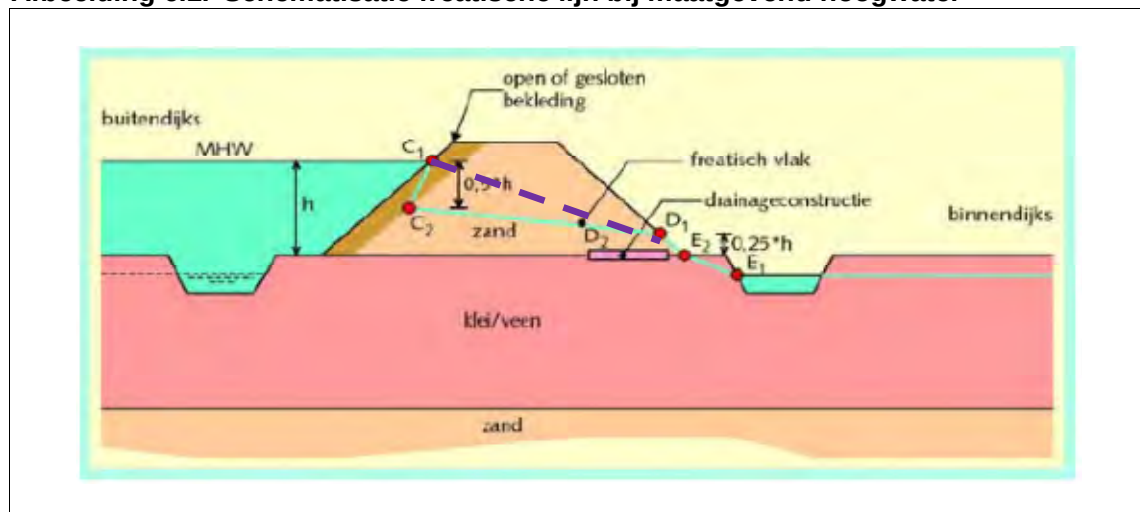
Voor de stabiliteitsberekeningen is een gevoeligheidsanalyse (bijlage II) uitgevoerd naar de schematisatie van de dekgrond. In deze gevoeligheidsanalyse zijn de volgende punten opgenomen:

- 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

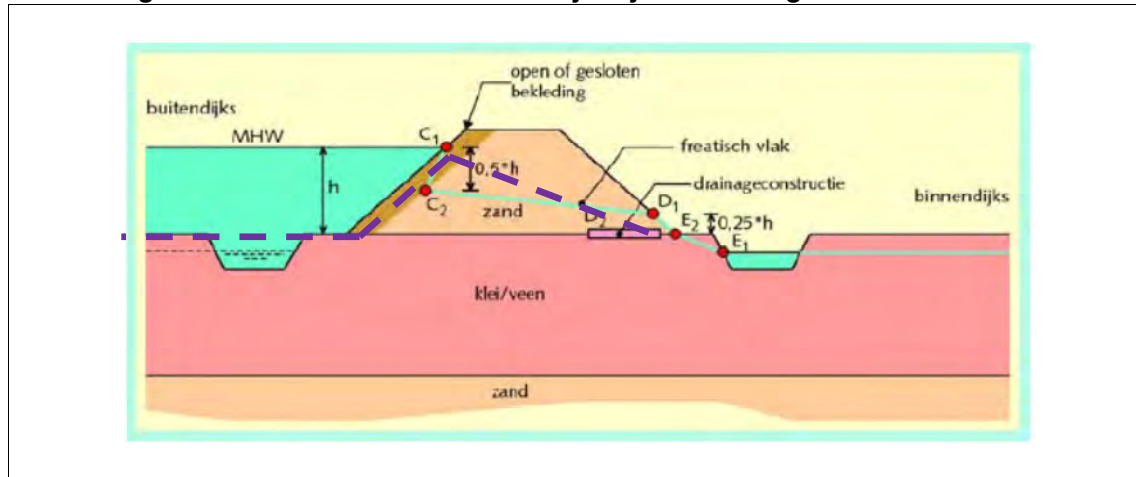


6.1.2. Bij val na hoogwater

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 +21,3 m (Clauscentrale Maasbracht) of NAP +20,7m (Brachterbeek).

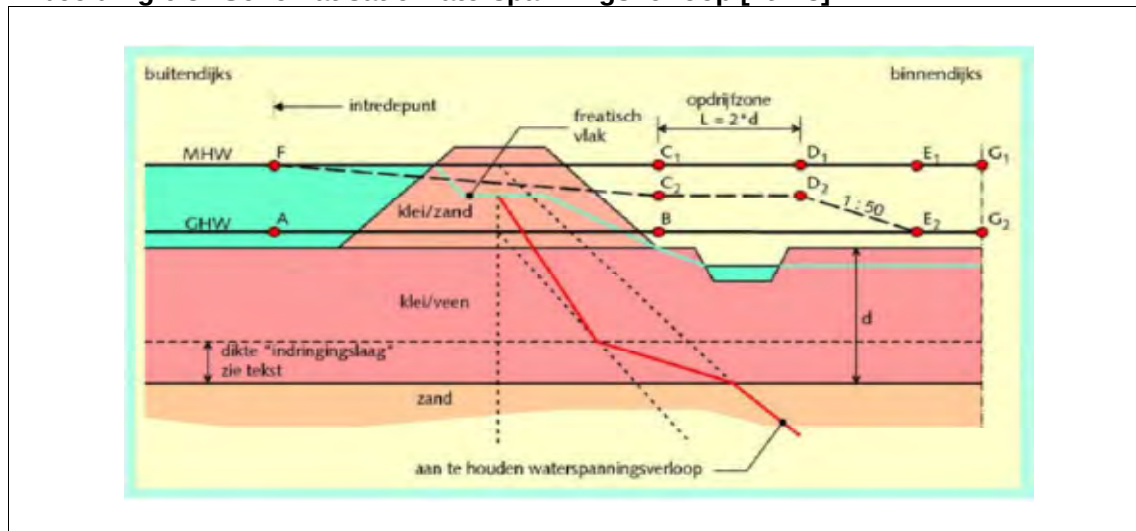
Afbeelding 6.2. Schematisatie freatische lijn bij val na hoogwater



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 beïnvloed door de freatische lijn). In het 1^e watervoerend pakket, aan de onderzijde van de dekgrond, heerst een stijghoogte gelijk aan MHW.

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

DEEL B: HET ONTWERP

7. ONTWERPBEREKENINGEN

7.1. Rekenprofielen

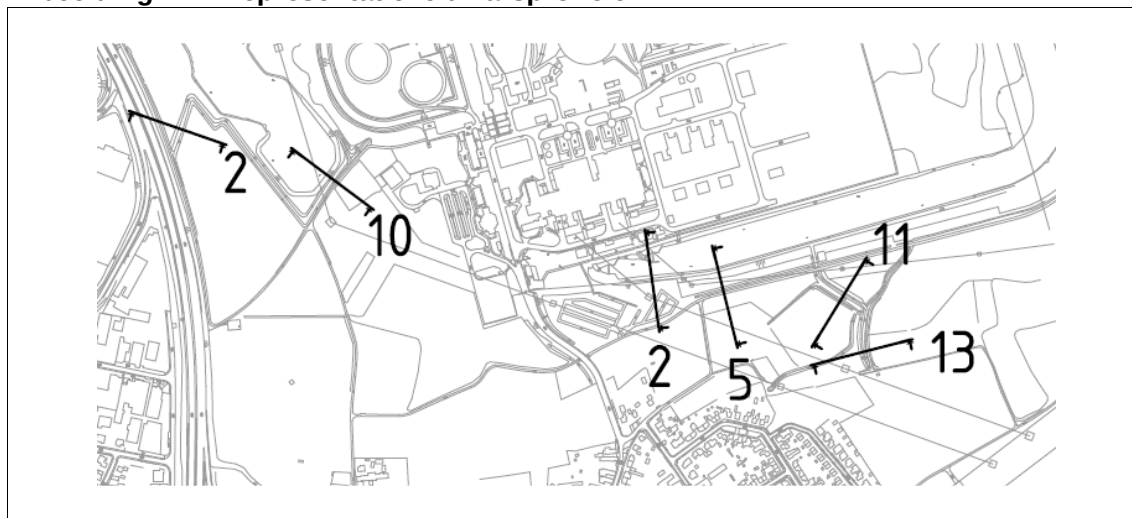
Voor het definitief ontwerp is voor de drie dijkvakken vijf maatgevende dwarsprofiel doorge-rekend op alle faalmechanismen. Hiervoor zijn dwarsprofielen DP2 en DP10 voor dijkvak 50.650.1, DP2 voor dijkvak 50.660.1 en DP13 voor dijkvak 50.660.2 uit de revisiemetingen gebruikt. Aanvullend is nog een nieuw profiel voor het verlegde deel van dijkvak 50.660.1 samengesteld (DP5 nieuw).

Tabel 7.1. Rekenprofielen

dijkvak	dwarsprofiel	
50.650.1	DP2	ter plaatse van kruisende leidingen
	DP10	steil binnentalud
50.660.1	DP2	bestaande dijk dijkvak 50.660.1, steil buitentalud
	DP5 (nieuw)	midden van nieuw dijklichaam (tracéverlegging)
50.660.2	DP10	bestaande dijk dijkvak 50.660.2, waterberging Krombeek in het achterland
	DP13	bestaande dijk dijkvak 50.660.2, smalle dijkbasis en kruin

In afbeelding 7.1 is weergegeven voor welk traject de profielen representatief zijn geacht.

Afbeelding 7.1. Representatieve dwarsprofielen



7.1.1. Rekenprofiel DP5

Ter plaatse van DP5 wordt het tracé van de waterkering verlegd. Dit resulteert in een dwarsprofiel op een locatie waar geen grondonderzoek en geen hoogtegegevens beschikbaar zijn. Voor het grondonderzoek is de dichtstbijzijnde boring in de binnenteen van het huidige dijklichaam gehanteerd (zie § 5.3). De maaiveldhoogte is bepaald met behulp van de AHN en is geschat op NAP +21,30 m.

7.2. Hoogte (HT)

7.2.1. 50.650.1

De hoogte van de dijk is afhankelijk van de ontwerp-kaderwaterstand 2020 en de waak-hoogte. De ontwerp-kaderwaterstand 2020 is NAP +23,07 m en de waakhoogte bedraagt 0,5 meter. De benodigde kruinhoogte bedraagt NAP +23,57 meter.

7.2.2. 50.660.1 en 50.660.2

De ontwerp kader waterstand in 2020 is NAP +22,89 m en de waakhogte bedraagt 0,5 meter. De benodigde kruinhoogte bedraagt NAP +23,39 m. DP2 (dijkvak 50.660.1, grenzend aan het koelwaterkanaal) hoeft niet te worden opgehoogd. DP 11 en DP 13 (dijkvak 50.660.2) dienen met circa 0,2 meter te worden opgehoogd. Ter plaatse van het nieuwe tracé (DP5) wordt de dijk logischerwijs op een niveau van NAP +23,39 m aangelegd.

7.2.3. Kruinbreedte

7.2.4. 50.650.1

In verband met de uitbreidbaarheid dient de kruin van dijkvak 50.650.1 5,80 meter breed te zijn. Hierbij is rekening gehouden met taluds met een helling van 1:3.

7.2.5. 50.660.1 en 50.660.2

Bij de aansluiting van het nieuwe tracé op dijkvak 50.660.1 moet de bestaande dijk langs het koelwaterkanaal circa 90 cm te worden verbreed. De kruin van het nieuwe tracé en het te verhogen dijkvak 50.660.2 heeft een breedte van 6,1 m (taluds 1:3).

7.2.6. 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. De berekeningen zijn uitgevoerd voor alle dwarsprofielen waar ook een stabiliteitsberekening van is gemaakt. De resultaten zijn gegeven in tabel 7.2 en 7.3.

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

dijkvak	dwarsprofiel	locatie Hydra-R Maas	dijknormaal t.o.v. noord [°]	waterstand [m +NAP]	kruinhoogte [m +NAP]	H _s [m]	T _p [sec]	overslagdebiet [l/s/m ¹]	kruinhoogte bij overslag- debiet van 0,1 l/s/m ¹ [m NAP]
50.650.1	DP2	1	280	23,07	23,57	0,24	1,92	< 0,1	23,45
	DP10	5	300	23,07	23,57	0,31	2,23	0,3	23,61
50.660.1	DP2	2	355	22,89	23,55	0,31	2,20	< 0,1	23,25
	DP5(nieuw)	4	355	22,89	23,39	0,35	2,34	0,3	23,21
50.660.2	DP11	3	30	22,89	23,39	0,34	2,33	1,4	23,69
	DP13	3	80	22,89	23,39	0,31	2,25	0,4	23,51

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

dijkvak	dwarsprofiel	locatie Hydra-R Maas	dijknormaal t.o.v. noord [°]	waterstand [m +NAP]	kruinhoogte [m +NAP]	H_s [m]	T_p [sec]	overslagdebiet [l/s/m ¹]	kruinhoogte bij overslag- debiet van 0,1 l/s/m ¹ [m NAP]
50.650.1	DP2	1	280	23,37	23,87	0,21	2,19	< 0,1	23,76
	DP10	5	300	23,37	23,87	0,31	2,23	0,2	23,94
50.660.1	DP2	2	355	23,24	23,74	0,34	2,31	0,2	23,80
	DP5(nieuw)	4	355	23,24	23,74	0,35	2,35	1,4	24,04
50.660.2	DP11	3	30	23,24	23,74	0,34	2,34	1,4	24,05
	DP13	3	80	23,24	23,74	0,32	2,26	0,4	23,87

Het overslagdebiet voor het jaar 2020 en 2050 komt uit tussen de 1 en 10 l/s/m. Er worden eisen gesteld aan de graskwaliteit. In §7.8 wordt de bekleding op deze hoeveelheden gedickeerd.

7.3. Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI)

7.3.1. Maatgevende omstandigheden

Per dwarsprofiel is de opbarstveiligheid bij de teen van de dijk berekend. In vijf van de zes profielen is de opbarstveiligheid kleiner dan 1,1 wat betekent dat er een berekening moet worden uitgevoerd met de methode Bishop en een reductie van de sterkteparameters in de opbarstzone. De berekeningen van de opbarstveiligheid zijn opgenomen in bijlage IV.

Tabel 7.4. Opbarstveiligheid

Dijkvak	Dwarsprofiel	Opbarstveiligheid	Rekenmethode
50.650.1	DP2	1,05	Bishop met reductie sterkteparameters
	DP10	1,09	Bishop met reductie sterkteparameters
50.660.1	DP2	1,24	Bishop
	DP5 (nieuw)	0,80	Bishop met reductie sterkteparameters
50.660.2	DP11	0,45	Bishop met reductie sterkteparameters
	DP13	0,64	Bishop met reductie sterkteparameters

De binnenwaartse macrostabieliteit is berekend met behulp van de computersoftware D-Geo Stability, versie 10.1 (build 1.4) van Deltares. De D-Geo Stability berekeningen zijn opgenomen in bijlage V.

50.650.1

In dijkvak 50.650.1 is de minimaal benodigde helling van het binnentalud berekend zonder toepassing van een steunberm. In tabel 7.5 is het resultaat van de berekeningen gegeven.

Tabel 7.5. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts (50.650)

Dijkvak	Dwarsprofiel	zone 1		zone 2		taludhelling
		Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]	Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]	
50.650.1	DP2	1,14	1,26	1,07	1,20	1:6
	DP10	1,14	1,16	1,07	1,13	1:5

50.660.1 en 50.660.2

In dijkvak 50.660.1 en 50.660.2 is gerekend met een binnentalud van 1:3 en zijn de minimaal benodigde dimensies van een steunberm uitgerekend. De opbarstveiligheid van de berm is groter dan 1,2. De resultaten zijn opgenomen in tabel 7.6.

Tabel 7.6. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts (50.660)

Dijkvak	Dwarsprofiel	zone 1		zone 2		Berm lengte [m]	Hoogte bermknik [m +NAP]
		Eis	Stabiliteits- factor	Eis	Stabiliteits- factor		
		[-]	[-]	[-]	[-]		
50.660.1	DP2	1,14	1,20	1,07	n.v.t.	n.v.t.*	n.v.t.*
	DP5 (nieuw)	1,14	1,22	1,07	1,22	8	22,1
50.660.2	DP11	1,14	1,50	1,07	1,16	11	22,1
	DP13	1,14	1,34	1,07	1,19	4	22,6

* De stabiliteit van de huidige profielgeometrie is voldoende

7.3.2. Uitvoeringsfase

Omdat in de uitvoeringsfase de uitgangspunten verschillen ten opzichte van de maatgevende situatie is de hierboven berekende maatregel 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 en onderliggende cohesieve lagen worden als ongeconsolideerd beschouwd.

Tabel 7.7 geven de resultaten van de D-Geo Stability berekeningen. De uitvoer is opgenomen in bijlage V.

Tabel 7.7. Minimale stabiliteitsfactoren binnenwaarts bij uitvoering

dijkvak	dwarsprofiel	eis	stabiliteitsfactor
		[-]	[-]
50.650.1	DP2	1,00	2,28
	DP10	1,00	2,15
50.660.1	DP2	1,00	1,84
	DP5(nieuw)	1,00	1,02
50.660.2	DP11	1,00	1,20
	DP13	1,00	1,17

7.3.3. Consolidatietijd

Als gevolg van de ophogingen ontstaan wateroverspanningen in de cohesieve lagen, wat ongunstig is met betrekking tot stabiliteit. De wateroverspanningen nemen af in de tijd, waarmee de effectieve korrelspanning en dus de stabiliteit toeneemt. In de zettingsberekeningen (§ 7.12) is de consolidatietijd bepaald, de tijd waarin al het overspannen water wegstroomt. De resultaten zijn weergegeven in tabel 7.8. Met name bij dijkvak 50.660.1 is de consolidatietijd groot, doordat hier de leemlaag dikker is. Indien de dijk in de zomer van 2014 wordt versterkt, is deze voor dijkvak 50.660.1 eind 2017 op volledige sterkte (overige dijkvakken zijn vanzelfsprekend eerder op volledige sterkte). Tot deze tijd zal de stabiliteit van de dijk niet verminderen ten opzichte van de huidige situatie. Indien de dijk eerder op volledige sterkte dient te zijn, dienen er maatregelen te worden genomen om de afname van de consolidatie te versnellen.

Tabel 7.8. Consolidatietijd per dwarsprofiel

dijkvak	dwarsprofiel	consolidatietijd [jaar]
50.650.1	DP2	1,0
	DP10	0,5
50.660.1	DP2	2,5
	DP5	0,5
50.660.2	DP11	n.t.b.
	DP13	0,5

7.4. Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)

De buitenwaartse macrostabiliteit is berekend met behulp van de computersoftware D-Geo Stability, versie 10.1 (build 1.4) van Deltares.

7.4.1. 50.650.1

De dijk wordt in dit dijkvak buitenwaarts verlegd. In beide vakken is buitenwaarts een talud van 1:3 voldoende stabiel.

Tabel 7.9. Minimale stabiliteitsfactoren buitenwaarts 50.650.1

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]	taludhelling [-]
50.650.1	DP2	1,07	1,08	1:3
	DP10	1,07	1,07	1:3

* verbreding is naar buiten toe en niet naar binnen. De verbreding is ter hoogte van de kruin ca 6,0 m.

7.4.2. 50.660.1 en 50.660.2

In DP2 van dijkvak 50.660.1 wordt de kruin buitenwaarts verschoven. Het nieuwe buitentalud is stabiel met een helling van 1:3.

Tabel 7.10. Minimale stabiliteitsfactoren buitenwaarts 50.660.1 DP2

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]
50.660.1	DP2	1,07	1,10

In dwarsprofiel 50.660.2 DP11 is de buitenwaartse stabiliteit voldoende. De berekende buitenwaartse stabiliteit ter plaatse van dit profiel is gegeven in tabel 7.11.

Tabel 7.11. Minimale stabiliteitsfactoren buitenwaarts 50.660.1 DP11

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]
50.660.2	DP11	1,07	1,09

Het buitentalud in de profielen DP5 en DP13 zijn niet stabiel. Als maatregel is een steunberm geschematiseerd met een gelijke hoogte als de binnendijkse berm. De minimaal benodigde lengte van de bermen bedraagt 2 meter.

Tabel 7.12. Minimale stabiliteitsfactoren buitenwaarts (steunberm)

Dijkvak	Dwarsprofiel	Eis [-]	Stabiliteitsfactor [-]	bermlengte [m]
50.660.1	DP5(nieuw)	1,07	1,09	2
50.660.2	DP13	1,07	1,18	2

De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VI.

7.4.3. Uitvoeringsfase

Net als voor de binnenwaartse macrostabiliteit kan ook de buitenwaartse macrostabiliteit berekend worden in de uitvoeringsfase. Echter, omdat verwacht wordt dat de gunstiger hydraulische randvoorwaarden buiten het stormseizoen de ongunstige ongeconsolideerd gedrag van de grondlagen compenseert (er is geen val na hoogwater) zal deze beschouwing achterwege gelaten worden.

7.5. 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 VII).

7.5.1. 50.650.1

In de berekeningen is rekening gehouden met de versterkte profielen ten behoeve van de macrostabiliteit zoals berekend in §7.3 en §7.4. De aanwezige kwelweglengte is in DP2 aan gelijk aan de afstand tussen buiten- en binnenteen. In DP10 ligt het intredepunt niet bij de buitenteen maar ergens op het buitentalud omdat het talud de grindlaag doorsnijdt. Als intredepunt is de locatie genomen waar de leemlaag op het buitentalud 1,5 meter dik is.

Tabel 7.13. Kwelweglengte dwarsprofielen 2 en 10

dijkvak	dwarsprofiel	opbarstveiligheid	aanwezige kwelweglengte	benodigde kwelweglengte	kwelwegtekort
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]
50.650.1	DP2	1,05	21,5	16,8	-
	DP10	1,09	27,5	31,0	-

In beide dwarsprofielen is er voldoende kwelweglengte. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VIII.

7.5.2. 50.660.1 en 50.660.2

In DP2 barst de deklaag niet op en is er geen risico op piping. In de overige vakken is de aanwezige kwelweglengte in de berekeningen gelijk gehouden aan de afstand tussen de nieuwe binnen- en buitenteen zoals berekend in §7.3 en §7.4.

Tabel 7.14. Kwelweglengte dwarsprofielen 2 en 5(nieuw) en 10

dijkvak	dwarsprofiel	opbarstveiligheid	aanwezige kwelweglengte	benodigde kwelweglengte	kwelwegtekort
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]
50.660.1	DP2	1,24	n.v.t.	n.v.t.	-
	DP5(nieuw)	0,80	27,0	33,4	6,4
50.660.2	DP11	0,29	30,0	46,0	16,0
	DP13	0,64	21,0	24,1	3,1

Om het tekort aan kwelweglengte op te lossen wordt in DP5 de beschermingszone in het voorland in rekening gebracht. Een voorwaarde hiervoor is dat de dikte van de deklaag minimaal 1,5 meter dik is. Aangezien met de huidige uitgangspunten de deklaagdikte 1,4 me-

ter dik is, dient dit nader te worden onderzocht. Het is zeer waarschijnlijk dat de hoogte van het maaiveld ter plaatse van de nieuwe buitenteen hoger ligt dan de aangehouden waarde uit de AHN (NAP +21,3 m). In dit geval dienen er geen extra maatregelen te worden getroffen. Indien dit niet zo blijkt te zijn, dient het maaiveld te worden opgehoogd tot de deklaag 1,5m bedraagt.

In DP11 is de geschematiseerde deklaag in het voorland 1,37 meter. Om de aanwezige kwelweglengte te vergroten wordt buitendijks een berm aangebracht. Deze krijgt een breedte van 4 meter in verband met beheer en onderhoud. Vanaf deze nieuwe buitenteen wordt de beschermingszone in het voorland (10 m) opgehoogd met klei (ca. 20 cm). Hiermee wordt in totaal 14 meter kwelweglengte verkregen. De binnendijkse steunberm wordt nog 2 meter verlengd op de piping problematiek op te lossen.

In DP13 is de deklaagdikte niet voldoende om de beschermingszone in rekening te brengen. De aanwezige kwelweglengte kan hier worden verlengd door de buitendijkse berm te verbreden tot 4 meter. Op deze manier is er ook onderhoud vanaf de berm mogelijk. Daarnaast wordt de binnenberm met 1 meter verlengd om het overige tekort aan kwelweglengte op te vangen.

De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VIII.

7.6. Stabiliteit voorland (STVL)

Langs dijkvak 50.650.1 ligt direct de diepte van de Molengreend zonder voorland. Bij dijkvak 50.660.1 is er voorland gecreëerd door de dijkverlegging. Dijkvak 50.660.2 ligt te ver af van het koelwaterkanaal en hoeft derhalve niet getoetst te worden.

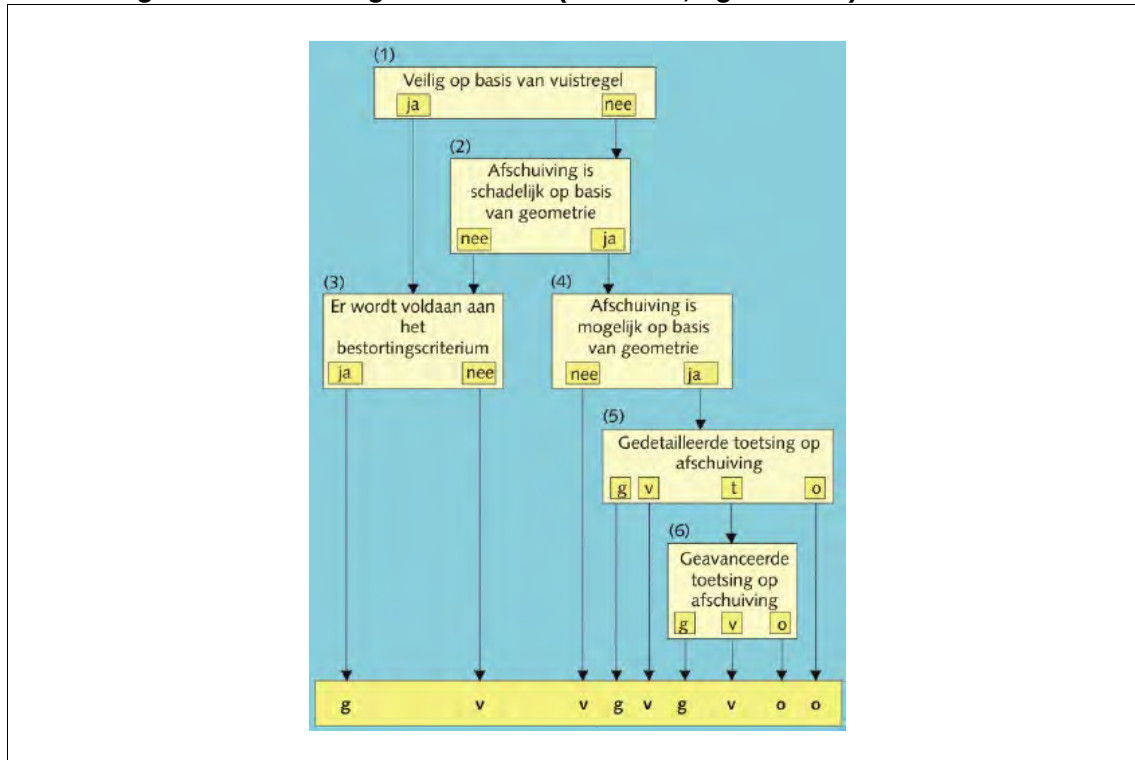
De beoordeling van de stabiliteit van het voorland is uitgevoerd met behulp van het VTV2006 [lit. 9.] en bestaat uit een beoordeling op Afschuiving (AF) en een beoordeling op Zettingsvloeiing (ZV). Beide deelsporen dienen te voldoen aan de gestelde voorwaarden.

7.6.1. Afschuiving (AF)

Het deelspoor AF moet worden getoetst aan de hand van de volgende stappen (afbeelding 7.2):

- stap 1: vuistregel: controle aanwezigheid geul met diepte > 9 m;
- stap 2: geometrische toetsing: schadelijkheids criterium afschuiving;
- stap 3: bestortingscriterium;
- stap 4: geometrische toetsing: optredingscriterium afschuiving;
- stap 5: gedetailleerde toetsing;
- stap 6: geavanceerde toetsing.

Afbeelding 7.2. Beoordelingsschema AF (VTV2006, figuur 9-2.2)



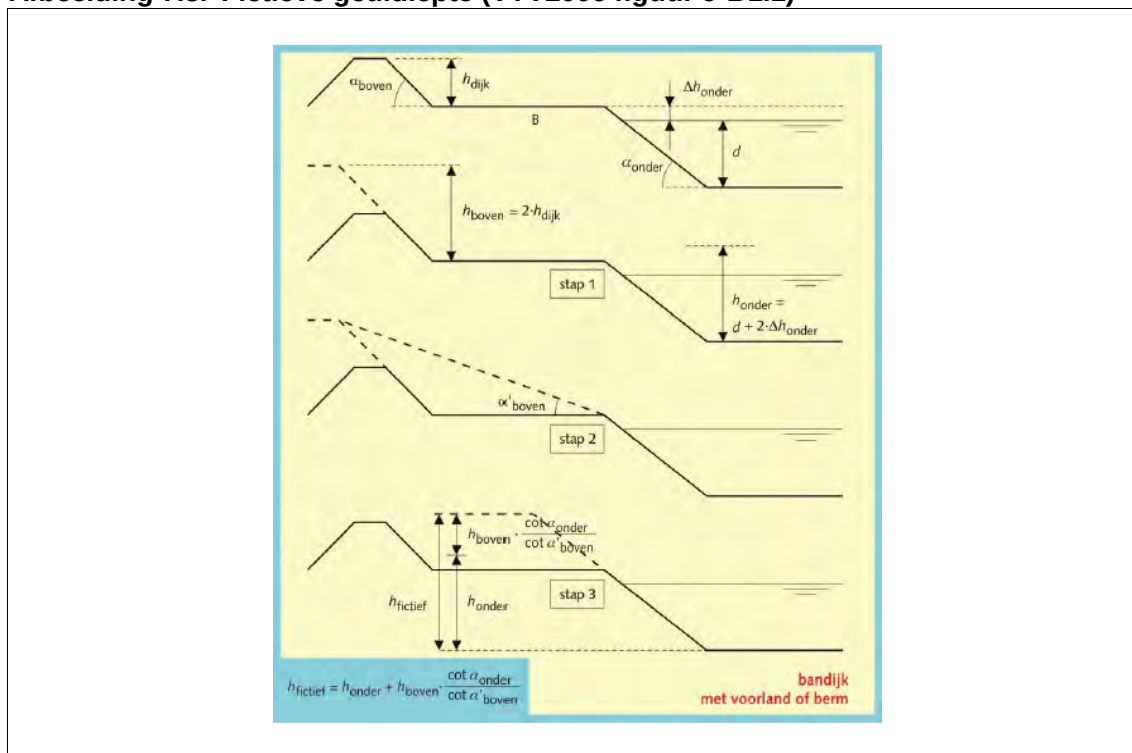
Stap 1: vuistregel

In stap 1 wordt de fictieve geuldiepte beschouwd. In de VTV2006 worden twee voorwaarden genoemd waaraan voldaan moet worden om naar stap 3 te gaan:

- het voorland is ontstaan door natuurlijke processen;
- de fictieve geuldiepte is kleiner dan 9 meter.

De fictieve geuldiepte is bepaald met behulp van Afbeelding 7.3. De resultaten van stap 1 zijn gegeven in tabel 7.15.

Afbeelding 7.3. Fictieve geuldiepte (VTV2006 figuur 9-B1.1)



Tabel 7.15. Beoordeling stap 1: Bepaling fictieve geuldiepte

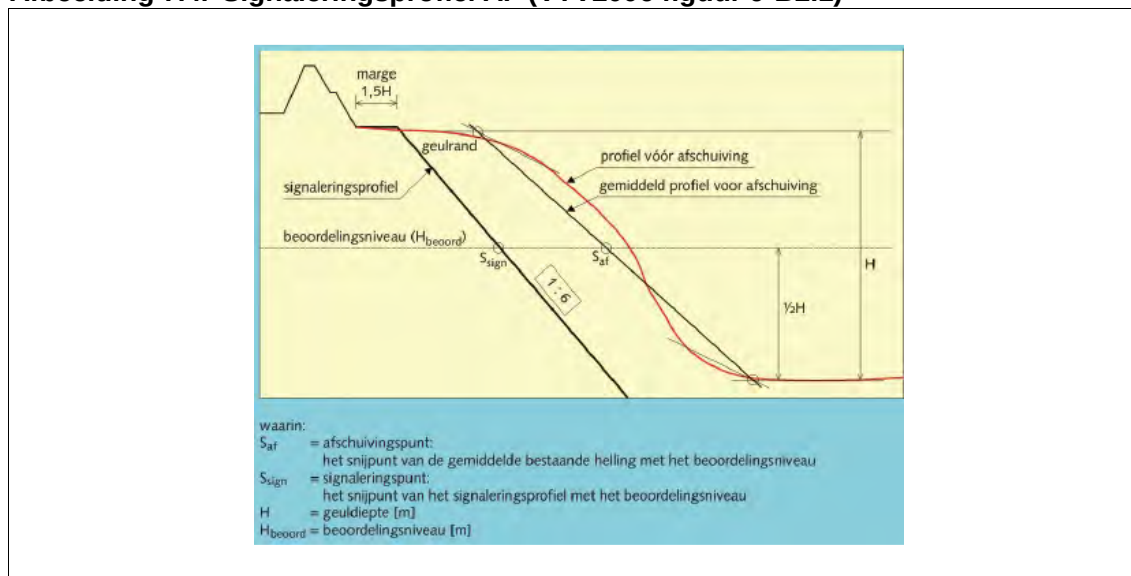
dijkvak [-]	dwarsprofiel [-]	niveau			fictieve geuldiepte [m]	vervolg [-]
		geul	voorland	kruin		
		[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]		
50.660.1	DP5(nieuw)	19,0	23,55	23,74	10,31	stap 2

Stap 2: schadelijkheidscriterium afschuiving

In deze stap is nagegaan of de afschuiving de waterkering bereikt. Hiervoor wordt de methode met een signaleringsprofiel gebruikt volgens Afbeelding 7.4.

De taludhelling van de oever van het koelwaterkanaal is bepaald op 1:4,5 inclusief bijbehorende dwarsprofielen (bijlage IX). De gemiddelde taludhelling is 1:4,1.

Afbeelding 7.4. Signaleringsprofiel AF (VTV2006 figuur 9-B2.1)



Tabel 7.16. Beoordeling stap 2: Schadelijkheidscriterium afschuiving

dijkvak	dwarsprofiel	signaleringspunt [m t.o.v. hartlijn dijk]	afschuivingspunt [m t.o.v. hartlijn dijk]	vervolg
50.660.1	DP5(nieuw)	36	60	stap 3

Afschuiving blijkt niet schadelijk te zijn; het signaleringspunt ligt nog 24 meter dicht tegen de dijk aan. Vervolgt wordt met stap 3.

Stap 3 bestortingscriterium afschuiving

Omdat de bathymetrie vóór de buitenteen niet (in detail) bekend is -slechts het bodemniveau en gemiddeld onderdalud zijn bekend- wordt niet op het stortingscriterium getoetst. Derhalve luidt het eindoordeel op deelspoor Afschuiving: 'voldoende'.

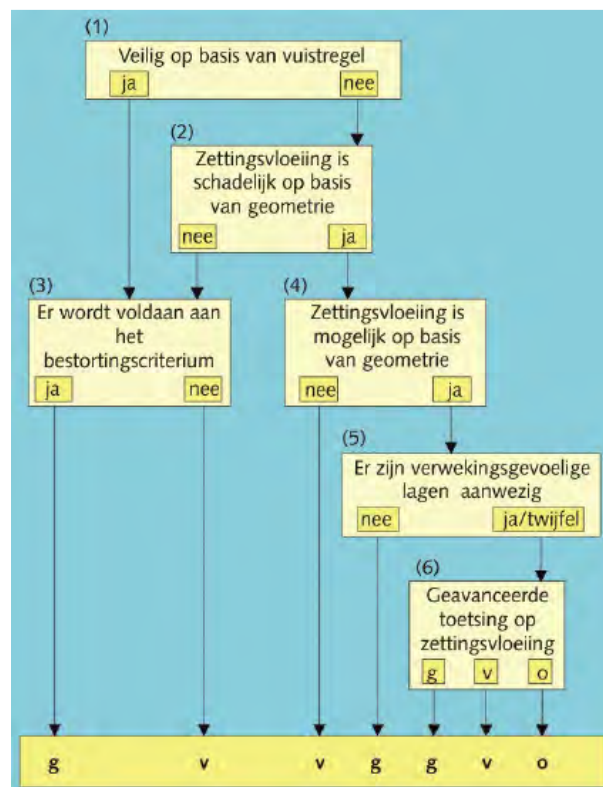
De rekensheet is opgenomen in bijlage IX.

7.6.2. Zettingsvloeiing (ZV)

Het deelspoor ZV moet worden getoetst aan de hand van de volgende stappen (afbeelding 7.5):

- stap 1: vuistregel: controle aanwezigheid geul met diepte > 9 m;
- stap 2: geometrische toetsing: schadelijkheidscriterium zettingsvloeiing;
- stap 3: bestortingscriterium;
- stap 4: geometrische toetsing: optredingscriterium zettingsvloeiing;
- stap 5: aanwezigheid verwekingsgevoelige lagen;
- stap 6: geavanceerde toetsing.

Afbeelding 7.5. Beoordelingsschema ZV (VTV2006, figuur 9-2.4)



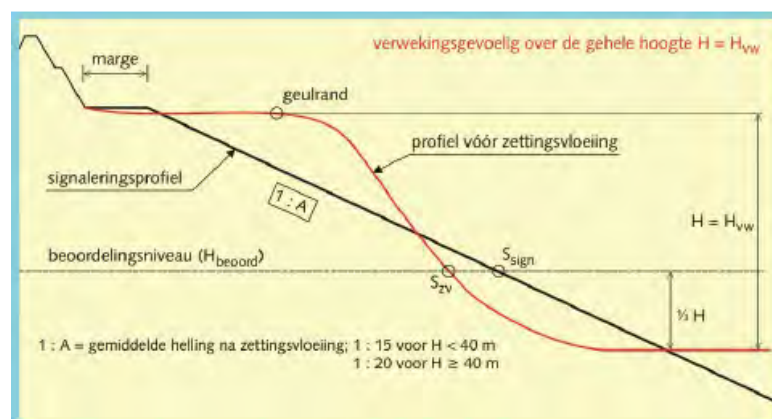
Stap 1: vuistregel

Stap 1 verloopt voor zettingsvloeiing hetzelfde als de beoordeling op afschuiving.

Stap 2: schadelijkheidscriterium zettingsvloeiing

In deze stap is nagegaan of zettingsvloeiing de waterkering bereikt. Hiervoor wordt de methode met een signaleringsprofiel gebruikt volgens afbeelding 7.6.

Afbeelding 7.6. Signaleringsprofiel ZV (VTV2006 figuur 9-B4.1)



Tabel 7.17. Beoordeling stap 2: Schadelijkheidscriterium zettingsvloeiing

dijkvak	dwarsprofiel	signaleringspunt [m t.o.v. hartlijn dijk]	zettingsvloeiingspunt [m t.o.v. hartlijn dijk]	vervolg
50.660.1	DP5(nieuw)	90	63	stap 4

Stap 4: optredingscriterium zettingsvloeiing

Het optreden van een zettingsvloeiing is mogelijk als wordt voldaan aan één van de twee onderstaande voorwaarden:

- de gemiddelde helling is steiler dan of gelijk aan 1:4, over een hoogte van minimaal 5 m;
- de totale helling (geulrand-geulbodem) is gemiddeld steiler dan of gelijk aan 1:7.

Voor profiel DP5(nieuw) geldt dat aan de tweede voorwaarde wordt voldaan. Zettingsvloeiing is op basis van de geometrie niet uit te sluiten en de beoordeling gaat verder in stap 5.

Stap 5: aanwezigheid verwekingsgevoelige lagen

In bijlage 9-6 van het VTV staat beschreven dat cohesieve lagen en grof materiaal niet verwekingsgevoelig zijn. Bij Brachterbeek is in het voorland een grindpakket aanwezig met een deklaag van cohesieve materialen. Deze materialen zijn dus niet verwekingsgevoelig en dus luidt het oordeel 'voldoende'.

De rekensheet is opgenomen in bijlage IX.

7.7. Microstabiliteit (STMI)

Bij dijken waar 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 § 7.2.2).

Aanvullende uitgangspunten

- geen differentiatie golfcondities over buitentalud;
- minimale golfhoogte $H_{s,min}$: 0,1m (standaard);
- bekledingstype: gezaaid gras;
- windrichting 270 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 per dijkvak samengevat in tabel 7.18. De uitvoer van de grastoets is opgenomen in bijlage X. 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 7.18. Beoordeling STBK

dijkvak	dwarsprofiel	nadere beoordeling				eindoordeel
		zone A	zone B	zone C	zone D	
50.650.1	DP2	n.v.t.	goed	goed	goed	goed
	DP10	goed	goed	goed	goed	goed
50.660.1	DP2	goed	goed	goed	goed	goed
	DP5(nieuw)	n.v.t.	voldoende	goed	goed	goed
50.660.2	DP11	n.v.t.	voldoende	goed	goed	goed
	DP13	n.v.t.	goed	goed	goed	goed

7.8.2. Kruin en binnentalud

Voor zowel de ontwerpperiode 2020 als 2050 is het overslagdebiet maximaal 1,4 l/s/m. De sterkte van de bekleding dient hierop te worden afgestemd. In hoofdstuk 8 is beschreven hoe hier mee is omgegaan.

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

Door Witteveen+Bos is in opdracht van Waterschap Roer en Overmaas in het kader van de toetsing van dijkkring 77, 80 en 82 [lit. 23.] een bomeninventarisatie uitgevoerd voor de betreffende dijkvakken 50.650.1, 50.660.1 en 50.660.2. Hierbij is o.a. soort, diameter en hoogte vastgelegd. Een overzicht van de aanwezige bomen is opgenomen in bijlage XI.

In verband met de dijkverlegging op dijkvak 50.660.1 is de inventaris ten opzichte van de toetsing gewijzigd. Boomgroepen ten zuiden van de Verbindingsweg zullen tot de NWO's gerekend worden.

Afbeelding 7.7. Boomgroepen ten zuiden van de verbindingsweg



De bomen die getoetst worden zijn opgenomen in tabel 7.19.

Tabel 7.19. Inventarisatie bomen

dijkvak [-]	dwarsprofiel [-]	nr [-]	maatg. nr [-]	soort [-]	diameter [m]	hoogte [m]
50.650.1	DP2	01 t/m 14, 16 t/m 19	14	es, esdoorn, robinia	0,3-0,5	>5
		15, 20	20	es, esdoorn, robinia	0,3-0,5	>5
	DP10	21 t/m 31	24	es, esdoorn, robinia	0,3-0,5	>5
50.660.1	DP2	01 t/m 04, 06	03	esdoorn	0,3-0,5	>5
		07, 08, 09	07	linde	0,3-0,5	>5
	DP5	-	-	-	-	>5
50.660.2	DP11	-	-	-	-	>5
	DP13	10 t/m 29	24	es, populier	< 0,3	>5

7.9.2. Kabels en leidingen

Uit Klic-meldingen die in opdracht van het WRO zijn uitgevoerd in 2013 blijkt dat er een achttal leidingen langs en onder de waterkeringen liggen. Tabel 7.20 geeft het overzicht van de Klic-melding voor de plangebieden. De leidingen bevinden zich allemaal in dijkvak 50.650.1 met de uitzondering van leiding 8. Leiding 8 kruist dijkvak 50.660.2 ter plaatse van de coupure.

Tabel 7.20. Aanwezige kabels en leidingen

nr.	medium	beheerder	materiaal	diameter	bedrijfsdruk	wanddikte
1	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø914 mm	66,2 bar	14,7 mm
2	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø1067 mm	66,2 bar	15,89 mm
3	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø457mm	66,2 bar	6,28 mm
4	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø457 mm	66,2 bar	6,28 mm
5	K1 - Buis gevaarlijke inhoud	PPS Pipelines	X46 Staal	Ø203 mm	68 bar	4,77 mm
6	riool onder druk	WBL	Asbest cement	Ø400 mm	6 ato	18,22 mm

nr.	medium	beheerder	materiaal	diameter	bedrijfsdruk	wanddikte
7	pekelleiding	SOLVIC NV	Staal	Ø457 mm	40 bar	?
8	riool onder druk	WBL	Asbest cement	Ø500 mm	6 ato	22,26 mm

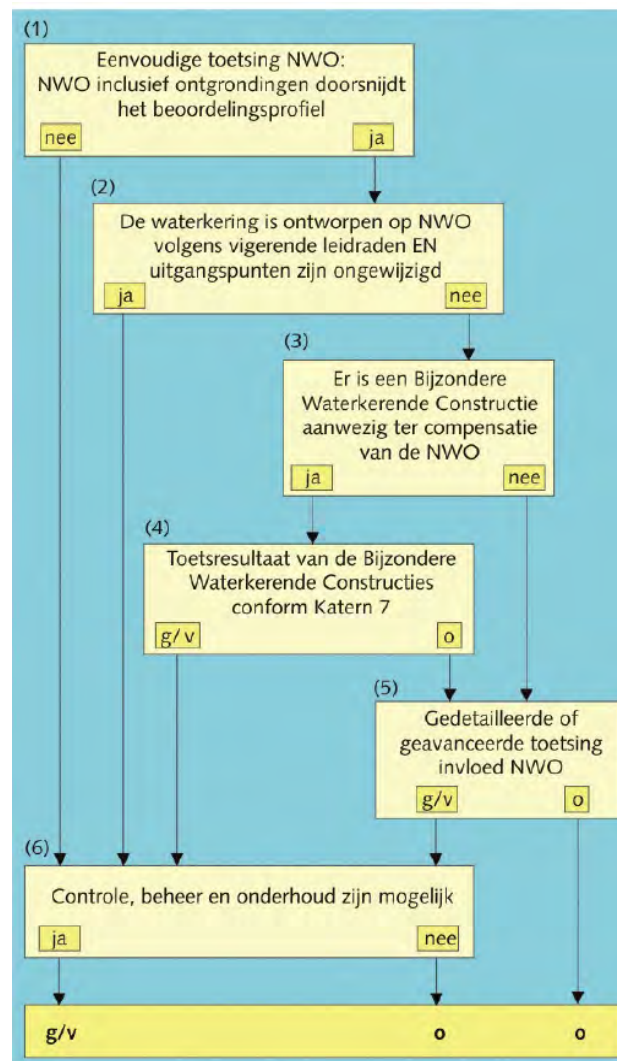
7.9.3. Bebouwing

Bebouwing bestaat in de vorm van hoogspanningsmasten op dijkvak 50.660.1. Als gevolg van de dijkverlegging bevindt de één zich op het voorland en de ander in het achterland. De hoogste mast (1) is in eigendom van TenneT B.V, de lagere (2) van Essent. Onbekend is hoe ze gefundeerd zijn, dat wil zeggen op staal of op palen. Aangezien de deklaag ca 2 meter dik is en de constructies relatief hoog zijn en daarom veel belast worden, is ervan uitgegaan dat op het grind is gefundeerd. Momenteel wordt nader informatie over de fundatie van de hoogspanningsmast ingewonnen bij Essent en bij Tennet, beheerder van de masten.

7.9.4. Beoordelingsmethodiek

In afbeelding 7.8 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 (bomen), bebouwing, pijpleidingen en kabels en overige objecten.

Afbeelding 7.8. Beoordelingsschema niet waterkerende objecten (figuur 10-4.1, VTV2006)

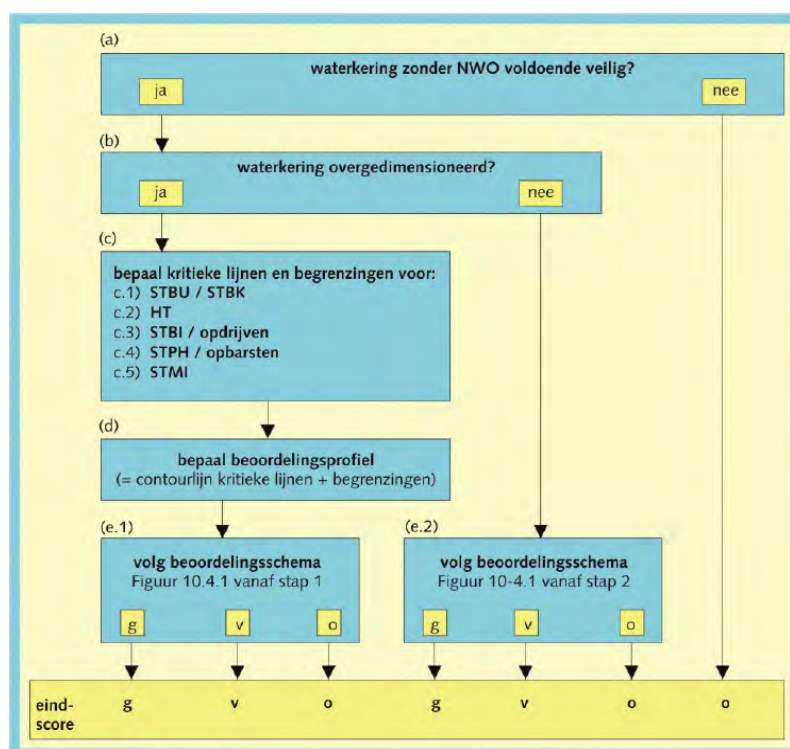


7.9.5. Beoordeling

Stap 1: toetsing aan beoordelingsprofiel

Om te komen tot een beoordelingsprofiel wordt het stroomschema gevolgd, zoals weergegeven in afbeelding 7.9.

Afbeelding 7.9. 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 7.21. Stap (b) uit stroomschema beoordelingsprofiel

dijkvak	dwarsprofiel	kruinhoogte > kruinhoogte bij $q=0,1\text{ l/s/m}$ [m]	kruinbreedte [m] (eis >3 m)	helling binnentalud [-] (eis klei < 1:2, zand < 1:4)	opmerking
50.650.1	DP2	23,93 > 23,76	4	1:5<1:4 (zand)	beoordelingsprofiel
	DP10	23,87<24,04	4	1:5<1:4 (zand)	volg beoordelingsschema Figuur 10-4.1 vanaf stap 2
50.660.1	DP2	23,74<23,80	4	1:5<1:4 (zand)	volg beoordelingsschema Figuur 10-4.1 vanaf stap 2
	DP5(nieuw)	23,74<24,04	4	1:3>1.4 (zand)	volg beoordelingsschema Figuur 10-4.1 vanaf stap 2
50.660.2	DP13	23,74<23,79	4	1:3>1.4 (zand)	volg beoordelingsschema Figuur 10-4.1 vanaf stap 2

Uit tabel 7.21 blijkt dat de beoordelingsprofielen in de eenvoudige toets niet bepaald hoeven te worden, behalve bij DP2. Gemakshalve wordt DP2 onder de andere profielen geschaard en kan direct met stap 2 worden vervolgd.

Vervolg beoordeling bomen

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. Slechts de toetsing op Piping en Heave en Macrostabieliteit zijn van belang. (zie afbeelding 7.10, tabel 10-4.1 in het VTV2006).

Afbeelding 7.10. Beoordelingsschema bomen binnen beoordelingsprofiel

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

1. na omvallen van een boom kan in de ontstane ontgrondingskuil een intredepunt voor piping ontstaan. In tabel 7.22 is het resultaat van de toets op piping en heave opgenomen. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage VIII. De bomengroep in het voorland ter hoogte van DP11 zijn niet meegenomen in de beoordeling. De bomen binnen de toekomstige beschermingszone dienen te worden verwijderd ter voorkoming van een mogelijke intredepunt voor piping.

Tabel 7.22. Controle piping bij bomen op voorland

dijkvak	dwarsprofiel	boom nr	aanwezige kwelweglengte	benodigde kwelweglengte	oordeel
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[-]
50.650.1	DP2	20	18,7	16,8	voldoet
	DP10	24	25,8	31,0	voldoet niet

3. het omvallen van een boom op het voorland, buitentalud en kruin kan de buitenwaartse stabiliteit van het aangrenzende dijklichaam ongunstig beïnvloeden. Een ontgrondingskuil kan een ongunstig effect hebben op het tegenwerkend moment. Aangezien boomgroep 24 (50.650.1) al 'onvoldoende' scoort bij piping op het voorland en de boomgroepen 3 en 7 (50.660.1) verwijderd moet worden om de dijkverlegging en versterking mogelijk te maken worden deze NWO's niet verder beoordeeld.

Tabel 7.23. Controle buitenwaartse macrostabiliteit bij bomen op voorland, buitentalud en kruin

dijkvak [-]	dwarsprofiel [-]	boom nr [-]	eis [-]	stabiliteitsfactor [-]	oordeel [-]
50.650.1	DP2	20	1,07	1,18	voldoet

5. het omvallen van een boom op de kruin, op het binnentalud en in het achterland kan de binnenwaartse stabiliteit van het aangrenzende dijklichaam ongunstig beïnvloeden. Een ontgrondingskuil kan een ongunstig effect hebben op het tegenwerkend moment. Aangezien bomenrij 14 (50.650.1), de boomgroepen ten zuiden van de Verbindingsweg en bomenrij 24 (50.660.2) verwijderd moet worden om versterking en dijkverlegging mogelijk te maken worden deze NWO's niet verder beoordeeld.

Bij de beoordeling van de bomen is niet gelet op staat en conditie. Bij een beoordeling van NWO's conform het VTV2006 is dit geen onderscheidend aspect. Indien wordt gekozen voor het handhaven van de boomgroepen zal in de volgende toetsronde het oordeel 'onvoldoende' worden gegeven.

Geadviseerd wordt om alle boomgroepen behalve boomgroep 20 (50.650.1) te rooien.

Vervolg beoordeling hoogspanningsmasten

Stap 2: gehanteerde ontwerpmethoden

De waterkering is niet ontworpen op de aanwezigheid van hoogspanningsmasten, voor zover het aantoonbaar is. Daarom volgt op stap 2 een 'nee'

Stap 3: bijzonder waterkerende constructie ter compensatie bebouwing

Het nieuwe dijktracé in dijkvak 50.650.1 zal niet worden voorzien van een bijzonder waterkerende constructie. Derhalve zal vervolgt worden met stap 5, de gedetailleerde toetsing.

Stap 5: gedetailleerde en geavanceerde toetsing bebouwing

De toetsing van de bebouwing volgt de gedetailleerde toetsstap van dijken en dammen volgens Katern 5 en Katern 8 van het VTV2006. Slechts de toetsing op Piping en Heave en Macrostabiliteit zijn van belang. (zie afbeelding 7.11, tabel 10-4.2 in het VTV2006).

Abbeelding 7.11. Beoordelingsschema hoogspanningsmasten binnen beoordelingsprofiel

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

1. omdat de mastfundering de ca twee meter diepe deklaag onderbreekt ontstaat er een intredepunt bij de fundering. Omdat het intredepunt op dijkvak 50.660.1 bij de buitenteen is gekozen is, is het intredepunt bij de fundering niet maatgevend;
2. in het achterland is de deklaag ook ongeveer 2 meter dik en wordt door de fundering een uittredepunt gecreëerd. in feite mag hier geen deklaag worden gerekend.

Tabel 7.24. Controle piping bij mastfundering op achterland

dijkvak [-]	dwarsprofiel [-]	mast nr [-]	aanwezige kwelweglengte [m]	benodigde kwelweglengte [m]	oordeel [-]
50.660.1	DP2	1	35	28,4	voldoet

3. de aanwezigheid of het falen van een hoogspanningsmast kan de buitenwaartse stabiliteit van het aangrenzende dijklichaam ongunstig beïnvloeden. Als gevolg van windbelasting kunnen masten (op staal) omwaaien tenminste wanneer de pijlers afzonderlijk gefundeerd zijn en de palen geen trekbelasting opnemen of de staalfundering relatief licht is uitgevoerd. Echter, in deze situatie is de ontgronding een locale verstoring die geen invloed heeft op de buitenwaartse macrostabieliteit;
5. om dezelfde reden als bij 3 hoeft de binnenwaartse macrostabieliteit van het dijklichaam ook niet getoetst te worden op de aanwezigheid of afwezigheid van de NWO.

Vervolg beoordeling kabels en leidingen

Bij de beoordeling van kabels en leidingen moet vooraf worden vastgesteld dat er geen sprake is van gestuurde boringen.

Stap 2: gehanteerde ontwerpmethoden

Het is niet bekend of de leidingen ontworpen zijn op de vigerende NEN3650-serie. Daarom volgt op stap 2 een 'nee'.

Stap 3: bijzonder waterkerende constructie ter compensatie kabels en leidingen

Voor de ontgrondingskuil, als gevolg van een calamiteit, zijn voor zover bekend geen compenserende maatregelen getroffen. Derhalve zal vervolgt worden met stap 5, toetsing pijpleidingen.

Stap 5: Toetsing leidingen

In overleg met het waterschap en op aanbeveling van het VTV2006 is een faalkansanalyse (Bijlage XII) uitgewerkt voor de 8 leidingen in dit plangebied. Dit is de geavanceerde methode uit stap 5.3. Voor alle leidingen behalve leiding 8 geldt dat de kans van een calamiteit (dysfunctiekans) kleiner is dan de taakstellende eis. Leiding 8, de rioolleiding in beheer van WBL is als kruisende leiding bij de coupure 'onvoldoende'.

Tabel 7.25. Resultaten faalkansanalyse

nr.	beheerder	taakstellende eis	dysfunctie kans	oordeel
1	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,36 \times 10^{-6}$	voldoet
2	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,53 \times 10^{-6}$	voldoet
3	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$6,46 \times 10^{-7}$	voldoet
4	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$6,46 \times 10^{-7}$	voldoet
5	PPS Pipelines	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,18 \times 10^{-6}$	voldoet
6	WBL	$7,50 \times 10^{-6}$	$5,57 \times 10^{-7}$	voldoet
7	SOLVIC NV (kruisend deel)	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,01 \times 10^{-6}$	voldoet
	SOLVIC NV (parallel deel)		$7,09 \times 10^{-7}$	voldoet
8	WBL	$7,50 \times 10^{-6}$	$7,60 \times 10^{-5}$	voldoet niet

Geadviseerd wordt om deze leiding (gedeeltelijk) te vervangen. Zie verder § 0. Ondanks de voldoende score in de faalkansanalyse is piping onder de kruisende leidingen op dijkvak 50.650.1 in theorie niet uit te sluiten. In bijlage VIII is het resultaat van deze controle opgenomen. Zie voor het vervolg § 8.1.6

7.10. Waterkerende kunstwerken

Op dijkvak 50.660.2 bevindt zich een waterkerende kunstwerk in de vorm van een afsluitbare duiker. Ter plaatse van de duiker is er een tekort aan kwelweglengte. De aanwezige kwelweglengte tussen de instroom en uitstroom bedraagt circa 15 meter. De benodigde kwelweglengte is berekend in bijlage VIII en bedraagt 46 meter. Om een doorgaande onderhoudsstrook aan de buitenzijde te realiseren wordt de buitenberm ook ter plaatse van de duiker aangebracht. Daarnaast wordt de dijk buitenwaarts uitgebreid in verband met de ophoging. De duiker dient buitendijks te worden verlengd met ongeveer 3 meter.

Omdat de beschermingszone niet in rekening kan worden gebracht in verband met de aanwezigheid van de sloot (of een duiker in het afdekkende kleipakket) resteert er een kwelweglengte tekort van 28 meter. In combinatie met de realisatie van de steunberm aan binnendijkse zijde (13 m, zie §7.3 en §7.5) dient de duiker nog eens 15 meter extra te worden verlengd aan de binnenzijde.

Een beschrijving van het ontwerp is gegeven in § 8.4.

7.11. Samenvatting resultaten faalmechanismen

Tabel 7.26. Samenvatting resultaten

faalmechanisme	
HT	de kruin moet met circa 20 cm worden opgehoogd in dijkvak 50.660.2, in de overige trajecten volgt de kruin een nieuw tracé
STBI	in dijkvak 50.650.1 zal het talud worden verflauwd tot 1:5 á 1:6, in dijkvak 50.660.1 tot 1:3 bij het koelwaterkanaal. Op het nieuwe tracé zijn bermen nodig van 4 m breedte oplopend tot 13 meter breedte op dijkvak 50.660.2
STBU	in dijkvak 50.650.1 en dijkvak 50.660.1 langs het koelwaterkanaal zal het buitentalud worden versteild tot 1:3. In dijkvak 50.660.1 en dijkvak 50.660.2 wordt een buitenberm van respectieve-

faalmechanisme	
	lijk 4m en 6 m breedte aangelegd.
STPH	In dijkvak 50.650.1 speelt piping en heave geen rol. In dijkvak 50.660.1 ook niet, mits het maaiveld in het voorland voldoende hoogte heeft. In dijkvak 50.660.2 dient er gedeeltelijk extra klei op het voorland te worden aangebracht om de beschermingszone in rekening te brengen, en dienen de stabiliteitsbermen te worden verlengd om aan de benodigde kwelweglengte te komen.
STVL	alle dijkvakken voldoen aan de eis.
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 kleiner is dan 50%
NWO's	de aanwezige bomen groter dan 5 meter dienen te worden gerooid, met uitzondering van een enkeling op het voorland van dijkvak 50.650.1
WK's	De waterkerende constructie zal worden verlengd om aan piping te voldoen en t.b.v. de inpas-sing in het nieuwe dijkontwerp

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

Er is een zettingsberekening gemaakt voor de versterkingsopgave voor het jaar 2020, en een zettingsberekening voor het uitbreidbaarheidsprofiel voor 2050. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage XIII. De resultaten zijn gepresenteerd in tabel 7.27.

Tabel 7.27. Resultaat zettingsberekening

dijkvak	dwarsprofiel	locatie	zettingscompensatie versterkingsopgave 2020 [m]	zettingscompensatie uitbreidbaarheidsprofiel 2050 [m]
50.650.1	DP2	kruin	0,03	n.v.t.
		binnenteen	0,09	n.v.t.
	DP10	kruin	0,06	0,07
		buitenteen	0,00	0,00
50.660.1	DP2	kruin	0,03	0,06
		buitenteen	0,08	0,08
	DP5	kruin	0,10	0,11
		binnenteen	0,05	0,05
50.660.2	DP11	buitenteen	0,05	0,05
		kruin	n.t.b.	n.t.b.
		binnenteen	n.t.b.	n.t.b.
	DP13	buitenteen	n.t.b.	n.t.b.
		kruin	0,04	0,07
		binnenteen	0,04	0,04
		buitenteen	0,05	0,05

8. BESCHRIJVING ONTWERP

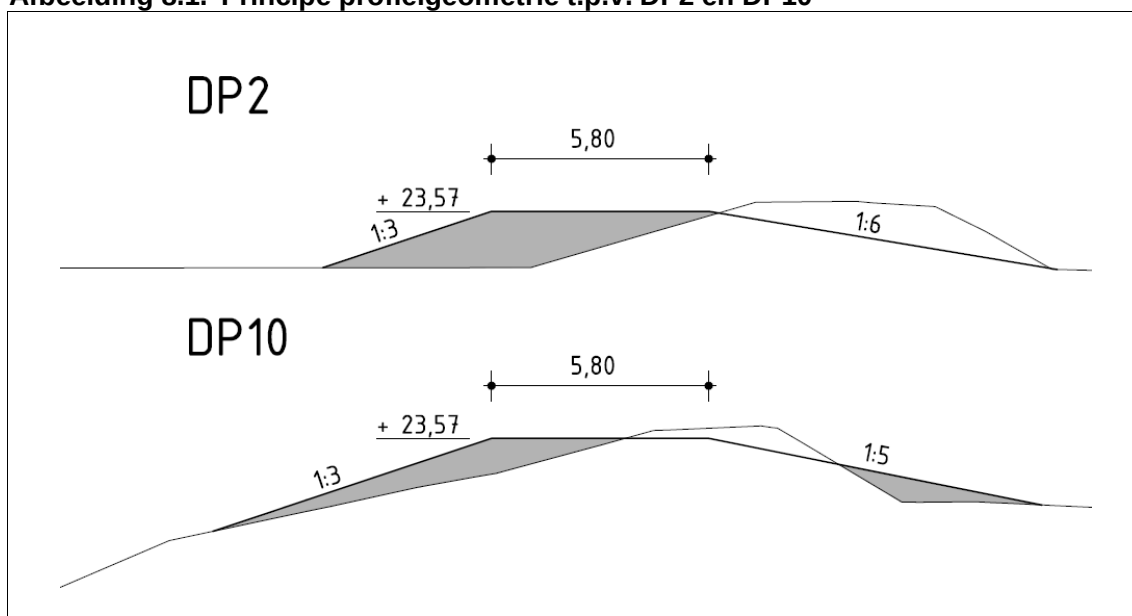
8.1. Dijkvak 50.650.1

8.1.1. Geometrie

Dijkvak 50.650.1 wordt langs de Ohéstraat versterkt door de dijk buitenwaarts te verplaatsen. Op deze manier kan het binnentalud worden verflauwd waardoor de binnenwaartse macrostabiliteit toeneemt. Het ontwerp is uitgezet vanaf de huidige binnenteenlijn. Een uitzondering hierop is het traject aan de oostzijde. Omdat het nieuwe buitentalud anders conflicten oplevert met het bestemmingsplan. Op deze locatie is het ontwerp uitgezet ten opzichte van de aanwezige leiding.

Het binnentalud heeft een taludhelling van 1:5 en op het westelijke deel 1:6 in verband met de macrostabiliteit. De kruin ligt op een hoogte van NAP + 23,57. Hiermee is de waakhoogte 0,5 meter ten opzichte van de ontwerp kaderwaterstand 2020. De kruin heeft een breedte van 5,8 meter in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel. Het buitentalud heeft een helling van 1:3.

Afbeelding 8.1. Principe profielgeometrie t.p.v. DP2 en DP10



8.1.2. Materiaalgebruik grondaanvulling

Het maximale overslagdebiet bedraagt 0,3 l/s/m. Er worden om deze reden eisen gesteld aan de bekleding op de kruin en het binnentalud. Op de kruin en het binnentalud is een leeflaag van 0,3 meter voorzien voor de ontwikkeling van een goede graszode. Hiervoor is klei categorie 2 geschikt. Daaronder dient een erosiebestendige kleilaag aanwezig te zijn. Deze laag is 0,8 meter dik en moet klei uit de categorie 1 zijn. Voor een goede aansluiting op het bestaande maaiveld dient de bovenste 0,3 meter van het huidige maaiveld te worden verwijderd inclusief de grasmatt. Tot slot dient het nieuw profiel te worden ingezaaid met gras.

Buitentalud

Het buitentalud wordt opnieuw aangelegd waarbij het materiaal niet mag afglijden of uitspoelen als gevolg freatisch water in de kern van de dijk. Voor een goede aansluiting op

het bestaande maaiveld dient de bovenste 0,3 meter van het huidige maaiveld te worden verwijderd inclusief de grasmat. Als materiaal wordt gebruik gemaakt van gebiedseigen klei of leem.

8.1.3. Aanlegprofiel in verband met zettingen

De zettingsberekeningen tonen zettingen van maximaal 0,09 m (§ 7.12). Geadviseerd wordt om het gehele ontwerpprofiel 0,1 meter hoger aan te leggen dan zoals in het ontwerp is opgenomen.

8.1.4. Onderhoudsstroken

In het ontwerp is een onderhoudspad op de kruin van de dijk voorzien. Deze bestaat uit een verharding van hydraulisch gebonden menggranulaat over een dikte van 0,3 meter en een breedte van 3,5 meter. De scherpe bochten in de bestaande dijk zijn zoveel mogelijk verflauwd om het onderhoud eenvoudiger te maken.

Aan de westzijde van het dijkvak is tevens een afrit vanaf de Verlorenkostweg opgenomen om de binnentoe bereikbaar te maken. Ook de afrit is voorzien van hydraulisch gebonden menggranulaat en heeft een helling van 1:12. Aan de oostzijde is onderhoud vanaf de binnentoe mogelijk vanaf de (te verleggen) Ohéstraat.

8.1.5. Bomen

De bomen op het voorland verder dan 6 meter van de buitentoe mogen blijven staan. Het gaat hier om een tweetal bomen bij de meest noordelijke knik in het dijkalignement en de bomenpartij op het voorland, halverwege het dijkvak.

8.1.6. Kruisende leidingen dijkvak 50.650.1

Op dijkvak 50.650.1 kruisen een viertal leidingen het dijklichaam. Zie tabel 7.20.

Tabel 8.1. Kruisende kabels en leidingen

nr.	medium	beheerder	diepte onder mv	diameter	bedrijfsdruk	wanddikte
1	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	1,15	Ø914 mm	66,2 bar	14,7 mm
2	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	1,5	Ø1067 mm	66,2 bar	15,89 mm
5	K1 - Buis gevaarlijke inhoud	PPS Pipelines	2,6	Ø203 mm	68 bar	4,77 mm
7	pekelleiding	SOLVIC NV	var	Ø457 mm	40 bar	?

De leidingen scoren een 'voldoende' in de faalkansanalyse maar scoren een 'onvoldoende' op STPH. In bijlage VIII is het resultaat opgenomen van het kwelweglengtetekort. Dit bedraagt 4 meter in horizontale richting. Hierbij is rekening gehouden met verticale kwelweg op basis van de maatgevende leiding: pekelleiding. De diepte onder maaiveld varieert maar zal in ieder geval op 0,8m (vorstvrij) liggen. De verticale kwelweg bedraagt hier minimaal 1,25 meter.

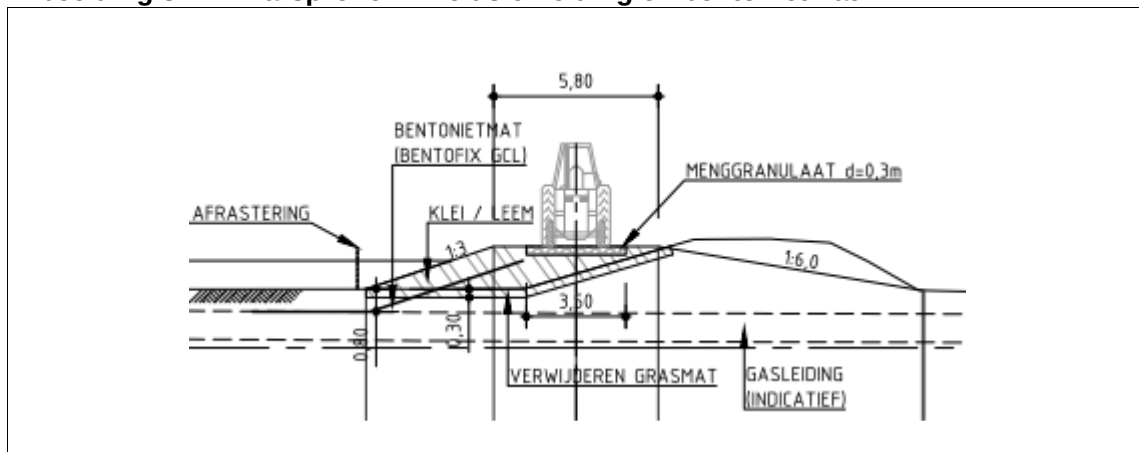
Verticale verlenging van de kwelweg met bijvoorbeeld een damwand is uitgesloten bij hogedruk leidingen. Het kwelweglengtetekort dient daarom ondervangen te worden in een horizontale verplaatsing van het intredepunt. Hiervoor zijn twee oplossingen voorzien:

1. kleiaanvulling;
2. bentonietmat of folie;

Om een afdekkende kleilaag in rekening te mogen brengen voor kwelwegverlenging dient deze minimaal 1,5 meter dik te zijn. Niet overal wordt deze dekking gehaald. Hier zou aangevuld moeten worden en bovendien moet worden aangetoond (grondonderzoek) dat de huidige deklaag voldoende waterremmend is. Aanbrengen en grondonderzoek in boven de hogedrukleidingen brengt echter zeer grote risico's met zich mee en is zeer onwenselijk. Deze optie wordt niet overwogen.

Een betonietmat (Bentofix GCL) is een beproefde methode en veelvuldig toegepast in Duitsland. De doorlatendheid van deze mat is het equivalent van de doorlatendheid van een meter klei. Tegelijk is de mat slechts 0,5-1cm dik, flexibel en sterk. Bovendien bestaan er speciale type matten met een toplaag die wortelaanhechting bevorderen.

Afbeelding 8.2. Dwarsprofiel 2 inclusief leiding en bentonietmat



De betonietmat strekt zich uit tot 4 meter van de buitenteen en steekt 4 meter aan weerszijden van de leiding uit. De mat komt minimaal 0,8 meter onder maaiveld te liggen in de vorstvrije zone. De inkluizing in het dijklichaam houdt in: 0,8 meter onder de bekleding tot niveau MHW.

8.2. Dijkvakken 50.660.1 en 50.660.2

8.2.1. Tracé(verlegging)

Voor dijkvakken 50.660.1 en 50.660.2 wordt afgeweken van het huidige tracé van de dijk. De belangrijkste redenen hiervoor zijn:

- de forse damwand om het pipingprobleem bij de coupure op te lossen hoeft niet geïnstalleerd te worden;
- de rioolleiding kruist de primaire waterkering niet meer waarmee een veiligheidsissue wordt aangepakt (§7.9);
- er wordt een permanent veiligheidsniveau verkregen omdat de coupure buiten de primaire waterkering komt te liggen;
- onteigening van het terrein van Essent vindt aan de perceelrand plaats waardoor ver-snippering van percelen wordt vermeden. Dit kan rekenen op meer draagvlak bij de stakeholder;
- het beplantingsplan van Essent kan doorgang vinden en verder worden uitgebreid.

De locatie van het nieuwe tracé is gegeven in afbeelding 8.3.

Afbeelding 8.3. Dijkvak 50.660.1 en dijkvak 50.660. 2

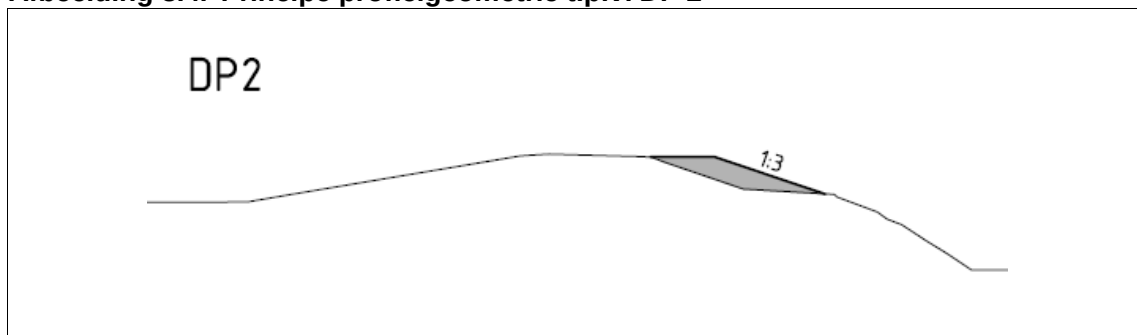


8.2.2. Geometrie

DP 2 (Aansluiting op dijk bij koelwaterkanaal)

Aan de westzijde sluit het nieuwe tracé van de dijk aan op de bestaande dijk langs het koelwaterkanaal. Deze dijk dient te worden verbreed in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel. Het buitentalud van de dijk van het koelwaterkanaal dient een helling te krijgen van 1:3 in verband met de buitenwaartse macrostabiliteit.

Afbeelding 8.4. Principe profielgeometrie t.p.v. DP 2

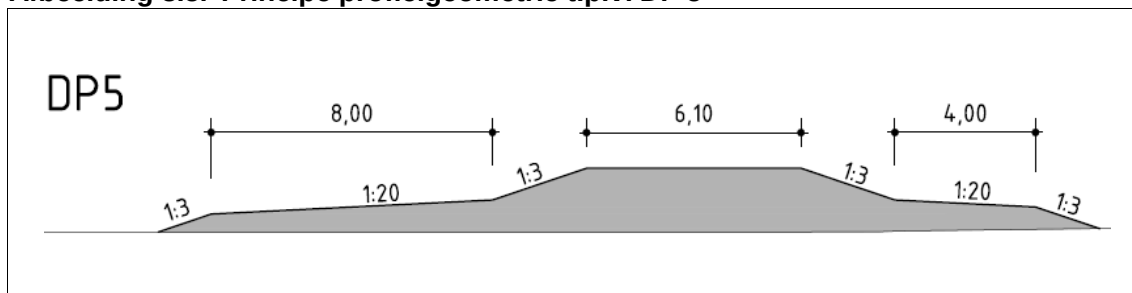


DP 5 (Ter plaatse van het nieuwe tracé)

De dijk ter plaatse van het nieuwe tracé (DP5) dient een kruinhoogte te krijgen van NAP +23,39 (0,5m waakhogte) en een breedte van 6,10 meter in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel. De taluds hebben een helling van 1:3.

In verband met de macrostabiliteit dient er zowel binnen- als buitendijks een steunberm te worden aangelegd. De insnijding van het binnentalud met de steunbermen ligt op NAP +22,50 m en de bermen lopen onder een afschot van 1:20 af. De binnenberm heeft een lengte van 8 meter. De hoogte van het knippunt bedraagt NAP +22,10 m. De buitendijkse steunberm dient minimaal 2 meter breed te zijn maar wordt aangelegd met een breedte van 4 meter in verband met beheer en onderhoud. De hoogte van het knippunt ligt evens op NAP +22,30 en de insnijding met het buitentalud op NAP +22,50 m.

Afbeelding 8.5. Principe profielgeometrie t.p.v. DP 5



DP 11 (ter plaatse van huidige dijk dijkvak 50.660.2 bij waterberging Krombeek)

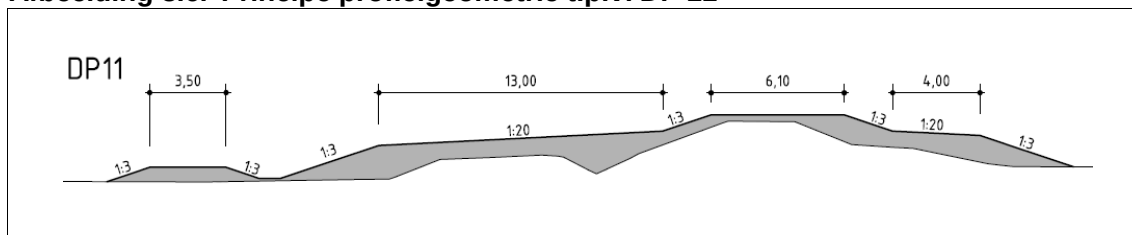
De kruin dient op deze locatie te worden verhoogd om 0,5 meter waakhoogte te garanderen. De kruin dient 6,10 meter breed te zijn in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel. De taluds hebben een helling van 1:3.

In verband met de macrostabiliteit dient er binnendijs een steunberm te worden aangelegd met een lengte van 11 meter. In verband met piping en heave dient deze berm nog eens 2 meter te worden verlengd. De insnijding van het binnentalud met de steunberm ligt op NAP 22,65 m en het knikpunt van de berm ligt op NAP 22,00 m. De berm ligt onder een afschot van 1:20 en is in totaal 17 m breed.

Door de aanleg van de steunberm verdwijnt de sloot bij de binnenteen. In de huidige waterbekken krombeek wordt opnieuw een grondlichaam aangebracht om een nieuwe scheiding tussen sloot en waterbekken te realiseren. Het grondlichaam heeft een breedte van 3,5 meter en een hoogte van NAP +21,0 m.

Buitendijs wordt er eveneens een berm aangebracht om een homogeen beeld van de dijk te creëren. De insnijding van het buitentalud met deze berm ligt ook op NAP +22,65 m en het knikpunt van de berm ligt op NAP 22,45 m. De berm ligt onder een afschot van 1:20 en is 4 m breed. Tevens dient het maaiveld achter de berm te worden verhoogd over de breedte (10 meter) van de beschermingszone. Op deze manier wordt een intredepunt voor piping voorkomen.

Afbeelding 8.6. Principe profielgeometrie t.p.v. DP 11



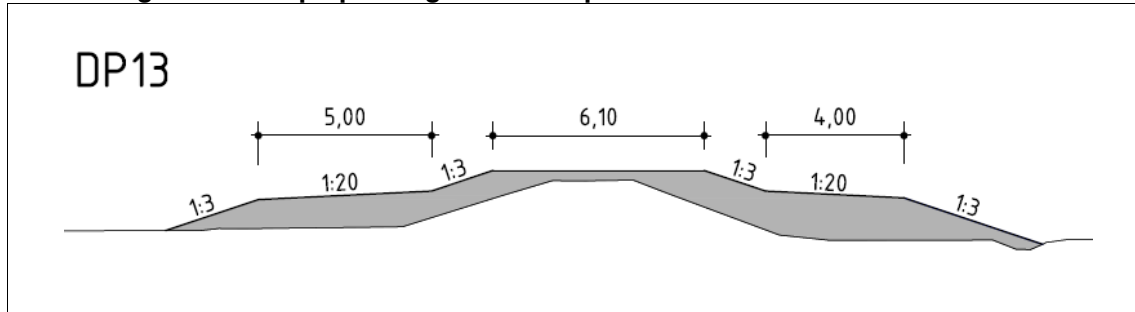
DP 13 (Ter plaatse van huidige dijk dijkvak 50.660.2 ten zuiden van Krombeek)

De kruin dient op deze locatie te worden verhoogd om 0,5 meter waakhoogte te garanderen. De kruin dient 6,10 meter breed te zijn in verband met het uitbreidbaarheidsprofiel. De taluds hebben een helling van 1:3.

In verband met de macrostabiliteit dient er buitendijs een steunberm te worden aangebracht met een breedte van tenminste 2 meter. In verband met beheer en onderhoud wordt deze berm verbreed tot 4 meter. Hierdoor neemt eveneens de aanwezige kwelweglengte toe. De berm snijdt het buitentalud op NAP +22,80 m en loopt onder een afschot van 1:20 naar NAP +22,60 m.

Binnendijks is er voor de macrostabiliteit een steunberm benodigd met een lengte van minimaal 4 meter. In verband met piping en heave dient deze berm nog 1 meter te worden verbreed. De berm snijdt het binnentalud op NAP +22,80 m en loopt onder een afschot van 1:20 naar NAP +22,55 m.

Afbeelding 8.7. Principe profielgeometrie t.p.v. DP 13



8.2.3. Materiaalgebruik grondaanvulling

Kruin en binnentalud

Het maximale overslagdebiet bedraagt 1,4 l/s/m. Er worden om deze reden eisen gesteld aan de bekleding op de kruin en het binnentalud. Op de kruin en het binnentalud is een leelaag van 0,3 meter voorzien voor de ontwikkeling van een goede graszode. Hiervoor is klei categorie 2 geschikt. Daaronder dient een erosiebestendige kleilaag aanwezig te zijn. Deze laag is 0,8 meter dik en moet klei uit de categorie 1 zijn. 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 nieuw profiel te worden ingezaaid met gras.

Buitentalud

Het buitentalud wordt opnieuw aangelegd waarbij het materiaal niet mag afglijden of uitspoelen als gevolg van freatisch water in de kern van de dijk. Voor een goede aansluiting op het bestaande maaiveld dient de bovenste 0,3 meter van het huidige maaiveld te worden verwijderd inclusief de grasmat. Als materiaal wordt gebruik gemaakt van gebiedseigen klei of leem.

8.2.4. Aanlegprofiel in verband met zettingen

De zettingsberekeningen tonen zettingen van maximaal 0,08 m bij het koelwaterkanaal, 0,10 m bij het nieuwe tracé en 0,05 m bij de huidige dijk aan de oostzijde (§ 7.12). Geadviseerd wordt om het gehele ontwerpprofiel 0,1 meter hoger aan te leggen dan zoals in het ontwerp is opgenomen.

8.2.5. Onderhoudsstroken

In het ontwerp is een onderhoudspad op de kruin van de dijk voorzien. Deze bestaat uit een verharding van hydraulisch gebonden menggranulaat over een dikte van 0,3 meter en een breedte van 3,5 meter. Het onderhoudspad is te bereiken vanaf de nieuwe kruising tussen de Verbindingsweg en de Voortstraat. Voor de breedte van de steunbermen is minimaal 4 meter aangehouden zodat ook hier onderhoudsmaterieel over heen kan rijden.

8.2.6. Bomen

De te verwijderen bomen zijn aangegeven op de tekening in bijlage XI. Ook dienen de bomen in de buitendijkse beschermingszone bij dijkvak 50.660.2 moeten worden verwijderd.

8.3. Hoogspanningsleidingen

Het knelpunt van de hoogspanningsleidingen geldt als een van de drijfveren voor de dijkverlegging in dijkvak 50.660.1. Destijds is een coupure aangebracht op dijkvak 50.660.2 omdat de Verbindingsweg niet over het dijklichaam geleid kan worden vanwege de korte verticale afstand tussen voertuig en hoogspanningsleiding. Omdat bij hoogwater de waterkering met coupure slecht beheersbaar blijkt is een waterkering zonder coupure gewenst. Om de Verbindingsweg toegankelijk en veilig te houden wordt elders de weg over de dijk gelegd.

Afbeelding 8.8. Hoogspanningsleidingen Essent en TenneT op dijkvak 50.660.1



Door de wegoeverlegging ter hoogte van het kruispunt Verbindingsweg/Voorstweg aan te leggen wordt gekozen voor een robuuste oplossing: een veilige oplossing waarbij het horizontaal alignement zoveel mogelijk behouden blijft om sloop- en herstelwerkzaamheden te minimaliseren en zo min mogelijk grondaankoop nodig is. De afstand tussen maaiveld en onderkant hoogspanningsleiding is geschat op 14 meter waarmee voldoende vrije ruimte tussen voertuig en leiding overblijft. (minimale eis profiel van vrije ruimte is 5 meter in verband met ontstaan van vlambogen. bij een dijkhoogte van 2,5 meter en een maximale voertuighoogte van 4 meter blijft 7,5 meter aan profiel van vrije ruimte over)

8.4. Pompopstelplaats Krombeek

Tijdens een hoogwatersituatie wordt via een noodpomp (Betsy XXL) overtollig water uit het achterland over de dijk naar buiten gepompt. Dit gaat met een maximale capaciteit van 1500 m³ per uur.

De huidige pompopstellocatie zal opnieuw moeten worden ingericht. Dit heeft te maken met:

- verhoging van de kruin;
- aanbrengen steunbermen ten behoeve van de stabiliteit;
- tekort aan kwelweglengte.

8.4.1. Buitendijks

De spoelgoot op het buitentalud voorkomt erosie van de bekleding. De kruin wordt verhoogd en buitendijks wordt er een steunberm van 4 meter gerealiseerd met een onder-

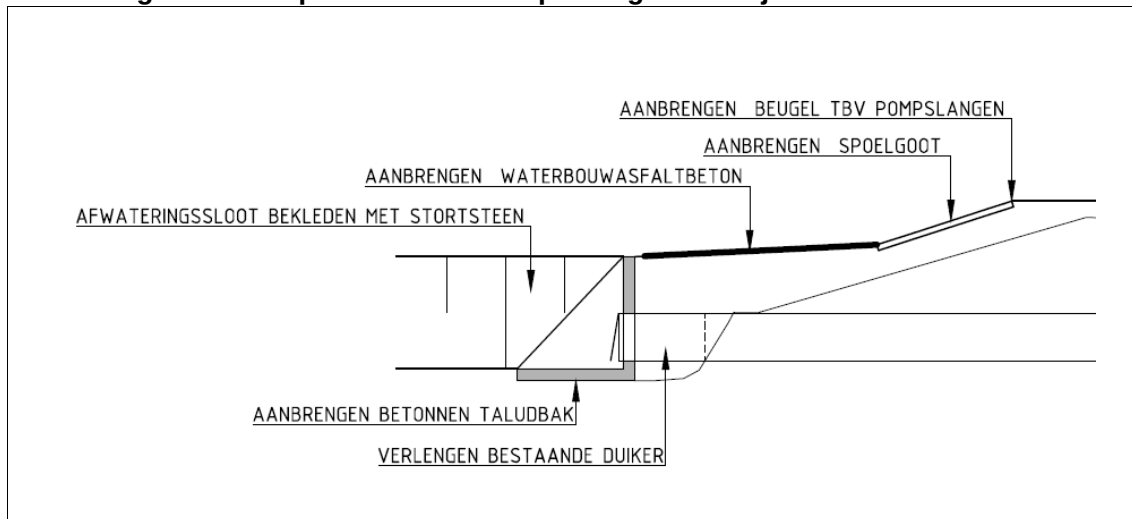
houdsstrook. De bestaande spoelgoot en de beugels voor het vastzetten van de pompslangen komen te vervallen.

Er is gekozen voor een robuuste oplossing in verband met de grote turbulentie en stroomsnelheid van het water dat over de kruin wordt gepompt. Het ontwerp wordt hieronder per stap omschreven:

1. verwijderen terugslagklep en aanbrengen van een pendelstuk op de bestaande duiker;
2. aanbrengen nieuwe stalen leiding $\varnothing 800$ van circa 10 meter lang;
3. aanbrengen van een betonnen taludbak inclusief terugslagklep en stalen duiker (ca. 2 m);
4. aansluiten taludbak op nieuwe stalen leiding;
5. aanbrengen nieuwe grondlichaam;
6. plaatsen beugels voor pompslangen en spoelgoot op buitentalud (conform huidige principe);
7. aanbrengen van asfaltverharding op de nieuwe steunberm (tussen de spoelgoot en de taludbak) met behoud van de vorm als spoelgoot. Er wordt feitelijk een soort voorde gecreëerd. Er is gekozen voor een bekleding van waterbouwasfaltbeton. Waterbouwasfaltbeton kan in één laag op de ondergrond worden aangebracht en door het lage percentage holle ruimte is het een waterdicht mengsel waardoor het een duurzame oplossing is. Waterbouwasfaltbeton is bestand tegen hoge hydraulische belastingen en is overrijdbaar voor onderhoudsvoertuigen. De dikte van de laag waterbouwasfaltbeton is 10 cm en voor de breedte is twee maal de breedte van de spoelgoot aangehouden (8 meter breed);
8. aanbrengen van stelconplaten (4m bij 6m) op de binnenberm naast de instroomconstructie;
9. afwateringssloot voorzien van geotextiel en een vlijlaag met bekleding van stortsteen 10-60 kg. Er is voor een gradering van 10-60 kg gekozen omdat dit bestand is tegen een stroomsnelheid van ca. 2m/s bij hoge turbulentie. De Betsy XXL heeft een capaciteit van 1500 m³ per uur en dit wordt met twee slangen geloosd op de spoelgoot op het buitentalud. De snelheid van het water dat uit de slangen komt is gelijk aan:
 - capaciteit: 1500 m³/uur = 0,42 m³/sec;
 - oppervlakte: 0,1 m² bij twee slangen met een diameter van 250 mm;
 - stroomsnelheid: $0,42 / 0,1 = 4,2$ m/s.

Zodra het water in de spoelgoot komt neemt de doorstroomoppervlakte toe en de stroomsnelheid af. Ter plaatse van de sloot is de doorstroomoppervlakte vele malen groter dan de slangen van de pompinstallatie.

Afbeelding 8.9. Principe doorsnede aanpassing buitendijkse situatie



8.4.2. Binnendijks

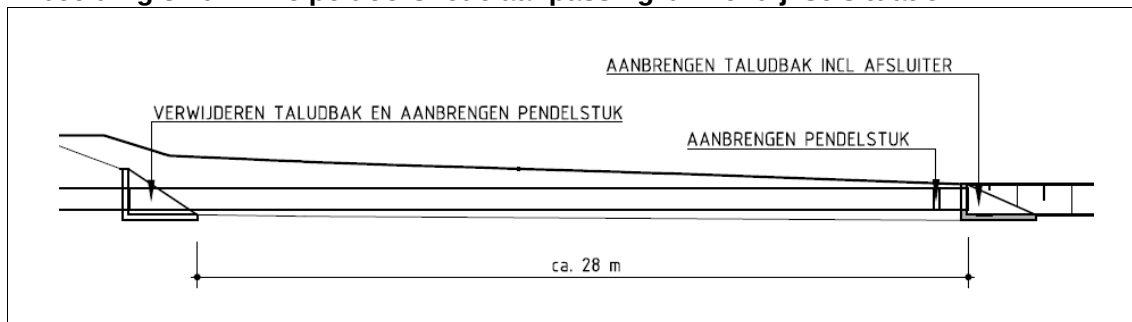
De duiker zal binnendijks verlengd moeten worden in verband met het aanbrengen van een steunberm ten behoeve van de macrostabiliteit. Daarnaast zal de leiding nog extra moeten worden verlengd ter voorkoming van piping. De benodigde kwelweglengte is 46 meter. De duiker zal daarom nog ca. 28 meter moeten worden verlengd.

Het ontwerp wordt hieronder per stap omschreven:

1. verwijderen huidige instroombak;
2. aanbrengen pendelstuk op bestaande duiker en aanbrengen nieuwe stalenduiker;
3. aanbrengen nieuwe instroombak inclusief afsluiter en pendelstuk;
4. aanbrengen grondlichaam;
5. aanbrengen stelconplaten ten behoeve van de pompopstelling.

Het principe van de situatie is gegeven in afbeelding 8.10.

Afbeelding 8.10. Principe doorsnede aanpassing binnendijkse situatie



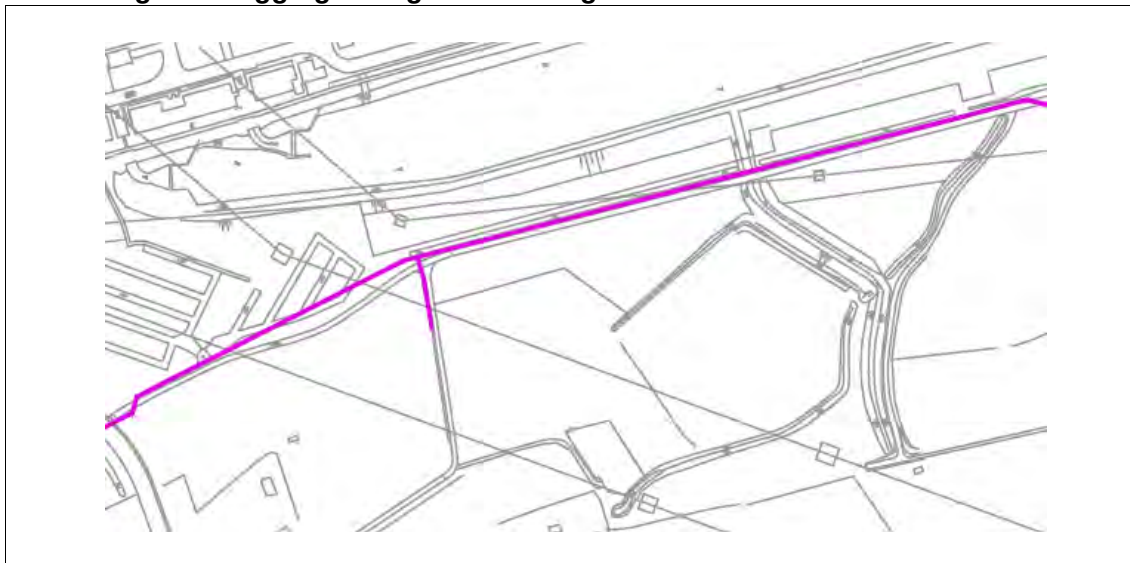
De ingreep heeft ook tot gevolg dat het oppervlak van het spaarbekken afneemt. Dit is ca 2000 m². Compensatie is niet geregeld en hoort in het projectplan terug te komen.

8.5. Rioolleiding onder druk (dijkvak 50.660.1)

8.5.1. Bestaande asbestcementleiding

Zoals in paragraaf 7.9 is geconcludeerd is de rioolleiding op dijkvak 50.660.1 afgekeurd op de kruising met de coupure. De kans op het optreden van een calamiteit is groter dan de normstellende eis toelaat. De rioolleiding is een asbestcementleiding $\varnothing 500\text{mm}$ met een werkdruk van 6 bar en in eigendom van BWL. Deze leiding komt vanaf de parkeerplaats van Essent bij het koelwaterkanaal dijkvak 50.660.1 binnen en volgt de Verbindingsweg aan de noordzijde naar het oosten (Afbeelding 8.11). Hier is de leiding $\varnothing 400\text{mm}$. ter hoogte van de Voorstweg sluit een leiding $\varnothing 200\text{ mm}$ aan.

Afbeelding 8.11. Ligging huidige rioolleiding



Vanwege de dijkverlegging is deze leiding opnieuw getoetst (stap 5.1 Katern 10, §4.4, VTV2006). De verstoringzone die in de faalkansanalyse is aangehouden reikt 1,6 meter diep ($0,2 * 500\text{mm} + 1\text{m}$ dekking) en is 12,8m breed ($2*1,6\text{m}*4\text{m}$). Het invloedsgebied voor STBU is gelijk aan 6,8m ($4*(23,39\text{m}-21,70\text{m})$), Het invloedsgebied voor STPH bedraagt 2,8m ($33,4\text{m} - 30,6\text{m}$) en is daarmee niet maatgevend. Dit houdt in dat de teen van het nieuwe dijktracé op 13,2 meter vanuit het hart van de leiding moeten worden aangelegd.

De leiding kruist de waterkering westelijk, ter hoogte van het leidingenknooppunt. Vervanging van de rioolleiding is veiligheidshalve noodzakelijk tot een afstand van:

- circa 80 meter ten westen van T-splitsing;
- circa 75 meter ten zuiden van T-splitsing;
- circa 20 meter ten oosten van T-splitsing (min afstand voor boring om 10 meter onder kruin te halen).

Rekening houdend met minimale kwelweglengte bij 1,6 m ontgroning van 79 m (bijlage VIII).

8.5.2. Nieuwe gestuurde boring

Voorgesteld wordt om de nieuwe riolering middels een gestuurde boring uit te voeren. deze methode is gezien de situatie aantrekkelijk vanwege:

- het aanbrengen van een projectmatige scheiding tussen dijkversterkingsopgave en leidingversterkingsopgave;

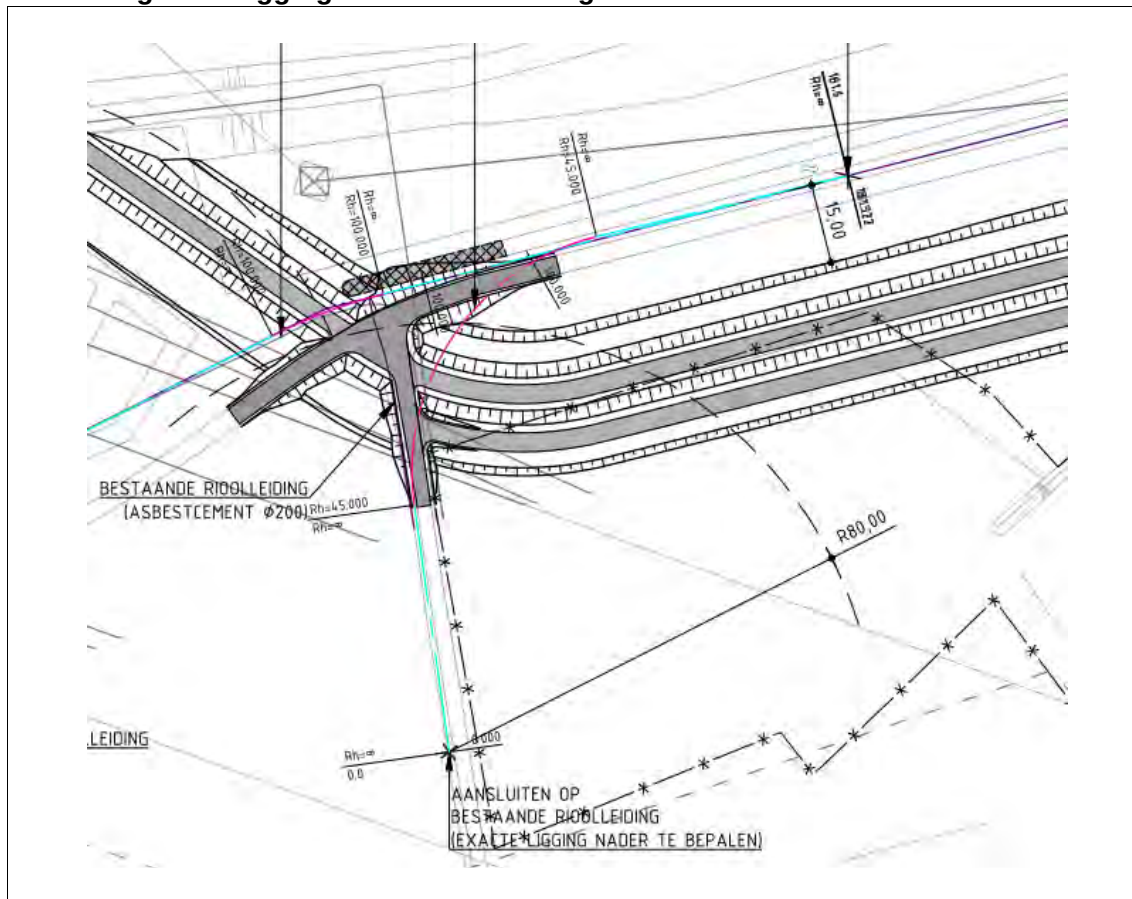
- de lengte van de leidingversterking: 250 meter;
- het handhaven van de permanente toegankelijkheid van de Verbindingsweg wordt eenvoudiger.

De nieuwe leidingen zijn gedimensioneerd op sterkte en boorspoeldruk en zijn van het type SDR11 DN16. De berekeningen zijn op moment van schrijven nog in ontwikkeling en worden later opgeleverd. De diameter verschilt per sectie:

- $\varnothing 630$ mm van T-splitsing tot oostzijde coupure;
- $\varnothing 250$ mm ten zuiden van T-splitsing.

Het tracé van de gestuurde boringen volgt de bestaande riolering maar dan dieper in de ondergrond (Afbeelding 8.11). Dit heeft een theoretische en praktische reden: de NEN3650-serie schrijven een minimale diepte voor van drie meter onder de teen en tien meter onder de kruin van een primaire waterkering om de waterveiligheid te garanderen. Praktisch gezien zal het bentoniet wat bij het drijfproces onder druk wordt gebruikt bij geringe diepte voor opbarsten van de dekking zorgen.

Afbeelding 8.12. Ligging nieuwe rioolleiding



Bij de gestuurde boring zijn de minimale boogstralen bepalend voor het tracé. Deze hangt af van het type boor die afhangt van de leidingdiameter. In het definitieve ontwerp is voor de boogstraal van de leiding $\varnothing 250$ mm 45 meter aangehouden. De leiding treedt in onder een hoek van ca 1:5 en zal op diepte gekomen 6 meter horizontaal geboord worden alvorens de boogstraal wordt ingezet. In de besteksfase zal het bovenstaande met de leidingbeheerder nader moeten worden afgestemd.

Het horizontale leidingtracé is ontworpen met het doel perceel 88 geheel te ontzien.

Ten westen van de T-splitsing sluiten de leidingen op elkaar aan op de locatie waar de gestuurde boringen eindigen. De leidinglengten bedragen 180 en 160 meter.

8.6. Ontwerptekening

De ontwerptekeningen zijn opgenomen in bijlage XIV.

8.7. Zonering legger

In Bijlage XV 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 leggetekeningen van Waterschap Roer en Overmaas.

In de nieuwe situatie zijn de volgende grenzen gehanteerd:

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

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

9. OVERIGE ASPECTEN

9.1. Hoeveelheden en kosten

De hoeveelheden en kosten zijn opgenomen in de kostennotitie.

9.2. Grondverwerving

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

Tabel 9.1. Grondverwerving

dijkvak	perceelnummer	oppervlakte [m ²]	ten behoeve van
50.650	MBT00O248	295	huidige dijk nog niet in eigendom
	MBT00O257	500	binnentalud + kernzone
	MBT00O258	1930	buitendijkse verplaatsing
	MBT00O13	2014	binnentalud + kernzone
50.660	MBT00O302	8244	nieuw dijktracé (nog niet in eigendom)
	MBT00O250	60	nieuw dijktracé (nog niet in eigendom)
	MBT00O261	65	kernzone buitendijks
	MBT00O262	225	steunberm + kernzone buitendijks
	MBT00O111	150	steunberm + kernzone binnendijks

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

In dijkvak 50.660 zijn niet alle perceelgegevens digitaal beschikbaar. Op de locatie van de dijk ter plaatse van de gestuurde boring is nog een perceel aanwezig met particulier eigendom. De aan te kopen grondoppervlakte bedraagt circa 210 m².

9.3. Uitvoeringsuitgangspunten

Voor de uitvoering van de dijkversterking bij de Clauscentrale Maasbracht / Brachterbeek zijn verschillende uitvoeringsuitgangspunten aangehouden:

- alle vergunningen die benodigd zijn voor de dijkversterking zijn verkregen voor aanvang van de werkzaamheden (gestuurde boring, onteigening, e.d.);
- de werkzaamheden aan het riool en de dijkversterking worden gelijktijdig uitgevoerd;
- de werkzaamheden worden uitgevoerd buiten het stormseizoen.

9.4. Raakvlakken

9.4.1. Kabels en Leidingen

50.650.1

Op dijkvak 50.650.1 wordt het tracé langs de Ohéstraat buitenwaarts versterkt om de buisleidingen met gevaarlijke inhoud (Nederlandse Gasunie) zo veel mogelijk te ontzien. De versterking blijft buiten de beschermingszone. Het materieel benodigd voor de versterking vormt geen gevaar voor hoogspanningsleidingen die het dijkvak kruisen.

De laagspanningskabel van Enexis dat halverwege het dijkvak zich onder het dijklichaam bevindt zal niet/nauwelijks extra belast worden door de versterking.

De leidingen met gevaarlijke inhoud kruisen op het noordelijke deel en worden buitenwaarts van de dijk extra belast en er moeten pipingmaatregelen worden getroffen. Hierin is het aanbrengen van een bentonietmat of folie voorzien waardoor de belasting op de leidingen niet toeneemt.

50.660.1 en 50.660.2

Op dijkvak 50.660.1 wordt het tracé deels verlegd ten zuiden van de Verbindingsweg. Deze verlegging is mede het gevolg van een knelpunt tussen (landbouw)verkeer en hoogspanningsleidingen (Essent) waardoor een wegoeverlegging over het huidige dijklichaam moeilijk te realiseren blijkt. In de nieuwe situatie zijn hoogspanningsleidingen (Essent, Enexis) geen knelpunten meer.

De hoge drukriolering (WBL) die door dit dijkvak ligt blijft een veiligheidsprobleem en zal worden vervangen door een HDD boring (gestuurde boring). De uitvoering van de boring zal gescheiden van de werkzaamheden ten behoeve van de dijkversterking worden uitgevoerd. Bij de uitvoering van de aanleg van een nieuwe drukrioolleiding dient rekening te worden gehouden met:

- tijdelijke wegomleggingen bij de in- en uitredelocaties van de gestuurde boring om de Verbindingsweg en Voorstraat toegankelijk voor verkeer te houden. De wegomleggingen zullen naar verwachting een beperkte en lokale ingreep zijn, er zijn geen groot-schalige wegomlegging voorzien;
- 3 aansluitingen van de nieuwe leiding de bestaande leiding langs de Verbindingsweg en de Voorstraat. De huidige leiding dient zo lang mogelijk operationeel gehouden te worden waardoor geen tijdelijke maatregelen nodig zijn;
- om procedures en ontheffingen zo veel mogelijk te ontlopen dient het nieuwe leiding-tracé zo veel mogelijk (horizontaal) samen te vallen met het huidige leidingtracé.

Net ten oosten van de Voorstraat kruisen ook twee middenspanningskabels van Enexis het dijklichaam op het nieuwe tracé in dijkvak 50.660. De één is volgens beschikbare informatie afgesloten en niet in gebruik, en zal derhalve worden verwijderd. De andere operationele kabel wordt van een mantelbuis voorzien en in de sleuf wordt een eenvoudige kleischerm aangebracht.

9.4.2. Perceel 88

Voornoemde percelen grenzen aan de Voorstraat. Zowel het grondlichaam als de nieuwe hoge drukrioolleiding worden deels op het perceel nummer 88 aangelegd. In de procedures dient hierop te worden geanticipeerd. Hierbij is er een gerede kans dat bezwaar hiertegen wordt aangetekend door de eigenaar van het perceel. De situatie is weergegeven op de tekening in bijlage XVI.

9.4.3. Hoogspanningsmasten

De dijkverlegging maakt dat de hoogspanningsmasten van Essent en Enexis op dijkvak 50.660.1 tot een raakvlak zijn geworden. Fysiek bestaat er interactie tussen het dijklichaam en de fundering van de hoogspanningsmasten. De invloed van de fundering op het dijklichaam levert voor de waterveiligheid geen probleem op (zie paragraaf 6.1.5). Omgekeerd is onderzocht wat de invloed (horizontale belasting) van het aangebrachte grondlichaam op de sterkte en stabiliteit van de fundering van de mast is. De horizontale belasting en daar-

mee de invloed op de fundering blijkt verwaarloosbaar klein te zijn (bijlage XVII). Dit dient nader onderzocht te worden.

9.4.4. Ohéstraat, Verbindingsweg, Voortstraat

De Ohéstraat, Verbindingsweg en Voortstraat zullen toegankelijk blijven voor hulpdiensten of voor bestemmingsverkeer. De aannemer zal bij ondermeer het plaatsen van de booropstelling voor de aanleg van de rioolleiding en bij het plannen van de aanleg van de waterkering hier rekening mee dienen te houden.

9.5. Risico's

9.5.1. Opbarsten deklaag bij gestuurde boring

Er bestaat een risico dat de deklaag nabij het uittredepunt opbarst wanneer de booruitspoeldruk hoger is dan de weerstand die de deklaag kan bieden. Omdat ter voorkoming van piping een ongestoorde deklaag vereist is, wordt geadviseerd om ter plaatse klei in voorraad te houden om deze te kunnen inzetten voor het afdichten als de noodzaak hiertoe ontstaat.

9.5.2. Deklaag in voorland in 50.660.2

In het ontwerp is het voorland meegenomen als beschermingszone. Dit wil zeggen dat de lengte van het voorland nodig is om te kunnen voldoen aan de benodigde kwelweglengte. Hiervoor dient er een afdekkend pakket van 1,5 meter cohesief materiaal aanwezig te zijn. Voorafgaand aan de uitvoering is hiertoe aanvullend grondonderzoek voorzien om de aanwezigheid te bevestigen. Indien de deklaagdikte onvoldoende blijkt kan worden gekozen om het voorland op te hogen met klei of een kleikist in te graven. Dit is als risico in de kostenraming opgenomen.

9.5.3. Stortlocatie

Tussen spaarbekken Krombeek, de Verbindingsweg en de Voorstraat bevindt zich volgens informatie van het waterschap een voormalige stortlocatie. Qua positie is het mogelijk dat de stortlocatie de teen van het nieuwe dijklichaam raakt. De details van de locatie (locatie, omvang, samenstelling van de stort, verticale opbouw) zijn onbekend en dienen aan de hand van aanvullend veldonderzoek, voorafgaand aan de uitvoering, geïnventariseerd te worden. Dit wordt mogelijk gecombineerd met aanvullend grondonderzoek ter hoogte van de dijkverlegging. De mogelijkheid bestaat dat door de aanwezigheid van de stort er zich onvoldoende deklaag aangrenzend aan het dijklichaam bevindt en derhalve dat er aanvullende maatregelen nodig zijn. Vooralsnog wordt in het ontwerp niet van het voorgaande uitgegaan. De voornoemde maatregelen zijn wel als risico in de kostenraming opgenomen.

9.5.4. Explosieven

Het rapport van de Explosive Clearance Group (ECG) stelt dat de gebieden bij dijkvakken 50.650.1 te Clauscentrale Maasbracht en 50.660.1 en 50.660.2 te Brachterbeek niet verdacht zijn op het aantreffen van conventionele explosieven [lit. 6].

9.5.5. Flora en Fauna

50.650.1

De dijkversterking te Clauscentrale Maasbracht zal invloed hebben op de flora en fauna van het aangelegen gebied. Een onderdeel hiervan is dat er bomen worden gekapt om de dijkversterking mogelijk te maken. In de natuurrapportage van Regelink wordt gesteld dat bosschages deel uitmaken van fourageergebied van vogels en eekhoorns. Er wordt in de rapportage geadviseerd om alle werkzaamheden uit te voeren buiten het open seizoen. Dit conflicteert met de uitvoering van de werkzaamheden die juist in die periode moeten worden verricht in verband met het stormseizoen. Dit knelpunt dient nader te worden besproken met de beheerder van het gebied.

50.660.1 en 50.660.2

Ook de dijkversterking en -verlegging bij Brachterbeek zal invloed hebben op de flora en fauna van het aangelegen gebied. Er zijn met name rond de spaarbekken Krombeek bomen gepland voor de kap waar vleermuizen voorkomen. Bovendien gaat de dijkversterking gerealiseerd worden waar beschermde vaatplanten nu nog de grond bedekken. In de natuurrapportage van Regelink wordt geadviseerd om met betrekking tot de vaatplanten een mitigatieplan op te stellen en ten aanzien van de vleermuizen een aanvullend onderzoek te verrichten naar het voorkomen van de soorten.

De aanwezigheid van deze flora en fauna kan leiden tot vertragingen in het project. Het is daarom belangrijk om tijdig aanvullend onderzoek uit te voeren en in de planning van de uitvoering rekening te houden met de kwetsbare periodes van de verschillende diersoorten.

9.5.6. Archeologie

In het rapport van RAAP [lit. 7] is geconstateerd dat de archeologische verwachting hoog is voor alle drie de dijkvakken. Aangezien er slechts tot een diepte van 0,3 meter wordt ontgraven heeft dit geen consequenties voor het ontwerp.

9.6. Beheer en onderhoud

9.6.1. Dijklichaam

Ten aanzien van beheer en onderhoud wordt voor het dijklichaam 2 maal bemaaiing per jaar voorgeschreven. Daarnaast zal een jaarlijkse of tweejaarlijkse schouw uitgevoerd moeten worden naar de staat van de bekleding en eventueel opgetreden schades aan de dijk.

Waar de kruisende leidingen met folie/betoniet zich bevindt zal onderhoud vanaf de kruin moeten plaatsvinden om beschadiging aan de mat/folie te voorkomen.

9.6.2. Onderhoudsweg

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

9.6.3. Uitwateringsduiker

De afsluiters bij de uitwateringsduiker (terugslagklep en schuifafsluiter) zullen jaarlijks moeten worden getest.

9.6.4. Begroeiing

Boomgroepen worden gerooid. Jonge bomen of bosschages dienen binnen de invloedssfeer van de waterkering dient onderhouden te worden. Dit houdt in snoeien en laag houden (onder 5 meter).

9.7. Veiligheid en gezondheid (V&G)

9.7.1. Omgevingsveiligheid

De in de DO-fase geïnventariseerde veiligheidsaspecten in het kader van 'omgevingsveiligheid' hebben betrekking op:

- Niet gesprongen explosieven (NGE's);
- verkeer;
- openbare ruimte en omstanders.

Het gebied is niet verdacht ten aanzien van de aanwezigheid van NGE's in de ondergrond. Het onverwacht aantreffen van NGE tijdens de uitvoering kan gevaren opleveren voor de werknemers en voor de directe omgeving van het werk. Aangezien het om een onverdacht gebied gaat wordt er geen aanvullend onderzoek uitgevoerd. Tijdens de uitvoering moet het personeel alert zijn en bij het stuiten op een verdacht object moet het werk direct stilgelegd worden. In de besteksfase van het project moeten de aandachtspunten ten aanzien van NGE's worden opgenomen in het V&G-plan.

Tijdens de uitvoering wordt er op en/of direct nabij openbare wegen gewerkt. De wegen in het gebied moeten bereikbaar blijven voor nood- en hulpdiensten en voor bestemmingsverkeer. Vanwege aanvoer van materiaal (zoals zand en klei) ontstaan er veel transportbewegingen en zijn er raakvlakken met het reguliere verkeer. Ten aanzien van verkeersveiligheid moeten verkeersmaatregelen getroffen worden die voldoen aan de CROW-publicatie 96b. In de besteksfase wordt dit nader uitgewerkt in het V&G-plan.

Omdat er gewerkt wordt in de openbare ruimte moet er tevens aandacht zijn voor de afsluiting van het werkterrein voor derden (afzettingen/markeringen), locaties voor opslag en depots en de manoeuvreerbaarheid van materieel op wegen. In de besteksfase wordt dit nader uitgewerkt in het V&G-plan.

9.7.2. Veilige realisatie

De in de DO-fase geïnventariseerde veiligheidsaspecten in het kader van 'veilige realisatie' hebben betrekking op:

- hoogspanning;
- gas- en buisleidingen met gevaarlijke inhoud;
- AC-leidingen;
- bodemverontreiniging.

Tijdens de uitvoering wordt er gewerkt nabij bovengrondse hoogspanningskabels. De veiligheidsvoorschriften vanuit de beheerder moeten altijd nageleefd worden. Er geldt een minimale obstakelvrije ruimte (5 meter) waarbinnen geen materiaal of materieel mag komen in verband met het mogelijk ontstaan van vlambogen. In de besteksfase wordt dit nader uitgewerkt in het V&G-plan.

Er zijn gas- en buisleidingen aanwezig met gevaarlijke inhoud. Het tracé langs de Ohéstraat wordt buitendijks verstrekt om de buisleidingen zoveel mogelijk te ontzien. De verster-

king blijft buiten de beschermingszone. De veiligheidsvoorschriften vanuit de beheerder moeten altijd worden nageleefd. In de bestekfase wordt dit nader uitgewerkt in het V&G-plan.

Er is een bestaande rioolleiding aanwezig die vervangen moet worden. De rioolleiding is een asbestcementleiding $\varnothing 500\text{mm}$ met een werkdruk van 6 bar en in eigendom van BWL. Voor het vervangen van de asbestcementleiding gelden specifieke regels. In de besteksfase wordt dit nader uitgewerkt in het V&G-plan.

Tussen spaarbekken Krombeek, de Verbindingsweg en de Voortstraat bevindt zich een voormalige stortlocatie. In het ontwerp is ervan uitgegaan dat geen werkzaamheden hieraan benodigd zijn in verband met de aanleg van de waterkering. De noodzaak hangt af van informatie die momenteel wordt verzameld. Indien uit aanvullende informatie wel aanleiding bestaat tot maatregelen op de stortplaats, dan dient milieuhygiënische bodemkwaliteit voorafgaand aan de werkzaamheden bekend te zijn en dienen de maatregelen afgestemd worden te op de aanwezige verontreinigingen. In de besteksfase moet dan de veiligheidsklasse conform de CROW-publicatie 132 worden vastgesteld en worden uitgewerkt in het V&G-plan.

9.7.3. Veilig beheer en onderhoud

Begaanbaarheid van onderhoudswegen is een belangrijk punt. Om de onderhoudswegen op de kruin en op de berm 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 wordt om zelfde reden onder afschot van 5 % aangelegd.

Maaierwerkzaamheden op het binnen- en buitentalud kunnen plaatsvinden vanaf deze onderhoudswegen.

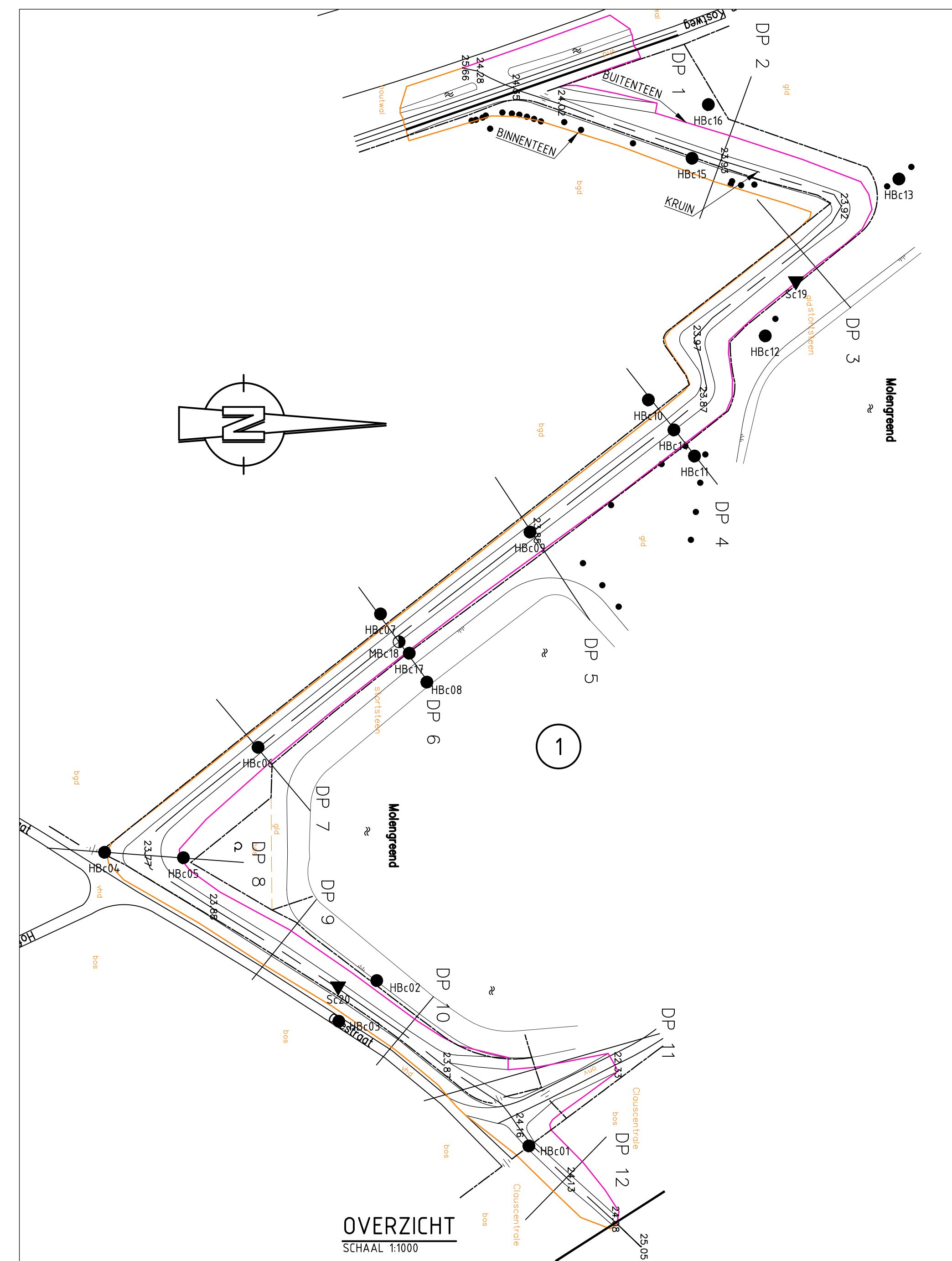
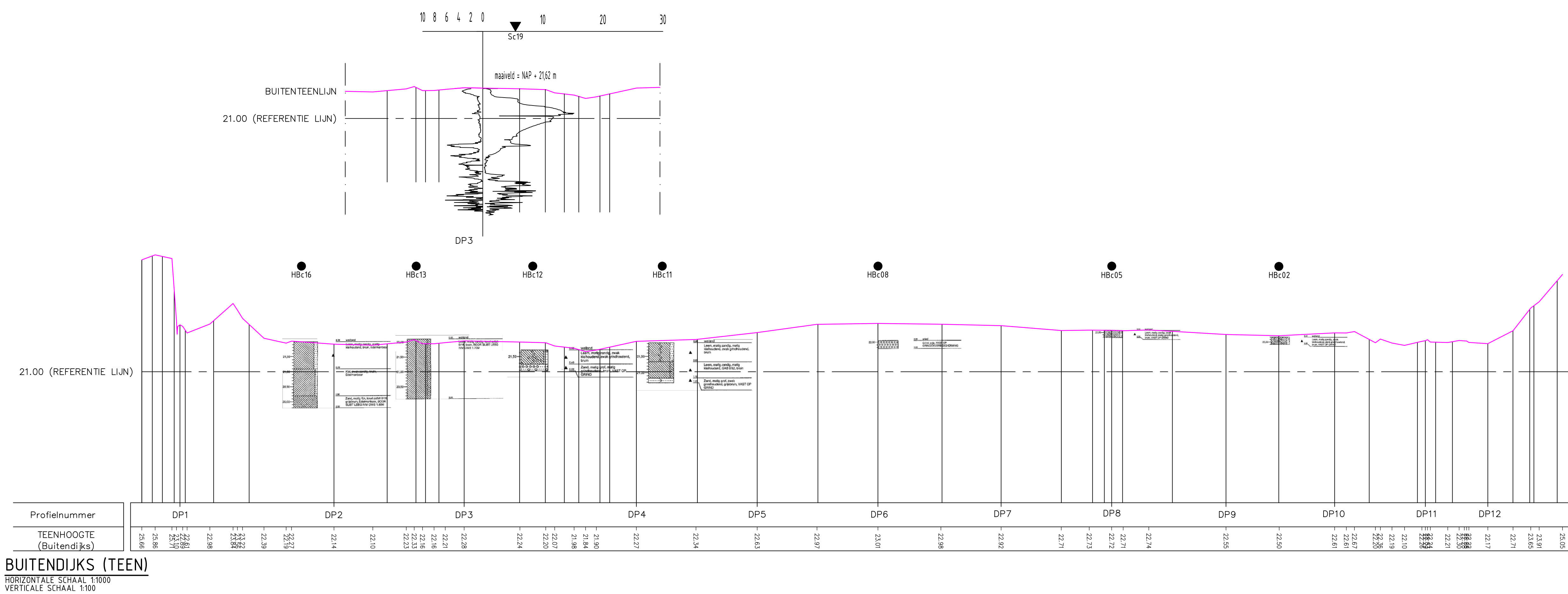
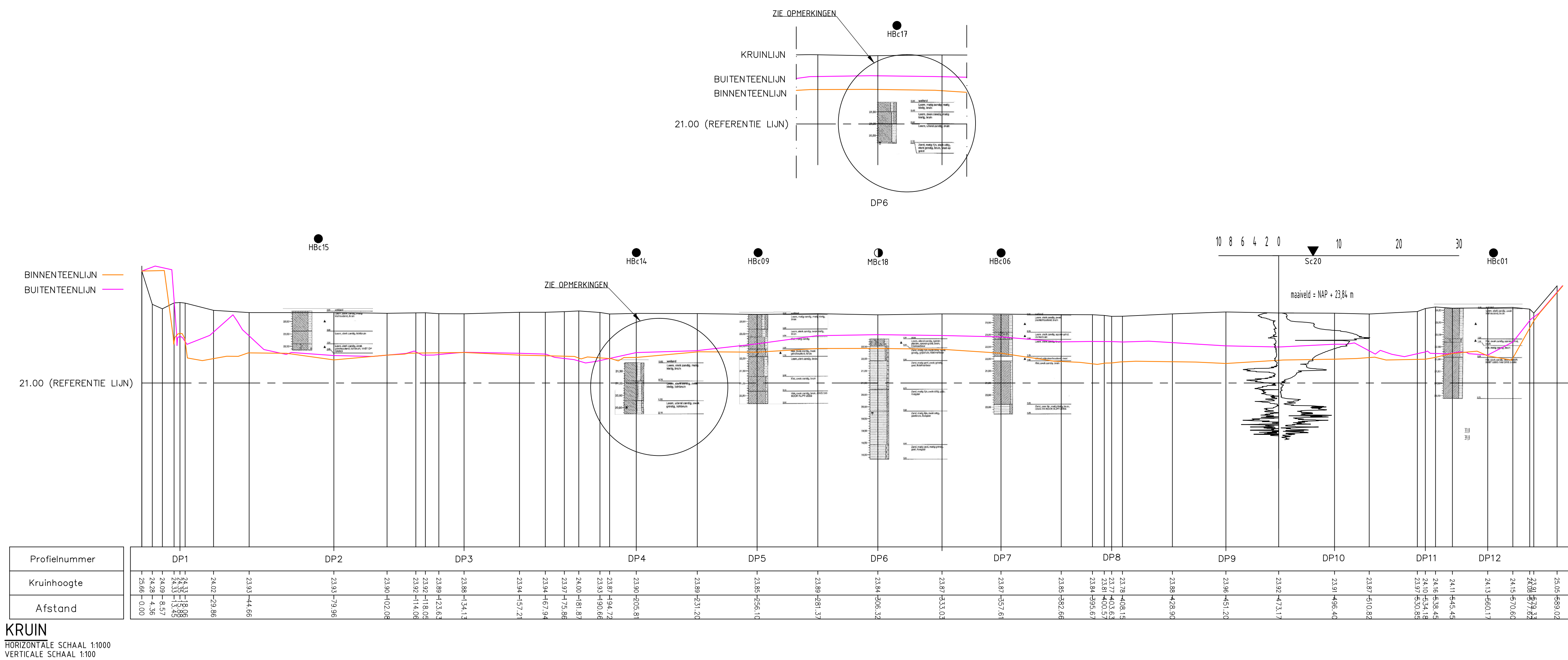
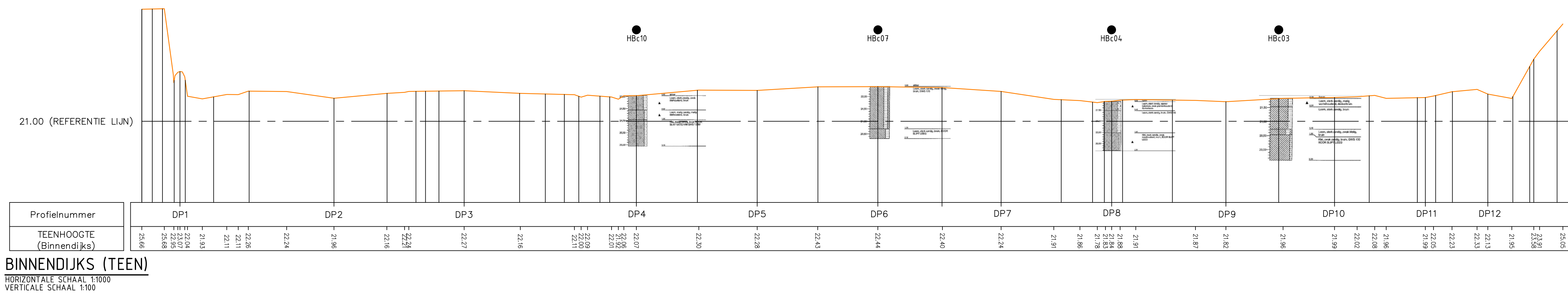
9.8. Te monitoren kritisch geachte omgevingsobjecten

De hoogspanningsmasten zullen moeten worden gecontroleerd op horizontale vervorming en zettingen.

LITERATUURLIJST

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

BIJLAGE I GRONDONDERZOEK

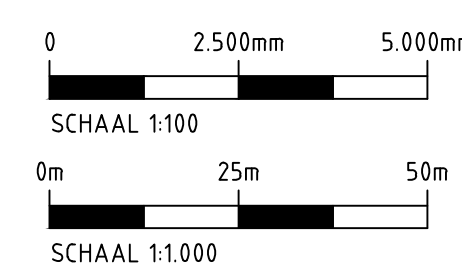


OPMERKINGEN

- ALLE MATEN IN m TENZI ANDERS AANGEGEVEN
- HOOGTEMATEN IN m T.O.V. NAP
- HBx14/17 ZIJN VERPLAATST NAAR BINNENTEEN LY.M. K&L

LEGENDA

- SONDERING
- HAND BORING
- MECHANISCHE BORING
- BINNENDIJS (TEEN)
- BUITENDIJS (TEEN)

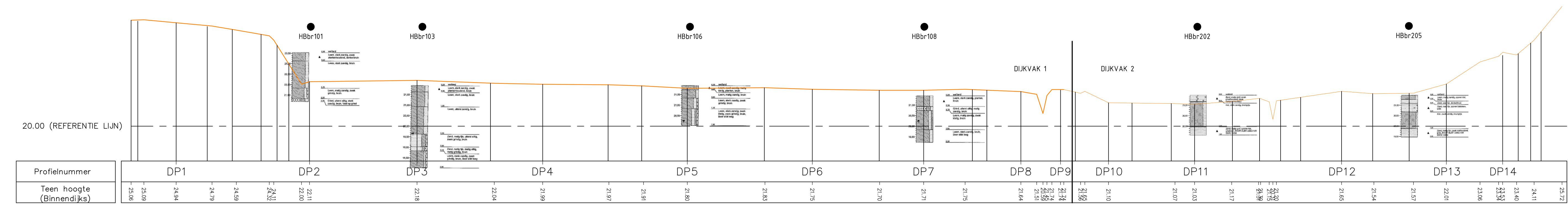


WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS TOETSING DIJKRINGEN 77, 80 EN 81

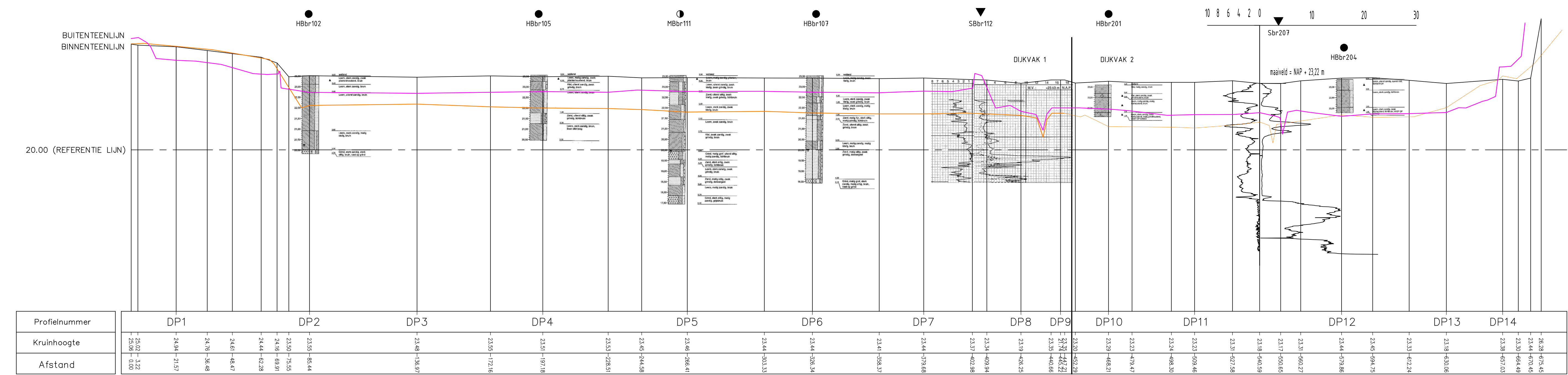
Geotechnisch lengteprofiel

Dijkkring 80

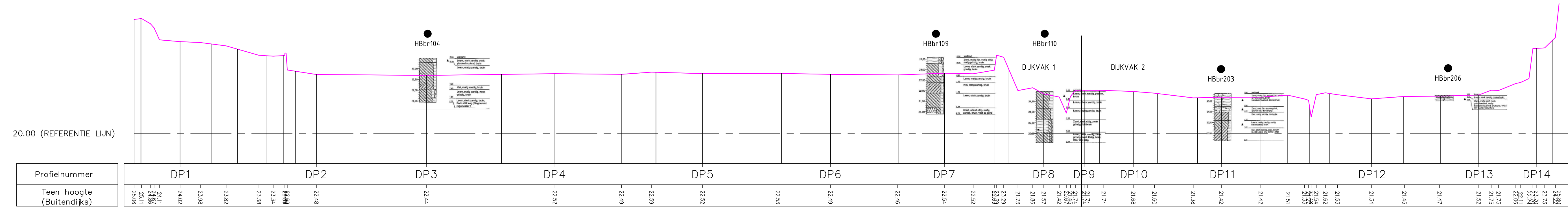
Gedeelte Clauscentrale Maasbracht



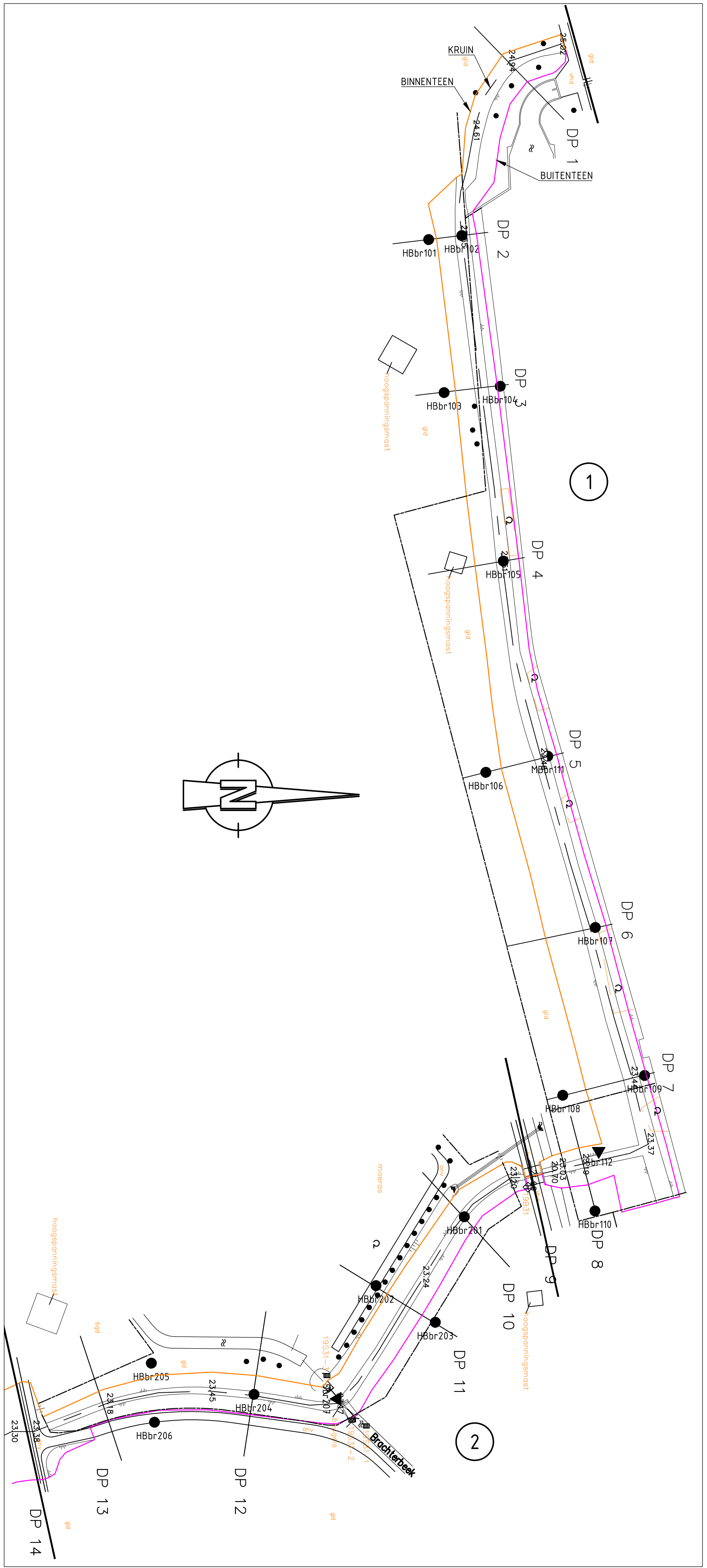
BINNENDIJKS (TEEN)
HORIZONTALE SCHAAAL 1:1000
VERTICALE SCHAAAL 1:100



KRUIN
HORIZONTALE SCHAAAL 1:1000
VERTICALE SCHAAAL 1:100



BUITENDIJKS (TEEN)
HORIZONTALE SCHAAAL 1:1000
VERTICALE SCHAAAL 1:100



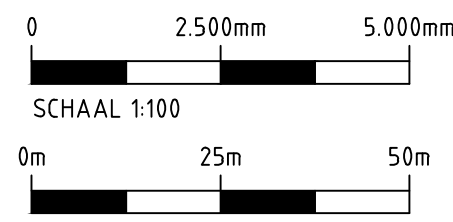
OVERZICHT
SCHAAAL 1:1000

OPMERKINGEN

- ALLE MATEN IN m TENZU ANDERS AANGEGEVEN
- HOOGTEMATEN IN m T.O.V. NAP

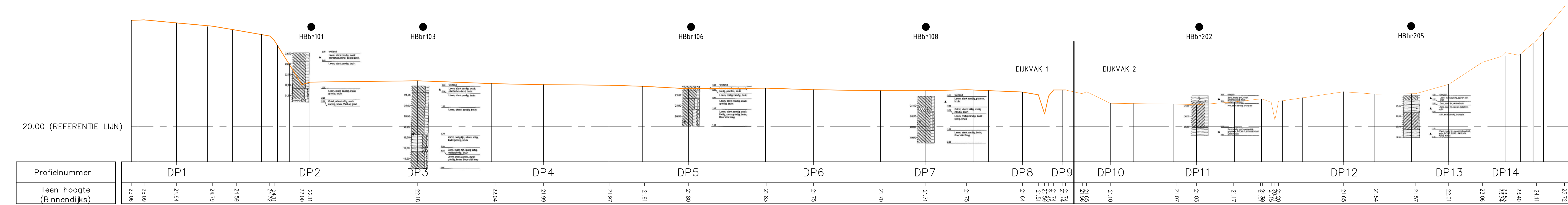
LEGENDA

- SONDERING
- HAND BORING
- MECHANISCHE BORING
- BINNENDIJKS (TEEN)
- BUITENDIJKS (TEEN)

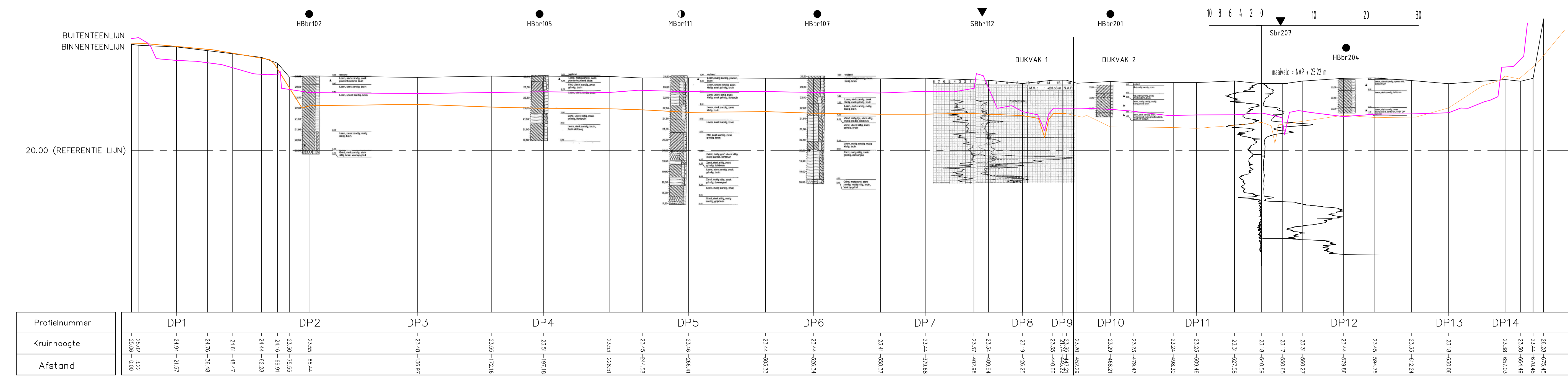


WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS TOETSING DIJKRINGEN 77, 80 EN 81

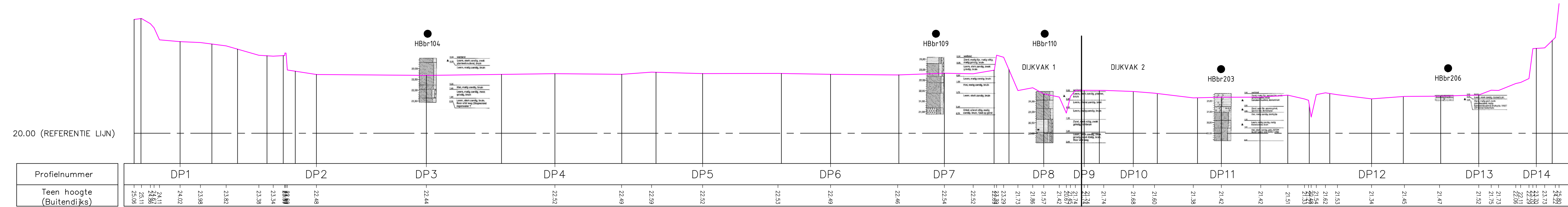
Geotechnisch lengteprofiel
Dijkkring 80
Gedeelte Brachterbeek



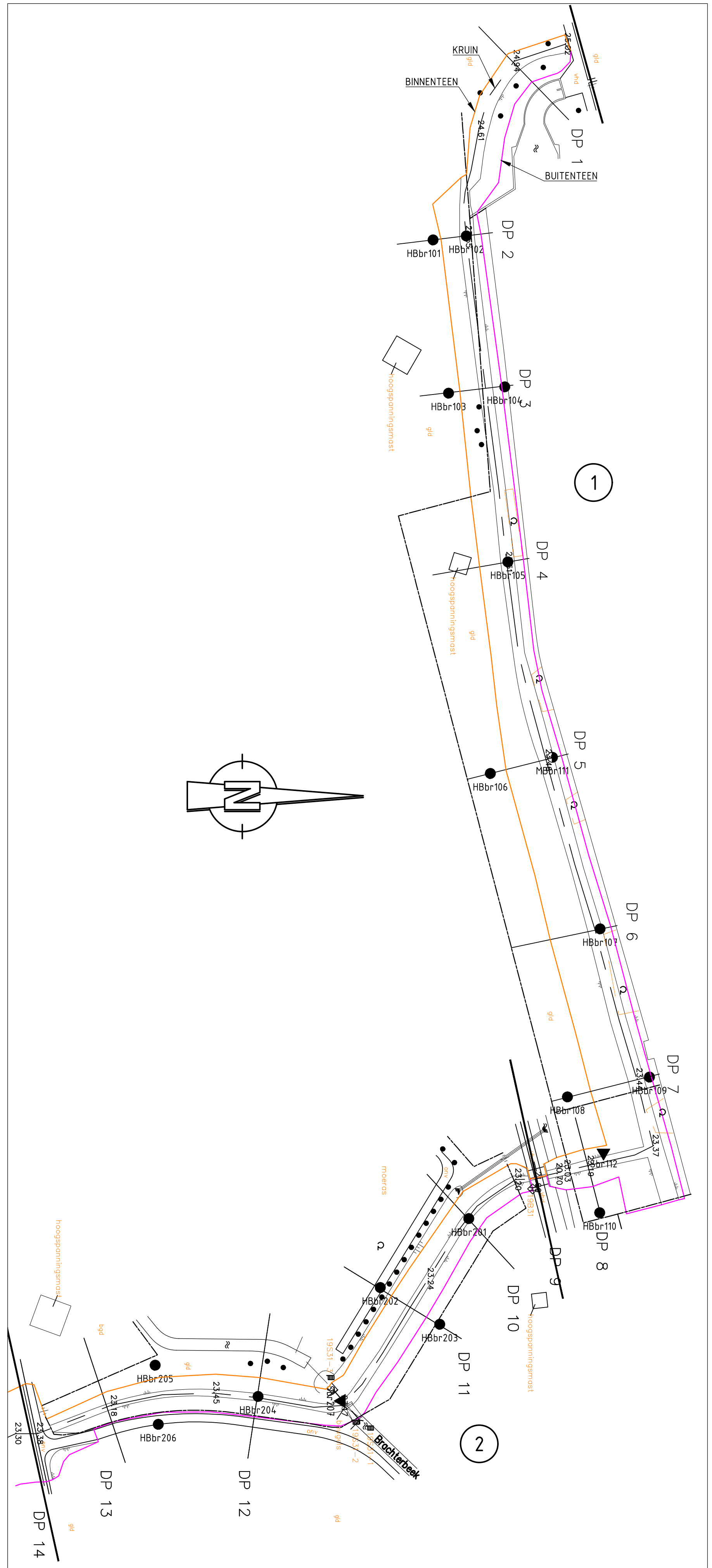
BINNENDIJKS (TEEN)
HORIZONTALE SCHAAAL 1:1000
VERTICALE SCHAAAL 1:100



KRUIN
HORIZONTALE SCHAAAL 1:1000
VERTICALE SCHAAAL 1:100



BUITENDIJKS (TEEN)
HORIZONTALE SCHAAAL 1:1000
VERTICALE SCHAAAL 1:100



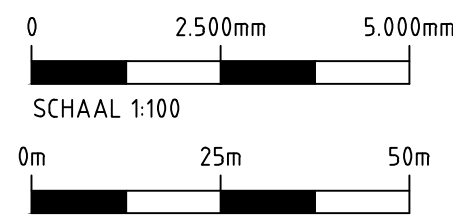
OVERZICHT
SCHAAAL 1:1000

OPMERKINGEN

- ALLE MATEN IN m TENZU ANDERS AANGEGEVEN
- HOOGTEMATEN IN m T.O.V. NAP

LEGENDA

- SONDERING
- HAND BORING
- MECHANISCHE BORING
- BINNENDIJKS (TEEN)
- BUITENDIJKS (TEEN)



WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS TOETSING DIJKRINGEN 77, 80 EN 81

Geotechnisch lengteprofiel
Dijkkring 80
Gedeelte Brachterbeek

BIJLAGE II NOTITIE GEVOELIGHEIDSANALYSE DEKGROND

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

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

paraaf



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

1. AANLEIDING

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

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

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

2. GEVOELIGHEIDSANALYSE

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

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

2.1. Sterkteparameters

2.1.1. Karakteristieke waarden

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

Tabel 2.1. Karakteristieke waarden sterkteparameters

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

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

2.1.2. Materiaalfactoren

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

Tabel 2.2. Materiaalfactoren

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

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

2.1.3. Rekenwaarden

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

Tabel 2.3. Rekenwaarden sterkteparameters

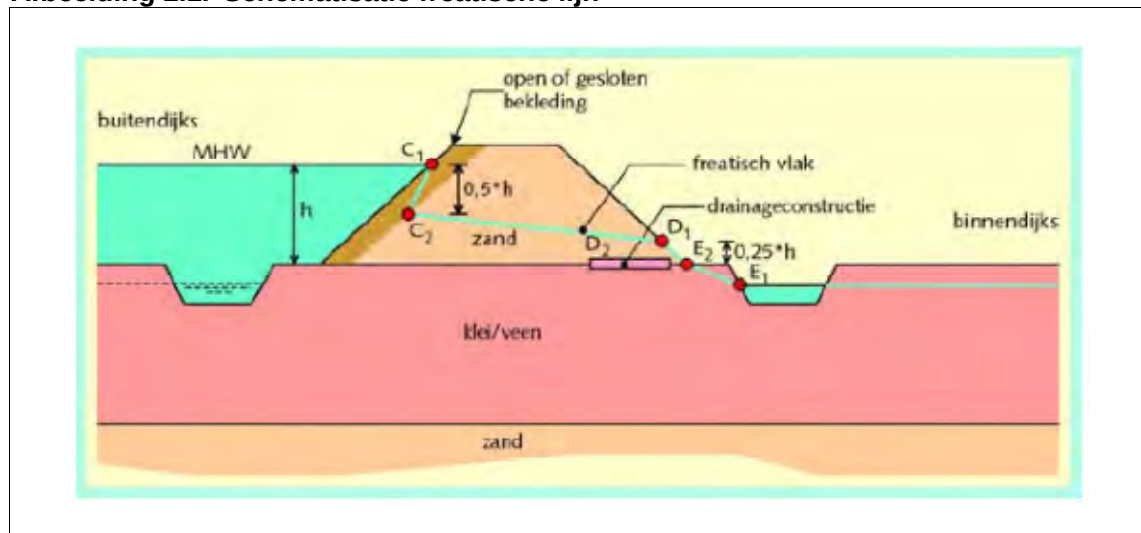
grondsoort	cohesie c'_{rep} [kN/m ²]	hoek van inwendige wrijving ϕ'_{rep} [°]
Leem, zwak zandig, slap	0,8	23,5
Klei, zwak zandig, matig	4,0	19,0

2.2. Freatische lijn

2.2.1. Zanddijk (leem, zwak zandig, slap)

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

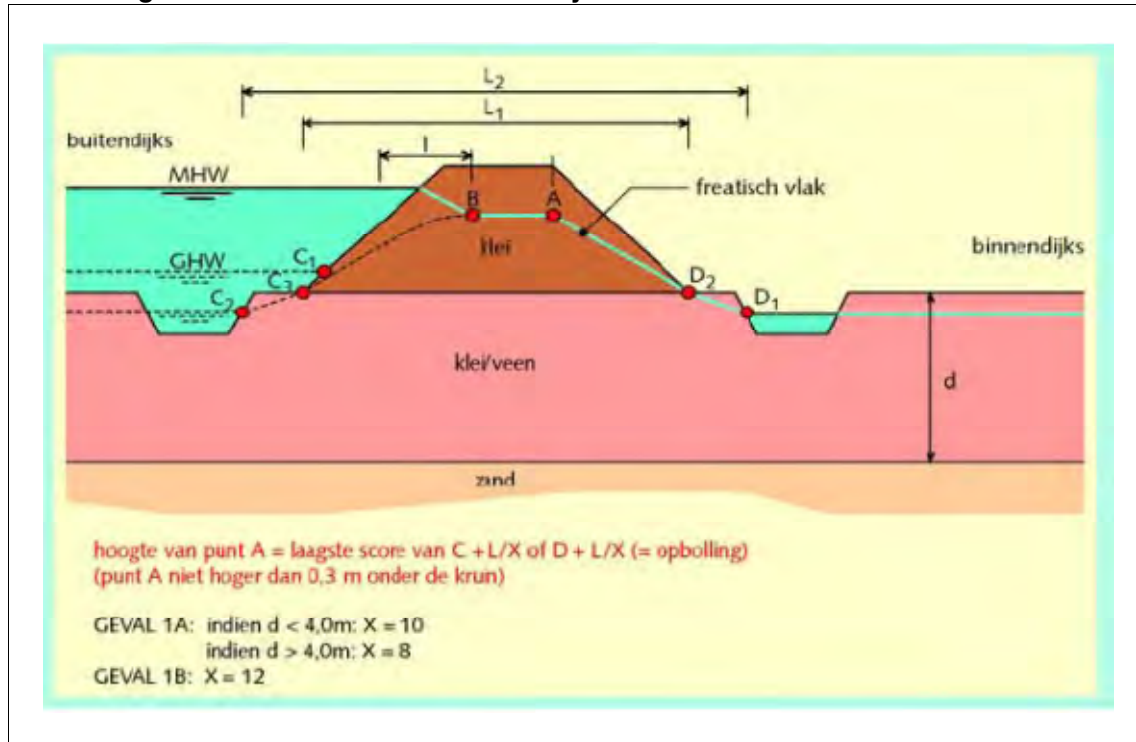
Afbeelding 2.1. Schematisatie freatische lijn



2.2.2. Kleidijk (klei, zwak zandig, matig)

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

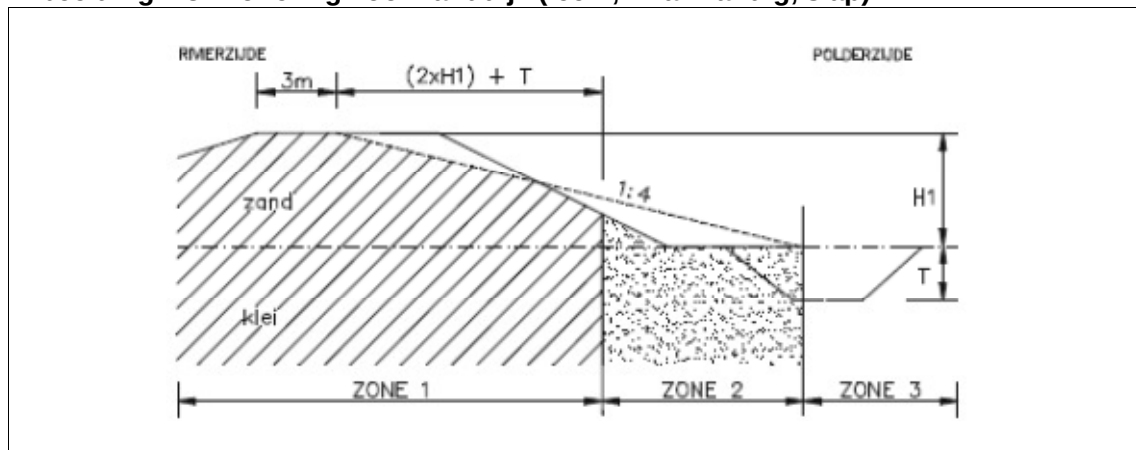
Afbeelding 2.2. Schematisatie freatische lijn



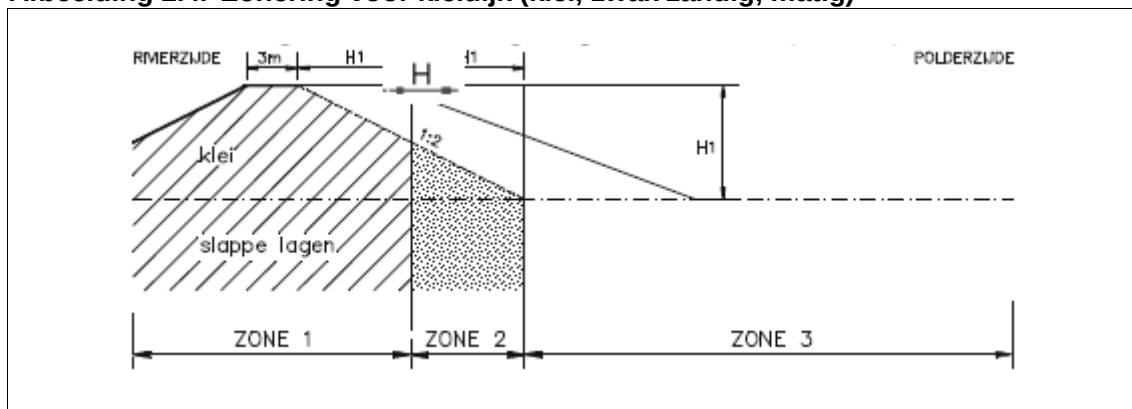
2.3. Zonering

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

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



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



2.4. Rekenprofielen

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

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

3. RESULTATEN

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

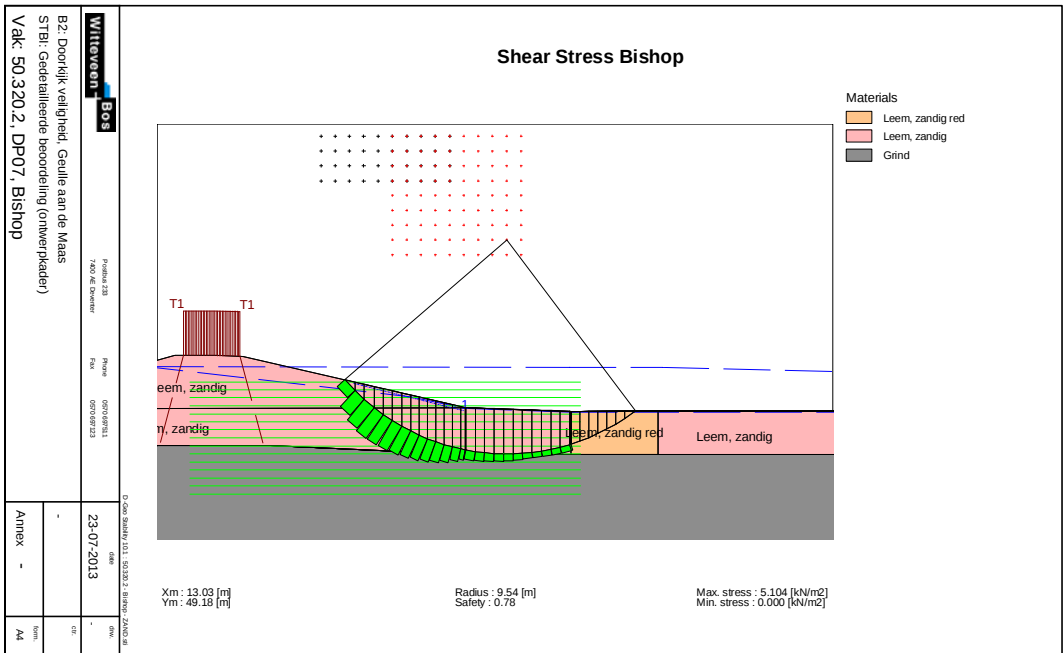
Tabel 3.1. Resultaten

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

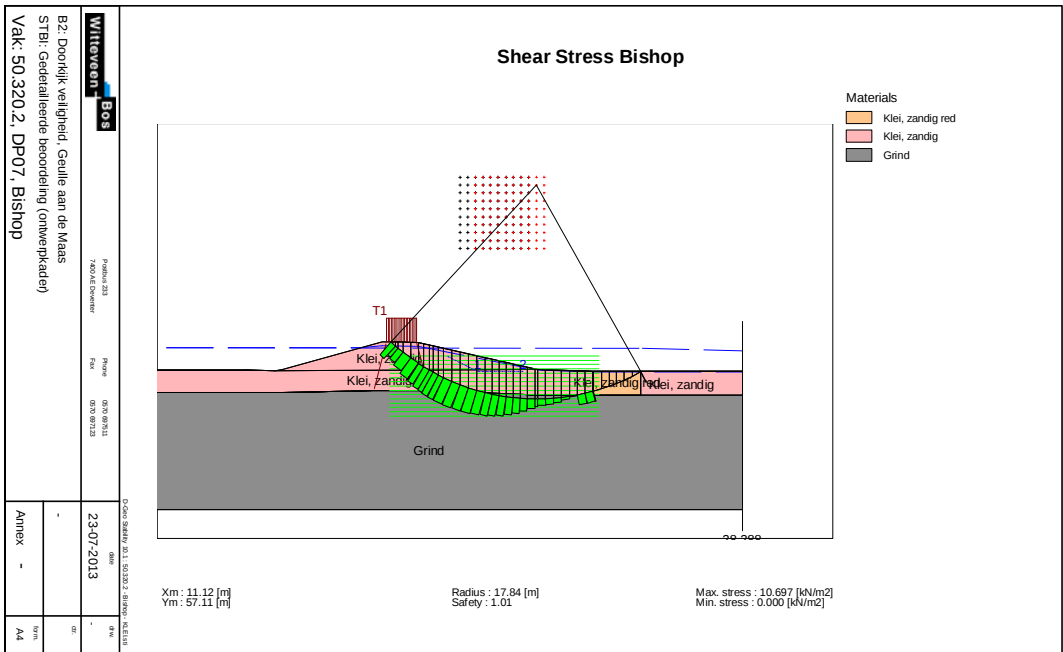
Op basis van de uitgevoerde analyse is de dekgrond en het kernmateriaal van de dijk in de stabiliteitsberekeningen voor het definitieve ontwerp geschematiseerd als leem, zwak zandig, slap.

BIJLAGE I UITVOER D-GEO STABILITY

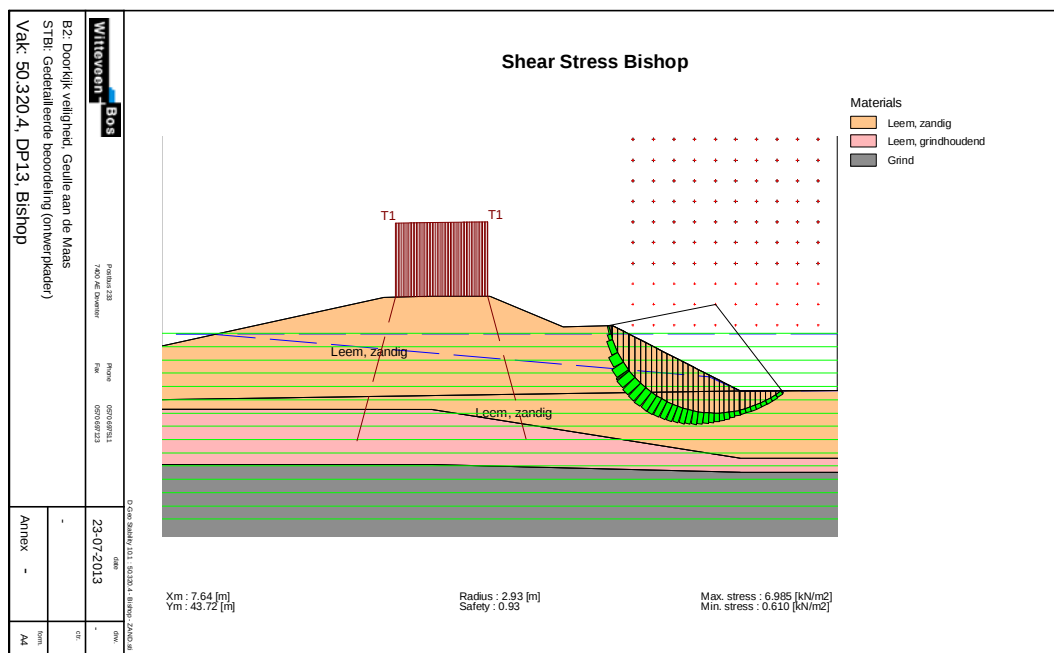
50.320.2: leem, zwak zandig, slap



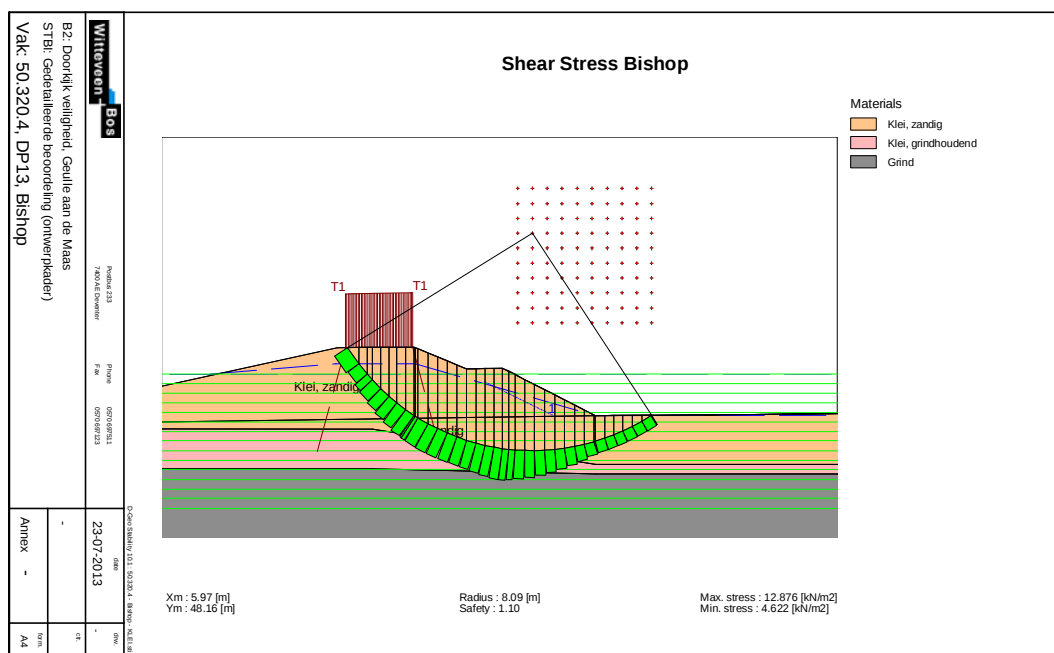
50.320.2: klei, zwak zandig, matig



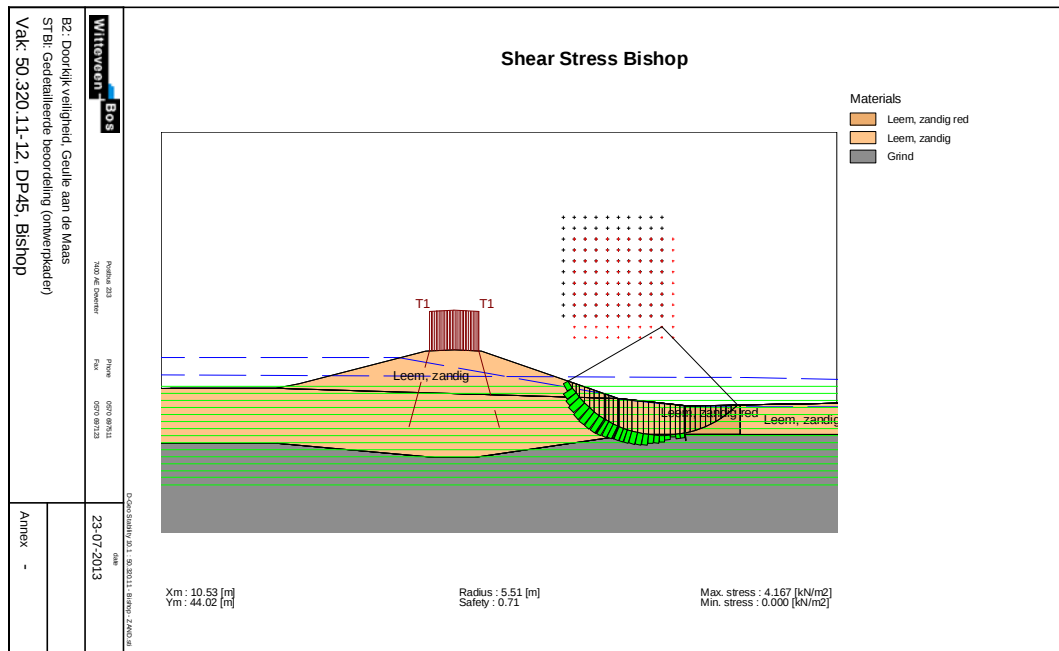
50.320.4: leem, zwak zandig, slap



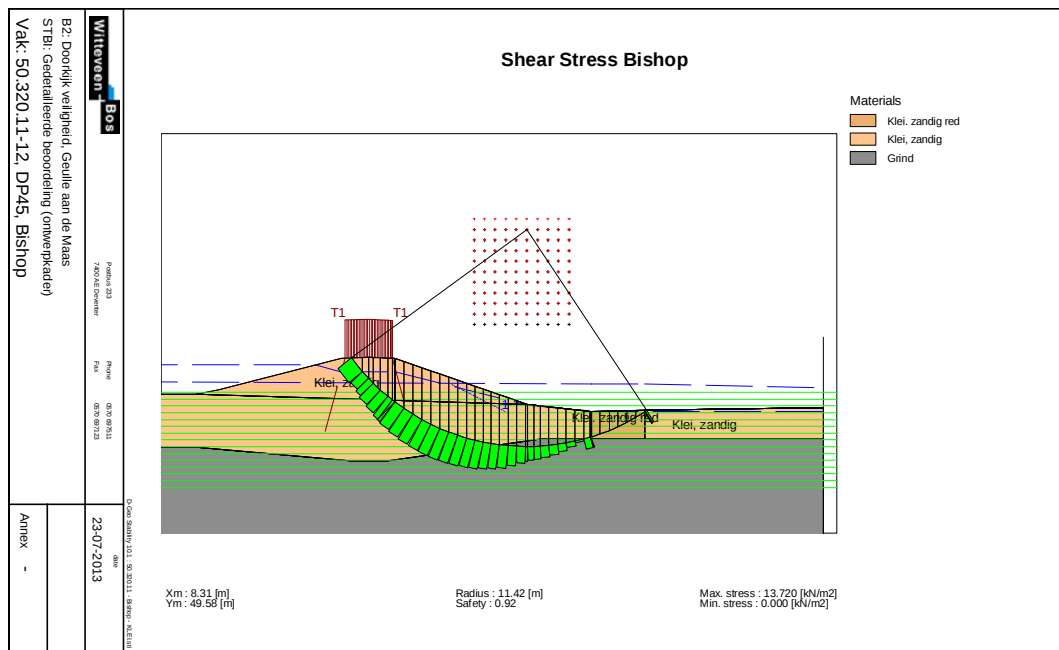
50.320.4: klei, zwak zandig, matig



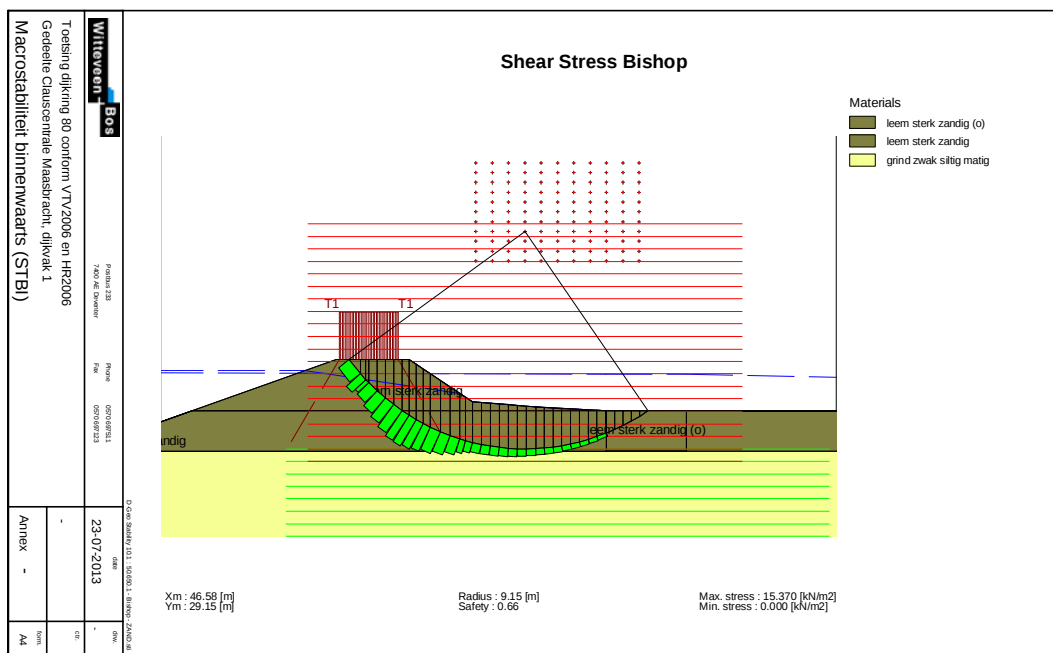
50.320.11: leem, zwak zandig, slap



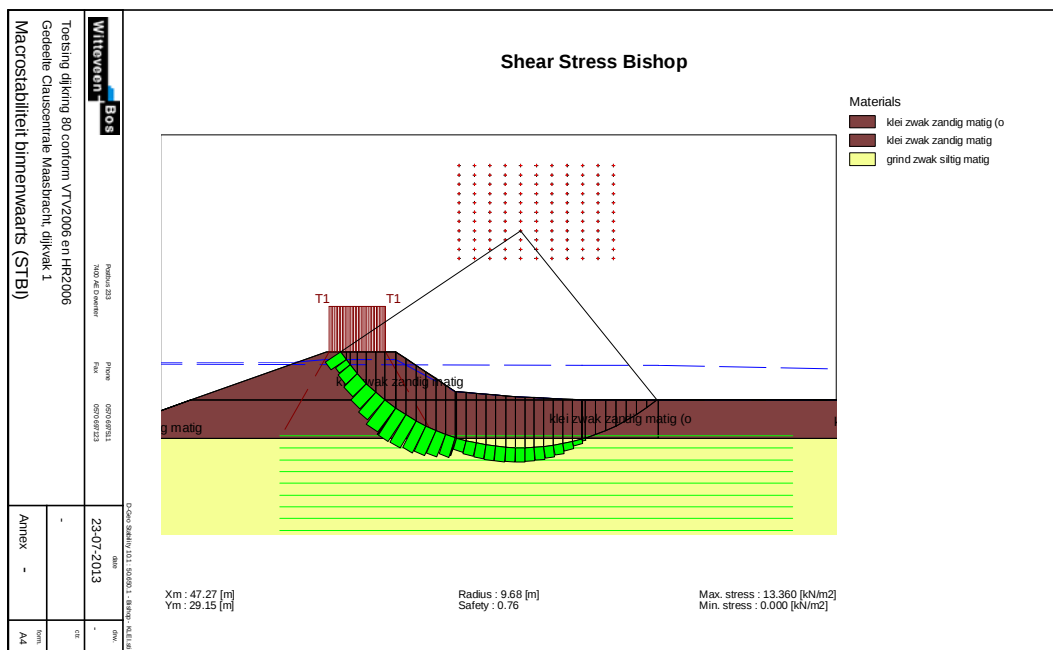
50.320.11: klei, zwak zandig, matig



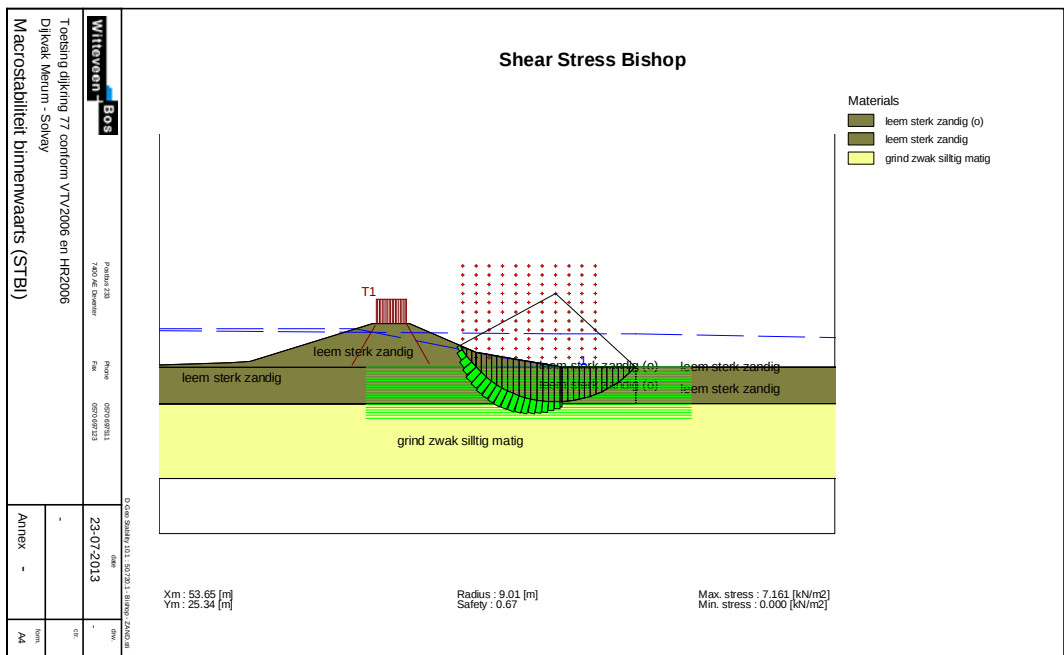
50.650.1: leem, zwak zandig, slap



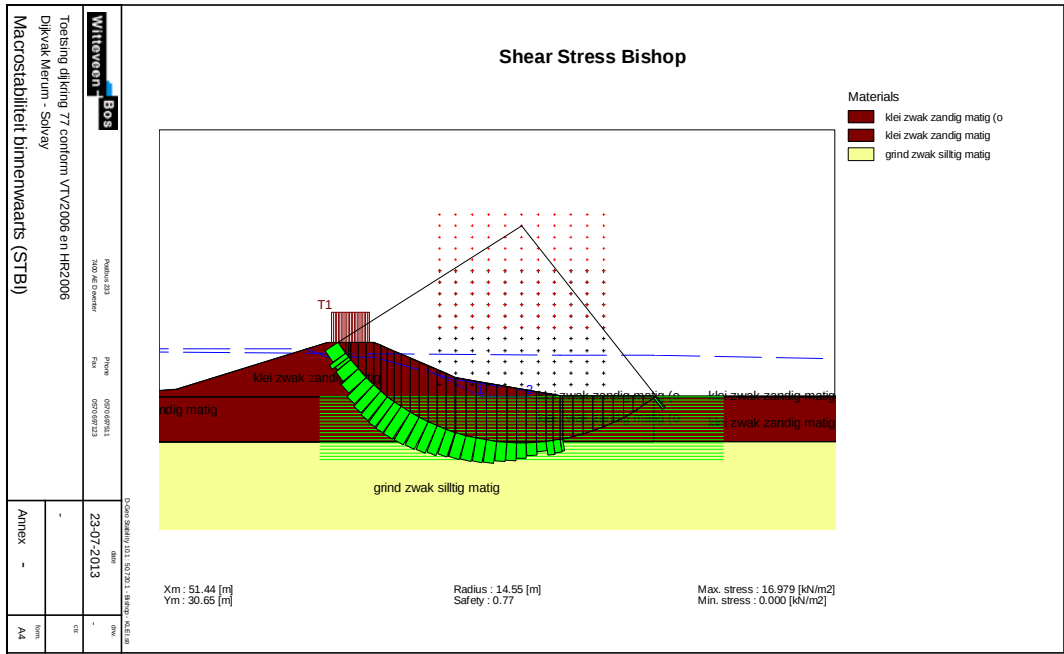
50.650.1: klei, zwak zandig, matig



50.720.1: leem, zwak zandig, slap



50.720.1: klei, zwak zandig, matig



BIJLAGE III NOTITIE REKENBLOK SCHEMATISERINGSFACTOR

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

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

paraaf 

aan WRO J. Tholen

1. INLEIDING

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

2. AFLEIDING SCHEMATISERINGSFACTOR

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

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

Tabel 2.1. Beschouwde dwarsprofielen

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

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

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

2.3. Stap 3a: identificeren onzekerheden

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

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

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

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

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

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

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

In de onderstaande tabel zijn de scenario's opgesomd.

Tabel 2.2. Scenario's

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4. Stap 3b: bepalen schematiseringsfactor

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

2.4.1. Berekeningen zone 1

Tabel 2.3 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.720.1

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

*1 SF = stabiliteitsfactor

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

Tabel 2.4 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.320.11

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

^{*1} SF = stabiliteitsfactor

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

2.4.2. Berekeningen zone 2

Tabel 2.5 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.720.1

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

^{*1} SF = stabiliteitsfactor

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

Tabel 2.6 Stabiliteitsfactor scenario's voor 50.320.11

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

^{*1} SF = stabiliteitsfactor

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

2.5. Stap 4: aanpassen ontwerp

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

2.6. Stap 5: optimalisatie en nader onderzoek

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

3. LITERATUUR

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

BIJLAGE I REKENBLOK SCHEMATISERINGSFACTOR

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schade factor γ_n : 1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans: 8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

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

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

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

3.71E-07

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

dit is 4% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

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

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	-0.01	5.031	2.44E-07	2.44E-08
4	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.05	4.723	1.16E-06	1.16E-07
6	0.1	-0.05	4.723	1.16E-06	1.16E-07

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

Nieuwe totale faalkans:

3.71E-07

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

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : 1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans: 8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

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

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

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

2.34E-07

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

dit is 3% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

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

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D;Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
4	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.04	4.800	7.93E-07	7.93E-08
6	0.1	-0.01	5.031	2.44E-07	2.44E-08

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

Nieuwe totale faalkans:

2.34E-07

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

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : 1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans: 8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

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

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

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

3.24E-07

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

dit is 4% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

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

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D; Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	0	5.108	1.63E-07	1.63E-09
3	0.1	-0.01	5.031	2.44E-07	2.44E-08
4	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.06	4.646	1.69E-06	1.69E-07
6	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08

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

Nieuwe totale faalkans:

3.24E-07

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

Gele cellen door gebruiker in te vullen!

macrostabiliteit

Ontwerpeis in termen van schadefactor γ_n : 1.040

Idem in termen van betrouwbaarheidsindex β_{req} : 4.308

Idem in termen van toelaatbare faalkans: 8.25E-06

Eerste keuze schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse $F_{d,eis}$: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

begin met de laagste schematiseringfactor, volgens LR 1,10

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

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

Omschrijving afwijking:

Basisschematisering

maaiveld ligt 0,1 m lager

freatische lijn ligt 0,1 m hoger

de deklaag is 0,2 m dunner

de deklaag is 0,2 m dikker

gewicht van de dekgrond is 1 kN/m³ kager

Totale faalkans S1 ... S13 :

1.64E-06

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

dit is 20% van de toelaatbare kans

Nieuwe schatting voor schematiseringfactor:

Kies nieuwe schematiseringsfactor: 1.100

Stab. factoreis in ontwerpanalyse: 1.144

Corresponderende β : 5.108

Corresponderende faalkans: 1.63E-07

Bijdrage ontwerpschematisering aan faalkans: 9.62E-08

indien totale faalkans te groot, hoog dan schematiseringfactor op

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

Nieuwe bijdragen afwijkende schematiseringen:

Si	P(Si)	$F_d(D; Si)$	β	Psf (D; Si)	Psf(D; Si)*P(Si)
1	0.59	0	5.108	1.63E-07	9.62E-08
2	0.01	-0.03	4.877	5.39E-07	5.39E-09
3	0.1	-0.03	4.877	5.39E-07	5.39E-08
4	0.1	0	5.108	1.63E-07	1.63E-08
5	0.1	-0.12	4.185	1.43E-05	1.43E-06
6	0.1	-0.02	4.954	3.64E-07	3.64E-08

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

Nieuwe totale faalkans:

1.64E-06

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

BIJLAGE IV BEREKENING OPBARSTVEILIGHEID

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 14 oktober 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.660.2 DP11

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 23.37 m+NAP
 verwachte stijghoogte 23.37 m+NAP
 y_w 10 kN/m³
 polderpeil 21.96 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 21.96 m+NAP

sloot

d 21.96 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 1.76 m
 H2 1.76 m
 H3 -14.32 m
H 1.76 m 21.96 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat,d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	21.96	20.2	19	19	1.8	33.4
2					0	0.0	0.0
3					0	0.0	0.0
4					0	0.0	0.0
5					0	0.0	0.0
6					0	0.0	0.0
onderkant lagenpakket		20.2 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		33.4					
waterdruk watervoerend pakket		31.7					

resultaten

grenspotential 3.34 m
 grenspotential 23.54 m+NAP
 opbarstveiligheid 1.05 -

$$h_{z,g} = h_p + d \frac{sat - w}{w}$$

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 14 oktober 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.660.2 DP11

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 23.37 m+NAP
 verwachte stijghoogte 23.37 m+NAP
 y_w 10 kN/m³
 polderpeil 21.6 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 21.6 m+NAP

sloot

d 21.6 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 2.40 m
 H2 2.40 m
 H3 -13.47 m
H 2.40 m 21.60 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat,d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	21.6	19.2	19	19	2.4	45.6
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		19.2 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		45.6					
waterdruk watervoerend pakket		41.7					

resultaten

grenspotential 4.56 m
 grenspotential 23.76 m+NAP
 opbarstveiligheid 1.09 -

$$h_{i,g} = h_p + d \frac{sat - w}{w}$$

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 14 oktober 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.660.1 DP2

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 23.24 m+NAP
 verwachte stijghoogte 23.24 m+NAP
 Y_w 10 kN/m³
 polderpeil 22.11 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 22.11 m+NAP

sloot

d 22.11 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 2.11 m
 H2 2.11 m
 H3 -13.85 m
H 2.11 m 22.11 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat,d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	22.11	20	19	19	2.1	40.1
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		20 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		40.1					
waterdruk watervoerend pakket		32.4					

resultaten

grenspotential 4.01 m
 grenspotential 24.01 m+NAP
 opbarstveiligheid 1.24 -

$$h_{i,g} = h_p + d \frac{sat - w}{w}$$

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 14 oktober 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.660.1 DP5

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 23.24 m+NAP
 verwachte stijghoogte 23.24 m+NAP
 y_w 10 kN/m³
 polderpeil 21.3 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 21.3 m+NAP

sloot

d 21.3 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 1.40 m
 H2 1.40 m
 H3 -14.80 m
H 1.40 m 21.30 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat,d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	21.3	19.9	19	19	1.4	26.6
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		19.9 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		26.6					
waterdruk watervoerend pakket		33.4					

resultaten

grenspotential 2.66 m
 grenspotential 22.56 m+NAP
 opbarstveiligheid 0.80 -

$$h_{z,g} = h_p + d \frac{sat - w}{w}$$

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 14 oktober 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.660.2 DP11

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 23.24 m+NAP
 verwachte stijghoogte 23.24 m+NAP
 Y_w 10 kN/m³
 polderpeil 21 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 20.5 m+NAP

sloot

d 20.5 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 0.50 m
 H2 0.50 m
 H3 -16.00 m
H 0.50 m 20.50 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat,d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	20.5	20	19	19	0.5	9.5
2					0	0.0	0.0
3					0	0.0	0.0
4					0	0.0	0.0
5					0	0.0	0.0
6					0	0.0	0.0
onderkant lagenpakket		20 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		9.5					
waterdruk watervoerend pakket		32.4					

resultaten

grenspotentiaal 0.95 m
 grenspotentiaal 21.45 m+NAP
 opbarstveiligheid 0.45 -

$$h_{i,g} = h_p + d \frac{sat - w}{w}$$

Berekening opbarsten en piping/heave

project: Sluitstukkaden Cluster E
 projectcode: STD88-1
 datum: 14 oktober 2013

Witteveen + Bos

gegevens**locatie**

dijkvak 50.660.2 DP11

waterstanden

zichtperiode 50 jaar
 ontwerpwaterstand 23.24 m+NAP
 verwachte stijghoogte 23.24 m+NAP
 y_w 10 kN/m³
 polderpeil 21.95 m+NAP

maaiveldniveau

mv (huidig) 21.95 m+NAP

sloot

d 21.95 m+NAP
 b 50 m
 talud 1:n 2 -
 B 50 m

effectieve laagdikte (Bijlage 1 van TR Waterspanningen bij dijken)

H1 0.65 m
 H2 0.65 m
 H3 -15.80 m
H 0.65 m 21.95 m +NAP

grondopbouw achterland

laag	grondsoort	van	tot	$y_{sat,d}$	y_d	d	y * d
1	Leem	21.95	21.3	19	19	0.6	12.4
2					0	0.0	0.0
3					0	0.0	0.0
4					0	0.0	0.0
5					0	0.0	0.0
6					0	0.0	0.0
onderkant lagenpakket		21.3 m+NAP					
gewicht bovenliggende lagen		12.4					
waterdruk watervoerend pakket		19.4					

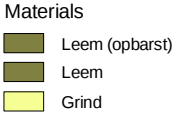
resultaten

grenspotential 1.24 m
 grenspotential 22.54 m+NAP
 opbarstveiligheid 0.64 -

$$h_{z,g} = h_p + d \frac{y_{sat} - y_w}{y_w}$$

BIJLAGE V BEREKENINGEN STABILITEIT BINNENWAARTS (STBI)

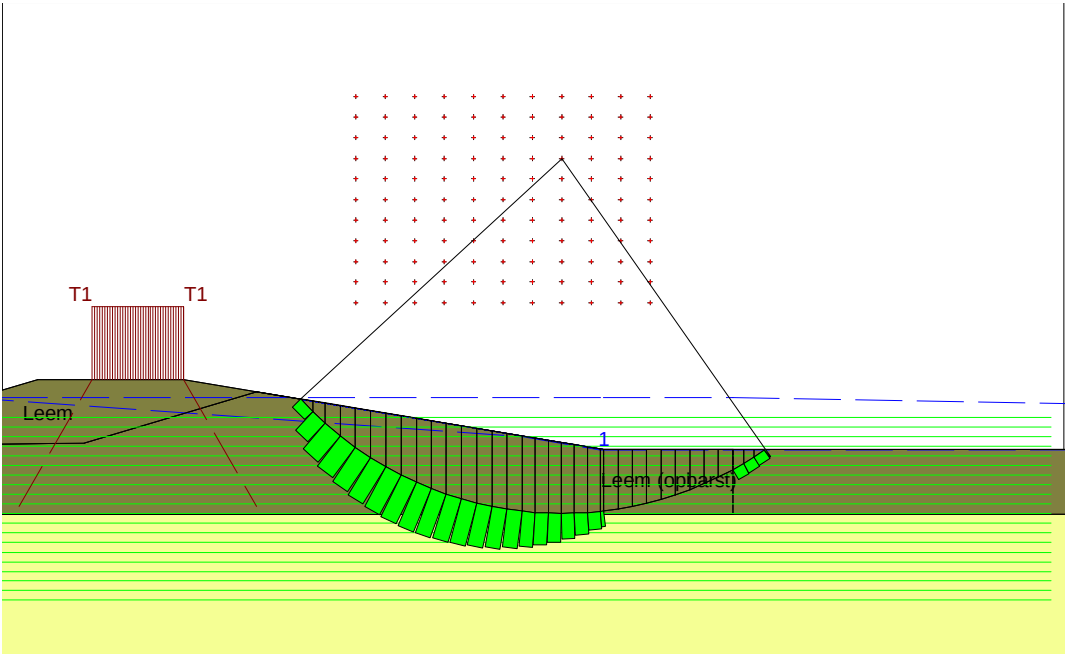
Shear Stress Bishop



Max. stress : 7.895 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

 D-Geo Stability 20.1 - Dijkkring 90-1 Chateaufortse Maatwaaier 50.650.1 Dwaarsproef 2 - Bishop zone 1 (st)			
Postbus 233 7400 AE Deventer Phone 0570 697511 Fax 0570 697123		date 16-10-2013	d.w. -
Sluiststukaden Cluster E DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1) dwp 2 - Bishop (zone 1)		Annex -	form. A4

Shear Stress Bishop



Xm : 5.33 [m]
Ym : 29.91 [m]

Radius : 9.70 [m]
Safety : 1.20

Max. stress : 4.889 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Materials

	Leem (opbars)
	Leem
	Grind

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

DATE
16-10-2013

15 SEPTEMBER 2006

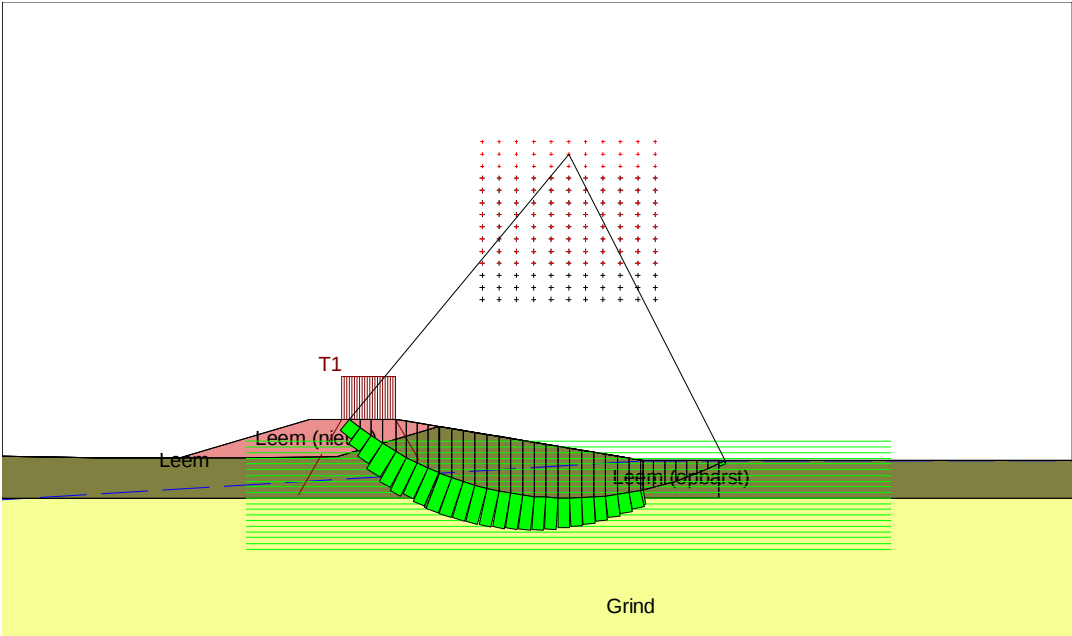
1

Sluitstukladen Cluster E
DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)
dwp 2 - Bishop (zone 1)

Annex

form
A4

Shear Stress Bishop



Xm : 3.01 [m]
Ym : 36.17 [m]

Radius : 15.96 [m]
Safety : 2.28

Max. stress : 7.598 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

D-Geo Stability 10.1 : Dijkning 80-1 Clauscentrale Maasbracht 50,650.1 Dwarsprofiel 2 - Bishop uitvoeringsfase: st

Sluitstukkaden Cluster E

DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

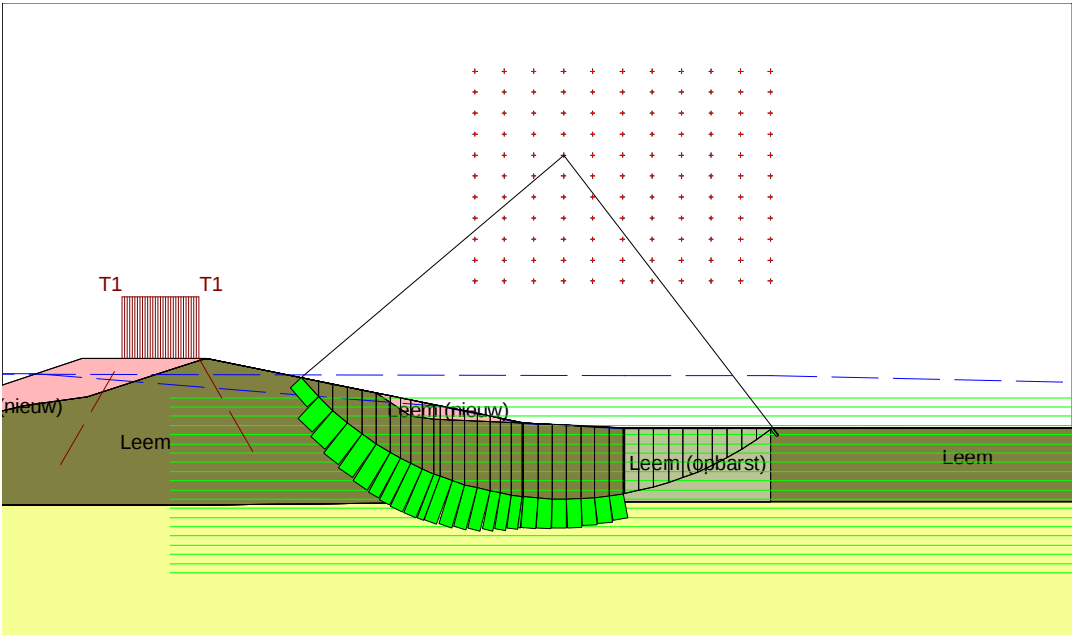
dwp 2 - Bishop (uitvoeringfase)

Anne

form.

A4

Shear Stress Bishop



Xm : 40.40 [m]
Ym : 30.49 [m]

Radius : 11.20 [m]
Safety : 1.16

Max. stress : 5.421 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Materials

 Leem (nieuw)
 Leem (opbars
 Leem
 Grind

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date
16-10-2013

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht 50,650.1 Dwarsprofiel 10 - Bishop zone 1, st

Sluitstukkaden Cluster E

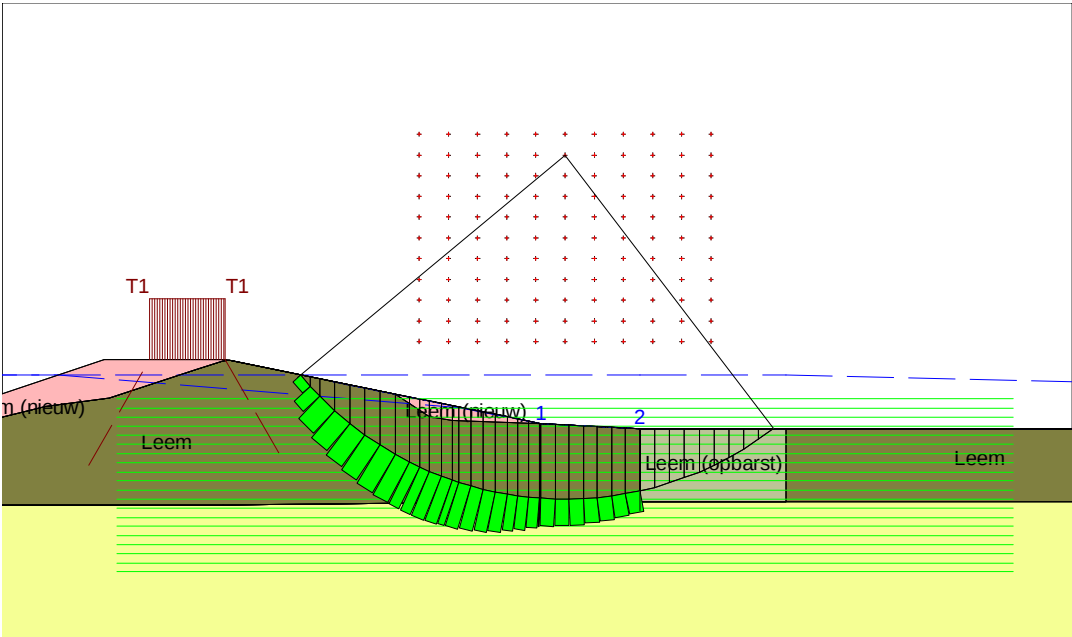
DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

dwp 10 - Bishop (zone 1)

Annex

form.
A4

Shear Stress Bishop



Xm : 39.90 [m]
Ym : 30.61 [m]

Radius : 11.32 [m]
Safety : 1.13

Max. stress : 6.007 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Materials

 Leem (nieuw)

Leem (opbarst)

Leem

 Grind

Witteveen + Bos

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

16-10-2013

111

Sluitstukkaden Cluster E

DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

awp 10 - Bisnop (zone 1)

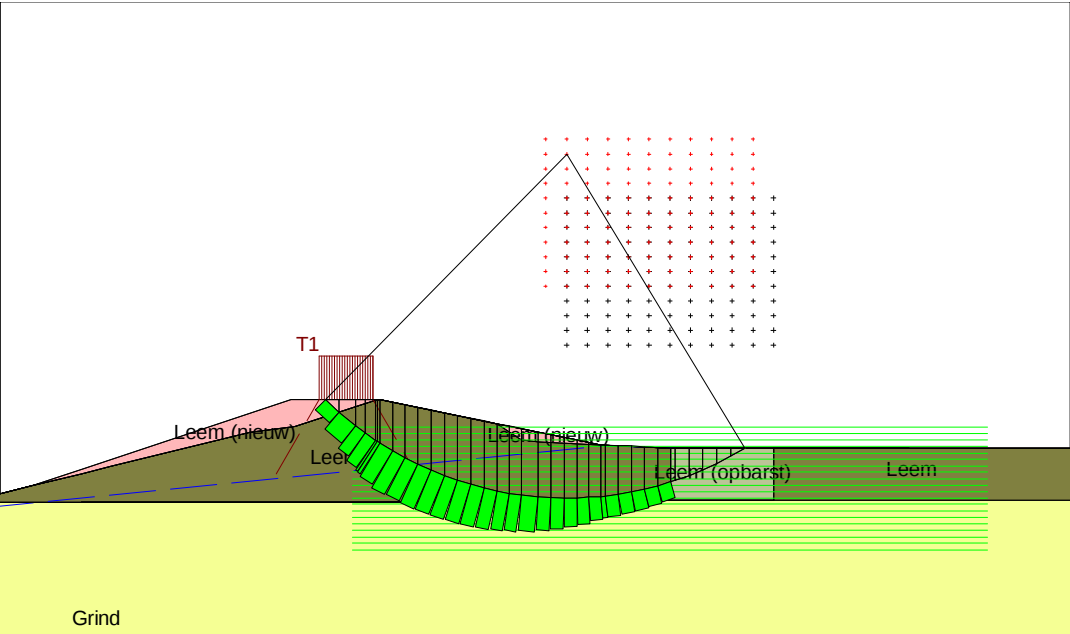
Anne

A4.

Shear Stress Bishop

Materials

- | | |
|---|---------------|
|  | Leem (nieuw) |
|  | Leem (opbars) |
|  | Leem |
|  | Grind |



Xm : 37.52 [m]
Ym : 35.27 [m]

Radius : 15.98 [m]
Safety : 2.15

Max. stress : 9.549 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 69751
7400 AE Deventer	Fax	0570 69712

date
16-10-2013

drw.

Sluitstukkaden Cluster E

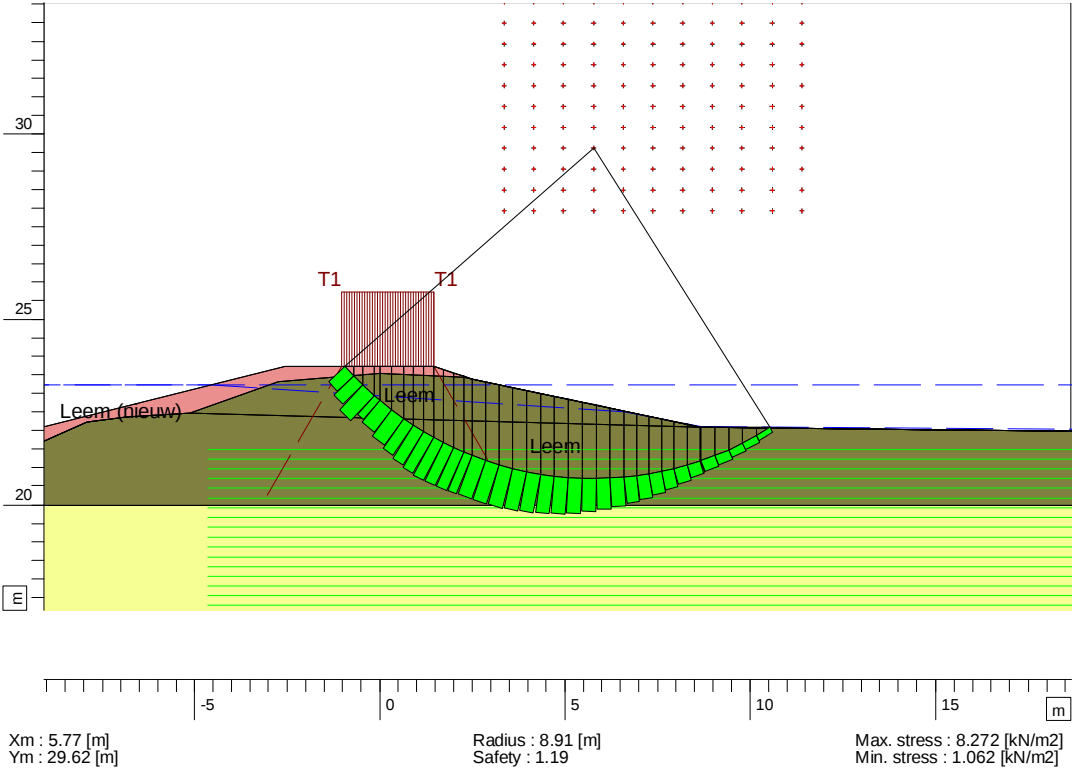
DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

awp 10 - Bispop (uitvoeringstrase)

Annex -	A4
---------	----

form.
A4.

Shear Stress Bishop



Bos
Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date	drw.
16-10-2013	-

Sluitstukkaden Cluster E

DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.1)

dwp 2 - Bishop

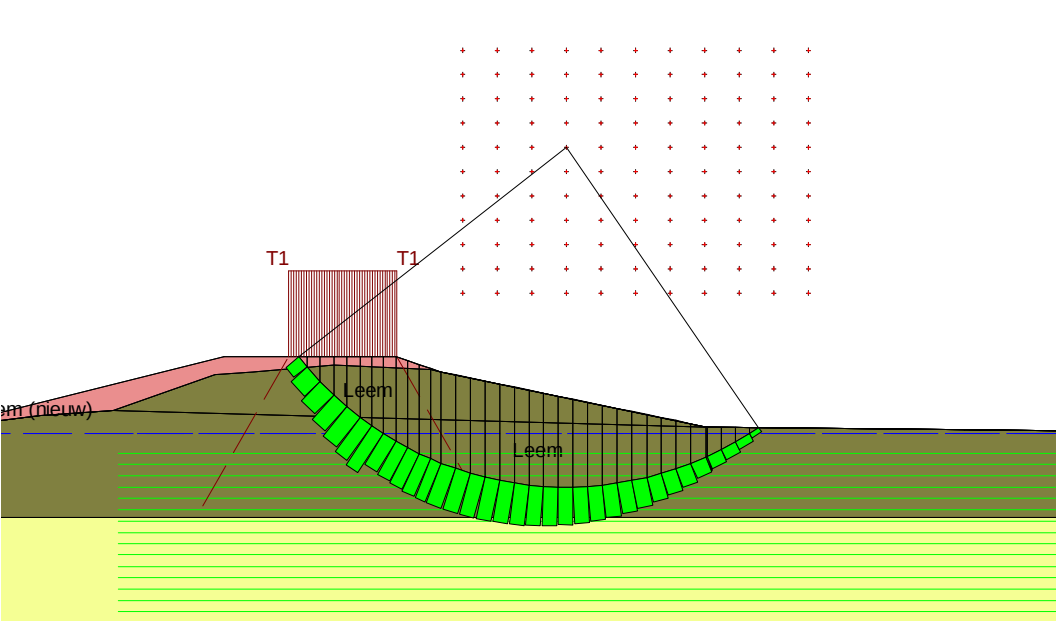
Annex -	A4
---------	----

A4

Shear Stress Bishop

Materials

-  Leem (nieuw)
 Leem
 Grind



Xm : 5.41 [m]
Ym : 28.61 [m]

Radius : 7.89 [m]
Safety : 1.84

Max. stress : 8.503 [kN/m²]
Min. stress : 0.916 [kN/m²]

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

Phone 0570 697511
Fax 0570 697123

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht 50,660.1 Dwaarsprofiel 2 - Bishop - uitvoeringstase.st

Sluitstukaden Cluster E

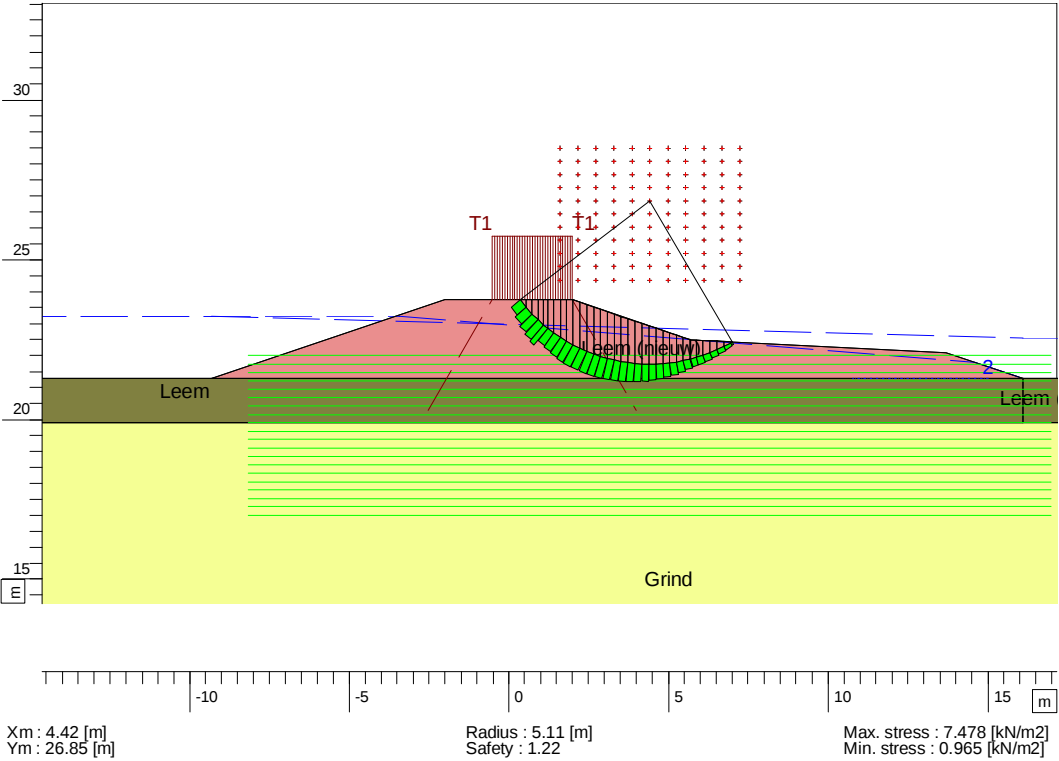
DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.1)

dwp 2 - Bishop (uitvoeringsfase)

Annex

A4

Shear Stress Bishop



Bos
Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date
16-10-2013

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht 50.660.2 Dwarsprofiel 5 nieuw - Bishop - zone 1.stl

Sluitstukaden Cluster E

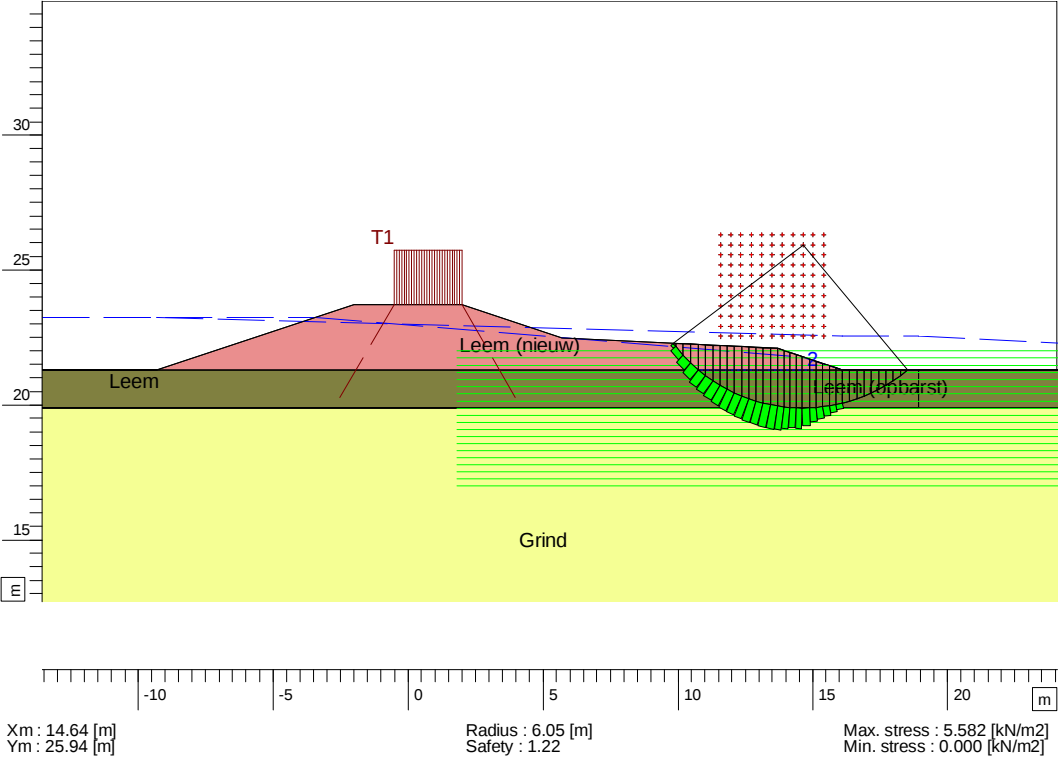
DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.1)

dwp 5 (nieuw) - Bishop (zone 1)

Annex

A4

Shear Stress Bishop



Bos
Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date
16-10-2013

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 80-1 Clausseentate Maasrachi 50.660.2 Dwarsprofiel 5 nieuw - Bishop - zone 2.sit

Sluitstukkaden Cluster E

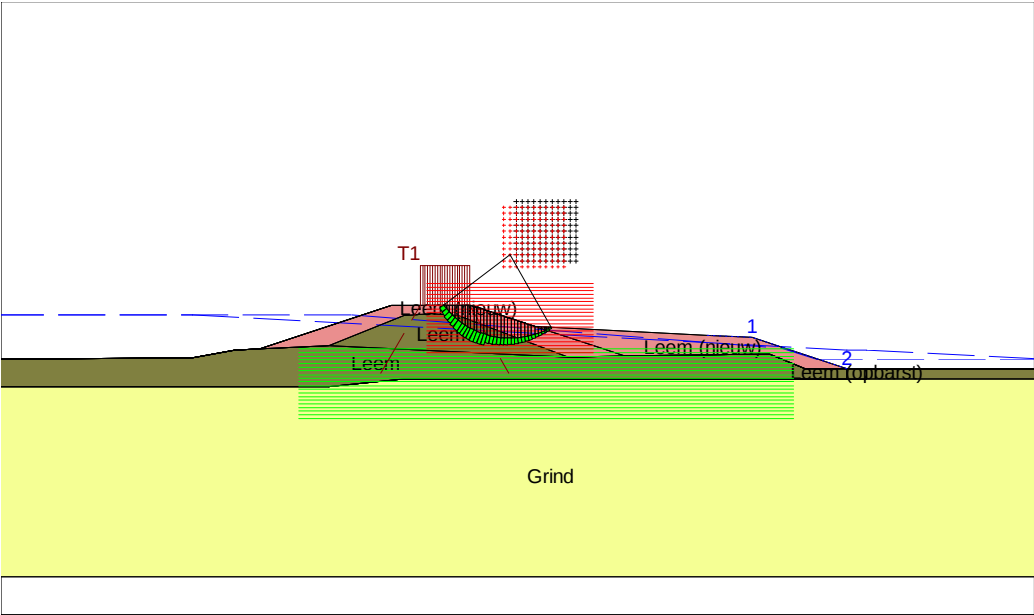
DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.1)

dwp 5 (nieuw) - Bishop (zone 2)

Annex

A4

Shear Stress Bishop



Xm : 3.99 [m]
Ym : 26.26 [m]

Radius : 4.21 [m]
Safety : 1.50

Max. stress : 7.726 [kN/m²]
Min. stress : 0.871 [kN/m²]

Materials

	Leem (nieuw)
	Leem (opbarst)
	Leem
	Grind

Bos Witteveen +

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 69751
Fax 0570 69712

D-Geo Stability 10.1 : Dijkkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht 50.660.2 Dwarsprofiel 11 - Bishop - zone 1 - Copy.s

16-10-2013

1

Sluitstukkaden Cluster E

DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.2)

dwp 11 - Bishop (zone 1)

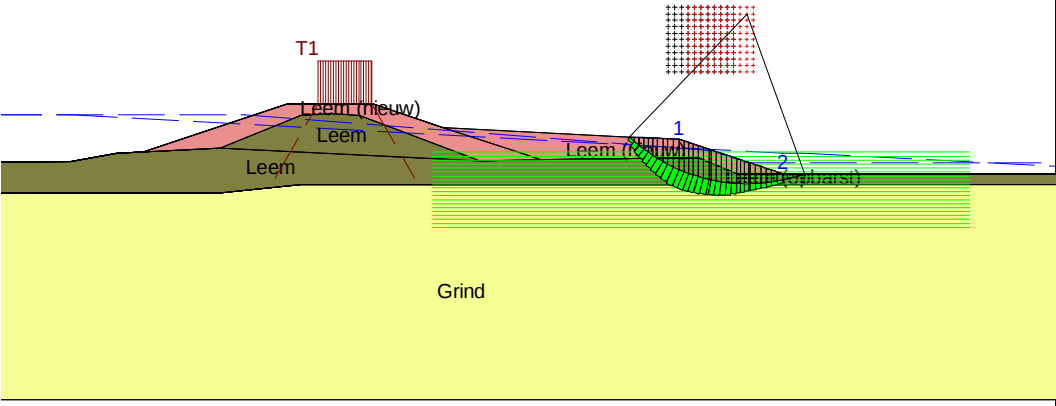
Annex

A4

Shear Stress Bishop

Materials

- | | |
|---|----------------|
|  | Leem (nieuw) |
|  | Leem (opbarst) |
|  | Leem |
|  | Grind |



Xm : 19.41 [m]
Ym : 27.94 [m]

Radius : 7.91 [m]
Safety : 1.16

Max. stress : 6.030 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Bos Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date
16-10-2013

drw.

Sluitstukkaden Cluster E

DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.2)

awp-11 - Bishop (zone 2)

Annex -

form.
A4

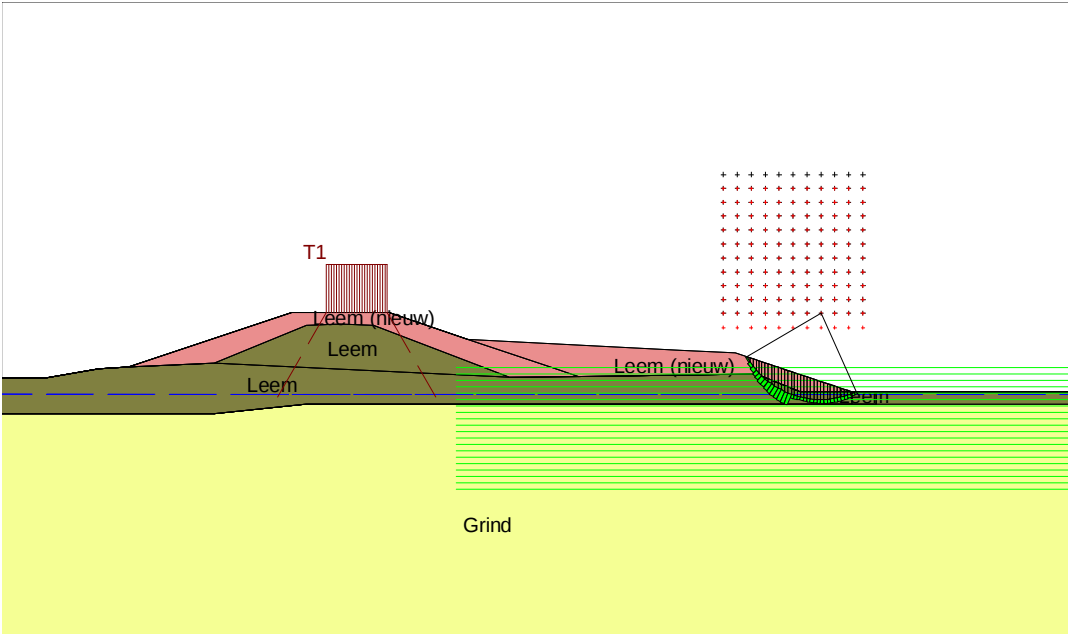
Shear Stress Bishop

Materials

☐ Leem (nieuw)

Leem

 Grind



Xm : 19.79 [m]
Ym : 23.72 [m]

Radius : 3.53 [m]
Safety : 1.20

Max. stress : 6.169 [kN/m²]
Min. stress : 0.786 [kN/m²]

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date	drw.
16-10-2013	-

Sluitstukkaden Cluster E

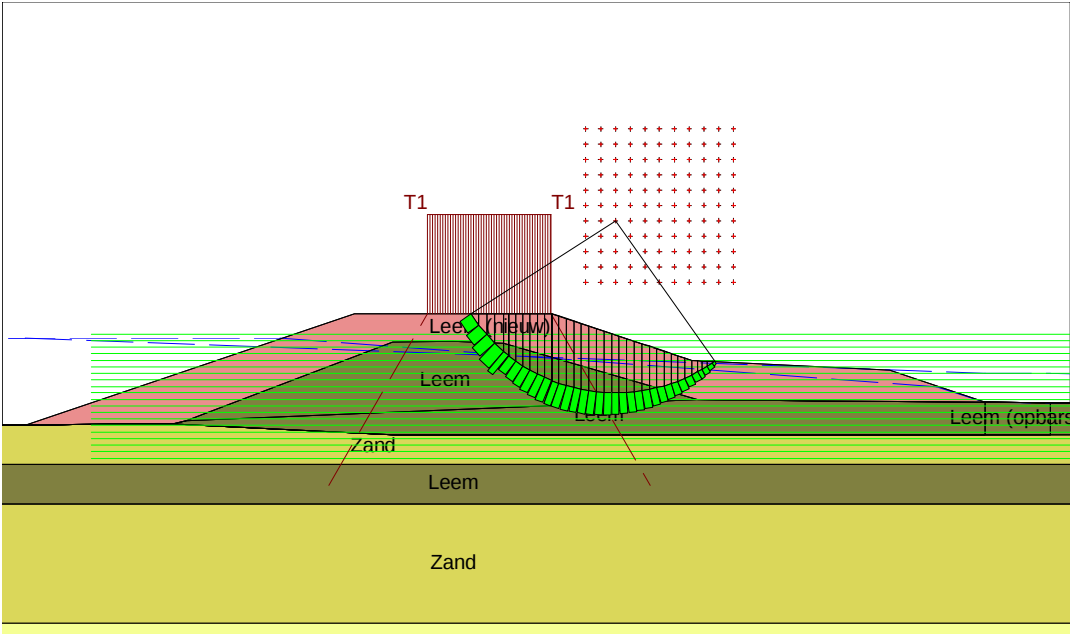
DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.2)

dwp II - Bishop (uitvoeringstase)

Annex - A4

A4

Shear Stress Bishop



Xm : 3.28 [m]
Ym : 25.62 [m]

Radius : 3.47 [m]
Safety : 1.34

Max. stress : 6.859 [kN/m²]
Min. stress : 0.913 [kN/m²]

Materials

- | | |
|---|----------------|
|  | Leem (nieuw) |
|  | Leem (opbarst) |
|  | Leem |
|  | Zand |
|  | Grind |

Bos
Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date	drw.
16-10-2013	-

Sluitstukkaden Cluster E

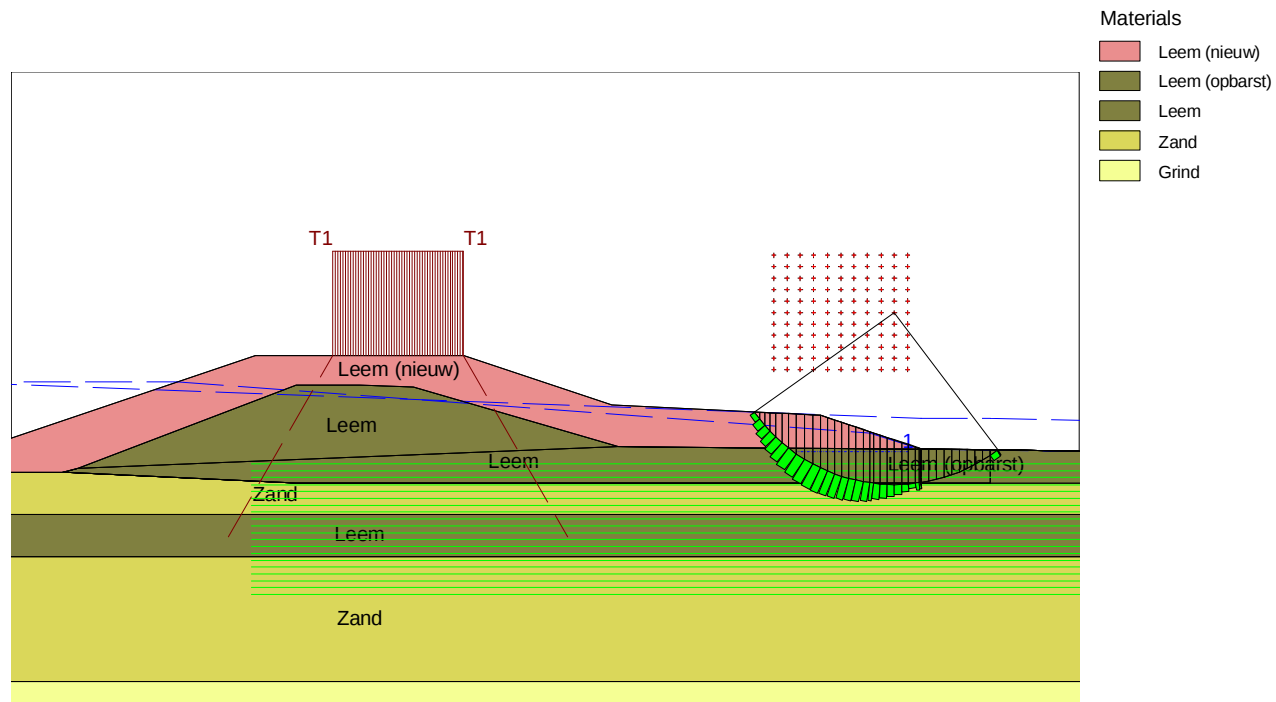
DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

dwp 13 - Bishop (zone 1)

Annex - A4

A4

Shear Stress Bishop



Xm : 10.24 [m]
Ym : 24.57 [m]

Radius : 3.29 [m]
Safety : 1.10

Max. stress : 4.011 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Bos
Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

D-Geo Stability 10.1 : Dijkring 80-1 Clauscentrale Maastracht 50.660.2 Dwarsprofiel 13 - Bishop - zone 2.sit

16-10-2013

1

Sluitstukkaden Cluster E

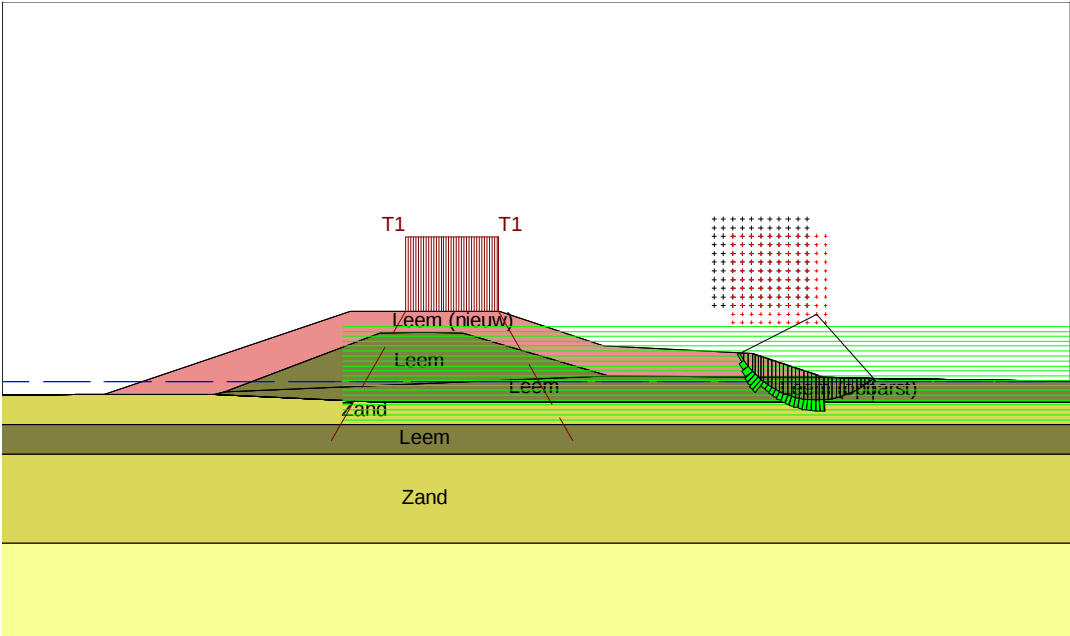
DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

dwp 13 - Bishop (zone 2)

Annex

A4

Shear Stress Bishop



Xm : 10.54 [m]
Ym : 23.67 [m]

Radius : 2.31 [m]
Safety : 1.17

Max. stress : 3.996 [kN/m²]
Min. stress : 0.000 [kN/m²]

Materials

☐ Leem (nieuw)

Leem (opbarst)

Leem

 Zand

 Grind

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

16-10-2013 -

Sluitstukkaden Cluster E

DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

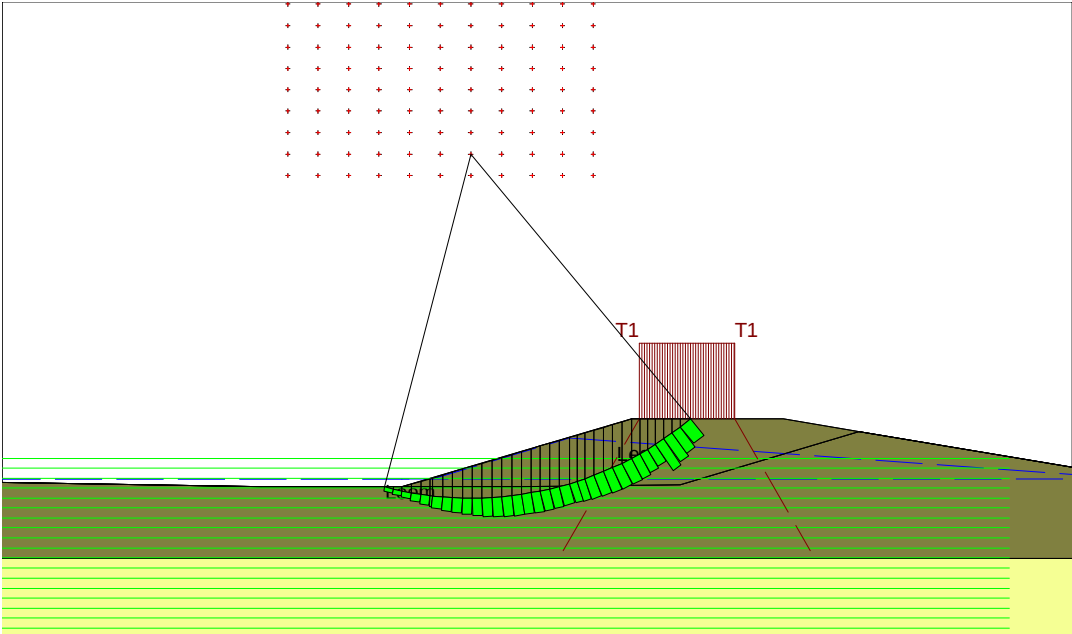
dwp 13 - Bishop (uitvoeringstase)

Annex - A4

A4

BIJLAGE VI BEREKENING STABILITEIT BUITENWAARTS (STBU)

Shear Stress Bishop



Xm : -13.21 [m]
Ym : 30.84 [m]

Radius : 9.05 [m]
Safety : 1.08

Max. stress : 7.479 [kN/m²]
Min. stress : 0.933 [kN/m²]

Materials

 Leem (opbarst)

Leem

 Grind

D-Geo Stability 10.1 : Dijkning 80-1 Clauscentrale Maasbracht 50.650.1 Dwarsprofiel 2 - STBU.sti

Bos Witteveen +

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

16-10-2013

1

Sluitstukkaden Cluster E

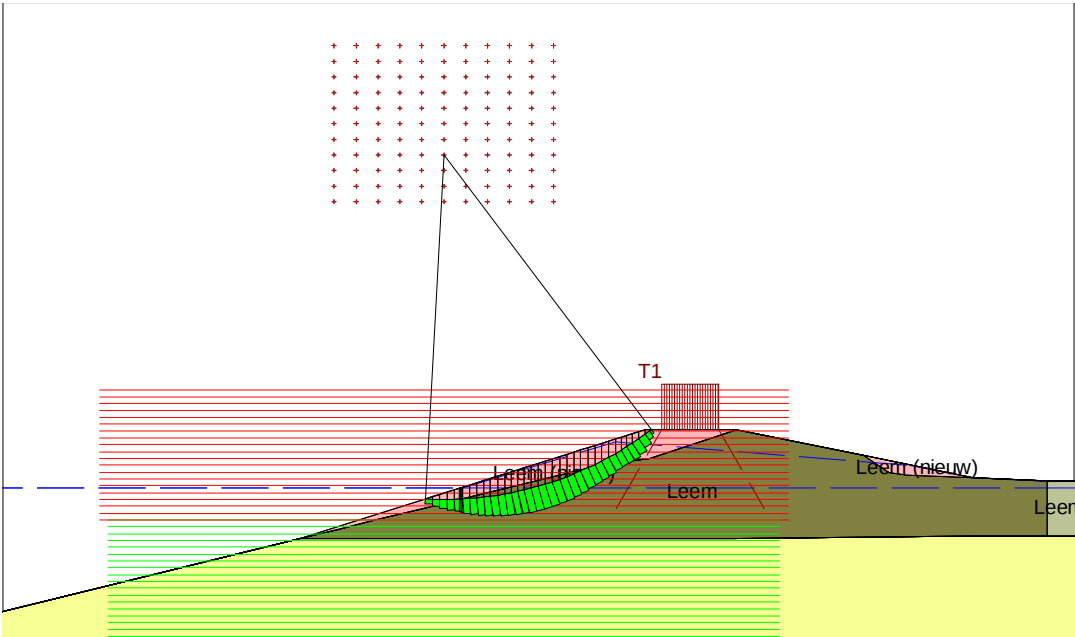
DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

awp 2 - Bishop (zone 1)

Annex

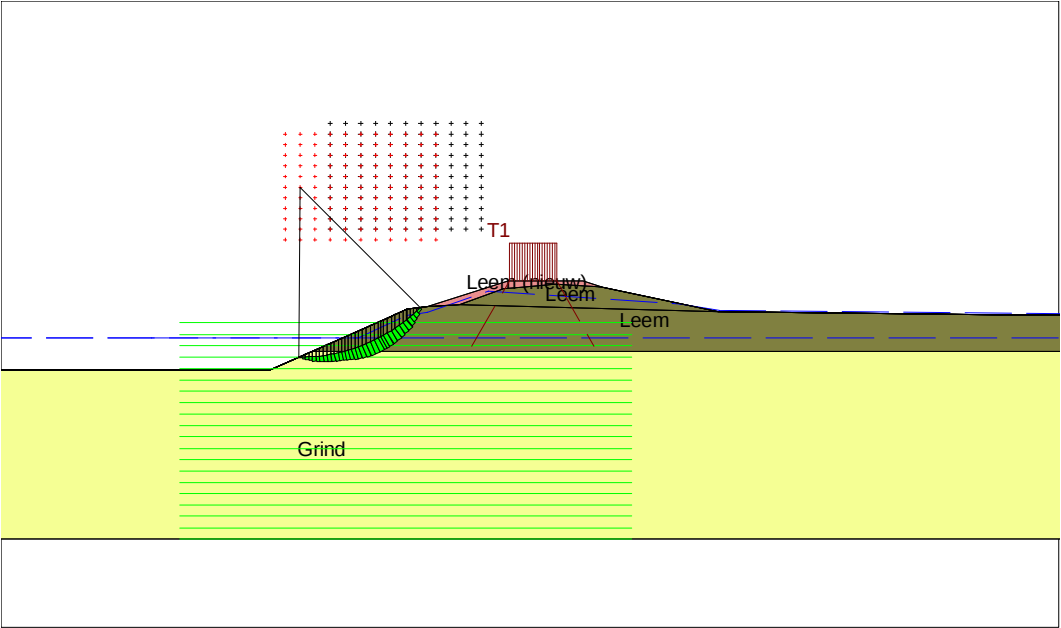
A4

Shear Stress Bishop



Witteveen  Bos	Postbus 233 7400 AE Deventer	Phone 0570 697511	Fax 0570 697123	date 16-10-2013	div. -
	Sluistukkaden Cluster E DO Dijkning 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1) dwp 10 - Bishop (zone 1)			-	cfr. form. A4

Shear Stress Bishop



Max. stress : 5.068 [kN/m²]
Min. stress : 0.212 [kN/m²]

Radius : 9.05 [m]
Safety : 1.10

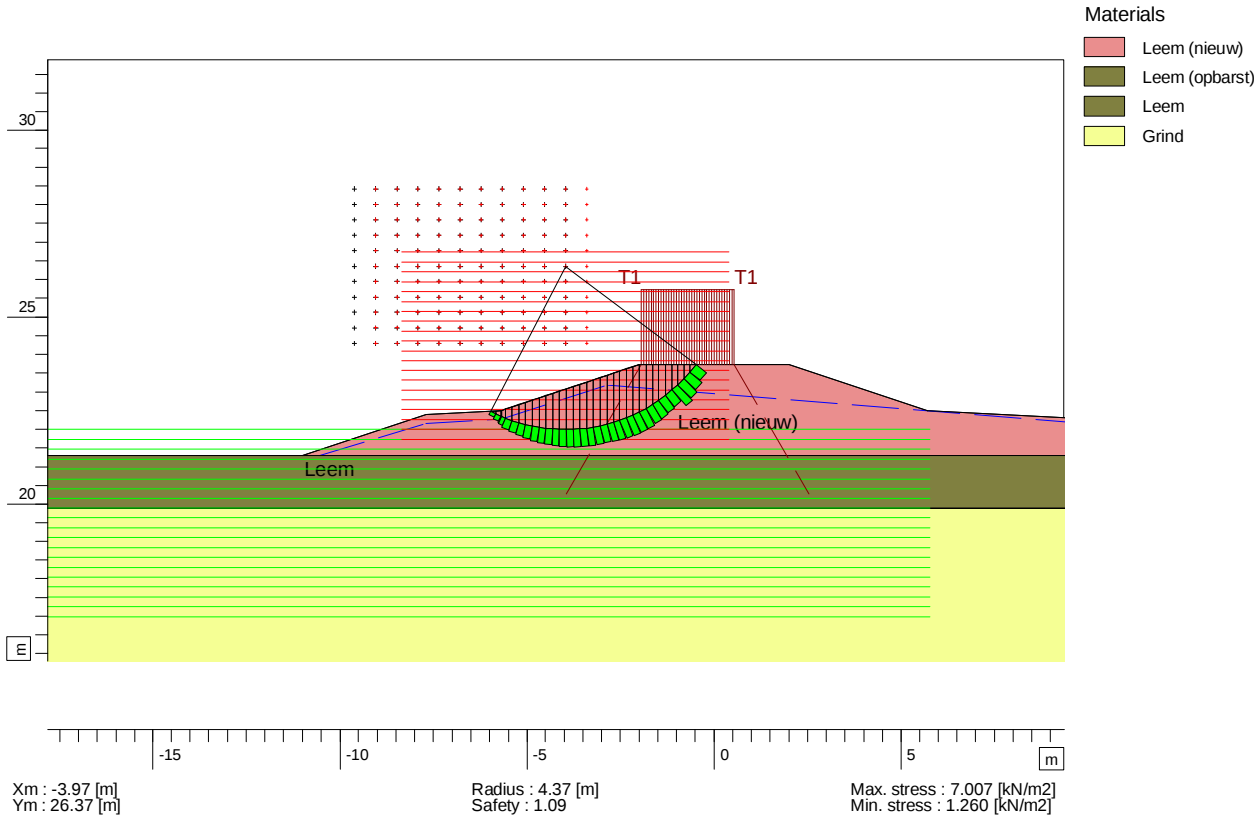
Xm : -13.60 [m]
Ym : 28.74 [m]

Materials

	Leem (nieuw)
	Leem
	Grind

 Witteveen		Postbus 238 7400 AE Deventer	Phone 0570 697511 Fax 0570 697123	Op werkdag van 9.00 tot 17.00 uur op zaterdag van 10.00 tot 12.00 uur	
Sluistrukkaden Cluster E DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.1) dwp 2 - Bishop (STBU)		16-10-2013		d.w.	d.w.
		-		-	d.w.
Annex		-		Term.	A4

Shear Stress Bishop



Bos
Witteveen

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date
16-10-2013

D-Geo Stability 10.1 : Dijkling 80-1 Claussestraat Maastricht 50.660.2 Dwaarsprofiel 5 nieuw -ST B.U.sli

Sluitstukkaden Cluster E

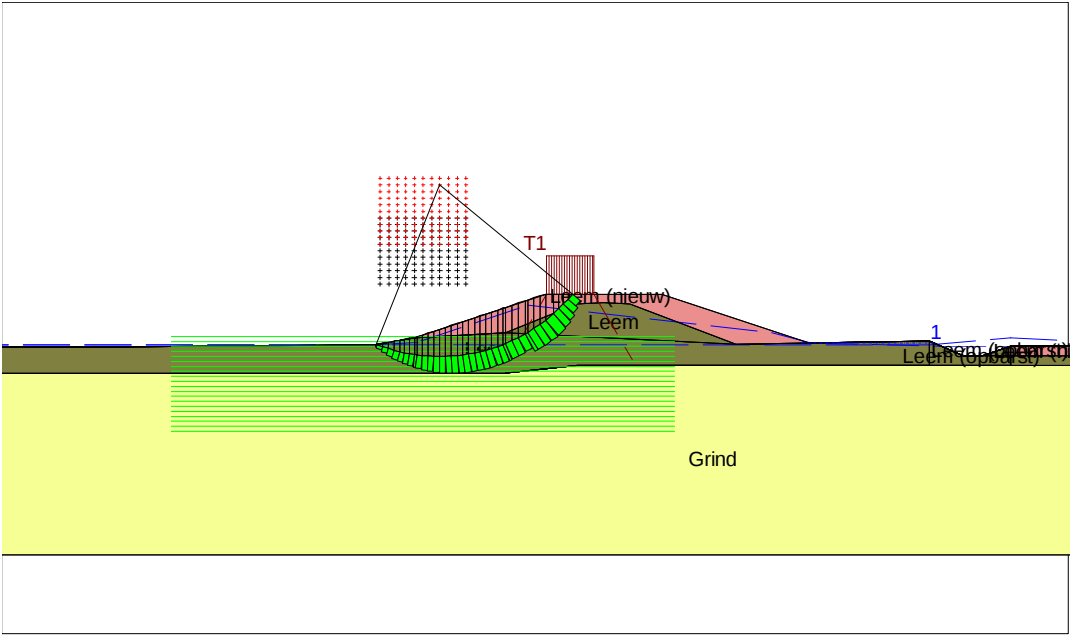
DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.1)

dwp 5 (nieuw) - Bishop (STBU)

Annex

A4

Shear Stress Bishop



Xm : -8.61 [m]
Ym : 29.48 [m]

Radius : 9.03 [m]
Safety : 1.09

Max. stress : 8.940 [kN/m²]
Min. stress : 0.975 [kN/m²]

Shear Stress Bishop

Materials

- Leem (opbarst)
- Leem (nieuw)
- Leem
- Grind

Dimensions and Safety:

- Radius : 9.03 [m]
- Safety : 1.09
- Max. stress : 8.940 [kN/m²]
- Min. stress : 0.975 [kN/m²]

Coordinates:

- Xm : -8.61 [m]
- Ym : 29.48 [m]

Project Information:

Sluistekkaden Cluster E
DO Dijkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.660.2)

Witteveen **Bos**

Postbus 233
7400 AE Deventer

Phone 0570 697931
Fax 0570 69723

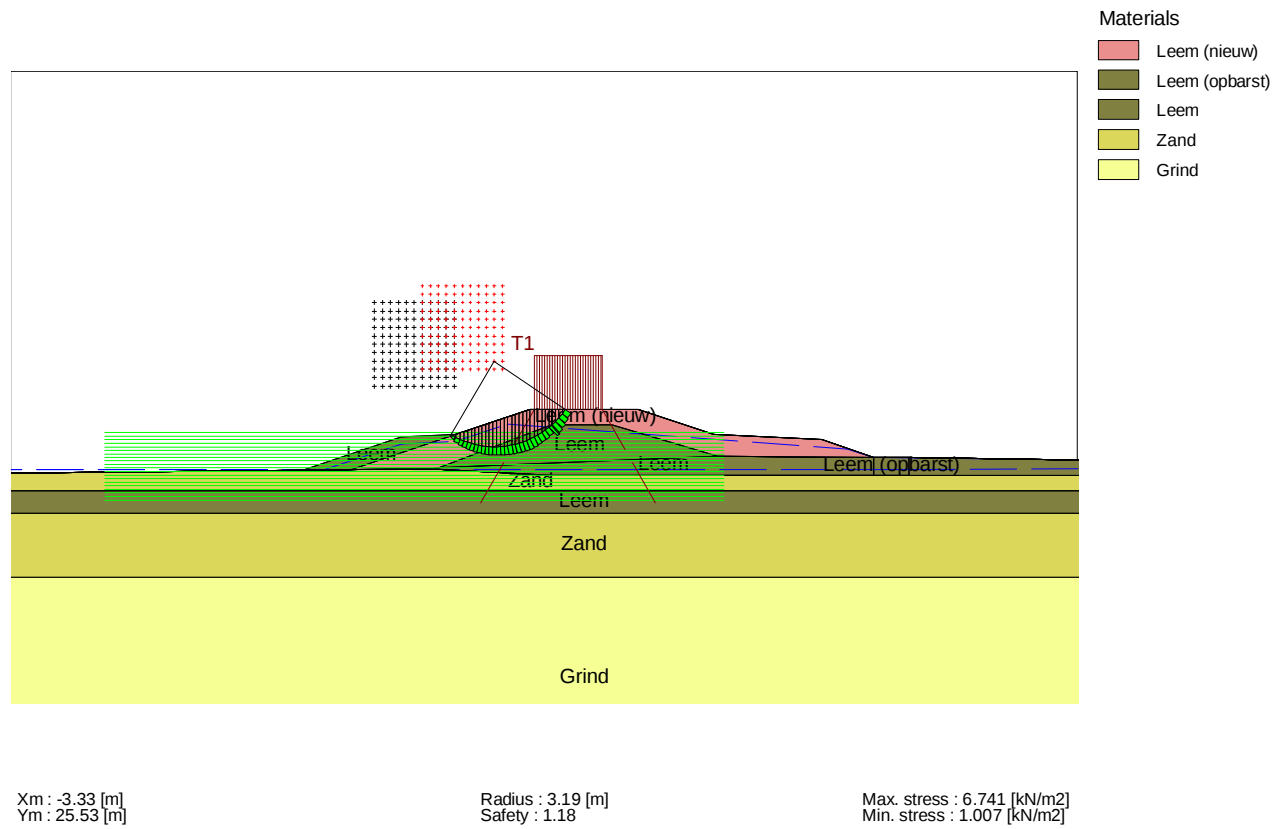
D-Geo Stability 10.1 - Dijkring 80-1 Clusterkaden Maatschappij 50.660.2 Dwaarsprofiel 11 - Bishop - STBUJH

date 16-10-2013

dfw. -

df. A4

Shear Stress Bishop



Bos
Witteveen -

Postbus 233	Phone	0570 697511
7400 AE Deventer	Fax	0570 697123

date
16-10-2013

3

Sluistukkaden Cluster E

DO Dijkkring 80-1 en 2 - Brachterbeek (50.650.1)

dwp 13 - Bishop (STBU)

Annex

A4

BIJLAGE VII HELPDESKWATER VRAAG PIPING LIMBURG

Vraag 0907-0170: Creepfactor Bligh

Geachte heer Bouw,

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

Ons antwoord luidt:

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

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

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

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

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

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

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

Uw vraag luidde:

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

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

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

Als leem gezien moet worden als klei, dan ontstaan de kanaaltjes in de bovenkant van het grindpakket. De factor 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 VIII BEREKENINGEN PIPING EN HEAVE (STPH)

invoerparameters

lengte horizontale kwelweg
 maaiveldhoogte
 onderkant deklaag binnendijks
 volumegewicht deklaag
 70 percentiel waarde van de korrelverdeling
 verticale kwelweg
 d factor
 creepfactor van Bligh
 MHW
 polderpeil

opbarstveiligheid

neerwaartse druk
 opwaartse druk
 opbarstveiligheid

pipingcriterium

kritiek verval
 veiligheidsfactor
 verval

Benodigde kwelweglengte
 Kwelweglengtetekort

		50.650.1	50.660.1	50.660.2		
		dwp 2	dwp 10	dwp 5 (nieuw)	dwp 11	dwp 13
L	m	21.5	27.5	27	30	21
	m	21.95	21.6	21.3	20.5	21.95
	m	20.2	19.2	19.9	20	21.3
	kN/m3	19	19	19	19	19
d70	mm	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01
d		1.75	2.4	1.4	0.5	0.65
fd	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Ccreep	-	22	22	22	22	22
MHW	m+NAP	23.37	23.37	23.24	23.24	23.24
MLW	m+NAP	21.96	21.6	21.3	21	21.95
		33.25	45.6	26.6	9.5	12.35
		31.70	41.70	33.40	32.40	19.40
	-	1.05	1.09	0.80	0.29	0.64
ΔHc	m	0.98	1.25	1.23	1.36	0.95
	-	1	1	1	1	1
ΔH	m	1.41	1.77	1.94	2.24	1.29
(ΔH-fd·d)	m	0.89	1.05	1.52	2.09	1.10
ΔHc > (ΔH-fd·d)		ja	ja	nee	nee	nee
	m	19.5	23.1	33.4	46.0	24.1
	m	-	-	6.4	16.0	3.1

50.660.2

duiker
15
20.5
20
19
2.00E-01
0.5
0.3
22
23.24
21
9.5
32.40
0.29
0.68
1
2.24
2.09
nee
46.0
31.0

ontgrondingskuil
voorland (bomen)

50.650.1	dwp 2 010	dwp 10 017
	18.7	25.75
	21.96	21.6
	19.8	20.4
	19	19
	2.00E-01	2.00E-01
	2.16	1.2
	0.3	0.3
	22	22
	23.37	23.37
	21.96	21.6
	41.04	22.8
	35.70	29.70
	1.15	0.77
	0.85	1.17
	1	1
	1.41	1.77
	0.76	1.41
	ja	nee
	16.8	31.0
	-	5.3

fundering achterland
(hoogspanningsmast)

50.660.1	dwp 2 010	dwp 5 (nieuw)
	35	80
	20	19.7
	20	19.9
	19	19
	2.00E-01	2.00E-01
	0	-0.2
	0.3	0.3
	22	22
	23.24	23.24
	21.95	19.7
	0	-3.8
	32.40	33.40
	0.00	-0.11
	1.59	3.64
	1	1
	1.29	3.54
	1.29	3.60
	ja	ja
	28.4	79.2
	-	-

1,6 m lager

Project:	Sluitstukkaden			
Dijkvak:	50.650.1	30-10-2013		
Onderwerp:	Kwelweganalyse hogedrukleidingen			
Opdrachtgever:	WRO			
Opgemaakt door:	ir. E.J. Kaspers			
Gecontroleerd door:	ir. J. Lansink			
toelichting op keuze kwelweglengte:				
intredepunt	dekking op 4 leidingen variëren maar liggen minimaal onder 0,8 meter klei/leem. (vorstvrij) De buis (457mm). Het intredepunt ligt bij de teen en kan verlegd worden			
horizontale kwelweg	afstand onder de leiding van teen tot teen			
uittredepunt	dekking op 4 leidingen variëren maar liggen minimaal onder 0,8 meter klei/leem. (vorstvrij) De buis (457mm). Het uittredepunt ligt bij de teen			
omschrijving	waarde	eenheid	opmerking	
verticale kwelweg bij intredepunt	1.3	[m]	zie STD88-1-2025	
horizontale kwelweg	30.5	[m]		
extra horizontale kwelweg	4.0	[m]		
verticale kwelweg bij uittredepunt	1.3	[m]		
$\Delta H \leq \Delta H_c = \frac{L_{kwel:Lane}}{C_{w,creep}}$				
Controle vlg Lane				
afkorting	omschrijving	waarde	eenheid	opmerking
ΔHc	kritieke verval over de leidingen	1.41	[m]	(matig grof zand)
ΔH	maatgevend verval over leidingen	1.41	[m]	
L _{kwel:Lane}	Kwelweglengte	14.10	[m]	
C _{w,creep}	Creep-factor volgens Lane	10	[-]	
voldoet als ΔHc ≤ ΔH	voldoet			
Conclusie				
volgens Lane dient de horizontale kwelweg verlengt te worden met 4 meter.				

BIJLAGE IX BEREKENING STABILITEIT VOORLAND (STVL)

invoerparameters

honder	[m]
hboven	[m]
αboven	[-]
αonder	[-]
fictieve diepte	[m]
snijpunt dijklichaam	[m NAP]

DP5(nieuw)	opmerking
50.660.1	
10.3	extreem laagwater: NAP 17,8 m
0.38	
167.0	
4.1	
10.31	
23.93	

Afschuiving

invoerparameters

niveau kruin	[m NAP]
niveau voorland	[m NAP]
niveau geul	[m NAP]
geuldiepte H:	[m]
x coördinaat teen	[m]
S _{sign} :	[m t.o.v. hartlijn dijk]
S _{af} :	[m t.o.v. hartlijn dijk]

DP5
23.74
23.55
19
4.55
-15.277
-35.8
-59.6

coördinaten DP5	x	y
	-75	19
	-69.9195	19
	-57.028	21.851
	-56.404	21.989
	-56.399	22.386
	-54.549	22.524
	-51.873	23.386
	-49.1	23.458
	-46.756	23.401
	-35	21.797
	-27.5	21.72
	-20	21.66
	-15.277	21.699
	-13.488	22.244
	-6.488	22.344
	-2	23.74
	2	23.74
	6.535	22.23
	13.535	22.23
	16.072	21.435
	17.5	21.37
	19.142	21.361
	25	21.33
	32.5	21.31
	40	21.26
	47.5	21.24
snijpunt bij 1/2H	-59.633	21.275

Zettingsvloeiing

invoerparameters

niveau kruin	[m NAP]	23.74
niveau voorland	[m NAP]	23.55
niveau geul	[m NAP]	19
geuldiepte H:	[m]	4.55
x coördinaat teen	[m]	-15.277
S _{sign} :	[m t.o.v. hartlijn dijk]	-90.4
S _{zv} :	[m t.o.v. hartlijn dijk]	-63.1

DP2
23.74
23.55
19
4.55
-15.277
-90.4
-63.1

coördinaten DP5	x	y
	-75	19
	-69.9195	19
	-57.028	21.851
	-56.404	21.989
	-56.399	22.386
	-54.549	22.524
	-51.873	23.386
	-49.1	23.458
	-46.756	23.401
	-35	21.797
	-27.5	21.72
	-20	21.66
	-15.277	21.699
	-13.488	22.244
	-6.488	22.344
	-2	23.74
	2	23.74
	6.535	22.23
	13.535	22.23
	16.072	21.435
	17.5	21.37
	19.142	21.361
	25	21.33
	32.5	21.31
	40	21.26
	47.5	21.24
snijpunt bij 1/3H	-63.07	20.515

BIJLAGE X BEREKENINGEN STABILITEIT BEKLEDING (STBK)

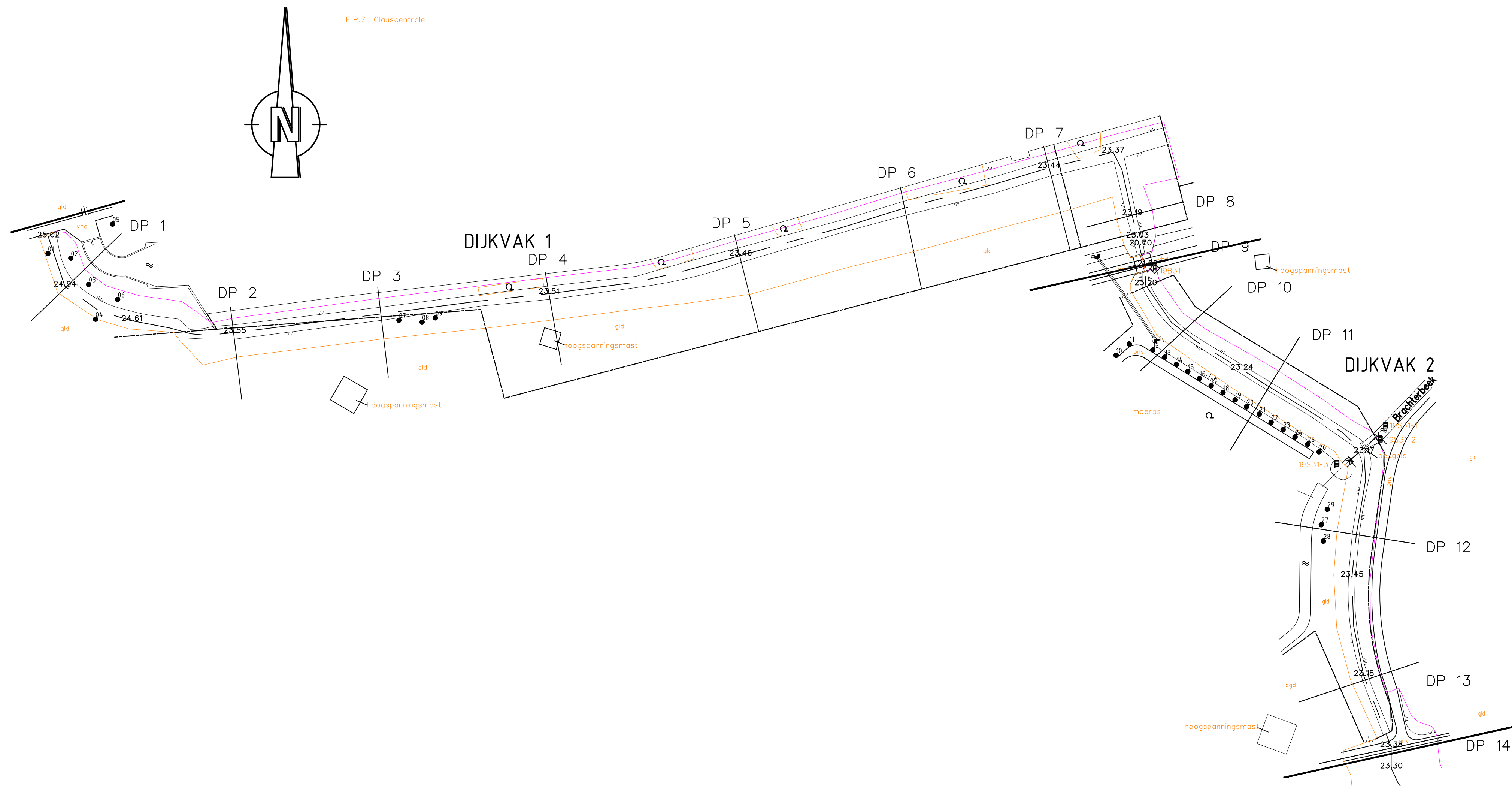
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	T	U	V	W	X	Y
2	Bekleding - Grasmat																						
3	Dijkringgebied	dijkring 80-1																					
4	Waterkering	Clauscentrale Maasbracht																					
5		Rivierengebied																					
6		Subvraggrenzen																					
7		Van	Tot																				
8	Opmerkingen																						
9	Dijkvak 1 (DP2)	0.00	0.10	Goed	22.14	22.14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	22.14	23.37	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	Goed	23.37	23.89	n.v.t.	Goed
10	Dijkvak 1 (DP10)	0.10	0.50	Goed	14.00	21.70	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	n.v.t.	Goed	21.70	23.37	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	Goed	23.37	23.87	n.v.t.	Goed

	AA	AB	AC	AE	AF	AG	AI	AJ	AK
2									
3									
4		Zone D						binnentalud	
	Eindscore zone C	Niveau buitenkruilijn	Niveau binnenkruilijn	Niveau teen binnentalud	Plan maatregelen	Erosie door golfoverslag	Afschuiving binnentalud	Eindscore zone D	Waarschuwingen bij de berekeningen
5		[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	Plan				
6					maatregelen	GEOV	GAF bita		
7									
8									
9	Goed	23.89	23.78	21.96	n.v.t.	Goed	Goed	Goed	
10	Goed	23.87	23.87	21.88	n.v.t.	Goed	Goed	Goed	

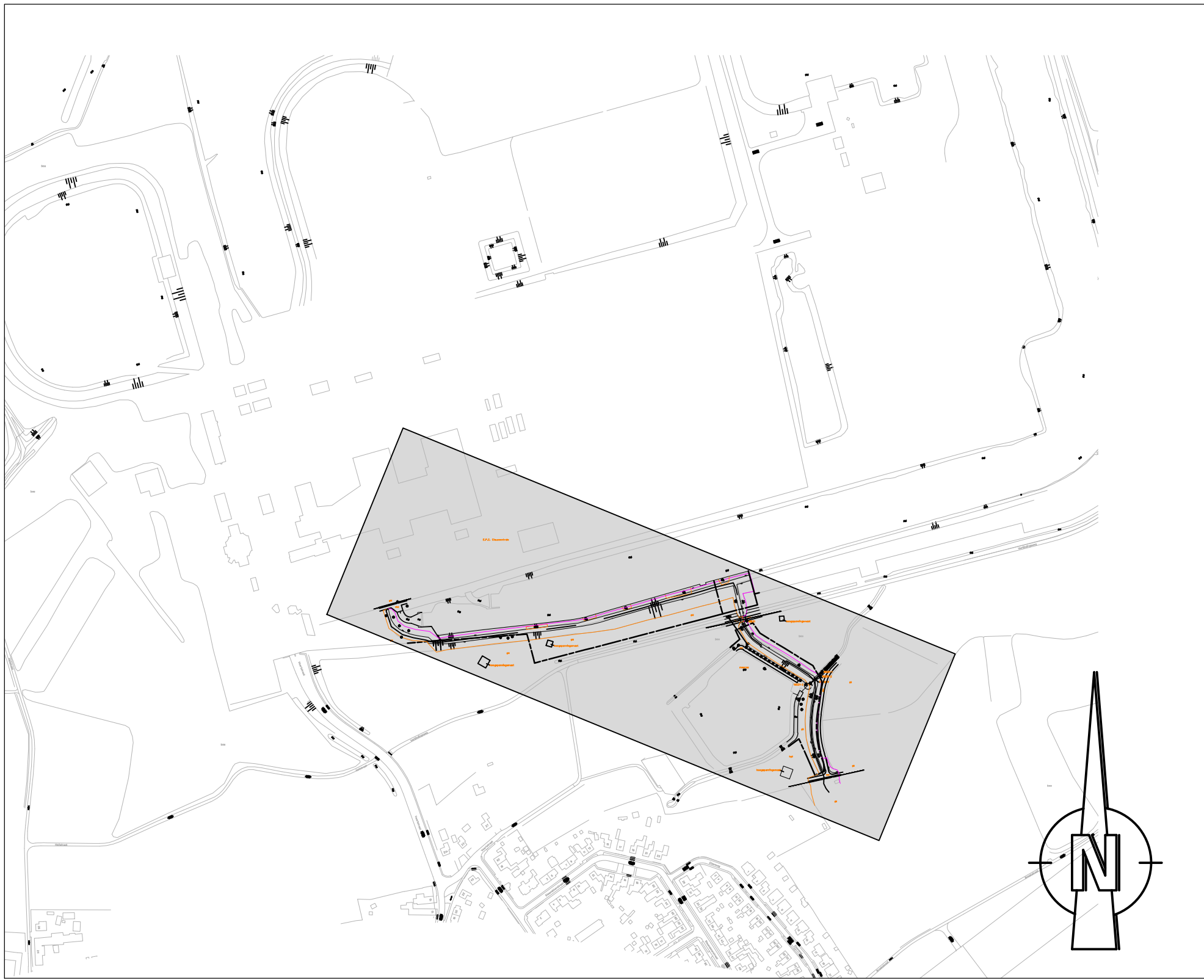
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	T	U	V	W	X	Y	
2	Bekleding - Grasmat																							
3	Dijkringgebied	dijkring 80-2																						
4	Waterkering	Brachterbeek			Zone A								Zone B								Zone C			
		Rivierengebied		Eindscore voor het gehele profiel	Ondergrens zone A [NAP+m]	Bovengrens zone A [NAP+m]	Plan maatregelen beheerder	Gedrag	Afschuiving	Erosie door golfkap	Erosie onderlagen	Eindscore zone A	Ondergrens zone B [m + NAP]	Bovengrens zone B [m + NAP]	Plan maatregelen beheerder	Afschuiving	Erosie door golfkap	Erosie onderlagen	Eindscore zone B	Ondergrens zone C [m + NAP]	Bovengrens zone C [m + NAP]	Plan maatregelen	Erosie door golfploop	
5		Subvkgrenzen																						
6																								
7		Van	Tot																					
8	Opmerkingen						Plan beheerder	Gedrag	GAF buta	GEKL	GEO				Plan Beheerder	GAF	GEKL	GEO				Plan maatregelen	GEOP	
9	Dijkvak 1 (DP2)	0.00	0.05	Goed	19.00	21.10	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	n.v.t.	Goed	21.10	23.37	n.v.t.	Goed	Goed	n.v.t.	Goed	23.37	23.74	n.v.t.	Goed	
10	Dijkvak 1 (DP5)	0.05	0.40	Voldoende	22.24	22.24	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	22.24	22.23	n.v.t.	Goed	Voldoende	n.v.t.	Voldoende	23.37	23.74	n.v.t.	Goed	
11	Dijkvak 1 (DP13)	0.40	0.50	Voldoende	23.00	23.00	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	23.00	22.30	n.v.t.	Goed	Voldoende	n.v.t.	Voldoende	23.37	23.74	n.v.t.	Goed	

	AA	AB	AC	AE	AF	AG	AI	AJ	AK
2									
3									
4		Zone D						binnentalud	
	Eindscore zone C	Niveau buitenkruilijn	Niveau binnenkruilijn	Niveau teen binnentalud	Plan maatregelen	Erosie door golfverslag	Afschuiving binnentalud	Eindscore zone D	Waarschuwingen bij de berekeningen
5		[m + NAP]	[m + NAP]	[m + NAP]	Plan				
6					maatregelen	GEOV	GAF bita		
7									
8									
9	Goed	23.74	23.74	22.11	n.v.t.	Goed	Goed	Goed	
10	Goed	23.74	23.74	21.44	n.v.t.	Goed	Goed	Goed	
11	Goed	23.74	23.74	21.86	n.v.t.	Goed	Goed	Goed	

BIJLAGE XI TEKENING BOMENINVENTARISATIE



OVERZICHT
SCHAAL 1:1000



SITUATIE
SCHAAL 1:5000

LEGENDA

- BOMEN

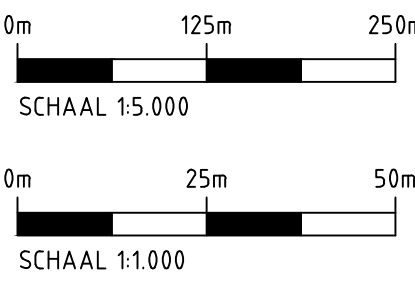
WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
TOETSING DIJKRINGEN 77, 80 EN 81

Bomen inventarisatie
Dijkkring 80
Gedeelte Brachterbeek

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

Getekend ing. M.C. van Hulzen
Gecontroleerd ir. M.H.A. Kaarsemaker
Goedgekeurd ir. H.J.M.A. Mols
Datum 26-08-2010

Schaal 1:1.000 ; 1:5.000
Formaat A1
STD75.1.1116



invoerparameters

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

opbarstveiligheid

neerwaartse druk		
opwaartse druk		
opbarstveiligheid	-	

pipingcriterium

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

Benodigde kwelweglengte	m
Kwelweglengtetekort	m

ontgrondingskuil voorland (bomen)
50.650.1

dwp 2 010	dwp 10 017
18.7	25.75
21.96	21.6
19.8	20.4
19	19
2.00E-01	2.00E-01
2.16	1.2
0.3	0.3
22	22
23.37	23.37
21.96	21.6
41.04	22.8
35.70	29.70
1.15	0.77
0.85	1.17
1	1
1.41	1.77
0.76	1.41
ja	nee

16.8	31.0
-	5.3

BIJLAGE XII NOTITIE FAALKANSANALYSE

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

onderwerp	faalkansenanalyse Dijkkring 80 Clauscentrale Maasbracht/ Brachterbeek		
project	Sluitstukkaden Cluster E		
opdrachtgever	Waterschap Roer en Overmaas		
projectcode	STD88-1		
referentie	STD88-1/zeir/016		
opgemaakt door	J. Noordermeer		
goedgekeurd door	S.T. Pwa	paraaf	
status	definitief		
datum opmaak	21 augustus 2013		
bijlagen	I tekening kabels en leidingen dijkkring 80 clauscentrale Maasbracht/brachterbeek II foutenboom III overschrijdingsfrequentielijn IV restprofielen voor parallelle leidingen V resultaten faalkansenanalyse		

aan	WRO	J. Tholen M. Sanders H. Houben
-----	-----	--------------------------------------

1. INLEIDING

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 (voorloper van de Waterwet) in 2005 zijn de Maaskaden als primaire waterkeringen zijn 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 (dijkkring 77);
- Clauscentrale Maasbracht / Brachterbeek (dijkkring 80-1 en 80-2);
- Aasterberg (dijkkring 82);
- Geulle a/d Maas (dijkkring 88).

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

1.1. Opdrachtschrijving

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 voorbereiding zal per dijkkring separaat worden uitgevoerd.

1.2. Kader

Het voorliggende document 'Faalkansanalyse valt binnen het kader van de planstudie en maakt onderdeel uit van het definitieve ontwerp. De planstudie omvat naast de ontwerpnota definitief ontwerp de volgende documenten:

- programma van eisen;
- basisrapportage NWO - begroeiing, bebouwing en overige constructies;
- basisrapportage waterkerende constructies;
- grondverwervingplan;
- notitie variantenafweging;
- V&G dossier.

Doordat er kabels en leidingen lopen door enkel het projectgebied van dijkkring 80 is dit ook de enige faalkansanalyse die in deze ontwerpstudie is uitgevoerd. Deze notitie betreft dan ook de faalkansanalyse van dijkkring 80-1 Clauscentrale Maasbracht en 80-2 Brachterbeek.

1.3. Doel en doelgroep

In de faalkansanalyse wordt aangegeven wat de kans is dat de waterkering faalt indien er een calamiteit plaatsvindt omtrent een kabel of leiding.

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.

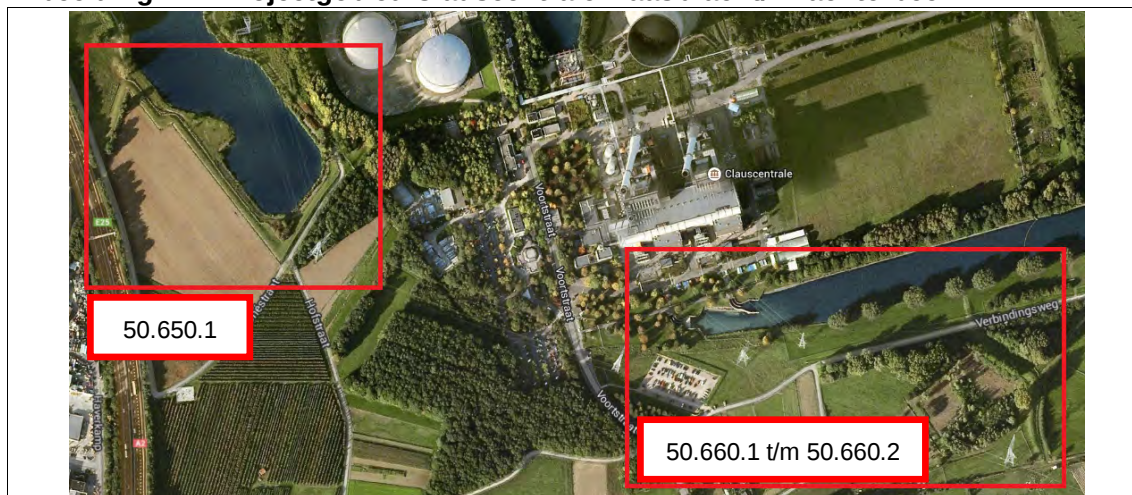
1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de leidingen beschreven die middels de faalkansanalyse worden beoordeeld. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de gehanteerde methodiek. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de toetsing besproken.

2. INVENTARISATIE LEIDINGEN

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de aangetroffen leidingen in het plangebied. Het betreft hier dijkkring 80-1/80-2 te Clauscentrale Maasbracht/ Brachterbeek. Dit zijn dijkvakken 50.650.1 en 50.660.1 t/m 50.660.2.

Afbeelding2.1. Projectgebied Clauscentrale Maasbracht/ Brachterbeek



De leidinginformatie is achterhaald door contact op te nemen met de beheerders van de betreffende leidingen. Een oriënterende KLIC-melding heeft een overzicht geboden van de leidingen die verwacht worden in het plangebied. Bijlage I is een overzichtstekening van de kabels en leidingen in het gebied.

Tabel 2.1. Leidingen en leidinggegevens projectgebied

nr.	medium	beheerder	materiaal	diameter	bedrijfsdruk	wanddikte
1	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø914 mm	66,2 bar	14,7 mm
2	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø1067 mm	66,2 bar	15,89 mm
3	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø457mm	66,2 bar	6,28 mm
4	gas hoge druk	Nederlandse Gasunie	Re:415 Staal	Ø457 mm	66,2 bar	6,28 mm
5	K1 - Buis gevaarlijke inhoud	PPS Pipelines	X46 Staal	Ø203 mm	68 bar	4,77 mm
6	riool onder druk	WBL	Asbest cement	Ø400 mm	6 ato	18,22 mm
7	pekelleiding	SOLVIC NV	Staal	Ø457 mm	40 bar	?
8	riool onder druk	WBL	Asbest cement	Ø500 mm	6 ato	22,26 mm

Tabel 2.1. geeft een overzicht van alle leidingen in het plangebied. De leidingen bevinden zich allemaal in dijkvak 50.650.1 met de uitzondering van leiding 8. Leiding 8 kruist dijkvak 50.660.2 ter plaatse van de coupure. Deze leidinginformatie is overgenomen van de Basisrapportage NWO die ook onderdeel uitmaakt van deze planstudie.

3. AANPAK EN UITGANGSPUNTEN

Voor de faalkansanalyse is per leiding een additionele dysfunctiekans bepaald die vergeleken wordt met de taakstellende eis die voortvloeit uit de foutenboom. De foutenboom is opgesteld door het Waterschap Roer en Overmaas en is bijgevoegd als bijlage II. Om een leiding middels een faalkansanalyse goed te keuren moet de additionele dysfunctiekans van de leiding kleiner zijn dan de taakstellende eis die voortvloeit uit een foutenboom:

$$P_{\text{additioneel,leiding}} \leq P_{\text{eis}}$$

$P_{\text{additioneel,leiding}}$: te verwachten kans op het falen van de waterkering door calamiteit aan de leiding bij hoogwater voor de betreffende leiding per jaar
 P_{eis} : taakstellende faalkans voor de betreffende leiding per jaar

3.1. Taakstellende eis

Voor dijkkring 80 is een totale faalkansruimte voor de leidingen van $6,00 \times 10^{-5}$ per jaar toegerekend. Er zijn 8 leidingen aangetroffen die nabij het dijkvak liggen of het dijkvak kruisen waardoor de taakstellende eis per leiding gelijk is aan $7,50 \times 10^{-6}$ per jaar. De additionele dysfunctiekans per leiding mag niet groter zijn dan deze taakstellende eis.

3.2. Dysfunctiekans

De dysfunctiekans van de leiding is bepaald aan de hand van de vergelijking zoals aangegeeft in [ref.1.]:

$$P_{\text{additioneel,leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}} \cdot f_{\text{correlatie}}$$

waarbij:

P_{HW} : kans op het overschrijden van een hoogwaterstand per jaar.
 P_{calam} : kans op een calamiteit aan de leiding per jaar
 $P_{\text{instab|calam|HW}}$: kans op instabiliteit gegeven een calamiteit aan de leiding gegeven hoogwater per jaar. Als de verstoringzone van de calamiteit optreedt binnen het dijklichaam kan met een restprofielbenadering worden nagegaan of het nieuwe dijklichaam nog voldoet aan de eisen. Het restprofiel gaat uit van een evenwichtssituatie na instabiliteit waardoor voor dit geval $P_{\text{instab|calam|HW}} = 1$ zoals bepaald in [ref. 1.].
 P_{herstel} : kans dat de herstelperiode aan de leiding samenvalt met hoogwater
 $f_{\text{correlatie}}$: term voor correlatie tussen faalkans leiding en hoogwater. Er wordt uitgegaan van $f_{\text{correlatie}} = 1$.

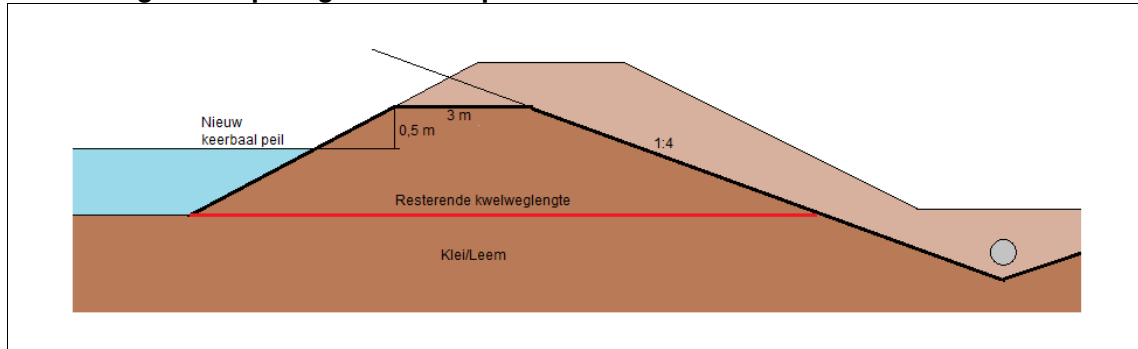
3.2.1. Kans op overschrijden hoogwaterstand P_{HW}

De kans op overschrijden hoogwaterstand is de overschrijdingsfrequentie die hoort bij de waterhoogte dat het restprofiel nog maximaal veilig kan keren. Hiervoor wordt allereerst onderscheid gemaakt tussen kruisende leidingen en leidingen die parallel lopen aan het dijklichaam. Een uitgangspunt hierbij is dat na het bezwijken van een kruisende leiding er geen restprofiel meer aanwezig is waardoor $P_{\text{HW}} = 1$.

Voor leidingen die parallel lopen aan het dijklichaam moet een restprofiel worden gedefinieerd zoals weergegeven in figuur 1. Het restprofiel kan worden bepaald vanuit de onder-

kant van de verstoringzone met een talud van 1:4 (klei/leem). De onderkant van de verstoringzone ligt 0,2 maal de diameter van de leiding onder de leiding.

Afbeelding 3.1. Bepaling nieuw restprofiel en maximaal te keren waterstand



Met het restprofiel kan de maximaal te keren waterstand worden bepaald. Hiervoor is HT of STPH maatgevend doordat aangenomen wordt dat het restprofiel stabiel is. Voor HT wordt een minimale kruinbreedte van 3 meter aangehouden boven een overslaghoogte van 0,5 meter zoals weergegeven in afbeelding 3.1. Voor STPH wordt gekeken naar de maximale waterstand die toelaatbaar is zonder dat piping op kan treden. Hierbij wordt uitgegaan van een creepfactor van 22 voor leem. De laagste van deze twee waterstanden is maatgevend en kan aan de hand van een overschrijdingsfrequentielijn van het waterschap worden vertaald naar P_{HW} . De overschrijdingsfrequentielijn is toegevoegd als bijlage III.

3.2.2. Kans op calamiteit tijdens herstel $P_{herstel}$

Om de kans te bepalen dat een calamiteit zich voordoet in de tijd dat een leiding wordt hersteld kan de volgende formule gebruikt worden:

$$P_{herstel} = 1 - [1 - (\text{kans herstel}) \cdot (\text{kans hoogwater})]^{ruimte}$$

In deze rapportage is aangenomen dat een erosie krater drie weken aanwezig is en dat dit het hele jaar kan voorkomen. Hierdoor is de kans op herstelwerkzaamheden 3/52 per jaar. Aangenomen wordt dat hoogwater twee weken duurt en alleen in het winterseizoen kan optreden. Hierdoor is de kans op hoogwater 2/26 per jaar. Hierdoor:

$$P_{herstel} = 1 - [1 - (3/52) \cdot (2/26)]^{26} = 0,11$$

3.2.3. Kans op calamiteit aan de leiding P_{calam}

Om de kans van een calamiteit aan de leiding te bepalen kan gebruik gemaakt worden van de 'incidentenstatistiek leiding'. In de NPR 3659 [ref.2.] is een lijst opgenomen van tentatieve lekkagefrequenties van veldleidingen. Deze lijst werkt op basis van het materiaal van de leiding en geeft een faalfrequentie per strekkende meter leiding. De kans op een calamiteit is bepaald als:

$$P_{calam} = f_{calam} \cdot L,$$

waar L de lengte is van de leiding en f_{calam} de faalfrequentie is van de leiding zoals voorgeschreven in de NPR 3659. De lengte van de leiding is voor kruisende leidingen gelijk gesteld aan de lengte waarover het dijkvak gekruist wordt. Voor leidingen die parallel lopen

aan het dijkvak is de lengte gelijk aan de lengte waarover de leiding parallel loopt aan het dijkvak.

Volgens [ref. 1.] zijn er nog enkele zaken die de faalfrequentie verder kunnen beïnvloeden. Dit zijn:

- ouderdom leiding;
- hoeveelheid appendages en wijzigingen leiding diameter;
- of er na aanleg leiding nog ophoogwerkzaamheden zijn uitgevoerd.

Van deze zaken is geen informatie beschikbaar hoe deze kwantitatief de faalkans van de leiding beïnvloeden. Doordat gasleidingmaatschappijen de leidingen overdimensioneren zijn er te weinig incidenten in het verleden waargenomen waarmee op redelijkerwijs aangetoond kan worden wat de invloed van leeftijd, het aantal appendages of uitgevoerde ophoogwerkzaamheden is op de sterkte van een leiding.

4. RESULTATEN

4.1. Bepaling P_{HW}

Voor de kruisende leidingen geldt dat $P_{HW} = 1$. Voor de leidingen die parallel lopen aan het dijkvak is aan de hand van een restprofiel en de overschrijdingsfrequentielijn (bijlage III) ook P_{HW} bepaald. Hierbij wordt duidelijk dat leiding 6 van WBL bij een calamiteit geen invloed heeft op het restprofiel waardoor P_{HW} gelijk gesteld is aan de normfrequentie van 1/250 per jaar.

De bepaling van P_{HW} voor leidingen 3,4 en het parallelle deel van 7 is uitgewerkt in bijlage IV. Hierbij is aangenomen dat leidingen 3 en 4 van de Nederlandse Gasunie op dezelfde locatie liggen doordat uit de KLIC melding de exacte ligging niet bepaalbaar is. Uit deze analyse volgt vervolgens dat het mechanisme piping voor alle restprofielen maatgevend is. Voor leidingen 3 en 4 is P_{HW} gelijk aan 1/25 per jaar en voor het parallelle deel van leiding 7 is P_{HW} gelijk aan 1/9 per jaar.

4.2. Resultaten faalkansanalyse

De faalkansanalyse is uitgevoerd voor acht leidingen bij dijkkring 80. De berekening per leiding is in bijlage V te vinden, in tabel 4.1. worden de resultaten weergegeven.

Tabel 4.1. Resultaten faalkansanalyse

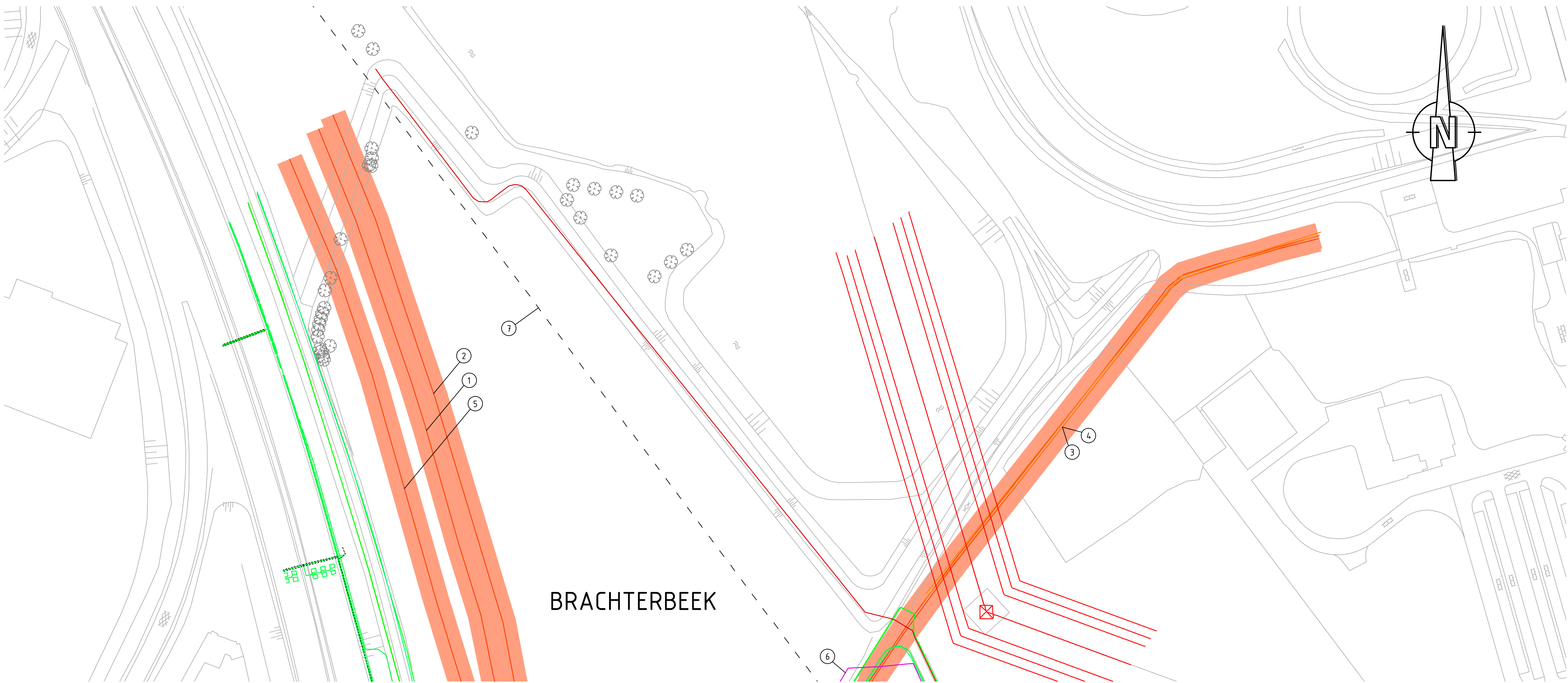
nr.	beheerder	taakstellende eis	dysfunctie kans	oordeel
1	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,36 \times 10^{-6}$	voldoet
2	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,53 \times 10^{-6}$	voldoet
3	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$6,46 \times 10^{-7}$	voldoet
4	Nederlandse Gasunie	$7,50 \times 10^{-6}$	$6,46 \times 10^{-7}$	voldoet
5	PPS Pipelines	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,18 \times 10^{-6}$	voldoet
6	WBL	$7,50 \times 10^{-6}$	$5,57 \times 10^{-7}$	voldoet
7	SOLVIC NV (kruisend deel)	$7,50 \times 10^{-6}$	$2,01 \times 10^{-6}$	voldoet
	SOLVIC NV (parallel deel)		$7,09 \times 10^{-7}$	voldoet
8	WBL	$7,50 \times 10^{-6}$	$7,60 \times 10^{-5}$	voldoet niet

Uit de faalkansanalyse blijkt dat alle leidingen voldoen aan de taakstellende eis met de uitzondering van leiding 8; het riool onder druk van WBL in dijkvak 50.660.2.

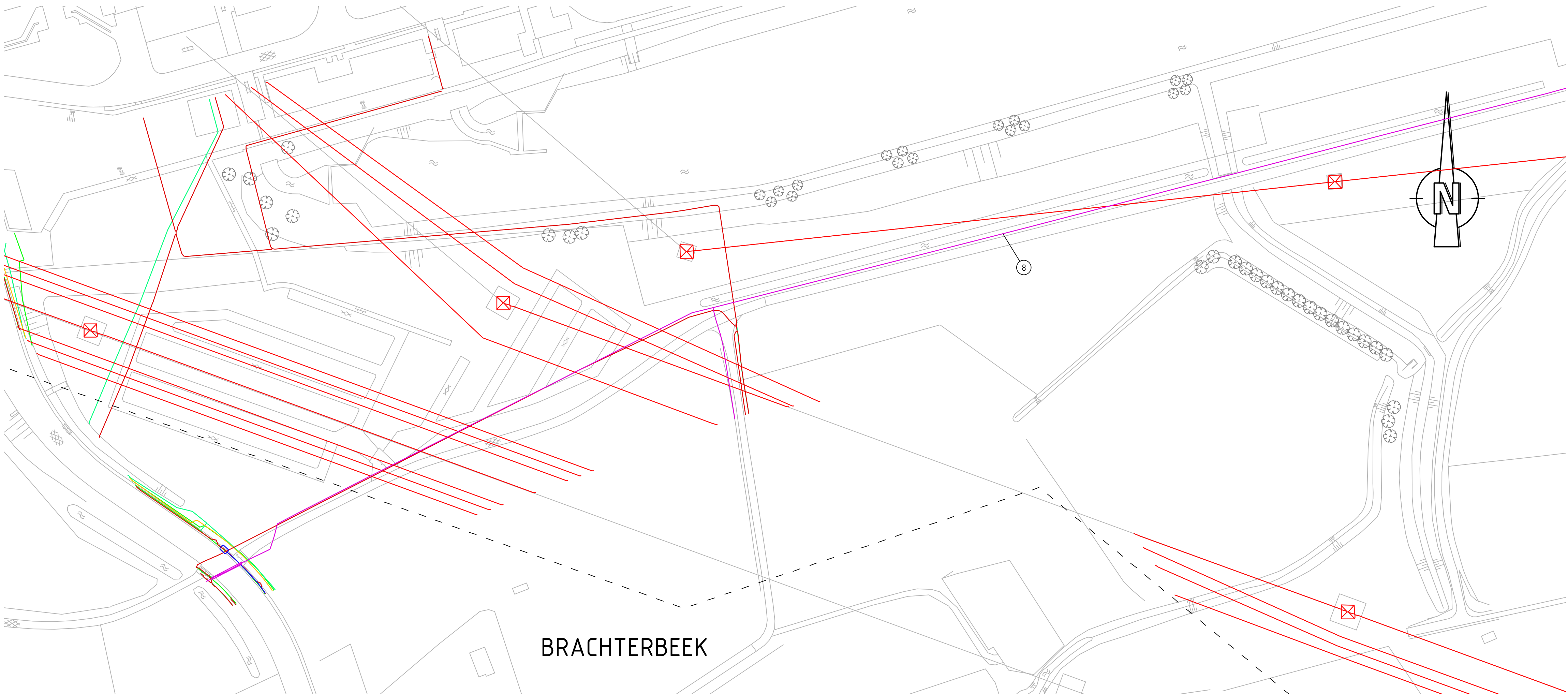
5. LITERATUUR

1. Discussie-notitie met betrekking tot aanpak geavanceerde toetsing van leidingen in de nabijheid van waterkeringen volgens de restprofiel/faalkansanalyse, Royal HaskoningDHV, 25 juni 2013, ref: BC1054-100/N0001/AWI/MJANS/Nijm.
2. NPR 3659:1996/A1:2003: Ondergrondse pijpleidingen: Grondslagen voor de sterkteberekening. NNI 1^e druk 1996 en Addendum 2003

**BIJLAGE I TEKENING KABELS EN LEIDINGEN DIJKRING 80 CLAUSCENTRALE
MAASBRACHT/ BRACHTERBEEK**



BOVENAANZICHT DEEL 1
SCHAAL 1:1.000



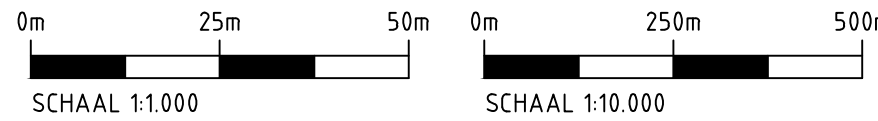
BOVENAANZICHT DEEL 2
SCHAAL 1:1.000



OVERZICHT BRACHTERBEEK
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- WATER - WML
- RIJOL ONDER DRUK - WBL
- OVERIG - SOLVIC NV
- OVERIG - RWS LIMBURG
- MIDDENSPIJNING - ENEXIS
- LANDELIJK HOOGSPANNINGSNET - TENNET
- LAAGSPANNING - RWS LIMBURG
- LAAGSPANNING - ENEXIS
- GAS IAGE DRUK - ENEXIS
- GAS HOGE DRUK - ESSENTPRODUCTIE
- DATATRANSPORT - ZIGGO
- DATATRANSPORT - RWS LIMBURG
- DATATRANSPORT - KPN
- DATATRANSPORT - EUROFIBER
- BUISELEIDING GEVAARLIJKE INHOUD - PPS PIPELINES
- BUISELEIDING GEVAARLIJKE INHOUD (INCLUSIEF BESCHERMINGSZONE) - NEDERLANDSE GASUNIE



WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS SLUITSTUKKADEN MAAS

Bijlage I: Kabels en Leidingen
Basisrapportage NWO
Brachterbeek

Witteveen **Bos**

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

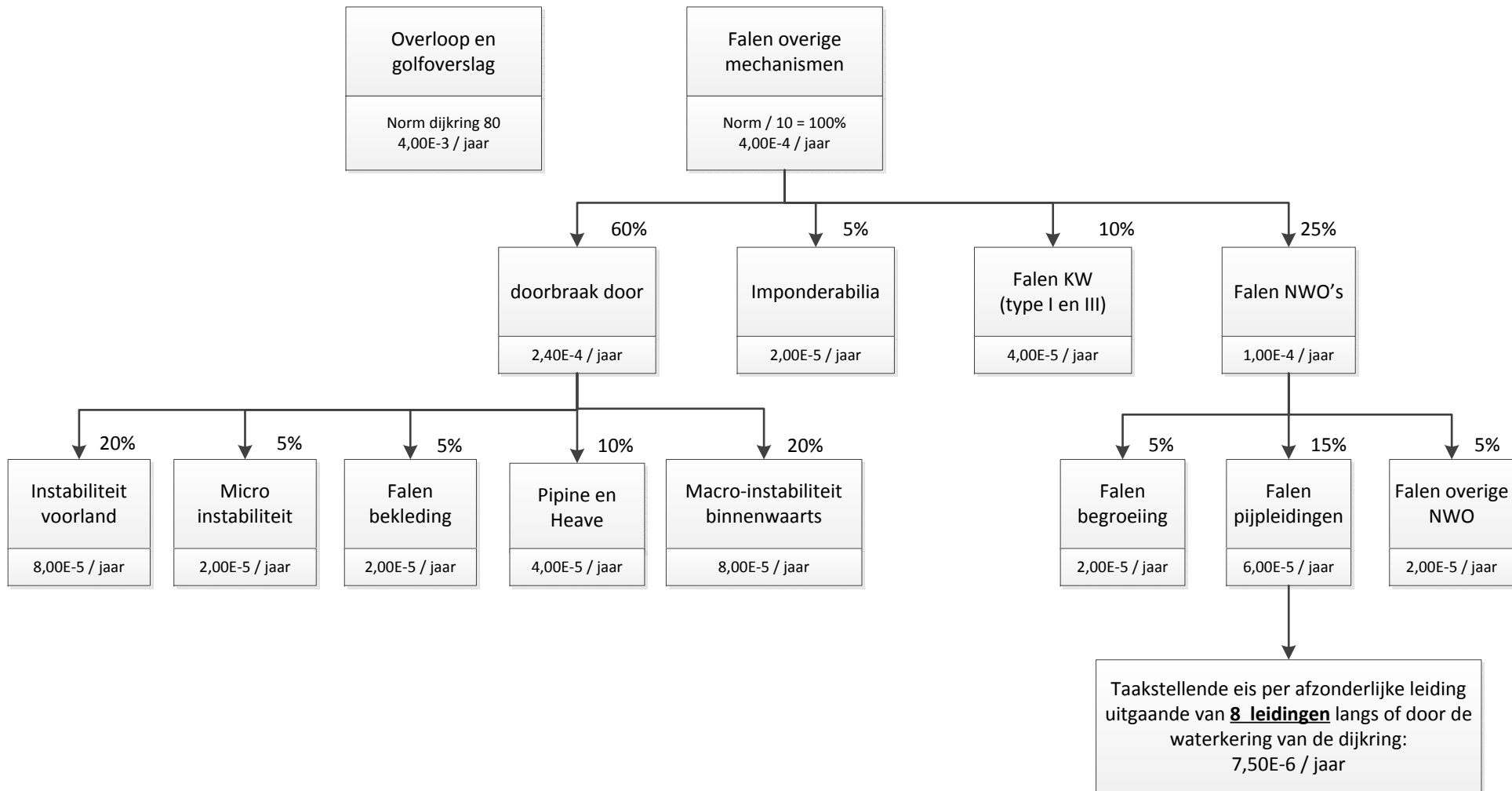
Getekend J. Heerssema
Gecontroleerd J. Noordermeer
Goedgekeurd S.T. Pwa
Datum 05-06-2013

G	
F	
E	
D	
C	
B	
A	
Wijzigingen	
Schaal	1:1.000 ; 1:10.000
Formaat	A1

STD88-1-0013

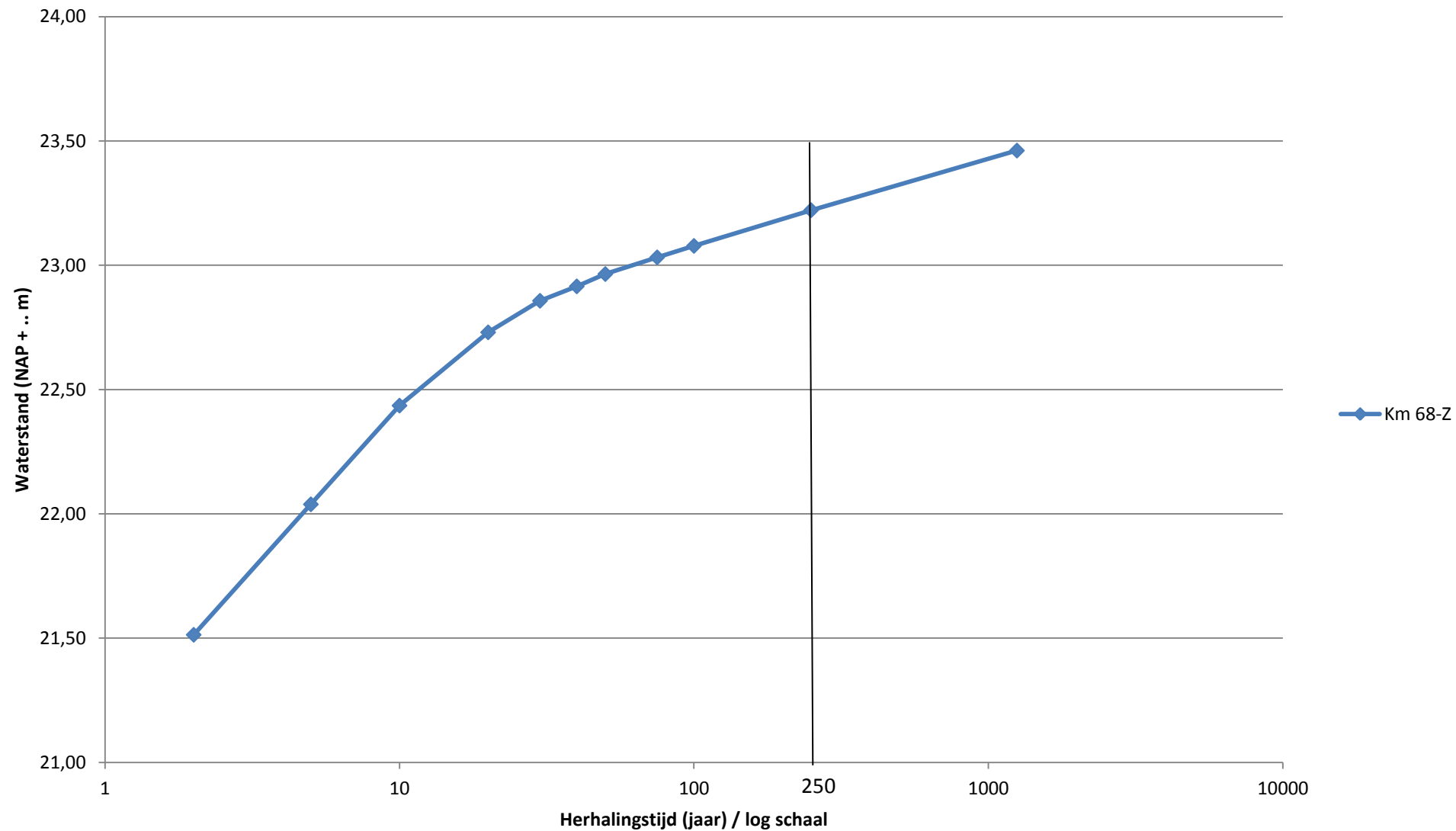
BIJLAGE II FOUTENBOOM

Bepaling taakstellende eisen Maasdijken
(dijkring 80-1 en 80-2 met veiligheidsnorm = 1/250 jaar)



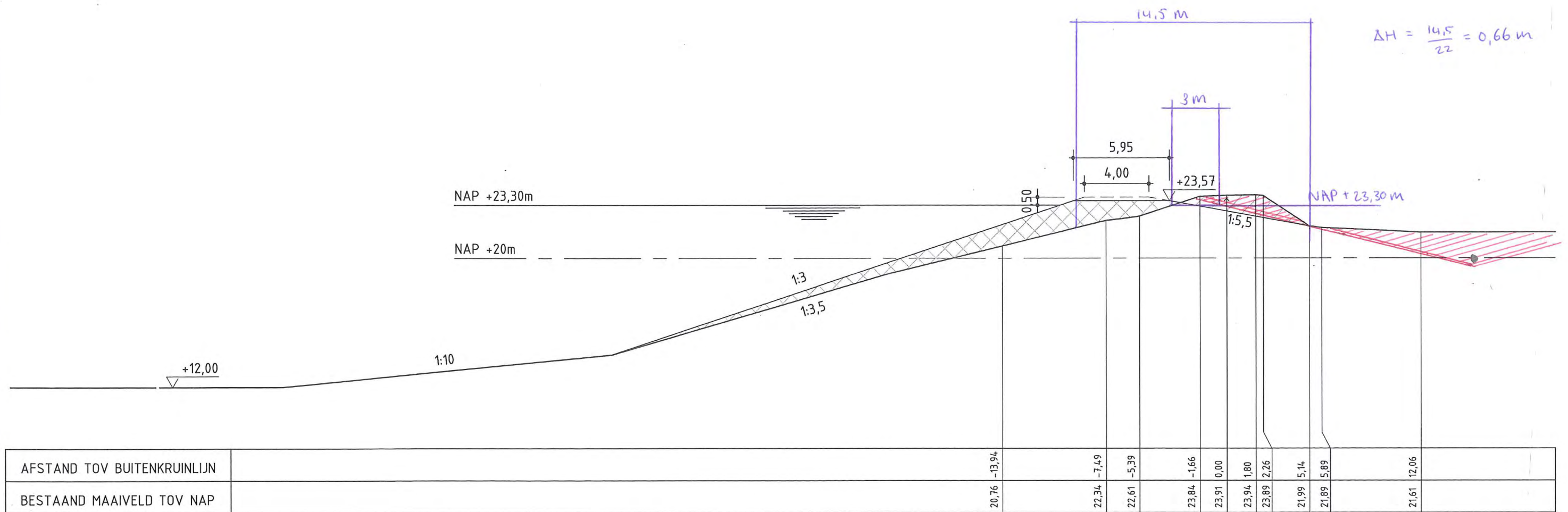
BIJLAGE III OVERSCHRIJDINGSFREQUENTIELIJN

Overschrijdingsfrequentielijn op kilometer 68 - Z



BIJLAGE IV RESTPROFIELEN VOOR PARALLELE LEIDINGEN

Leidingen 324 - Nederlandse Gasunie



DWP 10 – 50.650.1: VARIANT 4: BUITENWAARTS

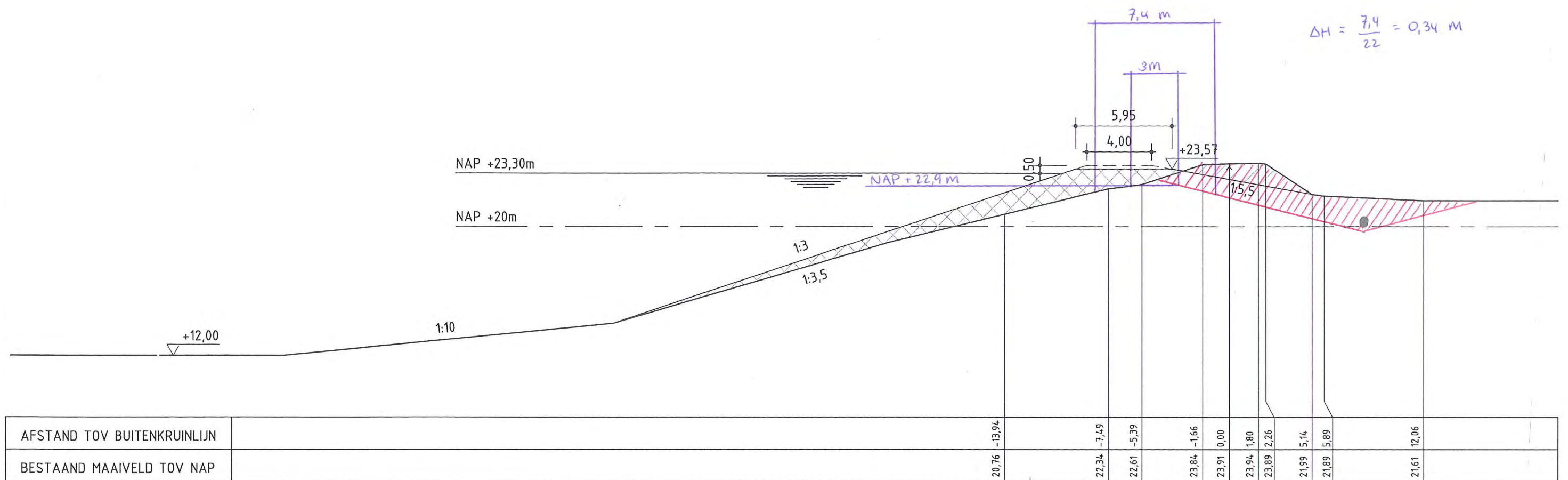
SCHAAL 1:250

$$H(\text{max-HT; rest}) = 23,30 - 0,5 = 22,80 \text{ m} + \text{NAP}$$

$$H(\max - \text{STPH}; \text{rest}) = 22,00 + 0,66 = 22,66 \text{ m} + \text{NAP}$$

$$P_{HW} = 1/25 \text{ per jaar}$$

Leiding 7 - Solvic NV (parallel)



DWP 10 – 50.650.1: VARIANT 4: BUITENWAARTS

SCHAAL 1:250

$$H(\text{max-HIT; rest}) = 22,9 - 0,5 = \text{NAP} + 22,4 \text{ m}$$

$$H(\text{max-STPH; rest}) = 22,0 + 0,34 = \text{NAP} + 22,34 \text{ m}$$

$$P_{HW} = 1/9 \text{ per jaar}$$

BIJLAGE V RESULTATEN FAALKANSANALYSE

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 1 - Nederlandse Gasunie

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	kruisend
L : Lengte leiding	27 m
Aanlegjaar leiding	1970
Leeftijd leiding	43 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	2,16E-05 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	- per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	1 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	2,36E-06 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 2 - Nederlandse Gasunie

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	kruisend
L Lengte leiding	29 m
Aanlegjaar leiding	1987
Leeftijd leiding	26 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	2,32E-05 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	- per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	1 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	2,53E-06 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 3 - Nederlandse Gasunie

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	parallel
L Lengte leiding	185 m
Aanlegjaar leiding	1976
Leeftijd leiding	37 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	1,48E-04 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Wanneer treedt hoogwater op	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	0,04 per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	0,04 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	6,46E-07 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 4 - Nederlandse Gasunie

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	parallel
L Lengte leiding	185 m
Aanlegjaar leiding	1976
Leeftijd leiding	37 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	1,48E-04 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	0,04 per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	0,04 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	6,46E-07 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 5 - Petrochemical pipeline systems

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	kruisend
L Lengte leiding	25 m
Aanlegjaar leiding	1967
Leeftijd leiding	46 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	2,00E-05 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	- per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	1 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	2,18E-06 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 6 - Water bedrijf Limburg

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	asbestcement
Orientatie leiding	parallel
L Lengte leiding	22 m
Aanlegjaar leiding	1967
Leeftijd leiding	46 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	5,80E-05 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	1,28E-03 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	0,004 per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	0,004 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	5,57E-07 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 7 - Solvic NV (kruisende deel)

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	kruisend
L Lengte leiding	23 m
Aanlegjaar leiding	1971
Leeftijd leiding	42 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	1,84E-05 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	- per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	1 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	2,01E-06 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-1 : Dijkvak 50.650.1
 Leiding : 7 - Solvic NV (parallele deel)

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar
Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	staal (hoge druk)
Orientatie leiding	parallel
L Lengte leiding	73 m
Aanlegjaar leiding	1971
Leeftijd leiding	42 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	8,00E-07 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	5,84E-05 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	0,11 per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	0,11 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	7,09E-07 per jaar

Oordeel **Voldoet**

Project : Sluistukkaden Cluster E
 Projectcode : STD88-1
 Opsteller : J. Noordermeer
 Datum : 20-08-2013



Locatie : Dijkkring 80-2 : Dijkvak 50.660.2
 Leiding : 8 - Waterbedrijf Limburg

Faalkansen zoals in NPR 3659:1996/A1:2003

Buismateriaal	Faalkans per meter per jaar
staal (hoge druk)	8,00E-07
staal (lage druk)	2,58E-04
grijs gietijzer	5,80E-03
nodulair gietijzer	5,80E-05
PVC	1,58E-04
PE	1,08E-04
gewapend beton zonder plaatstalen kern	5,80E-05
gewapend beton met plaatstalen kern	1,80E-05
asbestcement	5,80E-05

Vergelijking faalkans: $P_{\text{additioneel leiding}} = P_{\text{HW}} \cdot P_{\text{calam}} \cdot P_{\text{instab|calam|HW}} \cdot P_{\text{herstel}}$

$P_{\text{instab|calam|HW}}$ Kans op instabiliteit gegeven een calamiteit gegeven hoogwater **1** per jaar

Let op: aanname dat restprofiel stabiel is

Materiaal leiding	asbestcement
Orientatie leiding	kruisend
L Lengte leiding	12 m
Aanlegjaar leiding	1967
Leeftijd leiding	46 jaar
Leeftijdsfactor leiding	1
Faalkans per meter leiding	5,80E-05 per jaar
P_{calam} Kans op een calamiteit aan de leiding per jaar	6,96E-04 per jaar

Duur aanwezigheid erosiekrater	3 weken
Duur hoogwater	2 weken
Optreden hoogwater	alleen stormseizoen
P_{herstel} Kans op calamiteit gelijktijdig met hoogwater	0,11 per jaar

Kans op hoogwater bij restprofiel	- per jaar
P_{HW} Kans op hoogwater bij falen leiding	1 per jaar

P_{eis} Taakstellende eis uit foutenboom	7,50E-06 per jaar
$P_{\text{additioneel leiding}}$ Faalkans	7,60E-05 per jaar

Oordeel **Voldoet Niet**

BIJLAGE XIII ZETTINGSBEREKENINGEN

Report for D-Settlement 9.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: Witteveen+Bos

Date of report: 09-10-2013

Time of report: 16:05:55

Date of calculation: 09-10-2013

Time of calculation: 11:22:53

Filename: F:\..150.650.1 dwp 10 - 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-34,315	-31,269	-11,269	4,895	11,341
2 - Y -	12,099	12,000	14,000	17,955	18,602
2 - X -	21,052	22,816	24,908	27,723	35,436
2 - Y -	21,838	22,343	22,614	23,535	21,993
2 - X -	36,194	39,113	42,360	65,000	
2 - Y -	21,889	21,768	21,608	21,610	
1 - X -	-34,315	-31,269	-11,269	4,895	11,341
1 - Y -	12,099	12,000	14,000	17,955	18,602
1 - X -	21,052	22,094	28,640	32,564	65,000
1 - Y -	21,838	21,704	20,400	20,400	20,400
0 - X -	-34,315	65,000			
0 - Y -	9,828	9,729			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-34,315	65,000			
1 - Y -	21,608	21,608			

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:	1,00 [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
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]
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]
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
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) [-]
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 -	4,89	11,34	21,75	27,55	27,72	
1 - Y -	17,95	20,10	23,57	23,57	23,54	

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-34,315	-31,269	-11,269	4,895	11,341
6 - 10	21,052	21,749	22,094	22,649	22,816
11 - 15	24,908	26,649	27,549	27,723	28,640
16 - 20	32,564	35,436	36,194	39,113	42,360
21	65,000				

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	-34,32	12,10	0,000
2	-31,27	12,00	0,000
3	-11,27	14,00	0,000
4	4,89	17,96	0,000
5	11,34	18,60	0,002
6	21,05	21,84	0,004
7	21,75	22,04	0,025
8	22,09	22,14	0,033
9	22,65	22,30	0,043
10	22,82	22,34	0,044
11	24,91	22,61	0,056
12	26,65	23,18	0,044
13	27,55	23,48	0,031
14	27,72	23,54	0,026
15	28,64	23,35	0,019
16	32,56	22,57	0,008
17	35,44	21,99	0,002
18	36,19	21,89	0,001
19	39,11	21,77	0,000
20	42,36	21,61	0,000
21	65,00	21,61	0,000

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 25,604 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 0,312 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: 09-10-2013

Time of report: 16:06:09

Date of calculation: 09-10-2013

Time of calculation: 11:22:13

Filename: F:\..150.650.1 dwp 10 - 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-34,315	-31,269	-11,269	4,895	11,341
2 - Y -	12,099	12,000	14,000	17,955	18,602
2 - X -	21,052	22,816	24,908	27,723	35,436
2 - Y -	21,838	22,343	22,614	23,535	21,993
2 - X -	36,194	39,113	42,360	65,000	
2 - Y -	21,889	21,768	21,608	21,610	
1 - X -	-34,315	-31,269	-11,269	4,895	11,341
1 - Y -	12,099	12,000	14,000	17,955	18,602
1 - X -	21,052	22,094	28,640	32,564	65,000
1 - Y -	21,838	21,704	20,400	20,400	20,400
0 - X -	-34,315	65,000			
0 - Y -	9,828	9,729			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-34,315	65,000			
1 - Y -	21,608	21,608			

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:	1,00 [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
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]
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]
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
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) [-]
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	4,89	11,34	21,75	27,55	27,72	
1 - Y -	17,95	20,10	23,57	23,57	23,54	
2 - X -	21,75	22,65	26,65	27,55		
2 - Y -	23,57	23,87	23,87	23,57		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-34,315	-31,269	-11,269	4,895	11,341
6 - 10	21,052	21,749	22,094	22,649	22,816
11 - 15	24,908	26,649	27,549	27,723	28,640
16 - 20	32,564	35,436	36,194	39,113	42,360
21	65,000				

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	-34,32	12,10	0,000
2	-31,27	12,00	0,000
3	-11,27	14,00	0,000
4	4,89	17,96	0,000
5	11,34	18,60	0,002
6	21,05	21,84	0,004
7	21,75	22,04	0,026
8	22,09	22,14	0,035
9	22,65	22,30	0,047
10	22,82	22,34	0,048
11	24,91	22,61	0,067
12	26,65	23,18	0,060
13	27,55	23,48	0,040
14	27,72	23,54	0,032
15	28,64	23,35	0,021
16	32,56	22,57	0,008
17	35,44	21,99	0,002
18	36,19	21,89	0,001
19	39,11	21,77	0,000
20	42,36	21,61	0,000
21	65,00	21,61	0,000

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 25,604 m3 per Width

Load 2 consists of 1,470 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 0,367 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:	09-10-2013
Time of report:	16:05:41
Date of calculation:	09-10-2013
Time of calculation:	10:39:39
Filename:	F:\..150.650.1 dwp 2 - 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	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
3 - X -	-50,000	-25,910	-18,720	-11,880	-7,710
3 - Y -	22,210	22,210	22,080	22,080	22,140
3 - X -	-2,892	-1,720	0,000	2,380	2,896
3 - Y -	23,570	23,890	23,930	23,780	23,570
3 - X -	6,470	10,974	30,000		
3 - Y -	21,960	21,960	21,960		
2 - X -	-50,000	-25,910	-18,720	-11,880	-7,710
2 - Y -	22,210	22,210	22,080	22,080	22,140
2 - X -	-2,892	2,896	6,470	10,974	30,000
2 - Y -	23,570	23,570	21,960	21,960	21,960
1 - X -	-50,000	30,000			
1 - Y -	19,800	19,800			
0 - X -	-50,000	30,000			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	-7,710	6,470	30,000	
1 - Y -	22,080	22,080	21,960	21,960	

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:	1,00 [days]
- Unit weight above phreatic.:	19,00 [kN/m³]
- Unit weight below phreatic.:	19,00 [kN/m³]
- Iteration stop criterium:	0,10 [m]
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging (only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

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

2.5 Soil Properties

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

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

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

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

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

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	2,90	10,97				
1 - Y -	23,57	21,96				

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-25,910	-18,720	-11,880	-7,710
6 - 10	-2,892	-1,720	0,000	2,380	2,896
11 - 13	6,470	10,974	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	-50,00	22,21	0,004
2	-25,91	22,21	0,004
3	-18,72	22,08	0,003
4	-11,88	22,08	0,003
5	-7,71	22,14	0,003
6	-2,89	23,57	0,024
7	-1,72	23,89	0,028
8	0,00	23,93	0,029
9	2,38	23,78	0,030
10	2,90	23,57	0,033
11	6,47	21,96	0,085
12	10,97	21,96	0,011
13	30,00	21,96	0,002

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 3,626 m3 per Width
The extra amount of soil to be added is 0,424 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:	09-10-2013
Time of report:	16:06:20
Date of calculation:	09-10-2013
Time of calculation:	11:51:36
Filename:	F:\..150.660.1 dwp 2 - 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-50,000	-21,504	-15,209	-9,159	-7,910
2 - Y -	19,000	19,000	19,000	21,684	22,239
2 - X -	-6,830	-5,116	-2,750	-1,902	0,000
2 - Y -	22,369	22,482	23,326	23,390	23,554
2 - X -	2,264	2,496	8,645	14,658	23,729
2 - Y -	23,442	23,390	22,113	22,036	21,945
2 - X -	30,000				
2 - Y -	21,945				
1 - X -	-50,000	-7,910	-2,554	30,000	
1 - Y -	17,800	17,800	20,000	20,000	
0 - X -	-50,000	30,000			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	-15,209	8,645	30,000	
1 - Y -	19,000	19,000	21,945	21,945	

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:	1,00 [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
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]
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]
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
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) [-]
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 -	-21,50	-20,30	-3,95	-1,90		
1 - Y -	19,00	19,30	23,39	23,39		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-21,504	-20,295	-15,209	-9,159
6 - 10	-7,910	-6,830	-5,116	-3,949	-2,750
11 - 15	-2,554	-2,550	-1,902	0,000	1,446
16 - 20	2,264	2,496	8,645	14,658	23,729
21	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	-50,00	19,00	0,000
2	-21,50	19,00	0,007
3	-20,30	19,00	0,027
4	-15,21	19,00	0,080
5	-9,16	21,68	0,071
6	-7,91	22,24	0,068
7	-6,83	22,37	0,071
8	-5,12	22,48	0,076
9	-3,95	22,90	0,063
10	-2,75	23,33	0,037
11	-2,55	23,34	0,033
12	-2,55	23,34	0,033
13	-1,90	23,39	0,027
14	0,00	23,55	0,024
15	1,45	23,48	0,023
16	2,26	23,44	0,022
17	2,50	23,39	0,022
18	8,65	22,11	0,003
19	14,66	22,04	0,002
20	23,73	21,95	0,001
21	30,00	21,95	0,001

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 13,309 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 1,202 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: 09-10-2013

Time of report: 16:06:32

Date of calculation: 09-10-2013

Time of calculation: 11:41:59

Filename: F:\..150.660.1 dwp 2 - 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-50,000	-21,504	-15,209	-9,159	-7,910
2 - Y -	19,000	19,000	19,000	21,684	22,239
2 - X -	-6,830	-5,116	-2,750	-1,902	0,000
2 - Y -	22,369	22,482	23,326	23,390	23,554
2 - X -	2,264	2,496	8,645	14,658	23,729
2 - Y -	23,442	23,390	22,113	22,036	21,945
2 - X -	30,000				
2 - Y -	21,945				
1 - X -	-50,000	-7,910	-2,554	30,000	
1 - Y -	17,800	17,800	20,000	20,000	
0 - X -	-50,000	30,000			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	-15,209	8,645	30,000	
1 - Y -	19,000	19,000	21,945	21,945	

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:	1,00 [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
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]
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]
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
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) [-]
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-21,50	-20,30	-3,95	-1,90		
1 - Y -	19,00	19,30	23,39	23,39		
2 - X -	-3,95	-2,55	1,45	2,50		
2 - Y -	23,39	23,74	23,74	23,39		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-21,504	-20,295	-15,209	-9,159
6 - 10	-7,910	-6,830	-5,116	-3,949	-2,750
11 - 15	-2,554	-2,550	-1,902	0,000	1,446
16 - 20	2,264	2,496	8,645	14,658	23,729
21	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	-50,00	19,00	0,000
2	-21,50	19,00	0,007
3	-20,30	19,00	0,027
4	-15,21	19,00	0,080
5	-9,16	21,68	0,072
6	-7,91	22,24	0,069
7	-6,83	22,37	0,073
8	-5,12	22,48	0,079
9	-3,95	22,90	0,072
10	-2,75	23,33	0,063
11	-2,55	23,34	0,061
12	-2,55	23,34	0,061
13	-1,90	23,39	0,059
14	0,00	23,55	0,050
15	1,45	23,48	0,044
16	2,26	23,44	0,034
17	2,50	23,39	0,029
18	8,65	22,11	0,003
19	14,66	22,04	0,002
20	23,73	21,95	0,001
21	30,00	21,95	0,001

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 13,309 m3 per Width

Load 2 consists of 1,421 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 1,471 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:	09-10-2013
Time of report:	16:07:13
Date of calculation:	09-10-2013
Time of calculation:	12:29:55
Filename:	F:\..150.660.2 dwp 13 - 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]				
5 - X -	-50,000	-20,095	-17,982	-9,406	-6,911
5 - Y -	21,396	21,396	21,415	21,492	21,516
5 - X -	-5,680	-5,400	-1,218	0,000	1,021
5 - Y -	21,519	21,582	23,171	23,181	23,147
5 - X -	4,946	7,285	9,551	16,635	17,763
5 - Y -	22,006	21,981	21,956	21,864	21,850
5 - X -	18,216	24,814	50,000		
5 - Y -	21,844	21,811	21,811		
4 - X -	-50,000	-20,095	-17,982	-9,406	-6,911
4 - Y -	21,396	21,396	21,415	21,492	21,516
4 - X -	-5,680	-1,218	50,000		
4 - Y -	21,519	21,300	21,300		
3 - X -	-50,000	50,000			
3 - Y -	20,700	20,700			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	19,900	19,900			
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	17,500	17,500			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	-5,680	4,946	50,000	
1 - Y -	21,396	21,396	21,811	21,811	

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:	1,00 [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
5	leem, zz, slap	1	1
4	zand, schoon, matig	1	1
3	leem, zz, slap	1	1
2	zand, schoon, matig	1	1
1	grind, zs, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
5	No	19,00	19,00
4	Yes	18,00	20,00
3	No	19,00	19,00
2	Yes	18,00	20,00
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]
5	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
5	10,00	-	-
4	10,00	-	-
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
5	Full	-	-
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) [-]
5	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
4	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-
3	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
2	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-
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 -	-17,98	-13,23	-4,23	-3,05	3,05	6,33
1 - Y -	21,42	22,92	23,00	23,39	23,39	22,30
1 - X -	15,33	16,64				
1 - Y -	22,30	21,86				

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,095	-17,982	-13,226	-9,406
6 - 10	-6,911	-5,680	-5,400	-4,226	-3,050
11 - 15	-2,000	-1,218	0,000	1,021	2,000
16 - 20	3,050	4,946	6,327	7,285	9,551
21 - 25	15,327	16,635	17,763	18,216	24,814
26	50,000				

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

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	21,40	0,000
2	-20,10	21,40	0,001
3	-17,98	21,42	0,005
4	-13,23	21,46	0,041
5	-9,41	21,49	0,043
6	-6,91	21,52	0,043
7	-5,68	21,52	0,042
8	-5,40	21,58	0,046
9	-4,23	22,03	0,056
10	-3,05	22,47	0,060
11	-2,00	22,87	0,052
12	-1,22	23,17	0,045
13	0,00	23,18	0,039
14	1,02	23,15	0,045
15	2,00	22,86	0,056
16	3,05	22,56	0,064
17	4,95	22,01	0,051
18	6,33	21,99	0,034
19	7,29	21,98	0,029
20	9,55	21,96	0,029
21	15,33	21,88	0,026
22	16,64	21,86	0,008
23	17,76	21,85	0,003
24	18,22	21,84	0,002
25	24,81	21,81	0,002
26	50,00	21,81	0,002

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 25,768 m3 per Width
The extra amount of soil to be added is 1,317 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: 09-10-2013

Time of report: 16:07:31

Date of calculation: 09-10-2013

Time of calculation: 12:29:11

Filename: F:\..50.660.2 dwp 13 - 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]				
5 - X -	-50,000	-20,095	-17,982	-9,406	-6,911
5 - Y -	21,396	21,396	21,415	21,492	21,516
5 - X -	-5,680	-5,400	-1,218	0,000	1,021
5 - Y -	21,519	21,582	23,171	23,181	23,147
5 - X -	4,946	7,285	9,551	16,635	17,763
5 - Y -	22,006	21,981	21,956	21,864	21,850
5 - X -	18,216	24,814	50,000		
5 - Y -	21,844	21,811	21,811		
4 - X -	-50,000	-20,095	-17,982	-9,406	-6,911
4 - Y -	21,396	21,396	21,415	21,492	21,516
4 - X -	-5,680	-1,218	50,000		
4 - Y -	21,519	21,300	21,300		
3 - X -	-50,000	50,000			
3 - Y -	20,700	20,700			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	19,900	19,900			
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	17,500	17,500			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	-5,680	4,946	50,000	
1 - Y -	21,396	21,396	21,811	21,811	

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:	1,00 [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
5	leem, zz, slap	1	1
4	zand, schoon, matig	1	1
3	leem, zz, slap	1	1
2	zand, schoon, matig	1	1
1	grind, zs, matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
5	No	19,00	19,00
4	Yes	18,00	20,00
3	No	19,00	19,00
2	Yes	18,00	20,00
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]
5	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
4	Vert. cons.	-	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	-	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
5	10,00	-	-
4	10,00	-	-
3	10,00	-	-
2	10,00	-	-
1	10,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
5	Full	-	-
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) [-]
5	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
4	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-
3	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
2	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-17,98	-13,23	-4,23	-3,05	3,05	6,33
1 - Y -	21,42	22,92	23,00	23,39	23,39	22,30
1 - X -	15,33	16,64				
1 - Y -	22,30	21,86				
2 - X -	-3,05	-2,00	2,00	3,05		
2 - Y -	23,39	23,74	23,74	23,39		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,095	-17,982	-13,226	-9,406
6 - 10	-6,911	-5,680	-5,400	-4,226	-3,050
11 - 15	-2,000	-1,218	0,000	1,021	2,000
16 - 20	3,050	4,946	6,327	7,285	9,551
21 - 25	15,327	16,635	17,763	18,216	24,814
26	50,000				

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

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	21,40	0,000
2	-20,10	21,40	0,001
3	-17,98	21,42	0,005
4	-13,23	21,46	0,041
5	-9,41	21,49	0,043
6	-6,91	21,52	0,043
7	-5,68	21,52	0,042
8	-5,40	21,58	0,046
9	-4,23	22,03	0,058
10	-3,05	22,47	0,066
11	-2,00	22,87	0,069
12	-1,22	23,17	0,070
13	0,00	23,18	0,067
14	1,02	23,15	0,071
15	2,00	22,86	0,072
16	3,05	22,56	0,071
17	4,95	22,01	0,053
18	6,33	21,99	0,034
19	7,29	21,98	0,029
20	9,55	21,96	0,029
21	15,33	21,88	0,026
22	16,64	21,86	0,008
23	17,76	21,85	0,003
24	18,22	21,84	0,002
25	24,81	21,81	0,002
26	50,00	21,81	0,002

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 25,768 m3 per Width

Load 2 consists of 1,768 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 1,455 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: 09-10-2013

Time of report: 16:06:43

Date of calculation: 09-10-2013

Time of calculation: 12:02:54

Filename: F:\..150.660.2 dwp 5 - 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-50,000	-42,500	-35,000	-27,500	-20,000
2 - Y -	23,420	22,610	21,870	21,720	21,660
2 - X -	-15,277	-12,500	-5,000	2,500	10,000
2 - Y -	21,699	21,720	21,760	21,870	21,680
2 - X -	16,072	17,500	19,142	25,000	32,500
2 - Y -	21,435	21,370	21,361	21,330	21,310
2 - X -	40,000	47,500			
2 - Y -	21,260	21,240			
1 - X -	-50,000	47,500			
1 - Y -	19,900	19,900			
0 - X -	-50,000	47,500			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	47,500			
1 - Y -	21,240	21,240			

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:	1,00 [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
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]
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]
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
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) [-]
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 -	-15,28	-13,49	-6,49	-3,05	3,05	6,54
1 - Y -	21,70	22,24	22,24	23,39	23,39	22,23
1 - X -	13,54	16,07				
1 - Y -	22,23	21,44				

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-42,500	-35,000	-27,500	-20,000
6 - 10	-15,277	-13,488	-12,500	-6,488	-5,000
11 - 15	-3,050	-2,000	0,000	2,000	2,500
16 - 20	3,050	6,535	10,000	13,535	16,072
21 - 25	17,500	19,142	25,000	32,500	40,000
26	47,500				

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

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	23,42	0,023
2	-42,50	22,61	0,013
3	-35,00	21,87	0,005
4	-27,50	21,72	0,003
5	-20,00	21,66	0,003
6	-15,28	21,70	0,012
7	-13,49	21,71	0,043
8	-12,50	21,72	0,047
9	-6,49	21,75	0,055
10	-5,00	21,76	0,078
11	-3,05	21,79	0,097
12	-2,00	21,80	0,098
13	0,00	21,83	0,100
14	2,00	21,86	0,098
15	2,50	21,87	0,096
16	3,05	21,86	0,096
17	6,54	21,77	0,053
18	10,00	21,68	0,050
19	13,54	21,54	0,050
20	16,07	21,44	0,007
21	17,50	21,37	0,001
22	19,14	21,36	0,001
23	25,00	21,33	0,000
24	32,50	21,31	0,000
25	40,00	21,26	0,000
26	47,50	21,24	0,000

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 25,471 m³ per Width
The extra amount of soil to be added is 1,955 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: 09-10-2013

Time of report: 16:06:56

Date of calculation: 09-10-2013

Time of calculation: 12:00:04

Filename: F:\..150.660.2 dwp 5 - 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	3
2.5 Soil Properties	3
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Settlements	5
3.1 Settlements	5
3.2 Maintain Profile Calculation Results	5

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - X -	-50,000	-42,500	-35,000	-27,500	-20,000
2 - Y -	23,420	22,610	21,870	21,720	21,660
2 - X -	-15,277	-12,500	-5,000	2,500	10,000
2 - Y -	21,699	21,720	21,760	21,870	21,680
2 - X -	16,072	17,500	19,142	25,000	32,500
2 - Y -	21,435	21,370	21,361	21,330	21,310
2 - X -	40,000	47,500			
2 - Y -	21,260	21,240			
1 - X -	-50,000	47,500			
1 - Y -	19,900	19,900			
0 - X -	-50,000	47,500			
0 - Y -	10,000	10,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	47,500			
1 - Y -	21,240	21,240			

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:	1,00 [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
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]
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]
2	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

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

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
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) [-]
2	0,0307000	0,0920000	0,0037000	-	-	-
1	0,0008000	0,0023000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

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

Load number	Co-ordinates [m]						
1 - X -	-15,28	-13,49	-6,49	-3,05	3,05	6,54	
1 - Y -	21,70	22,24	22,24	23,39	23,39	22,23	
1 - X -	13,54	16,07					
1 - Y -	22,23	21,44					
2 - X -	-3,05	-2,00	2,00	3,05			
2 - Y -	23,39	23,74	23,74	23,39			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-42,500	-35,000	-27,500	-20,000
6 - 10	-15,277	-13,488	-12,500	-6,488	-5,000
11 - 15	-3,050	-2,000	0,000	2,000	2,500
16 - 20	3,050	6,535	10,000	13,535	16,072
21 - 25	17,500	19,142	25,000	32,500	40,000
26	47,500				

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

3 Settlements

3.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	23,42	0,023
2	-42,50	22,61	0,013
3	-35,00	21,87	0,005
4	-27,50	21,72	0,003
5	-20,00	21,66	0,003
6	-15,28	21,70	0,012
7	-13,49	21,71	0,043
8	-12,50	21,72	0,047
9	-6,49	21,75	0,056
10	-5,00	21,76	0,079
11	-3,05	21,79	0,102
12	-2,00	21,80	0,106
13	0,00	21,83	0,110
14	2,00	21,86	0,106
15	2,50	21,87	0,102
16	3,05	21,86	0,101
17	6,54	21,77	0,053
18	10,00	21,68	0,050
19	13,54	21,54	0,050
20	16,07	21,44	0,007
21	17,50	21,37	0,001
22	19,14	21,36	0,001
23	25,00	21,33	0,000
24	32,50	21,31	0,000
25	40,00	21,26	0,000
26	47,50	21,24	0,000

3.2 Maintain Profile Calculation Results

Load 1 consists of 25,471 m3 per Width

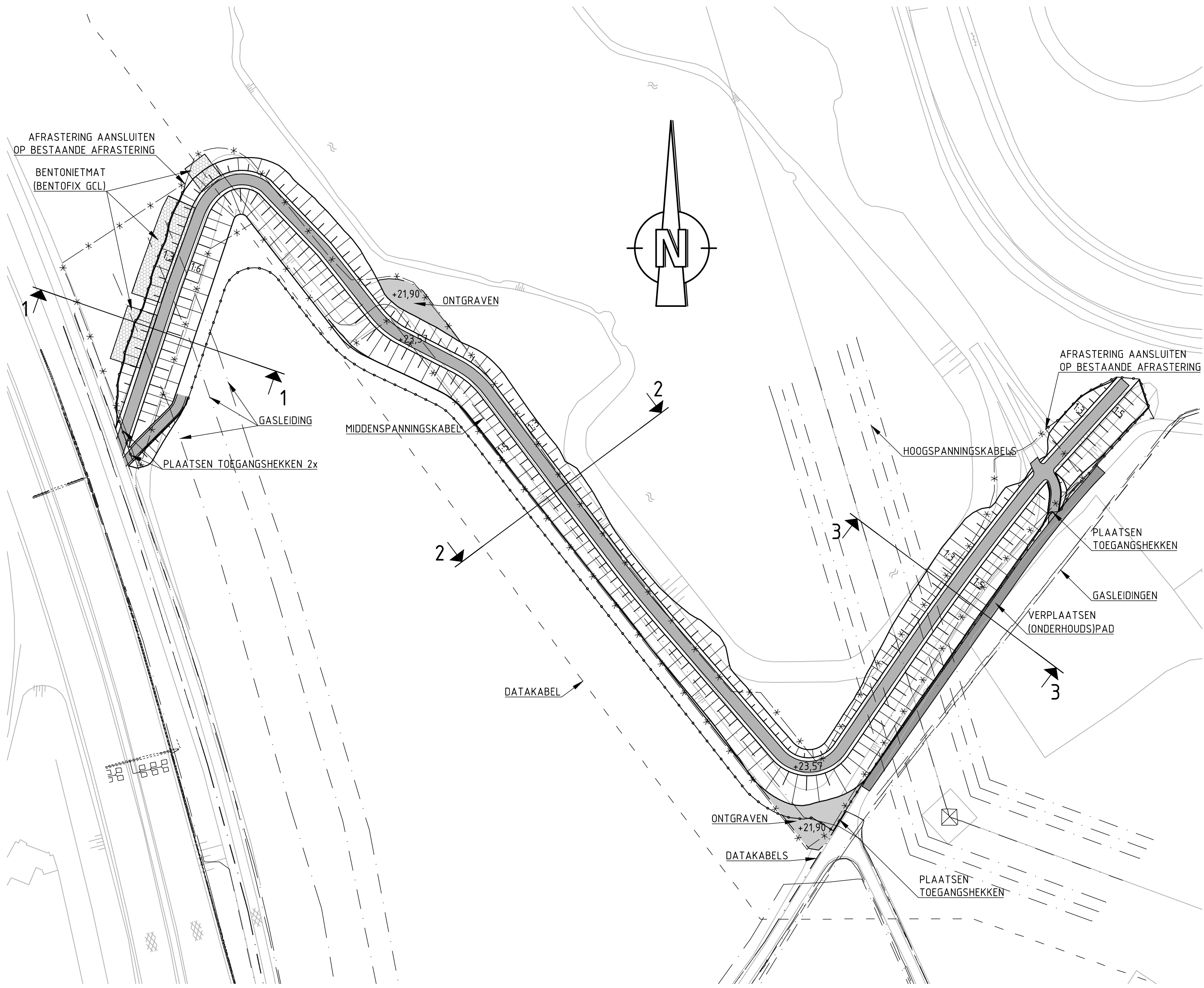
Load 2 consists of 1,768 m3 per Width

The extra amount of soil to be added is 2,022 m3 per Width

This equals the found settlements for non-uniform loads

End of Report

BIJLAGE XIV ONTWERPTEKENINGEN



LOCATIE DIJKVAK 50.650.1

SCHAAL 1:10000

OPMERKINGEN:

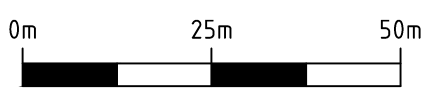
- DWARSPROFIELEN ZIJN WEERGEGEVEN OP TEKENING STD88-1-2011
- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHTE VAN NAP
- MATEN IN METERS

LEGENDA:

- BOVENAANZICHT:
- ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAT
 - ONTGRAVING
 - EIGENDOMSGRENS WRO
 - KABELS EN LEIDINGEN
 - AFRATERING

OPMERKINGEN:

- DWARSPROFIELEN ZIJN WEERGEGEVEN OP TEKENING STD88-1-2021
- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHTE VAN NAP
- DIJKVAK AFGEKEURD OP STPH



SCHAAL 1:1.000



SCHAAL 1:10.000

WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

Dijkkring 80 - Brachterbeek (west)

Dijkvak - 50.650.1

Definitief ontwerp - Bovenaanzicht



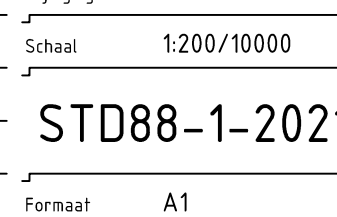
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

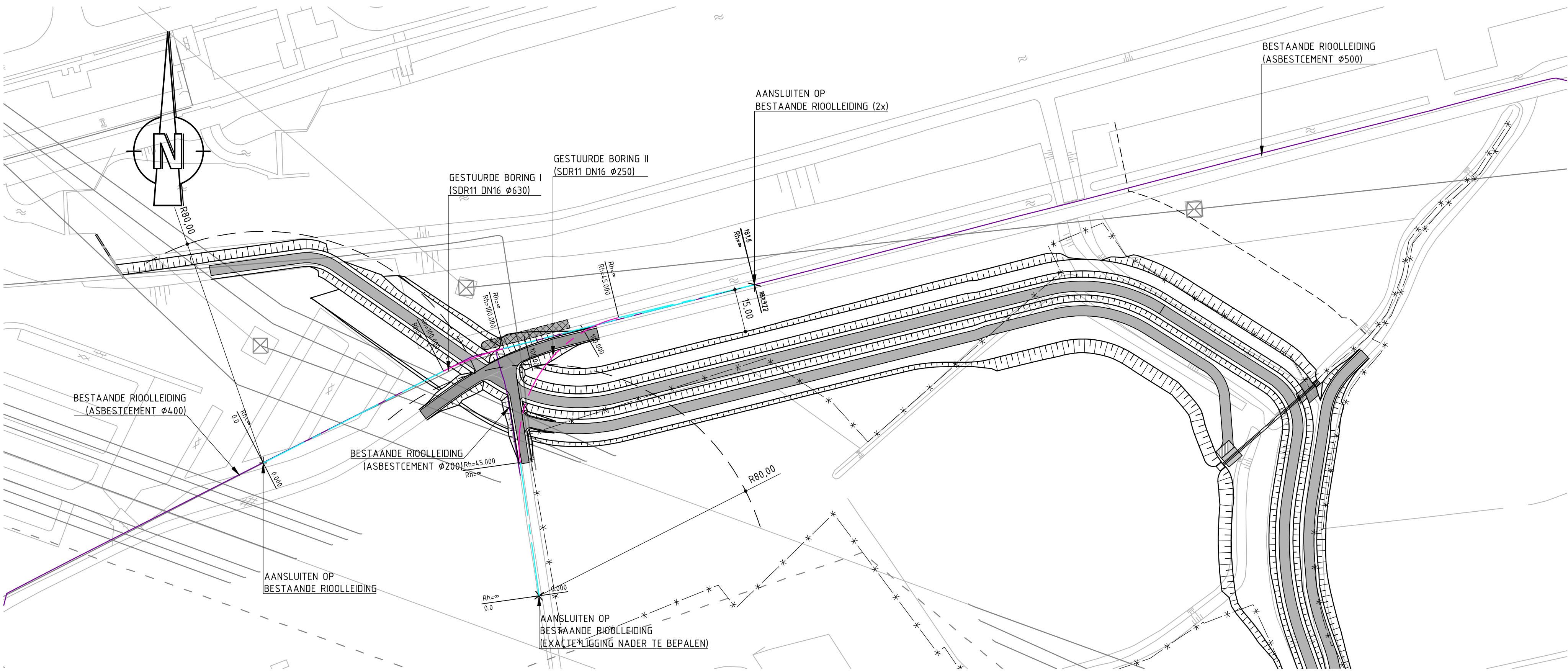
Getekend M. Koenders
Gecontroleerd L. de Gier
Goedgekeurd S.T. Pwa
Datum 31-10-2013

G	
F	
E	
D	
C	
B	
A	
Wijzigingen	
Schaal	1:1000/10000
STD88-1-2020	
Formaat	A2

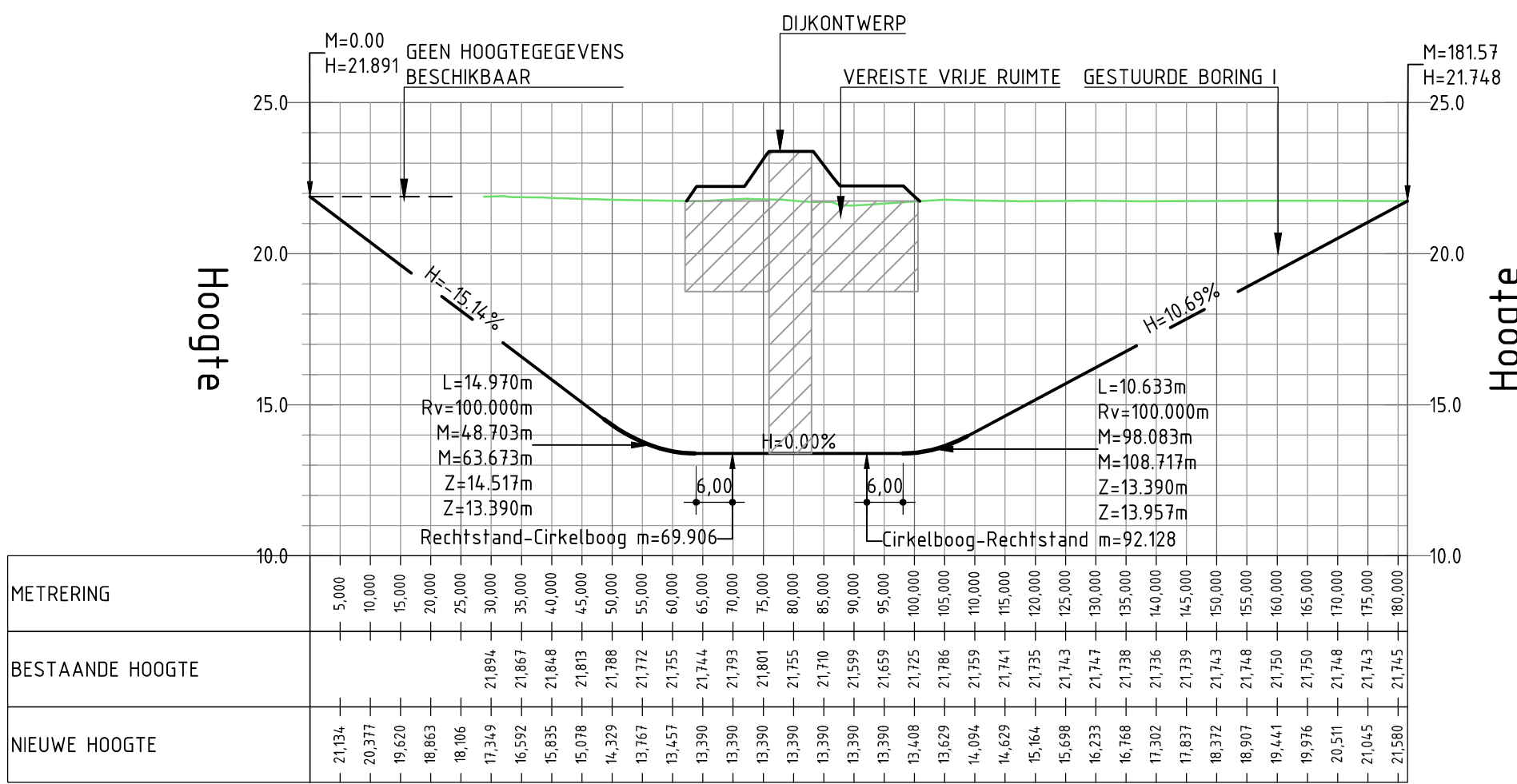
DIJKVERSTERING BRACHTERBEEK (WEST) - BOVENAANZICHT

SCHAAL 1:1000

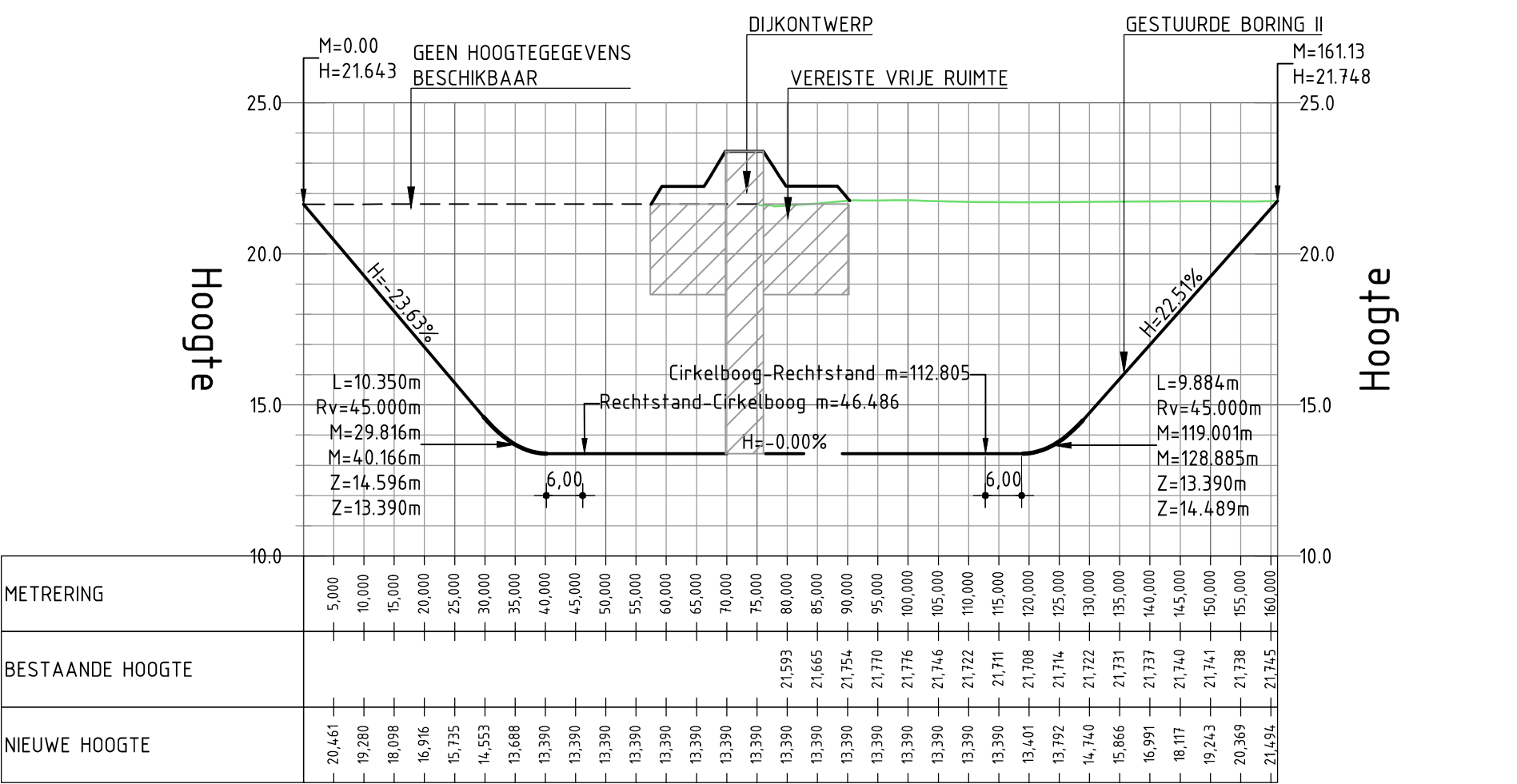




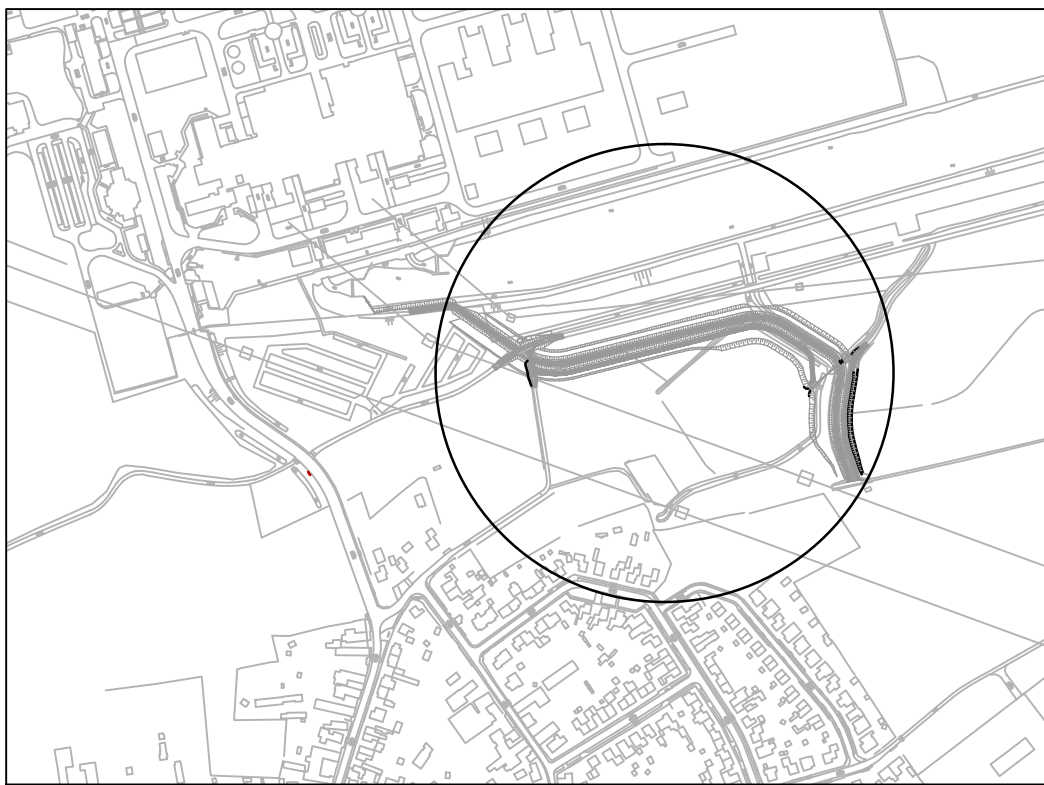
SITUATIE BRACHTERBEEK (OOST) - BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:1000



LENGTEPROFIEL T.P.V. ALM_BORING_I
HOR. SCHAAL 1 : 1000
VERT. SCHAAL 1 : 200



LENGTEPROFIEL T.P.V. ALM_BORING_II
HOR. SCHAAL 1 : 1000
VERT. SCHAAL 1 : 200



LOCATIE DIJKVAK 50.660.2
SCHAAL 1:10000

OPMERKINGEN:

- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHT VAN NAP
- MATEN IN METERS

LEGENDA:

- BOVENAANZICHT:
- ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAT
 - ONTGRAVING
 - EIGENDOMSGRENS WRO
 - KABELS EN LEIDINGEN
 - DIJKONTWERP



WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS SLUITSTUKKADEN MAAS

Dijkkring 80 - Brachterbeek (oost)
Dijkvak - 50.660.2
Tracé gestuurde boring

Witteveen Postbus 233 7600 AE Deventer Telefoon 0570 69 79 11 Telefax 0570 69 73 44	Bo	Gefekend	J. Heerssema	Schaal	1:1000
		Gecontroleerd	E. Kaspers	STD88-1-2051	Formaat A1
		Goedgekeurd	S.T. Pwa		
		Datum	31-10-2013		



SCHAAL 1:10000

- DWARSPROFIELEN ZIJN WEERGEGEVEN OP TEKENING STD88-1-2011
- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHTE VAN NAP
- MATEN IN METERS

BOVENAANZICHT:

	ONDERHOUDSPAD MENGGRANULAAAT
	ONTGRAVING
	EIGENDOMSGRENS WRO
	KABELS EN LEIDINGEN

- DWARSPROFIELEN ZIJN WEERGEGEVEN OP TEKENING STD88-1-2026
- HOOGTEMATEN IN METERS TEN OPZICHTE VAN NAP
- DIJKVAK AFGEKEURD OP SPTH



Dijkkring 80 - Brachterbeek (oost)
Dijkvak - 50.660.2
Definitief ontwerp - Bovenaanzicht

Witteveen **Bos**

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

Getekend M. Koenders
Gerecentreerd L. de Gier
Goedgekeurd S.T. Pwa

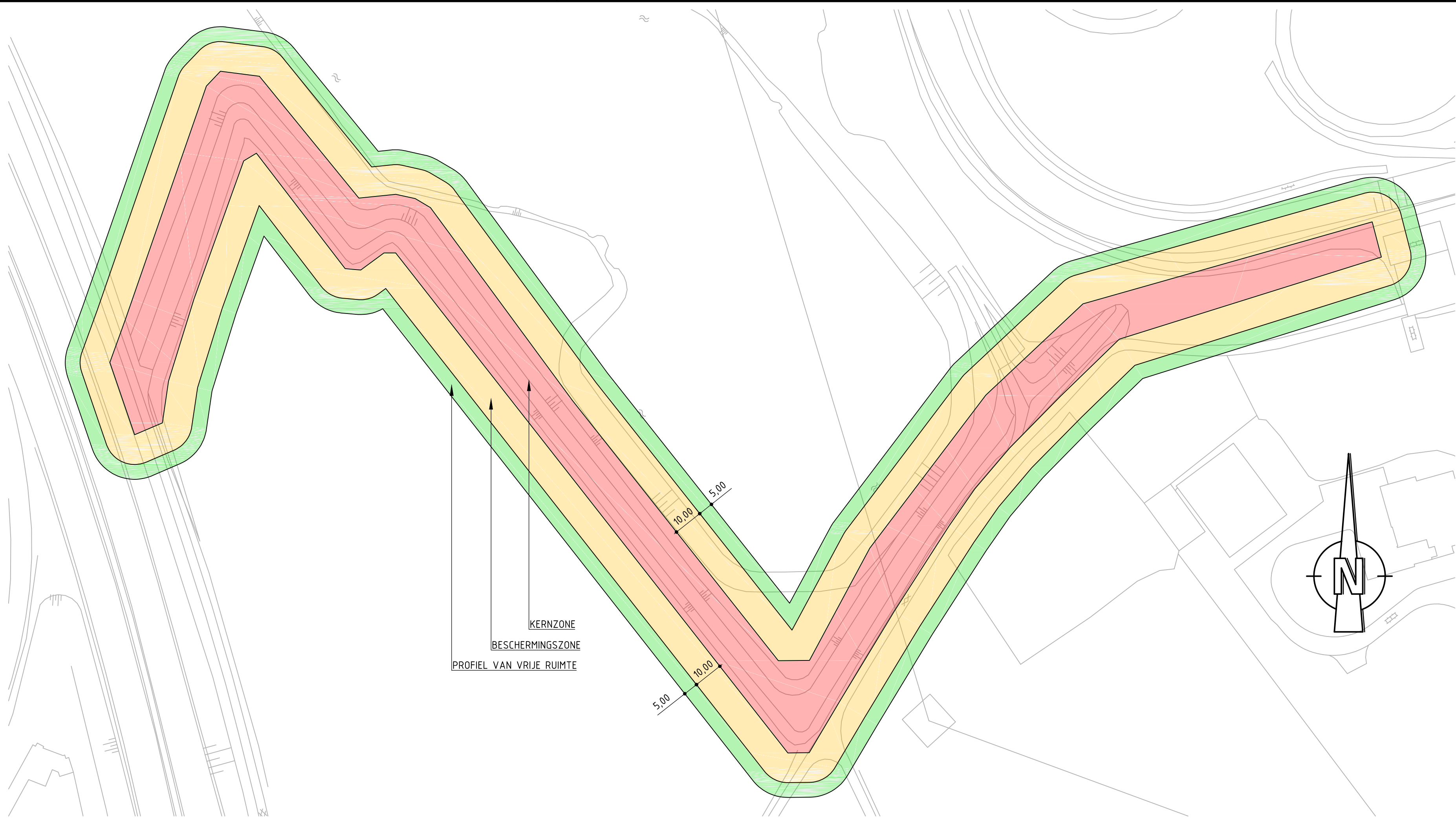
Datum 31-10-2013

Schaal 1:1000/10000

STD88-1-2025

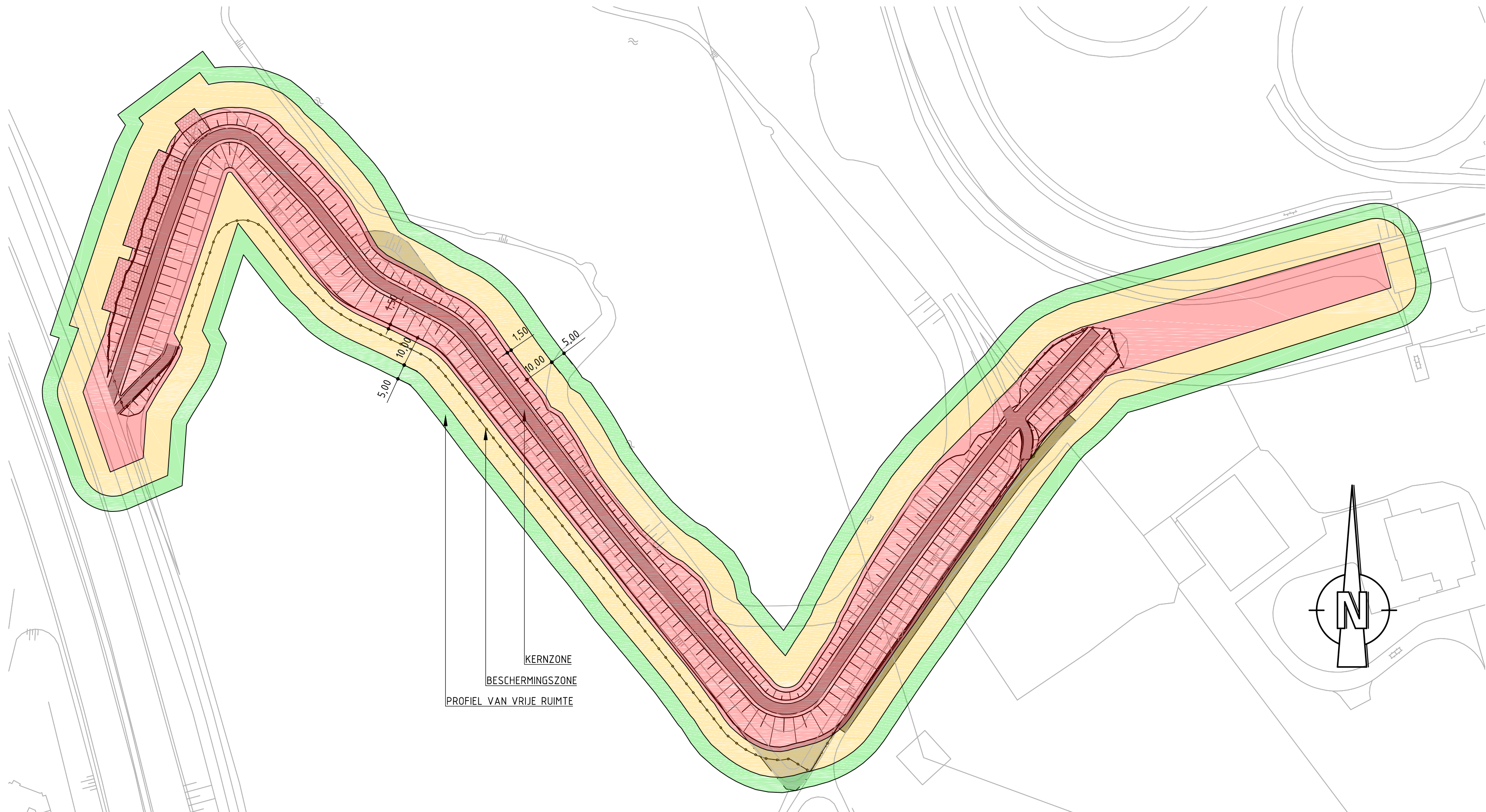
Formaat A1

BIJLAGE XV TEKENINGEN ZONERING LEGGER



BOVENAANZICHT: LEGGERZONERING HUIDIGE SITUATIE

SCHAAL 1:1000



BOVENAANZICHT: LEGGERZONERING NIEUWE SITUATIE

SCHAAL 1:1000



LOCATIE DIJKVAK 50.650.1

SCHAAL 1:10000

LEGENDA:

- KERNZONE
- BESCHERMINGSZONE
- PROFIEL VAN VRIJE RUIMTE

OPMERKINGEN:

MATEN IN METERS



WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

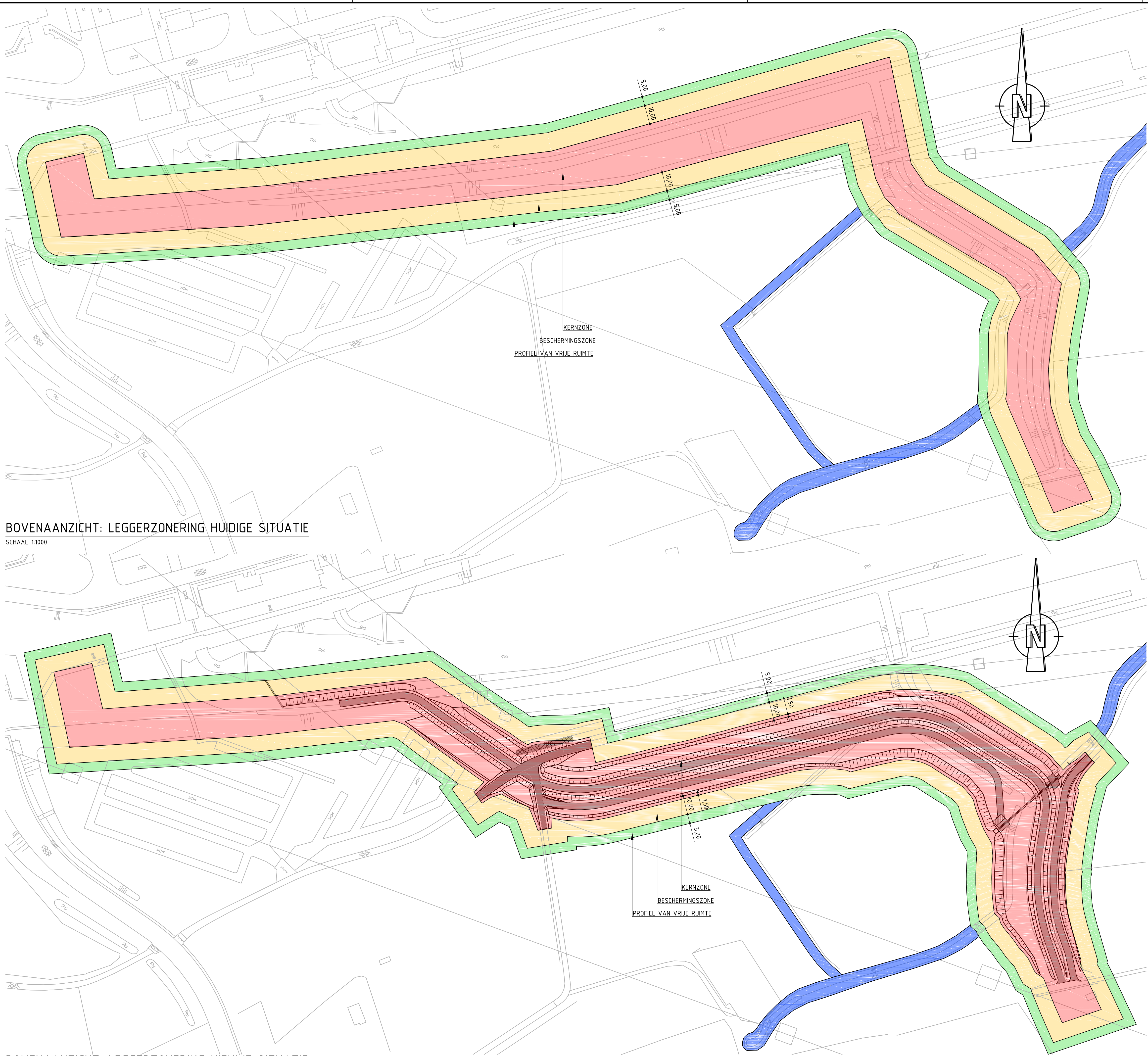
Dijkkring 80 - Brachterbeek (west)
Dijkvak - 50.650.1
DO - Zonering Legger

Witteveen **Bo**

Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Getekend A.R. Eikelboom
Gecontroleerd L. de Gier
Goedgekeurd S.T. Pwa
Datum 31-10-2013

Schaal 1:1000
STD88-1-2022
Formaat A1



BOVENAANZICHT: LEGGERZONERING HUIDIGE SITUATIE
SCHAAL 1:1000

BOVENAANZICHT: LEGGERZONERING NIEUWE SITUATIE
SCHAAL 1:1000



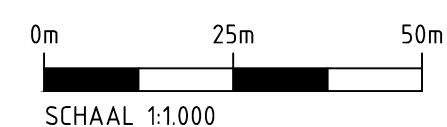
LOCATIE DIJKVAK 50.660.1 en 2
SCHAAL 1:10000

LEGENDA:

- KERNZONE
- BESCHERMINGSZONE
- PROFIEL VAN VRIJE RUIMTE

OPMERKINGEN:

MATEN IN METERS



WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

Dijkkring 80 - Brachterbeek (west)
Dijkvak - 50.660.1 en 50.660.2
DO - Zonering Legger

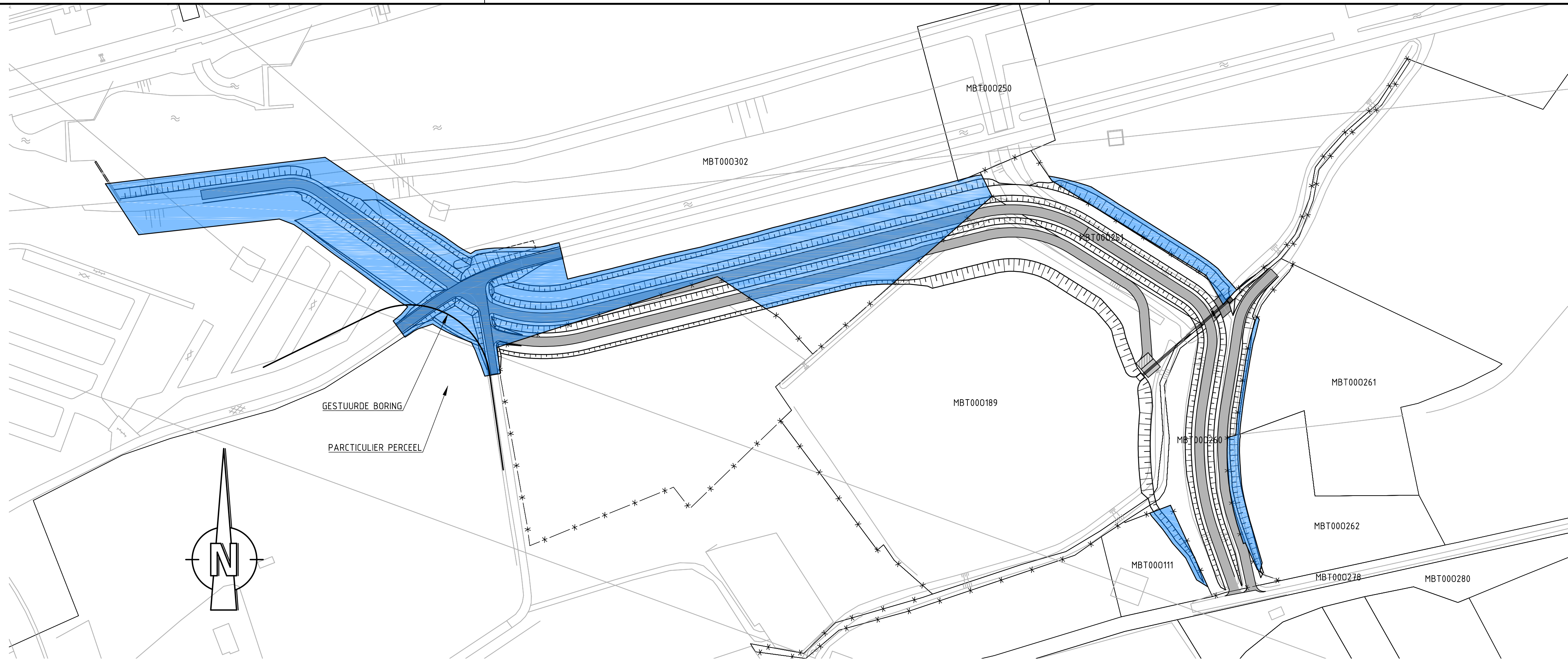
Witteveen Bo

Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Gefekend A.R. Eikelboom
Gecontroleerd L. de Gier
Goedgekeurd S.T. Pwa
Datum 31-10-2013

Schaal 1:1000
STD88-1-2023
Formaat A1

BIJLAGE XVI TEKENING GRONDVERWERVING



PERCELEN BRACHTERBEEK (OOST) - BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:1000



PERCELEN BRACHTERBEEK (WEST) - BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:1000



LOCATIE DIJKVAKKEN
SCHAAL 1:10000

— * — EIGENDOMSGRENS WRO

0m 25m 50m
SCHAAL 1:1000

WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS
SLUITSTUKKADEN MAAS

Percelen Brachterbeek
Grondaankoop

Gefekend	ing. A.R. Eikelboom	Schaal	1:1000 1:10000
Gecontroleerd	ir. E. Kaspers	STD88-1-2024	
Goedgekeurd	ir. S.T. Pwa		
Datum	31-10-2013	Formaat	A2

Witteveen Bo

Postbus 233
7600 AE Deventer
Telefoon 0570 69 79 11
Telefax 0570 69 73 44

Gefekend
Gecontroleerd
Goedgekeurd
Datum

ing. A.R. Eikelboom
ir. E. Kaspers
ir. S.T. Pwa
31-10-2013

Schaal
1:1000 1:10000
STD88-1-2024
Formaat
A2

Wijzigingen
A
B
C
D
E
F
G

BIJLAGE XVII HORIZONTALE VERPLAATSING HOOGSPANNINGSMAST

Horizontale grondverplaatsing

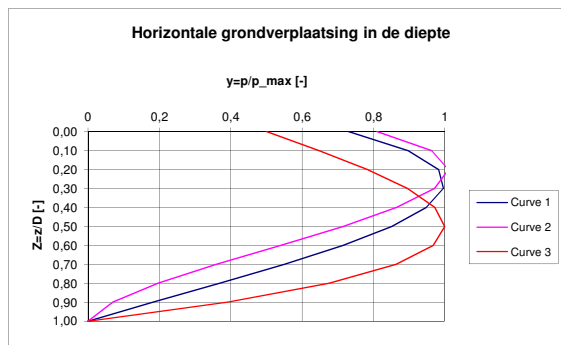
Diepte (Z=z/D)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
curve 1	0,73	0,89793	0,98304	0,99631	0,94872	0,85125	0,71488	0,55059	0,36936	0,18217	0
curve 2	0,81	0,96372	1,01056	0,97104	0,86568	0,715	0,53952	0,35976	0,19624	0,06948	0
curve 3	0,5	0,648	0,784	0,896	0,972	1	0,968	0,864	0,676	0,392	0

keuze van curve

Bourges en Mieussens maken onderscheid tussen drie algemene gevallen van de verdeling van de horizontale gronddeformatie met de diepte.

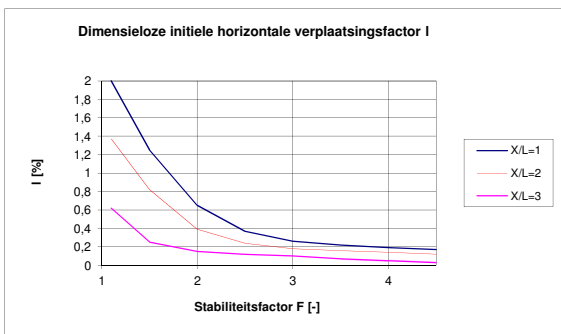
De verdelingen gelden onder en bij de teen van de ophoging (X/L 1,5) en kunnen worden uitgedrukt in de volgende vergelijkingen:

- curve 1 algemene curve
- curve 2 waarbij de stijfheid van de samendrukbare lagen over de diepte redelijk uniform is
- curve 3 waarbij de samendrukbare lagen zich enkele meters onder het maaiveld bevinden



Dimensieloze initiele horizontale verplaatsingsfactor

Stabiliteitsfactor F	Movement factor		
	X/L=1	X/L=2	X/L=3
1,1	2	1,37	0,62
1,5	1,25	0,82	0,25
2	0,65	0,39	0,15
2,5	0,37	0,24	0,12
3	0,26	0,18	0,1
3,5	0,22	0,16	0,07
4	0,19	0,14	0,05
4,5	0,17	0,12	0,03



Initiele horizontale verplaatsing

Cu	25 kPa	ongedraineerde schuifsterkte leem, zwak zandig, slap
gamma	19 kN/m	
H	2,44 m	
F	2,77 -	
X	10,32 m	
L	7,32 m	
X/L	1,41 -	
lambda	0,3 -	
D	1,4 m	
rho;I;max	0,0042 m	

horizontale verplaatsing uit consolidatie en kruip

zettingen	0,11 m	conservatief
rho;c;max	0,0176 m	

totale horizontale verplaatsing

D/B	0,14 -
rho;h;max	0,0218 m

maximale verplaatsing bij is 2,2 cm bij de fundering van de masten.