



Zwaarwegend belang H6 weg

Datum

29 september 2016

Opdrachtgever

Gemeente Rotterdam

Projectleider

P. Neiden

Opsteller

H. van der zaag

Management Samenvatting

Gevraagd besluit

Door de ligging van de H6-weg tussen spoor en waterkering is het onvermijdelijk dat een deel van de weg komt te liggen in het waterstaatswerk. Voor medegebruik binnen het waterstaatswerk heeft het Hoogheemraadschap van Delfland (HHD) in het beleid opgenomen dat de initiatiefnemer onder andere dient aan te tonen dat er sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang. De gemeente Rotterdam heeft hiertoe als initiatiefnemer deze notitie opgesteld en vindt deze ingreep gerechtvaardigd gezien het zwaarwegend maatschappelijk belang van deze infrastructurele voorziening. Daar waar in het waterstaatswerk ingrepen zijn voorzien is de gemeente Rotterdam van mening dat deze notitie aantoont dat voldoende maatregelen zullen worden getroffen om de functie van het waterstaatswerk niet negatief te beïnvloeden en om uiteindelijk te komen tot een ontwerp waarvoor het HHD een watervergunning kan verstrekken. Wij vragen het bestuur van het HHD het zwaarwegend belang van de aanleg van de H6-weg te erkennen.



Figuur 1 Tracé H6 weg

Scope van het project

De H6-weg is het laatste stuk weg dat de Tweede Ontsluitingsweg van Hoek van Holland verbindt met het strand. Dit stuk weg wordt ruimtelijk-juridisch geregeld in een apart bestemmingsplan en betreft alleen het traject Haakweg-Harwichweg.

De aansluitingen aan weerszijden betreffen bestaande infrastructurele knooppunten. De benodigde reconstructie hiervan is meegenomen in twee andere bestemmingsplannen:

- De aansluiting bij de Harwichknoop is meegenomen in het bestemmingsplan dat opgesteld is voor de Hoekse Lijn (bestemmingsplan Hoek van Holland Bedrijventerrein 1^e herziening).
- De aansluiting op de Haakweg is al mogelijk op grond van het vigerende bestemmingsplan (bestemmingsplan Tweede ontsluitingsweg Hoek van Holland).

Voor het project Hoekse Lijn is het zwaarwegend belang aangetoond in de notitie zwaarwegend belang Hoekse Lijn d.d. 24 juni 2015. Het college van Dijkgraaf en Hoogheemraden van HHD heeft op 7 juli 2015 ingestemd met deze notitie.

Onderbouwing zwaarwegend maatschappelijk belang

Realisatie van het laatste deel van de H6-weg geeft Hoek van Holland een tweede ontsluitingsweg. Deze ontsluiting ontlast de noordelijke ontsluitingsroute van Hoek van Holland en biedt een extra

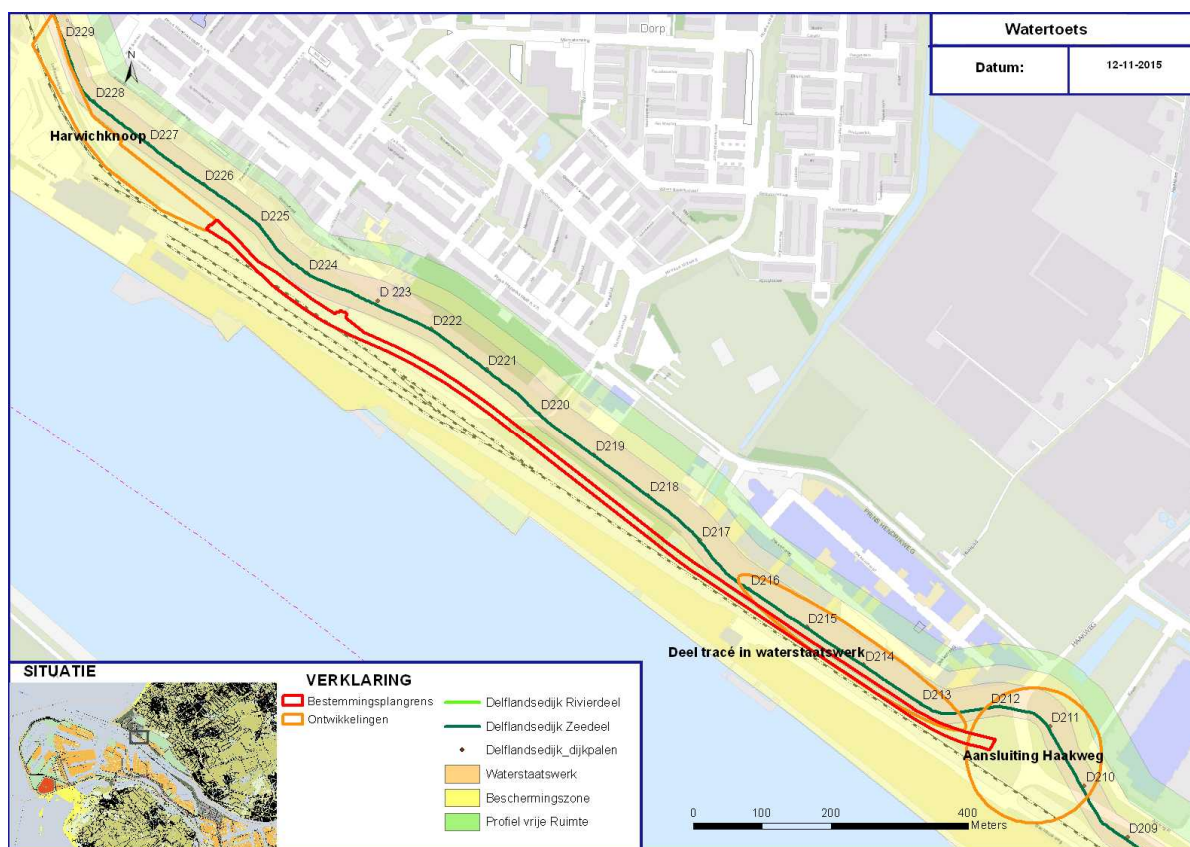
ontsluiting in geval van calamiteiten. Het bestemmingsverkeer voor het strand wordt via de nieuwe weg niet langer door de dorpskern geleid, zodat de leefbaarheid in Hoek van Holland wordt vergroot. Ook de economische mogelijkheden in Hoek van Holland verbeteren hierdoor. In de toelichting op het ontwerpbestemmingsplan is in hoofdstuk 2 onderbouwd hoe de aanleg van deze weg past binnen het regionale en landelijke beleid. De H6-weg staat verder benoemd in de regionale uitvoeringsagenda Verkeer en Vervoer van de stadsregio Rotterdam [SRR 2011] en in het Verkeers- en vervoersplan Rotterdam 2003-2020 [Rdam 2003].

Ingreep in het waterstaatswerk

De beoogde ligging van de H6-weg is tussen de dijk en het spoor. Een tracé ten zuiden van het spoor of ten noorden van de dijk doet af aan een van de doelen van de weg en is hierom geen reëel alternatief. Bij een ligging ten zuiden van de spoorlijn zou de spoorlijn twee maal gekruist worden waarmee de functie van de weg als calamiteitenontsluiting sterk in geding komt. Een ligging van de H6-weg ten noorden van de dijk (binnendijs) biedt ook geen oplossing daar de weg juist bedoeld is om het dorp te ontlasten van verkeer. Ook begint de bestaande bebouwing direct ten noorden van het waterstaatswerk van de Delflandsedijk, zodat ook hier geen ruimte is om de weg in te passen. Hierom is inpassing van de weg tussen de Delflandsedijk en het spoor voorzien. In de planstudie die in opdracht van MRDH is uitgevoerd [Rdam 2014] zijn verschillende inpassingsvarianten onderzocht.

1. een krap tracé ingeklemd tussen de dijk, de bestaande in onbruik geraakte opstallen langs het spoor en het spoor zélf.
2. een middentracé ingeklemd tussen de dijk en het spoor, waarbij de in onbruik geraakte opstallen langs het spoor worden verwijderd.
3. een ruim tracé gelegen tussen dijk en spoor, waarbij de restruimte (sporen) die vrijkomt als gevolg van ombouw van de Hoekse Lijn wordt benut voor optimale landschappelijke inpassing van de weg.

Er is in het afwegingskader gekozen voor de laatste optie, dit is de meest zuidelijke variant vanwege het feit dat het waterstaatswerk in deze variant zoveel mogelijk wordt ontzien.



Figuur 2 Locaties waar gewerkt wordt in het huidige waterstaatswerk

Zoals hierboven al is genoemd wordt de weg zo ingepast dat zoveel mogelijk buiten het waterstaatswerk wordt gebleven. Op de volgende locaties is werken in het waterstaatswerk onvermijdelijk (zie Figuur 2):

- Bij de aansluitingen van het nieuwe tracé op het bestaande wegennet (Harwichknoop en aansluiting op de Haakweg,).
- Tussen dijkpaal D213 en D216 is over een afstand van ongeveer 300 m de afstand tussen spoor en weg te gering om de weg in te passen zonder te werken in het waterstaatswerk.

In overleg met het Hoogheemraadschap van Delfland is bij het ontwerp van de H6-weg aangesloten bij de benodigde dijktafelhoogte naar aanleiding van de deltabeslissingen uit 2014. Arcadis heeft in opdracht van de gemeente Rotterdam een studie gedaan naar de verwachte dijktafelhoogtes in 2070 [ARC 2016a], de berekende hoogtes zijn opgenomen in Tabel 1. Ook zijn de overige faalmechanismen onderzocht [ARC 2016b], hieruit blijkt dat op één locatie (bij dijkpaal D216) onvoldoende wordt gescoord op stabiliteit en bekleding. De uitgevoerde studies zijn als bijlage bij deze notitie gevoegd. Arcadis heeft hierbij gebruik gemaakt van het Ontwerp Instrumentarium 2014 [RWS 2015]. Gedurende de studie heeft afstemming plaatsgevonden met het Hoogheemraadschap van Delfland, het Expertise Netwerk Water (ENW) en het KennisPlatform Risicobenadering (KPR). Daar waar gewerkt wordt in het waterstaatswerk of de beschermingszone van de primaire waterkering wordt het ontwerp afgestemd met het Hoogheemraadschap van Delfland zodat de waterkerende functie van de dijk wordt gehandhaafd en het beheer nu en in de toekomst wordt geborgd.



Na 2070 kan worden aangenomen dat de weg aan het einde van zijn levensduur is, en niet maatgevend is voor de wijze van dijkversterkingen in de toekomst. Ook is nog niet te voorzien hoe in de toekomst omgegaan zal worden met niet waterkerende objecten in waterkeringen. In het Waterbeheerplan 2016- 2021 van HHD [HHD 2015] wordt juist vooruit gekeken naar kansen voor multifunctionele dijken in de toekomst.

De gemeente Rotterdam is zich ervan bewust dat als gevolg van mogelijk toekomstige dijkversterkingen qua ruimtelijk beslag de beoogde ligging van de H6-weg niet in stand kan worden gehouden. Bij toekomstige (verwachting is na 2070) versterking van de Delflandsedijk verwacht het HDD dat de dijk fors omhoog moet waardoor ook de basis breder wordt. Hierbij kan de dijk op zijn huidige locatie omhoog worden gebracht waarbij aan weerszijde extra ruimte beschikbaar gemaakt moet worden, of kan eenzijdig de breedte gezocht worden. Binnendijs is ter plaatse reeds bebouwing aanwezig en buitendijs wordt ter plaatse de H6-weg gesitueerd.



Inhoudsopgave

1	Aanleiding	7
2	Scope van het project	8
3	Onderbouwing zwaarwegend belang	10
3.1	Zwaarwegend maatschappelijk belang H6-weg	10
3.2	Ingrepen in het waterstaatswerk	11
3.2.1	Aansluiting H6 weg bij de Harwichknoop	12
3.2.2	Nieuw tracé tussen spoor en dijk	16
3.2.3	Aansluiting H6-weg op Haakweg	23
3.3	Onderzochte alternatieven voor het werken in het waterstaatswerk	27
3.4	Borging waterveiligheid en beheerbaarheid	31
4	Referenties	33
	Bijlage A Technische tekeningen	34
	Bijlage B Ontwerpstudies Arcadis	35

1 Aanleiding

De gemeente Rotterdam is voornemens fase 2 van H6-weg realiseren. Deze weg is het sluitstuk van de tweede ontsluitingsweg naar Hoek van Holland. Fase 2 van de H6-weg loopt van de Haakweg naar de Harwichweg, inclusief een ontsluiting op de P&R-plaats van de Stena Line. De beoogde locatie van de weg is tussen het spoor en de Delflandsedijk. De weg ligt buitendijks. Gezien de beperkte ruimte is het gebleken dat het voor de realisatie van de H6-weg onvermijdelijk is dat gewerkt wordt in het waterstaatswerk.

Het Hoogheemraadschap van Delfland (HHD) heeft zijn beleid met betrekking tot het werken in de waterkering vastgelegd in verschillende beleidsstukken. Richtinggevend is het Delflands algemeen Waterkeringenbeleid [HHD 2010]. Specifieke regels over medegebruik van de Delflandsedijk zijn vastgelegd in de Beleidsregel medegebruik Delflandsedijk [HHD 2011]. Belangrijk uitgangspunt is dat voor medegebruik in het waterstaatswerk het 'nee tenzij' principe geldt en voor de beschermingszone het 'ja mits' principe. Voor medegebruik binnen het waterstaatswerk moet de initiatiefnemer onder andere aantonen dat er sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang. Deze notitie is daartoe opgesteld.

In de Beleidsregel medegebruik Delflandsedijk is opgenomen op welke aspecten hierbij ingegaan moet worden:

1. Is er sprake van een maatschappelijke functie?

Het werk moet voortvloeien uit een initiatief van een overheid of indien het een particulier bedrijf betreft, volledig worden ondersteund door de betrokken overheden. Het werk moet een bovenlokaal belang dienen. Het werk moet onvermijdelijk zijn vanuit wettelijke verplichtingen.

2. Zijn er andere ruimtelijke inpassingen mogelijk?

Nagegaan moet worden welke alternatieven mogelijk zijn om de activiteit buiten de waterkering in te passen.

3. Is er sprake van LNC-waarden (Landschap, Natuur en Cultuurhistorie)?

Zijn er wettelijk aangewezen monumenten die vallen onder de Monumentenwet, aangewezen natuurgebieden of culturele waarden aanwezig.

In paragraaf 3.1 wordt ingegaan op het eerste en laatste punt en in paragraaf 3.3 op het tweede punt.

2 Scope van het project

De H6-weg is het laatste stuk weg dat de Tweede Ontsluitingsweg van Hoek van Holland verbindt met het strand. In eerste instantie is in de periode 2012-2013 fase 1 van de H6-weg aangelegd. Fase 1 betrof de aansluiting van de Harwichweg met de Langeweg. Nu wordt fase 2 van de H6-weg voorbereid, hierbij gaat het om het traject Haakweg-Harwichweg (Figuur 3). Gezien de ligging nabij het spoor is ervoor gekozen dit gelijktijdig op te pakken met het project Hoekse Lijn, de ombouw van de spoorlijn tot metrolijn.



Figuur 3 fase 2 Tracé H6-weg

Voor een deel van de H6-weg is het nodig om een nieuw bestemmingsplan op te stellen. Het gaat hierbij om het gedeelte tussen de Harwichknoop en de aansluiting op de Hoeksebaan bij de Haakweg (zie de bestemmingsplangrens in Figuur 3).

De Harwichknoop zelf maakt geen deel uit van het op te stellen bestemmingsplan. De aansluiting op de Harwichweg is namelijk al, samen met de ombouw van het spoor tot metrolijn meegenomen in het bestemmingsplan Hoek van Holland-Bedrijventerreinen 1e herziening. Dit bestemmingsplan is momenteel in procedure. Ook de aansluiting bij de Haakweg zit niet in het bestemmingsplan omdat het vigerende bestemmingsplan (Tweede ontsluitingsweg Hoek van Holland) hier de realisatie van de aansluiting al mogelijk maakt



Voor het realiseren van de H6-weg wordt op een aantal locaties gewerkt in het huidig of toekomstig waterstaatswerk over 200 jaar. Hierbij gaat het om de aansluitingen van het nieuwe tracé op het bestaande wegennet en langs het tracé tussen de dijkpalen D213 en D216 (Figuur 3).

Echter de verwachte levensduur van de weg is veel korter dan deze 200 jaar. In Rotterdam is de gemiddelde weg na 25 jaar aan een onderhoudsbeurt toe. Na 50 jaar is er meestal sprake van een complete reconstructie van de weg, waarbij het asfalt wordt verwijderd en de fundering wordt opgebroken. Ook bij de aanleg van fase 1 van de H6-weg is uitgegaan van een verwachte levensduur van 50 jaar [HHD 2009]. De DTH 200 is hierom voor de weg buiten beschouwing gelaten. In de afstemmingsoverleggen die met het HHD zijn gevoerd is overeengekomen dat bij het ontwerp van de H6 weg rekening gehouden wordt met de benodigde DTH in 2070. HHD verwacht dat na 2070 verdere versterkingen van de Delflandsedijk noodzakelijk zijn. De H6-weg zal dan aan het eind van haar levensduur zijn en deze dijkversterking niet belemmeren. Ook is nog niet te voorzien hoe in de toekomst omgegaan zal worden met niet waterkerende objecten in waterkeringen. In het Waterbeheerplan 2016- 2021 van HHD [HHD 2015] wordt juist vooruit gekeken naar kansen voor multifunctionele dijken in de toekomst.

De gemeente Rotterdam is zich ervan bewust dat als gevolg van mogelijk toekomstige dijkversterkingen qua ruimtelijk beslag de beoogde ligging van de H6-weg niet in stand kan worden gehouden. Bij toekomstige (verwachting is na 2070) versterking van de Delflandsedijk verwacht het HHD dat de dijk fors omhoog moet waardoor ook de basis breder wordt. Hierbij kan de dijk op zijn huidige locatie omhoog worden gebracht waarbij aan weerszijde extra ruimte beschikbaar gemaakt moet worden, of kan eenzijdig de breedte gezocht worden. Binnendijs is ter plaatse reeds bebouwing aanwezig en buitendijs wordt ter plaatse de H6-weg gesitueerd.

Ongeveer ter hoogte van de westelijke grens van het bedrijventerrein “de Zekken” doorkruist de Krimslot het plangebied. De H6 weg overbrugt de de maalkom van deze sloot, alwaar ook een vaste stuw aanwezig is. Deze maalkom heeft de belangrijke functie om het polderwater via het gemaal af te voeren naar de nieuwe waterweg. Daarnaast komt de leiding van de overstortbemaling van het riool op de maalkom uit. De weg wordt zodanig vorm gegeven dat de functies van de maalkom behouden blijven. Over het ontwerp zal worden afgestemd met het Hoogheemraadschap van Delfland.

3 Onderbouwing zwaarwegend belang

Om het zwaarwegend belang te onderbouwen wordt eerst ingegaan op het project in zijn geheel (paragraaf 3.1). Daarna worden de specifieke locaties besproken waar sprake is van werken in het waterstaatswerk (paragraaf 3.2). In paragraaf 3.3 wordt onderbouwd waarom een ligging van de H6-weg buiten het waterstaatswerk niet mogelijk is. Afgesloten wordt met een paragraaf waarin besproken wordt hoe de waterveiligheid nu en in de toekomst wordt geborgd (paragraaf 3.4).

3.1 Zwaarwegend maatschappelijk belang H6-weg

Met de aanleg van de H6-weg fase 2 wordt de ontbrekende schakel in de infrastructurele blauwdruk voor Hoek van Holland voltooid. De weg heeft verschillende doelstellingen.

Met de aanleg van het verbindingsdeel wordt het bestemmingsverkeer voor het strand langs het dorp Hoek van Holland geleid in plaats van door de dorpskern. Hiermee wordt de dorpskern van verkeer ontlast en wordt de verkeersveiligheid, de luchtkwaliteit, de kwaliteit van de buitenruimte en dus de leefbaarheid in Hoek van Holland vergroot.

Verder biedt de realisatie van de tweede fase van de H6-weg het dorp met zijn vrij geïsoleerde ligging een tweede calamiteitenontsluiting voor eventuele milieueffecten vanuit Europoort. Overigens zal deze weg in geval van een overstroming niet de eerste keus zijn als evacuatieleroute aangezien de H6-weg buitendijks wordt aangelegd.

Met de aanleg van de tweede fase van de H6-weg wordt verder vervolg gegeven aan de oorspronkelijke doelen van het regionale 3 in 1 project; het optimaal verbinden van de regionale investeringsprojecten Hoekse Lijn en Westland met het gebied Hoek van Holland, zodanig dat deze regionale investeringen een maximaal rendement opleveren in de zin van verbetering bereikbaarheid van Hoek van Holland en een vergroting van de economische potentie van Hoek van Holland. De noordelijke ontsluitingsroute van Hoek van Holland wordt ontlast en de recreatieve verbinding naar het strand wordt versterkt. Deze toegevoegde waarde van de weg is vanuit de oorspronkelijke projectscope van 3 in 1 mede onderschreven door de Provincie Zuid Holland, stadsregio Rotterdam en het Stadsgewest Haaglanden. In de toelichting op het bestemmingsplan is in hoofdstuk 2 nader onderbouwd hoe de aanleg van deze weg past binnen de bestaande beleidskaders. Zo past de weg binnen de Visie Ruimte en Mobiliteit van de provincie Zuid-Holland en binnen het Regionaal verkeers- en vervoersplan 2002-2020 van de stadsregio Rotterdam. De H6-weg staat verder benoemd in de regionale uitvoeringsagenda Verkeer en Vervoer van de stadsregio Rotterdam [SRR 2011] en in het Verkeers- en vervoersplan Rotterdam 2003-2020 [Rdam 2003].

Het tracé van de weg raakt buiten de waterveiligheid, geen andere waarden die een hoog maatschappelijk belang hebben. Door de aansluiting op reeds bestaande infrastructuur en de combinatie met de Hoekse lijn en het parkeerterrein van de Stena Line is de inpassing rondom Hoek van Holland ideaal.

3.2 Ingrepen in het waterstaatswerk

De weg wordt buitendijks ingepast tussen de Delflandsedijk en het spoor. Zoveel mogelijk wordt hierbij buiten het waterstaatswerk gebleven. . Op de volgende locaties is werken in het huidige waterstaatswerk onvermijdelijk (zie Figuur 2):

- Bij de aansluitingen van het nieuwe tracé op het bestaande wegennet (Harwichknoop en aansluiting op de Haakweg;
- Tussen dijkpaal D213 en D216 is over een afstand van ongeveer 300 m de afstand tussen spoor en weg te gering om de weg in te passen zonder te werken in het waterstaatswerk.

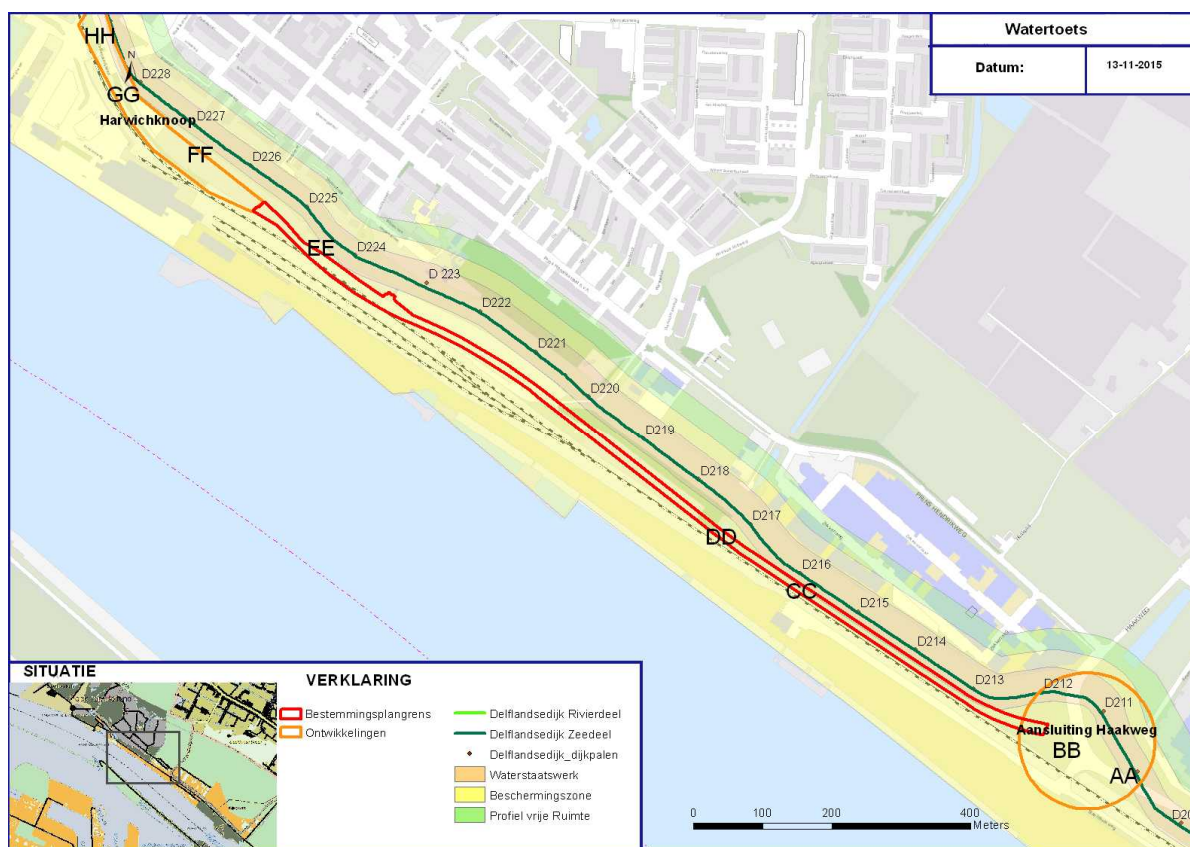
Verder ligt een groot deel van de weg in het toekomstig waterstaatswerk over 200 jaar (zie de figuren in paragraaf 3.2). De verwachte levensduur van de weg is echter veel korter dan 200 jaar. In het ontwerp is daarom, in overleg met het Hoogheemraadschap van Delfland uitgegaan van DTH2070 omdat de levensduur van de weg 50 jaar is (zie hoofdstuk 2).

In deze paragraaf staan overzichtstekeningen en dwarsdoorsneden om de ingrepen te illustreren. In Figuur 4 zijn globaal de locaties aangegeven waarvan dwarsdoorsneden in deze paragraaf te vinden zijn (aangegeven met AA t/m HH). In Figuur 5 is de legenda voor de technische tekeningen opgenomen. In bijlage A zijn de complete technische tekeningen opgenomen.

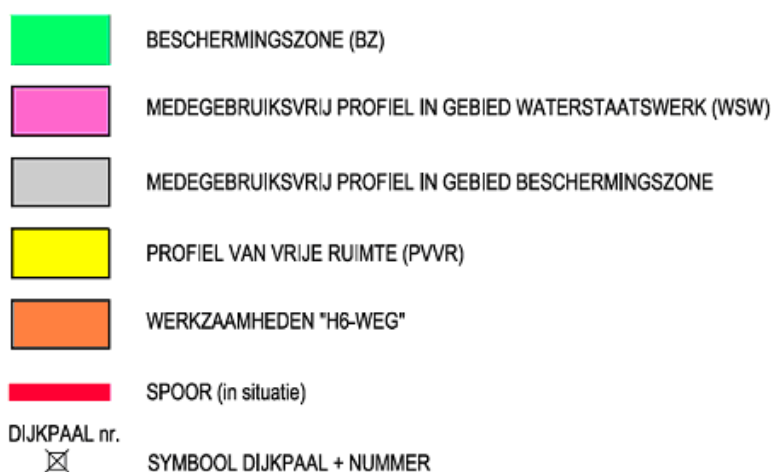
Bij het ontwerp van de H6-weg is rekening gehouden met toekomstige dijkversterkingen ten gevolge van de Deltabeslissingen, zie ook paragraaf 3.4. Door Arcadis is, in opdracht van Rotterdam en in samenspraak met Hoogheemraadschap van Delfland, Expertise Netwerk Water (ENW) en KennisPlatform Risicobenadering (KPR) berekend wat de verwachte dijktafelhoogtes zouden moeten zijn in 2070 [tabel 10 uit ARC 2016a], rekening houdend met de Deltabeslissingen. Deze studies zijn als bijlage B bij deze notitie gevoegd. In Tabel 1 zijn de gehanteerde DTH's opgenomen afkomstig uit de Arcadis studie. Voor de aansluiting van de Haakweg is in het ontwerpatelier van 3 mei 2016 besloten om een gewogen gemiddelde te nemen van de bepaalde DTH's voor de dijkpalen D210 (NAP + 7,26 m) en D211 (NAP + 7,46 m).

Tabel 1 Gehanteerde dijktafelhoogtes

	Dwarsdoorsnede	Verwachte dijktafelhoogte in 2070 n.a.v. deltabeslissingen [ARC 2016a]
Aansluiting bij de Haakweg	AA, BB	NAP + 7,40 m
Tussen Haakweg en Krimssloot	CC, DD	NAP + 8,93 m
Harwichknoop	EE	NAP + 8,89 m
	FF, GG, HH	NAP + 6,92 m



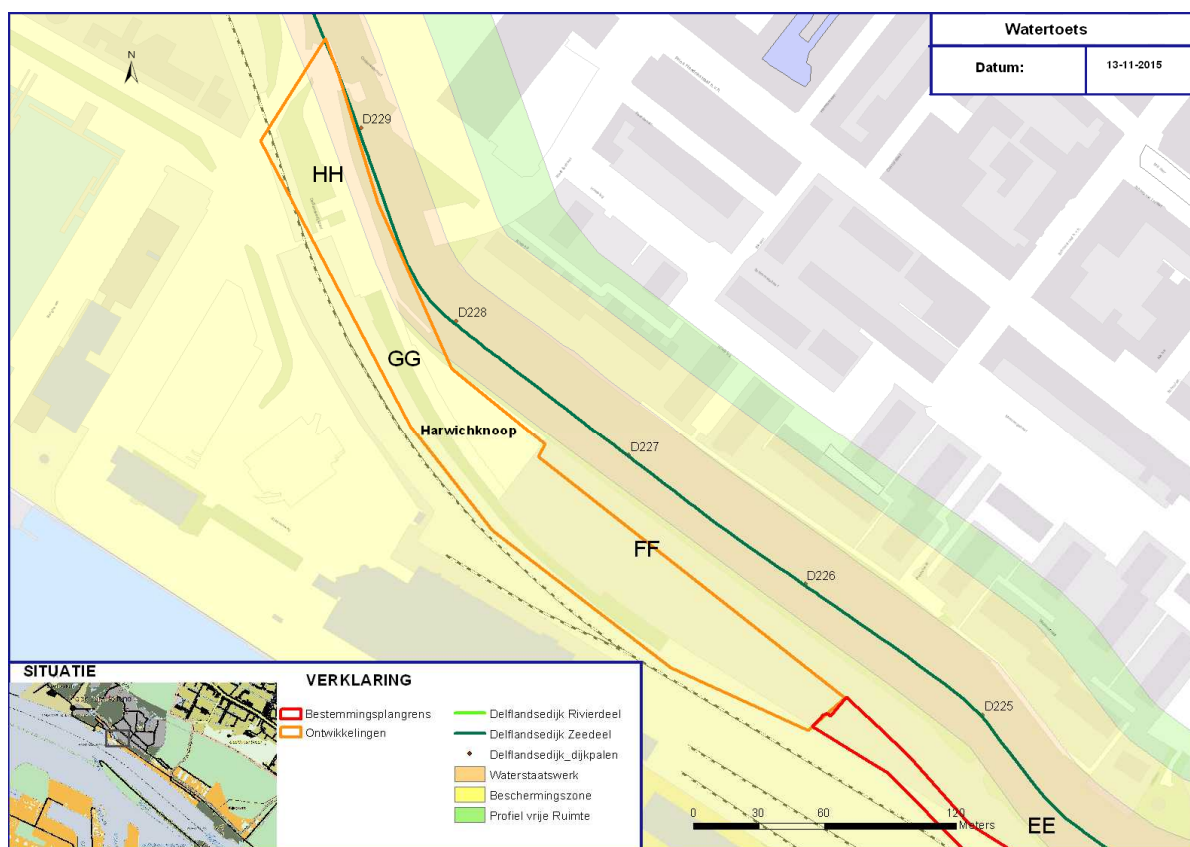
Figuur 4 Locatie dwarsdoorsneden



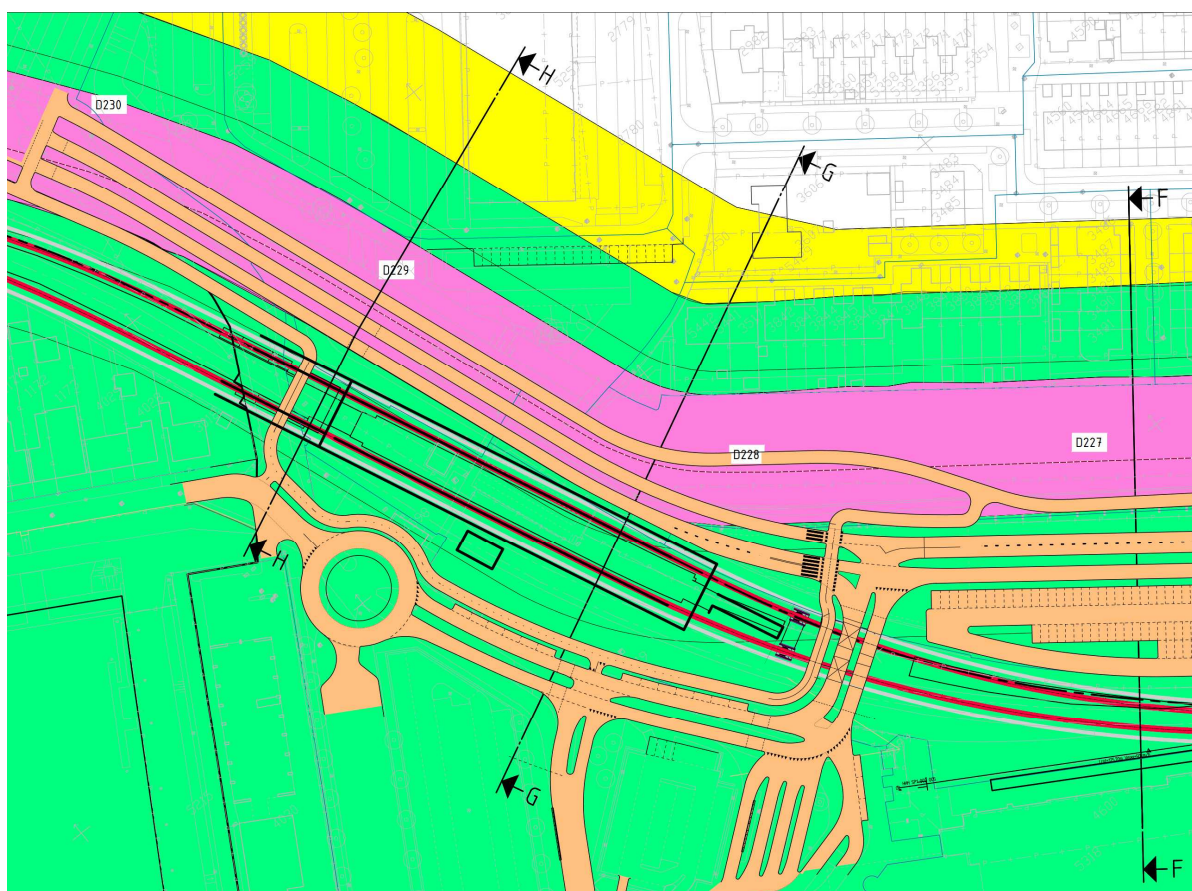
Figuur 5 Legenda technische tekeningen

3.2.1 Aansluiting H6 weg bij de Harwichknoop

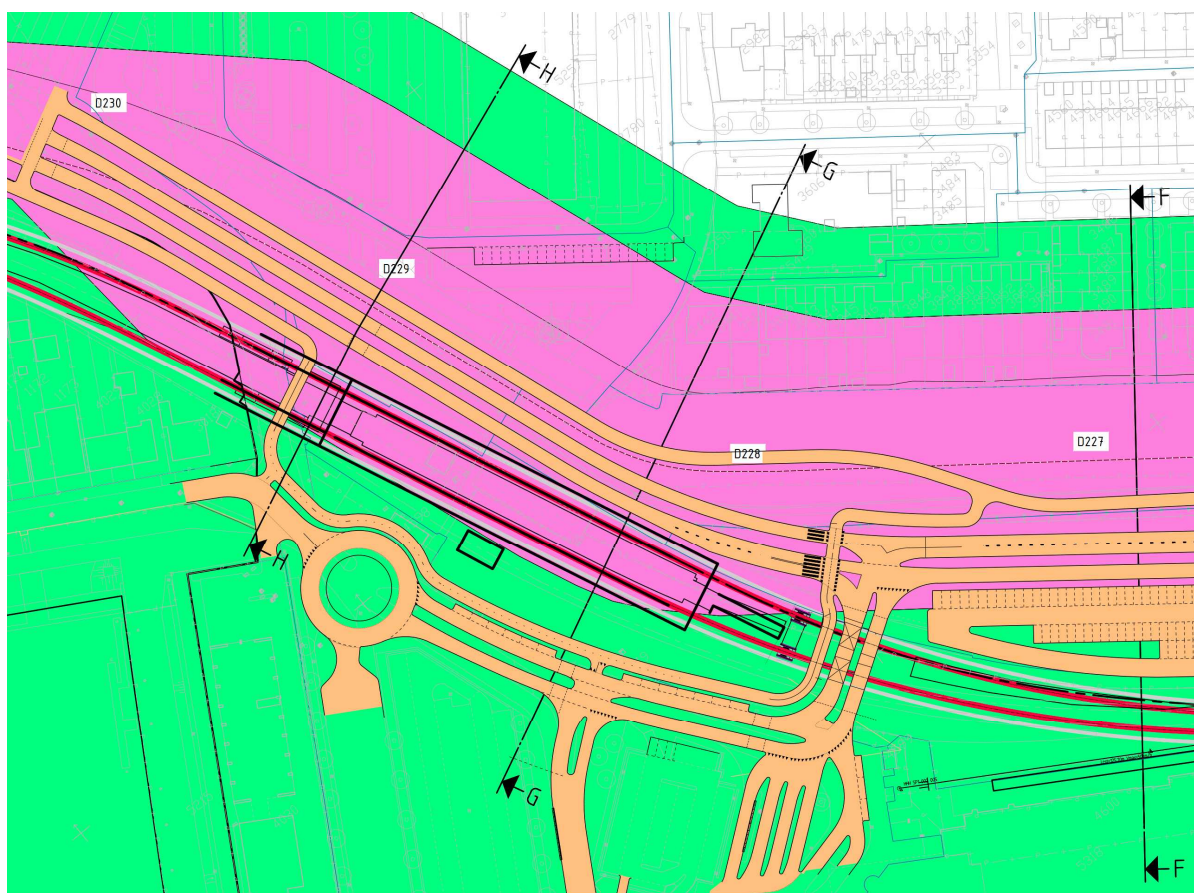
De H6-weg moet hier worden aangesloten op het bestaande wegennet (Figuur 6, Figuur 7). De aansluiting moet worden ingepast tussen de dijk en het station Hoek van Holland Haven. Een aantal dwarsdoorsneden is in de figuren in deze paragraaf weergegeven. Gezien de complexe situatie wordt het ontwerp voor de Hoekse Lijn en de inpassing van de Harwichknoop hier vormgegeven in overleg met HHD. Hiervoor is een gezamenlijk ontwerpteam ingesteld.



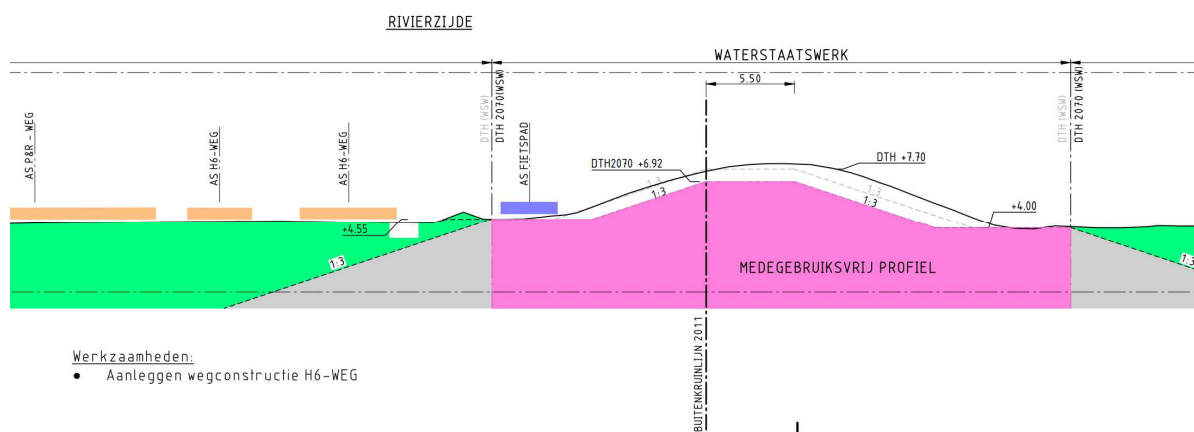
Figuur 6 Locatie Harwichknoop, met locatie dwarsdoorsnedes aangeven met FF t/m HH



Figuur 7 Harwichknoop, huidig waterstaatswerk

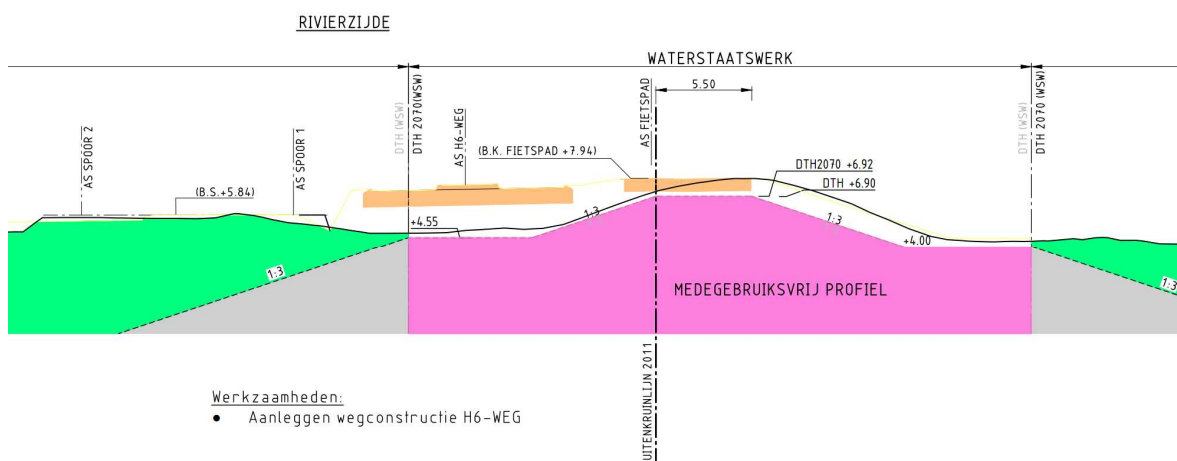


Figuur 8 Harwichknoop, toekomstig waterstaatswerk over 200 jaar

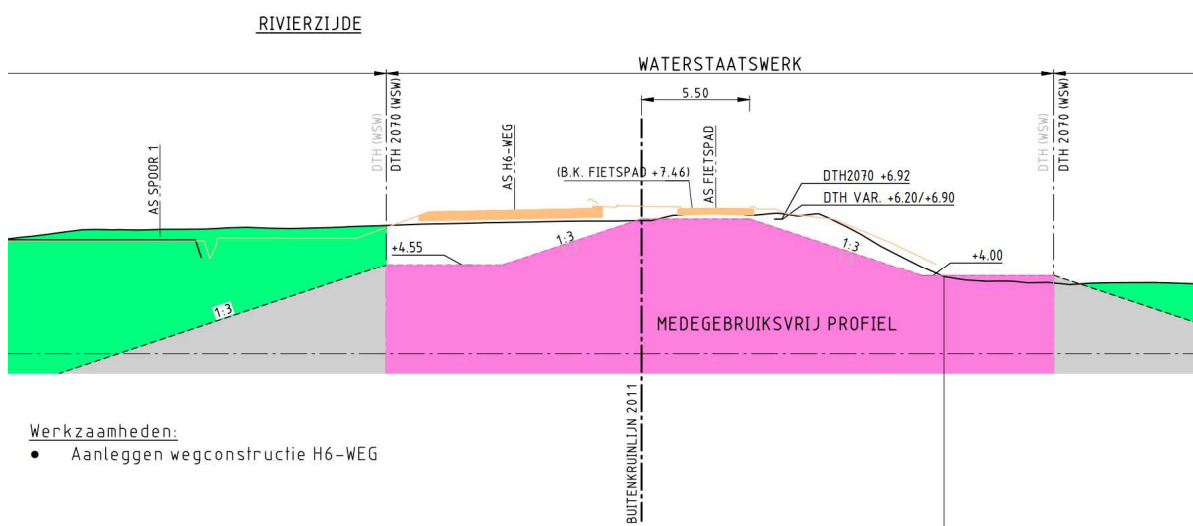


Figuur 9 Dwarsdoorsnede FF uit Figuur 8 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen

Het met blauw aangeven fietspad in Figuur 9 betreft het huidige al aanwezige fietspad. Dit fietspad wordt op deze locatie niet aangepast.



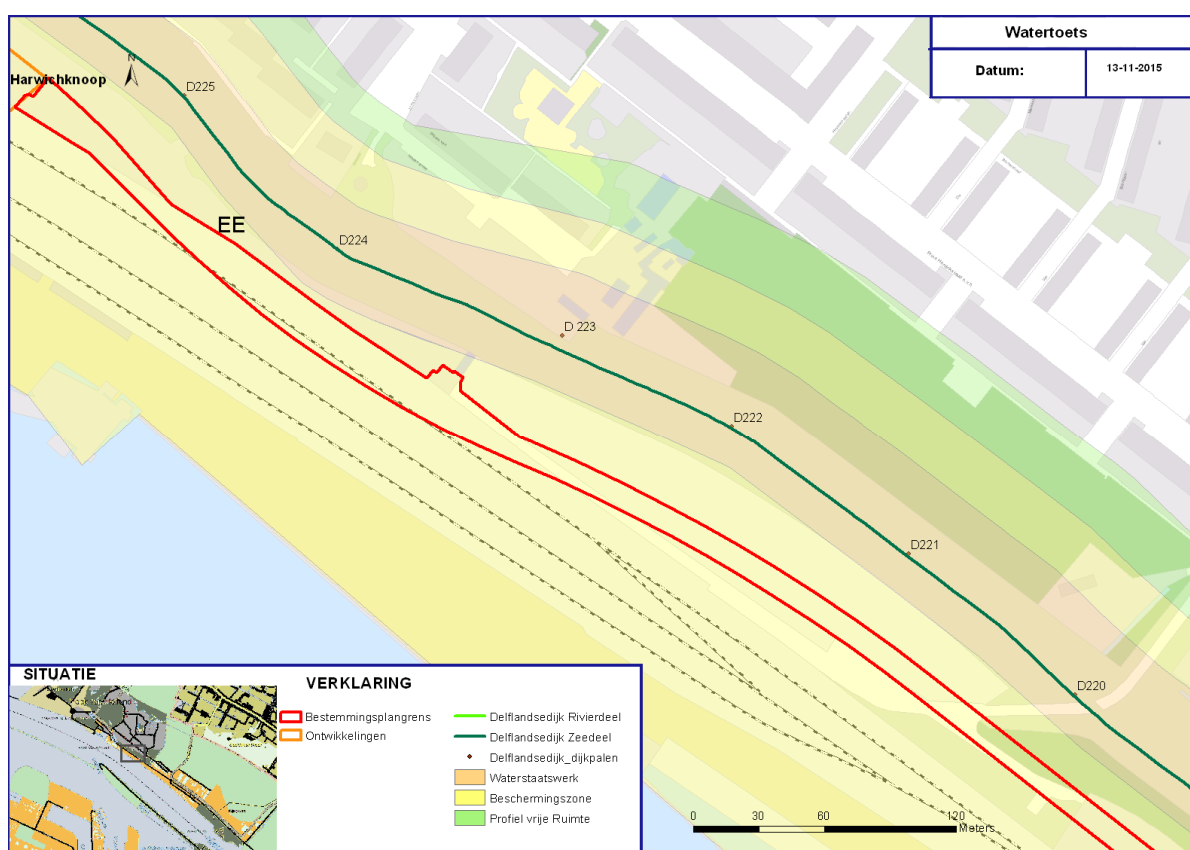
Figuur 10 Dwarsdoorsnede GG uit Figuur 8 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen



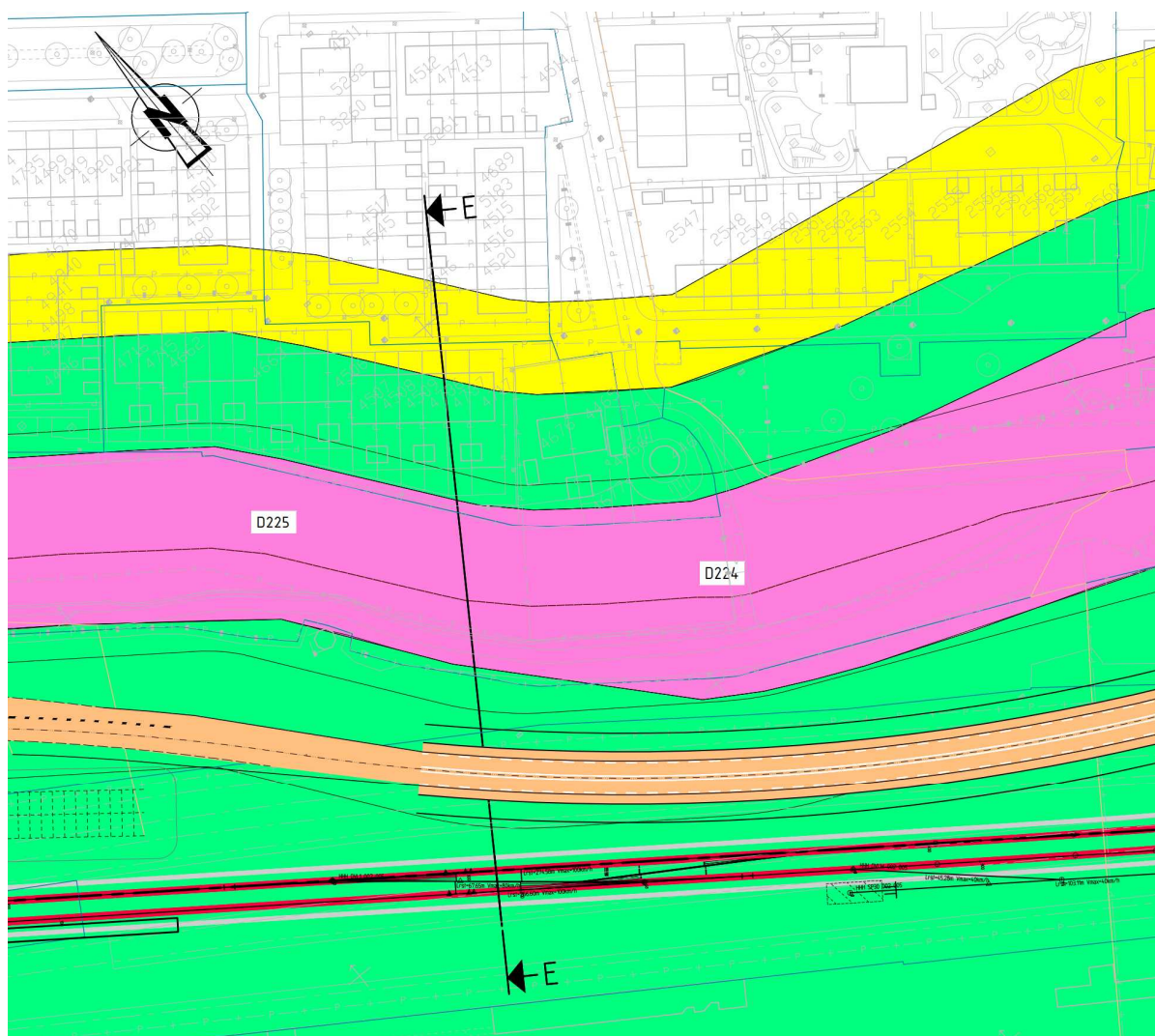
Figuur 11 Dwarsdoorsnede HH uit Figuur 8 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen

3.2.2 Nieuw tracé tussen spoor en dijk

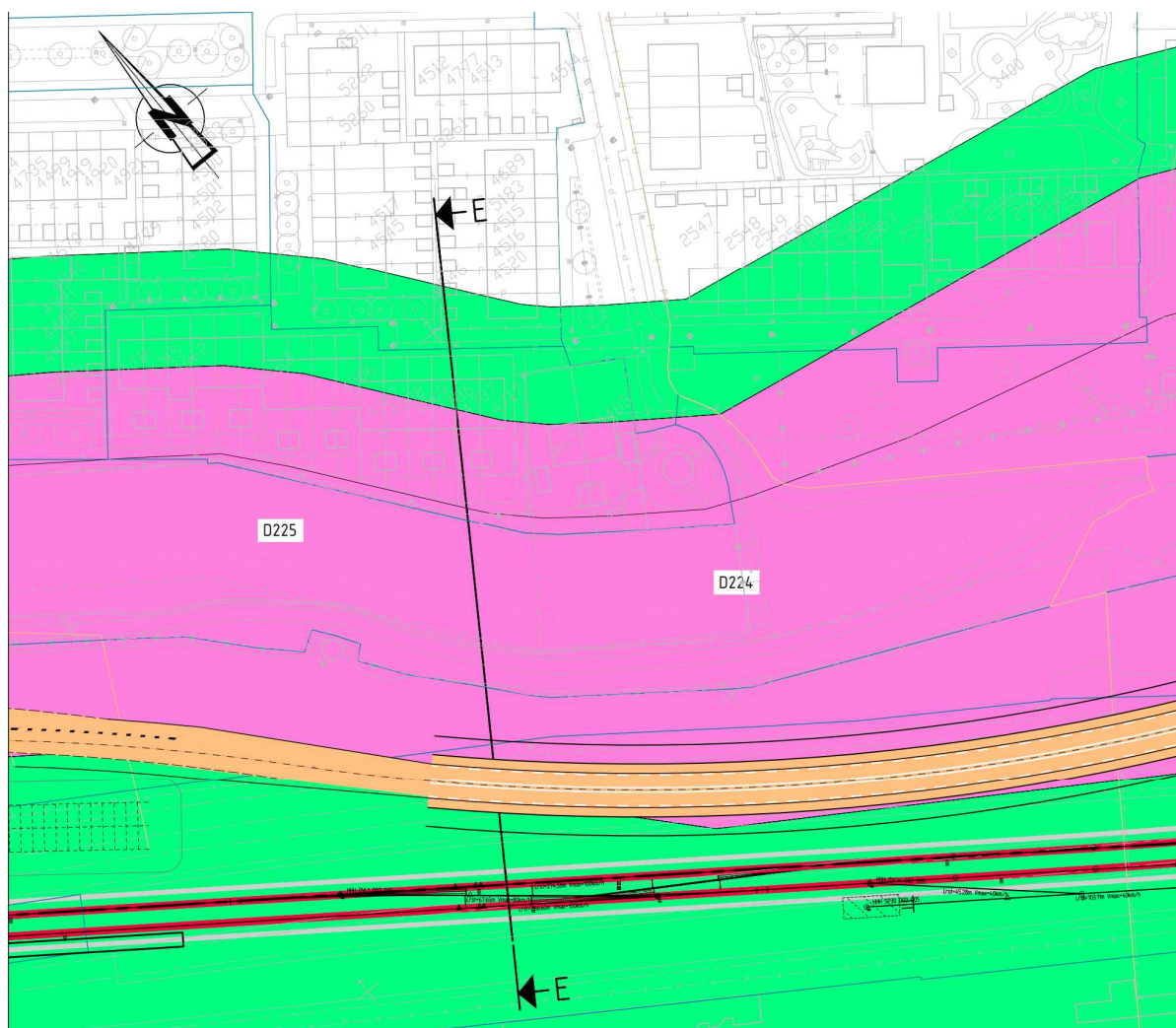
Tussen de aansluiting bij de Harwichknoop en de Haakweg wordt de weg ingepast tussen de Delflandsedijk en het spoor (Figuur 12, Figuur 16). Tussen dijkpaal D213 en dijkpaal D216 is over een afstand van ongeveer 300 m de afstand tussen spoor en weg te gering om de weg in te passen zonder te werken in het huidige waterstaatswerk (Figuur 16). In deze paragraaf zijn een aantal dwarsdoorsneden opgenomen die de ingreep illustreren (Figuur 15, Figuur 19 en Figuur 20). De hoogteligging van de weg is hier zo gekozen dat rekening gehouden wordt met de DTH2070 (zie ook paragraaf 3.4).



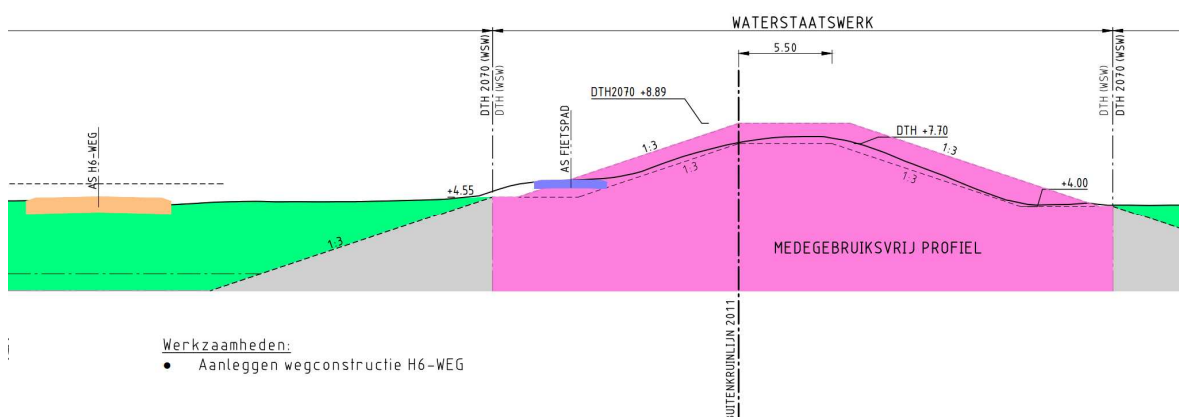
Figuur 12 Deel van het tracé H6-weg tussen spoor en Delflandsedijk



Figuur 13 Bovenaanzicht ter hoogte van dijkpalen D224 – D 225 met huidig waterstaatswerk

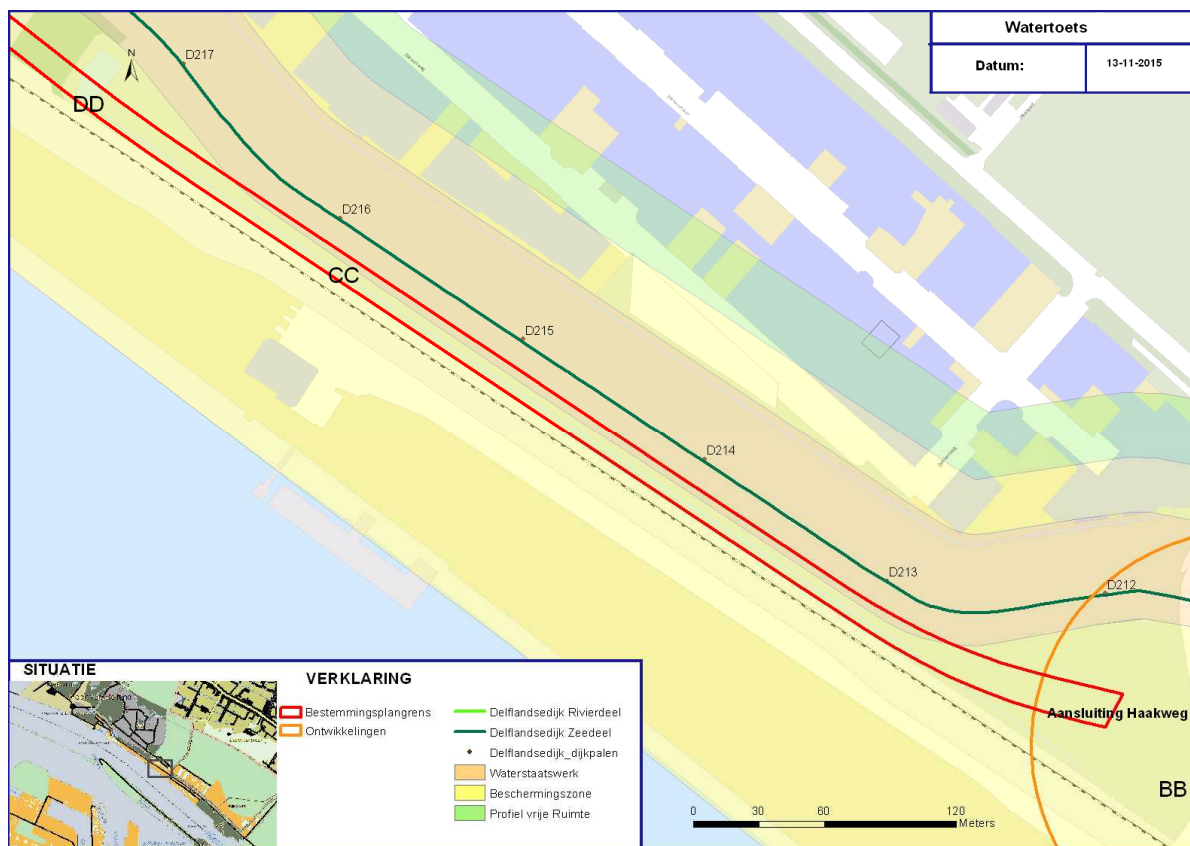


Figuur 14 Bovenaanzicht ter hoogte van dijkpalen D224 – D 225 met toekomstig waterstaatswerk over 200 jaar.

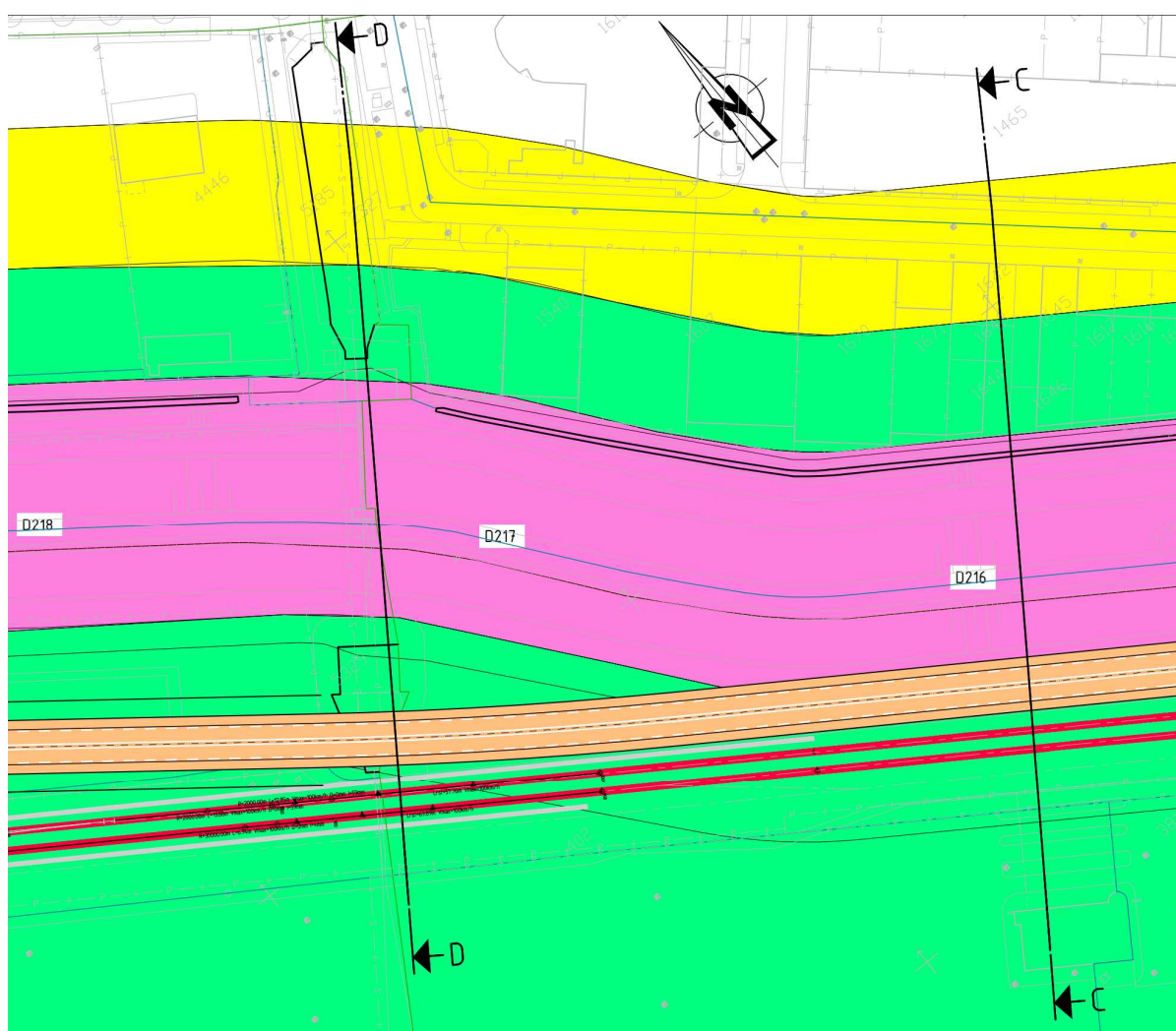


Figuur 15 Dwarsdoorsnede EE uit Figuur 13 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen)

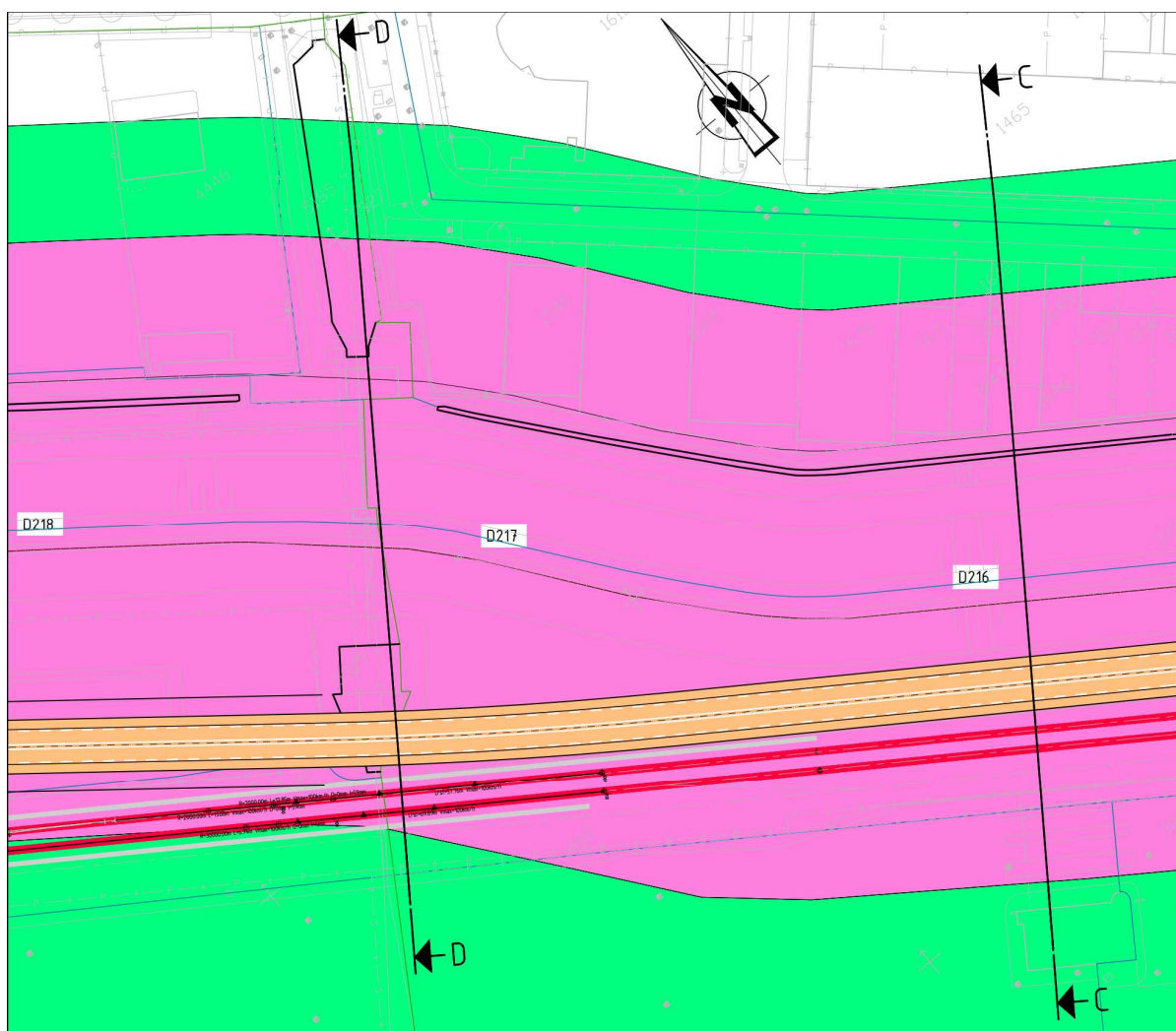
Het met blauw aangegeven fietspad in Figuur 15 betreft het huidige al aanwezige fietspad. Dit fietspad wordt op deze locatie niet aangepast.



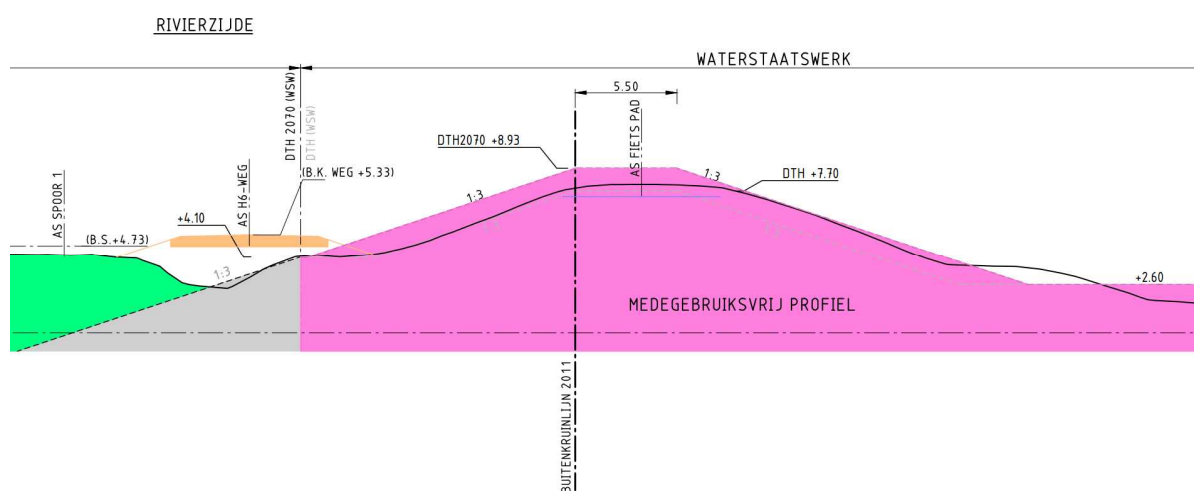
Figuur 16 Deel van het tracé H6-weg tussen spoor en Delflandsedijk



Figuur 17 Bovenaanzicht ter hoogte van dijkpaal D217 met huidig waterstaatswerk

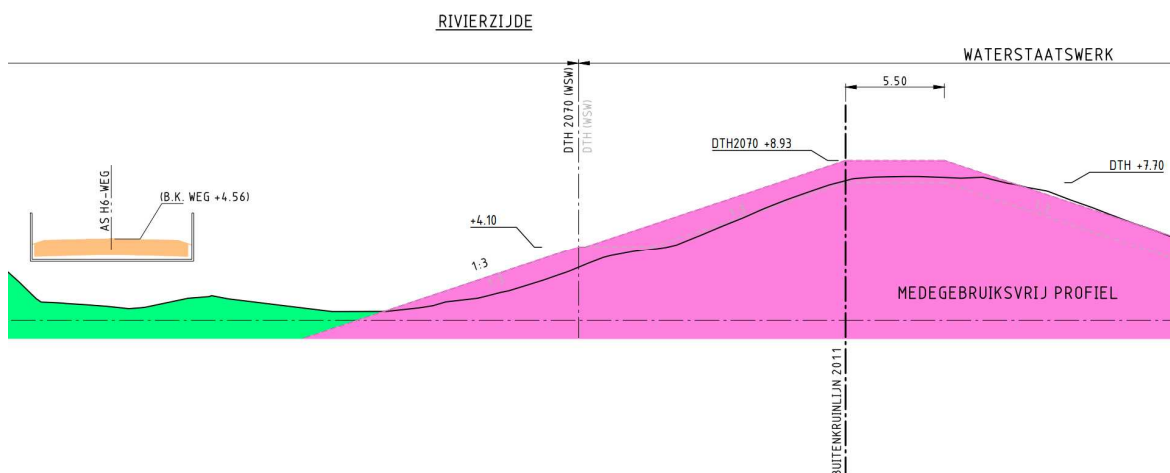


Figuur 18 Bovenaanzicht ter hoogte van dijkpaal D217 met toekomstig waterstaatswerk over 200 jaar



Figuur 19 Dwarsdoorsnede CC uit Figuur 18 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen

Het met blauw aangegeven fietspad in Figuur 19 betreft het huidige al aanwezige fietspad. Dit fietspad wordt op deze locatie niet aangepast.

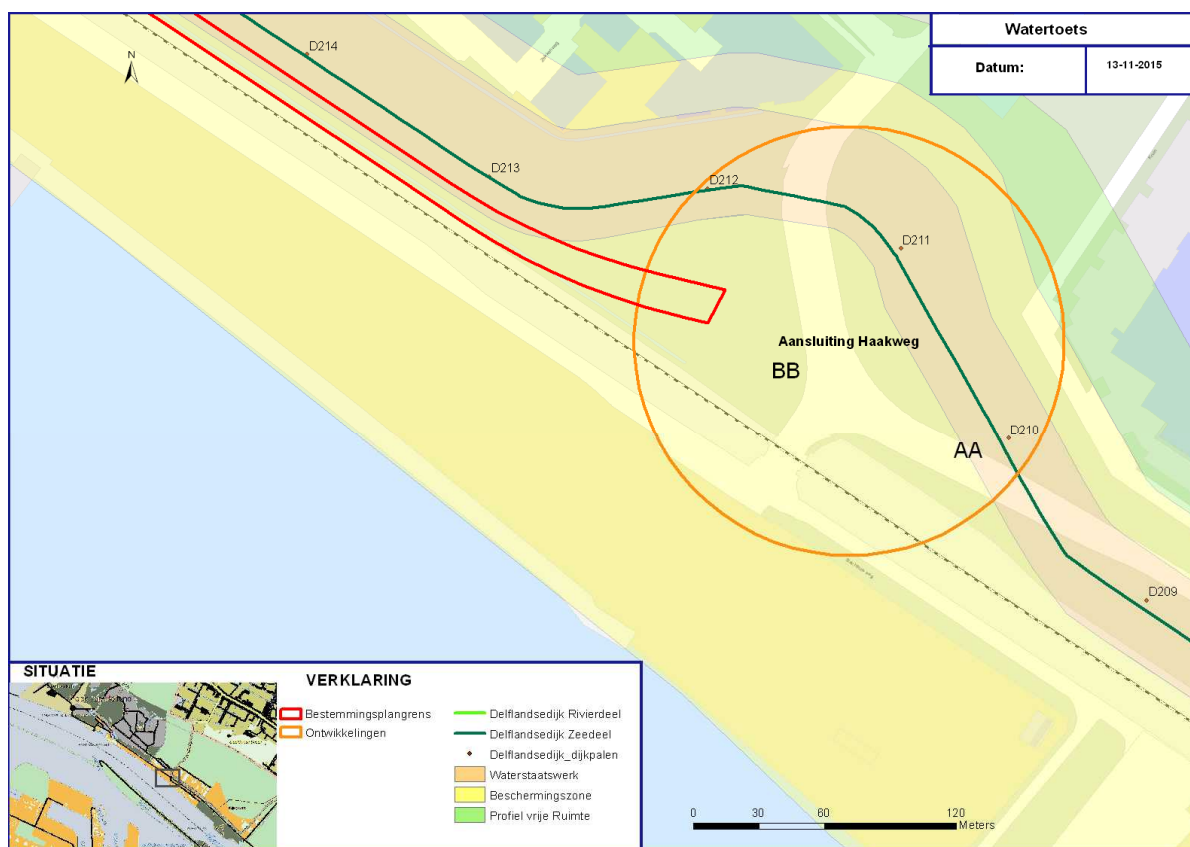


Figuur 20 Dwarsdoorsnede DD uit Figuur 18 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen

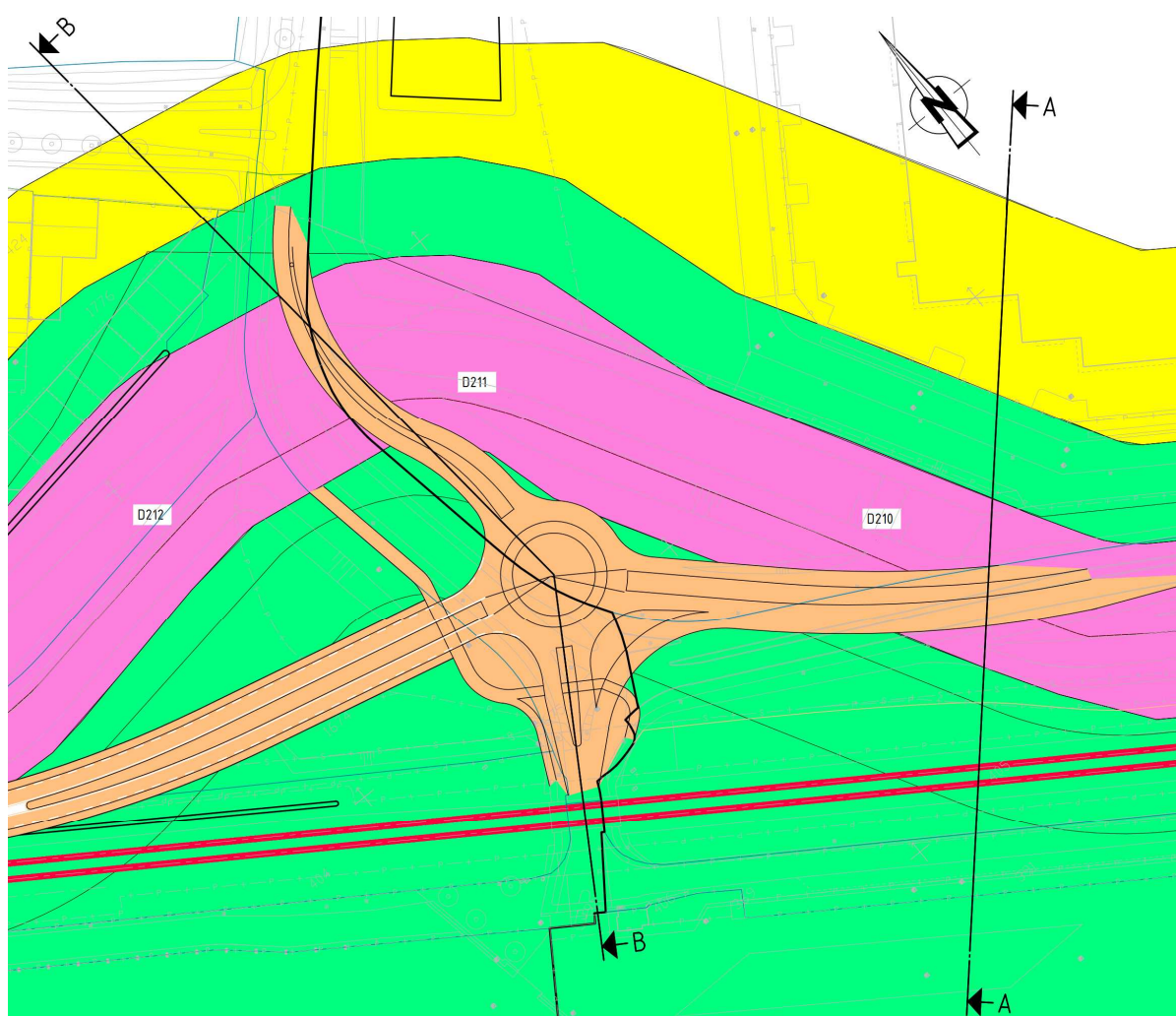
3.2.3 Aansluiting H6-weg op Haakweg

Bij de Haakweg wordt aangesloten op bestaande wegen die deels in het waterstaatswerk liggen (Figuur 21, Figuur 22). Hier is sprake van vernieuwbouw¹, ook in de huidige situatie ligt hier al een aansluiting. In deze paragraaf zijn een aantal dwarsdoorsneden opgenomen die de ingreep illustreren.

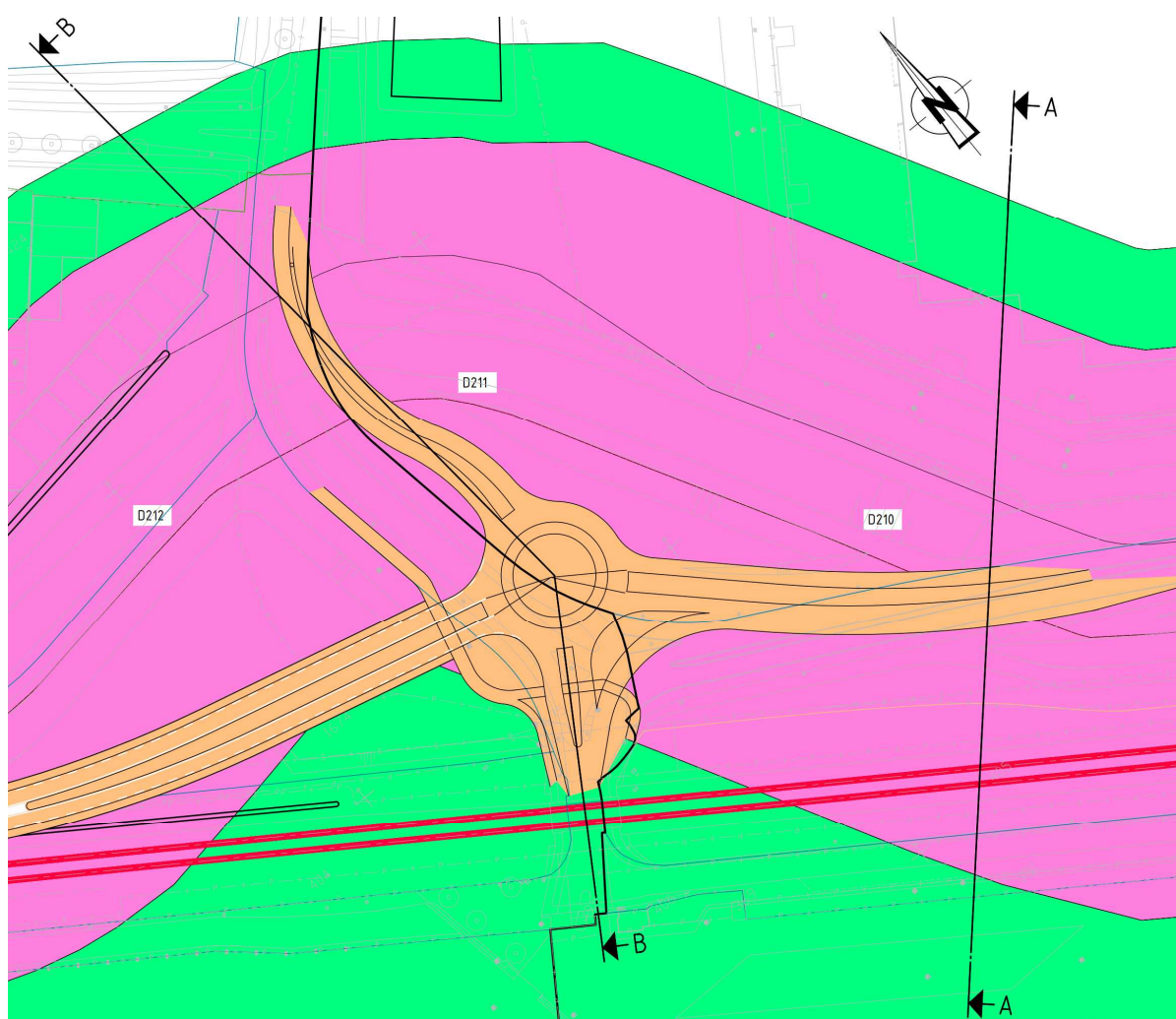
¹ Onder vernieuwbouw wordt verstaan het zodanig wijzigen van een bouwwerk dat sprake is van nieuwbouw. Voor vergunningverlening wordt hieronder verstaan: wijziging aan de bouw waarbij sprake is van een verandering van de waterstaatkundige toestand door aanbouw (vergroting van het totale gewicht) en ingrepen in de fundering, definitie afkomstig uit Beleidsregel Medegebruik Delflandsedijk [HHD 2011].



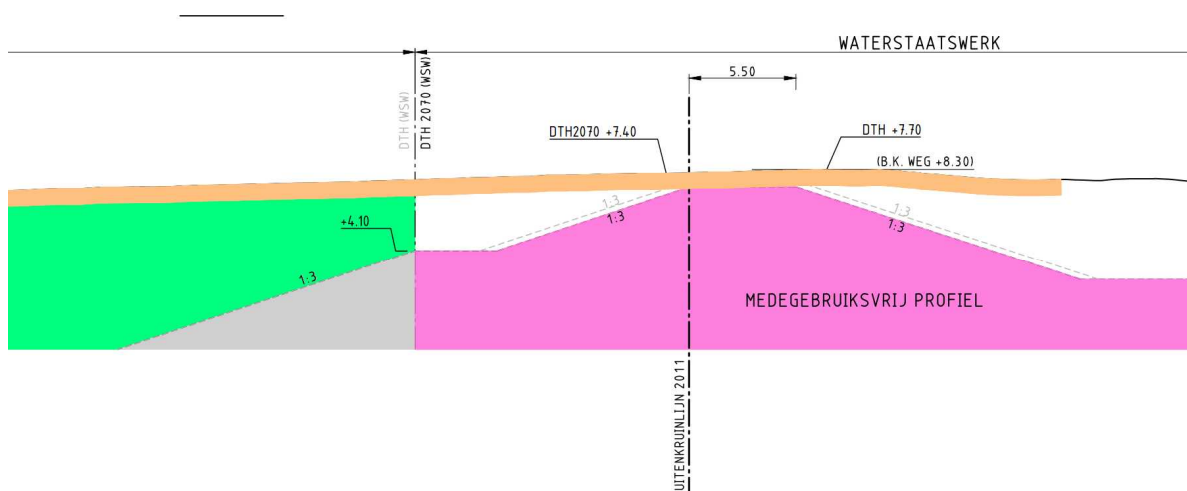
Figuur 21 Locatie aansluiting H6 weg op Haakweg



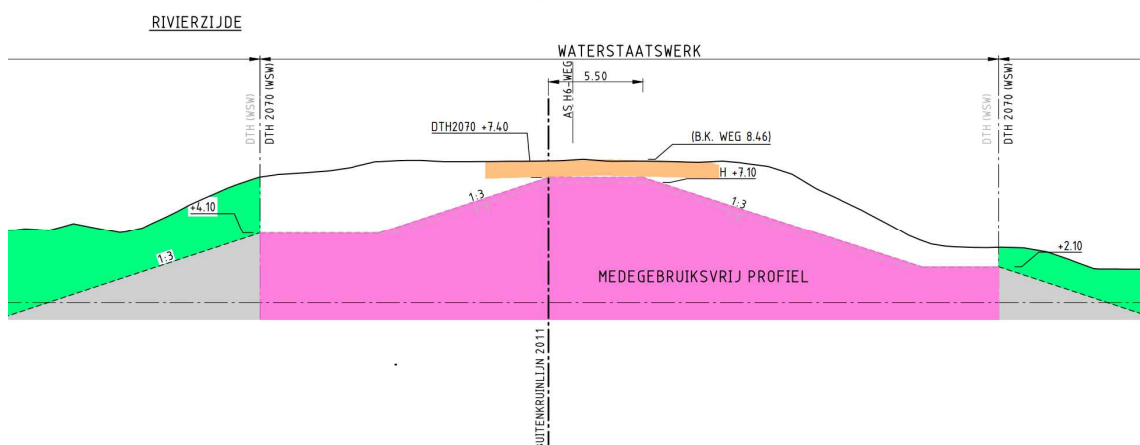
Figuur 22 Bovenaanzicht aansluiting H6-weg met Haakweg met huidig waterstaatswerk



Figuur 23 Bovenaanzicht aansluiting H6-weg met Haakweg met toekomstig waterstaatswerk over 200 jaar



Figuur 24 Doorsnede BB uit Figuur 22 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen



Figuur 25 Doorsnede AA uit Figuur 22 waarbij rekening gehouden is met verwachte dijkhoogte in 2070 n.a.v. Deltabeslissingen

3.3 Onderzochte alternatieven voor het werken in het waterstaatswerk

De beoogde locatie voor de H6-weg is sterk gerelateerd aan de onder 3.1 genoemde doelstellingen van de weg. Compleet andere tracés zijn geen reëel alternatief. Een ligging van de H6-weg ten noorden van de dijk (binnendijs) biedt geen oplossing daar de weg juist bedoeld is om het dorp te ontlasten van verkeer. Verder is ook er noordelijk geen ruimte voor inpassing van de weg ((zie de luchtfoto's in Figuur 26, Figuur 27, Figuur 28 en Figuur 29)), de bestaande bebouwing begint direct ten noorden van het waterstaatswerk van de Delflandsedijk.

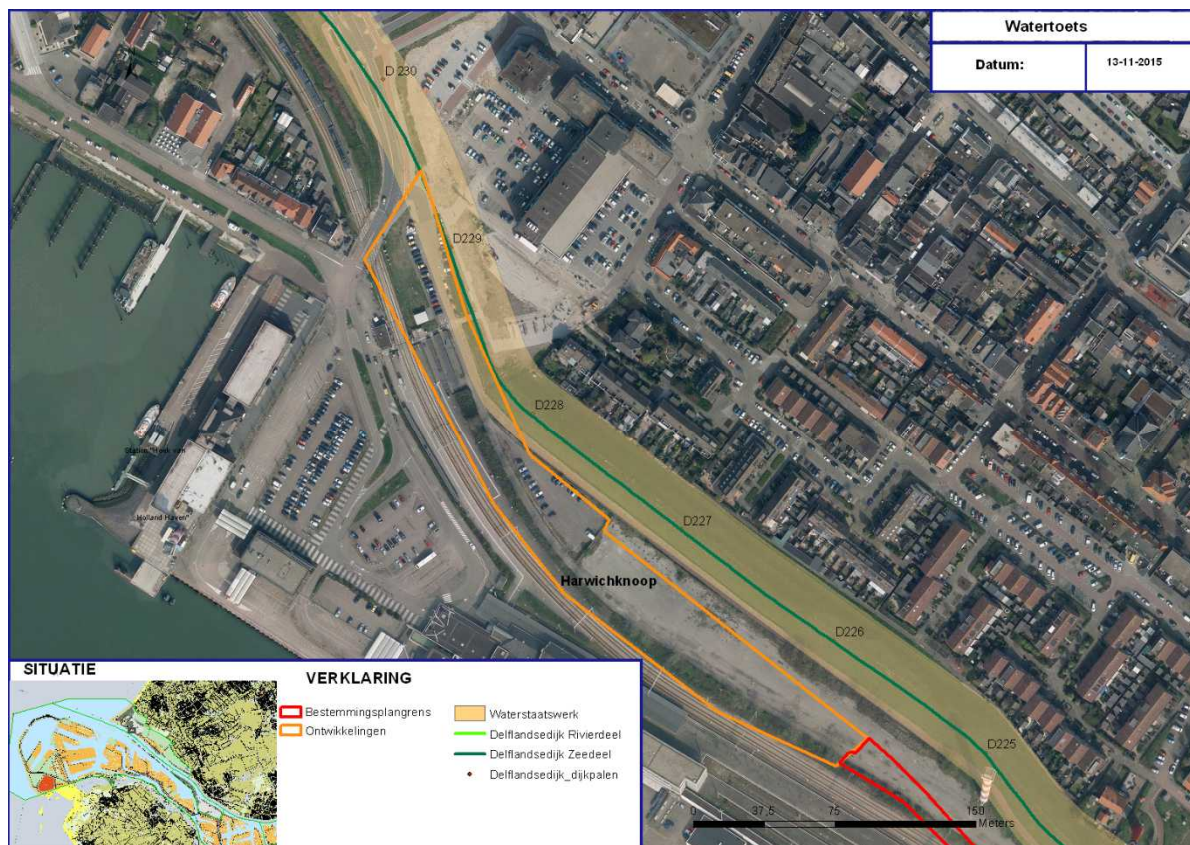
Voor een inpassing ten zuiden van de spoorlijn is geen ruimte (zie Figuur 27 en Figuur 28). Ook zou een dergelijk variant betekenen dat de spoorlijn twee maal gekruist wordt waarmee de functie van de weg als calamiteitenontsluiting sterk in geding komt. Dit is daarom geen haalbaar alternatief.

De ruimte tussen het spoor en de waterkering is beperkt. In de planstudie voor de H6-weg [Rdam 2014] zijn een drietal varianten voor de inpassing van de weg tussen spoor en dijk overwogen:

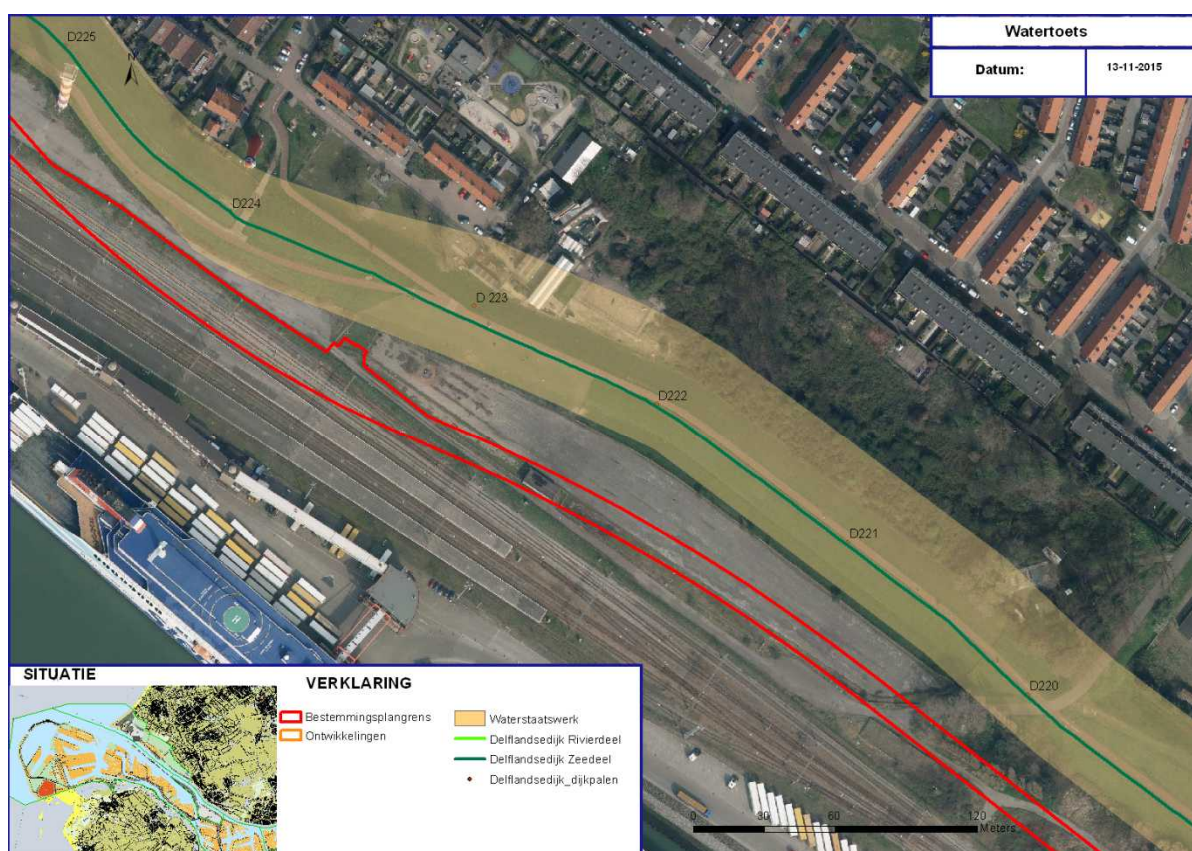
1. een krap tracé ingeklemd tussen de dijk, de bestaande in onbruik geraakte opstallen langs het spoor en het spoor zélf.

2. een middentracé ingeklemd tussen de dijk en het spoor, waarbij de in onbruik geraakte opstallen langs het spoor worden verwijderd.
3. een ruim tracé gelegen tussen dijk en spoor, waarbij de restruimte (sporen) die vrijkomt als gevolg van ombouw van de Hoekse Lijn wordt benut voor optimale landschappelijke inpassing van de weg.

Om de waterkering te ontzien is gekozen voor de derde optie, waarbij het tracé zoveel mogelijk buiten het waterstaatswerk blijft. Uit de variantenafweging blijkt dat het plaatselijk werken in het waterstaatswerk voor de realisatie van de H6-weg en die hierachter gelegen doelen onvermijdelijk is.



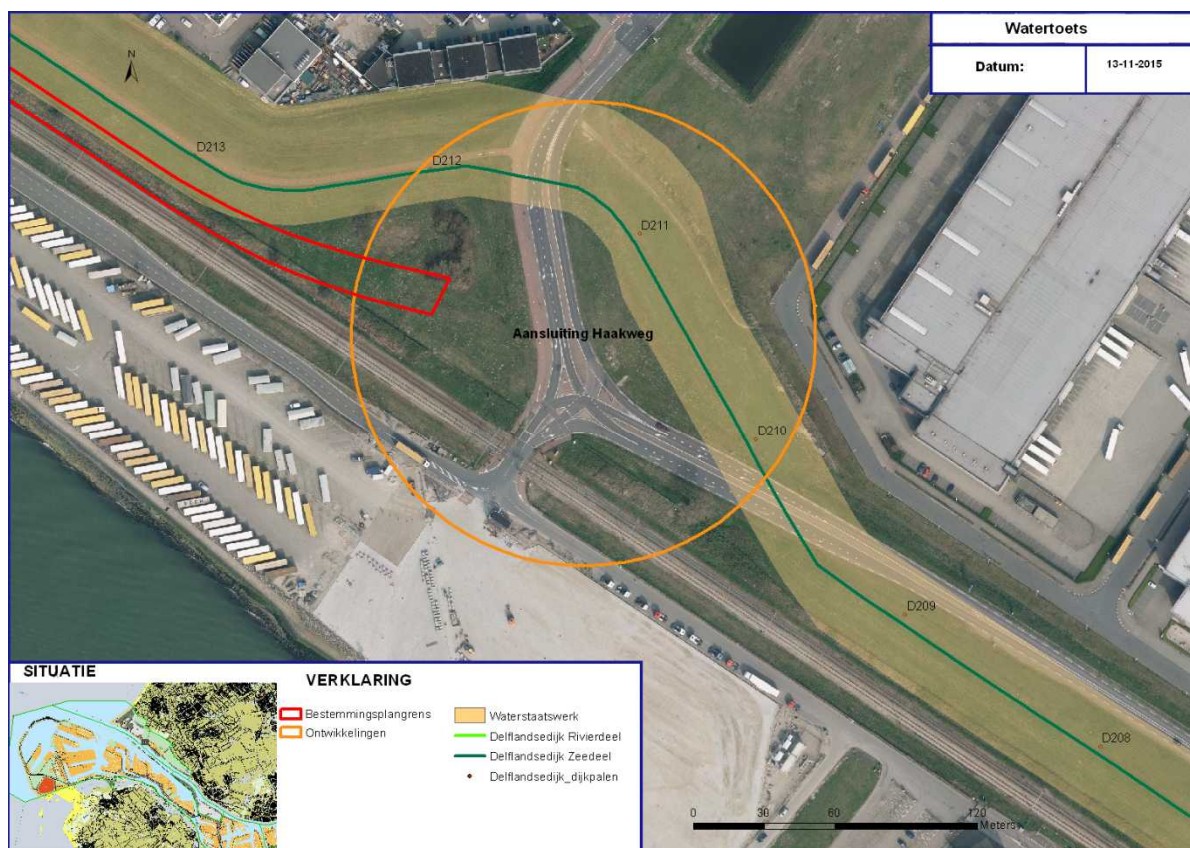
Figuur 26 Aansluiting Harwichknoop



Figuur 27 Ligging H6-weg tussen andere functies ter hoogte van dijkpalen D225 t/m 220



Figuur 28 Ligging H6-weg tussen andere functies ter hoogte van dijkpalen 217 t/m 212



Figuur 29 Locatie aansluiting H6-weg op Haakweg

3.4 Borging waterveiligheid en beheerbaarheid

Veiligheid garanderen nu en in de toekomst

De aanleg van de H6-weg mag de werking van de waterkering nu en in de toekomst niet beïnvloeden, ook mag de beheerbaarheid van de waterkering niet verslechteren.

Conflicten H6-weg en waterkering

In paragraaf 3.2 is beschreven waar de H6-weg conflicteert met de Delflandsedijk. Bij de aansluitingen van de H6 weg op het bestaande wegnnet, de Harwichknoop en de aansluiting op de Haakweg, wordt gewerkt in het huidige medegebruikvrije profiel. Bij het deel van het traject tussen deze aansluitingen wordt wel gewerkt in de zone van het waterstaatswerk, maar is de aanleghoogte van de weg zo gekozen dat niet wordt gewerkt in het huidige medegebruikvrije profiel. Verder wordt langs het gehele tracé gewerkt in het medegebruikvrije profiel (DTH200).

Maatregelen

Bij werken in het waterstaatswerk en medegebruikvrije profiel wordt vereist dat een vervangende waterkering wordt gerealiseerd. Het doel hiervan is het borgen van de waterveiligheid en beheerbaarheid van de waterkering, nu en in de toekomst. Vanwege de verwevenheid van weg en dijk is overlegd over het ontwerp van de weg met het Hoogheemraadschap van Delfland zodat geborgd is dat verwachte dijkversterkingen naar aanleiding van de deltabeslissingen mogelijk blijven.



Uitgangspunt voor het ontwerp zijn twee studies uitgevoerd door Arcadis in opdracht van de gemeente Rotterdam, waarin de gevolgen van de nieuwe normering zijn uitgewerkt volgens de momenteel beschikbare kennis en inzichten. Gedurende deze studies heeft afstemming plaatsgevonden met het Hoogheemraadschap van Delfland, het Expertise Netwerk Water (ENW) en het KennisPlatform Risicobenadering (KPR). Bij de studies is gebruik gemaakt van het Ontwerp Instrumentarium 2014 [RWS 2015].

De eerste studie betrof een onderzoek naar de verwachte dijktafelhoogtes in 2070 [ARC 2016a]. De berekende dijktafelhoogtes zijn uitgangspunt voor het ontwerp van de H6-weg. Het HHD heeft in het ontwerpatelier van 3 mei 2016 hiermee ingestemd. De weg wordt aangelegd boven de berekende DTH2070.

De sterkte van de dijk wordt niet alleen bepaald door voldoende hoogte. Daarom is door de gemeente opdracht gegeven aan Arcadis voor een aanvullende studie waarin met een worst-case benadering de overige faalmechanismen onderzocht zijn [ARC 2016b]. Uit deze studie is gebleken dat het profiel bij dijkpaal D216 (doorsnede CC, Figuur 19), uitgaande van de nieuwe normen gebaseerd op de deltabeslissingen, onvoldoende scoort op stabiliteit en bekleding. Deze studie betreft een worstcase benadering. In de detaillering van het ontwerp zal dit nader worden uitgezocht zodat ook hier voldaan zal kunnen worden aan de toekomstige normen. De overige profielen scoorden voldoende op de onderzochte faalmechanismen.

De gemeente gaat ervan uit dat de huidige dijkprofielen voldoen aan de legger. Ter verificatie is een onderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van de kleilaag [Rdam, 2016] zodat hier in het ontwerp rekening mee gehouden kan worden.

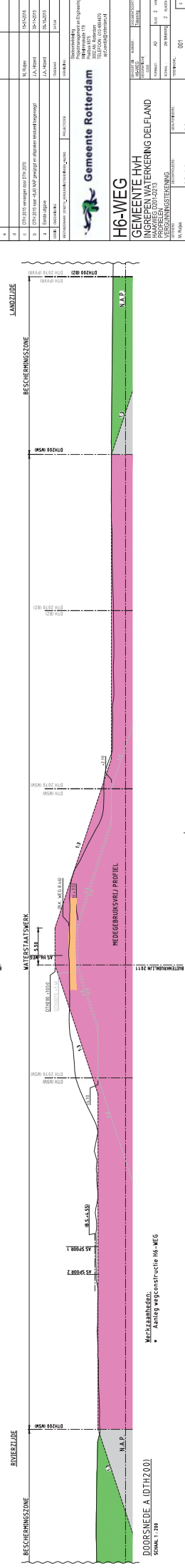
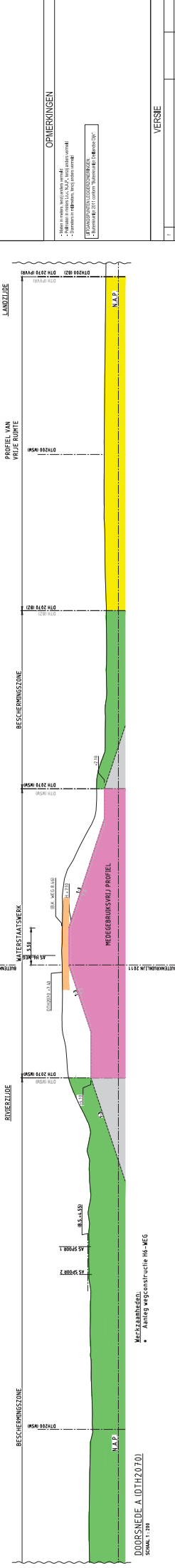
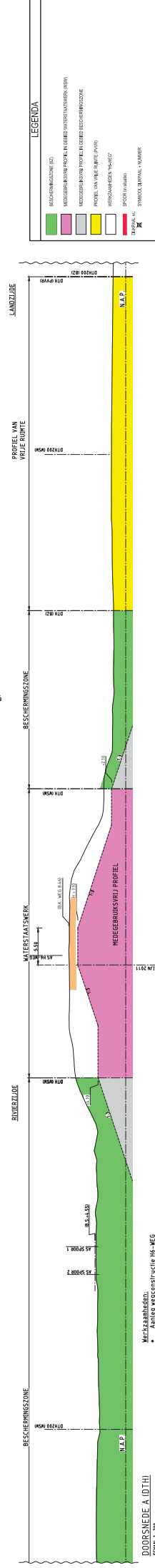
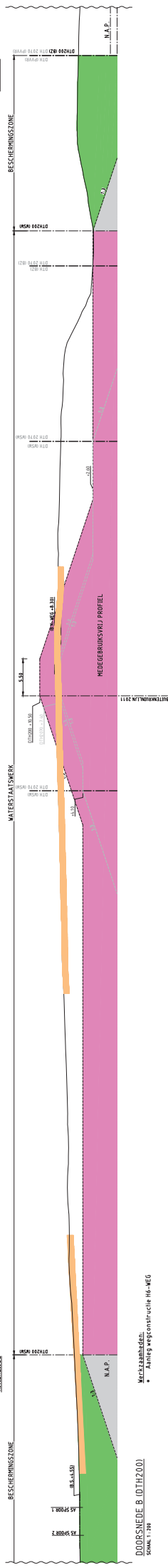
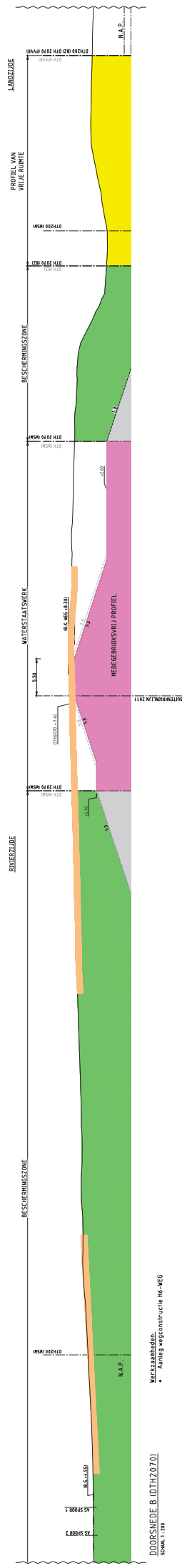
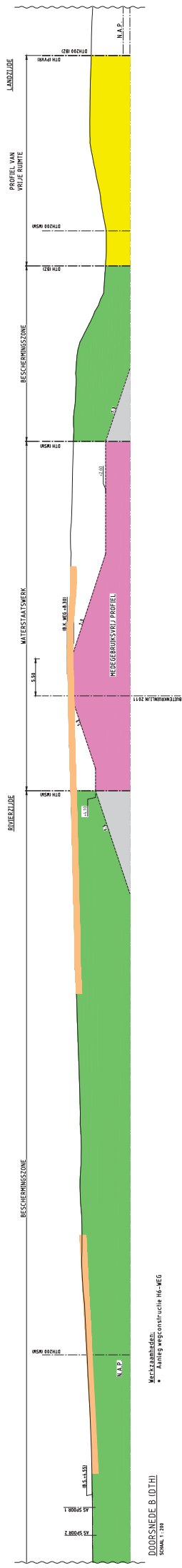
Na 2070 kan worden aangenomen dat de weg aan het einde van zijn verwachte levensduur is, en niet maatgevend is voor de wijze van dijkversterkingen in de toekomst.

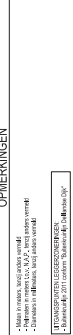
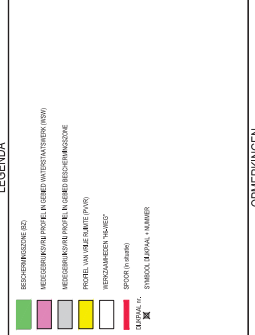
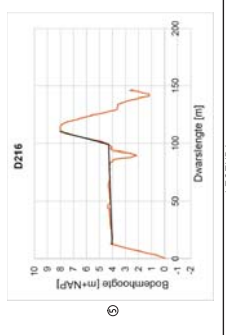
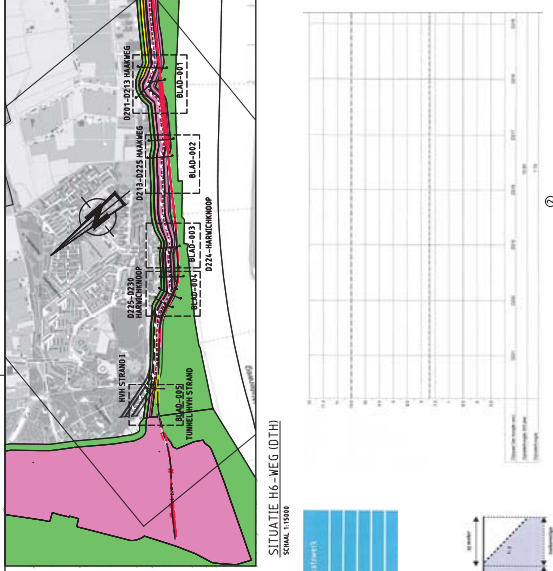
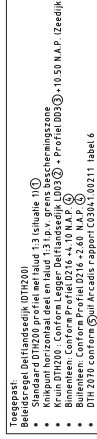
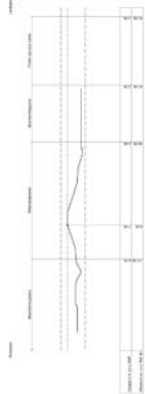
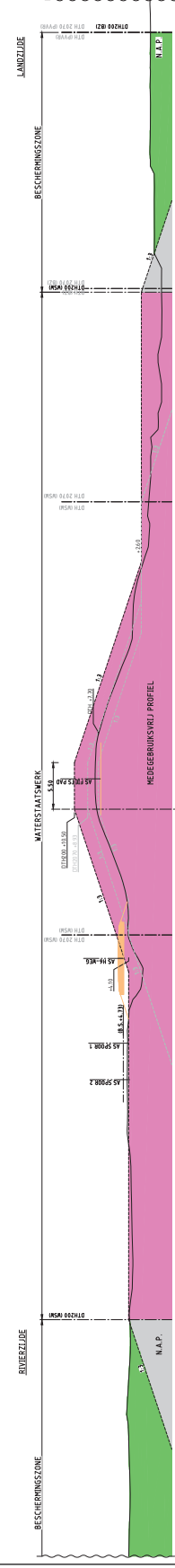
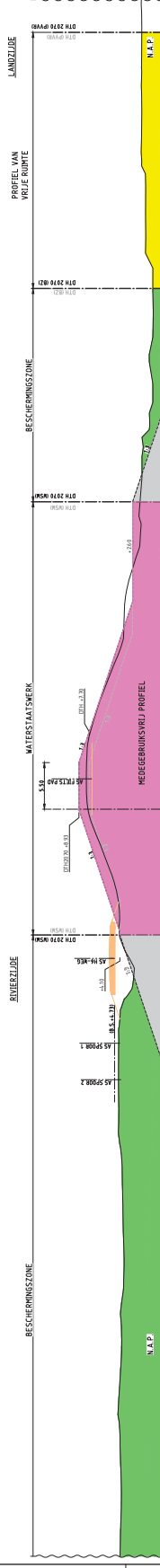
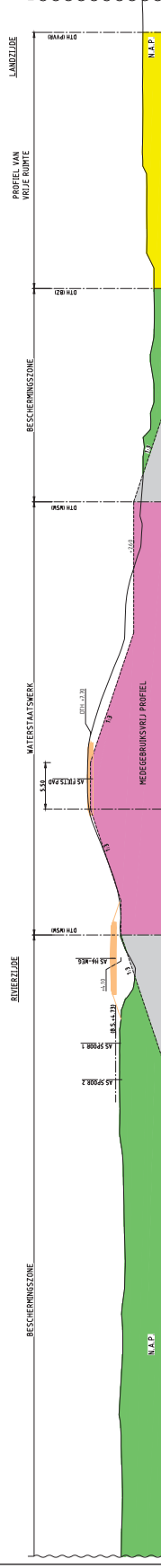
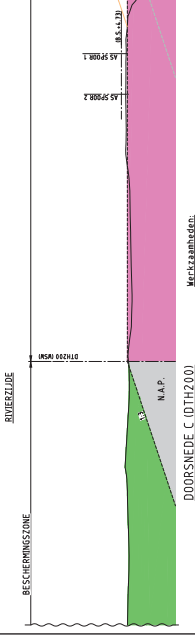
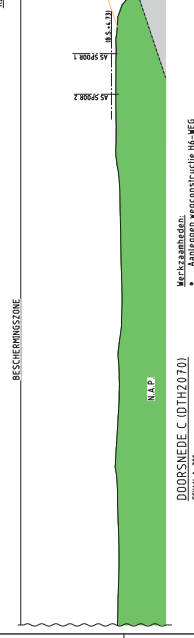
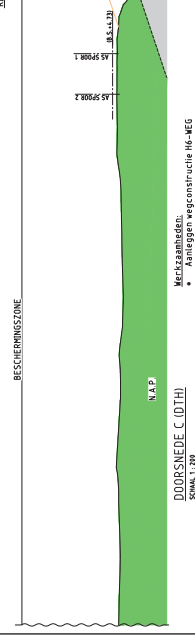
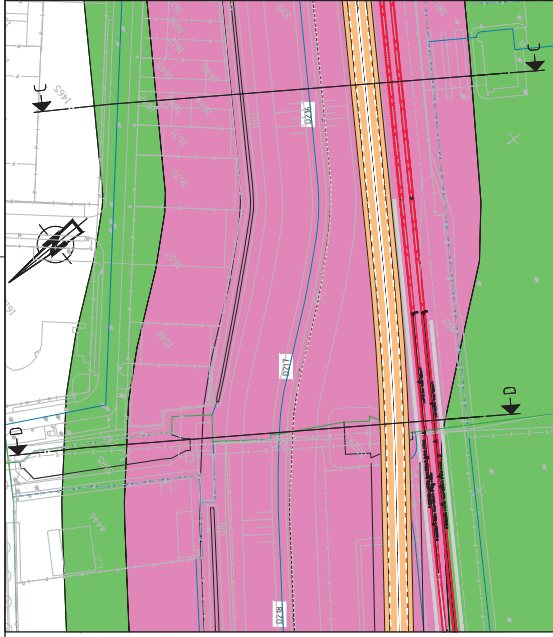
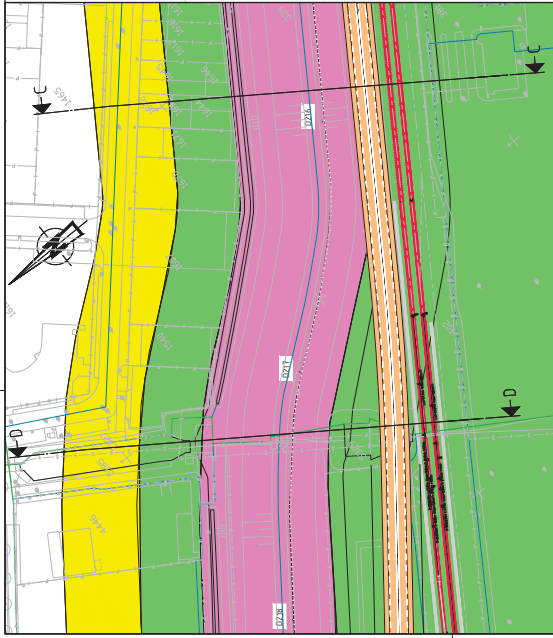
4 Referenties

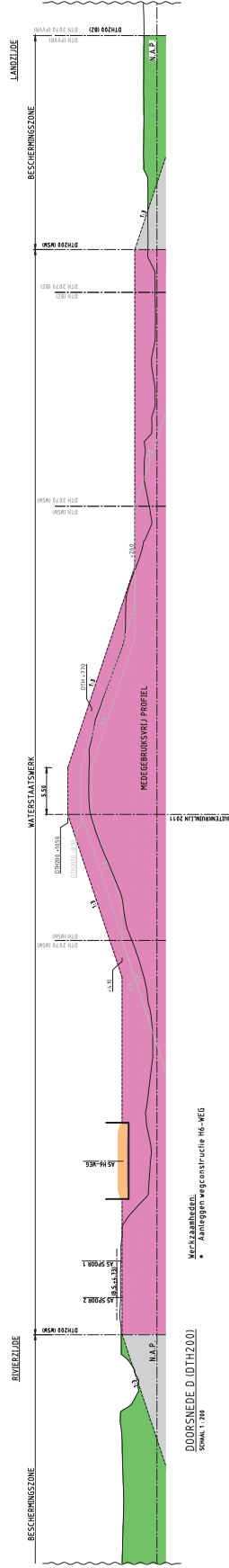
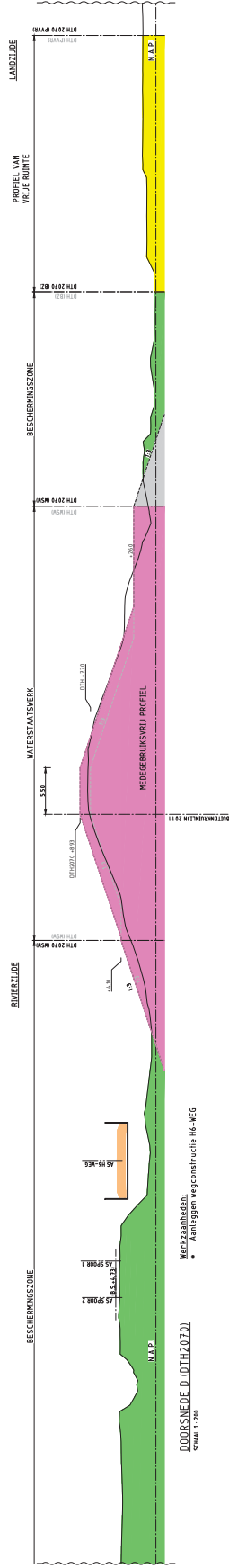
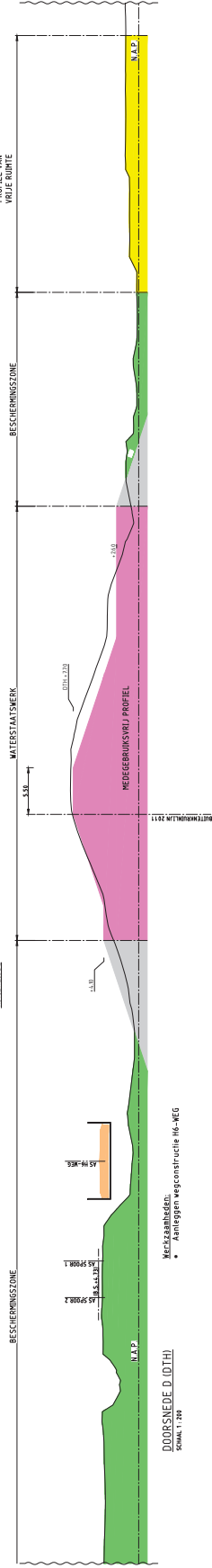
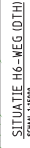
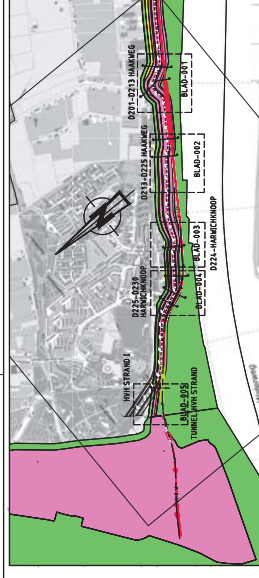
- ARC 2016a *Impactanalyse Hoekse Lijn-Hoogte*, Arcadis in opdracht van Gemeente Rotterdam, 25 mei 2016
- ARC 2016a *Impactanalyse Hoekse Lijn-Geotechniek & Bekleding*, Arcadis in opdracht van Gemeente Rotterdam, 25 mei 2016
- HHD 2010 *Delflands Algemeen Waterkeringenbeleid, Veilig nu en in de toekomst, samen met de omgeving*. Hoogheemraadschap van Delfland, 2010.
- HHD 2009 *Aanleghoogte Harwichweg ter plaatse van Delflandsedijk*, Memo Hoogheemraadschap van Delfland, april 2009.
- HHD 2011 *Beleidsregel Medegebruik Delflandsedijk*, Hoogheemraadschap van Delfland, januari 2011.
- HHD 2015 *Waterbeheerplan 2016-2021*, Hoogheemraadschap van Delfland, september 2015.
- HHD 2014a *Legger Delflandsedijk*, Hoogheemraadschap van Delfland, juni 2014.
- PZH 2010 *Provinciale Verordening Ruimte*, Provincie Zuid Holland, 2010.
- Rdam 2003 *Verkeers- en vervoersplan Rotterdam 2003-2020*, Gemeente Rotterdam, november 2003.
- Rdam 2014 *Planstudie H6 weg*, Gemeente Rotterdam, 27 februari 2014.
- Rdam 2016 *H6-weg Klei-onderzoek*, Gemeente Rotterdam, 7 juli 2016.
- RWS 2015 *Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansen-normen*, Rijkswaterstaat, versie 3, juli 2015.
- SRR 2011 *Regionale uitvoeringsagenda Verkeer en Vervoer 2011-2015*, stadsregio Rotterdam, december 2011.



Bijlage A Technische tekeningen

[illegible]

[illegible]



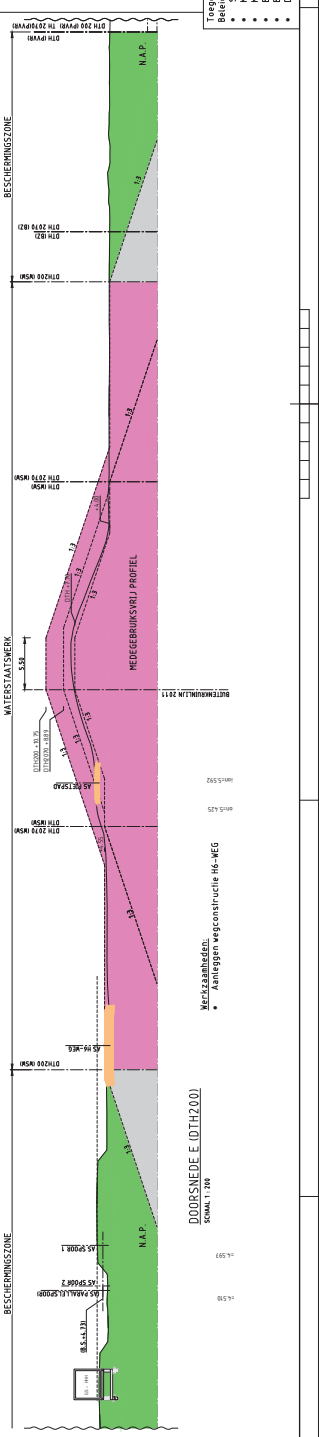
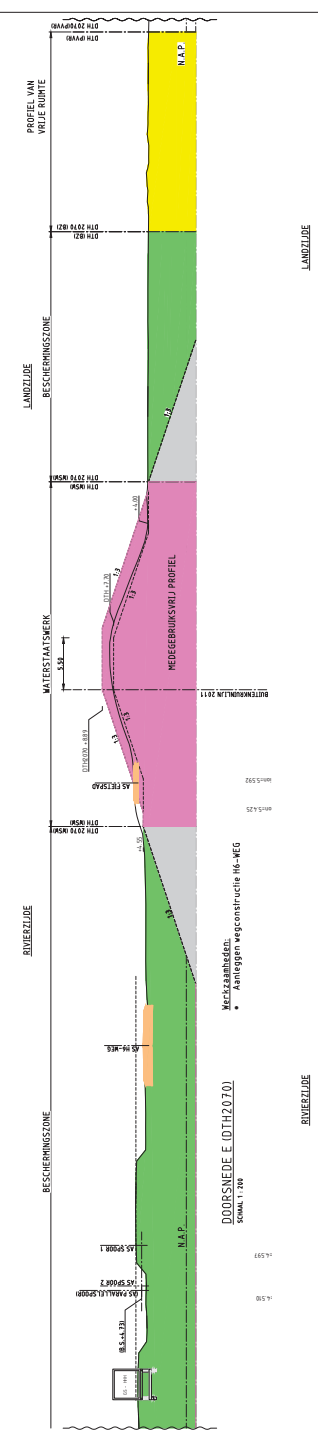
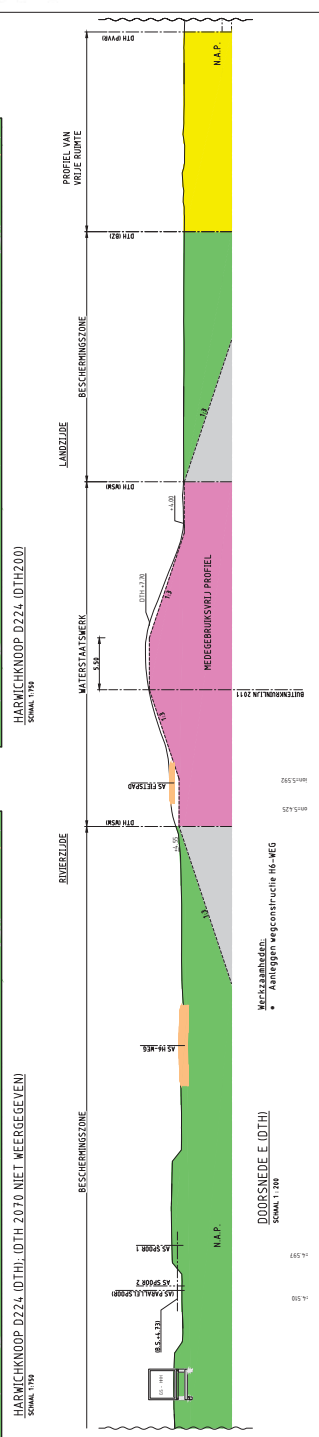
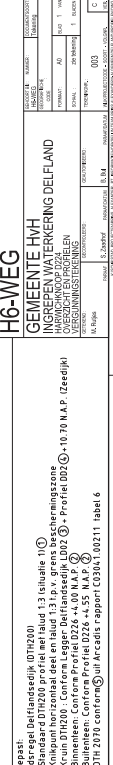
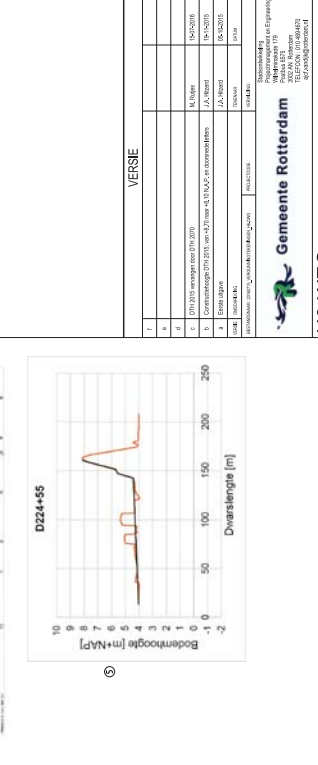
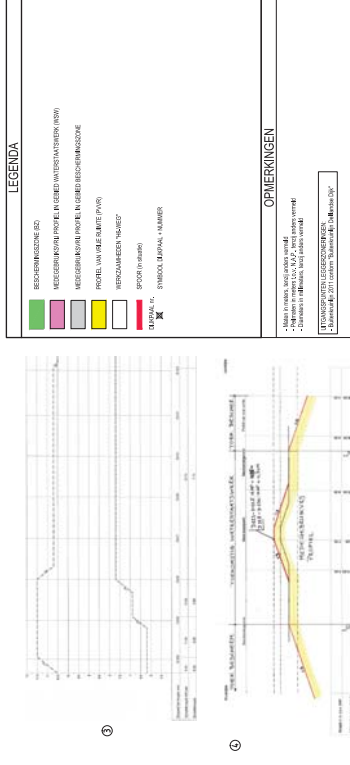
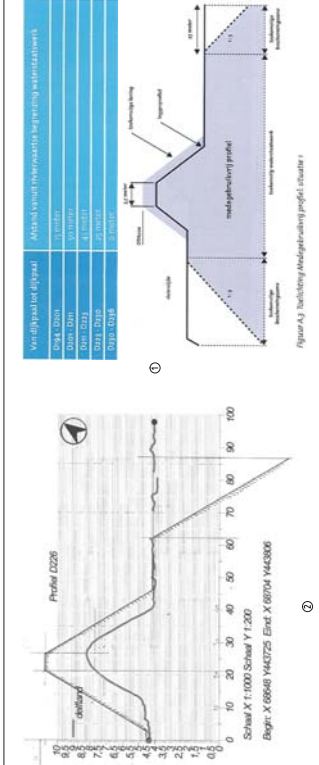
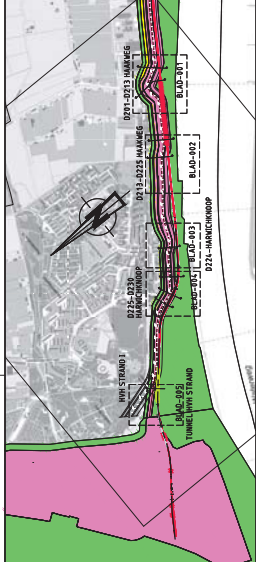
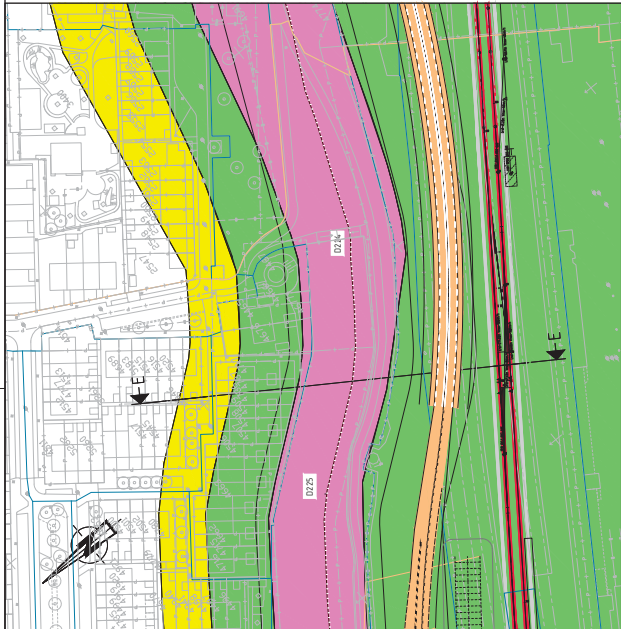
VERSIE			
i	j		
a	1	De DTS overzichten zijn DTS 2010	14-02-2011
d	2	De DTS zijn op 31-12-2010 per directie (na verspreiding)	15-02-2011
c	3	Aanpak van de DTS	19-02-2011
e	4	Aanpak van de DTS	21-02-2011
b	5	De DTS zijn op 31-12-2010 per directie (na verspreiding)	21-02-2011
f	6	Aanpak van de DTS	21-02-2011
g	7	Aanpak van de DTS	21-02-2011
h	8	Aanpak van de DTS	21-02-2011
i	9	Aanpak van de DTS	21-02-2011
j	10	Aanpak van de DTS	21-02-2011
k	11	Aanpak van de DTS	21-02-2011
l	12	Aanpak van de DTS	21-02-2011
m	13	Aanpak van de DTS	21-02-2011
n	14	Aanpak van de DTS	21-02-2011
o	15	Aanpak van de DTS	21-02-2011
p	16	Aanpak van de DTS	21-02-2011
q	17	Aanpak van de DTS	21-02-2011
r	18	Aanpak van de DTS	21-02-2011
s	19	Aanpak van de DTS	21-02-2011
t	20	Aanpak van de DTS	21-02-2011
u	21	Aanpak van de DTS	21-02-2011
v	22	Aanpak van de DTS	21-02-2011
w	23	Aanpak van de DTS	21-02-2011
x	24	Aanpak van de DTS	21-02-2011
y	25	Aanpak van de DTS	21-02-2011
z	26	Aanpak van de DTS	21-02-2011
aa	27	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ab	28	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ac	29	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ad	30	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ae	31	Aanpak van de DTS	21-02-2011
af	32	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ag	33	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ah	34	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ai	35	Aanpak van de DTS	21-02-2011
aj	36	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ak	37	Aanpak van de DTS	21-02-2011
al	38	Aanpak van de DTS	21-02-2011
am	39	Aanpak van de DTS	21-02-2011
an	40	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ao	41	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ap	42	Aanpak van de DTS	21-02-2011
aq	43	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ar	44	Aanpak van de DTS	21-02-2011
as	45	Aanpak van de DTS	21-02-2011
at	46	Aanpak van de DTS	21-02-2011
au	47	Aanpak van de DTS	21-02-2011
av	48	Aanpak van de DTS	21-02-2011
aw	49	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ax	50	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ay	51	Aanpak van de DTS	21-02-2011
az	52	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ba	53	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bb	54	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bc	55	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bd	56	Aanpak van de DTS	21-02-2011
be	57	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bf	58	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bg	59	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bh	60	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bi	61	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bj	62	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bk	63	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bl	64	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bm	65	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bn	66	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bo	67	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bp	68	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bq	69	Aanpak van de DTS	21-02-2011
br	70	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bs	71	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bt	72	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bu	73	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bv	74	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bw	75	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bx	76	Aanpak van de DTS	21-02-2011
by	77	Aanpak van de DTS	21-02-2011
bz	78	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ca	79	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cb	80	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cc	81	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cd	82	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ce	83	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cf	84	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cg	85	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ch	86	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ci	87	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cj	88	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ck	89	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cl	90	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cm	91	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cn	92	Aanpak van de DTS	21-02-2011
co	93	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cp	94	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cq	95	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cr	96	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cs	97	Aanpak van de DTS	21-02-2011
ct	98	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cu	99	Aanpak van de DTS	21-02-2011
cv	100	Aanpak van de DTS	21-02-2011

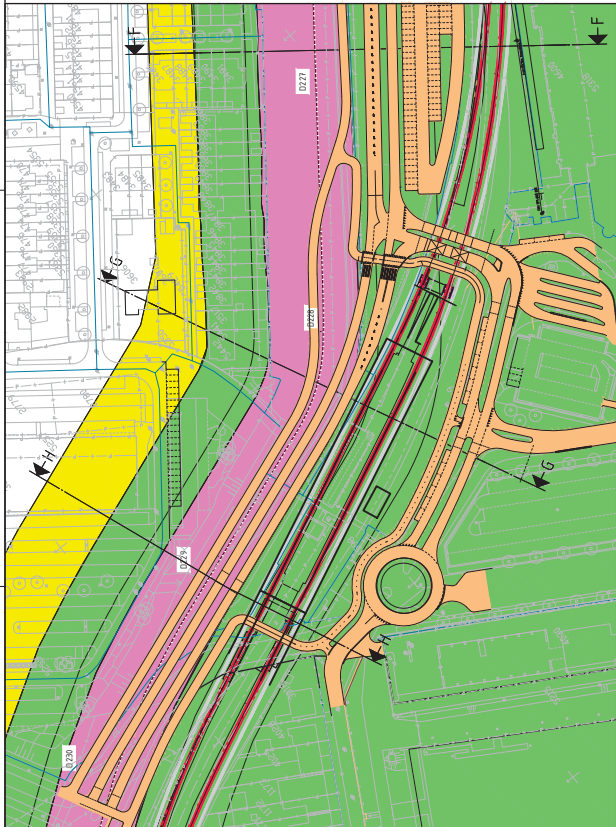
Gemeente Rotterdam



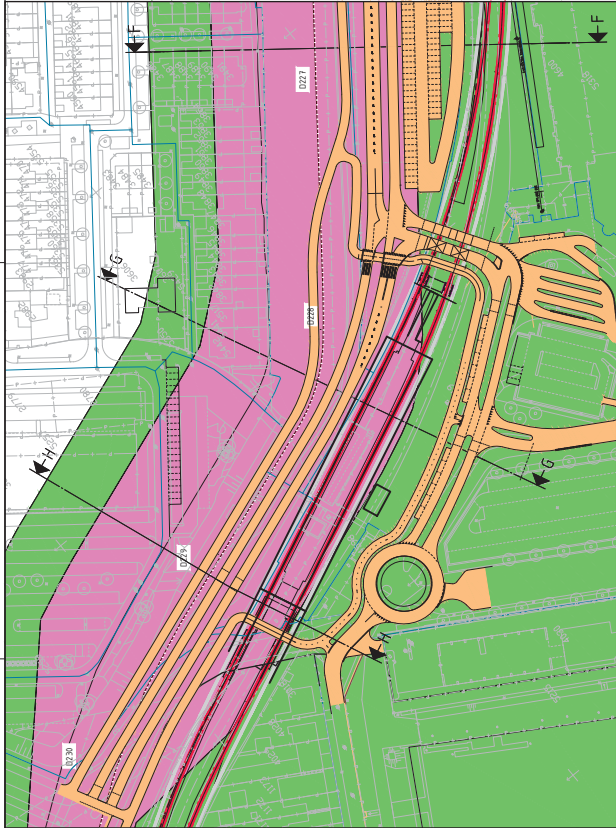
Stationsplein 1
Postbus 175
3000 AA Rotterdam
TELEFOON: 010-489440
afdeling@rotterdam.nl

[illegible]

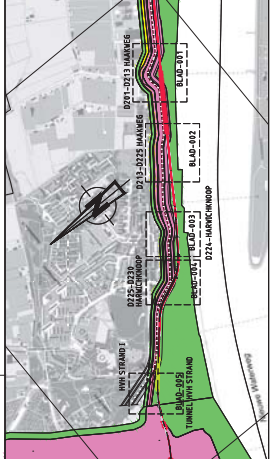




DOORSNEDEN F. (DTH) (DTH 2070 NIET WEERGEVEN)

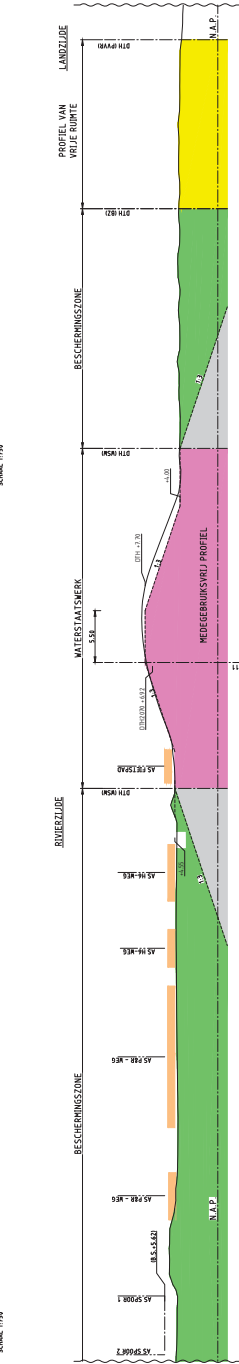


HARMICHKNOOP DZ25-DZ30 (DTH200)



SITUATIE H6-WEG (DTH)

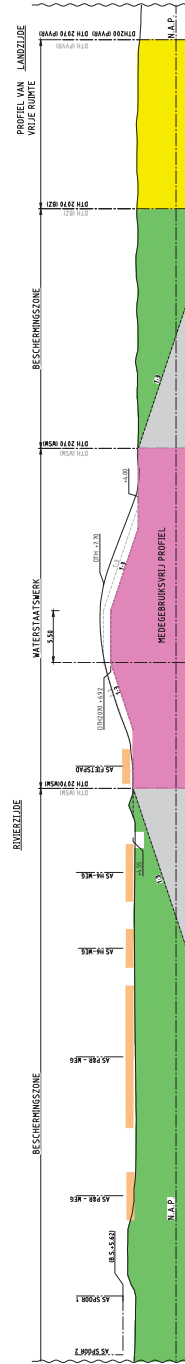
SCALA 1:500



DOORSNEDEN F. (DTH)

SCALA 1:500

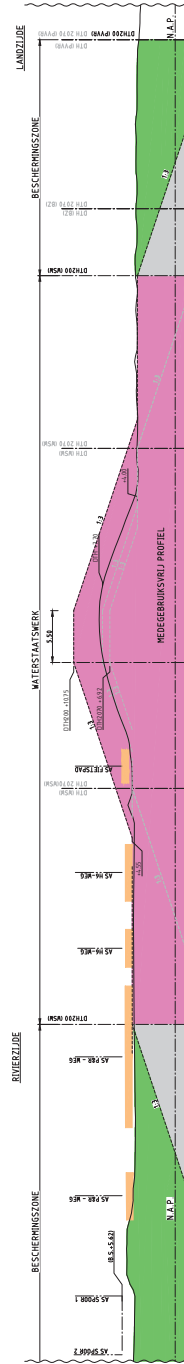
Meetsamenstelling:
• Aanleggen wegconstructie H6-WEG



DOORSNEDEN F. (DTH2070)

SCALA 1:500

Meetsamenstelling:
• Aanleggen wegconstructie H6-WEG

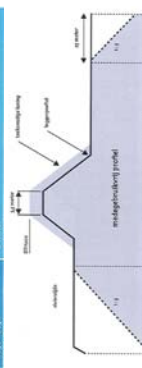


DOORSNEDEN F. (DTH2070)

SCALA 1:500

Meetsamenstelling:
• Aanleggen wegconstructie H6-WEG

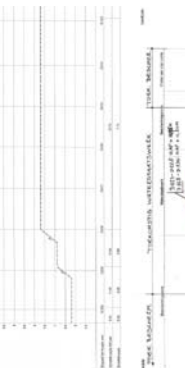
Verrijptijd per rijbaan				
Dag, Don	10.000	10.000	10.000	10.000
Don, Don	10.000	10.000	10.000	10.000
Don, Don	10.000	10.000	10.000	10.000
Dag, Don	10.000	10.000	10.000	10.000



DOORSNEDEN F. (DTH)

SCALA 1:500

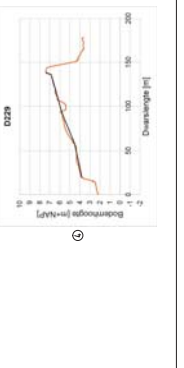
Meetsamenstelling:
• Aanleggen wegconstructie H6-WEG



DOORSNEDEN F. (DTH2070)

SCALA 1:500

Meetsamenstelling:
• Aanleggen wegconstructie H6-WEG



DOORSNEDEN F. (DTH2070)

SCALA 1:500

Meetsamenstelling:
• Aanleggen wegconstructie H6-WEG

LEGENDA	
BEHOUDINGSZONE	BEHOUDINGSZONE
MEDEGEbruiksruimte in gebied waterstaatsdienst	MEDEGEbruiksruimte in gebied waterstaatsdienst
MEDEGEbruiksruimte in gebied waterstaatsdienst	MEDEGEbruiksruimte in gebied waterstaatsdienst
PROFIEL VAN H6-WEG (DTH)	PROFIEL VAN H6-WEG (DTH)
WEGZAAMENSTELLING	WEGZAAMENSTELLING
SPOR (in auto)	SPOR (in auto)
SPOR (in auto)	SPOR (in auto)
SPOR (in auto)	SPOR (in auto)
SPOR (in auto)	SPOR (in auto)

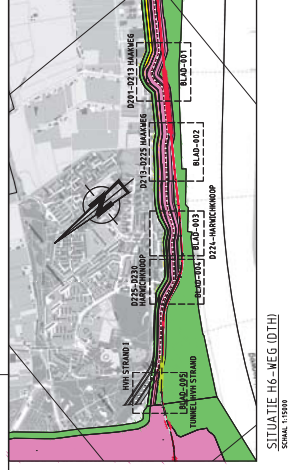
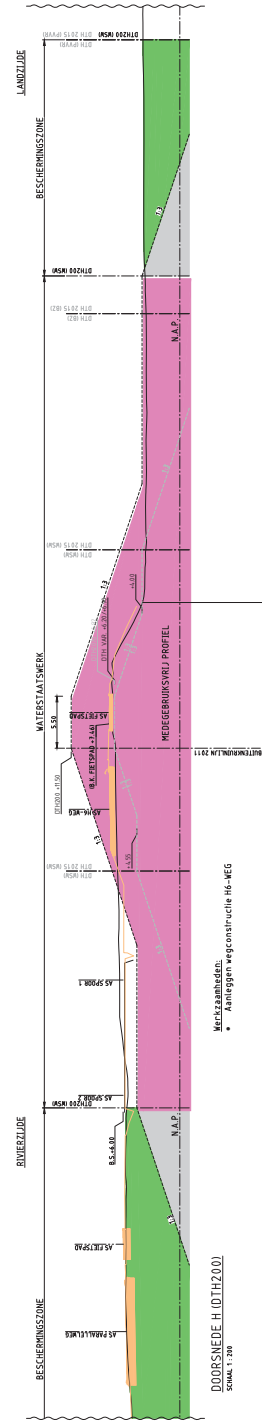
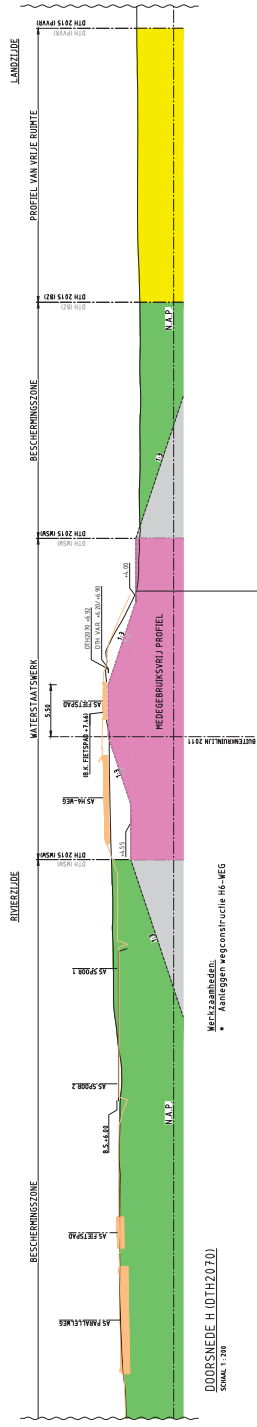
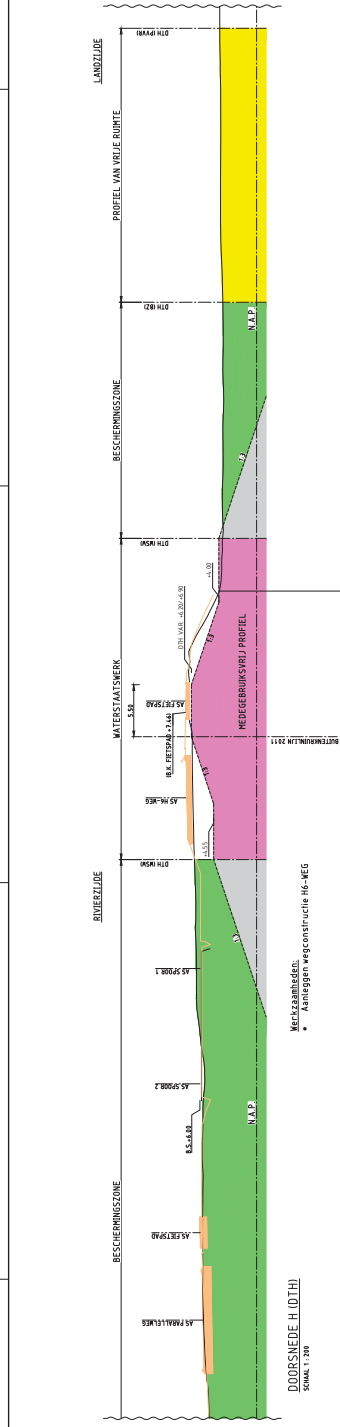
OPMERKINGEN	
1. Het gebied is niet beschermd.	1. Het gebied is niet beschermd.
2. Het gebied is niet beschermd.	2. Het gebied is niet beschermd.
3. Het gebied is niet beschermd.	3. Het gebied is niet beschermd.
4. Het gebied is niet beschermd.	4. Het gebied is niet beschermd.
5. Het gebied is niet beschermd.	5. Het gebied is niet beschermd.
6. Het gebied is niet beschermd.	6. Het gebied is niet beschermd.
7. Het gebied is niet beschermd.	7. Het gebied is niet beschermd.
8. Het gebied is niet beschermd.	8. Het gebied is niet beschermd.
9. Het gebied is niet beschermd.	9. Het gebied is niet beschermd.
10. Het gebied is niet beschermd.	10. Het gebied is niet beschermd.

VERSIE	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Gemeente Rotterdam	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

H6-WEG	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Bijlage 1: Definitieve DTH200	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10



LEGENDE

-  BESCHERMINGSZONE (BZ)
-  MEGEBERBESCHERMINGSZONE (MBZ)
-  MEGEBERBESCHERMINGSZONE
-  PROFIEL VAN DE RIJLTJE (PRJ)
-  VERBODENDE WEGWIJZER
-  SPOOR IN WAARDEN
-  CENTRALE WEGWIJZER
-  FRIJWILLIG, BEPAALD, + HANDELEN

OPMERKINGEN

- Maakt in meters, tientj anders vorms!
- Polyaen in meters L.O.P. N.A.P. herij anders vorms!
- Clarendon in meters, herij anders vorms!

UITWASPUNTEN LEGGERZONNEN
• Sinds 2011 conform "Buitenzorg in Delflandse Oik"

VERSIE	
1	
2	
3	De 2015- versie van de 274, 275.
4	De 2015- versie van de 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.
5	De 2015- versie van de 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 32



H6-WEG

GEMEENTE Hvh
INGREPEN WATERKERING DEELAND

[illegible]



Bijlage B Ontwerpstudies Arcadis

Impactanalyse Hoekse Lijn-Hoogte, Arcadis in opdracht van Gemeente Rotterdam, 25 mei 2016

Impactanalyse Hoekse Lijn-Geotechniek & Bekleding, Arcadis in opdracht van Gemeente Rotterdam, 25 mei 2016



Bijlage B Ontwerpstudies Arcadis

Impactanalyse Hoekse Lijn-Hoogte, Arcadis in opdracht van Gemeente Rotterdam, 25 mei 2016

Impactanalyse Hoekse Lijn-Geotechniek & Bekleding, Arcadis in opdracht van Gemeente Rotterdam, 25 mei 2016

IMPACTANALYSE HOEKSE LIJN - HOOGTE

gemeente Rotterdam

5 MEI 2016

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03041.002111
Onze referentie: 078934259 B

Contactpersonen



MICHIEL VAN REEN
Senior Projectleider

T 088-4261440

M 06-50736328

E michiel.vanreen@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

Inhoudsopgave

1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Nieuwe normering	7
1.3 Doelstelling	8
1.4 Overzicht gehanteerde werkwijze	8
2 GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Gebiedsafbakening	9
2.3 Uitgangspunten	10
2.3.1 Normering	10
2.3.2 Zichtjaren	12
2.3.3 Klimaatscenario	13
2.3.4 Overslagdebiet	13
2.3.5 Toeslagen	13
2.3.6 Maeslantkering	15
2.3.7 Gebiedschematisatie	15
2.3.8 Rekenmodellen	15
2.3.9 Databases	15
2.3.10 Profielen	15
2.4 Samenvatting uitgangspunten	16
3 BEREKENING KRUINHOOGTE	17
3.1 Geanalyseerde locaties	17
3.2 Benodigde kruinhoogte	19
3.3 Aanvullende kruinhoogte bij andere normwaarde	20
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	22
4.1 Conclusies	22
4.2 Aanbevelingen	24
LITERATUURLIJST	25

BIJLAGE 1: PROFIELEN	26
BIJLAGE 2: VNK2	36
BIJLAGE 3: LRT+	38
BIJLAGE 4: AANVULLENDE REKENRESULTATEN	39
BIJLAGE 5: EERDER UITGEVOERDE BEREKENINGEN EN ANALYSES	42
5 BEREKENING KRUINHOOGTE	43
5.1 Geanalyseerde locaties	43
5.2 Benodigde kruinhoogte	44
5.2.1 Aanvullende kruinhoogte zichtjaar 2070	45
5.3 Gevoeligheidsanalyses	46
5.3.1 Overslagdebiet	46
5.3.2 Zichtjaren	49
5.4 Profielen en profiellocaties	50
BIJLAGE 6: HELPDESKVRAAG	57

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Door de al bestaande verwevenheid van de Hoekse Lijn en waterkering is het onvermijdelijk dat een deel van de werkzaamheden, die nodig zijn voor de ombouw naar een metrolijn en voor de verlenging naar het strand, plaatsvinden binnen het waterstaatswerk. De eisen waaraan een primaire waterkering moet voldoen zijn vastgelegd in de Waterwet en diverse leidraden en technische rapporten.

Daar waar de Hoekse lijn binnen de legger van het hoogheemraadschap komt of binnen korte afstand hiervan komt te liggen, dient te worden aangetoond dat deze ingreep geen nadelige effecten heeft op de veiligheid en het beheer van de waterkering en dat deze ook toekomstige versterkingen niet in de weg zullen staan. In de door de opdrachtgever opgestelde 'Notitie zwaarwegend belang Hoekse Lijn' is hier reeds een invulling aan gegeven.

1.2 Nieuwe normering

De vigerende Waterwet hanteert een norm per dijkkringgebied. Deze norm is gebaseerd op een overschrijdingskans van de waterstand die eens in de zoveel jaar voorkomt. De huidige vigerende norm voor dijkkringgebied 14 is 1/10.000 per jaar. Deze norm is afgeleid van een analyse door de (eerste) Deltacommissie na de Watersnoodramp in 1953 en in de wet vastgelegd in 1996.

In het Deltaprogramma 2015, Werk aan de Delta, is een nieuwe normering voorgesteld. In het rapport 'Tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan' [ref 9] is de voorgestelde nieuwe normering eveneens opgenomen. Momenteel is vervangen door het Nationaal Waterplan 2016-2021 [ref 10] (waar de voorgestelde normering overigens niet meer is opgenomen). De nieuwe normering is gebaseerd op trajecten in plaats van dijkkringgebieden en op een overstromingskans van de primaire kering van een traject in plaats van een overschrijdingskans van een waterstand. Een dijkkringgebied kan uit meerdere trajecten bestaan met verschillende overstromingskansnormen. De verschillen in overstromingskansnormen hebben vooral te maken met de mogelijke schade bij een overstroming en de kans op slachtoffers als gevolg van de overstroming. De nieuwe overstromingskansnormen berusten op:

- Een maximaal lokaal individueel risico van 10^{-5} per jaar (basisveiligheid 1:100.000 per jaar);
- De uitkomsten van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) op landelijk niveau;
- Bijstellingen zwaarste van bovenstaande norm op basis van de kansen op grote aantallen slachtoffers, de bescherming van vitale infrastructuur en bestuurlijke wensen.

In het huidige Deltaprogramma zijn ook al diverse Deltabeslissingen genomen die van invloed zijn op de toekomstige eisen aan de waterkering. Deze eisen zijn in concept bekend, maar nog niet verankerd in de Waterwet. De planning is dat de nieuwe normen vanaf 2017 zijn vastgesteld en opgenomen in de Waterwet. De concept normen zijn echter al wel in de recent (4 juni 2015) afgeronde consultatieronde van de Waterwet opgenomen. Tevens is in het OI2014 (Ontwerp Instrumentarium 2014, laatst beschikbare versie 3 van 17 juli 2015) de uitgangspunten en werkwijze zodanig opgenomen dat deze zo goed mogelijk aansluiten bij het zogenaamde WTI2017 (Wettelijk Toets Instrumentarium 2017), waarmee in 2023 de toetsing van de waterkeringen moet zijn uitgevoerd. Sinds 1 januari 2016 is de naam WTI2017 veranderd in het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium 2017 (WBI2017). Vervolgens is sinds 23 maart 2016 een voorstel voor de Waterwet ingediend in de Tweede Kamer [ref 11].

Met het huidige OI2014 kan dus met behulp van een consequentie analyse de impact van de nieuwe normen (overstromingskans van de waterkering in plaats van overschrijdingskans van de waterstand) inzichtelijk worden gemaakt.

1.3 Doelstelling

De doelstelling van deze studie betreft het bepalen van de benodigde kruinhoogte van de waterkeringen die samenvallen met het traject van de Hoekse Lijn. (de dijkdimensies op basis van de geotechnische faalmechanisme zoals macrostabiliteit binnenwaarts en het faalmechanisme opbarsten en piping zijn in een aanvullende studie bepaald, evenals de benodigde bekleding)

Op basis van dit resultaat kan worden bepaald of deze past binnen het huidige ontwerp/ruimtereservering en wat dit betekent voor het ontwerp van de Hoekse Lijn.

1.4 Overzicht gehanteerde werkwijze

De bepaling van de benodigde kruinhoogte is in een aantal stappen doorlopen, namelijk:

- opstellen uitgangspunten memo;
- bespreken met Hoogheemraadschap Delfland (HHD), KennisPlatform Risicobenadering (KPR) en gemeente Rotterdam;
- vaststellen uitgangspunten door HHD en gemeente Rotterdam, na tussentijds antwoord KPR op aanvullende 'workarounds';
- bepalen benodigde kruinhoogte en
- rapporteren van resultaten en consequenties.

In eerste instantie zijn de kruinhoogte bepaald voor de zichtjaren 2015, 2050 en 2100. Gedurende deze studie is het definitieve zichtjaar bepaald op 2070 met een overslagdebiet van 1 l/s/m. De eerder berekende zichtjaren (2015, 2050 en 2100) en de gevoeligheidsanalyses zijn als naslag nog wel in dit rapport opgenomen.

2 GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

2.1 Inleiding

Momenteel wordt gewerkt aan het wettelijk beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017), waarmee vanaf 2017 kan worden bepaald of een dijk voldoet aan de normen. Voor de overgangperiode kan gebruik worden gemaakt van het OI2014, het ontwerp instrumentarium 2014, versie 3. Deze versie is ook gebruikt voor deze studie.

Voor het vaststellen van de hydraulische belasting is onderscheid te maken tussen de hydraulische belasting: conform toetsing en conform ontwerp.

De laatste toetsing die is uitgevoerd betreft de derde toetsronde. In de toetsronde wordt de kering getoetst aan de gestelde eisen op de peildatum en is het resultaat dat de waterkering voldoet of niet voldoet aan de veiligheidseis.

Bij het ontwerp wordt de (gewenste en/of verwachte) levensduur meegenomen, inclusief de onzekerheden in belasting en sterkte, maar ook de onzekerheden die voortkomen uit het gebruik van diverse (achterliggende) modellen.

Naast het verschil in toetsing en ontwerp moet er momenteel ook nog onderscheid gemaakt worden in de vigerende norm (conform Waterwet [ref 5]) en de toekomstige norm (conform Deltaprogramma [ref 3] en wetsvoorstel [ref 11]). Het belangrijkste verschil is dat het twee verschillende type normen betreft en dat deze een verschillende normhoogte (getallen) hebben. De vigerende normen gaan uit van een overschrijdingskans van de waterstand waar de primaire kering tegen bestand moet zijn. De toekomstige normen gaan uit van een overstromingskans van een (deel van een) dijkkringgebied. Voor het ontwerp dient dus ook rekening gehouden te worden met de toekomstige normen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat zowel de normspecificatie als het ontwerp instrumentarium beide in de toekomst aangepast kunnen worden wanneer deze wettelijk worden vastgelegd.

2.2 Gebiedsafbakening

Het gebied dat in deze studie is beschouwd bevat twee trajecten. Het betreft de gebieden waar de Hoekse Lijn direct naast of op de primaire waterkering ligt. In Figuur 1 zijn deze twee trajecten aangegeven inclusief de locaties (stippen) waar de kruinhoogte is bepaald. De naamgeving van de trajecten is overgenomen uit "Normtrajecten_Dijkringlijnen_Wetgeving_V19_20aug2015.shp" en betreft een aanpassing ten opzichte van eerder gebruikte benaming, zoals in het OI2014. De aangepaste naamswijziging is ook opgenomen in het wetsvoorstel van de Waterwet van 23 maart 2016 [ref 11].



Figuur 1 Gebiedsoverzicht met beschouwde profiellocaties met dijkpaalnummering en (genormeerde) dijktrajecten (rode en blauwe lijnen)

2.3 Uitgangspunten

De huidige ontwerphulpmiddelen c.q. software zijn zoveel mogelijk afgestemd op de nieuwe normen, die vanaf 2017 van kracht moeten zijn. In de huidige situatie waarin wordt overgegaan van overschrijdskansen naar overstromingskansen is voor het maken van een ontwerp een handreiking opgesteld, namelijk het Ontwerp Instrumentarium 2014, kortweg OI2014. Het OI2014 is feitelijk geen instrumentarium in de vorm van een softwarepakket. Het OI2014 is een handreiking die aangeeft hoe met vigerende ontwerprapporten kan worden ontworpen volgens de nieuwe overstromingskansbenadering. Een ontwerp zal dusdanig zijn dat aan het eind van de ontwerpperiode het ontwerp nog (net) voldoet aan de norm (of feitelijk dat de kans op aftoetsen gedurende deze periode aanvaardbaar klein is). Met de bepaling van de benodigde kruinhoogte wordt in feite nu bepaald of de huidige kruinhoogte in de toekomst blijft voldoen aan de norm.

De gehanteerde uitgangspunten zijn hierna beschreven in verschillende subparagrafen. In paragraaf 2.4 zijn de uitgangspunten kort samengevat.

2.3.1 Normering

Voor het ontwerpen van een waterkering dient rekening te worden gehouden met meerdere faalmechanismen, die te samen een overstromingskans geven die aan het eind van de levensduur kleiner is dan de gestelde eis. In het OI2014 is hier rekening mee gehouden door per faalmechanisme een faalkansruimte vast te stellen, de faalkansruimtefactor (beschikbaar percentage van de norm voor het betreffende faalmechanisme), zie Tabel 1.

Type waterkering	Faalmechanisme	Faalkansruimtefactor
Kunstwerken	Overloop en golfoverslag (inclusief kunstwerken)	0,24
	Opbarsten en piping	0,24
	Macrostabieliteit binnenwaarts	0,04
	Beschadiging bekleding en erosie	0,10
	Niet sluiten	0,04
	Piping	0,02
	Constructief falen	0,02
Overige		0,30
Totaal		1,00

Tabel 1 Faalkansruimtefactor per faalmechanisme [ref 1, tabel 1]

Naast de beschikbare faalkansruimte dient er rekening te worden gehouden met het zogenaamde lengte-effect. Het principe van het lengte-effect ontstaat doordat de kans dat het ergens in de dijkkring mis gaat, groter is dan de kans dat de dijk precies op een bepaalde locatie in de dijkkring doorbreekt. Hoe langer de waterkering is, des te groter de kans dat de dijk ergens bezwijkt. Met andere woorden: als niet exact bekend is waar de dijk het zwakst is, is er overal een kleine kans dat de dijk precies daar het eerste zal bezwijken. Een maat voor het lengte-effect wordt met een N-waarde weergegeven; zie Tabel 2.

Dijktraject	Onderdeel van dijkkring	N-waarde
14-2	Zuid Holland (14)	2
14-3	Zuid Holland (14)	2
14-4	Zuid Holland (14)	2

Tabel 2 Lengte-effect: N-waarde [ref 1, Bijlage A]

Het de dijktrajecten 14-3 en 14-4 vallen samen met het traject van de Hoekse Lijn. Traject 14-3 sluit aan op dijktraject 14-2¹. Voor traject 14-2 geldt een tien maal zwaardere signaleringsnorm en dus mogelijk ook een grotere benodigde kruinhoogte; zie Tabel 3. De positie van de grens tussen dijktraject 14-3 en 14-2 heeft te maken met de achterliggende binnenwaterkering. Een klein deel van het dijktraject met norm 1:100.000 lijkt binnen tracé Hoekse Lijn te vallen. Afsproken is om hiermee rekening te houden in het ontwerp.

Voor het bepalen van de benodigde kruinhoogte voor het faalmechanisme overloop en golfoverslag is een norm op doorsnedeniveau af te leiden [ref 1]:

¹ Traject benaming is gebaseerd op "Normtrajecten_Dijkkringlijnen_Wetgeving_V19_20aug2015.shp" en betreft een aanpassing t.o.v. eerder gebruikte benaming. Aanpassing komt overeen met de benaming zoals ook opgenomen in het wetsvoorstel [ref 11].

$$P_{eis,i} = \frac{P_{max} * \omega}{N}$$

Hierin is:

$P_{eis,i}$: de faalkanseis per doorsnede

P_{max} : de maximaal toelaatbare overstromingskans van het dijktraject

ω : de faalkansruimtefactor voor falen door golfoverslag (0,24, zie ref 1)

N : een maat voor het lengte effect (2, zie ref 1)

Dijktraject ¹	Locatie aanduiding	Signalerings-norm ² [per jaar]	Maximaal toelaatbare overstromings-kans ^{2,3} [per jaar]	Faalkans-eis op doorsnede ⁴ [per jaar]
14-2 (aangrenzend dijktraject van 14-3)	Oostelijk van Vulcaanhaven	1:100.000	1:30.000	1:250.000
14-3 (RvS en [ref 11]) ⁵	Vulcaanhaven-Maeslantkering	1:10.000	1:10.000	1:83.333
14-3	Vulcaanhaven-Maeslantkering	1:10.000	1:3.000	1:25.000
14-4	Zee, ten westen van de Maeslantkering	1:10.000	1:3.000	1:25.000

¹: gebaseerd op "Normtrajecten_Dijkringlijnen_Wetgeving_V19_20aug2015.shp" en wetsvoorstel [ref 11]

²: ondergrens, conform wetsvoorstel [ref 11]

³: factor 3 groter dan signaleringsnorm en afgerond op klasse-grens (behalve bij 14-3 t.g.v. uitspraak RvS)

⁴: faalkanseis voor bijvoorbeeld 14-3 is $1:3.000 * 0,24/2 = 1:25.000$ per jaar

⁵: wijziging van de Waterwet t.o.v. eerdere waarde n.a.v. het advies van de Raad van State van 1-12-'15

Tabel 3 Norm, kans en eis [ref 1, Bijlage A] en [ref 11]

Deze normen zijn afgeleid voor het jaar 2050 en in deze studie ook toegepast voor het jaar 2070 en 2100.

2.3.2 Zichtjaren

Het zichtjaar waarvoor de ontwerprandvoorwaarden worden bepaald hangt nauw samen met de levensduur van het ontwerp en daarmee ligt de keuze voor een zichtjaar dus bij de ontwerper. Als richtlijn kan de levensduur in de vigerende leidraden worden gehanteerd, namelijk voor dijken 50 jaar en voor kunstwerken 100 jaar. Aanbevolen wordt om in ieder geval rekening te houden met de uitbreidbaarheid en daarvoor benodigde ruimtereservering.

In deze studie zijn berekeningen uitgevoerd voor 3 zichtjaren, namelijk voor 2050, 2070 en 2100. Waarbij het zichtjaar 2070 voor deze studie als maatgevend wordt beschouwd. De berekeningen voor 2070 zijn uitgevoerd op basis van een interpolatie van de waterstanden en hydraulische belasting tussen de jaren 2050 en 2100. De resultaten voor 2050 en 2100 zijn opgenomen in Bijlage 4.

2.3.3 Klimaatscenario

Voor het ontwerp is uitgegaan van het klimaatscenario W+ (KNMI, 2006), dit komt overeen met de Deltascenario's Stoom en Warm [ref 6].

Deze klimaat/toekomstscenario's zijn verwerkt in:

- Gebiedsveranderingen (opgenomen in de databases);
- Afvoer, afvoerstatistiek (opgenomen in afvoerstatistiek bestanden voor betreffend zichtjaar);
- Zeewaterstanden (opgenomen in afvoerstatistiek bestanden voor betreffend zichtjaar) voor zowel binnen als buiten de Maeslantkering.

2.3.4 Overslagdebiet

De berekeningen zijn uit gevoerd voor een kritiek overslagdebiet 1 l/s/m. Als gevoeligheidsanalyse zijn ook de overslagdebieten 10 en 50 l/s/m uitgevoerd voor enkele locaties, zie bijlage 5.

De hoogte van de rekenwaarde van het kritieke overslagdebiet is een niet vooraf vastgestelde parameter, maar wel afhankelijk van aanvullende eisen die aan het binnentalud worden gesteld (zie ref 1, tabel 5). Naast eisen aan de sterkte van de kering kunnen ook eisen aan de gebruikstoestand van de kering en/of achterland van invloed zijn (zoals zoutbezwaar, maximale kombergings/pompcapaciteit of evacuatie routes). Daarbij dient te worden opgemerkt dat de nieuwe norm betrekking heeft op de kans dat de primaire kering ergens faalt, door welke oorzaak dan ook, leidend tot een overstromingspatroon dat vergelijkbaar is aan het overstromingspatroon waarop de norm is gebaseerd. Het is mogelijk dat er aanvullende (veelal minder strenge) eisen worden gesteld aan het gebruik van de kering of het maximaal toelaatbare te bergen overslaand volume water. Het toepassen van het gangbare overslagdebiet bij de vigerende normen, veelal, 1 l/s/m kan dus leiden tot een conservatieve schatting van de veiligheid indien het binnentalud 'enigszins' erosiebestendig is voor bijvoorbeeld een graszode op een kleilaag.

2.3.5 Toeslagen

Onzekerheidstoeslagen

Voor de onzekerheidstoeslag is zowel buiten als binnen de Maeslantkering gerekend met een toeslag van 0,40 m op de waterstand en 10% op golfhoogte en periode. De toeslag buiten de kering is conform het OI2014v3 [ref 1]. Voor de toeslag binnen de Maeslantkering is niet eenduidig gedefinieerd wat de onzekerheidstoeslag moet zijn (hetzij gerekend moet worden tot de benedenrivieren hetzij gerekend moet worden tot de brede wateren). In overleg met het Kennisplatform risicobenadering is geadviseerd uit te gaan van een toeslag van 0,40 m op de waterstand en 10% op golfhoogte en periode (conform e-mail van KPR op 9-10-2015).

Parameter	Onzekerheidstoeslag
Waterstand	+ 0,40 m
Golfhoogte ($H_{m,0}$)	+ 10%
Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 10%

Tabel 4 Onzekerheidstoeslag [ref 1, tabel 4 en e-mail KPR 9-10-2015 voor binnen de kering]

Toeslag voor buistoten en bui-oscillaties en seiches

Toeslag voor buistoten en bui-oscillaties en seiches (alleen van belang ten westen van de Maeslantkering) zijn reeds verwerkt in Hydra-Zoet voor twee frequenties (1:4.000 en 1:10.000 per jaar), maar zijn niet mogelijk voor de gewenste frequenties. Voor beide beschikbare frequenties is de toeslag op de waterstand nagenoeg gelijk (respectievelijk 0,34 m en 0,35 m).

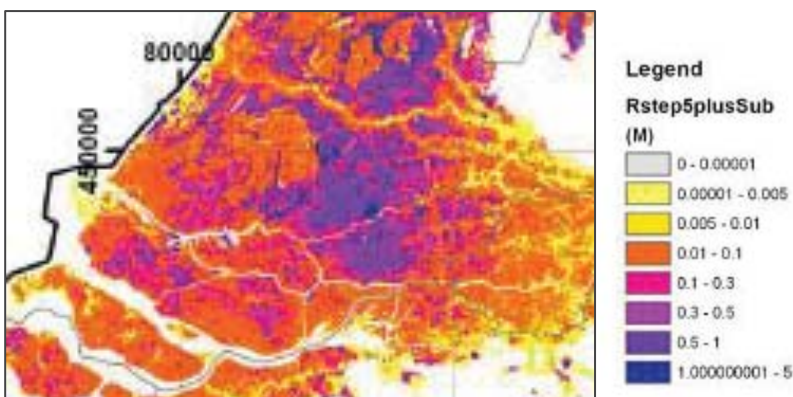
In overleg met het KPR (e-mail 17-11-2015) is de voorgestelde waarde van 0,35 m toeslag op de waterstand, onafhankelijk van de frequentie, toegepast.

Minimale waakhogte

In de vigerende leidraden wordt voor situatie waar de golfbelasting beperkt is (d.w.z. kruinhoogte minder dan 0,50 m boven 'toetspeil') een minimale waakhogte toegepast van 0,50 m. Deze toeslag is niet toegepast in combinatie met de nieuwe type normering [ref 1, hoofdstuk 3].

Bodemdaling

De KNMI'06 scenario's [ref 6] corresponderen met een absolute zeespiegelstijging zie paragraaf 2.3.3. Voor een robuust dijkontwerp wordt hieraan een lokale bodemdaling toegevoegd aangezien deze geografisch sterk verschillend is in Nederland (een gemiddelde waarde is 10 cm/eeuw). De bodemdaling is afhankelijk van de planperiode en de locatie. In Figuur 2 is een indicatie van de maaiveld daling gegeven.



Figuur 2 Maaiveld daling (m) in 2050 na handhaving van huidige drooglegging onder het W+ scenario [bron: ref 6, uitsnede uit figuur 5.22]

In overleg met het Hoogheemraadschap Delfland (HHD) is afgesproken om uit te gaan van een door het HHD gehanteerde uitgangspunt van een bodemdaling van in principe 0,20 m per 50 jaar (lineair verlopend). Voor specifiek het zichtjaar 2070 heeft Hoogheemraadschap Delfland (HHD) aangegeven dat een bodemdaling van 0,20 m gehanteerd moet worden ten opzichte van de berekende kruinhoogte om de nu benodigde kruinhoogte te kunnen vast stellen.

De bodemdaling speelt geen rol in het vaststellen van het op termijn benodigde kruinniveau. Wel in het vaststellen van de thans benodigde kruinniveau, omdat deze hoog genoeg moet zijn om de effecten van de bodemdaling te compenseren. Bij de aanleg van de constructie dient uiteraard ook rekening te worden gehouden met de zetting en klink door de constructie en eventuele extra bodemdaling door extra effecten van gaswinning (dijkpolder).

2.3.6 Maeslantkering

De Maeslantkering zorgt voor minder hoge belastingen aan de binnenzijde van de kering indien deze is gesloten tijdens stormsituaties. In de berekening voor de kruinhoogte is hiermee rekening gehouden. Als uitgangspunt is een faalkans van de Maeslantkering van 1:100 per jaar aangehouden, dat wil zeggen de kans niet sluiten als deze gesloten moet worden.

In het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden wordt voor de Maeslantkering voorgesteld om voor de korte termijn met relatief beperkte middelen de kering te verbeteren tot een faalkans van 1/200 per jaar (Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden [ref 4]). De gereduceerde faalkans is, in overleg met het Kennis Platform Risicobenadering (KPR), niet verwerkt in de in de voorliggende studie gehanteerde uitgangspunten. Indien de faalkans in de toekomst kleiner wordt heeft dit een positief effect op de benodigde kruinhoogte.

2.3.7 Gebiedschematisatie

De uitgevoerde berekeningen zijn gebaseerd op de gebiedschematisaties zoals deze zijn verwerkt in de Hydra-database. Toekomstige veranderingen (zoals bijvoorbeeld de verdieping van de Nieuwe Waterweg) zijn niet meegenomen, maar worden ook van ondergeschikt belang geacht.

2.3.8 Rekenmodellen

Voor de berekeningen van de kruinhoogte is gebruik gemaakt van Hydra-Zoet en PC-overslag.

Hydra-Zoet (versie 1.6.3) is ontoereikend om alle toeslagen en uitgangspunten in één keer door te voeren. Voor de bepaling van kruinhoogte is PC-Overslag (3.0) gehanteerd, nadat de onzekerheidstoeslag op de golfperiode en golfhoogte zijn toegepast.

De resultaten van Hydra-Zoet (waterstand, golfhoogte, golfperiode en golfrichting in het zogenaamde illustratiepunt) zijn gebruikt als input voor het rekenprogramma PC-overslag.

2.3.9 Databases

Voor het benedenrivierengebied zijn meerdere databases beschikbaar, die zijn opgesteld voor verschillende doeleinden. In overleg met het Hoogheemraadschap Delfland en het Kennisplatform Risicobenadering is besloten dat de volgende twee databases voor deze studie de meest recente en juiste achtergronden bevatten.

- CR2011_BenR_Rijndombinnen_oever_a_14_v02.mdb
- CR2011_BenR_Rijndombuiten_oever_a_14_v02.mdb

2.3.10 Profielen

De geschematiseerde profielen zijn gebaseerd op de AHN3 gegevens. De ruwe profielgegevens zijn omgezet naar een geschematiseerd profiel. Bij het schematiseren zijn de eisen die aan een Hydra-profiel worden gesteld toegepast waardoor soms noodgedwongen een aanpassing in het geschematiseerde profiel is doorgevoerd ten opzichte van het AHN3-profiel. Daarbij is gekozen voor een conservatieve schematisatie indien van het AHN3-profiel afgeweken moest worden. De ruwe AHN3-profielen en de geschematiseerde profielen zijn opgenomen in Bijlage 1.

2.4 Samenvatting uitgangspunten

De gehanteerde uitgangspunten zijn in de vorige paragrafen toegelicht. De uitgangspunten zijn hieronder kort samengevat.

- Hydra-Zoet 1.6.3
- PC-overslag 3.0.
- Database CR2011
- Overslagdebiet 1 l/s/m (en 10 en 50 l/s/m t.b.v. gevoeligheidsanalyse)
- Zichtjaren 2070 (2050 en 2100 t.b.v. interpolatie)
- Faalkanseis op doorsnedeniveau 1:25.000 per jaar voor dijktrajecten 14-3 en 14-4 (aanvullend op basis van
 - eis dijktraject 14-2 met een faalkans op doorsnedeniveau van 1/250.000 per jaar
 - voor dijktraject 14-3 met een faalkans op doorsnedeniveau van 1/83.333 per jaar op basis uitspraak Raad van State en zoals opgenomen in wetsvoorstel [ref 11])
- Toeslag van 0,35 m voor buistoten en bui-oscillaties en seiches (westelijk van Maeslantkering)
- Onzekerheidstoeslag 0,40 m op waterstand en 10% op golfhoogte en periode
- Klimaatscenario W+
- Afvoer, afvoerstatistiek (opgenomen in afvoerstatistiek bestanden voor betreffend zichtjaar)
- Zeewaterstanden (opgenomen in afvoerstatistiek bestanden voor betreffend zichtjaar) voor zowel binnen als buiten de Maeslantkering.
- Zes profielen
- Toeslag van 0,20 m t.o.v. de berekende kruinhoogte voor bodemdaling in 2070
- Faalkans Maeslantkering 1:100 per jaar
- Geen toeslag voor waakhoogte op de waterstand
- Geen gebiedsveranderingen (opgenomen in de databases)

3 BEREKENING KRUINHOOGTE

3.1 Geanalyseerde locaties

Het beschouwde gebied bestaat uit twee trajecten zoals in Figuur 3 is weergegeven. Daarbij is het traject 'Nieuwe Waterweg' op te delen in een deel buiten de Maeslantkering en een deel er binnen. De verdeling van de geanalyseerde locaties zijn dusdanig gekozen dat deze geografisch over het gebied zijn verdeeld, waarbij er in eerste instantie 2 locaties buiten de kering zijn gekozen, 2 locaties binnen de Maeslantkering en 2 locaties op het traject 'Nieuwe Maas' (zie Bijlage 5). In een later stadium van het project zijn de locaties uitgebreid. Onder de locaties behoren ook enkele specifieke locaties, namelijk ter plaatsen van de zogenaamde Harwichknoop (D229) en ter plaatsen van de Haakweg (D216) en de Vulcaanhaven (D38). De selectie van de locaties is tevens afhankelijk van de beschikbaarheid van de hydraulische randvoorwaarden locaties zoals zijn opgenomen in de databases (paragraaf 2.3.9).



Figuur 3 Gebiedsoverzicht met beschouwde profiellocaties (ronde gele stippen met dijkpaal aanduiding) en (genormeerde) dijktrajecten (dikke rode en blauwe lijnen)

De geanalyseerde locaties zijn opgenomen in Figuur 3 en Tabel 5. Daarbij is een profiellocatie gekoppeld aan de dichtstbijzijnde Hydra-locatie (locatie met uitvoer uit het waterbewegingsmodel). Indien deze niet in de directe omgeving aanwezig is, is gekozen voor een interpolatie van twee Hydra-locaties (stroomopwaarts en stroomafwaarts), zoals in de tabel aangegeven.

Profiel	Hydra-locaties	Dijktraject
D38	DR14 Nieuwe Maas km 1010-1011 Locatie 07	14-3
D41+70	DR14 Nieuwe Maas km 1010-1011 Locatie 11	14-3
D57	DR14 Nieuwe Maas km 1012-1013 Locatie 03	14-3
D120	DR14 Nieuwe Waterweg km 1018-1019 Locatie 09	14-3
D123g+35	DR14 Nieuwe Waterweg km 1018-1019 Locatie 09	14-3
D133g+70	DR14 Nieuwe Waterweg km 1018-1019 Locatie 09	14-3
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1021-1022 Locatie 09	14-3
D142+60	DR14 Nieuwe Waterweg km 1021-1022 Locatie 09	14-3
D146+25	DR14 Nieuwe Waterweg km 1021-1022 Locatie 09	14-3
D174	DR14 Nieuwe Waterweg km 1022-1023 Locatie 10	14-3
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1025-1026 Locatie 07	14-3
D187	DR14 Nieuwe Waterweg km 1025-1026 Locatie 07	14-3
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1025-1026 Locatie 08	14-3
D193+80	DR14 Nieuwe Waterweg km 1026-1027 Locatie 09	14-4
D209+10	HRextra Europoort69	14-4
D210+40	HRextra Europoort70	14-4
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1028-1029 Locatie 03	
D211+50	HRextra Europoort70	14-4
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1028-1029 Locatie 03	
D212+50	HRextra Europoort70	14-4
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1028-1029 Locatie 03	
D216	DR14 Nieuwe Waterweg km 1028-1029 Locatie 06	14-4
D224+55	DR14 Nieuwe Waterweg km 1029-1030 Locatie 03	14-4
	DR14 Nieuwe Waterweg km 1029-1030 Locatie 04	
D229	DR14 Nieuwe Waterweg km 1029-1030 Locatie 08	14-4
D236	HRextra Europoort74	14-4

Tabel 5 Overzicht profiellocaties.

3.2 Benodigde kruinhoogte

De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn opgenomen in Tabel 6 op basis van de concept normen, zie 2.3.1. Hierin is benodigde kruinhoogte in de betreffende zichtjaren opgenomen. Hierin is de bodemdaling nog niet verwerkt. Voor de bepaling van de benodigde kruinhoogte die nu aanwezig moet zijn om in het betreffende zichtjaar de berekende kruinhoogte te verkrijgen moet de bodemdaling worden opgeteld bij de in Tabel 6 gepresenteerde kruinhoogten.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte [m NAP] 2070 Faalkans-eis 1:25.000 per jaar	Waterstand of golfoverslag gedomineerd
D236	6.72	Waterstand
D229	6.72	Waterstand
D224+55	8.69	Golfoverslag
D216	8.73	Golfoverslag
D212+50	7.10	Golfoverslag
D211+50	7.27	Golfoverslag
D210+40	7.06	Golfoverslag
D209+10	8.50	Golfoverslag
D193+80	7.71	Golfoverslag
D187	4.92	Golfoverslag
D174	4.51	Waterstand
D146+25	4.55	Golfoverslag
D142+60	4.60	Golfoverslag
D133g+70	4.47	Waterstand
D123g+35	4.42	Waterstand
D120	4.67	Golfoverslag
D57	4.48	Waterstand
D41+70	4.50	Waterstand
D38	4.51	Waterstand

Tabel 6 Benodigde kruinhoogte (overslagdebiet 1 l/s/m) voor 2070, blauw gemarkeerd indien kruinhoogte gelijk aan de waterstand.

In verband met het relatief hoge voorland bij meerdere profielen is er geen tot nauwelijks sprake van golfbelasting op het boventalud, waardoor de benodigde kruinhoogte gelijk is aan de waterstand (blauwe arcering).

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2070 [m NAP] Faalkans-eis 1:25.000 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel 2014
D236	6.92	8.95
D229	6.92	7.39
D224+55	8.89	8.12
D216	8.93	8.02
D212+50	7.30	8.07
D211+50	7.47	8.40
D210+40	7.26	8.17
D209+10	8.70	8.38
D193+80	7.91	7.50
D187	5.12	6.95
D174	4.71	6.54
D146+25	4.75	6.18
D142+60	4.80	6.02
D133g+70	4.67	6.40
D123g+35	4.62	6.51
D120	4.87	5.87
D57	4.68	5.26
D41+70	4.70	5.50
D38	4.71	5.43

Tabel 7 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling (indien nu onvoldoende kruinhoogte aanwezig is zijn de getallen dik gedrukt)

3.3 Aanvullende kruinhoogte bij andere normwaarde

De berekende kruinhoogte in de vorige paragraaf (3.2) zijn op basis van de concept normen zoals die in 2015 waren opgenomen in de consultatieronde van de Waterwet. Voor onder andere traject 14-3 heeft de Raad van State op 1 december 2015 haar advies uitgebracht aan het ministerie van I&M over het wetsvoorstel nieuwe normering primaire waterkeringen. Het advies overgenomen in het wetsvoorstel van 23 maart 2016 dat naar de Tweede Kamer is verstuurd [ref 11]. Vanuit Hoogheemraadschap Delfland was reeds afgesproken om voor het inzicht uit te gaan van een faalkanseis op doorsnede van 1/83.333 per jaar (die hoort bij een ondergrensnorm van 1:10.000 per jaar). De resultaten van de kruinhoogte berekeningen op basis van deze normwaarde zijn in deze paragraaf opgenomen.

Tevens is voor een faalkanseis op doorsnede van 1/250.000 per jaar (die hoort bij een ondergrensnorm van 1:30.000 per jaar en een signaleringsnorm 1:100.000 per jaar) de benodigde kruinhoogte berekend. Deze normwaarde geldt voor dijktraject 14-2 en daarmee aangrenzend aan dijktraject 14-3. Deze hogere kruinhoogte kan van belang zijn voor een geleidelijke overgang van dijktraject 14-3 naar 14-2 en daarmee mogelijk alleen van belang voor de waterkeringen in de buurt van locaties D38 en D41+70. Voor het inzicht zijn voor alle locaties van traject 14-3 de kruinhoogte voor deze zwaardere eis opgenomen.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2070 [m NAP] Faalkans-eis 1:83.333 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)	Kruinhoogte 2070 [m NAP] Faalkans-eis 1:250.000 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel 2014
D187	5.66	6.00	6.95
D174	5.05	5.35	6.54
D146+25	5.11	5.47	6.18
D142+60	5.24	5.72	6.02
D133g+70	5.00	5.30	6.40
D123g+35	4.94	5.23	6.51
D120	5.20	5.51	5.87
D57	4.98	5.26	5.26
D41+70	5.02	5.32	5.50
D38	5.03	5.33	5.43

Tabel 8 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m en aangepaste normwaarde op dijktraject 14-3) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling

Uit Tabel 8 blijkt dat momenteel aanwezige kruinhoogte voor alle profielen voldoende hoog is bij een faalkans eis van 1:250.000 per jaar. Voor profiel D57 is dit precies op de rekenkundige grens. Hier is namelijk aanwezig een kruinhoogte van NAP 5.26m en momenteel benodigd NAP5.26 m om in 2070 aan de eis te voldoen.

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 Conclusies

In Tabel 9 zijn de momenteel benodigde kruinhoogte opgenomen om, rekening houdend met bodemdaling, te voldoen aan de benodigde kruinhoogte in 2070. Hierbij is uitgegaan van een overslagdebiet van 1 l/s/m en toeslagen op basis van de normen uit de in 2015 gehanteerde normen [ref 2]. In Tabel 10 zijn de kruinhoogte opgenomen conform de normen uit het wetsvoorstel van 23 maart 2016 [ref 11].

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2070 [m NAP] Faalkans-eis 1:25.000 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel 2014	Dijktraject
D236	6.92	8.95	14-4
D229	6.92	7.39	14-4
D224+55	8.89	8.12	14-4
D216	8.93	8.02	14-4
D212+50	7.30	8.07	14-4
D211+50	7.47	8.40	14-4
D210+40	7.26	8.17	14-4
D209+10	8.70	8.38	14-4
D193+80	7.91	7.50	14-4
D187	5.12	6.95	14-3
D174	4.71	6.54	14-3
D146+25	4.75	6.18	14-3
D142+60	4.80	6.02	14-3
D133g+70	4.67	6.40	14-3
D123g+35	4.62	6.51	14-3
D120	4.87	5.87	14-3
D57	4.68	5.26	14-3
D41+70	4.70	5.50	14-3
D38	4.71	5.43	14-3

Tabel 9 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m, conform normen ref 2) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling (indien nu onvoldoende kruinhoogte aanwezig is zijn de getallen dik gedrukt)

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2070 [m NAP] (incl. 0,20 m bodemdaling)	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel 2014	Dijktraject	Faalkans eis [per jaar]
D236	6.92	8.95	14-4	1:25.000
D229	6.92	7.39	14-4	1:25.000
D224+55	8.89	8.12	14-4	1:25.000
D216	8.93	8.02	14-4	1:25.000
D212+50	7.30	8.07	14-4	1:25.000
D211+50	7.47	8.40	14-4	1:25.000
D210+40	7.26	8.17	14-4	1:25.000
D209+10	8.70	8.38	14-4	1:25.000
D193+80	7.91	7.50	14-4	1:25.000
D187	5.66	6.95	14-3	1/83.333
D174	5.05	6.54	14-3	1/83.333
D146+25	5.11	6.18	14-3	1/83.333
D142+60	5.24	6.02	14-3	1/83.333
D133g+70	5.00	6.40	14-3	1/83.333
D123g+35	4.94	6.51	14-3	1/83.333
D120	5.20	5.87	14-3	1/83.333
D57	4.98	5.26	14-3	1/83.333
D41+70	5.02	5.50	14-3	1/83.333
D38	5.03	5.43	14-3	1/83.333

Tabel 10 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m conform wetsvoorstel 23 maart 2016 [ref 11]) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling (indien nu onvoldoende kruinhoogte aanwezig is zijn de getallen dik gedrukt)

Uitgaande van een overslagdebiet van 1 l/s/m en de verwachte bodemdaling in het betreffende zichtjaar zijn de volgende conclusies getrokken voor zowel de normwaarden zoals deze beschikbaar waren in 2015 (Tabel 9) als in 2016 (Tabel 10):

- De momenteel aanwezige kruinhoogte voor traject 14-3 (profielen D38 tot en met D187) is thans voldoende hoog ten opzichte van de eisen van de nieuwe normering voor het jaar 2070.
- Zelfs indien voor traject 14-3 de zwaardere eis (van dijktraject 14-2) wordt toegepast op dijktraject 14-3 is de momenteel aanwezige kruinhoogte thans eveneens voldoende hoog voor het jaar 2070 (resultaten opgenomen in Tabel 8). Dit alleen van belang en van toepassing voor een geleidelijke overgang van dijktraject 14-3 naar 14-2, voor de overige dijkpalen is deze conclusie informatief en laat zien dat de huidige kering qua hoogte (ruim) voldoende is.

- De momenteel aanwezige kruinhoogte voor de profielen D224+55, D216, D209+10 en D193+80 is onvoldoende hoog ten opzichte van de eisen van de nieuwe normering voor het jaar 2070. De kruinhoogte voor deze profielen worden allemaal gedomineerd door de golfbelasting.

4.2 Aanbevelingen

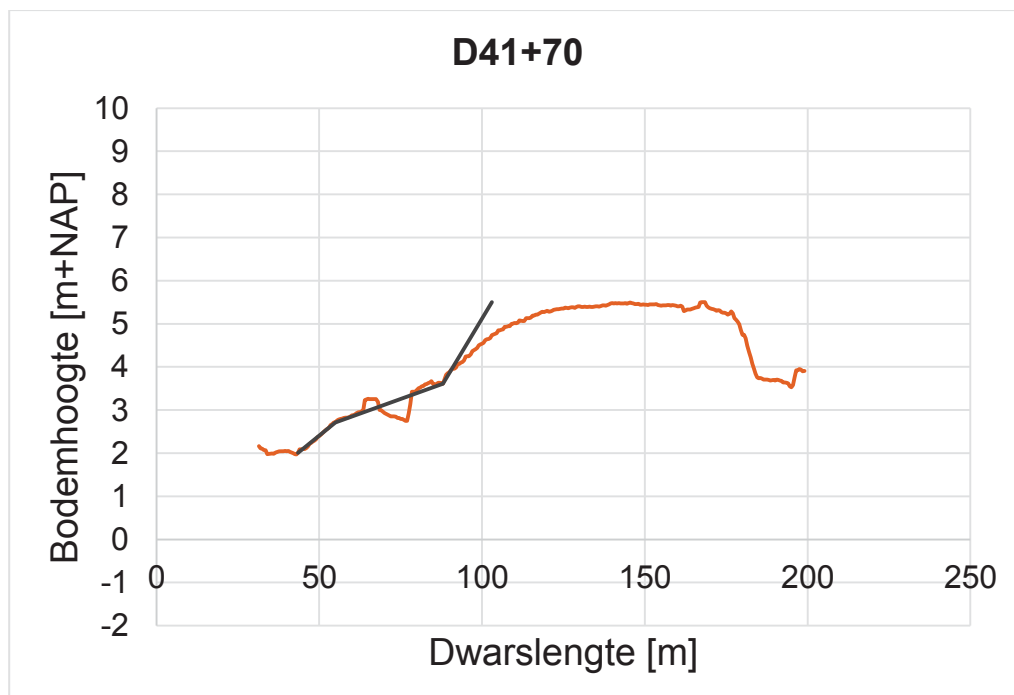
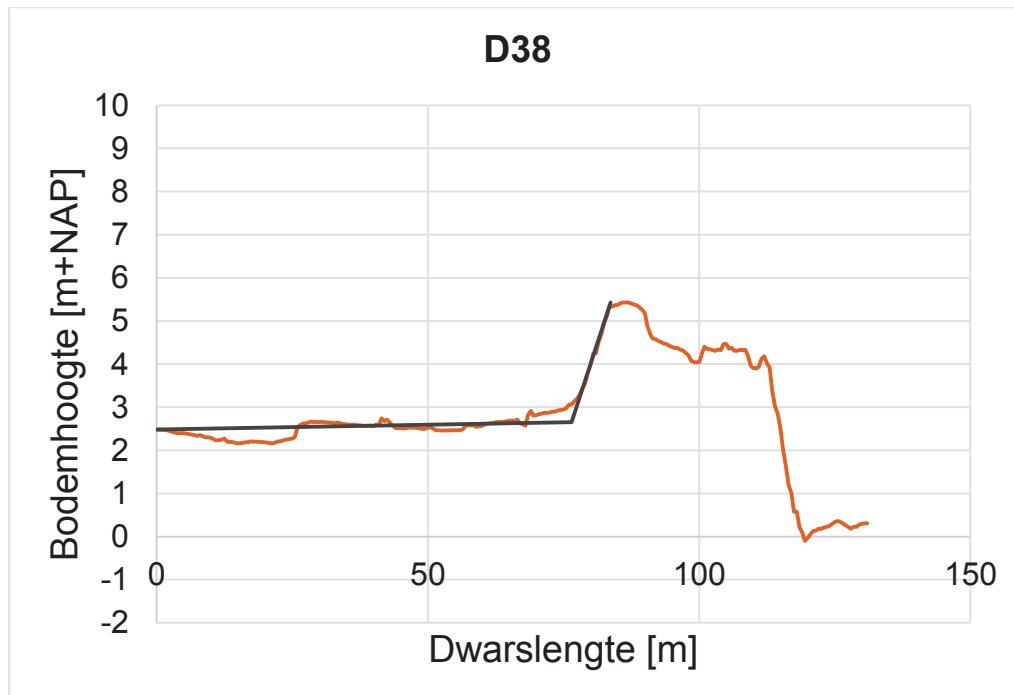
- De profielen met een onvoldoende kruinhoogte in 2070 op basis van de nu aanwezige kruinhoogte (profielen D224+55, D216, D209+10 en D193+80) worden belast door golven. Het accepteren van een hogere overslagdebiet verlaagd de benodigde kruinhoogte. De impact en acceptatie van een hoger overslagdebiet zou kunnen worden onderzocht indien een verhoging van de kruinhoogte niet mogelijk of wenselijk is.
- Een nadere analyse en/of verdere detaillering van het ontwerpprofiel kan een verlaging van de kruinhoogte mogelijk maken. Hierbij valt te denken aan een ruwer en/of flauwer buitentalud, maar ook verfijning van het voorland in de schematisatie met de strijklengte en bijbehorende bodemhoogte in de Hydra-locatie-uitvoerpunten.

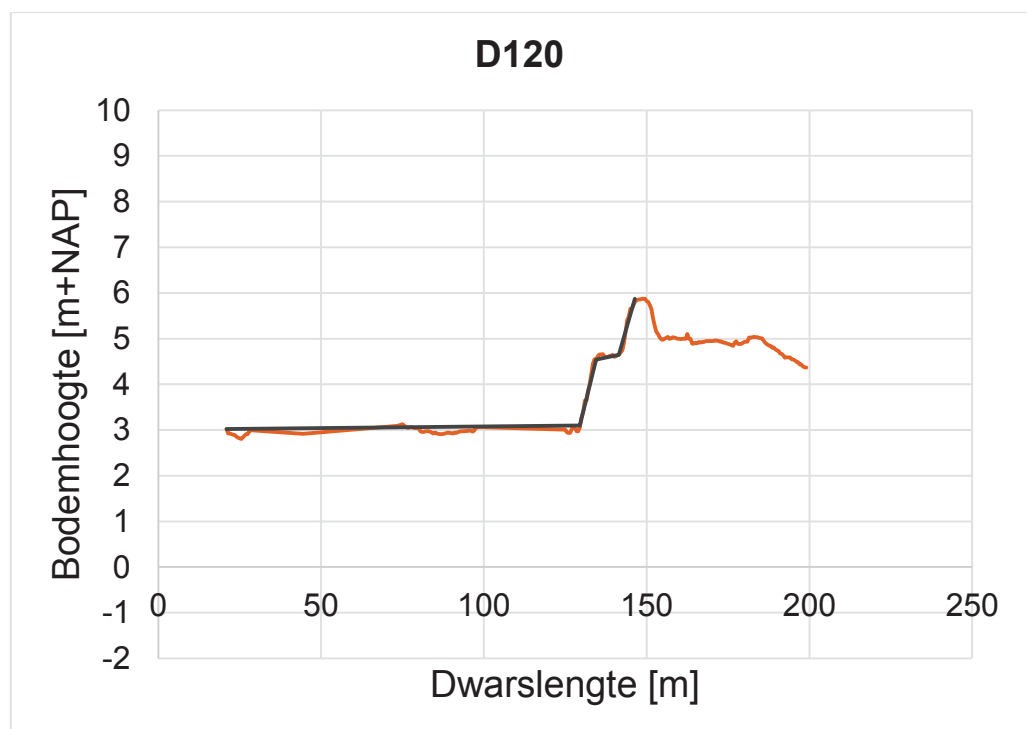
LITERATUURLIJST

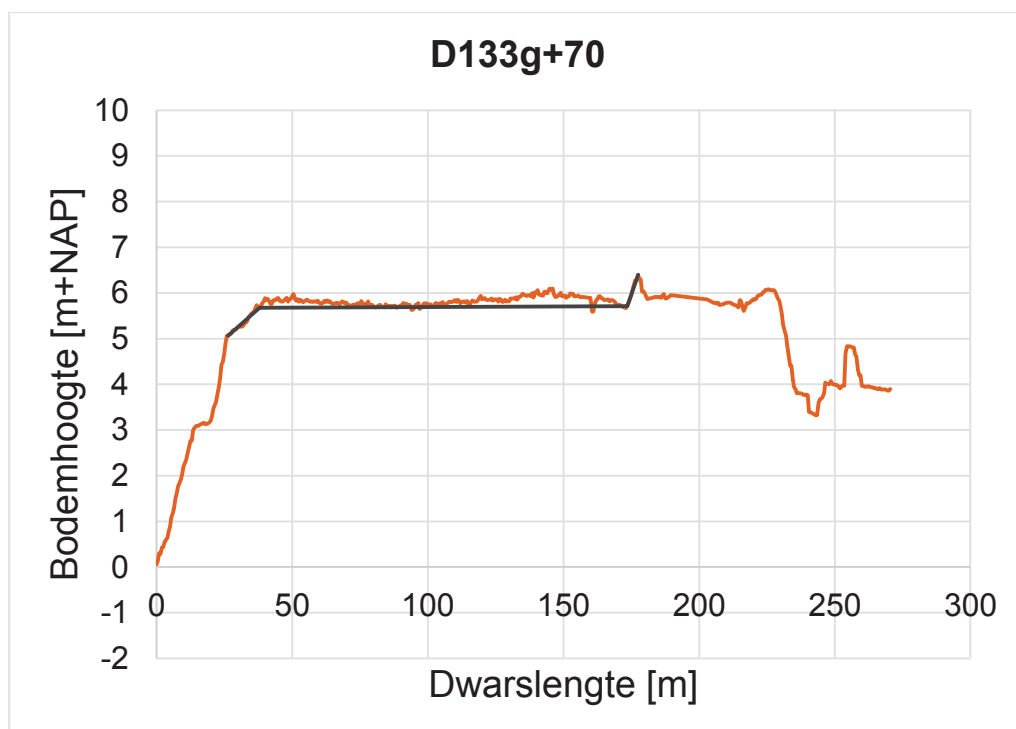
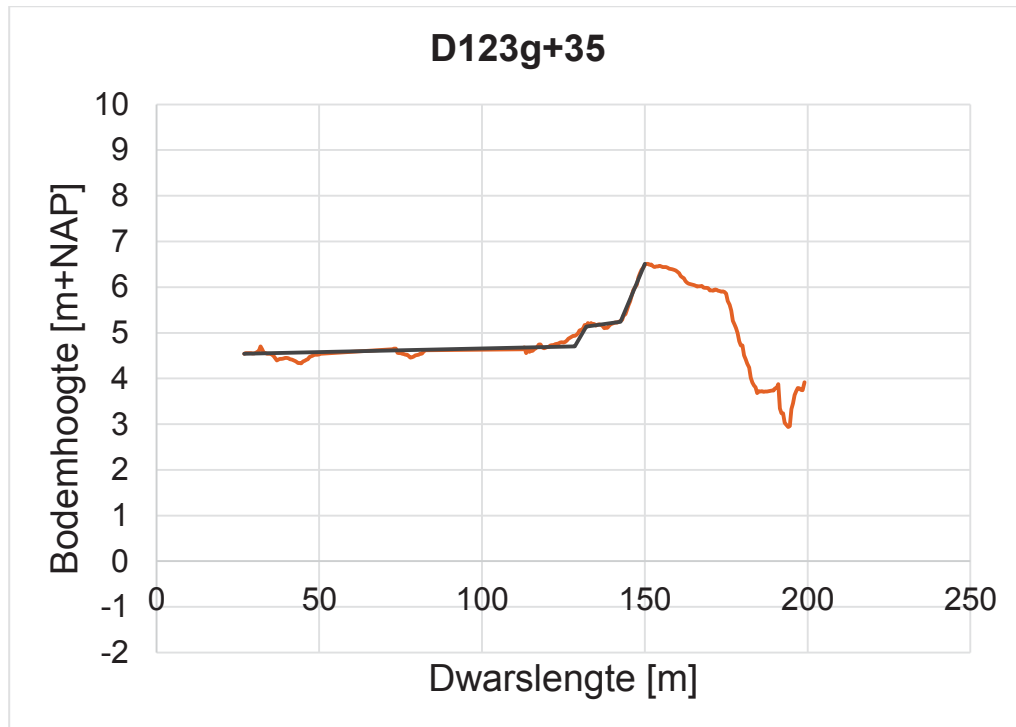
- ref 1. Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015, Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, versie: OI2014v3, juli 2015, definitief.
- ref 2. Deltares, 2015, Werkwijze bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden, OI2014 versie 3, voor HWBP 2015 projecten, kenmerken 1210420-000-HYE-0007, 8 juli 2015, definitief.
- ref 3. Deltaprogramma 2015, 2014, Werk aan de Delta, De beslissingen om Nederland veilig en leefbaar te houden, 16 september 2014.
- ref 4. Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014, Synthesedocument Rijnmond-Drechtsteden, Achtergronddocument B7, 1 juli 2014, definitief.
- ref 5. Ministerie Verkeer en Waterstaat, 2009, Waterwet, regels met betrekking tot het beheer en gebruik van watersystemen, 29 januari 2009.
- ref 6. Deltares, 2011, Deltascenario's, definitief, 30 april 2011.
- ref 7. Jongejan, R.B., 2010, Veiligheid Nederland in Kaart 2, Overstromingsrisico dijkkring 14, Zuid-Holland, document HB 1199420, december 2010.
- ref 8. HHD, 2013, Eindrapport verlengde derde toetsronde primaire waterkeringen Delfland, kenmerk 1092766, 29 oktober 2013.
- ref 9. Min. I&M, EZ, 2014, Tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan 2009-2015, december 2014.
- ref 10. Min. I&M, EZ, 2015, Nationaal Waterplan 2016-2021, december 2015.
- ref 11. Minister I&M, Voorstel Waterwet,
<https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=ec8ef573-673d-407c-8ab2-0ce6c8e626fc&title=Voorstel%20van%20wet.pdf>

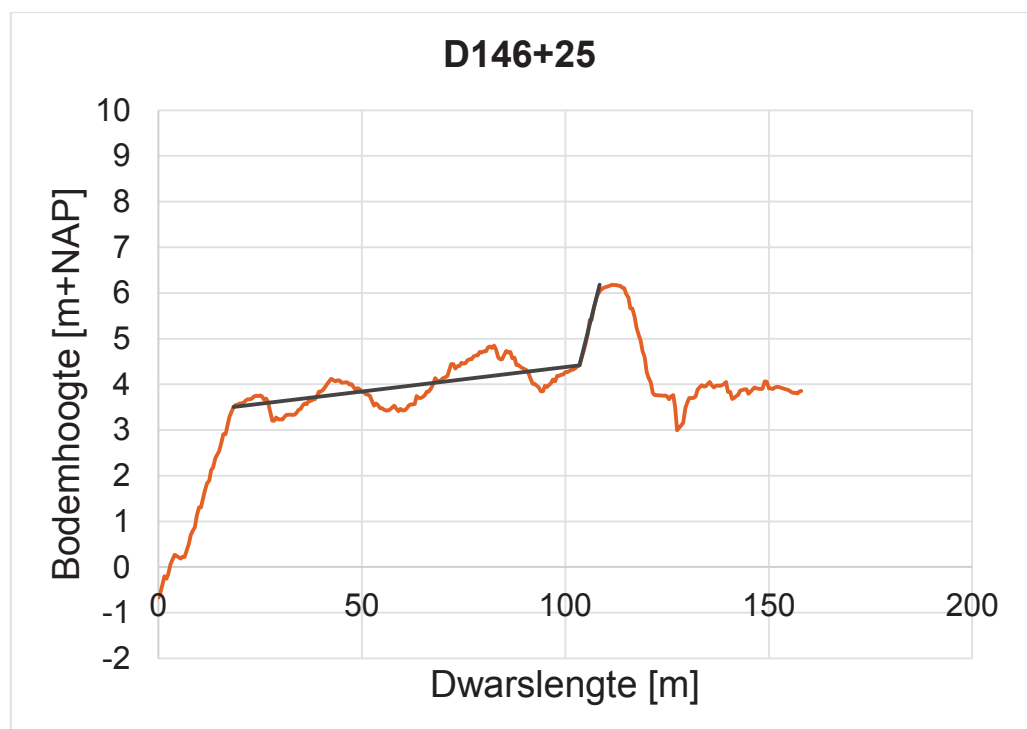
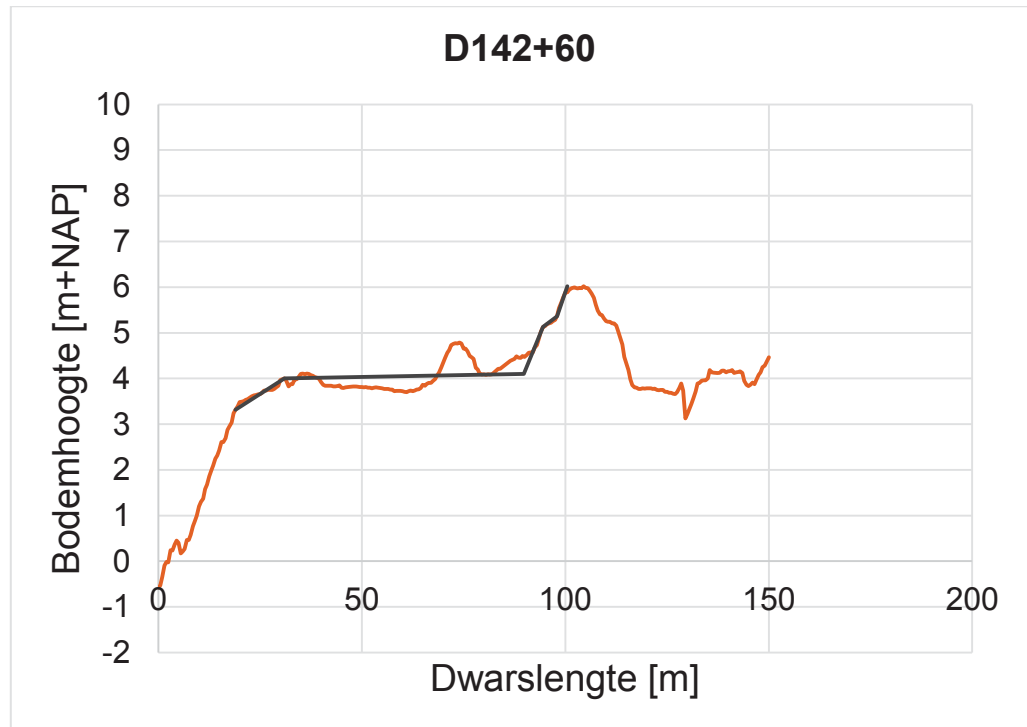
BIJLAGE 1: PROFIELEN

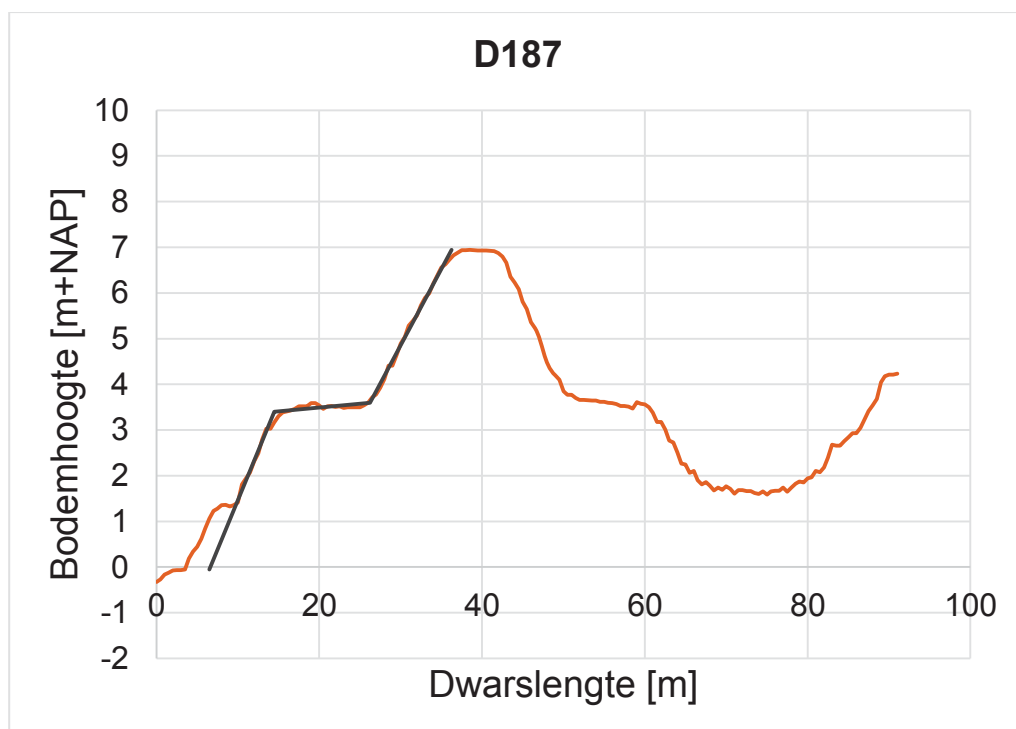
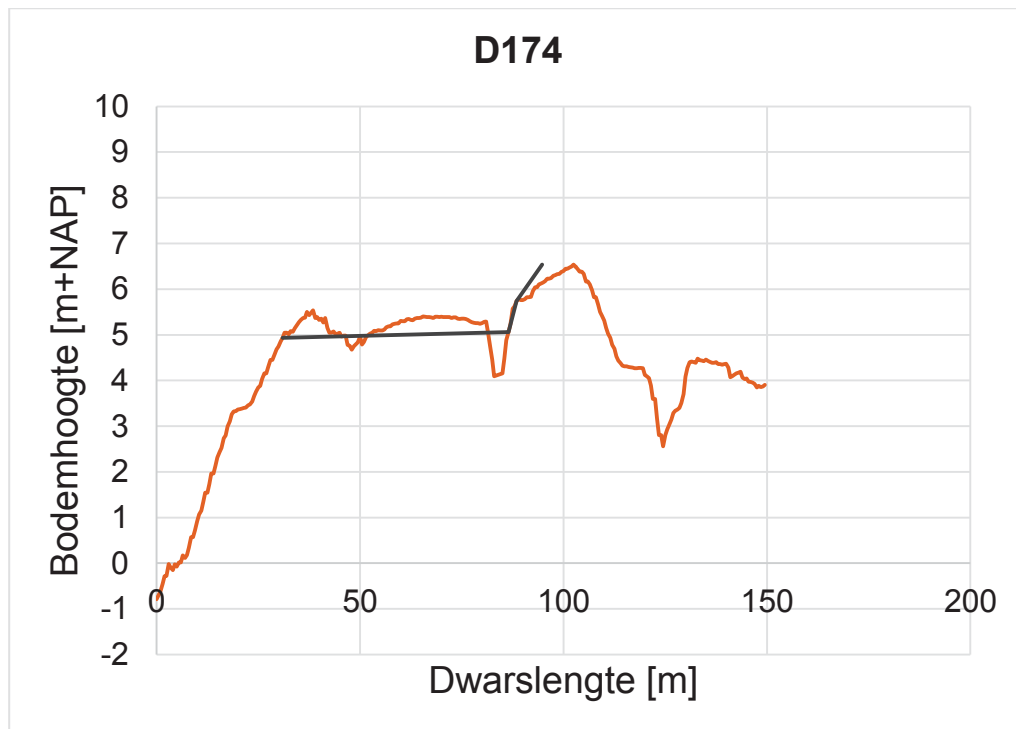
In de volgende figuren is weergegeven hoe AHN3-dwarsprofiel (oranje profiel) en het geschematiseerde profiel (zwart) eruit zien. Bij het schematiseren zijn de eisen die aan een Hydra-profiel worden gesteld toegepast waardoor soms noodgedwongen een aanpassing in het geschematiseerde profiel is doorgevoerd ten opzichte van het AHN3-profiel. Daarbij is gekozen voor een conservatieve schematisatie indien van het AHN3-profiel afgeweken moest worden.

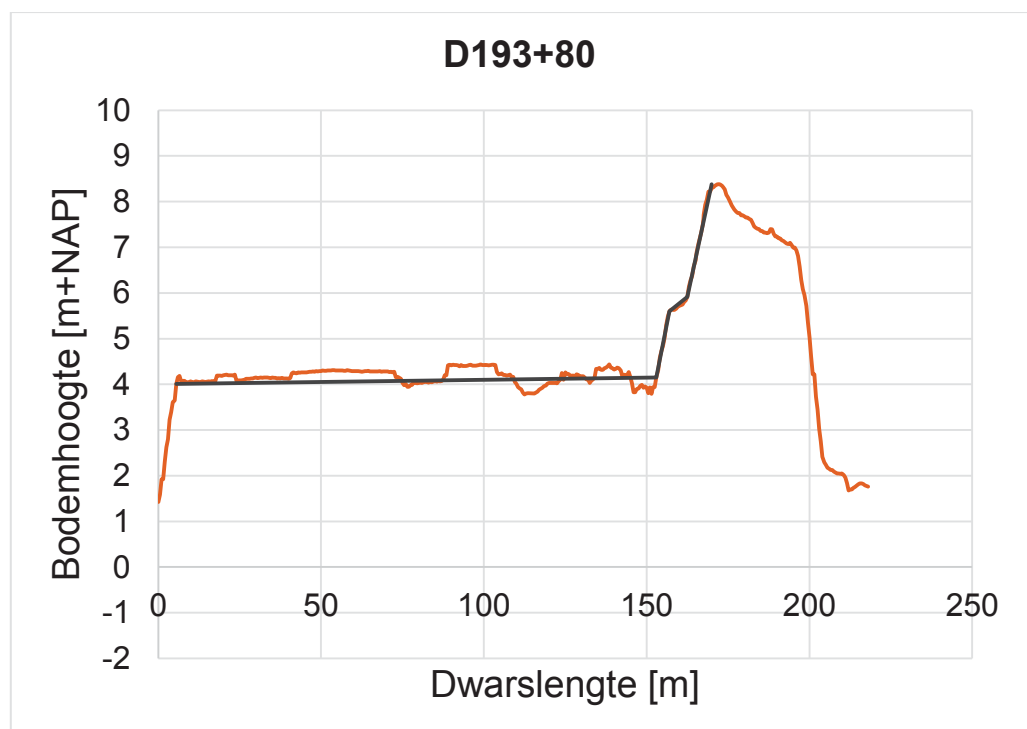
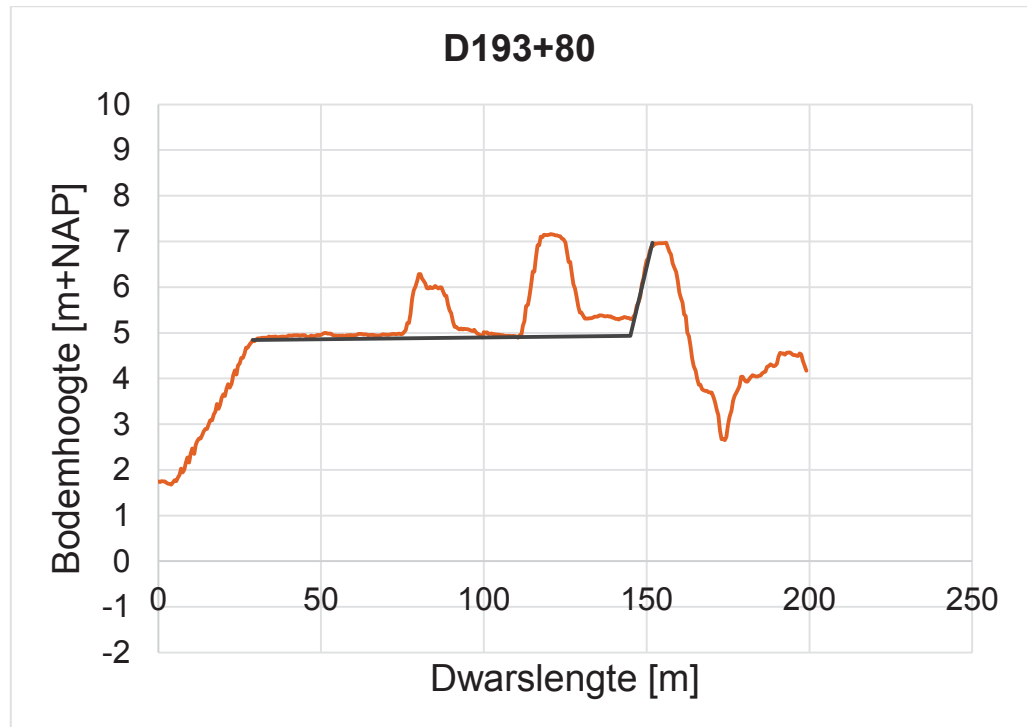


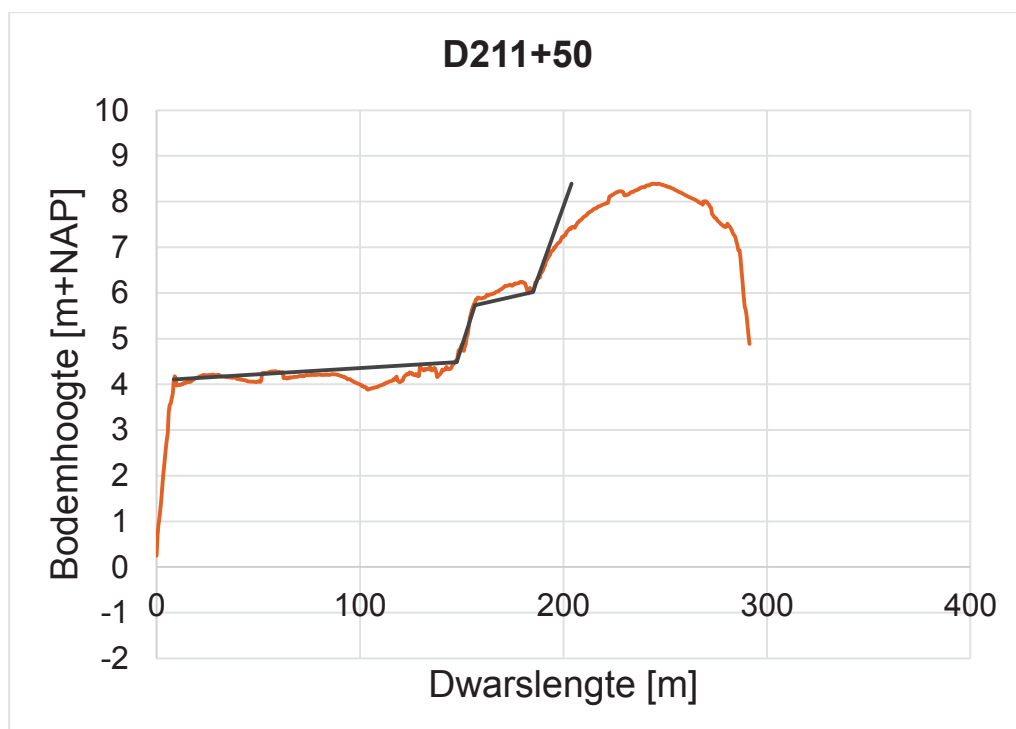
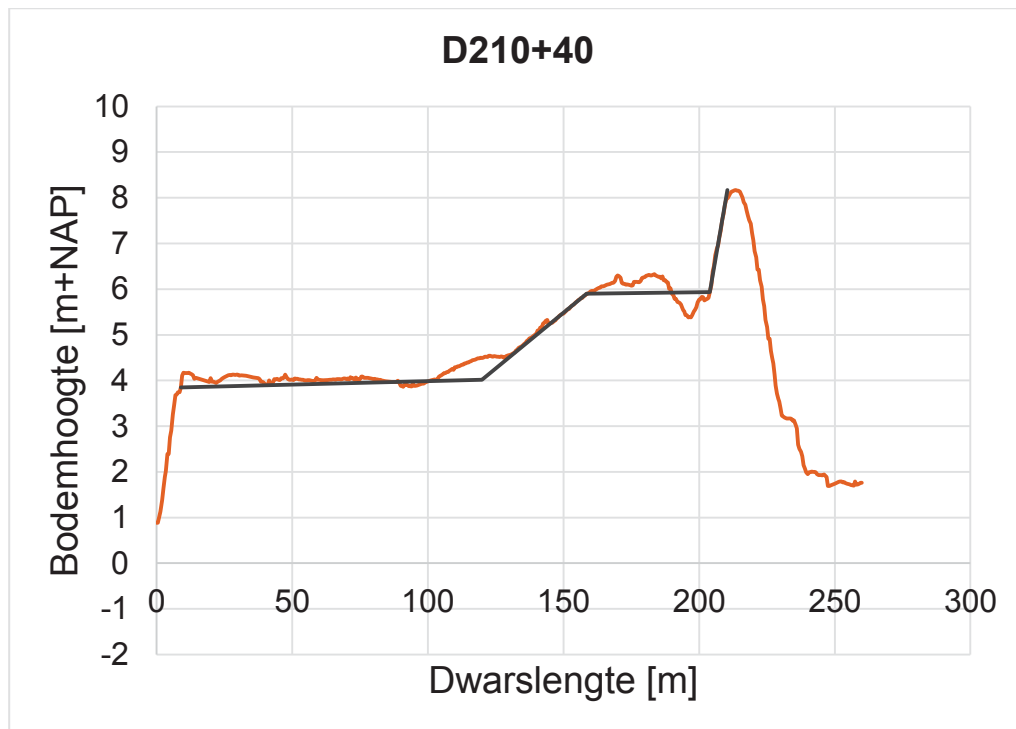


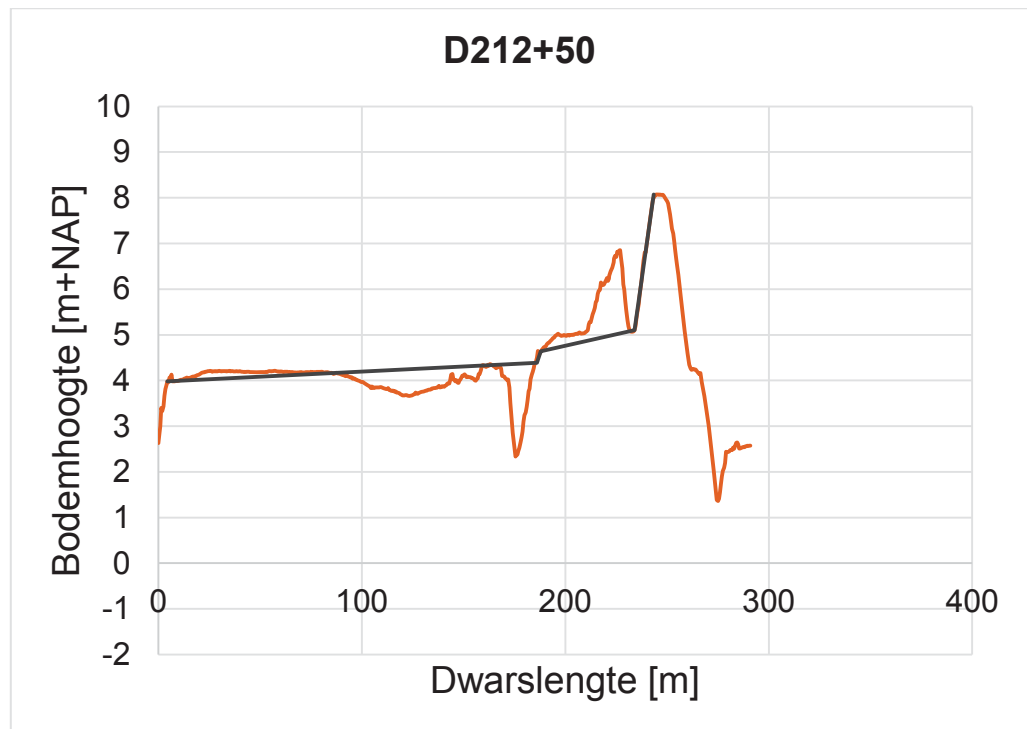


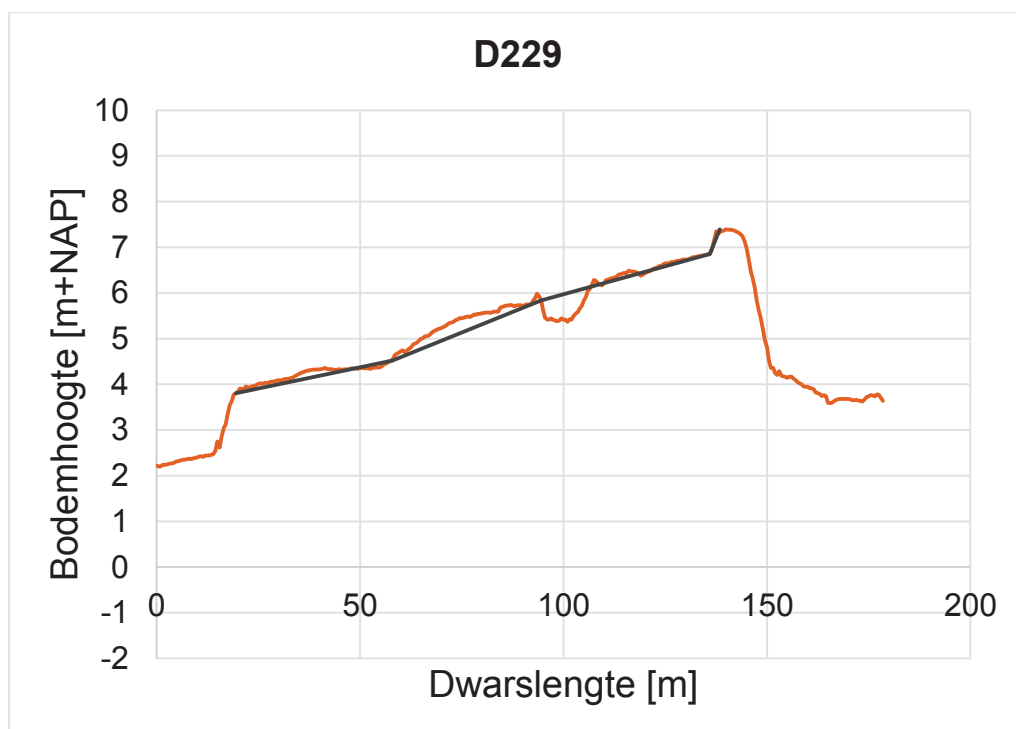
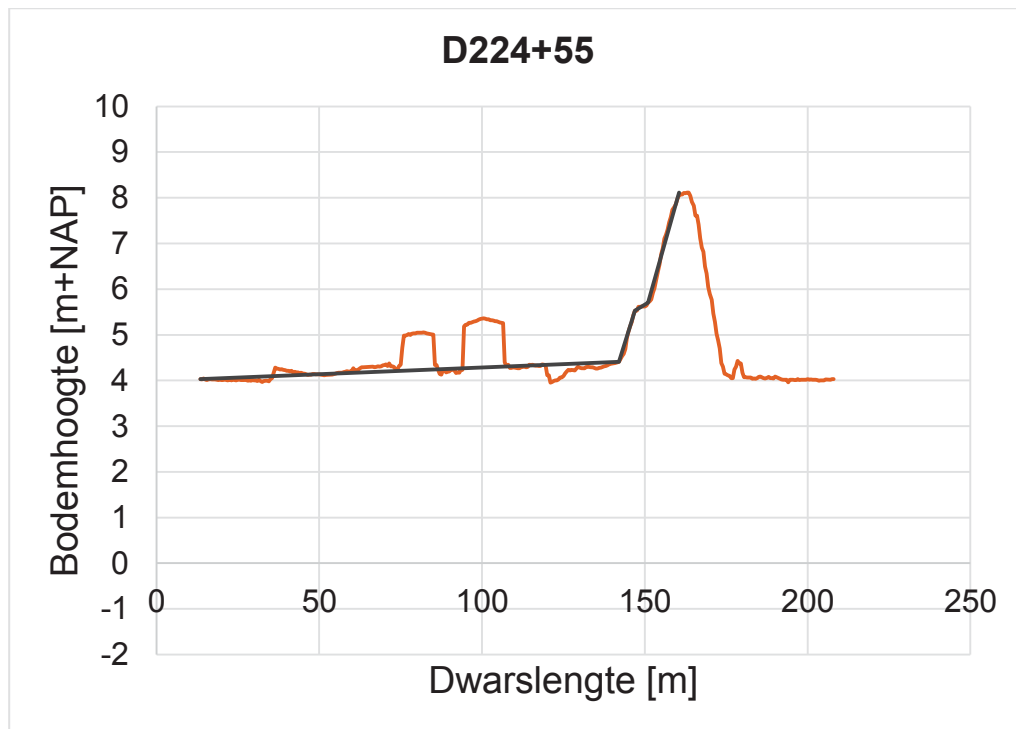


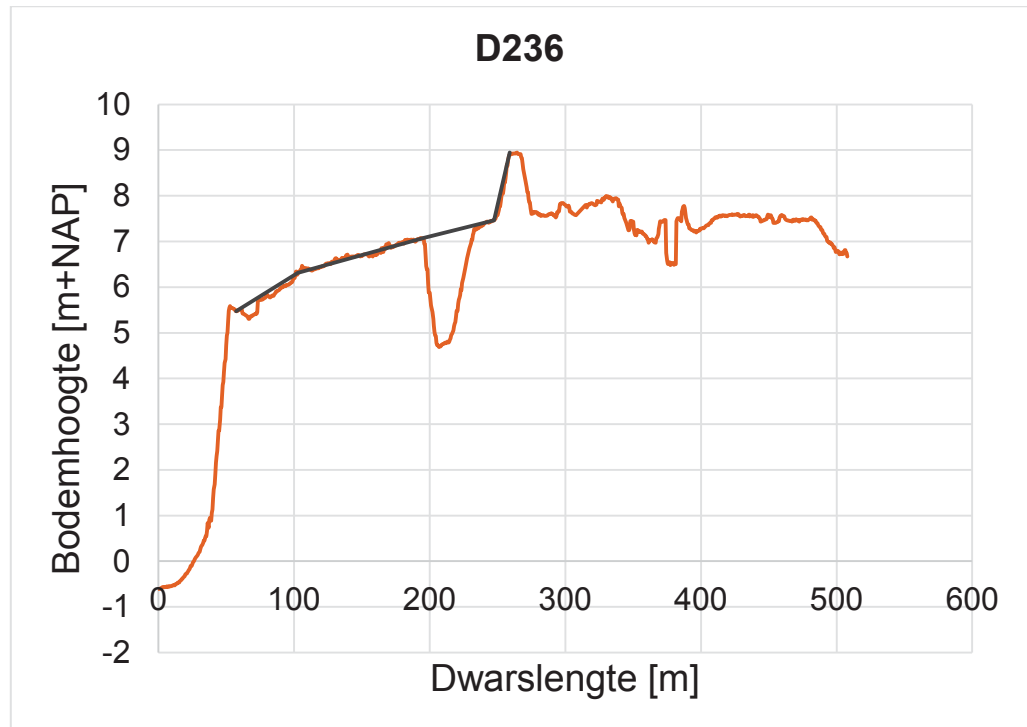






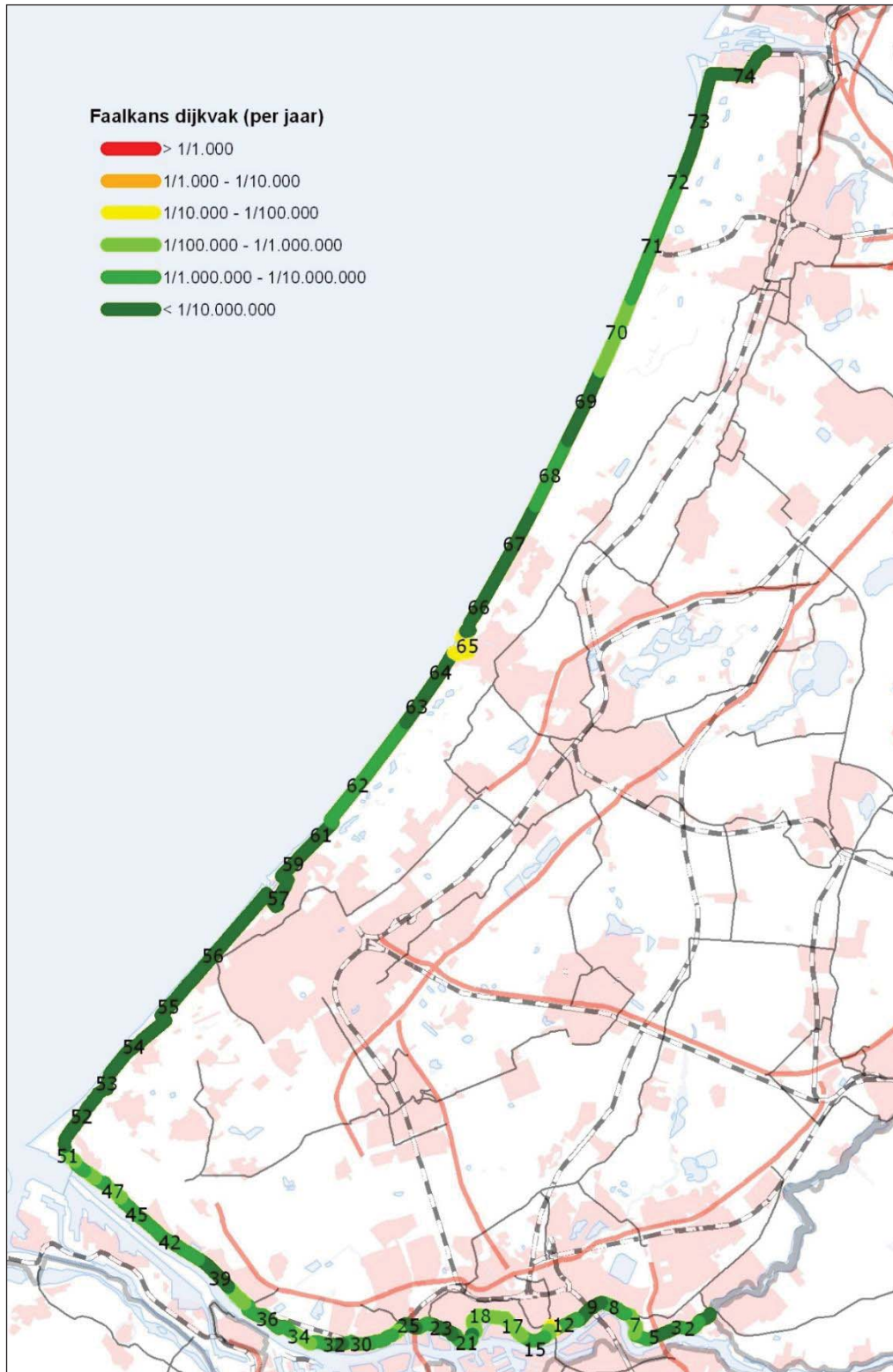






BIJLAGE 2: VNK2

Zie Figuur 4 en Tabel 11 voor de berekende faalkansen van Veiligheid Nederland in Kaart - project [ref 7]. Deze kansen zijn niet direct te vergelijken met de OI2014v3-methode, maar geven wel een beeld van de veiligheid van de kering (de werkelijke veiligheid van de kering veranderd niet zo zeer maar de manier hoe er tegenaan wordt gekeken wel) traject 14-2 is gelijk aan dijkvak 1 t/m 26, traject 14-3 is gelijk aan dijkvak 27 t/m 45 en traject 14-4 is gelijk aan dijkvak 46 t/m 51.



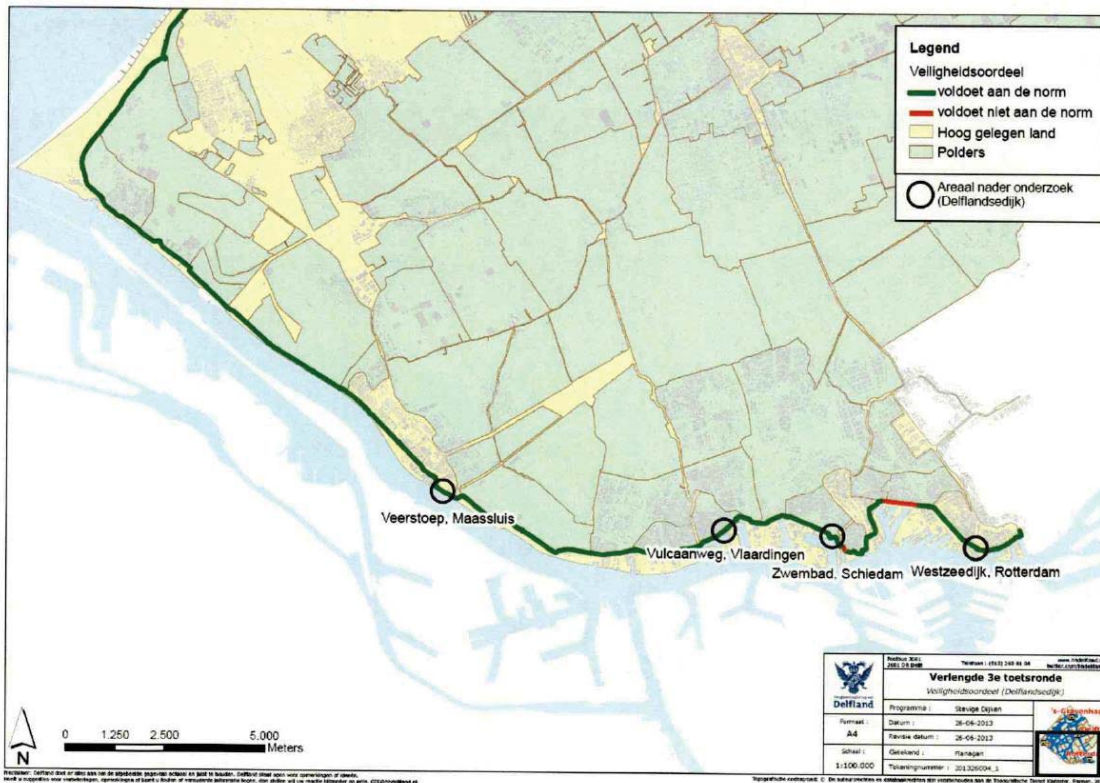
Figuur 4 Overzicht faalkansen per vak voor de dijken en duinen [ref 12].

Nr	Overloop en golfoverslag	Macrostabiliteit	Opbarsten en piping	Falen bekleding en erosie	Gecombineerd
1	1/240.000.000		<1/1.000.000.000		1/230.000.000
2	1/320.000		<1/1.000.000.000		1/3.200.000
3	1/3.000.000		<1/1.000.000.000	1/2.400.000	1/1.400.000
4	1/10.000.000		<1/1.000.000.000		1/10.000.000
5	1/53.000.000				1/53.000.000
6	1/12.000.000		1/17.000.000		1/6.900.000
7	1/560.000	<1/1.000.000.000	<1/1.000.000.000		1/560.000
8	1/5.500.000				1/5.500.000
9	1/24.000.000				1/24.000.000
10	1/10.000.000				1/10.000.000
11	1/1.100.000				1/1.100.000
12	1/1.300.000		<1/1.000.000.000		1/1.300.000
13	1/35.000				1/35.000
14	1/600.000				1/600.000
15	1/4.000.000				1/4.000.000
16	1/1.100.000				1/1.100.000
17	1/530.000				1/530.000
18	1/920.000			1/360.000	1/270.000
19	1/540.000				1/540.000
20	<1/11.000.000				
21	1/3.700.000				1/3.700.000
22	1/4.300.000		1/3.100.000		1/1.800.000
23	1/11.000.000			<1/1.000.000.000	1/11.000.000
24	1/3.300.000				1/3.300.000
25	1/21.000.000			<1/1.000.000.000	1/21.000.000
26	1/11.000.000				1/11.000.000
27	1/22.000.000		1/700.000	<1/1.000.000.000	1/680.000
28	1/5.500.000	<1/1.000.000.000			1/5.500.000
29	1/1.100.000				1/1.100.000
30	1/8.100.000	<1/1.000.000.000			1/8.100.000
31	1/6.800.000		1/5.200.000		1/2.900.000
32	1/13.000.000		1/85.000.000		1/12.000.000
33	1/870.000.000		1/4.100.000		1/4.100.000
34	1/92.000.000		1/760.000		1/750.000
35	1/150.000.000		1/9.900.000		1/9.300.000
36	1/87.000.000		1/3.900.000		1/3.800.000
37	1/87.000.000		1/8.800.000	1/15.000.000	1/5.400.000
38	1/500.000.000			1/440.000	1/440.000
39	1/190.000.000			<1/1.000.000.000	1/170.000.000
40	1/57.000.000				1/57.000.000
41	1/36.000.000			1/2.300.000	1/2.200.000
42	1/380.000.000		1/6.100.000		1/6.000.000
43	1/240.000.000		1/4.200.000	1/710.000.000	1/4.100.000
44	1/210.000.000		1/2.000.000	<1/1.000.000.000	1/2.000.000
45	1/560.000.000			1/2.600.000	1/2.600.000
46	1/6.300.000			<1/1.000.000.000	1/6.300.000
47	1/9.300.000		1/240.000	1/160.000.000	1/240.000
48	1/11.000.000		1/7.000.000	1/430.000.000	1/4.400.000
49	1/8.300.000		1/560.000	1/230.000.000	1/540.000
50	1/3.300.000			<1/1.000.000.000	1/3.300.000
51	1/230.000				1/230.000

Tabel 11 Berekende faalkansen voor de dijken die deel uitmaken van de categorie a-kering van dijkkring 14 [ref 12]

BIJLAGE 3: LRT+

In Figuur 5 is het resultaat opgenomen van de verlengde 3^e toetsronde [ref 8].



Figuur 5 Veiligheidsoordeel verlengde derde toetsronde Delfland [ref 8], Bijlage II, verlengde 3^e toetsronde, veiligheidsoordeel (Delflandsedijk); tekeningnummer 2013260004_1.

Na uitvoering van de verlengende 3^e toetsronde zijn ook de stukken waarvoor aanvullend onderzoek is uitgevoerd beoordeeld als: “voldoet aan de norm”.

Ter aanvulling op Figuur 5 geldt dat het afgekeurde deel bij de Merwehaven (dit is het lange rode stuk) inmiddels is goedgekeurd.

BIJLAGE 4: AANVULLENDE REKENRESULTATEN

Voor de zichtjaren 2050 en 2100 zijn in deze bijlage de resultaten opgenomen van de berekende waterstanden en benodigde kruinhoogte.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2050 [m NAP]	Kruinhoogte 2100 [m NAP]
	Faalkans-eis 1:25.000 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)	Faalkans-eis 1:25.000 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)
D236	6.52	7.01
D229	6.53	7.01
D224+55	8.20	9.43
D216	8.29	9.39
D212+50	6.88	7.44
D211+50	7.04	7.62
D210+40	6.73	7.56
D209+10	8.09	9.11
D193+80	7.17	8.53
D187	4.62	5.38
D174	4.34	4.78
D146+25	4.35	4.84
D142+60	4.35	4.98
D133g+70	4.30	4.73
D123g+35	4.25	4.67
D120	4.49	4.96
D57	4.32	4.71
D41+70	4.33	4.75
D38	4.34	4.76

Tabel 12 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m en faalkans-eis van 1:25.000) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2050 [m NAP]	Kruinhoogte 2100 [m NAP]
	Faalkans-eis 1:83.333 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)	Faalkans-eis 1:83.333 per jaar (incl. 0,20 m bodemdaling)
D187	5.25	5.77
D174	4.68	5.10
D146+25	4.71	5.21
D142+60	4.80	5.39
D133g+70	4.63	5.05
D123g+35	4.57	5.00
D120	4.82	5.27
D57	4.62	5.02
D41+70	4.66	5.07
D38	4.66	5.08

Tabel 13 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m en faalkans-eis van 1:83.333) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling

Locatie (profiel)	Kruinhoogte 2050 [m NAP]	Kruinhoogte 2100 [m NAP]
	Faalkans-eis 1:250.000 per jaar	Faalkans-eis 1:250.000 per jaar
	(incl. 0,20 m bodemdaling)	(incl. 0,20 m bodemdaling)
D187	5.60	6.11
D174	4.96	5.43
D146+25	5.06	5.60
D142+60	5.28	5.88
D133g+70	4.92	5.36
D123g+35	4.85	5.30
D120	5.12	5.59
D57	4.90	5.31
D41+70	4.96	5.36
D38	4.97	5.37

Tabel 14 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m en faalkans-eis van 1:250.000) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling

BIJLAGE 5: EERDER UITGEVOERDE BEREKENINGEN EN ANALYSES

5 BEREKENING KRUINHOOGTE

5.1 Geanalyseerde locaties

Het beschouwde gebied bestaat uit twee trajecten zoals in Figuur 6 is weergegeven. Daarbij is het traject 'Nieuwe Waterweg' op te delen in een deel buiten de Maeslantkering en een deel er binnen. De verdeling van de geanalyseerde locaties zijn in eerste instantie dusdanig gekozen dat deze geografisch over het gebied zijn verdeeld, waarbij er 2 locaties buiten de kering zijn gekozen, 2 locaties binnen de Maeslantkering en 2 locaties op het traject 'Nieuwe Maas'. In een later stadium van het project zijn de locaties uitgebreid. Onder de locaties behoren ook enkele specifieke locaties, namelijk ter plaatsen van de zogenaamde Harwichknoop (D229) en ter plaatsen van de Haakweg (D216) en de Vulcaanhaven (D38). De selectie van de locaties was tevens afhankelijk van de beschikbaarheid van de hydraulische randvoorwaarden locaties zoals zijn opgenomen in de databases (paragraaf 2.3.9).



Figuur 6 Gebiedsoverzicht met beschouwde profiellocaties (ronde gele stippen met dijkpaal aanduiding) en (genormeerde) dijktrajecten (dikke rode en blauwe lijnen)

De geanalyseerde locaties zijn opgenomen in Figuur 6 en Tabel 5. In Bijlage 4 is een detailoverzicht per profiellocatie opgenomen.

Locatie aanduiding	Hydra-locaties	Profiel	Dijktraject
Harwichknoop	DR14 Nieuwe Waterweg km 1029-1030 Locatie 08	D229-D230	14-4
Haakweg	DR14 Nieuwe Waterweg km 1028-1029 Locatie 06	D216	14-4
Nieuwe Waterweg binnen de kering t.h.v. Nieuw Oranjekanaal	DR14 Nieuwe Waterweg km 1025-1026 Locatie 07	D187	14-3
Nieuwe Waterweg binnen de kering t.h.v. Maassluis	DR14 Nieuwe Waterweg km 1018-1019 Locatie 09	D120	14-3
Nieuwe Maas	DR14 Nieuwe Maas km 1012-1013 Locatie 03	D57	14-3
Nieuwe Maas Vulcaanhaven	DR14 Nieuwe Maas km 1010-1011 Locatie 07	D38	14-3 (en norm 14-2)

Tabel 15 Overzicht profiellocaties.

5.2 Benodigde kruinhoogte

De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn opgenomen in Tabel 6. Hierin is benodigde kruinhoogte in de betreffende zichtjaren opgenomen. Hierin is de bodemdaling nog niet verwerkt. Voor de bepaling van de benodigde kruinhoogte die nu aanwezig moet zijn om in het betreffende zichtjaar de berekende kruinhoogte te verkrijgen moet de bodemdaling worden opgeteld bij de in Tabel 6 gepresenteerde kruinhoogten.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte [m NAP] 2015	Kruinhoogte [m NAP] 2050	Kruinhoogte [m NAP] 2100	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel
D229-D230	6.23	6.61	7.86	7.25
D216	7.54	7.94	8.51	8.01
D187	4.15	4.44	4.90	6.93
D120	3.98	4.29	4.77	5.44
D57	3.78	3.78	4.74	4.21
D38 (norm 14-3)	4.10	4.34	4.76	5.33
D38 (norm 14-2)	4.72	4.97	5.38	5.33

Tabel 16 Benodigde kruinhoogte (overslagdebit 10 l/s/m) voor drie zichtjaren, Blauw gemarkeerd indien kruinhoogte gelijk aan de waterstand. Dik gedrukt indien de kruinhoogte hoger is dan de aanwezige kruinhoogte, zonder correctie voor bodemdaling.

In verband met het relatief hoge voorland van enkele profielen is er geen tot nauwelijks sprake van golfbelasting op het boventalud, waardoor de benodigde

kruinhoogte gelijk is aan de waterstand (blauwe arcering). In Tabel 16 zijn de waterstanden opgenomen.

Locatie (profiel)	Waterstand [m NAP] 2015	Waterstand [m NAP] 2050	Waterstand [m NAP] 2100	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel
D229-D230	6.23	6.53	7.01	7.25
D216	6.29	6.58	7.07	8.01
D187	3.92	4.20	4.63	6.93
D120	3.79	4.06	4.46	5.44
D57	3.78	3.78	4.74	4.21
D38 (norm 14-3)	4.10	4.34	4.76	5.33
D38 (norm 14-2)	4.72	4.97	5.38	5.33

Tabel 17 Waterstanden voor drie zichtjaren. Dik gedrukt indien de waterstand hoger is dan de aanwezige kruinhoogte.

De waterstand ter plaatse van locatie D57 is in 2015 en 2050 gelijk. Een nadere analyse van het zogenaamde illustratiepunt laat zien dat er tussen beide zichtjaren voor de overige parameters (bijvoorbeeld zeewaterstanden, golfhoogte en periode) en bijdrage (open en gesloten kering) wel verschillen bestaan. Deze verschillen leiden echter niet tot een verschil in de berekende waterstand. Doordat het sluitpeil gelijk blijft (in de 2015 en 2050 situatie) is de verandering van de waterstand ten oosten van de kering beperkt ondanks dat de zeewaterstand stijgt².

5.2.1 Aanvullende kruinhoogte zichtjaar 2070

Op basis van de hiervoor beschreven waterstanden en kruinhoogte berekeningen en de bekingen in de gevoeligheidsanalyses is een kruinhoogte berekening gemaakt voor het zichtjaar 2070 met een overslagdebiet van 1 l/s/m. Hiervoor zijn de waterstanden, golfrichting, golfhoogte en golfperiode lineair geïnterpoleerd tussen 2050 en 2100 en is een kruinhoogte bepaald. De bodemdaling die daarbij is aangehouden is 0,20 m.

² De resultaten zijn ter controle voorgelegd aan de Hedeskwater, waarbij de resultaten als plausibel zijn bestempeld, zie bijlage 4.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte [m NAP] 2070	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel
D229-D230	7.28	7.25
D216	8.91	8.01
D187	4.83	6.93
D120	4.68	5.44
D57	4.33	4.21
D38 (norm 14-3)	4.51	5.33
D38 (norm 14-2)	5.14	5.33

Tabel 18 Benodigde kruinhoogte (overslagdebiet 1 l/s/m) voor 2070 (interpolatie tussen 2050 en 2100), Blauw gemarkeerd indien kruinhoogte gelijk aan de waterstand. Dik gedrukt indien de kruinhoogte hoger is dan de aanwezige kruinhoogte, zonder correctie voor bodemdaling.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte [m NAP] 2070 (incl. 0,20 m bodemdaling)	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel 2014
D229-D230	7.48	7.25
D216	9.11	8.01
D187	5.03	6.93
D120	4.88	5.44
D57	4.53	4.21
D38 (norm 14-3)	4.71	5.33
D38 (norm 14-2)	5.34	5.33

Tabel 19 Momenteel benodigde kruinhoogte (bij een overslagdebiet van 1 l/s/m) om voldoende kruinhoogte aanwezig te hebben in het betreffende zichtjaar, dus inclusief toeslag bodemdaling (indien nu onvoldoende kruinhoogte aanwezig is zijn de getallen dik gedrukt)

5.3 Gevoeligheidsanalyses

5.3.1 Overslagdebiet

In de vorige paragraaf zijn in Tabel 6 de benodigde kruinhoogte opgenomen bij een overslagdebiet van 10 l/s/m. In Tabel 19 en Tabel 20 zijn de benodigde kruinhoogte opgenomen voor respectievelijk 1 en 50 l/s/m.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte [m NAP] 2015	Kruinhoogte [m NAP] 2050	Kruinhoogte [m NAP] 2100	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel
D229-D230	6.23	6.74	8.34	7.25
D216	8.21	8.65	9.25	8.01
D187	4.35	4.64	5.12	6.93
D120	4.14	4.48	5.00	5.44
D57	3.79	3.79	4.75	4.21
D38 (norm 14-3)	4.10	4.34	4.76	5.33
D38 (norm 14-2)	4.72	4.97	5.39	5.33

Tabel 20 Benodigde kruinhoogte (overslagdebiet 1 l/s/m) voor drie zichtjaren, Blauw gemarkeerd indien kruinhoogte gelijk aan de waterstand. Dik gedrukt indien de kruinhoogte hoger is dan de aanwezige kruinhoogte, zonder correctie voor bodemdaling.

Locatie (profiel)	Kruinhoogte [m NAP] 2015	Kruinhoogte [m NAP] 2050	Kruinhoogte [m NAP] 2100	Aanwezige kruinhoogte AHN3-pofiel
D229-D230	6.23	6.53	7.51	7.25
D216	7.07	7.44	7.99	8.01
D187	4.01	4.30	4.76	6.93
D120	3.86	4.16	4.62	5.44
D57	3.78	3.78	4.74	4.21
D38 (norm 14-3)	4.10	4.34	4.76	5.33
D38 (norm 14-2)	4.72	4.97	5.38	5.33

Tabel 21 Benodigde kruinhoogte (overslagdebiet 50 l/s/m) voor drie zichtjaren, Blauw gemarkeerd indien kruinhoogte gelijk aan de waterstand. Dik gedrukt indien de kruinhoogte hoger is dan de aanwezige kruinhoogte, zonder correctie voor bodemdaling.

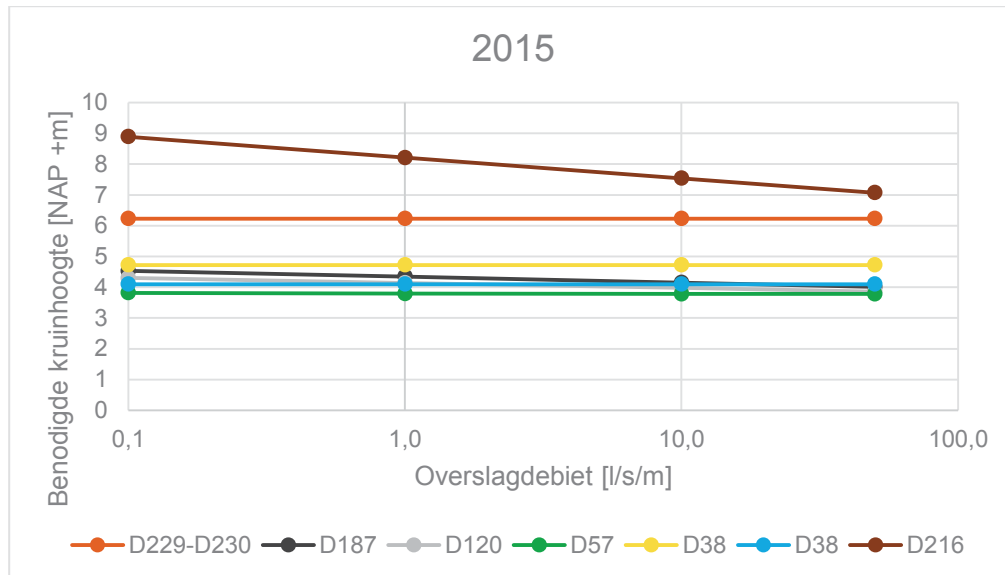
De hoogste benodigde kruinhoogte zijn berekend voor locatie D216 (Haakweg). Voor deze locatie is het overslagdebiet sterk dominerend in voor de kruinhoogte.

De locaties D57 en D38 worden door het relatief hoge voorland niet (nauwelijks) belast door golven en zijn daardoor onafhankelijk van het te selecteren overslagdebiet.

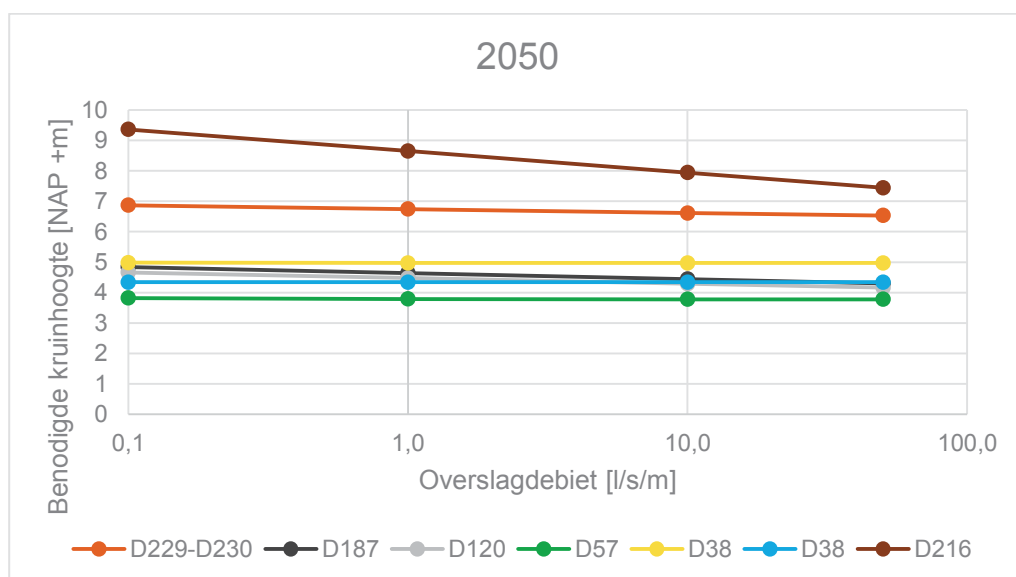
De volledige reductie van de golfbelasting geldt ook voor de locatie D229-D230 (Harwichknoop) voor het zichtjaar 2015. Voor 2050 en 2100 neemt de bijdrage van de golfbelasting op de benodigde kruinhoogte toe. Voor het zichtjaar 2100 zelfs dermate dat de benodigde kruinhoogte in het zichtjaar hoger is dan de huidige aanwezige kruinhoogte onafhankelijk van het te kiezen overslagdebiet (NAP+7.51 m voor 50 l/s/m).

Bij aanleg moet tevens nog rekening worden gehouden met de voor bodemdaling benodigde compensatie (paragraaf 2.3.5). Voor 2050 met 0,14 m (36 jaar * 20/50 cm/jaar) en voor 2100 met 0,34 m (86 jaar * 20/50 cm/jaar).

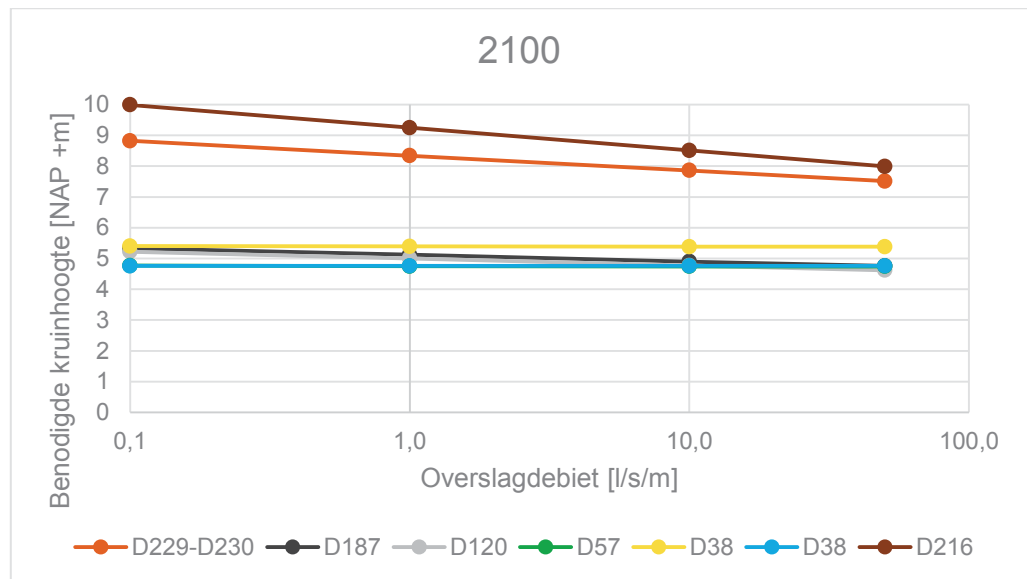
Voor locatie D120 geldt dat de benodigde kruinhoogte in alle berekende gevallen, onafhankelijk van het te kiezen overslagdebiet, lager is dan de aanwezige kruinhoogte, ook indien rekening wordt gehouden met de bodemdaling (0,34 m) in 2100.



Figuur 7 Benodigde kruinhoogte 2015 bij verschillende overslagdebieten.



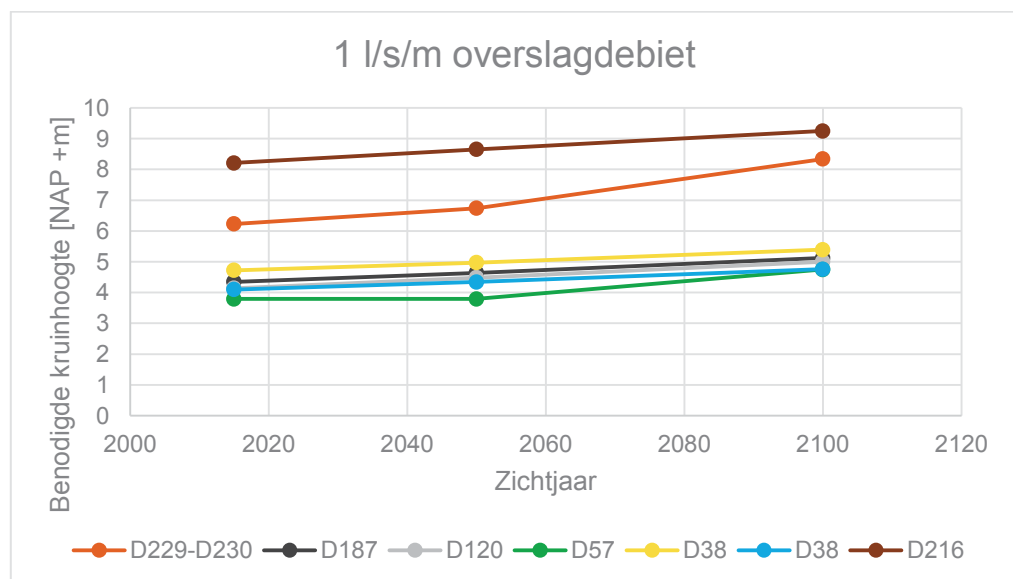
Figuur 8 Op termijn benodigde kruinhoogte 2050 bij verschillende overslagdebieten.



Figuur 9 Op termijn benodigde kruinhoogte 2100 bij verschillende overslagdebieten.

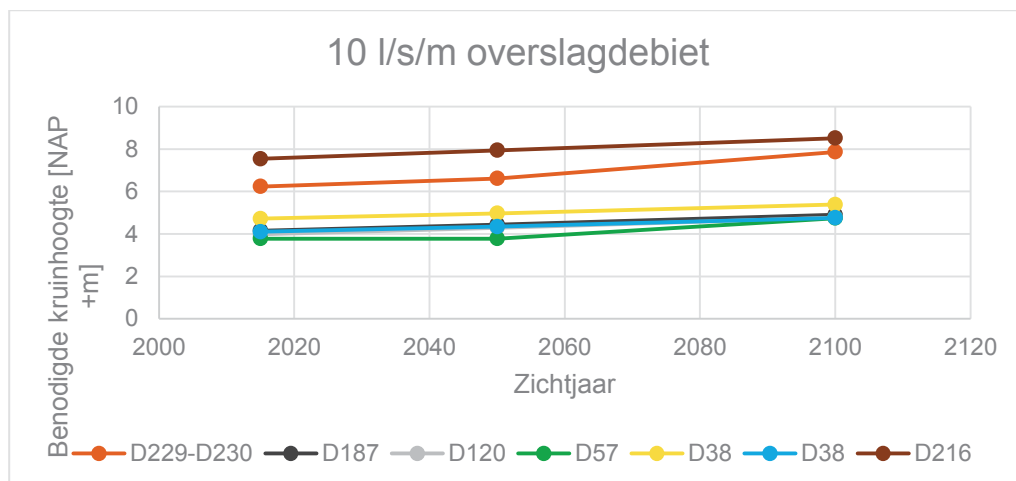
5.3.2 Zichtjaren

De benodigde kruinhoogte voor de verschillende zichtjaren is reeds opgenomen in paragraaf 5.2 en in subparagraaf 5.2.1. In de onderstaande figuren is het tijdsverloop per locatie per overslagdebiet opgenomen.



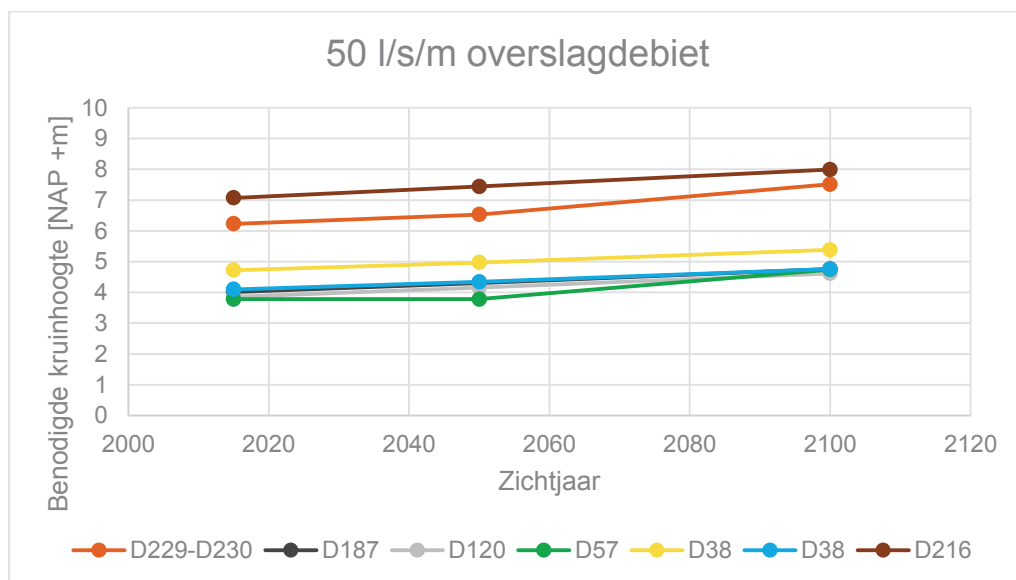
Figuur 10
zichtjaren.

Op termijn benodigde kruinhoogte bij een overslagdebiet van 1 l/s/m voor drie



Figuur 11
zichtjaren.

Op termijn benodigde kruinhoogte bij een overslagdebiet van 10 l/s/m voor drie



Figuur 12
zichtjaren.

Op termijn benodigde kruinhoogte bij een overslagdebiet van 50 l/s/m voor drie

5.4 Profielen en profiellocaties

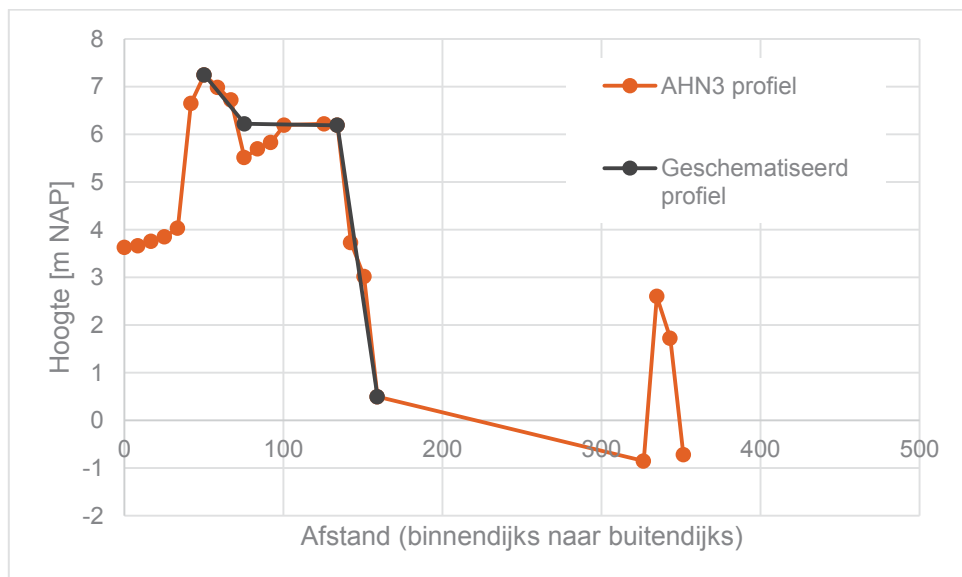
In de volgende figuren is zijn de profielen op basis van de door Hoogheemraadschap aangeleverde AHN3 profielen opgenomen en de schematisatie. Het betreft de profielen die zijn aangeleverd door Hoogheemraadschap Delfland (in CSV-formaat). Het betreft profielen die zijn gebaseerd op AHN3 (maart 2014) en AHN2 (juli 2009). Voor de uitgevoerde analyse is gebruik gemaakt van het 'AHN3 Delfland'-profiel. De (horizontale) afstand tussen de verschillende hoogtepunten verschilt per profiel en varieert tussen de circa 4 m (D38) tot circa 13 m (D57). Voor deze analyse is ervan uitgegaan dat deze punten representatief zijn.

Daarbij zijn soms aanpassingen gedaan aan het profiel om te voldoen aan de eisen van Hydra en PC-overslag (zoals afstand tussen profielpunten, minimale en maximale helling, hoogte nulpunt t.o.v. waterstand).

D229-D230



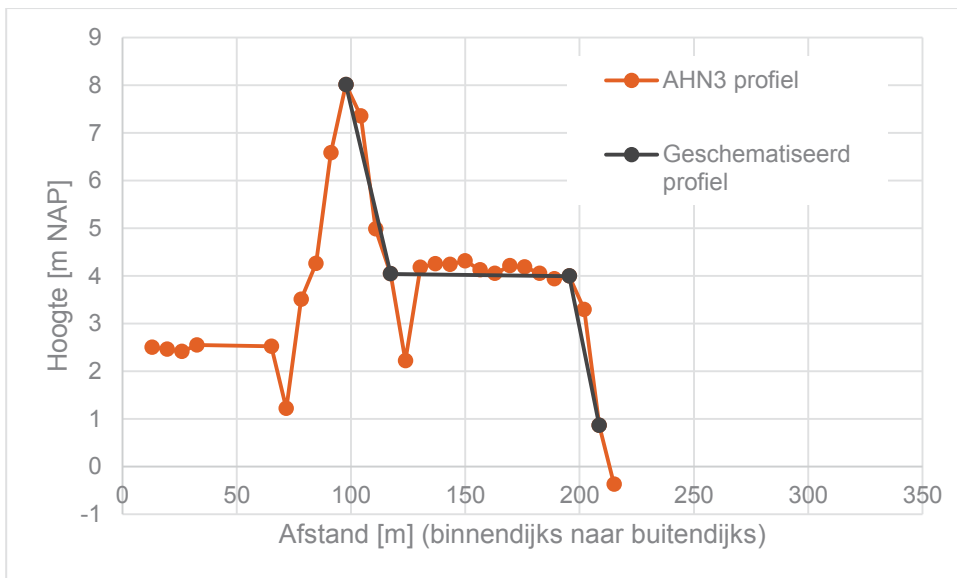
D229-D230



D216



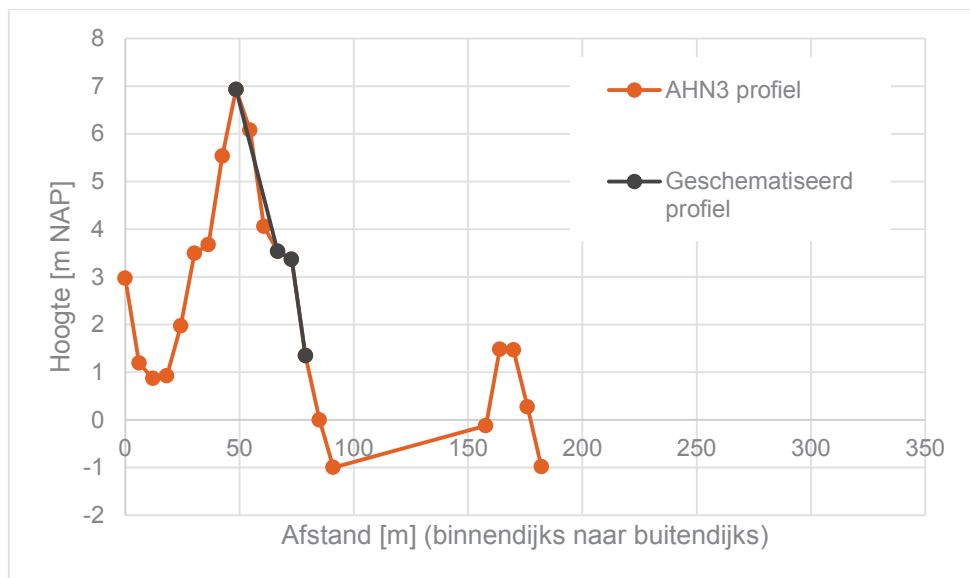
D216



D187



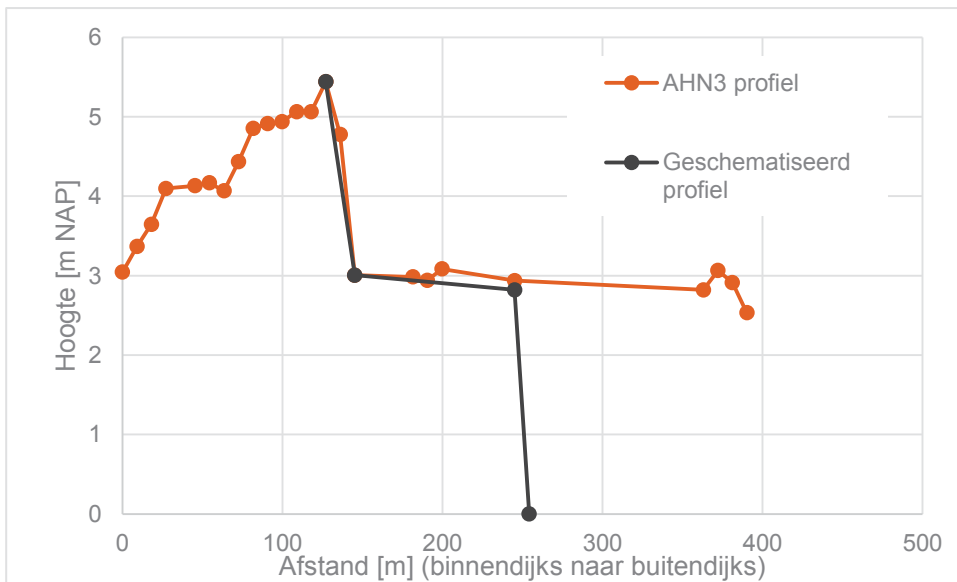
D187



D120



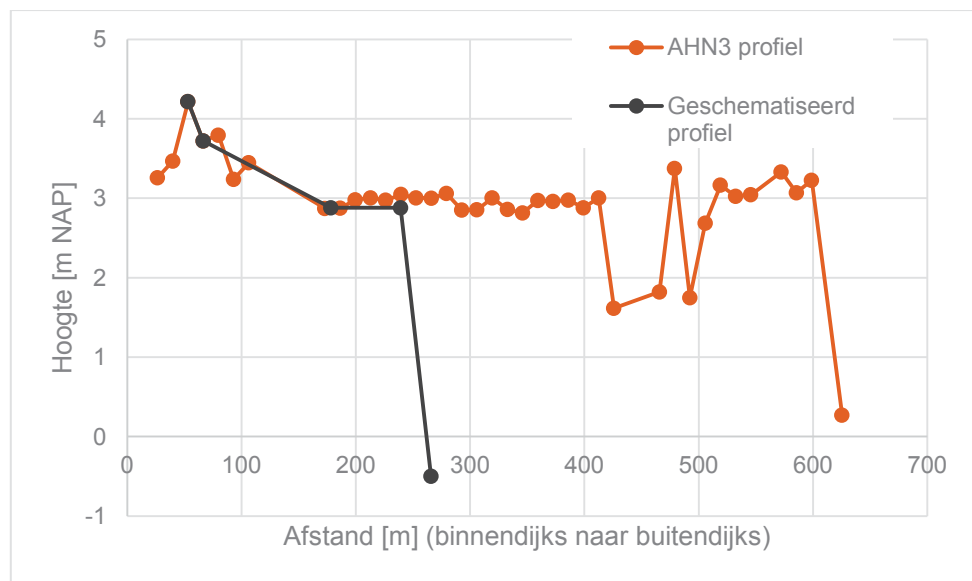
D120



D57



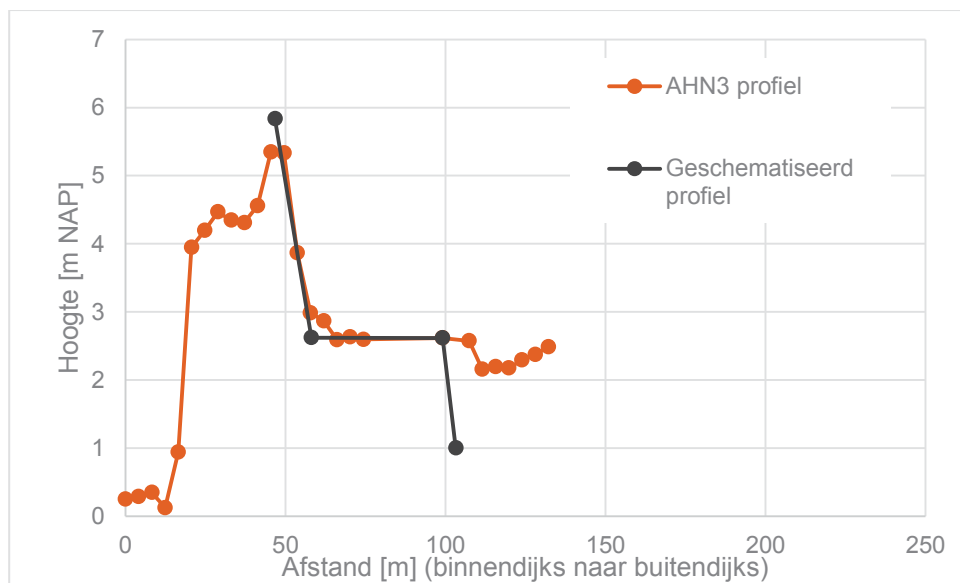
D57



D38



D38



BIJLAGE 6: HELPDESKVRAAG

Vraag

Van: noreply@rws.nl [<mailto:noreply@rws.nl>]

Verzonden: vrijdag 18 december 2015 8:57

Aan: Bennink, Carla (WVL); helpdeskwater@deltares.nl; vanhemert@stowa.nl

Onderwerp: Er is een vraag doorgezet (met # 15 12 1436)

Beste collega,

Wij hebben je/jullie hulp nodig bij het beantwoorden van de onderstaande vraag:

* Onderwerp
- Waterveiligheid

* Vraag of opmerking
Beste helpdesk water,
In het project Hoekse Lijn (gemeente Rotterdam) vinden allerlei ontwikkelingen plaats in en om onze primaire waterkering de Delflandse Dijk.

Hiervoor is vergunning benodigd. In het kader van de voorbereiding van de vergunning zijn berekeningen gemaakt door Arcadis met het tijdelijk ontwerpinstrumentarium (OI 2014, versie 3).
Onderdeel hiervan zijn hydraulische berekeningen. Deze berekeningen zijn tot stand gekomen na afstemming met KPR. Met het KPR zijn de uitgangspunten besproken en de uitkomsten gedeeld.
Enkele berekeningsuitkomsten zijn merkwaardig en kunnen niet door het KPR worden verklaard. Het KPR adviseert ons om deze vraag aan de helpdesk te stellen omdat de beantwoording een kijkje onder de motorkap vergt.

In de berekeningen zijn toekomstige scenario's berekend. Opvallend is de niet de niet veranderende waterstand bij dijkpaal D57 (tussen de jaartallen 2015 en 2050), ondanks de zeespiegelrijzing (blz 18 van het document). Ik wil graag weten:

- 1) wat de oorzaak hiervan is en
- 2) of dit consequenties heeft voor de andere berekeningen.
- 3) Hoe dit evt. kan worden gerepareerd

De planning van het project is heel krap en het eindresultaat had al klaar moeten zijn. Ik hoop dat de vraag urgentie kan krijgen.

Bijgevoegd heb ik enige achtergrondinformatie. Als meer nodig is, dan horen we dit graag. Namens Arcadis is Michiel van Reen (michiel.vanreen@arcadis.com) aanspreekpunt. Het KPR gaf aan ook alfons.smale@deltares.nl en robert.vos@rws.nl te betrekken. Zij kennen de vraag. Gaarne hen betrekken bij de beantwoording.

Antwoord

From: Alfons Smale [mailto:Alfons.Smale@deltares.nl]

Sent: maandag 4 januari 2016 9:16

To: Reen M.J. van (Michiel) <michiel.vanreen@arcadis.com>; Tigchelaar, Jan <jtigchelaar@hhdelfland.nl>

Cc: helpdeskwater@rws.nl; Bennink, Carla (WVL) (carla.bennink@rws.nl) <carla.bennink@rws.nl>; Slagter, Deon (WVL) (deon.slagter@rws.nl) <deon.slagter@rws.nl>; Vos, Robert (WVL) (robert.vos@rws.nl) <robert.vos@rws.nl>

Subject: FW: Er is een vraag doorgezeten (met # 15 12 1436)

Beste Jan, Michiel,

Wij hebben onderstaande vraag ontvangen via de Helpdesk Water. Namens de helpdesk water hierbij antwoord op deze vraag.

De kern van de vraag komt erop neer dat een verklaring gezocht wordt voor het niet wijzigen van de waterstand binnen het illustratiepunt voor HBN (maar wel het berekende HBN zelf) als naar een zichtjaar zoals bijvoorbeeld 2050 wordt gekeken. Wij hebben op basis van de beschikbaar gestelde informatie een verklaring voor deze observatie, maar hebben niet de berekeningen kunnen controleren omdat de gebruikte invoer niet beschikbaar was. Onder de aanname dat de juiste databases en de juiste statistiek zijn gebruikt (met name de zeewaterstands- en afvoerstatistiek), stellen wij dat de resultaten plausibel zijn. Onderstaand volgt een verklaring voor de gevonden resultaten.

De beschikbaar gestelde resultaten hebben betrekking op een locatie aan de oostzijde van de Maeslantkering en betreffen resultaten van HBN berekeningen voor verschillende zichtjaren. Uit de resultaten van de berekening voor zichtjaar 2015 blijkt dat het illustratiepunt wordt gedomineerd door de volgende eigenschappen: (i) gesloten Maeslantkering, (ii) hoge windsnelheid, (iii) lage afvoeren en (iv) lage/middelmatige zeewaterstand. Dit betekent dat het illustratiepunt voor het HBN primair gedomineerd wordt door hoge windsnelheden bij gesloten kering.

Als vervolgens een berekening wordt uitgevoerd met aangepaste statistiek voor zeewaterstand en afvoer voor zichtjaar 2050, dan betekent dat effectief dat gerekend zou moeten worden met verhoogde zeewaterstanden en verhoogde afvoeren ten opzichte van 2015. Echter, vanwege het feit dat afvoer niet dominant is in het illustratiepunt, zal een toename van de afvoer geen significant effect hebben op de berekende HBN (en dus geen significant effect op het illustratiepunt voor HBN). Merk op dat er wel een effect is en dat dit effect vooral te zien is bij de secundaire illustratiepunten (dus bij andere toestand Maeslantkering/andere windrichtingen/etc.).

Wellicht wordt instinctief verwacht dat de verandering van de statistiek van de zeewaterstand altijd een effect zal hebben. Dit is echter niet het geval, omdat het illustratiepunt gedomineerd wordt door de gesloten toestand van de Maeslantkering. Omdat het sluitpeil niet wijzigt, zal een verhoging van de zeewaterstand niet doorwerken in de waterstanden achter de Maeslantkering. Wel zal er een grotere kans op sluiten van de kering zijn en ook een navenant grotere kans op onterecht open blijven (falen) van de kering (dit is logisch

omdat de kering bij iedere X sluitingen faalt, en bij gelijk blijvende X en toenemend aantal sluitvragen neemt kansbijdrage geopende kering toe): dat is dan ook de reden dat de bijdrage van gesloten kering afneemt in 2050. Als gevolg hiervan verschuiven ook hier de secundaire illustratiepunten, maar de belangrijkste bijdrage blijft bij betreffende waterstand liggen (en dus blijft dat illustratiepunt dominant).

Als we vervolgens naar het zichtjaar 2100 kijken, dan wordt met name de invloed van een hogere zeewaterstand duidelijker: de kering sluit veel vaker met navenant veel vaker optredend falen van de kering. In dit geval is de hierdoor veroorzaakte verandering van de kansbijdrage voor gesloten kering zo groot dat ook een groter effect van de zeewaterstand in het illustratiepunt te zien is (met name de secundaire).

Conclusie: het illustratiepunt voor HBN voor deze locatie wordt gedomineerd door condities welke niet (nauwelijks) beïnvloed worden door de verandering van statistiek van afvoer en zeewaterstand.

Merk op dat het voor ons niet mogelijk was om de berekeningen zelf te controleren omdat de gehanteerde invoer niet beschikbaar was.

Mochten er naar aanleiding van dit antwoord nog vragen zijn, dan vernemen wij dit graag.

Met vriendelijke groet,
Alfons Smale

BIJLAGE 7: DTH-RIVIERDIJK EN ZEEDIJK

Onderstaand overzicht is aangeleverd door HHD en bevat DTH100 (Rivierdijk) en DTH200 (Zeediijk). Dit is het vigerend beleid van hoe HHD met de toekomstige kering wil omgaan. Deze rapportage is een uitwerking van maatwerk. Grofstoffelijk kan worden gesteld dat onderstaande kruinhoogte enkele decimeters tot enkele meters hoger is dan de in deze studie berekende kruinhoogte.

Profiel nr. Zeediijk	Kruinhoogte DTH 100/200
-----------------------------	------------------------------------

DD1 (D231)	9.00
DD2 (D226)	10.70
DD3 (D216)	10.50
DD4 (D205)	10.50
DD5 (D199)	10.40

Profielnr. Rivierdijk

DD1 (D189)	7.00
DD2 (D185)	6.85
DD3 (D167)	6.85
DD4 (D154)	6.50
DD5 (D147)	6.00
DD6 (D139)	6.05
DD7 (D124)	6.10
DD8 (D115)	5.50
DD9 (D109)	5.60
DD10 (D94)	5.90
DD11 (D86)	6.40
DD12 (D72)	5.85
DD13 (D65)	5.35
DD14 (D54)	5.50
DD15 (D46)	5.35
DD16 (D39)	5.25
DD17 (D26)	5.60
DD18 (D21)	5.40
DD19 (D12)	5.95
DD20 (D2)	5.50
DD21 (S4)	6.30
Kistdam (S10)	
DD22 (S18)	5.35
DD23 (S28)	5.85
DD24 (S40)	7.80
DD25 (S46)	8.30
DD26 (S55)	6.10
DD27 (S60)	5.60

IMPACTANALYSE HOEKSE LIJN - GEOTECHNIEK & BEKLEDING

gemeente Rotterdam

12 JULI 2016

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03041.002111
Onze referentie: 078770023 D

Contactpersonen

WIEBE JANSSEN

Specialist waterkeringen en
geotechniek

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

Inhoudsopgave

1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Nieuwe normering	7
1.3 Doelstelling	8
1.4 Overzicht gehanteerde werkwijze	8
2 UITGANGSPUNTEN	9
2.1 Programmatuur	9
2.2 Gebiedsafbakening	9
2.3 Waterstanden	10
2.3.1 Uitgangspunten Hydra-Zoet berekeningen	10
2.3.2 Toeslagen	11
2.3.3 Gehanteerde waterstanden	12
2.4 Bodemopbouw	13
2.5 Geotechnische parameters	13
2.5.1 M-C nieuw	13
2.5.2 CSSM ongedraineerd	14
2.6 Veiligheidseis	17
3 VEILIGHEIDSOORDEEL	19
4 STABILITEITSTOETS	21
4.1 Inleiding	21
4.2 Werkwijze	21
4.3 Waterspanningen	22
4.4 Verkeersbelasting	22
4.5 Afschuifveiligheid	23
4.5.1 Reguliere toetsing	23
4.5.2 Restbreedte	24
5 PIPINGTOETS	25
5.1 Inleiding	25

5.2 Samenvatting 3 ^e toetsronde	25
5.3 Invoer Sellmeijer	25
5.4 Resultaten pipingtoets	26
6 BEKLEDINGTOETS	28
6.1 Inleiding	28
6.2 Samenvatting 3 ^e toetsronde	28
6.3 Toetsing bekleding	29
6.3.1 Grasbekleding	29
6.3.2 Harde bekleding	29
6.4 Overall oordeel	30
7 CONCLUSIE	31
8 REFERENTIES	33
9 BIJLAGEN	34
BIJLAGE 1. Proevenverzameling Delfland 1997	35
BIJLAGE 2. Ongedraineerde parameters proevenverzameling Delfland	36
BIJLAGE 3. Workaround ongedraineerd rekenen Delfland	37
BIJLAGE 4. Bepaling POP	38
BIJLAGE 5. Glijcirkels stabiliteitsberekeningen	39
BIJLAGE 6. Maatgevende boorprofielen pipingberekening	40
BIJLAGE 7. Sellmeijer berekening	41

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Door de al bestaande verwevenheid van de Hoekse Lijn en waterkering is het onvermijdelijk dat een deel van de werkzaamheden, die nodig zijn voor de ombouw naar een metrolijn en voor de verlenging naar het strand, plaatsvinden binnen het waterstaatswerk. De eisen waaraan een primaire waterkering moet voldoen zijn vastgelegd in de Waterwet en diverse leidraden en technische rapporten.

Daar waar de Hoekse lijn binnen de legger van het hoogheemraadschap komt of binnen korte afstand hiervan komt te liggen, dient te worden aangetoond dat deze ingreep geen nadelige effecten heeft op de veiligheid en het beheer van de waterkering en dat deze ook toekomstige versterkingen niet in de weg zullen staan. In de door de opdrachtgever opgestelde 'Notitie zwaarwegend belang Hoekse Lijn' is hier reeds een invulling aan gegeven.

1.2 Nieuwe normering

De vigerende Waterwet hanteert een norm per dijkkringgebied. Deze norm is gebaseerd op een overschrijdingskans van de waterstand die eens in de zoveel jaar voorkomt. De huidige vigerende norm voor dijkkringgebied 14 is 1/10.000 per jaar. Deze norm is afgeleid van een analyse door de (eerste) Deltacommissie na de Watersnoodramp in 1953 en in de wet vastgelegd in 1996.

In het Deltaprogramma 2015, Werk aan de Delta, is een nieuwe normering voorgesteld. In het rapport 'Tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan' [ref 5] is de voorgestelde nieuwe normering eveneens opgenomen. Momenteel is vervangen door het Nationaal Waterplan 2016-2021 [ref 6] (waar de voorgestelde normering overigens niet meer is opgenomen). De nieuwe normering is gebaseerd op trajecten in plaats van dijkkringgebieden en op een overstromingskans van de primaire kering van een traject in plaats van een overschrijdingskans van een waterstand. Een dijkkringgebied kan uit meerdere trajecten bestaan met verschillende overstromingskansnormen. De verschillen in overstromingskansnormen hebben vooral te maken met de mogelijke schade bij een overstroming en de kans op slachtoffers als gevolg van de overstroming. De nieuwe overstromingskansnormen berusten op:

- Een maximaal lokaal individueel risico van 10^{-5} per jaar (basisveiligheid 1:100.000 per jaar);
- De uitkomsten van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) op landelijk niveau;
- Bijstellingen zwaarste van bovenstaande norm op basis van de kansen op grote aantallen slachtoffers, de bescherming van vitale infrastructuur en bestuurlijke wensen.

In het huidige Deltaprogramma zijn ook al diverse Deltabeslissingen genomen die van invloed zijn op de toekomstige eisen aan de waterkering. Deze eisen zijn in concept bekend, maar nog niet verankerd in de Waterwet. De planning is dat de nieuwe normen vanaf 2017 zijn vastgesteld en opgenomen in de Waterwet. De concept normen zijn echter al wel in de recent (4 juni 2015) afgeronde consultatieronde van de Waterwet opgenomen. Tevens is in het OI2014 (Ontwerp Instrumentarium 2014, laatst beschikbare versie 3 van 17 juli 2015) de uitgangspunten en werkwijze zodanig opgenomen dat deze zo goed mogelijk aansluiten bij het zogenaamde WTI2017 (Wettelijk Toets Instrumentarium 2017), waarmee in 2023 de toetsing van de waterkeringen moet zijn uitgevoerd. Sinds 1 januari 2016 is de naam WTI2017 veranderd in het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium 2017 (WBI2017). Vervolgens is sinds 23 maart 2016 een voorstel voor de Waterwet ingediend in de Tweede Kamer [ref 7].

Met het huidige OI2014 kan dus met behulp van een consequentie analyse de impact van de nieuwe normen (overstromingskans van de waterkering in plaats van overschrijdingskans van de waterstand) inzichtelijk worden gemaakt.

1.3 Doelstelling

De doelstelling van deze studie betreft het analyseren van de waterkering of deze een voldoende scoort op stabiliteit, piping en bekleding wanneer deze getoetst wordt volgens het OI2014v3 [ref 1].

1.4 Overzicht gehanteerde werkwijze

Als basis van de toetsing is uitgegaan van de aannames en bepalingen uit de 3^e toetsronde [ref 2]. De hierin opgestelde D-Geo Stability schematisaties zijn aangepast. Nieuwe inzichten op het gebied van geotechnische parameters, die zijn verwerkt in de proevenverzameling, zijn inzichtelijk gemaakt en toegepast op de berekeningen. Aan de hand van de met Hydra-Zoet verkregen waterstanden zijn de waterspanningen opnieuw bepaald. De berekeningen zijn aangepast naar de nieuwe inzichten. Aan de hand van [ref 1] is de veiligheidseis bepaald waaraan de stabiliteit dient te voldoen. De analyse is alleen uitgevoerd voor de binnenwaartse stabiliteit.

De piping berekening is uitgevoerd met de vernieuwde Sellmeijer formule, uitgangspunten van de piping berekening zijn overgenomen uit de 3^e toetsronde.

Voor de bekledingstoets zijn nieuwe golfbelastingen bepaald met Hydra-Zoet, wat beoordeeld wordt met de nieuwe belastingen is overgenomen uit de 3^e toetsronde.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Programmatuur

Voor de geotechnische berekeningen is gebruik gemaakt van het programma D-Geo Stability versie 15.1 van Deltares. Voor de waterstand en hydraulische belasting berekeningen is Hydra Zoet 1.6.3 Deltamodus gebruikt.

2.2 Gebiedsafbakening

Het gebied dat in deze studie is beschouwd bevat twee trajecten. Het betreft de gebieden waar de Hoekse Lijn direct naast of op de primaire waterkering ligt. In de eerder opgestelde analyse [ref 3], waarin alleen de impact op hoogte is beschouwd, zijn 6 locaties gekozen welke beschouwd zijn. Deze 6 locaties zijn ook in onderhavige analyse gebruikt. De locatie zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: gebiedsoverzicht met beschouwde profiellocaties (stippen met dijkpaal aanduiding) en (genormeerde) dijktrajecten (dikke rode en blauwe lijnen).

In de 3^e toetsronde [ref 2] is het totale traject opgedeeld in dijkvakken, waarbij per dijkvak een maatgevend profiel is gekozen. De gekozen locaties uit Figuur 1 corresponderen niet altijd met het maatgevende profielen binnen het dijkvak waar de gekozen locatie ligt. Voor onderhavige toetsing is gekeken in welk vak, uit [ref 2], de locatie ligt en welke profiel als maatgevend is beschouwd in de 3^e toetsronde. Voor de analyse zijn de maatgevende profielen uit [ref 2] beschouwd als de profielen voor de gekozen locaties. In Tabel 1 is per locatie aangegeven in welk dijkvak deze ligt en wat daarvan het maatgevende profiel was. De verschillende locatie vallen binnen de norm trajecten 14-3 en 14-4, een klein deel van 14-2¹ lijkt binnen tracé Hoekse lijn te vallen. Afsproken is om hiermee rekening te houden

¹ Traject benaming is gebaseerd op "Normtrajecten_Dijkkringlijnen_Wetgeving_V19_20aug2015.shp" en betreft een aanpassing t.o.v. eerder gebruikte benaming (https://www.internetconsultatie.nl/ontwerpwijsiging_waterwet/): 14-1 is geworden 14-2, etc.

Onderzoeksl atie	dijktraject	profiel	Dijkvak 3 ^e toetsronde	Maatgevend profiel 3 ^e toetsronde
1	14-3 (14-2)	D38	D30-D43	D39
2	14-3	D57	D49-D60	D54
3	14-3	D120	D111-D121	D115
4	14-3	D187	D181-D187	D185
5	14-4	D216	D211-D217	D216
6	14-4	D229	D223-D230	D226

Tabel 1: maatgevende profiel uit de 3^e toetsronde

In het vervolg van de rapportage wordt gesproken over de profiel locaties die maatgevend waren in de 3^e toetsronde. Deze profielen behoren bij de gekozen profiellocaties die zijn weergegeven in Figuur 1.

2.3 Waterstanden

2.3.1 Uitgangspunten Hydra-Zoet berekeningen

Rivierkilometer Maas:

- D38: DR14 Nieuwe Maas km 1010-1011 Locatie 07;
- D57: DR14 Nieuwe Maas km 1012-1013 Locatie 03;
- D120: DR14 Nieuwe Waterweg km 1018-1019 Locatie 09;
- D187: DR14 Nieuwe Waterweg km 1025-1026 Locatie 07;
- D216: DR14 Nieuwe Waterweg km 1028-1029 Locatie 06;
- D229: DR14 Nieuwe Waterweg km 1029-1030 Locatie 08.

Normering 14-2:

- normgetal: 1/100.000 keer per jaar;
- maximale overstromingskans: 1/30.000 keer per jaar.

Normering 14-3:

- normgetal: 1/30.000 keer per jaar;
- maximale overstromingskans: 1/10.000 keer per jaar.

Normering 14-4:

- normgetal: 1/10.000 keer per jaar;
- maximale overstromingskans: 1/10.000 keer per jaar.

Database:

- CR2011_BenR_Rijndombuiten_oever_a_14_v02
- CR2011_BenR_Rijndombinnen_oever_a_14_v02

Overslagdebiet:

- 1,0 en 10 l/s/m.

Profielen:

- Voor bepaling waterstanden en golfbelasting 'standaard-profiel' met werkelijk boventalud maar zonder voorland. Voor kruinhoogtebepaling werkelijke profiel inclusief voorland.

Klimaatscenario 14-2 en 14-3:

- zichtjaar 2050: Warm+;
- zichtjaar 2100: Warm+.

Klimaatscenario 14-4:

- zichtjaar 2050: Warm+MK100;
- zichtjaar 2100: Warm+MK100.

Met MK100 wordt de faalkans van het sluiten van de Maeslantkering in rekeningen gebracht in de Hydra-Zoet berekening.

Afvoerstatistiek: Conform de W+ klimaatscenario's

2.3.2 Toeslagen

Onzekerheidstoeslagen

Voor de onzekerheidstoeslag is zowel buiten als binnen de Maeslantkering gerekend met een toeslag van 0,40 m op de waterstand en 10% op golfhoogte en periode. De toeslag buiten de kering is conform het OI2014v3 [ref 1]. Voor de toeslag binnen de Maeslantkering is niet eenduidig gedefinieerd wat de onzekerheidstoeslag moet zijn (hetzij gerekend moet worden tot de benedenrivieren hetzij gerekend moet worden tot de brede wateren). In overleg met het Kennisplatform risicobenadering is geadviseerd uit te gaan van een toeslag van 0,40 m op de waterstand en 10% op golfhoogte en periode (conform e-mail van KPR op 9-10-2015).

Parameter	Onzekerheidstoeslag
Waterstand	+ 0,40 m
Golfhoogte ($H_{m,0}$)	+ 10%
Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 10%

Tabel 2: onzekerheidstoeslag (OI2014v3, tabel 4 en e-mail KPR 9-10-2015 voor binnen de kering)

Toeslag voor buistoten en bui-oscillaties en seiches

Toeslag voor buistoten en bui-oscillaties en seiches (alleen van belang ten westen van de Maeslantkering) zijn reeds verwerkt in Hydra-Zoet voor twee frequenties (1:4.000 en 1:10.000 per jaar), maar niet mogelijk voor de gewenste frequenties. Voor beide frequenties is de toeslag op de waterstand nagenoeg gelijk (respectievelijk 0,34 m en 0,35 m).

In overleg met het KPR (e-mail 17-11-2015) is de voorgestelde waarde van 0,35 m toeslag op de waterstand, onafhankelijk van de frequentie, toegepast.

2.3.3 Gehanteerde waterstanden

Toeslagen zijn een onzekerheidstoetslag van 0,4 m en invloed seiche 0,35. Seiche is alleen van toepassing bij de profielen die buiten de stormvloedkering liggen (profiel D216 en D226)

Met hydra-Zoet zijn de waterstanden bepaald voor de zichtjaren 2050 en 2100, door middel van interpoleren is waterstand voor 2070 bepaald. Waterstanden ten behoeve van de sterkte zijn weergegeven in Tabel 3 en in Tabel 4 zijn de hydraulische belasting niveaus gegeven die gebruikt worden voor het bepalen van optredend overslagdebiet. De doorsnede eis voor hoogte bedraagt bij norm 14-2 1:250.000 per jaar, bij norm 14-3 1:83.330 per jaar en bij norm 14-4 1:25.000 per jaar.

Profiel	Norm-traject	Norm-kans (per jaar)	Gemiddeld hoogwater (m +NAP)	Waterstand sterkte 2070 incl toeslagen (m +NAP)
D39	14-2	1/30.000	1,28	4,56
D39	14-3	1/10.000	1,28	4,27
D54	14-3	1/10.000	1,25	4,39
D115	14-3	1/10.000	1,26	4,02
D185	14-3	1/10.000	1,16	4,16
D216	14-4	1/3.000	1,16	6,09
D226	14-4	1/3.000	1,16	6,05

Tabel 3: gehanteerde waterstanden sterkte

Profiel	Norm-traject	doorsnede eis (per jaar)	HBN q=0,1 (m +NAP)	HBN q=1,0 (m +NAP)	HBN q=10,0 (m +NAP)
D39	14-2	1/250.000	5,15	5,14	5,13
D39	14-3	1/83.330	5,03	5,03	5,03
D54	14-3	1/83.330	4,98	4,98	4,98
D115	14-3	1/83.330	5,38	5,20	5,05
D185	14-3	1/83.330	6,00	5,66	5,32
D216	14-4	1/25.000	9,64	8,91	8,18
D226	14-4	1/25.000	7,59	7,28	6,98

Tabel 4: hydraulische belasting niveaus

2.4 Bodemopbouw

De bodemopbouw is overgenomen uit de 3^e toetsronde. De laagscheidingen zijn op een hoog detailniveau uitgewerkt door Witteveen+Bos. De laagscheidingen in de D-Geo sommen zijn gebaseerd op de door Geodelft opgestelde geotechnische lengte profielen uit 2002.

2.5 Geotechnische parameters

In het OI2014 wordt de overstap gemaakt van Mohr-Coulomb naar Critical State Soil Model (CSSM). Deze overstap houdt in dat gerekend wordt met eindrekken en niet meer met de sterkte bij 2% of 5% vervorming. In onderhavige studie worden de berekeningen uitgevoerd met de volgende parametersets:

- Mohr-Coulomb, nieuwe proeven verzameling (2.5.1);
- CSSM ongedraineerd (2.5.2).

Deze parameters zijn afkomstig uit de nieuwe proevenverzameling van Delfland. Het betreffen parameters voor klei- en veenlagen. Voor het zand worden de parameters aangehouden uit de 3^e toetsronde. In de 3^e toetsronde zijn de parameters door middel van stress tables ingevoerd in D-Geo Stability. In Tabel 7 staat aangegeven welke stress table voor welke laag van toepassing is. In BIJLAGE 1 zijn de stress tables toegevoegd. Het totaal overzicht van de sterkte parameters per type grondmodel is gegeven in Tabel 7.

2.5.1 M-C nieuw

De in de nieuwe proevenverzameling van Delfland bepaalde gedraineerde parameters zijn weergegeven in Tabel 5. De waarde voor cohesie en hoek van inwendige wrijving zijn de karakteristieke waarden. In tabel 10 in Bijlage F van het OI2014 wordt een materiaalfactor voor phi van 1,2 (klei) en 1,25 (veen) voorgeschreven voor de Mohr-Coulomb parameters. Echter wordt onder de tabel vermeld dat bij een aantoonbaar lagere variatie coëfficiënt met een lagere materiaalfactor gerekend mag worden. Met behulp van onderstaande formule is een materiaalfactor vastgesteld voor de hoek van inwendige wrijving. De materiaalfactor in de formule wordt bepaald met invloedscoëfficiënt van 0,62, een beta basis van 4,3 en voor de variatiecoëfficiënt is een veilige waarde van 0,1 aangehouden (conservatieve inschatting volgens EC7). Uit de formule volgt een materiaalfactor van 1,11. Voor cohesie is deze niet bepaald, omdat de grondlaag met volumegewicht kleiner dan 13,5 kN/m³ niet voorkomt in de schematisaties van de profielen.

$$\gamma_x = \frac{X_k}{X_d} = \exp \left(\left(- (1,65 - \beta_{\text{eil}} \alpha_X) \right) \sqrt{\ln \left(1 + \left(\frac{\sigma_X}{\mu_X} \right)^2 \right)} \right)$$

naam	grondsoort	vol. gew. min (kN/m ³)	vol. gew. max (kN/m ³)	phi _{kar} (°)	c' _{kar} (kPa)
K1	klei	<	13,5	44,8	0,7
K2	klei	13,5	15,5	38,3	0
K3	klei	15,5	16,5	37,2	0
K4	klei	16,5	21	36,9	0
V1	veen	>12	10	28,1	0
V2	veen	10	<=12	28,2	0

Tabel 5: gedraineerde parameters M-C volgens nieuwe proevenverzameling (voor verklaring zie Tabel 7)

2.5.2 CSSM ongedraineerd

In Tabel 6 zijn de karakteristieke ongedraineerde schuifsterktes per grondsoort per volumegewicht weergegeven. Voor elke grondlaag wordt de door Delfland voorgeschreven materiaalfactor van 1,1 toegepast. Rekenwaarde zijn weergegeven in Tabel 7.

naam	grondsoort	vol. gew. min (kN/m ³)	vol. gew. max (kN/m ³)	Su _{kar} (-)	m (-)
K1	klei	<	13,5	0,32	0,25
K2	klei	13,5	15,5	0,27	0,63
K3	klei	15,5	16,5	0,25	0,61
K4	klei	16,5	21	0,33	0,91
V1	veen	>12	10	0,36	0,67
V2	veen	10	<=12	0,29	0,83

Tabel 6: ongedraineerde parameters CSSM nieuwe proevenverzameling (voor verklaring zie Tabel 7)

Laag	code	materiaal	omschrijving	stress table	γ_w / γ_{sat} (kN/m ³)	M-C nieuw		CSSM eindrek	
						c' _d (kPa)	phi _d (°)	Su-r _d (-)	m (-)
Antropogeen	OA	zand	antropogeen-hoofdz, zand	OA	17,0 / 18,5	stress		gedraineerd	
Antropogeen	OB	klei	antropogeen-hoofdz, klei	OB naast/onder	15,7/15,7	0	34,4	0,23	0,61
Duinkerke	1	klei	Klei, siltig, vaak hum, plaatselijk met zandlaagjes	DK K naast/onder	16,2/16,2	0	34,4	0,23	0,61
Duinkerke	2	klei	Klei, siltig met matig tot veel zandlaagjes	DK K naast/onder	16,9/16,9	0	34,1	0,30	0,91
Duinkerke	1-3	klei	Klei, zandig tot zand, kleilig	DK K naast/onder	16,8/16,8	0	34,1	0,30	0,91
Duinkerke	3A	zand	Zand, met veel kleilaagjes	DK Z	17,7/17,7	stress		gedraineerd	
Duinkerke	3	zand	Zand, vaak met kleilaagjes	DK Z	17,5/17,5	stress		gedraineerd	
Hollandveen	4	veen	Veen	HV naast/onder	10,6/10,6	0	25,6	0,26	0,83
Duinkerke	5A	zand	Zand, met veel kleilaagjes	DK Z	17,7/17,7	stress		gedraineerd	
Duinkerke	5	zand	Zand, plaatselijk met dunne kleilaagjes	DK Z	17,5/17,5	stress		gedraineerd	
Calais	15	klei	Klei, zwak siltig, humeus met veenstukjes	CA K naast/onder	14,1/14,1	0	35,4	0,25	0,63
Calais	6/16	klei	Klei, siltig tot sterk siltig, vaak humeus	CA K naast/onder	14,7/14,7	0	35,4	0,25	0,63
Calais	7/17	klei	Klei, siltig met matig tot veel zandlaagjes	CA K naast/onder	16,0/16,0	0	34,4	0,23	0,61
Calais	6-8/16-18	klei	Klei, zandig tot zand, kleilig	CA K naast/onder	16,9/16,9	0	34,1	0,30	0,91
Calais	8A/18A	zand	Zand met veel kleilaagjes	CA Z	20,5/20,5	stress		gedraineerd	
Calais	8/18	zand	Zand, vaak met kleilaagjes	CA Z	20,5/20,5	stress		gedraineerd	
Basisveen	9	veen	Veen	VE	12,0/12,0	0	25,6	0,26	0,83
Delwijnen	22A	zand	Zand, fijn	ZA	20,0/20,0	stress		gedraineerd	
Wycken	31	klei	Klei, siltig tot zandig	WY	17,0/17,0	0	34,1	0,30	0,91
Krefthenheye	32A	zand	Zand, siltig tot sterk siltig en kleilig	ZA	21,0/21,0	stress		gedraineerd	
Krefthenheye	32	zand	Zand, matig grof, vaak grindig	ZA	21,0/21,0	stress		gedraineerd	

Tabel 7: totaal overzicht grondlagen en geotechnische parameters

- γ w:

volumegewicht veldvochtig
- γ sat:

volumegewicht gesatureerd
- c':

cohesie, kar = karakteristieke waarde en d = rekenwaarde
- phi:

hoek van inwendige wrijving, kar = karakteristieke waarde en d = rekenwaarde
- Su-r:

schuifsterkte ratio, kar = karakteristieke waarde en d = rekenwaarde
- m:

sterkte toename exponent

2.6 Veiligheidseis

De veiligheidseis waaraan voldaan moet worden is vastgesteld door gebruik te maken van Handreiking Ontwerpen met overstromingskansen OI-2014 versie 3 [ref 1]. Om tot de veiligheidseis te komen dient per normtraject de schade factor vastgesteld te worden om deze vervolgens te vermenigvuldigen met de modelfactor en schematiseringsfactor. De locaties vallen binnen de dijktrajecten 14-2, 14-3 en 14-4, voor elk dijktraject is een afzonderlijk veiligheidseis bepaald. De schade factor verschilt per dijktraject, schematiseringsfactor en modelfactor zijn hetzelfde.

Schadefactor

De schade factor, zie Tabel 8, is onder andere afhankelijk van de maximaal toelaatbare overstromingskansen, faalkansruimte, lengte van het dijktraject en of er met het M-C model of CSSM model wordt gerekend.

Dijktraject	faalkans (1/jaar)	Ltraject (m)	schadefactor y_n (-)
14-2 (M-C)	30.000	20200	1,16
14-2 (CSSM)			1,19
14-3 (M-C)	10.000	16500	1,13
14-3 (CSSM)			1,14
14-4 (M-C)	3.000	4400	1,06
14-4 (CSSM)			1,04

Tabel 8 schade factor per dijktraject

Schematiseringsfactor

In dit projectstadium wordt uitgegaan van een schematiseringsfactor van 1,2 omdat:

- de grondparameters zijn gebaseerd op de proevenverzameling;
- er geen gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor wisselingen in laagdiktes (op basis van expert judgement is een inschatting gemaakt);
- er met conservatieve aannames voor de waterspanningen zijn gerekend;

Modelfactor

De modelfactor verschilt per model, in de analyse worden de stabiliteitsberekening uitgevoerd met het Bishop, UpliftVan en Spencer van der Meij model. Bij de Bishop berekening bedraagt de modelfactor 1,11, bij UpliftVan 1,06 en bij Spencer 1,07. In de resultaten van de Uplift berekening geldt het getal dat niet tussenhaakjes staat als stabiliteitsfactor.

Veiligheidseis

Met de bepaalde factoren zijn veiligheidseisen, zoals weergegeven in Tabel 9, vastgesteld waaraan de binnenwaartse stabiliteit is getoetst.

Dijktraject	Bishop	UpliftVan	Spencer
14-2 (M-C)	1,55	1,47	1,48
14-2 (CSSM)	1,59	1,51	1,52
14-3 (M-C)	1,50	1,43	1,45
14-3 (CSSM)	1,52	1,45	1,46
14-4 (M-C)	1,42	1,35	1,36
14-4 (CSSM)	1,39	1,32	1,33

Tabel 9: veiligheidseis per dijktraject en rekenmodel

De veiligheidseisen die voortkomen uit de nieuwe normering zijn aanzienlijk hoger dan waaraan de keringen getoetst zijn in de 3^e toetsronde. In de 3^e toetsronde was de stabiliteitseis voor de binnenzijde namelijk 1,21.

3 VEILIGHEIDSOORDEEL

De oordelen per profiel zijn doormiddel van de scores goed, voldoende, onvoldoende of geen oordeel voor de onderzochte faalmechanismen samengevat in Tabel 10. Het oordeel wat in deze tabel wordt gegeven is het uiteindelijk oordeel. In de hierop volgende paragrafen is de toetsing per toetsspoor uitgebreider uitgewerkt. Bij de bekleding toets hebben twee profielen geen oordeel, omdat bij deze profielen de bekleding gedeeltelijk uit harde bekleding bestaat en hier moet nog, als vervolg op de 3^e toetsronde, nader onderzoek naar uitgevoerd worden.

Dijkvak 3 ^e toetsronde	profiel	Stabiliteit	Piping	Bekleding	veiligheids-oordeel
D30-D43	D39 (14-2)	O	V	geen oordeel	O
D30-D43	D39 (14-3)	O	V	geen oordeel	O
D49-D60	D54	O	V	G	geen oordeel
D111-D121	D115	O	V	geen oordeel	O
D181-D187	D185	V	V	G	V
D211-D217	D216	O	V	O	O
D223-D230	D226	V	V	V	V

Tabel 10: totaaloverzicht veiligheidsoordeel

4 STABILITEITSTOETS

4.1 Inleiding

In de 3^e toetsronde zijn stabiliteitsberekeningen gemaakt. Voor onderhavige verkenning zijn de maatgevende profielen van de dijkvakken waarbinnen de 6 onderzoeklocaties liggen gebruikt als basis voor de stabiliteitsanalyse volgens [ref 1]. Van de 6 locaties scoorden 4 profielen een voldoende en 2 een onvoldoende. Profiel D39 en D54 scoorde in de 3^e toetsronde bij de normale toetsing een onvoldoende. Deze zijn uiteindelijk goed gerekend met de zoneringsmethode (restbreedte). Overige profielen scoorde bij normale toetsing een voldoende.

Voor de analyse zijn nieuwe waterstanden, ongedraineerde schuifsterkteparameters en veiligheidseisen bepaald. De waterstanden en geotechnische parameters zijn terug te vinden in paragraaf 2.3 en 2.5. De bepaling van de veiligheidseis is beschreven in paragraaf 2.6. Omdat er verschillende berekeningen worden gemaakt waarbij het ook voorkomt dat CSSM en M-C door elkaar wordt gebruikt worden de berekeningen getoetst aan de hoogste veiligheidseis, uit M-C of CSSM, van het normtraject. In Tabel 11 zijn de eisen weergegeven waaraan de berekeningen worden getoetst.

Dijktraject	Bishop	UpliftVan	Spencer
14-2	1,59	1,51	1,52
14-3	1,52	1,45	1,46
14-4	1,42	1,35	1,36

Tabel 11: veiligheidseis per dijktraject en rekenmodel

4.2 Werkwijze

Zoals eerder aangegeven moet in de nieuwe normering bij macrostabiliteit ongedraineerd gerekend worden met CSSM model. De huidige versie van D-Geo Stability is niet geschikt om ongedraineerd te rekenen. In de huidige versie is het nog niet mogelijk om m in te voeren en staat deze nu standaard op 1. Voor onderhavige analyse wordt een aantal berekening bij de waterstand van zichtjaar 2070 gemaakt. De berekeningen die zijn uitgevoerd sluiten aan bij het door Delfland geleverde stappenplan en is een kleine aanvulling gedaan vanuit eigen expertise. Het stappenplan van Delfland is bijgevoegd in BIJLAGE 3. De berekeningen uit de 3^e toetsronde zijn als basis gebruikt.

1. Gedraineerde stabiliteitsanalyse met M-C, nieuwe proeven verzameling;
 - Som uit 3^e toets als basis;
 - Gedraineerde parameters uit nieuwe proevenverzameling toekennen aan klei- en veenlagen;
 - Berekening met Bishop;
 - Berekening met UpliftVan;
 - Berekening met Spencer van der Meij;
2. Stabiliteitsanalyse met ongedraineerde parameters onder normaal-geconsolideerde condities;
 - Ongedraineerde parameters toepassen uit proevenverzameling Delfland, zie BIJLAGE 2;
 - POP voor alle lagen op 0 kPa;
 - Berekening met Bishop;
 - Berekening met UpliftVan;
 - berekening met Spencer van der Meij;

3. Stabiliteitsanalyse met gedraineerde parameters voor bovenste lagen boven grondwaterstand;
 - Som 2 gebruiken als basis;
 - Gedraineerde parameters toekennen aan kleikern en 1 m van deklaag in het achterland;
 - Berekening met Bishop;
 - Berekening met UpliftVan;
 - Berekening met Spencer van der Meij;
4. Stabiliteitsanalyse met ongedraineerde parameters onder overgeconsolideerde condities;
 - Som 3 wordt gebruikt als basis;
 - POP berekenen (effectieve verticale terreinspanning);
 - Rekenwaarde POP bepalen met materiaalfactor van 1,1;
 - Su-ratio uit proevenverzameling corrigeren door te vermenigvuldigen met OCR^m , OCR is gelijk aan (terreinspanning+rekenwaarde POP)/terreinsoanning);
 - POP voor alle lagen op 0 kPa;
 - Berekening met Bishop;
 - Berekening met UpliftVan;
 - Berekening met Spencer van der Meij;
5. Beoordelen op restbreedte.
 - Profielen die onvoldoende scores in voorgaande stappen, maar waar het profiel zeer robuust is en de maatgevende glijcirkel niet de kruin doorkruist, kunnen beoordeeld worden op restbreedte. Profielen die in de 3^e toetsronde al beoordeeld zijn middels restbreedte zijn in onderhavige analyse direct beoordeeld vanuit stap 5. Echter is het onduidelijk of dit met OI2014 nog steeds mag. Afhankelijk van het overslagdebiet, dat is mogelijk groter dan 0,1 l/s/m of 1 l/s/m en dan is het niet zonder mee toegestaan om restbreedte toe te passen.

Voor alle resultaten geldt dat de veiligheidseis hoog ligt, omdat een veilige aanname is gedaan voor de schematiseringsfactor. Door beter onderzoek te doen kan een lagere schematiseringsfactor bepaald worden. Hierdoor wordt de eis lager en worden profielen eerder goedgekeurd.

4.3 Waterspanningen

In eerste instantie is het stijghoogte verloop in de 3^e toetsronde conservatief aangenomen. De stijghoogte is aangehouden op het niveau van maatgevend hoogwater waarbij de respons 100% bedraagt. De profielen die bij deze conservatieve aanname een voldoende score is in onderhavige analyse het stijghoogte verloop op dezelfde wijze geschematiseerd, maar aan de hand van de nieuw bepaalde waterstanden. De profielen die bij deze conservatieve aanname een onvoldoende score is het stijghoogteverloop bepaald met een door Witteveen&Bos opgestelde potentialentool. De nieuwe waterstand is ingevoerd in de sheet waarin Witteveen&Bos de waterspanning heeft bepaald. Resultaten, als gevolg van de hogere waterstand, zijn verwerkt in de schematisaties.

4.4 Verkeersbelasting

In versie 3 van [ref 1] staat aangegeven dat er met verkeersbelasting gerekend dient te worden. In OI2014v4 gaat de verkeersbelasting eruit, omdat de kering mag falen en dat dan geen verkeersbelasting aanwezig kan/mag zijn op de kering. Dus de situatie van MHW en verkeersbelasting komt niet voor. Echter heeft HHD geen actieve sturing in het beleid om verkeer te mijden van de dijk. In onderhavige studie is er voor gekozen om zowel de situatie met als zonder verkeersbelasting door te rekenen. In de

berekening met verkeer is een belasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ geschematiseerd over een breedte van 2,5 m en grijpt aan onder een hoek van 15 graden. De geschematiseerde verkeersbelasting is overgenomen uit de 3^e toetsronde.

4.5 Afschuifveiligheid

4.5.1 Reguliere toetsing

In Tabel 12 zijn de resultaten weergegeven van de profielen die in de 3^e toetsronde meteen een voldoende scoorde. Elk profiel is in eerste instantie doorgerekend met enkel gedraineerde parameters (stap 1). Vervolgens zijn de profiel volledig ongedraineerd onder normaal geconsolideerde toestand berekend (stap 2). Als de berekening uit stap 2 nog een onvoldoende scoorde zijn de antropogene lagen boven de grondwaterstand aangepast naar gedraineerde parameters (stap 3). Mocht uit stap 3 nog een onvoldoende score volgen dan zijn de ongedraineerde lagen in overgeconsolideerd toestand beoordeeld (stap 4).

Profiel	Berekening stap (zie 4.2)	Norm	Bishop	Uplift	Spencer	Oordeel
D39	zie 4.5.2	14-2	-	-	-	-
D39	zie 4.5.2	14-3	-	-	-	-
D54	zie 4.5.2	14-3	-	-	-	-
D115	stap 1	14-3	1,48 (1,52)	1,46 (1,45)	1,52 (1,46)	onvoldoende
	stap 2	14-3	1,48 (1,52)	1,46 (1,45)	1,52 (1,46)	onvoldoende
	stap 0	14-3	-	-	-	-
	stap 4	14-3	-	-	-	-
D185	stap 1	14-3	1,55 (1,52)	1,52 (1,45)	1,59 (1,46)	voldoende
	stap 2	14-3	1,39 (1,52)	1,39 (1,45)	1,32 (1,46)	onvoldoende
	stap 0	14-3	1,45 (1,52)	1,44 (1,45)	1,45 (1,46)	onvoldoende
	stap 4	14-3	1,54 (1,52)	1,54 (1,45)	1,51 (1,46)	voldoende
D216	stap 1	14-4	1,48 (1,42)	1,62 (1,35)	1,53 (1,36)	voldoende
	stap 2	14-4	0,83 (1,42)	0,80 (1,35)	0,73 (1,36)	onvoldoende
	stap 0	14-4	1,04 (1,42)	0,89 (1,35)	0,89 (1,36)	onvoldoende
	stap 4	14-4	1,16 (1,42)	1,07 (1,35)	1,04 (1,36)	onvoldoende
D226	stap 1	14-4	1,70 (1,42)	1,72 (1,35)	1,77 (1,36)	voldoende
	stap 2	14-4	1,46 (1,42)	1,40 (1,35)	1,44 (1,36)	voldoende
	stap 0	14-4	nvt	nvt	nvt	-
	stap 4	14-4	nvt	nvt	nvt	-

Tabel 12: resultaten stabiliteitsanalyse reguliere toetsing, stabiliteitseis staat tussen haakjes

Profiel D226 voldoet als enige van de 6 profielen wanneer gerekend wordt met een POP van 0 kPa zonder dat hier een vertalingsslag is gemaakt naar de Su-ratio. Voor deze profiel is niet de POP bepaald, want zelfs bij een conservatieve aanname voldoet deze al. Profiel D115 is ook niet verder gerekend na stap 2, omdat de maatgevende glijcirkel niet door de lagen gaat die ongedraineerd reageren. Het resultaat zal hetzelfde blijven en profiel D115 heeft dus de eindscore onvoldoende. Voor D115 dient opgemerkt te worden dat de gevonden maatgevende glijcirkel zeer klein is en begint bij de binnenkruin. Wanneer een cirkel door de kern van de kruin wordt geforceerd voldoet het profiel.

Voor profiel D185 en D216 is wel de POP bepaald en dit is vertaald naar de Su-ratio. De vertaling is gemaakt met behulp van de indien nodig bepaalde OCR. De bepaling hiervan staan gegeven in BIJLAGE 4. De onzekerheden door bijvoorbeeld kruip zijn opgevangen door extra spanningen toe te kennen aan de grensspanning (+20 kPa

onder de kruin en +10 kPa in de polder) bepaalde OCR ligt alle gevallen, waar de OCR bepaald is, lager dan 2. De keuze om extra spanning toe te kennen is gemaakt op basis van expert judgement.

Ondanks de gecorrigeerde Su-ratio blijft profiel D216 onvoldoende, Bishop $1,16 < 1,42$, Uplift $1,04 < 1,36$ en Spencer $1,07 < 1,36$. Het resultaat ligt dusdanig ver van goedkeuren van het profiel dat het optimaliseren van het stijghoogte verloop niet het gewenste effect gaat opleveren. Bij profiel D216 is ook geen ruimte om deze te bekijken vanuit restbreedte profiel. De maatgevende glijcirkel gaat in deze situatie al door de kruin. Profiel D185 scoort wel een voldoende als gerekend wordt met een gecorrigeerde POP. Glijcirkels van de berekeningen zijn toegevoegd in BIJLAGE 5.

4.5.2 Restbreedte

Profiel D39 en D54 zijn in de 3^e toetsing beoordeeld met de zoneringsmethode. In de normen is nog onduidelijk hoe omgegaan wordt met restbreedte. In dit geval, voor de desbetreffende profielen, is uitsluitend gekeken naar grote glijvlakken die door de kruin van de waterkering lopen. Deze glijvlakken zullen ook leiden tot het daadwerkelijk falen van de waterkering. Naast deze grote glijvlakken zijn ook meer oppervlakkige glijvlakken berekend, met een lagere afschuifveiligheid. De zoneringsregel mag niet zonder meer toegepast worden. Binnen de ontwikkeling van het WT/OI wordt hierover nagedacht. Daarnaast is nog onduidelijk hoe met de invloed van het groter overslagdebiet (als het debiet groter is dan 1 l/s/m) op macrostabiliteit moet worden omgegaan. Er wordt alleen een onvoldoende oordeel gegeven mits de stabiliteitsfactor, van de opgegeven glijcirkel door de kruin, lager is dan de eis. Als deze voldoende is, is er nog te weinig bekend over hoe om te gaan met deze situatie om de kering in zijn geheel goed te keuren dan wordt geen oordeel gegeven.

In Tabel 13 zijn de resultaten weergegeven van de profielen die in de 3^e toetsronde beoordeeld zijn met de zoneringsmethode.

profiel	Berekening stap (zie 4.2)	norm	Bishop	Uplift	Spencer	oordeel
D39	stap 5	14-2	1,29 (1,59)	1,17 (1,51)	1,14 (1,52)	onvoldoende
D39	stap 5	14-3	1,29 (1,52)	1,17 (1,45)	1,14 (1,46)	onvoldoende
D54	stap 5	14-3	1,45 (1,52)	1,29 (1,45)	1,27 (1,46)	onvoldoende

Tabel 13: resultaten stabiliteitsanalyse met restbreedteprofiel, tussenhaakjes stabiliteitseis

De stabiliteitsfactor bij de berekening van profiel D39 en D54 zijn, wanneer een glijcirkel geforceerd wordt door de kruin, voor zowel norm 14-2 als 14-3 lager dan de gestelde veiligheidseis:

- D39_14-2, Bishop $1,29 < 1,59$ Uplift $1,17 < 1,51$ Spencer $1,14 < 1,52$;
- D39_14-3, Bishop $1,29 < 1,52$ Uplift $1,17 < 1,45$ Spencer $1,14 < 1,46$;
- D54_14-3, Bishop $1,45 < 1,52$ Uplift $1,29 < 1,45$ Spencer $1,27 < 1,46$.

Glijcirkels van de berekeningen zijn toegevoegd in BIJLAGE 5.

5 PIPINGTOETS

5.1 Inleiding

In de 3^e toetsronde is de piping toets uitgevoerd met de formule van Bligh. Volgens de nieuwe normering dient gerekend te worden met de nieuwe Sellmeijer formule uit 2011. De te hanteren waterstanden voor de formule zijn bepaald volgens [ref 1] en zijn gegeven in Tabel 3.

5.2 Samenvatting 3^e toetsronde

In de 3^e toetsronde scoorden de te beschouwen profielen een voldoende of goed.

5.3 Invoer Sellmeijer

In de 3^e toetsronde heeft Witteveen&Bos de schematisatie van de stabiliteitsberekening aangehouden voor de pipingtoets. Echter is de bodemopbouw die maatgevend is voor de binnenwaartse stabiliteit niet maatgevend voor de piping controle. Mede hierdoor is niet de bodemopbouw aangehouden uit de stabiliteitsberekeningen, maar zijn uit het grondonderzoek de dichtstbijzijnde boringen bestudeerd.

De boringen die zijn uitgevoerd liggen ver van de te beschouwen profielen en dat maakt het lastig om een goed beeld te schetsen van de bodem opbouw op locatie. Bij het bestuderen van de boringen in de buurt is niet een duidelijk samenhang te vinden. Mede hierdoor is ervoor gekozen om een conservatieve schematisatie te maken van de bodemopbouw die bij alle 6 de profielen wordt beschouwd. Duidelijk komt naar voren dat er twee watervoerende lagen aanwezig zijn die piping gevoelig kunnen zijn. Het gaat hierbij om een antropogene zandlaag aan het oppervlak met een dunne deklaag, waarbij het intrede punt bij de buitenteen ligt en het uittrede punt bij de binnenteen. De tweede watervoerende laag ligt lager en is een Duinkerke afzetting. De boorprofielen die dit goed weergeven zijn toegevoegd in BIJLAGE 6. Op basis van expert judgement zijn voor de twee watervoerende lagen de doorlatendheid, d_{70} en de dikte van het watervoerende pakket bepaald. De waarden die zijn gehanteerd in de berekening zijn gegeven in Tabel 14. In Figuur 2 is de schematisatie weergegeven zoals deze in de berekening is aangehouden.

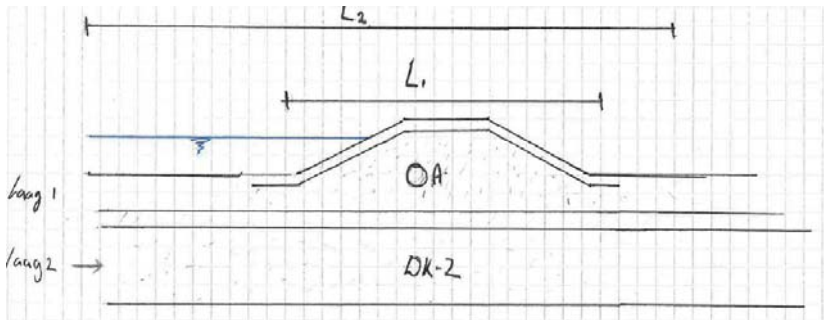
laag	k (m/dag)	D (m)	d_{70} (μ)
OA	12,5	5	125
Duinkerke	20	10	200

Tabel 14: eigenschappen piping gevoelige zandlagen

k: doorlatendheid

D: dikte watervoerende pakket

d_{70} : karakteristieke waarde voor de 70-percentielwaarde van de korrelverdeling



Figuur 2: schematisatie bodemopbouw piping berekening

Naast de op pagina 23 beschreven input voor de Sellmeijer berekening zijn per profiel de aanwezige kwelweg, waterstanden en maaiveldhoogtes ingevoerd. In de berekening is ervan uitgegaan dat de deklaag kan opbarsten. Voor de dikte van de afdekkende laag boven het 1^{ste} watervoerende pakket is 1 m, ten opzichte van maaiveld, aangehouden en voor het 2^e watervoerende pakket is aangehouden dat deze 2,5 m onder maaiveld ligt ter plaatse van het uittrede punt in het achterland. Bij de berekeningen van laag 2 is voor alle profielen een voorland van 50 m meegenomen in de aanwezige kwelweglengte. Dit is dus op basis van de schematisaties van Witteveen&bos, die dat weer uit de geotechnische lengteprofielen hebben.

5.4 Resultaten pipingtoets

Per profiel zijn twee Sellmeijer berekeningen uitgevoerd, één voor de antropogene laag en één voor de Duinkerke zandlaag. In Tabel 15 zijn de resultaten weergegeven per laag. Een profiel krijgt het eindoordeel voldoende mits beide lagen een voldoende scoren. In BIJLAGE 7 is de Sellmeijer berekening te vinden.

profiel	laag	kwelweg (m)	verlenging (m)	oordeel (-)	c creep (-)
D39 (14-2)	1	15	0	voldoende	14
	2	94	0	voldoende	19
D39 (14-3)	1	15	0	voldoende	14
	2	94	0	voldoende	19
D54	1	20	0	voldoende	14
	2	92	0	voldoende	19
D115	1	25	0	voldoende	15
	2	75	0	voldoende	19
D185	1	22	0	voldoende	14
	2	86,5	0	voldoende	19
D216	1	31	0	voldoende	15
	2	92,5	0	voldoende	19
D226	1	35	0	voldoende	15
	2	85	0	voldoende	19

Tabel 15: resultaten piping berekening.

Ondanks de korte kwelweglengte die is beschouwd voor laag 1 scoren alle profielen een voldoende. Dit komt omdat in de meeste gevallen de maaiveldhoogte nagenoeg gelijk is aan de maatgevende waterstand, hierdoor is het verval (delta H) laag waardoor de kering kan voldoen met de korte kwelweg. De diepere lagen voldoen ook allemaal en dit komt door de aanwezigheid van een voorland, waardoor de aanwezige kwelweg relatief lang is tegenover een klein verval.

6 BEKLEDINGTOETS

6.1 Inleiding

In de door Infram uitgevoerde bekleding toets [ref 4] is het traject van de Delflandse kering geanalyseerd. Deze toetsing is gebruikt als basis van onderhavige toetsing. Afwijkend in deze toetsing is dat de randvoorwaarden afwijken van [ref 4] en dat komt vanwege de nieuwe normering. De nieuwe normering heeft geleid tot hogere waterstanden en in deze beoordeling ligt de focus dan ook op de toetsing bij maatgevende omstandigheden. Langs de delflandkering komt voornamelijk grasbekleding voor en bij enkele dijkvakken bestaat een gedeelte uit harde bekleding. Het type bekleding van de 6 profielen die geanalyseerd worden in voorliggende toetsing zijn weergegeven in Tabel 16.

profiel	Dijkvak 3 ^e toetsronde	Maatgevend profiel 3 ^e toetsronde	Type bekleding
D39	D30-D43	D39	zachte bekleding (plaatselijk harde bekleding (D034 – D036))
D54	D49-D60	D54	zachte bekleding
D115	D111-D121	D115	zachte bekleding (plaatselijk harde bekleding (D110 – D116))
D185	D181-D187	D185	zachte bekleding
D216	D211-D217	D216	zachte bekleding
D226	D223-D230	D226	zachte bekleding

Tabel 16: type bekleding per te beschouwen profiel

6.2 Samenvatting 3^e toetsronde

Grasbekleding

Allereerst is per profiel de kwaliteit van de graszode, de erosiebestendigheid van de klei en de kleidikte geanalyseerd. In Tabel 17 zijn de resultaten weergegeven voor de profielen die in voorliggend document worden beschouwd. Proeven in de 3^e toetsronde hebben aangetoond dat bij alle beproefde monsters het zandgehalte <50% is.

profiel	kwaliteit graszode	erosie bestendigheid	binnen (m)	kruin (m)	buiten (m)	zand gehalte (%)
D39	goed	c3	1,1	1,3	1,1	<50%
D54	goed	c3	0,5	1,1	1,2	<50%
D115	goed	c3	1,6	1,3	1,3	<50%
D185	goed	c3	0,9	1,4	2,5	<50%
D216	goed	c3	0,4	0,9	1,0	<50%
D226	goed	c3	1,1	2,3	-	<50%

Tabel 17: kwaliteitsbeoordeling grasbekleding 3^e toetsronde
c3: weinig erosie bestendig

De dijkvakken waarvan het type bekleding gras is, zijn methodisch getoetst. Aan alle dijkvakken is de score goed toegekend. Het beheerdersoordeel wijkt niet af van dit oordeel.

Harde bekleding

In totaal worden in 8 dijkvakken van de delflandkering harde bekleding aangetroffen. Op basis van de toetsing is aan 3 dijkvakken een score goed toegekend. Eén is op basis van het beoordelingsspoor ZEO als voldoende beoordeeld. Bij dijkpaal S032A in dijkvak 7 scoort voor ZEO een onvoldoende, waardoor het gehele dijkvak de eenscore onvoldoende is toegekend. Voor de overige 3 dijkvakken is nader onderzoek noodzakelijk om tot een eindscore te komen. Het beheerdersoordeel wijkt niet af van dit oordeel.

6.3 Toetsing bekleding

6.3.1 Grasbekleding

Er mag van uit worden gegaan dat door jaarlijks beheer en onderhoud de grasmat minimaal van matige kwaliteit (weinig erosie bestendig) en gesloten is en uit de 3^e toetsing komt naar voren dat overal sprake is van een grasmat op een kleilaag. Op basis van expert judgement kan hieruit het volgende worden afgeleid:

- een optredende overslag van $q < 0,1$ l/sm vormt geen knelpunt, score goed;
- een optredende overslag van $0,1 < q < 1$ l/sm vormt geen knelpunt mits de taludhelling niet steiler is dan 1:2,5, score voldoende;
- een optredende overslag van $1 < q < 10$ l/sm vormt geen knelpunt, mits de grasmat gesloten is, score voldoende mits verificatie van open plekken plaats vindt (bijvoorbeeld via schouw gegevens van het waterschap);
- een optredende overslag van $q > 10$ l/sm vormt een knelpunt, score onvoldoende.

Met hydra-Zoet zijn de hydraulische belasting niveaus bepaald, zie Tabel 4, voor de overslagdebieten 0,1 l/s/m, 1,0 l/s/m en 10 l/s/m. Aan de hand van de resultaten is met huidige kruinhoogtes bepaald welk debiet optreedt per profiel. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 18. De beschouwde profielen hebben een talud van 1:2,5 of flauwer.

6.3.2 Harde bekleding

Zoals in de samenvatting is beschreven zijn er 3 dijkvakken beoordeeld met, nader onderzoek is benodigd. De dijkvakken die in onderhavige toetsing worden beschouwd vallen onder deze vakken. Het gedeelte van Profiel D39 en D115 waar de harde bekleding aanwezig is kunnen niet beoordeeld worden. Het oordeel voor de desbetreffende blijft hetzelfde als het oordeel in de 3^e toetsronde. Voor deze profielen is het nodig om de gegevens van de betonklinker te achterhalen (nader onderzoek is benodigd).

6.4 Overall oordeel

Op basis van het oordeel die gegeven is voor de grasbekleding en harde bekleding kan gesteld worden dat profiel D39 en D115 geen oordeel krijgen vanwege het gedeeltelijk aanwezig zijn van harde bekleding waar nog nader onderzoek naar gedaan moet worden. Profiel D216 scoort op basis van het overslagdebiet een onvoldoende voor de grasbekleding. Profiel D54 en D185 scoren een goed vanwege een overslagdebiet $< 0,1$ en profiel D226 heeft het eindoordeel onvoldoende. Het overall oordeel is gegeven in Tabel 18.

profiel	kruinhoogte (m +NAP)	debiet (l/s/m)	oordeel gras	oordeel harde bekleding	oordeel
D39 (14-2)	5,43	$q < 0,1$	goed	geen oordeel	geen oordeel
D39 (14-3)	5,43	$q < 0,1$	goed	geen oordeel	geen oordeel
D54	5,26	$q < 0,1$	goed	nvt	goed
D115	5,87	$q < 0,1$	goed	geen oordeel	geen oordeel
D185	6,95	$q < 0,1$	goed	goed	goed
D216	8,02	$q > 10$	onvoldoende	nvt	onvoldoende
D226	7,39	$0,1 < q < 1$	voldoende	nvt	voldoende

Tabel 18: resultaten beoordeling grasbekleding

7 CONCLUSIE

Terug kijkend naar de doelstelling zijn een aantal conclusies te trekken. Vooraf is het doel gesteld om een analyse uit te voeren naar de invloed van de nieuwe normeringen die er aan zitten te komen. Deze nieuwe normeringen worden beschreven in het OI2014v3 en zullen uiteindelijk landen in het wettelijke toets instrumentarium. In een eerder stadium is de analyse enkel uitgevoerd op de hoogte van de kering. In de aanvullende analyse zijn de faalmechanismen binnenwaartse stabiliteit, piping en bekleding beschouwd. Grote veranderingen zijn het rekenen met de vernieuwde Sellmeijer formule, het rekenen met ongedraineerde schuifsterkte parameters en de veiligheidseisen waaraan de kering getoetst dienen te worden.

Profiel	Stabiliteit	Piping	Bekleding
D39	onvoldoende	voldoende	geen oordeel
D54	onvoldoende	voldoende	goed
D115	onvoldoende	voldoende	geen oordeel
D185	voldoende	voldoende	goed
D216	onvoldoende	voldoende	onvoldoende
D226	Voldoende	voldoende	voldoende

Tabel 19: resultaten stabiliteitstoets, pipingtoets en bekledingtoets

Stabiliteit

De profielen die in de 3^e toetsronde nog zijn goedgekeurd, zijn dat niet meer als volgens de nieuwe normering getoetst wordt. Van de beschouwde profielen scoren 4 profielen een voldoende en 2 een onvoldoende. Het is lastig om een vergelijking te maken met de resultaten uit de 3^e toetsronde vanwege de volgende punten:

- Er wordt gerekend met CSSM model in plaats van Mohr-coulomb;
- Bij de nieuwe methode hoeft verkeersbelasting niet meegenomen te worden;
- De veiligheidseisen liggen aanzienlijk hoger dan voorheen de 1,21 uit de 3^e toetsronde, afhankelijk van het normtraject, schematiseringsfactor en rekenmodel ligt deze nu tussen 1,32 en 1,59.

Een optimalisatie mogelijkheid is om de schematiseringsfactor beter te bepalen. Voor alle resultaten geldt dat de veiligheidseis hoog ligt, omdat een veilige aanname is gedaan voor de schematiseringsfactor. Door beter onderzoek te doen kan een lagere schematiseringsfactor bepaald worden. Hierdoor wordt de eis lager en worden profielen eerder goedgekeurd. Een lagere schematiseringsfactor kan aangenomen worden als de onzekerheden verkleind worden. Dit kan bepaald worden door:

- beter en uitgebreider grondonderzoek uit te voeren;
- het uitvoeren van gevoeligheidsanalyse;
 - bekijken invloed verkeersbelasting;
 - beschouwen invloed waterspanningen;
 - variëren in laagdiktes;

Piping

Normaliter wordt met de nieuwe Sellmeijer formule in de meeste gevallen de kering afgekeurd op piping, waarbij de kwelweg tekorten enorm zijn. In dit geval scoren, ondanks de nieuwe formule, alle profielen een voldoende. Per profiel zijn twee piping gevoelige lagen geanalyseerd, een aan het oppervlak gelegen laag waarvan de kwelweglengte ligt tussen buitenteen en binnenteen. Dit is een korte kwelweg, maar door het hoge achterland en de in kleine mate hoger gelegen maatgevende waterstand is het verval over deze kwelweg klein. Hierdoor voldoen alle profielen bij de eerste watervoerende laag.

De tweede piping gevoelige laag is dieper gelegen onder de eerste laag met daartussen een afdekkende kleilaag. Voor deze laag is een voorland van 50 m meegenomen in de aanwezige kwelweglengte. Dit heeft geresulteerd in dat alle profielen een voldoende scoren.

Bekleding

Het is nog onduidelijk wat op dit moment vigerend is voor de bekleding toets. In het nu beschikbare OI staat niet beschreven met welke nieuwe methode gerekend kan worden. Mede hierdoor is voor de analyse het oordeel gegeven op basis van optredend debiet. Beoordelingscriteria is op basis van expert judgement gegeven. Hydraulische belastingniveaus zijn wel op basis van de nieuwe normering bepaald, namelijk met Hydra-Zoet deltamodules.

Op basis van de aanwezige kruinhoogte en hydraulische belasting niveaus per overslag debiet is vastgesteld welke overslagdebiet optreedt bij de kering. Er mag vanuit worden gegaan dat door jaarlijks beheer en onderhoud de grasmat minimaal van matige kwaliteit (weinig erosie bestendig) en gesloten is. En uit de 3^e toetsing komt naar voren dat overal sprake is van een grasmat op een kleilaag. Bij 1 profiel bedraagt het overslagdebiet > 10 l/s/m waardoor deze onvoldoende scoort, overige profielen scoren goed of voldoende voor de grasbekleding.

Doordat bij 2 profielen gedeeltelijk harde bekleding aanwezig is en hier vanuit de 3^e toetsronde onvoldoende informatie over beschikbaar is kunnen deze profielen niet beoordeeld worden. Dit heeft ertoe geleid dat deze profielen in de overal beoordeling geen oordeel hebben gekregen. Uit nader onderzoek kan volgen dat deze alsnog goedgekeurd kunnen worden.

8 REFERENTIES

- ref 1. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen OI2014v3, Rijkswaterstaat, juli 2015.
- ref 2. Toetsing geotechnische stabiliteit Delflandsedijk (inclusief aanvulling), Hoogheemraadschap Delfland / Witteveen&Bos, november 2016.
- ref 3. Impactanalyse Hoekse Lijn – Hoogte, referentienummer 078934259 B, ARCADIS, mei 2016.
- ref 4. Toetsing bekleding Delflandsedijk, Infram, december 2012
- ref 5. Min. I&M, EZ, 2014, Tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan, december 2014.
- ref 6. Min. I&M, EZ, 2015, Nationaal Waterplan 2016-2021, december 2015
- ref 7. Minister I&M, Voorstel Waterwet,
<https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=ec8ef573-673d-407c-8ab2-0ce6c8e626fc&title=Voorstel%20van%20wet.pdf>

9 BIJLAGEN

BIJLAGE 1. Proevenverzameling Delfland 1997

Bijlage A1 Hollandveen

Onder de boezemkade		Naast de boezemkade	
[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
0,00	0,00	0,00	0,00
9,18	5,62	7,38	3,87
13,77	8,44	11,06	5,87
18,36	10,85	14,75	7,72
22,95	12,49	18,44	9,42
27,54	14,90	22,13	11,31
32,13	15,59	25,81	13,24
36,72	16,72	29,50	14,38
41,31	17,33	33,19	16,20
		36,88	16,96

Tabel A1, schuifspanningsverloop geldig voor Hollandveen

Bijlage A2 afzettingen van Calais

Afzettingen met hoofdbestanddeel klei:

Onder de boezemkade		Naast de boezemkade	
σ	τ	σ	τ
[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
0,00	0,95	0,00	0,42
13,71	6,75	9,36	3,91
21,66	10,11	15,12	6,06
29,61	12,34	20,88	8,34
37,56	14,57	26,64	10,25
45,51	16,61	32,40	12,16
53,46	19,56	38,16	13,77
61,41	21,02	43,92	15,13
69,36	23,33	49,68	16,83
77,31	24,14	55,44	17,39

Tabel A2* schuifspanningsverloop geldig voor afzettingen van Calais met hoofdbestanddeel klei

Afzettingen van Calais

Afzettingen met hoofdbestanddeel zand:

Totaal	
Op	T
[kPa]	[kPa]
0,00	0,52
21,19	9,24
31,28	13,39
41,37	19,93
51,46	24,37
61,55	25,80
71,64	33,37
81,73	39,87
91,82	46,36
101,91	52,86

Tabel A2^b schuifspanningsverloop geldig voor afzettingen van Calais met hoofdbestanddeel zand

Bijlage A3 afzettingen van Duinkerke

Afzettingen met hoofdbestanddeel klei:

Onder de boezemkade		Naast de boezemkade	
σ	τ	σ	τ
[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
0,00	2,42	0,00	1,95
15,01	8,24	14,39	6,96
25,01	12,12	21,93	9,58
35,01	15,44	29,47	12,99
45,01	18,93	37,00	15,33
55,01	22,13	44,54	17,94
65,00	25,52	52,08	19,24
75,00	28,35	59,62	20,97
85,00	28,87	67,16	22,25
95,00	32,32		

Tabel A3* schuifspanningsverloop geldig voor afzettingen van Duinkerke met hoofdbestanddeel klei

Afzettingen van Duinkerke

Afzettingen met hoofdbestanddeel zand:

Totaal	
[kPa]	[kPa]
0,00	0,12
18,77	8,52
25,65	11,59
32,52	14,55
39,39	17,12
46,26	19,44
53,14	21,51
60,01	23,93
66,88	25,26
73,76	27,85

Tabel A3^b schuifspanningsverloop geldig voor afzettingen van Duinkerke met hoofdbestanddeel zand

Bijlage A4 Antropogene gronden

hoofdbestanddeel klei:

Onder de boezemkade		Naast de boezemkade	
σ_v	τ	σ_v	τ
[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
0,00	1,12	0,00	1,03
12,00	6,60	15,56	7,89
24,00	12,08	25,60	12,32
36,00	17,34	35,64	16,41
48,00	21,83	45,68	20,47
60,00	25,65	55,72	24,53
72,00	31,37	65,76	27,83
84,00	35,42	75,80	30,96
96,00	39,91	85,84	33,76
108,00	42,11	95,88	34,92

Tabel A4^a schuifspanningsverloop geldig voor antropogene grondslag met hoofdbestanddeel klei

Antropogene grondslag

hoofdbestanddeel zand:

Onder de boezemkade		Naast de boezemkade	
[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
0,00	0,00	0,00	0,00
7,69	3,33	14,74	6,30
15,39	7,71	23,06	10,18
23,08	10,99	31,39	13,60
30,77	14,41	39,72	16,75
38,46	17,41	48,05	19,31
46,15	19,86	56,38	22,59
53,85	22,76	64,70	25,97
61,54	27,48	73,03	28,29
69,23	29,40	81,36	28,83

Tabel A4^b schuifspanningsverloop geldig voor antropogene grondslag met hoofdbestanddeel zand

Bijlage A5 Zand

σ_v	τ_d
[kPa]	[kPa]
0,00	0,00
200,00	115,47

Tabel A5 Zand

**BIJLAGE 2. Ongedraineerde parameters
proevenverzameling Delfland**

Naam	Grondsoort	vol.gew.min	vol.gew.max	Karakteristieke waarde	
				Su-ratio	m
K1	klei	<	13.5	0.32	0.25
K2	klei	13.5	15.5	0.27	0.63
K3	klei	15.5	16.5	0.25	0.61
K4	klei	16.5	21	0.33	0.91
V1	veen	<	10	0.36	0.67
V2	veen	10	>	0.29	0.83

BIJLAGE 3. Workaround ongedraineerd rekenen Delfland

Toelichting berekeningen macrostabiliteit Delfland

In het WTI zal bij macrostabiliteit ongedraineerd worden gerekend met Spencer en CSSM model. Omdat de huidige versie van D-Geostability niet goed geschikt is om ongedraineerd te rekenen hebben we een workaround gemaakt. Dit vraagt meer inzet.

Bij voorkeur de berekeningen stapsgewijs opzetten zodat de invloeden inzichtelijk te maken zijn.

1. Bishop gedraineerd met oude parameters (derde toetsronde) (σ - τ)
2. Spencer gedraineerd met oude parameters (σ - τ)
3. Spencer gedraineerd met nieuwe parameters (c - ϕ)
4. Spencer ongedraineerd met nieuwe parameters (S, m), $ocr=1$
5. Spencer ongedraineerd met nieuwe parameters (S, m), $ocr=2$

Uitgangspunten

- Als maatgevende waterstand (MHW) de een ontwerpwaterstand voor de komende 50 jaar) aanhouden
- Schematiseringsfactor: 1,1-1,3
- Schadefactor: vergelijking 5.3, blz 27 KTOI
- Modelfactor: 1,07 (Spencer), 1,11 (Bishop)
- Nieuwe grondparameters uit ons beheergebied bijgevoegd (karakteristieke waarden). Tevens grondparameters uit proevenverzameling 1997
- Nieuwe materiaalfactoren hebben wij nog niet in de parameters verwerkt (bijlage F uit KTOI).
- Voor zand rekenen met parameters uit onze oude proevenverzameling. Het KTOI biedt namelijk geen materiaalfactoren voor zand, uitgaande van de gedraineerde berekening met Csm. Onderliggend is een veiligheidsfactor van 1,12 op tangens van ϕ en ϕ van 30 graden.
- Voor de primaire waterkering gaan we uit van een overconsolidatie (OCR) van 2.

Berekeningen

- Rekenen ongedraineerd met Spencer en $ocr=1$
 - Hanteren model C_u calculated
 - Ratio c_u/pc is S uit bijgevoegde tabel. Dit zijn karakteristieke waarden. Materiaalfactor is 1,1 op $S (=c_u/pc)$ en 1,1, op POP.
 - POP voor alle lagen op 0 kPa.
 - Per geschematiseerde laag opnieuw toekennen van sterkteparameters uit onze nieuwe proevenverzameling. Deze keuze wordt gemaakt op basis van volumiek gewicht.
 - Reeds gekozen volumieke gewichten in de schematisatie niet aanpassen (want anders veranderen de terreinspanningen en dit is niet de bedoeling)
 - Mineraalarm veen dan veen groep 1
 - Niet mineraalarm veen dan groep 2
- Rekenen ongedraineerd met Spencer en $OCR>1$
 - Feitelijk kan bovenstaande som als basis worden gebruikt en zal de mate van overconsolidatie in de POP moeten worden vertaald (per laag).
 - Per laag de representatieve waarde van POP berekenen. POP is grensspanning min terreinspanning. OCR bepaalt de ligging van de grensspanning.
 - Rekenwaarde POP bepalen door POP te delen door materiaalfactor (tabel 12 uit bijlage F van het KTOI). Omdat de samenstelling van de grondsoorten anders is dan onze nieuwe proevenverzameling 1,1 aanhouden als materiaalfactor voor POP voor klei een veen. Voor zand is dit niet relevant.

- Per laag de ratio c_u/p_c aanpassen door vermenigvuldiging met OCR tot de macht m . OCR is dan gelijk aan $(\text{terreinspanning} + \text{rekenwaarde POP}) / \text{terreinspanning}$. m volgt uit de onze proevenverzameling. Op m geen materiaalfactor hanteren.
 - In de som POP op 0 kPa zetten (anders gaat de berekening niet goed).
- Wij hebben geconstateerd dat we een oudere netwerkversie hebben van D-geostability. Wat ons opvalt dat bij het rekenen met Spencer in de meeste gevallen maar 1 glijvlak lijkt te worden doorgerekend. Dit is dan de ondergrens en niet de bedoeling. Het mooiste is om het genereren van de glijvlakken te doen met 'genetic algorithm' maar deze optie laat zich bij ons niet aanvinken. Een alternatief is dan dat handmatig bij definitions – slip plane – transversal points een waarde van 2 of 3 wordt ingevuld. Feitelijk fixeert je daarmee de mogelijke glijvlak. Zet je hem op 10 dan is de rekentijd erg lang. Door het aantal punten bij de slip planes te beperken tot 8 kun je de rekentijd verkorten. Handleiding bijgevoegd.

BIJLAGE 4. Bepaling POP

Profiel D39 norm 14-2

	SU-ratio	m
1 DK-K	0.23	0.61
4 HV	0.26	0.83
15 CA-K	0.25	0.63

KRUIJN

terreinspanning		MHW = NAP +4.56m; waterstand in kruin = NAP +2.5m					
laag	materiaal	laag b.k (NAP+rn)	laag o.k (NAP+rn)	korrelspa nning	waterdru k	gronds pa nning	gronds pa onzekerh eden
1	OB-n	4.4	2.6	1.8	15.7	28.26	0
2	OA-o	2.6	2.5	0.1	17	29.96	0
3	OA-o	2.5	-0.5	3	18.5	85.46	29.43
4	OA-o	-0.5	-1.5	1	18.5	103.96	39.24
5	1 DK-K-o	-1.5	-3.5	2	16.2	136.36	58.86
6	4 HV-o	-3.5	-4.5	1	10.6	146.96	68.67
7	15 CA-K-o	-4.5	-5	0.5	14.1	154.01	73.575

9.81

grensspanning

GLW = NAP -0.5m

laag	materiaal	laag b.k (NAP+rn)	laag o.k (NAP+rn)	korrelspa nning	waterdru k	gronds pa nning	gronds pa onzekerh eden
1	OB-n	4.4	2.6	1.8	15.7	28.26	0
2	OA-o	2.6	2.5	0.1	17	29.96	0
3	OA-o	2.5	-0.5	3	17	80.96	0
4	OA-o	-0.5	-1.5	1	18.5	99.46	9.81
5	1 DK-K-o	-1.5	-3.5	2	16.2	131.86	29.43
6	4 HV-o	-3.5	-4.5	1	10.6	142.46	39.24
7	15 CA-K-o	-4.5	-5	0.5	14.1	149.51	44.145

karakteris rekenwaa

tiek (kPa)	rde (kPa)	OCR	Su-ratio nieuw
44.9	40.8	163	0.31
44.9	40.8	153	0.30
44.9	40.8	153	0.30
44.9	40.8	153	0.37
44.9	40.8	152	0.37
44.9	40.8	152	0.37
44.9	40.8	152	0.33
44.9	40.8	151	0.32
44.9	40.8	151	0.32

karakteris rekenwaa

tiek (kPa)	rde (kPa)	OCR	Su-ratio nieuw
10.0	9.1	145	0.29
10.0	9.1	128	0.27
10.0	9.1	128	0.28
10.0	9.1	128	0.32
10.0	9.1	127	0.32
10.0	9.1	127	0.32
10.0	9.1	127	0.29
10.0	9.1	125	0.29
10.0	9.1	125	0.29

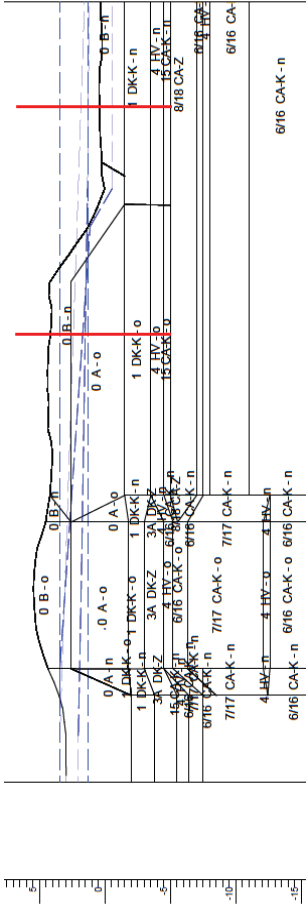
POLDER

terreinspanning		MHW =NAP +4.56m; waterstand polder = NAP -0.5m					
laag	materiaal	laag b.k (NAP+rn)	laag o.k (NAP+rn)	korrelspa nning	waterdru k	gronds pa nning	gronds pa onzekerh eden
1	OB-n	0.415	-0.5	0.915	15.7	14.3655	0
2	OB-n	-0.5	-1.5	1	15.7	30.0655	9.81
3	1 DK-K-n	-1.5	-3.5	2	16.2	62.4655	29.43
4	4 HV-n	-3.5	-4.5	1	10.6	73.0655	39.24
5	15 CA-K-n	-4.5	-5	0.5	14.1	80.1155	44.145

terreinspanning

GLW = NAP -0.5m

laag	materiaal	laag b.k (NAP+rn)	laag o.k (NAP+rn)	korrelspa nning	waterdru k	gronds pa nning	gronds pa onzekerh eden
1	OB-n	0.415	-0.5	0.915	15.7	14.3655	0
2	OB-n	-0.5	-1.5	1	15.7	30.0655	9.81
3	1 DK-K-n	-1.5	-3.5	2	16.2	62.4655	29.43
4	4 HV-n	-3.5	-4.5	1	10.6	73.0655	39.24
5	15 CA-K-n	-4.5	-5	0.5	14.1	80.1155	44.145



Profiel D39 norm 14-3

	SU-ratio	m
1 DK-K	0.23	0.61
4 HV	0.26	0.83
15 CA-K	0.25	0.63

KRUIJN

terreinspanning		MHW = NAP +4.01m; waterstand in kruin = NAP +2.25m							
laag	materiaal	laag b.k	laag o.k	laagdiepte (NAP+1m)	laagdikte	volumiek	korrelspa nning	waterdru k	gronds pa nning
1 OB-n	4.4	2.6	1.8	15.7	28.26	0	28.26		
2 OA-o	2.6	2.25	0.35	17	34.21	0	34.21		
3 OA-o	2.25	-0.5	2.75	18.5	85.085	26.9775	58.1075		
4 OA-o	-0.5	-1.5	1	18.5	103.585	36.7875	66.7975		
5 1 DK-K-o	-1.5	-3.5	2	16.2	135.985	56.4075	79.5775		
6 4 HV-o	-3.5	-4.5	1	10.6	146.585	66.2175	80.3675		
7 15 CA-K-o	-4.5	-5	0.5	14.1	153.635	71.1225	82.5125		

9.81

gronsspanning

laag	materiaal	laag b.k (NAP-m)	laag o.k (NAP-m)	laagdikte	volumiek	korrelspa minning	waterdru k	grondspa nning	gronds pa nning + onzekerh eden
1	OB-n	4.4	2.6	1.8	15.7	28.26	0	28.26	48.26
2	OA-o	2.6	2.25	0.35	17	34.21	0	34.21	54.21
3	OA-o	2.25	-0.5	2.75	17	80.96	0	80.96	100.96
4	OA-o	-0.5	-1.5	1	18.5	99.46	9.81	89.65	109.65
5	1 DK-K-o	-1.5	-3.5	2	16.2	131.86	29.43	102.43	122.43
6	4 HV-o	-3.5	-4.5	1	10.6	142.46	39.24	103.22	123.22
7	15 CA-K-o	-4.5	-5	0.5	14.1	149.51	44.145	105.365	125.365

karakteris

tie (kPa)	rde (kPa)	OCR	Sur-ratio	nieuw
1 DK-K boven	42.9	39.0	1.58	0.30
1 DK-K onder	42.9	39.0	1.49	0.29
1 DK-K gemid	42.9	39.0	1.49	0.30
4 HV boven	42.9	39.0	1.49	0.36
4 HV onder	42.9	39.0	1.48	0.36
4 HV gemid	42.9	39.0	1.48	0.36
15 CA-K boven	42.9	39.0	1.48	0.32
15 CA-K onder	42.9	39.0	1.47	0.32
15 CA-K gemid	42.9	39.0	1.47	0.32



POLDER

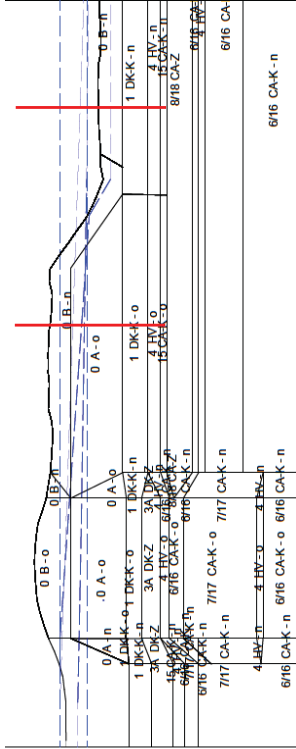
terreinspanning		MHW = NAP +4.01m; waterstand polder = NAP -0,5m					
laag	materiaal	laagb.k (NAP+m)	laag.o.k (NAP+m)	korrelgrootte (mm)	waterdrukk (kN/m²)	grondspanning (kN/m²)	
1	OB-n	0.415	-0.5	0.915	15.7	14.3655	
2	OB-n	-0.5	-1.5	1	15.7	30.0655	
3	1 DK-K-n	-1.5	-3.5	2	16.2	62.4655	
4	4 HV-n	-3.5	-4.5	1	10.6	73.0655	
5	15 CA-K-n	-4.5	-5	0.5	14.1	80.1155	

terreinspanning

laag	materiaal	laag b.k		laag o.k		korrelspa nning	waterdru k	grondspa nning + onzekerh eden	grondspa nning + onzekerh eden
		(NAP+m)	(NAP-m)	(NAP+m)	(NAP-m)				
1	OB-n	0.415	-0.5	0.915	15.7	14.3655	0	14.3655	24.3655
2	OB-n	-0.5	-1.5	1	15.7	30.0655	29.43	20.2555	30.2555
3	1 DK-K-n	-1.5	-3.5	2	16.2	62.4655	98.81	33.0355	43.0355
4	4 HV-n	-3.5	-4.5	1	10.6	73.0655	39.24	33.8255	43.8255
5	15 CA-K-n	-4.5	-5	0.5	14.1	80.1155	44.145	35.9705	45.9705

karakteris

tie (kPa)	rde (kPa)	OCR	Sur-ratio	nieuw
1 DK-K boven	10.0	9.1	1.45	0.29
1 DK-K onder	10.0	9.1	1.28	0.27
1 DK-K gemid	10.0	9.1	1.28	0.28
4 HV boven	10.0	9.1	1.28	0.32
4 HV onder	10.0	9.1	1.27	0.32
4 HV gemid	10.0	9.1	1.27	0.32
15 CA-K boven	10.0	9.1	1.27	0.29
15 CA-K onder	10.0	9.1	1.25	0.29
15 CA-K gemid	10.0	9.1	1.25	0.29



Profil D54

	SU-ratio	m
2 DK-K	0.3	0.91
4 HV	0.26	0.83
1 DK-K	0.23	0.61
6/16 CA-K	0.25	0.63

KRUIJN

terreinspanning									
MHW = NAP +3.78m; waterstand in kruin = NAP +1.8m									
laag	materiaal	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k
	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)
1 OB-n	3.8	2.85	0.95	15.7	14.915	0	14.915	0	14.915
2 OA-o	2.85	1.8	1.05	17	32.765	0	32.765	0	32.765
4 OA-o	1.8	0.5	1.3	18.5	56.815	12.753	44.062		
5 OB-n	0.5	-0.5	1	15.7	72.515	22.563	49.952		
6 OB-n	-0.5	-1.1	0.6	15.7	81.935	28.449	53.486		
7 OA-o	-1.1	-2.9	1.8	18.5	115.235	46.107	69.128		
8 2DK-K	-2.9	-6.5	3.6	16.9	176.075	81.423	94.652		
9 4 HV	-6.5	-8.2	1.7	10.6	194.095	98.1	95.995		
10 6/16 CA-K	-8.2	-14	5.8	14.5	278.195	154.998	123.197		

9.81

gronsspanning

GLW = NAP -0.5m									
laag	materiaal	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k
	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)
1 OB-n	3.8	2.85	0.95	15.7	14.915	0	14.915	0	14.915
2 OA-o	2.85	1.8	1.05	17	32.765	0	32.765	0	32.765
4 OA-o	1.8	0.5	1.3	17	54.865	0	54.865	0	54.865
5 OB-n	0.5	-0.5	1	15.7	70.565	0	70.565	0	70.565
6 OB-n	-0.5	-1.1	0.6	15.7	79.985	5.886	74.099	94.099	
7 OA-o	-1.1	-2.9	1.8	18.5	113.285	23.544	89.741	109.741	
8 2DK-K	-2.9	-6.5	3.6	16.9	174.125	58.86	115.265	135.265	
9 4 HV	-6.5	-8.2	1.7	10.6	192.145	75.537	116.608	136.608	
10 6/16 CA-K	-8.2	-14	5.8	14.5	276.245	132.435	143.81	163.81	

30.8 28.0 1.64 0.31

1 DK-K boven	1 DK-K onder	2 DK-K boven	2 DK-K onder	4 HV boven	4 HV onder	6/16 CA-K boven	6/16 CA-K onder
40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6

30.8 28.0 1.64 0.31

1 DK-K boven	1 DK-K onder	2 DK-K boven	2 DK-K onder	4 HV boven	4 HV onder	6/16 CA-K boven	6/16 CA-K onder
40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6

30.8 28.0 1.64 0.31

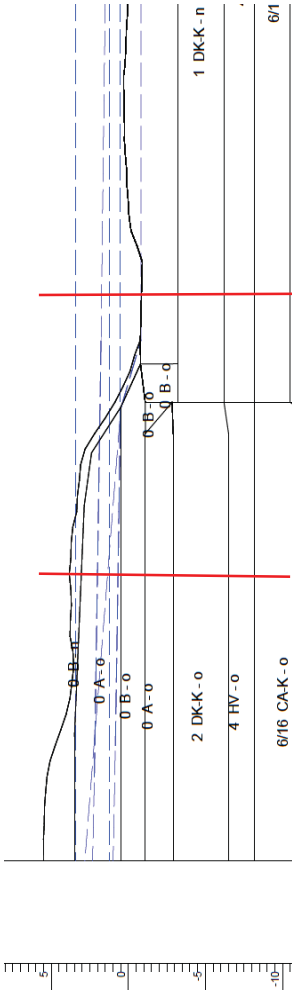
1 DK-K boven	1 DK-K onder	2 DK-K boven	2 DK-K onder	4 HV boven	4 HV onder	6/16 CA-K boven	6/16 CA-K onder
40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6

POLDER

terreinspanning									
MHW = NAP +3.78m; waterstand polder = NAP -0.8m									
laag	materiaal	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k
	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)
1 2DK-K-n	-0.8	-2.3	1.5	16.9	25.35	14.715	10.635		
2 1DK-K-n	-2.3	-6.2	3.9	16.2	88.53	52.974	35.556		
3 4 HV-n	-6.2	-8.2	2	10.6	109.73	72.594	37.136		
4 6/16 CA-K	-8.2	-14	5.8	14.5	193.83	129.492	64.338		

terreinspanning

GLW = NAP -0.83m									
laag	materiaal	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k	laag.b.k	laag.o.k
	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)	(NAP+m)
1 2DK-K-n	-0.8	-2.3	1.5	16.9	25.35	14.715	10.635		
2 1DK-K-n	-2.3	-6.2	3.9	16.2	88.53	52.974	35.556		
3 4 HV-n	-6.2	-8.2	2	10.6	109.73	72.594	37.136		
4 6/16 CA-K	-8.2	-14	5.8	14.5	193.83	129.492	64.338		



profiel D185

SU-ratio	m
0.23	0.61

KRUIJN

terreinspanning MHW =NAP +4,16m; waterstand in kruin = NAP +3,1m

laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP +m)	korrelspa nning	volumiek nning	waterdruk nning	gronds pa nning
1 OB-o	6.7	5.5	1.2	15.7	18.84	0	18.84
2 OA-o	5.5	3.8	1.7	17	47.74	0	47.74
3 OB-o	3.8	3.1	0.7	18.5	60.69	0	60.69
4 OB-o	3.1	2.2	0.9	15.7	74.82	8.829	65.991

9.81

grensspanning GLW = NAP -0,5m

laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP +m)	korrelspa nning	volumiek nning	waterdruk nning	gronds pa nning + onzekerh eden
1 OB-o	6.7	5.5	1.2	15.7	18.84	0	18.84
2 OA-o	5.5	3.8	1.7	17	47.74	0	47.74
3 OB-o	3.8	2.2	1.6	18.5	77.34	0	77.34

1 OB bove	1 OB onde	1 OB gemid
20.0	31.3	28.5
1.38	1.43	0.28
0.28	0.29	0.28

1 OB bove	1 OB onde	1 OB gemid
100	29.5	9.1
1.45	1.65	0.29
0.29	0.31	0.30

POLDER

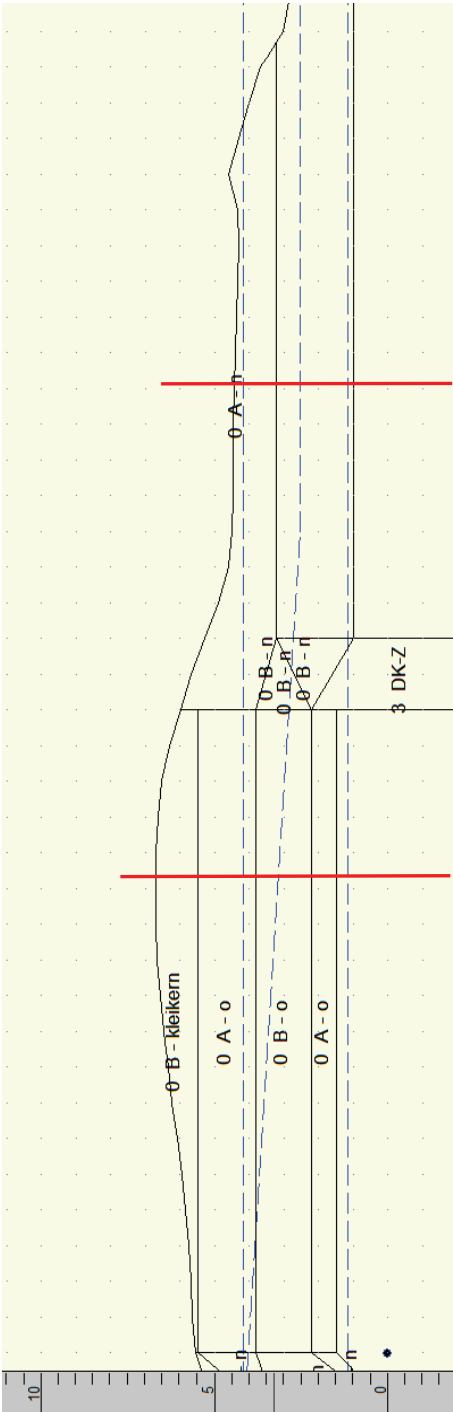
terreinspanning MHW =NAP +6,09m; waterstand polder = NAP +2,3m

laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP +m)	korrelspa nning	volumiek nning	waterdruk nning	gronds pa nning
1 OA-o	4.4	3.2	1.2	17	20.4	0	20.4
2 OB-o	3.2	2.55	0.65	18.5	32.425	0	32.425
3 OB-o	2.55	1	1.55	15.7	56.76	15.2055	41.5545

terreinspanning GLW = NAP -0,5m

laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP +m)	korrelspa nning	volumiek nning	waterdruk nning	gronds pa nning + onzekerh eden
1 OA-o	4.4	3.2	1.2	17	20.4	0	20.4
2 OB-o	3.2	1	2.2	18.5	61.1	0	61.1

1 OB bove	1 OB onde	1 OB gemid
100	29.5	9.1
1.45	1.65	0.29
0.29	0.31	0.30



profiel DZ16

SU-ratio		m
1 DK-k	0.23	0.61

KRUIN

terreinspanning									
MHW =NAP +6,09m; waterstand in kruin = NAP +5,0m									
laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP+m)	laagdikte	volumiek	korrelspa mning	waterdru k	grondspra nning	
1	OB-o	8.54	5.4	3.14	15.7	49.298	0	49.298	
2	OA-o	5.4	5	0.4	17	56.098	0	56.098	
3	OA-o	5	3.7	1.3	18.5	80.148	12.753	67.395	
4	OB-o	3.7	0.7	3	15.7	127.248	42.183	85.065	
5	OA-o	0.7	-0.3	1	18.5	145.748	51.993	93.755	
6	1 DK-K-o	-0.3	-0.5	0.2	16.2	148.988	53.955	95.033	
7	1 DK-K-o	-0.5	-3.4	2.9	16.2	195.968	82.404	113.564	

9.81

grenspanning

GLW = NAP -0.5m

terreinspanning									
GLW = NAP -0.5m									
laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP+m)	laagdikte	volumiek	korrelspa mning	waterdru k	grondspra nning + onzekerh eden	
1	OB-o	8.54	5.4	3.14	15.7	49.298	0	49.298	
2	OA-o	5.4	5	0.4	17	56.098	0	56.098	
3	OA-o	5	3.7	1.3	17	78.198	0	78.198	
4	OB-o	3.7	0.7	3	15.7	125.298	0	125.298	
5	OA-o	0.7	-0.3	1	17	142.298	0	142.298	
6	1 DK-K-o	-0.3	-0.5	0.2	16.2	145.538	0	145.538	165.538
7	1 DK-K-o	-0.5	-3.4	2.9	16.2	192.518	28.449	164.069	184.069

karakteristiek rekenwa				
tiel (kPa)	rde (kPa)	OCR	Su-ratio nieuw	
70.5	64.1	1.67	0.31	
70.5	64.1	1.56	0.30	
1 DK-k boven			0.31	
1 DK-k onder			0.31	
1 DK-k gemid				

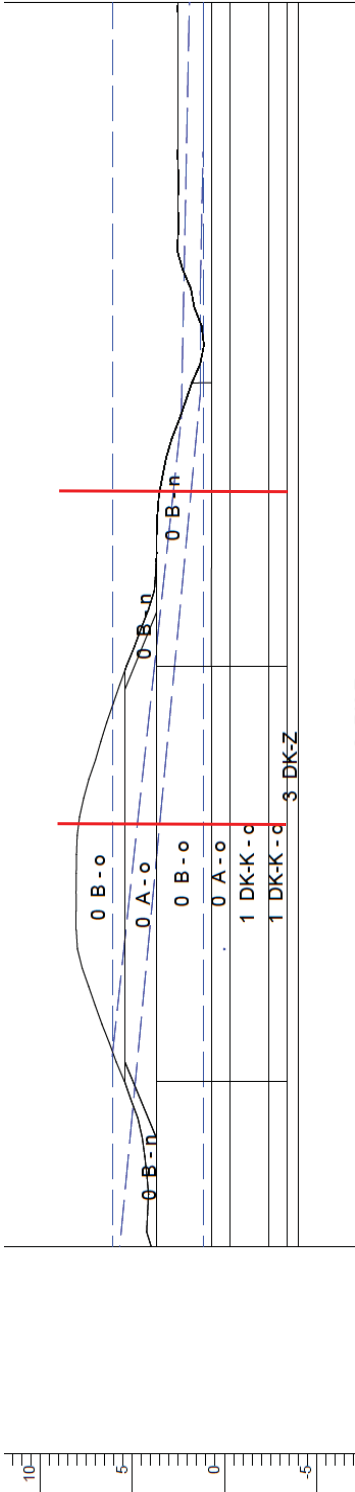
POLDER

terreinspanning									
MHW =NAP +6,09m; waterstand polder = NAP +2,3m									
laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP+m)	laagdikte	volumiek	korrelspa mning	waterdru k	grondspra nning	
1	OB-n	3.5	2.3	1.2	15.7	18.84	0	18.84	
2	OB-n	2.3	0.7	1.6	15.7	43.96	15.696	28.264	
3	OA-n	0.7	-0.3	1	18.5	62.46	25.506	36.954	
4	1 DK-K-n	-0.3	-0.5	0.2	16.2	65.7	27.468	38.232	
5	1 DK-K-n	-0.5	-3.4	2.9	16.2	112.68	55.917	56.763	

GLW = NAP -0.5m

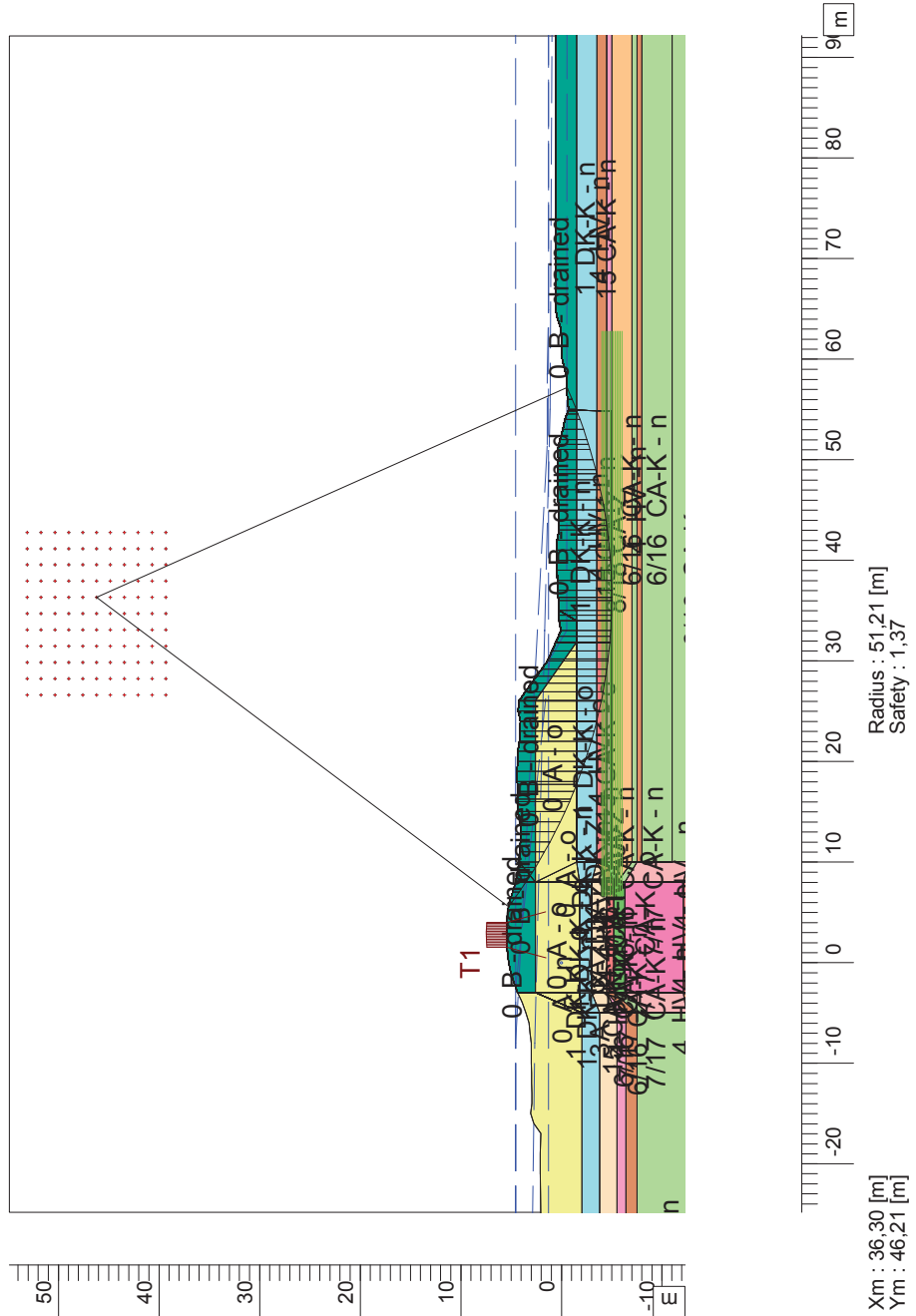
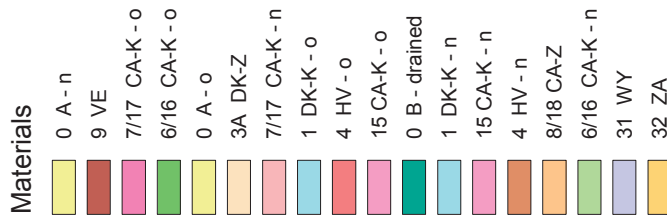
terreinspanning									
GLW = NAP -0.5m									
laag	materiaal	laag b.k (NAP+m)	laag o.k (NAP+m)	laagdikte	volumiek	korrelspa mning	waterdru k	grondspra nning + onzekerh eden	
1	OB-n	3.5	2.3	1.2	15.7	18.84	0	18.84	
2	OB-n	2.3	0.7	1.6	15.7	43.96	0	43.96	
3	OA-n	0.7	-0.3	1	17	60.96	0	60.96	
4	1 DK-K-n	-0.3	-0.5	0.2	16.2	64.2	0	64.2	74.2
5	1 DK-K-n	-0.5	-3.4	2.9	16.2	111.18	28.449	82.731	92.731

karakteristiek rekenwaarde				
(kPa)	(kPa)	OCR	Su-ratio nieuw	
36.0	32.7	1.86	0.34	
36.0	32.7	1.58	0.30	
1 DK-k boven			0.34	
1 DK-k onder			0.30	
1 DK-k gemid			0.32	



BIJLAGE 5. Glijcirkels stabiliteitsberekeningen

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D38(D39)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-2, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39

C03041.002111

ctr.

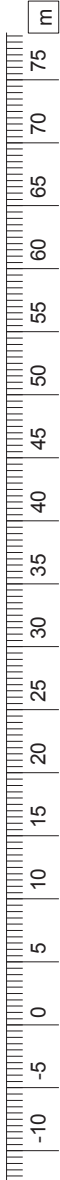
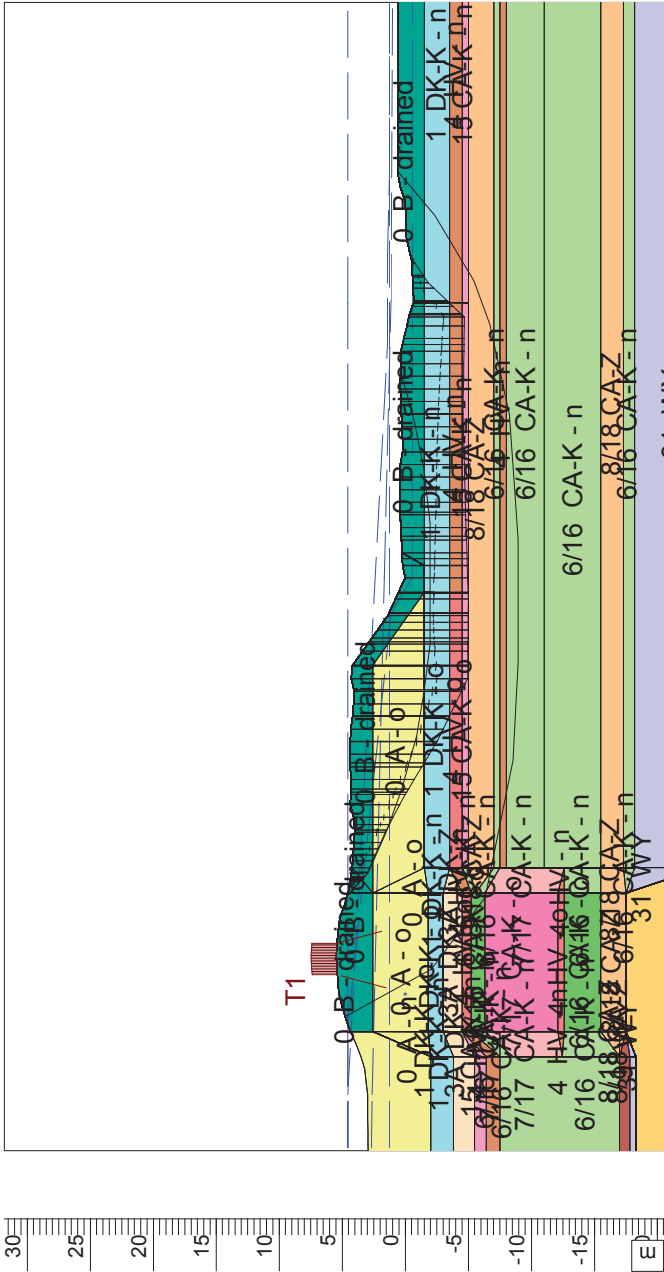
OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 5

Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer

- Materials
- 0 A - n
 - 9 VE
 - 7/17 CA-K - o
 - 6/16 CA-K - o
 - 0 A - o
 - 3A DK-Z
 - 7/17 CA-K - n
 - 1 DK-K - o
 - 4 HV - o
 - 15 CA-K - o
 - 0 B - drained
 - 1 DK-K - n
 - 15 CA-K - n
 - 4 HV - n
 - 8/18 CA-Z
 - 6/16 CA-K - n
 - 31 WY
 - 32 ZA



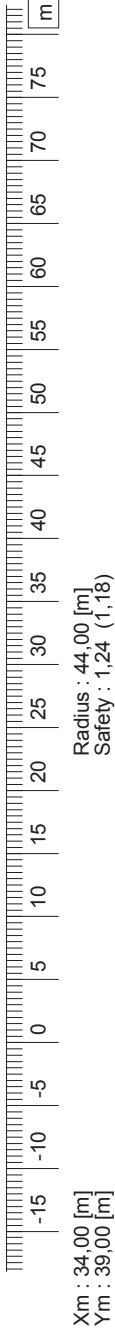
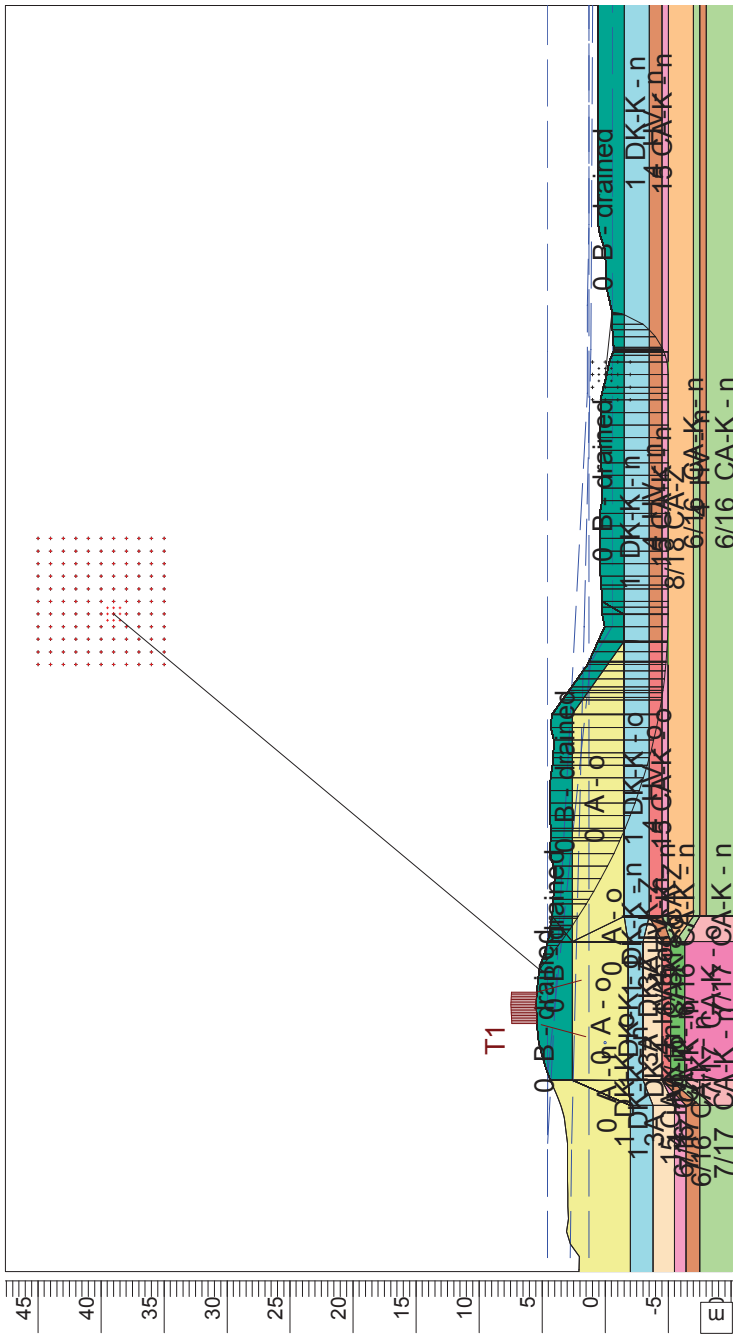
Safety : 1,18

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets Mobiliteit Postbus 220 3800 AE Amersfoort Phone Fax	date 1-4-2016	drw. WJAN
	C03041.002111	ctr.
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-2, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39 OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 5	Annex -	form. A4

D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D38(D39)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Spencer.sti

Slip Plane Uplift Van

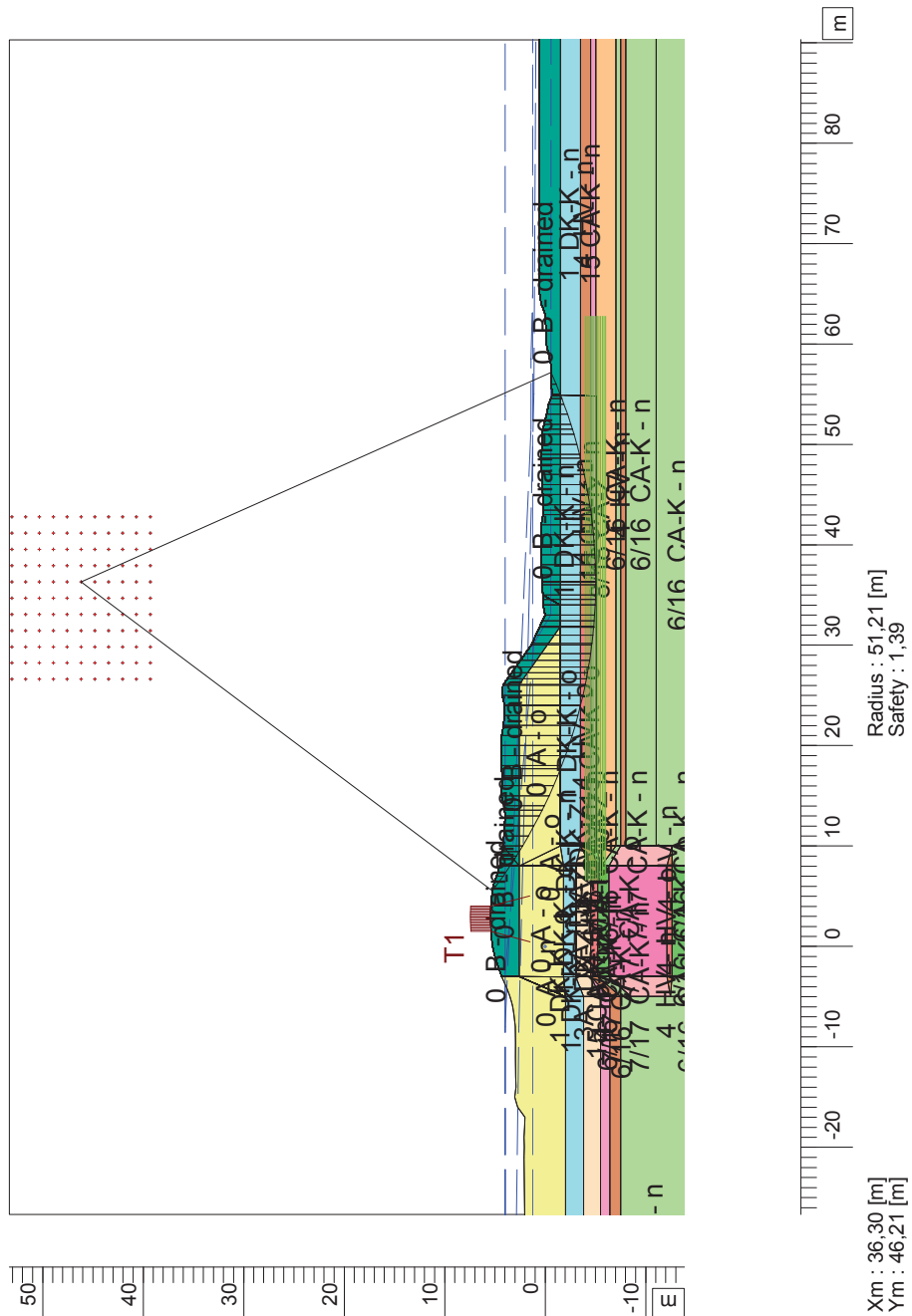
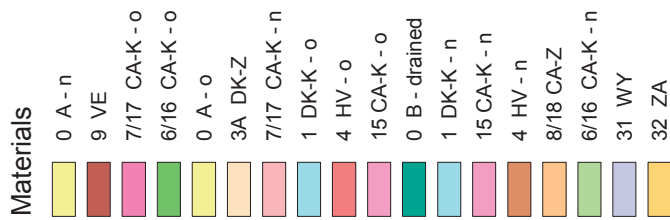
- Materials
- 0 A - n
 - 9 VE
 - 7/17 CA-K - o
 - 6/16 CA-K - o
 - 0 A - o
 - 3A DK-Z
 - 7/17 CA-K - n
 - 1 DK-K - o
 - 4 HV - o
 - 15 CA-K - o
 - 0 B - drained
 - 1 DK-K - n
 - 15 CA-K - n
 - 4 HV - n
 - 8/18 CA-Z
 - 6/16 CA-K - n
 - 31 WY
 - 32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D38(D39)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Uplift.sti

 Design & Consultancy for natural and built assets	Mobiliteit	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
				1-4-2016	WJAN
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-2, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39 OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 5				C03041.002111	ctr.
				Annex -	form. A4

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D38(D39)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39

ctr.
C03041.002111

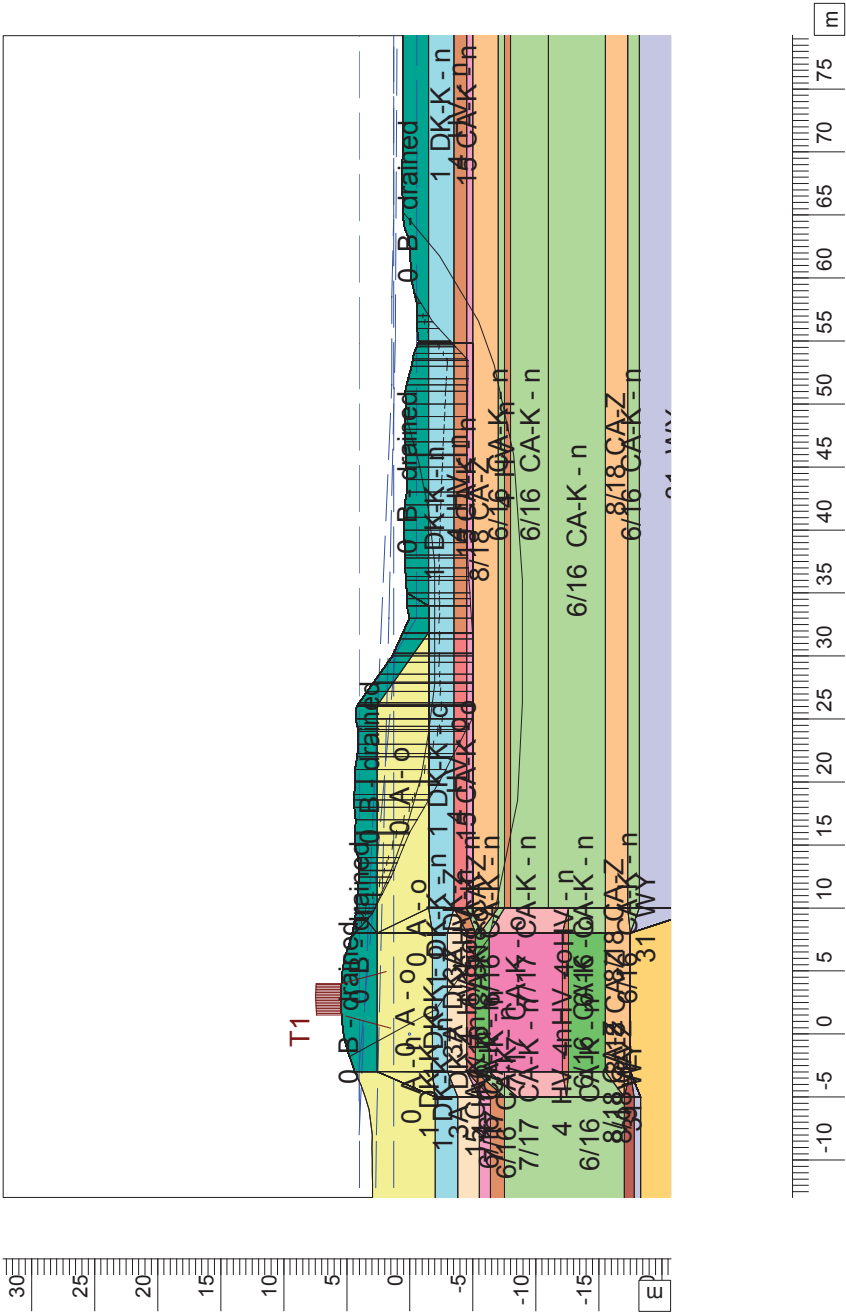
OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 5

form.
Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer

- Materials
- 0 A - n
 - 9 VE
 - 7/17 CA-K - o
 - 6/16 CA-K - o
 - 0 A - o
 - 3A DK-Z
 - 7/17 CA-K - n
 - 1 DK-K - o
 - 4 HV - o
 - 15 CA-K - o
 - 0 B - drained
 - 1 DK-K - n
 - 15 CA-K - n
 - 4 HV - n
 - 8/18 CA-Z
 - 6/16 CA-K - n
 - 31 WY
 - 32 ZA

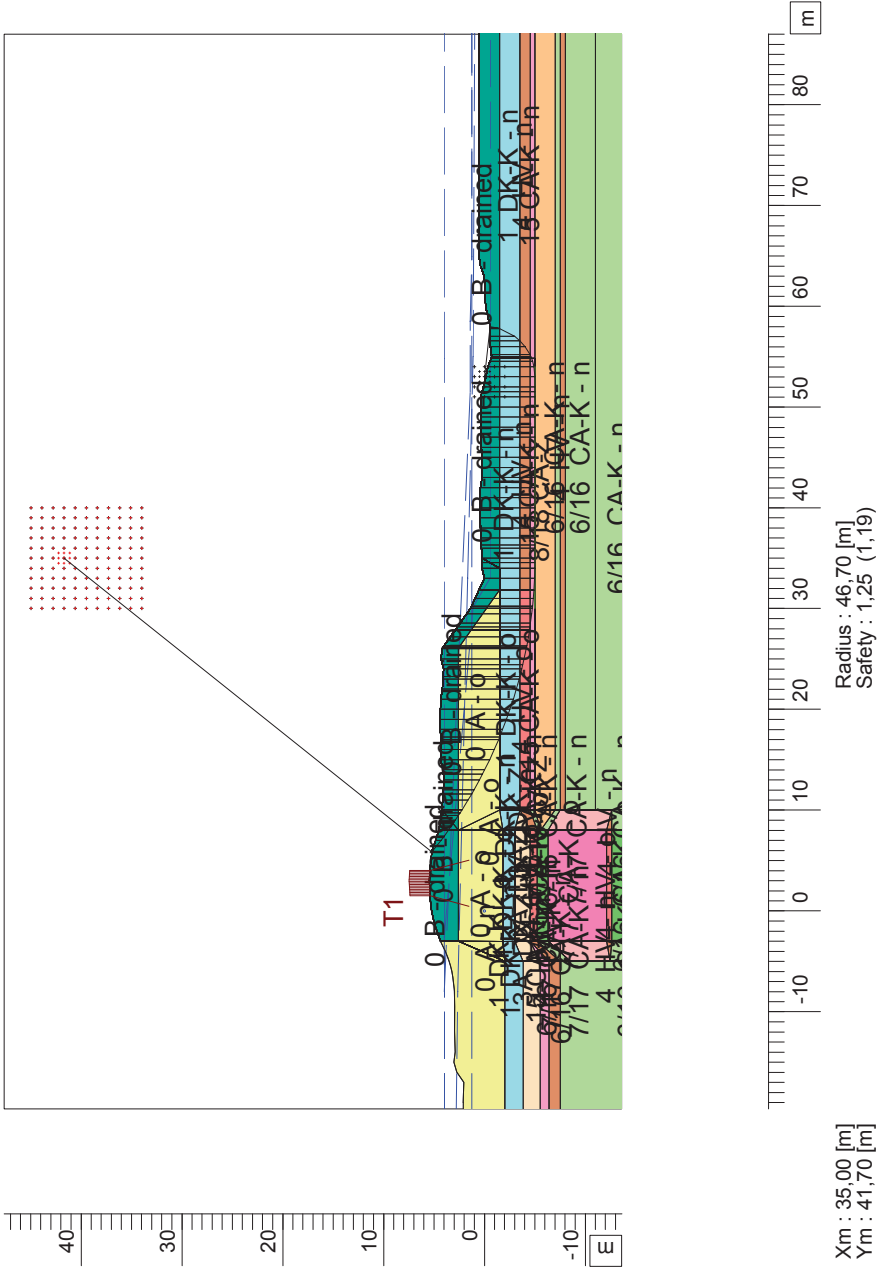


D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D38(D39)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Spencer.sti

 Design & Consultancy for natural and built assets	Mobiliteit	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
				1-4-2016	WJAN
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-3, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39 OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 5				C03041.002111	ctr.
				Annex -	form. A4

Slip Plane Uplift Van

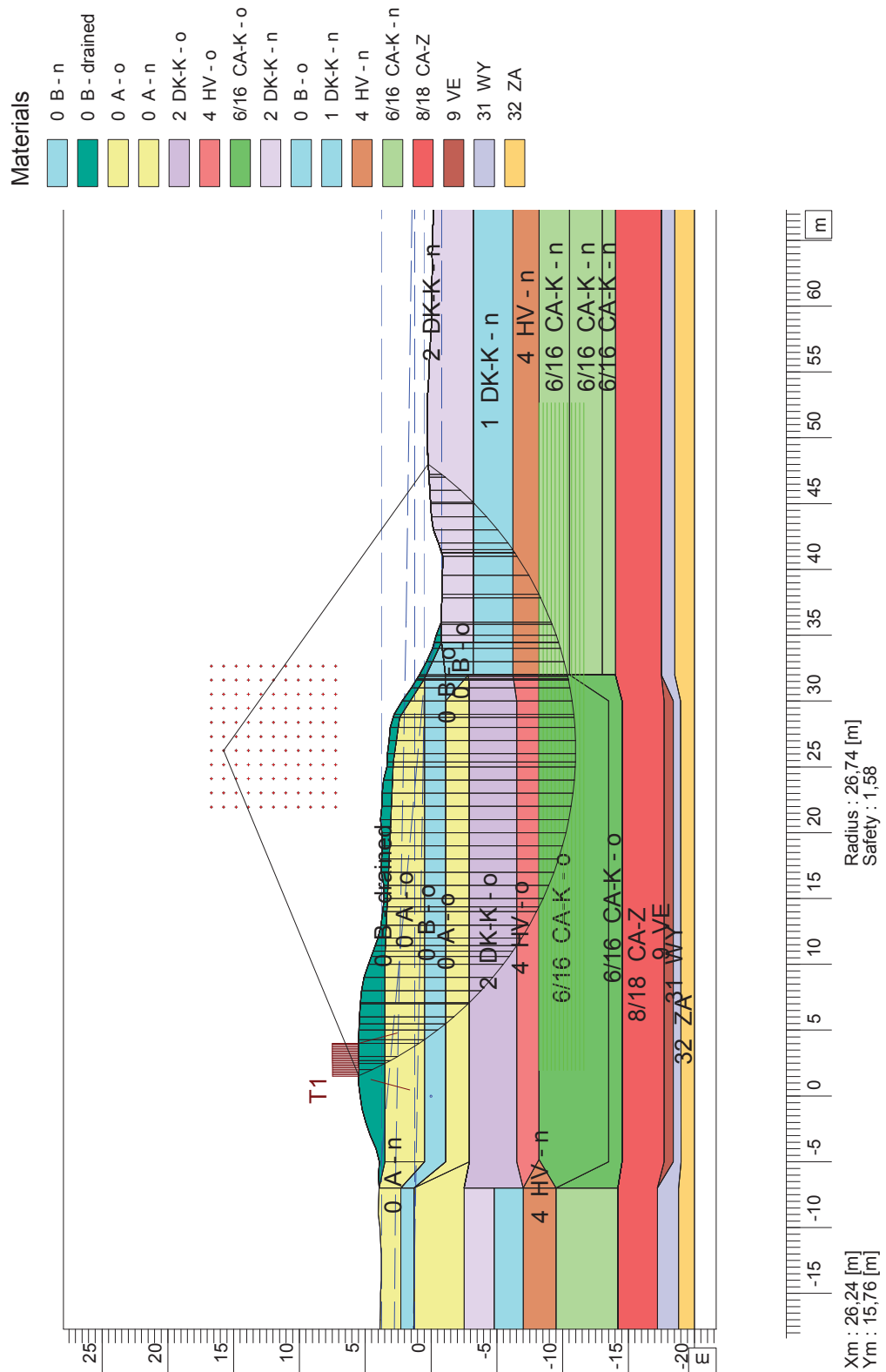
- Materials
- 0 A - n
 - 9 VE
 - 7/17 CA-K - o
 - 6/16 CA-K - o
 - 0 A - o
 - 3A DK-Z
 - 7/17 CA-K - n
 - 1 DK-K - o
 - 4 HV - o
 - 15 CA-K - o
 - 0 B - drained
 - 1 DK-K - n
 - 15 CA-K - n
 - 4 HV - n
 - 8/18 CA-Z
 - 6/16 CA-K - n
 - 31 WY
 - 32 ZA



 Design & Consultancy for natural and built assets Mobiliteit Postbus 220 3800 AE Amersfoort Phone Fax	date 1-4-2016	drw. WJAN
	ctr. C03041.002111	form. A4
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-3, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39 OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 5	Annex -	

D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D38(D39)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Uplift.sti

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D57(D54)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39

C03041.002111

ctr.

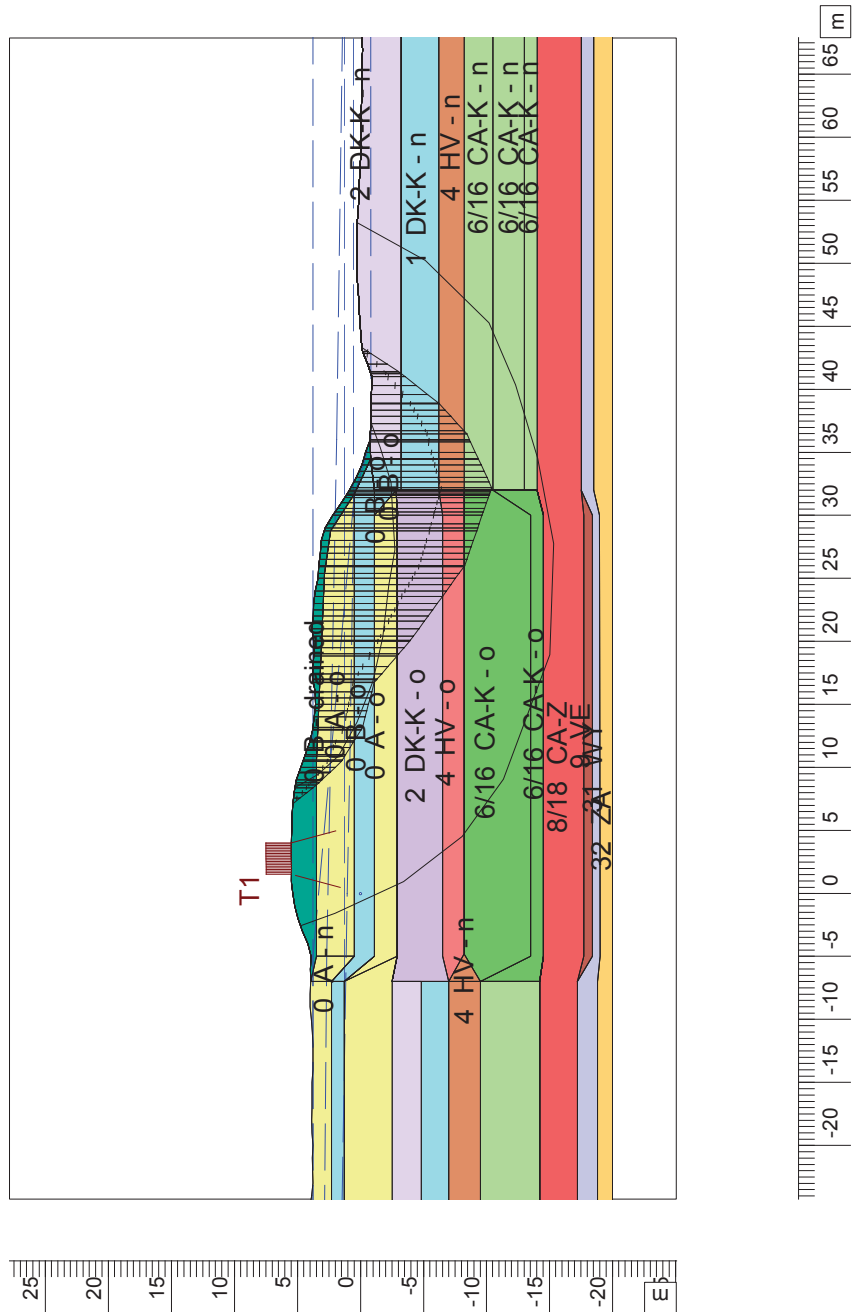
OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd / stap 5

Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer

Materials	
0 B - n	
0 B - drained	
0 A - o	
0 A - n	
2 DK-K - o	
4 HV - o	
6/16 CA-K - o	
2 DK-K - n	
0 B - o	
1 DK-K - n	
4 HV - n	
6/16 CA-K - n	
8/18 CA-Z	
9 VE	
31 WY	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D57(D54)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Spencer.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39

ctr.
C03041.002111

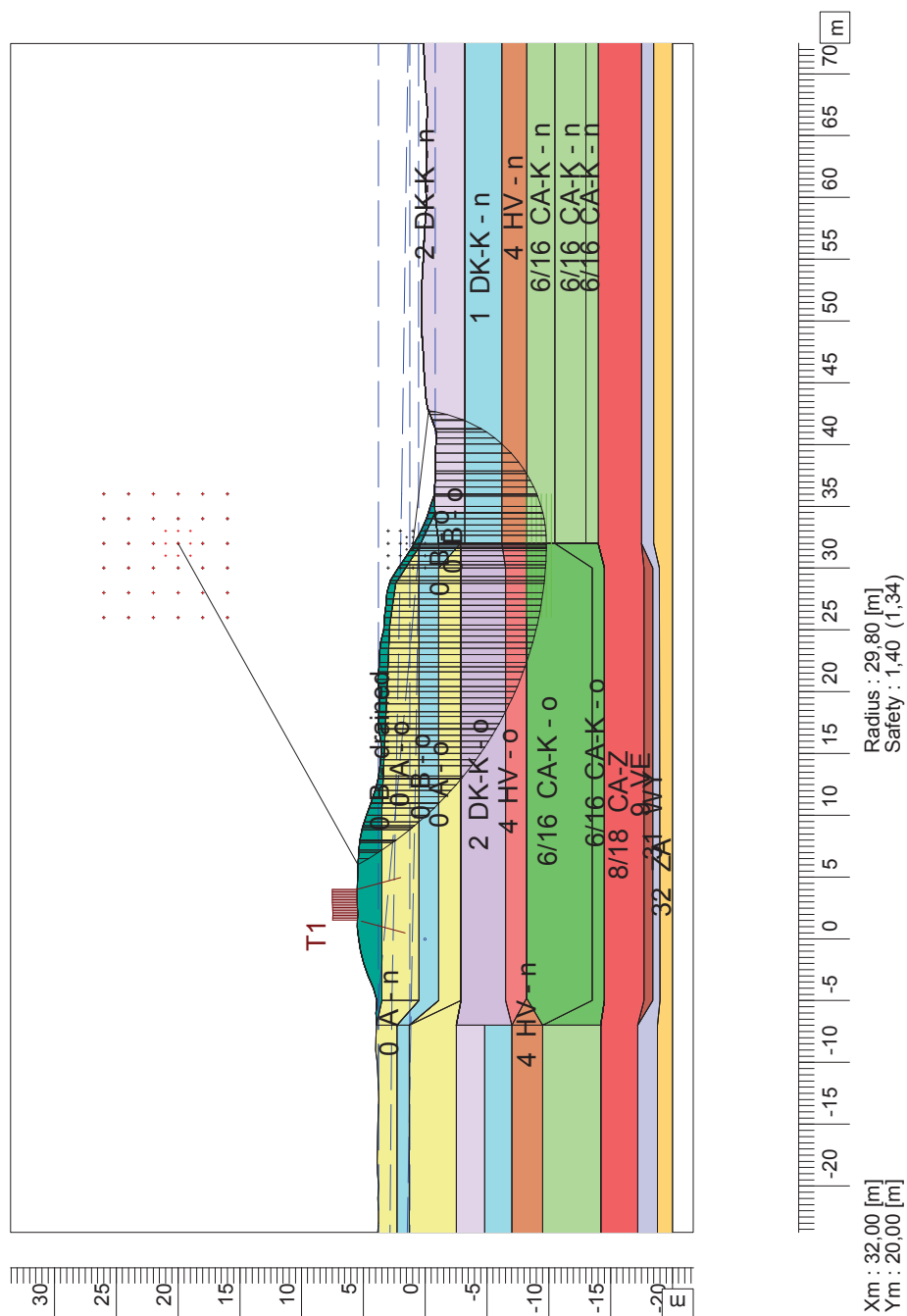
OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd / stap 5

Annex -

form.
A4

Slip Plane Uplift Van

Materials	
0 B - n	
0 B - drained	
0 A - o	
0 A - n	
2 DK-K - o	
4 HV - o	
6/16 CA-K - o	
2 DK-K - n	
0 B - o	
1 DK-K - n	
4 HV - n	
6/16 CA-K - n	
8/18 CA-Z	
9 VE	
31 WY	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D57(D54)_OI2014v3_DEFstap5_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Maas, locatie D38, profiel D39

C03041.002111

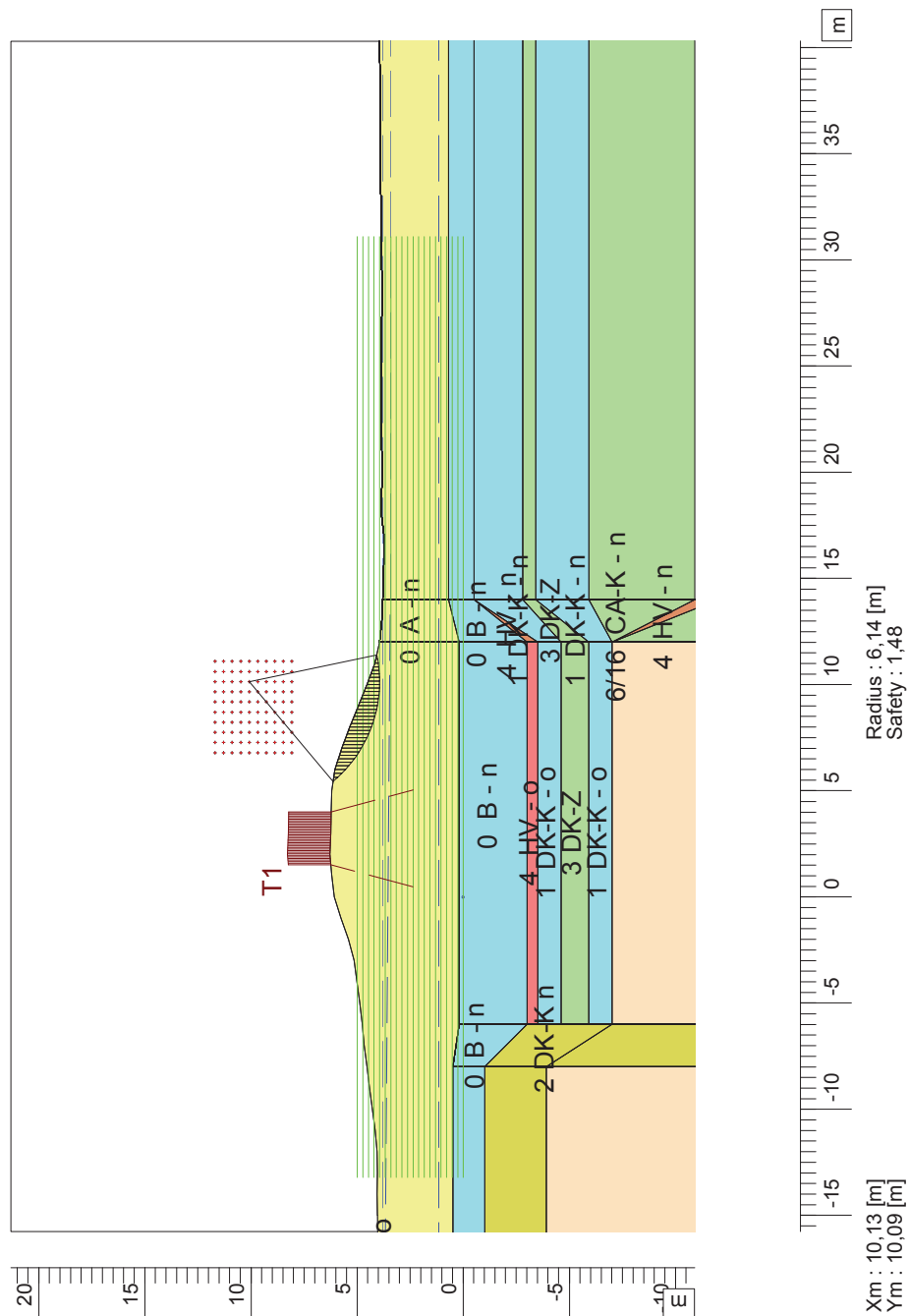
ctr.

OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd / stap 5

Annex -

form.
A4

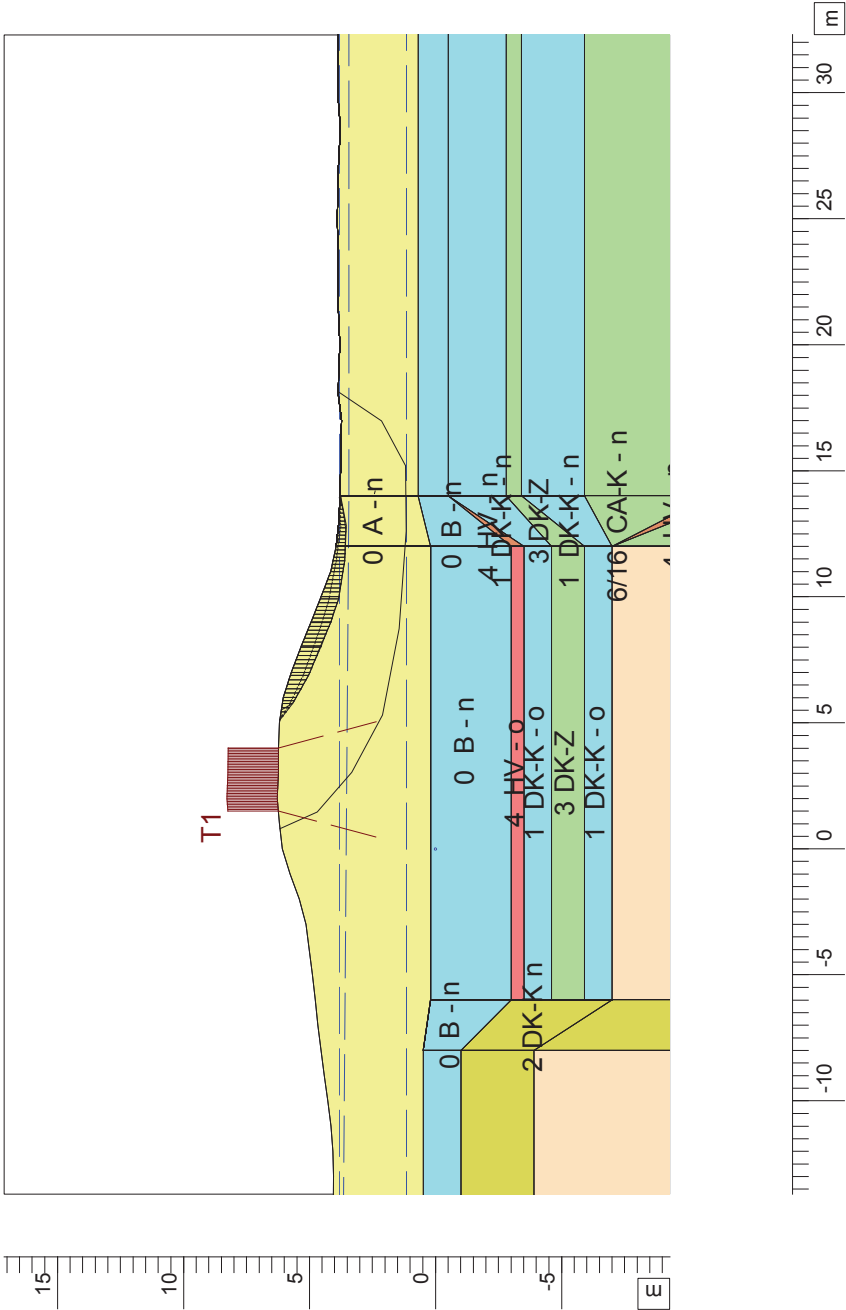
Materials	
0 A - o	
2 DK-K-n	
4 HV - o	
1 DK-K-o	
3A DK-Z	
0 A - n	
0 B - n	
3 DK-Z	
1 DK-K-n	
4 HV - n	
8/18 CA-Z	
6-8/16-18 CA-K(Z) - n	
6/16 CA-K-n	
9 VE	
31 WY	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D120(D115)_OI2014v3_M-C_2070_Bishop.sti

Slip Plane Spencer

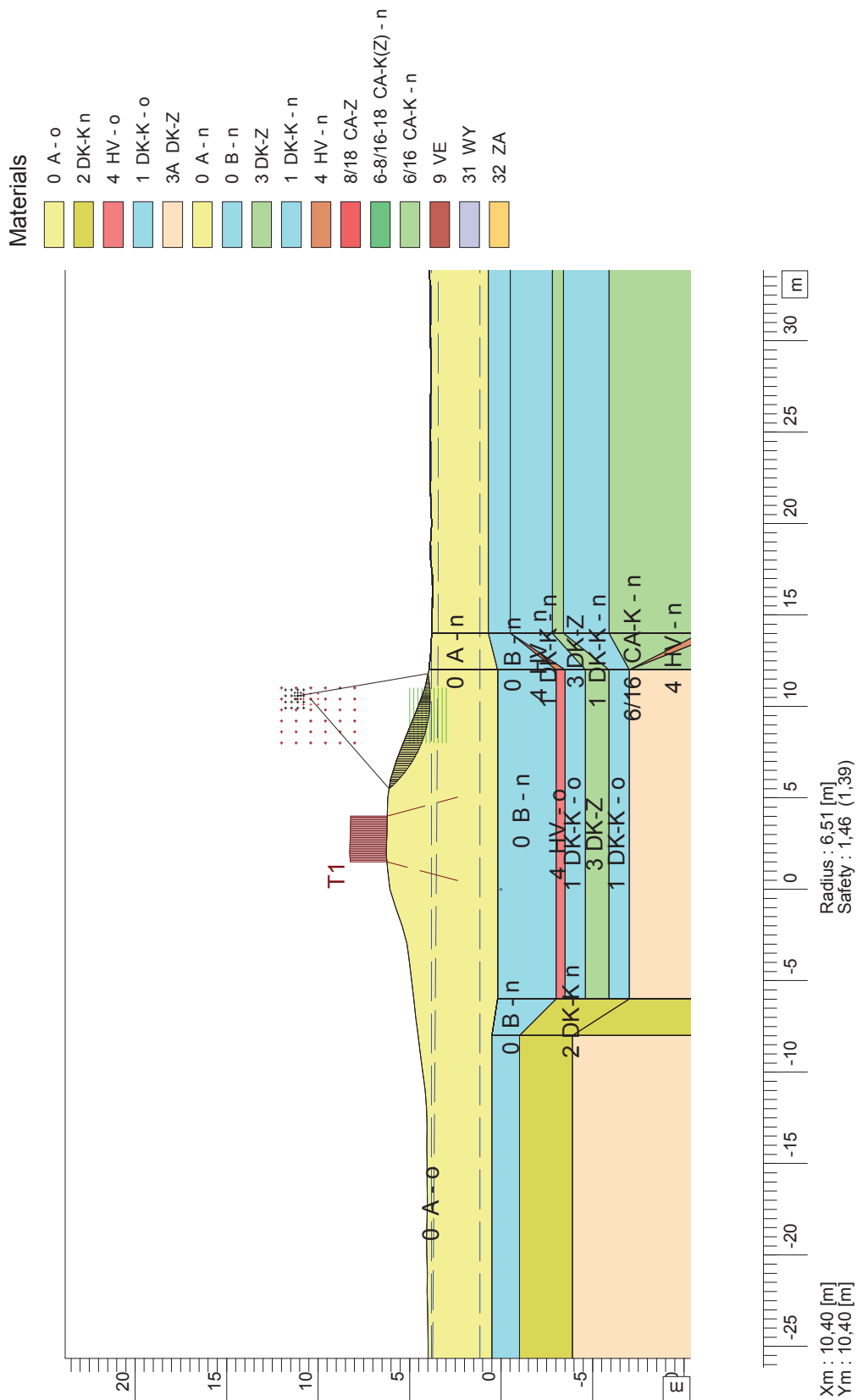
- Materials
- 0 A - o
 - 2 DK-K n
 - 4 HV - o
 - 1 DK-K - o
 - 3A DK-Z
 - 0 A - n
 - 0 B - n
 - 3 DK-Z
 - 1 DK-K - n
 - 4 HV - n
 - 8/18 CA-Z
 - 6-8/16-18 CA-K(Z) - n
 - 6/16 CA-K - n
 - 9 VE
 - 31 WY
 - 32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D120(D115)_OI2014v3_M-C_2070_Spencer.sti

 Design & Consultancy for natural and built assets	Mobiliteit	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
				1-4-2016	WJAN
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D120, profiel D115 OI2014/wsp=pot tool /gedraineerd M-C / stap 1				C03041.002111	ctr.
				Annex -	form. A4

Slip Plane Uplift Van



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D120(D115)_OI2014v3_M-C_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D120, profiel D115

C03041.002111

ctr.

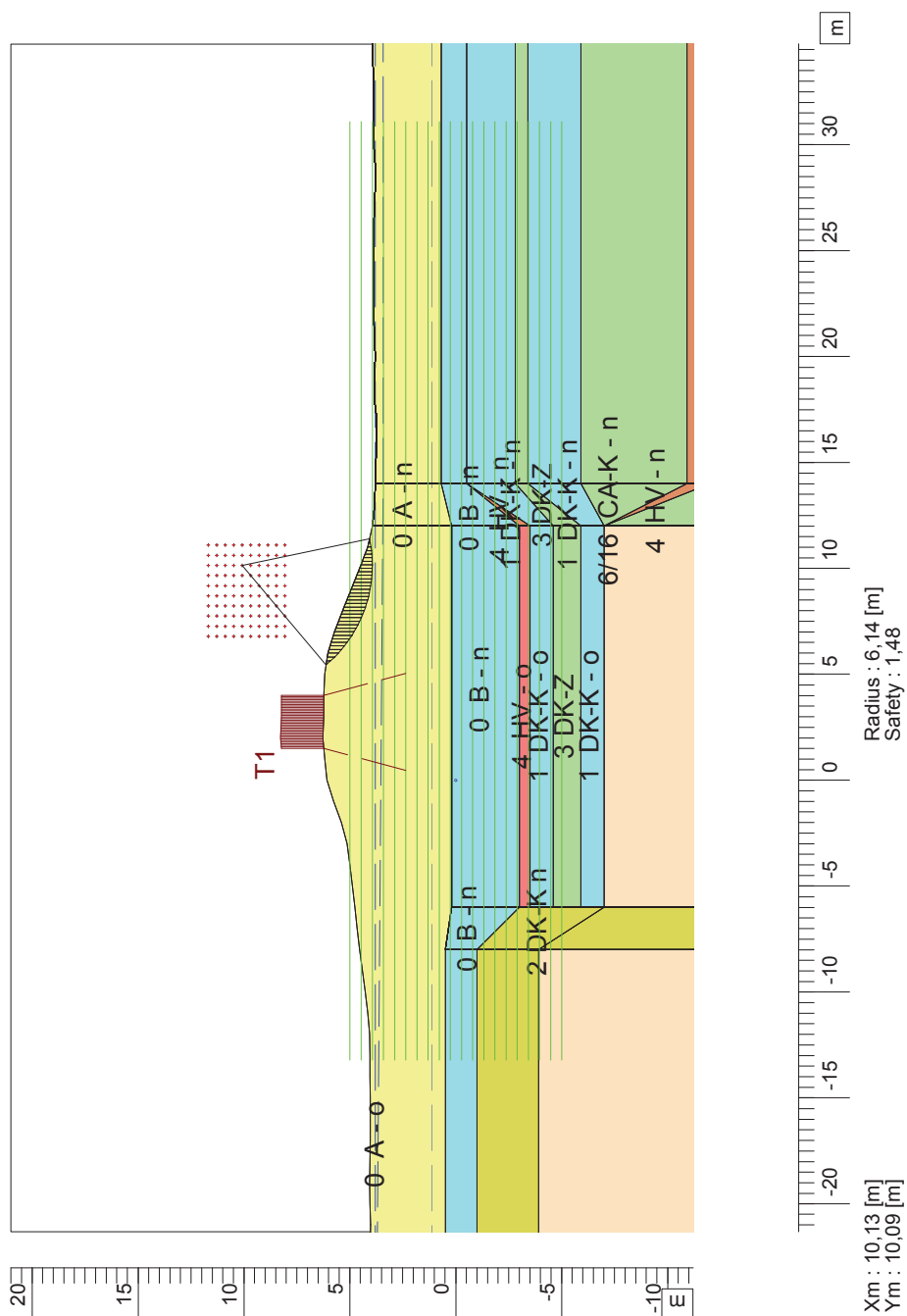
OI2014/wsp=pot tool /gedraineerd M-C / stap 1

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

Materials	
0 A-o	
2 DK-K-n	
4 HV-o	
1 DK-K-o	
3A DK-Z	
0 A-n	
0 B-n	
3 DK-Z	
1 DK-K-n	
4 HV-n	
8/18 CA-Z	
6-8/16-18 CA-K(Z)-n	
6/16 CA-K-n	
9 VE	
31 WY	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D120(D115)_OI2014v3_POP0_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D120, profiel D115

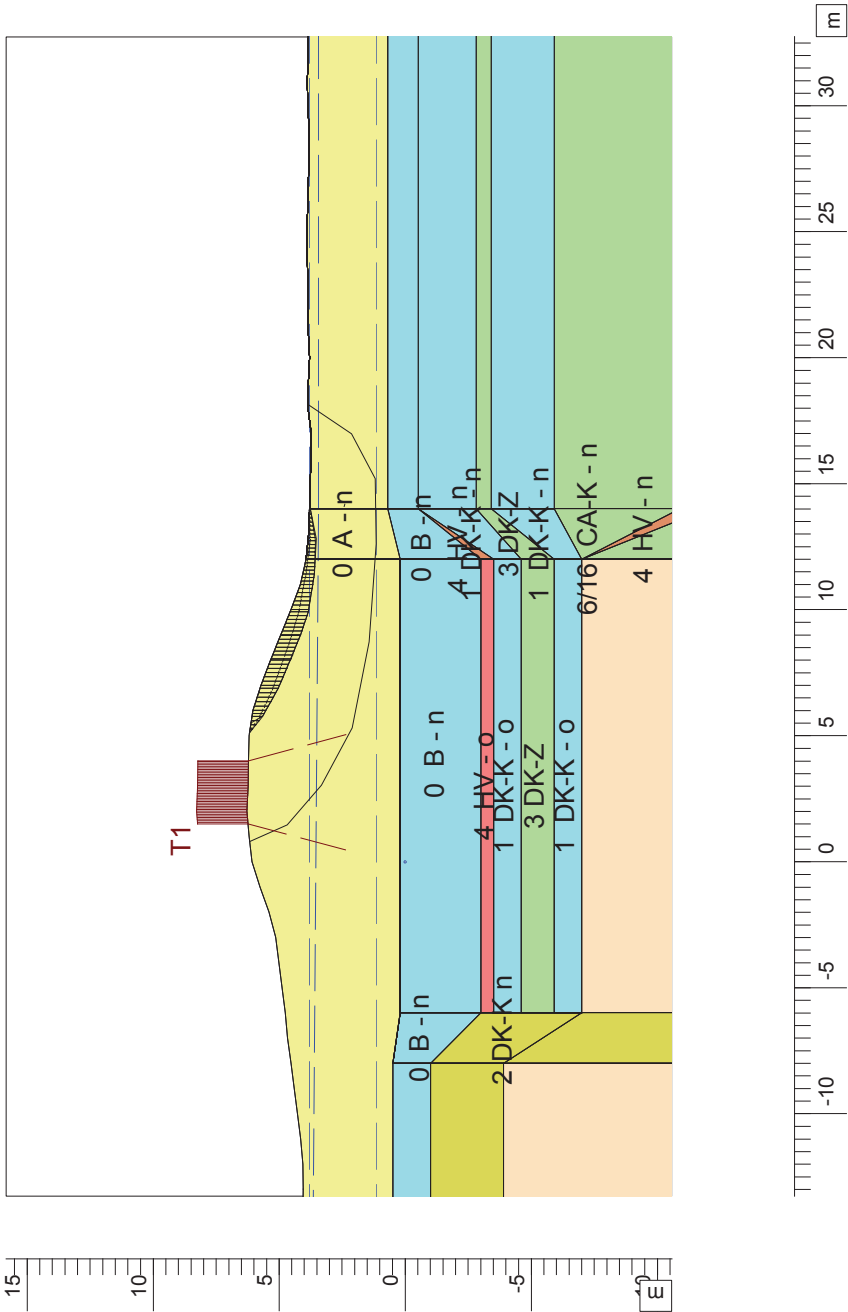
ctr.
C03041.002111

OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd / stap 2

form.
Annex - A4

Slip Plane Spencer

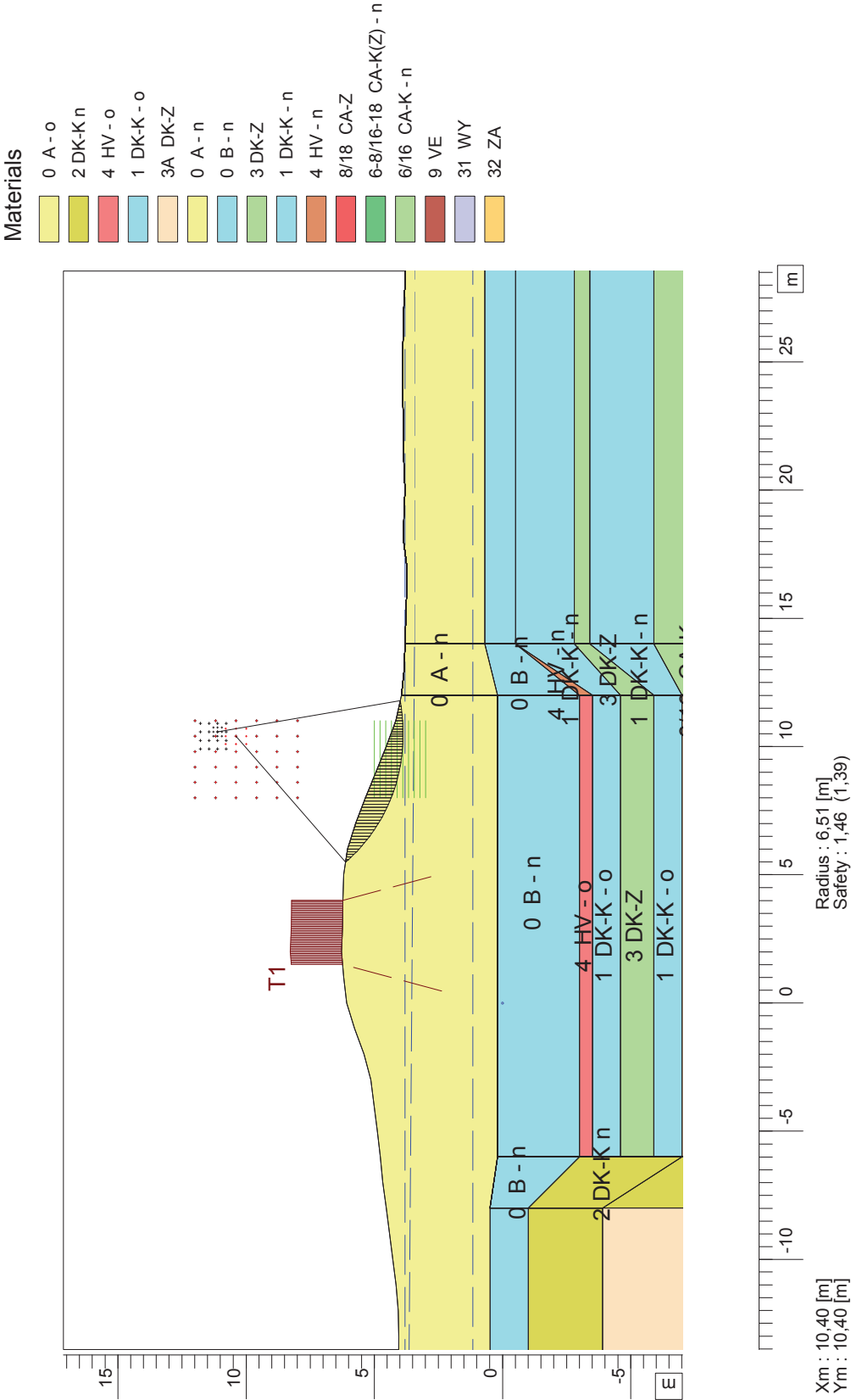
- Materials
- 0 A - o
 - 2 DK-K n
 - 4 HV - o
 - 1 DK-K - o
 - 3A DK-Z
 - 0 A - n
 - 0 B - n
 - 3 DK-Z
 - 1 DK-K - n
 - 4 HV - n
 - 8/18 CA-Z
 - 6-8/16-18 CA-K(Z) - n
 - 6/16 CA-K - n
 - 9 VE
 - 31 WY
 - 32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D120(D115)_OI2014v3_POP0_2070_Spencer.sti

 Design & Consultancy for natural and built assets	Mobilititeit	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
				1-4-2016	WJAN
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D120, profiel D115 OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd / stap 2				C03041.002111	ctr.
				Annex -	form. A4

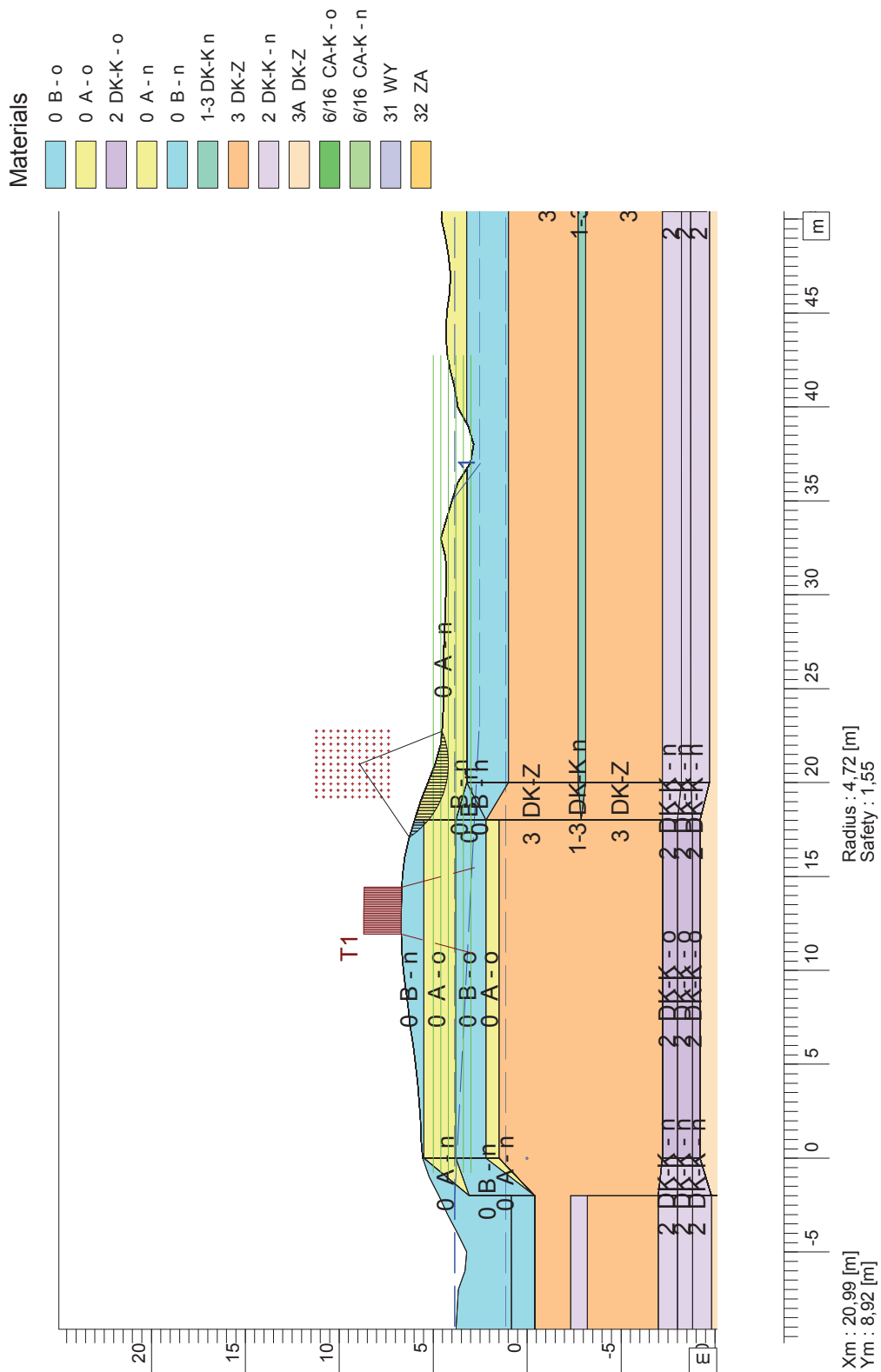
Slip Plane Uplift Van



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D120(D115)_OI2014v3_POP0_2070_Uplift.sti

 Design & Consultancy for natural and built assets	Mobiliteit	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
				1-4-2016	WJAN
DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D120, profiel D115 OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd / stap 2				C03041.002111	ctr.
				Annex -	form. A4

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D187(D185)_OI2014v3_M-C_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date

1-4-2016

drw.

WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D187, profiel D185

C03041.002111

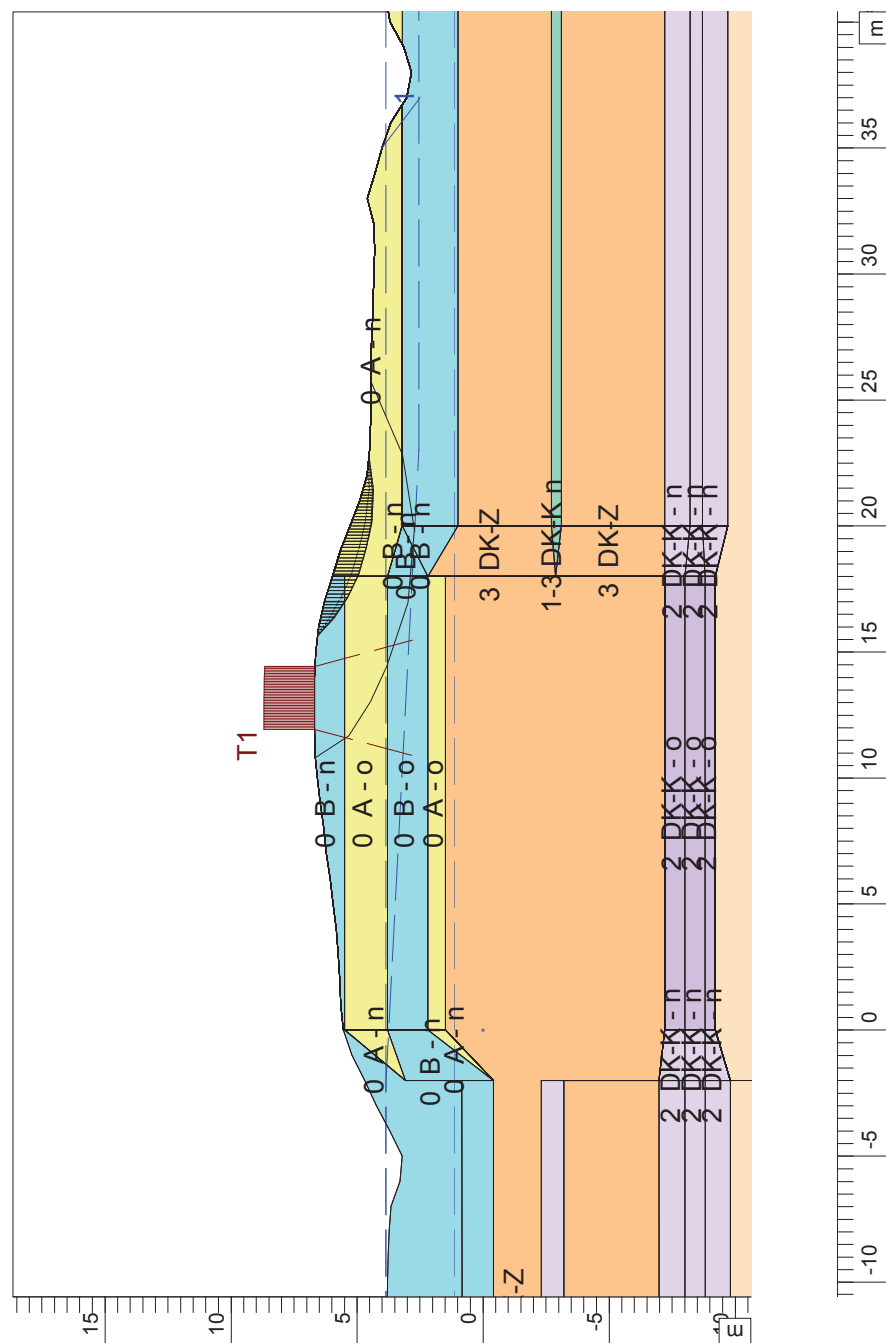
ctr.

OI2014/wsp=pot tool /gedraineerd M-Cnieuw/ stap 1

Annex -

form.

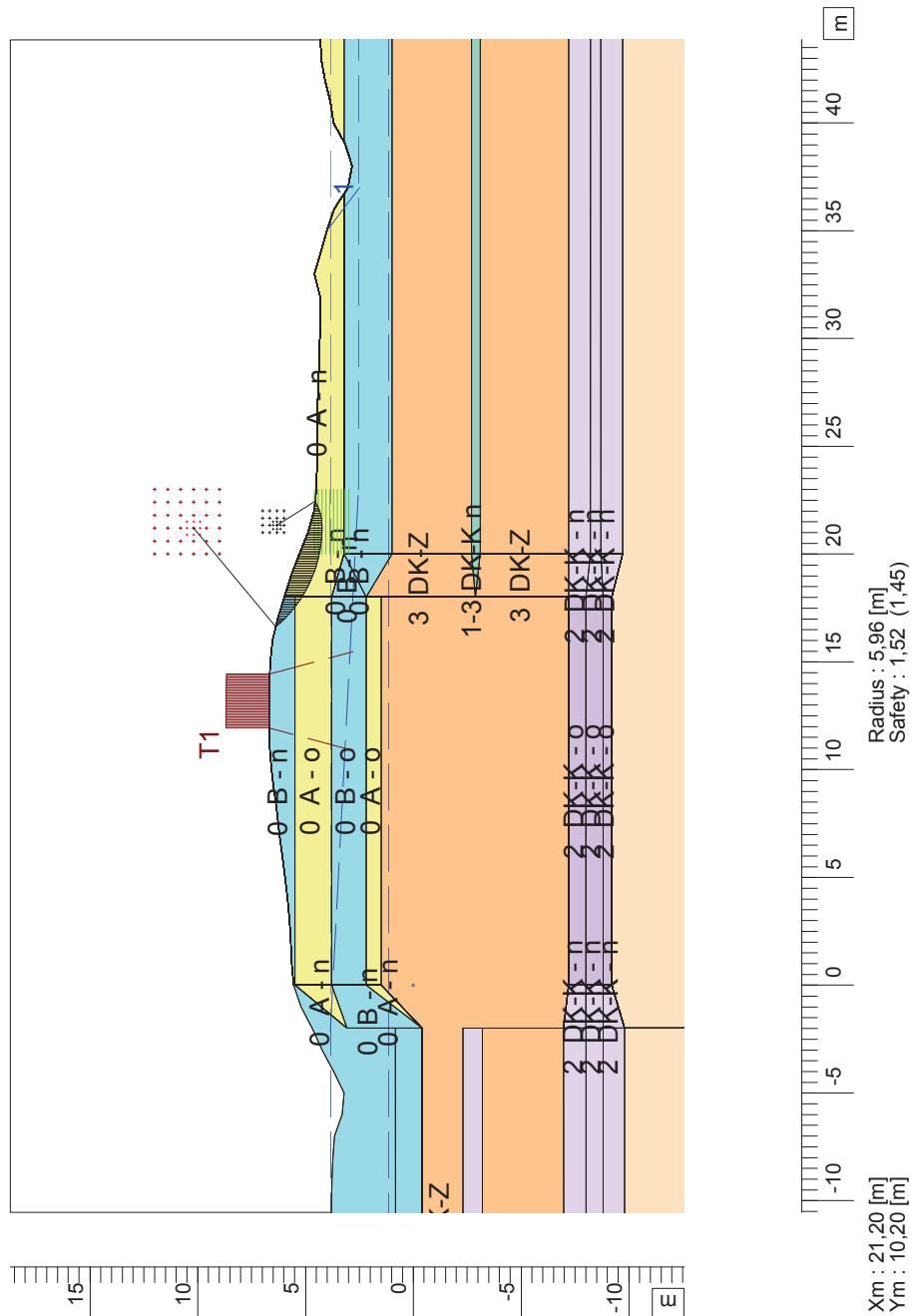
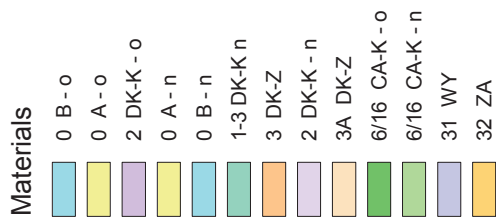
A4

[illegible]

Safety: 1,59

D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn D187(D185)_OI2014v3 M-C 2070 Spencer.sti

Slip Plane Uplift Van



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D187(D185)_OI2014v3_M-C_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D187, profiel D185

C03041.002111

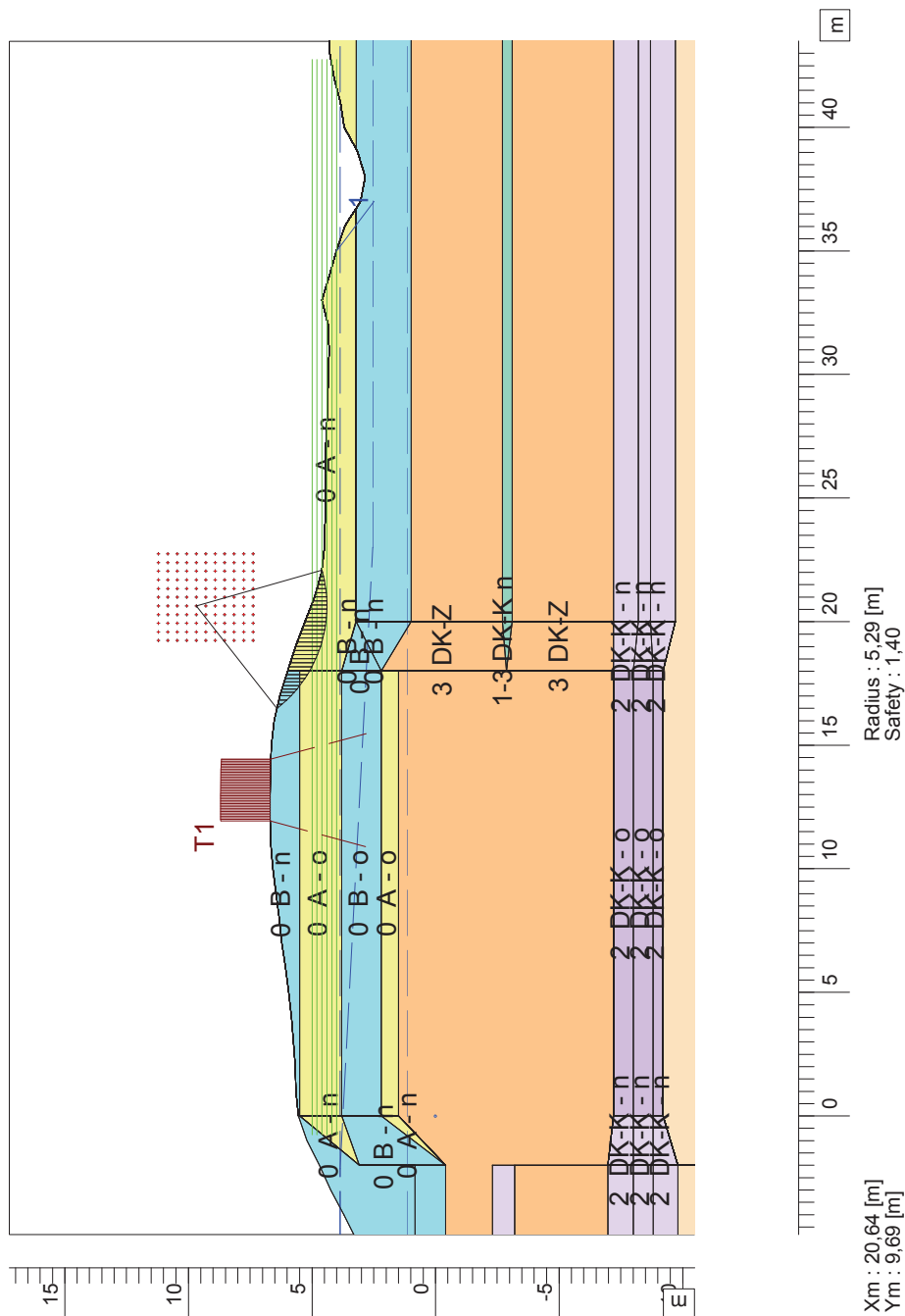
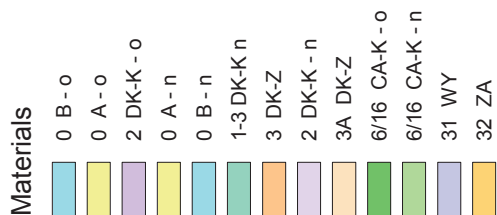
ctr.

OI2014/wsp=pot tool /gedraineerd M-Cnieuw/ stap 1

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D187(D185)_OI2014v3_POP=0_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D187, profiel D185

C03041.002111

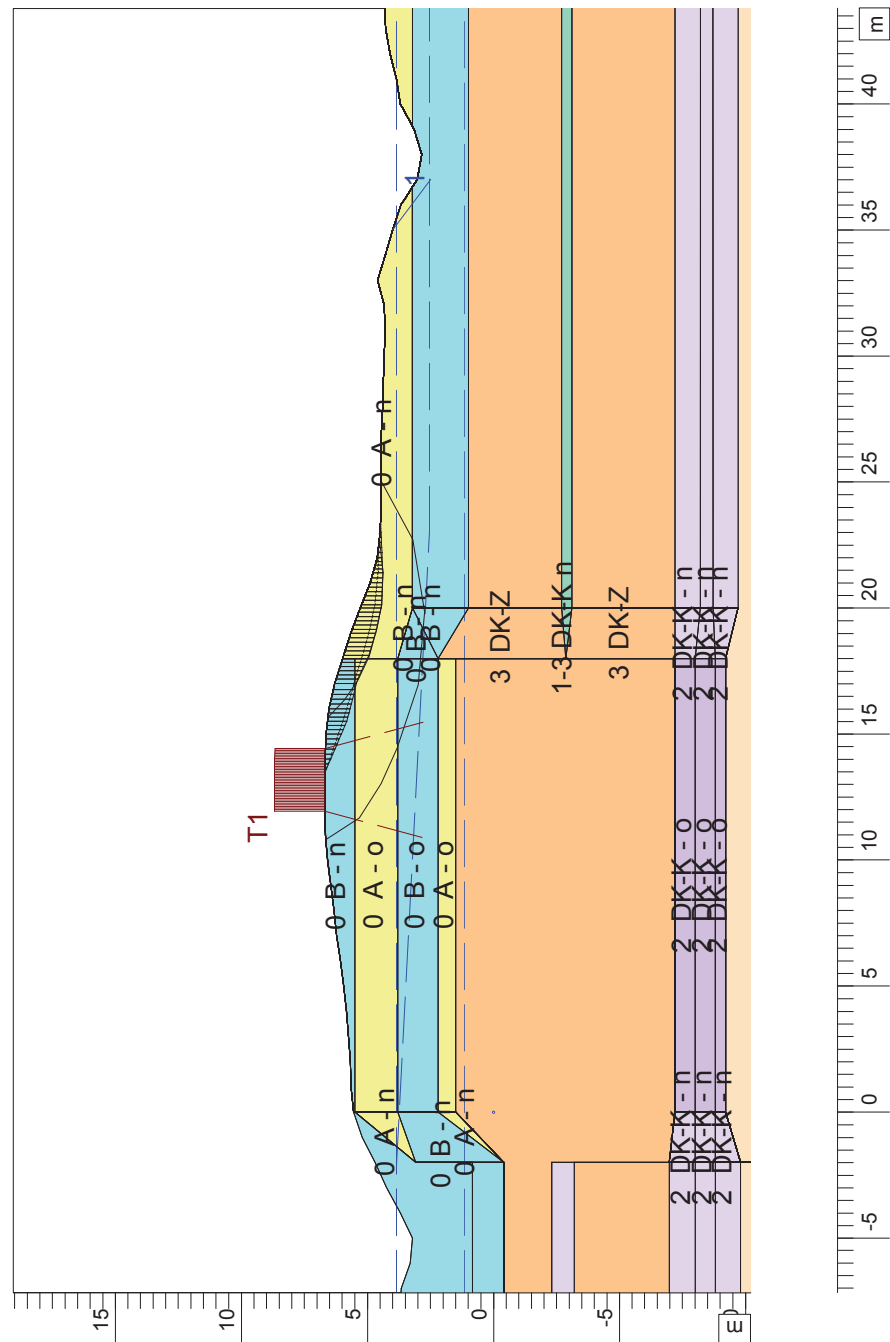
ctr.

OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 2

Annex -

form.
A4

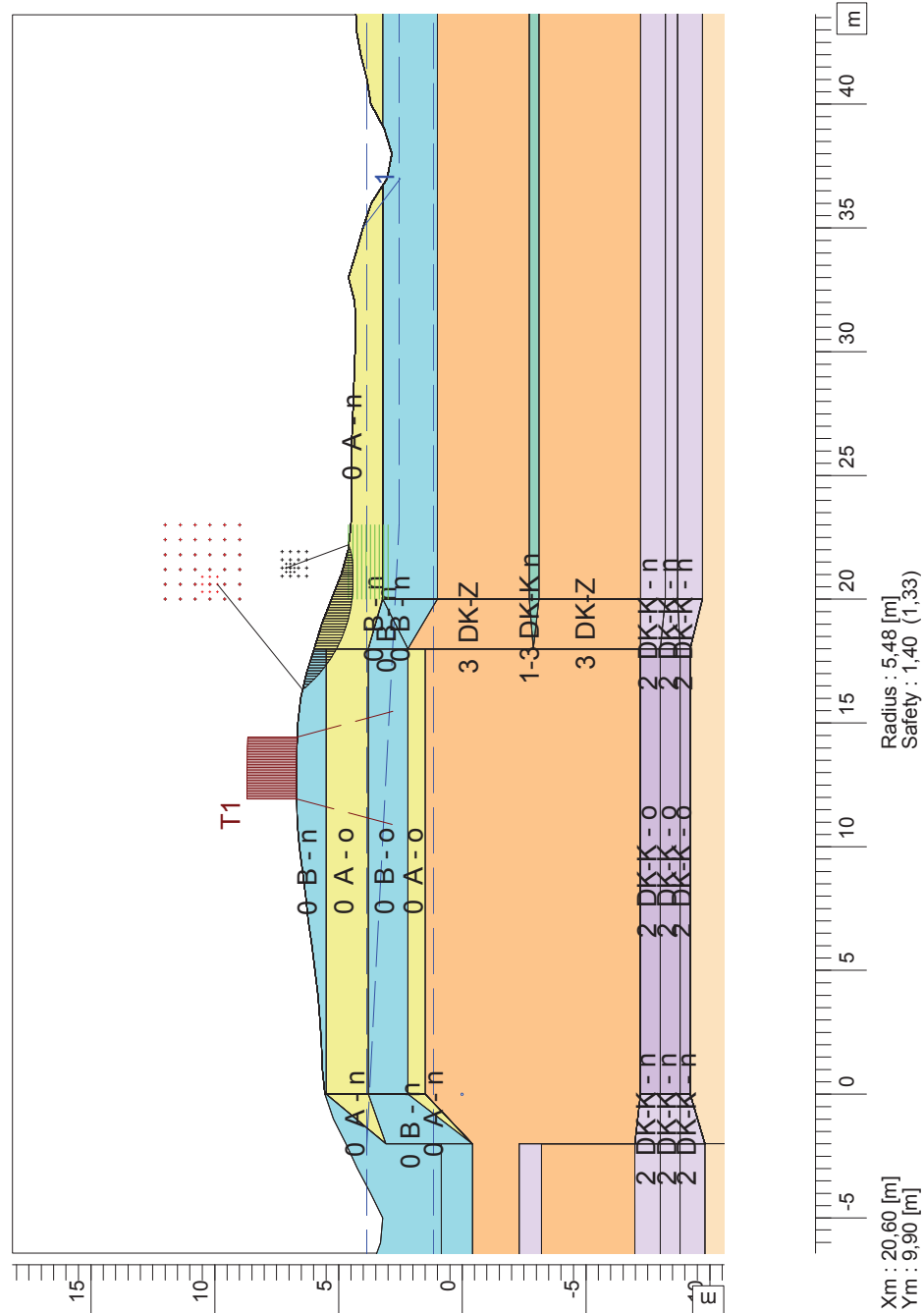
Materials	
	0 B - o
	0 A - o
	2 DK-K - o
	0 A - n
	0 B - n
	1-3 DK-K-n
	3 DK-Z
	2 DK-K - n
	3A DK-Z
	6/16 CA-K - o
	6/16 CA-K - n
	31 WY
	32 ZA



Safety: 1,37

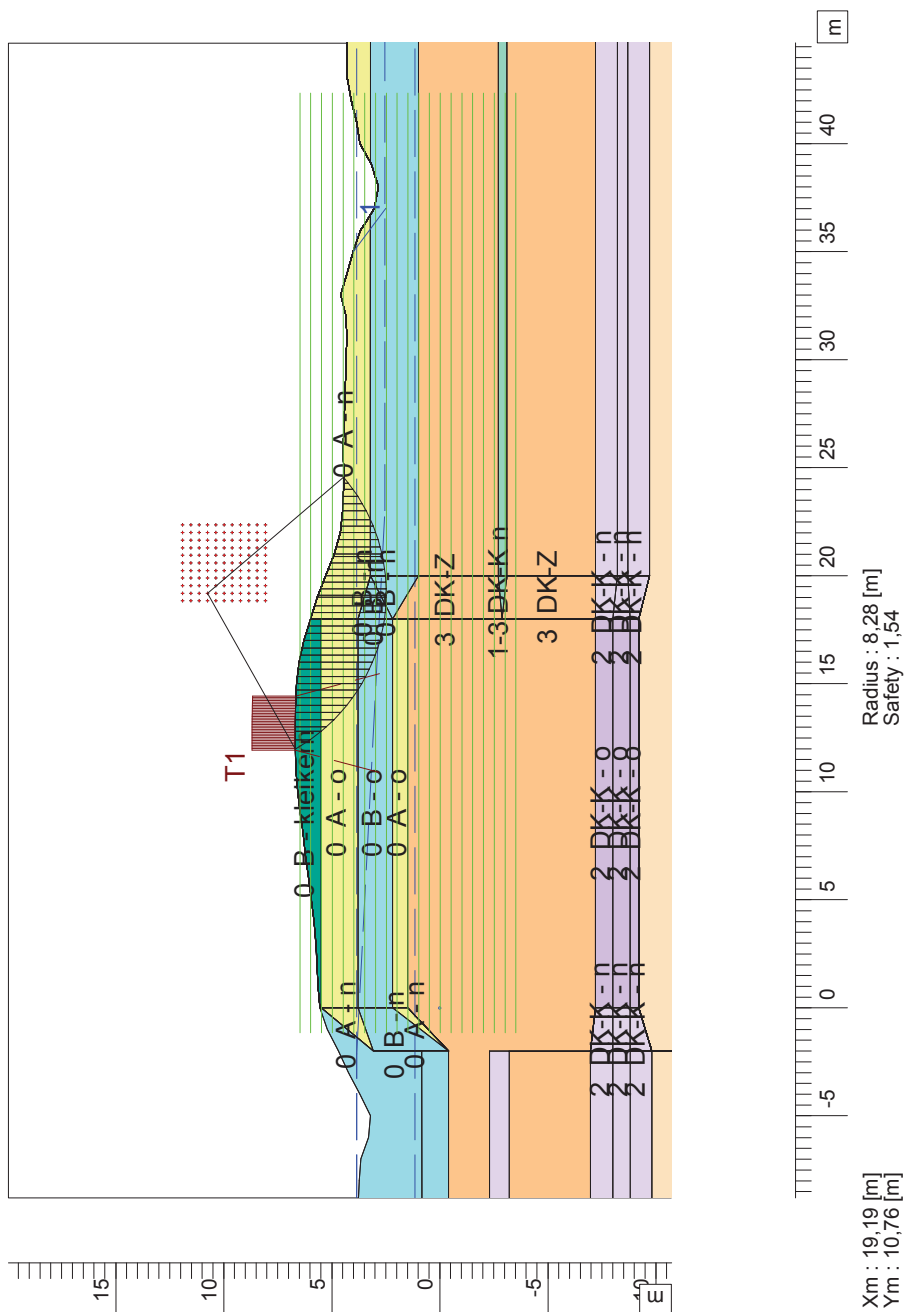
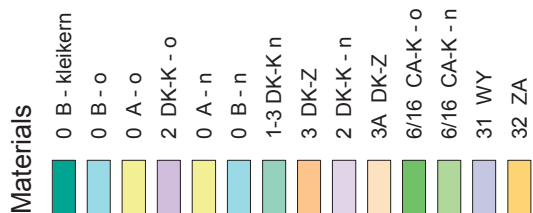
D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D187(D185)_OI2014v3_POP=0_2070_Spencer.sti

Materials	
0 B - o	
0 A - o	
2 DK-K - o	
0 A - n	
0 B - n	
1-3 DK-K-n	
3 DK-Z	
2 DK-K - n	
3A DK-Z	
6/16 CA-K - o	
6/16 CA-K - n	
31 WY	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D187(D185)_OI2014v3_POP=0_2070_Uplift.sti

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D187(D185)_OI2014v3_stap3_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-3, Nieuwe Waterweg, locatie D187, profiel D185

C03041.002111

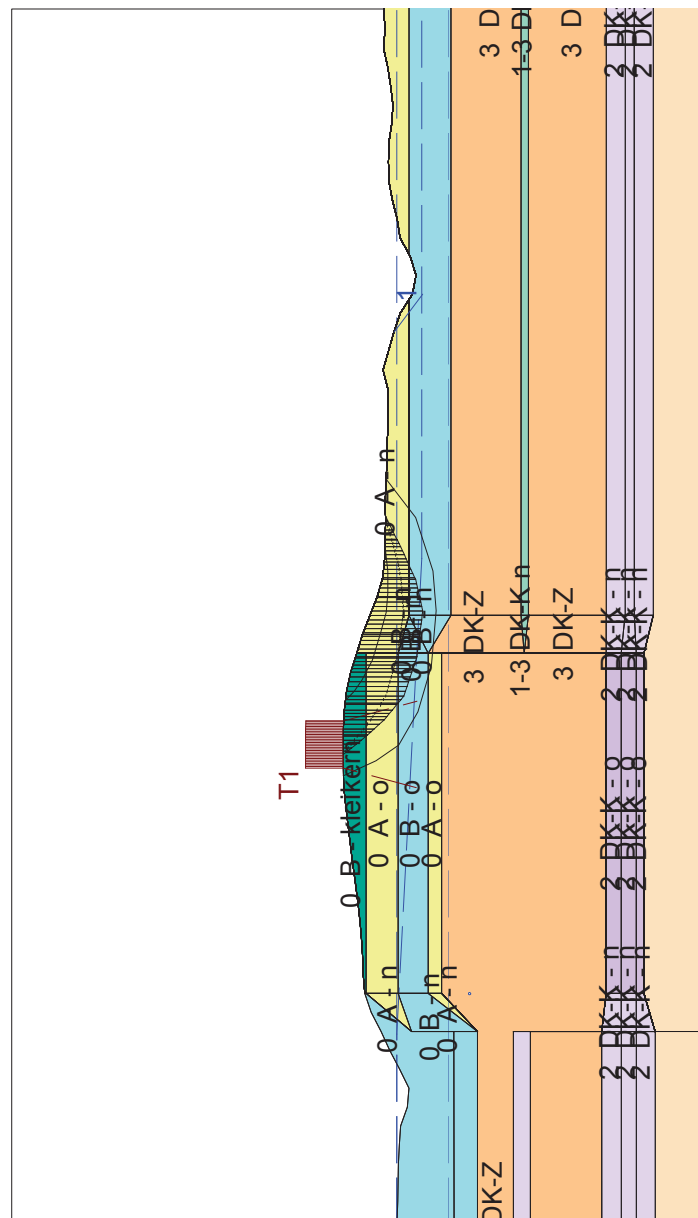
ctr.

OI2014/wsp=pot tool / ongedrai+gedrai/ stap 3

Annex -

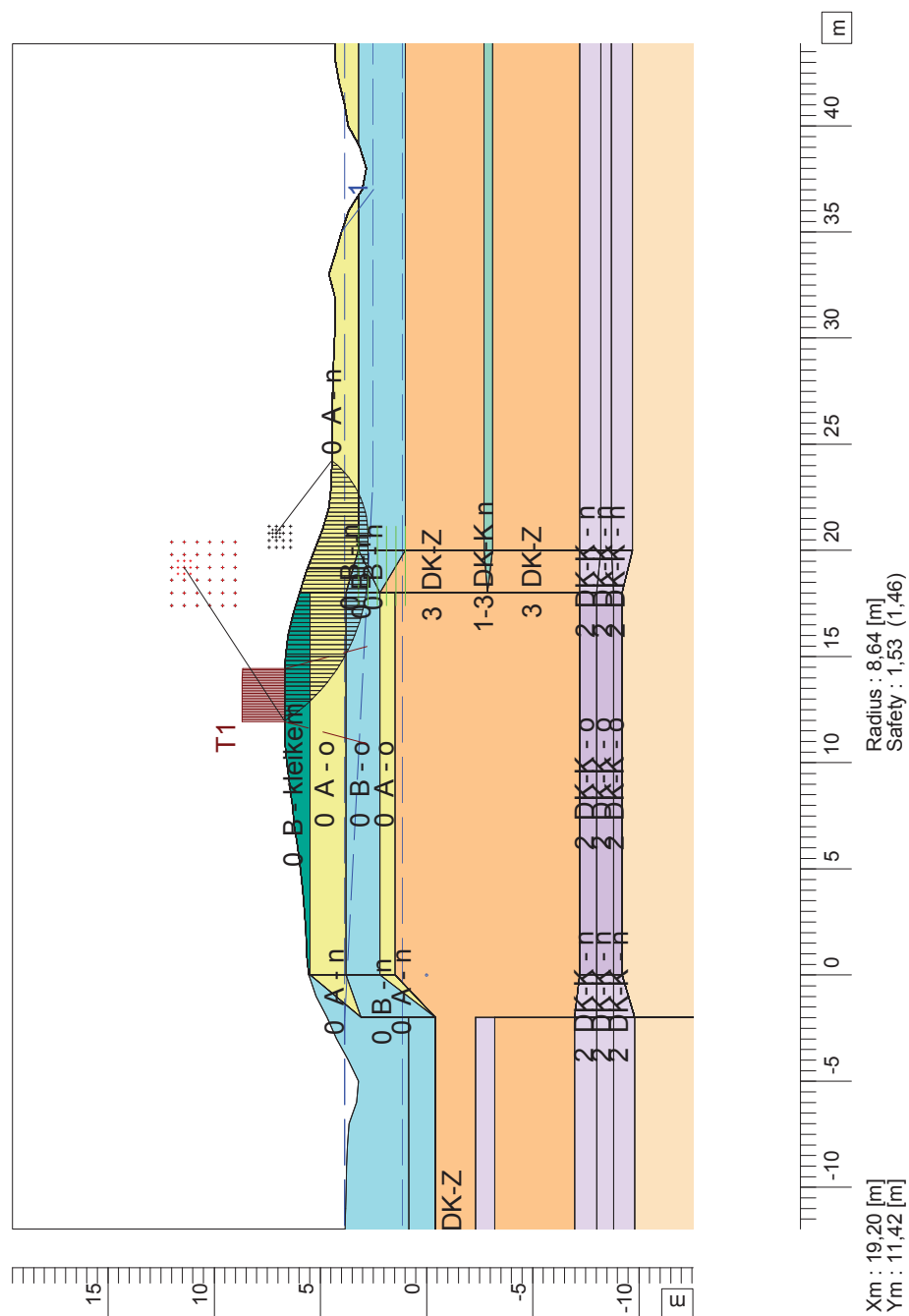
form.
A4

Materials	
0 B - Kleikern	
0 B - o	
0 A - o	
2 DK-K - o	
0 A - n	
0 B - n	
1-3 DK-K n	
3 DK-Z	
2 DK-K - n	
3A DK-Z	
6/16 CA-K - o	
6/16 CA-K - n	
31 WY	
32 ZA	



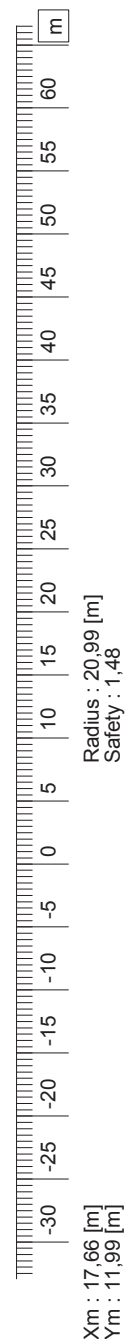
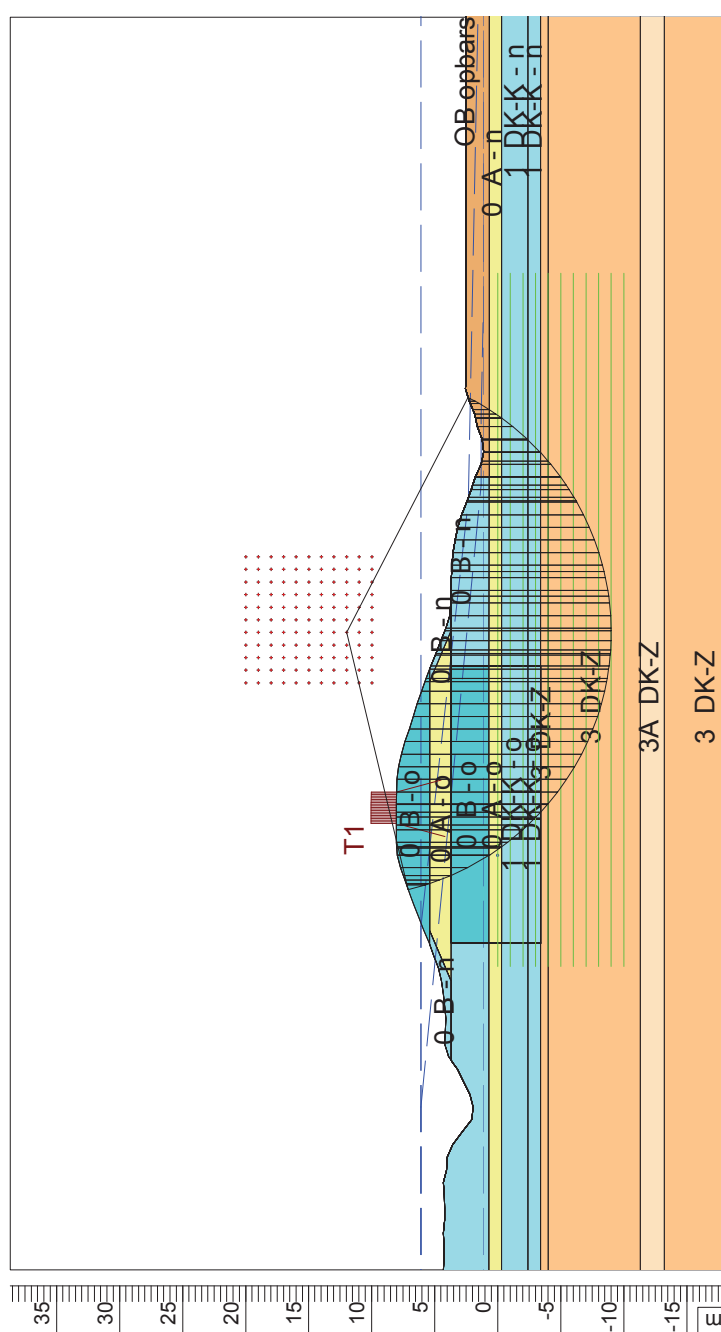
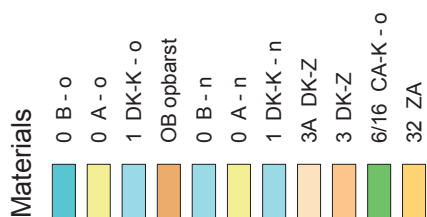
Safety: 1,53

Materials	0 B - kleiern
	0 B - o
	0 A - o
	2 DK-K - o
	0 A - n
	0 B - n
	1-3 DK-K-n
	3 DK-Z
	2 DK-K - n
	3A DK-Z
	6/16 CA-K - o
	6/16 CA-K - n
	31 WY
	32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn D187(D185)_OI2014v3_stap3_2070_Uplift.sti

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_M-C_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date

1-4-2016

drw.

WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

ctr.

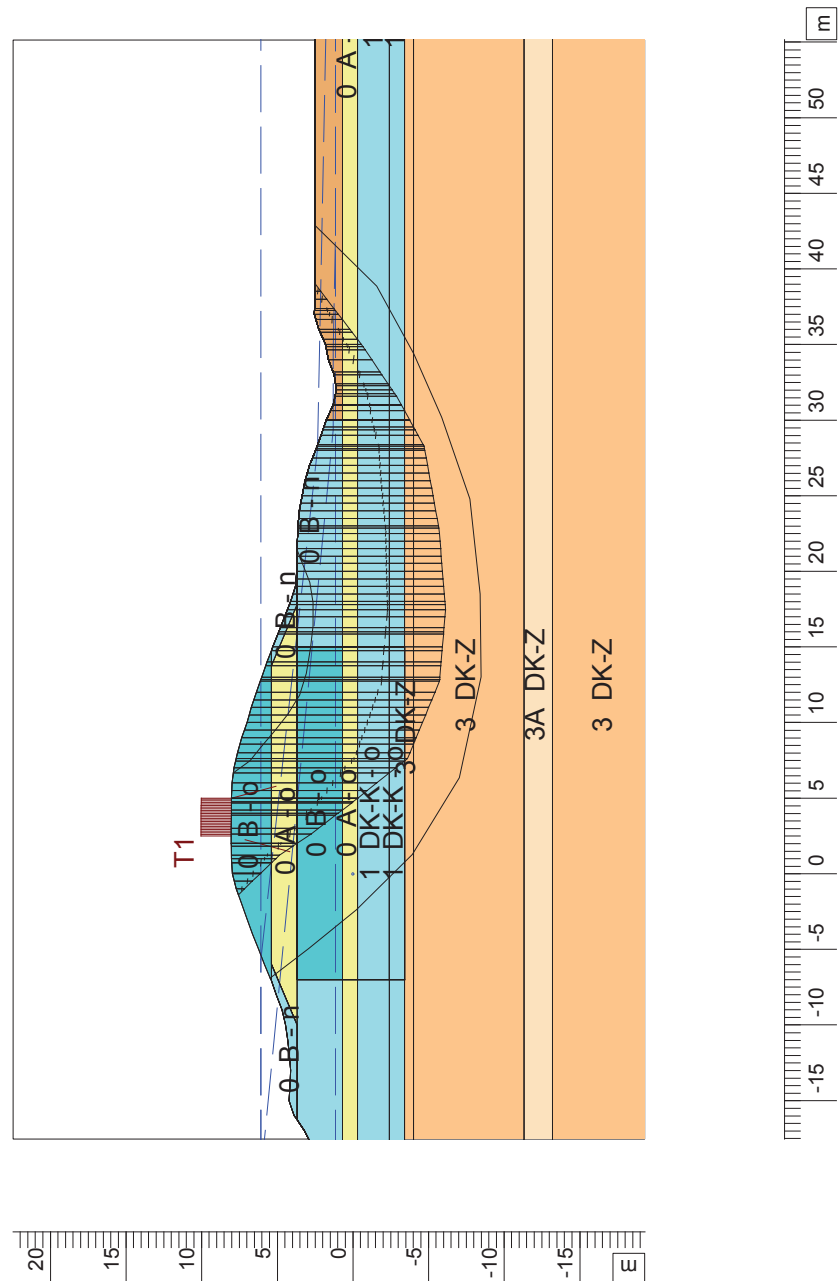
OI2014/wsp=pot tool/ gedraineerd M-Cnieuw/ stap 1

Annex -

form.

A4

Materials	0 B - o	0 A - o	1 DK-K - o	OB opbarst	0 B - n	0 A - n	1 DK-K - n	3A DK-Z	3 DK-Z	6/16 CA-K - o	32 ZA



Safety: 1,53

ARCADIS | Design & Consultancy
for natural and built assets

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone _____
Fax _____

1-4-2016

WJAN

C03041.002111

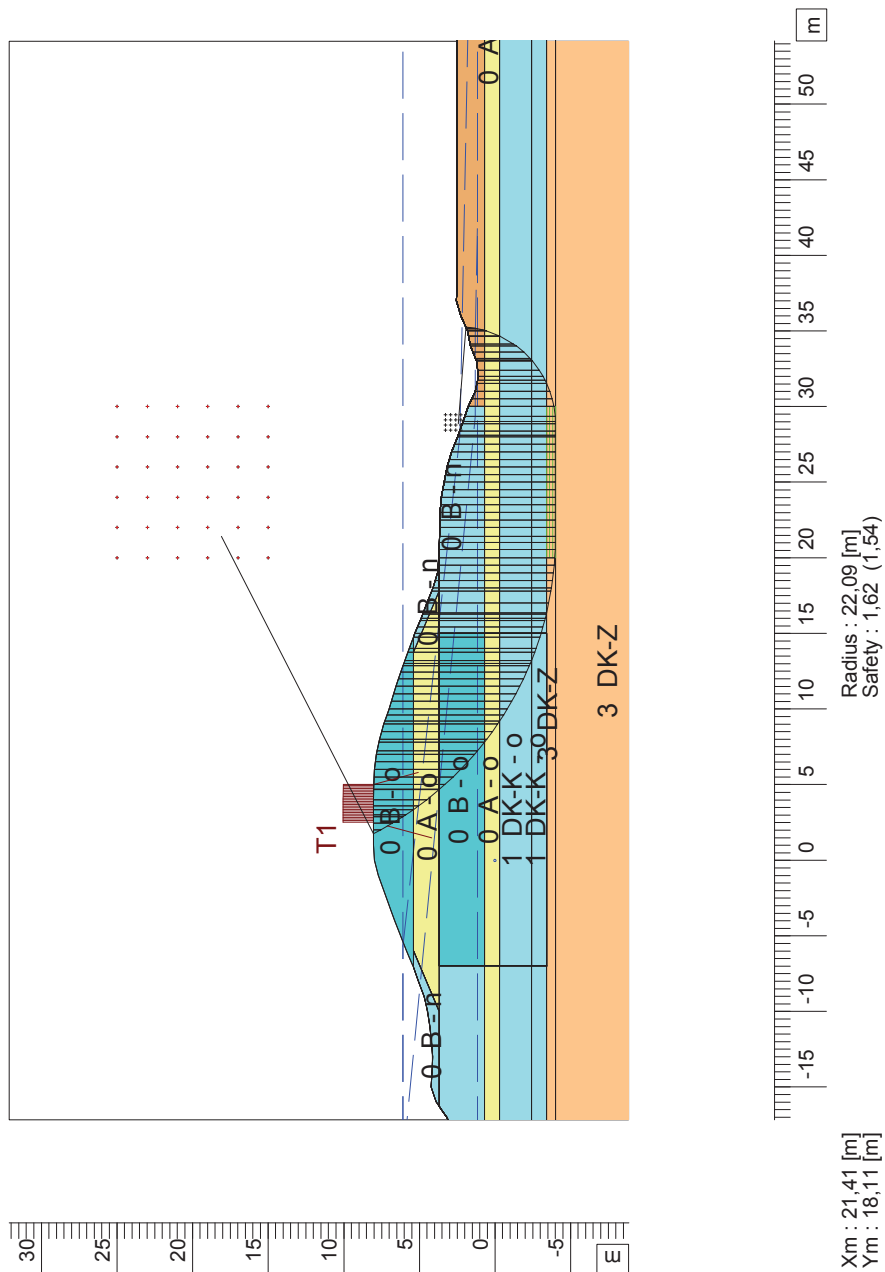
Annex -

form.

A4

Slip Plane Uplift Van

- Materials
- 0 B - o
 - 0 A - o
 - 1 DK-K - o
 - OB opbarst
 - 0 B - n
 - 0 A - n
 - 1 DK-K - n
 - 3A DK-Z
 - 3 DK-Z
 - 6/16 CA-K - o
 - 32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_M-C_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

ctr.

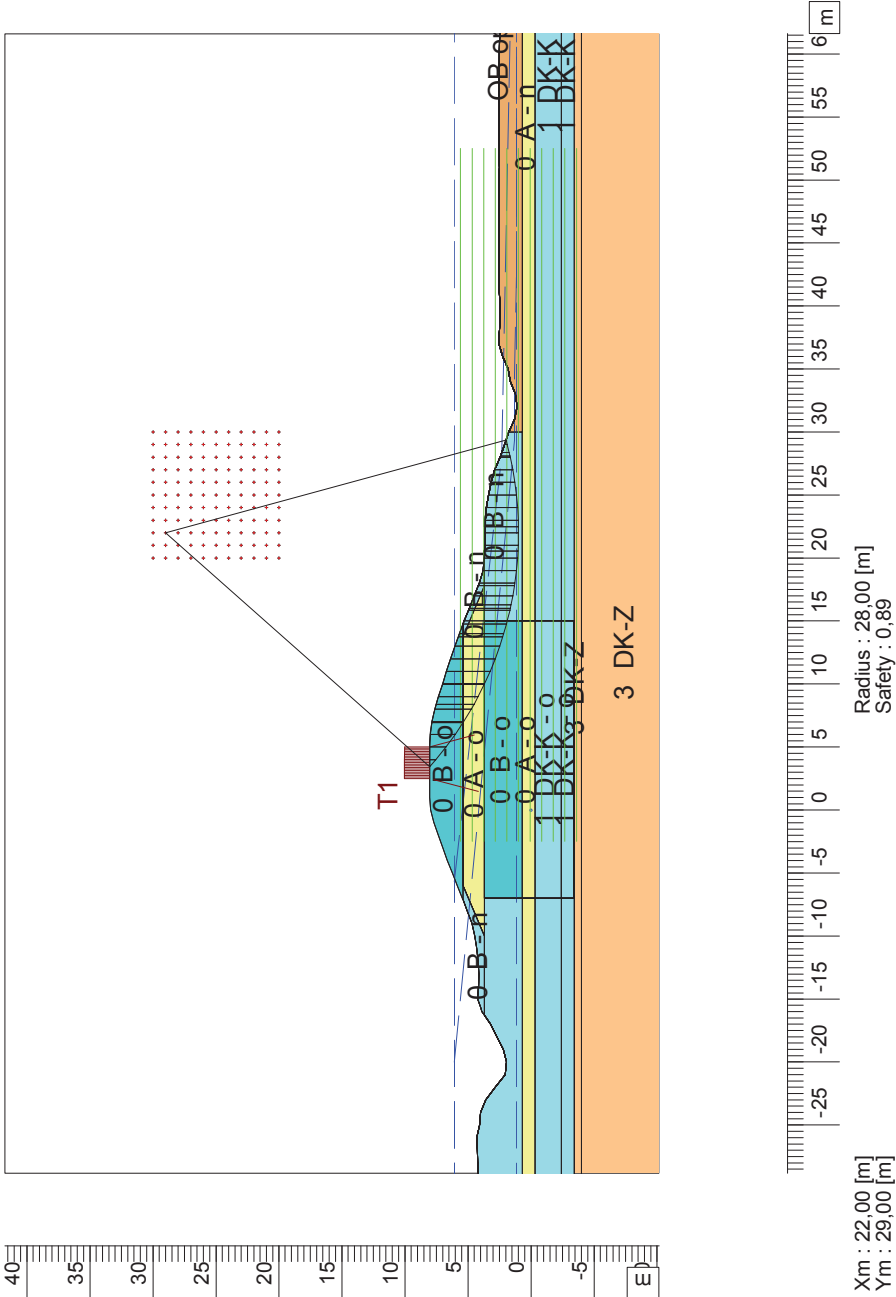
OI2014/wsp=pot tool/ gedraineerd M-Cnieuw/ stap 1

Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

- Materials
- 0 B - o
 - 0 A - o
 - 1 DK-K - o
 - OB opbarst
 - 0 B - n
 - 0 A - n
 - 1 DK-K - n
 - 3A DK-Z
 - 3 DK-Z
 - 6/16 CA-K - o
 - 32 ZA

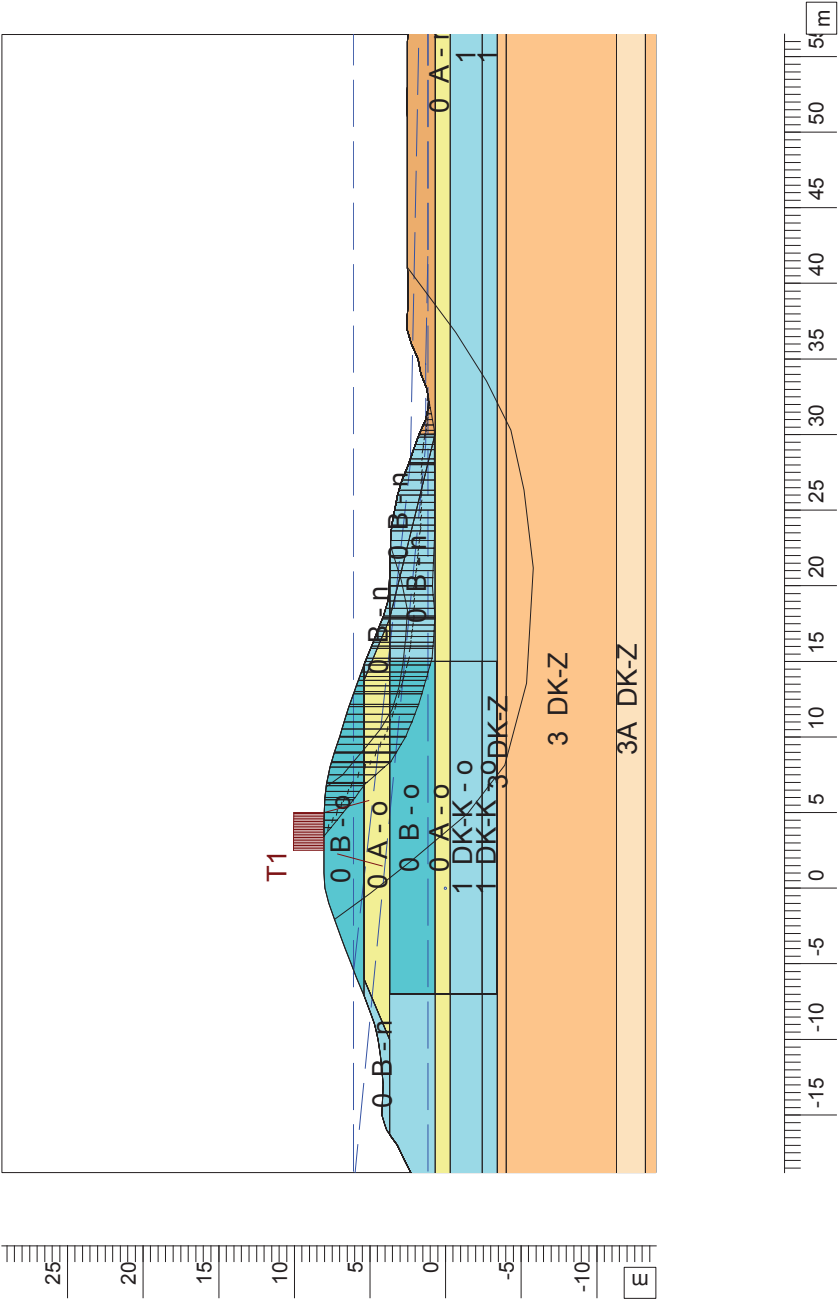


D-Geo Stability 15.1 : Hoekse IJn_D216_OI2014v3_POP=0_2070_Bishop.sti

 Design & Consultancy for natural and built assets	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
			1-4-2016	WJAN
Mobiliteit				
DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216 OI2014/wsp=pot tool/ ongedraineerd / stap 2			C03041.002111	ctr.
			Annex -	form. A4

Slip Plane Spencer

- Materials
- 0 B - o
 - 0 A - o
 - 1 DK-K - o
 - OB opbarst
 - 0 B - n
 - 0 A - n
 - 1 DK-K - n
 - 3A DK-Z
 - 3 DK-Z
 - 6/16 CA-K - o
 - 32 ZA

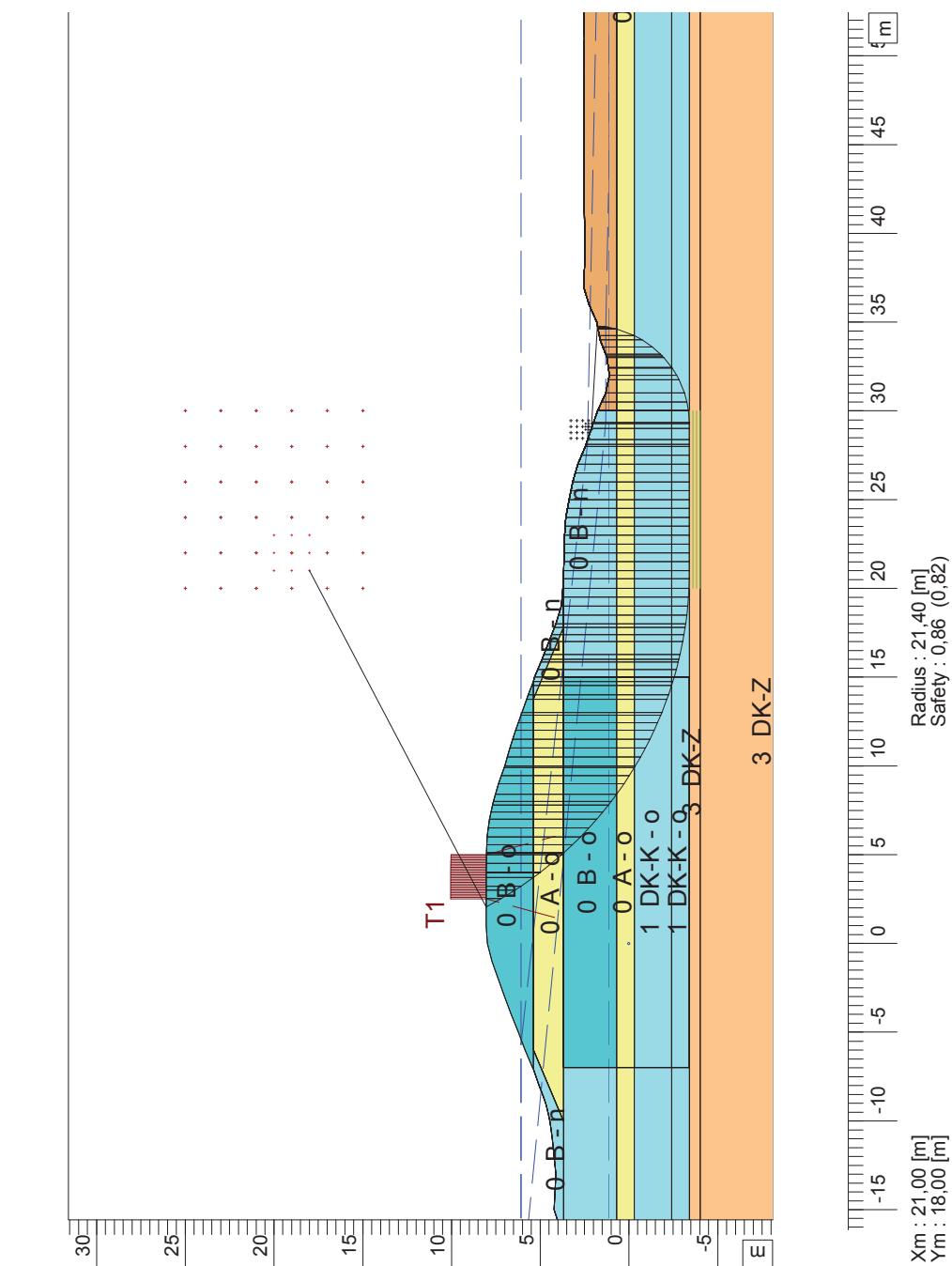


Safety : 0.79

 Design & Consultancy for natural and built assets	Mobilitéit	Postbus 220 3800 AE Amersfoort	Phone Fax	date	drw.
				1-4-2016	WJAN
DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam 14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216 OI2014/wsp=pot tool/ ongedraineerd / stap 2				C03041.002111	ctr.
				Annex -	form. A4

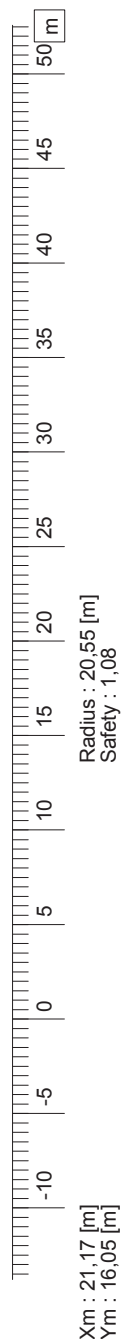
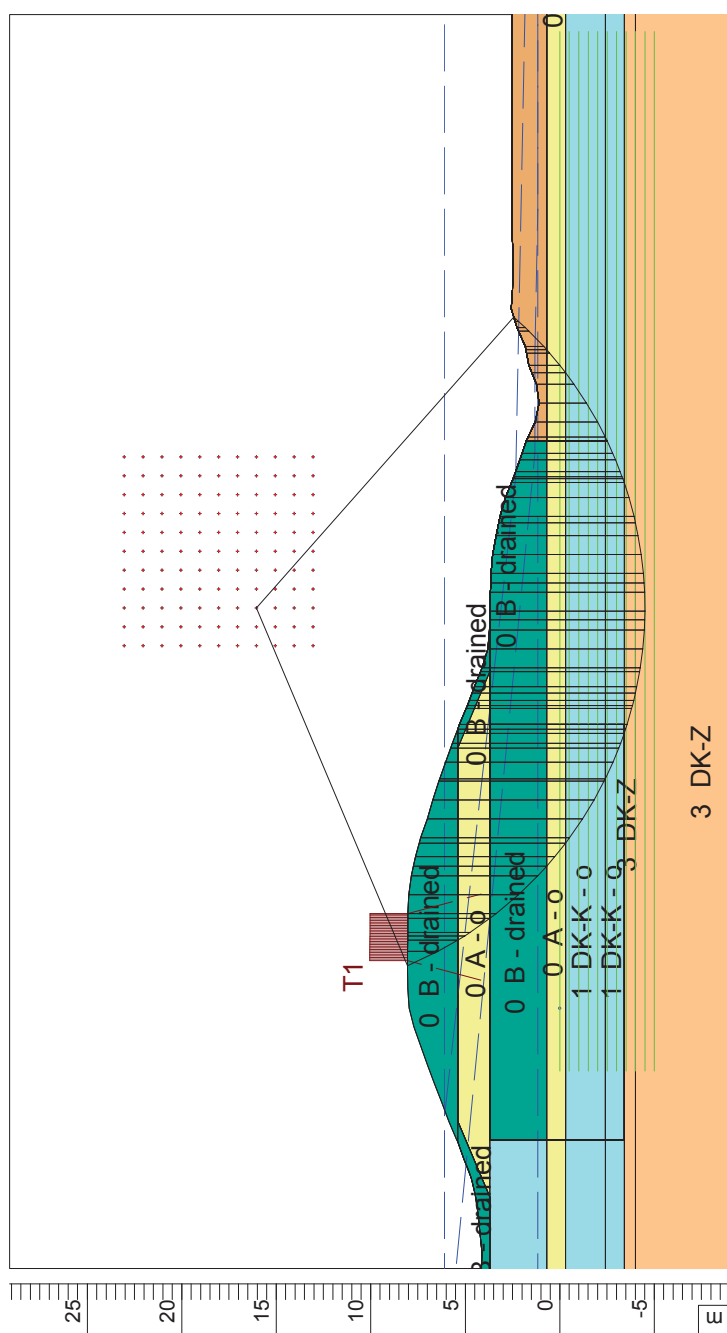
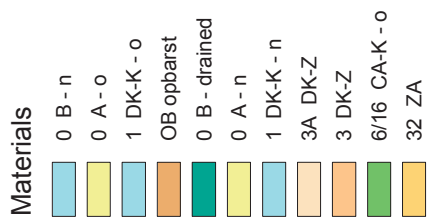
D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_POP=0_2070_Spencer.sti

Materials	0 B - o	0 A - o	1 DK-K - o	OB opbarst	0 B - n	0 A - n	1 DK-K - n	3A DK-Z	3 DK-Z	6/16 CA-K - o	32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn D216_OI2014v3 POP=0_2070_Uplift.sti

Critical Circle Bishop



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_stap3_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

ctr.

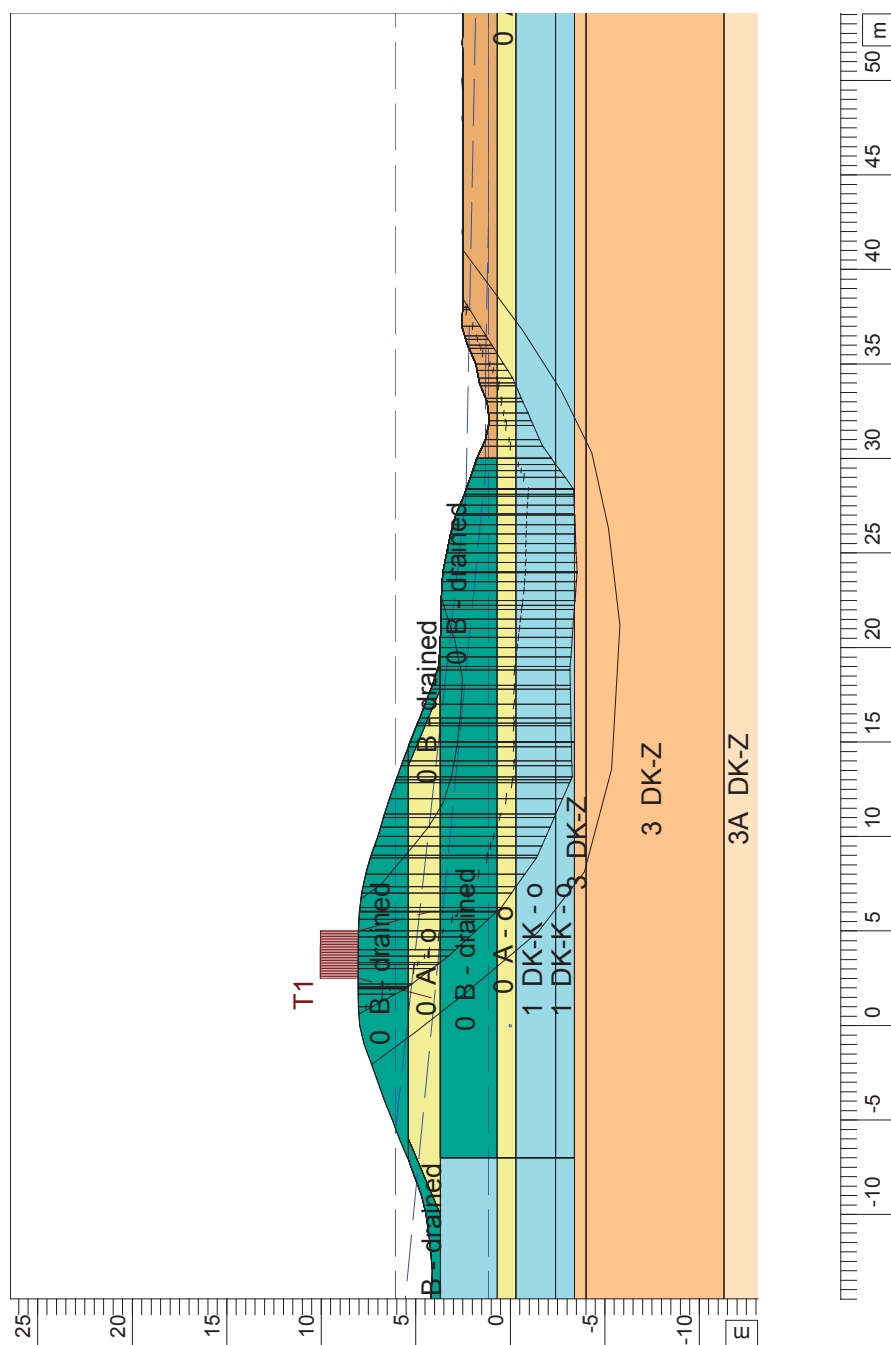
OI2014/wsp=pot tool/ ongedrai + gedrain / stap 3

Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer

Materials	
0 B - n	
0 A - o	
1 DK-K - o	
OB opbarst	
0 B - drained	
0 A - n	
1 DK-K - n	
3A DK-Z	
3 DK-Z	
6/16 CA-K - o	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_stap3_2070_Spencer.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

ctr.

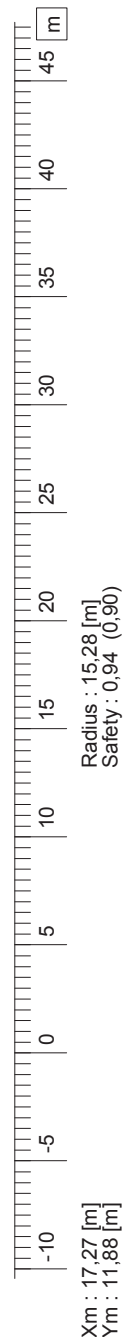
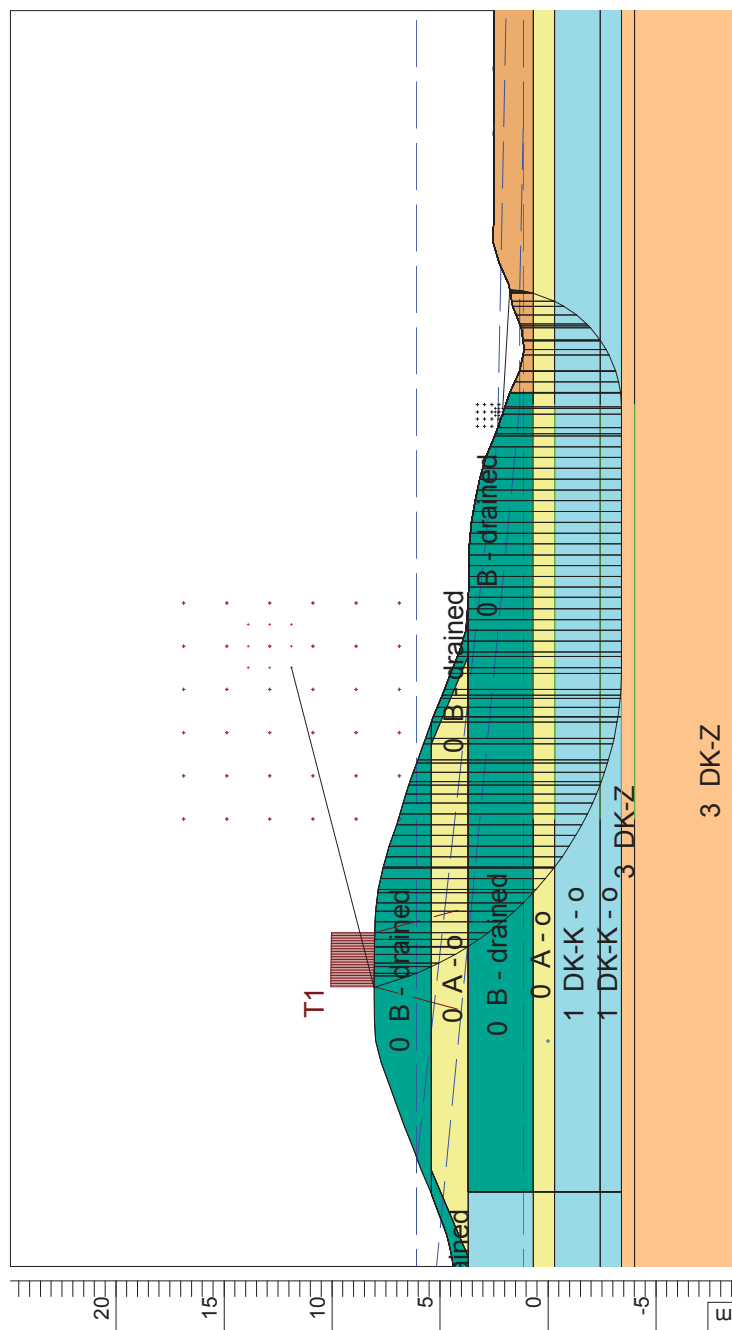
OI2014/wsp=pot tool/ ongedrai + gedrain / stap 3

Annex -

form.
A4

Slip Plane Uplift Van

- Materials
- 0 B - n
 - 0 A - o
 - 1 DK-K - o
 - OB opbarst
 - 0 B - drained
 - 0 A - n
 - 1 DK-K - n
 - 3A DK-Z
 - 3 DK-Z
 - 6/16 CA-K - o
 - 32 ZA



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_stap3_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date

1-4-2016

drw.

WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

ctr.

OI2014/wsp=pot tool/ ongedrai + gedrain / stap 3

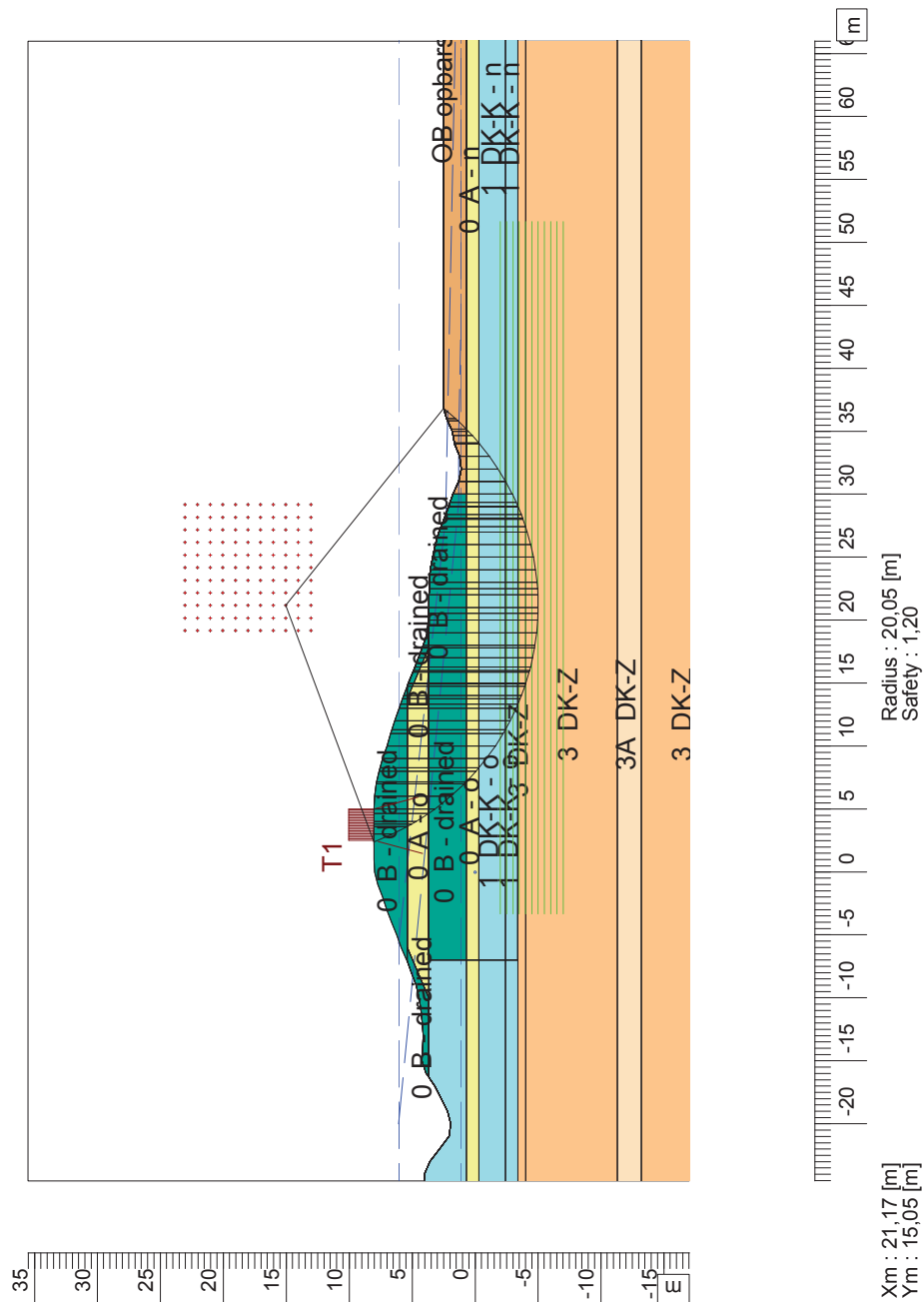
Annex -

form.

A4

Critical Circle Bishop

Materials	
0 B - n	
0 A - o	
1 DK-K - o	
OB opbarst	
0 B - drained	
0 A - n	
1 DK-K - n	
3A DK-Z	
3 DK-Z	
6/16 CA-K - o	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_stap4 POP bepaald_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

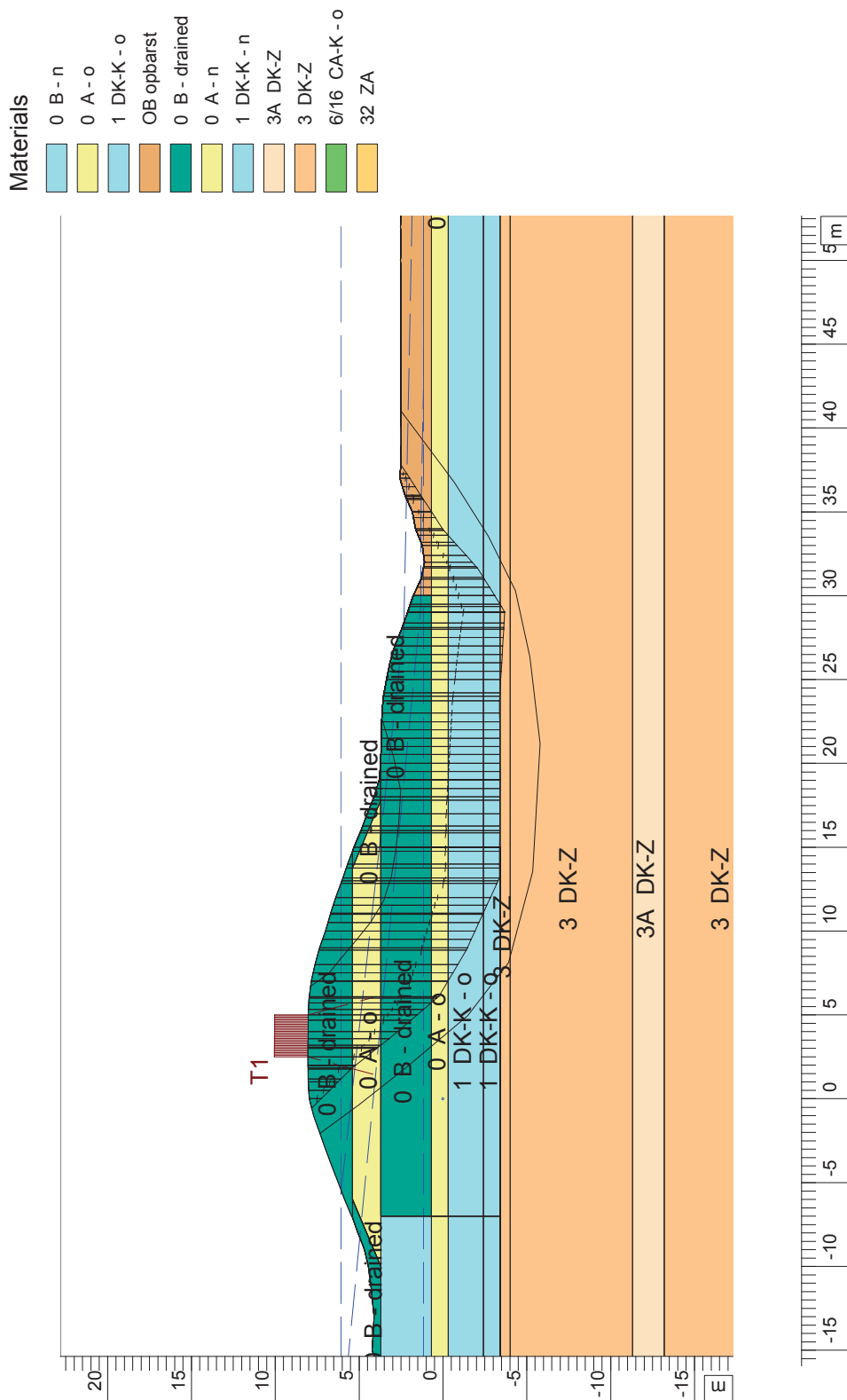
ctr.

OI2014/wsp=pot tool/ ongedrai + gedrain / stap 4

Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_stap4 POP bepaald_2070_Spencer.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

ctr.
C03041.002111

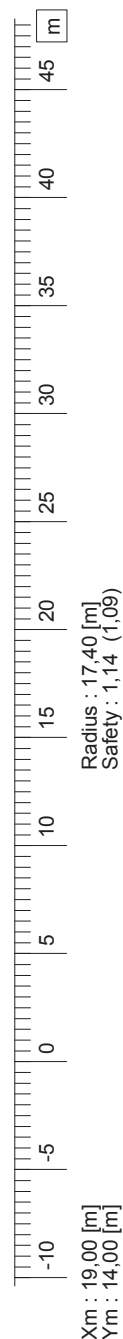
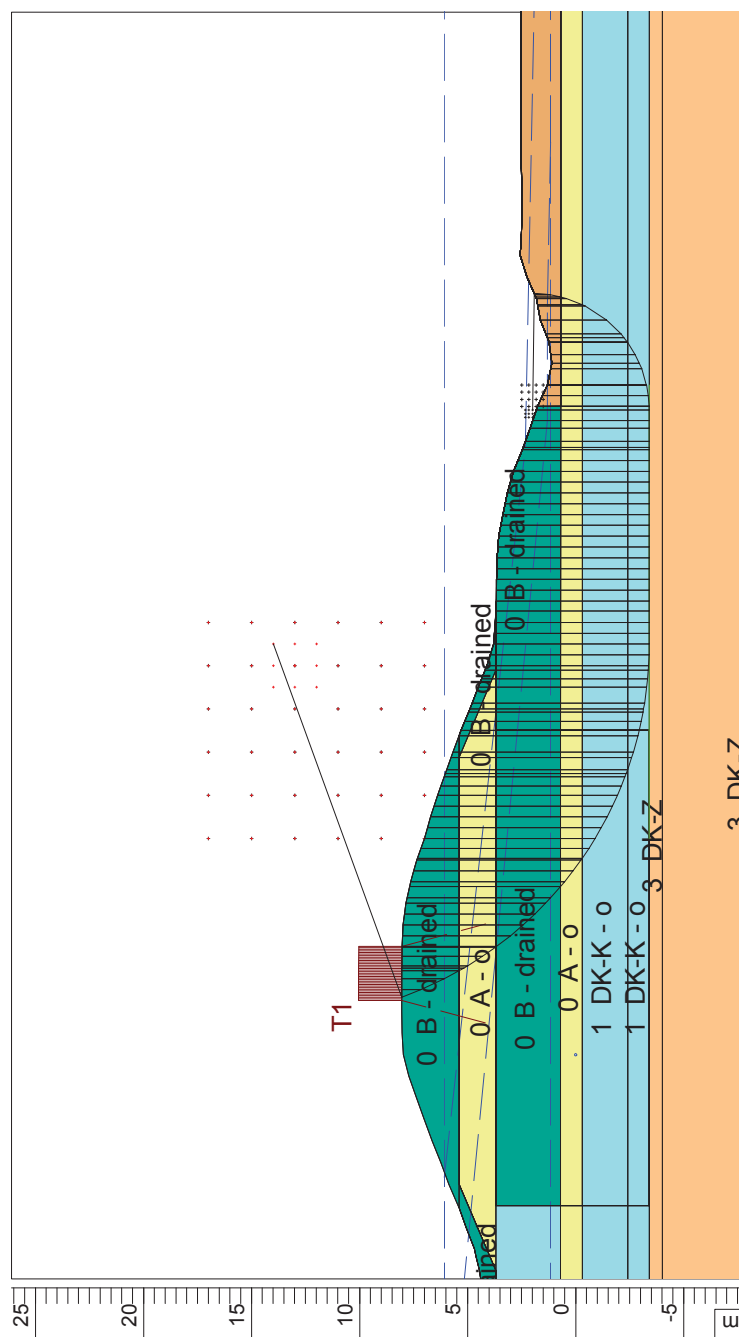
OI2014/wsp=pot tool/ ongedrai + gedrain / stap 4

form.
Annex -

form.
A4

Slip Plane Uplift Van

Materials	
0 B - n	
0 A - o	
1 DK-K - o	
OB opbarst	
0 B - drained	
0 A - n	
1 DK-K - n	
3A DK-Z	
3 DK-Z	
6/16 CA-K - o	
32 ZA	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D216_OI2014v3_stap4 POP bepaald_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14: analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D216, profiel D216

C03041.002111

ctr.

OI2014/wsp=pot tool/ ongedrai + gedrain / stap 4

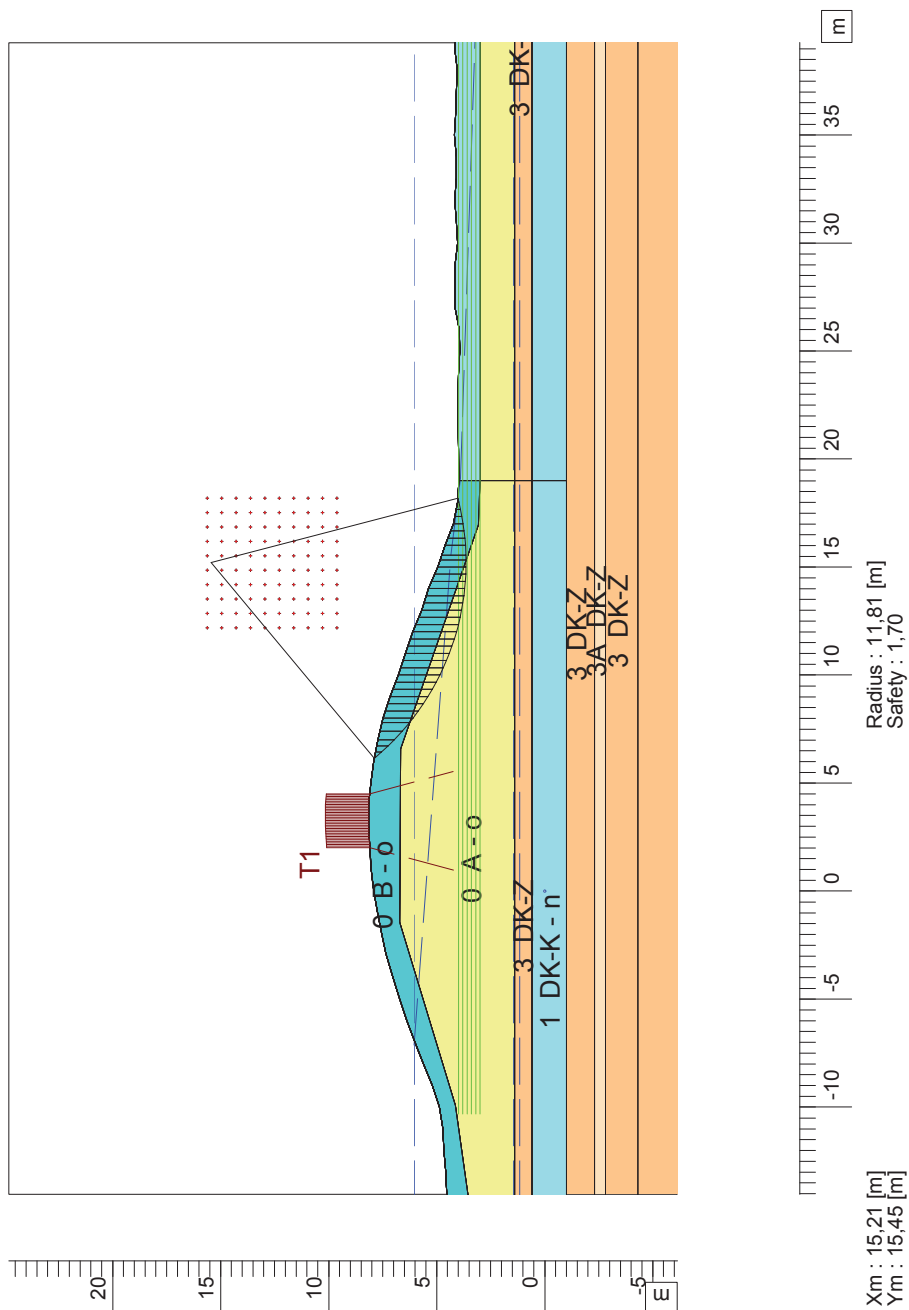
Annex -

form.
A4

Critical Circle Bishop

Materials

	0 B - n
	0 B - o
	0 A - n
	0 A - o
	1 DK-K - n
	3A DK-Z
	3 DK-Z



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D229(D226)_OI2014v3_M-C_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D229, profiel D226

C03011.002111

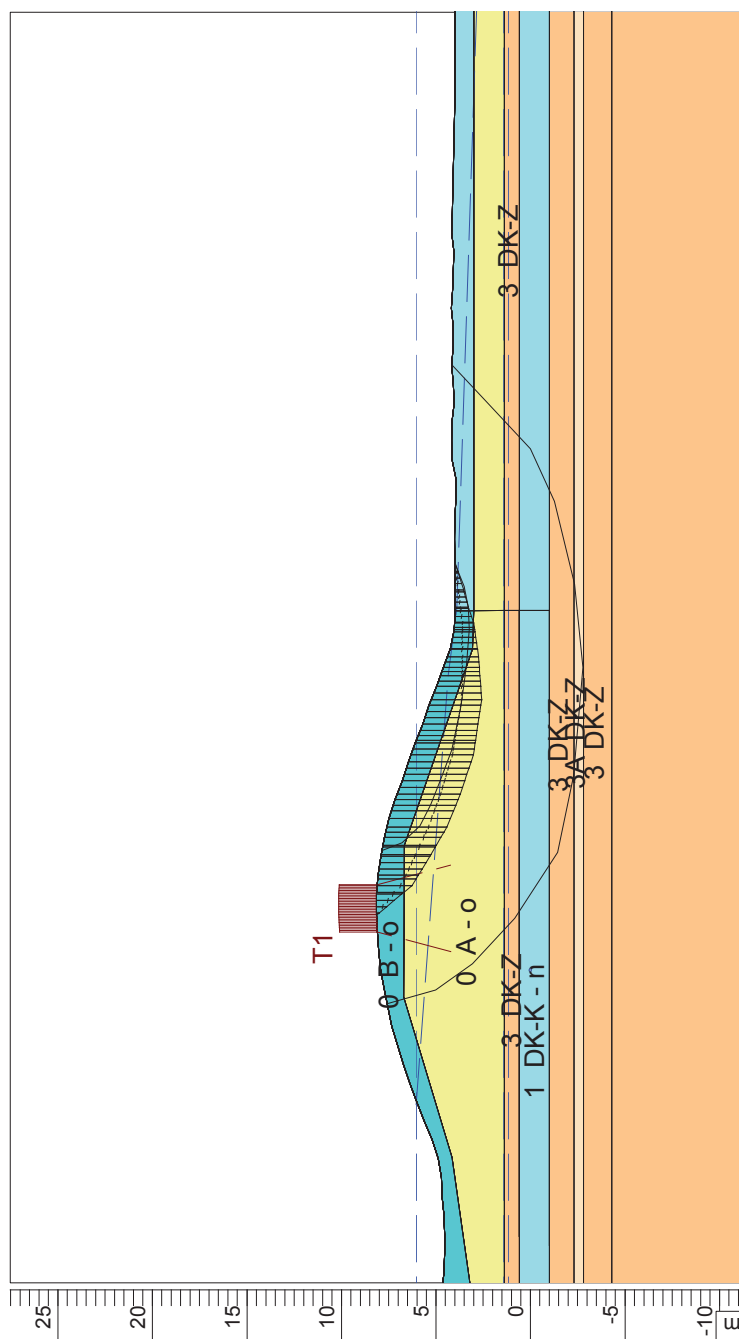
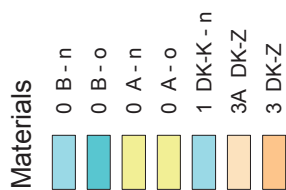
ctr.

OI2014/wsp=pot tool / gedraineerd C-Mnieuw/ stap 1

Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer



Safety : 1,77

D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D229(D226)_OI2014v3_M-C_2070_Spencer.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D229, profiel D226

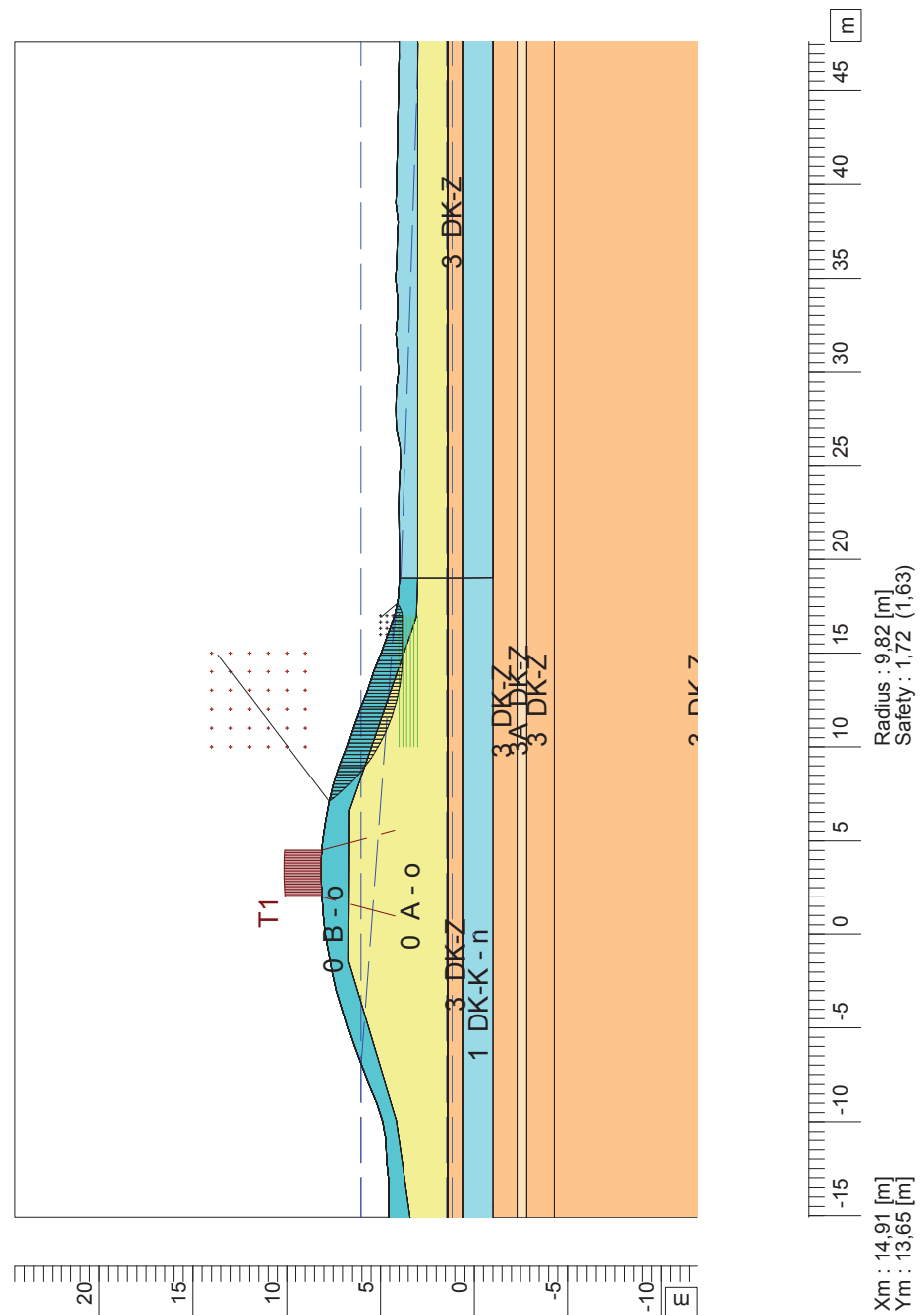
ctr.
C03011.002111

OI2014/wsp=pot tool / gedraineerd C-Mnieuw/ stap 1

form.
Annex -

form.
A4

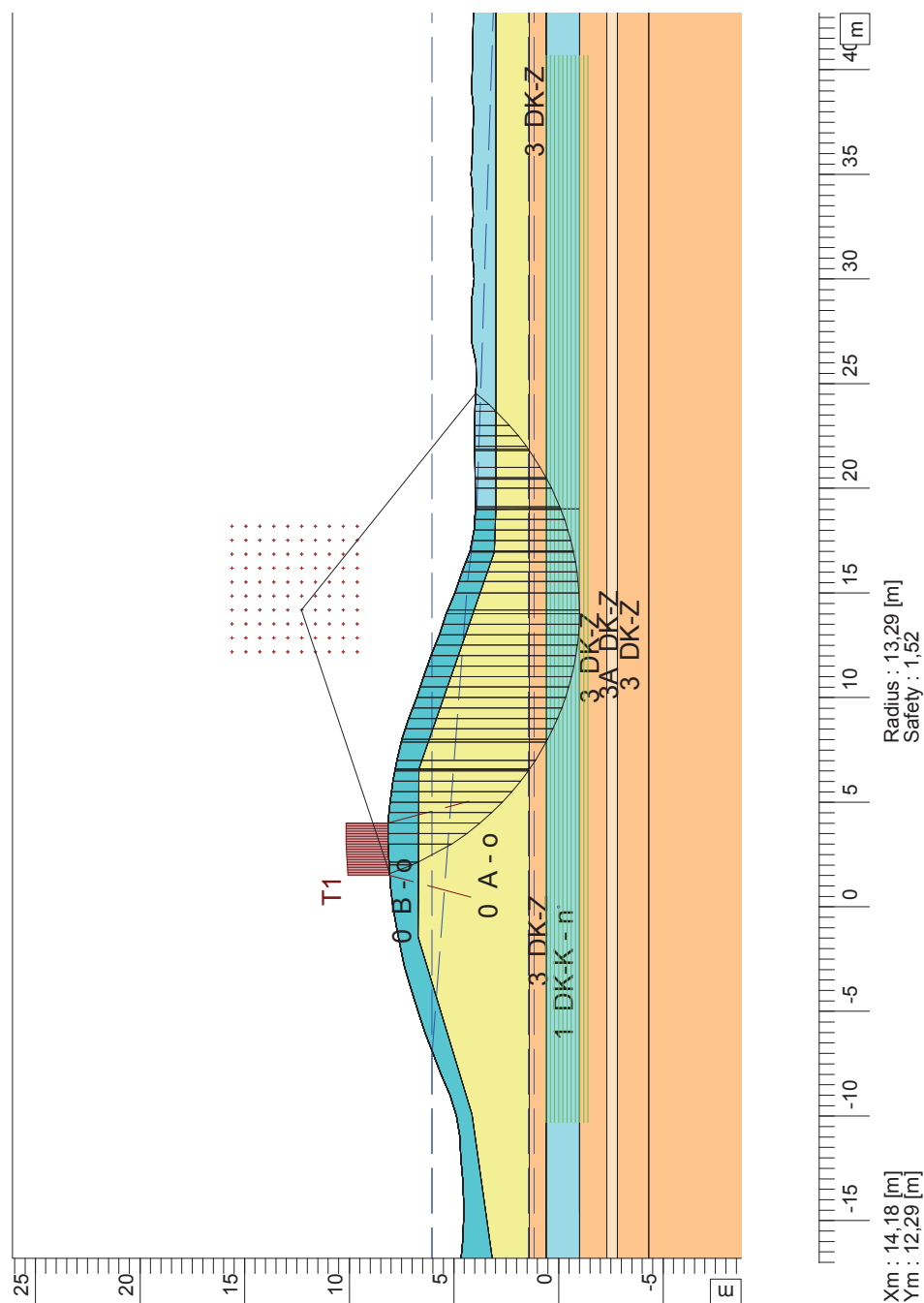
Materials	0 B-n	0 B-o	0 A-n	0 A-o	1 DK-K-n	3A DK-Z	3 DK-Z



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D229(D226)_OI2014v3_M-C_2070_Uplift.sti

Critical Circle Bishop

Materials	
0 B - n	
0 B - o	
0 A - n	
0 A - o	
1 DK-K - n	
3A DK-Z	
3 DK-Z	



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D229(D226)_OI2014v3_pop=0_2070_Bishop.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D229, profiel D226

C03011.002111

ctr.

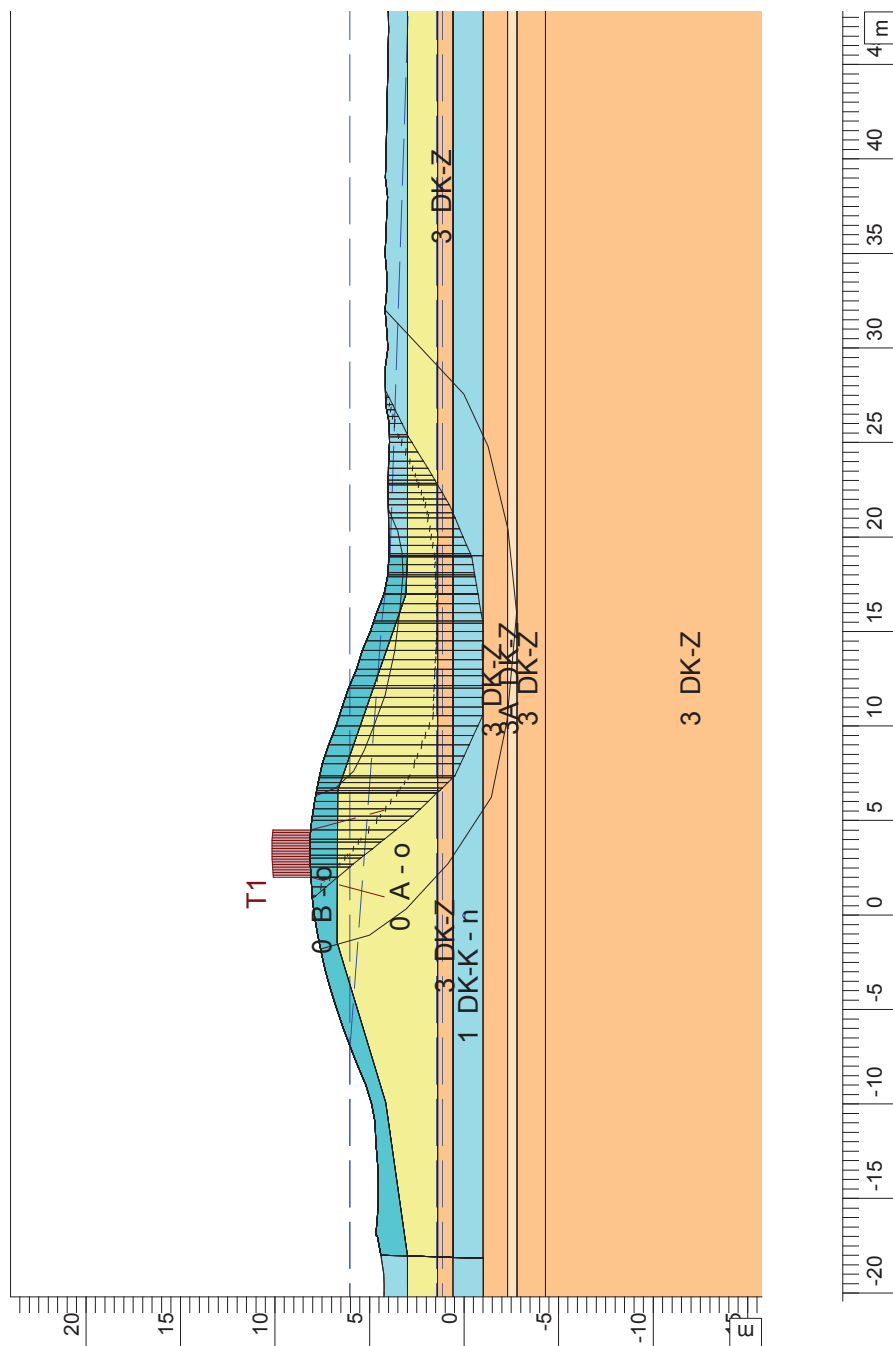
OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 2

Annex -

form.
A4

Slip Plane Spencer

- Materials
- 0 B - n
 - 0 B - o
 - 0 A - n
 - 0 A - o
 - 1 DK-K - n
 - 3A DK-Z
 - 3 DK-Z



Safety : 1,48

D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D229(D226)_OI2014v3_pop=0_2070_Spencer.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date
1-4-2016

drw.
WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D229, profiel D226

C03011.002111

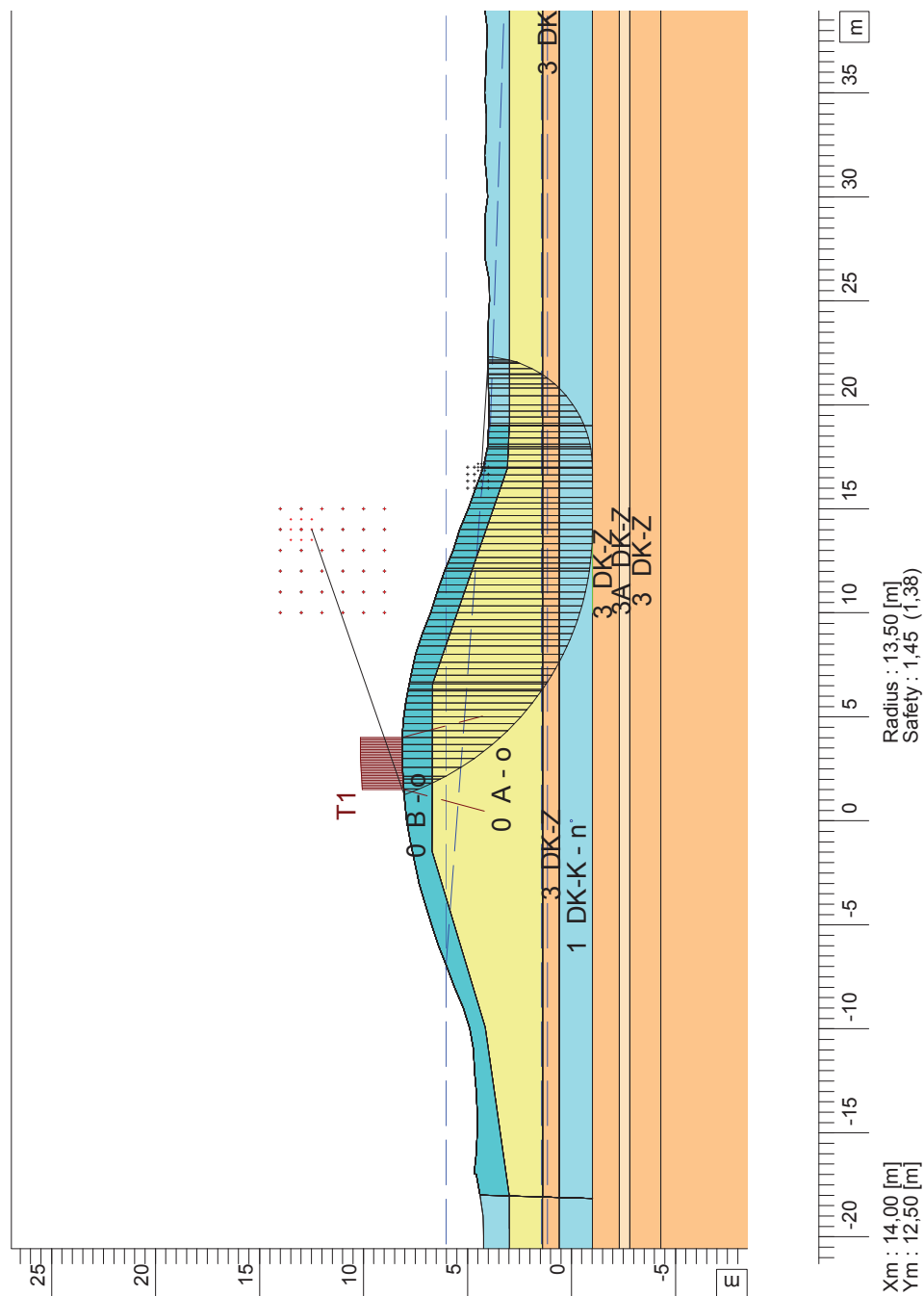
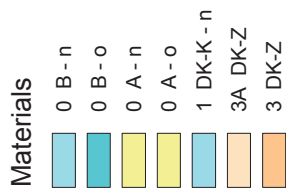
ctr.

OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 2

Annex -

form.
A4

Slip Plane Uplift Van



D-Geo Stability 15.1 : Hoekse lijn_D229(D226)_OI2014v3_pop=0_2070_Uplift.sti



Mobiliteit

Postbus 220
3800 AE Amersfoort

Phone
Fax

date

1-4-2016

drw.

WJAN

DIJKRING 14, analyse OI-2014, gemeente Rotterdam
14-4, Nieuwe Waterweg, locatie D229, profiel D226

C03011.002111

ctr.

OI2014/wsp=pot tool / ongedraineerd/ stap 2

Annex -

form.

A4

BIJLAGE 6. Maatgevende boorprofielen pipingberekening

D39



MONSTER NR	DIPTIE 10 v NAP [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL	DIPTIE TEST 10 v NAP [m]	VOLUMIEK GEWICHT VERZAG γ_{sat} [kN/m ³]	DROOG γ_d [kN/m ³]	WATER-GEHALTE w [%]	FORIEN-GEHALTE n [%]	VERZAG-GRAD s [%]	ONGEDR. SCHUIFSTERKTE f_{undr} [kPa]	HOEK WRIJVING ϕ [°]	COHESIE c' [kPa]	OPMERKINGEN
1	3.0		3.24 Zand (matig fijn), zwak siltig, zwak humeus, puntspoors, bruin	1.14	17.9	14.5	23.1	44.0	77.9				
2	2.0		2.84 Sinter, Slakken										
3	1.0		2.88 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs	0.4	18.7	23.5	41.7	86.9					
4	0.0		1.24 Zand (matig grof), zwak siltig, zwak grindig, bruin, grijs										
5	-1.0		1.04 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs met enkele veenrestjes										
6	-2.0		0.44 Zand (matig fijn), zwak siltig, zwak grindig, schelpenrestjes, grijs										
7	-3.0												
8	-4.0												
9	-5.0												
10	-6.0												
11	-7.0												
12	-8.0												
13	-9.0												
14	-10.0												
15	-11.0												
16	-12.0												
17	-13.0												
18	-14.0												
19	-15.0												
20	-16.0												
21	-17.0												
22	-18.0												
23	-19.0												
24	-20.0												
25	-21.0												
26	-22.0												
27	-23.0												
28	-24.0												
29	-25.0												
30	-26.0												
31	-27.0												
32	-28.0												
33	-29.0												

$\rightarrow k=15$ / $d_{70}=300$
 $\rightarrow k=75$ / $d_{70}=200$

$k=125$ m/dag

i.c.m.
 d70 van
 BSI = 125 μ m

alleen agh

20 m

geen deling



C creep; Sellm =

Uitsluiting 25-10-2001 Boring bij Bouwmeester
 Felling PB:

BORING VOLGENS NEN 5119
 GEOTECHNISCH BODEMONDERZOEK PRIMAIRE WATERING
 "DELFLANDSEDIJK" ROTTERDAM - HOEK VAN HOLLAND

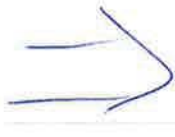
Opdr. W-5511
 Boring B S1-Bin

D185



MONSTER NR	DIEPTE tov NAP [m]	BODEM PROFIEL	BESCHRIJVING BODEM PROFIEL	VOLUMIEK GEWICHT			WATER GEHALTE w [masse %]	POREN GEHALTE n [%]	VERZAD GRAAD S [%]	ONGEDR SCHUIF STERKTE f _{undr} [kPa]	HOEK INWENDING φ [°]	COHESIE c [kPa]	OPMERKINGEN
				VERZAD DROOG γ _{sd} [kNm ⁻³]	VERZAD γ _{dr} [kNm ⁻³]	γ _{dr} [kNm ⁻³]							
1	5.0		5.71 Zand (zeer fijn), zwak siltig, puntsproten, bruin										
2	3.0		5.61 Vermengd rood, melosporen										
3			5.01 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs, met kleisproten										
4	2.0		3.91 Vermengd bruin, bruin										
5			3.71 Klei, uiterst siltig, roest, grijs, bruin, en zandinslag										
6			3.11 Klei, sterk siltig, zwak humeus, roest, bruin, en vaensproten										
7			2.41 Zand (matig fijn), zwak siltig, bruin										
8			1.31 Zand (matig grof), zwak siltig, bruin, met schelpengruis										
9	0.0		0.91 Zand (matig grof), zwak siltig, schelpen, bruin										
10			0.11 Zand (matig grof), zwak siltig, bruin, met kleisproten en schelpengruis										
11	-1.0		-0.29 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs, met schelpengruis										
12	-2.0		-1.49 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs, met siltsporen										
13	-3.0		-1.89 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs, met enkele siltlaagjes										
14	-4.0		-3.89 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs										
15	-5.0		-4.29 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs, met een enkel siltlaagje										
16	-6.0		-5.09 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs, met siltsporen										
17	-7.0		-7.29 Klei, sterk siltig, zwak humeus, grijs, met zandlaagjes (sterk geïmpregneerd)										
18	-8.0		-7.49 Zand (matig fijn), zwak siltig, grijs, met enkele kleisproten										
19	-9.0		-7.69 Klei, uiterst siltig, matig humeus, grijs, met zandlaagjes (sterk geïmpregneerd)										
20	-10.0		-8.39 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs, met kleisproten										
21	-11.0		-8.69 Klei, sterk siltig, zwak humeus, grijs, met zandlaagjes (sterk geïmpregneerd)										
22	-12.0		-9.09 Zand (matig grof), zwak siltig, bruin, met siltsporen										
23	-13.0		-9.29 Zand (matig grof), zwak siltig, grijs										
24	-14.0		-9.49 Ende boring										

dyk + voorland
50 m
dek laag 2.5 m



Creep; Sellm =

Uitsluiting 15-10-2001 Boring bij : NAP : 5.71 m : 71550.32
Paling PB : Bormach : VNMK : 5.00 m : 44100.09

BORING VOLGENS NEN 5119
GEOTECHNISCH BODEMONDERZOEK PRIMAIRE WATERKERING
"DELFLANDEDIJK", ROTTERDAM - HOEK VAN HOLLAND

Obdr : W 5311
Boring : B 2.8m

BIJLAGE 7. Sellmeijer berekening

LOCATIE			KWELWEG		ZANDGROFHEID				RANDVOORWAARDEN				F1 - WEERSTAND				F2 - SCHAAL									
dijkvak	X (m)	Y (m)	L1 (voort.) (m)	L2 (zatte) (m)	L3 (berm) (m)	L4 (sloot) (m)	verlenging (m)	aanwezig (m)	k (m/dag)	D (m)	D70 (mu)	W (m+NAP)	Ol-2014 (m+NAP)	mv (m+NAP)	slootpeil (m+NAP)	SF opb.rep (-)	o.k. klei (m+NAP)	y'p (kN/m3)	yw (kN/m3)	eta (η) (-)	theta (θ) (°)	F1 (-)	D70 norm (m)	kappa (k) (m2)	D70 veld (m)	
Lengte volgens nieuwe rekenregel												0.4 0.35	0.35 (seiche)						16.5	9.81						
Toetsing 14-2																										
D38 (D39)		ondiepe zandlaag	15				0	15.0	12.5	5	125	4.56	4.16	4	4	0	3		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D38 (D39)	50	diepe zandlaag	15		25	4.00	0	94.0	20	10	200	4.56	4.16	-0.7	-0.7	0	-3.3		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200
Toetsing 14-3																										
D38 (D39)		ondiepe zandlaag	15				0	15.0	12.5	5	125	4.27	3.87	4	3.5	0	3		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D38 (D39)	50	diepe zandlaag	15		25	4.00	0	94.0	20	10	200	4.27	3.87	-0.7	-0.7	0	-3.3		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200
D57 (D54)		ondiepe zandlaag	20				0	20.0	12.5	5	125	4.39	3.99	3.6	3.6	0	2.6		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D57 (D54)	50	diepe zandlaag	20	14		8.00	0	92.0	20	10	200	4.39	3.99	-0.77	-0.77	0	-3.27		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200
D120 (D115)		ondiepe zandlaag	25				0	25.0	12.5	5	125	4.02	3.62	3.8	3.8	0	2.8		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D120 (D115)	50	diepe zandlaag	25				0	75.0	20	10	200	4.02	3.62	3.8	3.74	0	1.3		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200
D187 (D185)		ondiepe zandlaag	22				0	22.0	12.5	5	125	4.16	3.76	3.8	3.8	0	2.8		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D187 (D185)	50	diepe zandlaag	22	10	4.50	0	0	86.5	20	10	200	4.16	3.76	2.85	2.85	0	0.35		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200
Toetsing 14-4																										
D216 (D216)		ondiepe zandlaag	31				0	31.4	12.5	5	125	6.09	5.34	3.7	3.7	0	2.7		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D216 (D216)	50	diepe zandlaag	31	5		6.50	0	92.5	20	10	200	6.09	5.34	1.11	1.11	0	-1.39		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200
D229 (D226)		ondiepe zandlaag	35				0	35.0	12.5	5	125	6.05	5.30	4	4	0	3		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	1.95E-11	0.000125
D229 (D226)	50	diepe zandlaag	35				0	85.0	20	10	200	6.05	5.30	4	4	0	1.5		16.5	9.81	0.25	37	0.317	0.000208	3.13E-11	0.000200

F2	F3 - GEOMETRIE			A (eis)		B		C		TOETSING		D		creepfactor oude rekenregel	creepfactor nieuwe rekenregel							
	macht	F3	ΔHcrit	g n	g b	ΔHcritd	ΔHrep-0,3xd	SF opb.	opb.	nieuwe Selmeijer A > B of C = nee	oude Selmeijer D > B of C = nee	c 0, zand (-)	alfa (-)			c (-)	k zand (m/s)	k zand (m/dag)	k intrins. (m)	theta (θ) (°)	ΔHcritd (m)	c creep (-)
	(-)	(-)	(-)	(m)	(-)	(-)	(m)	(m)		(J/N)		(-)	(-)	(-)	(m/s)	(m/dag)	(m)	(°)	(m)	(-)	(m)	
0.255	-0.254	1.202	1.461	1.20	1.125	1.082	0.3	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.381	0.047	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	1.395	26.8	1.395	14
0.143	-0.241	1.560	6.644	1.20	1.125	4.921	4.5	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.875	0.035	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	9.070	17.9	9.070	19
0.255	-0.254	1.202	1.461	1.20	1.125	1.082	0.9	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.381	0.047	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	1.395	12.8	1.395	14
0.143	-0.241	1.560	6.644	1.20	1.125	4.921	4.6	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.875	0.035	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	9.070	17.5	9.070	19
0.232	-0.246	1.280	1.883	1.20	1.125	1.395	0.9	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.487	0.043	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	1.837	16.8	1.837	14
0.144	-0.241	1.552	6.516	1.20	1.125	4.826	4.8	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.864	0.035	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	8.882	16.5	8.882	19
0.215	-0.243	1.346	2.298	1.20	1.125	1.702	0.3	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.577	0.040	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	2.278	40.3	2.278	15
0.154	-0.241	1.479	5.418	1.20	1.125	4.014	GEEN H	1.2	J	n.v.t.	n.v.t.	10000	1.762	0.038	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	7.276	110.3	7.276	19
0.225	-0.244	1.307	2.050	1.20	1.125	1.518	0.5	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.524	0.041	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	2.013	29.0	2.013	14
0.147	-0.241	1.530	6.163	1.20	1.125	4.565	1.0	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.832	0.036	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	8.363	50.6	8.363	19
0.200	-0.242	1.419	2.822	1.20	1.125	2.091	2.1	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.678	0.037	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	2.845	13.2	2.845	15
0.144	-0.241	1.554	6.548	1.20	1.125	4.850	4.2	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.867	0.035	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	8.929	18.6	8.929	19
0.193	-0.241	1.455	3.109	1.20	1.125	2.303	1.8	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.729	0.035	1.4E-04	12.500	1.95E-11	46	3.159	17.1	3.159	15
0.148	-0.241	1.523	6.066	1.20	1.125	4.493	1.3	1.2	J	voltoet	voltoet	10000	1.823	0.036	2.3E-04	20.000	3.13E-11	46	8.221	41.5	8.221	19