


POVM Opbarsten

Consequentie-analyse

POV

MACRO
STABILITEIT



Auteur: Arcadis/ Deltares

Datum: december 2016

Versie: 1



Project
1220504

Samenvatting

De POVM beoogt om optimalisaties en innovaties bij de beoordeling en het ontwerp van dijken te ontwikkelen en breed te implementeren. Door gebrekkige kennis over het fenomeen opbarsten in relatie tot macrostabiliteit worden bij het ontwerp en de beoordeling van dijken aannames gedaan aan de veilige kant. Verwacht wordt dat met het verbeteren van de kennis over dit onderwerp onderbouwd scherpere aannames kunnen worden gedaan, wat leidt tot optimalisaties bij het ontwerp en de beoordeling van dijken.

De oriënterende POVM studie naar opbarsten bij macrostabiliteit heeft bestaan uit:

- 1 Literatuurstudie
- 2 Conceptueel model
- 3 Consequentieanalyse**
- 4 Mogelijk vervolgonderzoek**

Onderhavige rapportage betreft de punten 3 en 4.

In het kader van het POVM onderdeel Opbarsten is een consequentie-analyse uitgevoerd. Voor 234 dwarsprofielen in het bovenrivierengebied zijn verschillende scenario's doorgerekend voor het mechanisme macrostabiliteit binnenwaarts:

- 1 Opdrukveiligheid $\leq 1,0$ en dikte deklaag ≤ 4 m: c en $\phi = 0$
- 2 Opdrukveiligheid $\leq 1,2$ en dikte deklaag ≤ 4 m: c en $\phi = 0$
- 3 Opdrukveiligheid $\leq 1,0$ en dikte deklaag ≤ 2 m: c en $\phi = 0$
- 4 Opdrukveiligheid $\leq 1,0$ en dikte deklaag ≤ 4 m: c en $\phi = 0$, verlaging potentiaal door opbarsten
- 5 Opdrukveiligheid $\leq 1,0$ en dikte deklaag ≤ 4 m: c en $\phi = 50\%$

De scenario's dekken aannemelijk geachte ranges van relevante parameters bij opbarsten: kritische opdrukveiligheid, kritische dikte deklaag, aanpassing schuifsterkte als gevolg van opbarsten en aanpassing potentiaal als gevolg van opbarsten.

De verschillende scenario's leiden tot verschillende aantallen berekeningen die wel of niet voldoen aan een norm. Hierdoor wordt inzichtelijk wat de consequentie is van een scenario op een eventuele versterkingsopgave. Door uit te gaan van kosten per km voor een dijkversterking is dit ook uitgedrukt in euro's. Tussen de verschillende scenario's zit een verschil van enkele 10-tallen km's dijk die worden afgekeurd, afhankelijk van het gekozen scenario, wat resulteert in een verschil tot ca 100 M€ aan versterkingskosten. Opgemerkt wordt dat in de consequentieanalyse alleen het bovenrivierengebied is beschouwd. Hier is het probleem van opbarsten het grootst, het is echter niet denkbeeldig dat ook langs andere watersystemen opbarsten speelt.

Project
1220504

Naast de 5 scenario's is voor een beperkt aantal berekeningen gekeken naar toepassing van critical-state soil mechanics (CSSM-rekenen) en wat er gebeurt indien de methode uit het concept TR Macro stabiliteit wordt gebruikt, waarbij de schuifsterkte afhankelijk is van de opdrukveiligheid (0% bij 1,0 en 100% bij 1,2).




De berekeningen en rapportage hiervan zijn uitgevoerd door Arcadis. Het bedenken en selecteren van de scenario's zijn in samenwerking tussen Deltares en Arcadis uitgevoerd. Het Arcadis rapport is als bijlage opgenomen in deze POVM rapportage.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de berekeningen, waarbij scenario 2 als basisscenario is gehanteerd in plaats van scenario 1. De verwachting is namelijk dat scenario 2 in het komende WBI en OI zal worden gehanteerd als standaard, terwijl in het verleden in de praktijk regelmatig werd uitgegaan van scenario 1 als standaard.

Tenslotte wordt aangegeven welk vervolgonderzoek mogelijk kan worden uitgevoerd, om te komen tot aanscherping van de uitgangspunten ten aanzien van opbarsten die waarschijnlijk in het WBI gaan worden gebruikt.

Het consequentieanalyse rapport van Arcadis (bijlage bij dit rapport) is gereviewd door Deltares en heeft een eigen interne review doorlopen binnen het kwaliteitssysteem van Arcadis.

De files van dit project zijn bij Deltares opgeslagen onder projectnummer 1220504.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	december 2016	Ir. A. van Hoven		Ir. T.P. Stoutjesdijk		Ir. L. Voogt	

Status
concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.



20 mei 2016, concept

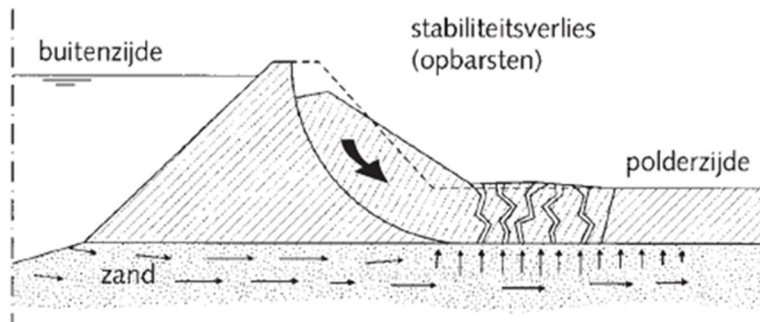
Inhoud

1	Inleiding	1
2	Samenvatting resultaten consequentie analyse	2
2.1	Omgaan met opbarsten in het verleden en in het heden (WBI en OI)	2
2.2	Resultaten basis-scenario 2 WBI /OI	2
2.3	Resultaten scenario 1 opdrukveiligheid 1,0	3
2.4	Scenario 3 kritische laagdikte 2 m en opdrukveiligheid 1,0	3
2.5	Scenario 4 lagere potentiaal na opbarsten	4
2.6	Scenario 5 schuifsterktereductie 50% na opbarsten	4
2.7	Grafische weergave invloed scenario's en invloed op kosten	5
3	Onderzoek optimalisatie macrostabiliteit en opbarsten	7
3.1	Inleiding	7
3.1.1	Tot standkoming	7
3.1.2	Definitie opdrukveiligheid	7
3.2	Probleem en doelstelling	9
3.3	Stap 1 Inhoudelijk onderzoek naar mechanisme	9
3.4	Stap 2 Implementatie ontwikkelde kennis voor toepassing bij toetsing en ontwerp	12
3.5	Kosten	13
3.6	Potentiele besparing	14
3.7	Kans op succes	14
	Bijlage Rapport Consequentieanalyse van Arcadis	16

1 Inleiding

Binnen de POV Macro stabiliteit wordt gezocht naar kennis- en productinnovaties om het faalmechanisme macro stabiliteit effectiever te kunnen aanpakken. Doelstelling is om dijkversterkingen beter, sneller en goedkoper te maken.

Deze oriënterende studie in het kader van de POVM richt zich op kennisinnovatie op het gebied van opbarsten van de deklaag in relatie toe macro stabiliteit binnenwaarts. Bij relatief dunne deklaagen in combinatie met een hoge waterdruk onder de deklaag, kan de deklaag opbarsten. Bij macro stabiliteit binnenwaarts wordt er momenteel vanuit gegaan dat de samenhang van de deklaag in een grote zone langs de dijk verloren gaat en de schuifsterkte reduceert tot 0 (Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Opbarsten (Uit Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, TAW 2001)

Enkele aannames die momenteel worden gehanteerd bij beoordeling en het ontwerp van dijken bij opbarsten zijn zeer ongunstig. De aannames aan de veilige kant komen voort uit gebrek aan kennis. Dit onderzoek richt zich op kennisontwikkeling waarmee de aannames onderbouwd kunnen worden aangescherpt.

De oriënterende POVM studie naar opbarsten bij macro stabiliteit heeft bestaan uit:

- 1 Literatuurstudie
- 2 Conceptueel model
- 3 Consequentieanalyse**
- 4 Mogelijk vervolgonderzoek**

Onderhavige rapportage betreft de punten 3 en 4.

De berekeningen en rapportage van de consequentieanalyse zijn uitgevoerd door Arcadis. Het bedenken en selecteren van de scenario's zijn in samenwerking tussen Deltares en Arcadis uitgevoerd. Het Arcadis rapport is als bijlage opgenomen in deze POVM rapportage.

De samenvatting van de resultaten van de consequentieanalyse uit het rapport van Arcadis staat in Hoofdstuk 2. In Hoofdstuk 3 worden mogelijke vervolgonderzoeken genoemd, met een globale kostenschatting.

2 Samenvatting resultaten consequentie analyse

2.1 Omgaan met opbarsten in het verleden en in het heden (WBI en OI)

De ontwikkelingen rondom macrostabiliteit gaan snel. Binnenkort wordt het WBI (wettelijk beoordelingsinstrumentarium) opgeleverd en komt er een nieuwe versie van het OI (ontwerpinstrumentarium). Hoewel beide instrumentaria nog niet definitief zijn vastgesteld, wordt ervan uitgegaan dat het onderwerp 'opbarsten' als volgt zal worden opgenomen:

- Opdrukveiligheid is het gewicht van de deklaag gedeeld door de waterdruk aan de bovenkant van het zand (dit komt niet overeen met de wijze van omgaan met opbarsten bij piping).
- Kritische deklaagdikte is 4 m. Alleen rekening houden met opbarsten bij een dunnere deklaag.
- Kritische opdrukveiligheid is 1,2. Alleen rekening houden met opbarsten bij een lagere opdrukveiligheid.
- Bij opbarsten wordt de schuifsterkte in de zone die opbarst gelijk aan 0 (ongeacht rekenen met CSSM of c en ϕ). De breedte van de opbarstzone is maximaal 20 m loodrecht op de dijk, gerekend vanaf de binnenteen van de dijk.

Deze manier van omgaan met opbarsten komt overeen met **scenario 2** in het Arcadis rapport. In het verleden werd anders met opbarsten omgegaan. Veelal is een kritische opdrukveiligheid van 1,0 gehanteerd voor het uitvoeren van een schuifsterkte = 0 berekening (**scenario 1**). Bij hogere opdrukveiligheden, tot 1,2, werd wel rekening gehouden met opdrijven, maar niet met opbarsten.

2.2 Resultaten basis-scenario 2 WBI /OI

In het rapport van Arcadis (zie bijlage) is uitgegaan van scenario 1 als basis scenario. Deze manier van werken is aangehouden voor de toetsing in het bovenrivierengebied. De toetsberekeningen vormen de basis van de consequentieanalyse. In deze samenvatting van de resultaten is uitgegaan van scenario 2 als basisscenario, omdat het ernaar uitziet dat dit scenario in het WBI en OI zal worden gehanteerd.

Er zijn 234 stabiliteitsberekeningen beschikbaar, allen gelegen in het bovenrivierengebied. De berekeningen gebruiken c en ϕ als schuifsterkteparameters. De profielen zijn verspreid over een dijk lengte van 393 km, ofwel gemiddeld 1,68 km per berekend profiel. Er is enigszins arbitrair gekozen voor een normwaarde van de stabiliteitsfactor van 1,3. De resultaten staan in Tabel 2.1. Voor gedetailleerde resultaten wordt verwezen naar het rapport van Arcadis (bijlage).

Tabel 2.1 Resultaten basis scenario 2

Scenario 2	Voldoet Aantal (perc)	Voldoet niet Aantal (perc)
Opdrukveiligheid <1,2	206 (88%)	28 (12%)
Deklaagdikte <4	143 (61%)	91 (39%)
Scenario 2 c en $\phi = 0$	133 (57%)	101 (43%)
SF $\geq 1,3$	147 (63%)	87 (37%)

2.3 Resultaten scenario 1 opdrukveiligheid 1,0

Als er wordt uitgegaan van een kritische opdrukveiligheid van 1,0 in plaats van 1,2 bij het basisscenario 2 dan veranderen de resultaten als volgt, zie Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Resultaten scenario 1

Scenario 1	Voldoet Aantal (perc)	Voldoet niet Aantal (perc)
Opdrukveiligheid <1,0	143 (61%)	91 (39%)
Deklaagdikte <4	143 (61%)	91 (39%)
Scenario 1 c en $\phi = 0$	116 (50%)	118 (50%)
SF $\geq 1,3$	152 (65%)	82 (35%)

Het aantal berekeningen waarvoor een c en $\phi = 0$ berekening moet worden uitgevoerd neemt met 17 af van 133 (57%) naar 116 (50%). Het aantal profielen wat niet voldoet aan de normwaarde van 1,3 neemt met 5 af van 87 (37%) naar 82 (35%). Hoewel dit voor specifieke dijktrajecten veel kan uitmaken, is de afname bij een scherper criterium voor opbarsten globaal gezien gering (5 van de 234 profielen).

2.4 Scenario 3 kritische laagdikte 2 m en opdrukveiligheid 1,0

De kritische laagdikte wordt in het basisscenario aangehouden op 4 m. Er is geen fysische onderbouwing van deze laagdikte. Het ligt voor de hand dat naast de laagdikte ook parameters zoals de stijfheid van de deklaag en het watervoerend vermogen van de aquifer (kD-waarde) van belang zijn.

Voor de consequentieanalyse is de kritische laagdikte verkleind naar 2 m, wat leidt tot de resultaten in Tabel 2.3. Omdat in de rapportage is uitgegaan van scenario 1 als basis scenario is hierbij voor een c en $\phi = 0$ som uitgegaan van een kritische opdrukveiligheid van 1,0.

Tabel 2.3 Resultaten scenario 3

Scenario 3	Voldoet Aantal (perc)	Voldoet niet Aantal (perc)
Opdrukveiligheid <1,0	143 (61%)	91 (39%)
Deklaagdikte <2	57 (24%)	177 (76%)
Scenario 3 c en $\phi = 0$	56 (24%)	178 (76%)
SF $\geq 1,3$	166 (71%)	68 (29%)

Het aantal berekeningen waarvoor een c en $\phi = 0$ som moet worden gemaakt neemt fors af van 133 (57%) naar 56 (24%). Indien alleen het effect van de laagdikte wordt meegenomen, dan gaat het om een afname van 133 (57%) naar 57 (24%), wat dus nagenoeg gelijk is.

Het aantal profielen wat niet aan de normwaarde voldoet neemt met 19 af van 87 (37%) naar 68 (29%). Dit is een aanzienlijke afname, waarbij opgemerkt dat het hierbij gaat om het gecombineerde effect van een dunnere kritische laagdikte en lagere kritische opdrukveiligheid.

2.5 Scenario 4 lagere potentiaal na opbarsten

Het ligt voor de hand dat na opbarsten van de deklaag de hydraulische weerstand in de deklaag verminderd. Er is immers een opbarstkanaal of scheur ontstaan of zelfs een patroon van scheuren in de deklaag. Door de afname van de weerstand over de deklaag verminderd de drukval over de deklaag. Bij scenario 4 is de potentiaal in het zand bij het opbarstpunt verminderd tot 50% van de stijghoogte tussen het binnendijks maaiveld en de grenspotentiaal. De overige uitgangspunten zijn gelijk aan die voor scenario 1. De resultaten staan in Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Resultaten scenario 4

Scenario 4	Voldoet Aantal (perc)	Voldoet niet Aantal (perc)
Opdrukveiligheid <1,0	143 (61%)	91 (39%)
Deklaagdikte <4	143 (61%)	91 (39%)
Scenario 4 c en $\phi = 0$	116 (50%)	118 (50%)
SF $\geq 1,3$	159 (68%)	75 (32%)

Ten opzichte van scenario 2 neemt het aantal profielen dat niet voldoet met 12 af van 87 (37%) naar 75 (32%). De afname enkel als gevolg van de aangepaste potentiaal is 7 profielen van 82 (35%) naar 75 (32%).

2.6 Scenario 5 schuifsterktereductie 50% na opbarsten

Bij het plaatselijk opbarsten kan het zijn dat de structuur van de grond slechts beperkt verloren gaat. Nu wordt uitgegaan van volledig verlies van de schuifsterkte over een groot oppervlak achter de dijk. In werkelijkheid is dit nog niet waargenomen. Het ligt voor de hand dat het opbarsten van de deklaag lokaal gebeurt, misschien op enkele plekken, maar niet over een groot oppervlak. Om dit te simuleren is de schuifsterkte niet volledig gereduceerd, maar met 50%. De resultaten staan in Tabel 2.5.

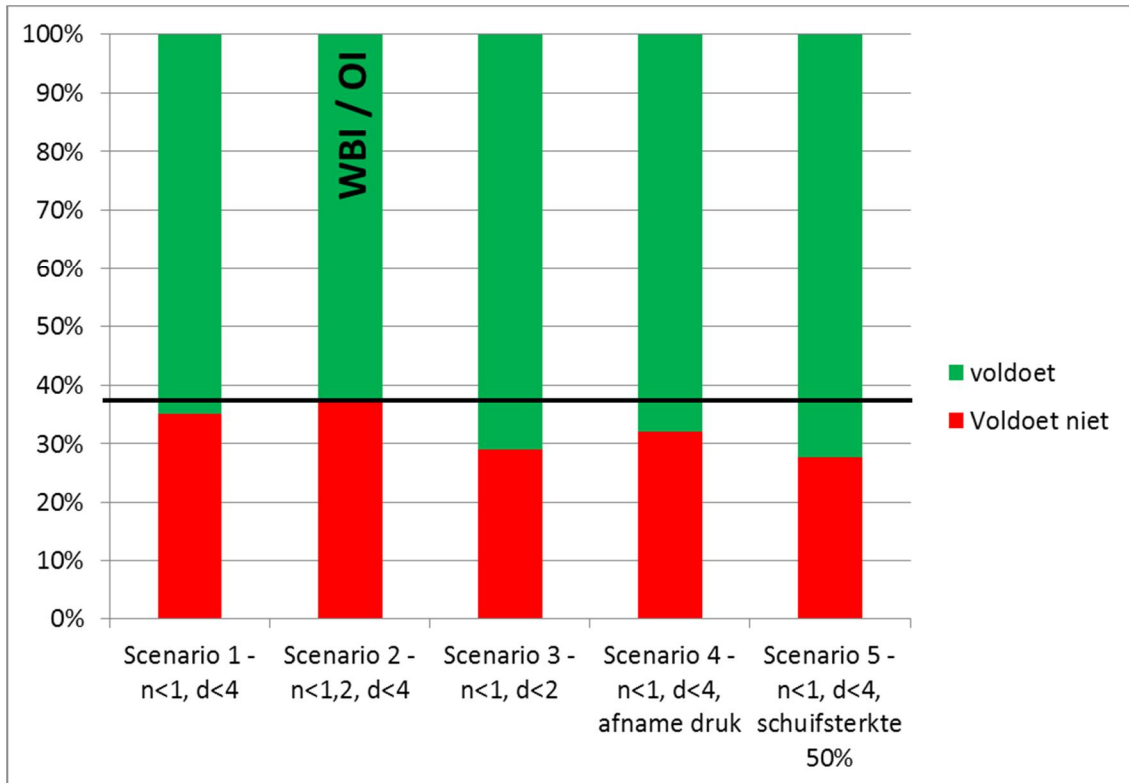
Tabel 2.5 Resultaten scenario 5

Scenario 5	Voldoet Aantal (perc)	Voldoet niet Aantal (perc)
Opdrukveiligheid <1,0	143 (61%)	91 (39%)
Deklaagdikte <4	143 (61%)	91 (39%)
Scenario 5 c en $\phi = 50\%$	116 (50%)	118 (50%)
SF $\geq 1,3$	169 (72%)	65 (28%)

Ten opzichte van scenario 2 neemt het aantal profielen dat niet voldoet met 22 af van 87 (37%) naar 65 (28%). De afname enkel als gevolg van beperkte schuifsterktereductie is 17 profielen van 82 (35%) naar 65 (28%). De invloed is aanzienlijk.

2.7 Grafische weergave invloed scenario's en invloed op kosten

Een grafische weergave van de resultaten wordt gegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Grafische weergave effect verschillende scenario's op het percentage van de profielen die voldoen en niet voldoen aan de gekozen normwaarde van 1,3. Scenario 2 wordt verwacht in het te verschijnen WBI (n =kritische opdrukveiligheid; d = kritische laagdikte)

In de rapportage van Arcadis wordt het resultaat omgerekend naar het effect in kosten voor een versterkingsopgave. Dit is gedaan met scenario 1 als basis scenario. Omdat het er naar uitziet dat in het WBI en OI een werkwijze wordt aangehouden als in scenario 2, is de tabel met resultaten hierop aangepast (Tabel 2.6). Op basis van ervaringen met dijkversterkingen in het gebied wordt uitgegaan van 4 M€ kosten per km dijktraject (inclusief BTW en planvoorbereiding). Voor de overige uitgangspunten wordt verwezen naar het Arcadis rapport. Let op dat de tabel alleen betrekking heeft op het bovenrivierengebied.

Tabel 2.6 Overzicht impact scenario's afkeuren km's dijk en kosten (M€) voor bovenrivierengebied

	Volgdoet (aantal)	Volgdoet niet (aantal)	voldoet niet (km)	Kosten (M€)	Relatief tov scen. 2 (M€)
Scenario 1 - n<1, d<4	152	82	137,76	551	-34
Scenario 2 - n<1,2, d<4	147	87	146,16	585	0
Scenario 3 - n<1, d<2	166	68	114,24	457	-128
Scenario 4 - n<1, d<4, afname druk	159	75	126	504	-81
Scenario 5 - n<1, d<4, schuifsterkte 50%	169	65	109,2	437	-148

Er zijn kanttekeningen te plaatsen bij deze getallen. Zo zijn de plekken waar opbarsten speelt ook plekken die gevoelig zijn voor piping. Bij de consequentieanalyse is niet gekeken naar gecombineerde versterkingsopgaven voor piping en macrostabiliteit bij opbarsten. Het is echter ook niet zo dat overal waar opbarsten optreedt ook piping optreedt. En als ter voorkoming van piping een verticaal geotextiel of grofzand barrière zou worden toegepast, dan lost dit niet altijd eveneens de stabiliteitsproblemen op en moet ter voorkoming van stabiliteit toch een aanvullende maatregel worden getroffen. Het voerde voor deze studie te ver om hiernaar in meer detail te kijken.

De studie naar de consequenties is alleen gericht op het bovenrivierengebied. De grondopbouw van een relatief dunne deklaag op zand in combinatie met een relatief langdurig hoogwater maken dit watersysteem gevoelig voor opbarsten. Het is echter niet denkbeeldig dat opbarsten ook kan optreden bij andere watersystemen. Hieraan is in het kader van deze studie geen verdere aandacht besteedt. Het kan echter zijn dat de kostenbesparing hoger uitpakt als heel Nederland wordt beschouwd.

Uit de grove inschatting blijkt een potentie van besparing op de versterkingsopgave welke nader onderzoek naar de volgende aspecten mogelijk rechtvaardigt:

- kritische opbarstpotentiaal,
- kritische laagdikte,
- aanpassing potentiaal na opbarsten,
- rekenwaarde voor reductie van schuifsterkte (hoger dan 0).

De gekozen werkwijze bij opbarsten binnen het WBI en OI is aan de veilige kant. Dit is logisch, omdat de werkwijze moet leiden tot het voldoen aan de norm, een voldoende kleine faalkans. In dit geval wordt de keuze aan de veilige kant echter niet alleen ingegeven door het gekozen safety format, maar ook door gebrek aan kennis over opbarsten in relatie tot macrostabiliteit. Dit geldt vooral voor de gekozen kritische laagdikte en de reductie van de schuifsterkte tot nul over een grote zone binnendijks bij opbarsten.

De verschillende scenario's laten zien dat aanscherping kan leiden tot een substantiële impact op de versterkingsopgave, ook al is de inschatting zeer grof. De afweging voor eventueel vervolgonderzoek is verder afhankelijk van de kosten van dergelijk onderzoek en de inschatting van de kans op succes. Mogelijkheden voor en kansrijkheid van eventueel vervolgonderzoek staat in hoofdstuk 3.

3 Onderzoek optimalisatie macrostabiliteit en opbarsten

3.1 Inleiding

3.1.1 Tot standkoming

Na het uitvoeren van de consequentieanalyse is samen met Arcadis nagedacht over mogelijk vervolgonderzoek. Deltares heeft een opzet geschreven, Arcadis heeft hierop gereageerd. In dit hoofdstuk is de inbreng van zowel Deltares als Arcadis verwerkt.

Dit hoofdstuk bevat op hoofdlijn welk onderzoek stapsgewijs kan worden uitgevoerd. Daarbij wordt een grove kostenindicatie gegeven. Dit dient ter ondersteuning van een beslissing over het nut en de noodzaak voor verder onderzoek en kan helpen bij een offerteaanvraag voor het uitvoeren van dit onderzoek.

3.1.2 Definitie opdrukveiligheid

Het eerste ('onderzoeks')punt dat door Deltares en Arcadis werd aangestipt is de definitie van de opdrukveiligheid. Hier werd in het verleden in verschillende ENW / TAW publicaties verschillend mee omgegaan, wat leidt tot verwarring, maar ook tot verschillende ontwerpdiktes van bermen.

Er is binnen dit POVM project naar analogie met het WBI spoor macrostabiliteit en het (concept) Technisch Rapport Macrostabiliteit gekozen voor de definitie van het gewicht van de deklaag gedeeld door de waterdruk.

$$n_{opdr} = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i d_i}{\gamma_w (\phi_z - h_{zand})} \quad (3.1)$$

Waarin:

n_{opdr}	opdrukveiligheid (-)
$\sum_{i=1}^n \gamma_i d_i$	gewicht van de deklaag (kN/m ²), bestaande uit n (-) lagen met gewicht γ (kN/m ²) en dikte d (m). Vrij water wordt hierin ook gezien als 'grond'laag.
$\gamma_w (\phi_z - h_{zand})$	waterdruk aan de bovenkant van het zand (kN/m ²), bestaande uit de vermenigvuldiging van het gewicht van water γ_w (kN/m ³) met het verschil tussen de stijghoogte in het zand ϕ_z (m +NAP) en de ligging van de bovenkant van het zand h_z (m +NAP)

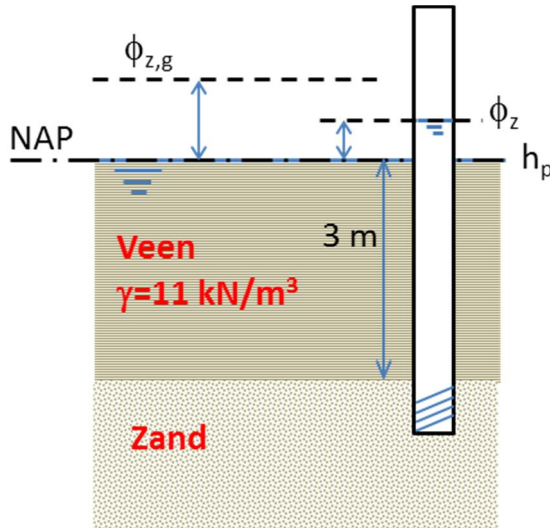
Dit is een andere definitie van de opdrukveiligheid dan wordt gehanteerd bij piping (o.a. Technisch Rapport Zand meevoerende Wellen):

$$n_{opdr} = \frac{(\phi_{z,g} - h_p)}{(\phi_z - h_p)} \quad (3.2)$$

Waarin:

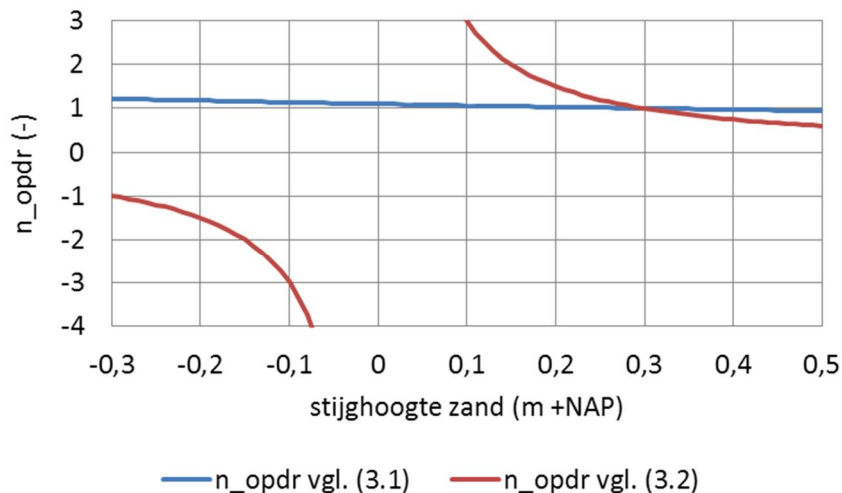
h_p	polderpeil (m +NAP)
$\phi_{z,g}$	grenspotentiaal (m +NAP), ofwel de stijghoogte in het zand zodanig dat de korrelspanning op het grensvlak met de deklaag gelijk is aan 0.

Bij een opdrukveiligheid van 1,0 zijn de resultaten van beide werkwijzen gelijk, echter bij een andere opdrukveiligheid wijkt het resultaat af. Zie bijvoorbeeld onderstaande situatie (Figuur 3.1).



Figuur 3.1 Voorbeeld opdrukveiligheid

In dit voorbeeld vormt een drie meter dik veenpakket de deklaag op een zandpakket waarin een verhoogde stijghoogte aanwezig is ten opzichte van polderpeil. Gemakshalve zijn NAP en het polderpeil h_p gelijk aan het maaiveld. De stijghoogte in het zand is gelijk aan NAP +0,15 m. De grenspotential $\phi_{z,g}$ is in dit voorbeeld gelijk aan -3 (m NAP) plus de grondspanning op het grensvlak $3 \times 11 = 33 \text{ kN/m}^2$ gedeeld door het volumiek gewicht van water 10 kN/m^3 is gelijk aan $-3 + 33/10 = +0,3 \text{ m NAP}$. Maken we gebruik van vergelijking (3.1) zoals verkozen bij macrostabiliteit dan is de opdrukveiligheid gelijk aan $33 / 31,5 = 1,05 (-)$. Volgen we de werkwijze met formule **Error! Reference source not found.** dan is de opdrukveiligheid gelijk aan $0,3 / 0,15 = 2,0 (-)$. Dit is een groot verschil in opdrukveiligheid. In Figuur 3.2 is voor een variabele ϕ_z van NAP -0,3 m tot NAP +0,5 m ($=\phi_{z,g}$) n_{opdr} afgebeeld.



Figuur 3.2 Opdrukveiligheid n_{opdr} (-) volgens vergelijking 3.1 en 3.2 voor het hier behandelde voorbeeld.

Vergelijking 1.1 leidt voor dit voorbeeld tot een relatief vlak verloop van n_{opdr} (-), tussen 1,2 en 0,95 (-), terwijl vergelijking 1.2 bij een stijghoogte van NAP een verticale asymptoot heeft en bij een stijghoogte onder het maaiveld een negatieve opdrukveiligheid heeft. Bij een stijghoogte gelijk aan $\phi_{z,g}$ geven beide formules een opdrukveiligheid van 1. Er is in het kader van dit project niet verder gekeken naar argumenten voor of tegen één van de definities.

Een keuze voor definitie vgl. (3.1) maakt nader onderzoek onnodig. Vanwege de verwarring over de definitie en het verschil met de werkwijze bij piping is ervoor gekozen dit punt toch te noemen in dit rapport. Het uitwerken van een goede rekenwaarde voor de kritische opdrukveiligheid hoort verder thuis bij het bepalen van het safety format voor macrostabiliteit bij opbarsten en behoeft in die zin wel nader onderzoek, of een nadere uitwerking van het safety format bij macrostabiliteit in combinatie met opbarsten. Dit onderwerp komt later terug (zie paragraaf 3.4).

3.2 Probleem en doelstelling

Uit de consequentieanalyse blijkt dat bij WBI uitgangspunten ten aanzien van opbarsten in relatie tot macrostabiliteit worden gehanteerd die aan de veilige kant zijn. Uitgangspunten aan de veilige kant horen bij een beoordelingsinstrumentarium en maken deel uit van het safety format. Ze zorgen ervoor dat voldaan wordt aan de norm: een voldoende lage faalkans voor het betreffende mechanisme. De uitgangspunten aan de veilige kant komen in dit geval echter niet zozeer voort uit onderkende en bekende onzekerheden, maar uit gebrek aan kennis over macrostabiliteit bij opbarsten. Het is de verwachting dat de uitgangspunten die een gevolg zijn van een gebrek aan kennis met behulp van onderzoek onderbouwd kunnen worden aangescherpt. Het gaat bijvoorbeeld om de volgende aspecten:

- 1 wat is de kritische laagdikte
- 2 hoeveel past de potentiaal in het zand aan als gevolg van opbarsten
- 3 hoeveel schuifsterkte reductie treedt op bij opbarsten en in welke zone
- 4 wat is de kritische opdrukveiligheid

De consequentieanalyse laat daarnaast ook zien dat een onderbouwde aanscherping kan leiden tot kostenbesparingen bij dijkversterkingen.

Het doel van het navolgend genoemde onderzoek is het onderbouwd reduceren van onzekerheden rondom het mechanisme macrostabiliteit bij opbarsten (stap 1) en implementatie hiervan zodanig dat scherper kan worden getoetst en ontworpen (stap 2). Deze laatste stap houdt in dat naast inhoudelijk onderzoek (stap 1) ook moet worden gekeken of en hoe de kalibratiestudie voor het safety format voor macrostabiliteit moet worden aangepast en of het rekenhart voor macrostabiliteit moet worden aangepast. De berekeningen naar macrostabiliteit gebeuren binnen WBI grotendeels 'onder de motorkap' en gekeken zal moeten worden of hieraan moet worden gesleuteld. Een andere optie is om een duidelijke werkinstructie te maken voor het meenemen van opbarsten in D-Geostability, in plaats van sleutelen aan het WBI rekenhart.

3.3 Stap 1 Inhoudelijk onderzoek naar mechanisme

Inhoudelijk onderzoek naar het mechanisme kan bestaan uit enkele stappen die indien nodig cyclisch kunnen worden doorlopen.

Begonnen wordt echter met de huidige stand van zaken. Welke waarnemingen en (veld)proeven zijn beschikbaar en welke modellen kunnen worden gebruikt. In deze oriënterende studie naar opbarsten is hier al naar gekeken (punt 1 literatuurstudie en punt 2, conceptueel model, zie Hoofdstuk 1). Aan de hand van deze nul-situatie kunnen de volgende stappen a, b en c (cyclisch) worden doorlopen:

- a. **Modelleren:** Op basis van veldwaarnemingen en onderkende fysische mechanismen en processen bij opbarsten wordt een rekenmodel opgezet. Dit kan eenvoudig zijn, bijvoorbeeld een verend opgelegde ligger, maar ook geavanceerder met behulp van grondmodellen in combinatie met EEM (Eindige Elementen Methode) en/of MPM (Material Point Method). Ook kunnen deelaspecten uit elkaar worden gehaald, zoals de grondwaterstroming voor en bij opbarsten en opdrijven en het bezwijken van de deklaag.
- b. **Valideren:** De modellen worden gevalideerd aan de hand van proeven. Dit kunnen nieuwe proeven zijn, of in het verleden uitgevoerde proeven en of waarnemingen die met de oude modellen nog niet konden worden verklaard. De validatie bestaat uit een predictie, het uitvoeren van de proef en een postdictie.
- c. **Evaluëren, verder of niet.** Indien de validatie niet succesvol is, ofwel met het model kan de waarneming niet worden verklaard, dan zal het model moeten worden aangepast.

En zo voort en zo verder totdat het model voldoende voorspellend vermogen heeft, of wordt beslist dat verfijning van het model niet meer opweegt tegen de inspanning van aanvullend onderzoek in combinatie met de schatting van de kans op succes van dat onderzoek. Bij elke cyclus kan een 'go' 'no go' moment worden ingebouwd.

Op dit moment wordt gedacht aan de volgende globale invulling van de onderzoekstappen:

a. Modelleren

Spanningen, vervormingen en bezwijken deklaag mbv EEM

Eerste doel van de EEM analyses is om te kijken in hoeverre hiermee het gedrag van de deklaag tot, of tot en met, bezwijken door opdrukken kan worden gemodelleerd. Er moet een keuze worden gemaakt voor een geschikt grondmodel voor de deklaag. Er wordt in eerste instantie uitgegaan van de standaard beschikbare grondmodellen, bijvoorbeeld die in PLAXIS. De deklaag wordt belast door het verhogen van de stijghoogte in het onderliggende zand totdat bezwijken optreedt. De spanningen in en vervormingen van de deklaag kunnen worden bestudeerd bij toenemende waterspanning en afnemende opdrukveiligheid. Als deze vorm van belastingen niet werkt dan kan worden gekeken of de deklaag kan worden belast door opgelegd laten vervormen of opgelegd belastingen.

Als blijkt dat bezwijken van de deklaag kan worden gemodelleerd, dan kunnen vervolgens berekeningen worden gemaakt voor enkele te kiezen representatieve deklagen (variatie in dikte en stijfheid). Hiermee wordt de invloed van de laagdikte en stijfheid op de spanningen (verticaal en horizontaal), rekken (verticaal en horizontaal) en bezwijkgedrag van de deklaag inzichtelijk gemaakt. Dit is het tweede doel van de EEM analyses. Op basis van het beperkte aantal analyses kunnen mogelijk conclusies worden getrokken over een kritische laagdikte, al dan niet in combinatie met stijfheidsparameters van de deklaag. Daarnaast kan mogelijk inzicht worden verkregen in de benodigde vervorming van de deklaag voordat bezwijken

optreedt. Dit geeft inzicht in de hoeveelheid waterberging die mogelijk is onder de deklaag, voor bezwijken, en kan samen met het watervoerend vermogen van de zandlaag inzicht worden verkregen in het tijdsaspect van opbarsten. Hoeveel tijd is er nodig voordat opdrukken leidt tot opdrijven en opbarsten.

Bezwijken van de deklaag liggermodel

Opzet van een eenvoudig model, bijvoorbeeld 'verend' opgelegde ligger. Dit kan analytisch, maar er is ook software voor beschikbaar. Deze analyse kan aanvullend of voorafgaand aan de EEM analyse worden uitgevoerd. Analyse van de spanningen in de ligger bij opbarsten c.q. opvoeren van vervorming en/of opwaartse druk aan de onderzijde van de ligger. Sterkte en stijfheid in de ligger modelleren met behulp van theorie actieve/ passieve gronddruk. Doel is om te kijken of een dergelijk model voldoende voorspelkracht heeft om opbarsten te voorspellen. Het model kan vergeleken worden met de EEM analyse en mogelijk aangepast worden aan de hand van de uitkomsten van de EEM analyse. Met een eenvoudig model kunnen met relatief weinig inspanning veel berekeningen worden gemaakt en daardoor kunnen effecten van variaties in verschillende parameters handiger c.q. sneller inzichtelijk worden gemaakt.

Ontwikkeling stijghoogte zand

Modelleren van de grondwaterstroming in de zandlaag en met name het effect van opbarsten op de stijghoogte onder de dijk. Hypothese vormen over mogelijke vormen van opbarsten, gaatje, scheur, scheuren en de doorlatendheid of hydraulische weerstandseigenschappen hiervan. Hypothese op basis van waarnemingen, literatuur en ervaring kennis en kunde opgedaan in het (POV en WBI) Piping onderzoek. Geschikte modellen zijn onder andere DGFlow en PLAXIS. Bij PLAXIS kan ook 3D worden gerekend.

Waterberging grens deklaag en zandpakket bij opdrijven / opbarsten

Bij verhogen van de potentiaal in het zand tot de grenspotentiaal zal de deklaag eerst opdrijven. Aangenomen (en geobserveerd) is dat er een waterlaag kan ontstaan tussen de deklaag en het zandpakket. De omvang van deze waterlaag, de uitbreiding van de waterlaag in horizontale zin en in dikte zal afhankelijk zijn van de tegendruk van de deklaag. Hier komt de interactie met de sterkte en stijfheid van de deklaag om de hoek. In eerste instantie kan dit grofstoffelijk, analytisch, worden gemodelleerd als een samenspel tussen de 2D EEM grondwatermodellering en de reactie van de deklaag (liggermodel of EEM berekening) op een vervorming. Het volledig modelleren van deze waterberging kan mogelijk met MPM, echter dit is gelijk een heel complexe berekening. Aanbevolen wordt om eerst met bovengenoemde meer gangbare modellen (EEM PLAXIS, DGFlow, Liggermodel) aan de slag te gaan, vooraleer het volledige systeem in een MPM-model te stoppen.

b. valideren

Bestaande beschikbare proeven en waarnemingen

De eerste opzet van de modellen (EEM deklaag en grondwaterstroming, liggermodel en bergingsmodel) zal in eerste instantie gevalideerd worden met bestaande beschikbare proeven (b.v. Bergambachtproef, centrifugeproef opdrijven) en (kwalitatieve) veldwaarnemingen bij hoogwaters. Verwacht wordt echter dat een volledige validatie van de modellen niet mogelijk is op basis van beschikbare proeven en veldwaarnemingen. De bekende proeven

zijn gering in aantal en dekken maar een heel klein deel van de deklaagkarakteristieken (dikte en stijfheid), bovendien waren dit opdrijfproeven en geen opbarst proeven. Veldwaarnemingen uit het verleden zijn in het algemeen beperkt gedocumenteerd. Onbekend is dan hoe hoog de stijghoogte in het zand echt is geweest en in welke vorm opbarsten is opgetreden. Waren de waargenomen zandmeevoerende wellen nieuw, door opbarsten van het hoogwater tijdens de observatie, of was het een bestaand opbarstkanaal uit eerder hoogwater of zelfs een afgestorven boomwortel of anderszins.

Nieuwe proeven

Voor proeven naar opbarsten moeten de spanningen in de grond vergelijkbaar zijn met die in werkelijkheid. Zonder dit verder in detail uit te werken gaat het daarom om proeven op minimaal medium (meter)schaal, prototypeschaal (veld, Deltagoot) of proeven in een centrifuge. In het veld kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het afgraven van grond in een gebied met wateroverspanningen. Het ontwerp van de proef zal echter afhankelijk zijn van de uitkomsten van de modellen en de vragen die hieruit voortkomen. Op dit moment voor de hand liggend zijn validatieproeven naar de respons van een deklaag op overdruk afhankelijk van variatie in deklaagdikte en stijfheid.

c. evalueren

Bij een validatieproef hoort een predictie met het state of the art model en een postdictie. Daarna volgt de evaluatie. Is het model voldoende gevalideerd, of zijn er nog proeven of analyses nodig. In deze fase past aldus het voorleggen van de resultaten en het advies aan een klankbordgroep, ENW en het inpassen van een 'go no go' beslissing voor een volgende fase van modelleren en validatie.

3.4 Stap 2 Implementatie ontwikkelde kennis voor toepassing bij toetsing en ontwerp

Zoals eerder genoemd is er voor een succesvolle implementatie bij ontwerp en beoordeling van een dijk, naast inhoudelijke kennisontwikkeling, ook inbedding in het safety format van macrostabiliteit nodig (1) en moet de kennis toepasbaar zijn in bestaande of in het kader van het project ontwikkelde rekenmodellen (2).

- 1) Op basis van de voor WBI gemaakte kalibratie wordt op dit moment geen wijziging van het safety format verwacht als er naar aanleiding van het inhoudelijk werk veranderingen worden voorgesteld ten aanzien van de kritische laagdikte, opdrukveiligheid, schuifsterktereductie of aanpassing van de potentiaal na opbarsten. Bij de kalibratiestudie voor het WBI is gekeken naar variaties in kritische laagdikte en een schuifsterkte reductie afhankelijk van de opdrukveiligheid. Dit laatste zoals opgenomen in het concept Technisch Rapport Macrostabiliteit: schuifsterkte =0 bij $n_{opdr}=1,0$ en schuifsterkte is 100% bij $n_{opdr}=1,2$ en hoger. Deze variaties geven uiteraard een absolute verandering van de faalkans en de safety factor, maar gaven geen aanleiding om de partiële veiligheidsfactoren te wijzigen. Er wordt vanuit gegaan dat er wel moet worden gekeken naar een eventuele impact op het safety format, echter meer dan dat (een her-kalibratie van de veiligheidsfactoren) wordt momenteel niet voorzien of begroot.
- 2) Voor toepassing van ontwikkelde kennis binnen toetsing of dijkontwerp zal mogelijk software moeten worden aangepast. Momenteel zit in het WBI rekenmodel een harde waarde van de kritische laagdikte (4 m), een harde waarde voor de kritische

opdrukveiligheid (1,2) en een harde waarde voor de schuifsterktereductie (100%). Als deze instellingen moeten wijzigen dan zal dit de nodige inspanning vergen. Niet alleen voor het updaten van de software zelf, maar ook het wijzigen van de documentatie rondom de software (Functional design, maken benchmarks, testrapport, handleiding). Een tweede optie waar in de kostenraming vanuit wordt gegaan is om een werkinstructie te schrijven en de berekeningen uit te voeren met de laatste marktversie van D-geostability. In dat geval zal de inspanning beperkter zijn. Uitgangspunt van de werkinstructie is het resultaat van het inhoudelijke onderzoek. In deze fase wordt geen nieuwe kennis meer ontwikkeld. De werkinstructie kan mogelijk in de vorm van een stroomschema worden gemaakt. Er worden enkele voorbeelden toegevoegd. De werkbaarheid van de werkinstructie wordt getoetst door inschakeling van een niet betrokken ingenieursbureau.

Vooralsnog is uitgegaan van een beperkte inspanning voor een check op het safety format en het schrijven van een rekeninstructie voor de marktversie van D-Geostability. Dit is naar verwachting voldoende om dienst te doen in een toets op maat en voor het ontwerp.

Indien de noodzaak zich aandient om de ontwikkelde kennis te verwerken in officiële toets software of indien er toch een verandering van het safety format nodig is, dan zal dat te zijner tijd moeten worden opgepakt. Hier zijn op dit moment geen kosten voor geschat.

Tenslotte wordt nog opgemerkt dat er mogelijk 'winst' zit in het meenemen van opbarsten in een probabilistische analyse, ofwel een berekening van de faalkans in plaats van het berekenen van een stabiliteitsfactor op basis van rekenwaarden van de waterstand en de grondparameters. De relevante parameters, zoals de schuifsterkte parameters, maar ook de waterdruk in het zand in relatie tot de buitenwaterstand en het gewicht van de deklaag (en daarmee de opdrukveiligheid), worden als stochasten beschouwd en daarmee wordt de kans op falen berekend. Omdat onzekerheden omtrent het al dan niet opbarsten, namelijk de druk in het zand en het gewicht van de deklaag als stochasten worden beschouwd, kan hierbij de grens tussen opbarsten en niet opbarsten gelegd worden op 1,0 in plaats van de veilige rekenwaarde van 1,2. Door voor verschillende buitenwaterstanden de faalkans te berekenen wordt een fragility curve opgebouwd. Voor het berekenen van de faalkans wordt deze gecombineerd met de kansdichtheidsfunctie van de buitenwaterstand. De berekende faalkans wordt vervolgens getoetst aan de norm. Met deze methode is binnen de POVM Beter Benutten Actuele Sterkte en de kalibratiestudie voor macrostabiliteit in het kader van het WBI al enige ervaring opgedaan.

3.5 Kosten

Er is een grove kostenschatting gemaakt (Tabel 3.1). Deze inschatting is bedoeld om een orde van grootte te geven die kan dienen als ondersteuning van de beslissing of nader onderzoek loont.

De omvang van een benodigde validatieproef en de kans dat een dergelijke proef noodzakelijk is, is momenteel slecht in te schatten. Het bedrag is daarom tussen haakjes in de tabel gezet.

Tabel 3.1 Kostenschatting vervolgonderzoek opbarsten en macrostabiliteit

Activiteit	Kostenschatting (kE exclusief BTW)
1. A modelleren	
EEM analyses spanningen, vervormingen en bezwijkvorm deklaag	50
Liggermodel deklaag	25
EEM analyses grondwaterstroming en potentiaal in zand voor en na opbarsten	50
Analyse resultaten en advies, inc. advies voor eventuele validatieproeven	25
Sub totaal modelleren	150
1. B Valideren	
Validatie op basis van bestaande proeven en veldwaarnemingen	30
Centrifuge- of medium scale proef	(200 – 500)
1. C Evalueren	
Evaluatie van de validatieslag, advies voorleggen aan expert-/ kerngroep POVM/ ENW / KPR of anderszins	30
2. Implementatie	
Check op safety format macrostabiliteit	15
Werkinstructie voor toepassing toets op maat en ontwerp	25
Totaal	250 +(200-500)

3.6 Potentiele besparing

De potentiele besparing wordt geschat in de orde van 30 – 150 M€, uitgaande van de consequentie-analyse resultaten voor het bovenrivierengebied, zie rapportage Arcadis in de bijlage en de korte samenvatting hiervan in paragraaf 2.7.

3.7 Kans op succes

De kans op succes van onderzoek naar opbarsten in relatie tot macrostabiliteit binnenwaarts is afhankelijk van 1) het veronderstelde onnodige conservatisme in de huidige aanpak en 2) de inschatting van de kans dat een bepaald onderzoek leidt tot een onderbouwing waarmee het conservatisme kan worden ingeperkt.

ad 1)

Bij de huidige beoordeling van macrostabiliteit binnenwaarts bij opbarsten worden uitgangspunten gehanteerd waarvan verondersteld kan worden dat deze conservatief zijn. Dit gaat met name om de kritische opdrukveiligheid van 1,2 (-) en het veronderstellen van opbarsten in een grote binnendijkse zone, waardoor de schuifsterkte in de deklaag in deze zone volledig verdwijnt. Hierbij wordt bij opbarsten geen reductie van de druk in het zand aangehouden. Ook de kritische laagdikte van 4 m is niet onderbouwd en waarschijnlijk aan de conservatieve (dikke) kant, zeker in combinatie met het over een brede zone opbarsten van de deklaag. De conservatieve aannames maken niet expliciet deel uit van het safety format van macrostabiliteit, maar komen voort uit gebrek aan kennis. Er is dus voldoende ruimte voor het boeken van succes door onderzoek.

ad 2)

Het veronderstelde conservatisme van de aanpak van opbarsten bij macrostabiliteit is al langer bekend, maar heeft tot op heden niet geleid tot een succesvolle onderbouwing van minder conservatieve aannames. Dit kan enerzijds te maken hebben met weinig inzicht van de verwachte winst, welke nu wel in kaart is gebracht (zie bijlage rapport van Arcadis en Hoofdstuk 2) en/ of met de complexiteit van het fenomeen. Anderzijds is het tot dusver te moeilijk gebleken om met een afgebakend stuk onderzoek een verwachting te scheppen van een concrete aanscherping. Het modelleren van het gedrag van de deklaag met behulp van EEM is erg lastig. In de praktijk gangbare EEM berekeningen stranden op 'trekspanningen' in de grond bij benadering van een opdrukveiligheid van 1,0. Er zijn echter methoden denkbaar om dit probleem te omzeilen door de deklaag op een andere manier te belasten of zelfs over te stappen op een andere methode zoals MPM (Material Point Method) of juist eenvoudiger met een liggermodel. Ook op het gebied van de grondwaterstromingsberekeningen worden diverse mogelijkheden gezien waarmee aanscherping mogelijk is. Gezien de huidige beschikbare model-mogelijkheden is de kans op succes reëel. Deze kans kan naar verwachting nog worden vergroot door aanvullend validatieproeven (met centrifuge of medium scale) uit te voeren, maar dan moet op voorhand op basis van de modellering heel goed gedefinieerd kunnen worden welke aspecten in de modelproeven onderzocht dienen te worden. Denk aan moment van opbarsten, of relaxatie van de waterspanning bij een opgebarsten deklaag. Zonder heldere onderzoeksdoelstelling zal ook niet voorgesteld worden dit relatief kostbare onderdeel uit te voeren.

De verhouding tussen de geschatte kosten van vervolgonderzoek en de potentiële besparing is gunstig voor het uitvoeren van aanvullend onderzoek.



Bijlage Rapport Consequentieanalyse van Arcadis

POV MACROSTABILITEIT

Consequentie analyse schematiseren opbarsten

24 JULI 2016



Contactpersonen

Projectleider **RIMMER KOOPMANS**
Specialist Waterkeringen en
geotechnisch adviseur

T +31 6 2706 0177
E rimmer.koopmans@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

**Rekenaar/
modelleur** **JELLE VAN ZUIJLEN**
Junior specialist geotechniek en
waterkeringen

T 0611617542
E Jelle.vanZuijlen@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Achtergrond	4
1.3	Doel analyse	4
1.4	Werkwijze	5
1.5	Leeswijzer	5
2	SCENARIO'S	6
2.1	Uitgangspunten en aannames berekeningen	8
2.2	Invloed opbarsten/opdrijven en dempingsfactor	9
3	RESULTATEN	11
3.1	Resultaten afschuifveiligheid	11
3.2	Scenario A en B	14
3.3	Consequentie voor afkeuren dijken	16
3.3.1	Scenario A en B	17
3.4	Invloed parameters	17
4	CONCLUSIE	19

BIJLAGEN

BIJLAGE A REKENRESULTATEN SCENARIO 1 T/M 5	21
BIJLAGE B RESULTATEN SCENARIO A EN B	41

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In het dijkverbeteringsprogramma HWBP (= HoogWater BeschermingsProgramma) is een POV (= Project Overstijgende Verkenning) opgenomen aangaande het bezwijkmechanisme macrostabiliteit (afgekort POV-M). Hierin wordt de problematiek met inbegrip van de oplossingsrichtingen rondom macrostabiliteit op een landelijk niveau onder de loep genomen. Eén van de aspecten is vergroting van de kennis over het gedrag van de bodem onder invloed van een hoge stijghoogte. De verwachting is dat hierdoor op termijn de benodigde maatregelen ingeperkt kunnen worden. De vergroting van de kennis wordt bewerkstelligd door pilots uit te voeren, binnen vier onderscheidde clusters, te weten: rekentechniek, nieuwe technieken, monitoring en proces. De onderhavige pilot wordt uitgevoerd binnen het cluster rekentechniek.

1.2 Achtergrond

In de derde toetsronde (LRT3) is in Nederland van de totaal circa 800 km primaire keringen bestaande uit groene dijken circa 300 km afgekeurd op macro-instabiliteit van het binnentalud (STBI) en 150 km is afgekeurd op macro-instabiliteit van het buitentalud (STBU). Uiteraard zijn er ook trajecten die voor meerdere faalmechanismen zijn afgekeurd.

De traditionele oplossing voor macrostabiliteit binnenwaarts bestaat uit aanberming en dit is een relatief goedkope oplossing. De kosten hiervan hangen sterk af van de complexiteit van het gebied. Daar waar sprake is van relatief dikke pakketten slappe lagen die opdrijven, bebouwing en een lage stabiliteitsfactor zijn de kosten hoog (bouwkosten 3 M€/km ex BTW). In geotechnisch gezien minder complex gebied zijn de kosten beperkt (bouwkosten 0,5 M€/km ex BTW).

Op basis van deze kentallen zou de versterkingsopgaaf orde grootte een miljard euro bedragen (inclusief BTW, engineering en algemene kosten en winst+risico). Uit de Kansenscan Business Cases nHWBP 2013 volgt voor deze trajecten, die voor meerdere faalmechanismen kunnen zijn afgekeurd, dat de kosten voor versterkingsmaatregelen de komende jaren op circa 400 tot 700 M€ kunnen uitkomen. Deze bedragen liggen in dezelfde orde van grootte en gelet op de absolute hoogte van het bedrag is extra onderzoek gerechtvaardigd.

1.3 Doel analyse

Er zijn verschillende gedachten over hoe omgegaan moet worden met de sterkte van de deklaag in de zone achter de dijk waar opdrijven of opbarsten een rol speelt. Vanuit de verschillende leidraden en achtergrondrapporten zijn er meerdere definities en inzichten over de omgang met opbarsten en opdrijven.

Wat zich aftekent is een schematiseringsvraagstuk met een sterke ervaringscomponent. De nieuwe “mode” in het modelleren van de sterkte en de keuze van het berekeningsmodel kunnen tegen het gevoel van expert judgement ingaan, waardoor het vaststellen van de dijkverbeteringsopgave een triviaal karakter krijgt.

Helaas is er nog geen breed gedragen en eenduidige methode beschikbaar, om de sterkte in de opgebarsten zone te schematiseren en de afschuifveiligheid te berekenen. Daardoor ontstaat het risico dat een onjuiste waarde wordt aangehouden in de schematisering of dat de beoordeling van de waterkering (te) sterk gaat leunen op het expert judgement van de geotechnisch specialist.

Het inzicht in hoe de sterkte in de opgebarsten zone moet worden geschematiseerd kan én moet beter. Naar de mening van specialisten van Arcadis en Deltares is deze analyse, met verschillende schematiseringen, een eerste stap in het bereiken van meer inzicht en een eerste consequentie analyse voor meerdere normtrajecten die gevoelig zijn voor opbarsten.

Los van de schuifsterkte in de opgebarsten zone speelt nog de keuze in gedraineerd en ongedraineerd rekenen en het aspect sterkte van veen. Binnen deze pilot is ongedraineerd rekenen of de sterkte van veen louter een variant die wordt doorgerekend om consequenties te illustreren. Het in beeld brengen van het effect van de voorgenomen keuze voor ongedraineerd rekenen is geen doel op zich. Daarom is gekozen voor een beperkt aantal profielen de invloed van het schematiseren bij CSSM te berekenen.

1.4 Werkwijze

In het overleg tussen Deltares en Arcadis in Delft op 5-2-2016 zijn 5 scenario's en 2 deelscenario's vastgelegd welke zullen worden beschouwd. De verschillende varianten hebben betrekking op het al dan niet schematiseren van een opbarstzone met $c=\phi=0$ onder bepaalde voorwaarden. Ook de wijze waarop de stijghoogte in het watervoerend pakket wordt geschematiseerd wordt gevarieerd. Op de beschouwde scenario's wordt in hoofdstuk 2 verder ingegaan.

Er zijn 234 sommen klaargezet, en waar nodig handmatig aangepast, zodat deze kunnen worden gebruikt om de verschillende scenario's met elkaar te vergelijken. Voor de scenario's A en B is een kleinere selectie sommen gebruikt. Het variëren tussen de verschillende scenario's is geautomatiseerd, en de stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met D-Geo Stability versie 15.1.

De huidige berekeningen zijn allemaal handmatig doorgelopen om de volgende zaken te controleren:

- Controle limiet grenzen;
- Toevoegen opbarstzone met een breedte van 20 m;
- Controle potentiaal en aantal pl-lines; bij meer dan 2 pl-lines wordt de tussenzandlaag niet meegenomen, maar wordt ervanuit gegaan dat de hele deklaag opbarst.
- Omzetten naar UpliftVan model.

1.5 Leeswijzer

Deze rapportage betreft een analyse van keuzes en het effect van het schematiseren van de "sterkte in de opbarstzone" en met name hoe deze keuzes in het ontwerpproces doorwerken en de potentiële besparing voor het HWBP programma. Voor dit project is gebruik gemaakt van aanwezige toetsberekeningen voor meerdere dijktrajecten tegelijk, namelijk de dijktringen 15, 43, 44 en 47 t/m 52. Dit zijn de dijktrajecten langs het Pannerdensch Kanaal, de Nederrijn / Lek en de Noordzijde van de Waal met een beoogde overstromingsnorm van 1/10.000 à 1/30.000. Ergo een hogere norm dan nu het geval is. Al deze dijken zijn door Arcadis getoetst in de 3^e ronde toetsen op veiligheid. Het effect van het modelleren van opdrijven en opbarsten wordt voor deze dijktrajecten in beeld gebracht.

2 SCENARIO'S

Voor het schematiseren van opbarsten worden de volgende keuzemogelijkheden beschouwd:

- 1 en 2. Schematiseren van een opbarstzone bij een bepaalde waarde voor de opbarstveiligheid. Nu wordt bij een opbarstveiligheid kleiner dan 1,2 opdrijven geschematiseerd en bij een opbarstveiligheid kleiner dan 1,0 opbarsten met c en phi is nul. Deze keuze heeft effect op het aantal profielen waarbij opbarsten wordt geschematiseerd en zodoende mogelijk op het aantal profielen dat wordt goed- of afgekeurd. Keuzemogelijkheden zijn:
 - Berekenen stabiliteitsfactor opbarstzone met c en phi is nul bij opbarstveiligheid < 1,0 (scenario 1);
 - Berekenen stabiliteitsfactor opbarstzone met c en phi is nul bij opbarstveiligheid < 1,2 (scenario 2);
 3. Keuze relevante dikte deklaag ten opzichte van opbarsten. Momenteel wordt in de praktijk aangehouden dat deklagen dikker dan 4m niet opbarsten. Keuzemogelijkheden zijn:
 - Opbarsten wordt geschematiseerd bij een dikte van de deklaag van 4 m of minder;
 - Opbarsten wordt geschematiseerd bij een dikte van de deklaag van 2 m of minder;
 4. Keuze schematiseren van de potentiaal:
 - Grenspotentiaal;
 - Tussen grenspotentiaal en maaiveld. Dit zal leiden tot hogere korrel- en schuifspanningen in de opbarstzone en zodoende tot hogere afschuifveiligheden;
 5. Al dan niet schematiseren van c en phi is nul voor de opbarstzone. Er is veel voor te zeggen om de sterkte na opbarsten niet gelijk te stellen aan 0, maar om rekening te houden met reststerkte de sterkte minder te reduceren. Keuzemogelijkheden zijn:
 - c en phi worden gelijk gesteld aan nul;
 - c en phi hebben 50% van de originele sterkte;
- A. Rekenen met CSSM met Su, ongedraineerd rekenen;
 B. Rekenen met TR Macro concept (c,phi = 5*(n-1)).

Met deze keuzemogelijkheden zijn 5 scenario's en 2 deelscenario's opgesteld. Deze scenario's zijn uitgewerkt in Tabel 1 De huidige sommen worden niet als scenario meegerekend, de berekeningen vallen onder scenario 1 ofwel het basis scenario. De scenario's 2 t/m 5 worden voor alle 234 sommen berekend en de uitkomsten worden vergeleken met de uitkomsten van scenario 1 om het effect van de verschillende keuzes op de afschuifveiligheid te onderzoeken.

Scenario's A en B zijn voor een beperkt aantal profielen beschouwd. Deze zijn zo gekozen dat er met een beperkt aantal profielen een interessant en compleet beeld gevormd kan worden van het effect van deze scenario's.

Tabel 1 Rekenscenario's consequentie analyse

Scenario	Opbarstveiligheid (n)	Grens deklaag (d) opb. / opdr. *	Opbarst potentiaal	c/phi	Potentiaal zand
Basis scenario	n < 1,0	d ≤ 4 m	n ≤ 1	0	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
		d > 4 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
Scenario 2	n < 1,2	d ≤ 4 m	n ≤ 1	0	Grens
			1 < n < 1,2	0	as is
		d > 4 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is

Scenario	Opbarstveiligheid (n)	Grens deklaag (d) opb. / opdr. *	Opbarst potentiaal	c/phi	Potentiaal zand
Scenario 3	Deklaag dunner	d ≤ 2 m	n ≤ 1	0	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
		d > 2 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
Scenario 4	Potentiaal aangepast	d ≤ 4 m	n ≤ 1	0	50% grens en mv
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
		d > 4 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
Scenario 5	Sterkte opbarstzone c/phi 50% ipv 0	d ≤ 4 m	n ≤ 1	0,5	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
		d > 4 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
Scenario A	Rekenen met Su ca. 20 profielen	d ≤ 4 m	n ≤ 1	0	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
		d > 4 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2		
Scenario B	TR Macro (concept) ca. 20 profielen.	d ≤ 4 m	n ≤ 1	0	Grens
			1 < n < 1,2	5*(n-1)	as is
			n > 1,2	1	as is
		d > 4 m	n ≤ 1	1	Grens
			1 < n < 1,2	1	as is
			n > 1,2	1	as is

* = opb. / opdr. staat voor opbarsten respectievelijk opdrijven

2.1 Uitgangspunten en aannames berekeningen

Om de effecten van het rekenen met verschillende scenario's op een juiste manier te kunnen beoordelen is het nodig enkele aannames en uitgangspunten op te stellen. Zodoende wordt er uniformiteit ingevoerd in de wijze waarop de schematisering van bijvoorbeeld de opbarstzone wordt gedaan, hetgeen de vergelijkbaarheid van deze profielen en de uitkomsten van de berekeningen vergroot.

Het schematiseren van de opbarstzone is hierin maatgevend, aangezien vooral in deze zone gevarieerd wordt met parameters en scenario's. In vigerende technische rapporten en leidraden is niet een eenvoudige vuistregel vindbaar om de opbarstzone op een eenvoudige en voor dit project hanteerbare wijze te schematiseren. De volgende uitgangspunten en aannames zijn gehanteerd in het gehele project, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld staat:

- Het model Spencer v.d. Meij is komen te vervallen, er is voor gekozen model UpliftVan toe te passen. Vanwege voorziene problemen met Spencer v.d. Meij met ϕ en $c = 0$ is besloten dit model niet te gebruiken. Binnen het WBI loopt nog een discussie over het toe te passen model en modelversies. UpliftVan is toereikend voor deze consequentieanalyse. Bij het gebruik UpliftVan worden meerdere tangent lines in slappe lagenpakket gedefinieerd (net zoals bij Bishop), inclusief 1 op grensvlak zand/slappe lagenpakket.
- Het opbarstpunt is vastgesteld in de teen of het laagste punt in het achterland (dunste deklaag) mits deze niet te ver weg ligt van het dijklichaam. Dit is voor alle sommen bepaald op basis van engineering judgement;
- De breedte van de opbarstzone is 20 m in alle berekeningen. De breedte is geen onderdeel van de analyse en doet als parameter niet mee in de scenario's. Om te zorgen dat de breedte in geen van de berekeningen een rol speelt bij het berekenen van de stabiliteitsfactor is daarom gekozen om de breedte van de opbarstzone standaard voor elke berekening op een ruime waarde van 20 m te zetten. Het opbarstpunt markeert het begin van de opbarstzone en dit strekt zich uit richting het achterland;
- Opbarsten vindt altijd plaats vanuit onderste watervoerende zandlaag als er een tussenzandlaag aanwezig is. De effecten van verschillende stijghoogtes in tussenzandlagen worden hiermee geëlimineerd;
- De stijghoogte in de watervoerende laag is gelijk gehouden aan de schematisering van het originele bestand; tenzij het beschouwde scenario anders voorschrijft;
- De grenspotential wordt berekend ter plaatse van het opbarstpunt. Het opbarstpunt wordt door het gebruikte rekenscript automatisch herkend als het laagste punt in achterland. Wanneer dit punt samenvalt met de modelgrens (in geval van hellend achterland) wordt dit automatisch gecorrigeerd. De grenspotential wordt dan berekend ter plaatse (x-locatie) van een punt op de PL-lijn dat binnen de grenzen van de opbarstzone valt. De juistheid van de berekende grenspotential is gecontroleerd voor alle sommen in scenario 1 en zo nodig handmatig aangepast.
- De theoretische potential wordt bepaald middels de volgende vuistregel, welke uitgaat van een demping van de waterstand van 20%:

$$thpot = 0,8 * (MHW - pp) + pp$$

Waarin:

- $thpot$ = de theoretische potential [m t.o.v. referentieniveau];
- MHW = de buitenwaterstand (HR2006) [m t.o.v. referentieniveau];
- pp = polderpeil, de stand van het grondwater binnendijs [m t.o.v. referentieniveau];

Deze aanname van de demping is een accurate inschatting van de demping in het Boven Rivierengebied (zie Tabel 3);

- De opbarstveiligheid n wordt berekend conform (concept) TR macro:

$$n_{opbarsten} = \frac{\text{grondgewicht}}{\text{waterspanning boven}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i \cdot \gamma_i}{(thpot - \text{niveau onderkant deklaag}) \cdot 9,81}$$

Waarin:

- D_i = dikte grondlaag i [m];
- γ_i = volumegewicht grondlaag i [kN/m³];
- n = aantal grondlagen in de deklaag;
- niveau onderkant deklaag = diepte waarop de watervoerende zandlaag begint [m t.o.v. referentieniveau];

- De grids waarmee de glijcirkels worden beschreven in de D-Geo Stability sommen worden voor alle scenario's op dezelfde plek gehouden. Normaal is het zo dat andere grondparameters kunnen resulteren in een ander glijvlak. In dit onderzoek is het echter niet het doel om de minimale afschuifveiligheid te vinden per som, maar om het effect van andere schematiseringsrandvoorwaarden op de afschuifveiligheid inzichtelijk te maken. Wanneer de minimale afschuifveiligheden worden gezocht moet per som worden gekeken of de juiste cirkel is gevonden. Om deze handmatige stap te elimineren is gekozen om de grids op dezelfde plek te houden, zodat het relatieve effect van een andere schematisering kan worden bepaald, ongeacht of de beschouwde glijcirkel maatgevend is.
- Voor de interpretatie van de resultaten wordt uitgegaan dat een som voldoet aan de stabiliteitseis wanneer de afschuifveiligheid hoger is dan 1,3. Deze waarde is opgebouwd uit een minimale waarde van 1,1 en een schematiseringsfactor van 1,2.

Het toepassen van deze uitgangspunten heeft er in enkele gevallen toe geleid dat een som niet meer een exacte weergave is van de werkelijkheid. Zolang een som echter nog wel een realistisch scenario blijft weergeven is dit echter niet van belang voor de uitkomsten. Wel is het belangrijk om te onthouden dat de uitkomsten van dit onderzoek niet overal een volledige en natuurgetrouwe weergave bieden van de veiligheid van de dijken in het Boven Rivierengebied.

2.2 Invloed opbarsten/opdrijven en dempingsfactor

De wijze waarop de opbarstveiligheid n van een profiel wordt berekend biedt ruimte voor interpretatie. Verschillende rapporten en leidraden bieden verschillende methodes aan om dit te berekenen. Hier volgt een vergelijking van de methode volgens TR Macro en TR Zandmeevoerende wellen (TRZW).

Tabel 2 laat zien dat bij het berekenen van n volgens TR Macro er meer sommen zijn met een waarde van $n < 1,2$ dan bij TRZW. Het gaat hierbij vooral om sommen met een opbarstveiligheid van $1 < n < 1,2$. met TR Macro moeten er dus meer sommen worden beschouwd voor opdrijven, hetgeen goed is voor de betrouwbaarheid van dit onderzoek. De groep met relevante berekeningen wordt immers groter. TR Macro is ook de methode die voor de berekeningen is gebruikt.

Tabel 2: Invloed van wijze waarop opbarstveiligheid n wordt berekend

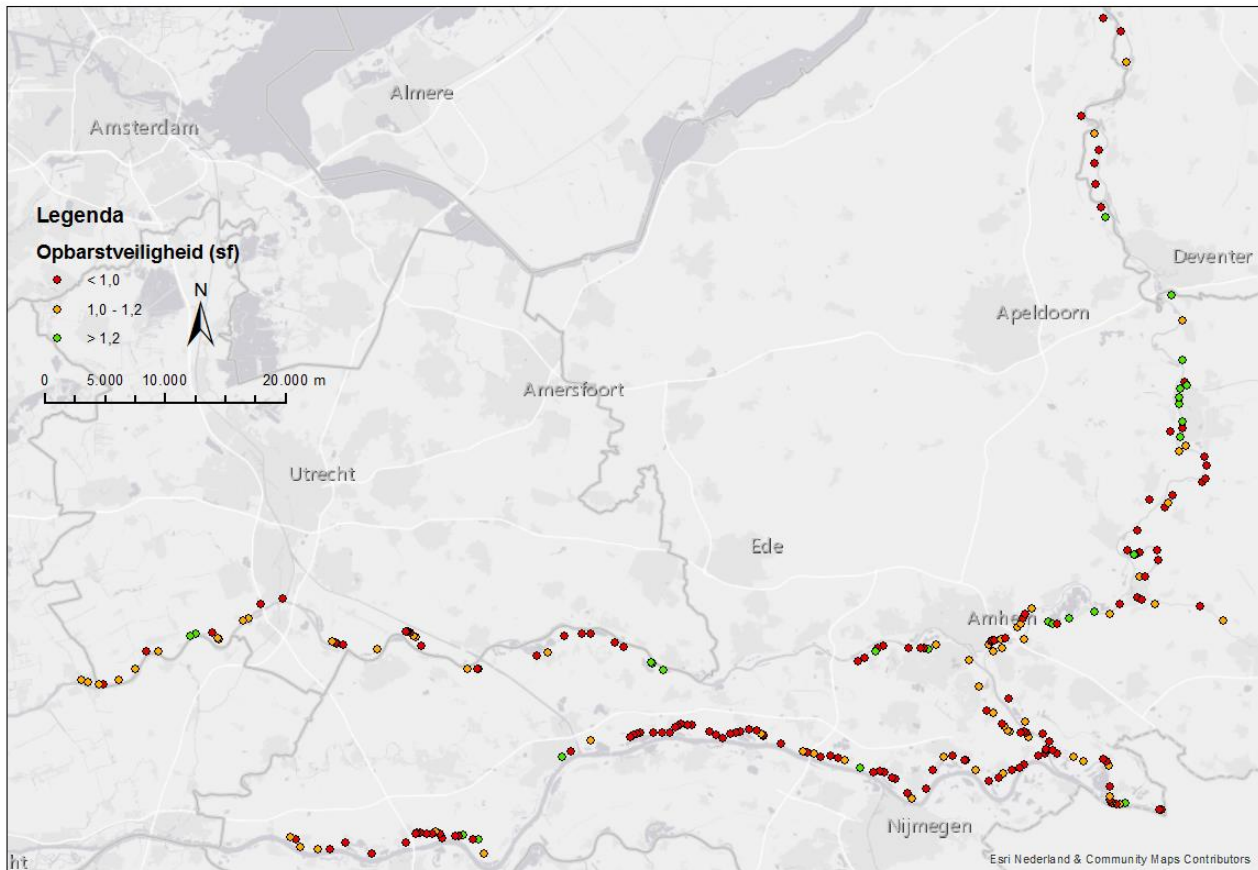
Opbarstveiligheid	TR Macro	TRZW	TR Macro Damping 0,6
$n < 1$	143	143	104
$n < 1,2$	206	179	182
$1 < n < 1,2$	63	36	78
$n > 1,2$	28	55	52
Totaal	234	234	234

Wanneer de dempingsfactor wordt gevarieerd tussen 0,8 en 0,6 blijken er bij 0,6 meer sommen in het interval $1 < n < 1,2$ te vallen, maar een stuk minder sommen hebben een waarde van $n < 1$. Dit leidt tot een flink aantal sommen dat in het basisscenario de waarde $c, \phi = 0$ krijgen, waarmee de gemiddelde afschuifveiligheid toeneemt. Variëren van de dempingsfactor heeft dus een grote impact op de gemiddelde afschuifveiligheid van een scenario. Aangezien 0,8 (20% demping) een representatieve waarde is voor het Boven Rivierengebied (zie tabel ???) wordt hiermee verder gerekend.

Tabel 3: ervaringscijfers dempingsfactor LRT3 o.b.v. analytische berekeningen grondwaterstroming

dijkring	gemiddelde demping	standaard afwijking	variatie
47	23%	6%	0,25
48	25%	12%	0,47
49	17%	9%	0,55
50	28%	15%	0,55
51	22%	12%	0,52

Met GIS software is een visuele presentatie gemaakt van de opbarstveiligheid in de beschouwde dijkringen. Deze is te zien in Figuur 1. De groene stippen ($n > 1,2$) concentreren zich vooral in gebieden met hoog achterland bij Zutphen en bij incidentele dikke dekklagen. In normtraject 15-1 (Nieuwegein – Schoonhoven, langs de Lek) is een concentratie van oranje stippen te zien. Hier is duidelijk sprake van een oprijfgevoelige situatie. Langs de Boven Rijn (48-1), Waal (43), Neder Rijn (44) en IJssel (47 t/m 51) is het beeld verder diffuus.



Figuur 1: Geografische weergave van de opbarstveiligheid in het Boven Rivierengebied

3 RESULTATEN

Voor scenario 1 t/m 5 zijn 234 D-Geo Stability schematisaties doorgerekend. Een complete lijst van alle resultaten is opgenomen in Bijlage A. Hierin is voor alle sommen per scenario weergegeven wat de gehanteerde waarden zijn voor de cohesie, wrijvingshoek en potentiaal. Daarnaast is de afschuifveiligheid gegeven. In dit hoofdstuk worden de resultaten aan de hand van enkele tabellen en figuren kort toegelicht.

3.1 Resultaten afschuifveiligheid

Tabel 4 toont de rekenresultaten van scenario's 1 t/m 5. De dikgedrukte waarden (bovenste regels) hebben betrekking op alle 234 sommen. De schuingedrukte waarden (onderste regels) hebben slechts betrekking op de sommen waarbij de schematisering is veranderd ten opzichte van scenario 1. Dit aantal sommen kan dus verschillen per scenario.

Hiermee wordt het verschil inzichtelijk gemaakt tussen de effectiviteit van een scenario op de gehele set sommen en het gemiddelde effect op somniveau.

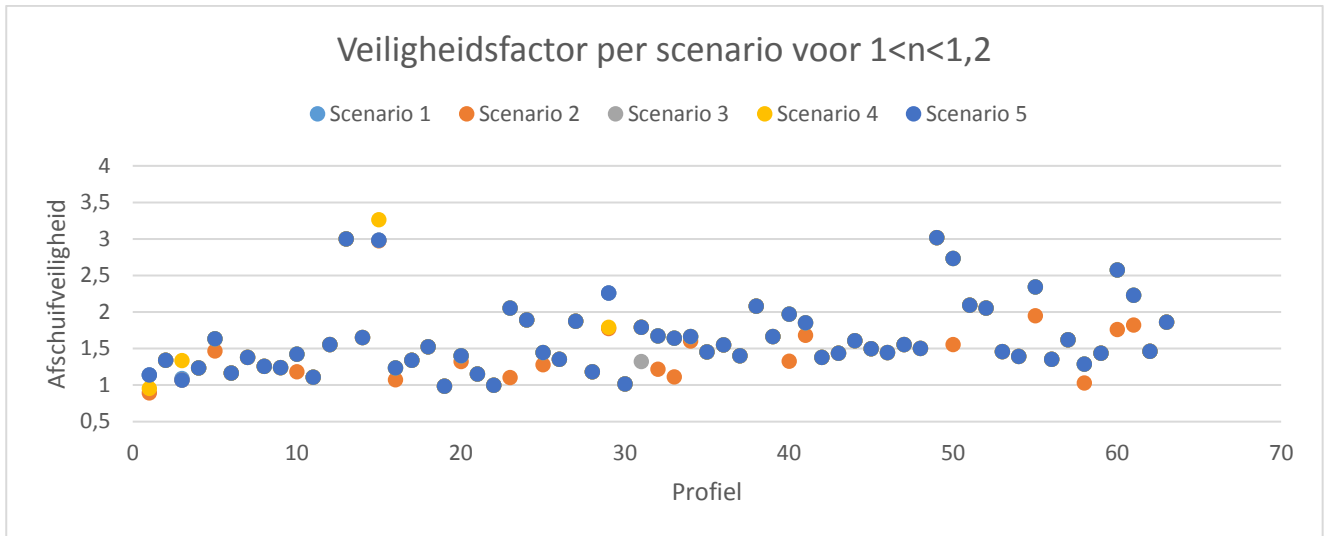
Tabel 4: Vergelijking resultaten alle scenario's

Scenario	1	2	3	4	5
Gemiddelde SF	1,597	1,563	1,631	1,619	1,643
Totaal ratio SF	-	0,979	1,021	1,013	1,028
Totaal Δ SF	-	-0,034	0,034	0,022	0,045
<i>Gemiddelde ratio SF</i>	-	<i>0,694</i>	<i>1,124</i>	<i>1,064</i>	<i>1,070</i>
<i>Standaarddeviatie ratio SF</i>	-	<i>0,088</i>	<i>0,111</i>	<i>0,073</i>	<i>0,074</i>
<i>Gemiddelde Δ SF (absoluut)</i>	-	<i>0,366</i>	<i>0,157</i>	<i>0,083</i>	<i>0,098</i>
<i>Standaarddeviatie Δ SF (absoluut)</i>	-	<i>0,260</i>	<i>0,143</i>	<i>0,118</i>	<i>0,101</i>

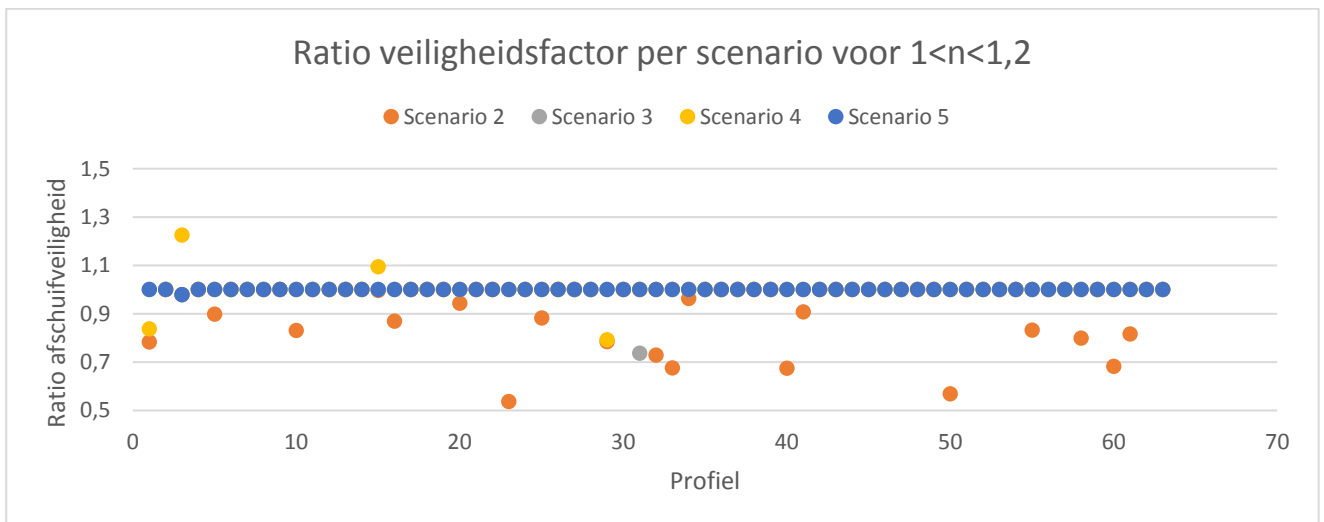
De tabel laat zien dat de gemiddelde afschuifveiligheid het laagst is voor scenario 2 en het hoogst voor scenario 5. Dit is volgens verwachting, aangezien er in scenario 2 meer sommen zijn waarvoor de sterkte in de opbarstzone gelijk is aan nul. In scenario 5 is de sterkte in de opbarstzone juist hoger dan in de andere scenario's, dus de afschuifveiligheid neemt daarmee toe.

Het valt op dat voor scenario 2 het effect per som vrij groot is, maar het effect op de totale set sommen slechts beperkt is. Dit heeft ermee te maken dat er slechts weinig sommen zijn met dikte deklaag $D < 4\text{m}$ en opbarstveiligheid $1 < n < 1,2$. Dit kleine aantal sommen heeft slechts beperkt invloed op de totale set. Voor scenario 5 lijkt dit andersom te zijn. Het effect per som is hier beperkt, maar omdat het veel sommen zijn is er toch nog een effect zichtbaar op de totale set.

Aan de hand van de onderstaande grafieken wordt nog iets dieper ingegaan op de verschillen tussen de scenario's. De sommen zijn opgesplitst in een set sommen met opbarstveiligheid $1 < n < 1,2$ (opdrijven) en $n < 1$ (opbarsten). Dit is de range waarin de verschillende scenario's veel van elkaar verschillen, en deze sommen zijn dus juist belangrijk om de verschillen tussen de scenario's te beschrijven.



Figuur 2: Veiligheidsfactor voor alle scenario's bij $1 < n < 1,2$

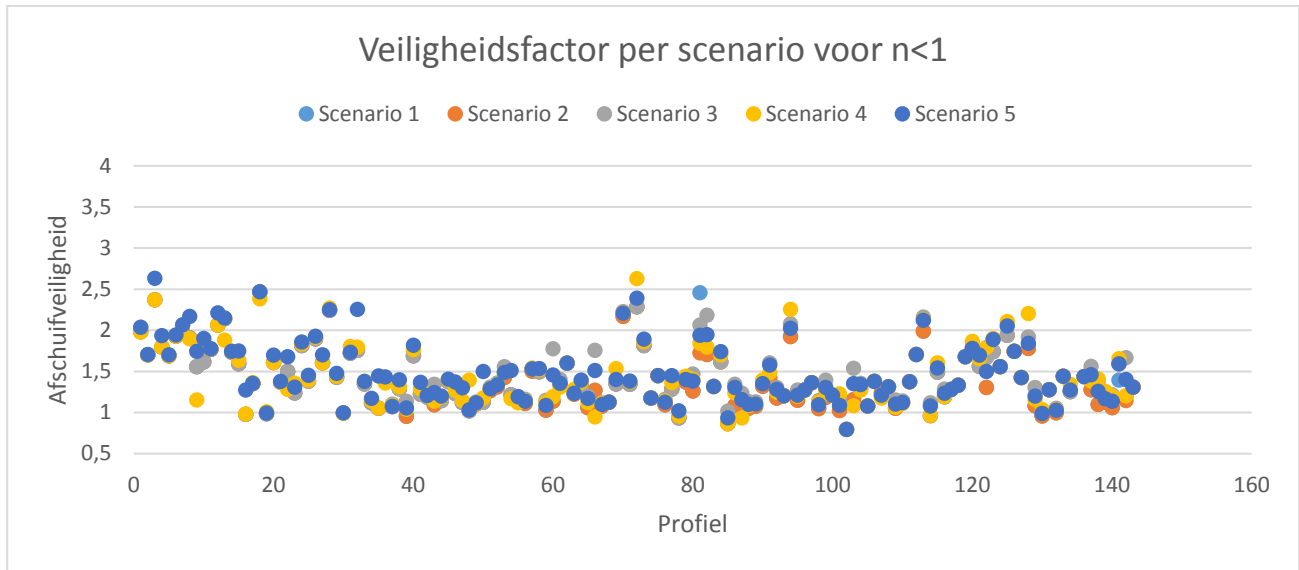


Figuur 3: Ratio veiligheidsfactor voor alle scenario's bij $1 < n < 1,2$

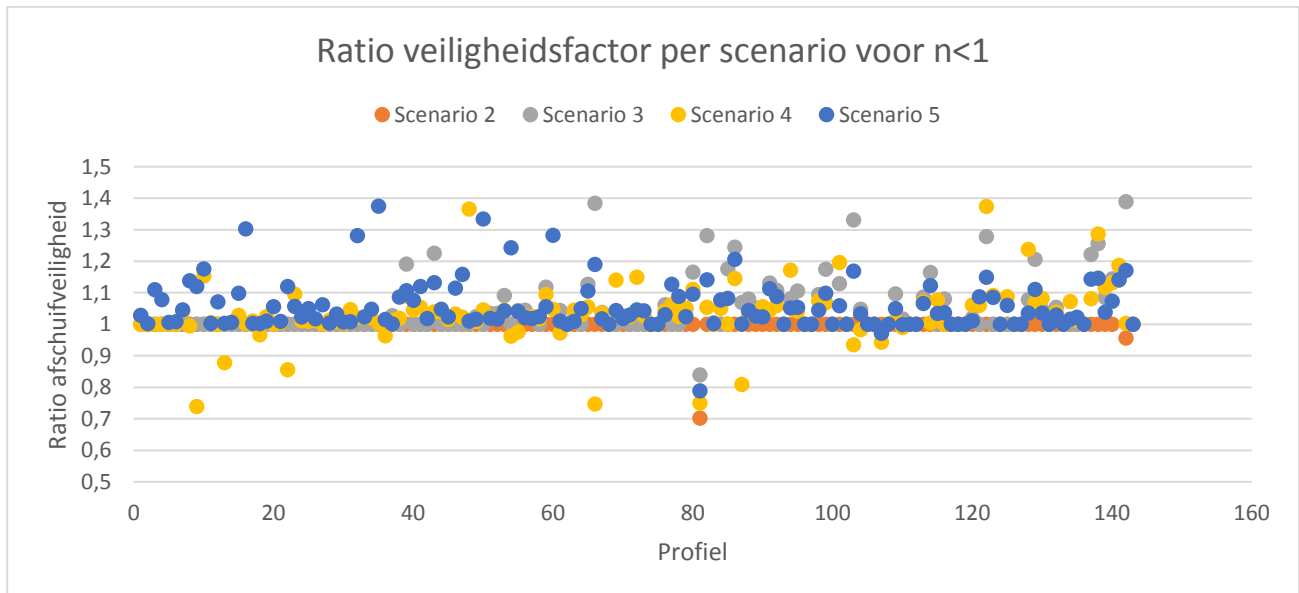
Figuur 2 en Figuur 3 laten de verschillen zien tussen de scenario's voor sommen met opbarstveiligheid $1 < n < 1,2$. Dit zijn 63 sommen, dus 27% van de sommen en daarmee representatief voor ongeveer 27% van de dijken in het Boven Rivierengebied.

De figuren laat zien dat veel van de sommen dezelfde uitkomst hebben voor alle scenario's. Het maakt voor deze sommen dus niet zo veel uit hoe opbarsten geschematiseerd wordt. Alleen voor scenario 2, waar c en $\phi = 0$ geldt voor $n < 1,2$ maakt het wel uit. In ongeveer 30% van de sommen in deze figuur liggen de oranje bolletjes lager dan de blauwe bolletjes (oftewel afschuifveiligheid scenario 2 lager dan scenario 1).

De keuze voor c en $\phi = 0$ bij $n < 1,2$ leidt dus in $27\% \cdot 30\% = 8\%$ van de dijken tot een lagere afschuifveiligheid. In Figuur 2 is echter ook te zien dat de meeste van deze dijken nog altijd een afschuifveiligheid hebben hoger dan 1,3. De keuze voor scenario 2 geeft derhalve een verbeteropgave van ongeveer 3% meer dan scenario 1.



Figuur 4: Veiligheidsfactor voor alle scenario's bij $n < 1$



Figuur 5: Ratio veiligheidsfactor voor alle scenario's bij $n < 1$

Er zijn 143 sommen met een opbarstveiligheid $n < 1$. Figuur 4 en Figuur 5 laten voor deze sommen zien hoe de verschillende scenario's zich tot elkaar verhouden. Het aantal van 143 sommen is 61% van de sommen in het Boven Rivierengebied. Scenario 5 (c en phi halveren) geeft een substantieel (meer dan factor 1,1) hogere veiligheid bij ongeveer 30 van 143 sommen (21%). Dit is 13% van alle dijken. Dit is vooral in Figuur 5 goed zichtbaar en komt overeen met de bevindingen uit Tabel 4.

Scenario 3 geeft hogere veiligheden (meer dan factor 1,1) voor ongeveer 15% (22) van de sommen. Scenario 4 geeft wisselende resultaten. Enkele sommen krijgen een lagere veiligheid dan in scenario 1 het geval was, ondanks dat de potentiaal wordt verlaagd. Dit heeft vooral te maken met de wijze waarop de verlaging geschematiseerd wordt. Dit is nu gedaan met een knik in de PL lijn ter plaatse van het opbarstpunt. In werkelijkheid zal de PL lijn al eerder dalen, wat zorgt voor een andere spanningsverdeling in de dijk en wat zal leiden tot hogere afschuifveiligheden. Het is van belang hier duidelijke afspraken over te maken wanneer dit scenario wordt gehanteerd. Ondanks dat enkele sommen lagere waarden geven is scenario 4 wel een kansrijk scenario.

Scenario 2 wijkt bij de sommen met $n < 1$ niet af van scenario 1, omdat dit scenario alleen andere resultaten geeft voor $1 < n < 1,2$.

3.2 Scenario A en B

Voor Scenario A (ongedraineerd rekenen) zijn 15 sommen gekozen met een dikte van de deklaag tussen 5 en 6 m en opbarstveiligheid $1 < n < 1,2$. Hiermee zijn berekeningen met ongedraineerd rekenen vergeleken met de resultaten uit scenario 1 om de gevoeligheid van de ongedraineerde parameters te bepalen. Daarna zijn ook 15 sommen gemaakt met dikte deklaag tussen 3 en 4 m en opbarstveiligheid < 1 met dezelfde ongedraineerd parameters.

Voor scenario B (TR Macro) zijn slechts 15 sommen beschikbaar die voldoen aan de eisen dikte deklaag < 4 m en opbarstveiligheid $1 < n < 1,2$. In deze sommen zijn de waarden voor c en ϕ aangepast naar de waarde zoals in concept TR Macro: $c_{\text{nieuw}} = 5 \cdot (n-1) \cdot c_{\text{origineel}}$. Hetzelfde geldt voor de waarde van ϕ . De resultaten van deze sommen zijn vergeleken met de resultaten van dezelfde sommen uit scenario 1 om het effect van TR macro te bepalen.

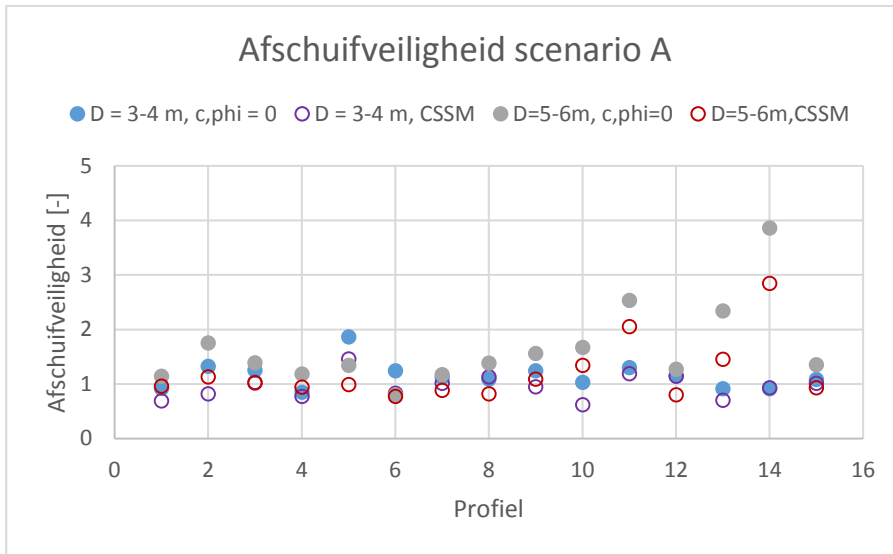
In Tabel 5 zijn de resultaten opgenomen van scenario A en B. Van scenario A zijn de resultaten van de sommen met dikte deklaag van 3 a 4 m ($c, \phi=0$) en dikte deklaag 5 a 6 m ($c, \phi=1$) apart weergegeven. Alle resultaten van scenario A en B zijn weergegeven in B.

Let op: de getoonde resultaten zijn verkregen met verschillende sets sommen. Het is dus niet de bedoeling de scenario's met elkaar te vergelijken.

Tabel 5: vergelijking resultaten scenario A en B

Scenario	A($c, \phi=0$)	A($c, \phi=1$)	B
Gemiddelde SF	0,95	1,20	1,78
Totaal ratio SF	0,83	0,73	0,92
Totaal Δ SF	0,20	0,45	0,16
Gemiddelde ratio SF	0,83	0,74	0,92
Standaarddeviatie ratio SF	0,14	0,10	0,08
Gemiddelde Δ SF (absoluut)	0,21	0,45	0,15
Standaarddeviatie Δ SF (absoluut)	0,16	0,26	0,17

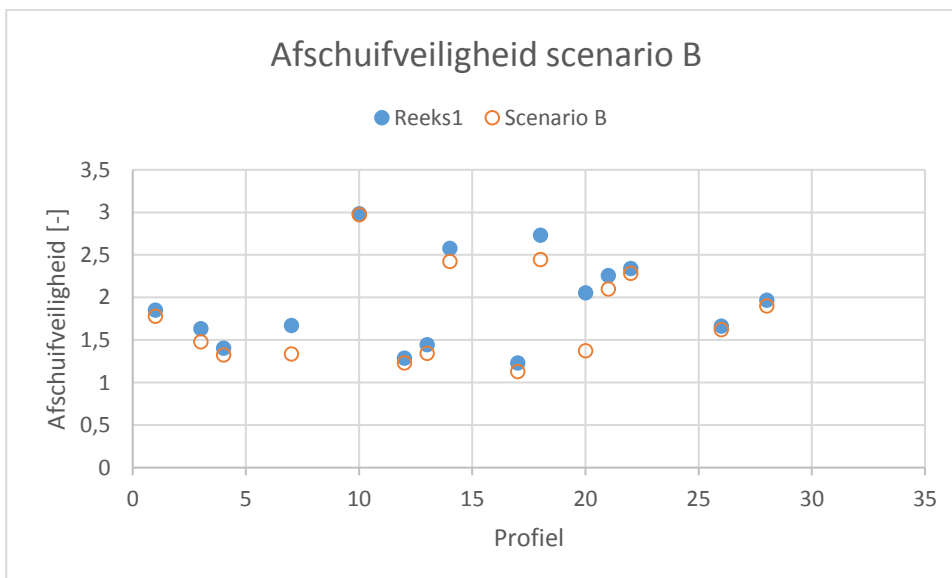
Scenario A geeft een ratio afschuifveiligheid van 0,83 bij een deklaag $D = 3$ a 4 m en $n < 1,0$. Bij een dikte van $D = 5$ a 6 m is de ratio 0,73 bij deklaag 5 a 6 m. Dus bij een opbarstveiligheid n tussen 1,0 en 1,2 heeft modelleren met CSSM verhoudingsgewijs veel invloed op de opbarstveiligheid. Dit is ook terug te zien in Figuur 6. De sommen met CSSM (open bolletjes) liggen in alle gevallen lager dan de sommen volgens scenario 1 (dichte bolletjes).



Figuur 6: Afschuifveiligheid scenario A ongedraineerd rekenen

In scenario B krijgen alle sommen lagere afschuifveiligheid (Figuur 7). Dit komt omdat alleen sommen met $D < 4m$ en $1 < n < 1,2$ worden beschouwd. Deze sommen hebben in het referentie scenario $c, \phi = 1$. Met TR Macro ($5 \cdot (n-1)$) en $1 < n < 1,2$ worden deze waarden altijd kleiner dan 100%.

Een lagere schuifspanning in de opbarstzone zorgt voor lagere afschuifveiligheid, maar het verschil is niet groot. In Tabel 5 is te zien dat de afschuifveiligheid gemiddeld een factor 0,92 lager uitkomen dan dezelfde sommen in scenario 1. Of dit ook een substantiële invloed heeft op het aantal af te keuren kilometers dijk wordt in de volgende paragraaf behandeld.



Figuur 7: Afschuifveiligheid scenario B

3.3 Consequentie voor afkeuren dijken

De invloed van verschillende scenario's is goed uit te drukken in het aantal dijken dat meer of minder wordt afgekeurd, wanneer een bepaalde methode van schematiseren wordt gebruikt. Indien toepassen van een bepaalde methode leidt tot een veel kleinere verbeteropgave, en daarmee een kleinere investering, is het interessant om uit te zoeken in hoeverre dit scenario fysisch correct is.

In deze paragraaf wordt een grove inschatting gemaakt van het aantal kilometers dat bij elk scenario goed- of afgekeurd wordt. Ook wordt een indicatie gegeven van de extra te maken of te besparen kosten. Hierbij is uitgegaan van dat het op orde brengen van 1 km dijk ongeveer 4M€ kost inclusief BTW en planvoorbereiding. De lengtes die zijn aangehouden per dijkkring staan in Tabel 6. Er wordt gerekend met een gemiddelde lengte van 1,68 km per vak.

Tabel 6: Aantal kilometer dijk per dijkkring

Dijkkring	Lengte [km]	Opmerkingen
15	23	
43	170	
44	32	
47	8	exclusief Arnhem = hoog achterland
48	50	exclusief Doetinchem = hoog achterland
49	20	exclusief Doesburg + Doetinchem + verholen keringen
50	10	exclusief Zutphen = hoog achterland
51	10	exclusief Verholen kering +A1
52	70	
Totaal	393	
Gem. km/som	1,68	op basis van 234 sommen

Tabel 7 laat zien hoeveel profielen er per scenario goedgekeurd worden. Er is uitgegaan van een minimale afschuifveiligheid van 1,1 met daarbovenop een schematiseringsfactor van 1,2. In scenario 2 worden de minste profielen goedgekeurd. De meeste profielen worden goedgekeurd in scenario 5. Dit scenario zorgt voor een kostenbesparing van ongeveer 114 M€ ten opzichte van scenario 1.

Ook het aantal sommen met $1 < n < 1,2$ waarvan de afschuifveiligheid hoger is dan 1,3 is weergegeven. Vooral scenario 2 heeft invloed op het afkeuren van sommen waarbij opdrijven een rol speelt, omdat in dit scenario deze sommen als opbarsten worden geschematiseerd.

Tabel 7: Aantal goedgekeurde vakken en kosten per scenario

Scenario	1	2	3	4	5
Aantal vakken SF \geq 1.3	152	147	166	159	169
$1 < n < 1,2$	49	44	49	50	49
Kosten [M€]	551	585	457	504	437
Goedkoper/duurder [M€]	-	-€ 34	€ 94	€ 47	€ 114

3.3.1 Scenario A en B

Voor scenario A en B is het aantal goedgekeurde profielen ($SF > 1,3$) weergegeven in Tabel 8. Het is duidelijk dat bij gebruik van ongedraineerd rekenen minder profielen worden goedgekeurd dan bij de normale rekenmethode. Dit is in lijn met de eerdere bevinding dat de afschuifveiligheden afnemen bij ongedraineerd rekenen in combinatie met inschattingen van de S-ratio en POP.

Tabel 8: Aantal goedgekeurde profielen in scenario A

SF>1,3	Gedraineerd	CSSM
c,phi = 0	2	1
c,phi = 1	10	4

Voor scenario B is het aantal goedgekeurde profielen in vergelijking met scenario 1 te zien in Tabel 9. Slechts één van de 15 profielen wordt extra afgekeurd.

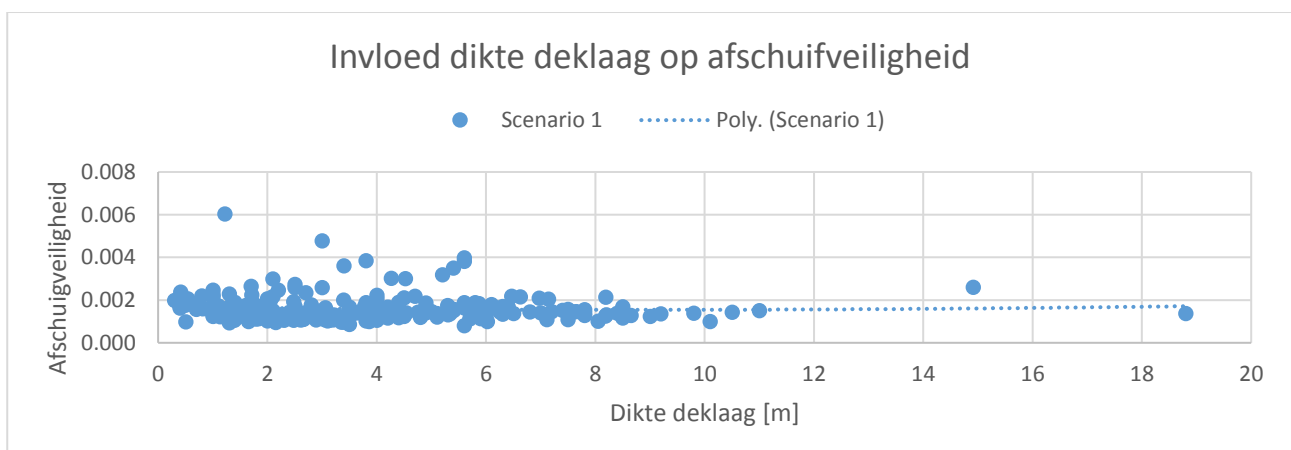
Tabel 9: Aantal goedgekeurde profielen scenario B

Scenario B	Scenario 1	Scenario B
Aantal vakken met SF>1.3	14	13

Scenario A en B worden niet uitgedrukt in aantal kilometers of kosten, omdat deze selecties sommen niet een goed beeld geven van de gehele situatie in het Boven Rivierengebied. Deze sommen zijn geselecteerd zodat het effect kan worden bepaald op de sommen waarbij deze scenario's een rol spelen.

3.4 Invloed parameters

In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de invloed van verschillende parameters op de opbarst- en afschuifveiligheid. Hiervoor zijn de sommen van scenario 1 gebruikt.

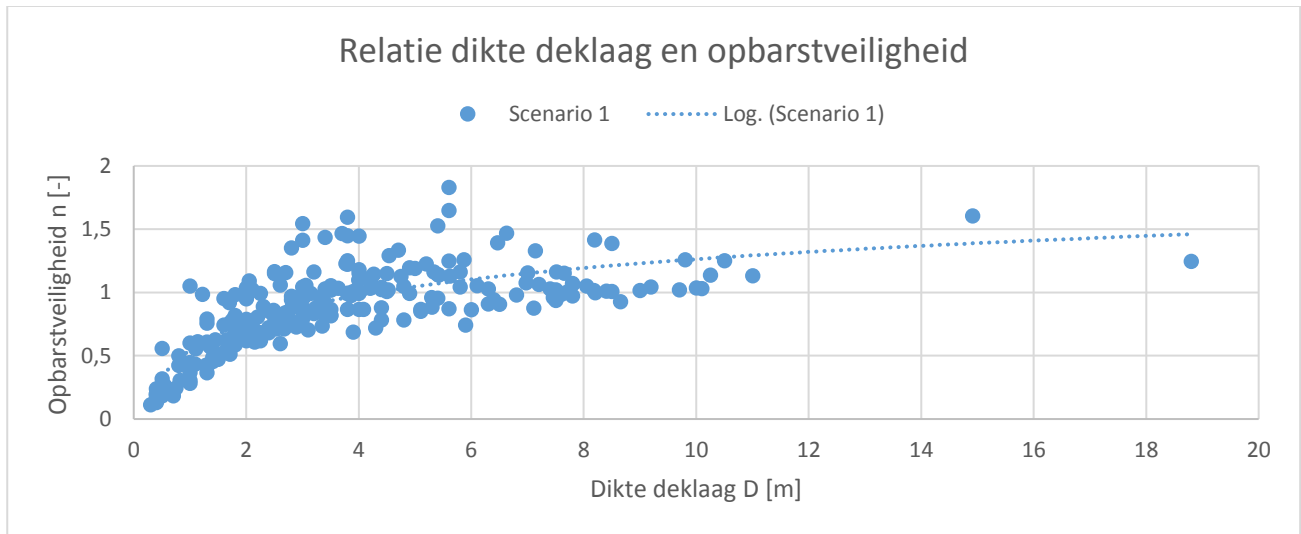


Figuur 8: invloed dikte deklaag op afschuifveiligheid

De dikte van de deklaag heeft maar een beperkte invloed op de afschuifveiligheid. In principe zijn de meeste dijken zo aangelegd dat de afschuifveiligheid grofweg tussen de 1 en 2 ligt. Dunnere deklagen hebben bijvoorbeeld een grotere cohesie of lagere stijghoogte waardoor de afschuifveiligheid nog steeds beperkt is. Figuur 8 laat zien dat de dikte van de deklaag weinig invloed heeft op de afschuifveiligheid.

Figuur 9 laat de relatie zien tussen de dikte van de deklaag en de opbarstveiligheid. Er is enigszins een trend waarneembaar waarbij een dikkere deklaag leidt tot een hogere opbarstveiligheid. De trendlijn is min of meer logaritmisch, maar het blijft een tamelijk sterk verspreide puntenwolk. Een veel dikkere deklaag leidt niet noodzakelijkerwijs tot een veel hogere opbarstveiligheid.

De figuur laat wel goed zien dat er veel sommen zijn met $n < 1,2$ en een deklaag dikker dan 4m. Deze sommen worden niet beschouwd voor opbarsten of opdrijven. Er zijn ongeveer 30 sommen (13%) waarvoor geldt dat $1 < n < 1,2$ en $D > 4m$. Het kan dus belangrijk zijn om opbarsten en opdrijven te bekijken voor deklaagen dikker dan 4m.



Figuur 9: Relatie dikte deklaag en opbarstveiligheid

4 CONCLUSIE

Voor de sommen met $1 < n < 1,2$ maakt het niet zo veel uit welk scenario er wordt gebruikt. Scenario 2 leidt bij ongeveer 8% van de dijken tot een lagere afschuifveiligheid. Dit zorgt voor een toename van de verbeteropgave van ongeveer 3%.

Voor de sommen met $n < 1$ geldt dat scenario 5 een substantiële verhoging van factor 1,1 geeft van de afschuifveiligheid. Dit geldt voor 12% van alle sommen. Omdat er een groot aantal sommen is dat positief wordt beïnvloed door dit scenario is het effect het grootst. Ook uitgedrukt in euro's is dit het meest interessante scenario, want het leidt tot een geschatte besparing van 114 M€ in het Boven Rivierengebied. Het is interessant om te onderzoeken of dit scenario fysisch correct is.

Scenario 4 is een kansrijk scenario, maar de manier waarop de verlaging van de potentiaal wordt geschematiseerd is van invloed op de effectiviteit van de sommen. Er zal nader onderzoek gedaan moeten worden naar de precieze invloed hiervan.

Schematiseren met CSSM lijkt vooral invloed te hebben op sommen waar geldt dat $1 < n < 1,2$. De opbarstveiligheid is hier lager dan bij de gewone schematisatie.

In deze consequentieanalyse is slechts gekeken naar het effect van het verlagen van de dikte van de deklaag waarbij opbarsten optreedt naar 2m. Er zijn echter nog veel sommen met een dikte van de deklaag groter dan 4m en een opbarstveiligheid van $n < 1,2$, waarbij opbarsten en opdrijven dus een rol speelt. Nu wordt er vanuit gegaan dat deze situatie nooit tot opbarsten leidt, omdat deklagen van 4m te zwaar zijn voor opbarsten en, in het geval van lichte grondsoorten, dat de cohesie van de grondsoort groot genoeg is om opbarsten tegen te gaan. Omdat het gaat om zo'n groot aantal profielen lijkt het interessant om toch een consequentieanalyse te doen waarbij de dikte van de deklaag, waarbij opbarsten een rol speelt, wordt verhoogd, eventueel aangevuld met fysisch onderzoek. Dit kan relatief eenvoudig met de verzameling sommen en de automatiseringsprogramma's van Arcadis.

Scenario A en B geven beide interessante resultaten. Beide scenario's resulteren in lagere veiligheidsfactoren voor nagenoeg alle beschouwde sommen. Aangezien deze selecties sommen niet een representatief beeld geven van het hele boven rivierengebied is het moeilijk om aan de hand van deze resultaten een inschatting te maken van de extra kosten of kostenbesparing die deze scenario's met zich mee brengen. Het is daarom interessant om deze scenario's te beschouwen voor de gehele set sommen.

Resultaten kunnen eenvoudig en duidelijk worden gepresenteerd door middel van GIS afbeeldingen. Het is daarom nuttig om meer plaatjes te maken zoals Figuur 1.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03011.000381

Onze referentie: 078970456 A

BIJLAGE A REKENRESULTATEN SCENARIO 1 T/M 5

Bestand	Scenario 1			Scenario 2				Scenario 3			
	C=phi=0/1	Potentiaal	SF	C=phi=0/1	Potentiaal	SF	ΔSF	C=phi=0/1	Potentiaal	SF	ΔSF
DR15_dp111_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.353	1	huidig	1.353	1.00	1	huidig	1.353	1.00
DR15_dp122_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.307	1	grens	1.307	1.00	1	grens	1.307	1.00
DR15_dp13_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.237	1	huidig	1.237	1.00	1	huidig	1.237	1.00
DR15_dp140_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	0.985	1	huidig	0.985	1.00	1	huidig	0.985	1.00
DR15_dp158_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	0.998	1	huidig	0.998	1.00	1	huidig	0.998	1.00
DR15_dp171.5_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.126	1	grens	1.126	1.00	1	grens	1.126	1.00
DR15_dp175_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.108	1	huidig	1.108	1.00	1	huidig	1.108	1.00
DR15_dp185.5_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.498	1	huidig	1.498	1.00	1	huidig	1.498	1.00
DR15_dp18_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.555	1	huidig	1.555	1.00	1	huidig	1.555	1.00
DR15_dp191_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.445	1	huidig	1.445	1.00	1	huidig	1.445	1.00
DR15_dp46_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.377	1	huidig	1.377	1.00	1	huidig	1.377	1.00
DR15_dp48_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.163	1	huidig	1.163	1.00	1	huidig	1.163	1.00
DR15_dp54_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.745	1	grens	1.745	1.00	1	grens	1.745	1.00
DR15_dp69_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.687	1	huidig	1.687	1.00	1	huidig	1.687	1.00
DR15_dp75_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.365	1	huidig	1.365	1.00	1	huidig	1.365	1.00
DR15_dpM11_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.361	1	grens	1.361	1.00	1	grens	1.361	1.00
DR15_dpM34.5_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.282	1	grens	1.282	1.00	1	grens	1.282	1.00
DR43_DD002_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.690	0	grens	1.690	1.00	0	grens	1.690	1.00
DR43_DD007_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.095	0	grens	1.095	1.00	1	grens	1.342	1.23
DR43_DD019_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.394	1	grens	1.591	1.14	1	grens	1.591	1.14
DR43_DD022_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	0.956	0	grens	0.956	1.00	1	grens	1.000	1.05
DR43_DD027_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.186	0	grens	1.186	1.00	0	grens	1.186	1.00

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
DR43_DD035_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.100	0	grens	1.100	1.00	1	grens	1.127	1.02
DR43_DD044_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.553	1	huidig	1.553	1.00	1	huidig	1.553	1.00
DR43_DD050_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.135	0	grens	1.135	1.00	1	grens	1.775	1.56
DR43_DD059_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.060	0	grens	1.060	1.00	1	grens	1.195	1.13
DR43_DD073_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.792	1	huidig	1.792	1.00	1	huidig	1.320	0.74
DR43_DD086_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.367	0	grens	1.367	1.00	0	grens	1.367	1.00
DR43_DD087_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.980	0	grens	1.980	1.00	0	grens	2.035	1.03
DR43_DD098_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.314	0	grens	1.314	1.00	1	grens	1.320	1.00
DR43_DD106_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.353	1	huidig	1.353	1.00	1	huidig	1.353	1.00
DR43_DD123_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.092	0	grens	1.092	1.00	1	grens	1.160	1.06
DR43_DD141_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	0.998	0	grens	0.998	1.00	1	grens	1.052	1.05
DR43_DD160_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.850	0	huidig	1.680	0.91	1	huidig	1.850	1.00
DR43_DD167_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.121	0	grens	1.121	1.00	0	grens	1.121	1.00
DR43_DD184_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.425	0	grens	1.425	1.00	1	grens	1.555	1.09
DR43_DD187_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.123	0	grens	1.123	1.00	0	grens	1.123	1.00
DR43_DD195_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.080	0	grens	1.080	1.00	1	grens	1.344	1.24
DR43_DD199_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.268	0	grens	1.268	1.00	1	grens	1.755	1.38
DR43_DD205_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.156	0	grens	1.156	1.00	1	grens	1.539	1.33
DR43_DD217_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.141	1	huidig	2.141	1.00	1	huidig	2.141	1.00
DR43_DD232_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.997	1	huidig	2.997	1.00	1	huidig	2.997	1.00
DR43_DD238_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.498	0	grens	1.498	1.00	0	grens	1.498	1.00
DR43_DD245_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.241	0	grens	2.241	1.00	0	grens	2.241	1.00
DR43_DD255_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.410	0	grens	1.410	1.00	0	grens	1.410	1.00
DR43_DD261_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.233	1	huidig	1.233	1.00	1	huidig	1.233	1.00

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
DR43_DD267_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.463	0	grens	2.463	1.00	0	grens	2.463	1.00
DR43_DD271_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.434	1	huidig	1.434	1.00	1	huidig	1.434	1.00
DR43_DD291_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.123	0	grens	1.123	1.00	1	grens	1.142	1.02
DR43_DD310_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.701	0	grens	1.701	1.00	0	grens	1.701	1.00
DR43_DD311_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.074	0	grens	1.074	1.00	1	grens	1.130	1.05
DR43_DD313_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.459	1	huidig	1.459	1.00	1	huidig	1.459	1.00
DR43_DD317_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.313	0	grens	1.313	1.00	1	grens	1.358	1.03
DR43_DD325_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.077	0	grens	1.077	1.00	1	grens	1.117	1.04
DR43_DR003_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.141	0	grens	2.141	1.00	0	grens	2.141	1.00
DR43_DR004_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.294	0	grens	1.294	1.00	1	grens	1.356	1.05
DR43_DR026_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.631	0	huidig	1.465	0.90	1	huidig	1.631	1.00
DR43_DR032_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.246	0	grens	1.246	1.00	1	grens	1.211	0.97
DR43_DR034_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.145	0	grens	1.145	1.00	1	grens	1.195	1.04
DR43_DR036_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.153	0	grens	1.153	1.00	1	grens	1.233	1.07
DR43_DR047_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.402	0	huidig	1.323	0.94	1	huidig	1.402	1.00
DR43_DR049_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.620	1	huidig	1.620	1.00	1	huidig	1.620	1.00
DR43_DR053_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.607	1	huidig	1.607	1.00	1	huidig	1.607	1.00
DR43_DR056_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.343	0	grens	1.343	1.00	1	grens	1.401	1.04
DR43_DR068_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.380	1	huidig	1.380	1.00	1	huidig	1.380	1.00
DR43_DR075_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.557	0	grens	1.557	1.00	0	grens	1.557	1.00
DR43_DR097_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.015	1	huidig	3.015	1.00	1	huidig	3.015	1.00
DR43_DR121_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.420	0	huidig	1.180	0.83	1	huidig	1.420	1.00
DR43_DR160_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.643	0	huidig	1.110	0.68	1	huidig	1.643	1.00
DR43_DR166c_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.686	1	huidig	1.686	1.00	1	huidig	1.686	1.00

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
DR43_DR167_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.260	0	grens	1.260	1.00	1	grens	1.468	1.17
DR43_DR170_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.276	0	grens	1.276	1.00	1	grens	1.559	1.22
DR43_DR180_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.989	0	grens	1.989	1.00	1	grens	2.161	1.09
DR43_DR202_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.779	0	grens	1.779	1.00	1	grens	1.918	1.08
DR43_DR207_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.175	0	grens	1.175	1.00	1	grens	1.302	1.11
DR43_DR210_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.138	1	huidig	2.138	1.00	1	huidig	2.138	1.00
DR43_DR222_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.327	0	grens	1.327	1.00	0	grens	1.327	1.00
DR43_DR228_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.284	0	grens	1.284	1.00	0	grens	1.284	1.00
DR43_DT047_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.894	0	grens	1.894	1.00	0	grens	1.894	1.00
DR43_DT051_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.430	0	grens	1.430	1.00	0	grens	1.430	1.00
DR43_DT055_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.143	0	grens	1.143	1.00	0	grens	1.143	1.00
DR43_DT063_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.320	0	grens	1.320	1.00	1	grens	1.376	1.04
DR43_DT070_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.382	0	grens	1.382	1.00	0	grens	1.382	1.00
DR43_DT077_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.212	1	grens	1.212	1.00	1	grens	1.212	1.00
DR43_DT093_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.264	0	grens	1.264	1.00	1	grens	1.308	1.03
DR43_DT097_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.050	0	grens	1.050	1.00	1	grens	1.134	1.08
DR43_DT103_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	0.793	1	grens	0.793	1.00	1	grens	0.793	1.00
DR43_DT106_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.111	0	grens	1.111	1.00	1	grens	1.161	1.05
DR43_DT108_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.704	1	grens	1.704	1.00	1	grens	1.704	1.00
DR43_DT115_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.734	0	grens	1.734	1.00	0	grens	1.734	1.00
DR43_DT122_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.376	1	grens	1.376	1.00	1	grens	1.376	1.00
DR43_DT130_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.447	1	grens	1.447	1.00	1	grens	1.447	1.00
DR43_DT142_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.224	0	grens	1.224	1.00	1	grens	1.247	1.02
DR43_DT145_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.311	1	grens	1.311	1.00	1	grens	1.311	1.00

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
DR43_DT148_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.203	1	grens	1.203	1.00	1	grens	1.203	1.00
DR43_DT152_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.600	1	grens	1.600	1.00	1	grens	1.600	1.00
DR43_DT187_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.014	1	huidig	1.014	1.00	1	huidig	1.014	1.00
DR43_DT206_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.767	0	grens	1.767	1.00	0	grens	1.767	1.00
DR43_DT215_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.181	1	huidig	2.181	1.00	1	huidig	2.181	1.00
DR43_RB091_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.046	1	huidig	2.046	1.00	1	huidig	2.046	1.00
DR43_RB102_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.834	1	huidig	1.834	1.00	1	huidig	1.834	1.00
DR43_RB103_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.390	1	huidig	1.390	1.00	1	huidig	1.390	1.00
DR43_RB131_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.050	0	grens	1.050	1.00	0	grens	1.050	1.00
DR43_RB139_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.346	0	grens	1.346	1.00	0	grens	1.346	1.00
DR43_RB161_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.080	0	grens	1.080	1.00	1	grens	1.303	1.21
DR43_RB169_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.372	0	grens	1.372	1.00	0	grens	1.372	1.00
DR43_RB185_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.342	0	grens	1.342	1.00	0	grens	1.342	1.00
DR43_RB206_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.671	0	huidig	1.218	0.73	1	huidig	1.671	1.00
DR43_RB217_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.228	0	grens	1.228	1.00	0	grens	1.228	1.00
DR43_RB282_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.062	0	grens	2.062	1.00	0	grens	2.062	1.00
DR43_RB283_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.907	0	grens	1.907	1.00	0	grens	1.907	1.00
DR43_RB293_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.180	1	huidig	1.180	1.00	1	huidig	1.180	1.00
TG124_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.433	1	huidig	1.433	1.00	1	huidig	1.433	1.00
TG139_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.429	1	huidig	1.429	1.00	1	huidig	1.429	1.00
TG144_STBI_UplifVan_cphi0.sti	0	grens	1.024	0	grens	1.024	1.00	1	grens	1.156	1.13
TG153_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.377	1	huidig	1.377	1.00	1	huidig	1.377	1.00
TG157_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	1.046	0	grens	1.046	1.00	1	grens	1.145	1.09
TG160_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	0.953	0	grens	0.953	1.00	1	grens	1.135	1.19

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
TG172_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	1.190	0	grens	1.190	1.00	1	grens	1.285	1.08
TG176_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	1.072	0	grens	1.072	1.00	1	grens	1.101	1.03
TG181+47_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.254	1	huidig	1.254	1.00	1	huidig	1.254	1.00
TG184+50_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	0.863	0	grens	0.863	1.00	1	grens	1.015	1.18
TG189_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	1.351	0	grens	1.351	1.00	0	grens	1.351	1.00
TG195_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	0.983	0	grens	0.983	1.00	0	grens	0.983	1.00
TG198+20_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	1.027	0	grens	1.027	1.00	1	grens	1.148	1.12
TG199+25_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	0.991	0	grens	0.991	1.00	0	grens	0.991	1.00
TG211_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.177	1	grens	1.177	1.00	1	grens	1.177	1.00
TG251_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	grens	1.369	0	grens	1.369	1.00	1	grens	1.437	1.05
TG283+93_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.078	1	grens	1.078	1.00	1	grens	1.078	1.00
TG299_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.271	1	grens	1.271	1.00	1	grens	1.271	1.00
TG310_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	2.079	1	huidig	2.079	1.00	1	huidig	2.079	1.00
TG327_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.340	1	huidig	1.340	1.00	1	huidig	1.340	1.00
TG336_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.678	1	grens	1.678	1.00	1	grens	1.678	1.00
TG342_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.089	1	huidig	1.066	0.98	1	huidig	1.066	0.98
dr44_hm 171+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.555	1	grens	1.555	1.00	1	grens	1.555	1.00
dr44_hm 234_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.440	1	grens	1.440	1.00	1	grens	1.440	1.00
dr44_hm 241+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.435	1	grens	1.435	1.00	1	grens	1.435	1.00
dr44_hm 243+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.339	1	huidig	1.339	1.00	1	huidig	1.339	1.00
DR44_hm152_Lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.425	1	grens	1.425	1.00	1	grens	1.425	1.00
dr44_hm161_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.521	1	huidig	1.521	1.00	1	huidig	1.521	1.00
dr44_hm163_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.399	1	huidig	1.399	1.00	1	huidig	1.399	1.00
dr44_hm167_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.276	1	grens	1.276	1.00	1	grens	1.276	1.00

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
dr44_hm169+70_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.547	1	huidig	1.547	1.00	1	huidig	1.547	1.00
dr44_hm170_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.330	1	grens	1.330	1.00	1	grens	1.330	1.00
dr44_hm203_lekdijk_stbi_U_Cphi0_v02.sti	1	huidig	1.454	1	huidig	1.454	1.00	1	huidig	1.454	1.00
dr44_hm239_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.374	1	grens	1.374	1.00	1	grens	1.374	1.00
47-059+90_busbaan Pleijroute_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	2.982	0	huidig	2.973	1.00	1	huidig	2.982	1.00
47-062+60_oprit spoorbrug_stbi_U_Cphi0.sti	0	grens	1.815	0	grens	1.815	1.00	0	grens	1.815	1.00
47-064+20_aansluiting Schaapdijk_stbi_U_Cphi0.sti	0	grens	1.927	0	grens	1.927	1.00	0	grens	1.927	1.00
47-066_Schaapdijk_stbi_U_Cphi0.sti	0	huidig	1.198	0	grens	1.145	0.96	1	grens	1.664	1.39
47-075_Schaapdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.874	1	huidig	1.874	1.00	1	huidig	1.874	1.00
47-076_Schaapdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	0	grens	1.303	0	grens	1.303	1.00	1	grens	1.666	1.28
47-090_Broekdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.665	1	huidig	1.665	1.00	1	huidig	1.665	1.00
47-094_Broekdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.889	1	huidig	1.889	1.00	1	huidig	1.889	1.00
47-099_Veerweg_stbi_U_Cphi0.sti	0	grens	1.150	0	grens	1.150	1.00	1	grens	1.271	1.11
47-104_A348_stbi_U_Cphi0.sti	0	grens	1.795	0	grens	1.795	1.00	0	grens	1.795	1.00
47-111+25_A348 afrit_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.287	0	huidig	1.028	0.80	1	huidig	1.287	1.00
DR48_003_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.215	0	grens	1.215	1.00	0	grens	1.215	1.00
DR48_005_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.704	0	grens	1.704	1.00	1	grens	2.183	1.28
DR48_035_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.870	1	huidig	1.870	1.00	1	huidig	1.870	1.00
DR48_040_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.446	0	huidig	1.276	0.88	1	huidig	1.446	1.00
DR48_043+50_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.923	0	grens	1.923	1.00	1	grens	2.079	1.08
DR48_047_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.813	1	huidig	3.813	1.00	1	huidig	3.813	1.00
DR48_049+40_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.720	0	grens	1.720	1.00	0	grens	1.720	1.00
DR48_051+50_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.688	0	grens	1.688	1.00	0	grens	1.688	1.00
DR48_054+60_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.576	0	huidig	1.758	0.68	1	huidig	2.576	1.00

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
DR48_062+50_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.759	0	grens	1.759	1.00	1	grens	1.793	1.02
DR48_081_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.862	1	huidig	1.862	1.00	1	huidig	1.862	1.00
DR48_085_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.167	0	grens	2.167	1.00	1	grens	2.225	1.03
DR48_088_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.496	0	grens	1.496	1.00	0	grens	1.496	1.00
DR48_105_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.650	1	huidig	1.650	1.00	1	huidig	1.650	1.00
DR48_115_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.391	1	huidig	1.391	1.00	1	huidig	1.391	1.00
DR48_129_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.502	0	grens	1.502	1.00	1	grens	1.539	1.02
DR48_134_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.050	0	grens	1.050	1.00	1	grens	1.151	1.10
DR48_142_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.372	0	grens	2.372	1.00	0	grens	2.372	1.00
DR48_150_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.815	0	grens	1.815	1.00	0	grens	1.815	1.00
DR48_168+50_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.137	0	huidig	0.891	0.78	1	huidig	1.137	1.00
DR48_195_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.237	0	grens	1.237	1.00	0	grens	1.237	1.00
DR48_249+30_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.054	1	huidig	2.054	1.00	1	huidig	2.054	1.00
DR48_259_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.500	1	huidig	1.500	1.00	1	huidig	1.500	1.00
DR48_281_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.232	0	huidig	1.071	0.87	1	huidig	1.232	1.00
DR48_310_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.174	1	huidig	2.174	1.00	1	huidig	2.174	1.00
DR48_314_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.878	1	huidig	1.878	1.00	1	huidig	1.878	1.00
DR48_318_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	0.960	0	grens	0.960	1.00	1	grens	1.118	1.16
DR48_330_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.503	1	huidig	3.503	1.00	1	huidig	3.503	1.00
DR48_359_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.179	1	huidig	3.179	1.00	1	huidig	3.179	1.00
DR48_373_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.730	0	huidig	1.552	0.57	1	huidig	2.730	1.00
DR48_385_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.490	0	grens	1.490	1.00	0	grens	1.490	1.00
DR48_404_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.221	0	grens	1.221	1.00	0	grens	1.221	1.00
DR48_409_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.615	0	grens	1.615	1.00	0	grens	1.615	1.00

	Scenario 1				Scenario 2				Scenario 3			
DR48_419_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.053	0	huidig	1.103	0.54	1	huidig	2.053	1.00	
DR49_052+80_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	2.258	0	huidig	1.773	0.79	1	huidig	2.258	1.00	
DR49_076+75_stbi_U_cphi0.sti	0	huidig	2.456	0	grens	1.724	0.70	1	grens	2.062	0.84	
DR49_160+18_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.340	0	huidig	1.949	0.83	1	huidig	2.340	1.00	
DR49_164+80_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.021	0	grens	1.021	1.00	0	grens	1.021	1.00	
DR49_185+77_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	2.286	0	grens	2.286	1.00	0	grens	2.286	1.00	
DR49_193+72_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.417	0	grens	1.417	1.00	1	grens	1.603	1.13	
DR49_212+95_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.125	0	grens	1.125	1.00	1	grens	1.221	1.09	
DR49_216+60_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.839	1	huidig	3.839	1.00	1	huidig	3.839	1.00	
DR49_217+90_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.581	1	huidig	2.581	1.00	1	huidig	2.581	1.00	
DR49_224+83_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.757	0	grens	1.757	1.00	0	grens	1.757	1.00	
DR49_247+90_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.739	0	grens	1.739	1.00	0	grens	1.739	1.00	
DR49_279+27_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.976	0	grens	1.976	1.00	0	grens	1.976	1.00	
DR49_283+80_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.094	1	huidig	2.094	1.00	1	huidig	2.094	1.00	
DR49_291+27_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.561	0	grens	1.561	1.00	0	grens	1.561	1.00	
DR49_319+19_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.617	0	grens	1.617	1.00	0	grens	1.617	1.00	
DR49_324+20_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	0.978	0	grens	0.978	1.00	0	grens	0.978	1.00	
50-036_Den Eltwerweg_STBI_U_Cphi0.sti	0	grens	1.602	0	grens	1.602	1.00	0	grens	1.602	1.00	
50-044_Harenberg_STBI_U_Cphi0.sti	0	grens	1.288	0	grens	1.288	1.00	0	grens	1.288	1.00	
50-064_Harenberg-N348_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.664	0	huidig	1.602	0.96	1	huidig	1.664	1.00	
50-073_N348-Helbergen_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	4.764	1	huidig	4.764	1.00	1	huidig	4.764	1.00	
50-080_Helbergen_ophoging_STBI_U_Cphi0.sti	0	grens	6.032	0	grens	6.032	1.00	0	grens	6.032	1.00	
50-085+60_Helbergen_STBI_U_Cphi0.sti	0	huidig	3.980	1	huidig	3.980	1.00	1	huidig	3.980	1.00	
50-103_Houthaven_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	2.639	1	huidig	2.639	1.00	1	huidig	2.639	1.00	

	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3				
50-109+50_Marshaven_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.772	1	huidig	1.772	1.00	1	huidig	1.772	1.00
50-125+30_Letlandsestraat_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.191	1	huidig	1.191	1.00	1	huidig	1.191	1.00
50-133_stortplaats De Pol_STBI_U_Cphi0.sti	0	grens	1.252	0	grens	1.252	1.00	0	grens	1.252	1.00
50-136_stortplaats Twenthekanaal_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.420	1	huidig	1.420	1.00	1	huidig	1.420	1.00
DR51_dp055_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.194	1	huidig	2.194	1.00	1	huidig	2.194	1.00
DR51_dp096+40_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.968	0	huidig	1.327	0.67	1	huidig	1.968	1.00
DR51_dp122_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.607	1	huidig	3.607	1.00	1	huidig	3.607	1.00
DR52_DP092_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	0.935	0	grens	0.935	1.00	0	grens	0.935	1.00
DR52_DP161_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.227	0	huidig	1.819	0.82	1	huidig	2.227	1.00
DR52_DP183_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.937	0	grens	1.937	1.00	0	grens	1.937	1.00
DR52_DP425_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.601	1	huidig	2.601	1.00	1	huidig	2.601	1.00
DR52_DP435_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.345	0	grens	1.345	1.00	0	grens	1.345	1.00
DR52_DP455_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.590	0	grens	1.590	1.00	0	grens	1.590	1.00
DR52_DP473_sbti_U_cphi0.sti	0	grens	1.060	0	grens	1.060	1.00	1	grens	1.213	1.14
DR52_DP485_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.185	0	grens	1.185	1.00	1	grens	1.392	1.17
DR52_DP503_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.151	1	huidig	1.151	1.00	1	huidig	1.151	1.00
DR52_DP521_sbti_U_cphi0.sti	0	grens	1.607	0	grens	1.607	1.00	0	grens	1.607	1.00
DR52_DP588_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.460	1	huidig	1.460	1.00	1	huidig	1.460	1.00
DR52_DP613_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.096	0	grens	1.096	1.00	1	grens	1.377	1.26
DR52_DP633_stbi_U_cphi0.sti	0	grens	1.117	0	grens	1.117	1.00	0	grens	1.117	1.00

Bestand	Scenario 4				Scenario 5			
	C=phi=0/1	Potentiaal	SF	ΔSF	C=phi=0/1	Potentiaal	SF	ΔSF
DR15_dp111_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.353	1.00	1	huidig	1.353	1.00
DR15_dp122_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.307	1.00	1	grens	1.307	1.00
DR15_dp13_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.237	1.00	1	huidig	1.237	1.00
DR15_dp140_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	0.985	1.00	1	huidig	0.985	1.00
DR15_dp158_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	0.998	1.00	1	huidig	0.998	1.00
DR15_dp171.5_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.126	1.00	1	grens	1.126	1.00
DR15_dp175_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.108	1.00	1	huidig	1.108	1.00
DR15_dp185.5_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.498	1.00	1	huidig	1.498	1.00
DR15_dp18_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.555	1.00	1	huidig	1.555	1.00
DR15_dp191_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.445	1.00	1	huidig	1.445	1.00
DR15_dp46_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.377	1.00	1	huidig	1.377	1.00
DR15_dp48_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.163	1.00	1	huidig	1.163	1.00
DR15_dp54_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.745	1.00	1	grens	1.745	1.00
DR15_dp69_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.687	1.00	1	huidig	1.687	1.00
DR15_dp75_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.365	1.00	1	huidig	1.365	1.00
DR15_dpM11_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.361	1.00	1	grens	1.361	1.00
DR15_dpM34.5_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.282	1.00	1	grens	1.282	1.00
DR43_DD002_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.691	1.00	0.5	grens	1.700	1.01
DR43_DD007_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.138	1.04	0.5	grens	1.240	1.13
DR43_DD019_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.654	1.19	1	grens	1.591	1.14
DR43_DD022_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.035	1.08	0.5	grens	0.990	1.04
DR43_DD027_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.217	1.03	0.5	grens	1.208	1.02

	Scenario 4			Scenario 5					
DR43_DD035_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.110	1.01	0.5	grens	1.118	1.02	
DR43_DD044_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.553	1.00	1	huidig	1.553	1.00	
DR43_DD050_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.189	1.05	0.5	grens	1.456	1.28	
DR43_DD059_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.118	1.05	0.5	grens	1.172	1.11	
DR43_DD073_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.792	1.00	1	huidig	1.792	1.00	
DR43_DD086_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.374	1.01	0.5	grens	1.379	1.01	
DR43_DD087_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.979	1.00	0.5	grens	2.037	1.03	
DR43_DD098_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.314	1.00	0.5	grens	1.316	1.00	
DR43_DD106_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.353	1.00	1	huidig	1.353	1.00	
DR43_DD123_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.139	1.04	0.5	grens	1.125	1.03	
DR43_DD141_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.036	1.04	0.5	grens	1.027	1.03	
DR43_DD160_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.850	1.00	1	huidig	1.850	1.00	
DR43_DD167_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.146	1.02	0.5	grens	1.299	1.16	
DR43_DD184_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.488	1.04	0.5	grens	1.485	1.04	
DR43_DD187_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.174	1.05	0.5	grens	1.498	1.33	
DR43_DD195_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.237	1.15	0.5	grens	1.303	1.21	
DR43_DD199_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.947	0.75	0.5	grens	1.509	1.19	
DR43_DD205_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.081	0.94	0.5	grens	1.351	1.17	
DR43_DD217_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.141	1.00	1	huidig	2.141	1.00	
DR43_DD232_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.997	1.00	1	huidig	2.997	1.00	
DR43_DD238_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.282	0.86	0.5	grens	1.678	1.12	
DR43_DD245_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.270	1.01	0.5	grens	2.250	1.00	
DR43_DD255_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.359	0.96	0.5	grens	1.431	1.01	
DR43_DD261_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.233	1.00	1	huidig	1.233	1.00	

	Scenario 4			Scenario 5					
DR43_DD267_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.381	0.97	0.5	grens	2.469	1.00	
DR43_DD271_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.434	1.00	1	huidig	1.434	1.00	
DR43_DD291_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.111	0.99	0.5	grens	1.122	1.00	
DR43_DD310_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.699	1.00	0.5	grens	1.705	1.00	
DR43_DD311_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.100	1.02	0.5	grens	1.101	1.03	
DR43_DD313_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.459	1.00	1	huidig	1.459	1.00	
DR43_DD317_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.334	1.02	0.5	grens	1.334	1.02	
DR43_DD325_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.115	1.04	0.5	grens	1.096	1.02	
DR43_DR003_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.879	0.88	0.5	grens	2.148	1.00	
DR43_DR004_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.272	0.98	0.5	grens	1.337	1.03	
DR43_DR026_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.631	1.00	1	huidig	1.631	1.00	
DR43_DR032_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.175	0.94	0.5	grens	1.211	0.97	
DR43_DR034_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.117	0.98	0.5	grens	1.191	1.04	
DR43_DR036_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.933	0.81	0.5	grens	1.154	1.00	
DR43_DR047_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.402	1.00	1	huidig	1.402	1.00	
DR43_DR049_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.620	1.00	1	huidig	1.620	1.00	
DR43_DR053_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.607	1.00	1	huidig	1.607	1.00	
DR43_DR056_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.306	0.97	0.5	grens	1.356	1.01	
DR43_DR068_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.380	1.00	1	huidig	1.380	1.00	
DR43_DR075_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.151	0.74	0.5	grens	1.744	1.12	
DR43_DR097_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.015	1.00	1	huidig	3.015	1.00	
DR43_DR121_stbi_U_cphi0.sti	0	huidig	1.420	1.00	1	huidig	1.420	1.00	
DR43_DR160_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.643	1.00	1	huidig	1.643	1.00	
DR43_DR166c_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.686	1.00	1	huidig	1.686	1.00	

	Scenario 4			Scenario 5					
DR43_DR167_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.400 1.11 0.5	grens	1.380	1.10			
DR43_DR170_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.380 1.08 0.5	grens	1.459	1.14			
DR43_DR180_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.131 1.07 0.5	grens	2.121	1.07			
DR43_DR202_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.202 1.24 0.5	grens	1.842	1.04			
DR43_DR207_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.245 1.06 0.5	grens	1.279	1.09			
DR43_DR210_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.138 1.00 1	huidig	2.138	1.00			
DR43_DR222_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.366 1.03 0.5	grens	1.393	1.05			
DR43_DR228_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.363 1.06 0.5	grens	1.447	1.13			
DR43_DT047_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.916 1.01 0.5	grens	1.927	1.02			
DR43_DT051_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.442 1.01 0.5	grens	1.477	1.03			
DR43_DT055_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.187 1.04 0.5	grens	1.198	1.05			
DR43_DT063_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.393 1.06 0.5	grens	1.351	1.02			
DR43_DT070_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.394 1.01 0.5	grens	1.451	1.05			
DR43_DT077_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.212 1.00 1	grens	1.212	1.00			
DR43_DT093_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.293 1.02 0.5	grens	1.288	1.02			
DR43_DT097_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.083 1.03 0.5	grens	1.096	1.04			
DR43_DT103_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	0.793 1.00 1	grens	0.793	1.00			
DR43_DT106_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.139 1.03 0.5	grens	1.135	1.02			
DR43_DT108_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.704 1.00 1	grens	1.704	1.00			
DR43_DT115_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.745 1.01 0.5	grens	1.744	1.01			
DR43_DT122_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.376 1.00 1	grens	1.376	1.00			
DR43_DT130_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.447 1.00 1	grens	1.447	1.00			
DR43_DT142_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.279 1.04 0.5	grens	1.235	1.01			
DR43_DT145_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.311 1.00 1	grens	1.311	1.00			

	Scenario 4			Scenario 5		
DR43_DT148_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.203 1.00 1	grens	1.203 1.00	
DR43_DT152_stbi_U_cphi0.sti	1	grens	1.600 1.00 1	grens	1.600 1.00	
DR43_DT187_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.014 1.00 1	huidig	1.014 1.00	
DR43_DT206_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.775 1.00 0.5	grens	1.773 1.00	
DR43_DT215_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.181 1.00 1	huidig	2.181 1.00	
DR43_RB091_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.046 1.00 1	huidig	2.046 1.00	
DR43_RB102_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.834 1.00 1	huidig	1.834 1.00	
DR43_RB103_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.390 1.00 1	huidig	1.390 1.00	
DR43_RB131_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.053 1.00 0.5	grens	1.444 1.38	
DR43_RB139_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.377 1.02 0.5	grens	1.378 1.02	
DR43_RB161_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.155 1.07 0.5	grens	1.199 1.11	
DR43_RB169_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.393 1.02 0.5	grens	1.404 1.02	
DR43_RB185_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.374 1.02 0.5	grens	1.382 1.03	
DR43_RB206_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.671 1.00 1	huidig	1.671 1.00	
DR43_RB217_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.268 1.03 0.5	grens	1.369 1.11	
DR43_RB282_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.062 1.00 0.5	grens	2.209 1.07	
DR43_RB283_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.897 0.99 0.5	grens	2.170 1.14	
DR43_RB293_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.180 1.00 1	huidig	1.180 1.00	
TG124_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.433 1.00 1	huidig	1.433 1.00	
TG139_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.429 1.00 1	huidig	1.429 1.00	
TG144_STBI_UplifVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.225 1.20 0.5	grens	1.084 1.06	
TG153_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.377 1.00 1	huidig	1.377 1.00	
TG157_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.123 1.07 0.5	grens	1.093 1.04	
TG160_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.038 1.09 0.5	grens	1.055 1.11	

	Scenario 4			Scenario 5					
TG172_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.190	1.00	0.5	grens	1.234	1.04	
TG176_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.085	1.01	0.5	grens	1.073	1.00	
TG181+47_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.254	1.00	1	huidig	1.254	1.00	
TG184+50_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.864	1.00	0.5	grens	0.934	1.08	
TG189_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.364	1.01	0.5	grens	1.355	1.00	
TG195_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.007	1.02	0.5	grens	0.993	1.01	
TG198+20_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.124	1.09	0.5	grens	1.084	1.06	
TG199+25_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.994	1.00	0.5	grens	0.998	1.01	
TG211_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.177	1.00	1	grens	1.177	1.00	
TG251_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.440	1.05	0.5	grens	1.402	1.02	
TG283+93_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.078	1.00	1	grens	1.078	1.00	
TG299_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.271	1.00	1	grens	1.271	1.00	
TG310_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	2.079	1.00	1	huidig	2.079	1.00	
TG327_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.340	1.00	1	huidig	1.340	1.00	
TG336_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	grens	1.678	1.00	1	grens	1.678	1.00	
TG342_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1	huidig	1.334	1.22	1	huidig	1.066	0.98	
dr44_hm 171+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.555	1.00	1	grens	1.555	1.00	
dr44_hm 234_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.440	1.00	1	grens	1.440	1.00	
dr44_hm 241+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.435	1.00	1	grens	1.435	1.00	
dr44_hm 243+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.339	1.00	1	huidig	1.339	1.00	
DR44_hm152_Lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.425	1.00	1	grens	1.425	1.00	
dr44_hm161_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.521	1.00	1	huidig	1.521	1.00	
dr44_hm163_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.399	1.00	1	huidig	1.399	1.00	
dr44_hm167_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.276	1.00	1	grens	1.276	1.00	

	Scenario 4			Scenario 5		
dr44_hm169+70_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.547 1.00 1	huidig	1.547 1.00	
dr44_hm170_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.330 1.00 1	grens	1.330 1.00	
dr44_hm203_lekdijk_stbi_U_Cphi0_v02.sti	1	huidig	1.454 1.00 1	huidig	1.454 1.00	
dr44_hm239_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1	grens	1.374 1.00 1	grens	1.374 1.00	
47-059+90_busbaan Pleijroute_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	3.263 1.09 1	huidig	2.982 1.00	
47-062+60_oprit spoorbrug_stbi_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.862 1.03 0.5	grens	1.892 1.04	
47-064+20_aansluiting Schaapdijk_stbi_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.927 1.00 0.5	grens	1.942 1.01	
47-066_Schaapdijk_stbi_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.201 1.00 0.5	grens	1.402 1.17	
47-075_Schaapdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.874 1.00 1	huidig	1.874 1.00	
47-076_Schaapdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.790 1.37 0.5	grens	1.497 1.15	
47-090_Broekdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.665 1.00 1	huidig	1.665 1.00	
47-094_Broekdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.889 1.00 1	huidig	1.889 1.00	
47-099_Veerweg_stbi_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.198 1.04 0.5	grens	1.212 1.05	
47-104_A348_stbi_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.795 1.00 0.5	grens	1.936 1.08	
47-111+25_A348 afrit_stbi_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.287 1.00 1	huidig	1.287 1.00	
DR48_003_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.169 0.96 0.5	grens	1.510 1.24	
DR48_005_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.795 1.05 0.5	grens	1.945 1.14	
DR48_035_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.870 1.00 1	huidig	1.870 1.00	
DR48_040_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.446 1.00 1	huidig	1.446 1.00	
DR48_043+50_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.253 1.17 0.5	grens	2.023 1.05	
DR48_047_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.813 1.00 1	huidig	3.813 1.00	
DR48_049+40_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.801 1.05 0.5	grens	1.734 1.01	
DR48_051+50_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.765 1.05 0.5	grens	1.816 1.08	
DR48_054+60_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.576 1.00 1	huidig	2.576 1.00	

	Scenario 4			Scenario 5					
DR48_062+50_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.866 1.06 0.5	grens	1.779	1.01			
DR48_081_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.862 1.00 1	huidig	1.862	1.00			
DR48_085_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.209 1.02 0.5	grens	2.206	1.02			
DR48_088_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.521 1.02 0.5	grens	1.533	1.02			
DR48_105_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.650 1.00 1	huidig	1.650	1.00			
DR48_115_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.391 1.00 1	huidig	1.391	1.00			
DR48_129_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.539 1.02 0.5	grens	1.529	1.02			
DR48_134_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.064 1.01 0.5	grens	1.102	1.05			
DR48_142_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.372 1.00 0.5	grens	2.632	1.11			
DR48_150_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.835 1.01 0.5	grens	1.858	1.02			
DR48_168+50_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	0.952 0.84 1	huidig	1.137	1.00			
DR48_195_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.355 1.10 0.5	grens	1.307	1.06			
DR48_249+30_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.054 1.00 1	huidig	2.054	1.00			
DR48_259_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.500 1.00 1	huidig	1.500	1.00			
DR48_281_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.232 1.00 1	huidig	1.232	1.00			
DR48_310_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.174 1.00 1	huidig	2.174	1.00			
DR48_314_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.878 1.00 1	huidig	1.878	1.00			
DR48_318_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.964 1.00 0.5	grens	1.078	1.12			
DR48_330_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.503 1.00 1	huidig	3.503	1.00			
DR48_359_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.179 1.00 1	huidig	3.179	1.00			
DR48_373_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.730 1.00 1	huidig	2.730	1.00			
DR48_385_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.605 1.08 0.5	grens	1.541	1.03			
DR48_404_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.287 1.05 0.5	grens	1.367	1.12			
DR48_409_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.863 1.15 0.5	grens	1.899	1.18			

	Scenario 4			Scenario 5		
DR48_419_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.053 1.00 1	huidig	2.053 1.00	
DR49_052+80_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.790 0.79 1	huidig	2.258 1.00	
DR49_076+75_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.843 0.75 0.5	grens	1.937 0.79	
DR49_160+18_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.340 1.00 1	huidig	2.340 1.00	
DR49_164+80_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.394 1.37 0.5	grens	1.031 1.01	
DR49_185+77_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.627 1.15 0.5	grens	2.391 1.05	
DR49_193+72_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.482 1.05 0.5	grens	1.577 1.11	
DR49_212+95_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.256 1.12 0.5	grens	1.168 1.04	
DR49_216+60_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.839 1.00 1	huidig	3.839 1.00	
DR49_217+90_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.581 1.00 1	huidig	2.581 1.00	
DR49_224+83_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.794 1.02 0.5	grens	2.252 1.28	
DR49_247+90_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.898 1.09 0.5	grens	1.888 1.09	
DR49_279+27_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.059 1.04 0.5	grens	2.067 1.05	
DR49_283+80_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.094 1.00 1	huidig	2.094 1.00	
DR49_291+27_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.655 1.06 0.5	grens	1.697 1.09	
DR49_319+19_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.699 1.05 0.5	grens	1.741 1.08	
DR49_324+20_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.980 1.00 0.5	grens	1.274 1.30	
50-036_Den Eltwerweg_STBI_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.604 1.00 0.5	grens	1.701 1.06	
50-044_Harenberg_STBI_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.313 1.02 0.5	grens	1.399 1.09	
50-064_Harenberg-N348_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.664 1.00 1	huidig	1.664 1.00	
50-073_N348-Helbergen_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	4.764 1.00 1	huidig	4.764 1.00	
50-080_Helbergen_ophoging_STBI_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	6.104 1.01 0.5	grens	6.164 1.02	
50-085+60_Helbergen_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	3.980 1.00 1	huidig	3.980 1.00	
50-103_Houthaven_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	2.639 1.00 1	huidig	2.639 1.00	

	Scenario 4			Scenario 5		
50-109+50_Marshaven_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.772 1.00 1	huidig	1.772 1.00	
50-125+30_Letlandsestraat_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.191 1.00 1	huidig	1.191 1.00	
50-133_stortplaats De Pol_STBI_U_Cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.342 1.07 0.5	grens	1.272 1.02	
50-136_stortplaats Twenthekanaal_STBI_U_Cphi0.sti	1	huidig	1.420 1.00 1	huidig	1.420 1.00	
DR51_dp055_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.194 1.00 1	huidig	2.194 1.00	
DR51_dp096+40_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.968 1.00 1	huidig	1.968 1.00	
DR51_dp122_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	3.607 1.00 1	huidig	3.607 1.00	
DR52_DP092_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	0.958 1.02 0.5	grens	1.018 1.09	
DR52_DP161_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.227 1.00 1	huidig	2.227 1.00	
DR52_DP183_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	2.106 1.09 0.5	grens	2.052 1.06	
DR52_DP425_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	2.601 1.00 1	huidig	2.601 1.00	
DR52_DP435_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.534 1.14 0.5	grens	1.403 1.04	
DR52_DP455_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.635 1.03 0.5	grens	1.747 1.10	
DR52_DP473_sbti_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.200 1.13 0.5	grens	1.137 1.07	
DR52_DP485_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.265 1.07 0.5	grens	1.302 1.10	
DR52_DP503_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.151 1.00 1	huidig	1.151 1.00	
DR52_DP521_sbti_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.608 1.00 0.5	grens	1.697 1.06	
DR52_DP588_stbi_U_cphi0.sti	1	huidig	1.460 1.00 1	huidig	1.460 1.00	
DR52_DP613_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.410 1.29 0.5	grens	1.256 1.15	
DR52_DP633_stbi_U_cphi0.sti	0	0.5*(grenspot-h_maaiveld)	1.139 1.02 0.5	grens	1.170 1.05	

BIJLAGE B RESULTATEN SCENARIO A EN B

Tabel 10: Resultaten scenario A

D=3-4m	Fmin	Fmin	ratio	delta	D=5-6m	Fmin	Fmin	ratio	delta
DR43_DD022_stbi_U_cphi0.sti	0.92	0.69	0.75	0.23	DR15_dp171.5_stbi_U_cphi0.sti	1.14	0.96	0.84	0.18
DR43_DD098_stbi_U_cphi0.sti	1.32	0.82	0.62	0.50	DR15_dp54_stbi_U_cphi0.sti	1.75	1.13	0.65	0.62
DR43_DR004_stbi_U_cphi0.sti	1.25	1.03	0.82	0.22	DR43_DD044_stbi_U_cphi0.sti	1.39	1.02	0.73	0.37
DR43_DR036_stbi_U_cphi0.sti	0.85	0.77	0.91	0.08	DR43_DD106_stbi_U_cphi0.sti	1.18	0.94	0.80	0.24
DR43_DR180_stbi_U_cphi0.sti	1.86	1.46	0.78	0.40	DR43_DR053_stbi_U_cphi0.sti	1.34	0.99	0.74	0.35
DR43_DT063_stbi_U_cphi0.sti	1.24	0.83	0.67	0.41	DR43_DT103_stbi_U_cphi0.sti	0.8	0.77	0.96	0.03
DR43_DT106_stbi_U_cphi0.sti	1.12	1.01	0.90	0.11	DR43_DT148_stbi_U_cphi0.sti	1.17	0.88	0.75	0.29
DR43_RB161_stbi_U_cphi0.sti	1.09	1.13	1.04	0.04	DR43_RB102_stbi_U_cphi0.sti	1.38	0.82	0.59	0.56
TG172_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1.24	0.95	0.77	0.29	dr44_hm 171+50_lekdijk_stbi_U_Cphi0.sti	1.56	1.09	0.70	0.47
TG198+20_STBI_UpliftVan_cphi0.sti	1.03	0.62	0.60	0.41	47-075_Schaapdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1.67	1.34	0.80	0.33
47-076_Schaapdijk met berm_stbi_U_Cphi0.sti	1.3	1.19	0.92	0.11	DR48_047_stbi_U_cphi0.sti	2.53	2.05	0.81	0.48
47-099_Veerweg_stbi_U_Cphi0.sti	1.15	1.14	0.99	0.01	DR48_259_stbi_U_cphi0.sti	1.27	0.8	0.63	0.47
DR48_318_stbi_U_cphi0.sti	0.91	0.7	0.77	0.21	DR48_359_stbi_U_cphi0.sti	2.34	1.45	0.62	0.89
DR52_DP473_sbti_U_cphi0.sti	0.91	0.93	1.02	0.02	50-085+60_Helbergen_STBI_U_Cphi0.sti	3.86	2.84	0.74	1.02
DR52_DP613_stbi_U_cphi0.sti	1.08	1.01	0.94	0.07	DR52_DP588_stbi_U_cphi0.sti	1.35	0.93	0.69	0.42

Profiel	Scenario 1	D_deklaag	n_opbarsten	Scenario B	Ratio	Delta
DR43_DD160_stbi_U_cphi0.sti	1.850	4.00	1.10	1.781	0.96	0.07
DR43_DR026_stbi_U_cphi0.sti	1.631	3.90	1.01	1.477	0.91	0.15
DR43_DR047_stbi_U_cphi0.sti	1.402	3.64	1.03	1.325	0.95	0.08
DR43_RB206_stbi_U_cphi0.sti	1.671	3.50	1.05	1.336	0.80	0.34
47-059+90_busbaan Pleijroute_stbi_U_Cphi0.sti	2.982	2.10	1.02	2.974	1.00	0.01
47-111+25 A348 afrit_stbi_U_Cphi0.sti	1.287	3.20	1.16	1.230	0.96	0.06
DR48_040_stbi_U_cphi0.sti	1.446	3.00	1.04	1.343	0.93	0.10
DR48_054+60_stbi_U_cphi0.sti	2.576	2.50	1.16	2.422	0.94	0.15
DR48_281_stbi_U_cphi0.sti	1.232	3.40	1.03	1.129	0.92	0.10
DR48_373_stbi_U_cphi0.sti	2.730	2.50	1.15	2.447	0.90	0.28
DR48_419_stbi_U_cphi0.sti	2.053	2.00	1.04	1.372	0.67	0.68
DR49_052+80_stbi_U_cphi0.sti	2.258	1.00	1.05	2.101	0.93	0.16
DR49_160+18_stbi_U_cphi0.sti	2.340	2.70	1.16	2.283	0.98	0.06
50-064_Harenberg-N348_STBI_U_Cphi0.sti	1.664	2.60	1.06	1.622	0.97	0.04

