



Waterschap
Rivierenland

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

Veiligheidsoordeel

Dijktraject 43-3

*sterke dijken
schoon water*

Waterschap Rivierenland

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

Veiligheidsoordeel Dijktraject 43-3

Versie: 2.0

Datum: 3 januari 2017

Colofon

Nr.	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
-----	-------	--------	--------	--------	--------	----------	--------



Inhoud

1	INLEIDING.....	7
1.1	Systeemsprong.....	7
1.2	Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans.....	8
1.3	Dijktraject 43-3.....	8
2	HET VEILIGHEIDSOORDEEL.....	9
2.1	Veiligheidsoordeel dijktraject 43-3.....	9
2.2	Onderbouwing van het veiligheidsoordeel.....	9
2.2.1	<i> criterium 1: traject opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling</i>	9
2.2.2	<i> criterium 2a: nieuwe inzichten verwerkt in het WBI2017</i>	10
2.2.2.1	Effect rekenmodellen.....	10
2.2.2.2	Effect hydraulische belastingen.....	12
2.2.3	<i> criterium 2b: Wijzigingen aan de kering t.o.v. situatie gehanteerd in VNK</i>	12
2.3	Duiding van het veiligheidsoordeel.....	12
3	OVERZICHT TE TREFFEN VOORZIENINGEN.....	13
4	AANVULLENDE INFORMATIE.....	15
5	LOGBOEK EN OVERIGE INFORMATIE.....	17
6	BRONNEN.....	19
	BIJLAGEN.....	21
	Bijlage A Resultaten VNK voor traject 43-3.....	23

1 Inleiding

Voorliggend rapport bevat het veiligheidsoordeel voor de primaire waterkeringen binnen het dijktraject 43-3 (Sterrenschans – Heteren) zoals dat door Waterschap Rivierenland is bepaald op basis van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017) in het kader van de Eerste Beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskans.

De Waterwet bepaalt dat de veiligheid van alle primaire waterkeringen elke twaalf jaar moet worden beoordeeld. Als waterkeringbeheerder van primaire waterkeringen is Waterschap Rivierenland (WSRL) wettelijk verplicht om deze veiligheidsbeoordeling uit te voeren. Het Dagelijks Bestuur van het waterschap is verantwoordelijk voor het tijdig aanleveren van de resultaten van de veiligheidsbeoordeling aan de toezichthouder, de Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILT). Binnen WSRL is het uitvoeren van de veiligheidsbeoordeling beleidsmatig verankerd in het waterbeheerprogramma 2016 - 2021.

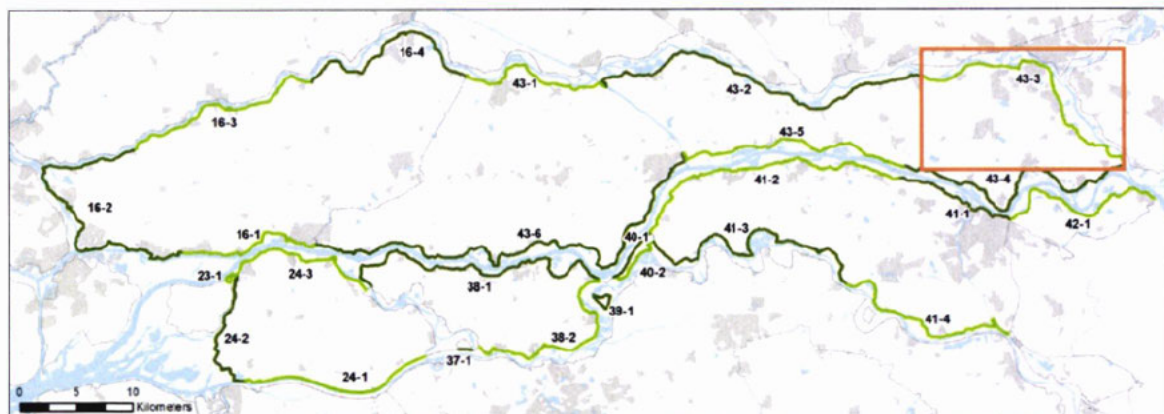
Voorliggend document betreft versie 2.0 van het rapport "Veiligheidsoordeel dijktraject 43-3". Dit rapport bevat het definitieve veiligheidsoordeel gebaseerd op de reactie van ILT op versie 1.0 van dit rapport middels de brief met kenmerk ILT-2016/99627, d.d. 20 december 2016.

1.1 Systemsprong

Per 1 januari 2017 wordt de Waterwet gewijzigd. De belangrijkste wijziging betreft de overgang van overschrijdingskans naar overstromingskans en daarmee samenhangend een andere normering. Dit heeft gevolgen voor de wijze waarop de beoordeling van de primaire waterkeringen wordt uitgevoerd. Omdat de nieuwe normen zijn gebaseerd op nieuwe uitgangspunten, waaronder de risicobenadering, kunnen zij niet met de voorgaande normen vergeleken worden. Om deze redenen is er sprake van een systemsprong.

De veiligheidsbeoordeling vindt dus plaats tegen een andere context dan de voorgaande beoordelingen (LRT1 t/m LRT3). Door te toetsen aan nieuwe normen gebaseerd op overstromingskans ontstaat een ander veiligheidsbeeld dan in de eerdere beoordelingsronden. Er is daarom geen sprake van de vierde toetsing, maar van de Eerste beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskans (LBO1).

De nieuwe normen zijn daarnaast niet meer afgeleid voor dijkkringen, maar voor dijktrajecten. De beoordeling van de primaire waterkeringen wordt dan ook niet meer op dijkkringniveau uitgevoerd, maar per dijktraject. In Figuur 1 zijn de dijktrajecten van de primaire waterkeringen in beheer bij waterschap rivierenland op kaart weergegeven.



Figuur 1: Dijktrajecten in beheer bij waterschap Rivierenland met ligging dijktraject 43-3

1.2 Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

De Eerste beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskans (eerste beoordelingsronde) start 1 januari 2017 en in 2023 rapporteert de Minister het landelijk beeld van deze veiligheidsbeoordeling aan de Eerste en Tweede Kamer. In de eerste beoordelingsronde dienen alle primaire waterkeringen beoordeeld te worden. Voor Waterschap Rivierenland resulteert dit in de opgave om voor 1 januari 2023 in totaal 509 km primaire waterkering te beoordelen. De beoordeling geeft inzicht in de actuele faalkans van de waterkeringen en hoe deze is gerelateerd aan de normering.

Voor de beoordeling wordt het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017) gebruikt. De basis hiervoor wordt gevormd door de "Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017" waarin de regels voor het toepassen van het WBI2017 zijn vastgelegd (bepalen van de hydraulische belasting en de sterkte, en procedurele regels voor de beoordeling van de veiligheid van primaire waterkeringen). Deze regeling is per 1 januari 2017 van kracht [1].

Het veiligheidsoordeel van een dijktraject zoals dat volgt uit het WBI2017 wordt uitgedrukt in 5 categorieën gerelateerd aan de afstand tot de wettelijke norm (signaleringswaarde) [2][3]. De indeling in categorieën is getoond in Tabel 1.

Tabel 1: Categorieën van veiligheidsoordelen conform WBI2017

Cat.	Aanduiding categorie veiligheidsoordeel	Begrenzing categorie *
A+	Overstromingskans van het dijktraject is veel kleiner dan de signaleringswaarde. <i>Dijktraject voldoet ruim aan de signaleringswaarde</i>	$P_{\text{traject}} < 1/30 \times P_{\text{eis,sig}}$
A	Overstromingskans van het dijktraject is kleiner dan de signaleringswaarde. <i>Dijktraject voldoet aan de signaleringswaarde.</i>	$1/30 \times P_{\text{eis,sig}} < P_{\text{traject}} < P_{\text{eis,sig}}$
B	Overstromingskans van het dijktraject is groter dan de signaleringswaarde, maar kleiner dan ondergrens. <i>Dijktraject voldoet aan de ondergrens, maar niet aan de signaleringswaarde.</i>	$P_{\text{eis,sig}} < P_{\text{traject}} < P_{\text{eis,ond}}$
C	Overstromingskans van het dijktraject is groter dan de signaleringswaarde en de ondergrens. <i>Dijktraject voldoet niet aan de signaleringswaarde en ook niet aan de ondergrens</i>	$P_{\text{eis,ond}} < P_{\text{traject}} < 30 \times P_{\text{eis,ond}}$
D	Overstromingskans van het dijktraject is veel groter dan de signaleringswaarde en de ondergrens. <i>Dijktraject voldoet ruim niet aan de signaleringswaarde en aan de ondergrens.</i>	$P_{\text{traject}} > 30 \times P_{\text{eis,ond}}$

* P_{traject} - Overstromingskans van het dijktraject (1/jaar)

$P_{\text{eis,sig}}$ - Signaleringswaarde van het dijktraject (1/jaar)

$P_{\text{eis,ond}}$ - Ondergrens van het dijktraject (1/jaar)

1.3 Dijktraject 43-3

Het dijktraject 43-3 betreft de primaire waterkeringen aan de onderzijde van de Nederrijn/Lek tussen Sterrenschans en Rijksweg A50 bij Heteren (dijkpaal DR000 tot DR251) (zie Figuur 1). Een deel van deze waterkeringen is in de derde wettelijke toetsing (2006-2011) (LRT3) als onvoldoende beoordeeld. Dit heeft er mede toe geleid dat deze waterkeringen zijn opgenomen in het HWBP als het project Sterrenschans-Heteren. De beoordeling van het dijktraject 43-3 zoals vastgelegd in voorliggend rapport betreft de huidige waterkering, dus de situatie voor versterking. Alle waterkerende objecten (dijken en kunstwerken) op het dijktraject 43-3 zijn in beheer bij Waterschap Rivierenland.

2 Het veiligheidsoordeel

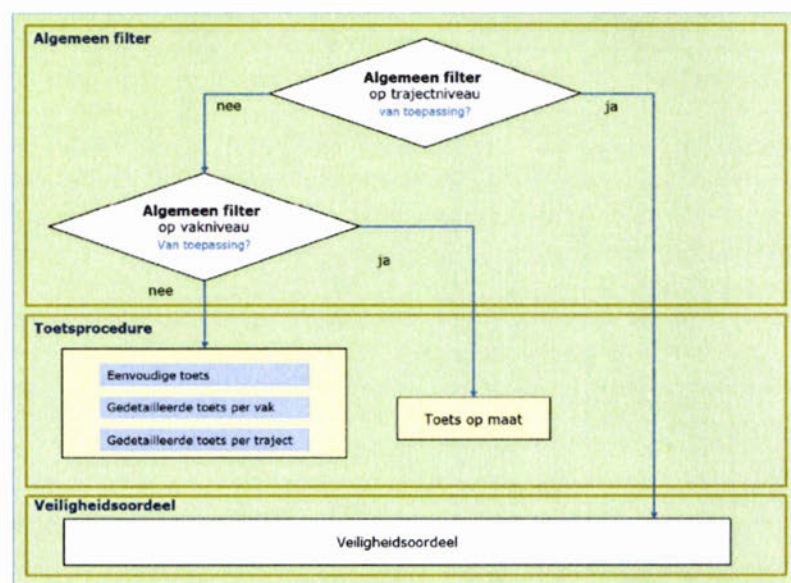
In dit hoofdstuk is het veiligheidsoordeel conform het WBI2017 voor dijktraject 43-3 geformuleerd, én zijn de onderbouwing en duiding van dit veiligheidsoordeel nader toegelicht.

2.1 Veiligheidsoordeel dijktraject 43-3

Het veiligheidsoordeel voor dijktraject 43-3 is veiligheids categorie D: *Overstromingskans van het dijktraject is veel groter dan de signaleringswaarde en de ondergrens. Dijktraject voldoet ruim niet aan de signaleringswaarde en aan de ondergrens.* (zie Tabel 1).

2.2 Onderbouwing van het veiligheidsoordeel

De uitvoering van de beoordeling begint met het doorlopen van het Algemeen filter (zie Figuur 2). Hieronder zijn de doorlopen stappen voor de beoordeling van het dijktraject conform het Algemeen filter weergegeven, waarbij de eerste stap bestaat uit de beoordeling of het Algemeen filter op trajectniveau van toepassing is.



Figuur 2: Algemeen filter WBI2017

Stap 1: Algemeen filter op trajectniveau

Het filter op trajectniveau is van toepassing als:

- het traject is opgenomen in tabel C-1 van appendix C van Bijlage I bij de Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [2] (*criterium 1*).
- de beheerder kan aantonen dat het totaal aan nieuwe inzichten die verwerkt zijn in het WBI2017 (*criterium 2a*) én wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie zoals gehanteerd in het project Veiligheid Nederland in kaart (VNK) (*criterium 2b*) niet leiden tot een kleinere overstromingskans voor het traject.

2.2.1 Criterium 1: traject opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling

Het traject 43-3 is opgenomen in tabel C-1 van appendix C van Bijlage I bij de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [2]. Het traject 43-3 is één van de in het WBI2017 gedefinieerde trajecten waarvoor in het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) een overstromingskans is bepaald die minimaal een factor 90 groter is dan de signaleringswaarde zoals vastgelegd in de Waterwet. Binnen het project VNK is voor dit traject een overstromingskans bepaald die een factor 167 groter is dan de signaleringswaarde (zie Tabel 2).

Tabel 2: Berekende overstromingskans en wettelijke norm (signaleringswaarde) voor dijktraject 43-3

Traject	Locatie	Lengte (km)	Belasting	Berekende overstromingskans VNK (per jaar)	Signaleringswaarde (overstromingskansnorm) (per jaar)	Afstand tot norm (factor)
43-3	Sterrenschans – Heteren	25,5	Nederrijn/Lek	1/180	1/30.000	167

De faalkans voor het traject 43-3 zoals gepresenteerd in Tabel 2 is het resultaat van een combinatie van faalkansen berekend voor 6 verschillende faalmechanismen verdeeld over 23 dijkvakken en 1 kunstwerk [4]. In Tabel 3 in Bijlage A is de verdeling in dijkvakken van het traject 43-3 conform VNK aangegeven en is aangegeven voor welke faalmechanismen in VNK een faalkans is berekend [4]. De tabel in Bijlage A laat zien dat de voor het traject 43-3 berekende faalkans niet afhankelijk is van een relatief grote faalkans voor één enkel dijkvak of kunstwerk, maar het resultaat is van een reeks van dijkvakken met een relatief grote faalkans voor het dominante faalmechanisme *opbarsten en piping*. Met andere woorden, de berekende overstromingskans voor het traject 43-3 is niet het gevolg van één of enkele zwakke plekken: de berekende faalkansen per dijkvak zijn tamelijk uniform verdeeld over het traject [4].

Hierbij dient te worden opgemerkt dat voorafgaand aan de berekeningen in VNK een analyse is gemaakt van de te schematiseren vakken en faalmechanismen. Daarbij is destijds de keuze gemaakt om voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* vakken te selecteren die naar verwachting een grote bijdrage leveren aan de overstromingskans. Voor de vakken die niet zijn meegenomen in de berekeningen zijn de omstandigheden echter niet wezenlijk anders dan voor de vakken die hierin wel zijn meegenomen. Daarmee is de verwachting gerechtvaardigd dat in deze vakken een zelfde ordegrrootte faalkans voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* wordt berekend [4].

Het alsnog bepalen van de faalkansen voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* voor de niet in VNK meegenomen vakken, leidt niet tot een kleinere faalkans voor het dijktraject 43-3. Het combineren van faalkansen van meerdere vakken en faalmechanismen, hoe klein ook, leidt immers per definitie tot een grotere faalkans voor het traject.

2.2.2 Criterium 2a: nieuwe inzichten verwerkt in het WBI2017

Het totaal aan nieuwe inzichten verwerkt in het WBI2017 leidt niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het traject zoals bepaald in VNK. Deze conclusie is onderbouwd aan de hand van onderstaande analyse van de nieuwe inzichten met betrekking tot de gehanteerde rekenmodellen en hydraulische belastingen.

2.2.2.1 Effect rekenmodellen

In VNK zijn voor de berekening van de faalkans van een dijk vier faalmechanismen meegenomen, naast *opbarsten en piping* zijn dit *overloop en golfoverslag*, *macrostabiliteit binnenwaarts* en *beschadiging bekleding en erosie dijklichaam*. Met deze faalmechanismen is voor het dijktraject 43-3 een faalkans berekend van 1/180 per jaar (zie Tabel 2). Deze faalkans wordt gedomineerd door het faalmechanisme *opbarsten en piping* (zie Tabel 3, Bijlage A) [4].

Opbarsten en piping

In het rapport 'Piping: realiteit of rekenfout?' [9] is geconcludeerd dat het zogenaamde lengte-effect een fysische realiteit is voor die faalmechanismen zoals piping, waarbij de onzekerheid van de sterkte groot is en varieert over de lengte. Voor piping wordt het lengte-effect in de tot 31 december 2016 vigerende ontwerp- en toetsregels echter onvoldoende afgedekt. In VNK is voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* reeds met dit lengte-effect gerekend, maar tegelijkertijd nog met de oude rekenregel van Sellmeijer.

Binnen het WBI2017 wordt inmiddels gebruik gemaakt van de aangepaste rekenregel van Sellmeijer. Voor deze aangepaste rekenregel is een partiële veiligheidsfactor afgeleid waarin de modelonzekerheid, het vereiste veiligheidsniveau, de lengte van de dijkkring (lengte-effect) en de toegestane kansbijdrage door piping aan het falen van de waterkering verwerkt zijn [10].

Tevens geldt dat de aanpassing van de rekenregel van Sellmeijer bij korreldiameters van het zand in de pipinggevoelige laag groter dan 190 μm , leidt tot grotere minimaal benodigde kwelweglengtes [10]. De korreldiameters van het zand in de pipinggevoelige lagen in het riviereengebied zijn over het algemeen groter dan deze 190 μm [4]. De aangepaste rekenregel is daarmee conservatiever dan de rekenregel toegepast in VNK.

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat de aangepaste rekenregel van Sellmeijer leidt tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject 43-3.

Ondergrondschematisaties (WBI-SOS)

Specifiek voor de beoordeling van de primaire keringen is binnen het WBI2017 een globale stochastische ondergrondschematisatie opgesteld (WBI-SOS). Het WBI-SOS bestaat uit een schematisering van de ondergrond op basis van scenario's van de grondopbouw. Samen met inzicht in de werking van en invloeden op faalmechanismen kan met de WBI-SOS informatie een verantwoorde lokale schematisatie van de ondergrond worden opgesteld [5].

Voor het WBI2017 zijn bij het opstellen van het WBI-SOS en het bepalen van de startwaarden voor diverse pipingparameters de VNK data met betrekking tot de ondergrond voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* gebruikt [6][7][8]. Hieruit kan worden afgeleid dat een schematisatie van de ondergrond voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* met het WBI-SOS naar verwachting weinig afwijkt van een schematisatie van de ondergrond zoals gehanteerd in VNK.

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat het gebruik van het WBI-SOS leidt tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject 43-3.

Overige faalmechanismen

De faalkans voor het traject 43-3 wordt gedomineerd door het faalmechanisme *opbarsten en piping*. Als gevolg van de aangepaste rekenregel van Sellmeijer worden deze faalkansen niet substantieel kleiner. Daardoor zijn wijzigingen in de rekenregels voor de faalmechanismen *overloop en golfoverslag*, *macrostabiliteit binnenwaarts* en *beschadiging bekleding en erosie dijklichaam* verder niet relevant voor de berekende faalkans van het traject 43-3.

Niet alle faalmechanismen konden met het VNK-instrumentarium worden doorgerekend. Zodoende zijn onder meer de faalmechanismen *microstabiliteit* (STMI), *macrostabiliteit buitenwaarts* (STBU), *stabiliteit voorland* (STVL), *bijzondere waterkerende constructies* (BWC) en *niet waterkerende objecten* (NWO) binnen VNK niet in de faalkansberekeningen meegenomen. In VNK is op basis van een kwalitatieve analyse geconcludeerd dat deze faalmechanismen geen substantiële bijdrage leveren aan de berekende faalkansen.

In het WBI2017 worden deze faalmechanismen nu wel beschouwd. Het introduceren van extra faalmechanismen ten opzichte van VNK leidt naar verwachting niet tot een kleinere faalkans voor het dijktraject 43-3. Het combineren van faalkansen van meerdere mechanismen, hoe klein ook, leidt immers per definitie tot een grotere faalkans voor het traject.

2.2.2.2 Effect hydraulische belastingen

In de hydraulische belastingen van toepassing in het WBI2017 zijn diverse nieuwe inzichten verwerkt, waaronder de effecten van de projecten in het kader van de PKB Ruimte voor de Rivier, statistische onzekerheden, modelonzekerheden en nieuwe wind-, afvoer- en waterstandstatistiek [12]. In het riviereengebied is een van de belangrijkste veranderingen de overstap naar GRADE (Generator of Rainfall And Discharge Extremes) waarmee een nieuwe afvoerstatistiek is bepaald. Dit resulteert in lagere afvoeren bij extreme condities doordat overstromingen in Duitsland voor het eerst worden meegenomen [13].

Het effect van de overstap naar GRADE op de resultaten van VNK is echter beperkt. Voor het dominante faalmechanisme *opbarsten en piping* geldt dat de grote faalkansen zijn bepaald binnen het lage bereik van de afvoerstatistiek, oftewel bij waterstanden behorende bij een afvoer bij Lobith ruim onder 16.000 m³/s [4]. Daarmee hebben de lagere afvoeren (en daaruit volgende lagere waterstanden) bij extreme condities weinig invloed op de berekende faalkansen [13].

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat de veranderingen in de hydraulische belastingen leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject 43-3.

2.2.3 Criterium 2b: Wijzigingen aan de kering t.o.v. situatie gehanteerd in VNK

In het project VNK is de toestand van de waterkeringen in 2012 gehanteerd [4]. Ten tijde van de analyse in VNK was het dijkversterkingsproject Arnhem-Malburgen, dat is uitgevoerd in het kader van het project Ruimte voor de Rivier, in afronding. In de risicoanalyse van dijkkring 43 is daarom uitgegaan van de situatie na uitvoering van de dijkversterking [4]. De berekende faalkansen binnen het traject 43-3 zijn dan ook inclusief de versterkte dijk. Buitenom deze dijkversterking zijn na afronding van VNK vervolgens geen andere versterkingswerkzaamheden meer uitgevoerd. Ook het reguliere beheer en onderhoud van de waterkeringen, gericht op het instandhouden van de bestaande kering, leidt niet tot een substantiële afname van de overstromingskans.

2.3 Duiding van het veiligheidsoordeel

Op basis van de gehanteerde criteria geldt dat het Algemeen filter op trajectniveau van toepassing is op het dijktraject 43-3. Op basis van deze criteria is geen substantieel kleinere overstromingskans te verwachten dan eerder berekend in het project VNK. Het dijktraject 43-3 valt daarmee conform Tabel 1 in veiligheids categorie D. Dit veiligheidsoordeel wordt als volgt geduid:

- De grootste bijdrage aan het veiligheidsoordeel wordt geleverd door het faalmechanisme *opbarsten en piping*. Het oordeel is niet gebaseerd op één specifiek dijkvak, maar is het gevolg van een reeks aan dijkvakken die gezamenlijk het oordeel bepalen (zie paragraaf 2.2.1 voor een nadere toelichting).
- Naast het faalmechanisme *opbarsten en piping* hebben geen andere toetssporen een relevante bijdrage aan het veiligheidsoordeel (zie paragraaf 2.2.1).
- De onderhoudstoestand heeft geen invloed op het veiligheidsoordeel. Het faalmechanisme *opbarsten en piping*, het dominante faalmechanisme in dit dijktraject, houdt weinig verband met de onderhoudstoestand van de waterkering, maar is met name gerelateerd aan een combinatie van een specifieke opbouw van de ondergrond (pipinggevoelige lagen) en het ontwerp van de dijk (zie paragraaf 2.2.2).
- Ter hoogte van Arnhem-Malburgen is min of meer gelijktijdig met het project VNK de dijk versterkt in het kader van het project Ruimte voor de Rivier. In de analyses in VNK is deze aangepaste situatie al meegenomen. Dit betekent dat de faalkans voor het traject 43-3 mede is gebaseerd op de aangepaste situatie (zie paragraaf 2.2.3).

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat volledige duiding van het veiligheidsoordeel niet mogelijk is doordat in VNK niet alle faalmechanismen zijn beschouwd. Dit is echter inherent aan de toepassing van het Algemeen filter (zie paragraaf 2.2). Met deze stap eindigt de beoordeling van dit dijktraject.

3 Overzicht te treffen voorzieningen

Naar aanleiding van de resultaten van de LRT3 is op het dijktraject 43-3 en binnen het HWBP een versterkingsproject gedefinieerd, te weten Sterrenschans-Heteren. Delen van de waterkeringen op dit traject die niet in de oorspronkelijke scope van deze versterkingsprojecten zijn opgenomen op basis van de LRT3, de zogenaamde tussenvakken, worden door middel van een scopewijziging alsnog opgenomen in de reeds gedefinieerde dijkversterkingsprojecten.

Dijktrajecten die nog niet voldoen aan de norm krijgen bij de reguliere inspecties extra aandacht. Dit betekent dat het dijktraject 43-3 extra aandacht krijgt bij de inspecties om de actuele situatie te monitoren. De veiligheid van het traject blijft een aandachtspunt zolang het voorgenomen dijkversterkingsproject Sterrenschans-Heteren nog niet in uitvoering is. Tijdens de uitvoering moeten veiligheidsmaatregelen onderdeel zijn van het hoogwateractieplan van de aannemer. Afhankelijk van de projectstatus of de inspectieresultaten treft een projectaannemer of het waterschap de veiligheidsmaatregelen. Deze staan in het hoogwateractieplan of zijn onderdeel van de calamiteitenbestrijdingsplannen van WSRL [14].

4 Aanvullende informatie

n.v.t.

5 Logboek en overige informatie

De afwegingen zoals gemaakt bij de formulering van het veiligheidsoordeel zijn vastgelegd in hoofdstuk 2. De hierbij gehanteerde bronnen zijn weergegeven in hoofdstuk 6. Deze bronnen zijn opgenomen in het bijgevoegde ZIP-bestand waarbij de nummers verwijzen naar de betreffende mappen in het ZIP-bestand.

6 Bronnen

- [1] Regeling van de Minister van Infrastructuur en Milieu van 2 december 2016 met nr. IENM/BSK-2016/283517 (*Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017*) zoals gepubliceerd in de Staatscourant Nr. 65697 van 27 december 2016.
- [2] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Bijlage I Procedure Beoordeling Veiligheid Primaire Waterkeringen* behorende bij Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Staatscourant Nr. 65697, 27 december 2016.
- [3] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Bijlage III Voorschriften Bepaling Sterkte en Veiligheid Primaire Waterkeringen* behorende bij Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Staatscourant Nr. 65697, 27 december 2016.
- [4] Rijkswaterstaat WVL, *Veiligheid Nederland in Kaart Overstromingsrisico dijkkring 43 Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaarden*, HB2311021, mei 2014.
- [5] Deltares, *Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen*, 1209432-000-GEO-0006, versie 2, definitief, 24 september 2015.
- [6] Deltares, *Memo WTI-SOS en VNK2: verschillen, overeenkomsten en hergebruik*, 22 oktober 2014.
- [7] Deltares, *Memo WTI 2017: gebruik van WTI en VNK2 ondergrondschematisaties en parameters*, 22 oktober 2014.
- [8] Deltares, *Handleiding datamanagement WBI*, 1209432-002-GEO-0002, versie 5, definitief, 1 september 2016.
- [9] ENW, *Piping: Realiteit of Rekenfout?*, januari 2010.
- [10] Deltares, *Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen*, 1202123-003-GEO-0002, maart 2012.
- [11] Deltares, *Memo Ongedraineerde schuifsterkte bij toetsspoor macrostabiliteit in WTI 2017 - informatie voor besluitvormingsproces*, 1209434-006-GEO-0007, 11 juli 2014.
- [12] Deltares, *Werkwijze bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden OI2014 versie 3 voor HWBP 2015 projecten*, Rapport 1210420-000, definitief, 3 juli 2015.
- [13] Deltares, *Basisstochasten WTI-2017 Statistiek en statistische onzekerheid*, 1209433-012-HYE-0007, definitief, 2 december 2015.
- [14] WSRL, *Veiligheidsrapportage primaire waterkeringen 2015*, versie 1.1, 4 januari 2016.

Bijlagen

Bijlage A Resultaten VNK voor traject 43-3

Tabel 3: Berekende faalkansen per vak en per kunstwerk voor traject 43-3 (VNK)

Vak	Dijken				Kunstwerken *				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfverslag	Macrostabieliteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Falen bekleding en erosie dijklchaam	Overloop/Overslag	Betrouwbaarheid sluiting	Onder-/achterloopsheid	Sterkte en stabiliteit	
43.DR000.DR011	1/3.700								1/3.700
43.DR011.DR022	1/22.000								1/22.000
43.DR022.DR030	1/5.000								1/5.000
43.DR030.DR035	1/21.000		1/4.000						1/3.400
43.DR035.DR042	1/140.000	1/540.000	1/3.900						1/3.800
43.DR042.DR051	1/13.000								1/13.000
43.DR051.DR062	1/8.500								1/8.500
43.DR062.DR072	1/11.000		1/1.800						1/1.600
43.DR072.DR079	1/25.000								1/25.000
43.DR079.DR095	1/7.800		1/520	<1/1.000.000					1/500
43.DR095.DR110	1/10.000								1/10.000
43.DR110.DR119	1/7.300		1/1.700						1/1.400
43.DR119.DR126	1/11.000		<1/1.000.000						1/11.000
43.DR126.DR133	1/15.000								1/15.000
43.DR133.DR139	1/14.000								1/14.000
43.DR139.DR157	1/2.900		1/1.000						1/800
43.DR157.DR166D	1/60.000								1/60.000
43.DR166D.DR172	1/69.000								1/69.000
43.DR172.DR188	1/130.000			<1/1.000.000					1/127.000
43.DR188.DR203	1/220.000								1/216.000
43.DR203.DR221	1/110.000		1/5.300						1/5.100
43.DR221.DR230	1/140.000		1/7.800						1/7.500
43.DR230.DR250	1/76.000		1/1.100						1/1.100
VNK.43.03.001 *						1/25.000		<1/1.000.000	1/25.000
Faalkans op trajectniveau	1/2.900	1/540.000	1/190	<1/1.000.000		1/25.000		<1/1.000.000	1/180

* Inlaatsluis Doornenburg



Waterschap
Rivierenland

Waterschap Rivierenland
Postbus 599
4000 AN Tiel
(0344) 64 90 90
www.waterschaprivierenland.nl