



Waterschap
Rivierenland

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

Veiligheidsoordeel

Dijktraject 16-3

*sterke dijken
schoon water*



Waterschap Rivierenland

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans
Veiligheidsoordeel Dijktraject 16-3

Versie: 2.0

Datum: 20 maart 2017

Colofon

Nr.	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
0.1	18 januari 2017	[REDACTED]		[REDACTED]			
1.0	27 januari	[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]	
1.1	20 februari 2017	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
2.0	20 maart 2017	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
			[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]

Inhoud

1	INLEIDING	7
1.1	Systeemsprong	7
1.2	Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans	8
1.3	Dijktraject 16-3	8
2	HET VEILIGHEIDSOORDEEL	9
2.1	Veiligheidsoordeel dijktraject 16-3	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>	13
2.3	Duiding van het veiligheidsoordeel.....	13
3	OVERZICHT TE TREFFEN VOORZIENINGEN	15
4	AANVULLENDE INFORMATIE	17
5	LOGBOEK EN OVERIGE INFORMATIE	19
6	BRONNEN	21
	BIJLAGEN	23
	Bijlage A Resultaten VNK voor traject 16-3	25
	Bijlage B Methode criterium 2b	26

1 Inleiding

Voorliggend rapport bevat het veiligheidsoordeel voor de primaire waterkeringen binnen het dijktraject 16-3 (Streefkerk - Ameide) 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.

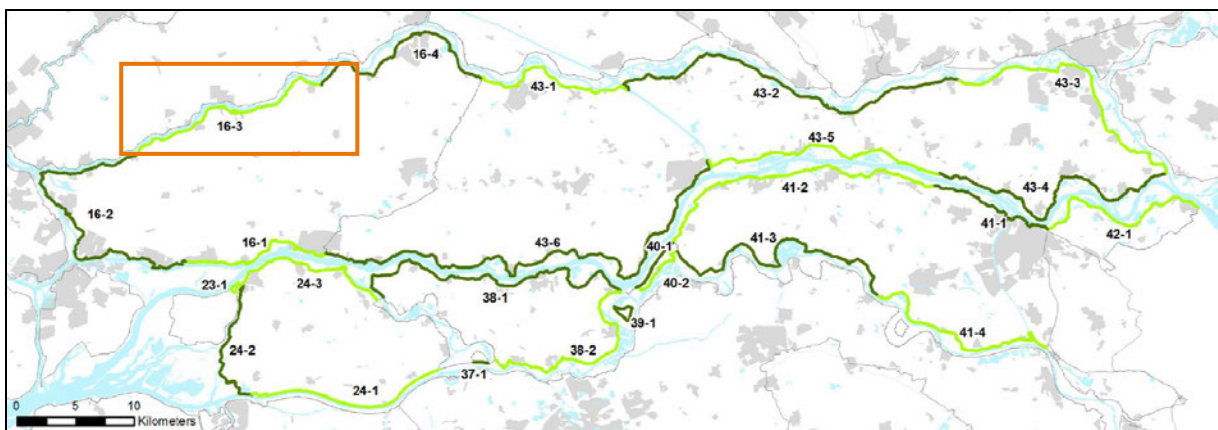
De Waterwet [15] bepaalt dat de veiligheid van alle primaire waterkeringen elke twaalf jaar moet worden beoordeeld. Als waterkeringbeheerder van primaire waterkeringen is Waterschap Rivierenland (WSRL) wettelijk verplicht om deze veiligheidsbeoordeling uit te voeren. Het Dagelijks Bestuur van het waterschap is verantwoordelijk voor het tijdig aanleveren van de resultaten van de veiligheidsbeoordeling aan de toezichthouder, de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Binnen WSRL is het uitvoeren van de veiligheidsbeoordeling beleidsmatig verankerd in het waterbeheerprogramma 2016 - 2021.

1.1 System sprong

Per 1 januari 2017 is 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 system sprong.

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 overstromingskansen 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 16-3

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 16-3

Het dijktraject 16-3 betreft de primaire waterkeringen aan onderzijde van de Lek tussen Streefkerk en Ameide (Sluis) (dijkpaal AW198. – AW299.) (zie Figuur 1). Een deel van deze waterkeringen is in de tweede wettelijke toetsing (2001-2006) (LRT2) als onvoldoende beoordeeld. Dit heeft ertoe geleid dat in het kader van het HWBP2 programma de dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer wordt uitgevoerd. In het kader van het project Ruimte voor de Rivier zijn delen van het traject Schoonhovenseveer – Langerak versterkt. Bijlage B geeft een overzicht van de omvang van deze dijkversterkingen.

De beoordeling van het dijktraject 16-3 zoals vastgelegd in voorliggend rapport betreft de huidige waterkering, dus de situatie met de verbeterde dijken van de projecten “Schoonhovenseveer - Langerak” en “Kinderdijk - Schoonhovenseveer”. Alle waterkerende objecten (dijken en kunstwerken) op het dijktraject 16-3 zijn in beheer bij Waterschap Rivierenland [16][17][18].

2 Het veiligheidsoordeel

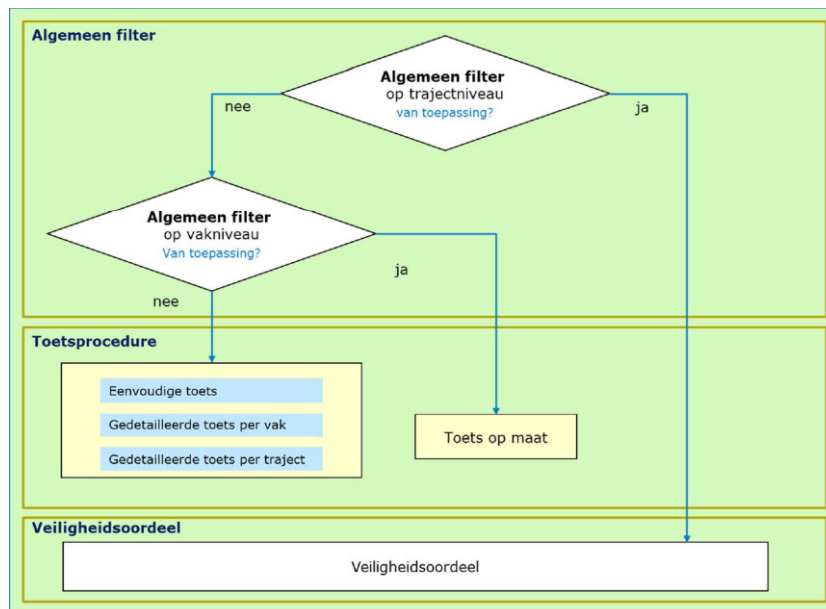
In dit hoofdstuk is het veiligheidsoordeel conform het WBI2017 voor dijktraject 16-3 geformuleerd, én zijn de onderbouwing en duiding van dit veiligheidsoordeel nader toegelicht.

2.1 Veiligheidsoordeel dijktraject 16-3

Het veiligheidsoordeel voor dijktraject 16-3 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 Procedure bij de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [2] (*criterion 1*).
- de beheerder kan aantonen dat het totaal aan nieuwe inzichten die verwerkt zijn in het WBI2017 (*criterion 2a*) én wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie zoals gehanteerd in het project Veiligheid Nederland in kaart (VNK) (*criterion 2b*) niet leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het traject.

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

Het traject 16-3 is opgenomen in tabel C-1 van appendix C van de Bijlage I bij de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [2]. Het traject 16-3 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. Binnen het project VNK is

voor dit dijktraject een overstromingskans bepaald die een factor 193 groter is dan de signaleringswaarde (zie Tabel 2).

Tabel 2: Berekende overstromingskans en wettelijke norm (signaleringswaarde) voor dijktraject 16-3

Traject	Locatie	Lengte (km)	Belasting	Berekende overstromingskans VNK (per jaar)	Signaleringswaarde (overstromingskansnorm) (per jaar)	Afstand tot norm (factor)
16-3	Streefkerk - Ameide	19,9	Lek	1/156	1/30.000	193

De faalkans voor het traject 16-3 zoals gepresenteerd in Tabel 2 is het resultaat van een combinatie van faalkansen berekend voor 4 verschillende faalmechanismen verdeeld over 13 dijkvakken [4]. In Tabel 3 in Bijlage A is de verdeling in dijkvakken van het traject 16-3 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 16-3 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 16-3 is niet het gevolg van één of enkele zwakke plekken: de berekende faalkansen per dijkvak zijn tamelijk uniform verdeeld over het traject. Naast het faalmechanisme *opbarsten en piping* heeft het faalmechanisme *macrostabiliteit binnenwaarts* eveneens een relevante bijdrage aan de faalkans op dijktrajectniveau. [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 de faalmechanismen *opbarsten en piping* en *macrostabiliteit binnenwaarts* vakken te selecteren die naar verwachting een grote bijdrage leveren aan de overstromingskans. Voor dijktraject 16-3 zijn 5 van de 13 vakken beoordeeld met het faalmechanisme *opbarsten en piping*. Ten aanzien van het faalmechanisme *macrostabiliteit binnenwaarts* is één vak beoordeeld.[4]. De overige, niet beschouwde vakken hebben eveneens een bijdrage aan de faalkans op dijktrajectniveau, maar deze is in VNK niet bepaald.

Het alsnog bepalen van de faalkansen voor de faalmechanismen *opbarsten en piping* en *macrostabiliteit binnenwaarts* voor de niet in VNK meegenomen vakken, leidt niet tot een kleinere faalkans voor het dijktraject 16-3. 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 16-3 een faalkans berekend van 1/156 per jaar (zie Tabel 2). Deze faalkans wordt gedomineerd door het faalmechanisme *opbarsten en piping* (zie Tabel 3, Bijlage A) [1].

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 (d_{70}) van het zand in de pipinggevoelige laag groter dan 190 μm , leidt tot grotere minimaal benodigde kwelweglengtes [10]. Binnen het project VNK zijn de aangehouden korreldiameters van het zand in de pipinggevoelige lagen in dijkkring 16 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 16-3.

Macrostabieliteit binnenwaarts

Een belangrijke verandering in het WBI2017 is de overgang van rekenen met gedraineerd grondgedrag naar rekenen met ongedraineerd grondgedrag, waarbij gebruik wordt gemaakt van het model Critical State Soil Mechanics (CSSM). Dit aspect van het grondgedrag van klei en veen is tot op heden ten onrechte buiten beschouwing gelaten in de Nederlandse geotechnische praktijk. Bij een langzame of permanente belasting en goed doorlatende grondlagen is een gedraineerde analyse echter op zijn plaats [11].

Voor het besluitvormingsproces in het WBI 2017 ten aanzien van het CSSM model bij het toetspoot *macrostabieliteit binnenwaarts* is een consequentie analyse uitgevoerd [11]. Met deze analyse zijn aan de hand van profiel- en ondergrondschematisaties uit VNK de consequenties van de implementatie van het materiaalmodel met ongedraineerde schuifsterkte in kaart gebracht. De consequentie-analyse met het CSSM model geeft voor *macrostabieliteit binnenwaarts* een ander beeld dan VNK. Waar in VNK *macrostabieliteit binnenwaarts* voor veel dijkkringen geen dominant faalmechanisme is en veelal een kleine faalkans voor dit faalmechanisme wordt berekend, voldoen in de consequentie-analyse veel dijkprofielen niet aan de semi-probabilistische veiligheidseis voor macrostabieliteit. Per saldo geven semi-probabilistische stabiliteitsanalyses met ongedraineerde schuifsterkte parameters en relatief lage materiaalfactoren gemiddeld genomen 10 tot 15% lagere stabiliteitsfactoren dan de vigerende werkwijze met gedraineerde schuifsterkte parameters met de vigerende relatief hoge materiaalfactoren en zoals ook gehanteerd in VNK [11].

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat de overgang van rekenen met gedraineerd grondgedrag naar rekenen met ongedraineerd grondgedrag leidt tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject 16-3.

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 16-3.

Overige faalmechanismen

De faalkans voor het traject 16-3 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 16-3.

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 16-3. 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 rivierengebied 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 16-3.

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

Op dijktraject 16-3 zijn recent dijkversterkingen uitgevoerd of in uitvoering (zie paragraaf 1.3 en bijlage B). Hierdoor kan de geschematiseerde situatie in het project VNK afwijken van de werkelijke situatie op het dijktraject.

Conform de Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [1] is het filter op dijktrajectniveau van toepassing als wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, niet leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het traject.

Conform het draaiboek [21] is, in afstemming met het directoraat-generaal Ruimte en Water van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (DGRW) en ILT, een nadere invulling gegeven aan het criterium “substantieel kleinere overstromingskans”. Er is sprake van een substantieel kleinere overstromingskans indien de ingeschatte actuele overstromingskans kleiner is dan een factor 90 van de signaleringswaarde én de actuele overstromingskans meer dan een factor 3 verandert ten opzichte van de oorspronkelijke overstromingskans.

De onderbouwing van deze nadere invulling is als volgt:

- het algemeen filter op trajectniveau is van toepassing op dijktrajecten die meer dan een factor 90 van de signaleringswaarde af liggen. Dit is het criterium van tabel 1 van appendix C van de regeling [1];
- De normklassen in de wet zijn afgeleid met steeds een factor 3 verschil, zodat de klassen in verhouding zijn met alle onzekerheden bij het bepalen van norm en bij het beoordelen aan de norm.

DGRW is voornemens deze nadere invulling van de regeling formeel vast te leggen.

De actuele situatie, inclusief de in hoofdstuk 1.3 genoemde dijkversterkingen, is vergeleken met de schematisatie in VNK. Als op een dijkvak een afwijking is geconstateerd, is als conservatieve benadering aangenomen dat de verbeterde faalmechanismen in dit vak niet meer bijdragen aan de overstromingskans van het dijktraject. Met deze aangepaste schematisatie is met het VNK instrumentarium opnieuw de overstromingskans van het dijktraject bepaald. De gehanteerde methode en analyse zijn meer in detail beschreven in bijlage B. In deze bijlage is tevens een kaart opgenomen met de ligging van de VNK vakken.

Voor dijktraject 16-3 zijn de dijkversterkingen Kinderdijk – Schoonhovenseveer en Schoonhovenseveer – Langerak afgerond of in afrondende fase. Ten opzichte van VNK is alleen de schematisatie van het dijkvak AW262-AW275 bij dijkversterking Schoonhovenseveer – Langerak gewijzigd. De actuele overstromingskans voor dijktraject 16-3 is 1/289. De afstand tot de signaleringswaarde is nu een factor 104 én de verandering in de overstromingskans is een factor 1,85.

Hiermee wordt aan criterium 2b voldaan: wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, leiden niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject.

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 16-3. Op basis van bovenstaande analyse is geen substantieel kleinere overstromingskans te verwachten dan eerder berekend in het project VNK. Het dijktraject 16-3 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* heeft het faalmechanisme *macrostabiliteit binnenwaarts* een relevante bijdrage aan het veiligheidsoordeel (zie paragraaf 2.2.1 en bijlage A).
- 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).
- De actuele situatie komt overeen met de VNK schematisatie, met uitzondering van dijkvak AW262-AW275. In de dijkversterking Schoonhovenseveer – Langerak is door middel van waterontspanners een stabiliteitsmaatregel getroffen. De schematisatie van het vak is voor het faalmechanisme *macrostabiliteit binnenwaarts* aangepast. De VNK schematisatie voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* blijft voor dit dijkvak ongewijzigd. De aanpassing ten aanzien van *macrostabiliteit binnenwaarts* leidt niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject (zie paragraaf 2.2.3 en bijlage B).

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat volledige duiding van het veiligheidsoordeel niet mogelijk is doordat in VNK niet alle faalmechanismen voor alle vakken 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

Delen van dijktraject 16-3 worden momenteel versterkt in het kader van Ruimte voor de Rivier en HWBP2. Grootschalige integrale dijkversterking op korte termijn is daarom niet gewenst.

Waterschap Rivierenland is voornemens een verkenning uit te voeren om de veiligheidsopgave voor het gehele dijktraject te bepalen. Hierbij zal specifiek worden gekeken naar de faalmechanismen *opbarsten en piping* en *macrostabiliteit binnenwaarts*. Aansluitend op deze verkenning worden maatregelen afgewogen op basis van doelmatigheid en gevolgen voor de omgeving. Deze maatregelen moeten de afstand tot de norm van dit dijktraject fors verkleinen. Naar verwachting zal dit leiden tot een partiële dijkversterking. Door op deze wijze te handelen, beperken we de overlast en werken we doelmatig naar de situatie dat alle primaire waterkeringen in beheer bij Waterschap Rivierenland in 2050 het beoogde beschermingsniveau bieden.

Dijktrajecten die nog niet voldoen aan de norm krijgen bij de reguliere inspecties extra aandacht. Dit betekent dat het dijktraject 16-3 extra aandacht krijgt bij de inspecties om de actuele situatie te monitoren. De veiligheid van het traject blijft een aandachtspunt zolang de voorgenomen verbeteringsprojecten nog niet uitgevoerd zijn. 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

De scope van dijkversterking Kinderdijk - Schoonhovenseveer (KIS) is bepaald op basis van geavanceerd probabilistisch onderzoek. Als gevolg hiervan zijn ‘tussenvakken’ ontstaan die buiten de versterking vielen. In een van deze tussenvakken zijn deformaties geconstateerd, waarna een stabiliteitsanalyse is uitgevoerd conform de ontwerpuitgangspunten van de dijkversterking KIS. Op basis van deze waarnemingen en analyses heeft Waterschap Rivierenland besloten een versnelde verkenning uit te voeren op deze vakken, vooruitlopend op een formele aanmelding bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

In de dijkversterking Schoonhovenseveer – Langerak (SLA) is op bepaalde trajecten een stabiliteitsmaatregel getroffen door middel van waterontspanningsbronnen. Er is een monitoringssysteem aangelegd om de werking van deze bronnen te kunnen controleren [19].

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 16 Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden*, HB 2310976, 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] Waterschap Rivierenland, *Veiligheidsrapportage primaire waterkeringen 2015*, versie 1.1, 4 januari 2016.
- [15] Waterwet: [Waterwet](#)
- [16] Waterbesluit: [Waterbesluit](#)
- [17] Waterregeling: [Waterregeling](#)
- [18] Reglement voor Waterschap Rivierenland: [Reglement](#)
- [19] Dijkversterking Schoonhovenseveer – Langerak: projectplan waterwet (23 januari 2015) en diverse as-built tekeningen ligging bronnering (20 april 2016)
- [20] Dijkversterking Kinderdijk – Schoonhovenseveer: geotechnische rapportage (29 maart 2013) en tekeningen t.b.v. projectplan (9 april 2013)
- [21] Draaiboek Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans, definitieve versie, vastgesteld door Stuurgroep Water, 14 december 2016

Bijlagen

Bijlage A Resultaten VNK voor traject 16-3

Tabel 3: Berekende faalkansen per vak en per kunstwerk voor traject 16-3 (VNK)

Vak	Dijken				Kunstwerken				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfoverslag	Macrostabieliteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Falen bekleding en erosie dijklchaam	Overloop/Overslag	Betrouwbaarheid sluiting	Onder-/achterloopsheid	Sterkte en stabiliteit	
16.AW289 299	1/31.000		1/1.800						1/1.700
16.AW279 289	1/23.000		1/930						1/910
16.AW275 279	1/28.000								1/27.800
16.AW262 275	1/27.000	1/370	1/960	<1/1.000.000					1/260
16.AW254 262	1/22.000								1/22.000
16.AW251 254	1/98.000								1/98.000
16.AW247 251	1/17.000								1/17.000
16.AW240 247	1/830.000								1/830.000
16.AW227 240	1/210.000								1/210.000
16.AW218 227	<1/1.000.000		1/1.300						1/1.300
16.AW211 218	<1/1.000.000			1/510.000					1/340.000
16.AW203 211	1/280.000		1/2.800						1/2.800
16.AW198 203	<1/1.000.000								<1/1.000.000
Faalkans op trajectniveau	1/16 300	1/370	1/290	1/474.000					1/156

Bijlage B Methode criterium 2b

Inleiding

Dijktraject 16-3 is opgenomen in tabel C-1 van appendix C van Bijlage I bij de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [1]. Daarmee is de oorspronkelijke overstromingskans bepaald binnen het project VNK minimaal een factor 90 groter dan de signaleringswaarde van de norm.

Conform de regeling [1] is het filter op dijktrajectniveau van toepassing als wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, niet leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het traject.

Conform het draaiboek [21] is, in afstemming met het directoraat-generaal Ruimte en Water van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (DGRW) en ILT, een nadere invulling gegeven aan het criterium “substantieel kleinere overstromingskans”. Er is sprake van een substantieel kleinere overstromingskans indien de ingeschatte actuele overstromingskans kleiner is dan een factor 90 van de signaleringswaarde én de actuele overstromingskans meer dan een factor 3 verandert ten opzichte van de oorspronkelijke overstromingskans.

Ten aanzien van criterium 2b zijn de onderzoeksvragen als volgt: wat is het verschil tussen de actuele situatie en de geschematiseerde situatie in VNK, en wat is het effect van dit verschil op de overstromingskans van het dijktraject? Deze onderzoeksvragen worden in deze bijlage stapsgewijs beantwoord.

Methode

De aanpak om een actuele overstromingskans op basis van VNK te bepalen, is op basis van de onderzoeksvragen als volgt:

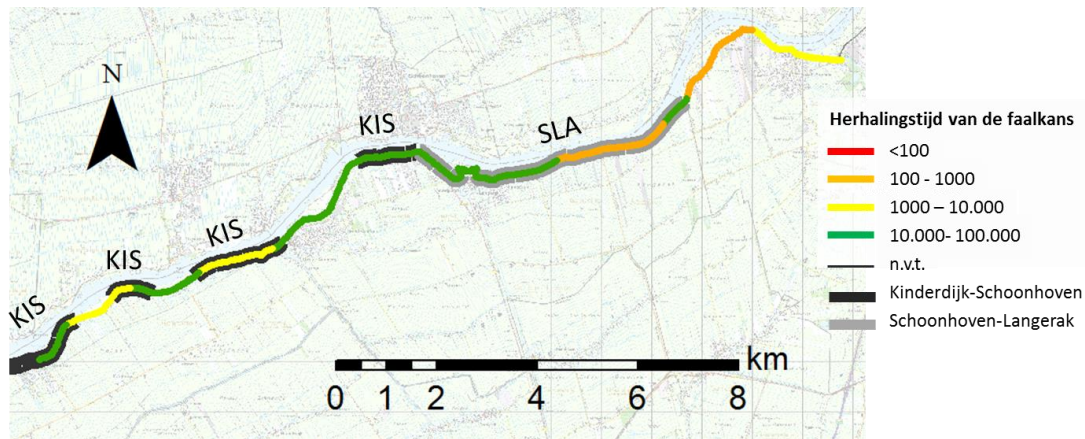
1. nagaan in welke (VNK) dijkvakken recent dijkversterkingen hebben plaatsgevonden. Voor deze dijkvakken wordt:
2. nagegaan wat de verschillen zijn tussen de actuele situatie en de VNK schematisatie;
3. indien een verschil wordt aangetroffen en het dijkvak is versterkt, wordt de actuele overstromingskans bepaald met PC-Ring door het verbeterde faalmechanisme in het betreffende dijkvak ‘uit’ te zetten;
4. bepaal de afstand tot de signaleringsnorm van het dijktraject.

Het resultaat van deze aanpak leidt tot een conservatieve benadering van de overstromingskans voor het dijktraject, omdat aangenomen wordt dat de versterkte faalmechanismen in de dijkvakken geen (en dus een verwaarloosbare) kansbijdrage hebben aan de overstromingskans op dijktrajectniveau.

In de volgende paragrafen is deze methode stapsgewijs uitgewerkt.

Stap 1: Inventarisatie recente dijkversterkingen

In het project VNK is de toestand van de waterkeringen in 2012 gehanteerd [4]. Ten tijde van de analyse in VNK waren de dijkversterkingsprojecten Kinderdijk-Schoonhoven (KIS) en Schoonhoven-Langerak (SLA) in de planfase. Inmiddels zijn beide projecten afgerond of in afrondende fase. Figuur 3 geeft een overzicht van de ligging van deze dijkversterkingen.



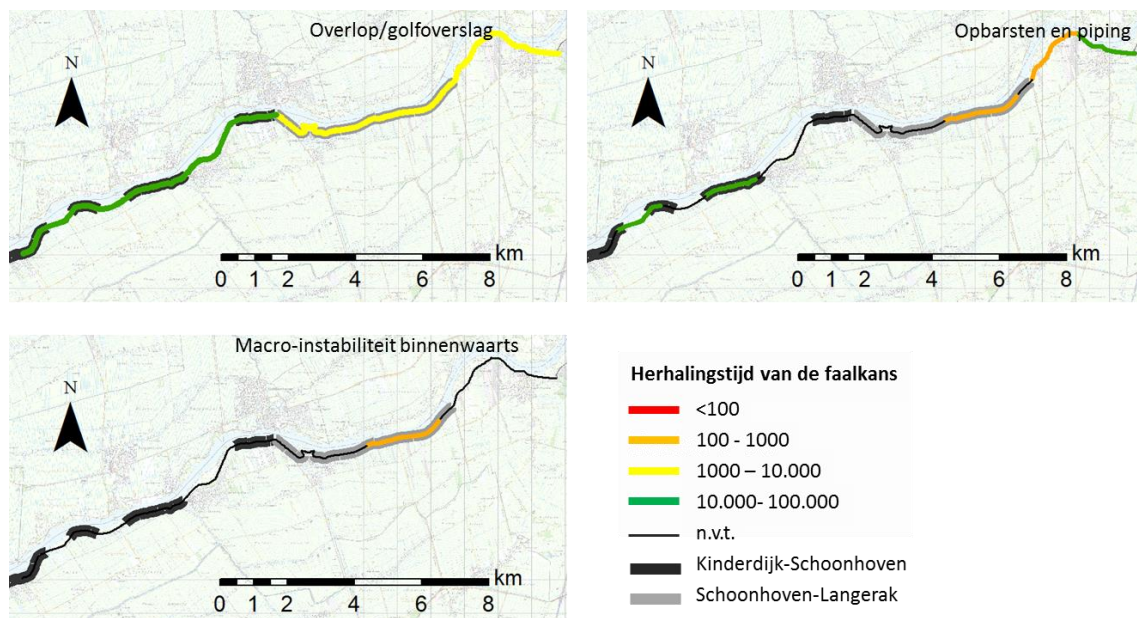
Figuur 3: Overzicht van recent uitgevoerde dijkversterkingen in dijktraject 16-3.

Stap 2: Verschil tussen VNK schematisatie en actuele situatie

Voor de vakken waar een dijkversterking heeft plaatsgevonden is onderzocht of de dijkontwerpen die zijn gebruikt voor de schematisatie in VNK ook daadwerkelijk buiten zijn gebracht.

De verschilanalyse is alleen uitgevoerd voor die dijkvakken waar de faalmechanismen *macrostabiliteit binnenwaarts* en *opbarsten en piping* zijn geschematiseerd omdat deze mechanismen de grootste bijdrage hebben aan de overstromingskans voor het dijktraject. De bevindingen van de analyse zijn weergegeven in Tabel 4. De overige faalmechanismen zijn buiten beschouwing gelaten. Het meenemen van de overige faalmechanismen leidt niet tot een lagere faalkans voor het dijktraject 16-3. Het combineren van faalkansen van meerdere mechanismen, hoe klein ook, leidt immers per definitie tot een hogere faalkans voor het traject.

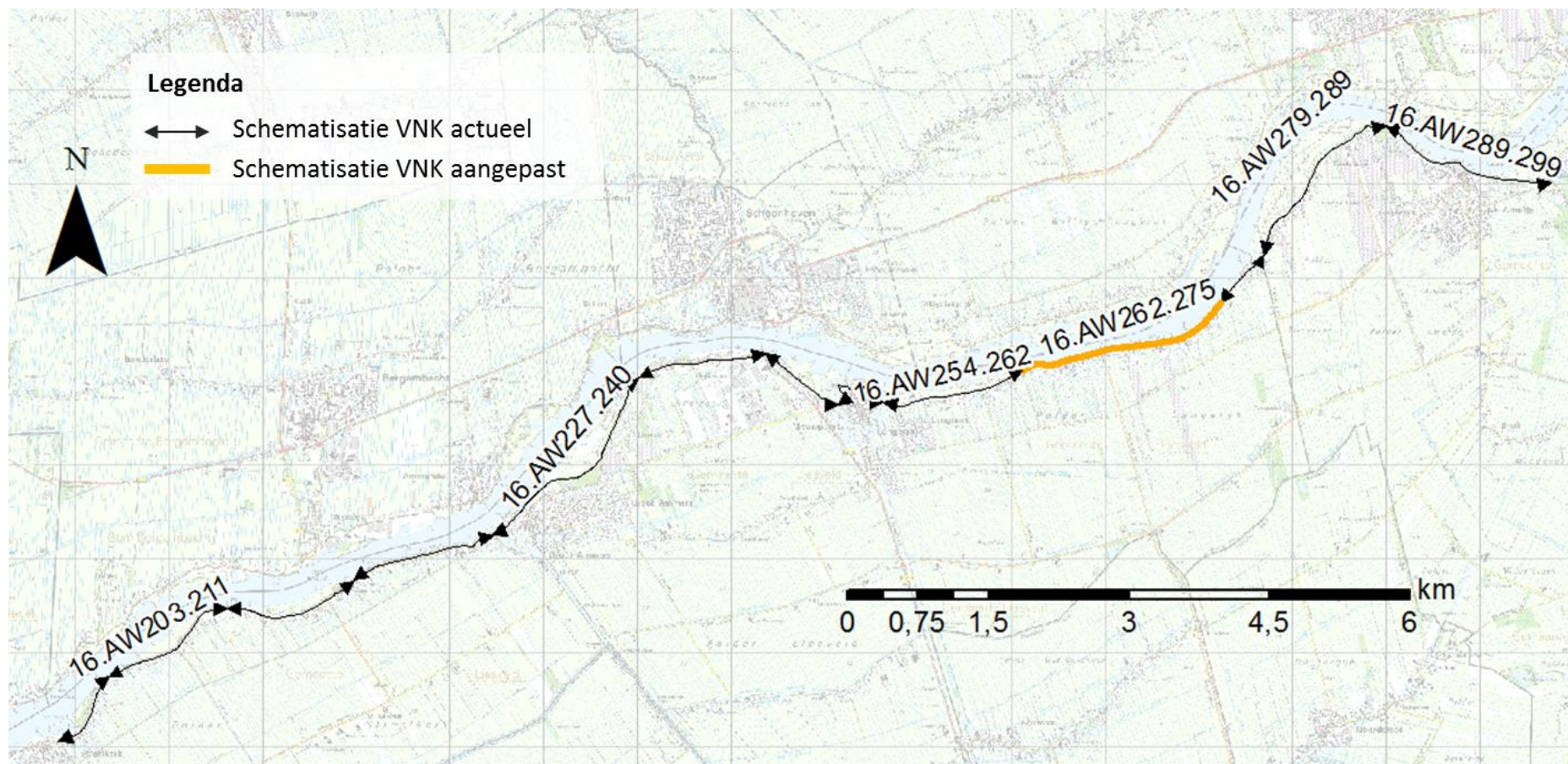
In Figuur 4 is de verdeling in dijkvakken van het traject 16-3 conform VNK aangegeven en is aangegeven voor welke faalmechanismen in VNK een faalkans is berekend [4].



Figuur 4: Overzicht faalkans per faalmechanisme voor dijktraject 16-3.

Tabel 4: Overzicht van gedefinieerde dijkvakken in VNK en de van toepassing zijnde dijkversterkingsprojecten voor dijktraject 16-3

Dijkvak (VNK)	Recente dijkversterking	Uitgangspunt VNK	Opmerkingen
16.AW289.299	Geen recente dijkversterking		
16.AW279.289	Geen recente dijkversterking		
16.AW275.279	Schoonhovenseveer-Langerak	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.AW262.275	Schoonhovenseveer-Langerak	Dijkversterking SLA is niet meegenomen in VNK schematisatie	In dit project zijn waterontspanners aangelegd tussen AW266 en AW272 om de macrostabiliteit te vergroten [19]. In de nieuwe faalkansberekening in PC-Ring is daarom het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts uitgezet voor dit dijkvak. Dit is een conservatieve benadering omdat na versterking altijd een faalkans voor het vak blijft bestaan. Deze de waterontspanners zijn niet ontworpen voor het faalmechanisme opbarsten en piping. De VNK schematisatie voor opbarsten en piping blijft ongewijzigd.
16.AW254.262	Schoonhovenseveer-Langerak	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.AW251.254	Geen recente dijkversterking		
16.AW247.251	Schoonhovenseveer-Langerak	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.AW240.247	Kinderdijk-Schoonhoven	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.AW227.240	Geen recente dijkversterking		
16.AW218.227	Kinderdijk-Schoonhoven	Dijkversterking KIS is meegenomen	De VNK schematisatie van dit vak is gebaseerd op de Ontwerptekeningen projectplan [20]. De benodigde afmetingen van bermen zijn in deze fase bepaald in de Geotechnische rapportage dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer [20]. Deze afmetingen zijn vervolgens via een uitvoeringscontract opgelegd aan de aannemer om deze te realiseren.
16.AW211.218	Kinderdijk-Schoonhoven	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.AW203.211	Geen recente dijkversterking		
16.AW198.203	Kinderdijk-Schoonhoven	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	



Figuur 5: Overzicht vakindeling VNK met aanduiding faalkans per faalmechanisme voor dijktraject 16-3.

Stap 3: Bepalen actuele overstromingskans

In PC-Ring is de faalkans berekend voor dijktraject 16-3 voor de huidige situatie. Ten opzichte van VNK is alleen de schematisatie van dijkvak AW262. – AW275. gewijzigd. Deze aanpassing leidt tot een lagere faalkans voor het dijktraject (1/289 in plaats van 1/156).

Tabel 5 laat zien dat de voor het dijktraject 16-3 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 16-3 is niet het gevolg van één of enkele zwakke plekken: de berekende faalkansen per dijkvak zijn tamelijk uniform verdeeld over het traject [4].

Tabel 5: Berekende faalkansen per vak en per kunstwerk voor traject 16-3 met aanpassingen in de VNK schematisatie voor dijkvak 16.AW262-AW275 vanwege de aangebrachte waterontspanners.

Vak	Dijken				Kunstwerken				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfvoerslag	Macrostabieliteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Falen bekleding en erosie dijklchaam	Overloop/Overstap	Betrouwbaarheid sluiting	Onder-/achterloopsheld	Sterkte en stabiliteit	
16.AW289 299	1/31.000		1/1.800						1/1.700
16.AW279 289	1/23.000		1/930						1/910
16.AW275 279	1/28.000								1/27.800
16.AW262.275	1/27.000	1/270	1/960	<1/1.000.000					1/950
16.AW254 262	1/22.000								1/22.000
16.AW251 254	1/98.000								1/98.000
16.AW247 251	1/17.000								1/17.000
16.AW240 247	1/830.000								1/830.000
16.AW227 240	1/210.000								1/210.000
16.AW218 227	<1/1.000.000		1/1.300						1/1.300
16.AW211 218	<1/1.000.000			1/510.000					1/340.000
16.AW203 211	1/280.000		1/2.800						1/2.800
16.AW198 203	<1/1.000.000								<1/1.000.000
Faalkans op trajectniveau	1/16.300	-	1/290	1/474.000		-	-		1/289

Stap 4: Bepaal de afstand tot de signaleringsnorm

In stap 3 is een actuele faalkans van het dijktraject berekend van 1/289. De afstand tot de signaleringswaarde is nu een factor 104 én de verandering in de overstromingskans is een factor 1,85. Hiermee wordt aan criterium 2b voldaan: wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, leiden niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject.

Het criterium voor “substantieel kleinere overstromingskans voor het traject” is in dit kader als volgt nader gespecificeerd: er is sprake van een substantieel kleinere overstromingskans indien de ingeschatte actuele overstromingskans kleiner is dan een factor 90 van de signaleringswaarde van de norm én de verandering ten opzichte van de oorspronkelijke faalkans kleiner is dan een factor 3.



Waterschap
Rivierenland

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



Waterschap
Rivierenland

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

Veiligheidsoordeel

Dijktraject 16-4

*sterke dijken
schoon water*

Waterschap Rivierenland

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans
Veiligheidsoordeel Dijktraject 16-4

Versie: 2.0

Datum: 20 maart 2017



Colofon

Nr.	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
0.1	18 januari 2017						
1.0	27 januari 2017						
1.1	20 februari 2017						
2.0	20 maart 2017						

Inhoud

1	INLEIDING	7
1.1	Systeemsprong	7
1.2	Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans	8
1.3	Dijktraject 16-4	8
2	HET VEILIGHEIDSOORDEEL	11
2.1	Veiligheidsoordeel dijktraject 16-4	11
2.2	Onderbouwing van het veiligheidsoordeel	11
2.2.1	<i> criterium 1: traject opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling</i>	11
2.2.2	<i> criterium 2a: nieuwe inzichten verwerkt in het WBI2017</i>	12
2.2.2.1	Effect rekenmodellen	12
2.2.2.2	Effect hydraulische belastingen	14
2.2.3	<i> criterium 2b: Wijzigingen aan de kering t.o.v. situatie gehanteerd in VNK</i>	14
2.3	Duiding van het veiligheidsoordeel	15
3	OVERZICHT TE TREFFEN VOORZIENINGEN	17
4	AANVULLENDE INFORMATIE	19
5	LOGBOEK EN OVERIGE INFORMATIE	21
6	BRONNEN	23
	BIJLAGEN	25
	Bijlage A Resultaten VNK voor traject 16-4	27
	Bijlage B Methode criterium 2b	28

1 Inleiding

Voorliggend rapport bevat het veiligheidsoordeel voor de primaire waterkeringen binnen het dijktraject 16-4 (Ameide – Everdingen) 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.

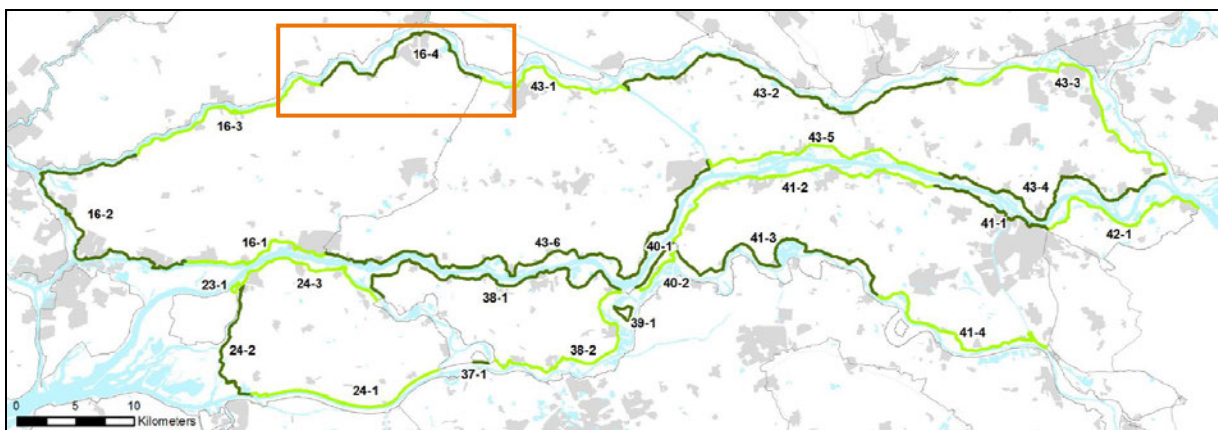
De Waterwet [15] bepaalt dat de veiligheid van alle primaire waterkeringen elke twaalf jaar moet worden beoordeeld. Als waterkeringbeheerder van primaire waterkeringen is Waterschap Rivierenland (WSRL) wettelijk verplicht om deze veiligheidsbeoordeling uit te voeren. Het Dagelijks Bestuur van het waterschap is verantwoordelijk voor het tijdig aanleveren van de resultaten van de veiligheidsbeoordeling aan de toezichthouder, de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). Binnen WSRL is het uitvoeren van de veiligheidsbeoordeling beleidsmatig verankerd in het waterbeheerprogramma 2016 - 2021.

1.1 System sprong

Per 1 januari 2017 is 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 system sprong.

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 overstromingskansen 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 16-4

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 16-4

Het dijktraject 16-4 betreft de primaire waterkeringen aan onderzijde van de Lek tussen Ameide en Everdingen (dijkpaal VY000. tot VY092.) (zie Figuur 1). Een deel van deze waterkeringen is in het kader van het project Ruimte voor de Rivier versterkt in de projecten “Lekdijk Vianen” en “Hagestein – Opheusden”. Op basis van de derde wettelijke toetsing (2006-2011) (LRT3) aanvullend het dijkversterkingsproject “Vianen” opgenomen in het HWBP. Dijkversterkingsproject “Vianen” is niet meegenomen in de VNK analyse omdat voor deze versterking tijdens het project VNK de planvorming nog niet was gestart.

De beoordeling van het dijktraject 16-4 zoals vastgelegd in voorliggend rapport betreft de huidige waterkering, dus de situatie met de verbeterde dijken van de projecten “Lekdijk Vianen” en “Hagestein-Opheusden” en het huidige, niet versterkte dijkvak “Vianen”. Bijlage B geeft een overzicht van de omvang van deze dijkversterkingen.

Alle waterkerende objecten (dijken en kunstwerken) op het dijktraject 16-4 zijn in beheer bij Waterschap Rivierenland, met uitzondering van de Grote Sluis in Vianen. Provincie Zuid-Holland is als

vaarwegbeheerder verantwoordelijk voor het in stand houden en bediening van de Grote Sluis. Conform de Waterwet [15] is Waterschap Rivierenland echter beheerder van de waterkering. De Waterwet en de hierop gebaseerde uitvoeringsregelgeving zoals het Waterbesluit [16] en de Waterregeling [17] voorzien in een uitdrukkelijke toedeling van het waterbeheer aan het Rijk of aan het waterschap. Waterschap Rivierenland is door de vier bevoegde provincies aangewezen als beheerder van het regionaal systeem in het Rivierengebied [18].

Voorliggend document betreft het veiligheidsoordeel op dijktrajectniveau inclusief de Grote Sluis in Vianen.

2 Het veiligheidsoordeel

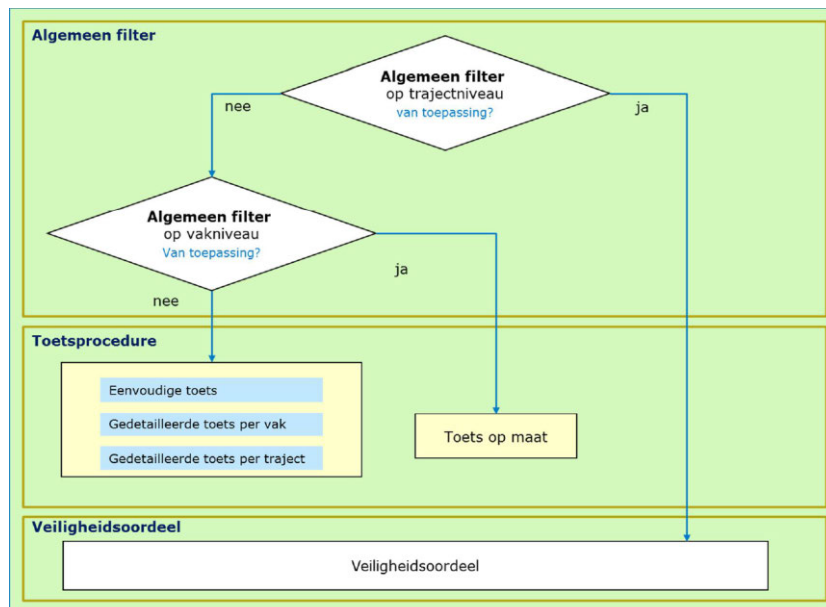
In dit hoofdstuk is het veiligheidsoordeel conform het WBI2017 voor dijktraject 16-4 geformuleerd, én zijn de onderbouwing en duiding van dit veiligheidsoordeel nader toegelicht.

2.1 Veiligheidsoordeel dijktraject 16-4

Het veiligheidsoordeel voor dijktraject 16-4 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 Procedure 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 substantieel kleinere overstromingskans voor het traject.

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

Het traject 16-4 is opgenomen in tabel C-1 van appendix C van de Bijlage I bij de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [2]. Het traject 16-4 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. Binnen het project VNK is

voor dit traject een overstromingskans bepaald die meer dan een factor 300 groter is dan de signaleringswaarde (zie Tabel 2).

Tabel 2: Berekende overstromingskans en wettelijke norm (signaleringswaarde) voor dijktraject 16-4

Traject	Locatie	Lengte (km)	Belasting	Berekende overstromingskans VNK (per jaar)	Signaleringswaarde (overstromingskansnorm) (per jaar)	Afstand tot norm (factor)
16-4	Ameide- Everdingen	19,6	Lek	1/87	1/30.000	343

De faalkans voor het traject 16-4 zoals gepresenteerd in Tabel 2 is het resultaat van een combinatie van faalkansen berekend voor 5 verschillende faalmechanismen verdeeld over 14 dijkvakken en 2 kunstwerken [4]. In Tabel 3 in Bijlage A is de verdeling in dijkvakken van het traject 16-4 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 16-4 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 16-4 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 dijktraject 16-4 zijn 10 van de 14 vakken beoordeeld met het faalmechanisme *opbarsten en piping* [4]. De overige, niet beschouwde vakken hebben eveneens een bijdrage aan de faalkans op dijktrajectniveau, maar deze is in VNK niet bepaald.

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 16-4. 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 16-4 een faalkans berekend van 1/87 per jaar (zie Tabel 2). Deze faalkans wordt gedomineerd door het faalmechanisme *opbarsten en piping* (zie Tabel 3, Bijlage A) [1].

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 (d_{70}) van het zand in de pipinggevoelige laag groter dan 190 μm , leidt tot grotere minimaal benodigde kwelweglengtes [10]. Binnen het project VNK zijn de aangehouden korreldiameters van het zand in de pipinggevoelige lagen in dijkkring 16 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 16-4.

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 16-4.

Overige faalmechanismen

De faalkans voor het traject 16-4 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 16-4.

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 16-4. 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 rivierengebied 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 16-4.

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

Op dijktraject 16-4 zijn recent dijkversterkingen uitgevoerd (zie paragraaf 1.3 en bijlage B). Hierdoor kan de geschematiseerde situatie in het project VNK afwijken van de werkelijke situatie op het dijktraject.

Conform de Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [1] is het filter op dijktrajectniveau van toepassing als wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, niet leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het traject.

Conform het draaiboek [21] is, in afstemming met het directoraat-generaal Ruimte en Water van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (DGRW) en ILT, een nadere invulling gegeven aan het criterium "substantieel kleinere overstromingskans". Er is sprake van een substantieel kleinere overstromingskans indien de ingeschatte actuele overstromingskans kleiner is dan een factor 90 van de signaleringswaarde én de actuele overstromingskans meer dan een factor 3 verandert ten opzichte van de oorspronkelijke overstromingskans.

De onderbouwing van deze nadere invulling is als volgt:

- het algemeen filter op trajectniveau is van toepassing op dijktrajecten die meer dan een factor 90 van de signaleringswaarde af liggen. Dit is het criterium van tabel 1 van appendix C van de regeling [1];
- De normklassen in de wet zijn afgeleid met steeds een factor 3 verschil, zodat de klassen in verhouding zijn met alle onzekerheden bij het bepalen van norm en bij het beoordelen aan de norm.

DGRW is voornemens deze nadere invulling van de regeling formeel vast te leggen.

De actuele situatie, inclusief de in hoofdstuk 1.3 genoemde dijkversterkingen, is vergeleken met de schematisatie in VNK. Als op een dijkvak een afwijking is geconstateerd, is als conservatieve benadering aangenomen dat de verbeterde faalmechanismen in dit vak niet meer bijdragen aan de overstromingskans van het dijktraject. Met deze aangepaste schematisatie is met het VNK

instrumentarium opnieuw de overstromingskans van het dijktraject bepaald. De gehanteerde methode en analyse zijn meer in detail beschreven in bijlage B. In deze bijlage is tevens een kaart opgenomen met de ligging van de VNK vakken.

Voor dijktraject 16-4 zijn de dijkversterkingen Lekdijk-Vianen en Hagestein-Opheusden afgerond of in afrondende fase. Ten opzichte van VNK is alleen de schematisatie van het dijkvak VY076-VY084 bij dijkversterking Hagestein-Opheusden gewijzigd. De actuele overstromingskans voor dijktraject 16-4 is 1/88. De afstand tot de signaleringswaarde is nu een factor 341. Ten opzichte van de oorspronkelijke overstromingskans is de verandering in de overstromingskans verwaarloosbaar. Hiermee wordt aan criterium 2b voldaan: wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, leiden niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject.

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 16-4. Op basis van bovenstaande analyse is geen substantieel kleinere overstromingskans te verwachten dan eerder berekend in het project VNK. Het dijktraject 16-4 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 faalmechanismen een relevante bijdrage aan het veiligheidsoordeel (zie paragraaf 2.2.1 en bijlage A).
- 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).
- Dijkversterking Lekdijk-Vianen dat versterkt is in het kader van het tweede Hoog Water Beschermingsprogramma levert geen lagere faalkans op voor het dominante faalmechanisme *opbarsten en piping* omdat de waterkering alleen op stabiliteit is versterkt met dijkvernageling. De VNK schematisatie blijft ongewijzigd en daarmee de faalkans voor dit dijkvak ook (zie bijlage B).
- De actuele situatie komt overeen met de VNK schematisatie, met uitzondering van het dijkvak VY076-VY084 binnen de dijkversterking Hagestein-Opheusden. De schematisatie van dit vak is voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* aangepast naar de actuele situatie, waarna met behulp van het VNK instrumentarium de overstromingskans van het dijktraject opnieuw is bepaald. Deze aanpassing ten aanzien van *opbarsten en piping* leidt niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject (zie paragraaf 2.2.3 en bijlage B).
- De Grote Sluis in Vianen valt onder het vaarwegbeheer van de Provincie Zuid-Holland. Deze sluis levert geen substantiële bijdrage aan de faalkans van het dijktraject 16-4 zoals berekend binnen VNK. Een uitgebreide analyse en beoordeling van dit object resulteert conform het algemeen filter dan ook niet in een ander veiligheidsoordeel voor het gehele dijktraject.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat volledige duiding van het veiligheidsoordeel niet mogelijk is doordat in VNK niet alle faalmechanismen voor alle vakken 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

Delen van dijktraject 16-4 worden momenteel versterkt in het kader van Ruimte voor de Rivier. Grootschalige integrale dijkversterking op korte termijn is daarom niet gewenst.

Waterschap Rivierenland is voornemens een verkenning uit te voeren om de veiligheidsopgave voor het gehele dijktraject te bepalen. Hierbij zal specifiek worden gekeken naar de faalmechanisme *opbarsten en piping*. Aansluitend op deze verkenning worden maatregelen afgewogen op basis van doelmatigheid en gevolgen voor de omgeving. Deze maatregelen moeten de afstand tot de norm van dit dijktraject fors verkleinen. Naar verwachting zal dit leiden tot een partiële dijkversterking. Door op deze wijze te handelen, beperken we de overlast en werken we doelmatig naar de situatie dat alle primaire waterkeringen in beheer bij Waterschap Rivierenland in 2050 het beoogde beschermingsniveau bieden.

De Grote Sluis Vianen zal voor 2022 door Waterschap Rivierenland aanvullend worden beoordeeld conform de methodiek van de reguliere beoordeling om te bepalen of maatregelen noodzakelijk zijn om de sluis te laten voldoen aan de eisen van de nieuwe normering. Hierbij werkt het waterschap samen met de dagelijks beheerder van de sluis, de Provincie Zuid-Holland.

Dijktrajecten die nog niet voldoen aan de norm krijgen bij de reguliere inspecties extra aandacht. Dit betekent dat het dijktraject 16-4 extra aandacht krijgt bij de inspecties om de actuele situatie te monitoren. De veiligheid van het traject blijft een aandachtspunt zolang de voorgenomen verbeteringsprojecten nog niet uitgevoerd zijn. 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

De dijkversterking Lekdijk Vianen betreft een strekking van 250 m ten noordwesten van het centrum Vianen. Dit traject is versterkt door middel van een innovatieve techniek: dijkvernageling. Het project is inmiddels afgerond.

De omgeving van Vianen staat bekend als zeer kwelgevoelig. Tijdens het hoogwater van 1995 hebben zich veel problemen voorgedaan met betrekking tot kwel en piping. Er is een noodberm aangelegd op het gedeelte tussen VY060. tot VY061. Vervolgens is het dijkvak Lexmond – Vianen versterkt in het kader van de Noodwet. In deze dijkversterking is de oude rekenregel van Sellmeijer toegepast met 18H als bovengrens [19].

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 16 Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden*, HB 2310976, 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] Waterschap Rivierenland, *Veiligheidsrapportage primaire waterkeringen 2015*, versie 1.1, 4 januari 2016.
- [15] Waterwet: [Waterwet](#)
- [16] Waterbesluit: [Waterbesluit](#)
- [17] Waterregeling: [Waterregeling](#)
- [18] Reglement voor Waterschap Rivierenland: [Reglement](#)
- [19] Dijkverbetering Lexmond – Vianen, deel 1: Ontwerp, GeoDelft, CO-293801-0009, december 2004
- [20] Dijkverbeteringsplan Hagestein – Opheusden, deel 2 deeltraject Hagestein – Fort Everdingen, CSO, 10K204, 17-4-2013
- [21] Draaiboek Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans, definitieve versie, vastgesteld door Stuurgroep Water, 14 december 2016

Bijlagen

Bijlage A Resultaten VNK voor traject 16-4

Tabel 3: Berekende faalkansen per vak en per kunstwerk voor traject 16-4 op basis van de VNK schematisatie

Vak	Dijken				Kunstwerken				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfverslag	Macrostabieliteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Falen bekleding en erosie dijklchaam	Overloop/Overs lag	Betrouwbaarheid sluiting	Onder-/achterloopsheid	Sterkte en stabiliteit	
16.VY092.097	1/15.000								1/15.000
16.VY084.092	1/9.400		1/550						1/530
16.VY076.084	1/76.000		1/890	<1/1.000.000					1/890
16.VY072.076	1/8.000								1/8.000
16.VY065.072	1/36.000		1/340						1/340
16.VY059.065	1/14.000		1/280						1/280
16.VY052.059	1/33.000		1/490						1/490
16.VY044.052	1/4.100		1/460						1/440
16.VY036.044	1/22.000		1/2.700						1/2.600
16.VY031.036	1/9.500								1/9.500
16.VY023.031	1/38.000		1/3.700	1/470.000					1/3.500
16.VY017.023	1/57.000		1/460						1/460
16.VY012.017	1/28.000								1/28.000
16.VY000.012	1/9.000		1/1.500						1/1.400
VNK.16.01.003 ^a					1/46.000			<1/1.000.000	1/46.000
VNK.16.06.004 ^b					1/130.000				1/130.000
Faalkans op trajectniveau	1/4.100	-	1/87	1/470.000	1/46.000	-	-	<1/1.000.000	1/87

a) Coupure buitenstad Vianen

b) Grote sluis Vianen

Bijlage B Methode criterium 2b

Inleiding

Dijktraject 16-4 is opgenomen in tabel C-1 van appendix C van Bijlage I bij de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [1]. Daarmee is de oorspronkelijke overstromingskans bepaald binnen het project VNK minimaal een factor 90 groter dan de signaleringswaarde van de norm.

Conform de regeling [1] is het filter op dijktrajectniveau van toepassing als wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, niet leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het traject.

Conform het draaiboek [21] is, in afstemming met het directoraat-generaal Ruimte en Water van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (DGRW) en ILT, een nadere invulling gegeven aan het criterium “substantieel kleinere overstromingskans”. Er is sprake van een substantieel kleinere overstromingskans indien de ingeschatte actuele overstromingskans kleiner is dan een factor 90 van de signaleringswaarde én de actuele overstromingskans meer dan een factor 3 verandert ten opzichte van de oorspronkelijke overstromingskans.

Ten aanzien van criterium 2b zijn de onderzoeksvragen als volgt: wat is het verschil tussen de actuele situatie en de geschematiseerde situatie in VNK, en wat is het effect van dit verschil op de overstromingskans van het dijktraject? Deze onderzoeksvragen worden in deze bijlage stapsgewijs beantwoord.

Methode

De aanpak om een actuele overstromingskans op basis van VNK te bepalen, is op basis van de onderzoeksvragen als volgt:

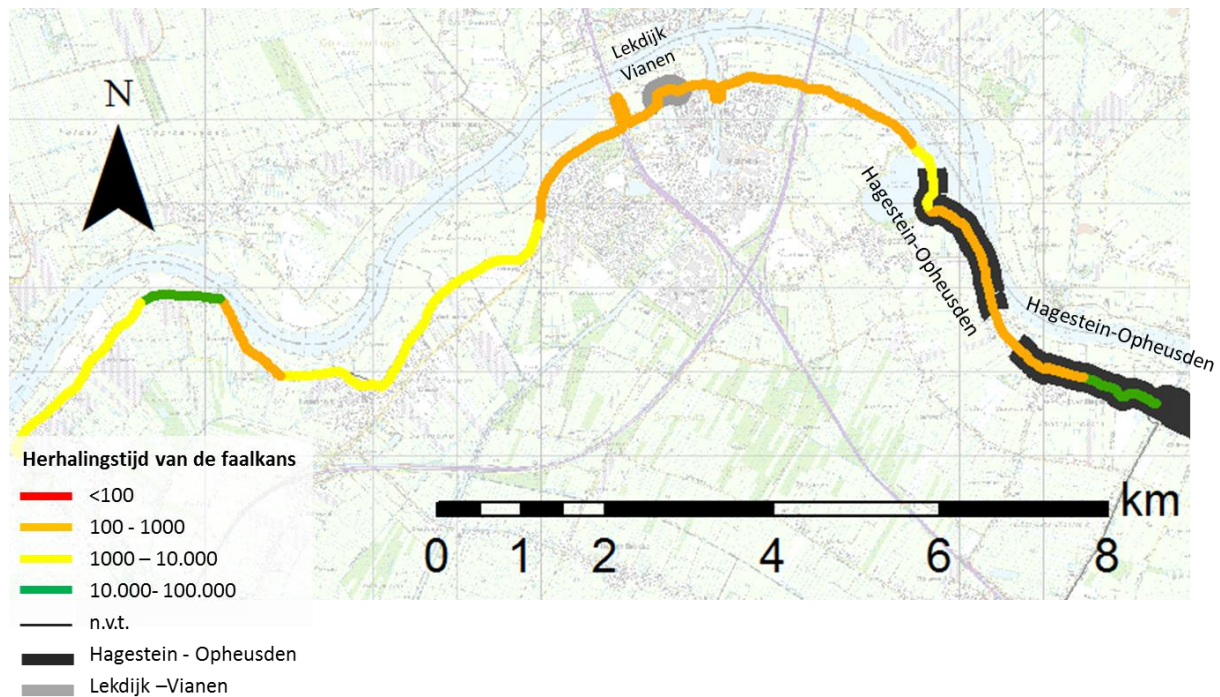
1. nagaan in welke (VNK) dijkvakken recent dijkversterkingen hebben plaatsgevonden. Voor deze dijkvakken wordt:
2. nagegaan wat de verschillen zijn tussen de actuele situatie en de VNK schematisatie;
3. indien een verschil wordt aangetroffen en het dijkvak is versterkt, wordt de actuele overstromingskans bepaald met PC-Ring door het verbeterde faalmechanisme in het betreffende dijkvak ‘uit’ te zetten;
4. bepaal de afstand tot de signaleringsnorm van het dijktraject.

Het resultaat van deze aanpak leidt tot een conservatieve benadering van de overstromingskans voor het dijktraject, omdat aangenomen wordt dat de versterkte faalmechanismen in de dijkvakken geen (en dus een verwaarloosbare) kansbijdrage hebben aan de overstromingskans op dijktrajectniveau.

In de volgende paragrafen is deze methode stapsgewijs uitgewerkt.

Stap 1: Inventarisatie recente dijkversterkingen

In het project VNK is de toestand van de waterkeringen in 2012 gehanteerd [4]. Ten tijde van de analyse in VNK was het dijkversterkingsproject Hagestein-Opheusden in ontwerpfase. De dijkversterking Lekdijk-Vianen was in de planfase. Beide projecten zijn uitgevoerd in het kader van het project Ruimte voor de Rivier. Figuur 3 geeft een overzicht van de ligging van deze dijkversterkingen.



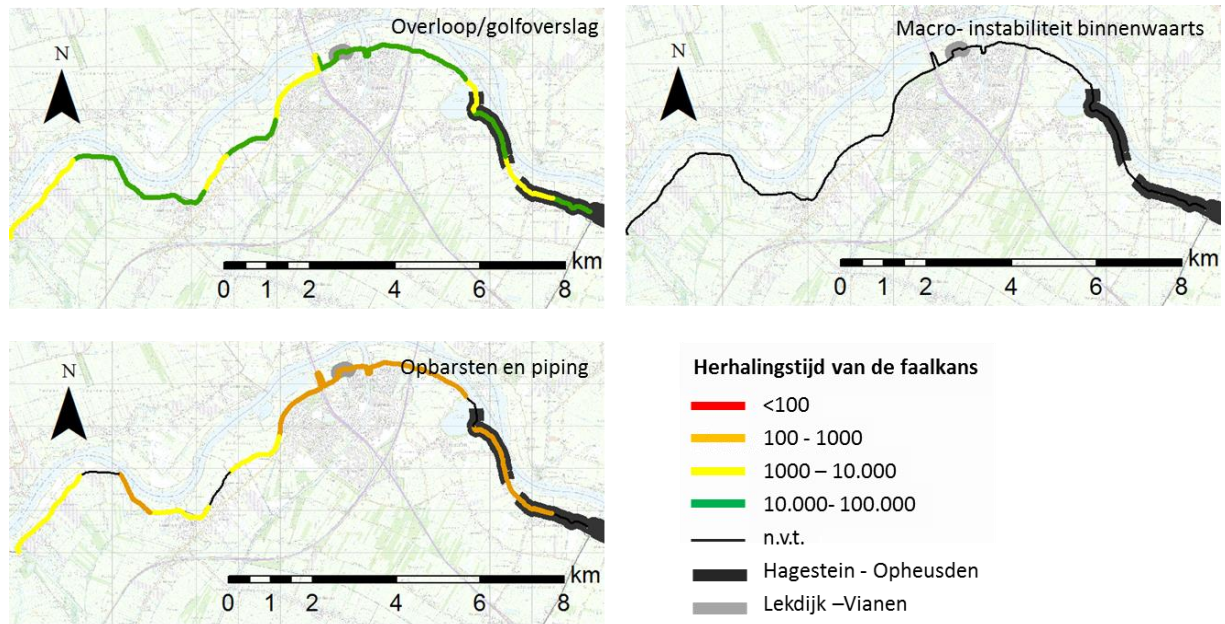
Figuur 3: Overzicht van recent uitgevoerde dijkversterkingen dijktraject 16-4.

Stap 2: Verschil tussen VNK schematisatie en actuele situatie

Voor de vakken waar een dijkversterking heeft plaatsgevonden is onderzocht of de dijkontwerpen die zijn gebruikt voor de schematisatie in VNK ook daadwerkelijk buiten zijn aangebracht.

De verschilanalyse is alleen uitgevoerd voor die dijkvakken waar de faalmechanismen *macrostabiliteit binnenwaarts* en *opbarsten en piping* zijn geschematiseerd omdat deze mechanismen de grootste bijdrage hebben aan de overstromingskans voor het dijktraject. De bevindingen van de analyse zijn weergegeven in Tabel 4. De overige faalmechanismen zijn buiten beschouwing gelaten. Het meenemen van de overige faalmechanismen leidt niet tot een lagere faalkans voor het dijktraject 16-4. Het combineren van faalkansen van meerdere mechanismen, hoe klein ook, leidt immers per definitie tot een hogere faalkans voor het traject.

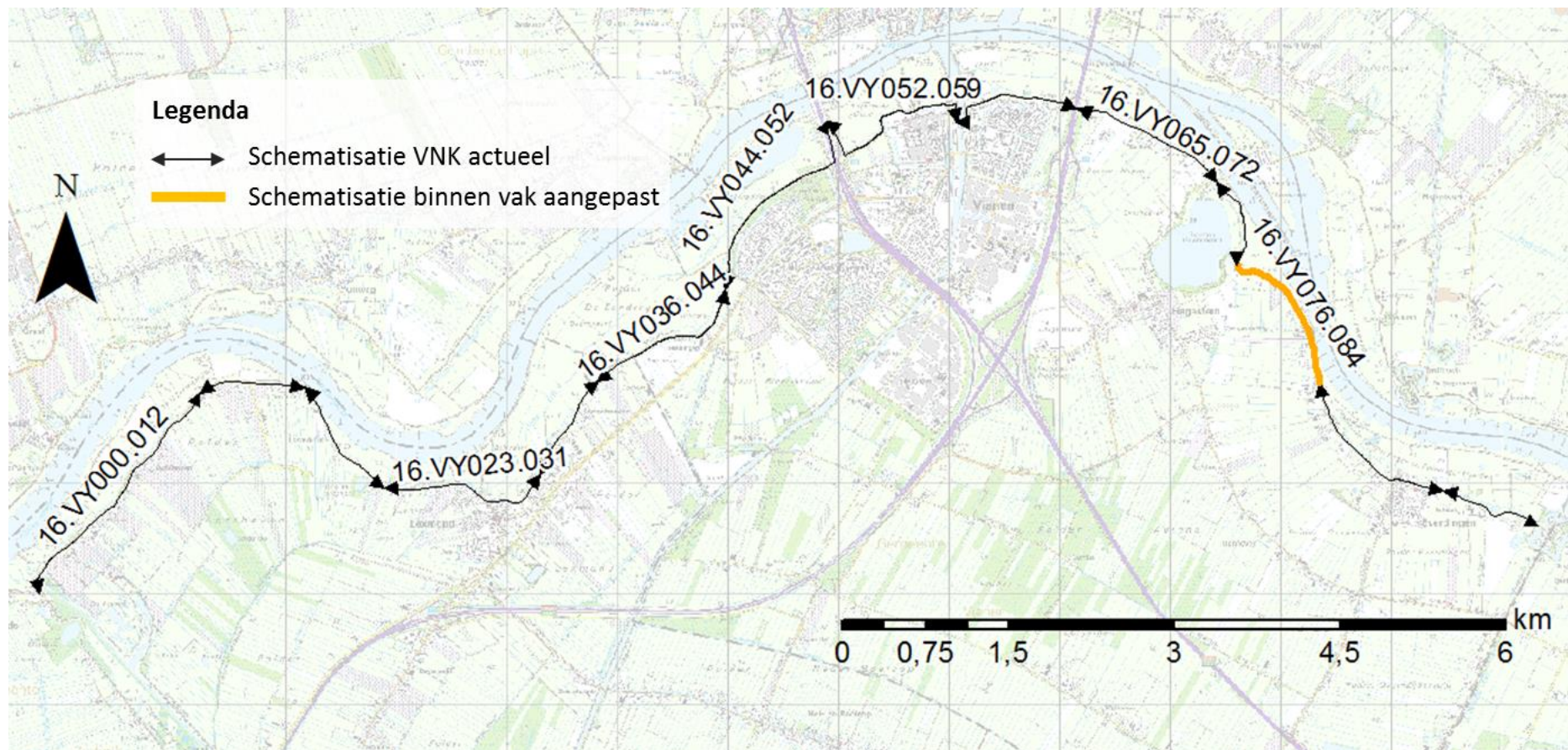
In Figuur 4 is de verdeling in dijkvakken van het traject 16-4 conform VNK aangegeven en is aangegeven voor welke faalmechanismen in VNK een faalkans is berekend [4].



Figuur 4: Overzicht faalkans per faalmechanisme voor dijktraject 16-4.

Tabel 4: Overzicht van gedefinieerde dijkvakken in VNK en de van toepassing zijnde dijkversterkingsprojecten voor dijktraject 16-4.

Dijkvak (VNK)	Recente dijkversterking	Uitgangspunt VNK	Opmerkingen
16.VY092.097	Hagestein-Opheusden	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.VY084.092	Hagestein-Opheusden	Dijkversterking HOP is meegenomen in VNK schematisatie	De VNK schematisatie van dit vak is gebaseerd op Dijkverbeteringsplan Hagestein-Opheusden deel 2, deeltraject Hagestein Fort Everdingen [20]. Dit ontwerp is uiteindelijk ook gerealiseerd. De VNK schematisatie blijft ongewijzigd en daarmee de faalkans ook.
16.VY076.084	Hagestein-Opheusden	Dijkversterking HOP is meegenomen in VNK schematisatie	De VNK schematisatie van dit vak is gebaseerd op Dijkverbeteringsplan Hagestein-Opheusden deel 2, deeltraject Hagestein Fort Everdingen [20]. Ten opzichte van dit plan is er wel een wijziging met de huidige situatie: 1) Ter hoogte van traject VY081-VY082 is geen pipingscherm aangebracht [20]. Dit staat wel in het ontwerp. Bodemvak A013 staat daarom onterecht uit in de VNK analyse. Het aanzetten van het bodemvak zal leiden tot een hogere faalkans. Gekozen is om geen aanpassing te doen in de VNK schematisatie. Dit is een conservatieve benadering. 2) Vanaf VY082 is in plaats van een voorlandverbetering verticaal zanddicht geotextiel voorzien. Met de aanname dat het faalmechanisme opbarsten en piping kan worden uitgesloten als verticaal zanddicht geotextiel is aangebracht, is het betreffende bodemvak (A012) daarom uitgezet in de nieuwe faalkansberekening.
16.VY072.076	Hagestein-Opheusden	Dijkvak is niet doorgerekend voor macro-instabiliteit en/of opbarsten en piping	
16.VY065.072	Geen recente dijkversterking		
16.VY059.065	Geen recente dijkversterking		
16.VY052.059	Lekdijk Vianen	Dijkversterking Lekdijk-Vianen is niet meegenomen in VNK schematisatie	Bij de dijkversterking Lekdijk-Vianen zijn dijkdeuvels aangebracht om de stabiliteit te verhogen. Dit heeft geen effect voor het faalmechanisme opbarsten en piping. Het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts is binnen dit dijkvak niet geschematiseerd. De VNK schematisatie blijft ongewijzigd en daarmee de faalkans voor dit dijkvak ook.
16.VY044.052	Geen recente dijkversterking		
16.VY036.044	Geen recente dijkversterking		
16.VY031.036	Geen recente dijkversterking		
16.VY023.031	Geen recente dijkversterking		
16.VY017.023	Geen recente dijkversterking		
16.VY012.017	Geen recente dijkversterking		
16.VY000.012	Geen recente dijkversterking		



Figuur 5: Overzicht vakindeling VNK voor dijktraject 16-4.

Stap 3: Bepalen actuele overstromingskans

In PC-Ring is de faalkans berekend voor normtraject 16-4 voor de huidige situatie. Ten opzichte van VNK is alleen de schematisatie van dijkvak VY076. – VY084. gewijzigd. Deze verandering heeft als resultaat dat de totale faalkans marginaal lager wordt (1/88 in plaats van 1/87).

Tabel 5 laat zien dat de voor het traject 16-4 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 16-4 is niet het gevolg van één of enkele zwakke plekken: de berekende faalkansen per dijkvak zijn tamelijk uniform verdeeld over het traject [4].

Tabel 5: Berekende faalkansen per vak en per kunstwerk voor traject 16-4 met aanpassingen in de VNK schematisatie voor dijkvak 16.VY076-VY084 vanwege de voorziene piping oplossing Verticaal Zanddicht Geotextiel.

Vak	Dijken				Kunstwerken				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfoverslag	Macrostabiliteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Falen bekleding en erosie dijklchaam	Overloop/Overslag	Betrouwbaarheid sluiting	Onder-/achterloopseheid	Sterkte en stabiliteit	
16.VY092.097	1/15.000								1/15.000
16.VY084.092	1/9.400		1/550						1/530
16.VY076.084	1/76.000		1/1.100	<1/1.000.000					1/1.100
16.VY072.076	1/8.000								1/8.000
16.VY065.072	1/36.000		1/340						1/340
16.VY059.065	1/14.000		1/280						1/280
16.VY052.059	1/33.000		1/490						1/490
16.VY044.052	1/4.100		1/460						1/440
16.VY036.044	1/22.000		1/2.700						1/2.600
16.VY031.036	1/9.500								1/9.500
16.VY023.031	1/38.000		1/3.700	1/470.000					1/3.500
16.VY017.023	1/57.000		1/460						1/460
16.VY012.017	1/28.000								1/28.000
16.VY000.012	1/9.000		1/1.500						1/1.400
VNK.16.01.003 ^a					1/46.000			<1/1.000.000	1/46.000
VNK.16.06.004 ^b					1/130.000				1/130.000
Faalkans op trajectniveau	1/4.100	-	1/88	1/470.000	1/46.000	-	-	<1/1.000.000	1/88

a) Coupure buitenstad Vianen

b) Grote sluis Vianen

Stap 4: Bepaal de afstand tot de signaleringsnorm

In stap 3 is een actuele faalkans van het dijktraject berekend van 1/88. De afstand tot de signaleringswaarde van de norm is nu een factor 341. Hiermee wordt aan criterium 2b voldaan: wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie die gehanteerd is in VNK, leiden niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject.

Het criterium voor het “substantieel kleinere overstromingskans voor het traject” is in dit kader als volgt nader gespecificeerd: er is sprake van een substantieel kleinere overstromingskans indien de

ingeschatte actuele overstromingskans kleiner is dan een factor 90 van de signaleringswaarde van de norm én de verandering ten opzichte van de oorspronkelijke faalkans kleiner is dan een factor 3.



Waterschap
Rivierenland

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