



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



HOOGHEEMRAADSCHAP
DE STICHTSE
RIJNLANDEN

Veiligheidsoordeel dijktraject 44-1

Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
Rijkswaterstaat Midden-Nederland

Definitief

Datum: 13 september 2017

Inhoud

1	INLEIDING	5
1.1	Nieuwe veiligheidsnorm	5
1.2	Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans	7
1.3	Dijktraject 44-1	7
2	HET VEILIGHEIDSOORDEEL	9
2.1	Veiligheidsoordeel dijktraject 44-1	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	13
3	OVERZICHT TE TREFFEN VOORZIENINGEN	15
4	AANVULLENDE INFORMATIE	17
5	LOGBOEK EN OVERIGE INFORMATIE	19
6	BRONNEN	20
	Bijlage A Resultaten VNK voor traject 44-1	21

1 Inleiding

Voorliggend rapport bevat het veiligheidsoordeel voor de primaire waterkering in het dijktraject 44-1 (Amerongen - Nieuwegein), dat door Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Rijkswaterstaat Midden-Nederland is bepaald op basis van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017) in het kader van de Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans.

De Waterwet bepaalt dat de veiligheid van alle primaire waterkeringen elke twaalf jaar moet worden beoordeeld. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) en Rijkswaterstaat Midden-Nederland (RWS) zijn beheerder van de primaire waterkeringen in dijktraject 44-1. RWS beheert twee sluizen en de daarbij behorende voorhavendijken ($\pm 2,5$ km). Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden beheert de doorgaande dijk langs de rivier en daarin gelegen kunstwerken ($\pm 29,5$ km). Deze organisaties zijn daarom verplicht om deze veiligheidsbeoordeling gezamenlijk uit te voeren.¹ Dijkgraaf en hoogheemraden van het waterschap en de Directeur Generaal van Rijkswaterstaat zijn verantwoordelijk voor het tijdig aanleveren van de resultaten van de veiligheidsbeoordeling aan de toezichthouder, de Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILT).

Omdat traject 44-1 deel uitmaakt van de Top 14-trajecten is deze beoordeling uitgevoerd met behulp van het algemeen filter op trajectniveau, dat is beschreven in het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI2017). Bij het algemeen filter op trajectniveau wordt uitgegaan van de overstromingskans van het traject, die is bepaald in het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK2).

Doelstelling van deze rapportage is om aan te geven dat het oordeel van het traject, dat zou worden verkregen bij gebruik van het WBI2017, niet substantieel afwijkt van het oordeel op basis van VNK2. Het rapport bevat dus vooral een methodische vergelijking tussen VNK2 en WBI2017. In het kader van de Project overstijgende Verkenning Centraal Holland is in 2015 een Veiligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij zo goed mogelijk is aangesloten op het WBI-in-ontwikkeling. Bij de vergelijking zijn de resultaten van deze Veiligheidsanalyse indien relevant gebruikt ter onderbouwing.

Met deze vergelijking wordt voorkomen dat versterkingen worden uitgevoerd die op basis van WBI2017 niet nodig zouden zijn.

1.1 Nieuwe veiligheidsnorm

Per 1 januari 2017 is de Waterwet gewijzigd. Een belangrijke wijziging is, dat de eisen aan waterkeringen niet langer worden uitgedrukt in een overschrijdingskans, maar in een overstromingskans. Dit betekent ook 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. Een wijziging met nog meer gevolgen voor traject 44-1 is, dat voor de bepaling van de norm is uitgegaan van de economische waarde en de mogelijke slachtoffers in het beschermde gebied. Ten opzichte van de oude norm betekent dit een flinke aanscherping van de eisen.

Door te toetsen aan nieuwe normen gebaseerd op overstromingskansen ontstaat dan ook een ander veiligheidsbeeld dan in de eerdere beoordelingsronden (LRT1 t/m LRT3). Daarom wordt niet gesproken van de vierde toetsing, maar van de Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans (LBO1).

De nieuwe normen zijn daarnaast niet meer afgeleid voor dijkkringen, maar voor dijktrajecten. De beoordeling van de primaire waterkeringen wordt daarom niet meer op dijkkringniveau uitgevoerd, maar per dijktraject. In Tabel 1 en Figuur 2 zijn de dijktrajecten van de primaire waterkeringen langs

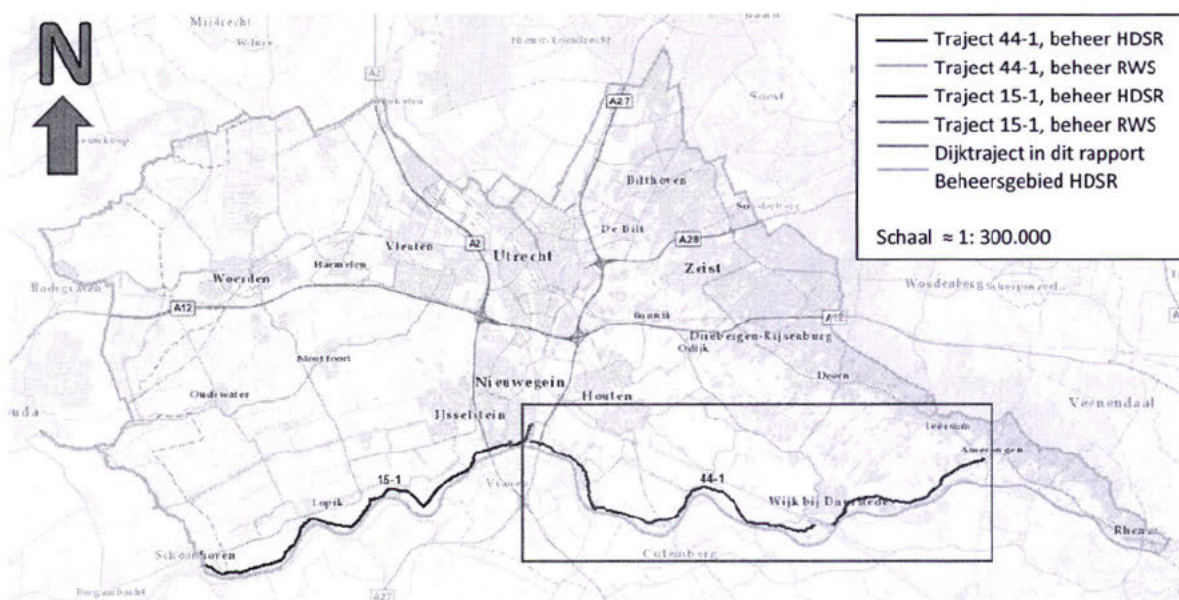
¹ Volgens plan wordt het beheer van de Voorhavendijken in de eerste helft van 2018 door Rijkswaterstaat overgedragen aan het waterschap. HDSR zal vervolgens de dijkverbetering uitvoeren. Tot de overdracht trekken Rijkswaterstaat en waterschap samen op.

de Nederrijn en Lek, die in beheer zijn bij Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Rijkswaterstaat Midden-Nederland, op kaart weergegeven.

Tabel 1: Dijktrajecten en kunstwerken in beheer bij Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Rijkswaterstaat.

	Dijken	Kunstwerken
HDSR	Nederrijn- en Lekdijk 29,5 km	2 inlaatduikers voorhaven Irenesluis Inlaat Kromme Rijn Coupure Beermuur
Rijkswaterstaat	Voorhavendijk Irenesluis Oost 1,2 km Voorhavendijk Irenesluis West 0,3 km Voorhavendijk Beatrixsluis Oost 0,8 km	Irenesluis Beatrixsluis

Figuur 2: Dijktrajecten in het beheergebied van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden met ligging dijktraject 44-1. De lichter gekleurde delen van het traject zijn in beheer bij Rijkswaterstaat.



1.2 Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

De Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans (eerste beoordelingsronde) start 1 januari 2017 en in 2023 rapporteert de Minister van Infrastructuur en Milieu het landelijk beeld van deze veiligheidsbeoordeling aan de Eerste en Tweede Kamer. In de eerste beoordelingsronde dienen alle primaire waterkeringen beoordeeld te worden. Voor Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Rijkswaterstaat Midden-Nederland resulteert dit in de opgave om voor 1 januari 2023 in totaal 55 km primaire waterkering langs de noordzijde van de Nederrijn en Lek 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. Het WBI2017 is door het ministerie van Infrastructuur en Milieu via het Directoraat Generaal Ruimte en Water (DGRW) op 1 januari 2017 beschikbaar gesteld.

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) [1][2]. De indeling in categorieën is getoond in Tabel 22.

Tabel 2: 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>	$P_{\text{traject}} < 1/30 * P_{\text{eis;sig}}$
A	Overstromingskans van het dijktraject is kleiner dan de signaleringswaarde. <i>Dijktraject voldoet aan de signaleringswaarde.</i>	$1/30 * P_{\text{eis;sig}} < P_{\text{traject}} < P_{\text{eis;sig}}$
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>	$P_{\text{eis;ond}} < P_{\text{traject}} < 30 * P_{\text{eis;ond}}$
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>	$P_{\text{traject}} > 30 * P_{\text{eis;ond}}$

* 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 44-1

Het dijktraject 44-1 betreft de primaire waterkeringen aan de noordoever van de Nederrijn en Lek tussen Amerongen en Nieuwegein (dijkpaal 1 - 306) (zie Figuur 2). Deze waterkering is in de derde wettelijke toetsing (LRT3, 2006-2011) in zijn geheel voldoende beoordeeld. De achterliggende categorie C-keringen voldeden echter in ruime mate niet.

In het project Waterveiligheid Centraal Holland is geconcludeerd, dat het de voorkeur verdient om de primaire waterkering langs Nederrijn en Lek te verbeteren in plaats van het verbeteren van de categorie C-keringen in dit gebied. Als gevolg van de nieuwe normering voor de primaire waterkering wordt het achterliggende gebied voldoende beschermd zodat de categorie C-keringen hun functie als primaire waterkering kunnen verliezen. Deze conclusie is verankerd in de Deltabeslissing Veiligheid. In de nieuwe veiligheidsnormen is daarom een strenge norm voor Nederrijn- en Lekdijk opgenomen. Deze norm was het uitgangspunt voor de Projectoverstijgende Verkenning Centraal Holland, waarin is uitgewerkt welke verbetering noodzakelijk is om aan de strengere normen te voldoen. Deze uitwerking is een belangrijke basis voor de beoordeling van dijktraject 44-1 in het voorliggende rapport.

2 Het veiligheidsoordeel

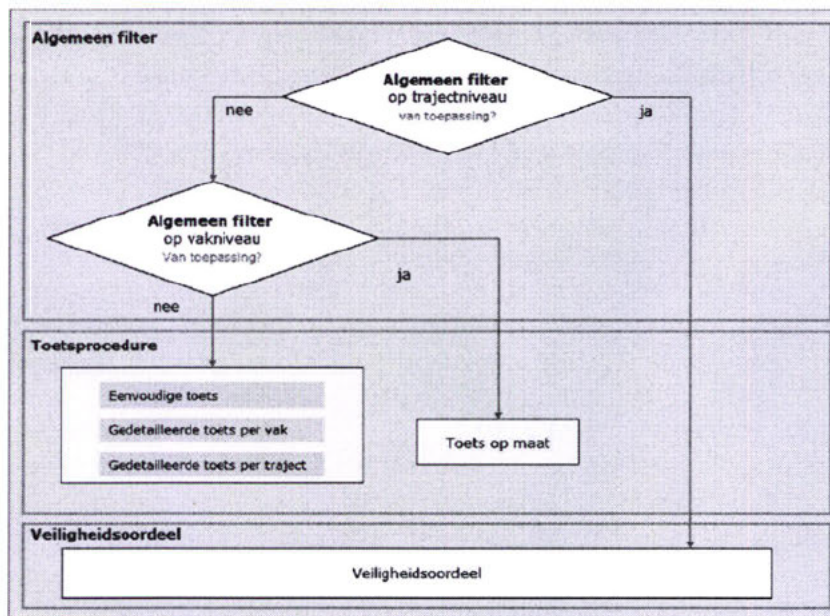
In dit hoofdstuk is het veiligheidsoordeel conform het WBI2017 voor dijktraject 44-1 geformuleerd, én zijn de onderbouwing en duiding van dit veiligheidsoordeel nader toegelicht.

2.1 Veiligheidsoordeel dijktraject 44-1

Het veiligheidsoordeel voor dijktraject 44-1 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 2) [1].

2.2 Onderbouwing van het veiligheidsoordeel

De uitvoering van de beoordeling begint met het doorlopen van het Algemeen filter (zie Figuur 3). 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 3: Algemeen filter WBI2017

Stap 1: Algemeen filter op trajectniveau

Het filter op trajectniveau is van toepassing als:

- het traject is opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [1] (*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 die gehanteerd is in 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 44-1 is opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [1]. Het traject 44-1 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 104 groter is dan de signaleringswaarde (zie Tabel 3).

Tabel 3: Berekende overstromingskans en wettelijke norm (signaleringswaarde) voor dijktraject 44-1

Traject	Locatie	Lengte (km)	Belasting	Berekende overstromingskans VNK (per jaar)	Signaleringswaarde (overstromingskansnorm) (per jaar)	Afstand tot norm (factor)
44-1	-Amerongen - Nieuwegein	32,2	Nederrijn / Lek	1/290	1/30.000	104

De faalkans voor het traject 44-1 zoals gepresenteerd in Tabel 3 is het resultaat van een combinatie van faalkansen berekend voor 6 verschillende faalmechanismen verdeeld over 38 dijkvakken en 7 kunstwerken. In Tabel 4 in Bijlage A is de verdeling in dijkvakken van het traject 44-1 conform VNK aangegeven en is aangegeven voor welke faalmechanismen in VNK een faalkans is berekend [3]. Tabel 4 in Bijlage A laat zien dat de voor het traject 44-1 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, met name voor het faalmechanisme *opbarsten en piping*. Met andere woorden, de berekende overstromingskans voor het traject 44-1 is niet het gevolg van één of enkele zwakke plekken.

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 de vakken die niet zijn meegenomen zijn de omstandigheden echter niet wezenlijk anders dan voor de vakken die wel zijn meegenomen.

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 44-1. 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. De analyse beschrijft de verschillen in de aanpak tussen VNK2 en het WBI2017. Daarbij wordt aandacht besteed aan technisch inhoudelijke uitgangspunten, schematisaties en rekenregels.

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* en *macrostabiliteit binnenwaarts* zijn dit overloop en golfoverslag en beschadiging bekleding en erosie dijklichaam. Met deze faalmechanismen is voor dijktraject 44-1 een faalkans berekend van 1/290 per jaar (zie Tabel 3). Deze faalkans wordt gedomineerd door het faalmechanisme *opbarsten en piping* (zie Tabel 4, Bijlage A) [3].

Een belangrijke bouwsteen voor de beoordeling is de ondergrondschematisatie, waar hieronder apart op wordt ingegaan.

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].

In de Veiligheidsanalyse Centraal Holland is een ondergrondschematisatie gemaakt op basis van de gegevens die ook voor VNK zijn gebruikt (informatie uit 3^e toetsronde aangevuld met gegevens uit DINO) [11]. Deze schematisatie hebben we vergeleken met het SOS. Dit leidde niet tot nieuwe inzichten t.a.v. de schematisatie. Hieruit kan worden afgeleid dat een schematisatie van de ondergrond 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 44-1.

Opbarsten en piping

In VNK2 is voor het faalmechanisme *opbarsten en piping* al wel met het lengte-effect gerekend, maar tegelijkertijd nog met de oude rekenregel van Sellmeijer.

In het WBI2017 wordt 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 [7].

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 [7]. De korreldiameters van het zand in de pipinggevoelige lagen in het rivierengebied zijn over het algemeen groter dan deze 190 μm [3]. 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 44-1.

Macrostabieleit 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 [8].

Voor het besluitvormingsproces in het WBI2017 ten aanzien van het CSSM model bij het toetsspoor *macrostabieleit binnenwaarts* is een consequentie analyse uitgevoerd [8]. 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 *macrostabieleit binnenwaarts* een ander beeld dan VNK. Waar in VNK *macrostabieleit binnenwaarts* voor veel dijkringen 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 macrostabieleit. Per saldo geven semi-probabilistische stabiliteitsanalyses met ongedraineerde schuifsterkte parameters en relatief lage materiaalfactoren gemiddeld genomen 10 tot 15% lagere stabiliteitsfactoren dan de 'oude' werkwijze met gedraineerde schuifsterkte parameters met de daarbij behorende relatief hoge materiaalfactoren zoals ook gehanteerd in VNK [8].

Dit wordt bevestigd door berekeningen in de Veiligheidsanalyse Centraal Holland, waarin stabiliteitsfactoren zijn berekend die lager liggen dan de eerder berekende stabiliteitsfactoren in VNK. [12]

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 44-1.

Overige faalmechanismen

De faalkans voor het traject 44-1 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 en beschadiging bekleding en erosie dijklichaam verder niet relevant voor de berekende faalkans van het traject 44-1.

Niet alle faalmechanismen konden met het VNK-instrumentarium worden doorgerekend. In VNK is op basis van een kwalitatieve analyse geconcludeerd dat deze faalmechanismen geen substantiële bijdrage leveren aan de berekende faalkansen [3], maar het was ook niet mogelijk ze volledig uit te sluiten. Wanneer een mechanisme niet kan optreden, kan dat reden zijn de faalkansverdeling aan te passen, waarmee de beoordeling van andere mechanismen gunstiger zou worden. Dit is hier dus niet het geval.

In het WBI2017 worden deze faalmechanismen nu wel beschouwd. In de Veiligheidsanalyse Centraal Holland is beredeneerd, dat deze toetsporen niet leiden tot een wezenlijk ander veiligheidsoordeel [11]. Het introduceren van extra faalmechanismen ten opzichte van VNK leidt bovendien niet tot een substantieel kleinere overstromingskans voor het dijktraject 44-1. 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 die van toepassing zijn 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 [9].

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 [10].

Het effect van het toepassen van GRADE op de resultaten van VNK is echter beperkt. Voor het dominante faalmechanisme *opbarsten en piping* is in VNK een faalkans berekend van 1/270 [3]. Deze kans is relatief groot in vergelijking met de norm van het dijktraject. Daarom wordt deze kans berekend bij afvoeren met een relatief grote kans van voorkomen. Bij deze lagere afvoeren is er nog geen sprake van overstroming in Duitsland en zullen de effecten van GRADE klein zijn.

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat de veranderingen in de hydraulische belastingen leiden tot een substantieel kleinere overstromingskans voor dijktraject 44-1.

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 2011 gehanteerd [3]. Na 2011 heeft één wijziging aan de kering plaatsgevonden, namelijk de verlegging van de oostelijke voorhavendijk van de Beatrixsluis (dp 298-306). In verband met de aanleg van de 3^e sluiscolk wordt de dijk verlegd. De werkzaamheden zijn momenteel nog in uitvoering. Het ontwerp van de verlegde dijk is nog gebaseerd op de oude overschrijdingsnorm (1/1250 per jaar). Het betreffende dijkvak heeft een relatief kleine faalkans (1/22200). De verwachting is daarom dat verbetering van dit dijktraject niet zal leiden tot een wezenlijk kleinere overstromingskans voor het gehele traject.

Het reguliere beheer en onderhoud van de waterkeringen is gericht op het in stand houden van de bestaande kering en 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 44-1. Op basis van deze criteria is geen substantieel kleinere overstromingskans te verwachten dan eerder berekend in het project VNK. Het dijktraject 44-1 valt daarmee conform Tabel 2 in veiligheids categorie D. Dit veiligheidsoordeel wordt als volgt geduid:

- De grootste bijdrage aan de faalkans 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.
- Andere toetssporen hebben geen relevante bijdrage aan het veiligheidsoordeel geleverd.
- De onderhoudstoestand heeft geen invloed op het veiligheidsoordeel. Het dominante faalmechanisme *opbarsten en piping* heeft weinig relatie 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 bestaande dijk.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat het veiligheidsoordeel alleen de faalmechanismen beschouwt die zijn meegenomen in VNK2. Dit is echter inherent aan de toepassing van het algemeen filter. Met deze stap eindigt de beoordeling van dit dijktraject.

3 Overzicht te treffen voorzieningen

VNK2 en de Projectoverstijgende Verkenning Centraal Holland hebben aangetoond dat grote delen van (het dijklichaam van) de noordelijke Nederrijn- en Lekdijk niet voldoen aan de nieuwe veiligheidsnormen. De kunstwerken voldoen grotendeels wel, met uitzondering van de sluitingsprotocollen van de coupure Beermuur en de inlaat Kromme Rijn. In vervolg hierop is op het HWBP een 'nieuw project (komend uit POV Centraal Holland)' opgenomen [13]. Dit project heeft inmiddels de naam Sterke Lekdijk, waarbij dijktraject 44-1 is verdeeld in 3 deeltrajecten, die achtereenvolgens aangepakt zullen worden:

- Amerongen – Wijk bij Duurstede; start verkenning in 2017
- Culemborgse Veer – Beatrixsluis; start verkenning in 2018
- Irenesluis - Culemborgse Veer; start verkenning in 2021

Deze deeltrajecten zullen over vrijwel de gehele lengte worden verbeterd.

Het ontwerp van de verlegde oostelijke Voorhavendijk van de Beatrixsluis is nog gebaseerd op de oude overschrijdingskansnorm (1/1250 per jaar). Nadat de dijk is verlegd en de eerste zetting is opgetreden, wordt beoordeeld in hoeverre de verlegde dijk ook voldoet aan de nieuwe overstromingskansnorm. Dit is input voor de verkenning van verbeteringsproject Culemborgse Veer – Beatrixsluis. De legger voor de verlegde dijk zal na oplevering worden aangepast..

In de legger van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden wordt een profiel van vrije ruimte opgenomen, met als doel de ruimte die nu beschikbaar is zo veel mogelijk vrij te houden voor de komende dijkverbetering. Met het oog op de voorgenomen overdracht van de voorhavendijken wordt bekeken of het profiel voor deze dijken indicatief kan worden opgenomen. De afmetingen van het profiel van vrije ruimte worden gebaseerd op de resultaten van de veiligheidsanalyse. Het profiel van vrije ruimte betekent geen algeheel verbod op activiteiten, maar moet voorkomen, dat activiteiten plaatsvinden die onomkeerbaar zijn of leiden tot grote investeringen bij de uitvoering van de dijkverbetering.

Zolang een deeltraject niet is verbeterd, krijgt het extra aandacht tijdens de reguliere inspecties door de beheerder en bij inspecties tijdens een hoogwatersituatie. De inspecteurs krijgen een overzicht van de aandachtspunten die volgen uit de veiligheidsanalyse. Parallel zullen de sluitingsprotocollen van kunstwerken worden aangepast.

Wanneer de uitvoering van de dijkverbetering wordt aanbesteed, zal van de aannemer een actieplan voor hoogwater worden gevraagd voor de delen van de dijk die tijdelijk kwetsbaarder zijn door de werkzaamheden. Hierdoor kan bij hoogwater of optredende problemen adequaat worden opgetreden.

4 Aanvullende informatie

Aan het traject worden geen aanvullende eisen gesteld.

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.

Op 11 november 2016 heeft een verkennend gesprek met de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) plaatsgevonden over de beoordeling met behulp van het algemeen filter op trajectniveau. De concept-beoordeling is op 12 juni 2017 toegezonden aan ILT, en op 4 juli 2017 besproken. Na verwerking van de opmerkingen is de beoordeling op 10 oktober 2017 vastgesteld door het college van Dijkgraaf en Hoogheemraden van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, en op 11 oktober 2017 door de HID van Rijkswaterstaat Midden-Nederland, en vervolgens toegezonden aan ILT.

6 Bronnen

- [1] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage I Procedure*, 2 december 2016.
- [2] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid*, 2 december 2016.
- [3] Rijkswaterstaat Waterdienst, *Veiligheid Nederland in Kaart 2, Overstromingsrisico dijkkring 44 Kromme Rijn*, HB1555737, december 2011.
- [4] Projectbureau VNK 2, *Dijkkring 44, Achtergrondrapport, Veiligheid Nederland in Kaart 2*, 31 oktober 2011
- [5] Deltares, *Globale stochastische ondergrondschematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen*, 1209432-000-GEO-0006, versie 2, definitief, 24 september 2015.
- [6] Deltares, *Handleiding datamanagement WBI*, 1209432-002-GEO-0002, versie 5, definitief, 1 september 2016.
- [7] Deltares, *Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen*, 1202123-003-GEO-0002, maart 2012.
- [8] Deltares, *Memo Ongedraineerde schuifsterkte bij toetsspoor macrostabiliteit in WTI 2017 - informatie voor besluitvormingsproces*, 1209434-006-GEO-0007, 11 juli 2014.
- [9] Deltares, *Werkwijzer bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden, Aanvulling OI2014, versie 4*, Rapport 1230090-009, december 2016
- [10] Deltares, *Basisstochasten WTI-2017 Statistiek en statistische onzekerheid*, 1209433-012-HYE-0007, definitief, 2 december 2015.
- [11] Arcadis, *Detailtoetsing A-keringen van de Nederrijn- en Lekdijk, Eindrapportage ten behoeve van Dijkversterking Centraal Holland*, 23 december 2015.
- [12] Arcadis, *Detailtoetsing A-keringen van de Nederrijn- en Lekdijk, Bijlage C Macrostabiliteit, definitief*, 23 december 2015.
- [13] Programmadirectie Hoogwaterbescherming, *Hoogwaterbeschermingsprogramma, voorlopig programmavoorstel 2018-2023*, 22 december 2016

Bijlage A Resultaten VNK voor traject 44-1

Tabel 4: Berekende faalkansen per vak en per kunstwerk voor traject 44-1 (VNK)

Vak	Dijken				Kunstwerken				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfoverslag	Macrostablieiteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Beschadiging bekleding en erosie dijklchaam	Overloop/golfoverslag	Niet sluiten	Piping	Constructief falen	
44-01	1/302.600		1/2.000						1/2.000
44-02	1/67.600								1/67.600
44-03	1/165.500								1/165.500
44-04	1/51.700								1/51.700
44-05	1/54.600								1/54.600
44-06	1/107.100		1/3.600						1/3.500
44-07	1/83.000		1/1.500	<1/1.000.000					1/1.500
44-10	1/126.300								1/126.300
44-11	1/59.400								1/59.400
44-12	1/54.000		<1/1.000.000						1/52.900
44-13	1/453.400		1/12.800						1/12.600
44-15	1/146.000		1/39.700						1/32.200
44-16	1/35.700								1/35.700
44-17	1/34.400								1/34.400
44-18	1/37.900		1/730						1/730
44-19	1/204.300								1/204.300
44-20	1/106.300								1/106.300
44-21	1/272.700								1/272.700
44-22	1/41.100	<1/1.000.000		<1/1.000.000					1/41.000
44-01	1/302.600		1/2.000						1/2.000
44-02	1/67.600								1/67.600
44-03	1/165.500								1/165.500
44-23	1/75.300								1/75.300
44-24	1/23.000								1/23.000
44-25	1/199.500		1/1.000						1/1.000
44-26	1/143.700	<1/1.000.000	1/66.400						1/53.200
44-27	1/47.600								1/47.600
44-28	1/41.200		1/50.000						1/23.200
44-29	1/49.300	<1/1.000.000							1/49.300
44-30	1/13.900								1/13.900
44-31	1/65.100								1/65.100
44-32	1/22.500								1/22.500
44-33	1/111.100								1/111.100
44-34	1/41.700								1/41.700

Vak	Dijken				Kunstwerken				Faalkans op vakniveau
	Overloop en golfoverslag	Macrostabieliteit binnenwaarts	Opbarsten en piping	Beschadiging bekleding en erosie dijklichaam	Overloop/golfoverslag	Niet sluiten	Piping	Constructief falen	
44-35	1/53.300								1/53.300
44-36	1/53.900								1/53.900
44-37	1/21.100		1/5.100						1/4.300
44-38	1/62.400		<1/1.000.000	1/34.600					1/22.200
VNK.44.01.001 Coupure Beermuur Wijk bij Duurstede					1/56.200	1/16.600	<1/125.000	<1/1.000.000	1/56.200
VNK.44.03.001 Irenesluis - Inlaatduiker Buitenvoorhaven Oostzijde					1/452.000 ¹	<1/125.000	<1/1.000.000	<1/125.000	1/452.000 ¹
VNK.44.03.002 Irenesluis - Inlaatduiker Buitenvoorhaven Westzijde					1/146.000 ¹	<1/125.000	<1/125.000	1/700.000	1/146.000 ¹
VNK.44.03.003 Inlaat Kromme Rijn					1/83.000 ¹	<1/1.000.000	<1/125.000	<1/1.000.000	1/83.000 ¹
VNK.44.06.001 Irenesluis Jittakolk					1/54.000	n.v.t.	1/172.000	<1/1.000.000	1/54.000
VNK.44.06.002 Beatrixsluis dubbele identieke kolken					1/321.000	<1/1.000.000	<1/125.000	<1/125.000	1/321.000
VNK.44.06.008 Irenesluis duwvaartkolk					1/100.000	<1/125.000	<1/125.000	<1/125.000	1/100.000
gecombineerde faalkans ²	1/2640	1/440	1/270	1/2380	1/1980	1/10.450	1/160.760	1/491.110	1/290

² De gecombineerde kans per faalmechanisme is in VNK niet uitgerekend voor het dijktraject, maar alleen voor de gehele dijkkring. De totale faalkans is (1/290) is wel voor het dijktraject bepaald.