



Waterschap
Aa en Maas

HKV
LIJN IN WATER

Veiligheidsoordeel normtraject 36-3 Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans

Beoordeling op basis van het Algemeen Filter

Februari 2017

Werken met water. Voor nu en later.

Veiligheidsoordeel normtraject 36-3

Eerste Beoordeling Primaire Keringen
Overstromingskans

Beoordeling op basis van het Algemeen Filter

Auteurs



Inhoud

Lijst van tabellen	iii
Lijst van figuren	v
1 Inleiding	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Normen voor overstromingskansen	1
1.3 Eerste Beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskans	2
1.4 Normtraject 36-3	3
2 Het veiligheidsoordeel	5
2.1 Veiligheidsoordeel normtraject 36-3	5
2.2 Onderbouwing van het veiligheidsoordeel	5
2.3 Criterium 1: traject opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling	6
2.4 Criterium 2a: nieuwe inzichten verwerkt in het WBI2017	7
2.4.1 Effect rekenmodellen	7
2.4.2 Effect hydraulische belastingen	10
2.5 Criterium 2b: Wijzigingen aan de kering t.o.v. situatie gehanteerd in VNK	11
2.6 Duiding van het veiligheidsoordeel	11
3 Overzicht te treffen voorzieningen	13
4 Referenties	14
Bijlage A: Resultaten VNK voor traject 36-3	15

Lijst van tabellen

Tabel 1-1 Categorieën van veiligheidsoordelen conform WBI2017	3
Tabel 2-1 Berekende overstromingskans en wettelijke norm voor normtraject 36-3	6
Tabel 2-2 Berekende faalkansen op trajectniveau voor normtraject 36-3	6
Tabel 2-3 Resultaten faalkans bepaling Teeffelense sluis en Schutsluis Macharen.....	7
Tabel 2-4 Berekende kwelweglengte tekorten volgens [9].....	8
Tabel 2-5 Overzicht van gecombineerde effect van veranderingen op de MHW en HBN	10

Lijst van figuren

Figuur 1-1 Normtrajecten in beheer bij waterschap Aa en Maas	2
Figuur 1-2 Ligging normtraject 36-3 (Ravenstein-Lith), met vakindeling uit project VNK.....	3
Figuur 2-1 Algemeen filter WBI2017	5
Figuur 2-2 Gecombineerde faalkansen dijken voor VNK2 vakken in normtraject 36-3	7
Figuur 2-3 Faalkansen opbarsten en piping voor VNK2 vakken in normtraject 36-3.....	8
Figuur 2-4 Faalkansen overloop en overslag voor VNK2 vakken in normtraject 36-3	9
Figuur 2-5 Faalkansen macrostabiliteit binnenwaarts voor VNK2 vakken in normtraject 36-3	9
Figuur 2-6 Faalkansen bekleding en erosie dijklichaam voor VNK2 vakken in normtraject 36-3.....	10

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Voorliggend rapport beschrijft het veiligheidsoordeel voor de primaire waterkeringen binnen het normtraject 36-3 (Ravenstein-Lith) op basis van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017). Deze rapportage is een coproductie tussen Waterschap Aa en Maas en HKV Lijn in water. Dit is gebeurd in het kader van "de Eerste Beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskans".

De Waterwet bepaalt dat de beoordeling van de veiligheid van alle primaire waterkeringen elke twaalf jaar moet worden gerapporteerd. De eerste keer moet in 2023 landelijk worden gerapporteerd. Als beheerder van primaire waterkeringen is Waterschap Aa en Maas wettelijk verplicht om deze veiligheidsbeoordeling uit te voeren. Het waterschap is verantwoordelijk voor het tijdig aanleveren van de resultaten van de veiligheidsbeoordeling aan de toezichthouder, de Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILT). Het Waterschap Aa en Maas heeft de wettelijke plicht om de veiligheidsbeoordeling uit te voeren voor de primaire waterkeringen van de dijkringen die zij in beheer heeft : dijkring, 36, 36a en 58.

Het normtraject 36-3 Ravenstein-Lith maakt onderdeel uit van de top14 van normtrajecten die versterkt kunnen worden als aangetoond kan worden dat de overstromingskans niet kleiner is geworden ten opzichte van de resultaten van VNK2. De beoordeling vindt plaats met het Algemeen Filter, zoals beschreven in 2.1.

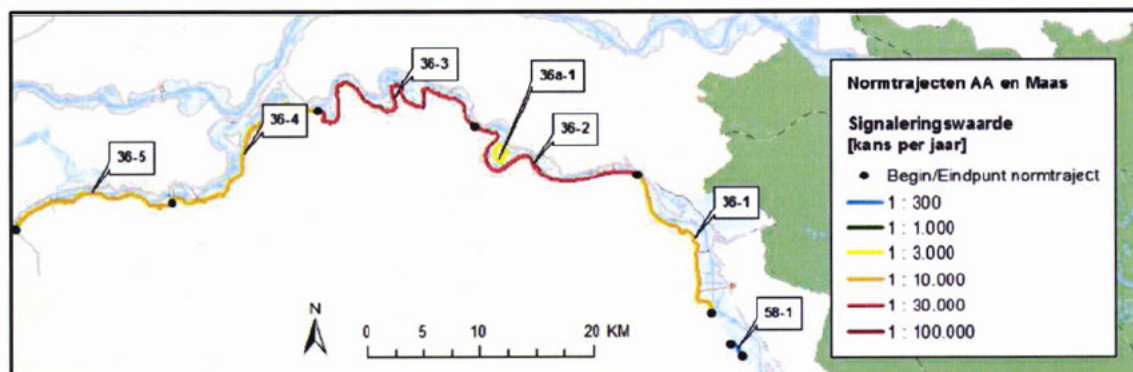
De redactie en opzet van de rapportage is afgestemd met de waterschappen Rivierenland en Vallei en Eem. Teksten uit deze rapportage vindt u ook terug in de rapportage "Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans" [1].

1.2 Normen voor overstromingskansen

Per 1 januari 2017 is de Waterwet gewijzigd. De belangrijkste wijzigingen betreft het afstappen van dijkringen naar normtrajecten en de overgang van overschrijdingskans naar overstromingskans en de daarmee samenhangende 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 zogenaamde systeemsprong.

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 kan er een ander veiligheidsbeeld ontstaan 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 van toepassing op normtrajecten. De beoordeling van de primaire waterkeringen wordt dan ook niet meer op dijkkringniveau uitgevoerd, maar per normtraject. In Figuur 1-1 zijn de normtrajecten van de primaire waterkeringen in beheer bij waterschap Aa en Maas op kaart weergegeven. Het waterschap heeft drie dijkringen in beheer, dijkkring 36, 36a en 58. In totaal gaat het om zeven normtrajecten.



Figuur 1-1 Normtrajecten in beheer bij waterschap Aa en Maas

Voor deze normtrajecten zijn normen voor de overstromingskansen bepaald. Deze zijn in bovenstaande figuur weergegeven. De soepelste norm geldt voor normtraject 58-1 met een signaleringswaarde van 1/300 per jaar. De strengste norm geldt voor de normtrajecten 36-2 en 36-3 met een signaleringswaarde van 1/30.000 per jaar.

1.3 Eerste Beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskansen

De Eerste Beoordeling Primaire Waterkeringen Overstromingskansen (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 Aa en Maas betekent dit dat voor 1 januari 2023 in totaal 108 km primaire waterkering beoordeeld moet zijn. De beoordeling geeft inzicht in de actuele faalkansen van de waterkeringen en hoe deze is gerelateerd aan de normering.

Voor de beoordeling wordt het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI) gebruikt. Het WBI 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 normtraject zoals dat volgt uit het WBI2017 wordt uitgedrukt in 5 categorieën gerelateerd aan de afstand tot de wettelijke norm (signaleringswaarde) [2]. De indeling in categorieën wordt gepresenteerd in Tabel 1-1.

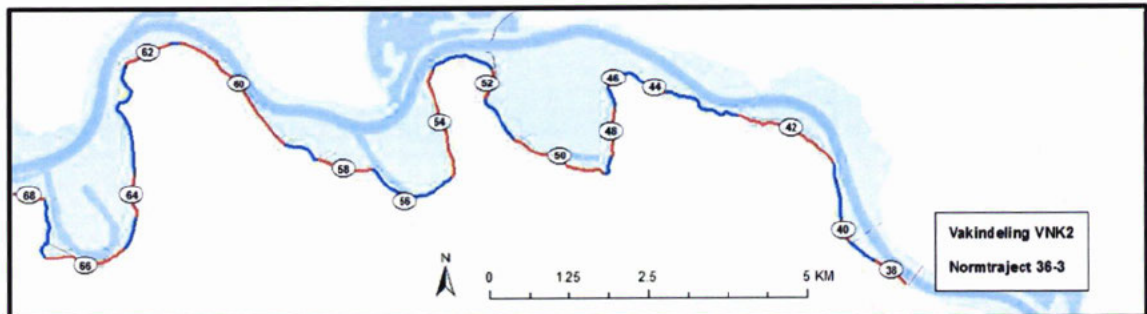
Cat.	Aanduiding categorie veiligheidsoordeel	
A+	overstromingskans van het dijktraject is veel kleiner dan de signaleringswaarde. Afstand tot de norm is groot.	overstromingskans dijktraject < 0,1 * signaleringswaarde
A	overstromingskans van het dijktraject is kleiner dan de signaleringswaarde. Afstand tot de norm is significant.	overstromingskans dijktraject < signaleringswaarde
B	overstromingskans van het dijktraject is groter dan de signaleringswaarde, maar kleiner dan ondergrens.	signaleringswaarde < overstromingskans dijktraject < ondergrens *
C	overstromingskans van het dijktraject is groter dan de signaleringswaarde en de ondergrens. Afstand tot de norm is significant.	3 * signaleringswaarde < overstromingskans dijktraject < 90 * signaleringswaarde
D	overstromingskans het dijktraject is veel groter dan de signaleringswaarde. Afstand tot de norm is groot.	overstromingskans dijktraject > 90* signaleringswaarde

Tabel 1-1 Categorieën van veiligheidsoordelen conform WBI2017

Bovenstaande tabel is alleen van toepassing voor normtrajecten waarin de signaleringswaarde en de afkeurgrens niet aan elkaar gelijk zijn. Voor normtraject 36-3 is de tabel van toepassing.

1.4 Normtraject 36-3

Het normtraject 36-3 betreft de primaire waterkeringen Ravenstein – Lith aan de zuidzijde van de Maas van rivierkilometer 182 tot rivierkilometer 202. De beoordeling van het normtraject 36-3 zoals bepaald in dit rapport, betreft de huidig aanwezige waterkering. Alle waterkerende objecten (dijken en 2 kunstwerken) zijn in beheer bij waterschap Aa en Maas. De sluis Macharen verleent de toegang tot de haven van Oss en wordt bediend de gemeente Oss. In geval van hoogwater ziet het waterschap toe op het juist toepassen van het sluitingsprotocol door de gemeente Oss. De inlaatsluis in Teeffelen is in eigendom, bediening en beheer van het waterschap zelf.



Figuur 1-2 Ligging normtraject 36-3 (Ravenstein-Lith), met vak indeling uit project VNK

2 Het veiligheidsoordeel

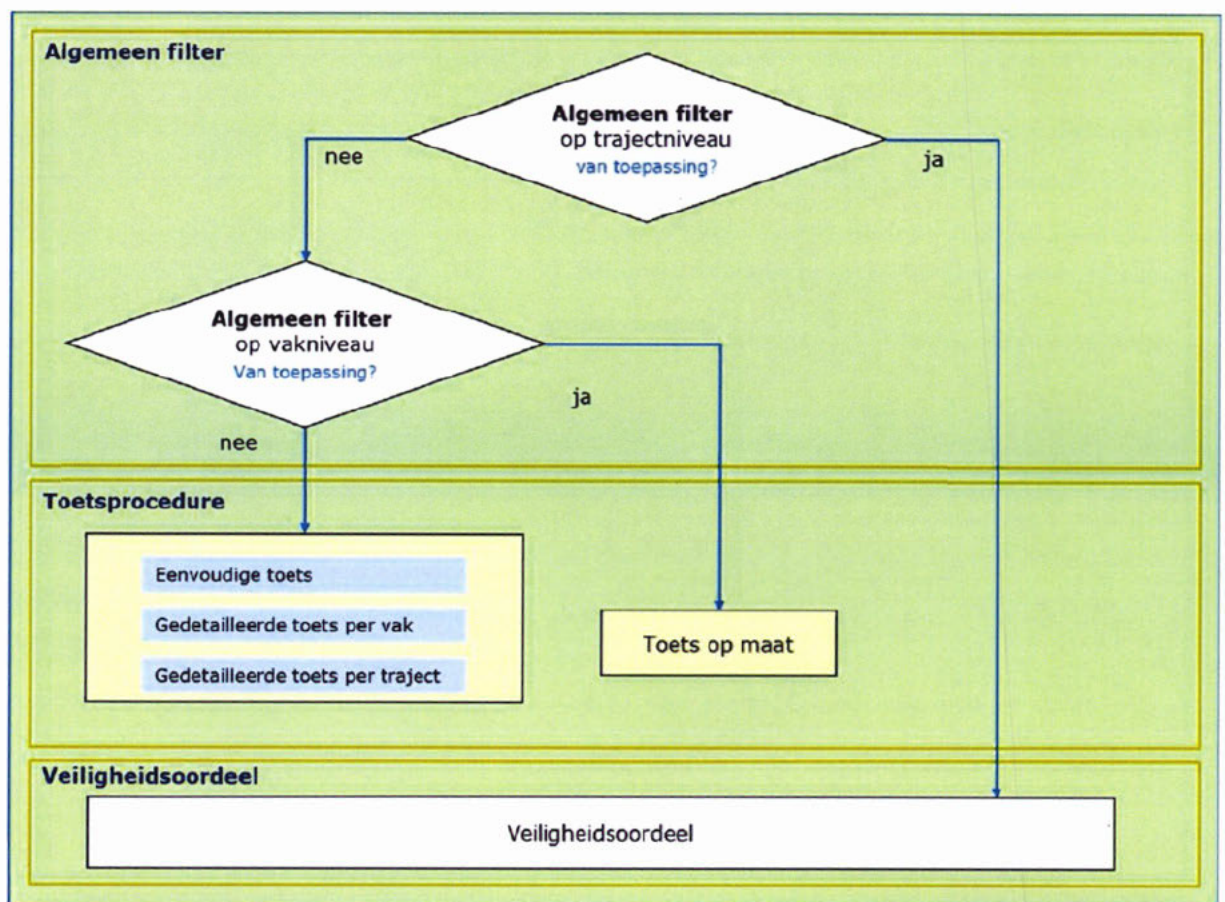
In dit hoofdstuk is het veiligheidsoordeel conform het WBI2017 voor normtraject 36-3 geformuleerd, én zijn de onderbouwing en duiding van dit veiligheidsoordeel nader toegelicht.

2.1 Veiligheidsoordeel normtraject 36-3

Het veiligheidsoordeel voor normtraject 36-3 is veiligheids categorie D: Overstromingskans van het dijktraject is veel groter dan de signaleringswaarde. Afstand tot de norm is groot (zie Tabel 1-1).

2.2 Onderbouwing van het veiligheidsoordeel

De uitvoering van de beoordeling begint met het doorlopen van het Algemeen filter (zie Figuur 2-1). Hieronder zijn de doorlopen stappen voor de beoordeling van het normtraject conform het algemeen filter weergegeven, waarbij de eerste stap bestaat uit de beoordeling of het algemeen filter op trajectniveau van toepassing is.



Figuur 2-1 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 [2] (*criterium 1*)
- de beheerder kan aantonen dat het totaal aan nieuwe inzichten die verwerkt zijn in het WBI2017 (*criterium 2a*) én wijzigingen aan de kering ten opzichte van de situatie zoals gehanteerd in het project Veiligheid Nederland in kaart (VNK) (*criterium 2b*) niet leiden tot een kleinere overstromingskans voor het traject.

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

Het traject 36-3 is opgenomen in tabel 1 van appendix C van de regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017 [2]. Het traject 36-3 is één van de in het WBI2017 gedefinieerde trajecten waarvoor in het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) een overstromingskans is bepaald die minimaal een factor 90 groter is dan de signaleringswaarde zoals vastgelegd in de Waterwet. Binnen het project VNK is voor dit traject een overstromingskans bepaald die een factor 98 groter is dan de signaleringswaarde (zie Tabel 2-1) [3].

Traject	Locatie	Lengte (km)	Belasting	Berekende overstromingskans VNK (per jaar)	Signaleringswaarde (overstromingskansnorm) (per jaar)	Afstand tot norm (factor)
36-3	Ravenstein-Lith	26,6	Maas	1/306	1/30.000	98

Tabel 2-1 Berekende overstromingskans en wettelijke norm voor normtraject 36-3

De faalkans voor het traject 36-3 zoals gepresenteerd in Tabel 2-1 is het resultaat van een combinatie van faalkansen berekend voor vier verschillende faalmechanismen verdeeld over 31 dijkvakken [3].

Faalmechanisme	Faalkans	Categorie
Overloop/golfoverslag	1/9.600	C
Macrostabiliteit binnenwaarts	1/120.000	A+
Opbarsten en piping	1/317	D
Bekleding en erosie dijklichaam	< 1/1.000.000	A
Totaal	1/306	D

Tabel 2-2 Berekende faalkansen op trajectniveau voor normtraject 36-3

In Tabel 2-2 is de verdeling in dijkvakken van het traject 36-3 conform VNK aangegeven en is aangegeven voor welke faalmechanismen in VNK een faalkans is berekend [3]. De tabel in Bijlage A laat zien dat de voor het traject 36-3 berekende faalkans sterk afhankelijk is van een aantal vakken met een relatief grote faalkans voor piping, waarvan één vak met een extreem hoge faalkans. Daarnaast laten de VNK resultaten zien dat meerdere dijkvakken ook voor hoogte een significante afstand tot de norm hebben [3].

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 vakken te selecteren die naar verwachting een grote bijdrage leveren aan de overstromingskans.

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 normtraject 36-3. Het combineren van faalkansen van meerdere vakken en faalmechanismen, hoe klein ook, leidt immers per definitie tot een grotere overstromingskans voor het traject.

De berekende resultaten van VNK2 voor de kunstwerken staan in onderstaande tabel. Hieruit blijkt dat de twee kunstwerken in het traject een relatief grote faalkans hebben voor het onderdeel betrouwbaarheid sluiten.

Naam kunstwerk	Overloop en golfslag	Niet sluiten	piping	Constructief falen	Falen kunstwerk
Teeffelense sluis		1/7.500	<1/1.000.000	<1/1.000.000	1/7.500
Schutsluis Macharen	1/175.000	1/4.500	<1/1.000.000	<1/1.000.000	1/4.500

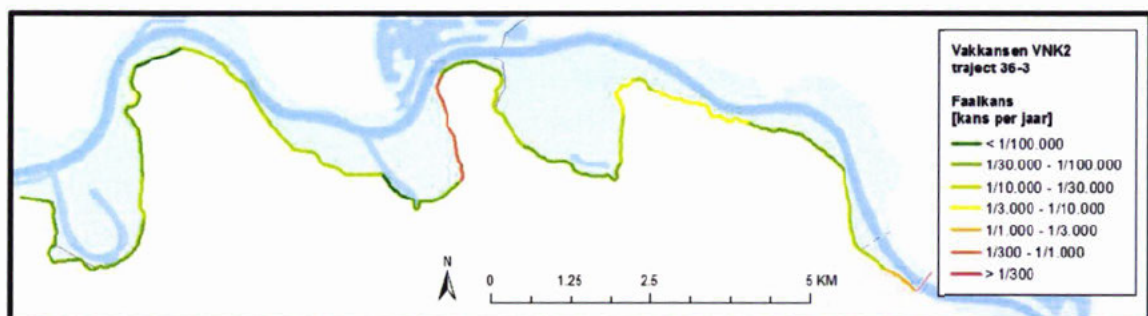
Tabel 2-3 Resultaten faalkans bepaling Teeffelense sluis en Schutsluis Macharen

2.4 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.

2.4.1 Effect rekenmodellen

In VNK zijn voor de berekening van de faalkans van een dijk vier faalmechanismen meegenomen: overloop en golfoverslag, opbarsten en piping, beschadiging bekleding en erosie dijklichaam en macrostabiliteit binnenwaarts. Met deze faalmechanismen is voor het normtraject 36-3 Ravenstein-Lith een faalkans berekend van 1/306 per jaar [3]. Deze faalkans wordt gedomineerd door het faalmechanisme opbarsten en piping [3].



Figuur 2-2 Gecombineerde faalkansen dijken voor VNK2 vakken in normtraject 36-3

Opbarsten en piping

In VNK is voor het faalmechanisme opbarsten en piping gerekend met de (oude) rekenregel van Sellmeijer. In een consequentie analyse [9] is nagegaan wat de consequentie is van het aanpassen van de rekenregel. Hiervoor zijn de volgende analyses uitgevoerd.

- Analyse benodigde kwelweglengte met de oude rekenregel van Sellmeijer;
- Analyse benodigde kwelweglengte met de nieuwe rekenregel van Sellmeijer;
- Analyse benodigde kwelweglengte met de nieuwe rekenregel van Sellmeijer met lengte-effect (rekenregel WBI2017).

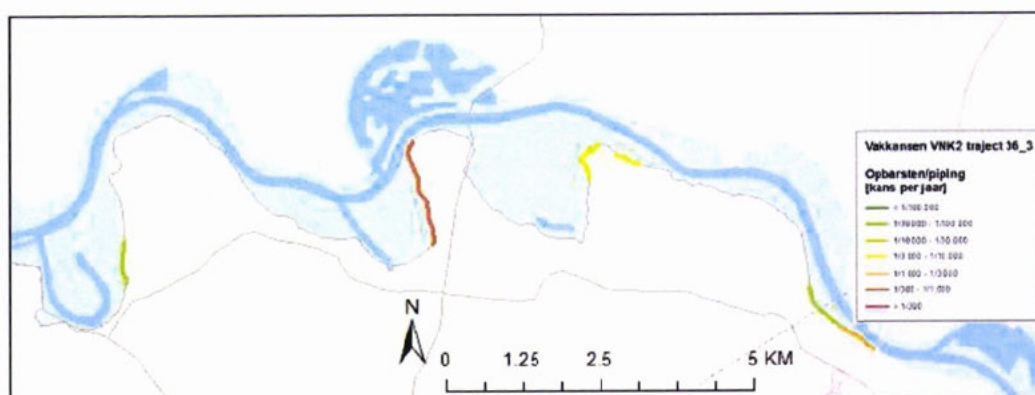
Volgens deze analyses geldt volgens de oude rekenregel dat voor ca. 20% van de keringen een kwelweglengte tekort is. Voor 15% van deze keringen is dat maximaal 20 meter. De berekeningen met de nieuwe rekenregel laat zien dat voor ruim 40% van de keringen een kwelweglengte tekort geldt. Voor ruim een kwart van de keringen is dit tekort nu minimaal 20 meter.

Binnen het WBI2017 is de rekenregel van Sellmeijer aangepast. Met deze aangepaste rekenregel is een partiële veiligheidsfactor afgeleid waarin het lengte-effect is opgenomen. Voor dijkkring 36 betekent dit dat voor de helft van de dijken er een kwelweglengtetekort is tot 100 m [9]. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Categorie	Lengte (km)	Percentage (%)
Geen piping	27,3	29,0
Voldoende kwelweglengte	15,5	16,5
Kwelweglengte tekort 0-20m	12,8	13,7
Kwelweglengte tekort 20-50m	15,7	16,7
Kwelweglengte tekort 50-100m	18,1	19,3
Kwelweglengte tekort meer dan 100m	4,5	4,8

Tabel 2-4 Berekende kwelweglengte tekorten volgens [9]

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat de aangepaste rekenregel van Sellmeijer leidt tot een significant kleinere overstromingskans voor het normtraject 36-3. Het omgekeerde zal het geval zijn; doordat de overstromingskans van het normtraject door het faalmechanisme opbarsten en piping gedomineerd wordt, leidt de aangepaste rekenregel tot een grotere overstromingskans voor het normtraject.



Figuur 2-3 Faalkansen opbarsten en piping voor VNK2 vakken in normtraject 36-3

Ondergrondschematisaties (WBI-SOS)

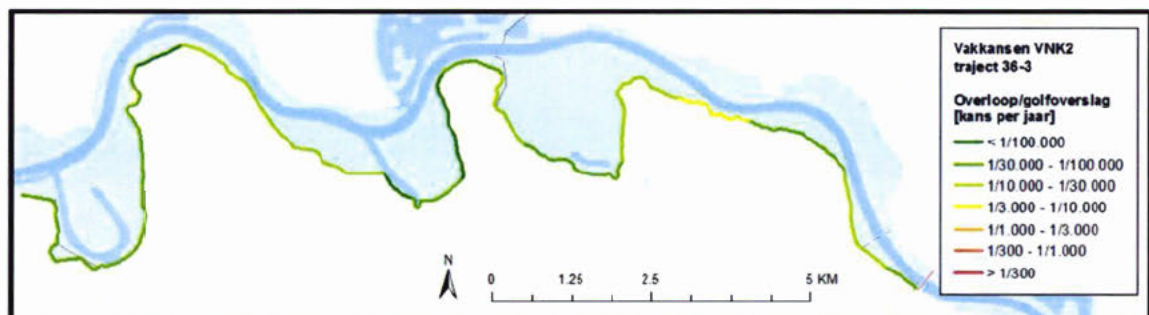
Specifiek voor de beoordeling van de primaire keringen is binnen het WBI2017 een globale stochastische ondergrondschematisatie opgesteld (WBI-SOS). Het WBI-SOS kan de keringbeheerder in de beoordeling gebruiken om de ondergrondparameters voor het faalmechanisme opbarsten en piping te schematiseren. Het 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 [4].

Voor het WBI2017 zijn bij het opstellen van het WBI-SOS en het bepalen van de startwaarden voor diverse pipingparameters de VNK gegevens met betrekking tot de ondergrond voor het faalmechanisme opbarsten en piping gebruikt [5],[6],[7]. De ondergrondgegevens voor het faalmechanisme opbarsten en piping met het WBI-SOS zal naar verwachting weinig afwijken van een schematisatie van de ondergrond zoals gehanteerd in VNK.

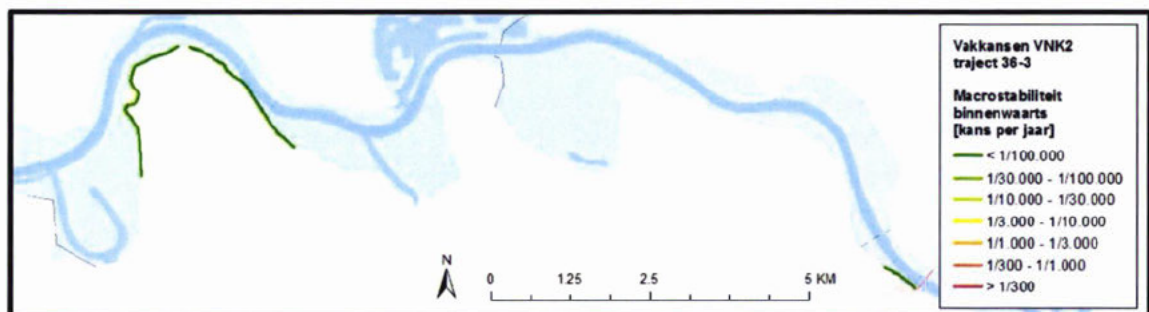
De ondergrondschematisatie vanuit WBI_SOS wordt echter, in tegenstelling tot hydraulische belastingen en sterktemodellen, niet aan de keringbeheerder opgelegd. De ondergrond zelf is niet veranderd, dit betekent dat de ondergrond per definitie niet kan leiden tot een andere overstromingskans voor het normtraject 36-3.

Overige faalmechanismen

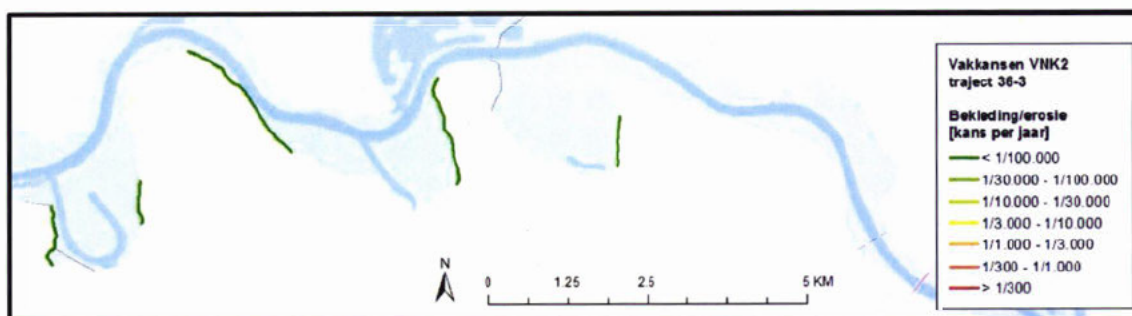
De overstromingskans voor het traject 36-3 wordt gedomineerd door het faalmechanisme opbarsten en piping. Als gevolg van de aangepaste rekenregel van Sellmeijer wordt de overstromingskans niet kleiner, maar naar verwachting groter. Daardoor zijn wijzigingen in de rekenregel voor de faalmechanismen overloop en golfoverslag, macro-stabiliteit binnenwaarts en beschadiging bekleding en erosie dijklichaam verder minder relevant voor de berekende overstromingskans van het normtraject 36-3.



Figuur 2-4 Faalkansen overloop en overslag voor VNK2 vakken in normtraject 36-3



Figuur 2-5 Faalkansen macrostabiliteit binnenwaarts voor VNK2 vakken in normtraject 36-3



Figuur 2-6 Faalkansen bekleding en erosie dijklichaam voor VNK2 vakken in normtraject 36-3

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 significante 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 tot een grotere faalkans voor het normtraject 36-3. Het combineren van faalkansen van meerdere faalmechanismen, hoe klein ook, leidt immers per definitie tot een grotere overstromingskans voor het traject.

2.4.2 Effect hydraulische belastingen

In de hydraulische belastingen zoals van toepassing in het WBI2017 zijn diverse nieuwe inzichten verwerkt. De effecten van deze nieuwe inzichten zijn voor verschillende watersystemen reeds uitgewerkt bij de bepaling van de hydraulische ontwerprandvoorwaarden voor het OI2014v3 [10],[11]. Voor de Brabantse Maas, waaraan het normtraject 36-3 is gelegen, zijn echter nog geen hydraulische ontwerprandvoorwaarden beschikbaar. Voor een inschatting van het effect maken we daarom gebruik van de resultaten uit de Consequentieanalyse Nieuwe Normering en WBI2017 [12].

Rivier-Kilometer	Locatie	Effect nieuwe database en statistiek		Effect onzekerheidstoelagen		Totaal Effect	
		MHW (m)	HBN(m)	MHW (m)	HBN(m)	MHW (m)	HBN(m)
	(X,Y)						
180-181	(175536,422297)	-0,07	-0,19	0,57	0,73	0,50	0,54
193-194	(164855,424758)	-0,01	-0,14	0,57	0,71	0,56	0,57

Tabel 2-5 Overzicht van gecombineerde effect van veranderingen op de MHW en HBN

Locatie 193-94 ligt in normtraject 36-3, locatie 180-181 ligt ongeveer een kilometer bovenstrooms van normtraject 36-3. Uit de resultaten van beide doorgerekende locaties blijkt dat voor de dijken langs de Maas geldt dat het gecombineerde effect van de veranderingen leidt tot een toename van het MHW en het Hydraulisch Belastingniveau (HBN) met ongeveer een halve meter [12]. De toename wordt voornamelijk veroorzaakt door het meenemen van onzekerheden in de hydraulische belastingen.

Bovenstaande geeft geen aanleiding aan te nemen dat de veranderingen in de hydraulische belastingen leiden tot een significant kleinere overstromingskans voor het traject; integendeel de verwachting is dat de overstromingskans hierdoor zal toenemen.

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

In het project VNK is de toestand van de waterkeringen in 2010 gehanteerd [3]. Na 2010 hebben geen wijzigingen aan de kering plaatsgevonden die leiden tot een kleinere overstromingskans, met andere woorden, er zijn geen versterkingswerkzaamheden uitgevoerd op dit normtraject. Ook het reguliere beheer en onderhoud van de waterkeringen, gericht op het in stand houden van wat er ligt, leidt niet tot een significante afname van de overstromingskans. Wel zijn er KRW-maatregelen (Kader Richtlijn Water) getroffen en heeft er natuurontwikkeling plaats gevonden. Deze maatregelen hebben echter een beperkt effect (enkele mm) op de hydraulische belasting.

2.6 Duiding van het veiligheidsoordeel

Op basis van de gehanteerde criteria geldt dat het Algemeen filter op trajectniveau van toepassing is op het normtraject 36-3. Op basis van deze criteria is geen significant kleinere overstromingskans te verwachten dan eerder berekend in het project VNK. Het dijktraject valt daarom conform Tabel 1-1 in veiligheids categorie D.

Dit veiligheidsoordeel wordt als volgt geduid:

- De grootste bijdrage aan het veiligheidsoordeel wordt geleverd door het faalmechanisme opbarsten en piping. De tabel in Bijlage A laat zien dat de voor het traject 36-3 berekende faalkans sterk afhankelijk is van een aantal vakken met een relatief grote faalkans voor piping, waarvan één vak met een extreem hoge faalkans. Daarnaast laten de VNK resultaten zien dat meerdere dijkvakken ook voor hoogte een significante afstand tot de norm hebben.
- De onderhoudstoestand heeft geen invloed op het veiligheidsoordeel. Het dominante faalmechanisme opbarsten en piping houdt hier weinig verband mee en heeft vooral te maken met de ondergrond (piping gevoelige lagen) en het ontwerp van de bestaande dijk.
- Ook is de overstromingskans toegenomen omdat de aangepaste pipingregel strenger is dan de pipingregel zoals die in project VNK is toegepast.
- Daarnaast blijkt dat de hydraulische belastingen toegenomen zijn door het meenemen van onzekerheden; ook dit heeft tot gevolg dat de overstromingskans zal toenemen.
- De beoordelingsresultaten van de twee kunstwerken, sluis Macharen en de Teeffelense inlaat zorgen er voor dat zowel de overstromingskans als de afstand tot de norm van traject 36-3 in beperkte mate toenemen ten opzichte van de situatie zonder kunstwerken. Kijkend naar de individuele kunstwerken hebben beide een faalkans welke groter is dan de signaalwaarde van het traject 36-3.

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat volledige duiding van het veiligheidsoordeel niet mogelijk is doordat in VNK niet alle faalmechanismen zijn beschouwd. Dit is echter inherent aan de toepassing van het algemeen filter. Met deze stap eindigt de beoordeling van dit normtraject.

3 Overzicht te treffen voorzieningen

Naar aanleiding van het de urgentie van Ravenstein Lith is het waterschap inmiddels gestart met het opstellen van een plan van aanpak voor de verkenning. In deze verkenning wordt samen met de gebiedsopgaven voor ruimte, economie en natuur uitgegaan van een krachtig samenspel tussen dijk en rivier. Zo zullen in 2018 de kansrijke alternatieven bekend zijn en in 2020 de voorkeursvariant. Na de ontwerpplan fase in 2022 kan in 2023 worden begonnen met de uitvoering.

Inmiddels is de betrouwbaarheid van het sluiten van de kunstwerken sterk verbeterd met behulp van automatische niveaumeting en voorspelling van waterstanden ter plaatse van beide kunstwerken. In geval van het bereiken van de relevante waterhoogten uit het sluitingsprotocol waarschuwt een bewakingssysteem en wordt de nodige actie ondernomen.

Zolang de verbeteringswerken niet zijn uitgevoerd krijgt het normtraject extra aandacht bij inspecties in geval van hoogwater. Deze extra aandacht, met name voor piping, is geregeld in het hoogwaterbestrijdingsplan Maas van het waterschap Aa en Maas [13]

4 Referenties

- [1] Waterschap Rivierenland. Eerste Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans, Veiligheidsoordeel Normtraject 43-6, versie 2.0 januari 2017.
- [2] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage I Procedure, januari 2017.
- [3] Rijkswaterstaat WVL, Veiligheid Nederland in Kaart Overstromingsrisico dijkring 36 Land van Heusden/ de Maaskant, oktober 2010
- [4] Deltares, Globale stochastische ondergrond schematisatie (WTI-SOS) voor de primaire waterkeringen, 1209432-000-GEO-0006, versie 2, definitief, 24 september 2015
- [5] Deltares, Memo WTI-SOS en VNK2: verschillen, overeenkomsten en hergebruik, 22 oktober 2014
- [6] Deltares, Memo WTI 2017: gebruik van WTI en VNK2 ondergrond schematisaties en parameters, 22 oktober 2014
- [7] Deltares, Handleiding datamanagement WBI, 1209432-002-GEO-0002, versie 5, definitief, 1 september 2016.
- [8] ENW, Piping: Realiteit of Rekenfout?, januari 2010
- [9] Waterschap Aa en Maas, Verkenning nieuwe Sellmeijer rekenregel, augustus 2012
- [10] Rijkswaterstaat WVL, Handreiking ontwerpen met overstromingskansen, Veiligheidsfactoren en belastingen bij nieuwe overstromingskansnormen, OI2014v3, definitief, juli 2015
- [11] Deltares, Werkwijze bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden OI2014 versie 3 voor HWBP 2015 projecten, Rapport 1210420-000, definitief, 3 juli 2015.
- [12] Rijkswaterstaat , Consequentieanalyse Nieuwe Normering & WBI2017, Rapport Definitief, 25 april 2016
- [13] Calamiteitenbestrijdingsplan Hoogwater Maas, 2016 – 2017, waterschap Aa en Maas

Bijlage A: Resultaten VNK voor traject 36-3

Vak-id	Overloop en golfoverslag	Macrostabieliteit binnenwaarts	Opbarsten en Piping	Bekleding en erosie dijklichaam	Faalkans op vakniveau
36001038	1/40.000	<1/1.000.000	1/2.000		1/1.900
36001039	1/28.000		1/27.000		1/14.000
36001040	1/22.000		1/67.000		1/17.000
36001041	1/22.000				1/22.000
36001042	1/32.000				1/32.000
36001043	1/9.600				1/9.600
36001044	1/19.000		1/3.600		1/3.100
36001045	1/15.000				1/15.000
36001046	1/18.000		1/6.000		1/4.600
36001047	1/24.000		1/6.900		1/5.400
36001048	1/19.000			<1/1.000.000	1/19.000
36001049	1/99.000				1/99.000
36001050	1/33.000				1/33.000
36001051	1/25.000				1/25.000
36001052	1/27.000				1/27.000
36001053	1/33.000				1/33.000
36001054	1/320.000		1/570	<1/1.000.000	1/570
36001055	1/59.000				1/59.000
36001056	1/98.000				1/98.000
36001057	1/108.000				1/108.000
36001058	1/24.000				1/24.000
36001059	1/25.000				1/25.000
36001060	1/27.000	1/120.000		<1/1.000.000	1/27.000
36001061	1/27.000				1/27.000
36001062	1/420.000	<1/1.000.000			1/420.000
36001063	1/83.000	<1/1.000.000			1/83.000
36001064	1/42.000		1/29.000	<1/1.000.000	1/18.000
36001065	1/31.000				1/31.000
36001066	1/62.000				1/62.000
36001067	1/45.000			<1/1.000.000	1/45.000
36001068	1/74.000				1/74.000
Faalkans op trajectniveau	1/9.600	1/120.000	1/317	<1/1.000.000	1/306