

Memo

Datum 22 juni 2020	Ons kenmerk 11203721-053-GEO-0002	Aantal pagina's 1 van 16
Contactpersoon Karin de Bruijn	Doorkiesnummer +31(0)88 335 8543	E-mail Karin.deBruijn@deltares.nl
Onderwerp Waterveiligheidsmonitor 2020		

De Waterveiligheidsindicator: indicatie van het effect van maatregelen op de waterveiligheid van Nederland

1 Inleiding

In 2019 zijn er indicatoren ontwikkeld die het effect van dijkversterkingsmaatregelen op de waterveiligheid in beeld brengen. De indicatoren sluiten aan bij de nieuwe normering gebaseerd op de overstromingsrisicobenadering en de doelstelling dat in 2050 iedereen ten minste het basisbeschermingsniveau heeft. Met de indicatoren wordt beoogd de afname van het overstromingsrisico als gevolg van versterking van de keringen te illustreren.

In deze memo worden de waarden voor 2020 en de prognose voor 2025 op basis van de toegeleverde gegevens van het HWBP gegeven. De toegeleverde gegevens zijn opgenomen in bijlage A.

De methode voor het bepalen van de indicatoren is vastgelegd in (De Bruijn, 2019: memo d.d. 20-1-2020) en samengevat in bijlage B. Belangrijk om hier te vermelden is dat bij het bepalen van de referentiesituatie er vanuit gegaan is dat alle HWBP2 en Ruimte voor de Rivierprojecten zijn afgerond. Voor de gevolgen is voor alle situaties (referentie, 2020, 2025 en 2050) gerekend met de verwachte gevolgen in 2050. De indicatoren geven dus alleen de ontwikkeling in waterveiligheid weer ten gevolge van dijkversterking.

2 Overzicht van de meegenomen maatregelen

Figuur 1 geeft een weergave van de in deze analyse meegenomen maatregelen tot 2025 gebaseerd op de prognose van HWBP (bijlage A). Tot 2020 zijn twee maatregelen gerealiseerd: de dijkversterking bij Gameren in de Bommelerwaard (project 22AT) en de dijkversterking bij Eemshaven¹.

In de periode tot 2025 zijn verspreid over het land dijkversterkingen gepland. Voor de bepaling van de prognose zijn uit de toegeleverde lijst alle projecten aan primaire keringen geselecteerd waarvan de realisatiefase volgens de prognose op 1 januari 2025 afgerond is.

¹ Volgens de toegeleverde prognose van het HWBP is dit project (Project 18A Eemshaven-Delfzijl) nog niet af, maar op verzoek van WVL is deze als afgerond beschouwd. Ook volgens het waterschap is deze versterking afgerond.



Figuur 1. Geselecteerde maatregelen tot 2025 op basis van de toegeleverde gegevens (zie bijlage A)

Tabel 1. Overzicht geselecteerde maatregelen uit prognose tot 2025

Nr.	Project	Beheerder	Projectnaam	Lengte	Traject
1	22AR	Waterschap Rivierenland	Fort Everdingen-Ameide Sluis	18.452	16-4
2	22AQ	Waterschap Rivierenland	Ameide-Streefkerk	19.909	16-3
3	22W	Waterschap Rivierenland	Vianen	1.120	16-4
5	22D	Waterschap Rivierenland	Neder-Betuwe	22.510	43-5
11	05 ^E	HHRS van Rijnland	Verbetering IJsseldijk Gouda (VIJG) spoor 2	124	14-1
15	22AI	Waterschap Rivierenland	Wolferen-Sprok (incl. de Stelt)	10.600	43-4
17	22K	Waterschap Rivierenland	Stad Tiel	2.585	43-6
19	22X	Waterschap Rivierenland	Gorinchem-Waardenburg (GoWa)	23.450	43-6
21	22Y	Waterschap Rivierenland	Tiel - Waardenburg (TiWa)	19.500	43-6
23	16 ^E	Waterschap Hollandse Delta	Zettingsvloeiing V3T	6.374	25-4, 20-3, 25-2
35	24AO	Waterschap Scheldestromen	Zuid-Beveland West, Westerschelde S3	1.000	30-3
49	02 ^E	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk - Salmsteke	1.951	15-1
55	34M	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Zwolle	7.641	53-3
62	22AT	Waterschap Rivierenland	Gameren	300	38-1
84	34AK	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Vecht- Stenendijk Hasselt	1.217	9-1
118	18A	Waterschap Noorderzijlvest	Eemshaven-Delfzijl	11.740	6-7
126	28H	Wetterskip Fryslân	Lauwersmeerdijk	4.394	6-5
141	25K	Waterschap Vallei en Veluwe	IJsseldijk Apeldoorns kanaal	3.246	52-4
153	80G	RWS Noord-Nederland	Vlieland	955	4-2
166	80L	RWS West-Nederland Noord	Marken	3.579	13b-1
175	25L	Waterschap Vallei en Veluwe	Noordelijke Randmeerdijk	12.941	11-3

3 De resulterende indicatorwaarden

3.1 Effect van de maatregelen op de trajectkans

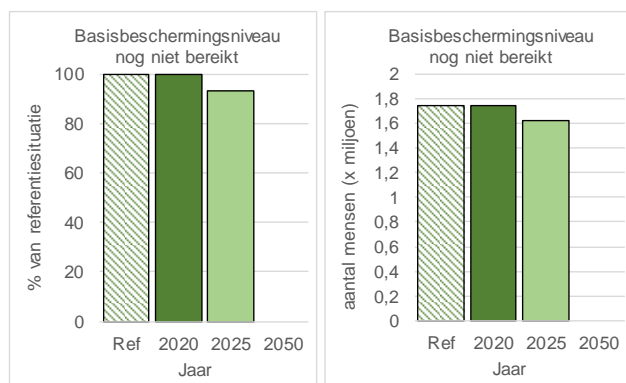
Ten gevolge van de maatregelen zijn de overstromingskansen van de trajecten gereduceerd. Het effect verschilt per traject. De versterkingsprojecten hebben voor een aantal trajecten geleid tot een faalkans die veel kleiner is dan de referentiekans (zie bijlage B). Bij andere trajecten is het effect minimaal, omdat daar de faalkans bepaald wordt door andere zwakke dijkvakken welke nog niet zijn versterkt. Deze domineren de faalkans.

De overstromingskansen van de keringen na uitvoering van de geplande trajecten zijn sterk gereduceerd voor met name de trajecten:

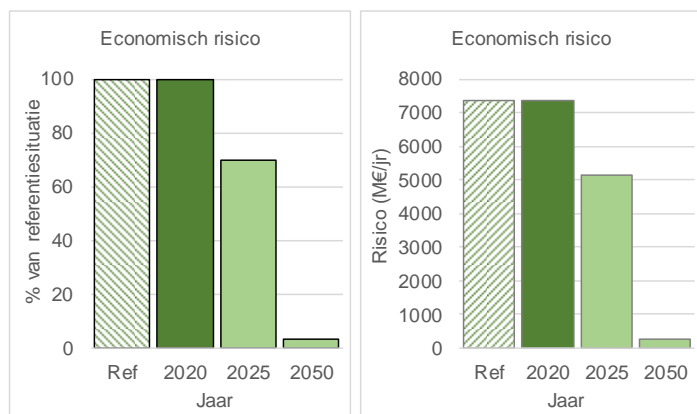
- 4_2 (Vlieland),
- 16_3 en 16_4 (Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden – Lek Oost en Lek- West)
- 43_5 en 43_6 (Betuwe, Tieler- en Culemborgerwaarden 5 en 6),
- 52_4 (Oost Veluwe 4).

3.2 Indicatorresultaten voor 2020 en 2025

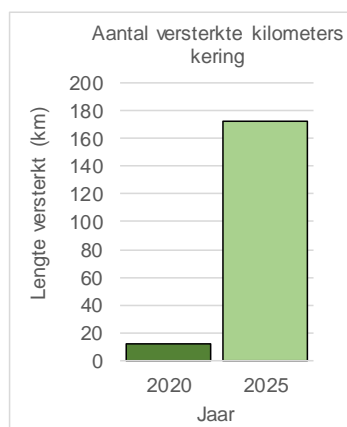
De effecten op de risico's zijn weergegeven in onderstaande figuur. De versterkingen tot en met 2019 hebben vrijwel geen effect op de waterveiligheid in Nederland: er zijn slechts twee maatregelen uitgevoerd, beiden in een normtraject waarvan andere zwakke delen nog niet versterkt zijn. De afname van het economisch risico is zo'n 3 M€/jaar. In 2025 zijn de risico's volgens de prognose wel significant lager. Met name het economisch risico is dan afgenomen van zo'n 7,4 miljard naar 5,1 miljard per jaar. Het aantal mensen wonend in een gebied met een te hoge LIR waarde neemt in 2020 af met 3400 mensen, en in 2025 met ruim 123.000 mensen. Uiteindelijk daalt dit aantal van 1,745 miljoen mensen in de referentie tot 0 mensen in 2050. De afname van het aantal mensen is tot aan 2025 procentueel gezien minder groot dan de afname in het economisch risico. Weliswaar wordt door alle dijkversterkingen een groot deel van de mensen veiliger, maar wordt niet overal de drempelwaarde van het basisbeschermingsniveau van 10^{-5} bereikt. Om dat niveau te bereiken dienen ook andere trajecten die deze gebieden beschermen versterkt te worden.



Figuur 2. Ontwikkeling in de verbetering van het basisbeschermingsniveau, in relatieve waarde (% van) en in absolute waarde (aantal mensen). Het betreft hier het aantal mensen dat woont in gebied waar nog niet aan het basisbeschermingsniveau wordt voldaan t.o.v. de referentiesituatie.



Figuur 3. Ontwikkeling in het economisch risico, in relatieve waarde (% van het risico in de referentiesituatie) en in absolute waarde (miljoenen euro's per jaar)



Figuur 4. Het aantal versterkte kilometers kering

4 Discussie, conclusie en aanbevelingen

Er is uitgegaan van inzichten en gegevens die ook in DPV2015 zijn gebruikt. Nieuwe inzichten in dijksterktes, schademodelering en evacuatiefracties worden (nog) niet meegenomen. Het effect van dijkversterkingen en eventueel verbeterde kunstwerken is daarmee geïsoleerd in beeld gebracht. In de toekomst kan dezelfde methode ook gebruikt worden indien nieuwe inzichten wel worden meegenomen, dan zal echter ook de referentiesituatie opnieuw bepaald moeten worden met die nieuwe inzichten. Zeker voor de faalkansen van de dijkvakken zal een update op basis van mogelijke nieuwe informatie die ter beschikking komt door de toetsing waardevol zijn. In 2019 zijn slechts twee dijkversterkingen gereed gekomen. In 2025 is naar verwachting het risico afgenomen met 30% en het aantal mensen dat woont in een gebied dat nog niet voldoet aan het basisbeschermingsniveau met 7%.

5 Referentie

De Bruijn, K.M. (2020). Memo 'De Waterveiligheidsmonitor: indicatoren voor het effect van maatregelen op de waterveiligheid van Nederland. 20 januari 2020. Projectnummer 11203721-014

A De toegeleverde gegevens door HWBP

Hoogwaterbeschermingsprogramma

Programma hoogwaterbescherming 2020-2025

Uitgangspunten		Legenda MIRT-fasering	
1 - Geprogrammeerde bedragen geven het jaar aan, waarin de aanvraag bij HWBP gedaan mag worden. Dat jaar hoeft niet per definitie het jaar te zijn, waarin het bedrag wordt uitgegeven.			voorverkenning
2 - Bedragen zijn inclusief 10% PGA			Verkenning
			Planuitwerking
			Realisatie

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Sommatie regulier pakket	18,12	192,71	161,0	180,0	299,7	502,9	426,9	573,5	680,2	675,2	411,6	419,5	465,2	468,3	326,4	293,8	178,5	182,1
Extra werkvoorraad			4,5		17,7	-24,8	-43,2	-86,0	-135,6	-135,0	-82,3	-83,9	-93,0	-93,7	-65,3	-58,8		
Nog te programmeren projecten										65,0	145,5	127,4	89,0	88,1	20,3	-25,5	26	187,4
10% Projectgebonden aandeel			1,0	-18,0	-31,7	-47,8	-38,4	-48,7	-54,5	-60,5	-47,5	-46,3	-46,1	-46,3	-28,1	-21,0	-20,4	-36,9
Programmadirectie			14,6	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Waterveiligheidsportaal (WVP)					1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Uitwisselingsbijdrage											PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	
Innovatie			29,2	15,5	11,0	8,2	7,1	4,7	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,0	-	-
Programma 2020-2033				182,0	302,7	443,9	358,0	448,9	499,1	553,8	436,5	425,9	424,2	425,6	262,4	197,1	184,0	332,5

Ranking	Project	Beheerder	Projectnaam	Lengte	Traject	Bijzonderheden	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	22AR	Waterschap Rivierland	Fort Everdingen-Arneide Sluis	18.452	16-4	CO-ILT		3,3	0,4	3,0	3,0	20,2												
2	22AQ	Waterschap Rivierland	Arneide-Streefkerk	19.508	16-3	CO-ILT																		
3	22W	Waterschap Rivierland	Vianen	1.120	16-4	CO-ILT	1,0		1,3	0,1	9,1													
4	25Q	Waterschap Vallei en Veluwe	Grebbedijk	5.354	45-1	CO-ILT		6,8																
5	22D	Waterschap Rivierland	Neder-Betuwe	22.510	43-5	CO-ILT		9,0		7,7														
6	24AV	Waterschap Scheldestromen	Zuid-Beveland West, Hansweert S1	4.507	30-2	CO-ILT		3,6		6,2														
9	05C	HHRS van Rijnland	IJsseldijk Gouda (fase 2)	2.144	14-1	AF		1,2		2,4	1,8													
11	05E	HHRS van Rijnland	Verbetering IJsseldijk Gouda (VLJG) spoor 2	124	14-1	€ AF		2,5		1,1	1,0	11,6												
13	02B	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Waaierluis te Gouda	50	14-1	AF				0,2	0,4			2,3										
14	22AW	Waterschap Rivierland	Sprok-Sterreschans (Kop van Betuwe)	13.500	43-4	AF			4,4		4,0			16,2			16,9	16,9	16,9	16,9	11,6			
15	22AI	Waterschap Rivierland	Wolferen-Sprok (incl. de Stelt)	10.600	43-4	CO-ILT		6,8		0,6	11,3			44,4	22,5	22,5	0,6							
17	22K	Waterschap Rivierland	Stad Tiel	2.585	43-6	CO-ILT			4,1	0,6	5,0			44,4	12,6									
19	22X	Waterschap Rivierland	Gorinchem-Waardenburg (GoWa)	23.450	43-6	CO-ILT		19,8		1,7	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	33,4			
21	22Y	Waterschap Rivierland	Tiel - Waardenburg (TiWa)	19.500	43-6	CO-ILT		12,3		7,5	16,2			44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	44,4	7,1				
22	16M	Waterschap Hollandse Delta	Geervliet - Hekelingen 20-3	21.911	20-3	CO-ILT		2,5	0,5					0,8	1,7	10,6								
23	16E	Waterschap Hollandse Delta	Zettingsvloeiing V3T	6.374	25-4, 20-3, 25	€ AF		2,4	4,1	2,1				4,9	39,5									
25	02D	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk: Wijk bij Duurstede-Amerongen	11.007	44-1	CO-ILT		7,2	0,0		7,2				35,6									
26	02F	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk: Culemborgse veer - Beatrixsluis	11.147	44-1	CO-ILT					3,0			6,1	37,7	23,2								
27	02I	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk: Irenesluizen - Culemborgse veer	9.922	44-1	CO-ILT								3,0	5,9		44,4	14,7						
28	22AU	Waterschap Rivierland	Sterreschans-Heteren	25.395	43-3	CO-ILT			5,0	-0,6							4,0		10,8		34,9	34,9	34,9	34,9
29	13N	Waterschap Aa en Maas	Ravenstein - Lith	26.552	36-3	CO-ILT		5,1	1,5	6,2	13,8			44,4	29,1	42,9								
33	24AH	Waterschap Scheldestromen	Zuid-Beveland West, Westerschelde S2	24.850	30-3	€ AF			0,0		0,4			0,8	6,8									
35	24AO	Waterschap Scheldestromen	Zuid-Beveland West, Westerschelde S3	1.000	30-3	€ AF					0,1	0,1		0,9										
36	06K	HHRS van Schieland en de Krimpenerw.	Krachte IJsseldijken Krimpenerwaard (KIJK)	10.472	15-3	CO-ILT		16,3			22,9													
37	80K	RWS West-Nederland Zuid	SVK Hollandse IJsselkering (schuif)	209	15-3	Budget Rijksk., CO-ILT																		
40	13K	Waterschap Aa en Maas	Cuijk - Ravenstein	20.854	36-2	CO-ILT				2,4	4,9			14,6			44,4	24,8	24,8	24,8	5,2			
49	02E	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk - Salmsteke	1.951	15-1	CO-ILT				6,4	3,1	7,1												
50	02H	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk: Klaphek - Jaarsveld	12.900	15-1	CO-ILT								6,2	44,4	12,3								
52	02G	HHRS De Stichtse Rijnlanden	Sterke Lekdijk: Salmsteke - Schoonhoven	8.339	15-1	CO-ILT								2,6	5,1	44,4	8,8							
53	34U	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Zwolle-Olat	28.880	53-2	CO-ILT		12,3							40,5	44,4	44,4	32,9						
55	34M	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Zwolle	7.641	53-3	CO-ILT		6,6			9,6				44,4	12,4								
56	34R	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Keersluis Zwolle	283	53-3	CO-ILT									0,3									
57	34AN	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Vecht-Zwolle	9.989	53-3	CO-ILT								1,4										
59	34AR	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Vecht-Oost	20.785	53-3 + 9-1	CO-ILT																	7,0	14,0
62	22AT	Waterschap Rivierland	Gameren	300	38-1				1,2															
82	34AP	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Vecht - Dalfsen west	16.275	53-3 + 9-1	CO-ILT		0,0			4,5			4,5	38,2									
84	34AK	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Vecht - Stenendijk Hasselt	1.217	9-1	CO-ILT					2,3	0,5	2,3											
86	80F	RWS West-Nederland Noord	IJmuiden	1.669	44-3	Budget Rijkskeringen																		
96	34Q	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Mastenbroek IJssel	7.005	10-3	LRT-3			0,8					3,4										
98	13H	Waterschap Aa en Maas	boxmeer - cuijk (deel)	17kw	36-1	CO-ILT								4,5			6,5		19,4	19,4	19,4			18,0
100	24AQ	Waterschap Scheldestromen	Kanaal Zuid Beveland	350	31-2	€								0,0	0,0									
101	24AP	Waterschap Scheldestromen	Zuid-Beveland Oost, Oosterschelde (2)	1.500	31-2	€		0,3				0,6			1,0		4,9							
104	24R	Waterschap Scheldestromen	Zuid-Beveland Oost, Westerschelde	1.100	31-1	€								0,3	0,3									
109	34P	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Mastenbroek Zwarte Meer	7.079	10-2			0,6							3,1		9,0				25,5	25,5	25,5	
111	34L	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Genemuiden - Hasselt	2.518	10-1				1,2														4,3	
112	34AL	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Vecht Zwartewaterland	10.914	53-3 + 9-1	CO-ILT																3,9		7,7
113	34Q	Waterschap Drents-Overijsselse Delta	Mastenbroek Zwarte Water	5.400	10-1																			
118	18A	Waterschap Noorderzijlvest	Eemshaven-Delfzijl	11.740	6-7	€			25,2	43,6	16,3	0,5											6,2	0,0
122	28E	Wetterskip Fryslân	Zurich-Koehool		6-3	TO-ILT												6,3						
123	28F	Wetterskip Fryslân	Koehool - Lauwersmeer	47.345	6-3, 6-4	TO-ILT/CO-ILT		4,8		9,9		23,9			38,9	27,3	44,4	44,4	44,4	41,3	31,8			35,8
124	18D	Waterschap Noorderzijlvest	Lauwersmeer/Vierhuizenrgat	8.768	6-5	TO-ILT		4,8				6,2		24,2	12,9	14,3								
126	28H	Wetterskip Fryslân	Lauwersmeerdijk	4.394	6-5	TO-ILT	</																	

B Methode

Deze beschrijving is overgenomen uit de memo van dd. 20-1-2020 van De Bruijn et al.

B.1 Uitgangspunten en referentiesituatie

Voor het bepalen van de indicatoren is uitgegaan van dezelfde referentiesituatie als in DPV² gebruikt is en zijn zoveel mogelijk de destijds gebruikte gegevens en methoden overgenomen. Om het effect van maatregelen zuiver in beeld te krijgen zijn alle DPV uitgangspunten gehandhaafd. Dit betekent dat de landgebruiksgegevens, economische groei, opslagfactoren, schade- en slachtofferfuncties en evacuatiefracties van DPV overgenomen zijn. Ook zijn de verwachte gevolgen bij doorbraak voor 2050, de methode om het LIR te bepalen en de resolutie van de LIR bepaling overgenomen uit DPV. De gebruikte uitgangspunten zijn in de volgende paragrafen samengevat.

Referentiekansen

De faalkansen horend bij de referentiesituatie zijn overgenomen uit DPV. De referentiekans voor DP2015 is gedefinieerd als “de verwachte overstromingskans - in 2015 / 2020 - na uitvoering van lopende projecten en programma’s voor hoogwaterbescherming” (Slootjes & Van der Most, 2016).

Voor enkele keringen, de voormalige C-keringen, en de Limburgse dijktrajecten zijn geen referentiekansen uit DPV beschikbaar. Voor deze trajecten is de aanpak hieronder apart toegelicht. De gebruikte kansen per normtraject zijn weergegeven in figuur B1. De faalkansen van de keringen variëren van groter dan 1/100 per jaar tot kleiner dan 1/100.000 per jaar.



Figuur B1. Referentiekansen per normtraject (bron: figuur 4.1 uit Slootjes & Van der Most, 2016)

² DPV 2015: Het Deltaprogramma Veiligheid (DPV) resulteerde in 2015 in een rapportage met een voorstel voor de normen voor de waterkeringen en beschrijving van de achterliggende analyses en gegevens: (*Achtergronden bij de normering van de primaire waterkeringen in Nederland. Hoofdrapport.* N. Slootjes en H. van der Most. Uitgave van ministerie van Infrastructuur en Milieu. 22 april 2016). In de tekst wordt deze rapportage bedoeld wanneer “DPV” vermeld staat.

2050

Voor de situatie in 2050 is aangenomen dat de faalkansen gelijk zijn aan de signaleringswaarden. De signaleringswaarden zijn opgenomen weergegeven in figuur B2.



Figuur B2. Signaleringswaarde per traject (bron: DPV hoofdrapport figuur 5.5)

Overstromingsschades bij doorbraak

De potentiële schade bij doorbraak is gelijk gesteld aan de totale schade voor 2050 zoals bepaald in DPV. Deze bestaat uit de som van de economische schade, en de gemonetariseerde waarde van slachtoffers en getroffen. Deze is weergegeven in de factsheets van de normering (Min. I&M, 2016). De gebruikte schades per normtraject zijn opgenomen in tabel B1 van deze memo.

Dijkversterking

Indien een normtraject geheel versterkt is, dan wordt er vanuit gegaan dat de faalkans slechts 1/10 is van de signaleringswaarde zoals gegeven in de wet. Deze factor 1/10 representeert de praktijk om dijken zo te ontwerpen dat deze nog minimaal 50 jaar voldoen. De precieze faalkans na versterking is de komende jaren niet zo relevant voor de faalkans. Meestal is de kans sowieso zeer klein is vergeleken met de faalkans van de nog niet versterkte normtrajecten. Deze niet-versterkte trajecten zullen dan ook het risico bepalen. Wanneer slechts een deel van een normtraject versterkt is, is de resulterende faalkans van het traject groter dan de beoogde eindwaarde, maar kleiner dan de referentiekans. De bepaling van deze kans is gegeven in paragraaf B3.

Inwoneraantallen

In DPV zijn de buurtgrenzen zoals vastgelegd in het CBS buurtenbestand uit 2008 gebruikt om de LIR per buurt te bepalen. Hier worden dezelfde buurtgrenzen aangehouden en is ook het bijbehorende inwoneraantal uit dit CBS buurtenbestand gebruikt.

B.2 Overzicht van gebruikte waardes

Tabel B.1 geeft de gebruikte waardes per normtraject weer. Voor de keringen die voorheen geen primaire A kering waren, zijn geen referentiekansen beschikbaar. Dit betreft de voormalige C-keringen (langs de randmeren rond Flevoland, langs de Grevelingen en het Volkerrak-Zoommeer en langs het Rijn-Scheldekanaal en de Hollandse IJssel) en de Limburgse kades. Ook voor IJburg, Marken, de Noordwaard en de Kreekrakpolder zijn geen DPV referentiekansen beschikbaar. Voor deze keringen zijn de aannames hieronder apart vermeld.

Tabel B1. Referentiekansen, normkansen (signaleringswaarde) en totale gevolgen voor 2050 per normtraject

Traject	Naam	Referentiekans (1/jaar)	Signaleringswaarde (1/jaar)	Schade 2050 (M€)
1-1	Schiermonnikoog Duin	11.500	1000	4
1-2	Schiermonnikoog	500	1000	188
2-1	Ameland Duin	19.700	1000	172
2-2	Ameland	21.000	1000	650
3-1	Terschelling Duin	> 1.000.000	3000	1
3-2	Terschelling	2100	1000	535
4-1	Vlieland Duin	1600	300	42
4-2	Vlieland	900	1000	88
5-1	Texel Duin	100.000	3000	608
5-2	Texel	400	3000	1485
6-1	Friesland-Groningen - Friesland 1	500	3000	3210
6-2	Friesland-Groningen - Friesland 2	3900	3000	2031
6-3	Friesland-Groningen - Friesland 3	900	3000	11.399
6-4	Friesland-Groningen - Friesland 4	4800	3000	5022
6-5	Friesland-Groningen - Groningen 1	900	3000	1590
6-6	Friesland-Groningen - Groningen 2	800	3000	3987
6-7	Friesland-Groningen - Groningen 3	900	10000	24.547
7-1	Noordoostpolder 1	> 1.000.000	3000	1610
7-2	Noordoostpolder 2	900	3000	21.385
8-1	Flevoland 1	2100	30000	40.166
8-2	Flevoland 2	3200	30000	44.596
8-3	Flevoland 3	1000	30000	68.897
8-4	Flevoland 4	5500	30000	68.897
8-5	Flevoland 5	3000	3000	2746
8-6	Flevoland 6	3000	3000	2746
8-7	Flevoland 7	3000	3000	2405
9-1	Vollenhove 1	100	1000	3290
9-2	Vollenhove 2	6100	3000	1295
10-1	Mastenbroek 1	600	3000	4855
10-2	Mastenbroek 2	600	3000	1192
10-3	Mastenbroek 3	900	10000	11.395

Traject	Naam	Referentiekans (1/jaar)	Signaleringswaarde (1/jaar)	Schade 2050 (M€)
11-1	IJsseldelta 1	2000	3000	4841
11-2	IJsseldelta 2	1700	3000	3888
11-3	IJsseldelta 3	300	300	50
12-1	Wieringen 1	2700	1000	411
12-2	Wieringen 2	700	3000	10349
13-1	Noord-Holland - Kust 1	10.000	3000	5332
13-2	Noord-Holland - Kust 2	3000	3000	1083
13-3	Noord-Holland - Kust 3	3000	3000	4886
13-4	Noord-Holland - Kust 4 stad	1700	3000	4694
13-5	Noord-Holland - Kust 4 landelijk	3000	3000	6160
13-6	Noord-Holland - IJsselmeer	1000	3000	16.008
13-7	Noord-Holland - Markermeer 1	17.200	3000	14.549
13-8	Noord-Holland - Markermeer 2	> 1.000.000	3000	5098
13-9	Noord-Holland - Markermeer 3	863.500	3000	5649
13a-1	IJburg	> 1.000.000	300	0
13b-1	Marken	7900	300	220
14-1	Hollandse IJssel dkr14	100	30000	71.219
14-2	Zuid-Holland - Nieuwe Maas	30.800	100000	70.455
14-3	Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg	116.000	10000	11.277
14-4	Zuid-Holland - Hoek van Holland	95.900	10000	863
14-5	Zuid-Holland - Kust 1	> 1.000.000	30000	36.003
14-6	Zuid - Holland - Kust 2	> 1.000.000	30000	52.089
14-7	Zuid - Holland - Kust 3	> 1.000.000	30000	32.683
14-8	Zuid-Holland - Kust 4	47.000	30000	33.066
14-9	Zuid-Holland - Kust 5	> 1.000.000	30000	16.558
14-10	Zuid-Holland - Kust 6	453.500	30000	27.590
15-1	Lopiker-en Krimpenerwaard - Oost	500	30000	87.627
15-2	Lopiker-en Krimpenerwaard - West	200	10000	59.735
15-3	Hollandse IJssel dkr15	100	10000	16.744
16-1	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede	1500	100000	106.796
16-2	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede/Noord/Lek	1000	30000	56.409
16-3	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-West	200	30000	64.586
16-4	Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-Oost	100	30000	65.629
17-1	IJsselmonde - Zuid	1800	3000	2524
17-2	IJsselmonde - Noord-West	2800	3000	8061
17-3	IJsselmonde - Noord-Oost	10200	100000	40.660
18-1	Pernis	864.000	10000	3691

Traject	Naam	Referentiekans (1/jaar)	Signaleringswaarde (1/jaar)	Schade 2050 (M€)
19-1	Rozenburg	6700	100000	23.869
20-1	Voorne-Putten duin	> 1.000.000	30000	8972
20-2	Voorne-Putten 1	18.200	10000	9134
20-3	Voorne-Putten 2	200	30000	25.065
20-4	Voorne-Putten 3	200	1000	2804
21-1	Hoekse Waard 1	700	3000	4082
21-2	Hoekse Waard 2	800	300	535
22-1	Eiland van Dordrecht 1	800	3000	6791
22-2	Eiland van Dordrecht 2	32.000	10000	17.849
23-1	Dijkkring 23	2000	3000	107
24-1	Land van Altena 1	600	10000	7476
24-2	Land van Altena 2	4400	1000	1130
24-3	Land van Altena 3	2900	10000	17.502
25-1	Goeree-Overflakkee Noordzee	19000	3000	2861
25-2	Goeree-Overflakkee Haringvliet	300	1000	415
25-3	Goeree-Overflakkee	300	300	360
25-4	Goeree-Overflakkee Grevelingen	300	300	665
26-1	Schouwen Duiveland 1	49.000	3000	1285
26-2	Schouwen Duiveland 2	600	3000	4016
26-3	Schouwen Duiveland 3	200	10000	3610
26-4	Schouwen Duiveland 4	1000	1000	504
27-1	Tholen en St. Philipsland 1	821.000	3000	1045
27-2	Tholen en St. Philipsland 2	600	10000	7764
27-3	Tholen en St. Philipsland 3	3000	3000	1293
27-4	Tholen en St. Philipsland 4	1000	1000	24
28-1	Noord-Beveland	21.600	1000	1049
29-1	Walcheren 1	5000	3000	5214
29-2	Walcheren 2	5000	10000	11.879
29-3	Walcheren 3 - Ritthem	4100	100000	41.249
29-4	Sloehavengebied	48.500	1000	157
30-1	Zuid-Beveland West 1	2500	3000	3783
30-2	Zuid-Beveland West 2 - Hansweert	1000	100000	19.565
30-3	Zuid-Beveland West 3	30	3000	1322
30-4	Zuid-Beveland West 4 - Borsele	345.000	1000000	16
31-1	Zuid-Beveland Oost 1	4600	30000	8929
31-2	Zuid-Beveland Oost 2	1300	10000	4011
31-3	Zuid-Beveland Oost 3	300	300	31
32-1	Zeeuwsch Vlaanderen 1	2000	1000	1545

Traject	Naam	Referentiekans (1/jaar)	Signaleringswaarde (1/jaar)	Schade 2050 (M€)
32-2	Zeeuwsch Vlaanderen 2	9300	1000	270
32-3	Zeeuwsch Vlaanderen 3	26.000	3000	1920
32-4	Zeeuwsch Vlaanderen 4	100	3000	2049
33-1	Kreekrakpolder	300	300	444
34-1	West-Brabant 1	200	1000	1293
34-2	West-Brabant 2	100	1000	1056
34-3	West-Brabant 3	3000	3000	504
34-4	West-Brabant 4	1000	1000	357
34-5	West-Brabant 5	300	300	341
34a-1	Geertruidenberg	200	3000	1753
35-1	Donge 1	3300	10000	7308
35-2	Donge 2	300	3000	4004
36-1	Land v Heusden/de Maaskant 1	1000	10000	10.346
36-2	Land v Heusden/de Maaskant 2	400	30000	55.226
36-3	Land v Heusden/de Maaskant 3	300	30000	63.640
36-4	Land v Heusden/de Maaskant 4	300	10000	26.179
36-5	Land v Heusden/de Maaskant 5	100	10000	11.459
36a-1	Keent	500	3000	49
37-1	Nederhemert	5600	10000	6686
38-1	Bommelerwaard-Waal	900	30000	35.033
38-2	Bommelerwaard - Maas	3400	10000	12.784
39-1	Alem	5600	3000	379
40-1	Heerwaarden - Waal	1400	30000	13.814
40-2	Heerwaarden - Maas	1800	10000	493
41-1	Land van Maas en Waal - Waal	1400	30000	66.114
41-2	Land van Maas en Waal - Waal	300	10000	61.072
41-3	Land van Maas en Waal - Maas	2300	3000	12.542
41-4	Land van Maas en Waal - Maas	3400	10000	23.000
42-1	Ooij en Millingen	400	10000	9402
43-1	Betuwe, TCW 1	500	30000	27.777
43-2	Betuwe, TCW 2	500	10000	34.439
43-3	Betuwe, TCW3	300	30000	64.248
43-4	Betuwe, TCW 4	100	30000	77.409
43-5	Betuwe, TCW 5	100	30000	46.169
43-6	Betuwe, TCW 6	100	30000	45.485
44-1	Kromme Rijn - Rijn	200	30000	113.588
44-2	Kromme Rijn - Meren	2500	300	152
45-1	Gelderse Vallei - Rijn	300	100000	55.595

Traject	Naam	Referentiekans (1/jaar)	Signaleringswaarde (1/jaar)	Schade 2050 (M€)
45-2	Gelderse Vallei - Meren	600	300	409
45-3	Gelderse Vallei - Meren 2	300	300	20
46-1	Eempolder	> 1.000.000	300	230
47-1	Arnhemse- en Velpsebroek	1300	3000	11.445
48-1	Rijn en IJssel 1	600	30000	39.487
48-2	Rijn en IJssel 2	1000	10000	18.175
48-3	Rijn en IJssel 3	2700	10000	5689
49-1	IJsselland 1	2900	300	21
49-2	IJsselland 2	400	10000	11.522
50-1	Zutphen 1	1000	30000	9611
50-2	Zutphen 2	1400	3000	2048
51-1	Gorssel 1	900	1000	761
52-1	Oost Veluwe 1	300	3000	4828
52-2	Oost Veluwe 2	200	3000	3184
52-3	Oost Veluwe 3	300	3000	2952
52-4	Oost Veluwe 4	1900	3000	871
52a-1	Veessen-Wapenveld	300	3000	309
53-1	Salland 1	1200	3000	11.485
53-2	Salland 2	200	10000	34.205
53-3	Salland 3	200	10000	12.639
54-1	Ottersum-Mook	125	1000	1532
55-1	Gennep	125	1000	1092
56-1	Afferden	125	300	185
57-1	Nieuw Bergen	125	300	49
58-1	Groeningen	125	300	6
59-1	Bergen	125	300	132
60-1	Well	125	300	172
61-1	Wanssum	125	300	408
63-1	Blitterswijck	125	300	224
64-1	Broekhuizenvorst	125	300	118
65-1	Arcen	125	300	430
66-1	Lottum	125	300	15
67-1	Grubbenvorst	125	300	34
68-1	Venlo Zuid (68a-1)	125	1000	1301
68-2	Venlo Noord (68b-1)	125	300	230
69-1	Blerick Noord	125	1000	1159
70-1	Baarlo	125	300	341
71-1	Belfeld	125	300	7

Traject	Naam	Referentiekans (1/jaar)	Signaleringswaarde (1/jaar)	Schade 2050 (M€)
72-1	Kessel	125	300	1
73-1	Beesel	125	300	21
74-1	Neer	125	300	71
75-1	Buggenum	125	300	151
76-1	Roermond - Zuid	125	300	195
76-2	Roermond - Noord	125	300	49
76a-1	Roermond	125	300	96
77-1	Roermond	125	300	571
78-1	Heel 1	125	300	180
78a-1	Beegden	125	300	0
79-1	Thorn-Wessem	125	300	167
80-1	Maasbracht	125	300	31
81-1	Stevensweert	125	300	358
82-1	Aasterberg	125	300	7
83-1	Grevenbicht Visserweert	125	300	1114
85-1	Urmond	125	300	19
86-1	Meers Maasband	125	300	26
87-1	Meers Maasband	125	1000	499
88-1	Aan de Maas	125	300	50
89-1	Voulwames	125	300	6
90-1	Maastricht	125	3000	2771
91-1	Itteren	125	300	266
92-1	Borgharen	125	300	308
93-1	Boscherveld	125	1000	385
94-1	Maastricht west	125	300	18
95-1	Eijsden	125	300	2

Voor een aantal keringen is in DPV geen referentiekans bepaald. Voor deze trajecten is de referentiekans op een andere wijze bepaald:

- Voor de Hollandse IJssel is de referentiekans zoals voorgesteld in Consequentieanalyse overgenomen (Zie: Consequentieanalyse. Technisch-inhoudelijke uitwerking DPV 2.2. Werkdocument Deelprogramma Veiligheid, Definitief 19 September 2014).
- Voor de overige C-keringen langs de randmeren is uitgegaan van de signaleringswaarde in de norm. Dit betreft de keringen langs de randmeren: (Flevoland oostzijde (8_5, 8_6, 8_7), IJsseldelta 3 (11_3) en Gelderse Vallei 45-3), langs de Grevelingen (Goeree Overflakkee 25_3, 25_4 en Schouwen-Duiveland 26_4), langs het Volkerrak-Zoomeer en het Schelde-Rijnkanaal (27-3 en 27_4, en 31_3, 34_3, 34_4 en 34-5).
- De twee eilanden IJburg en Marken hadden geen referentiewaarde. Hier zijn de VNK2 kansen overgenomen. Deze zijn veel kleiner dan de signaleringswaarde.
- Normtraject 23 beschermt het kleine stukje van de Noordwaard dat nog resteert nu de Noordwaard grotendeels buitendijks is komen te liggen. Er zijn geen VNK2 kansen beschikbaar voor dit kleine gebied. Hier is de signaleringswaarde gebruikt als referentiekans.

- Dijkkring 33, de Kreekrak polder heeft ook geen VNK2 referentiekansen. Hier is ook de signaleringswaarde gebruikt als referentiekans.
- Voor de Limburgse normtrajecten (54_1 tot en met 95_1 zijn geen VNK2 referentiekansen beschikbaar. Voor deze trajecten is als startwaarde een kans van 1/125 aangenomen. Deze waarde komt overeen met de referentiekans uit WV21 en is ook gebruikt in de DPV consequentieanalyse (Consequentieanalyse. Technisch-inhoudelijke uitwerking DPV 2.2. Werkdocument Deelprogramma Veiligheid, Definitief 19 September 2014).
- Bij dijkkring 13 zijn geen referentiekansen bekend voor normtraject 13_2 (de Hondsbossche zeeuwering_ en 13_5 (kust4-landelijk). Voor deze zijn de signaleringswaardes overgenomen. Van 13_2 was versterking in uitvoering tijdens het VNK2 project en 13_5 is de faalkans bepaald als kleiner dan 1/4000.

De gebieden Kreekrakpolder, Noordwaard, Marken en IJburg zijn klein en hebben een zeer klein overstromingsrisico in verhouding tot andere gebieden in Nederland. De precieze keuze voor deze gebieden is voor de bepaling van het totale risico in Nederland daarom niet relevant.

Normtraject 16_5 is de Diefdijk. Deze keert geen water, maar dient om het overstroomde gebied te beperken in het geval de Betuwe en Tieler & Culemborgerwaard overstroomt. Deze is niet meegenomen in de analyse.

B.3 Berekening van de indicatoren

Economisch risico

Het economisch risico van Nederland is hier bepaald als som van de risico's horend bij de normtrajecten:

$$Risico(t) = \sum_{i=1}^N P_{Nt} * S_N$$

Met: P_{Nt} = De faalkans van het normtraject in jaar t (1/jaar), S_N = de schade in 2050 horend bij het normtraject N.

Deze werkwijze geeft een indicatie van het risico en de reductie daarvan door maatregelen, maar overschat wel het risico in totaal. Immers, deze werkwijze veronderstelt dat de risico's van verschillende normtrajecten onafhankelijk zijn, en dat is niet het geval. In werkelijkheid kan een gebied beschermd worden door verschillende dijken en kan de kans op falen van een kering beïnvloed worden door falen van andere keringen (systeemwerking). Aangezien deze overschatting in zowel de referentiesituatie als de te bekijken situatie wordt gemaakt, zal de indicator nog steeds een goede indicatie geven van de relatieve afname van het risico. De gebruikte invoerdata voor de verschillende momenten in de tijd waarvoor het risico berekend wordt, is in tabel B2 gegeven.

Tabel B2. Invoerdata voor de risicobepaling

Termijn	Kansen	Schades
2015/2020 (Referentie)	Referentiekansen	Totale gevolgen 2050
Huidige situatie	Kansen gegeven de gerealiseerde versterkingen*	Totale gevolgen 2050
Prognose voor over 5 jaar	Kansen gegeven de geplande en gerealiseerde versterkingen*	Totale gevolgen 2050
2050	Signaleringswaarden	Totale gevolgen 2050

* Voor de niet versterkte keringen worden hier de referentiekansen gebruikt

Het aantal mensen in gebied met onvoldoende basisveiligheid

Een buurt voldoet aan het basisbeschermingsniveau als de mediane waarde van het LIR (lokaal individueel risico) kleiner is dan 10^{-5} per jaar. Om het aantal mensen in een gebied met onvoldoende basisveiligheid te bepalen, is eerst het LIR per hectare bepaald en is vervolgens de mediane waarde per buurt afgeleid, op identieke wijze als in DPV. Vervolgens is voor alle buurten waarvoor de gevonden mediane LIR waarde boven de 10^{-5} ligt, het aantal inwoners gesommeerd.

De LIR waarde per hectare is berekend als: $LIR(t) = \sum_{i=1}^N P_{Ni} * Mortaliteit_N * (1-evac)$

Met: P_{Ni} = De faalkans van het normtraject in jaar t (1/jaar), $Mortaliteit_N$ = de gewogen mortaliteitswaarde horend bij normtraject N (-), $evac$ = de evacuatiefractie (-) ³

Voor het bepalen van de mediane waarde is het CBS buurtenbestand uit 2008 gebruikt, welke ook gebruikt is in DPV. De invoer voor de kansen is gegeven in tabel B1. Voor de mortaliteit en evacuatiefractie zijn de waarden uit DPV overgenomen. De scripts gebruikt voor DPV zijn hiervoor hergebruikt en alleen de faalkansen van de normtrajecten zijn aangepast.

Tenslotte zijn de inwoneraantallen van alle buurten waarvoor geldt dat de LIR waarde groter is dan 10^{-5} per jaar gesommeerd. De inwoneraantallen en buurtgrenzen zijn ook afkomstig uit het CBS buurtenbestand van 2008.

Het berekenen van de nieuwe normtrajectkans van (deels) versterkte trajecten

Om het effect van dijkversterking op de faalkans van een normtraject te bepalen, zijn de volgende stappen doorlopen:

- 1 Bepaal de vakkansen van de VNK2 vakken in de referentiesituatie en voor de situatie na versterking, aannemende dat een traject na versterking een faalkans heeft gelijk aan 1/10 van de signaleringswaarde.
- 2 Bepaal de trajectkans door voor de niet-versterkte dijkvakken binnen een traject de referentiekans te nemen en voor de wel-versterkte vakken de kans horend bij de situatie 'na versterking'. De faalkansen van de dijkvakken zijn gecombineerd tot een faalkans van het normtraject door de Hohenbichler routine te gebruiken. Deze is ook in VNK2 toegepast (Wojciechowska, 2019).

Deze procedure leidt voor trajecten die geheel versterkt zijn tot een faalkans gelijk aan 1/10 van de signaleringswaarde, en voor trajecten waarin geen versterking heeft plaatsgevonden tot de referentiekans⁴.

Voor de voormalige C-keringen zijn geen VNK2 vakkansen beschikbaar. Daar is het effect van dijkversterking bepaald door aan te nemen dat in de referentie en na versterking ieder vak evenveel bijdraagt aan de faalkans (mits alle vakken versterkt zijn). De nieuwe kans na gedeeltelijke versterking is dan als volgt bepaald: de lengtefractie onversterkte dijk maal de referentiekans vermeerderd met de lengtefractie versterkte dijk maal de normkans. Deze aanpak is gevolgd voor de keringen langs de Hollandse IJssel, de randmeren en de Grevelingen.

Tabel B3 geeft de gebruikte gegevensbronnen.

³ Voor locaties bedreigd door meerdere normtrajecten wordt de bijdrage van verschillende normtrajecten gesommeerd.

⁴ Voor die dijk vakken waarvoor de referentiekans kleiner is dan de normkans wordt de referentiekans aangehouden voor de situatie na versterking en wordt daarmee de trajectkans bepaald voor de situatie na versterking. Voor de bepaling van het risico horend bij een situatie waarin alle keringen aan de norm voldoen wordt wel de signaleringkans van het traject gebruikt.

Tabel B3. Overzicht van benodigde gegevens en informatiebron

Categorie	Sub categorie	Broninformatie
Referentiekansen per traject 2015/2020	Algemene bron	N. Slootjes en H. van der Most.(2016). <i>Achtergronden bij de normering van de primaire waterkeringen in Nederland. Hoofdrapport.</i> Uitgave van ministerie van Infrastructuur en Milieu. 22 april 2016 (MinlenM, 2016a) *
	Hollandse IJssel keringen	Ter Horst, W. <i>Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico van dijkkringgebieden 14, 15 en 44.</i> Rapport HB 1828484. Projectbureau VNK2.
	Limburgse keringen	Consequentieanalyse. Technisch-inhoudelijke uitwerking DPV 2.2. Werkdocument Deelprogramma Veiligheid, Definitief 19 September 2014). Bijlage F.
Signaleringswaarde		Slootjes, N. & Van der Most, H. (2016) <i>Factsheets normering primaire waterkeringen. Getalsinformatie per normtraject.</i>
Gevolgen 2050		Slootjes, N. & Van der Most, H. (2016) <i>Factsheets normering primaire waterkeringen. Getalsinformatie per normtraject.</i>
Buurtgrenzen en inwoners per buurt		CBS buurtenbestand 2008
Maatregelen		Toelevering HWBP. De toelevering bestaat uit een Excel file en een shapefile met de reeds uitgevoerde en geplande maatregelen.

B.4 Referenties

Achtergronden bij de normering van de primaire waterkeringen in Nederland. Hoofdrapport.
N. Slootjes en H. van der Most. Uitgave van ministerie van Infrastructuur en Milieu. 22 april 2016

Ter Horst, W. *Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico van dijkkringgebieden 14, 15 en 44.* Rapport HB 1828484. Projectbureau VNK2.

Slootjes, N. & Van der Most, H. (2016) *Factsheets normering primaire waterkeringen Getalsinformatie per normtraject.*

Van Reen, M.J. (2014). *Veiligheid Nederland in Kaart 2. Overstromingsrisico dijkkringgebied 13, Noord-Holland.* Rapport. HB 2310963. Projectbureau VNK2.

Consequentieanalyse. Technisch-inhoudelijke uitwerking DPV 2.2. Werkdocument Deelprogramma Veiligheid, Definitief 19 September 2014).

Wojciechowska, K. (2019). *Methode en resultaten kansbepaling* d.d. 25 november 2019. Deltares memo.