

Normeringstudie waterkeringen langs de Afgedamde Maas

rapport

Opdrachtgever



 provincie
Gelderland

Normeringstudie waterkeringen langs de Afgedamde Maas

rapport



Auteurs

Cor-Jan Vermeulen
Jakolien Leenders

PR3759.10
april 2018

Inhoud

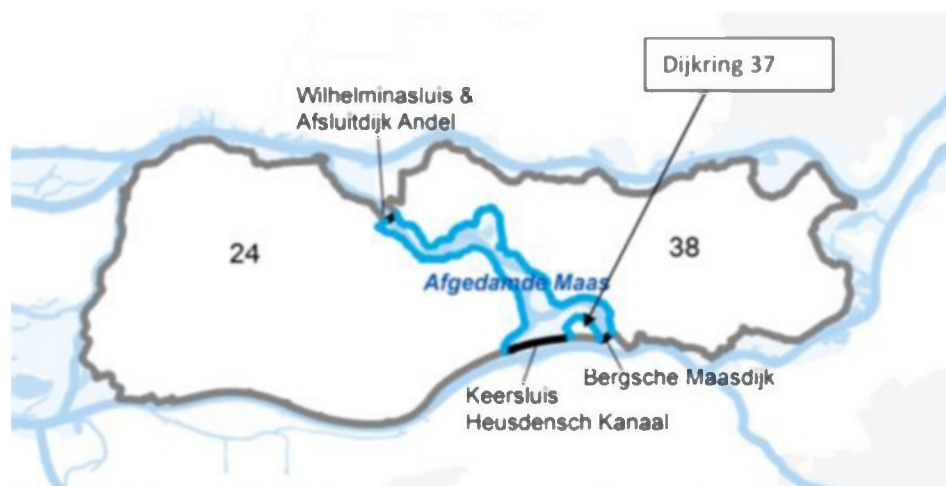
1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding tot het project	1
1.2	Doelstelling	2
1.3	Projectaanpak	2
1.4	Uitgangspunten	3
1.5	Leeswijzer	3
2	Aanpak	5
2.1	Gegevensverzameling	5
2.2	Indeling in kadevakken	6
2.3	Bepalen waterdiepte in overstromingsgebied	7
2.4	Bepalen gevolgen van overstromingen	8
2.5	Bepalen norm	8
2.6	Advies normering waterkeringen	9
3	Resultaten	11
3.1	Waterkering aan oostzijde Afgedamde Maas	11
3.2	Waterkering aan oostzijde – Meidijk afwezig.	16
3.3	Waterkering buurtschap Bern	20
3.4	Waterkering aan westzijde Afgedamde Maas	20
4	Beschouwing en aanvullende afwegingen	25
4.1	Overzicht resultaten	25
4.2	Beschouwing resultaten en schade	27
4.3	Aanvullende afwegingen	27
5	Conclusies	29
6	Referenties	31
	Bijlagen	33
A	Ruwheidstabel	35
B	Lijnelementen en onderdoorgangen	37
C	Volume in overstroomd gebied	39
D	Resultaten gevolgenberekeningen SSM2017	41

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot het project

In de wijziging van de Waterwet, die per 1 januari 2017 van kracht is geworden, is vastgelegd dat een aantal voormalige c-keringen door de overgang naar het nieuwe normenstelsel de status van primaire waterkering verliezen. De reden hiervoor is dat de bescherming via de voorliggende a- en b-keringen is geregeld. De provincies krijgen tot 1 januari 2019 de tijd om te bepalen of afgewaardeerde keringen als regionale keringen moeten worden aangewezen en om te komen tot aanwijzing en een norm vast te stellen. Dit geldt ook voor de oostelijke- en westelijke waterkeringen langs de Afgedamde Maas en de noordelijke waterkering van het buurtschap Bern.

*Figuur 1
Ligging keringen
langs de Afgedamde
Maas (in blauw).*



Provincie Gelderland heeft, mede namens de provincie Noord-Brabant, aan HKV gevraagd een onderbouwd advies te geven of deze keringen aangewezen moeten worden als regionale kering en zo ja, welke norm dan zou moeten gelden. Op basis van deze analyse maken de provincies een keuze over de status van de keringen (regionaal of overig) en - in geval van regionale kering - een veiligheidsnorm. Dit rapport beschrijft de aanpak die HKV heeft gevolgd, de resultaten van de berekeningen en de op basis van deze berekeningen passende normklasse voor de waterkeringen langs de Afgedamde Maas.

1.2

Doelstelling

Doel van deze studie is een advies op technische gronden voor de normering van de waterkeringen langs de Afgedamde Maas en de noordelijke waterkering van het buurtschap Bern (Figuur 1).

Het aanwijzen en normeren van regionale keringen is de verantwoordelijkheid van provincies en betreft een bestuurlijk proces, waarbij de technische onderbouwing één van de informatiebronnen is.

1.3

Projectaanpak

In deze technische onderbouwing maken we gebruik van de landelijk richtlijn 'Normering kering langs regionale rivieren' opgesteld door de Stowa [Stowa, 2008]. In deze richtlijn is de berekening van veiligheidsklassen van de kering gebaseerd op schade in het overstromingsgebied als gevolg van een doorbraak van het regionaal watersysteem. De aanpak die is gevolgd is weergegeven in Figuur 2. De uitwerking van de studie is in nauw overleg met het waterschap Rivierenland en de provincies Gelderland en Noord-Brabant uitgevoerd. Bij aanvang van de werkzaamheden heeft afstemming plaatsgevonden over de uitgangspunten en aannames.

*Figuur 2
Aanpak normering
regionale keringen
langs de Afgedamde
Maas.*



Dit rapport beschrijft de analyse en resultaten van stap 1 tot en met stap 4.

Voor de normstelling van de keringen spelen meer overwegingen een rol. Deze studie geeft de technische onderbouwing van de klasse op basis van de verwachte schade.

Uitgangspunten

1. De norm van de keringen wordt bepaald op basis van de IPO-richtlijn [Stowa, 2008].
2. Voor de hoogtegegevens is gebruik gemaakt van het AHN3; voor de Afgedamde Maas zelf is gebruik gemaakt van hoogtegegevens uit Baseline.
3. De maatgevende waterstand op de Afgedamde Maas is NAP+3,50 m, deze wordt bereikt na sluiting van de keersluis De Kromme Nol.
4. De afvoer naar de Afgedamde Maas bij gesloten keersluis wordt verwaarloosd.
5. Overstromingsscenario's zijn conform de kwaliteitseisen van de Landelijke Database Overstromingen (LDO) en de geactualiseerde Leidraad Overstromingssimulaties [Deltares, 2017a].
6. Overstromingsberekeningen zijn uitgevoerd met SOBEK1D2D (versie 2.13.002).
7. Schadeberekeningen zijn uitgevoerd met HIS2017, schademodule 'Watersysteem Regionaal' en 'Hoofdwatersysteem Binnendijks'.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de toegepaste methode en stappen die zijn gehanteerd voor het bepalen van de veiligheidsklasse. In dit hoofdstuk is ook de gegevensverzameling en modelbouw en de gekozen kadevak indeling en breslocaties beschreven. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de overstromingsberekeningen en de schade berekeningen, met daarbij de passende normklasse op basis van de schadeberekeningen. Een beschouwing van de resultaten en aanvullende overwegingen bij het bepalen van de norm is beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 presenteert de conclusies. In Hoofdstuk 6 zijn de referenties opgenomen.

2 Aanpak

Voor aanwijzing en normering van de keringen langs de Afgedamde Maas wordt de IPO-systematiek toegepast [Stowa,2008]. Deze methode bestaat uit 6 stappen uit Figuur 1.

2.1

Gegevensverzameling

Eerste stap in het bepalen van normklassen is het verzamelen van gegevens. Dit betreft:

- Gebiedsgegevens van topografie en maaiveldhoogte.

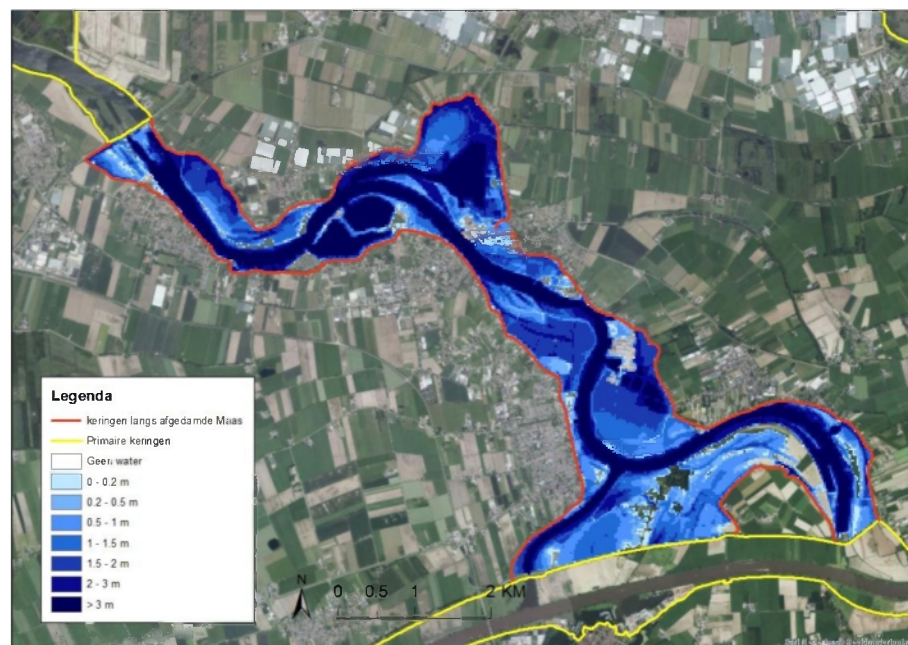
Hiervoor is gebruik gemaakt van openbaar beschikbare data. Voor de hoogteligging wordt gebruik gemaakt van het AHN3, ingevlogen in 2015.

Als basis gebruiken we de maaiveldhoogte op een raster van 5x5 m. In het overstromingsmodel gebruiken we een resolutie van 25x25 m. Er is geen extra correctie op de hoogte van hoge lijnelementen uitgevoerd, met uitzondering van de keringen grenzend aan de afgedamde Maas¹.

Gebouwen zijn uit het AHN3 gefilterd en worden weergegeven als 'NoData'. Voor toepassing in deze studie zijn deze gegevens ingevuld op basis van de omliggende maaiveldhoogte.



Figuur 3
Waterdiepte van de
Afgedamde Maas bij
een waterstand van
3,5 m+NAP.



¹ Door de aggregatie van het hoogteraster van 5x5m naar 25x25m ontstaan er langs in kering de Afgedamde Maas gridcellen lager dan 3,5 m+NAP (de maximale waterhoogte op de Afgedamde Maas). In dat geval is de hoogte van de kering op 99m+NAP gezet.

- Het volume water dat vanuit de Afgedamde Maas kan instromen in het omliggende gebied is bepaald op basis van de bodemhoogte ligging in Baseline, een waterstand op de Afgedamde Maas van 3,5 m+NAP en de maaiveldhoogte achter de doorbraaklocatie.
- Ruwheidsgegevens zijn gebaseerd op de landgebruik gegevens van LGN7 (resolutie 25x25m).
- De ligging van de keringen is overgenomen uit dijkkringlijnen bestand 4.0 van Rijkswaterstaat.
- De sluitfrequentie van de Kromme Nol, en daarmee de waterstand van 3,5 m+NAP op de Afgedamde Maas is eens per 10 jaar.
- Locaties van onderdoorgangen zijn door waterschap Rivierenland aangeleverd. Een onderdoorgang is geschematiseerd door het hoge lijnelement te doorsnijden met een waterloop, met een standaard rechthoekig profiel van 25 meter breed.

2.2

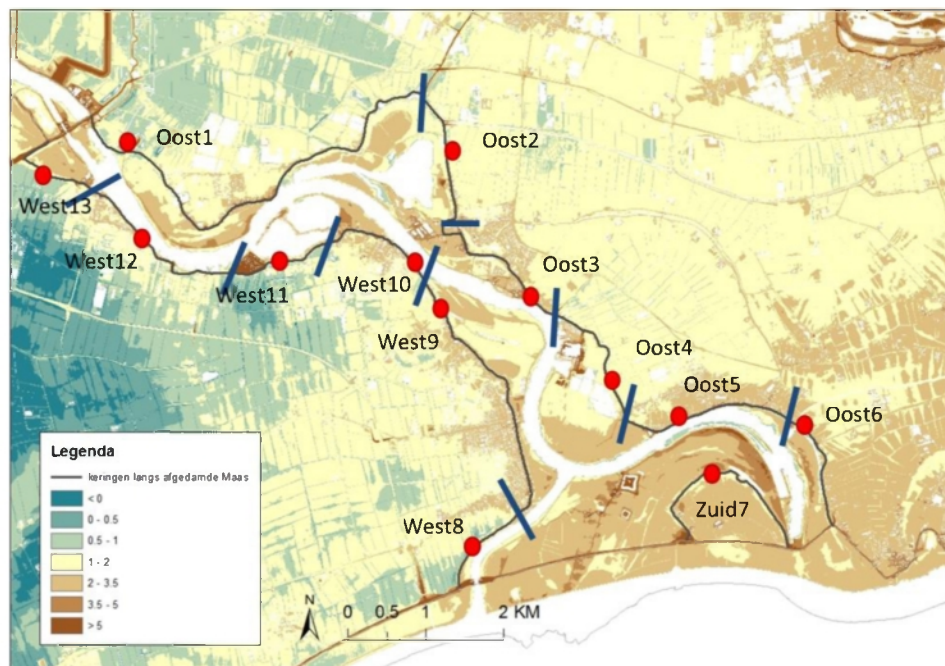
Indeling in kadevakken

Op basis van de verzamelde gegevens in stap 1, de hoogteligging (AHN3, maaiveldhoogte 5x5 m) van het gebied en het landgebruik zijn kadevakken geïdentificeerd (Figuur 4).



- Voor de kering aan de oostzijde (voormalig dijkkring 38) van de Afgedamde Maas onderscheiden we 6 kadevakken.
- Voor de kering aan de zuidzijde (voormalig dijkkring 37) onderscheiden we 1 kadevak.
- Voor de kering aan de westzijde (voormalig dijkkring 24) onderscheiden we 6 kadevakken.

Figuur 4
Gehanteerde
kadevak indeling.

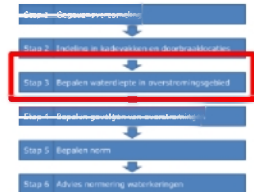


De indeling in kadevakken is gedaan met oog op te verwachten overstroomd gebied, hoogteligging van maaiveld aan beide zijden van de kering en ligging hoge lijnelementen. Per kadevak is de voorgestelde breslocatie aangegeven. De breslocaties zijn gekozen op de plek waarbij de meeste schade wordt verwacht. Hiervoor is de locatie gekozen waar het maaiveld achter de kade het laagst gelegen is.

2.3

Bepalen waterdiepte in overstromingsgebied

Voor het bepalen van de waterdiepte is een eenvoudig overstromingsmodel toegepast². Met dit model berekenen we het overstromingspatroon bij een doorbraak en wordt gerekend met de maximale waterdiepte (in plaats van de eindsituatie zoals in een bakjesmodel).



In het overstromingsmodel is opgenomen:

- Hoogtegrid van gebied van en rondom Afgedamde Maas. Uitgegaan is van het AHN3 op 5x5 meter en dit is opgeschaald naar 25x25 meter.
- Ruwheidsgrid van gebied rondom Afgedamde Maas. Op basis van de landgebruikskaat van Nederland zijn ruwheidsklassen toegekend aan de landgebruiksklassen (zie tabel in bijlage A).
- Hoge lijnelementen als wegen /droge keringen, zijn niet apart in het model opgenomen. Hoge lijnelementen worden als standzeker verondersteld en zijn overstroombaar. In Bijlage A is een figuur opgenomen van de lijnelementen en de onderdoorgangen die door het waterschap zijn aangeleverd als aanwezige hoge lijnelementen in het gebied.
- Het regionaal watersysteem is niet in het overstromingsmodel opgenomen.
- Onderdoorgangen zijn opgenomen in zoverre als door de opdrachtgever toegeleverd.
- De Afgedamde Maas is als onderdeel van 2D-grid opgenomen. Hiervoor zijn de hoogtegegevens uit de Baseline schematisatie van de Afgedamde Maas gebruikt (versie RMM 2015). Aangenomen is dat
 - de Wilhelminasluis, de Afsluitdijk Andel en de keersluis Heusdensch kanaal (Kromme Nol) zijn gesloten;
 - er is geen aanvoer vanuit primaire of regionale wateren.
- Bij een overstromingsberekening door een bres in de kering langs de Afgedamde Maas gaan we uit van bres van 100 meter breed en tot aan het maaiveld.
- De berekening is doorgerekend tot 14 dagen na het ontstaan van de bres.
- De overstromingsberekeningen zijn uitgevoerd met SOBEK1D2D (versie 2.13.002).

² SOBEK1D2D kan één-dimensionale (1D) netwerksystemen en tweedimensionale (2D) horizontale grids met elkaar combineren. Voor de toepassing voor overstromings-simulaties vanuit de Afgedamde Maas wordt hoofdzakelijk de 2D module van het pakket gebruikt. Zie SOBEK gebruikershandleiding (Deltares, 2013).

2.4

Bepalen gevolgen van overstromingen

Voor het bepalen van de gevolgen en schade van overstromingen is door Rijkswaterstaat het HIS-SSM (Hoogwater Informatie Systeem - Schade en Slachtoffermodule) ontwikkeld. In augustus 2017 is een nieuwe versie van het HIS-SSM uitgebracht (SSM2017). In deze studie is de schademodule 'Watersysteem Regionaal' gebruikt voor het berekenen van de overstromingsschade en wordt de schademodule 'Hoofdwatersysteem Binnendijks' gebruikt voor een gevoeligheidsanalyse. We beschouwen de schades berekend met de module 'Hoofdwatersysteem Binnendijks' als een indicator van de bandbreedte van de schade. In de module Regionaal wordt er van uitgegaan dat een overstroming vanuit het regionale watersysteem beperkt van omvang is. Daarom is in de module Regionaal geen rekening gehouden met bedrijfsuitval. Zie ook Kader 1.



Kader
Paragraaf 4.3 uit
beschrijving
standaard methode
SSM2017
[Deltares, 2017b].

4.3 Schade door overstromingen vanuit het regionale watersysteem

Voor het berekenen van schade bij overstromingen als gevolg van doorbraken in regionale keringen kan de Standaardmethode 2017 gebruikt worden. De gevolgen van deze overstromingen verschillen van de binnendijkse overstromingen vooral vanwege de beperkte omvang in zowel gebied als in optredende waterdiepte (De Bruijn et al., 2015). Hierbij wordt uitdrukkelijk aanbevolen deze regionale methode met extra aandacht te gebruiken. De schade als gevolg van bedrijfsuitval (en woondienstuitval) wordt voor regionale overstromingen vanwege de beperkte verwachte omvang en duur van de overstroming (en vervangbaarheid en duur van productiestilstand), verwaarloosbaar geacht en daarom in deze afgeleide methode niet berekend. De rest van de methode is identiek aan die van binnendijkse overstromingen.

Bij de bepaling van de gevolgen beschouwen we alleen de berekende schades. De schades worden berekend op basis van de maximaal optredende waterdiepte. Op basis van de waterdiepte wordt ook een inschatting gemaakt van het aantal slachtoffers en getroffen. Hierbij is geen rekening gehouden met evacuatie. De schattingen van slachtoffers en getroffen worden niet gebruikt voor de bepaling van de schadeklasse [Stowa, 2008]. Ze zijn in deze rapportage opgenomen als aanvullende informatie.

2.5

Bepalen norm

De gevolgschade is gekoppeld aan een veiligheidsklasse met een bepaalde terugkeertijd. In de richtlijn [Stowa, 2008] zijn 5 klassen gedefinieerd. De klasse met bijbehorende minimale en maximale schadebedrag is opgenomen in Tabel 1. Deze schadebedragen worden



gecorrigeerd naar het gehanteerde prijspeil in deze studie (2011), door toepassing van een gemiddelde inflatiecorrectie van 2% vanaf het jaar 2000 (Tabel 1).

Tabel 1
Veiligheidsklassen.

	Normklasse	Norm	Schade grenzen 2000 [mln euro]	Schade grenzen 2011 [mln Euro]
	normklasse 1	1/10	< 8	< 10
	normklasse 2	1/30	8 - 25	10 - 31
	normklasse 3	1/100	25 - 80	31 - 99
	normklasse 4	1/300	80 - 250	99 - 311
	normklasse 5	1/1000	> 250	> 311

In de IPO systematiek wordt de schade iteratief bepaald. Als voorbeeld: Als de schade bij een T100 waterstand en bijbehorend volume kleiner is dan 25 miljoen euro, dan moet de schade bij een T30 waterstand en bijbehorend volume bepaald worden tot dat de schade past bij de veiligheidsklasse. In deze studie wordt uit praktische overwegingen gekozen om een waterstand op de Afgedamde Maas van 3,5 m+NAP te hanteren.

2.6

Advies normering waterkeringen

In deze stap worden enkele gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om inzicht in de robuustheid van de normklasse te krijgen. Dit wordt onder andere gedaan door de schade met de module Regionaal en Binnendijks van SSM2017 inzichtelijk te maken.

Indien relevant, maken we een inschatting naar het effect van ruimtelijke ontwikkelingen en vitale objecten op de normklasse per deelgebied.



Op basis van de bovenstaande stappen wordt een technische normklasse bepaald. Uiteindelijk is het een bestuurlijke keuze om één, te bepalen of er een norm moet komen en twee hoe streng deze moet worden. Daarin kunnen ook andere overwegingen een rol spelen die er voor kunnen zorgen dat een norm strenger of soepeler wordt gesteld.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten van de overstromingsberekeningen. Per breslocatie is een figuur opgenomen met de resultaten. De figuur geeft de maximale waterdiepte die is berekend met de schadegetallen, slachtoffers³ en getroffen en zoals berekend met SSM2017 voor de module 'Watersysteem regionaal' en 'Hoofdwatersysteem binnendijks' (zie paragraaf 2.4). De berekende schadeklasse is aangegeven op basis van de berekende schadegetallen. Slachtoffers en getroffen worden hierin, conform de richtlijn [Stowa, 2008], niet meegenomen. In Bijlage C is per breslocatie het volume in het overstroomd gebied opgenomen.

3.1 Waterkering aan oostzijde Afgedamde Maas

3.1.1 Bres 1

Figuur 5 geeft de resultaten voor Bres 1. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 38, ten westen van de Meidijk. Het gebied ten westen van de Meidijk overstroomd. De maximale waterstand in het gebied is 2,3 m+NAP. De waterdiepten tegen de Meidijk zijn 1-1,5 meter. Aan de westzijde begrenzen de hoge lijnelementen van de N322 en de Nieuwendijk het overstroomd gebied. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,5 m. De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,7 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

*Figuur 5
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 1.*

		
Bres_01	Module Regionaal	Module Binnendijks
Schade [2011, mln Euro]	200	340
Slachtoffers [-]	3	3
Getroffenen [-]	3072	3072
Schadeklasse	IV (1/300 per jaar)	V (1/1000 per jaar)

³ Het aantal slachtoffers is een schatting op basis van de berekende maximale waterdiepte (zonder evacuatie).

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (46% in module regionaal en 63% in module binnendijks);
- Glastuinbouw (20% in module regionaal en 12% in module binnendijks);
- Eengezinswoningen (12% in module regionaal en 6% in module binnendijks).

3.1.2

Bres 2

Figuur 6 geeft de resultaten voor Bres 2. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 38, ten oosten van de Meidijk. Het gebied ten oosten van de Meidijk overstroomd. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,0 m. In het oosten wordt het overstroomd gebied begrensd door de weg tussen Kerkwijk en Bruchem. Deze weg is iets hoger gelegen dan het omliggende maaiveld, het betreft slechts een paar decimeters.

De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,3 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (27% in module regionaal en 38% in module binnendijks);
- Landbouw (23% in module regionaal en 18% in module binnendijks);
- Glastuinbouw (13% in module regionaal en 16% in module binnendijks).

*Figuur 6
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 2.*

		
Bres_02	Module Regionaal	Module Binnendijks
Schade [2011, mln Euro]	81	102
Slachtoffers [-]	1	1
Getroffenen [-]	1843	1843
Schadeklasse	III (1/100 per jaar)	IV (1/300 per jaar)

3.1.3

Bres 3

Figuur 7 geeft de resultaten voor Bres 3. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 38, ter hoogte van 'De Rietschoof'. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,0 m. In het zuidoosten wordt het overstroomd gebied begrensd door de weg tussen Kerkwijk en Delwijnen. Deze weg is iets hoger gelegen dan het omliggende maaiveld, het betreft slechts een paar decimeters.

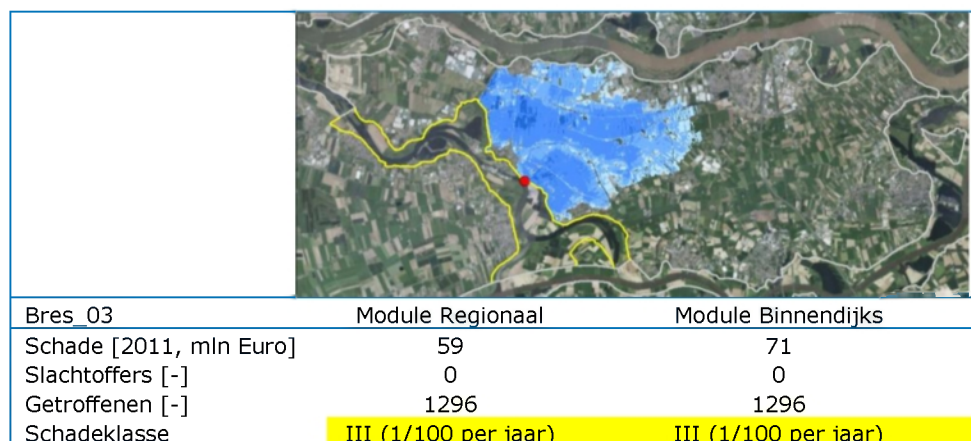
De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,2 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In

de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (21% in module regionaal en 32% in module binnendijs);
- Landbouw (28% in module regionaal en 23% in module binnendijs);
- Glastuinbouw (17% in module regionaal en 14% in module binnendijs).

*Figuur 7
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 3.*



3.1.4

Bres 4

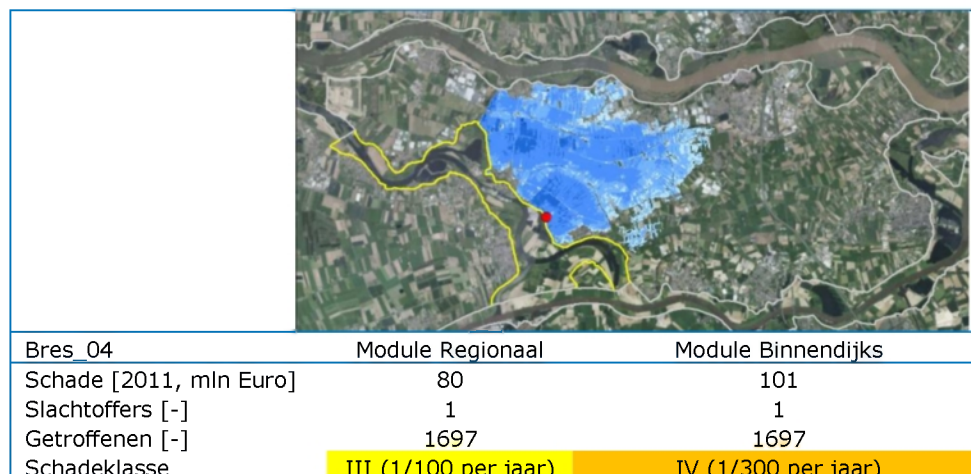
Figuur 8 geeft de resultaten voor Bres 4. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 38, ten oosten van Nederhemert. In het overstromd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,0 m. Ook hier vormt de weg tussen Kerkwijk en Bruchem een begrenzing aan de overstroming

De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijs' 1,3 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (28% in module regionaal en 39% in module binnendijs);
- Landbouw (23% in module regionaal en 18% in module binnendijs);
- Glastuinbouw (16% in module regionaal en 13% in module binnendijs);
- Eengezinswoningen (11% in module regionaal en 12% in module binnendijs).

*Figuur 8
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 4.*



3.1.5

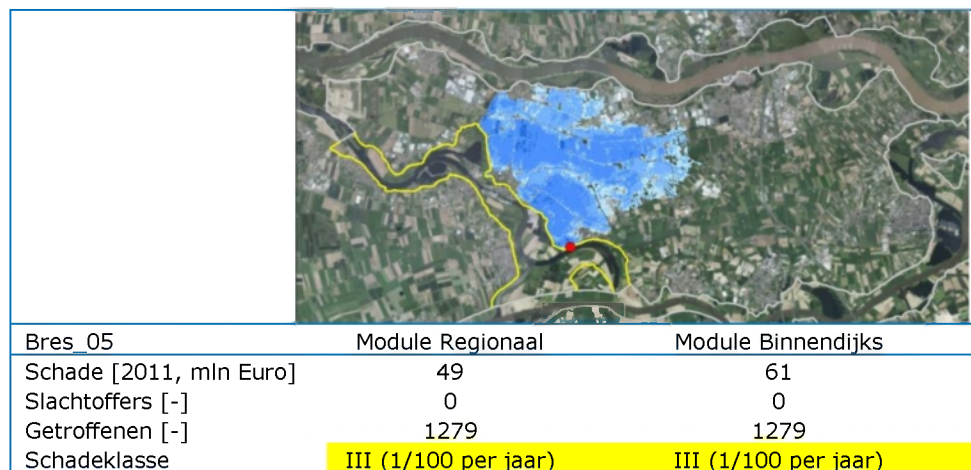
Bres 5

Figuur 9 geeft de resultaten voor Bres 5. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 38, ter hoogte van Nederhemert. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,0 m. De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,2 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (19% in module regionaal en 32% in module binnendijks);
- Landbouw (30% in module regionaal en 24% in module binnendijks);
- Glastuinbouw (13% in module regionaal en 11% in module binnendijks);
- Eengezinswoningen (15% in module regionaal en 14% in module binnendijks).

*Figuur 9
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 5.*



3.1.6

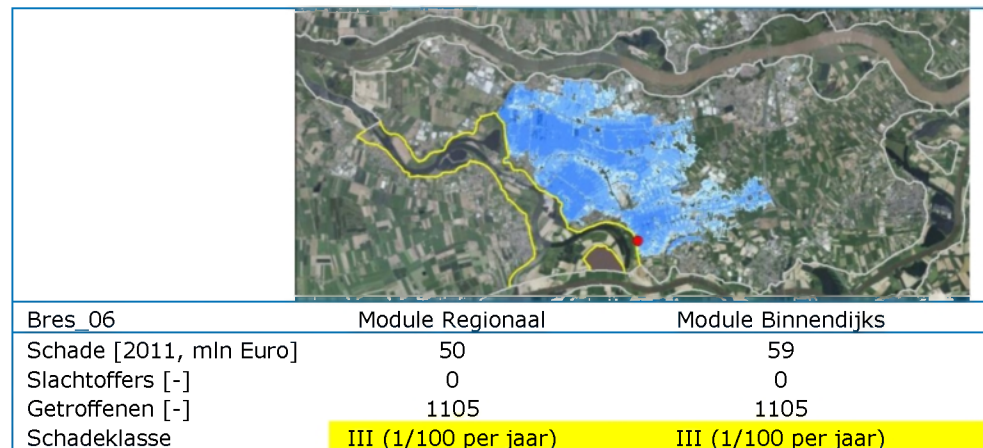
Bres 6

Figuur 10 geeft de resultaten voor Bres 6. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 38, ter hoogte van Slijkwell. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 0,75 m. De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,2 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (19% in module regionaal en 30% in module binnendijks);
- Landbouw (35% in module regionaal en 30% in module binnendijks);
- Glastuinbouw (12% in module regionaal en 10% in module binnendijks);
- Extensieve recreatie (12% in module regionaal en 10% in module binnendijks).

*Figuur 10
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 6.*



3.2

Waterkering aan oostzijde – Meidijk afwezig.

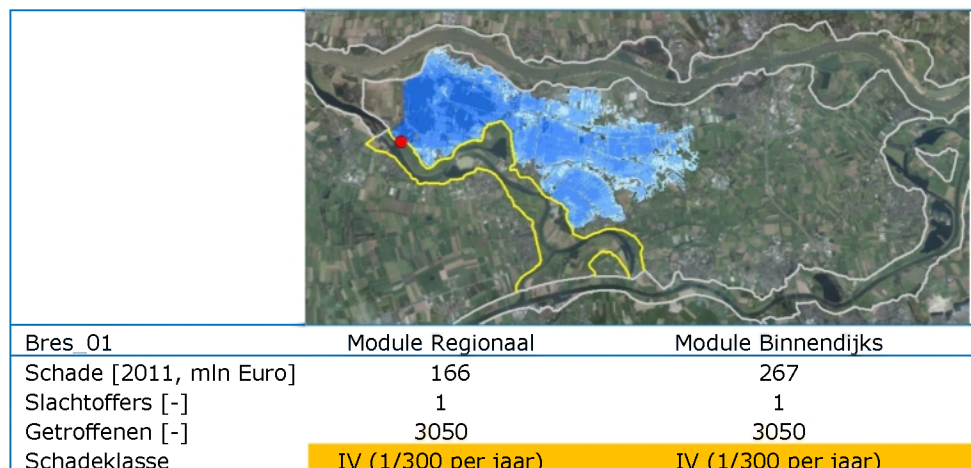
De resultaten van voorgaande paragraaf laten zien dat de Meidijk een belangrijk lijnelement is voor de overstromingsberekeningen. Waterschap Rivierenland heeft aangegeven dat de Meidijk momenteel wordt onderzocht op sterkte. De invloed van de Meidijk op de overstromingspatronen en de berekende schade wordt in deze paragraaf beschreven aan de hand van overstromingsberekeningen waarbij de Meidijk afwezig is. In het hoogtemodel heeft de kering de hoogte van het omliggend maaiveld.

3.2.1

Bres 1 (zonder Meidijk)

Figuur 11 geeft de resultaten voor Bres 1. Door de afwezigheid van de Meidijk, overstroomt nu ook een deel ten oosten van de Meidijk. De berekende schade in het overstroomd gebied is lager dan in de situatie met de Meidijk als standzeker element. Reden hiervoor is dat de waterdiepte in het gebied ten westen van de Meidijk, waar de schade aan bedrijven 46% van het schadebedrag bedroeg is afgenomen (module Regionaal). Opvallend is dat het aantal getroffen personen minder is ten opzichte van het scenario bij bres 1 met een standvaste Meidijk. In het scenario waarbij de Meidijk afwezig is overstroomt een kleiner deel van Brakel.

*Figuur 11
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 1, zonder
Meidijk.*

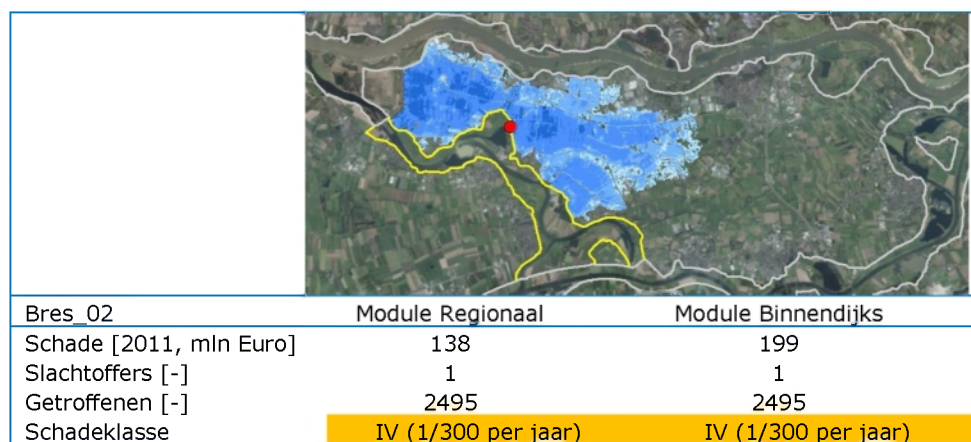


3.2.2

Bres 2 (zonder Meidijk)

Figuur 12 geeft de resultaten voor Bres 2. Door de afwezigheid van de Meidijk, overstroomt nu ook een deel ten westen van de Meidijk. De berekende schade in het overstroomd gebied is groter ten opzichte van de situatie met de Meidijk als standzeker element. Bij afwezigheid van de Meidijk wordt een schade berekend behorend bij een normklasse van 1/300 per jaar.

*Figuur 12
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 2, zonder
Meidijk.*

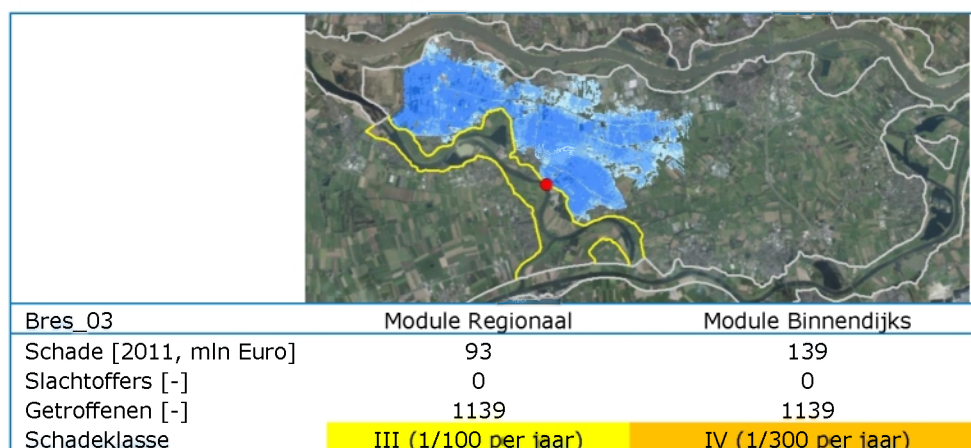


3.2.3

Bres 3 (zonder Meidijk)

Figuur 13 geeft de resultaten voor Bres 3. Ook hier overstroomt een deel ten westen van de Meidijk door de afwezigheid van de Meidijk. In het overstromingspatroon is de begrenzing van de Drielse Wetering ook zichtbaar. De bij deze bres berekende schade in het overstroomd gebied is groter dan in de situatie met de Meidijk als standzeker element. Bij afwezigheid van de Meidijk wordt een schade berekend behorend bij een normklasse van 1/100 per jaar met de module Regionaal en 1/300 per jaar met de module Binnendijks.

*Figuur 13
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 3, zonder
Meidijk.*

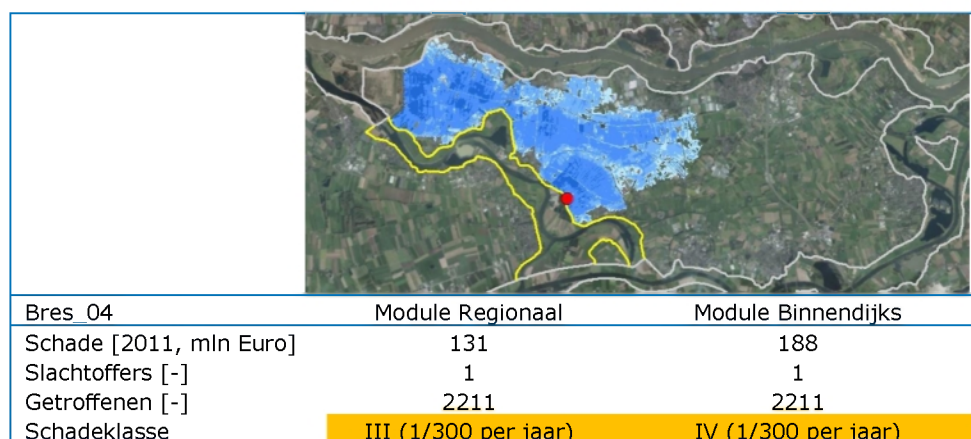


3.2.4

Bres 4 (zonder Meidijk)

Figuur 14 geeft de resultaten voor Bres 4. Ook hier overstroomt een deel ten westen van de Meidijk door de afwezigheid van de Meidijk. De bij deze bres berekende schade in het overstroomd gebied is groter dan in de situatie met de Meidijk als standzeker element. Bij afwezigheid van de Meidijk wordt een schade berekend behorend bij een normklasse van 1/300 per jaar.

*Figuur 14
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 4, zonder
Meidijk.*

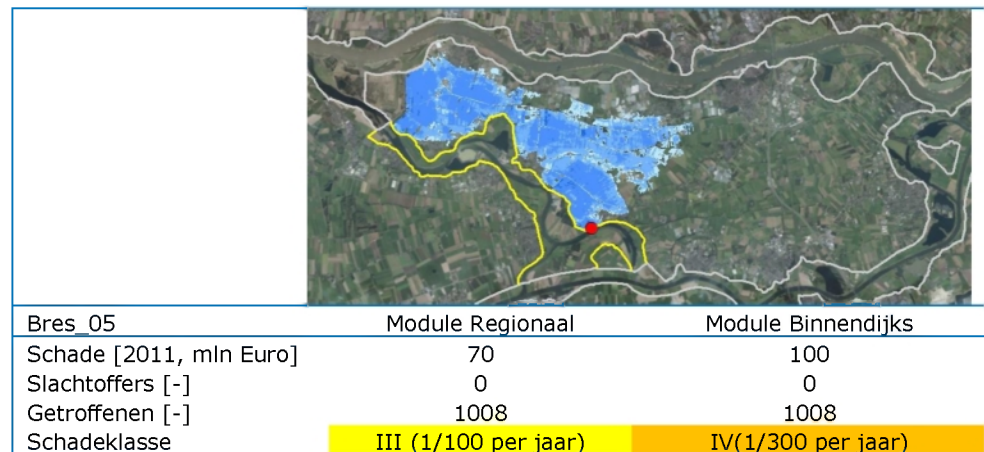


3.2.5

Bres 5 (zonder Meidijk)

Figuur 15 geeft de resultaten voor Bres 5. Ook hier overstroomt een deel ten westen van de Meidijk door de afwezigheid van de Meidijk. De bij deze bres berekende schade in het overstroomd gebied is groter dan in de situatie met de Meidijk als standzeker element. Bij afwezigheid van de Meidijk wordt een schade berekend behorend bij een normklasse van 1/100 per jaar in de module Regionaal. Met de module Binnendijks wordt een schade berekend van de klassegrens van 1/100 en 1/300 per jaar.

*Figuur 15
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 5, zonder
Meidijk.*

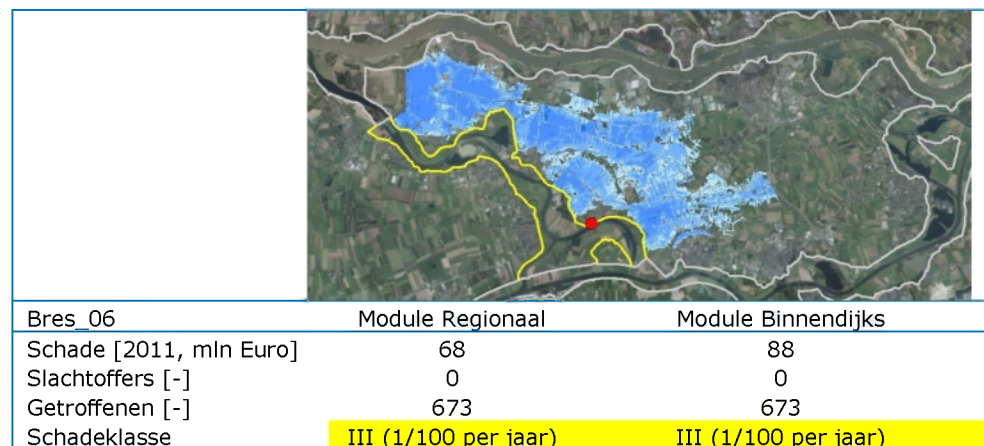


3.2.6

Bres 6 (zonder Meidijk)

Figuur 16 geeft de resultaten voor Bres 6. Ook hier overstroomt een deel ten westen van de Meidijk door de afwezigheid van de Meidijk. De bij deze bres berekende schade in het overstroomd gebied is groter dan in de situatie met de Meidijk als standzeker element. Bij afwezigheid van de Meidijk wordt een schade berekend behorend bij een normklasse van 1/100 per jaar.

*Figuur 16
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 6, zonder
Meidijk.*



3.3

Waterkering buurtschap Bern

3.3.1

Bres 7

Figuur 17 geeft de resultaten voor Bres 7. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 37 en betreft de waterkering ten noorden van het buurtschap Bern.

In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 –1,25 m. De maximale waterstand in het gebied is 3,44 m+NAP. De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' is nagenoeg gelijk met de berekende schade in de module 'Watersysteem regionaal'. In beide gevallen wordt een schade berekend behorende bij de laagste schadeklasse van de richtlijn normering regionale keringen.

De schadecategorie landbouw heeft de grootste bijdrage aan de totale schade (80% in module regionaal en 78% in module binnendijks).

*Figuur 17
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 7.*



Bres_07	Module Regionaal	Module Binnendijks
Schade [2011, mln Euro]	1	1
Slachtoffers [-]	0	0
Getroffenen [-]	20	20
Schadeklasse	I (1/10 per jaar)	I (1/10 per jaar)

3.4

Waterkering aan westzijde Afgedamde Maas

3.4.1

Bres 8

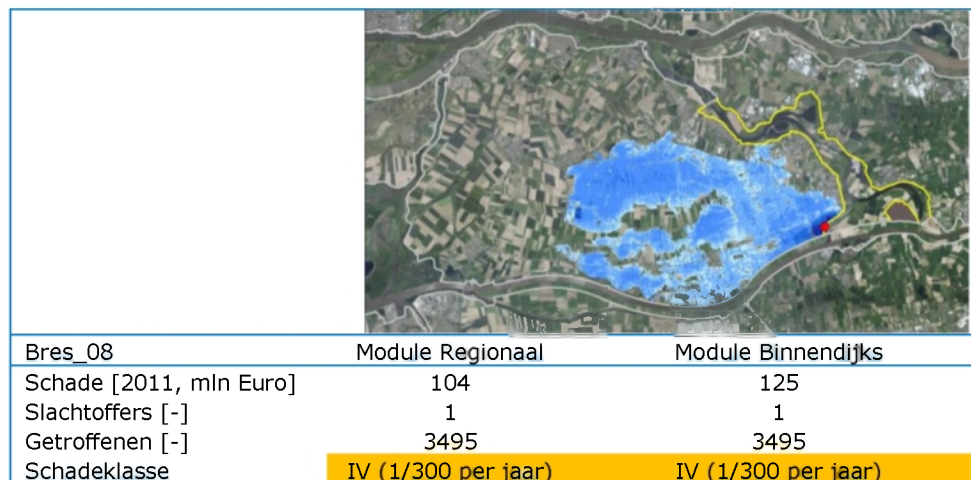
Figuur 18 geeft de resultaten voor Bres 8. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 24, ten zuiden van Aalburg. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 –1,0 m. Nabij de bres is de waterdiepte lokaal circa 2 meter. De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,2 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Landbouw (32% in module regionaal en 27% in module binnendijks);
- Bedrijven: Industrie (19% in module regionaal en 29% in module binnendijks);

- Eengezinswoningen (17% in module regionaal en 16% in module binnendijks).

*Figuur 18
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 8.*



3.4.2

Bres 9

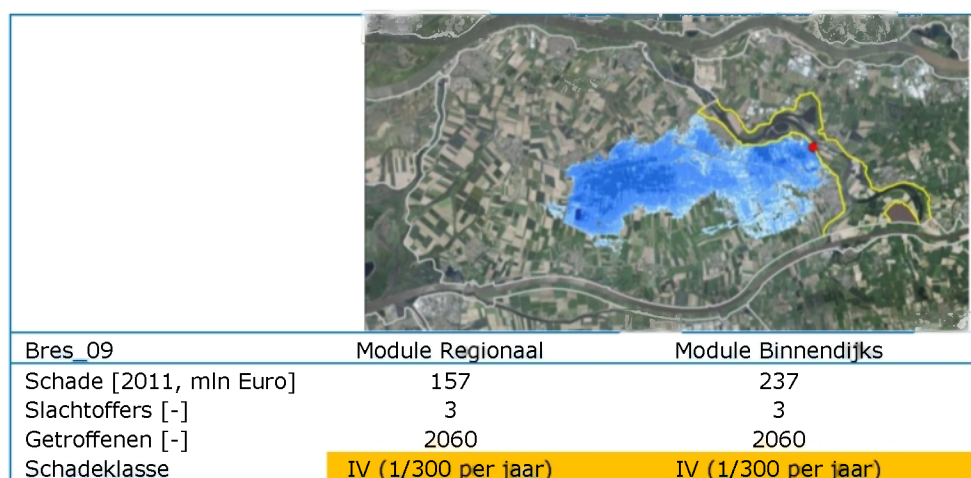
Figuur 19 geeft de resultaten voor Bres 9. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 24, ten oosten van Veen. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 –1,0 m. Nabij de bres is de waterdiepte lokaal ca 2,0 m.

De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,5 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (34% in module regionaal en 50% in module binnendijks);
- Landbouw (17% in module regionaal en 11% in module binnendijks);
- Eengezinswoningen (15% in module regionaal en 12% in module binnendijks).

*Figuur 19
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 9.*



3.4.3

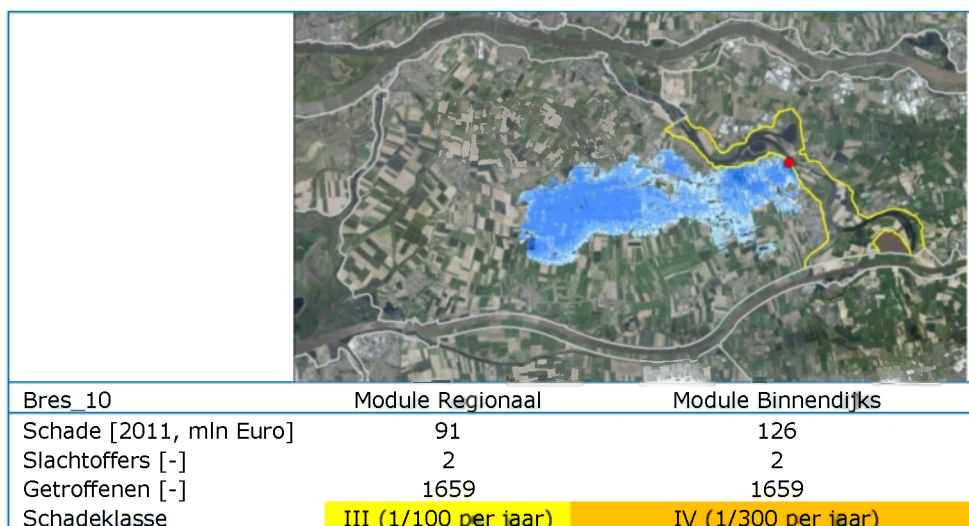
Bres 10

Figuur 20 geeft de resultaten voor Bres 10. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 24, ter hoogte van Veen. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,0 m. Bres 10 ligt dichtbij bres 9, maar levert een ander overstromingspatroon op. De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,4 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval. Hoewel bres 10 dicht bij stedelijk gebied is gelegen dan bres 9, treedt er minder schade op. Reden hiervoor is dat er bij bres 10 minder water het gebied instroomt vanwege de hogere maaiveldligging dan bij bres 9.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (24% in module regionaal en 39% in module binnendijks);
- Landbouw (18% in module regionaal en 13% in module binnendijks);
- Eengezinswoningen (20% in module regionaal en 18% in module binnendijks).

*Figuur 20
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 10.*



3.4.4

Bres 11

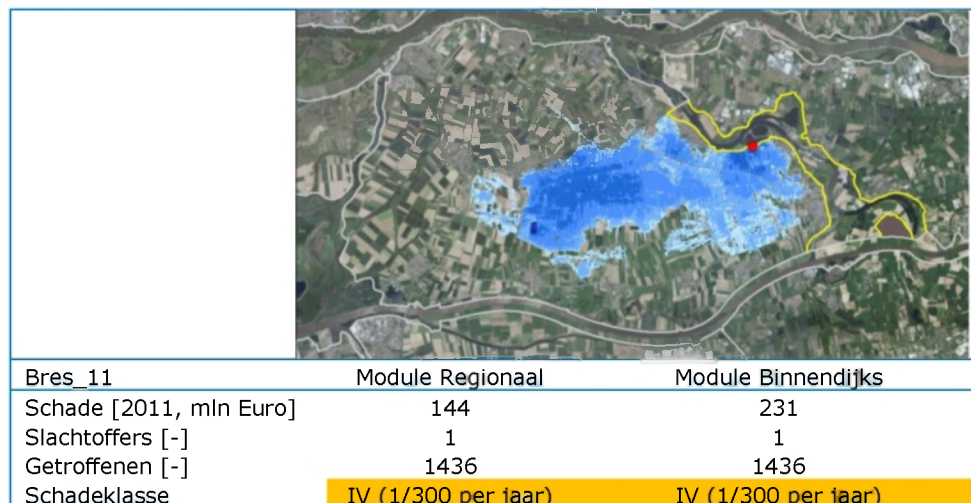
Figuur 21 geeft de resultaten voor Bres 11. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 24, ten westen van Moleneind. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 – 1,5 m.

De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,6 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (40% in module regionaal en 58% in module binnendijks);
- Landbouw (20% in module regionaal en 12% in module binnendijks);
- Eengezinswoningen (8% in module regionaal en 6% in module binnendijks).

*Figuur 21
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 11.*



3.4.5

Bres 12

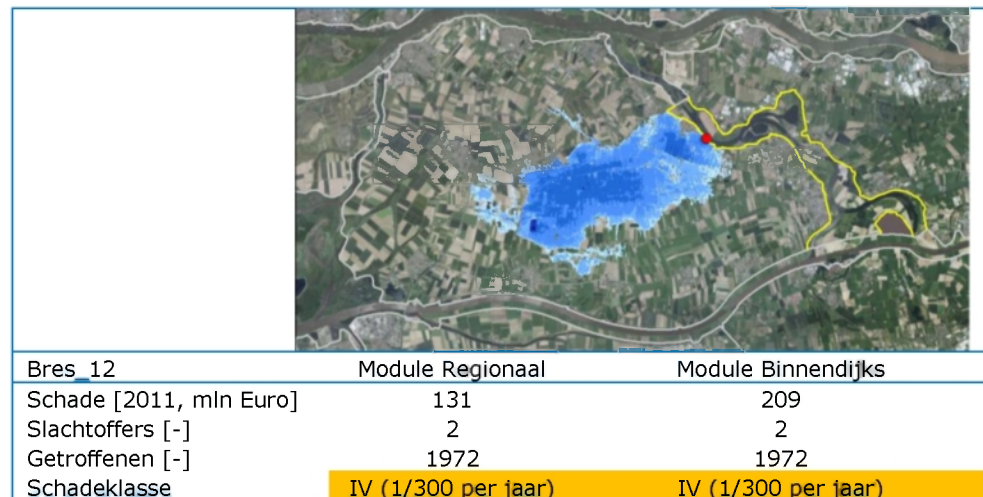
Figuur 22 geeft de resultaten voor Bres 12. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 24, ten zuidoosten van Andel. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van circa 1,0 tot 1,5 meter.

De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,6 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (37% in module regionaal en 55% in module binnendijks);
- Landbouw (16% in module regionaal en 10% in module binnendijks);
- Eengezinswoningen (14% in module regionaal en 11% in module binnendijks).

*Figuur 22
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 12.*



3.4.6

Bres 13

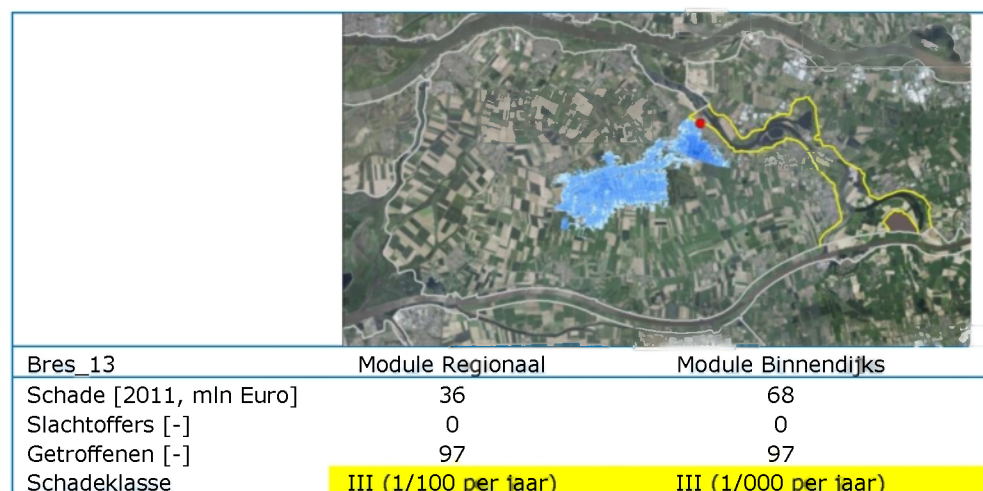
Figuur 23 geeft de resultaten voor Bres 13. Deze bres is gelegen in het traject van voormalige dijkkringtraject van dijkkring 24, ter hoogte van Andel. In het overstroomd gebied komen waterdiepten voor van ca 0,5 –1,0 m. Vanwege het hoger gelegen voorland in de afgedamde Maas bij deze breslocatie ten opzichte van breslocatie 12, stroomt er bij deze breslocatie minder water het gebied in dan bij breslocatie 12. Bij deze breslocatie is daarom het overstroomd oppervlakte kleiner en de waterdiepte minder diep dan bij een doorbraak bij breslocatie 12.

De berekende schade in het gebied in de module 'Hoofdwatersysteem binnendijks' 1,9 keer groter dan in de module 'Watersysteem regionaal'. In de module regionaal wordt geen rekening gehouden met schade door bedrijfsuitval.

De schadecategorieën die het sterkst bijdragen aan de totale schade zijn:

- Bedrijven: Industrie (60% in module regionaal en 75% in module binnendijks);
- Landbouw (19% in module regionaal en 10% in module binnendijks).

*Figuur 23
Gevolgen
overstroming vanuit
Afgedamde Maas –
Bres 13.*



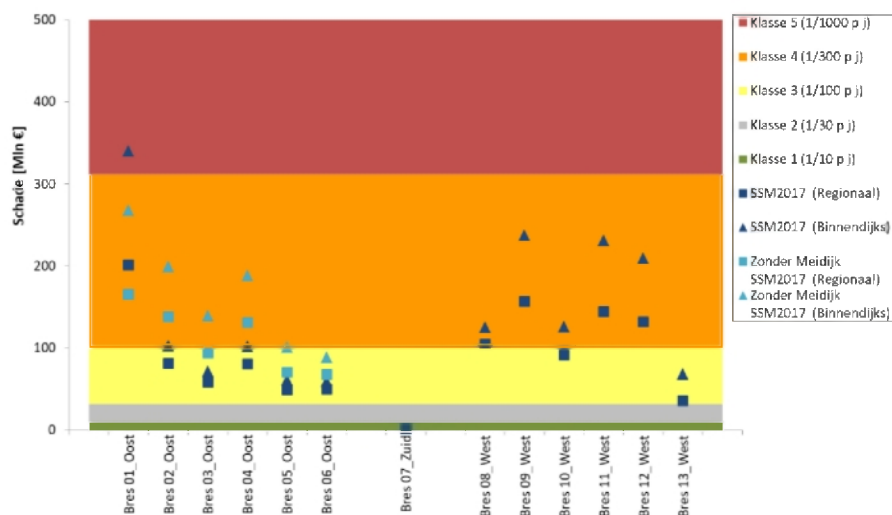
4 Beschouwing en aanvullende afwegingen

4.1

Overzicht resultaten

Figuur 24 geeft een overzicht van de berekende gevolgen met SSM2017 (prijsspeil 2011) ten opzichte van de schadeklassen van de richtlijn normering regionale keringen [Stowa, 2008].

*Figuur 24
Overzicht
schadebedragen bij
overstroming vanuit
Afgedamde Maas*



De resultaten van de berekeningen laten zien:

- Voor het voormalig dijkkringtraject 38:
 - Voor het traject vanaf de Wilhelminasluis tot de Meidijk berekenen we een schade passend bij een normklasse van 1/300 per jaar, zowel in het geval van een standzekere als bij een afwezige Meidijk;
 - Voor het traject vanaf de Meidijk tot de Bergsche Maasdijk berekenen we in geval van een standzekere Meidijk een schade passend bij een normklasse van 1/100 per jaar.
In geval van een afwezige Meidijk berekenen we een schade passend bij een normklasse van 1/100 en 1/300 per jaar.
- Voor het voormalig dijkkringtraject 37 berekenen we een schade passend bij een normklasse van 1/10 per jaar.
- Voor het voormalig dijkkringtraject 24:
 - Voor het traject keersluis Heusdens Kanaal (Kromme Nol) tot noordzijde van Andel berekenen we een schade passend bij een normklasse van 1/300 per jaar. Bres 10 valt rekenkundig in klasse 3, maar omdat de schade de overgang naar klasse 4 benadert en vanwege de omliggende bressen stellen wij ook hier klasse 4 voor;

- Voor het traject vanaf noordzijde van Andel tot de afsluitdijk bij de Wilhelminasluis berekenen we een schade passend bij een normklasse van 1/100 per jaar.

In Figuur 25 zijn de berekende normklassen voor deze trajecten weergegeven.

*Figuur 25
Normklasse op basis
van overstromings-
berekening,
standzekere Meidijk.*



*Figuur 26
Normklasse op basis
van overstromings-
berekening, Meidijk
afwezig*



Beschouwing resultaten en schade

Voor het berekenen van de schade en daarmee de schadeklassen is uitgegaan van de module 'Regionaal'. De module 'Binnendijks' is gebruikt voor een gevoeligheidsanalyse. Voor veel bressen geldt dat de schademodules in beide gevallen dezelfde normklasse opleveren. De omvang van de overstromingen vanuit de Afgedamde Maas is zodanig dat het redelijk is om de resultaten van de module 'Binnendijks' als bandbreedte te mogen beschouwen.

De gevoeligheidsberekeningen met betrekking de Meidijk voor de oostelijke kering van de Afgedamde Maas geldt dat voor meer trajecten de schadeklasse 1/300 per jaar wordt berekend. Als de Meidijk niet standvast is wordt de schade bij bres 1 weliswaar minder, maar wordt nog steeds een normklasse 1/300 per jaar berekend. Voor bres 2 t/m 6 neemt de schade toe. De (inschatting van de) sterkte van de Meidijk is daarom van belang berekende normklasse.

Aanvullende afwegingen

De op deze wijze berekende normklasse betreft een technische normklasse. Het toekennen van een norm aan een kering is uiteindelijk een bestuurlijke keuze om

1. te bepalen of er een norm moet komen en
2. hoe streng deze moet worden.

Daarin kunnen ook andere overwegingen een rol spelen die er voor kunnen zorgen dat een norm strenger of soepeler wordt gesteld. Dergelijke overwegingen zijn bijvoorbeeld, het getroffen worden van stedelijk gebied, het optreden van slachtoffers of relevante ruimtelijke ontwikkelingen in de nabije toekomst of speciale objecten.

Voor wat betreft ruimtelijke ontwikkelingen of speciale objecten, is er vanuit de provincie Brabant aangegeven geen aanleiding te zien de berekende technische normen aan te scherpen.

Vanuit de provincie Gelderland zijn verschillende ruimtelijke ontwikkelingen en kwetsbare of vitale objecten in de regio benoemd:

- Locatie verdeelstation ten zuiden van Zuilichem: Dit verdeelstation komt in enkele scenario's (deels) onder water te staan. Er treden waterdiepten op tot circa 0,5 meter.
- Inpassingsplan Bommelerwaard voor glastuinbouw en paddenstoelenteelt. In dit inpassingsplan zijn er locaties aangewezen waar bedrijven verplaatst kunnen worden naar concentratiegebieden binnen de Bommelerwaard en op die manier de oude locatie, waar de bedrijven nu vaak solitair zitten, anders ingevuld kan worden, bijvoorbeeld woningbouw. Er zijn wel gebieden die in dit inpassingsplan zijn aangewezen waar in de scenario's van deze studie water komt te staan. De waterdiepten variëren per gebied en kunnen lokaal oplopen tot 1 meter.

- Twee locaties van Jeroen Bosch ziekenhuis in Zaltbommel: Deze locaties overstroomt niet vanuit de Afgedamde Maas in de gemodelleerde scenario's.
- Bedrijventerrein de Wildeman II: Dit bedrijventerrein overstroomt niet vanuit de Afgedamde Maas in de gemodelleerde scenario's.
- Nieuwbouwwijk de Waluwe, ten zuiden van Zaltbommel: Dit gebied overstroomt niet vanuit de Afgedamde Maas in de gemodelleerde scenario's.
- Woningbouwplannen Kerkdriel Noord (140 woningen): Dit gebied overstroomt niet vanuit de Afgedamde Maas in de gemodelleerde scenario's.
- Woningbouwplannen Ammerzoden Noord (30 woningen): Dit gebied overstroomt niet vanuit de Afgedamde Maas in de gemodelleerde scenario's.
- Woningbouwplannen Velddriel Zuid (120 woningen): Dit gebied overstroomt niet vanuit de Afgedamde Maas in de gemodelleerde scenario's.

5 Conclusies

In deze studie is een technische onderbouwing gegeven voor normklassen van de keringen langs de Afgedamde Maas, mochten deze aangewezen worden als regionale kering. Deze technische onderbouwing vormt de basis, waarmee de provincies Gelderland en Noord-Brabant verder in gesprek gaat met waterschap Rivierenland ten aanzien van het al dan niet aanwijzen en normeren van deze regionale keringen.

Deze technische onderbouwing is gedaan op basis van overstromingsberekeningen. Er is voor 13 breslocaties en 13 kadevakken een normklasse berekend. Uit de studie blijkt dat voor de kering ten oosten (waterkering voormalige dijkkring 38) en westen (waterkering voormalig dijkkring 24) van de Afgedamde Maase een schadeklasse van 1/100 – 1/300 per jaar wordt berekend. Voor de kering ten zuiden van de Afgedamde Maas (waterkering ten noorden van het buurtschap Bern) wordt een schadeklasse van 1/10 per jaar berekend.

Vervolgstep op deze analyse is dat de provincies Gelderland en Noord-Brabant in overleg met waterschap Rivierenland een voorstel zal voorbereiden voor Provinciale Staten ten aanzien van de status (wel of geen regionale kering) en, indien de status regionale kering behouden blijft, de te hanteren norm voor de kering.

6 Referenties

Deltares, 2013

SOBEK, Hydrodynamics, Rainfall Runoff and Real Time control. User manual, version 1.00.27425, 8 april 2013, 910 pg.

Deltares, 2017a.

Leidraad voor het maken van overstromingssimulaties. definitief concept.

Deltares, 2017b.

Standaardmethode 2017 Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen, Kymo Slager, Dennis Wagenaar, 11200580-004, 35 blz.

Stowa, 2008.

Richtlijn Normering kering langs regionale rivieren. Rapport 2008-04 ORK.

Bijlagen

A

Ruwheidstabel

Tabel 2
Ruwheidstabel

Code	Nikuradse ruwheid (kn)	
LGN7	Beschrijving LGN7	[m]
1	1 - Agrarisch gras	0,25
2	2 - Mais	0,40
3	3 - Aardappelen	0,40
4	4 - Bieten	0,40
5	5 - Granen	0,50
6	6 - Overige gewassen	0,40
8	8 - Glastuinbouw	0,40
9	9 - Boomgaarden	5,00
10	10 - Bloembollen	0,40
11	11 - Loofbos	5,00
12	12 - Naaldbos	5,00
16	16 - Zoet water	0,10
18	18 - Bebouwing in primair bebouwd gebied	10,00
19	19 - Bebouwing in secundair bebouwd gebied	10,00
20	20 - Bos in primair bebouwd gebied	5,00
22	22 - Bos in secundair bebouwd gebied	5,00
23	23 - Gras in primair bebouwd gebied	0,25
24	24 - Kale grond in primair bebouwd gebied	0,25
25	25 - Hoofdwegen en spoorwegen	1,00
26	26 - Bebouwing in het buitengebied	10,00
28	28 - Gras in secundair bebouwd gebied	0,25
35	35 - Open stuifzand en/ of rivierzand	1,00
36	36 - Heide	1,00
37	37 - Matig vergraste heide	1,00
38	38 - Sterk vergraste heide	1,00
39	39 - Hoogveen	1,00
40	40 - Bos in hoogveengebied	5,00
41	41 - Overige moerasvegetatie	1,00
42	42 - Rietvegetatie	1,00
43	43 - Bos in moerasgebied	5,00
45	45 - Natuurgraslanden	1,00
61	61 - Boomkwekerijen	5,00
62	62 - Fruitkwekerijen	1,00

B Lijnelementen en onderdoorgangen

B.1 Voormalig dijkringgebied 38

*Figuur 27
Voormalig
dijkringgebied 38*



B.2 Voormalig dijkringgebied 24

*Figuur 28
Voormalig
dijkringgebied 24*



C

Volume in overstroomd gebied

Onderstaande tabel geeft het volume water in het overstroomd gebied. Let op dit volume is gebaseerd op de maximale waterdiepte in het gebied. Het is niet bepaald op basis van de hoeveelheid water in de laatste stap van de berekening. Het volume is daarmee een overschatting.

*Tabel 3
Volume water
overstroomd gebied*

Breslocatie	Volume
Dijkkring 38 (Bommelerwaard) – Meidijk standzeker	
Oost1	12,7 m ³
Oost2	14,5 m ³
Oost3	12,2 m ³
Oost4	14,3 m ³
Oost5	10,6 m ³
Oost6	12,2 m ³
Dijkkring 38 (Bommelerwaard) – Meidijk afwezig	
Oost1	17,7 m ³
Oost2	18,7 m ³
Oost3	14,5 m ³
Oost4	18,2 m ³
Oost5	12,1 m ³
Oost6	13,8 m ³
Dijkkring 37 (Nederhemert)	
Zuid7	0,8 m ³
Dijkkring24 (Land van Altena)	
West8	23,9 m ³
West9	21,9 m ³
West10	11,8 m ³
West11	23,8 m ³
West12	19,2 m ³
West13	4,5 m ³

D

Resultaten gevolgenberekeningen SSM2017

Tabel 4
Resultaten
gevolgenberekening
en SSM2017

Breslocatie	Schade [2011, mln euro]	Slachtoffers	Getroffenen	Schade- klasse
Dijkkring 38 (Bommelerwaard)				
Oost1	200	3	3072	IV
Oost2	81	1	1843	III
Oost3	59	0	1296	III
Oost4	80	1	1697	III
Oost5	49	0	1279	III
Oost6	50	0	1105	III
Dijkkring 38 (Bommelerwaard)				
Oost1	166	1	3050	IV
Oost2	138	1	2495	IV
Oost3	93	0	1139	III
Oost4	131	1	2211	IV
Oost5	70	0	1008	III
Oost6	68	0	673	III
Dijkkring 37 (Nederhemert)				
Zuid7	1	0	20	I
Dijkkring24 (Land van Altena)				
West8	104	1	3495	IV
West9	157	3	2060	IV
West10	91	2	1659	III
West11	144	1	1436	IV
West12	131	2	1972	IV
West13	36	0	97	III

De schadeklasse is uitsluitend bepaald op basis van Tabel 1.

**Hoofdkantoor**

HKV IJN in water BV
Botter 11-29
8232 JN Lelystad
Postbus 2120
8203 AC Lelystad

Nevenvestiging

Elektronicaweg 12
2628 XG Delft

0320 29 42 42
info@hkv.nl
www.hkv.nl