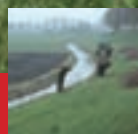
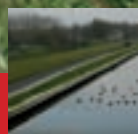
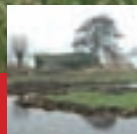
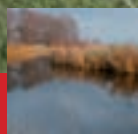




Richtlijn - Normering keringen langs regionale rivieren



RICHTLIJN - NORMERING KERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN

ORK

2008

04

ISBN 978.90.5773.401.4



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 231 79 80
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3330 CC Zwijndrecht,
TEL **078 623 05 00** FAX 078 623 05 48 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een afleveradres.

COLOFON

UITGAVE STOWA, Utrecht 2008

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030-2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

FOTO'S BESCHIKBAAR GESTELD

H.N. van Hemert

DRUK

Kruyt Grafisch Adviesbureau

rapportnummer ORK 2008-04

ISBN 978.90.5773.401.4

De druk van deze Richtlijn is mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van de provincies Gelderland en Noord-Brabant.

TEN GELEIDE

De beveiliging tegen overstroming vormt een wezenlijke vereiste voor de bewoonbaarheid van grote delen van ons land. Die beveiliging wordt niet alleen verzorgd door de primaire waterkeringen, maar ook door de zogenaamde regionale waterkeringen. Ook deze waterkeringen zijn belangrijk, en daarom heeft het Rijk in de Vierde Nota waterhuishouding (1998) het actiepunt opgenomen dat provincies en waterschappen normen ontwikkelen voor de veiligheid van niet-primaire waterkeringen.

Het InterProvinciaal Overleg [IPO] en de Unie van Waterschappen [UvW] hebben gezamenlijk besloten om de aanpak van de regionale keringen stapsgewijs uit te voeren. De eerste stap betreft het aanwijzen van de waterkeringen en vastleggen van het wenselijke veiligheidsniveau voor het gebied dat door de regionale waterkering wordt beschermd. De tweede stap betreft de toetsing of de veiligheid van de regionale waterkering voldoet aan de gestelde norm. Een derde stap betreft het zonodig verbeteren van de veiligheid, indien de veiligheid van de waterkering niet voldoet aan de norm. Tenslotte geldt dat de waterkeringen moeten worden beheerd teneinde de veiligheid van de waterkering te onderhouden.

Om het proces landelijk zoveel mogelijk uniform uit te kunnen voeren, is besloten het proces te ondersteunen met een systematiek voor de uitvoering van de genoemde stappen voor de verschillende typen regionale waterkeringen. Dit geheel van activiteiten en producten is vastgelegd in het zogenaamde Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen. Het programmamanagement van het Ontwikkelingsprogramma is in handen van de STOWA, en staat onder ambtelijk toezicht van het Kernteam Regionale Waterkeringen. De verschillende projecten van dit programma zijn inhoudelijk begeleid door Begeleidingscommissies.

Volgens een schatting van de STOWA bedraagt de totale lengte aan regionale waterkeringen in Nederland ca. 14.000 km, verspreid over nagenoeg alle provincies en waterschappen. Dit betreft verschillende typen regionale waterkeringen, te weten:

- boezemkaden en keringen langs regionale rivieren;
- compartimenteringskeringen of droge keringen, die pas functioneren na het falen van een primaire waterkering;
- voorlandkeringen en zomerkaden, die buitenwater keren maar geen primaire waterkeringen zijn.

Een groot deel hiervan ondergaat de komende jaren het proces van normeren, toetsen, verbeteren en beheren.

Het document dat u thans voor u heeft liggen, betreft de Richtlijn Normeren Keringen langs regionale rivieren. Deze Richtlijn vormt een onderdeel van het Ontwikkelingsprogramma.

Drs. G.H.F. Timmermans

Voorzitter Kernteam regionale waterkeringen

VOORWOORD

HET ONTWIKKELINGSPROGRAMMA REGIONALE WATERKERINGEN

Het InterProvinciaal Overleg en de Unie van Waterschappen hebben de wens uitgesproken dat het proces van normeren, toetsen, verbeteren en beheren van de verschillende typen regionale waterkeringen landelijk zoveel mogelijk uniform wordt uitgevoerd. Vanuit deze wens is de doelstelling geformuleerd het genoemde proces te ondersteunen met een landelijk toepasbare systematiek voor het uitvoeren van de verschillende stappen. Het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen beschrijft de verschillende technische rapporten die daartoe dienen te worden samengesteld.

Tabel 1 presenteert een overzicht van de verschillende rapporten. Tabel 2 beschrijft de overige producten van het Ontwikkelingsprogramma. Omdat tijdens de uitwerking van het programma aanvullende onderdelen kunnen worden gedefinieerd, is tabel 2 niet noodzakelijkerwijs volledig.

TABEL 1

OVERZICHT RAPPORTEN ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

Normeren

Richtlijn Normeren Keringen langs regionale rivieren

Richtlijn Normeren Compartimenteringskeringen

Toetsen

Leidraad Toets op veiligheid – katern Boezemkaden

Leidraad Toets op veiligheid – regionale waterkeringen

Ontwerp & Verbeteren

Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – Boezemkaden

Handreiking Ontwerpen & Verbeteren – Keringen langs regionale rivieren

Beheer & Onderhoud

Handreiking Beheer & Onderhoud Regionale Waterkeringen

Leidraad Waterkerende Kunstwerken in regionale waterkeringen

Leidraad Niet-waterkerende objecten bij regionale waterkeringen

TABEL 2

VOORLOPIG OVERZICHT OVERIGE RAPPORTEN ONTWIKKELINGSPROGRAMMA

Achtergrondrapporten

Kwaliteitsindicatoren Toets op veiligheid

Materiaalfactoren Boezemkaden

RICHTLIJN NORMEREN KERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN

Het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen omvat onder andere de ontwikkeling van een Richtlijn voor het normeren van keringen langs regionale rivieren. Doel van deze Richtlijn is te komen tot een landelijk uniforme uitwerking van de normering van de betreffende keringen door de verschillende provincies. Voorliggende Richtlijn Normeren Keringen langs regionale rivieren vormt het resultaat. Deze Richtlijn presenteert een methodiek voor het afleiden van een veiligheidsnorm voor een regionale kering langs een regionale rivier.

De ontwikkeling van deze Richtlijn is begeleid door de Begeleidingscommissie Keringen langs regionale rivieren, samengesteld uit onderstaande leden.

ir. H. Tienstra (voorzitter) – provincie Overijssel
 ir. B. van den Reek / drs. W. Smid – provincie Noord – Brabant
 ir. E. Boere / ing. F.J. Hendriks – provincie Gelderland
 ir. A. van Hal – waterschap Aa & Maas (t/m 2007)
 H. Jalving / ing. S.C. van Mispelaar – waterschap Groot Salland
 ir. N. Nijmeijer – waterschap Rivierenland
 ir. H. van Hemert (programmaleider) – STOWA

Bij de ontwikkeling van deze Richtlijn is de methode getest met de uitwerking langs 2 regionale rivieren. Aan deze uitwerking is meegewerkt door de provincies Noord-Brabant en Gelderland en de waterschappen Brabantse Delta en Rijn & IJssel.

Deze Richtlijn is opgesteld door Nelen & Schuurmans, met medewerking van

HKV LIJN IN WATER

Status van deze Richtlijn: “groene versie”

Deze Richtlijn is een zogenoemde “groene” versie. De Richtlijn is gebaseerd op de vigerende veiligheidsbenadering voor waterkeringen (overschrijdingskans), alsmede de actuele stand van kennis over de normering van de veiligheid van regionale waterkeringen. De methodiek is daarbij op enkele onderdelen op pragmatische wijze uitgewerkt. Hierbij is minder tijd genomen voor kwaliteitsborging dan bijvoorbeeld voor Leidraden zoals die door TAW / ENW worden uitgebracht. Ook is gekozen om voorlopige (niet gevalideerde) handreikingen te geven. Achtergrond hiervan is de wens dat de provincies snel in de gelegenheid worden gesteld om de normering ter hand te nemen en dat de toepassing resulteert in een realistische normering van de betreffende regionale waterkeringen. Consequentie is wel dat bij het beslissen over vergaande maatregelen op basis van de normering het verstandig lijkt om op dat moment te kijken wat de ‘state of the art’ kennis is.

In het kader van het Ontwikkelingsprogramma bestaat het voornemen om een definitieve versie van de Richtlijn uit te brengen, wanneer meer ervaring van de toepassing van de methodiek is opgedaan. Voorzien wordt dat over enkele jaren een definitieve versie van de Richtlijn zal worden uitgebracht.

VRIJWARING

Het InterProvinciaal Overleg, de Unie van Waterschappen en de STOWA hebben deze Richtlijn samengesteld met grote zorgvuldigheid. De inhoud is gebaseerd op de vigerende veiligheidsbenadering voor waterkeringen (overschrijdingskans), alsmede de actuele stand van kennis over de normering van de veiligheid van regionale waterkeringen. Het is niet uitgesloten dat voortschrijdende inzichten in de veiligheidsbenadering of hoogwaterbescherming en voortgaande kennisontwikkeling in de toekomst mogelijk leiden tot afwijkende inzichten in de normering van de veiligheid van waterkeringen. Het InterProvinciaal Overleg, de Unie van Waterschappen en de STOWA sluiten, mede ten behoeve van de auteurs van de Richtlijn en diegenen die aan de samenstelling hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die voortvloeit uit de toepassing van (kennis uit) deze Richtlijn.



RICHTLIJN - NORMERING KERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	VOORWOORD	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
	1.1 Aanleiding	1
	1.2 Doelstelling van de Richtlijn	2
	1.3 Gebruik normering	2
	1.4 Status van de Richtlijn "groene versie"	2
	1.5 Leeswijzer	2
2	ALGEMENE OPZET	3
	2.1 Inhoud en toepassing van de richtlijn	3
	2.2 Randvoorwaarden en uitgangspunten	3
	2.3 Normering	5
	2.4 Stappen	5
	2.5 Varianten in detailniveau van uitwerking	6
	2.6 Omgaan met onzekerheden	9
	2.7 Aandachts- en verbeterpunten van de Richtlijn	9

3	UITWERKING VAN DE METHODE	11
3.1	Algemeen	11
3.2	Stap 1: Gegevensverzameling	11
3.3	Stap 2: Dijkvakken en doorbraaklocaties	12
	3.3.1 Opdelen keringen in dijkvakken	12
	3.3.2 Drie varianten in normeringseenheid	14
	3.3.3 Maatgevende doorbraaklocaties en bresvorming	14
3.4	Stap 3: Waterstanden en/of debieten op de rivier	14
	3.4.1 Algemeen	14
	3.4.2 Variant a: afvoernormen	15
	3.4.3 Variant b: metingen	15
	3.4.4 Variant c: modellen	15
	3.4.5 Bepalen van het waterstandsverloop en/of afvoerloop	15
	3.4.6 Aandachtspunten en bijzonderheden	16
3.5	Stap 4: Gevolgen van overstroming	17
	3.5.1 Variant a: Waterstand gebied gelijk aan waterstand rivier	17
	3.5.2 Variant b: Bakjesmodel	18
	3.5.3 Variant c: 2d model	18
	3.5.4 Berekenen van de gevolgschade	19
3.6	Stap 5: Gevoeligheidsanalyse	20
3.7	Stap 6: Vaststellen normklasse	20
I	Begrippenlijst	22
II	Keuze en onderbouwing normering	23

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

De beveiliging tegen overstroming vormt een wezenlijk vereiste voor de bewoonbaarheid van ons land. Dat geldt niet alleen voor de primaire waterkeringen, maar ook voor de regionale waterkeringen.

Tot de regionale keringen behoren ook de keringen langs regionale rivieren. Veel zijrivieren worden in hun loop begrensd door waterkeringen, terwijl zij afwateren op één van de grotere rivieren. De afvoeren en waterstandfluctuaties van deze zijrivieren zijn weliswaar kleiner dan die van grote rivieren, maar overstromingen kunnen ook hier grote gevolgen hebben. De dijken die deze regionale rivieren binnen hun oevers houden, zijn de keringen waar deze Richtlijn over gaat.

Het aanwijzen en normeren van regionale keringen is de verantwoordelijkheid van de provincies. Het vastleggen van veiligheidsnormen en het toetsen hierop schept duidelijkheid voor de burger, de beheerder en de bestuurder. Het gewenste beschermingsniveau achter de kering bepaald de norm. Het beschermingsniveau dient zo te worden gekozen dat het risico van overstromen maatschappelijk aanvaardbaar is. Hiervoor is inzicht in de gevolgschade van het falen van de kering nodig en een norm die afhankelijk is van deze gevolgschade. De norm geeft vervolgens duidelijkheid voor de toetsing van de kering op veiligheid en het beheer.

FIGUUR 1-1

LUCHTFOTO VAN EEN REGIONALE RIVIER MET KERINGEN



1.2 DOELSTELLING VAN DE RICHTLIJN

Het doel van deze Richtlijn is als volgt:

“Het vastleggen van de methodiek op basis waarvan de normstelling wordt uitgewerkt voor de keringen langs regionale rivieren.”

Verondersteld wordt dat met deze methode de normering van de keringen langs regionale rivieren landelijk op uniforme wijze wordt uitgewerkt.

Na vaststelling van de veiligheidsnorm van de kering kan een toetspeil worden afgeleid voor de uitwerking van de toets op veiligheid.

1.3 GEBRUIK NORMERING

Deze Richtlijn is gebaseerd op de IPO – richtlijn ter bepaling van het veiligheidsniveau van boezemkaden. Dienovereenkomstig betreft dit een methode met afkeurgrenzen (toetsen) en ontwerpgrenzen. Dit houdt in dat een kering langs regionale rivier eerst wordt getoetst op minimale eisen voor de veiligheid: de afkeurgrenzen. Idealiter voldoet de veiligheid van de kering aan deze eisen. Indien de veiligheid niet voldoet aan deze eisen dient de kering te worden versterkt. Daarbij ligt het voor de hand uit te gaan van strengere eisen dan de minimale eisen die gelden bij de veiligheidstoetsing. Aanbevolen wordt deze ontwerpgrenzen te baseren op economische optimalisatie.

1.4 STATUS VAN DE RICHTLIJN “GROENE VERSIE”

Deze Richtlijn is een zogenaemde “groene” versie. Vanwege geconstateerde leemten in kennis zijn in deze versie enkele onderdelen pragmatisch uitgewerkt. Achtergrond hiervan is de wens dat de provincies snel in de gelegenheid worden gesteld om de normering ter hand te nemen en dat de toepassing resulteert in een realistische normering van de betreffende regionale waterkeringen. Daarnaast kan de Richtlijn op basis van deze eerste versie in de praktijk worden getest. De opgedane ervaring en resultaten zullen later worden meegenomen in het opstellen van een definitieve Richtlijn. Consequentie is wel dat bij het beslissen over vergaande maatregelen op basis van de normering het verstandig lijkt om op dat moment te kijken wat de ‘state of the art’ kennis is.

1.5 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de algemene opzet van de norm en de methode om tot deze norm te komen. In hoofdstuk 3 worden de stappen van de methode nader uitgewerkt.

2

ALGEMENE OPZET

2.1 INHOUD EN TOEPASSING VAN DE RICHTLIJN

Normering heeft tot doel duidelijkheid te scheppen voor de burger, de beheerder en de bestuurder. De veiligheidsnorm wordt uitgedrukt in een overschrijdingsfrequentie van de waterstand bij de kering en geeft het maatschappelijk gewenste beschermingsniveau weer. Op basis van de veiligheidsnorm kan ten behoeve van de toets op veiligheid van de kering, een toetspeil worden afgeleid.

Deze richtlijn beschrijft een methode om:

- op uniforme wijze de gevolgschade van het falen van de keringen te bepalen.
- op basis van de gevolgschade de veiligheidsnorm te kiezen.

De methode beperkt zich tot het (technisch) onderbouwen van de keuze van een veiligheidsnorm voor een kering langs een regionale rivier. Aangenomen is dat de kering is opgenomen in de legger/keur van het waterschap en/of is aangewezen op basis van een provinciale verordening. De feitelijke aanwijzing en de bijbehorende bestuurlijke overwegingen bevinden zich buiten de reikwijdte en doelstelling van de richtlijn.

Opgemerkt wordt dat de voorgestelde norm uitsluitend is gebaseerd op de gevolgschade van het falen van een kering langs een regionale rivier. Andere gevolgen, zoals slachtoffers, zijn niet meegenomen. Verder is alleen de waterkerende functie van de kering meegenomen. Naast de primaire functie van het waterkeren kan de kering belangrijke nevenfuncties hebben voor landschap, natuur of recreatie. In de richtlijn is er vanuit gegaan dat deze lokale aanvullende aspecten bij de definitieve vaststelling van de veiligheidsnorm worden betrokken, op basis van een bestuurlijke afweging. Dit vanwege het lokale/ regionale karakter van deze aspecten en de regionaal sterk verschillende (bestuurlijke) waardering van deze belangen. Deze bestuurlijke afweging is verder niet ingevuld.

2.2 RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

Voor het toepassen van deze Richtlijn gelden de volgende uitgangspunten:

- Uitgangspunt voor het normeren van keringen is dat deze keringen zijn opgenomen in de legger/keur van het waterschap en/of zijn aangewezen op basis van een provinciale verordening;
- Deze Richtlijn presenteert een technisch onderbouwde methodiek voor het afleiden van een veiligheidsnorm voor een regionale kering langs een regionale rivier. Bij de bestuurlijke vastlegging van de norm kunnen extra aspecten, zoals lokale inzichten, bestuurlijke afwegingen (bestuurders oordeel) of onzekerheden worden meegenomen. Het bestuurlijke afwegingstraject is niet opgenomen in deze Richtlijn.
- Aangenomen wordt dat de kering faalt, zodra de waterstand het toetspeil overschrijdt;
- Bij een doorbraak van de kering wordt uitgegaan van een situatie met een enkelvoudige bres, waarbij de bres niet wordt gedicht. De bres ontstaat op het moment dat de hoogste

waterstand is bereikt op de regionale rivier. Aangenomen wordt dat de bres door zijn beperkte omvang instantaan ontstaat (dus zonder bresgroei).

- De normklasse is gebaseerd op het voorkomen van overstromingsschade als gevolg van inundatie van het overstromingsgebied. Aangenomen is dat er geen sprake is van een risico op slachtoffers (vanwege de beperkte stroomsnelheden en waterdieptes). Andere beleidsaspecten, zoals landschap en natuur kunnen van invloed zijn op de norm, maar worden hier buiten beschouwing gelaten;
- Bij het bepalen van de overstromingsschade wordt rekening gehouden met (mogelijk onbedoelde) compartimentering door grondlichamen, zoals spoordijken en wegen;
- De Richtlijn moet ruimte bieden voor zowel een eenvoudige als een meer geavanceerde uitwerking, waarbij de gebruiker zelf kan bepalen welke werkwijze het meest geëigend is.
- De schade bepaling is gebaseerd op de HIS schade en slachtoffers module (HIS-SSM). Indirecte schade buiten het overstroomde gebied wordt hierbij niet meegenomen. Ook schade aan (voedsel arme) natuur wordt in de schade berekeningen niet meegenomen. Deze schade kan op basis van inzicht worden ingevuld.



2.3 NORMERING

De gevolgen van een overstroming door een doorbraak van een kering verschillen:

- per regionale rivier, vanwege de verschillen in met name het (max.) afvoerdebiet en de optredende waterstanden;
- per gebied langs de regionale rivier, vanwege verschillen in met name het maaiveldniveau en landgebruik.

De normstelling is daarom gedifferentieerd, de differentiatie is gebaseerd op de directe economische schade in geval van een overstroming. De norm wordt uitgedrukt in de overschrijdingsfrequentie van de waterstand die nog gekeerd moet kunnen worden. (Een dergelijke norm betreft een overschrijdingskans). Conform de IPO-normering van boezemkades worden vijf normklassen onderscheiden, variërend van 1:10 tot 1:1.000 jaar (Tabel 2-1).

TABEL 2-1

NORMERING VOOR KERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN

Klasse	Veiligheidsnorm	Gevolgschade voor de klasse [mln. Euro]	Frequentie van de maatgevende rivierwaterstand voor bepaling gevolgschade
I	1/10	< 8	1/10
II	1/30	8 - 25	1/30
III	1/100	25 - 80	1/100
IV	1/300	80 - 250	1/300
V	1/1.000	>250	1/1.000

De grenswaarde voor de gevolgschade per normklasse zijn overgenomen van de IPO-normering van boezemkades. Uit de casestudies blijken deze waarden goed toepasbaar.

Anders dan bij de IPO-normering van boezemkades wordt de gevolgschade voor vijf herhalingstijden beschouwd. De waterstanden en afvoergolven op een regionale rivier (en daarmee de grootte van overstroome gebied en de gevolgschade) kunnen namelijk voor verschillende herhalingstijden aanzienlijk variëren. Deze normeringsmethode wordt daarom de 'IPO-plus methode' genoemd.

Bij de 'IPO-plus methode' wordt de gevolgschade bepaald voor herhalingstijden van rivierwaterstanden variërend van eens in de 10 tot 1.000 jaar. De 'IPO-plus methode' is op te vatten als een vereenvoudigde risicobenadering. De voordelen van deze benadering zijn de praktische toepasbaarheid en de aansluiting op bestaande normen. In de bijlage staat een nadere onderbouwing voor deze keuze.

2.4 STAPPEN

Voor het bepalen van de norm moeten een aantal stappen worden doorlopen:

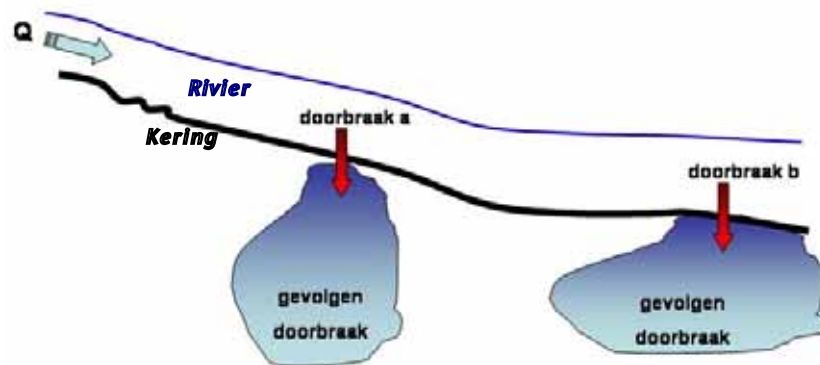
1. Gegevensverzameling;
2. Opdelen in dijkvakken en keuze maatgevende doorbraaklocaties;
3. Bepalen waterstands en/of debiet verloop op de regionale rivier;
4. Bepalen gevolgen en gevolgschade van de doorbraken;
5. Gevoeligheidsanalyse;
6. Vaststellen normklasse.

Deze stappen moeten altijd worden doorlopen, ongeacht het detailniveau waarop de feitelijke uitwerking per stap plaatsvindt. Een korte toelichting op de stappen is hierna beschreven. In hoofdstuk 3 zijn de stappen in detail uitgewerkt.

Ad 1) Als eerste worden de gegevens en beschikbare modellen verzameld van het gebied, de regionale keringen en de regionale rivier.

Ad 2) Na het verzamelen van de gegevens wordt begonnen met het opdelen van de te normeren keringen in dijkvakken (dijktracé met eenzelfde 'achterland'). Anders dan bij boezemkades en primaire keringen is niet direct duidelijk wat het achterland van de kering is, zoals bij een polder of een dijkkring. Door het oplopende achterland en verhoogde lijnelementen, zoals (spoor)wegen, varieert het gebied dat onderloopt door een doorbraak langs de rivier. De overstromingsgebieden worden als eerste geïdentificeerd. De analyse wordt vervolgens per overstromingsgebied uitgewerkt. Eventueel kunnen een aantal overstromingsgebieden gecombineerd worden. Per overstromingsgebied wordt bepaald op welke locatie een doorbraak tot de grootste schade leidt.

FIGUUR 2-1 DE GEVOLGEN VAN EEN DOORBRAAK KUNNEN LANGS DE RIVIER VARIËREN, WAARBIJ VERSCHILLENDE OVERSTROMINGSGEBIEDEN ONDERLOPEN



Ad 3) Het vaststellen van de waterstanden en/of debieten voor vijf herhalingstijden (van eens in de 10 tot 1.000 jaar) vereist een hydrologische analyse van het stroomgebied van de regionale rivier.

Ad 4) Vervolgens kan bepaald worden hoeveel water het gebied inloopt via de bres in de kering. Op basis van een hoogtekartaart kan bepaald worden welk gebied onderloopt en hoe diep het water daar komt te staan. De inundatie dieptes kunnen met behulp van de HIS schade en slachtoffersmodule vertaald worden naar de schade. Het resultaat is de gevolgschade van een doorbraak bij de beschouwde herhalingstijden. Per doorbraaklocatie moet de gevolgschade van een doorbraak worden bepaald voor de vijf herhalingstijden.

Ad 5) Vanwege de onzekerheden in een aantal gegevens moet een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd. Daarbij moet uiteindelijk de variatie in gevolgschade in beeld worden gebracht.

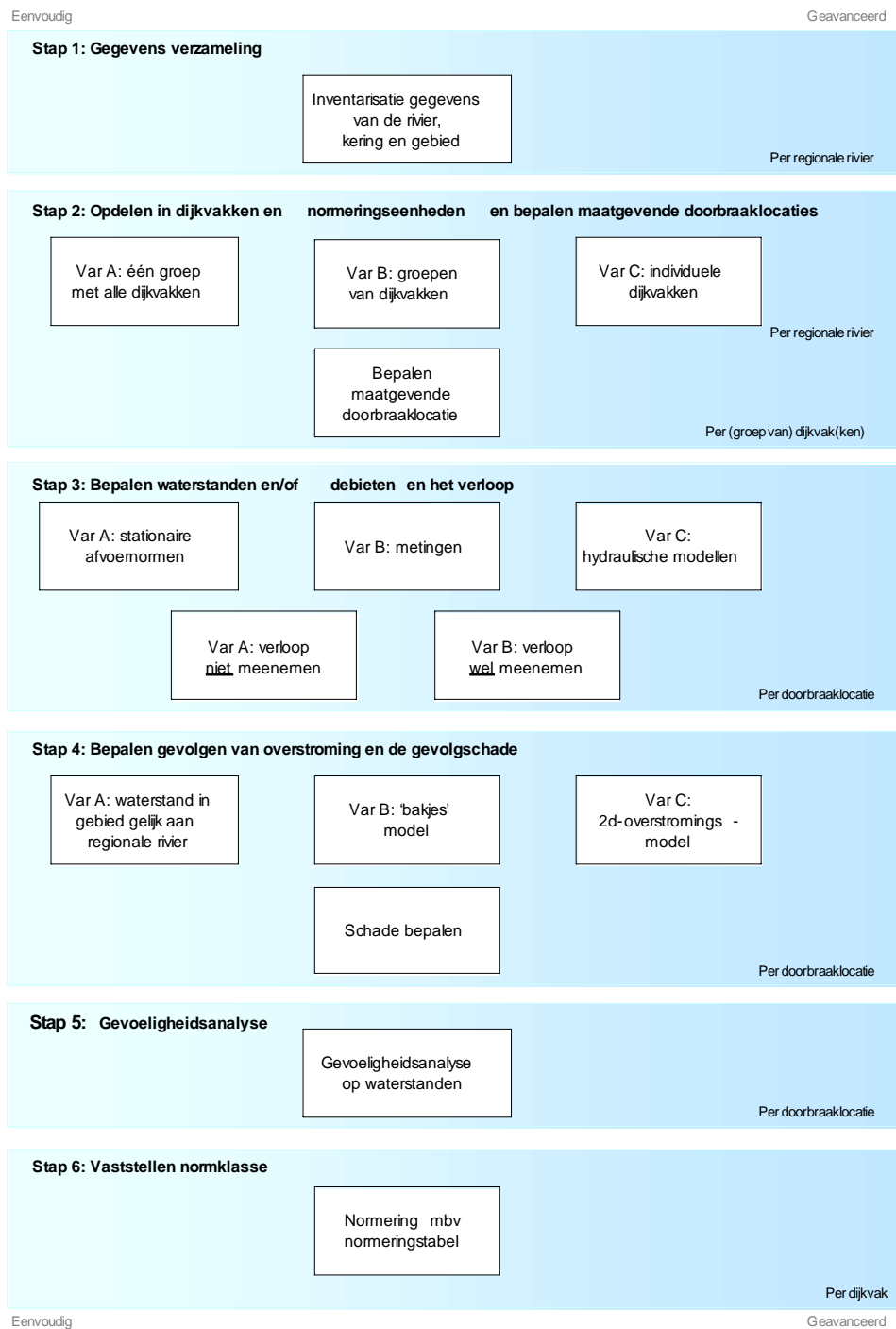
Ad 6) Op basis van de gevolgschade kan tot slot de norm worden bepaald volgens Tabel 2-1 op de vorige bladzijde.

2.5 VARIANTEN IN DETAILNIVEAU VAN UITWERKING

De voorgestelde normering is eenduidig, maar het detailniveau van de uitwerking van elke stap wordt aan de gebruiker overgelaten. Figuur 2-2 laat de zes stappen van de normering zien. In drie van de zes stappen kan het detailniveau worden gekozen. (Links staan de eenvoudige en rechts de geavanceerdere uitwerkingen).

FIGUUR 2-2

STAPPEN MET MOGELIJKE VARIANTEN VOOR HET DETAILNIVEAU VAN DE UITWERKING



De eenvoudige werkwijze geeft over het algemeen snel resultaat, maar neigt naar een overschatting van de gevolgschade. Voor een gedetailleerdere werkwijze is veelal een grotere inspanning vereist. De meerwaarde van deze extra inspanning is dat de normering nauwkeuriger en daarmee minder overgedimensioneerd wordt vastgesteld. Het geëigende detailniveau is daarom afhankelijk van de relevantie, de beschikbare gegevens, de beschikbare modellen en de kennis en ervaring van de gebruiker.

De mogelijkheid om een normering snel uit te voeren, kan praktisch zijn in het geval dat de huidige kering ruim is overgedimensioneerd. Een eenvoudige uitwerking met conservatieve aannames zal leiden tot een hogere normklasse. In het geval dat de kering toch ruim voldoende is gedimensioneerd, zal de hogere normklasse geen nadelige consequenties hebben en zal de kering bij het toetsen voldoen.

Een snelle normering kan ook in het geval dat het gebied achter de kering klein is of kapitaal extensief. Op basis van conservatieve aannames (waaronder een ruime inschatting van de 1:1.000 waterstand) kan bepaald worden hoeveel schade in het ergste geval kan optreden. In het geval dat dit onder de grenswaarde van klasse I valt, dan is al met zekerheid te stellen dat de kering nooit in een andere klasse kan vallen.

Het wordt aanbevolen om een uitwerking te kiezen, waarbij de detailniveaus met elkaar in overeenstemming zijn. Het detailniveau van de uitwerking moet allereerst aansluiten bij de betrouwbaarheid van de basisdata c.q. de voorgaande stap. Wanneer in de laatste stappen wordt gekozen voor een gedetailleerde uitwerking kan dit leiden tot schijnnaauwkeurigheden.

De eenvoudige uitwerking zal door de conservatieve aannames aan de veilige kant zijn.

- Op het moment dat meerdere dijkvakken als groep worden beschouwd, wordt de doorbraaklocatie gekozen waar (naar verwachting) de meeste schade zal optreden. De dijkvakken die zijn gegroepeerd krijgen altijd een gevolgschade toegekend die hoger dan of gelijk is aan de schade die optreedt als het dijkvak afzonderlijk was beschouwd
- Als het dynamische verloop van de waterstand en/of debiet op de regionale rivier niet in beschouwing wordt genomen, dan wordt de maximale waterstand of het piekdebiet (over een langere) periode aangehouden. De waterstanden in het overstromingsgebied zullen hierdoor hoger zijn, dan wanneer het dynamische verloop wordt meegenomen. Dit leidt tot een hogere schade.
- Om tot de overstromingsdiepte te komen, moet bepaald worden hoe hoog het water in het gebied komt te staan. De eenvoudigste methode zegt dat de waterstand gelijk is aan de maximale waterstand in de regionale rivier. Hoger dan dit zal het nooit worden, dit is een conservatieve aanname. Meestal stroomt er in een bakjesmodel ook meer water het gebied in dan bij een 2d-model (meer weerstand en obstakels in het gebied), waardoor de waterstanden en daarmee de schades hoger zullen uitvallen.

Een gedetailleerde uitwerking heeft de voorkeur. Maar bij onzekerheden kan beter meer aandacht worden besteed aan een goede gevoeligheidsanalyse, dan aan een verdergaande detailering. Ook kan er begonnen worden met een eenvoudige uitwerking en indien op basis van de uitkomsten een gedetailleerde uitwerking noodzakelijk of wenselijk is, deze gedetailleerdere uitwerking alsnog uit te voeren.

2.6 OMGAAN MET ONZEKERHEDEN

Bij de uitwerking zullen de nodige onzekerheden geïntroduceerd worden. Met name de optredende waterstanden en debieten op de regionale rivier bij de meer extreme herhalingstijden (tot eens in de 1.000 jaar). Om inzicht te krijgen in de effecten van deze onzekerheden op de resulterende normklasse, is een gevoeligheidsanalyse nodig.

Voor de rivierwaterstanden moet bij een grotere onzekerheid een bredere onzekerheidsmarge worden aangehouden. De gevoeligheidsanalyse moet uiteindelijk worden vertaald naar de variatie in de berekende gevolgschade en de daarbij behorende norm. Indien de gevoeligheidsanalyse een andere norm oplevert, dan dient een (bestuurlijke) afweging gemaakt te worden. Geadviseerd wordt om hierbij aan de conservatieve kant te zitten en dus de hogere norm te nemen. Ook kan geprobeerd worden de gebruikte gegevens te verfijnen, waardoor de onzekerheden in de uitkomsten afnemen.

2.7 AANDACHTS- EN VERBETERPUNTEN VAN DE RICHTLIJN

Tijdens het opstellen van de Richtlijn en het uitvoeren van de test casus zijn de onderstaande aandachts- en verbeterpunten geconstateerd. Deze worden hier alleen vermeld en kunnen tijdens het gebruik van de Richtlijn of voor de definitieve Richtlijn worden uitgewerkt. De punten zijn onderverdeeld in aanvullingen van de Richtlijn en verberingen van de instrumenten.

Aanvullingen Richtlijn:

- Een grote input van verbeterpunten wordt verwacht vanuit de praktijkervaring. De inschatting is dat vooral de beschikbare data een knelpunt kan zijn. Het uitwisselen en verzamelen van ervaringen is hierbij essentieel. Aanbevolen wordt om dit goed te faciliteren.
- De gevoeligheidsanalyse zou op basis van meer gegevens en voorbeelden (casus) verder uitgewerkt kunnen worden. Hiermee wordt tevens een goed beeld verkregen van de relevante parameters en waar verfijning van parameters echt zinvol is.
- Een manier voor het bepalen van de debieten en waterstanden voor de extremere herhalingstijden (1:300 en 1:1.000 jaar).



- Opgemerkt wordt dat door de benadering per dijkvak de norm en het toetspeil van de regionale kering varieert. Hiermee kunnen onbedoeld overloopgebieden geïntroduceerd worden, doordat keringen van gebieden met een lagere norm eerder zullen overlopen of doorbreken. De verwachte waterstanden voor de gebieden met een hogere norm worden hierdoor niet gehaald. Dit wordt geconstateerd, maar in deze Richtlijn niet nader uitgewerkt. De consequenties zouden in beeld gebracht moeten worden.

Instrumentarium:

- De basis data van HIS-SSM vullen met gegevens op een kleiner raster en schade functies verfijnen voor ondiepe en kleine overstromingen.

3

UITWERKING VAN DE METHODE

3.1 ALGEMEEN

In dit hoofdstuk is de uitwerking van de stappen opgenomen voor het uitwerken van de normering voor de keringen langs regionale rivieren. Deze stappen zijn:

Stap 1: Gegevensverzameling;

Stap 2: Opdelen in dijkvakken en keuze maatgevende doorbraaklocaties;

Stap 3: Bepalen waterstands en/of debiet verloop op de regionale rivier;

Stap 4: Bepalen gevolgen en gevolgschade van de doorbraken;

Stap 5: Gevoeligheidsanalyse;

Stap 6: Vaststellen normklasse.

De stappen moeten worden beschreven in de rapportage van een normeringstudie.

3.2 STAP 1: GEGEVENSVERZAMELING

De volgende gegevens zijn nodig voor het toepassen van de Richtlijn:

- De hoogtekaart van het overstromingsgebied. Deze is nodig voor verkenning van het gebied, het bepalen van de 'overstromingsgebieden' en het bepalen van de overstromingsdiepte die input vormt voor de HIS schade en slachtoffersmodule. Er dient gebruik gemaakt te worden van een gecorrigeerde AHN (Algemene Hoogtekaart Nederland), waarin vervuiling en meetfouten bij huizen en bossen zijn gecorrigeerd;
- Topografische kaarten. Voor verkennen van het gebied en bepalen van de 'overstromingsgebieden' en het bepalen van de ligging van wegen, spoorwegen en watergangen;
- De ligging van de regionale rivier en de keringen.

Het gebruik van de volgende gegevens/modellen hangt deels af van het gekozen detailniveau voor de verdere uitwerking:

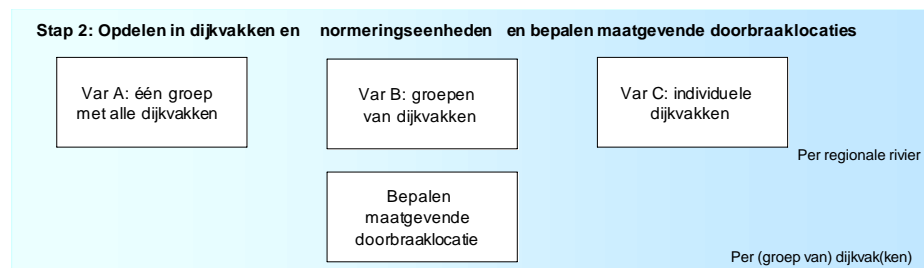
- Hydraulische en hydrologische modellen van de rivier, inclusief documentatie en eventuele rapportage, waarbij gebruik is gemaakt van het model. Hiermee kunnen de waterstands en debietverlopen worden bepaald. Resultaten uit voorgaande studies, zoals NBW normeringen, kunnen een goede bron zijn voor een eerste indicatie van de optredende waterstanden en debieten;
- Overstromingsmodel van het overstromingsgebied. Met dit model kunnen de gevolgen bepaald worden. Opgemerkt wordt dat deze modellen wel geschikt moeten zijn voor het doel binnen de normeringstudies. Overstromingsmodellen moeten voldoende detailniveau hebben voor het voorliggende vraagstuk. In veel gevallen is dat niet zo en moeten deze modellen opgezet worden. De basis voor deze modellen wordt gevormd door de hoogtekaart en het landgebruik;

- Meetgegevens, indien voor deze optie gekozen wordt;
- Gebiedskennis voor bepalen maatgevende doorbraaklocatie(s) en eventueel groeperen van de dijkvakken, eventueel voor het inschatten van de waterstanden en ter verificatie van de gevolgen van een doorbraak;
- Eventuele nevenfuncties van de kering.

3.3 STAP 2: DIJKVAKKEN EN DOORBRAAKLOCATIES

In stap 2 worden de dijkvakken, de normeringseenheden en maatgevende doorbraaklocaties bepaald.

FIGUUR 3-1 ONDERDELEN EN VARIANTEN VAN STAP 2



3.3.1 OPDELEN KERINGEN IN DIJKVAKKEN

De norm moet in principe per dijkvak (dijktracé met eenzelfde overstromingsgebieden) worden bepaald. Op basis van gebiedskennis en een gedetailleerde hoogtekkaart (met daarop aangeven de (spoor)wegen en dijken en watergangen) is veelal een inschatting te geven van het overstromingsgebied langs de regionale rivier. Samen met de beheerders en de deskundigen kunnen hiermee de overstromingsgebieden en dijkvakken worden bepaald. Deze indeling vormt een belangrijk uitgangspunt bij de normering en dient goed te worden vastgelegd.

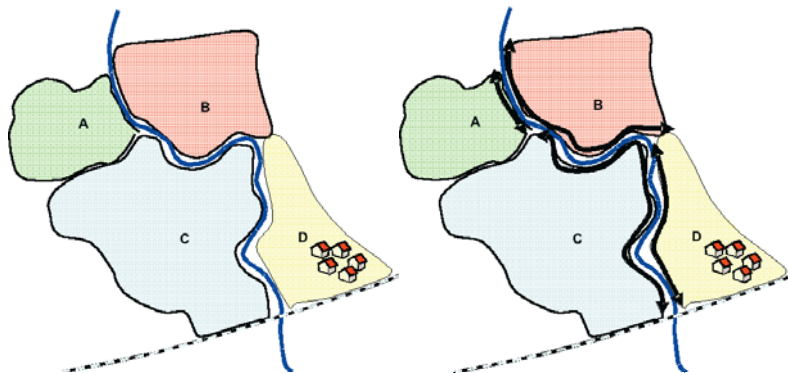
De grenzen van de overstromingsgebieden zullen worden bepaald door hoger liggend land, waaronder wegen en spoorwegen. Bij elementen, zoals wegen en spoorwegen, moet goed in de gaten worden gehouden of de belasting op deze elementen niet zo groot is dat ze hieraan bezwijken. Door het bezwijken van de elementen, zullen deze niet waterscheidend zijn en is het geen grens van het overstromingsgebied. Als de overstromingsdieptes berekend zijn, dient de keuze geverifieerd te worden, omdat dan de daadwerkelijke belasting bekend is.

Een ander aspect waar rekening mee gehouden moet worden zijn watergangen. Bij een overstroming kan het water zich via watergangen door hogere delen in het landschap verplaatsen naar andere (laag gelegen) gebieden.

VOORBEELD

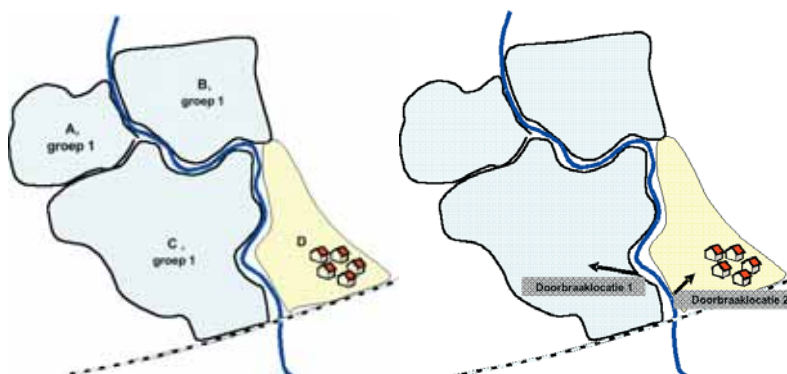
Langs een regionale rivier wordt op basis van gebiedskennis bepaald welke gebieden kunnen overstromen als een kering bezwijkt. Deze gebieden worden vervolgens opgedeeld in overstromingsgebieden en de daarbij horende dijkvakken, zie respectievelijk de linker en rechter schets van Figuur 3 2 Als de kering bezwijkt op het traject van dijkvak C, dan overstroomt alleen gebied C. Tussen A en C ligt een weg en ten zuiden van C ligt een spoorlijn. In dit voorbeeld wordt ingeschat dat er maximaal een halve meter water tegen deze elementen komt te staan en dat deze dat zullen keren. Deze verwachting dient later, als de werkelijke waterstanden bekend zijn, geverifieerd te worden.

FIGUUR 3 2 BEPALEN VAN DE OVERSTROMINGSGEBIEDEN(LINKS) EN DIJKVAKKEN (RECHTS)



Verwacht wordt dat de overstromingsgebieden A t/m C ongeveer dezelfde schade hebben. In overstromingsgebied D wordt vanwege de aanwezigheid van meerdere woningen een hogere schade verwacht. Om de hoeveelheid werk te beperken, zullen de overstromingsgebieden A t/m C als één groep beschouwd worden, zie de linker schets van figuur 3-3. Als overstromingsgebied D ook in de groep wordt opgenomen, dan zal de gevolgschade in dit overstromingsgebied normerend zijn voor alle dijkvakken in de groep. Het gevolg hiervan is dat de dijkvakken A t/m C dezelfde norm krijgen als dijkvak D. Aangezien de schade in D naar verwachting een stuk hoger zal zijn betekent dit een hogere norm voor dijkvak A t/m C, in vergelijking met de situatie waarbij ze afzonderlijk worden beschouwd.

FIGUUR 3 3 GROEPEREN VAN DIJKVAKKEN EN KIEZEN MAATGEVENDE DOORBRAAKLOCATIES



Vervolgens wordt per overstromingsgebied of groep van overstromingsgebieden de maatgevende doorbraaklocatie bepaald. De meeste schade in groep 1 wordt verwacht in overstromingsgebied C. Hier wordt dan ook de maatgevende doorbraaklocatie gekozen (geldend voor de heel groep 1), zie de rechter schets van figuur 3-3.

3.3.2 DRIE VARIANTEN IN NORMERINGSEENHEID

Langs een regionale rivier kan het voorkomen dat er meerdere dijkvakken zijn met min of meer gelijke overstromingsschade. In dat geval kunnen de dijkvakken worden gegroepeerd om de hoeveelheid werk van het normeren te verminderen. In het uiterste geval kunnen alle dijkvakken worden samengevoegd en wordt de normering voor het hele dijktracé in een keer beschouwd.

Nadat de eenheid van normering (dijkvak of een groep dijkvakken) is bepaald, wordt de maatgevende doorbraaklocatie bepaald. Dit is de doorbraaklocatie met de meeste gevolgschade. Omdat bij een groep van dijkvakken de locatie met de grootste gevolgschade gekozen wordt, worden alle individuele dijkvakken in de groep genormeerd op basis van het dijkvak in de groep met de grootste (verwachte) schade.

3.3.3 MAATGEVENDE DOORBRAAKLOCATIES EN BRESVORMING

Per dijkvak of groep van dijkvakken (afhankelijk van de gekozen eenheid) zal de maatgevende doorbraaklocatie gekozen worden. Voorgesteld wordt om samen met de beheerders en de deskundigen de maatgevende locaties te benoemen. Het hoofdcriteria daarbij is de schade die optreedt bij de verschillende bressen, waarbij gekozen wordt voor een locatie waar de schade het grootste is (worst case scenario). Dit kan op zijn beurt weer afhankelijk zijn van:

- de waterstanden op de regionale rivier ter plekke van de bres;
- de diepte tot waarop de bres kan uitschuren (afhankelijk van voor en achterland) en daarmee de grote van de bres en hoeveel water het gebied kan inlopen.

Bij twijfel kan eerst de schade op meerdere doorbraakplaatsen berekend worden (conform stap 3 en 4), waarna de locatie met de grootste schade wordt gekozen.

De bres op de doorbraaklocatie ontstaat bij de maximale waterstand of afvoer van het beschouwde scenario op de regionale rivier (instantaan, zonder bresgroei). De afmetingen moeten ingeschat worden op basis van de lokale omstandigheden, waarbij met name de diepte van de bres van belang is (deze is afhankelijk van het omliggende maaiveld).

3.4 STAP 3: WATERSTANDEN EN/OF DEBIETEN OP DE RIVIER

3.4.1 ALGEMEEN

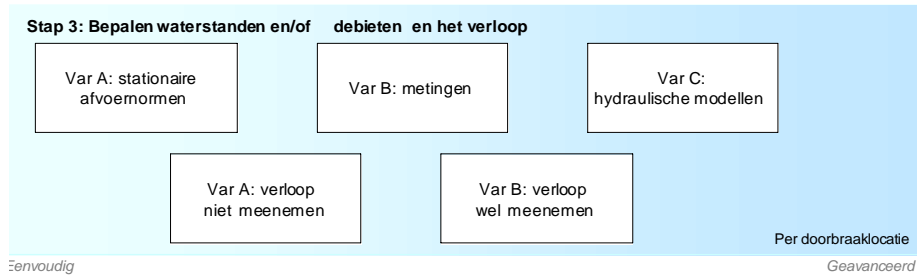
Op basis van een hydrologische analyse wordt in deze stap bepaald wat de maximale waterstanden en/of debieten zijn bij de doorbraaklocaties bij de vijf herhalingstijden. Een tweede parameter die uit de hydrologische analyse moet volgen, is het verloop van de waterstand en/of het debiet. Het verloop zal gebruikt worden als randvoorwaarde voor de overstromingsberekeningen.

De maximale waterstanden en/of debieten en het verloop worden bepaald bij de herhalingstijden van eens in de 10, 30, 100, 300 en 1.000 jaar.

Voor het bepalen van de maximale waterstanden en/of debieten zijn meerdere methodes mogelijk, variërend van eenvoudig tot geavanceerd. In deze Richtlijn wordt niet in detail ingegaan op de hydrologische analyses. De te kiezen methode hangt ondermeer af van de beschikbare gegevens, modellen en gehanteerde en gangbare methodes in voorgaande hydrologische analyses van het gebied.

FIGUUR 3-4

ONDERDELEN EN VARIANTEN VAN STAP 3

**3.4.2 VARIANT A: AFVOERNORMEN**

Het meest eenvoudige alternatief (als geen modellen of andere gegevens beschikbaar zijn) is om het maatgevende debiet te bepalen aan de hand van stationaire afvoernormen (op basis van grootte en karakteristieken van het achterliggende gebied). Hierna kan de maatgevende waterstand worden afgeleid op basis van Q-h relaties.

3.4.3 VARIANT B: METINGEN

De afvoeren en waterstanden bij de herhalingstijden kunnen ook bepaald worden op basis van statistische analyse van gemeten waarden. Hoewel het gebruik van metingen waardevol kan zijn, worden de volgende kantekeningen geplaatst bij het gebruik van metingen:

- Statistiek van de metingen is vanwege de relatief korte meetperiode onbetrouwbaar om de waterstanden bij extremere herhalingstijden te bepalen;
- Het gebied en de waterloop is in de loop van de tijd veranderd. Hierdoor zijn oude metingen niet meer representatief voor de huidige situatie.

3.4.4 VARIANT C: MODELLEN

Voor het bepalen van de maximale waterstanden is idealiter een hydrologisch model van het stroomgebied nodig. In het kader van de NBW toetsing zijn veel modellen opgesteld. Op basis van stationaire afvoernormen, ontwerpbuizen, stochastenmethode of reeksberekeningen kunnen de maximale waterstanden en debieten bepaald worden.

3.4.5 BEPALEN VAN HET WATERSTANDSVERLOOP EN/OF AFVOERVERLOOP

Het waterstandsverloop en/of het afvoerverloop kunnen ook op meerdere manieren worden bepaald:

- De meest eenvoudige manier is uit te gaan van een constant waterpeil die gelijk is aan de maximale waterstand. Voor kleine gebieden (ten opzichte van de aanvoer) zal dit slechts een kleine overschatting opleveren. Voor grotere overstromingsgebieden zal dit leiden tot een forse overschatting. Mogelijk kan hierbij een maximale tijdsduur worden gehanteerd;
- Het verloop kan ook gekozen worden op basis van 'expert judgement' en zal ondermeer afhangen van de grootte van het bovenstroomse gebied (hoe groter het gebied hoe langer de golf);
- Het waterstandsverloop en/of afvoerverloop kan bepaald worden met behulp van (ontwerp) buien in combinatie met een hydrologisch en hydraulisch model;
- Op basis van gemeten afvoergolven. RWS-RIZA hebben hiervoor een afvoergolf-generator ontwikkeld, die op basis van gemeten golven vanuit het verleden standaard afvoergolven samen stelt. Deze is ondermeer gebruikt voor het bovenrivieren gebied (zodra de benedenstroomse randvoorwaarde een rol speelt is deze methode niet meer toepasbaar).

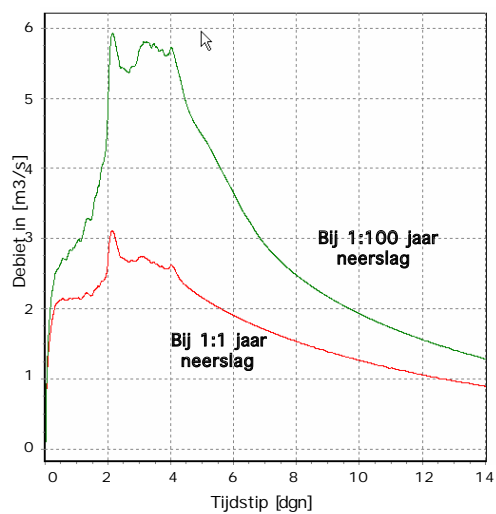


3.4.6 AANDACHTSPUNTEN EN BIJZONDERHEDEN

De herhalingstijden gaan tot eens in de 1.000 jaar. De statistieken van zowel afvoer, neerslag en stationaire afvoeren gaan tot ongeveer 1:100 jaar. Meetreeksen zullen nooit lang genoeg zijn om een nauwkeurige inschatting maken voor deze herhalingstijden. Omdat bij deze herhalingstijden processen gaan spelen die niet meer in modellen zitten, zoals inundatie van gebieden, zullen ook modeluitkomsten onbetrouwbaar zijn.

Een inschatting van deze extremen is wel noodzakelijk, en op basis van de aanwezige kennis zal een zo goed mogelijke inschatting gemaakt moeten worden. Voor de extremere herhalingstijden moet een zo goed mogelijke inschatting gemaakt worden aan de hand van 'expert judgement' en gebiedskennis. De basis hiervoor kan extrapolatie zijn, maar de kans is groot dat er bij deze extreme situaties processen gaan spelen die de afvoer uit het gebied gaan remmen.

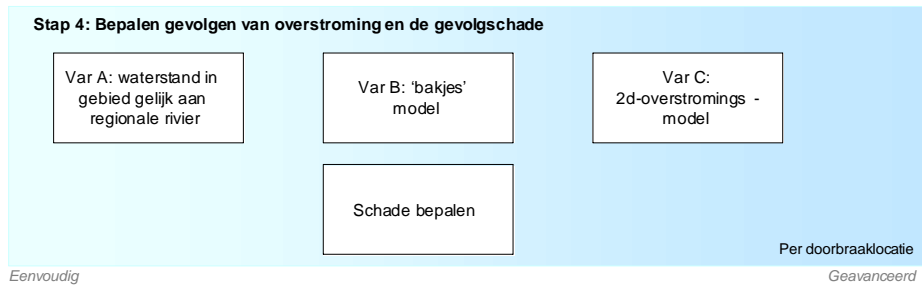
FIGUUR 3-5 VOORBEELD AFVOERGOLVEN BIJ EEN HERHALINGSTIJD VAN EENS PER JAAR EN EENS IN 100 JAAR



3.5 STAP 4: GEVOLGEN VAN OVERSTROMING

In stap 4 worden de gevolgen van de overstroming bepaald, door eerste te bepalen hoe het overstromingsgebied inundeert en vervolgens de gevolgschade te bepalen.

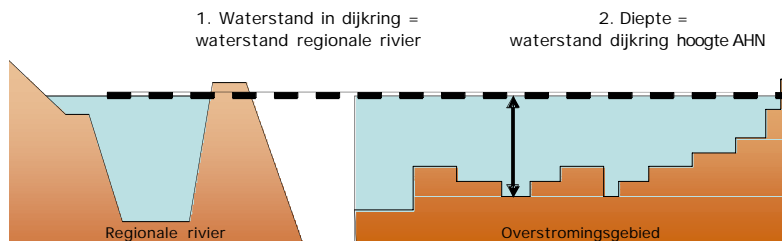
FIGUUR 3-6 ONDERDELEN EN VARIANTEN VAN STAP 2



3.5.1 VARIANT A: WATERSTAND GEBIED GELIJK AAN WATERSTAND RIVIER

De meest eenvoudige manier om de overstromingsdiepte te bepalen, is op basis van de aanname dat de waterstand in het gebied gelijk is aan de waterstand in de regionale rivier. Omdat het voor de schade alleen gaat om de maximale waterdiepte in het overstromingsgebied hoeft alleen gekeken te worden naar de maximale waterstanden op de regionale rivier, het verloop op de rivier heeft geen effect. De methode staat afgebeeld in figuur 3-7.

FIGUUR 3-7 BEPALEN OVERSTROMINGSDIEPTE OP BASIS VAN MAXIMALE WATERSTAND IN DE RIVIER



De aanname dat de waterstand in het gebied gelijk is aan de waterstand op de rivier gaat voor relatief kleine overstromingsgebieden (ten opzichte van de rivier) goed op. Omdat kleine gebieden vrij snel gevuld zijn, zal het overstromingsgebied vol zitten kort na het moment waarop de maximale waterstand op de rivier optreedt. Met de nauwkeurigere methoden zal in deze situatie de maximale waterstand ook rond de maximale waterstand op de rivier liggen.

Voor grotere overstromingsgebieden geeft deze methoden een forse overschatting van de waterstand en gevolgschade. Om de overschatting te reduceren wordt daarom voor grotere gebieden aangeraden om gebruik te maken van een bakjesmodel.

FIGUUR 3-8 VOORBEELD GEBIED DAT THEORETISCH KAN ONDERLOPEN BIJ DE MAXIMUM WATERSTAND (MAAIVELD IS LAGER DAN WATERSTAND). IN WERKELIJKHEID ZAL HET GEBIED KLEINER ZIJN OMDAT DE INSTROOM DUUR BEPERKT IS



3.5.2 VARIANT B: BAKJESMODEL

Als gebruik wordt gemaakt van een bakjesmodel (0d – model), dan wordt op basis van de waterstandverloop of debietverloop op de regionale rivier bepaald hoeveel water het gebied inloopt. Vervolgens wordt met de hoogte eigenschappen (in de vorm van een hoogte/oppervlakcurve) gekeken welke waterstand door het instroomvolume optreedt. Vervolgens kan de overstromingsdiepte weer bepaald worden door de waterstand af te trekken van de hoogte van het maaiveld (AHN). De werkwijze op basis van het bakjesmodel is weergegeven in Figuur 3-9.

FIGUUR 3-9 BEPALEN OVERSTROMINGSDIEPTE MET BEHULP VAN EEN BAKJESMODEL



Als er een model gebruikt wordt voor het bepalen van de waterstanden op de rivier, dan kan het overstromingsgebied ook direct aan dit model gekoppeld worden. De polder is hierbij geschematiseerd als één punt (0d) met de hoogte eigenschappen en de bres bijvoorbeeld als stuw. Hiermee kan dynamisch bepaald worden wat de waterstanden worden.

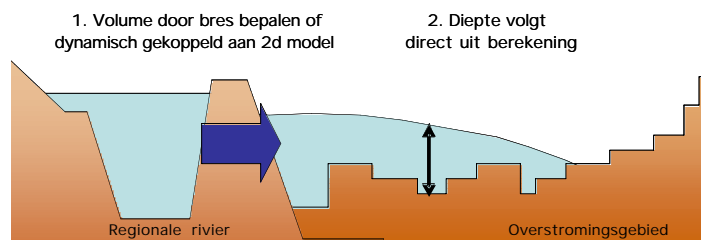
3.5.3 VARIANT C: 2D MODEL

De meest geavanceerde manier is gebruik te maken van een 2d-overstromingsmodel. Gekeken naar de onzekerheden in de voorgaande stappen, lijkt het gebruik van 2d-modellen in de meeste gevallen te geavanceerd. Toch kan een 2d-model in enkele gevallen nuttig zijn, bijvoorbeeld bij grote overstromingsgebieden waarbij het niet duidelijk is waar het water naartoe stroomt.

Bij gebruik van een 2d-model kan het overstromingsmodel direct gekoppeld worden aan het hydraulische model van de regionale rivier of kan eerst bepaald worden hoeveel en wanneer het water het overstromingsgebied inloopt (op dezelfde manier als bij het bakjesmodel). De waterdiepte volgt vervolgens direct uit het model, zie Figuur 3-10.

FIGUUR 3-10

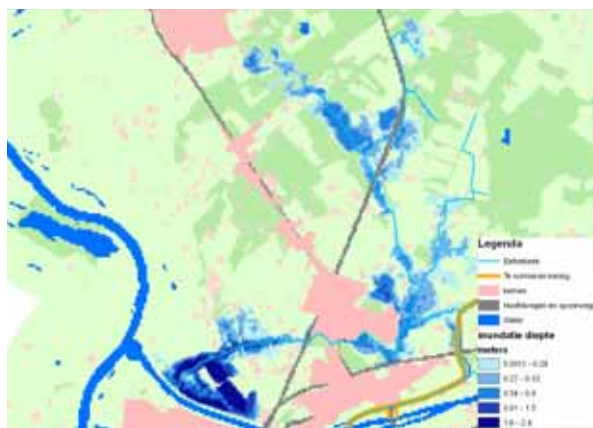
BEPALEN OVERSTROMINGSDIEPTE MET BEHULP VAN EEN 2-D MODEL



Bij het gebruik van 2d-modellen moet het detailniveau het overstromingsgebied aansluiten bij het detailniveau van het model. In de meeste gevallen zal dit niet voorhanden zijn en zal een model speciaal voor de normering opgesteld moeten worden.

FIGUUR 3-11

VOORBEELD INUNDATIEGEBIED BIJ EEN DOORBRAAK VAN EEN DIJKVAK. DE ONDERGELOPEN GEBIEDEN ZIJN BEREKEND MET EEN 1D/2D MODEL



3.5.4 BEREKENEN VAN DE GEVOLGSCHADE

Voor de bepaling van de schade wordt gebruik gemaakt van het programma HIS-SSM (Schade en Slachtoffer Module van het Hoogwater Informatie Systeem van Rijkswaterstaat DWW). Invoer hiervoor is de maximale overstromingsdiepte. Voor de overige wordt gebruik gemaakt van de aanwezige data in HIS-SSM (waaronder het grondgebruik). Hierbij wordt wel opgemerkt dat de aanwezige data in de HIS-SSM een rastergrootte heeft van 100 bij 100 meter. Per grondgebruiktype is een schadefunctie bepaald en is het maximale schadebedrag opgenomen.

Er zijn objecten of vormen van grondgebruik denkbaar die een afwijkend schadepatroon hebben ten opzichte van de standaard patronen die zijn opgenomen in HIS-SSM. Denk hierbij aan bijvoorbeeld energiecentrales voor een groot deel van Nederland en RWZI's, maar ook aan fruitteelt als vorm van het grondgebruik of natuurgebieden. Hierbij kan de meer of minder schade worden verrekend in de uitkomsten van HIS-SSM. Ook kan een aparte schadefunctie worden opgenomen in HIS-SSM.

3.6 STAP 5: GEVOELIGHEIDSANALYSE

In de stappen tot en met het bepalen van de gevolgschade zitten onzekerheden en onnauwkeurigheden. Om een beeld te krijgen wat het effect van deze onzekerheden is, wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De grootste onzekerheid zit in de waterstanden en debieten op de regionale rivier. De gevoeligheidsanalyse wordt daarom ook uitgevoerd op de waterstand en/of het debiet. Mochten er duidelijke aanwijzingen zijn dat een andere onzekere factor ook significant kan bijdragen, dan moet deze ook meegenomen worden in de gevoeligheidsanalyse.

De nauwkeurigheid van de waterstanden of debieten wordt voor de gevoeligheidsanalyse geschat door het kiezen van (aannemelijke) bovengrenzen bij de beschouwde herhalingstijden. Voor deze waterstanden en/of debieten moeten vervolgens ook de gevolgschades worden bepaald (door uitvoering van stap 3 tot 4) en vervolgens ook de norm, conform stap 6. Dit geeft inzicht of de onzekerheden groot genoeg zijn om uit te komen op een andere normklasse. Welke norm uiteindelijk wordt gekozen (via de normale bepaling of de gevoeligheidsanalyse), wordt niet voorgeschreven in deze Richtlijn, maar zal onderdeel uitmaken van de uiteindelijke (bestuurlijke) keuze van de normeringsklasse. Geadviseerd wordt om hierbij aan de conservatieve kant te zitten en dus de hogere norm te nemen. Ook kan geprobeerd worden de gebruikte gegevens te verfijnen, waardoor de onzekerheden in de uitkomsten afnemen.

3.7 STAP 6: VASTSTELLEN NORMKLASSE

Bij de 'IPO-plus methode' wordt de norm bepaald op grond van de gevolgschade als gevolg van een afvoergolf op de rivier. De gevolgschade als gevolg van een waterstand met een kans van optreden gelijk aan de laatste kolom van Tabel 3-1 wordt vergeleken met het gevolgschade-criteria behorende bij deze klasse. Als de gevolgschade voldoet aan dit criterium, dan is dat de klasse waarop de kering genormeerd wordt. Indien meerdere klassen mogelijk zijn dan wordt de hoogste gekozen.

TABEL 3-1 NORMERING VOOR KERINGEN LANGS REGIONALE RIVIEREN

Klasse	Veiligheidsnorm	Gevolgschade criteria voor de klasse [mln. Euro]	Frequentie van de maatgevende rivierwaterstand voor bepaling gevolgschade
I	1/10	< 8	1/10
II	1/30	8 - 25	1/30
III	1/100	25 - 80	1/100
IV	1/300	80 - 250	1/300
V	1/1.000	>250	1/1.000

VOORBEELD

Een voorbeeld. De schade bij T10, 30, 100, 300 en 1000 is achtereenvolgens 20, 40, 60, 80 en 100 miljoen euro. Invullen in de tabel levert voor klasse III (de 60 miljoen zit tussen 25 en 80) en IV (de 80 valt in deze klasse) op dat de schade overeen komt met de gebruikte invoer. De hoogste klasse wordt dan de norm, dat is klasse IV. Ook blijkt dat de schade voor T1000 niet dermate toeneemt dat een norm gelijk aan klasse V nodig is.

TABEL 3 2 VOORBEELD VOOR HET BEPALEN VAN DE NORM

Klasse	Veiligheids-norm	Gevolgschade criteria voor de klasse [mln. Euro]	Frequentie van de maatgevende rivierwaterstand voor bepaling gevolgschade	Bepaalde gevolgschade € [mln. Euro]	Voldaan aan gevolgschade criteria
I	1/10	< 8	1/10	20	
II	1/30	8 - 25	1/30	40	
III	1/100	25 - 80	1/100	60	ja
IV	1/300	80 - 250	1/300	80	ja
V	1/1.000	>250	1/1.000	100	

Stel nu echter dat buiten het gebied veel indirecte schade optreedt of een overstroming in dit gebied veel andere aanvullende nadelen heeft, dan kunnen deze overwegingen in het bestuurlijke besluit over de normering worden meegenomen en leiden tot een hogere norm.

I BEGRIPPENLIJST

Toetspeil	Waterstand die wordt gebruikt voor het beoordelen van de toestand van de waterkeringen met een overschrijdingsfrequentie conform de norm. Voor rivieren wordt het toetspeil gegeven voor de as van de rivier.
Overschrijdingsfrequentie	Gemiddeld aantal keren dat in een bepaalde tijd een verschijnsel een zekere waarde bereikt of overschrijdt. Concreet betekent dit dan bij een norm van 1:1.000 een kering een waterstand moet kunnen keren die gemiddeld 1x per 1.000 jaar wordt bereikt of overschreden.
Waterkering langs een regionale rivier	(volgens visie-document UvW en IPO) Veel zijrivieren worden in hun loop begrensd door waterkeringen, terwijl zij afwateren op een van de grotere rivieren. Hoewel afvoeren en waterstandsfluctuaties van deze zijrivieren veel kleiner zijn dan die van grote rivieren, kunnen overstromingen ook hier grote gevolgen hebben. De dijken, die deze rivieren binnen hun oevers houden, hebben niet de status van primaire waterkering, maar wel dezelfde functie.
Overstromingsgebied	Gebied dat overstroomt bij een doorbraak van een kering. Overstromingsgebieden langs regionale keringen zullen vaak begrensd worden door hoger gelegen land of verhoogde lijnelementen zoals wegen.
Dijkvak	in deze Richtlijn: dijktracé met eenzelfde overstromingsgebied
AHN	Algemene Hoogtekaart Nederland
HIS-SSM	Schade en Slachtoffer Module van het Hoogwater Informatie Systeem van Rijkswaterstaat DWW

II KEUZE EN ONDERBOUWING NORMERING

Tijdens het opstellen van de norm zijn verschillende normeringsmethoden bekeken, waarbij uiteindelijk is gekozen voor de 'IPO-plus methode'. Deze bijlage geeft een overzicht waarom voor deze methode is gekozen. Deze informatie kan van belang zijn bij toekomstige verfijning van de Richtlijn. Eerst zal een overzicht worden gegeven van de beschouwde methoden. Daarna zullen de argumenten worden gegeven, op basis waarvan de IPO-plus methode is gekozen.

TOELICHTING BESCHOUWDE METHODEN

De methoden onderscheiden zich alleen ten opzichte van elkaar hoe, op basis van de overstromingsschade, tot een norm wordt gekomen. Het bepalen van de overstromingsgevolgen, de te gebruiken veiligheidsklassen en het bepalen van de hydraulische belastingen zijn voor elk van de methoden gelijk. In onderstaande wordt kort toegelicht hoe, op basis van overstromingsschade, tot een norm wordt gekomen voor de drie methoden. Centraal hierin staat de indeling in veiligheidsklassen zoals die is opgenomen in onderstaande tabel.

TABEL 1

VEILIGHEIDSKLASSEN, DIRECTE ECONOMISCHE GEVOLGSCHADE EN Overschrijdingsfrequenties

Veiligheidsklasse	Directe economische gevolgschade (Mln euro)	Overschrijdingsfrequentie per jaar
I	0 - 8	1/10
II	8 - 25	1/30
III	25 - 80	1/100
IV	80 - 250	1/300
V	>250	1/1000

IPO methode

Strikt toepassen van de IPO methode betekent een iteratief proces. De overstromingsschade wordt berekend horende bij een belasting die eens in de 100 jaar voorkomt. Op basis van de schade wordt bepaald welke veiligheidsklasse aan de kering zal worden toegekend door het invullen in de bovenstaande tabel. Als op basis van de berekende schade de veiligheidsklasse niet gelijk is aan de T100 belasting dan zal een nieuwe berekening worden gemaakt. Invoer voor deze nieuwe berekening is een belasting die gelijk is aan de veiligheidsklasse zoals die eerder is bepaald. Dit proces wordt iteratief doorlopen totdat de veiligheidsklasse die volgt uit de overstromingsschade gelijk is aan de invoer (terugkeertijd van de hydraulische belasting).

Een voorbeeld. Op basis van een T100 belasting wordt een schade berekend van 85 miljoen euro. Deze schade hoort bij een veiligheidsklasse IV en is gekoppeld aan een terugkeertijd van de waterstand van 300 jaar. Vervolgens wordt de overstromingsschade berekend bij een belasting die overeen komt met 300 jaar en dan is de schade 90 miljoen euro. Deze valt eveneens in klasse IV en de iteratie kan worden afgerond. De norm is dan klasse IV, een terugkeertijd van de waterstand van 300 jaar.

IPO plus methode (deze wordt voorgesteld voor de Richtlijn)

Bij de IPO-plus methode wordt invulling gegeven aan het feit dat de schade (sterk of minder sterk) kan toenemen bij een hogere belasting op de regionale rivier. De schade wordt berekend voor alle terugkeertijden zoals opgenomen in de bovenstaande tabel. Vervolgens wordt gekeken welke norm op basis van de schade wordt toegekend. De uiteindelijke norm die wordt toegekend is net als in de IPO methode gelijk aan de klasse waarin de overstromingsschade horende bij een veiligheidsklasse overeen komt met de gebruikte terugkeertijd als invoer van de berekening. Als meerdere klassen mogelijk zijn dan wordt de hoogste gekozen.

Een voorbeeld. De schade bij T10, 30, 100, 300 en 1000 is achtereenvolgens 20, 40, 60, 80 en 100 miljoen euro. Invullen in de tabel levert dat voor klasse III (de 60 miljoen zit tussen 25 en 80) en IV (de 80 valt in deze klasse) de schade overeen komt met de gebruikte invoer. De hoogste klasse wordt dan de norm, dat is klasse IV. Wat ook blijkt dat de schade voor T1000 niet dermate toeneemt dat een norm gelijk aan klasse V nodig is.

Integratiemethode

In de integratiemethode wordt de schade, net als in de IPO plus methode, berekend voor alle terugkeertijden horende bij de veiligheidsklasse. Vervolgens wordt het risico berekend waarbij rekening wordt gehouden met de toenemende schade bij een afnemende kans. Hierbij geldt een acceptabel risico van 800.000 euro per jaar.

Hierbij wordt er rekening mee gehouden dat als de schade sneller toeneemt dan dat de kans afneemt, er dan een hogere norm wordt toegekend. De consequentie is echter dat als de schade minder snel toe neemt dan de kans af neemt dat er dan een lagere norm wordt toegekend (zie voorbeeld hierboven). In de uitgevoerde cases is het laatste het geval en dat leidt dan ook tot lagere normen (en lagere veiligheid) voor dezelfde keringen als de integratiemethode wordt toegepast dan bij toepassen van de IPO plus methode.

Als hetzelfde voorbeeld wederom wordt gebruikt en hier wordt de integratiemethode op toegepast dan volgt een norm die hoort bij veiligheidsklasse III, bij deze klasse is het risico kleiner dan 800.000 euro per jaar. De veiligheidsnorm is dus een klasse lager dan bij toepassen van de IPO-plus methode waarbij uitgegaan is van exact dezelfde basis informatie. Dit kan worden verklaard doordat de schade bij extremere gebeurtenissen niet voldoende toeneemt in verhouding tot de afname van de kans.

ARGUMENTEN VOOR HET KIEZEN VAN DE 'IPO-PLUS METHODE'

Uiteindelijk is voor de 'IPO-plus methode' gekozen op basis van de volgende argumenten:

- Er wordt rekening gehouden met het feit dat de schade bij een extremere belasting sterk kan toenemen. De overstromingsschade wordt berekend voor verschillende terugkeertijden (10, 30, 100, 300 en 1000 jaar) op de regionale rivier.
- De indeling in veiligheidsklassen (normen) is bij IPO-plus gelijk aan de indeling in klassen zoals die wordt gehanteerd voor boezemkeringen, de indeling in klassen behoeft geen bijstelling. Bijstelling van deze klassen, consequentie van de keuze voor de "integratiemethode", is niet nodig als een vergelijkbare veiligheid gewenst is.
- Op basis van een berekende overstromingsschade kan direct tot een normstelling worden overgegaan die is gekoppeld aan de overschrijdingskans van de waterstand op de regionale rivier. Er is geen verdere berekening van het risico noodzakelijk. De methode is daarmee zeer praktisch.
- De methode sluit goed aan bij de bestaande normering van boezemkades. De schade criteria voor de klassen van de normering van boezemkades zijn bij de 'IPO-plus methode' ook goed toepasbaar voor keringen langs regionale rivieren.
- De methode is praktisch toepasbaar en is het meest robuust in verhouding tot de beschikbare basisgegevens.

Overwegingen om de IPO-methode niet te kiezen

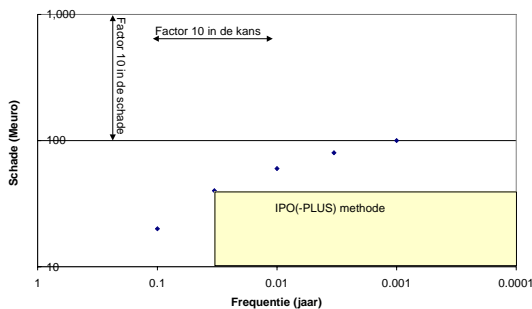
- Bij de IPO-methode wordt niet strikt voorgeschreven om de schade bij alle veiligheidsklassen te bepalen. Dit inzicht in de schade, zeker bij meer extreme gebeurtenissen, is voor regionale rivieren echter wel degelijk gewenst.

De integratiemethode wordt niet gekozen omdat:

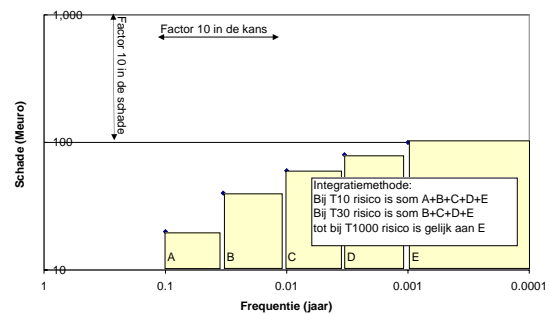
- Het berekende risico is gebaseerd op een overschrijdingskans van de waterstand, terwijl de overstromingskans hiervoor gebruikt zou moeten worden. Informatie over de overstromingskans voor regionale waterkeringen langs regionale rivieren is op korte termijn nog niet te verwachten.
- In de praktijk blijkt deze methode gevoeliger voor onzekerheden. Dit is deels te verklaren, omdat in de risico bepaling de schade met een lagere herhalingsstijd extra zwaar meeweegt.

Overweging om een andere methode wel te kiezen

Voor de integratiemethode pleit dat de berekening van het risico wiskundig gezien correcter is. Het risico wordt berekend op basis van een indeling in klassen (zie schema voor het verschil met de IPO-plus methode). Klassen worden gevormd op basis van de te beschouwen veiligheidsklassen. Het risico is de som van de oppervlaktes van de “blokken” (integreren) horende bij de veiligheidsklassen gelijk, of hoger dan de toe te kennen veiligheidsnorm. In de IPO methode wordt het risico benaderd door maar één klasse te beschouwen, de klasse van de toe te kennen veiligheidsnorm.



RISICO VOLGENS DE IPO METHODE



RISICO VOLGENS DE INTEGRATIEMETHODE

KEUZE VOOR KLASSE INDELING EN GEVOLGSCHADE CRITERIA

Voor de normering met de 'IPO-plus methode' wordt de normering overgenomen, zoals deze is toegepast voor de boezemkades. De onderverdeling van de gevolgschade criteria van de boezemkades is bepaald op de range van schades die mogelijk zijn bij een boezemkade breuk (geen verdere risico en kosten/ baten afweging). De klasse indeling en ook de gevolgschade blijken op basis van de uitgevoerde casestudies goed toepasbaar.