

**Standaardmethode 2017
Schade en slachtoffers als
gevolg van overstromingen**



Standaardmethode 2017
Schade en slachtoffers als gevolg
van overstromingen

Kymo Slager
Dennis Wagenaar

11200580-004

Titel

Standaardmethode 2017
Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Project

11200580-004

Kenmerk

11200580-004-HYE-0002

Pagina's

27

Trefwoorden

SSM2017, schade, slachtoffers, overstromingen, standaardmethode, binnendijks, buitendijks, regionaal

Samenvatting




Dit document beschrijft de Nationale standaardmethode 2017 van schade-en slachtofferbepaling bij overstromingen: SSM2017. De methode vervangt HIS-SSM die dateert van 2005. De belangrijkste aanpassingen betreffen actualisatie van de bevolkings- en bedrijfsgegevens en het implementeren van nieuwe inzichten met name ten aanzien van (indirecte) bedrijfsschade en lagere maximale schadebedragen voor woningen. De methode voor de bepaling van het aantal slachtoffers is alleen voor buitendijkse gebieden aangepast. Wel nieuw is dat – voor beschermde gebieden langs het hoofdwatersysteem - per overstromingsscenario een indicatie wordt gegeven voor de effectiviteit van een preventieve en verticale evacuatiestrategie bij een waarschuwingstijd van 1, 2 en 3 dagen.

De methode is met name geschikt voor grootschalige diepe overstromingen. Gebruik ervan voor buitendijkse gebieden en overstromingen vanuit het regionale systeem is mogelijk mits data met een nauwkeurige resolutie wordt aangeleverd en extra aandacht wordt besteed aan de interpretatie van de resultaten.

Eerst wordt een overzicht gegeven van gebruikte geografische en economische gegevens en daarna worden de schadefuncties beschreven om schades en slachtoffers bij binnendijkse, buitendijkse en regionale overstromingen te bepalen.

Referenties

--

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	apr. 2017	Kymo Slager		Karin de Bruijn		Marcel van Gent	
		Dennis Wagenaar					

Status

definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Toepassingsbereik	1
1.3	Leeswijzer	2
2	Overzicht	3
2.1	Algemeen	3
2.2	Slachtoffers en getroffen	3
2.3	Economische schade	4
2.4	Getroffen kwetsbare objecten en gebieden	4
3	Gegevens	5
3.1	Invoer gegevens	5
3.2	Gebiedsgegevens	6
3.2.1	Bedrijven	6
3.2.2	Woningen	6
3.2.3	Infrastructuur	7
3.2.4	Overige	7
3.2.5	Inwoners	8
3.2.6	Overige objecten	8
4	Bepalen van de overstromingsschade	11
4.1	Schade bij overstromingen in binnendijkse gebieden	11
4.1.1	Schadeberekening	11
4.1.2	Schadefactoren bedrijven	12
4.1.3	Schadefactoren woningen	13
4.1.4	Schadefactor infrastructuur	14
4.1.5	Schadefactoren overige categorieën	14
4.1.6	Maximale schadebedragen	15
4.2	Schade bij overstromingen in buitendijkse gebieden	16
4.2.1	Woningen buitendijks	16
4.2.2	Bedrijven buitendijks	17
4.2.3	Overige categorieën buitendijks	18
4.3	Schade door overstromingen vanuit het regionale watersysteem	18
4.4	Rapportage van schade in de uitvoerbestanden	19
4.5	Bruikbaarheid schadefuncties	19
5	Bepalen aantal slachtoffers	21
5.1	Algemeen	21
5.2	Berekening aantal slachtoffers	21
5.2.1	Slachtofferfuncties	21
5.2.2	Rapportage van slachtoffers en mortaliteit in de uitvoerbestanden	22
5.2.3	Indicatie slachtoffers voor verschillende evacuatiestrategieën	23
5.2.4	Slachtofferfunctie in buitendijkse gebieden	25
5.2.5	Slachtofferfunctie bij overstromingen vanuit het regionale watersysteem	25
6	Referenties	27

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In Nederland bestaat een standaard Schade en Slachtoffermodel HIS-SSM voor het bepalen van schade en slachtoffers ten gevolge van overstromingen. Dit model is ook gebruikt bij het afleiden van de waterveiligheidsnormen die per 1 januari 2017 wettelijk zijn verankerd. De afgelopen jaren is het model geactualiseerd en verbeterd op basis van nieuwe data en inzichten.

Dit rapport beschrijft de Standaardmethode 2017 waarmee schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen kunnen worden bepaald. Deze gestandaardiseerde methode maakt het mogelijk de uitkomsten van verschillende studies met elkaar te vergelijken.

Voor meer achtergronden van de Standaardmethode en een meer uitgebreide uitleg van de verschillende onderdelen wordt verwezen naar De Bruijn et al. (2015), de Bruijn en Slager (2014) en Slager et al. (2013). De achtergronddocumenten verwijzen naar de ontwikkeling ten behoeve van de Standaardmethode 2015; vanwege het uitbrengen van de nieuwe schade-en slachtoffermodule in 2017 wordt vanaf hier gesproken over Standaardmethode Schade-en Slachtoffers 2017.

Tevens is de vorige Standaardmethode beschreven in Kok et. al. (2005) een belangrijk fundament voor de structuur van de huidige methode geweest. De methodebeschrijving voor 2017 volgt zoveel mogelijk de vorige Standaardmethode-beschrijving.

1.2 Toepassingsbereik

Toepassing van de Standaardmethode 2017 is voor verschillende gebruikers belangrijk:

1. voor de **rijksoverheid** die verantwoordelijk is voor de veiligheidsnormen van de waterkeringen langs het hoofdwatersysteem, die sinds 2017 grotendeels zijn gebaseerd op de gevolgen van een overstroming;
2. voor de **provincies** die verantwoordelijk zijn voor het normeren van regionale keringen.
3. voor de **veiligheidsregio's** die verantwoordelijk zijn voor het opstellen van evacuatiestrategieën bij rampenplannen;
4. voor **overheden zoals gemeenten, waterschappen en provincies** die verantwoordelijk zijn voor ruimtelijke ordening en rampenbestrijding. Deze actoren hebben o.a. informatie nodig over de potentiële overstromingsschade, getroffen en slachtoffers in verschillende gebieden, evenals schade aan vitale en kwetsbare infrastructuur; en
5. voor **verzekeraars** die overstromingsschade verzekeren.

De Standaardmethode Schade-en slachtoffers 2017 gaat uit van het peiljaar 2011. Dit betekent dat alle maximale schadebedragen uit het CBS en geografische data van verschillende bronnen zo goed mogelijk de situatie in 2011 representeren. In hoofdstuk 3 is aangegeven uit welke bronnen precies de gegevens komen.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport start in hoofdstuk 2 met een overzicht van de verschillende onderdelen van de methode en in hoofdstuk 3 wordt de gegevensverzameling besproken. Tenslotte beschrijven hoofdstuk 4 en 5 de methode van schade-en slachtofferbepaling. In hoofdstuk 6 zijn de referenties te vinden van de belangrijkste achtergrondrapporten en notities.

2 Overzicht

2.1 Algemeen

Overstromingen kunnen de maatschappij op verschillende manieren treffen. Bij overstromingen kunnen veel slachtoffers vallen. Ook kan een overstroming objecten en producten beschadigen, het gebruik of functioneren van gebouwen, locaties of bedrijven bemoeilijken en belangrijke infrastructuur onderbreken wat weer tot meer bedrijfsonderbreking kan leiden.

Overstromingsgevolgen kunnen worden ingedeeld naar (zie ook Tabel 2.1):

- fysiek contact met water: schade als gevolg van direct fysiek contact met water of bedrijfsuitval door het niet kunnen gebruiken van locaties of machines;
- locatie waar het gevolg optreedt: in het overstroomde gebied (directe schade), buiten het overstroomde gebied (indirecte schade);
- mogelijkheid tot het in een geldbedrag uitdrukken van de schade (monetair en niet-monetaire schade).

Tabel 2.1 Indeling van overstromingsgevolgen

Categorie		Monetair waardeerbaar	Niet-monetair waardeerbaar
Direct	Fysieke schade	Kapitaalverlies (woningen, gewassen, auto's, fabrieken, gebouwen)	Slachtoffers ¹ , ecosystemen, vervuiling, monumenten, cultuurverlies
	Bedrijfsuitval*	Verlies uit productiestilstand, inkomensverlies (binnen het getroffen gebied)	Sociale verstoring, emotionele schade
Indirect		Productieverlies buiten het getroffen gebied en onderbreking van infrastructuur	Emotionele schade, overlast door onderbreking van infrastructuur en schade aan ecosystemen buiten het overstroomde gebied

* Bedrijfsuitval wordt vaak als indirecte schade gerekend. In de Standaardmethode worden alleen schades die buiten het getroffen gebied optreden als indirecte schade beschouwd.

Met de standaardmethode kunnen voor elke (simulatie van een) Nederlandse overstroming diverse overstromingsgevolgen berekend worden, zoals hoeveel objecten en inwoners getroffen worden, hoeveel *directe* schade er op kan treden en hoeveel *slachtoffers* er kunnen vallen. Er zijn ook bepaalde kwetsbare objecten en gebieden die ook worden geïdentificeerd omdat deze belangrijk zijn in de crisisbeheersing (bijv. scholen, ziekenhuizen) of omdat deze lastig in geld uit te drukken zijn (bijv. cultureel erfgoed en natuurgebieden). De uitkomsten van de methode kunnen worden gebruikt in een analyse van overstromingsrisico's.

2.2 Slachtoffers en getroffen

De standaardmethode beschouwt het aantal getroffen inwoners en slachtoffers, aangenomen dat zij ten tijde van de overstroming in hun eigen huis verblijven. Inwoners die getroffen zijn door een overstroming worden tevens per woningtype en per aankomsttijdzone gerapporteerd.

¹ er zijn uitzonderingen; in de nationale MKBA (Kind, 2011) zijn slachtoffers wel monetair gewaardeerd

Om een indicatie te geven van het aantal slachtoffers gegeven evacuatie worden bij gebruik van de binnendijkse methode naast het aantal slachtoffers zonder evacuatie (standaard) ook het aantal slachtoffers bij preventieve en verticale evacuatie gerapporteerd. Dit gebeurt voor verschillende waarschuwingstijden (1,2 en 3 dagen). Daarbij wordt een bepaalde ruimtelijke verdeling van de achterblijvers in het getroffen gebied aangenomen.

2.3 Economische schade

In de standaardmethode wordt alleen schade berekend die uitgedrukt kan worden in een geldbedrag. Fysieke schade is voornamelijk afhankelijk van overstromingskenmerken, terwijl bedrijfsuitval meer door de getroffen lokale economie en het moment van overstromen worden bepaald. De bepaling van de twee schadetypes is ook fundamenteel anders.

Fysieke schade wordt bepaald door verlies aan kapitaal en productie per getroffen object of landgebruik op te tellen. De relaties tussen schades en overstromingskenmerken zijn voor elke schadecategorie vastgelegd in schadefuncties (of 'kwetsbaarheidscurven'). Onder de directe schade valt de schade die optreedt aan objecten, kapitaalgoederen en roerende goederen vanwege het directe contact met water. Hiertoe behoren:

- herstelschade aan onroerende goederen in eigendom of huur: erven en opstallen;
- herstelschade aan productiemiddelen, zoals machinerie, apparatuur, procesinstallaties en transportmiddelen;
- schade aan inboedels;
- schade door het verloren gaan van roerende goederen, zoals grondstoffen, hulpstoffen en producten (inclusief schade aan oogst).

Schade ten gevolge van bedrijfsuitval is de schade die voortvloeit uit de zakelijke verliezen door productiestilstand. Het is voornamelijk afhankelijk van de mate van vervangbaarheid van de productie door bedrijven buiten het overstroomde gebied (o.b.v. beschikbare kennis, beschikbare capaciteit en de rol van het bedrijf in de productieketen) en de duur van de productiestilstand (De Bruijn et al.,2015).

De resultaten van de methode zijn bruikbaar als invoer voor de berekening van indirecte schade.

2.4 Getroffen kwetsbare objecten en gebieden

In het overstromingsrisicobeheer is extra aandacht voor kwetsbare objecten. Een deel hiervan wordt in SSM2017 geïdentificeerd. Deze objecten kunnen bij overstroming potentieel tot veel schade (ook niet-monetair) of slachtoffers leiden. Onder deze categorie vallen instellingen met grote groepen mensen (vaak niet-zelfredzaam) zoals scholen, ziekenhuizen etc., objecten met grote cultuurhistorische waarde, zoals rijksmonumenten en instellingen die bij overstroming tot een significant milieurisico kunnen leiden, zoals Industrial Emission Directive (IED)-installaties². Ook worden kwetsbare gebieden, beschermd volgens de Kader Richtlijn Water, zoals drinkwaterwinlocaties, zwemwaterlocaties en natura2000 gebieden gerapporteerd. In SSM2017 wordt alleen het aantal getroffen objecten (of oppervlakte) gerapporteerd en niet de bijbehorende economische schade.

² IED-installaties zijn aangewezen volgens de Europese Richtlijn "Industriële emissies" en kunnen bij overstroming incidentele milieuverontreiniging veroorzaken. Het deel van deze bedrijven dat grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen opslaat, is landelijk geregistreerd bij het RIVM. Deze inrichtingen (en transportroutes) vallen onder het externe veiligheidsbeleid.

3 Gegevens

3.1 Invoer gegevens

Om de verwachte schade en het verwachte aantal slachtoffers te kunnen berekenen dient tenminste een kaart ingevoerd te worden met de maximale overstromingsdiepte per locatie. Het invoeren van de stijgsnelheid en stroomsnelheid is optioneel; indien niet ingevoerd wordt uitgegaan van een lage stijgsnelheid en stroomsnelheid, die dan geen invloed hebben op de schade en slachtoffers. Verder is het ook optioneel om bijvoorbeeld de minimale aankomsttijd van het water behorende bij de simulatie in te voeren. Deze wordt dan gebruikt voor de rapportage van slachtofferaantallen. Deze gegevens volgen bijvoorbeeld uit de resultaten van een hydrodynamische berekening uitgevoerd met Delft-FLS, Sobek-1d2d of andere modelinstrumenten. In de gebruikshandleiding zijn de exacte technische eisen die gesteld worden aan de invoergegevens beschreven.

Voor het berekenen van een indicatief aantal slachtoffers gegeven een mogelijke evacuatiestrategie (preventief of verticaal) bij een overstromingssimulatie (binnendijkse) overstroming vanuit het hoofdwatersysteem is het nodig dat de gebruiker ook het normtraject (zie Figuur 3.1) kiest, waarvoor de simulatie is gemaakt.



Figuur 3.1 Normtrajecten uit de Waterwet

3.2 Gebiedsgegevens

Hieronder worden de verschillende gegevensbronnen en bewerkingen beschreven van de verschillende gebiedsgegevens die gebruikt worden in de Standaardmethode. Hierbij is het goed te vermelden dat de gegevens standaard worden gemaakt door de vectorbestanden te verrasteren naar 5m, 25m, 50m en 100m grids. Hierdoor wordt zoveel als mogelijk vermeden dat er informatieverlies optreedt door benodigde 'resampling' van de invoergegevens.

3.2.1 Bedrijven

Voor het bepalen van schade aan bedrijven wordt gebruik gemaakt van de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Deze registratie is gratis, publiek beschikbaar, heeft een hoge nauwkeurigheid en wordt goed beheerd. Voor deze methode maken we gebruik van de gegevens behorende bij peildatum: juli 2014.

De belangrijkste onderdelen van de BAG, zijn de panden en de verblijfsobjecten, met gegevens over het gebruiksoppervlak, de geometrie, xy-coördinaat (of adres) en het gebruiksdoel.

De BAG beschrijft per verblijfsobject (met adres) *een of meer* gebruiksdoelen. Deze gebruiksdoelen zijn gedefinieerd in het bouwbesluit en weergegeven in Tabel 3.1. De gebruiksdoelen worden voor SSM vertaald naar nieuwe beschrijfschade-categorieën.

Tabel 3.1 Vertaaltabel tussen BAG gebruiksdoelen en SSM2017 bedrijfsschade categorieën

SSM2017	BAG gebruiksdoel
Bijeenkomst	Bijeenkomstfunctie, Logiesfunctie
Kantoor	Kantoorfunctie, Celfunctie
Gezondheidszorg	Gezondheidszorgfunctie
Industrie	Industriefunctie, Overige gebruiksfunctie
Onderwijs	Onderwijsfunctie
Sport	Sportfunctie
Winkel	Winkelfunctie

De schade aan bedrijven (en bedrijfsuitval) worden gebaseerd op het aantal m2 vloeroppervlak. De waarde wordt gerepresenteerd door de xy-locatie van de postbus van het betreffende bedrijf. Deze kan beperkt afwijken van de daadwerkelijke locatie.

3.2.2 Woningen

Om de schade aan woningen te bepalen wordt net al bij bedrijven in de basis gebruik gemaakt van de BAG (peildatum: juli 2014).

De BAG levert twee gekoppelde geografische bestanden: panden en adreslocaties. De panden worden met hun 'footprint' gerepresenteerd en hebben een 'een-tot-veel' relatie met adreslocaties. Adreslocaties hebben xy-coördinaten en hebben als attributinformatie het gebruiksdoel ('woonfunctie') en het bijbehorende vloeroppervlak. Via een vaste rekenkundige procedure worden de woonadressen aan een verdieping in een pand gekoppeld; dit is nodig omdat er ook gebouwen bestaan waar woningen boven bijvoorbeeld winkels zijn gelegen.

Op deze manier worden 2 woontypen gedifferentieerd:

- 1 Eengezinswoningen (incl. boerderijen en bungalows); en
- 2 Appartementen (gebouwen met meer dan 1 verdieping en meer dan 1 woonfunctie)
 - Appartementen op de begane grond
 - Appartementen op de 1^e verdieping
 - Appartementen op 2^e verdieping of hoger

Om de schade aan inboedels te berekenen wordt aan elke woning, 1 inboedel toegekend. De met de standaardmethode berekende schade aan een woning heeft dus betrekking op zowel de opstalschade als schade aan de inboedel. De opstalschade wordt berekend op basis van het aantal m² vloeroppervlak. Beide waarden worden gerepresenteerd in de kaart op het geografische middelpunt van een pand waartoe het verblijfsobject behoort.

Voor de berekening van de woningdienstuitval (d.w.z. de schade als gevolg van het niet kunnen gebruiken van een woning gedurende een overstroming) worden dezelfde geografische gegevens gebruikt.

3.2.3 Infrastructuur

In de Standaardmethode wordt gebruik gemaakt van het Nationaal Wegen Bestand Wegen (NWB-Wegen, januari 2015) voor wegen en de kaartlaag spoorbaandeel_lijn van de Basisregistratie Topografie (BRT, januari 2017) voor spoorwegen.

In het NWB-Wegen zijn de wegen onderverdeeld naar de wegbeheerders: rijkswegen, autowegen en overige wegen; het bestand is afgeleid van de topografische kaart – top10nl. Aangenomen wordt dat een autoweg wordt beheerd door de provincie en de overige wegen door gemeenten en waterschappen. Uit het NWB-Wegen is de categorie ‘overige wegen’ die overlappen met het landgebruik - stedelijk gebied - verwijderd. Daarnaast zijn bruggen en tunnels onder en boven permanent hoofdwater uit het bronbestand gefilterd. Tabel 3.2 toont de gegevens gebruikt in de Standaardmethode.

Tabel 3.2 Wegen schadecategorieën

Schadecategorie	NWB type wegbeheerder
Rijkswegen	R
Autowegen	A
Overige wegen	G en W

Op basis van het bestand spoorbaandeel_lijn van de Basisregistratie Topografie (BRT) wordt een onderscheid gemaakt tussen ge-elektrificeerde en non-elektrificeerde spoorlijnen. Dit gebeurt aan de hand van het attribuut ‘elektrificatie’. Bruggen en tunnels met spoorwegen boven en onder permanent hoofdwater worden ook niet meegenomen.

De lengtes per gridcel op de verschillende resoluties zijn exact bepaald tot op de centimeter.

3.2.4 Overige

In de Standaardmethode wordt gekozen voor het gebruik van het CBS bodemgebruik 2008. Het bestand is aangemaakt in 2008. De volgende categorieën worden gebruikt: landbouwgrond, bebouwde grond, bossen, recreatie en verkeer.

De gemalen en zuiveringsinstallaties komen uit de coverage Kunstwerk van het Waterstaatkundig Informatiesysteem (WIS) uit 2005.

Tabel 3.3 SSM2017 bodemgebruikscategorieën

Schadecategorie	CBS nr.	CBS categorie	CBS Omschrijving
Glastuinbouw	50	Landbouw	Glastuinbouw
Landbouw	51	Landbouw	Overig agrarisch gebruik
Stedelijk gebied	20	Bebouwd	Woongebied
	34	Bebouwd	Bouwterrein
Extensieve recreatie	60	Bos & natuur	Bos
	40	Recreatie	Park en plantsoen
	41	Recreatie	Sportterrein
Intensieve recreatie	43	Recreatie	Dagrecreatief terrein
	42	Recreatie	Volkstuin
Vliegvelden	12	Verkeer	Verkeer

3.2.5 Inwoners

De inwoners in een gebied worden gegeven voor de verschillende aanwezige woonlagen. Het aantal inwoners per locatie (gridcel) is bepaald door de gemiddelde huishoudensgrootte per buurt³ (CBS Wijken-en Buurten 2013) te vermenigvuldigen met het aantal verblijfsobjecten per woonlaag en met het totaal aantal verblijfsobjecten (BAG, juli 2014).

Het aantal vervoermiddelen (auto's) is bepaald door het totaal aantal inwoners per locatie te vermenigvuldigen met 0.42; het gemiddeld aantal vervoermiddelen per inwoner in Nederland.

3.2.6 Overige objecten

Er zijn 4 hoofd categorieën speciale objecten: kwetsbare objecten, rijksmonumenten, IED-installaties en volgens de Kaderrichtlijn water (KRW) beschermde gebieden. Voor deze objecten en gebieden worden alleen getroffen aantallen of oppervlaktes gerapporteerd en geen schades berekend.

Kwetsbare objecten zijn gebouwen waarin zich veel mensen kunnen bevinden of gebouwen waar niet-zelfredzame mensen aanwezig zijn (zieken, ouderen, kinderen). Op de kaart staan bijvoorbeeld kinderdagverblijven, scholen, zorginstellingen en grotere hotels. De gegevens zijn afkomstig van risicokaart.nl en zijn gedefinieerd volgens het Regionaal Risicoprofiel (RRP). Peiljaar: 2013.

³ Om uitschieters te voorkomen zijn alle 0 waarden en alle waarden boven 3 op de gemiddelde grootte 2,19 gezet

Tabel 3.4 Kwetsbare objecten

SSM2017 categorie	Kwetsbaar object categorie⁴
Kwetsbaar woonverblijf	Gebouwen met een woonfunctie
Kwetsbaar hotel/pension	Gebouwen met een logiesfunctie
Kwetsbaar onderwijsinstelling	Gebouwen met een onderwijsfunctie
Kwetsbaar ziekenhuis / tehuis	Gebouwen met een gezondheidszorgfunctie
Kwetsbaar publieksgebouw	Gebouwen met bijeenkomstfunctie of sportfunctie
Kwetsbaar kantoor / bedrijf	Gebouwen met een industriefunctie of kantoorfunctie
Kwetsbaar ander object	Overige categorieën

De gegevens over de locaties van rijksmonumenten zijn beschikbaar gesteld door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Peiljaar: 2013.

De volgens de kaderrichtlijn water beschermde gebieden zijn drinkwaterwinlocaties, zwemwaterlocaties en natura2000 gebieden. Deze gegevens zijn beschikbaar gesteld door waterkwaliteitsportaal. Peiljaar: 2013.

⁴ Deze waarden zijn te vinden in het attribuut 'OMSCHRI10'

4 Bepalen van de overstromingsschade

SSM2017 bestaat uit drie modules, te weten hoofdwatersysteem binnendijks, hoofdwatersysteem buitendijks en regionaal watersysteem binnendijks. In de volgende paragrafen wordt per module ingegaan op de schadefuncties.

4.1 Schade in binnendijkse gebieden vanuit het hoofdwatersysteem⁵

4.1.1 Schadeberekening

Een algemeen gebruikte formule om de directe overstromingsschade te berekenen is:

$$S = \sum_{i=1}^n \alpha_i n_i S_i$$

met α_i = schadefactor categorie i
 n_i = aantal eenheden in categorie i
 S_i = maximale schade per eenheid in categorie i
 n = totaal aantal categorieën

De schadefactor α_i wordt afgeleid van een schadefunctie. Per categorie is er een schadefunctie. De factor geeft de invloed weer van de hydraulische condities, zoals bijvoorbeeld waterdiepte.

De totale schade in een gebied is de som van de directe schade en schade door bedrijfsuitval (incl. uitval van woningdiensten). Voorbeelden van schade-categorieën zijn landbouw, woningen, voertuigen, infrastructuur, enz. De categorieën hebben eenheden in de vorm van het aantal m², objecten en meters. Voor de berekeningen van totale schade (incl. als gevolg van bedrijfsuitval) is de berekening van de schade als volgt (zie de Bruijn et al. 2015):

$$S = \sum_{i=1}^n (\alpha_i n_i SN_i + (1 - \alpha_i) SB_i) \beta_i ID (1 - SF_i) M_i$$

met α_i = schadefactor direct in categorie i
 β_i = schadefactor bedrijfsuitval in categorie i
 n_i = aantal eenheden in categorie i
 SN_i = maximale netto schade per eenheid in categorie i
 SB_i = maximale bruto schade per eenheid in categorie i
 ID = 1 jaar; maximale bedrijfsuitvalduur van getroffen object
 SF_i = substitutiefactor van categorie i
 M_i = multiplier voor indirecte schade voor categorie i

Hieronder volgen per schadecategorie de bijbehorende schadefactoren. Met oplopende waterdiepte neemt de schadefactor toe van 0 tot 1, de maximale waarde (zie Tabel 4.1).

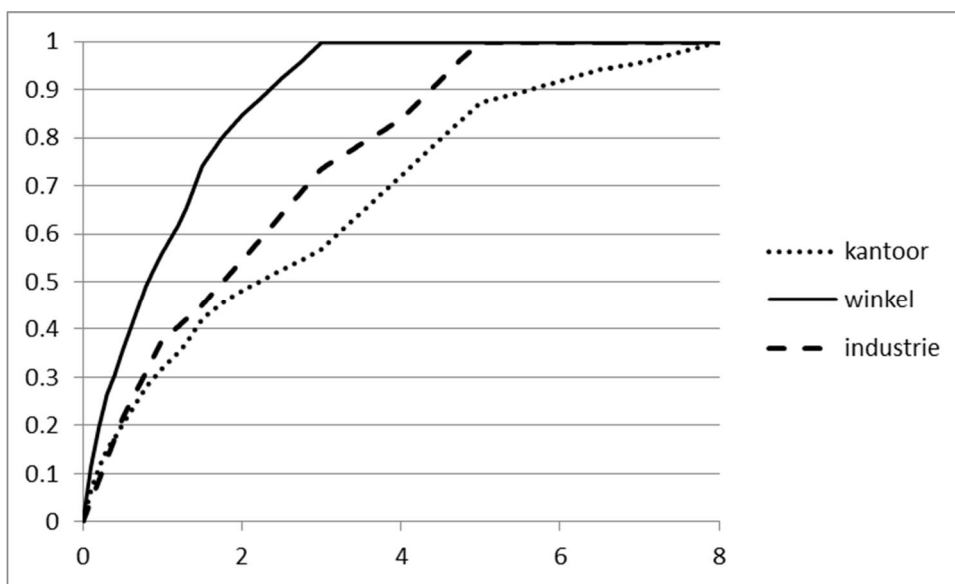
⁵ Om precies te zijn: 'overstromingen als gevolg van het doorbreken van een of meerdere primaire waterkeringen langs het hoofdwatersysteem'

In de onderstaande schadefuncties kan worden afgelezen dat bij een waterdiepte van bijvoorbeeld 1 meter de schade aan kantoren, winkels en industrie ongeveer 30%, 35% respectievelijk 50% bedraagt van de maximale schade.

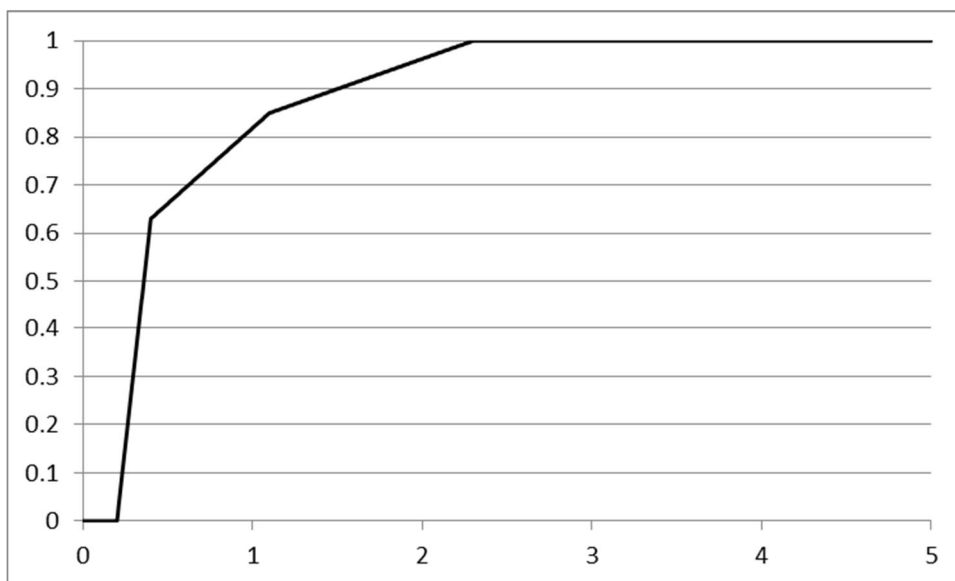
4.1.2 Schadefactoren bedrijven

Er worden drie generieke directe schadefuncties (Figuur 4.1) en een generieke bedrijfsuitval schadefunctie (Figuur 4.2) voor verschillende bedrijvencategorieën gebruikt:

- kantoorfunctie (gezondheidszorg, kantoor, onderwijs);
- winkelfunctie (bijeenkomst, winkel);
- industriefunctie (industrie, sport).



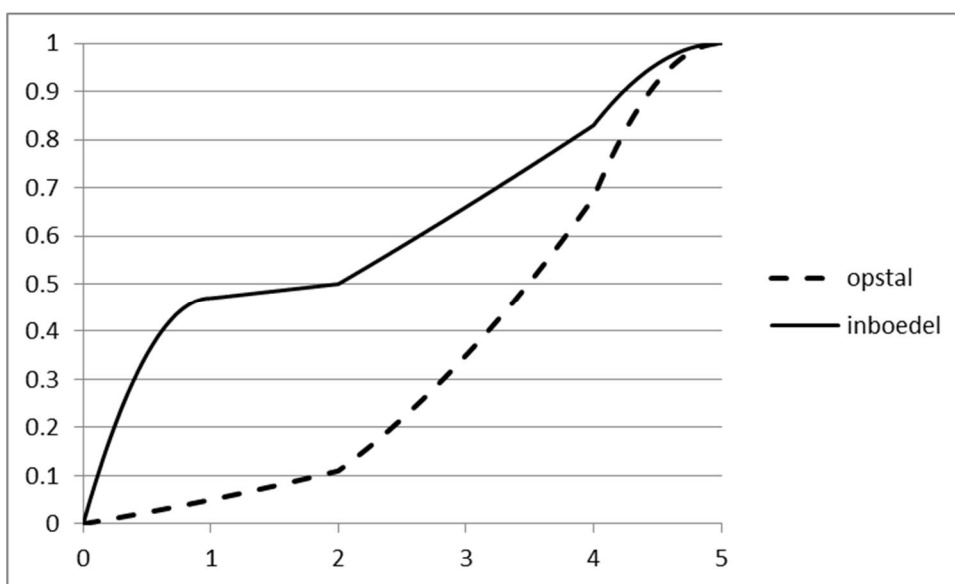
Figuur 4.1 Schadefuncties voor directe schade van bedrijven (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))



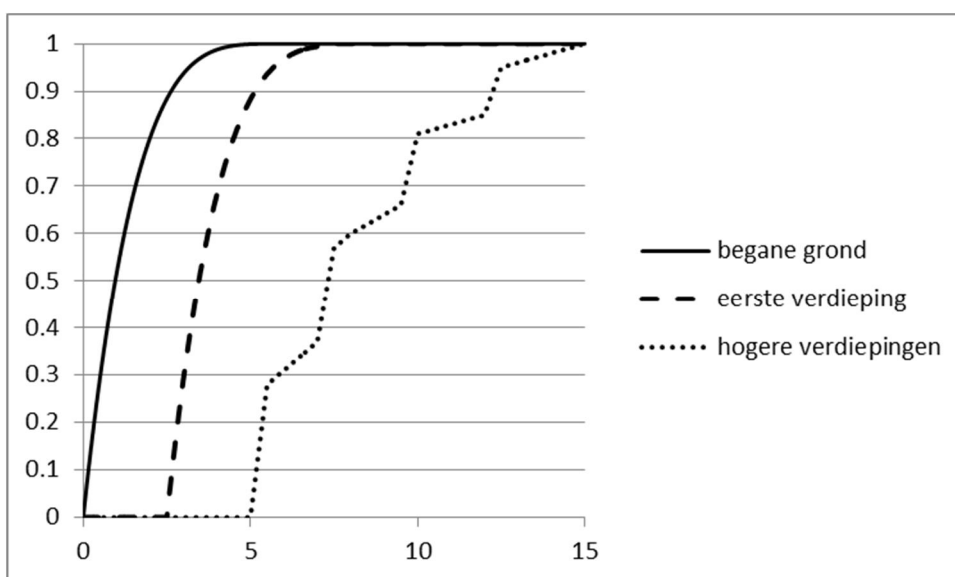
Figuur 4.2 Schadefunctie voor schade als gevolg van bedrijfsuitval of uitval van woningdiensten (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))

4.1.3 Schadefactoren woningen

Er worden vier woningcategorieën onderscheiden. Voor eengezinswoningen bestaat een directe schadefunctie voor opstalschade, een directe schadefunctie voor inboedelschade (Figuur 4.3) en een schadefunctie voor uitval van woningdiensten (Figuur 4.2). De schadefunctie voor uitval van woningdiensten is voor de andere woningcategorieën hetzelfde. In Figuur 4.4 zijn de schadefuncties voor appartementen op de begane grond, eerste verdieping en hogere verdiepingen weergegeven. De schadefuncties voor opstal-en inboedelschade zijn voor deze categorieën identiek.



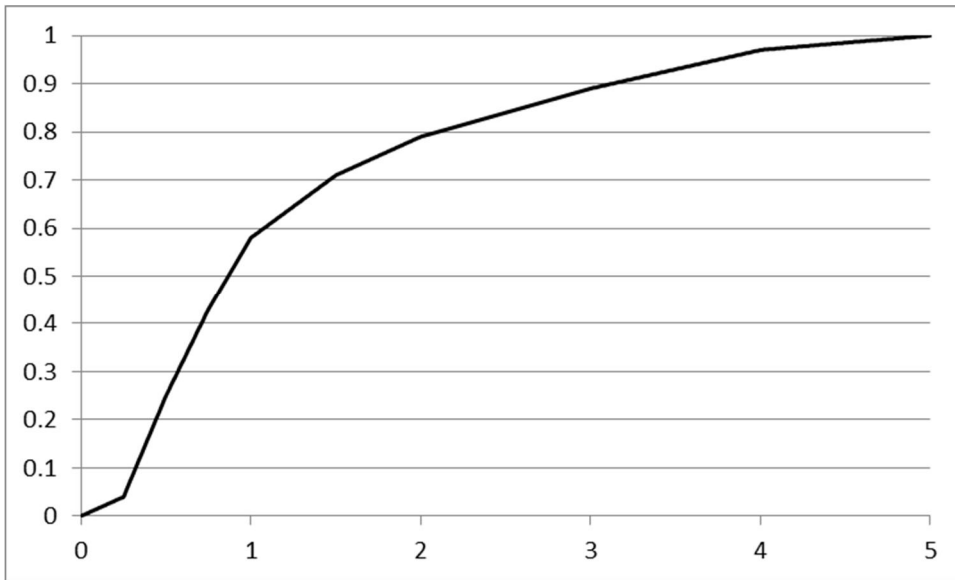
Figuur 4.3 Schadefuncties voor directe schade van eengezinswoningen (opstal-en inboedelschade) (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))



Figuur 4.4 Schadefuncties voor de directe schade van appartementen op de begane grond, eerste en hogere verdiepingen; voor de berekening van opstal-en inboedelschade wordt dezelfde functie gebruikt (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))

4.1.4 Schadefactor infrastructuur

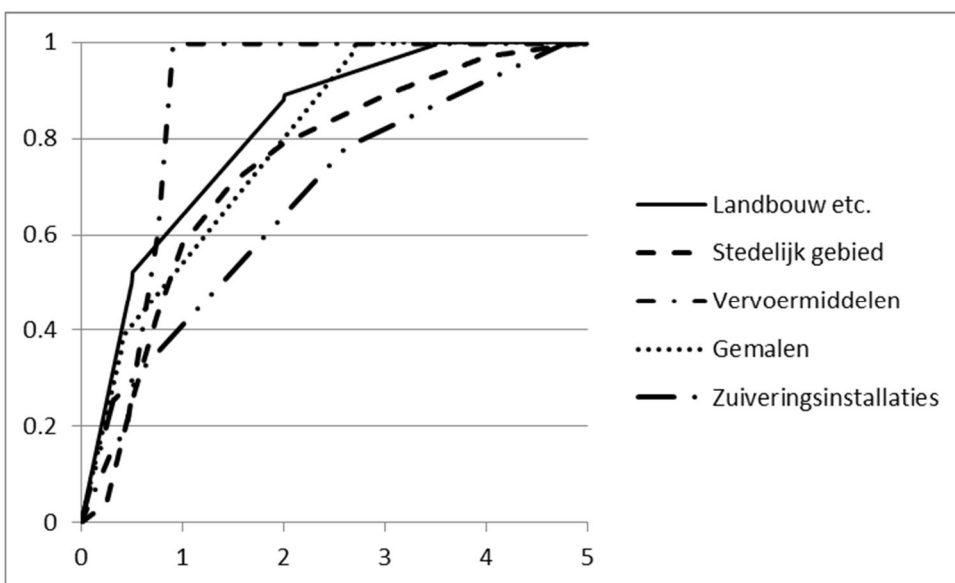
Voor de weg- en spoorweginfrastructuur schadecategorieën bestaat een identieke schadefunctie (zie Figuur 4.5).



Figuur 4.5 Schadefunctie voor de directe schade van infrastructuur (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))

4.1.5 Schadefactoren overige categorieën

Voor de overige schadecategorieën worden vijf verschillende schadefuncties gebruikt. Voor landbouw, glastuinbouw, intensieve en extensieve recreatie en vliegvelden wordt dezelfde schadefunctie gebruikt (in Figuur 4.6 weergegeven als 'landbouw etc.'). Voor stedelijk gebied is de functie identiek aan die van infrastructuur. Voor vervoermiddelen, gemalen en zuiveringsinstallaties zijn aparte functies afgeleid.



Figuur 4.6 Schadefuncties voor directe schade van landbouw, glastuinbouw, intensieve-en extensieve recreatie, en vliegvelden (landbouw etc.), stedelijk gebied, auto's (vervoermiddelen), gemalen en zuiveringsinstallaties (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))

4.1.6 Maximale schadebedragen

Met uitzondering van de speciale objecten heeft elke categorie een maximaal schadebedrag. Deze maximale schadebedragen zijn bepaald op basis van de CBS macro-cijfers per sector op nationaal niveau (De Bruijn et al. 2015). Tabel 4.1 geeft de maximale schadebedragen welke gebruikt worden in SSM2017.

Tabel 4.1 Maximale schadebedragen per schadecategorie per eenheid (in euro's, excl. btw)

	Eenheid	Directe schade	Uitval Bruto	Uitval Netto
Bedrijven				
Bijeenkomst	m ²	168	145	132
Gezondheidszorg	m ²	1.974	1.125	1.055
Industrie	m ²	1.497	808	700
Kantoor	m ²	1.283	1.107	942
Onderwijs	m ²	993	183	162
Sport	m ²	102	54	46
Winkel	m ²	1.508	334	276
Woningen				
Eengezinswoningen – opstal	m ²	1.000		
Eengezinswoningen – inboedel	object	70.000	10.665	
Begane grond appartementen – opstal	m ²	1.000		
Begane grond appartementen – inboedel	object	70.000	10.665	
Eerste verdieping appartementen – opstal	m ²	1.000		
Eerste verdieping appartementen – inboedel	object	70.000	10.665	
Hogere verdieping appartementen – opstal	m ²	1.000		
Hogere verdieping appartementen - inboedel	object	70.000	10.665	
Infrastructuur				
Rijkswegen	m	1.770		
Autowegen	m	1.200		
Overige wegen	m	327		
Spoorwegen – elektrificeert	m	5.400		
Spoorwegen – non-elektrificeert	m	5.400 ⁶		
Overige				
Landbouw	m ²	1,83		
Glastuinbouw	m ²	49		
Stedelijk gebied	m ²	59,65		
Extensieve recreatie	m ²	10,79		
Intensieve recreatie	m ²	13,29		
Vliegvelden	m ²	146		
Vervoermiddelen	object	7.942		
Gemalen	object	911.600		
Zuiveringsinstallaties	object	13.240.000		

⁶ Heeft een gewicht van ¼ en dus feitelijk een maximaal schadebedrag van 1350 euro / m

4.2 Schade bij overstromingen in buitendijkse gebieden⁷

SSM2017 is voornamelijk geschikt voor grootschalige diepe overstromingen. Voor buitendijkse gebieden die meestal slechts beperkt en ondiep overstroomd is de methode minder geschikt. Speciaal voor dit type overstromingen is er een eigen module ontwikkeld.

De gevolgen van buitendijkse overstromingen verschillen van de binnendijkse overstromingen. Dit is vooral vanwege de beperkte omvang (zowel gebied als waterdiepte) en de verwachting dat objecten en inwoners in een bepaalde mate zijn aangepast aan overstromingen (Slager et al. 2013). Daarom zijn er voor de buitendijkse methode enkele aanpassingen doorgevoerd. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze methode met extra aandacht moet worden gebruikt; aangeraden wordt de meest nauwkeurige resolutie beschikbaar te gebruiken. Nadrukkelijk wordt aanbevolen de resultaten in samenhang met een onderliggende plattegrond of kaart te controleren:

- Bereikt het water de – wat schade betreft – meest kritische objecten?
- Zijn deze eventueel (deels) hoogwatervrij aangelegd en zal de schade mogelijk lager kunnen zijn dan de methode berekend?

Voor schadeberekeningen aan infrastructuur is een kleine correctie toegepast op de geografische bestanden. Rijkswegen, autowegen, lokale wegen en elektrificeerde spoorwegen die binnen het buitendijks gebied liggen waarvoor de Beleidslijn Grote Rivieren geldt liggen, zijn aangepast verondersteld aan overstromingen. Statistieken over kwetsbare objecten worden op dezelfde manier bepaald als voor binnendijkse gebieden (zie 3.2.6).

4.2.1 Woningen buitendijks

Aangenomen wordt dat in het buitendijkse gebied waar hoogwater met enige regelmaat voorkomt (+/- gebied dat bij een terugkeertijd van ongeveer 10 jaar overstroomt: $T=10$ jaar), een aantal structurele maatregelen zijn getroffen. Dit betreft:

- aanpassingen in de bouw van de woningen (bijv. geen kelder);
- aanpassingen in de inrichting van de woningen (bijv. aanleggen stenen vloeren).

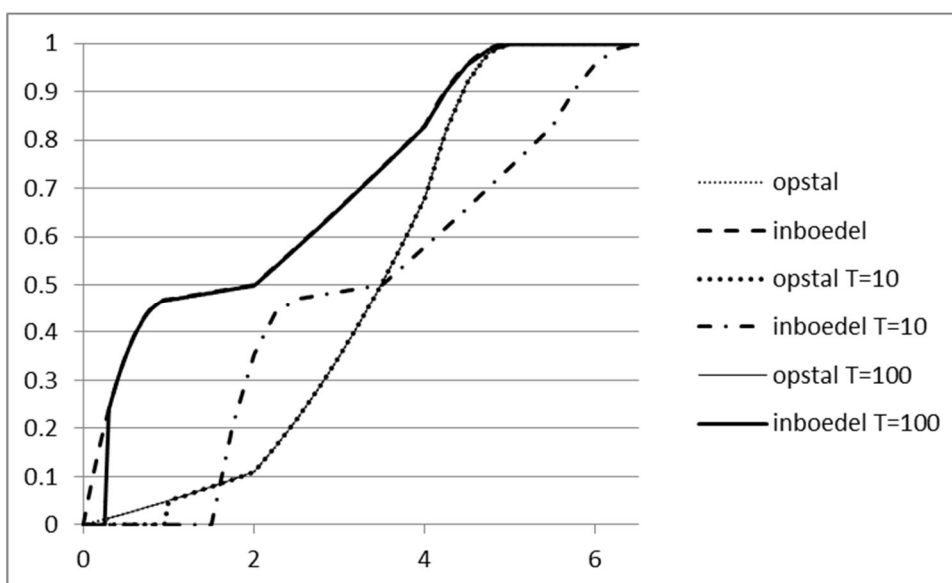
Bij locaties in buitendijkse gebieden waar hoogwater nog minder frequent voorkomt (gebied dat bij een terugkeertijd van ongeveer 100 jaar overstroomt: $T=100$ jaar), kan een aantal maatregelen in het exterieur zijn getroffen. Dit betreft:

- integrale ophoging, waarbij de gehele woning is opgehoogd;
- verhoging van de drempel.

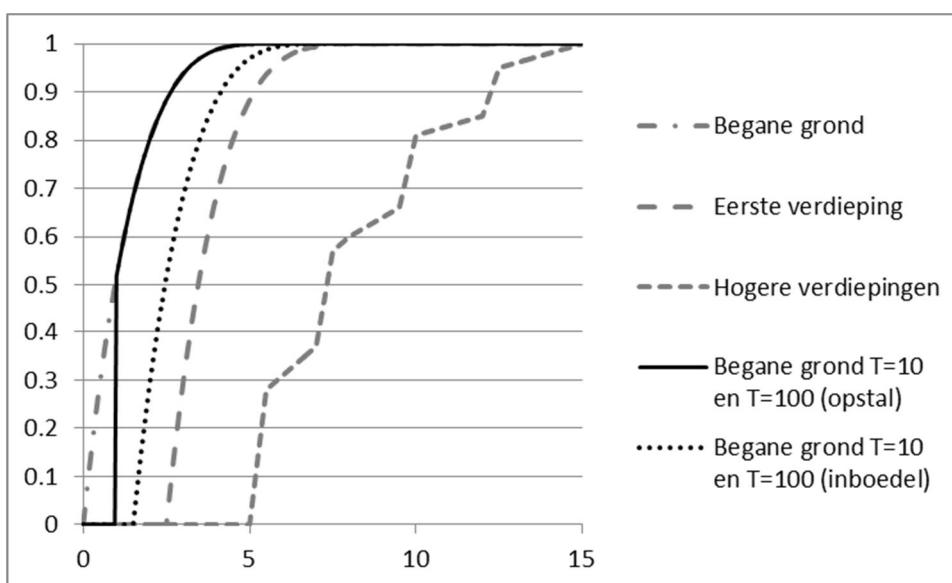
Verder wordt verondersteld dat er in buitendijkse gebieden door herhaald optreden van hoogwater door bewoners noodmaatregelen worden getroffen door bewoners, die schade kunnen beperken; een voorbeeld hiervan is het verplaatsen van de inboedel naar hoger gelegen verdiepingen of het plaatsen van zandzakken.

De maatregelen hebben enkel effect op de opstal en inboedel van *eengezinswoningen* (incl. boerderijen en bungalows) – zie Figuur 4.7 - en van *appartementen op de begane grond* – zie Figuur 4.8. Deze typen woningen die bij een terugkeertijd van 10 of 100 jaar kunnen overstroomd, krijgen in deze buitendijkse methode aangepaste schadefuncties. De rationale achter deze schadefuncties is in detail beschreven in Slager et al. (2013).

⁷ in niet door primaire of regionale keringen beschermde gebieden



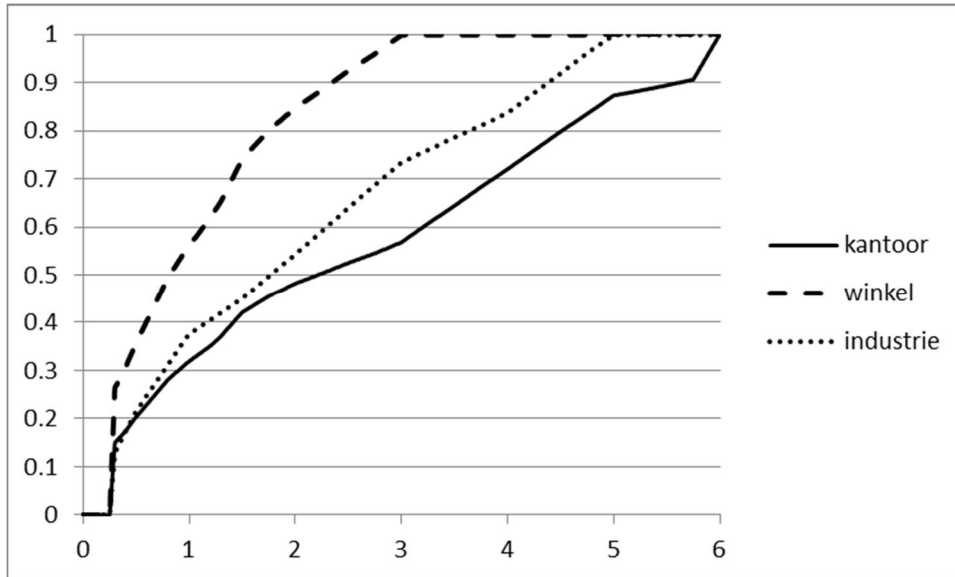
Figuur 4.7 Schadefuncties voor directe schade aan eengezinswoningen voor opstal-en inboedelschade te gebruiken voor buitendijkse overstromingen (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))



Figuur 4.8 Schadefuncties voor directe schade aan appartementen op de begane grond voor gebouwen binnen T=10 en T100 gebied, te gebruiken voor buitendijkse overstromingen; de voor binnendijks geldende schadefuncties voor begane grond, eerste verdieping en hogere verdiepingen zijn onaangepast (grijs) (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))

4.2.2 Bedrijven buitendijks

Ook bedrijven kunnen noodmaatregelen nemen of aangepast bouwen. Er wordt aangenomen dat er veel variatie is in de maatregelen die bedrijven nemen, omdat bedrijven een veel heterogene categorie vormen dan huizen. Aangenomen wordt dat bij een bedrijf tot 25 cm waterdiepte geen schade optreedt (Figuur 4.9). Bij grotere waterdiepten hebben de maatregelen niet langer effect. Schade als gevolg van bedrijfsuitval wordt vanwege de vermoedelijk beperkte omvang van het aantal getroffen bedrijven en de korte duur van de overstroming verwaarloosbaar geacht en niet berekend.



Figuur 4.9 Schadefuncties voor directe schade aan de bedrijfscategorieën te gebruiken voor buitendijkse overstromingen (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is schadefactor (-))

4.2.3 Overige categorieën buitendijks

Extensieve en intensieve recreatie en landbouw komen buitendijks respectievelijk in mindere en meerdere mate voor, maar zijn grotendeels aangepast aan (en soms zelfs afhankelijk van) overstromingen. Bij landbouw in buitendijks gebied wordt aangenomen dat dit voornamelijk extensieve veehouderij betreft (weides) en dat materiële schade aan werktuigen, gebouwen en installaties niet waarschijnlijk is. Voor deze categorieën worden geen schades berekend. Door CBS geclassificeerde bouwterreinen (code 34) worden in buitendijkse gebieden buiten de categorie stedelijk gebied gehouden, omdat dit hier vaak natuurherstelprojecten betreft.

Schade aan gemalen wordt in de berekening buiten beschouwing gelaten, omdat aangenomen wordt dat deze objecten hoogwatervrij zijn aangelegd bijvoorbeeld op de waterkering.

4.3 Schade door overstromingen vanuit het regionale watersysteem

Voor het berekenen van schade bij overstromingen als gevolg van doorbraken in regionale keringen⁸ 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.

⁸ bijv. boezemkaden of dijken langs regionale rivieren

Vanwege de te hanteren schaal, wordt de gebruiker geadviseerd om:

1. de schadeberekeningen voor kleinschalige overstromingen uit te voeren op de meest nauwkeurige resolutie als mogelijk (bijv. 5 of 25 m); en
2. de resultaten visueel te inspecteren met bijvoorbeeld recente luchtfoto's of omgevingskennis; dit is extra belangrijk als de indruk bestaat dat gebouwen aangepast gebouwd zijn en niet als zodanig in het schademodel zitten.

4.4 Rapportage van schade in de uitvoerbestanden

De volgende zaken worden standaard gerapporteerd:

- Totale schade;
- Schade per schadecategorie;
- Ruimtelijke verdeling van de totaalschade (in klassen) weergegeven op een luchtfoto;
- Ruimtelijke verdeling van de totaalschade als GIS-bestand.

Indien is aangegeven dat alle schadebestanden moeten worden uitgevoerd wordt de ruimtelijke verdeling van elke schadecategorie als GIS-bestand uitgevoerd.

4.5 Bruikbaarheid schadefuncties

De bovenstaande schadefuncties zijn afgeleid voor overstromingen vanuit zee (en hebben derhalve betrekking op zout water). Verschillen in schades tussen zoet en zout water zijn vooral van belang voor landbouw en oude (historische) gebouwen (Wageningen Universiteit, 2002). Overstromingen met zoet water leiden bij deze categorieën tot minder schade. De bijdrage van deze categorieën is bij grootschalige overstromingen meestal beperkt en daarmee ook het effect op de totale schade.

5 Bepalen aantal slachtoffers

5.1 Algemeen

In de standaardmethode worden (dodelijke) slachtoffers berekend op basis van:

- 1 het optreden van grote waterdieptes;
- 2 het optreden van een hoge stijgsnelheid (kritieke stijgsnelheid vanaf: 0.5m/uur tot een diepte van 1.5 m);
- 3 grote stroomsnelheden, nabij de bres (kritieke stroomsnelheid vanaf: 2 m/s).

De mortaliteit is gedefinieerd als de fractie dodelijke slachtoffers onder de aanwezigen mensen in het overstroomde gebied (op het moment dat een waterkering bezwijkt). Er wordt hierbij gekeken naar mensen die om het leven komen als direct gevolg van de overstroming, bijvoorbeeld door verdrinking, onderkoeling of overlijden als gevolg van instorten van gebouwen. Slachtoffers als gevolg van indirecte effecten, zoals hongersnood of ziektes tijdens de nasleep van een overstroming, worden niet tot de directe slachtoffers gerekend (Beckers en de Bruijn, 2011).

5.2 Berekening aantal slachtoffers

5.2.1 Slachtofferfuncties

In Nederland worden vier mortaliteitsfuncties gebruikt (Maaskant et al. 2009b, gebaseerd op Jonkman, 2007). De karakteristieken van een overstroming bepalen welke van de vier functies toegepast moeten worden:

- 1 het gebied nabij bij de bres (100-200m), met hoge stroomsnelheden en hoge dieptesnelheid combinaties;
- 2 het gebied met een grote stijgsnelheid;
- 3 het gebied tussen een grote en lage stijgsnelheid in (transitiezone);
- 4 het gebied met een lage stijgsnelheid.

Mortaliteit in de breszone met hoge stroomsnelheden (eq.1):

$$F_{D,B} = 1 \quad \text{als } hv \geq 7 \text{ m}^2/\text{s} \text{ en } v \geq 2 \text{ m/s}$$

Mortaliteit in de zone met hoge stijgsnelheden (eq.2):

$$F_{D,S}(h) = \Phi_N \left(\frac{\ln(h) - \mu_N}{\sigma_N} \right) \quad \mu_N = 1.46 \text{ en } \sigma_N = 0.28$$

$$\text{als } (h \geq 2.1 \text{ en } w \geq 4) \text{ en } (hv < 7 \text{ m}^2/\text{s} \text{ en } v < 2 \text{ m/s})$$

Mortaliteit in de transitiezones (eq.3):

$$F_D = F_{D,O} + (w - 0.5) \frac{F_{D,S} - F_{D,O}}{3.5}$$

$$\text{als } (h \geq 2.1 \text{ en } 0.5u \leq w \leq 4) \text{ en } (hv < 7 \text{ m}^2/\text{s} \text{ en } v < 2 \text{ m/s})$$

Mortaliteit in de zone met lage stijgsnelheden (eq.4):

$$F_{D,O}(h) = \Phi_N \left(\frac{\ln(h) - \mu_N}{\sigma_N} \right) \quad \mu_N = 7.60 \text{ en } \sigma_N = 2.75$$

$$\text{als } ((w < 0.5) \text{ of } (w \geq 0.5 \text{ en } h < 2.1)) \text{ en } (hv < 7 \text{ m}^2/\text{s} \text{ en } v < 2 \text{ m/s})$$

Met:

h = waterdiepte (m)

v = stroomsnelheid (m/s)

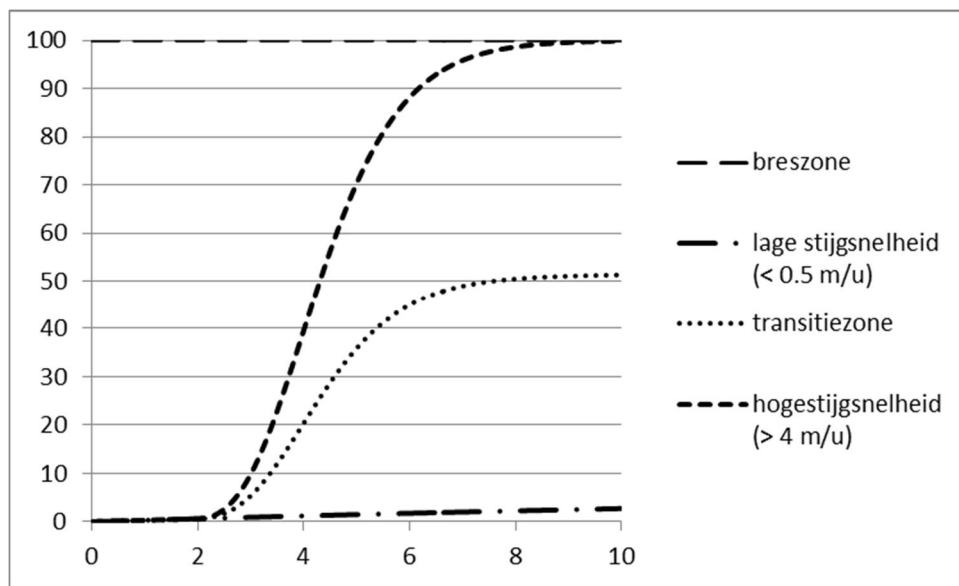
Φ_N = lognormaal verdeling met parameters μ_N en σ_N

μ_N = gemiddelde van $\ln(h)$

σ_N = standaardafwijking van $\ln(h)$

w = stijgsnelheid over de eerste 1,5m waterdiepte (m/uur)

De bovenstaande functies zijn weergegeven in Figuur 5.1.



Figuur 5.1 Slachtofferfuncties in SSM2017; bij stijgsnelheden tussen 0.5 m/u en 4 m/u (transitiezone) wordt de mortaliteitsfractie geïnterpoleerd (horizontale as is waterdiepte (m) en verticale as is mortaliteitsfractie (%))

5.2.2 Rapportage van slachtoffers en mortaliteit in de uitvoerbestanden

Bij invoer van alleen een waterdieptekaart (en eventueel stijgsnelheidskaart⁹) worden de volgende zaken gerapporteerd:

- Aantal slachtoffers zonder evacuatie.
- Aantal getroffen (inwoners van de woning die is overstroomd, ook al woont een gedeelte daarvan op een hogere verdieping) in totaal en per type woning (zie 3.2.2).
- Ruimtelijke verdeling van het aantal slachtoffers (in klassen) weergegeven op een luchtfoto.
- Ruimtelijke verdeling van het aantal slachtoffers, getroffen en de mortaliteit als GIS-bestanden.

Indien ook een aankomsttijdenkaart (of incrementeel bestand) wordt ingevoerd, worden ook het aantal getroffen per aankomsttijdzone (binnen 24 uur, tussen 24 en 48 uur en meer dan 48 uur na dijkdoorbraak) uitgevoerd.

⁹ Indien de stijgsnelheidskaart niet wordt ingevoerd, wordt verondersteld dat de stijgsnelheid 0 m/uur is en wordt de laagste mortaliteitsfunctie gebruikt

5.2.3 Indicatie slachtoffers voor verschillende evacuatiestrategieën

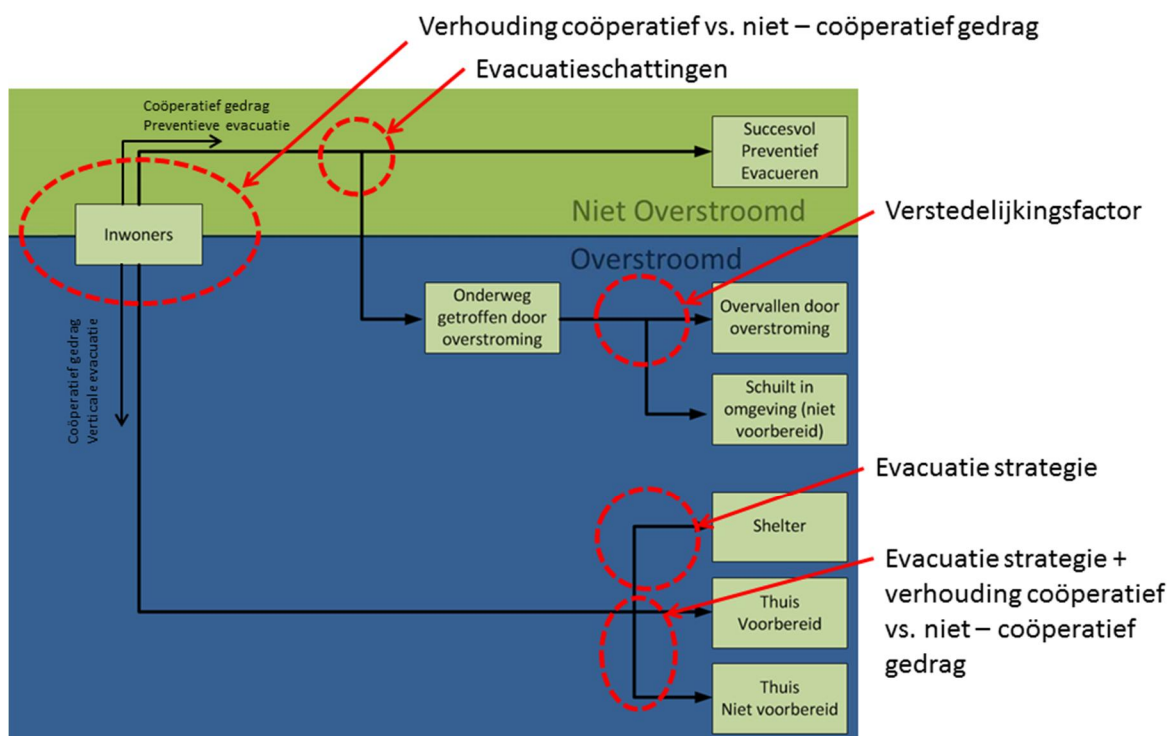
Om een indicatie te geven van het aantal slachtoffers gegeven evacuatie worden bij gebruik van de binnendijkse methode naast het aantal slachtoffers zonder evacuatie ook het aantal slachtoffers bij preventieve en verticale evacuatie gerapporteerd. Dit gebeurt voor verschillende waarschuwingstijden (1,2 en 3 dagen) voor mogelijke doorbraak van de waterkering. Details van de methode zijn beschreven in Pleijter en Kolen (2016). Voor het ontwerpen van gebiedsspecifieke evacuatiestrategieën en rampenplannen wordt aanbevolen de resultaten uit deze methode niet zonder nadere detaillering te gebruiken. Voor dat doel zijn geavanceerde modellen beschikbaar (zie voor referenties Pleijter en Kolen (2016)).

De effecten van preventieve en verticale evacuatie worden bepaald door onderscheid te maken in een aantal locaties waar mensen kunnen worden blootgesteld aan de overstroming (zie ook figuur Figuur 5.2):

- 1 slachtoffers door preventieve evacuatie (bijv. door verkeersongevallen)¹⁰
- 2 slachtoffers tijdens evacuatie getroffen door overstroming:
 - a. overvallen door overstroming: inwoners die tijdens preventieve evacuatie buiten worden overvallen door een overstroming;
 - b. schuilen in omgeving: inwoners die tijdens preventieve evacuatie worden getroffen door een overstroming, maar een veilig heenkomen in de omgeving kunnen vinden.
- 3 schuilplaatsen: inwoners die slachtoffer worden van een overstroming terwijl ze aanwezig zijn in een openbare schuilplaats;
- 4 thuisblijvers: inwoners die niet preventief evacueren of die naar de woning van anderen evacueren:
 - a. thuisblijvers die zijn voorbereid op de overstroming
 - b. thuisblijvers die niet zijn onvoorbereid op de overstroming.

Er wordt in de berekeningen ervan uitgegaan dat niet alle mensen het evacuatieadvies van de overheid zullen opvolgen. Voor het rivierengebied wordt geschat dat 90% van de inwoners gehoor geeft aan de oproep tot preventieve of verticale evacuatie en 10% niet; voor de rest van Nederland is deze verhouding 80-20%. Er is dus aangenomen dat bij de beslissing tot preventieve evacuatie in het rivierengebied 90% van de inwoners van het bedreigde gebied op weg gaat met als doel het bedreigde gebied te verlaten. Bij een advies van de overheid om niet te evacueren is voor de rest van Nederland aangenomen dat 80% gehoor geeft aan dat advies en dat dus 20% de weg op gaat met als doel het bedreigde gebied te verlaten. Op basis van berekeningen met verkeersmodellen is geschat hoeveel mensen het bedreigde gebied in de beschikbare tijd kunnen verlaten (Maaskant et al. 2009a voor preventieve evacuatieschattingen en Kolen et al. 2008 voor verticale evacuatieschattingen).

¹⁰ Het aantal slachtoffers voor deze categorie is afhankelijk van het bedreigde gebied. Dit gebied dat meestal veel groter is dan het gebied dat overstroomt, kan niet worden bepaald met SSM2017. Om toch het indicatief aantal slachtoffers te berekenen voor deze categorie kan men de volgende formule gebruiken: aantal inwoners van bedreigde gebied x 0,00001 (mortaliteitsfactor (Pleijter en Kolen, 2016)).



Figuur 5.2 Gehanteerde slachtoffercategorieën in evacuatiemodule

Er is ook een deel van de preventieve evacuees dat het bedreigde gebied *niet* tijdig kan verlaten. Een deel van deze evacuees weet alsnog een schuilplaats in de omgeving te bereiken (schuilt onvoorbereid). De rest zal daadwerkelijk worden overvallen door de overstroming, met relatief hoge overlijdenskans. De verhouding tussen beide deelgroepen is afhankelijk van een verstedelijkingsfactor. Deze is bepaald voor het overstroomde gebied op basis van het aantal droge plekken per km².¹¹

Voor landelijk gebied met gemiddeld minder dan 200 objecten met een droge verdieping¹² per km², is aangenomen dat 2/3 deel van deze groep kan schuilen in de omgeving. 1/3 deel wordt dan overvallen door overstroming. Voor stedelijk gebied (meer dan 200 objecten met een droge verdieping per km²) is aangenomen dat 9/10 deel van deze groep kan schuilen in de omgeving. 1/10 deel wordt dan overvallen door de overstroming.

In de rapportage worden de volgende twee tabellen gegeven:

- ruimtelijke verdeling van het aantal slachtoffers over 6 locatietypen per evacuatiestrategie en bij verschillende waarschuwingstijden (indicatief);
- ruimtelijke verdeling van het aantal getroffen en overlevenden over 6 locatietypen per evacuatiestrategie en bij verschillende waarschuwingstijden (procentueel).

¹¹ Overeenkomstig de kaarten in het landelijk informatiesysteem water en overstromingen (LIWO) bij het maximaal mogelijke overstromingsscenario

¹² Het aantal objecten met droge verdiepingen in het overstroomde gebied wordt tijdens de berekening bepaald op basis van het aantal bouwlagen per locatie. Onderliggende bestanden voor het bouwlagenbestand zijn de BAG-registratie (juli 2015) en AHN2 gefilterd.

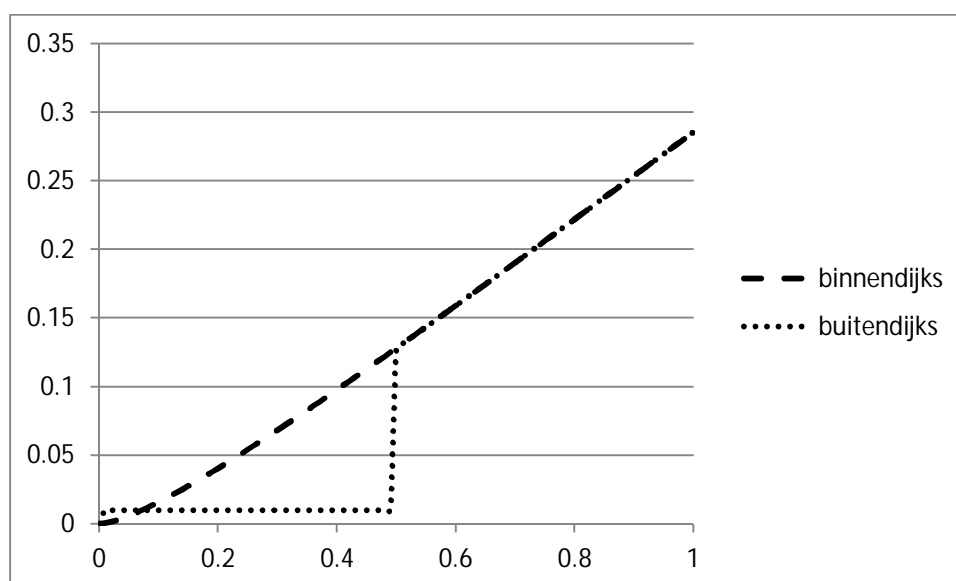
5.2.4 Slachtofferfunctie in buitendijkse gebieden

Voor buitendijkse gebieden met veelal beperkte waterdiepten en lage stijgsnelheden worden slachtoffers berekend met aangepaste mortaliteitsfuncties (Rijkswaterstaat, 2017), zie Figuur 5.3. Voor waterdieptes tot een halve meter wordt een (zeer) lage vaste mortaliteit van 0,01% mortaliteit gehanteerd. Vanaf een halve meter waterdiepte wordt de originele functie (uit de binnendijkse methode) gehanteerd: zie Figuur 5.1. Aangezien buitendijks de stijgsnelheid vrijwel altijd laag is wordt een vaste lage waarde gehanteerd (formule d in hoofdstuk 5.2.1). Bij significante stroomsnelheden (meer dan 2 m/s) in combinatie met forse waterdieptes wordt een mortaliteit van 100% berekend. Deze omstandigheden treden alleen op in onbebouwde gebieden.

Dat de huidige functies voor binnendijkse overstromingen onvoldoende valide zijn voor gebruik bij de buitendijkse gebieden wil niet zeggen dat een overstroming hier niet gevaarlijk zou zijn: voornamelijk ondergrondse ruimten zoals kelders en parkeergarages zijn zeker gevaarlijk, net als zones met snel stromend water.

Ook zijn ongelukken voorstelbaar als gevolg van:

- verminderde oriëntatie, bijvoorbeeld ontbrekende (riool)putdeksels of watergangen/kades die niet meer zichtbaar zijn;
- elektrocutie of 'fatal behavior' (ramptoerisme of nog even de auto willen wegzetten).



Figuur 5.3 Aangepast deel van de slachtofferfunctie voor buitendijkse gebieden waar lage stijgsnelheden voorkomen (horizontale as is waterdiepte en verticale as is mortaliteitsfractie (%))

5.2.5 Slachtofferfunctie bij overstromingen vanuit het regionale watersysteem

Voor overstromingen vanuit het regionale watersysteem (a.g.v. doorbraak van een regionale kering) worden de reguliere slachtofferfuncties van de binnendijkse methode gehanteerd, ook al gaat het bij dit type overstromingen vaak om beperkte waterdiepten. De reden hiervoor is dat deze overstromingen, net als overstromingen door dijkdoorbraken vanuit het hoofdwatersysteem een meer onverwacht karakter hebben (De Bruijn et al., 2015).

6 Referenties

Beckers, J en K.M. de Bruijn (2011). Analyse van slachtoffersrisico's Waterveiligheid 21^e eeuw, Deltares-rapport 1204144-005-ZWS-0001, pp.57

De Bruijn, K.M., Wagenaar, D., Slager, K., De Bel, M., Burzel, A. (2015). The updated and improved method for flood damage assessment SSM2015: explanation, motivation and comparison to HIS-SSM (SSM2015). Deltares, Delft.

De Bruijn, K.M. en K. Slager (2014). Mortality functions in the flood impact module. Deltares-rapport 1207814-005-HYE-0003, pp.45

Jonkman S.N. Loss of life estimation in flood risk assessment – theory and applications. PhD Thesis, Delft University, 2007.

Kind, 2011. "Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21e eeuw". Deltares 1204144-006

Kolen B., Holterman S., Friso K. en Zuilekom van K.M. (2008). Als het tóch dreigt mis te gaan: Invloed van wegcapaciteit op grootschalige evacuaties bij (dreigende) overstromingen, Betooglijn. HKV Lijn in water PR.1512.10 (i.c.m. Goudappel Coffeng en Universiteit Twente).

Kolen, B., B. Maaskant & T. Terpstra, (2013), Evacuatieschattingen Nederland; Addendum. HKV LIJN IN WATER. Lelystad.

Kok, M., H.J. Huizinga, A.C.W.M. Vrouwenvelder en W.E.W. van den Braak, 2005. Standaardmethode 2005 Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen. HKV Lijn in Water en TNO Bouw PR999.10

Maaskant B., Kolen B., Jongejan R., Jonkman S.N. en Kok M. (2009a) – Evacuatieschattingen Nederland, HKV lijn in Water, 2009. PR.1718.10

Maaskant, B., Jonkman, S.N., Kok, M. (2009b), Analyse slachtofferaantallen VNK-2 en voorstellen voor aanpassingen van slachtofferfuncties. HKV Lijn in Water Rapport PR1669.10

Pleijter, G en B. Kolen, (2016). Effecten van evacueren in SSM2015, ruimtelijk gedifferentieerde slachtofferfuncties voor de bepaling van preventieve en verticale evacuatie bij dreigende overstromingen, pp. 56.

Rijkswaterstaat (2017). Aanpassing slachtofferfunctie buitendijkse gebieden, memo, pp.5

Slager, K., K.M. de Bruijn, A. Burzel, L. Bouwer en D. Wagenaar (2013). Verbeteringen gevolgebepaling van overstromingen in buitendijkse gebieden Rijnmond-Drechtsteden. Deltares-rapport 1208261-000-VEB-0004, pp.46

Wageningen Universiteit, (2002). Inschatting extra economische landbouwschade bij overstroming met zout in plaats van met zoet water.