

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM



Vlaanderen
is wetenschap

13_159_10
WL rapporten

Ontwikkeling LATIS 4

Deelrapport 3e
Update van de schadefuncties

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Ontwikkeling LATIS 4

Deelrapport 3e: Update van de schadefuncties

Beullens, J.; Broidioi, S.; De Sutter, R.; De Maeyer, P.; Pereira, F.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2021
D/2021/3241/219

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Beullens, J.; Broidioi, S.; De Sutter, R.; De Maeyer, P.; Pereira, F.; Mostaert, F. (2021). Ontwikkeling LATIS 4: Deelrapport 3e: Update van de schadefuncties. Versie 1.0. WL Rapporten, 13_159_10. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2021R13_159_10
Trefwoorden (3-5):	LATIS, overstromingen, schadefunctie		
Kennisdomeinen:	Waterbeheer > Risico>Overstromingen > Numerieke modelleringen		
Tekst (p.):	24	Bijlagen (p.):	4
Vertrouwelijk:	☒ Nee ☒ Online beschikbaar		

Auteur(s):	Beullens, J.; Broidioi, S.; De Sutter, R.; De Maeyer, P.
------------	--

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Pereira Fernando	Getekend door: Fernando Pereira (Signat Getekend op: 2021-10-18 15:28:09 +02:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Fernando Pereira</i>
Projectleider:	Pereira Fernando	Getekend door: Fernando Pereira (Signat Getekend op: 2021-10-18 15:28:53 +02:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Fernando Pereira</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F. Voor het afdelingshoofd, afwezig Patrik Peeters, Ingenieur, belast met de leiding van de afdeling Waterbouwkundig Laboratorium	Getekend door: Patrik Peeters (Signature) Getekend op: 2021-10-18 17:15:53 +02:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Patrik Peeters</i>
-----------------	--	--



Abstract

In het kader van de uitbouw van het risico-instrumentarium ten behoeve van de EU-overstromingsrichtlijn zal LATIS 4.0 ontwikkeld worden. Deze nieuwe versie van de risico-software implementeert in vergelijking met de vorige versies enkele methodologische verbeteringen en enkele nieuwe modules. Zo is er een nieuwe methodologie uitgewerkt voor de schadeberekening aan wegen en spoorwegen en is het mogelijk om naast de economische schade en het aantal slachtoffers nu ook de sociale-, de culturele- en de ecologische impact van een overstroming te bepalen. Verder werden alle basiskaarten geactualiseerd, wat een nieuw BLP tot gevolg had en werden ook alle schadewaarden geactualiseerd.

In dit rapport zullen de schadefuncties voor woningen, inboedel, voertuigen, recreatie, akkerland, weiland, wegen en spoorwegen, industrie, zendinstallaties en ondergrondse parkeergarages onder de loep genomen worden en vergeleken worden met andere internationaal gebruikte schadefuncties. Na overleg met experts werd er besloten om twee schadefuncties aan te passen. Enerzijds de schadefunctie voor woningen en anderzijds de schadefunctie voor wegen en spoorwegen.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
2 Schadefuncties LATIS	2
2.1 Schadefunctie zoet water woningen	2
2.2 Schadefunctie inboedel.....	5
2.3 Schadefunctie zoet water voertuigen	6
2.4 Schadefunctie recreatie	7
2.5 Schadefunctie landbouw.....	9
2.6 Schadefunctie weiland	10
2.7 Schadefunctie wegen en spoorwegen	11
2.8 Schadefunctie industrie	12
2.9 Schadefunctie zendinstallaties.....	14
2.10 Schadefunctie ondergrondse parkeergarage.....	15
2.11 Schadefuncties zout water	15
2.11.1 Schadefunctie zout water woningen	15
2.11.2 Schadefunctie zout water voertuigen.....	17
2.11.3 Schadefunctie zout water landbouw, weiland en recreatie	18
2.12 Indirecte schade	18
2.12.1 Indirecte schade woningen en inboedels	18
2.12.2 Indirecte schade industrie.....	20
2.13 Drempelwaarden LATIS.....	21
3 Besluit	22
4 Referentielijst	24
BIJLAGE 1 Tabelweergave schadefuncties LATIS 3.0 (deel 1).....	B1
BIJLAGE 2 – Tabelweergave schadefunctie LATIS 3.0 (deel 2)	B2
BIJLAGE 3 – Tabelweergave schadefuncties LATIS 4.0 (deel 1).....	B3
BIJLAGE 4 – Tabelweergave schadefuncties LATIS 4.0 (deel 2).....	B4

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - schadefuncties voor woningen voor zoet en zout water	16
Tabel 2 - Indirecte schade woningen en inboedels	19
Tabel 3 - Indirecte schade industrie	20
Tabel 4 - Overzicht aanpassingen schadefuncties.....	22

Lijst van de figuren

Figuur 1 Schadefunctie woningen LATIS 3.0 en Nederland (blauw) en gemiddelde schadefunctie woningen internationaal (groen)	3
Figuur 2 Schadefunctie woningen LATIS 4.0.....	4
Figuur 3 - Schadefunctie inboedel LATIS 3.0 en Nederland (blauw) en gemiddelde schadefunctie inboedel internationaal (groen)	5
Figuur 4 - Schadefunctie voertuigen LATIS 3.0.....	6
Figuur 5 - Schadefunctie voertuigen Nederland (blauw) en schadefunctie voertuigen HAZUS (groen).....	7
Figuur 6 - Schadefunctie recreatie LATIS 3.0.....	8
Figuur 7 - Schadefunctie recreatie Nederland.....	8
Figuur 8 - Schadefunctie landbouw LATIS 3.0	9
Figuur 9 - Schadefunctie weiland LATIS 3.0.....	10
Figuur 10 - Schadefunctie wegen en spoorwegen LATIS 3.0.....	11
Figuur 11 - Nieuw voorgestelde schadefunctie wegen en spoorwegen Nederland	12
Figuur 12 - Schadefunctie industrie LATIS 3.0	13
Figuur 13 - Schadefunctie industrie Nederland (blauw) en gemiddelde schadefunctie industrie (groen) links en afzonderlijke internationale schadefuncties industrie rechts.....	13
Figuur 14 - Schadefunctie zendinstallaties LATIS 3.0	14
Figuur 15 - Schadefunctie ondergrondse parkeergarages LATIS 3.0.....	15
Figuur 16 - Schadefunctie woningen LATIS 3.0 en LATIS 4.0 (zoet & zout).....	17
Figuur 17 - Schadefunctie voertuigen (zoet & zout).....	17
Figuur 18 - Schadefuncties LATIS 4.0.....	23

1 Inleiding

In de huidige versie van LATIS wordt de economische schade en het aantal slachtoffers bij overstromingen bepaald op basis van landgebruiksinformatie, socio-economische data en schadefuncties (ook verdrinkingsfuncties genoemd wanneer het specifiek over slachtoffers gaat). De landgebruiksinformatie geeft de ligging van gebouwen, wegen, akkerland, weiland, ... aan en wordt gecombineerd met de socio-economische data die de waarde van de verschillende landgebruikscategorieën bevat. Door deze combinatie kan een maximale schadekaart opgesteld worden die de schade weergeeft die zou optreden als een overstroming de verschillende types landgebruik volledig zou vernietigen. Aan de hand van schadefuncties die de werkelijke schade bij verschillende waterdieptes aangeven, kunnen de maximale schadekaarten gecombineerd worden met overstromingskaarten om zo tot werkelijke schadekaarten te komen bij die bepaalde overstroming. Door deze laatste werkelijke schadekaarten voor verschillende terugkeerperiodes aan te maken en te integreren met de risicoformule, wordt het economisch risico berekend. Voor het berekenen van het slachtofferrisico wordt een analoge methodologie gebruikt, alleen wordt hierbij geen gebruik gemaakt van schadefuncties gebaseerd op waterdieptes maar van verdrinkingsfuncties gebaseerd op stroomsnelheid, stijgsnelheid en waterdiepte.

In het kader van de Europese Overstromingsrichtlijn (Richtlijn 2007/60/EG) wordt LATIS 4.0 ontwikkeld. Deze nieuwe versie van de risico-software zal in vergelijking met de vorige versie drie nieuwe modules bevatten: een module voor het berekenen van de sociale impact, een module voor het berekenen van de culturele impact en een module voor het berekenen van de ecologische impact van overstromingen. Verder werden er ook enkele methodologische verbeteringen uitgevoerd.

De schadefuncties die momenteel gebruikt worden in LATIS 3.0 dateren reeds uit 2002. In LATIS bestaat de mogelijkheid om schades en risico's te bepalen zowel bij overstromingen met zoet water als met zout water. Voor de klasse woningen en voertuigen bestaat er namelijk een afzonderlijke schadefunctie voor zoet en zout water. Bij de andere LATIS klassen wordt voor zoet en zout water dezelfde schadefunctie gebruikt. Voor de klassen recreatie, landbouw en weiland is de maximale schadewaarde verschillend, afhankelijk van het feit of het gaat om een overstroming met zoet water of één met zout water.

In de literatuur werd nagegaan of er eventueel updates mogelijk zijn van de schadefuncties. Het grootste deel van de schadefuncties die momenteel gebruikt worden in Vlaanderen, zijn overgenomen uit Nederland. Eind 2015 bracht Deltares een rapport uit waarbij alle gebruikte schadefuncties (in Nederland maakt men geen onderscheid tussen zoet en zout water), waarvan sommige reeds recenter waren dan 2002, in het Nederlandse model vergeleken werden met de overeenkomstige schadefuncties uit de internationale literatuur. Na een "expert judgement" resulteerde dit in een update van enkele schadefuncties (De Bruijn *et al.*, 2015).

In dit rapport zullen de schadefuncties uit het Vlaamse model vergeleken worden met de update van de schadefuncties uit het rapport van De Bruijn *et al.* (2015). Alle functies werden afzonderlijk voorgelegd aan experts en al dan niet aangepast.

2 Schadefuncties LATIS

Om de werkelijke schade uit te drukken werden functies opgesteld die het verband tussen de waterdiepte en de schadefactor aangeven. Deze functies worden ook wel de schadefuncties genoemd.

In Vlaanderen zijn er te weinig gegevens voor handen om op empirische wijze schadefuncties af te leiden. Daarom wordt gebruik gemaakt van, in hoofdzaak, Nederlandse schadefuncties. Momenteel wordt er in LATIS 3.0 gebruik gemaakt van 15 schadefuncties:

- 1 schadefunctie voor woningen bij zoet water
- 1 schadefunctie voor inboedel
- 1 schadefunctie voor voertuigen bij zoet water
- 4 schadefuncties voor industrie
- 1 schadefunctie voor recreatie
- 1 schadefunctie voor akkerland
- 1 schadefunctie voor weiland
- 1 gezamenlijke schadefunctie voor wegen en spoorwegen
- 1 schadefunctie voor zendinstallaties
- 1 schadefunctie voor ondergrondse parkeergarages
- 1 schadefunctie voor woningen bij zout water
- 1 schadefunctie voor voertuigen bij zout water

Alle schadefuncties die gebruikt worden in LATIS 3.0 en gebruikt zullen worden in LATIS 4.0 worden in tabelweergave weergegeven in Bijlage 1, 2, 3 en 4.

2.1 Schadefunctie zoet water woningen

De schadefunctie voor woningen die momenteel in LATIS 3.0 toegepast wordt, heeft betrekking op de woning zelf, niet op de inboedel en dateert uit 2001 (Van der Sande, 2001). Deze functie wordt eveneens gebruikt voor puntelementen kastelen, rusthuizen en schoolgebouwen.

$$\alpha = \frac{5}{10000} * d \quad \text{voor } 0 \leq d \leq 100$$

$$\alpha = \frac{6}{10000} * d - 0,01 \quad \text{voor } 100 \leq d \leq 200$$

$$\alpha = \frac{24}{10000} * d - 0,37 \quad \text{voor } 200 \leq d \leq 300$$

$$\alpha = \frac{33}{10000} * d - 0,64 \quad \text{voor } 300 \leq d \leq 400$$

$$\alpha = \frac{32}{10000} * d - 0,6 \quad \text{voor } 400 \leq d \leq 500$$

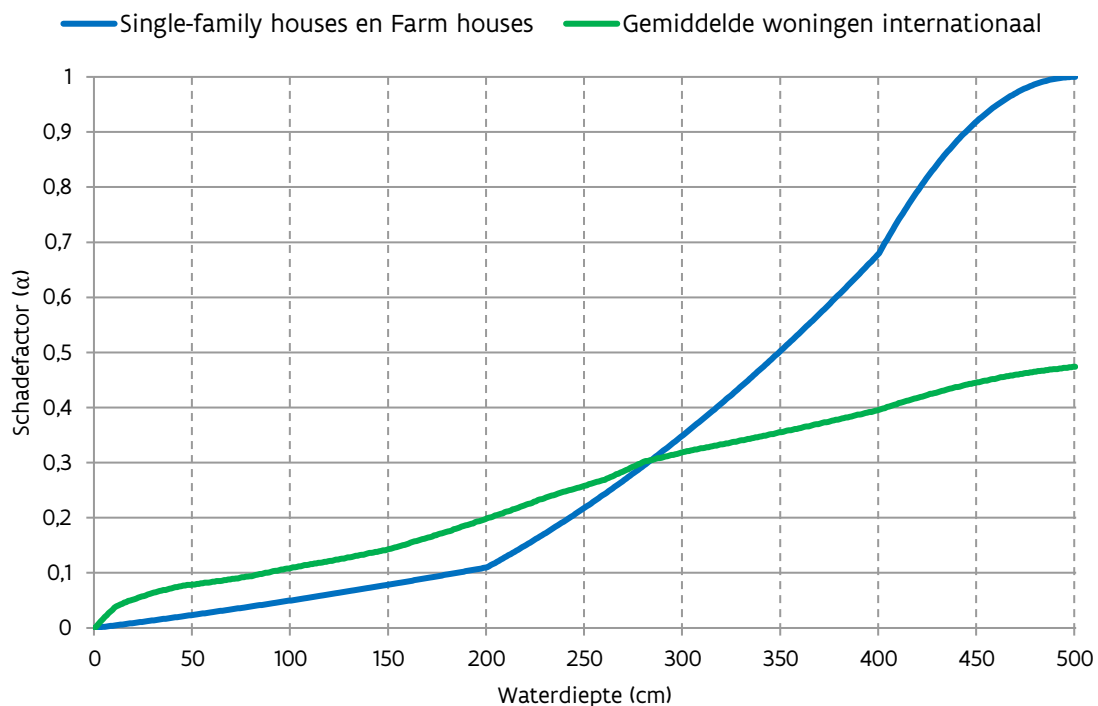
$$\alpha = 1 \quad \text{voor } 500 \leq d$$

d = waterdiepte uitgedrukt in cm

In Nederland maakt men altijd gebruik van 4 verschillende schadefuncties voor woningen. Er wordt namelijk een onderscheid gemaakt tussen 4 woningtypes:

- 1) **“Single-family houses” en “Farms”**: dit zijn onder andere bungalows, herenhuizen, villa's, rijwoningen en boerderijen. De schadefunctie die voor dit type gebruikt wordt, wordt in Vlaanderen gebruikt voor alle woningen (Figuur 1).
- 2) **“Low-rise buildings”**: dit zijn onder andere maisonnettes en residentiële ruimtes boven winkels.
- 3) **“Middle-range apartment buildings”**: dit zijn gebouwen met minder dan 4 verdiepingen.
- 4) **“High-rise apartment buildings”**: dit zijn gebouwen met meer dan 4 verdiepingen.

Figuur 1 toont enerzijds de schadefunctie voor “Single-family houses” en “Farms” in het blauw (stemt overeen met de schadefunctie voor woningen die momenteel in LATIS 3.0 wordt gebruikt) en anderzijds een gemiddelde schadefunctie van verschillende schadefuncties voor woningen die internationaal gebruikt worden: Gauderis (2012), FLEMO (Kreibich, 2010), HAZUS (FEMA, 2009), MCM (Penning-Rowsell, 2005), Rhine Atlas (ICPR, 2001) en Tebodin (Sluijs, 2000).

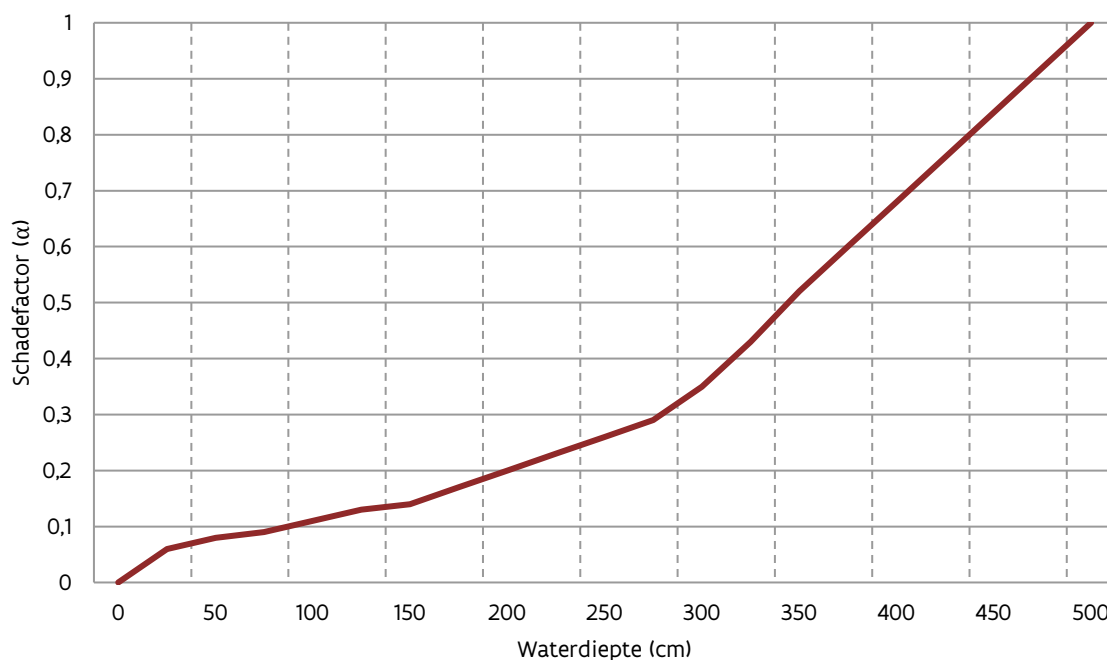


Figuur 1 Schadefunctie woningen LATIS 3.0 en Nederland (blauw) en gemiddelde schadefunctie woningen internationaal (groen)

De eerste 2 meter is de schadefactor dubbel zo groot bij de gemiddelde schadefunctie als bij de schadefunctie die gebruikt wordt in Nederland en Vlaanderen. Tussen 2 en 5 meter is er sterke stijging van de blauwe functie en bij 5 meter wordt de maximale schade bereikt. Deze stijging is te wijten aan het feit dat er in Nederland en Vlaanderen verwacht wordt dat huizen instorten bij hoge waterdieptes. In de internationale literatuur gaat men niet uit van dit principe, waardoor bij 5 m slechts 50% van de maximale schade bereikt is.

In Nederland werd besloten dat verder onderzoek noodzakelijk is en werd gekozen om de huidige schadefunctie te behouden. De experts in Vlaanderen opteren ervoor om de maximale potentiële schade weer te geven. De nieuwe schadefunctie voor woningen in Vlaanderen zal gevormd worden door een combinatie van de twee bovenstaande functies. Eerst zal de groene functie gevolgd worden tot op het moment dat beide schadefuncties elkaar snijden. Vanaf dat moment zal de blauwe functie gevolgd worden. Dit leidt tot een nieuwe schadefunctie die getoond wordt in Figuur 2 en in bijlage 2 in tabelvorm. De

schadefunctie is enkel beschikbaar in tabelvorm omdat de nieuwe schadefunctie een combinatie is van verschillende schadefuncties. Het overnemen van de groene schadefunctie voor het eerste deel zal leiden tot bijna een verdubbeling van de schadewaarden voor de eerste 2 meter.



Figuur 2 Schadefunctie woningen LATIS 4.0

In Vlaanderen wordt er momenteel nog geen onderscheid gemaakt tussen verschillende woningtypes, zoals dit wel het geval is in Nederland. In de toekomst kan er gekeken worden of deze mogelijkheid bestaat. Door gebruik te maken van het 3D GRB, dat de hoogte als attribuut bezit, zou het mogelijk moeten zijn om een onderscheid te maken tussen verschillende woningtypes. Vervolgens is het mogelijk om afzonderlijke schadefuncties te gebruiken voor deze verschillende woningtypes.

In Beullens et al. (2017) wordt een vergelijking gemaakt tussen de twee schadefuncties, door met beide functies een LATIS berekening uit te voeren voor 2 studiegebieden. Bij een T1000 overstroming van de Dender in Geraardsbergen ligt de schade duidelijk hoger met de nieuwe schadefunctie dan met de oude schadefunctie (121 miljoen euro t.o.v. 115 miljoen euro). De hogere schadewaarden worden enkel berekend in de landgebruiksklassen die de schadefunctie voor woningen volgen (residentiële gebouwen, scholen en rusthuizen). Ook voor een T100 overstroming van de IJzer wordt een toename vastgesteld, al is deze wel een stuk kleiner (12 miljoen euro t.o.v. 12,2 miljoen euro).

2.2 Schadefunctie inboedel

De schadefunctie voor de inboedel in LATIS 3.0 wordt toegepast voor het berekenen van de werkelijke schade aan de inboedel en is overgenomen uit Van der Sande (2001).

$$\alpha = \frac{47}{10000} * d \quad \text{voor } 0 \leq d \leq 100$$

$$\alpha = \frac{3}{10000} * d + 0,44 \quad \text{voor } 100 \leq d \leq 200$$

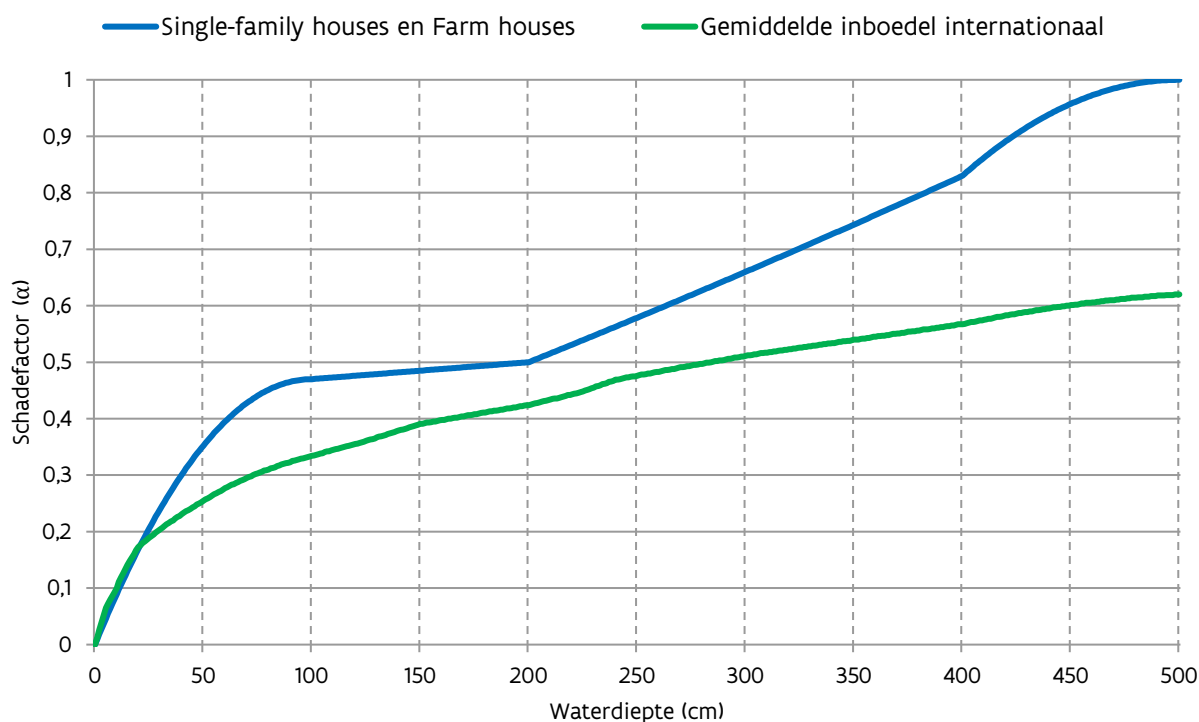
$$\alpha = \frac{16}{10000} * d + 0,18 \quad \text{voor } 200 \leq d \leq 300$$

$$\alpha = \frac{17}{10000} * d + 0,15 \quad \text{voor } 300 \leq d \leq 500$$

$$\alpha = 1 \quad \text{voor } 500 \leq d$$

d = waterdiepte uitgedrukt in cm

Figuur 3 toont enerzijds de schadefunctie voor inboedel voor “Single-family houses” en “Farms” in het blauw (stemt overeen met de schadefunctie voor inboedel in LATIS 3.0) en anderzijds een gemiddelde schadefunctie van verschillende schadefuncties voor inboedel die internationaal gebruikt worden: Gauderis (2012), FLEMO (Kreibich, 2010), HAZUS (FEMA, 2009), MCM (Penning-Rowsell, 2005), Rhine Atlas (ICPR, 2001) en Tebodin (Sluijs, 2000).



Figuur 3 - Schadefunctie inboedel LATIS 3.0 en Nederland (blauw) en gemiddelde schadefunctie inboedel internationaal (groen)

De schadefunctie voor inboedel, die gebruikt wordt in Nederland en Vlaanderen (blauwe functie), toont de eerste meter een sterke stijging. Dit komt omdat de meeste inboedel laag tegen de grond staat. Tussen 1 en 2 meter zal er zich minder inboedel bevinden. Vanaf 2,5 m loopt de schade weer sterk op omdat de inboedel op de tweede verdieping dan geraakt wordt. Deze schadefunctie geeft aan dat bij een waterdiepte van 5 m

de maximale schade voor inboedel bereikt is. In de internationale literatuur (groene functie) loopt de schade in het begin ook sterk op, maar de maximale schade wordt nooit bereikt.

In Nederland werd besloten dat de maximale schade aan inboedel wel bereikt kan worden en dus blijft de schadefunctie behouden zoals ze is. Ook in Vlaanderen werd er door de experts besloten om de huidige schadefunctie voor inboedel te behouden.

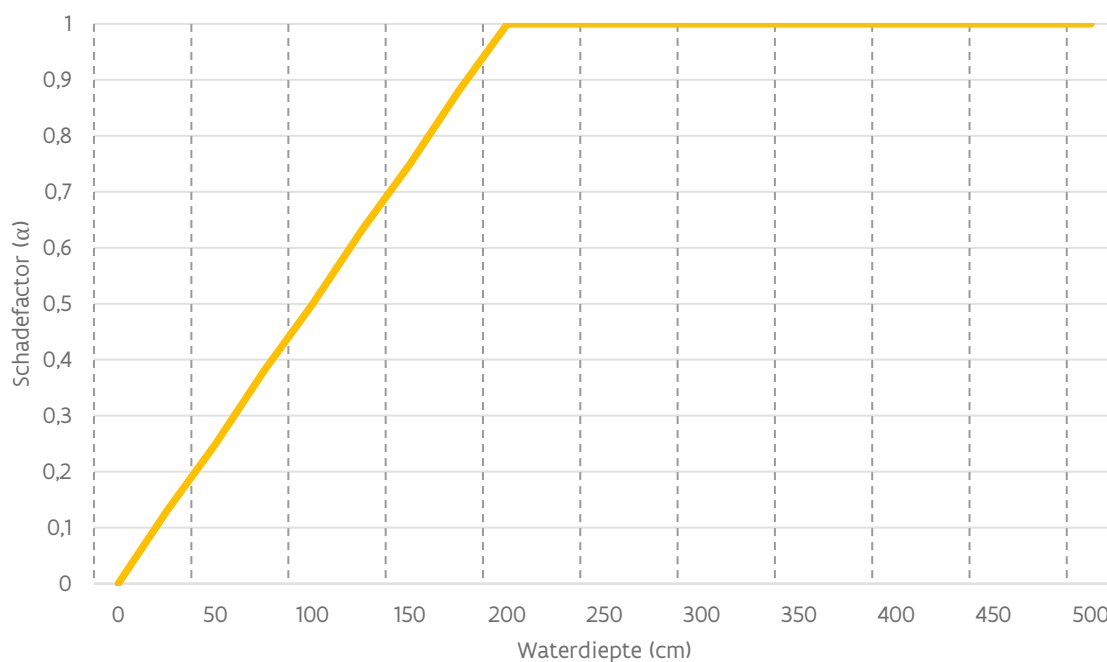
2.3 Schadefunctie zoet water voertuigen

Voor voertuigen wordt de maximale schade reeds bereikt bij 200 cm (Figuur 4). Deze functie wordt in LATIS 3.0 toegepast op de klasse voertuigen die verdeeld worden over de bebouwing, industrie en infrastructuur. De functie werd overgenomen uit Van der Sande (2001).

$$\alpha = \frac{5}{1000} * d \quad \text{voor } 0 \leq d \leq 200$$

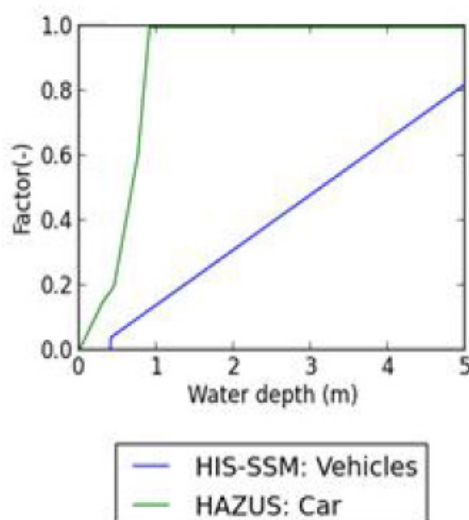
$$\alpha = 1 \quad \text{voor } 200 \leq d$$

d = waterdiepte uitgedrukt in cm



Figuur 4 - Schadefunctie voertuigen LATIS 3.0

Figuur 5 toont enerzijds de schadefunctie voor voertuigen die momenteel gebruikt wordt in Nederland (blauw) en anderzijds de schadefunctie voor voertuigen die momenteel gebruikt wordt in de USA (groen). De schadefunctie die gebruikt wordt in Nederland is verschillend van deze die gebruikt wordt in Vlaanderen.



Figuur 5 - Schadefunctie voertuigen Nederland (blauw) en schadefunctie voertuigen HAZUS (groen)

De Nederlandse schadefunctie geeft aan dat voertuigen de eerste halve meter geen schade oplopen. Vanaf dan neemt de schade lineair toe. Bij 5 m is 80% van de maximale schade aan voertuigen bereikt. In de USA daarentegen loopt het voertuig de eerste halve meter al 20% van de maximale schade op. Daarna stijgt de schade nog sneller en bij een waterdiepte van 1 m is de maximale schade bereikt. In Nederland hebben de experts besloten dat de schadefunctie uit de USA meer realistisch is en dat deze gebruikt zal worden als de nieuwe schadefunctie voor voertuigen in het Nederlandse model.

De schadefunctie voor voertuigen in Vlaanderen (Figuur 4) heeft een lineair verloop en de maximale schade wordt bereikt bij een waterdiepte van 2 m. Samen met de experts werd besloten om geen aanpassingen te doen aan deze functie en de schadefunctie voor voertuigen te behouden.

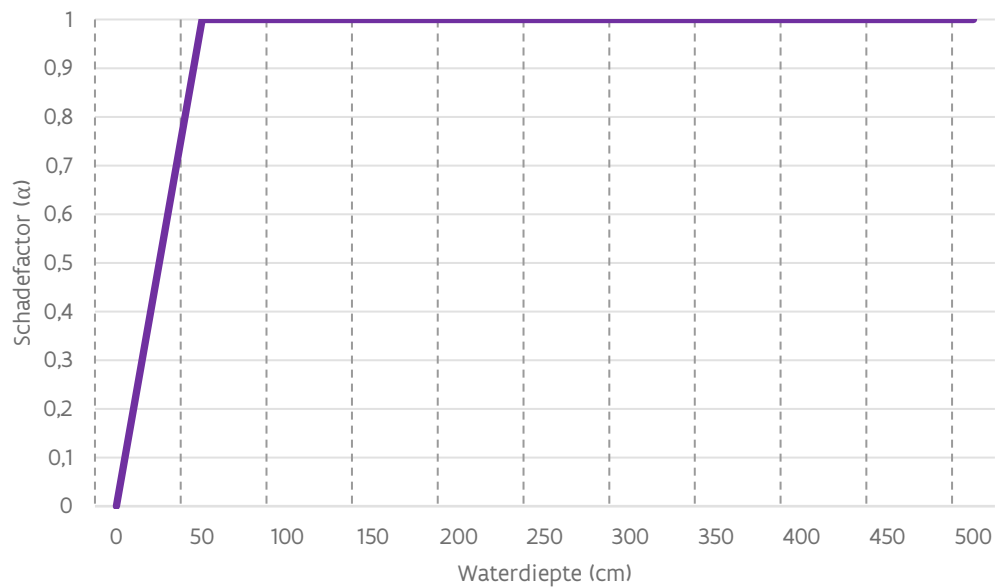
2.4 Schadefunctie recreatie

De schadefunctie voor recreatie in LATIS 3.0 bereikt haar maximum reeds bij een waterdiepte van 50 cm (Figuur 6). De reden hiervoor is dat het, in hoofdzaak, enkel gaat om opruimkosten en kleine herstellingen. De gebouwen en infrastructuren op deze domeinen zijn al vervat in de klasse infrastructuur.

$$\alpha = \frac{2}{100} * d \quad \text{voor } 0 \leq d \leq 50$$

$$\alpha = 1 \quad \text{voor } 50 \leq d$$

d = waterdiepte uitgedrukt in cm

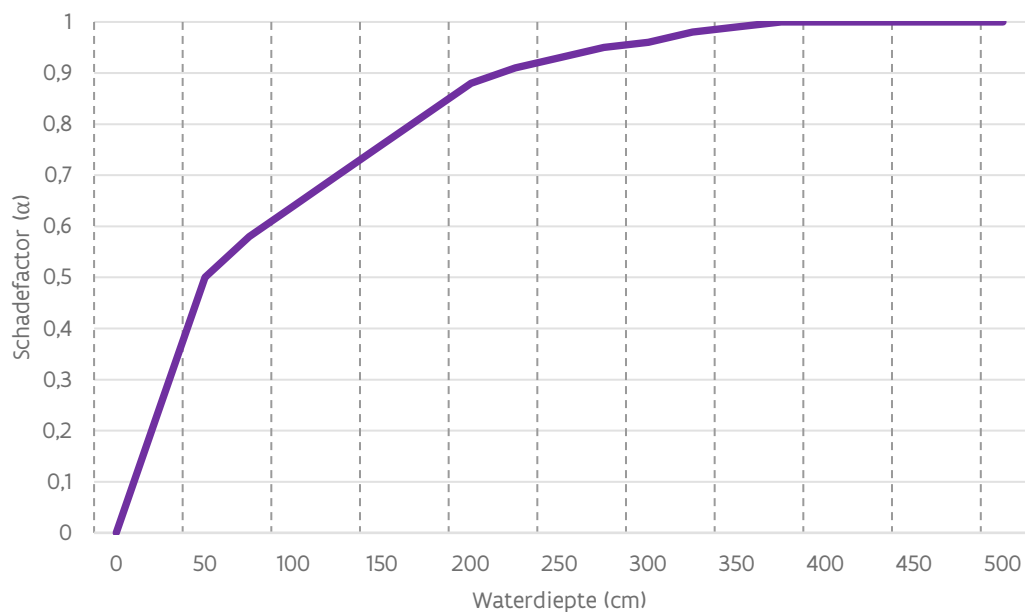


Figuur 6 - Schadefunctie recreatie LATIS 3.0

Figuur 7 toont de schadefunctie voor recreatie die gebruikt wordt in Nederland. Deze functie wordt in Nederland ook gebruikt voor akkerland en weiland. De schadefunctie loopt minder snel op dan deze gebruikt in Vlaanderen, omwille van de definitie van het bodemgebruik. In Nederland bevat de klasse recreatie ook de gebouwen en infrastructuur op de recreatiegebieden, waardoor de maximale schade minder snel bereikt zal worden.

$$\alpha = \text{MIN}\left(\frac{d}{100}; 0,24 * \frac{d}{100} + 0,4; 0,07 * \frac{d}{100} + 0,75; 1\right)$$

d = waterdiepte uitgedrukt in cm



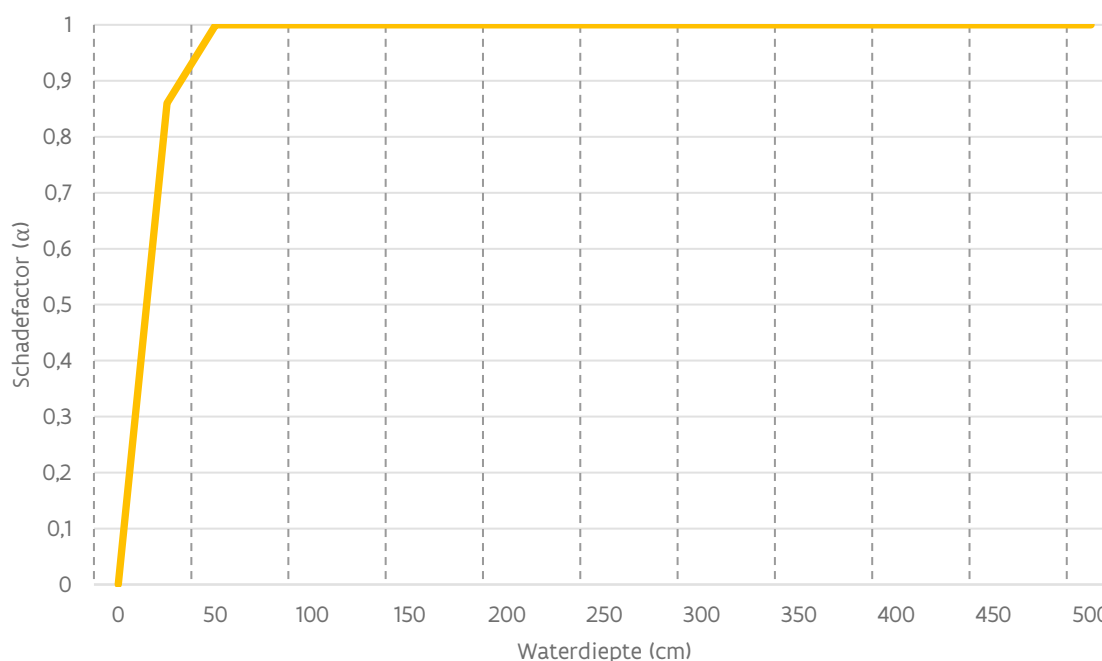
Figuur 7 - Schadefunctie recreatie Nederland

Zowel in Nederland als in Vlaanderen werd er besloten om geen aanpassingen te doen aan deze functies en de functies te behouden.

2.5 Schadefunctie landbouw

In de eerste versies van LATIS werd voor landbouw dezelfde schadefunctie gebruikt als deze in Nederland (Figuur 7). Sinds 2008 wordt er gebruik gemaakt van een andere schadefunctie (Deckers *et al.*, 2008):

Groenten en fruit, aardappelen en suikerbieten worden bij een overstroming volledig vernietigd, ongeacht de waterhoogte. De verschillende graangewassen kunnen nog geoogst worden bij een geringe waterdiepte (weliswaar met een opbrengstverlies van 50%) maar er wordt vanuit gegaan dat die ook vernietigd zijn wanneer er meer dan 25 cm water is. Aangezien het aangeraden is om slechts met één schadefunctie te werken voor akkerland werden deze waarden geaggregeerd volgens de totale oppervlakte in Vlaanderen van de verschillende gewassen (± 9 miljoen ha graangewassen en ± 24 miljoen ha andere gewassen). Het resultaat is onderstaande schadefunctie (Figuur 8): 0 cm = 0% schade; 1 tot 25 cm = 86% schade; 26 of meer cm 100% schade (Deckers *et al.*, 2008).



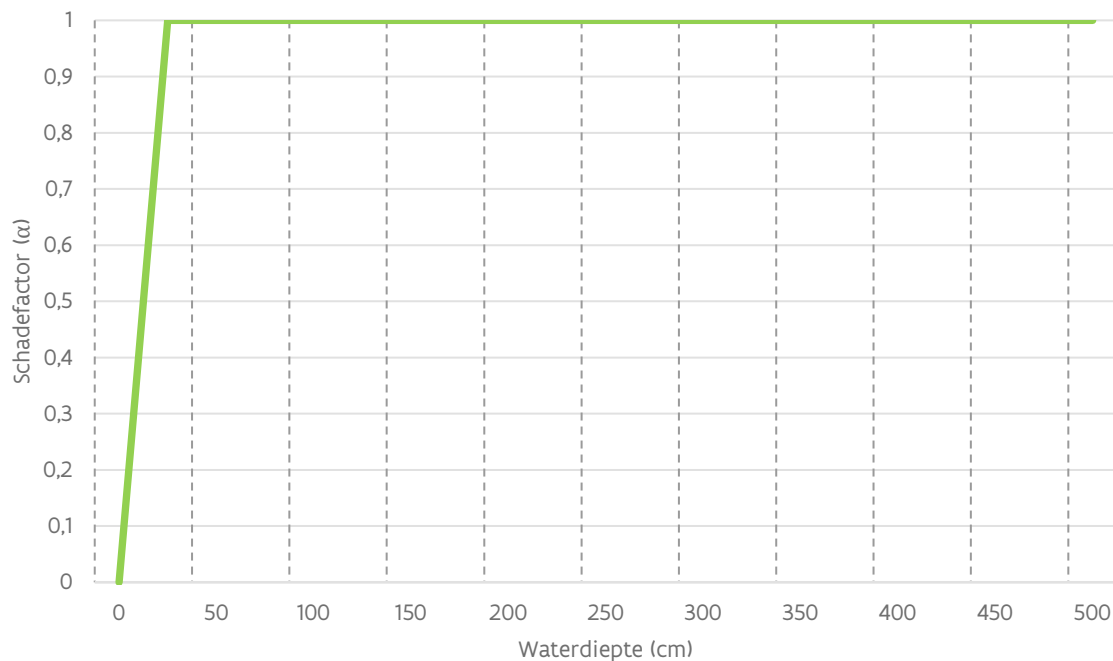
Figuur 8 - Schadefunctie landbouw LATIS 3.0

In Nederland behouden ze de schadefunctie voor recreatie (Figuur 7) als schadefunctie voor akkerland. In Vlaanderen besloten de experts om de schadefunctie voor landbouw, gebruikt in LATIS 3.0 (Figuur 8), te behouden als schadefunctie voor akkerland.

2.6 Schadefunctie weiland

In de eerste versies van LATIS werd voor weiland dezelfde schadefunctie gebruikt als deze in Nederland voor landbouw (Figuur 7). Sinds 2008 wordt er gebruik gemaakt van een andere schadefunctie (Deckers *et al.*, 2008).

Grassen hebben een zeer lage gewashoogte en het gras zal bij zeer lage waterstanden reeds bedekt worden met een sliblaag. Daarom werd de schadefunctie voor weiland herwerkt tot een binaire functie (Figuur 9). Als er geen water is, is de werkelijke schade 0% van de maximale schade; als de waterhoogte minstens 1 cm is, dan is de werkelijke schade 100% (Deckers *et al.*, 2008).



Figuur 9 - Schadefunctie weiland LATIS 3.0

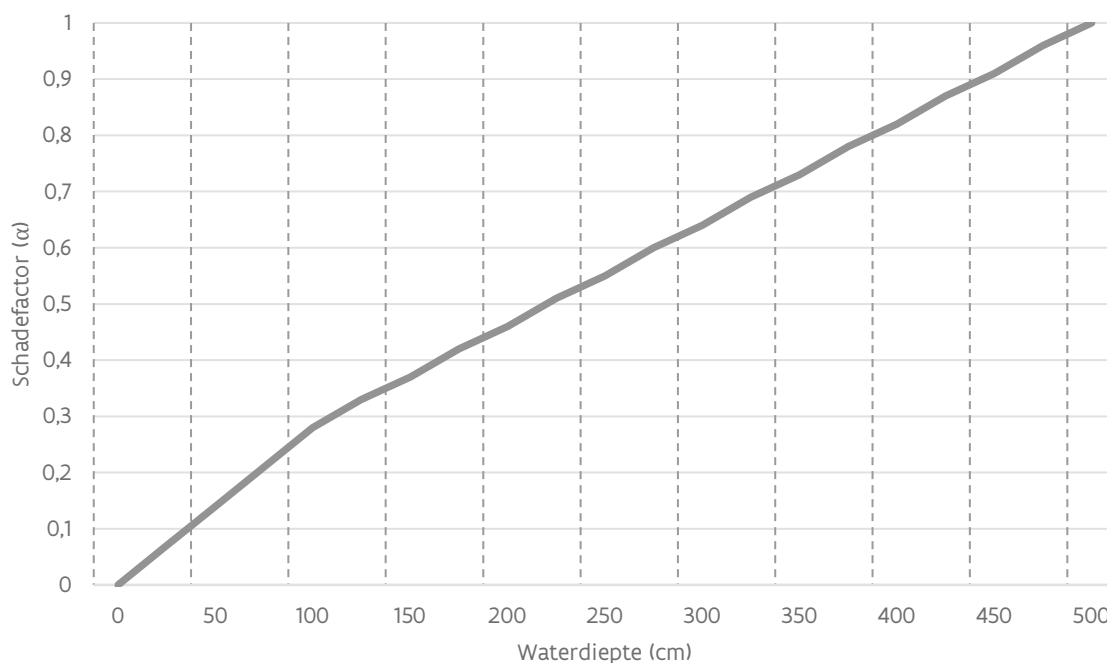
In Nederland behouden ze Figuur 7 als schadefunctie voor weiland. In Vlaanderen besloten de experts om de bestaande schadefunctie voor weiland (Figuur 9) te behouden als schadefunctie voor weiland.

2.7 Schadefunctie wegen en spoorwegen

De schadefunctie voor wegen en spoorwegen in LATIS 3.0 (Figuur 10) werd overgenomen van de Technische Adviescommissie Waterkeringen (TAW). Deze functie is beschreven in Vrisou van Eck *et al.* (1999):

$$\alpha = \text{MIN}\left(0,28 * \frac{d}{100}; 0,18 * \frac{d}{100} + 0,1; 1\right)$$

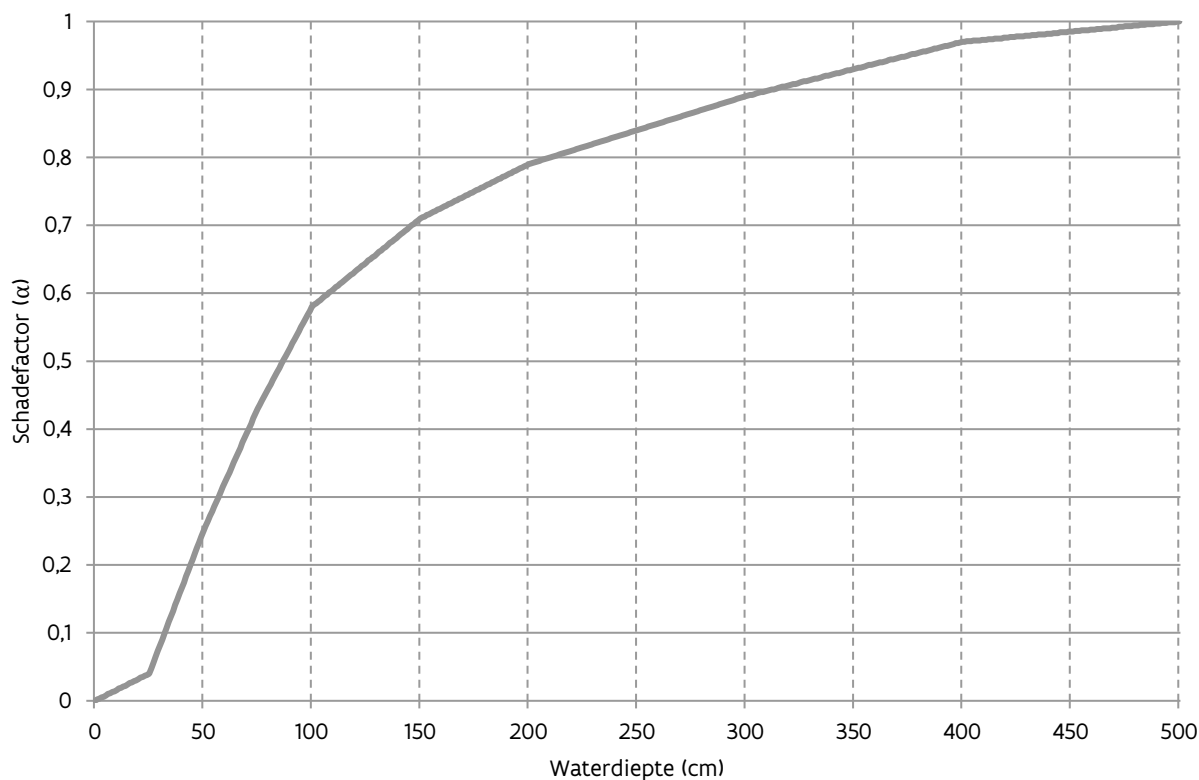
d = waterdiepte uitgedrukt in cm



Figuur 10 - Schadefunctie wegen en spoorwegen LATIS 3.0

In Nederland zal er gebruik gemaakt worden van een nieuwe schadefunctie voor wegen en spoorwegen (Figuur 11). Deze nieuwe schadefunctie werd gevormd op basis van een systematische expert judgement benadering zoals toepast in de MCM (Penning-Roswell *et al.*, 2005). Er wordt vanuit gegaan dat de meeste schade optreedt in de eerste meters waterdiepte aangezien de potentiële schade bestaat uit verkeerslichten, installaties en opruim.

De nieuwe functie stijgt traag omdat de wegen niet kwetsbaar zijn voor zeer lage waterdieptes (< 25 cm). Dan neemt de schade sterk toe omdat de elektrische infrastructuur geraakt wordt. Daarna wordt de functie minder steil omdat het additionele water de schade niet meer aanzienlijk zal beïnvloeden.



Figuur 11 - Nieuw voorgestelde schadefunctie wegen en spoorwegen Nederland

Beide schadefuncties (Figuur 10 en Figuur 11) werden voorgelegd aan Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) en Infrabel om na te gaan naar welke functie hun voorkeur uitging. Zowel AWV als Infrabel stelden dat de schadefunctie van Figuur 11 meer realistisch is en dus wordt deze functie, net zoals in Nederland, de nieuwe schadefunctie voor wegen en spoorwegen.

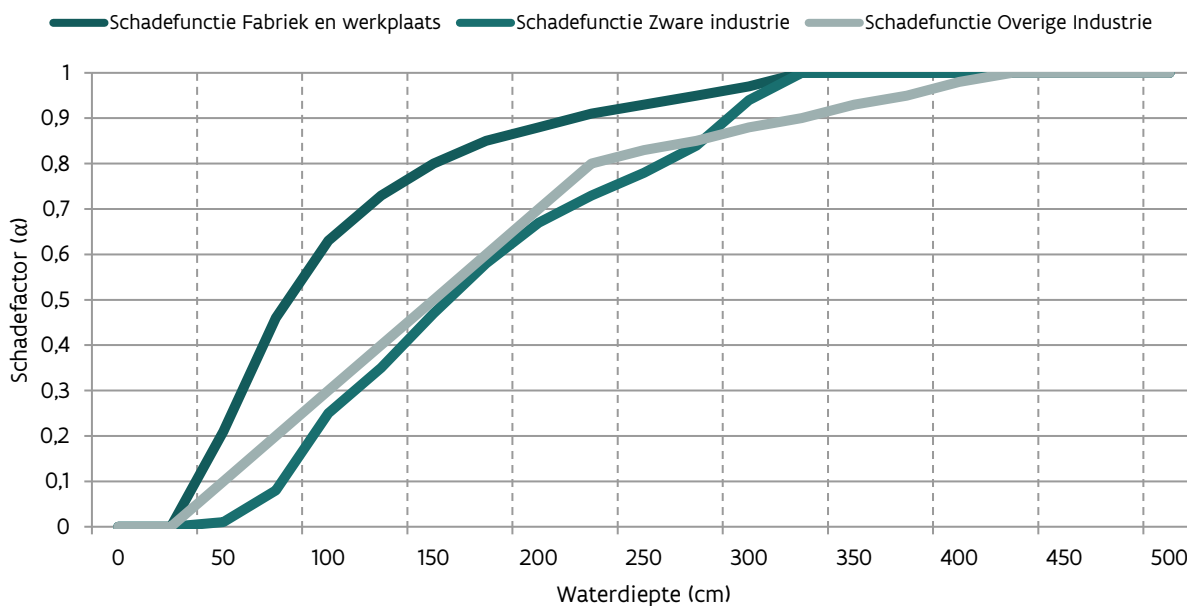
In Beullens et al. (2017) wordt ook een vergelijking gemaakt tussen beide functies. Bij een T1000 overstroming van de Dender in Geraardsbergen ligt de schade duidelijk hoger met de nieuwe schadefunctie dan met de oude schadefunctie (119 miljoen euro t.o.v. 115 miljoen euro). De hogere schadewaarden worden enkel berekend in de landgebruiksklasse die de schadefunctie voor wegen en spoorwegen volgt (wegen en spoorwegen). Ook voor een T100 overstroming van de IJzer wordt een toename vastgesteld (13 miljoen euro t.o.v. 12 miljoen euro).

2.8 Schadefunctie industrie

Voor de klasse industrie wordt er in LATIS 3.0 gebruik gemaakt van 3 schadefuncties voor 4 verschillende nijverheidstypes (Figuur 12):

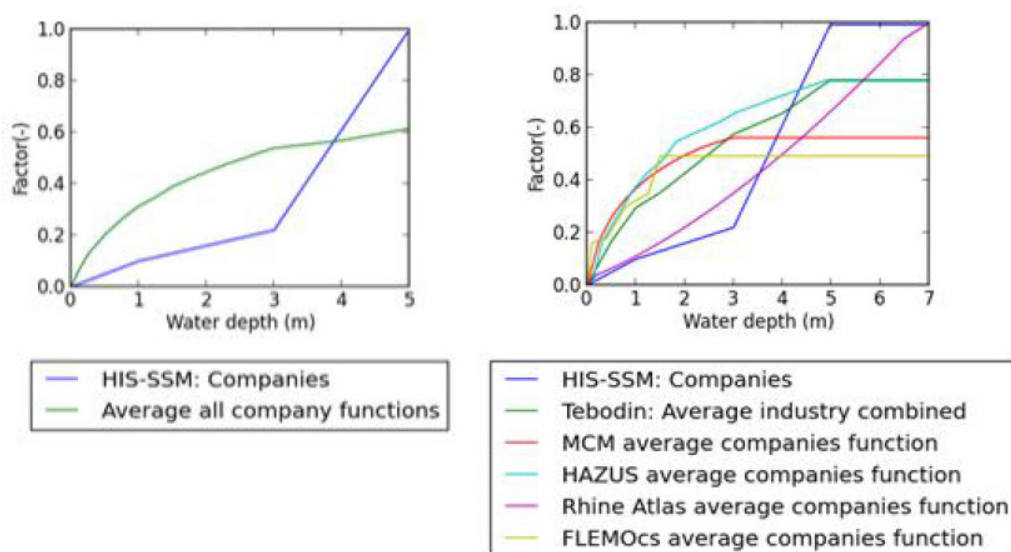
- 1) Schadefunctie voor nijverheidstype fabriek en werkplaats
- 2) Schadefunctie voor nijverheidstype zware industrie
- 3) Schadefunctie voor nijverheidstype overige industrie

Deze functies zijn niet, zoals de meeste functies, overgenomen uit Nederland, maar wel uit Groot-Brittannië (Penning-Rowse et al., 2005). De 16 industrietypes die gebruikt worden binnen LATIS werden elk gekoppeld aan 1 nijverheidstype op basis van "expert judgement".



Figuur 12 - Schadefunctie industrie LATIS 3.0

Figuur 13 toont links de schadefunctie voor industrie (blauw) die gebruikt wordt in Nederland en de gemiddelde schadefunctie (groen) van alle afzonderlijke schadefuncties (rechts) uit de internationale literatuur. In Nederland wordt er slechts 1 functie voor industrie gebruikt, terwijl in Vlaanderen 3 functies gebruikt worden.



Figuur 13 - Schadefunctie industrie Nederland (blauw) en gemiddelde schadefunctie industrie (groen) links en afzonderlijke internationale schadefuncties industrie rechts.

In Nederland werd er voor de huidige schadefunctie voor industrie een goed alternatief gevonden met de Tebodin functies. Sluijs *et al.* (2000) maakt een onderscheid tussen 18 verschillende industrietypes en elk type heeft zijn eigen schadefunctie. De Bruijn *et al.* (2015) verkiest om het gemiddelde te bepalen van al deze 18 functies en deze te gebruiken als nieuwe schadefunctie voor industrie in Nederland (Figuur 13, groene functie rechter figuur). Deze functie volgt meer het patroon van de andere schadefuncties voor industrie uit de internationale literatuur. Opvallend is dat de maximale schade niet bereikt wordt.

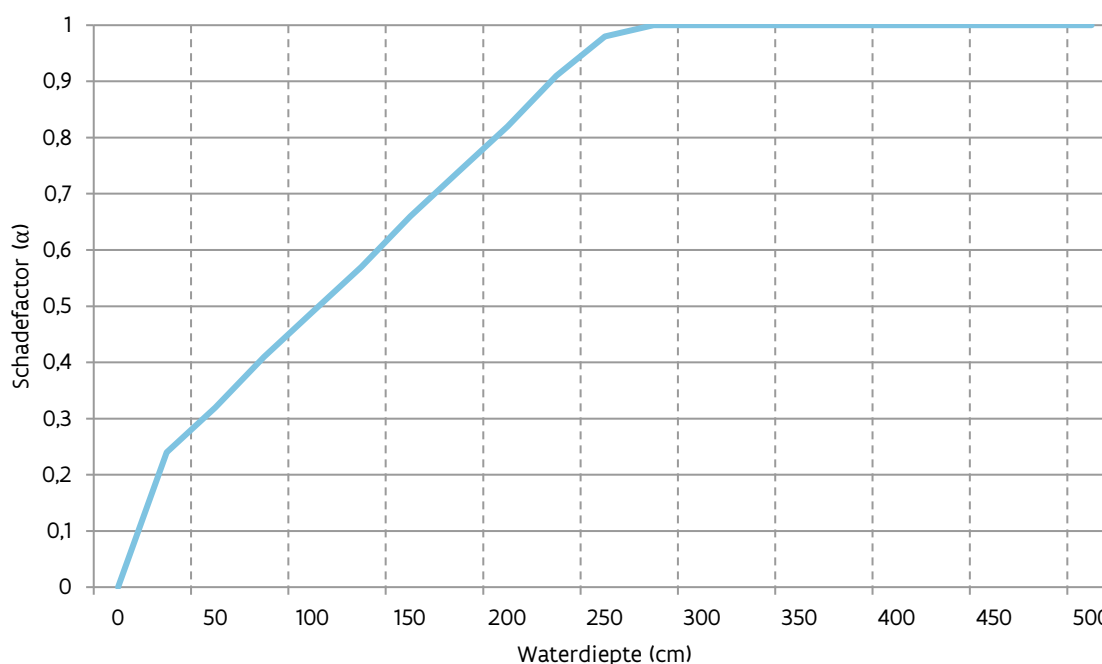
In Vlaanderen besloten de experts dat de maximale schade wel bereikt kan worden en dat de drie functies die momenteel gebruikt worden een hogere graad van detail geven dan één gemiddelde functie. Hierdoor zullen de schadefuncties voor industrie die momenteel gebruikt worden, behouden blijven. In de toekomst is het mogelijk om de 3 schadefuncties uit te breiden naar de 18 Tebodin functies om die detailgraad te verhogen. Een aanpassing in de raster laag industrie zal ervoor zorgen dat ook andere bestanden van het BLP opnieuw aangepast zullen moeten worden, want het industrie raster vormt een inputbestand voor andere modules. Hierdoor zullen deze modules opnieuw doorlopen moeten worden. Overschakelen naar 18 schadefuncties voor industrie zal ook leiden tot aanpassingen in de code. Deze update paste niet meer in het tijdsbestek van deze studie.

2.9 Schadefunctie zendinstallaties

Voor zendinstallaties wordt een afzonderlijke schadefunctie gebruikt (Figuur 14). Zij leiden schade als hun infrastructuur aan de pyloon te maken heeft met wateroverlast. De functie is overgenomen uit Vrisou van Eck et al. (1999) en deze functie zal behouden blijven.

$$\alpha = \text{MIN}\left(0,8 * \frac{d}{100}; 0,34 * \frac{d}{100} + 0,15; 1\right)$$

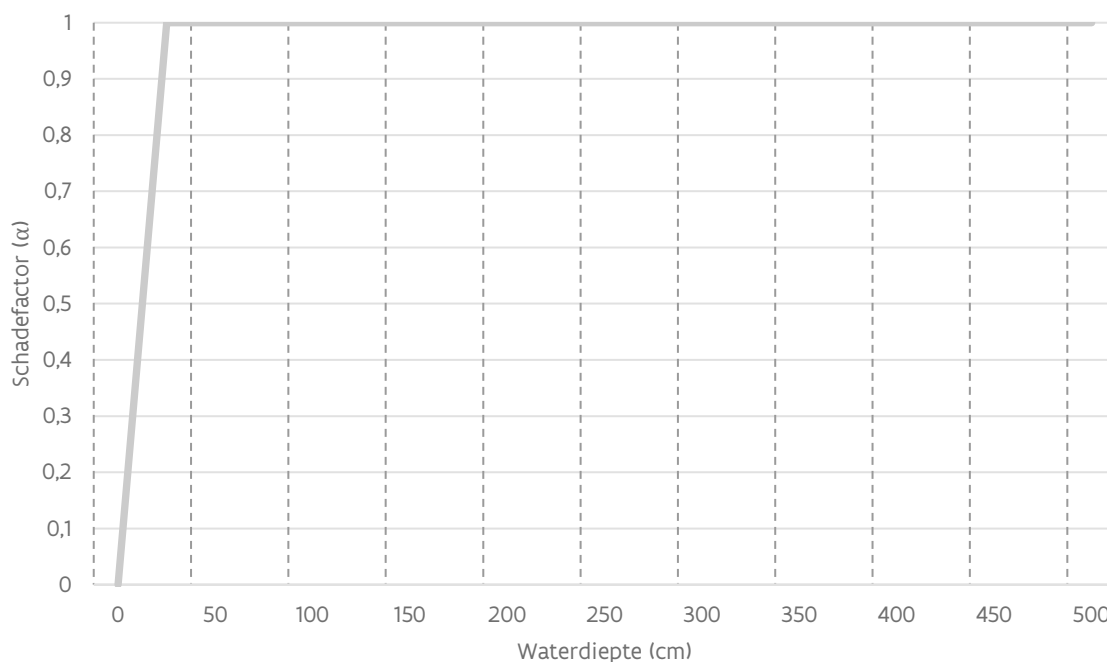
d = waterdiepte uitgedrukt in cm



Figuur 14 - Schadefunctie zendinstallaties LATIS 3.0

2.10 Schadefunctie ondergrondse parkeergarage

De schadefunctie voor ondergrondse parkeergarages is een binaire functie (Figuur 15) en zal ook behouden blijven. Geen schade als er geen water is, een schade gelijk aan de vervangingswaarde (schadecoëfficiënt = 1) indien er water is. Voor ondergrondse parkeergarages wordt wel gekeken naar een mogelijke drempel waar het water over moet alvorens de garage in te stromen. Deze drempelhoogten t.o.v. het maaiveld worden in een afzonderlijk bestand aan de modellering toegevoegd.



Figuur 15 - Schadefunctie ondergrondse parkeergarages LATIS 3.0

2.11 Schadefuncties zout water

De schade bepaald met behulp van bovenstaande functies vertrok van de veronderstelling dat het ging om schade ten gevolge van overstromingen uit rivieren waarvan het debiet (grotendeels) bepaald werd door de neerslag. Het water in deze rivieren (hoewel zeker niet altijd even proper) kan zoet verondersteld worden.

Indien we te maken hebben met overstromingen vanuit de zee of met water uit tijdgebonden delen van rivieren, is deze veronderstelling niet altijd meer geldig. De schade die optreedt door zout water zal in een aantal gevallen namelijk groter zijn dan wanneer het over zoet water gaat. Vanneuville et al. (2003) kwam tot de conclusie dat de schade aan woningen, voertuigen, recreatie, landbouw en weiland ten gevolge van zout en zoet water niet gelijk kan worden verondersteld. Voor alle andere klassen is de schade voor zoet en zout water dezelfde.

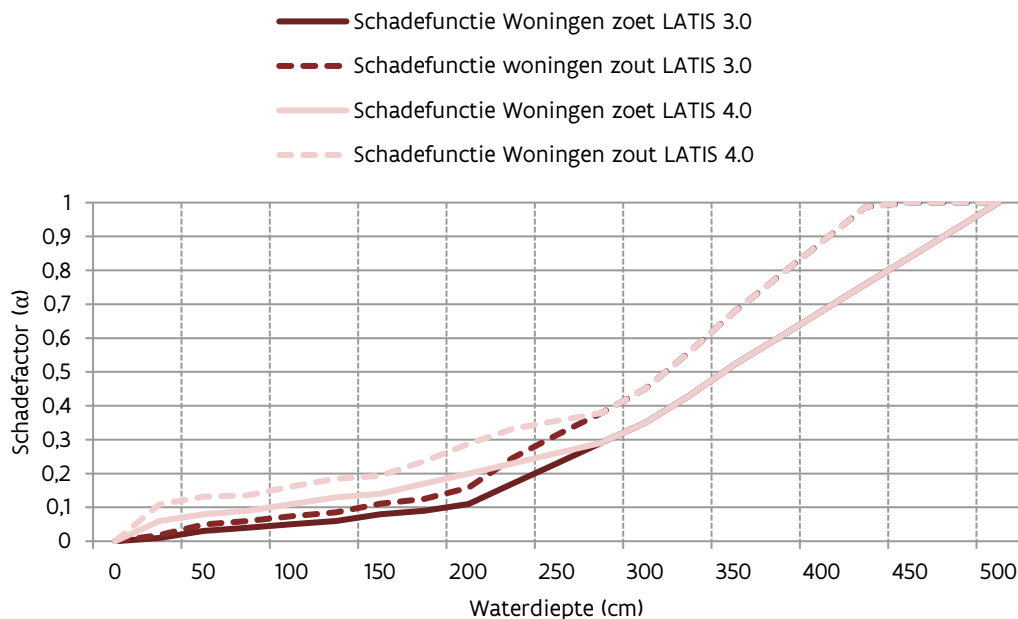
2.11.1 Schadefunctie zout water woningen

De schadefunctie voor woningen ten gevolge van zout water werd opgesteld door de verhouding van de schadefactor voor zout water en deze voor zoet water (uit Penning-Rowsell et al, 2003) te nemen (recentere bron werd niet teruggevonden) en deze te vermenigvuldigen met de schadefactor voor nieuwe schade aan woningen voor zoet water voor LATIS 4.0 (Tabel 1). Voor waterdiepten groter dan 3.25 meter (waarvoor geen gegevens beschikbaar zijn in Penning-Rowsell et al. 2003) is gekeken naar de verhouding in de buurt van 3 meter. Als benadering werd gekozen voor een factor 1,3 als verschil tussen de schadefunctie voor zoet en

zout water. De schadefunctie voor LATIS 3.0 en LATIS 4.0 voor zowel zoet als zout water worden weergegeven in Figuur 16.

Tabel 1 - schadefuncties voor woningen voor zoet en zout water

Diepteklasse (m)	Verhouding zout/zoet water (Penning-Rowsell et al, 2003)	Woningen (zoet)	Woningen (zout)
[0.01; 0.26[	3	0.00	0.00
[0.26; 0.51[	1.8181818	0.06	0.11
[0.51; 0.76[	1.6428571	0.08	0.13
[0.76; 1.01[	1.5	0.09	0.14
[1.01; 1.26[	1.4705882	0.11	0.16
[1.26; 1.51[	1.4210526	0.13	0.18
[1.51; 1.76[	1.3809524	0.14	0.19
[1.76; 2.01[	1.3913043	0.17	0.24
[2.01; 2.26[	1.44	0.20	0.29
[2.26; 2.51[	1.4444444	0.23	0.33
[2.51; 2.76[	1.3666667	0.26	0.36
[2.76; 3.01[	1.3030303	0.29	0.38
[3.01; 3.26[	1.2857143	0.35	0.45
[3.26; 3.51[	1.3	0.43	0.56
[3.51; 3.76[	1.3	0.52	0.68
[3.76; 4.01[	1.3	0.60	0.78
[4.01; 4.26[	1.3	0.68	0.88
[4.26; 4.51[	1.3	0.76	0.99
[4.51; 4.76[	1.3	0.84	1.00
[4.76; 5.01[	1.3	0.92	1.00
[5.01; ∞[	1.3	1.00	1.00



Figuur 16 - Schadefunctie woningen LATIS 3.0 en LATIS 4.0 (zoet & zout)

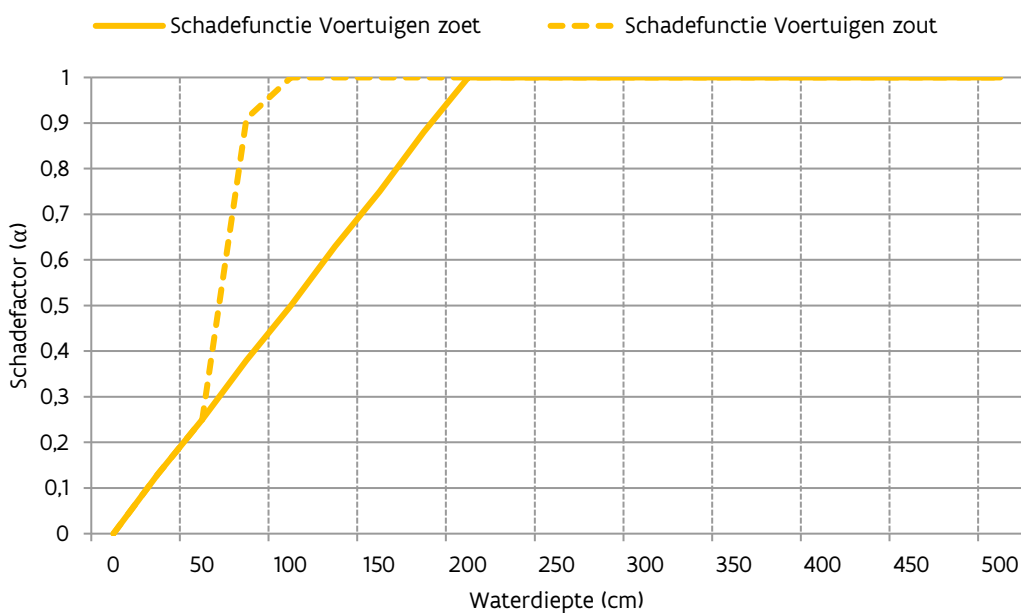
2.11.2 Schadefunctie zout water voertuigen

De schade aan voertuigen ten gevolge van zout water is beschreven in Vrisou van Eck et al. (1999).

$$\alpha = \text{MIN}\left(0,17 * \frac{d}{100} - 0,03; 0,72 * \frac{d}{100} - 0,3; 0,31 * \frac{d}{100} + 0,1; 1\right)$$

d = waterdiepte uitgedrukt in cm

De schadefunctie zal net zoals deze voor zoet water behouden blijven, omwille van het feit dat er geen recentere informatiebronnen teruggevonden werden. Beide schadefuncties worden weergegeven in Figuur 17.



Figuur 17 - Schadefunctie voertuigen (zoet & zout)

2.11.3 Schadefunctie zout water landbouw, weiland en recreatie

Onderstaande methodologie dateert uit 2003 (Vanneuville et al., 2003) en zal ook in LATIS 4 gevolgd worden, omwille van het feit dat er geen nieuwe bronnen beschikbaar zijn.

De schade aan de landbouw ten gevolge van zout water is beschreven in Wösten 2002. Een aantal redenen worden aangegeven waarom de schade ten gevolge van zout water groter is dan deze ten gevolge van zoet water doordat het een bepaalde tijd duurt voor het zoute water is uitgespoeld. De belangrijkste zijn:

- Structuurbederf van de bodem
- Verschillende zoutgevoeligheid van de gewassen

De schadefunctie die het verband geeft tussen het aandeel van de potentiële schade en de waterdiepte weergeeft wordt hier niet aangepast, maar de maximaal potentiële schade wordt aangepast.

Aangezien gewerkt wordt met gemiddelden wordt een gemiddelde zoutgevoeligheid van de gewassen verondersteld en een gemiddeld structuurbederf. Een overstroming met zout water heeft tot gevolg dat de oogst van het jaar volgend op de overstroming en zelfs de daaropvolgende jaren minder zal zijn dan zonder deze overstroming met zout water. Het herstel van de bodem kan in praktijk sterk versneld worden door kalk toe te voegen. Deze kosten zijn dan ook in rekening gebracht.

De aanpassing van de potentiële maximale schade bestaat dan uit een verdubbeling van de schade ten gevolge van zoet water (waarbij de schadefunctie behouden blijft) vermeerderd met een vast bedrag van €0,05/m² voor het toedienen van kalk om het structuurherstel te versnellen en de effecten van de overstroming weg te werken na twee jaar (vandaar de verdubbeling van de maximale schade). Voor schade aan weiland gebeurt dit op exact dezelfde manier.

De schade aan recreatie is zeer klein (€0.03/m²). De schade ten gevolge van zout water is eveneens klein, maar in Wösten (2002) wordt melding gemaakt van een laag slib die afgezet is en van het viltig zijn van de bodem. Arbitrair, doch evenwel naar analogie met de schade aan de landbouw en het weiland, wordt de maximale schade aan recreatie vermenigvuldigd met een factor 2. Al deze bewerkingen zijn geïmplementeerd in de LATIS broncode.

Hierbij moet wel vermeld worden dat het bodemgebruik recreatie exclusief de grote infrastructuur en gebouwen is die op deze terreinen staan. De schade hieraan wordt berekend met een hogere potentiële schade, namelijk de maximale schade aan infrastructuur en gebouwen die een stuk hoger ligt dan deze van recreatie.

2.12 Indirecte schade

2.12.1 Indirecte schade woningen en inboedels

Behalve de directe schade wordt voor woningen ook een indirecte schade in rekening gebracht, voornamelijk de opruimkosten. De indirecte schade wordt bepaald als percentage van de directe schade en in functie van de waterdiepte. Bij een kleine schade (lage waterstand) zal het relatieve aandeel van de opruimkosten groter zijn dan bij grote schade (hoge waterstand). De indirecte schade bedraagt 15% van de directe schade bij een initieel kleine schade en 1% van de directe schade wanneer deze gelijk is aan het totale verlies van de woning en inboedel (Grigg et al., 1976). Aangezien er directe schade is aan het gebouw zelf en aan de inboedel, dient hiervan een combinatie gemaakt te worden voor het berekenen van de indirecte schade (Tabel 2):

$$\text{Indirecte schade (\%)} = b + \left(1 - \frac{2 * \alpha_{won} + \alpha_{inb}}{3}\right) * (a - b) \text{ met:}$$

α : een factor die de directe schade weergeeft als fractie van de maximale schade, schadefactor van de schadefunctie **woningen zoet** en de schadefunctie **inboedels** wordt hiervoor gebruikt.

a = 15: percentage van de directe schade bij een initieel kleine schade

b = 1: percentage van de directe schade bij een totaal verlies van woning en inboedel

De redenering achter het gebruik van de coëfficiënten a en b heeft te maken met het feit dat bij een lichte overstroming (beperkte waterdiepte) de opruimkosten een relatief groot aandeel hebben in de totale kosten. Meubels en goederen zijn misschien wel beschadigd, maar niet totaal verloren en kunnen door opkuisen nog (tijdelijk) verder gebruikt worden. Bij grotere waterdiepte is de schade groter, en zullen verschillende goederen totaal verloren zijn, waardoor er niet meer geïnvesteerd moet worden in opruimen maar de goederen volledig weggegooid worden.

Tabel 2 - Indirecte schade woningen en inboedels

Diepteklasse (m)	α_{won}	α_{inb}	Indirecte schade (%)
[0.01; 0.26[	0	0	15.00
[0.26; 0.51[	0.06	0.12	13.88
[0.51; 0.76[	0.08	0.24	13.13
[0.76; 1.01[	0.09	0.35	12.53
[1.01; 1.26[	0.11	0.47	11.78
[1.26; 1.51[	0.13	0.48	11.55
[1.51; 1.76[	0.14	0.49	11.41
[1.76; 2.01[	0.17	0.49	11.13
[2.01; 2.26[	0.2	0.5	10.80
[2.26; 2.51[	0.23	0.54	10.33
[2.51; 2.76[	0.26	0.58	9.87
[2.76; 3.01[	0.29	0.62	9.40
[3.01; 3.26[	0.35	0.66	8.65
[3.26; 3.51[	0.43	0.7	7.72
[3.51; 3.76[	0.52	0.75	6.65
[3.76; 4.01[	0.6	0.79	5.71
[4.01; 4.26[	0.68	0.83	4.78
[4.26; 4.51[	0.76	0.87	3.85
[4.51; 4.76[	0.84	0.92	2.87
[4.76; 5.01[	0.92	0.96	1.93
[5.01; ∞ [	1	1	1.00

2.12.2 Indirecte schade industrie

Ook bij de industrie worden er indirecte kosten in rekening gebracht. Deze hebben betrekking op productieverliezen en opruimkosten. Volgens Grigg et al. (1976) bedraagt de indirecte schade tussen 35% (bij volledig verlies) en 45% (bij initieel kleine schade) van de directe schade. Het is moeilijk hiervoor betere cijfers te vinden die voldoende statistisch relevant zijn, daar verondersteld kan worden dat er zeer grote individuele verschillen tussen verschillende bedrijfssectoren zijn. De indirecte schade (Tabel 3) uitdrukken (in % van de directe schade) kan door gebruik te maken van onderstaande formule:

indirecte schade (%) = $b + (1 - \alpha) * (a - b)$ met:

α : een factor die de directe schade weergeeft als fractie van de maximale schade. De schadefactor van de schadefunctie **Overige Industrie** wordt hiervoor gebruikt

$a = 45$: percentage van de directe schade bij een initieel kleine schade

$b = 35$: percentage van de directe schade bij totale verlies van woning en inboedel

De redenering achter het gebruik van een variabele functie voor de indirecte schade is analoog aan deze voor de indirecte schade bij woningen en inboedels. Bij een beperkte waterdiepte kan door opkuis een deel van de goederen nog (tijdelijk) gebruikt worden. Ook voor de productieverliezen geldt dat de periode waarin niet geproduceerd kan worden slechts beperkt afhankelijk is van de waterhoogte. Relatief gezien is de indirecte schade dus belangrijker bij eerder kleine waterdieptes. De totale schade (directe en indirecte) neemt evenwel toe met de waterdiepte.

Tabel 3 - Indirecte schade industrie

Diepteklasse (m)	α_{ind}	Indirecte schade (%)
[0.01; 0.26[	0	45
[0.26; 0.51[	0	45
[0.51; 0.76[	0.1	44
[0.76; 1.01[	0.2	43
[1.01; 1.26[	0.3	42
[1.26; 1.51[	0.4	41
[1.51; 1.76[	0.5	40
[1.76; 2.01[	0.6	39
[2.01; 2.26[	0.7	38
[2.26; 2.51[	0.8	37
[2.51; 2.76[	0.83	36.7
[2.76; 3.01[	0.85	36.5
[3.01; 3.26[	0.88	36.2

[3.26; 3.51[	0.9	36
[3.51; 3.76[	0.93	35.7
[3.76; 4.01[	0.95	35.5
[4.01; 4.26[	0.98	35.2
[4.26; 4.51[	1	35
[4.51; 4.76[	1	35
[4.76; 5.01[	1	35
[5.01; ∞ [	1	35

2.13 Drempelwaarden LATIS

De relaties – schadefuncties – zijn afgeleid uit expert judgement en bevestigingen, waarbij aan de mensen letterlijk gevraagd werd naar de waterhoogte boven de drempel. Voor een aantal objecten wordt deze drempel niet gelijk gesteld aan het maaiveldniveau. Dit is het geval voor woningen, industrie en wegen. Voor woningen wordt een drempel ingebracht van 25 cm. Dit komt overeen met 1 hoogteklaas na conservatieve indeling van de waterhoogte. De werkelijke drempel ligt dus ergens tussen de 1 en 25 cm. Voor industrie ligt deze drempel tussen 26 en 50 cm, ofwel 2 hoogteklassen na indeling van de waterdiepte.

Voor wegen is de redenering verschillend. Voor een kleine waterstand boven een weg (ook hier worden 2 klassen, ofwel 50 cm genomen, wat in werkelijkheid betekent een drempel van 26 tot 50 cm) wordt deze verondersteld schaderesistent te zijn. Ook bij hevige regenval staat er soms water op de weg zonder dat dit tot schade leidt. Dit geldt niet voor de spoorwegen aangezien een groot gedeelte van de elektrische, schadegevoelige componenten zich tussen de sporen of het oppervlak bevinden. Voor wegen en spoorwegen wordt dezelfde schadefunctie gebruikt. Om de drempel bij wegen te bekomen, wordt de waterdiepte bij wegen vermindert met 50 cm. Deze bewerking gebeurt in de LATIS broncode.

Ook voor sociale –en culturele schade wordt er in de overstromingsindex een drempel opgenomen. Er wordt namelijk vanuit gegaan dat zolang er geen water in de woning of het cultureel gebouw staat er ook geen sociale en/of culturele schade zal zijn. De drempel wordt net zoals bij de woningen ingesteld op 25 cm.

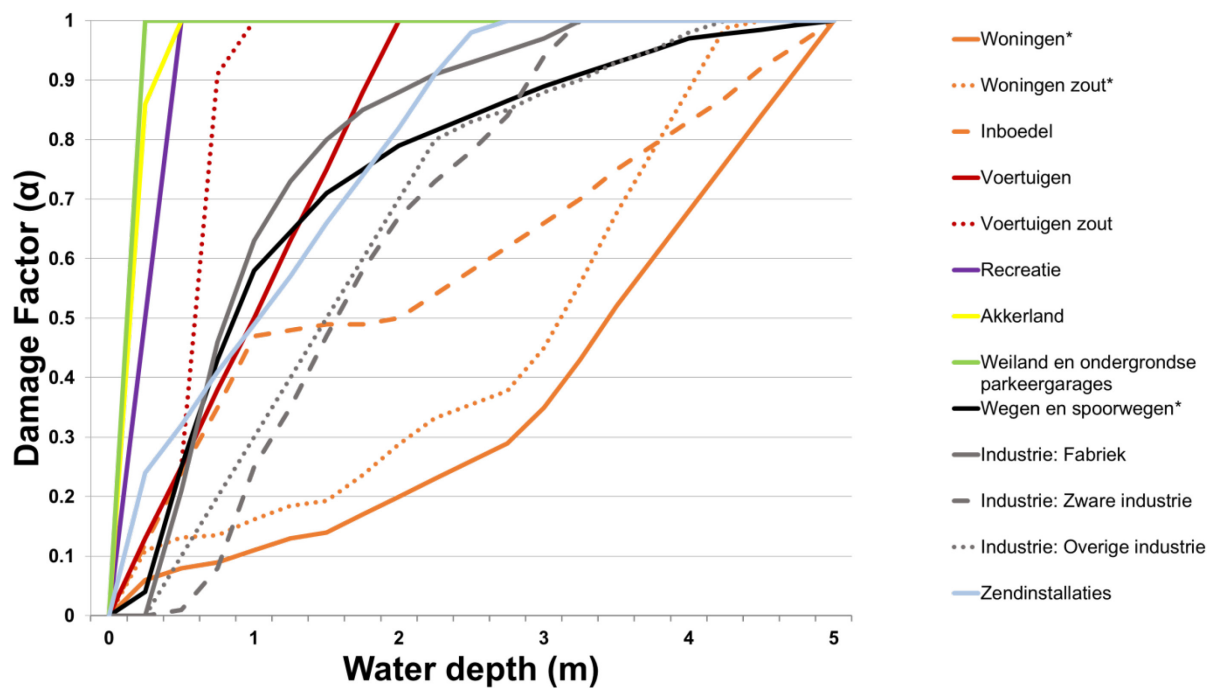
3 Besluit

In het rapport van De Bruijn *et al.* (2015) werden de schadefuncties die gebruikt worden in het Nederlandse model vergeleken met de internationaal gebruikte schadefuncties en al dan niet aangepast. Deze schadefuncties werden voorgelegd aan de experten en vergeleken met de schadefuncties die gebruikt worden in het Vlaamse model (LATIS). Op basis van “expert judgement” werden drie schadefuncties aangepast, de schadefunctie voor woningen (zoet & zout) en deze voor wegen en spoorwegen. Een overzicht van de wijzigingen worden in onderstaande tabel samengevat (zie Tabel 4).

Tabel 4 - Overzicht aanpassingen schadefuncties

Type schadefunctie	Vlaanderen	Nederland	Vlaanderen = Nederland
Woningen (zoet & zout)	Aangepast Combinatie van de huidige schadefunctie en de gemiddelde schadefunctie voor woningen uit de internationale literatuur. Zout op basis van zout/zout verhouding	Behouden	Nee
Inboedel	Behouden	Behouden	Ja
Voertuigen (zoet & zout)	Behouden	Aangepast	Nee
Recreatie	Behouden	Behouden	Nee
Weiland en akkerland	Behouden	Behouden	Nee
Wegen en spoorwegen	Aangepast Nederlandse overgenomen functie	Aangepast Op basis van systematische expert judgement	Ja
Industrie	Behouden Afkomstig uit Groot-Brittanië	Aangepast Tebodin functies	Nee

Alle schadefuncties die momenteel gebruikt worden in LATIS (degene met een * zijn aangepast) worden getoond in onderstaande figuur (Figuur 18):



Figuur 18 - Schadefuncties LATIS 4.0

4 Referentielijst

- Beullens, J.; Broidioi, S. (2017). LATIS – Vergelijking BLP 2011 en BLP 2016 en vergelijking schadefuncties. “WL Memo”, WL2017R13_159-11. Waterbouwkundig Laboratorium: Borgerhout, België & Universiteit Gent, België. 13p.
- De Bruijn, K.; Wagenaar, D.; Slager, K.; de Bel, M.; Burzel, A. (2015). *Updated and improved method for flood damage assessment: SSM2015 (version 2)*. Deltares.
- Deckers, P.; Vanneuville, W.; De Maeyer, Ph. (2008). Effect van bresgevoeligheid op het overstromingsrisico en verdere verbetering van de risicomethodologie, optimalisatie unieke relatie waterstand – schade (landbouw). “WL Adviezen”, 779/05. Waterbouwkundig Laboratorium: Borgerhout, België & Universiteit Gent, België. 57p.
- FEMA (2009). *HAZUS-MH MR4 Technical Manual*, USA.
- Gauderius, J. (2012). *Verbetering schadebepaling buitendijkse bedrijven Rijnmond-Drechtsteden*. Discussiememo waarderingsprincipes schade bedrijven. Rebel Group.
- Grigg, N.S.; Botham, L.H.; Rice, L.; Shoemaker, W.J.; Tucker, L.S. (1976) Urban drainage and flood control projects – economic, legal and financial aspects. Hydrology Papers. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, nr 85.
- ICPR (2001). *Atlas of danger and potential damage due to extreme floods of the Rhine*, International Commission Protection of the Rhine, Koblenz, Germany.
- Kreibich, H.; Seifert, I.; Merz, B.; Thielen, A. (2010). Development of FLEMOcs – A new model for the estimation of flood losses in companies. *Hydrological Sciences Journal*, 55, 1302-1314, 2010.
- Penning-Rowsell E.; Johnson, C.; Tunstall S.; Tapsell, S.; Morris, J.; Chatterton, J.; Coker, A.; Green, C. (2003). *The benefits of flood and coastal defence: techniques and data for 2003*, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University.
- Penning-Rowsell, E.; Johnson, C.; Tunstall, S.; Tapsell, S.; Morris, J.; Chatterton, J.; Green, C. (2005). *The Benefits of Flood and Coastal Risk Management: A Handbook of Assessment Techniques*. Flood hazard research Centre, Middlesex University Press, pp. 238.
- Sluijs, L., Snuverink, M., van den Berg, K., Wiertz, A. (2000). *Schadecurves industrie ten gevolge van overstroming*. Tebodin.
- Van der Sande, C. (2001). *River Flood Damage Assessment using IKONOS Imagery*, i.s.m. European Commission, JRC, Space Applications Institute, EGEO Unit, Natural Hazards Project, Flood Damage and Flood Hazard Assessment, Ispra (Italy).
- Vanneuville, W.; Maeghe, K.; De Maeyer, Ph.; Mostaert, F. (2003). *Risicobenadering bij waterbeheersingsplannen – Schade ten gevolge van zout water*, UGent Vakgroep Geografie, Gent, in opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – LIN – AWZ – Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en hydrologisch onderzoek.
- Vrisou van Eck, N., Kok, M. & Vrouwenvelder, A.C.W.M. (1999). *Standaardmethode Schade en Slachtoffers als gevolg van overstromingen – deel 2: Achtergronden*, HKV LIJN IN WATER en TNO Bouw in opdracht van RWS-DWW.
- Wösten, J.H.M. (2002). *Inschatting extra economische landbouwschade bij een overstroming met zout in plaats van met zoet water*, Alterra, Wageningen.

BIJLAGE 1 Tabelweergave schadefuncties LATIS 3.0 (deel 1)

Diepteklasse (m)	Woningen (zoet) ¹	Woningen (zout) ²	Inboedel ³	Voertuigen (zoet) ⁴	Voertuigen (zout) ⁵	Recreatie ⁶	Akkerland ⁷	Weiland ⁸	Wegen en spoorwegen ⁹
[0.01; 0.26[	0	0.02	0	0.13	0.13	0.5	0.86	1	0.07
[0.26; 0.51[	0.01	0.05	0.12	0.25	0.25	1	1	1	0.14
[0.51; 0.76[	0.03	0.06	0.24	0.38	0.91	1	1	1	0.21
[0.76; 1.01[	0.04	0.07	0.35	0.5	1	1	1	1	0.28
[1.01; 1.26[	0.05	0.09	0.47	0.63	1	1	1	1	0.33
[1.26; 1.51[	0.06	0.11	0.48	0.75	1	1	1	1	0.37
[1.51; 1.76[	0.08	0.13	0.49	0.88	1	1	1	1	0.42
[1.76; 2.01[	0.09	0.16	0.49	1	1	1	1	1	0.46
[2.01; 2.26[	0.11	0.25	0.5	1	1	1	1	1	0.51
[2.26; 2.51[	0.17	0.31	0.54	1	1	1	1	1	0.55
[2.51; 2.76[	0.23	0.38	0.58	1	1	1	1	1	0.6
[2.76; 3.01[	0.29	0.45	0.62	1	1	1	1	1	0.64
[3.01; 3.26[	0.35	0.56	0.66	1	1	1	1	1	0.69
[3.26; 3.51[	0.43	0.68	0.7	1	1	1	1	1	0.73
[3.51; 3.76[	0.52	0.78	0.75	1	1	1	1	1	0.78
[3.76; 4.01[	0.6	0.88	0.79	1	1	1	1	1	0.82
[4.01; 4.26[	0.68	0.99	0.83	1	1	1	1	1	0.87
[4.26; 4.51[	0.76	1	0.87	1	1	1	1	1	0.91
[4.51; 4.76[	0.84	1	0.92	1	1	1	1	1	0.96
[4.76; 5.01[	0.92	1	0.96	1	1	1	1	1	1
[5.01; ∞[	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1: won_dir.rcl; 2: won_dir_zout.rcl; 3: inb_dir.rcl; 4: auto_dir.rcl; 5: auto_dir_zout.rcl; 6: recr_dir.rcl;

7: alfa_akkerland_v2.rcl; 8: alfa_weiland_v2.rcl; 9: alpha_spoor.rcl;

BIJLAGE 2 – Tabelweergave schadefunctie LATIS 3.0 (deel 2)

Diepteklasse (m)	Industrie: Fabriek ¹⁰	Industrie: Werkplaats ¹¹	Industrie: Zware industrie ¹²	Industrie: Overige industrie ¹³	Zendinstallaties ¹⁴	Ondergrondse parkeergarages ¹⁵
[0.01; 0.26[	0	0	0	0	0.24	1
[0.26; 0.51[	0	0	0	0	0.32	1
[0.51; 0.76[	0.21	0.21	0.01	0.1	0.41	1
[0.76; 1.01[	0.46	0.46	0.08	0.2	0.49	1
[1.01; 1.26[	0.63	0.63	0.25	0.3	0.57	1
[1.26; 1.51[	0.73	0.73	0.35	0.4	0.66	1
[1.51; 1.76[	0.8	0.8	0.47	0.5	0.74	1
[1.76; 2.01[	0.85	0.85	0.58	0.6	0.82	1
[2.01; 2.26[	0.88	0.88	0.67	0.7	0.91	1
[2.26; 2.51[	0.91	0.91	0.73	0.8	0.98	1
[2.51; 2.76[	0.93	0.93	0.78	0.83	1	1
[2.76; 3.01[	0.95	0.95	0.84	0.85	1	1
[3.01; 3.26[	0.97	0.97	0.94	0.88	1	1
[3.26; 3.51[	1	1	1	0.9	1	1
[3.51; 3.76[	1	1	1	0.93	1	1
[3.76; 4.01[	1	1	1	0.95	1	1
[4.01; 4.26[	1	1	1	0.98	1	1
[4.26; 4.51[	1	1	1	1	1	1
[4.51; 4.76[	1	1	1	1	1	1
[4.76; 5.01[	1	1	1	1	1	1
[5.01; ∞[	1	1	1	1	1	1

10: alfa_fabriek.rcl; 11: alfa_werkplaats.rcl; 12: alfa_zware_industrie.rcl; 13: ind_opp_dir.rcl; 14: a_elek_comm_v3.rcl; 15: a_metro_park_v3.rcl

BIJLAGE 3 – Tabelweergave schadefuncties LATIS 4.0 (deel 1)

Diepteklasse (m)	Woningen (zoet) ¹	Woningen (zout) ²	Inboedel ³	Voertuigen (zoet) ⁴	Voertuigen (zout) ⁵	Recreatie ⁶	Akkerland ⁷	Weiland ⁸	Wegen en spoorwegen ⁹
[0.01; 0.26[	0	0	0	0.13	0.13	0.5	0.86	1	0
[0.26; 0.51[	0.06	0.13	0.12	0.25	0.25	1	1	1	0.04
[0.51; 0.76[	0.08	0.14	0.24	0.38	0.91	1	1	1	0.25
[0.76; 1.01[	0.09	0.16	0.35	0.5	1	1	1	1	0.43
[1.01; 1.26[	0.11	0.18	0.47	0.63	1	1	1	1	0.58
[1.26; 1.51[	0.13	0.19	0.48	0.75	1	1	1	1	0.645
[1.51; 1.76[	0.14	0.24	0.49	0.88	1	1	1	1	0.71
[1.76; 2.01[	0.17	0.29	0.49	1	1	1	1	1	0.75
[2.01; 2.26[	0.2	0.33	0.5	1	1	1	1	1	0.79
[2.26; 2.51[	0.23	0.36	0.54	1	1	1	1	1	0.815
[2.51; 2.76[	0.26	0.38	0.58	1	1	1	1	1	0.84
[2.76; 3.01[	0.29	0.45	0.62	1	1	1	1	1	0.865
[3.01; 3.26[	0.35	0.56	0.66	1	1	1	1	1	0.89
[3.26; 3.51[	0.43	0.68	0.7	1	1	1	1	1	0.91
[3.51; 3.76[	0.52	0.78	0.75	1	1	1	1	1	0.93
[3.76; 4.01[	0.6	0.88	0.79	1	1	1	1	1	0.95
[4.01; 4.26[	0.68	0.99	0.83	1	1	1	1	1	0.97
[4.26; 4.51[	0.76	1	0.87	1	1	1	1	1	0.978
[4.51; 4.76[	0.84	1	0.92	1	1	1	1	1	0.985
[4.76; 5.01[	0.92	1	0.96	1	1	1	1	1	0.993
[5.01; ∞[	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1: schadefunctie_woningen.rcl; 2: schadefunctie_woningen_zout.rcl; 3: schadefunctie_inboedel.rcl; 4: schadefunctie_voertuigen.rcl;
 5: schadefunctie_voertuigen_zout.rcl; 6: schadefunctie_recreatie.rcl; 7: schadefunctie_akkerland.rcl; 8: schadefunctie_weiland.rcl;
 9: schadefunctie_wegen_spoorwegen.rcl;

BIJLAGE 4 – Tabelweergave schadefuncties LATIS 4.0 (deel 2)

Diepteklasse (m)	Industrie: Fabriek ¹⁰	Industrie: Werkplaats ¹¹	Industrie: Zware industrie ¹²	Industrie: Overige industrie ¹³	Zendinstallaties ¹⁴	Ondergrondse parkeergarages ¹⁵
[0.01; 0.26[	0	0	0	0	0.24	1
[0.26; 0.51[	0	0	0	0	0.32	1
[0.51; 0.76[	0.21	0.21	0.01	0.1	0.41	1
[0.76; 1.01[	0.46	0.46	0.08	0.2	0.49	1
[1.01; 1.26[	0.63	0.63	0.25	0.3	0.57	1
[1.26; 1.51[	0.73	0.73	0.35	0.4	0.66	1
[1.51; 1.76[	0.8	0.8	0.47	0.5	0.74	1
[1.76; 2.01[	0.85	0.85	0.58	0.6	0.82	1
[2.01; 2.26[	0.88	0.88	0.67	0.7	0.91	1
[2.26; 2.51[	0.91	0.91	0.73	0.8	0.98	1
[2.51; 2.76[	0.93	0.93	0.78	0.83	1	1
[2.76; 3.01[	0.95	0.95	0.84	0.85	1	1
[3.01; 3.26[	0.97	0.97	0.94	0.88	1	1
[3.26; 3.51[	1	1	1	0.9	1	1
[3.51; 3.76[	1	1	1	0.93	1	1
[3.76; 4.01[	1	1	1	0.95	1	1
[4.01; 4.26[	1	1	1	0.98	1	1
[4.26; 4.51[	1	1	1	1	1	1
[4.51; 4.76[	1	1	1	1	1	1
[4.76; 5.01[	1	1	1	1	1	1
[5.01; ∞[	1	1	1	1	1	1

10: schadefunctie_fabriek.rcl; 11: schadefunctie_werkplaats.rcl; 12: schadefunctie_zware_industrie.rcl; 13: schadefunctie_overige_industrie.rcl;
 14: schadefunctie_zendinstallatie.rcl; 15: schadefunctie_parkeergarage.rcl

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be