

# Berekenen van overstromingsschade aan woningen: nieuwe inzichten voor financiële toepassingen



enabling delta life

## Berekenen van overstromingsschade aan woningen: nieuwe inzichten voor financiële toepassingen

### **Auteur(s)**

Hans de Moel (IVM-VU Amsterdam)

Thijs Endendijk (IVM-VU Amsterdam)

Daan van Ederen (Achmea / IVM-VU Amsterdam)

Sanne Juch (Deltares)

Kees van Ginkel (Deltares / IVM-VU Amsterdam)

## Berekenen van overstromingsschade aan woningen: nieuwe inzichten voor financiële toepassingen

<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat - DGWB
<b>Contactpersoon</b>	Jasper Luiten
<b>Referenties</b>	
<b>Trefwoorden</b>	

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	12-08-2025
<b>Projectnummer</b>	11211522-004
<b>Document ID</b>	11211522-004-ZWS-0001
<b>Pagina's</b>	58
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	Definitief

### Auteur(s)

	Hans de Moel (IVM-VU Amsterdam) Thijs Endendijk (IVM-VU Amsterdam) Daan van Ederen (Achmea / IVM-VU Amsterdam) Sanne Juch (Deltares) Kees van Ginkel (Deltares / IVM-VU Amsterdam)	

# Samenvatting

Overstromingsschade in Nederland wordt berekend met behulp van de Standaardmethode berekening Schade en Slachtoffers die is vastgelegd in de Schade en Slachtoffer Module (SSM). SSM2023 is onderdeel van het waterveiligheidsinstrumentarium van Rijkswaterstaat en is ontwikkeld om in beleidsanalyses de schade die ontstaat aan diverse landsgebruikstypes, als gevolg van grootschalige overstromingen te kunnen berekenen. Eén van deze landsgebruikstypes is woningen.

In toenemende mate wordt ook binnen de financiële sector gebruik gemaakt van SSM2023. Bijvoorbeeld als bouwsteen bij het vaststellen van verzekeringspremies, het maken van investeringsbeslissingen, en bij het stresstesten van bestaande hypotheekportfolio's. SSM2023 wordt hierbij op een andere manier gebruikt dan oorspronkelijk bedoeld. SSM2023 is bedoeld voor analyses op gebiedsniveau, maar door de financiële sector wordt de schade per woning berekend. Bovendien wordt vaak alleen gekeken naar woningen, en niet naar de som van de overstromingsschade aan alle landsgebruiksklassen. Verder is het onderscheid tussen opstal- en inboedelschade voor de financiële sector belangrijk omdat hiervoor verschillende verzekeringsproducten bestaan en omdat alleen de woningwaarde (niet de inboedel) meetelt als onderpand van een hypotheek.

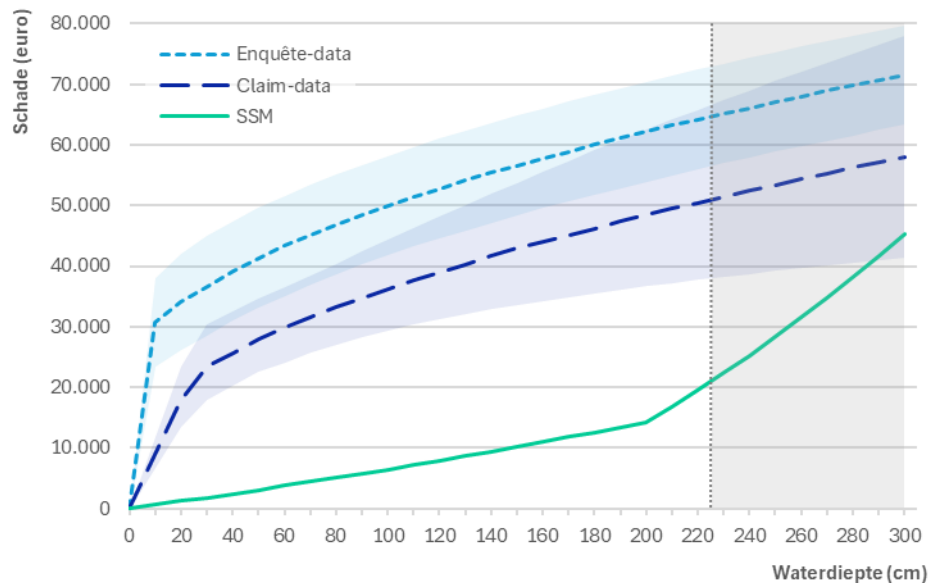
Er zijn verschillende aanwijzingen dat juist deze opstalschade aan residentieel vastgoed door SSM2023 wordt onderschat. Het doel van deze studie is het inventariseren van deze aanwijzingen, om te bepalen of er gronden zijn op basis waarvan we het gebruik van de huidige SSM2023-schadefuncties voor financiële stresstests moeten ontraden.

De conclusie van deze studie is dat het zeer waarschijnlijk is dat SSM2023 de opstalschade aan eengezinswoningen onderschat voor waterdieptes van 0 tot 2 meter. Bij de beschouwing van inboedelschades is geen sterke afwijking gevonden. Voor de onderschatting in de opstalschade functie zijn drie aanwijzingen.

De eerste aanwijzing is de vorm van de SSM2023 opstalschadefunctie: de schade blijft tot 2 meter overstromingsdiepte relatief laag en begint pas vanaf 2 meter sterk toe te nemen (Groene lijn Figuur 1). Internationale schadefuncties hebben een andere vorm; de schade neemt bij lage waterdieptes snel toe en begint rond 2 meter juist af te vlakken. Deze afwijkende vorm van SSM2023 lijkt terug te voeren te zijn op empirische waarnemingen van schade aan boerderijen na de stormvloed van 1953. Binnen SSM2023 lijkt in de vorm van de schadefuncties ook een inconsistentie te bestaan tussen de opstalschade aan eengezinswoningen en appartementen. Bij eengezinswoningen loopt de schade veel minder snel op dan bij appartementen.

De tweede aanwijzing volgt uit enquête-onderzoek naar de overstromingen van Limburg in juli 2021 (lichtblauw lijn Figuur 1). In het enquête-onderzoek hebben 312 huishoudens de waterdiepte in hun woning en de opgetreden schade gerapporteerd. De gerapporteerde opstalschades liggen veel hoger dan verwacht op basis van SSM2023. Bij 1 meter waterdiepte ligt de schade een factor 8 hoger, en bij 2 meter waterdiepte een factor 4.

De derde aanwijzing volgt uit een analyse van verzekeringsclaimsdata<sup>1</sup> over dezelfde gebeurtenis (donkerblauwe lijn Figuur 1). De claimsdata ligt iets lager dan het enquête-onderzoek, maar nog steeds veel hoger dan verwacht op basis van SSM2023<sup>2</sup>. Bij 1 meter waterdiepte gaat het om een factor 6, bij 2 meter om een factor 3.



Figuur 1: opstalschade aan een woonhuis van 100 m<sup>2</sup>, volgens de SSM2023 opstalschadefunctie, het enquête-onderzoek en de claimsdata. Alle schades in euro, op prijsniveau 2022, excl. btw. Na 225 cm waterdiepte wordt de functie geëxtrapoleerd (grijs gearceerd).

De omstandigheden in Limburg zijn niet representatief voor een ‘gemiddelde’ overstroming in Nederland, zowel qua overstromingsbeeld (heuvelland, veel buitendijks gebied) als qua blootgestelde woningen (veel grote vrijstaande huizen, soms met adaptatiemaatregelen). We moeten daarom voorzichtig zijn in het trekken van al te stellige conclusies, op basis van slechts één gebeurtenis. Bij het langslopen van de verschillen tussen Limburg en de rest van Nederland, valt echter op dat evt. correcties het verschil met SSM2023 vermoedelijk eerder zouden vergroten, dan verkleinen.

De onderschatting van de opstalschade door SSM2023 lijkt dermate groot dat we de financiële sector adviseren de huidige SSM2023 opstalschadefunctie voor eengezinswoningen niet voor hun doeleinden op objectniveau te gebruiken. Op veel plekken in Nederland ligt de verwachte overstromingsdiepte immers in het domein van 0 tot 2 m. Op deze plekken wordt de overstromingsschade en het overstromingsrisico voor individuele woningen sterk onderschat.

Wie het risico niet wil onderschatten bij het doen van investeringsbeslissingen, bepalen van verzekeringspremies en het doen van financiële stresstests, kan voorlopig beter gebruik maken van de opstalschadefuncties van Endendijk et al. (2023a) en van Van Ederen et al. (2025, in voorbereiding), die in dit rapport worden gepresenteerd en toegelicht.

<sup>1</sup> Deze is beschikbaar gesteld door Stichting Centraal Informatie Systeem (CIS) in samenwerking met het Verbond van Verzekeraars voor het onderzoek van Van Ederen et al. (2025).

<sup>2</sup> Voor inboedelschade is er wel verschil tussen het enquête-onderzoek en de claimsdata. Het enquête-onderzoek komt overeen met SSM2023, maar de claimsdata ligt beduidend lager dan SSM2023. Dit verschil is goed te verklaren: de verzekeraars houden rekening met de afschrijving van de inboedel, waardoor de uitkeringen van deze ‘dagwaarde’ een stuk lager liggen dan de vervangingswaarde waar de bewoners mee te maken kregen.

Hoewel deze studie niet bedoeld is als evaluatie van SSM2023 in brede zin, bevelen we aan een dergelijke evaluatie wel te doen. In een update van SSM kunnen de nieuwe empirische inzichten worden meegenomen. Onze aanbevelingen voor een dergelijke update zijn:

- Hanteer een eenduidige definitie van opstal- en inboedelschade, het liefst één die consistent is met de definitie die verzekeraars hanteren.
- Herzie de huidige schadefunctie met als een belangrijke basis de empirische data zoals gepresenteerd in dit rapport, waarbij de volgende aspecten expliciet moeten worden meegenomen:
  - Representativiteit van de woningvoorraad
  - Effect van adaptatiemaatregelen
  - Extrapolatie naar grotere waterdieptes
- Geef meer inzicht in de onzekerheid rond de uitkomsten van SSM. Bijvoorbeeld door hier meer aandacht aan te geven in de SSM documentatie of door zelfs expliciet te gaan werken met onzekerheidsbanden rondom de schadefuncties.
- Overweeg de functies uit te drukken ten opzichte van een bestaande betrouwbare index voor schade of bouwkosten, die jaarlijks geüpdatet wordt<sup>3</sup>.
- Onderzoek hoe de aangepaste schadefuncties doorwerken op het schade- en risicobeeld in Nederland.

---

<sup>3</sup> De herbouw- en inboedelwaarde index van het Verbond van Verzekeraars leek hiervoor een goede kandidaat, maar vermoedelijk verdwijnt deze vanaf volgend jaar. Omdat er steeds meer commerciële alternatieven voorhanden zijn, zoals <https://www.troostwijk.nl/verzekeringstaxatie/>.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Huidige methode SSM2023</b>	<b>11</b>
2.1	Algemene opzet	11
2.2	Maximale schade per woningtype en kostenpost	13
2.3	Schadefuncties per woningtype en kostenpost	14
2.4	Voorbeeldberekeningen	15
2.5	Vergelijking eengezinswoningen en appartementen	16
<b>3</b>	<b>Achtergronden bij SSM</b>	<b>18</b>
3.1	Vorm van de SSM schadefunctie en type woningen	18
3.2	Over de maximale schade	21
3.3	Deelconclusies H2 en H3	23
<b>4</b>	<b>Enquête overstrooming 2021 Limburg</b>	<b>25</b>
4.1	De overstrooming van 2021	25
4.2	Enquête-onderzoek	26
<b>5</b>	<b>Analyse enquête-onderzoek Limburg juli 2021</b>	<b>28</b>
5.1	Methode	28
5.2	Schaderatio's	28
5.3	Schadefuncties	30
5.4	Deelconclusies	32
<b>6</b>	<b>Analyse verzekeringsdata Limburg juli 2021</b>	<b>34</b>
6.1	Data	34
6.2	Methode	34
6.3	Resultaten	35
6.4	Deelconclusies	36
<b>7</b>	<b>Reflectie internationale data</b>	<b>37</b>
7.1	België 2021	37
7.2	Hazus (Verenigde Staten)	38
<b>8</b>	<b>Synthese</b>	<b>40</b>
8.1	Absolute schadefuncties	40

8.2	Toeschrijving verschillen aan vorm en maximale schade	42
<b>9</b>	<b>Discussie</b>	<b>44</b>
9.1	Representativiteit van de empirische informatie	44
9.2	Overige discussiepunten	46
<b>10</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>Referenties</b>	<b>52</b>
<b>A</b>	<b>Waterdieptekaarten</b>	<b>54</b>
<b>B</b>	<b>Regressie resultaten van Ederen et al. (2025)</b>	<b>56</b>
<b>C</b>	<b>Schadefuncties</b>	<b>57</b>

# 1 Inleiding

Overstromingsschade in Nederland wordt berekend met behulp van de Standaardmethode berekening Schade en Slachtoffers die is vastgelegd in de Schade en Slachtoffer Module (SSM). SSM is onderdeel van het waterveiligheidsinstrumentarium van Rijkswaterstaat. Het is ontwikkeld om in beleidsanalyses de schade die ontstaat aan diverse landsgebruikstypes, als gevolg van grootschalige overstromingen, te kunnen berekenen. SSM is in de loop der tijd verschillende malen geüpdatet resulterende in de huidige Schade- en Slachtoffer Module (SSM2023)<sup>4</sup>.

In toenemende mate wordt ook binnen de financiële sector gebruik gemaakt van SSM. Bijvoorbeeld als bouwsteen bij het vaststellen van verzekeringspremies, het maken van investeringsbeslissingen, en bij het stresstesten van bestaande hypotheekportfolio's. SSM wordt hierbij op een andere manier gebruikt dan oorspronkelijk bedoeld.

Met het oog op deze nieuwe gebruikersgroep wordt in dit rapport onderzocht in hoeverre het huidige schademodel (SSM2023) toepasbaar is voor deze doeleinden. Verschillende gebruikers, zoals onderzoekers en verzekeraars, hebben namelijk opgemerkt dat de opstalschadefunctie voor residentiële bebouwing in SSM2023 afwijkt van functies van andere gebouwen binnen SSM2023 en van andere (internationale) modellen. Recente empirische data van de overstromingen van 2021 in Nederland (Endendijk et al., 2023) en België (Rodriguez & Dewals, 2024) doen vermoeden dat SSM de schade mogelijk onderschat. Tijdens een eerdere, door de VU uitgevoerde maar niet publiek beschikbare, evaluatie van overstromingsrisicomodellen vanuit de verzekeringssector kwam dit ook naar boven, en werd aanbevolen om deze functie(s) onder de loep te nemen.

Nu steeds meer financiële instellingen deze schadefuncties gebruiken in risico- en stresstestmodellen, wordt het extra belangrijk dat er geen verkeerde conclusies getrokken worden (bijv. over de hoogte van het risico, en mogelijk toekomstige impact van klimaatverandering). De manier waarop de financiële sector deze functies gebruikt wijkt af van de toepassing waarvoor SSM oorspronkelijk is bedacht. Omdat (residentieel) vastgoed vaak onderpand is voor een hypothecaire geldlening, wordt alleen ingezoomd op de schadefunctie voor dit 'landsgebruikstype', in plaats van naar het totaal van schade aan alle landgebruikstypen (inclusief infrastructuur, landbouw, bedrijvigheid, etc.) te kijken. Bovendien is een scherp onderscheid tussen opstal- en inboedelschade voor de financiële sector veel belangrijker, omdat hiervoor verschillende verzekeringen zijn, en omdat alleen de opstalwaarde telt als onderpand voor een hypotheek.

Het doel van deze studie is daarom het inventariseren van de aanwijzingen voor een mogelijke onderschatting van schade aan residentieel vastgoed in SSM, om te bepalen of er gronden zijn op basis waarvan we het gebruik van de huidige SSM-schadefuncties voor financiële stresstests moeten ontraden. Verder zal de orde-grootte van de afwijking vastgesteld worden en geven we een aantal aanbevelingen voor SSM.

De aanleiding voor deze studie is dat bij verschillende gelegenheden, in het bijzonder het *Diner Pensant* van *NL Triple-A Klimaatbestendig* (1 oktober 2024) van de Deltacommissaris, werd geconstateerd dat de financiële sector een nieuwe belangrijke gebruikersgroep van SSM is geworden.

---

<sup>4</sup> [Schade- en Slachtoffer Module | Informatiepunt Leefomgeving](#)

Er zijn daarna verschillende initiatieven gestart om de informatievoorziening richting de financiële sector te verbeteren, zodat de kwaliteit van de ESG-rapportages zou verbeteren. Dit rapport is de uitkomst van één van deze initiatieven. Een ander initiatief is de ontwikkeling van het *Dutch Climate Risk Portal* door Stichting CAS, ondersteund door Deltares, ook in opdracht van DGWB.

We schetsen in dit memo achtereenvolgens: de schadefuncties in SSM (H2) en hun achtergrond (H3); de resultaten van enquête-onderzoek naar de overstromingen in juli 2021 in Limburg (H4, H5); een analyse van verzekeringsdata van dezelfde gebeurtenis (H6); een reflectie op internationale data (H7); en sluiten af met een synthese (H8), discussie (H9) en conclusie (H10).

## 2 Huidige methode SSM2023

De Schade- en Slachtoffers Module (SSM) heeft door de jaren heen verschillende methoden en prijsupdates gehad. De meest recente versie is SSM2023, waarbij de basisinformatie en maximale schades zijn geüpdatet ten opzichte van SSM-2017. De Standaardmethode die wordt gebruikt in SSM2023 is verder onveranderd gebleven in vergelijking tot SSM-2017.

Het is van belang te realiseren dat het doel van SSM2023 is om schade van *grootschalige* overstromingen te bepalen. Hierbij worden de (directe) schadeberekeningen gebaseerd op enkel de waterdiepte, waarbij inundatieduur nog wel impliciet meegenomen wordt in de bepaling van uitval van woningdiensten (d.w.z. de indirecte economische effecten), en niet op basis van stroomsnelheid, stijgingsnelheid of andere mogelijk relevante variabelen. Hoewel SSM een gemiddelde schade per huis berekent, is bekend dat er flinke variatie van huis tot huis kan bestaan. Deze variatie zal uitmiddelen bij een groter aantal gebouwen.

SSM is bovendien een raster-gebaseerde methode. De uitkomsten van de berekening worden dus niet per woonadres, maar per rastercel gerapporteerd (bijv. 100\*100 of 25\*25 m<sup>2</sup>), waarbij wel rekening wordt gehouden met het aantal woningen (ofwel het aantal m<sup>2</sup> woonoppervlakte) per rastercel. Ook hier zal in werkelijkheid meer variatie zijn dan de getallen voor de individuele rastercellen laten zien. Het gaat bij SSM niet zozeer om het geven van een precieze schatting per rastercel, maar om het gemiddelde van een groter aantal cellen goed te beschrijven.

In dit rapport wordt steeds de vergelijking gemaakt met de binnendijkse functies van SSM. Een mogelijke tegenwerping is dat de situatie in Limburg beter vergeleken had kunnen worden met de buitendijkse functies van SSM. Deze tegenwerping bespreken we in de synthese en discussie (H8) waar we zullen zien dat de afwijking van de waargenomen schadebedragen dan nog groter wordt.

Dit hoofdstuk beschrijft hoe SSM2023 de schadeberekeningen voor residentieel vastgoed (woningen) op dit moment uitvoert. Allereerst wordt de algemene opzet van SSM2023 besproken (paragraaf 2.1), en daarna in detail de maximale schades (2.2) en vorm van de schadefuncties (2.3), om vervolgens af te sluiten met een voorbeeldberekening (2.4) en vergelijking tussen eengezinswoningen en appartementen (2.5).

### 2.1 Algemene opzet

#### **Schadefuncties en maximale schadebedrag**

In SSM2023 wordt de berekening van schade aan woningen gedaan op basis van schadefuncties en maximale schadebedragen:

- 1 Schadefuncties** beschrijven de relatie tussen de overstromingsdiepte en de schade aan woningen. Deze functies geven aan welk percentage van de maximale schade optreedt bij verschillende waterdieptes. Voor elke woningcategorie (bijvoorbeeld eengezinswoningen, appartementen) zijn specifieke schadefuncties ontwikkeld. Deze functies houden rekening met de mogelijke aanwezigheid van meerdere verdiepingen (geldt alleen voor eengezinswoningen), de kwetsbaarheid van de woning en de bouwmaterialen.

- 2 Maximale Schade** is het hoogste bedrag aan schade dat een woning kan oplopen bij een overstroming. Dit bedrag wordt bepaald op basis van de vervangingswaarde van de woning en de inboedel (Slager & Wagenaar, 2017). De maximale schadebedragen worden periodiek geactualiseerd om rekening te houden met veranderingen in de marktwaarde en bouwkosten.
- 3 Schadeberekening** is de toepassing van de schadefunctie (percentage) voor de gegeven waterdiepte, vermenigvuldigd met de maximale schade. Dit betekent dat de schade bij een bepaalde waterdiepte wordt berekend als een percentage van de maximale schade. Bijvoorbeeld, als de schadefunctie aangeeft dat bij een waterdiepte van 1 meter 50% van de maximale schade optreedt, en de maximale schade voor een woning € 200.000 is, dan wordt de schade berekend als  $0,5 * € 200.000 = € 100.000$ .

Voor een gedetailleerde toelichting van de methode, zie Slager en Wagenaar (2017).

### **Inboedel, opstal en woningdienstuitval**

Voor woningen bestaat overstromings schade uit de posten *opstal*, *inboedel* en *woningdienstuitval*. Over het algemeen wordt er door verzekeraars op de onderstaande manier onderscheid gemaakt:

- 1 Opstalschade** betreft de schade aan de vaste ('aard- of nagelvast') onderdelen van een woning.
- 2 Inboedelschade** betreft de schade aan de losse bezittingen in een woning.
- 3 Woningdienstuitval** betreft de schade als gevolg van het niet kunnen gebruiken van een woning gedurende en in de periode ná een overstroming.

Dit zijn echter algemene beschrijvingen waarbij er onduidelijkheid bestaat over welke zaken in welke SSM-post zijn afgedekt (de Grave & Juch, 2023). Denk bijvoorbeeld aan een keuken, vloer of stucwerk van een woning. Voor een verzekeraar valt dit onder opstal ('aard- of nagelvast'), maar dit zit vaak niet in de bedragen van ruwe bouwkosten die destijds zijn ontleend aan het CBS (zie ook hoofdstuk 2.2), aangezien woningen vaak 'casco' worden opgeleverd (de Grave & Juch, 2023).

### **Type woningen**

Om de schade aan woningen te bepalen gebruikt SSM de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). De BAG levert twee gekoppelde geografische bestanden: panden en verblijfsobjecten. De panden worden met hun 'footprint' gerepresenteerd en hebben een 'een-tot-veel' relatie met verblijfsobjecten. Dit betekent dat een pand meerdere verblijfsobjecten kan bevatten met verschillende gebruiksdoelen, zoals een pand met op de begane grond een winkel en daarboven appartementen. Verblijfsobjecten hebben xy-coördinaten (punt-locaties) en hebben als attribuut informatie het gebruiksdoel ('woonfunctie') en het bijbehorende gebruiksoppervlak. Dit vloeroppervlak is het totale aantal vierkante meter woonoppervlak, dat verdeeld kan zijn over verschillende verdiepingen. Op basis van bepaalde logica worden binnen SSM de verblijfsobjecten aan een verdieping in een pand gekoppeld; dit is nodig omdat er ook gebouwen bestaan waar woningen boven bijvoorbeeld winkels zijn gelegen (Slager & Wagenaar, 2017; de Grave & Juch, 2023). SSM2023 onderscheidt twee type woningen:

#### **1 Eengezinswoningen**

Dit omvat vrijstaande huizen, twee-onder-een-kap woningen, rijtjeshuizen, boerderijen en bungalows. Deze woningen worden als één categorie beschouwd omdat ze vaak vergelijkbare kenmerken en schadeprofielen hebben (de Bruijn et al., 2015).

## 2 Appartementen

Appartementen worden verder onderverdeeld op basis van hun locatie in het gebouw:

- **Begane grond appartementen:** Appartementen die zich op de begane grond bevinden.
- **Eerste verdieping appartementen:** Appartementen die zich op de eerste verdieping bevinden.
- **Hogere verdieping appartementen:** Appartementen die zich op de tweede verdieping of hoger bevinden

### 2.2 Maximale schade per woningtype en kostenpost

In SSM wordt ongeacht het woningtype per schadepost (opstal en inboedel) vaste bedragen per m<sup>2</sup> gehanteerd. De huidige maximale schades zijn berekend in 2015 (prijspeil 2011) en daarna door middel van prijsindexen van het CBS bijgesteld (zie Hoofdstuk 3). Voor SSM2023 geldt het volgende:

De post *opstal* geeft een maximaal schadebedrag per m<sup>2</sup> woonoppervlak. De maximale schade voor opstal is € 1295 per m<sup>2</sup> (prijsniveau 2022). Dit bedrag is exclusief btw.

De post *inboedel* geeft een maximaal schadebedrag per woning, ongeacht het woonoppervlak. De schade voor inboedel is volgens SSM2023 € 81.985 per woning (prijsniveau 2022). Dit bedrag is exclusief btw.

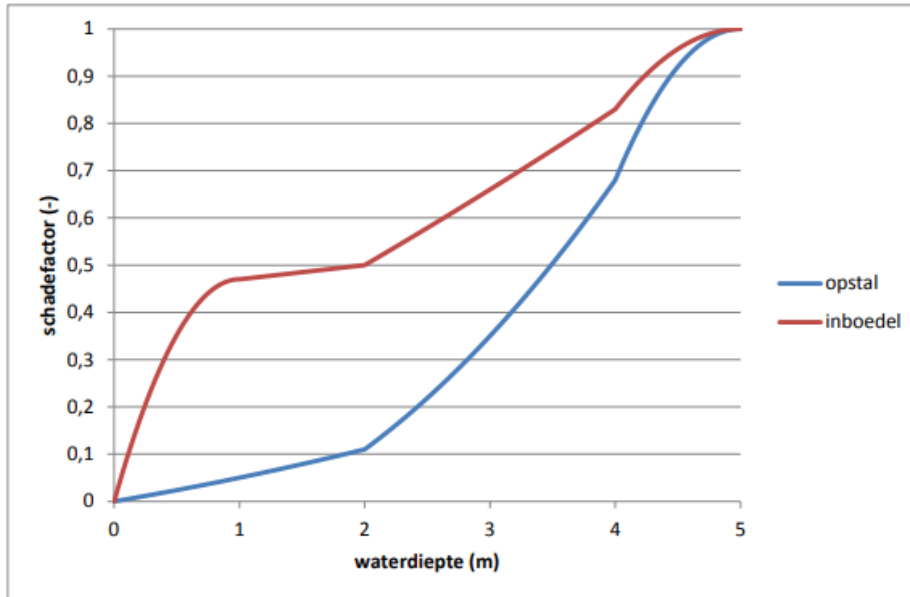
Tabel 2.1 hieronder geeft een overzicht van de maximale schadebedragen en codes van bijbehorende schadefuncties (zie sectie 2.3) voor SSM2023.

*Tabel 2.1: Overzicht schadefunctie per woningtype en maximale schade bij een woonoppervlakte van 100 m<sup>2</sup>. Omdat de functies voor 'inboedel' en 'uitval van woningdiensten' minder relevant zijn voor dit rapport zijn deze in de tabel grijs gemarkeerd. De schadebedragen zijn exclusief btw en op het prijsniveau van 2022.*

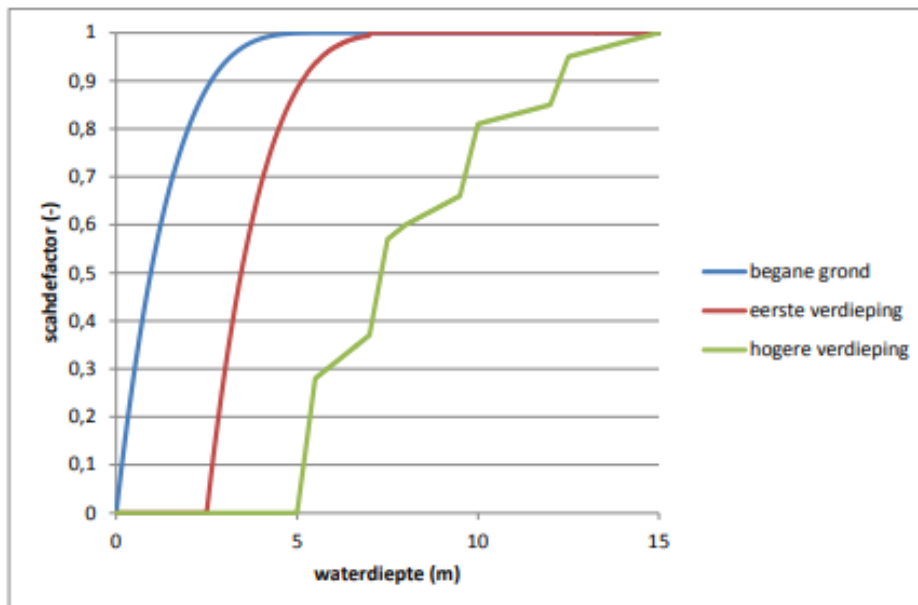
Woningtype	Schadefunctie-code	Max bedrag (bij 100m <sup>2</sup> )	
<b>Eengezinswoningen</b>	<b>opstal</b>	<b>7</b>	<b>€ 129.500</b>
	inboedel	8	€ 81.985
	uitval van woningdiensten	367	€ 13.809
<b>Begane grond appartementen</b>	<b>opstal</b>	<b>9</b>	<b>€ 129.500</b>
	inboedel	9	€ 81.985
	uitval van woningdiensten	367	€ 13.809
<b>Eerste verdieping appartementen</b>	<b>opstal</b>	<b>395</b>	<b>€ 129.500</b>
	inboedel	395	€ 81.985
	uitval van woningdiensten	367	€ 13.809
<b>Hogere verdieping appartementen</b>	<b>opstal</b>	<b>396</b>	<b>€ 129.500</b>
	inboedel	396	€ 81.985
	uitval van woningdiensten	367	€ 13.809

## 2.3 Schadefuncties per woningtype en kostenpost

Voor eengezinswoningen zijn er aparte schadefuncties voor opstal en inboedel (Figuur 2.1). Deze schadefuncties worden in SSM2023 toegepast op het gehele woonoppervlak, dat verdeeld kan zijn over verschillende verdiepingen. Voor appartementen zijn er aparte functies voor begane grond (rond ~2,5 m al bijna 100% schade), eerste verdieping (0% schade voor de eerste ~2,5 m), en hogere verdiepingen (0% schade voor eerste ~5 m). Bij appartementen wordt dezelfde functie gebruikt voor zowel opstal als inboedel (zie Figuur 2.2). Voor de uitval van woningdiensten wordt voor ieder woningtype dezelfde functie gebruikt omdat ook hogere verdiepingen niet gebruikt kunnen worden als de begane grond (en dus de ingang van het gebouw) overstroomd is.



Figuur 2.1: Schadefuncties voor opstal en inboedel van eengezinswoningen volgens SSM2023.



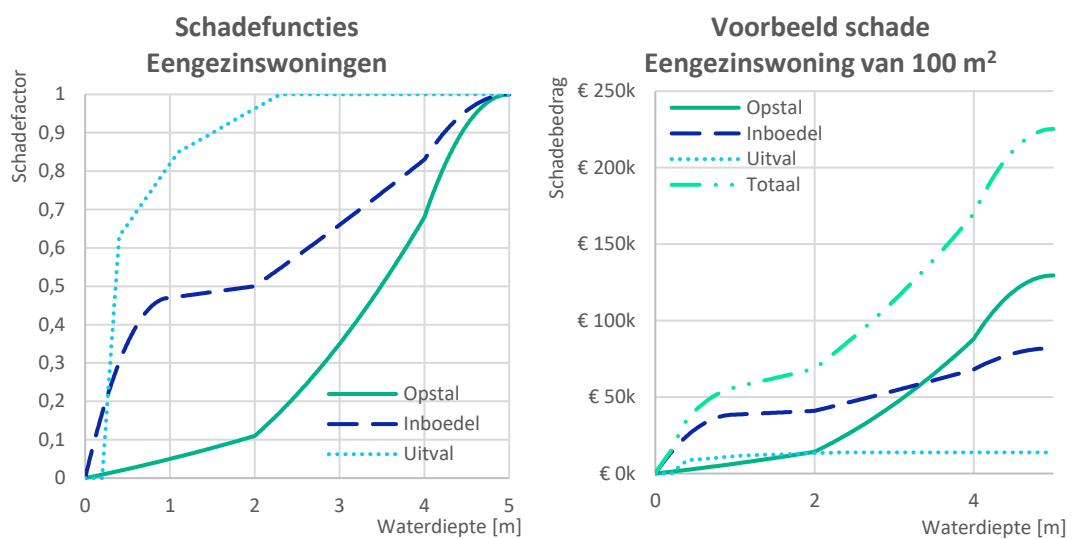
Figuur 2.2: Schadefuncties voor appartementen met verschillende verdiepingen volgens SSM2023. Voor opstal en inboedel wordt dezelfde functie gebruikt.

## 2.4 Voorbeeldberekeningen

Hieronder wordt een voorbeeldberekening gedaan voor een eengezinswoning en (op de volgende bladzijde) voor een appartement van 100 m<sup>2</sup>.

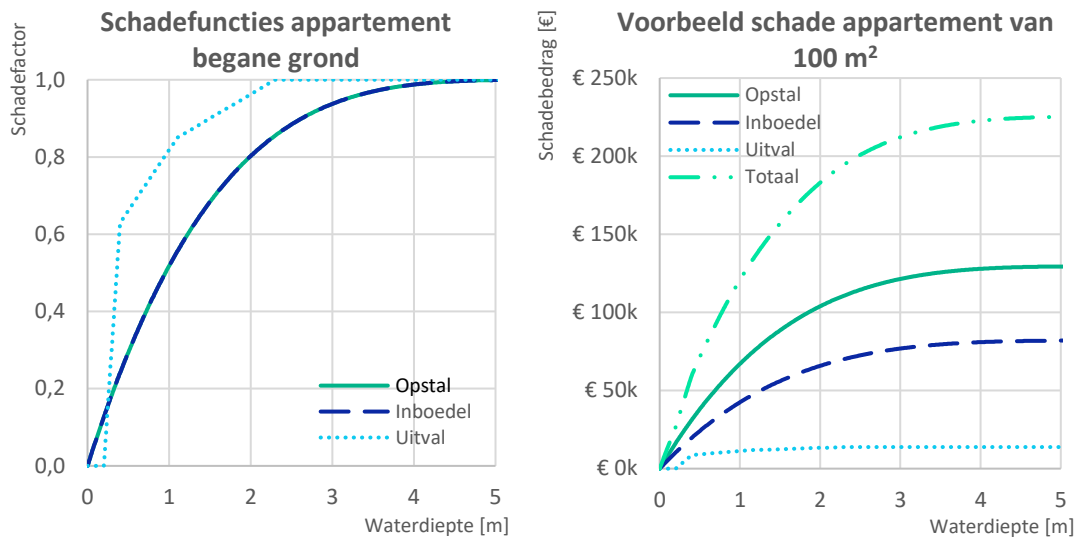
Voor eengezinswoningen zijn er drie functies: opstal, inboedel en functie-uitval (Figuur 2.3). Er is duidelijk te zien dat de schade voor opstal tot 2 meter waterdiepte relatief laag blijft, vooral in vergelijking tot inboedel. Vanaf 2 meter is er een sterke toename van de berekende opstalschade tot 4 meter, waarna deze nog iets toeneemt voordat de functie zijn maximum bereikt. Voor inboedel neemt de schade de eerste meter sterk toe, waarna deze tot 2 meter redelijk stabiel blijft. Na 2 meter is er opnieuw een stijging tot 4 meter, waarna deze functie (net zoals bij opstal) nog iets toeneemt voordat ze het maximum bereikt. Afgezien van de eerste twee meter, is de vorm de schadefuncties vergelijkbaar.

Voor uitval is er tot 30 cm geen schade, waarna deze zeer sterk toeneemt tot boven een schadefactor van 0,6. Vervolgens neemt de schade in twee stappen toe, tot het de maximale schade bereikt net boven de 2 meter waterdiepte.



Figuur 2.3: Links: De schadefuncties voor opstal, inboedel en uitval voor een eengezinswoning, met op de verticale-as de schadefactor uitgezet tegen waterdiepte [m]. Rechts: De schade voor een eengezinswoning van 100 m<sup>2</sup>, met op de verticale-as het absolute bedrag in euro's. Weergegeven voor de verschillende kostenposten en opgeteld in het totale schade bedrag.

Voor appartementen is de functie voor uitval hetzelfde als voor eengezinswoningen. Bij appartementen wordt voor inboedel en opstal dezelfde functie gebruikt, deze wijkt sterk af van de schadefunctie voor eengezinswoningen. De functie voor een (begane grond) appartement gaat vanaf het begin (relatief) sterk omhoog, en vlt daarna steeds meer af (zie Figuur 2.4 links). In Figuur 2.4 (rechts) is te zien wat de bijbehorende schades per waterdiepte zijn voor een appartement van 100 m<sup>2</sup>.



Figuur 2.4: Aan de linkerkant een overzicht van schadefuncties voor een appartement op de begane grond, hierbij is er voor opstal en inboedel dezelfde functie. Rechts een voorbeeld van de absolute schade per functie en voor het totaal uitgaande van een appartement op de begane grond van 100 m<sup>2</sup>.

## 2.5 Vergelijking eengezinswoningen en appartementen

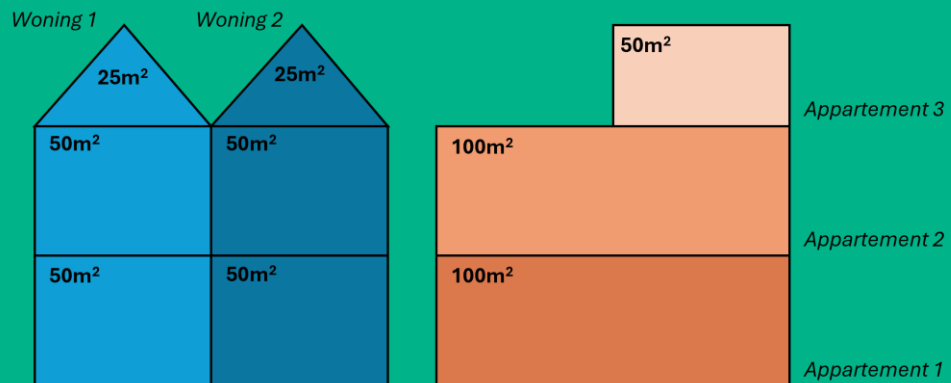
Er zijn forse verschillen tussen de functies voor eengezinswoningen en appartementen, met name bij waterstanden van 1 á 2 meter. We moeten hierbij wel meenemen dat een eengezinswoning vaak twee (of meer) woonlagen zal hebben (bv. elk van 50 m<sup>2</sup>), waar bij een appartement op de begane grond de gehele 100 m<sup>2</sup> op één woonlaag zit. Dit valt ook op te maken uit de inboedel functie voor eengezinswoningen, waar de helft van de inboedel (50% relatieve schade) wordt bereikt na 2 m (grofweg eerste verdieping), terwijl bij een (begane grond) appartement zo goed als alle inboedelschade bij 3 m bereikt is.)

In het voorbeeldkader op de volgende bladzijde wordt ter illustratie een vergelijking gemaakt van twee eengezinswoningen en drie boven elkaar liggende appartementen waarbij de totale woonoppervlak voor beide gevallen in totaal 250 m<sup>2</sup> is. Hieruit blijkt dat wanneer we corrigeren voor de woonlagen de opstalfunctie voor eengezinswoningen alsnog fors blijft afwijken. Bij 1 m waterdiepte is de schade bij appartementen bijna 4 keer zo groot. Bij 2 m waterdiepte is de schade nog steeds een 3 keer zo hoog. Bij 2,5 m waterdiepte (grofweg de onderste woonlaag) is deze 1,6 keer zo hoog. Deze vergelijking geeft een eerste aanwijzing dat SSM de opstalschade voor eengezinswoningen onderschat.

Opmerkelijk is dat wanneer de schade van de opstal en inboedel samen genomen worden, het verschil in schade tussen de woning en de appartementen een stuk kleiner is. Bij 1 m is de totale appartement schade 1,2 keer de totale woningschade, en bij 2 m 1,4 keer de woningschade.

## Vergelijking schade woningen en appartementen

Wanneer een dubbele eengezinswoning wordt vergeleken met drie appartementen boven elkaar, met in totaal dezelfde woonoppervlakte (zie Figuur 2.5), ontstaat een interessant verschil in de verdeling van schades bij toenemende waterdiepte.

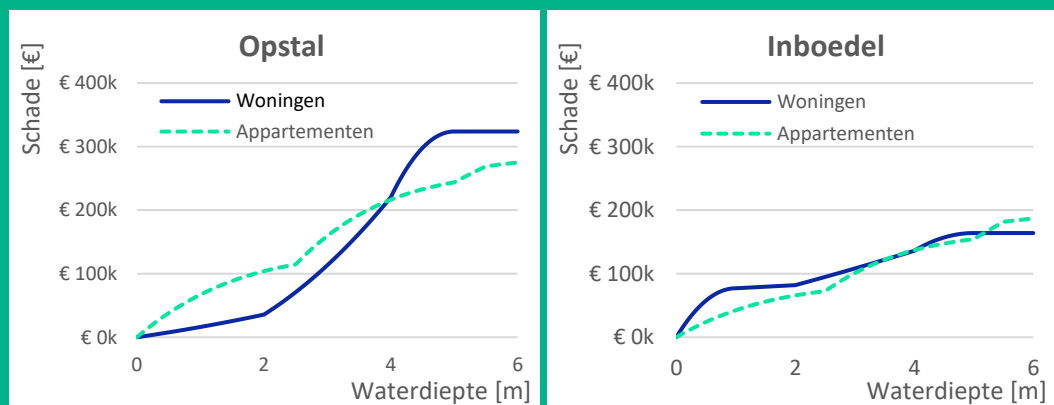


Figuur 2.5: Situatieschets ter illustratie van de vergelijking tussen schades van woningen en appartementen zoals berekend volgens SSM2023

In het geval van de twee eengezinswoningen (links) is de totale oppervlakte 250 m<sup>2</sup>, verdeeld over twee woningen en drie verdiepingen: 50 m<sup>2</sup> op de begane grond, 50 m<sup>2</sup> op de eerste verdieping en 25 m<sup>2</sup> op zolder. De appartementen (rechts) hebben een andere opbouw: één appartement van 100 m<sup>2</sup> op de begane grond, één van 100 m<sup>2</sup> op de eerste verdieping en een kleiner appartement van 50 m<sup>2</sup> op de tweede verdieping.

Volgens de SSM2023 schadefuncties resulteert deze verdeling bij een waterdiepte van 1 meter in een opstalschade van ongeveer € 16.000 voor beide eengezinswoningen, terwijl de schade voor de appartementen € 67.000 bedraagt—waarbij alleen het appartement op de begane grond onder water staat. Dat is ruim vier keer zo hoog. Bij een waterdiepte van 2 meter stijgt de schade naar € 36.000 voor de eengezinswoningen en € 104.000 voor de appartementen, bijna 3 keer zo hoog. Bij een waterdiepte van 2,5 meter staat de eerste verdieping volledig onder water; resulterende in schade tot € 70.000 voor de eengezinswoning en € 115.000 voor de appartementen, 1,6 keer zo hoog.

Opvallend is dat vanaf ongeveer 4 meter waterdiepte de schade bij de eengezinswoning juist hoger wordt dan bij de appartementen. Voor inboedelschade lijkt het beeld tot 2,5 meter waterdiepte omgekeerd: de schade aan inboedel is bij eengezinswoningen relatief hoger dan bij appartementen. Wanneer de schade van de opstal en inboedel samen genomen worden, is het verschil in schade tussen de woning en de appartementen een stuk kleiner.



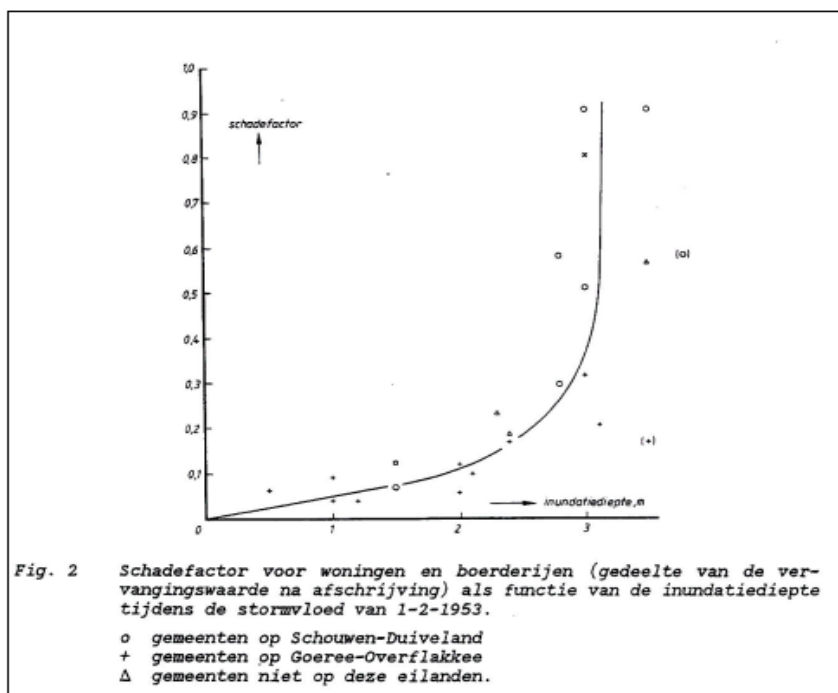
### 3 Achtergronden bij SSM

Dit hoofdstuk gaat in op de achtergronden van SSM2023, door het beantwoorden van twee vragen: Waar is de vorm van de schadefunctie op gebaseerd (paragraaf 3.1)? Waar is de maximale schade op gebaseerd en hoe is deze in de loop van de tijd bijgesteld (3.2)?

#### 3.1 Vorm van de SSM schadefunctie en type woningen

De oorsprong van de schadefuncties in SSM2023 was binnen het tijdsbestek van onze studie niet volledig te achterhalen. Duiser (1982, geciteerd in Wagemaker, 2006) lijkt de eerste schadefuncties te hebben geleverd in een "verkennd onderzoek", welke enigszins op de huidige functies lijken (zie Figuur 3.1). Duiser (1982) baseerde deze schadefuncties op schadegegevens van de stormvloed van 1953, en inzichten uit de studies van de Provinciale Griffie Gelderland (P.G.G.) uit 1973 en van Penning-Rowell en Chatterton uit 1977 (Duiser, 1982). Deze studies hebben wij echter niet tot onze beschikking voor nadere analyse.

Voor opstal specifiek toont Duisers functie een lage schade (ongeveer 10% van de 'vervangingswaarde na afschrijving'<sup>5</sup>) bij een waterdiepte tot 2 meter waarna deze sterk toeneemt tot 100% schade bij een waterdiepte van meer dan 3 meter. Dit was gebaseerd op de aanname dat huizen instorten bij een waterdiepte groter dan 2,5 meter.



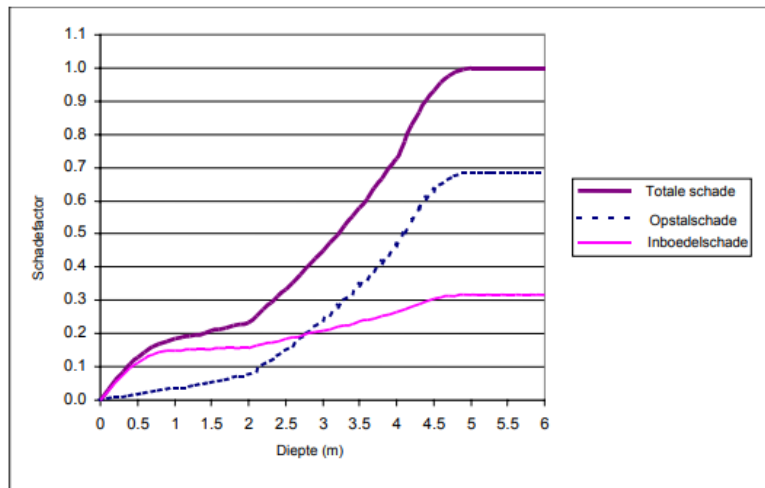
Figuur 3.1: Schadefactor woningen en boerderijen als functie van de inundatiediepte tijdens de stormvloed van 1953 (Duiser, 1982).

In de standaardmethode van 2005 voor (HIS-)SSM is de huidige (SSM2023) vorm van de functie beter te herkennen (Figuur 3.2); met een laag schadepercentage voor opstal van 10% tot 2 meter en daarna een scherpe toename tot 1.

<sup>5</sup> De term "vervangingswaarde na afschrijving" wordt nergens duidelijk toegelicht, zowel in Wagemaker (2006) als in originele bron van Duiser (1982) niet.

Echter vlak in deze functie de schade af tot 100% bij 4,5 meter in vergelijking tot de schadefunctie van Duiser waar al 100% schade werd aangenomen bij 3 meter. Mogelijk is dit opgehoogd omdat niet meer aannemelijk was dat huizen instorten bij 2,5 meter gezien de strengere bouwvoorschriften/-eisen sinds 1953.

Verder wordt de schadefunctie beschreven als een gewogen sommatie van de Boertien-functies<sup>6</sup> voor inboedelschade en opstalschade, met een (aangenomen) verdeling van schade aan inboedel en opstal. Er wordt dan ook aangegeven dat bij het eventueel aanpassen van het maximale schadebedrag of de schadefunctie rekening moet worden gehouden met de verhouding tussen de beide schadebedragen (Kok et al., 2005).



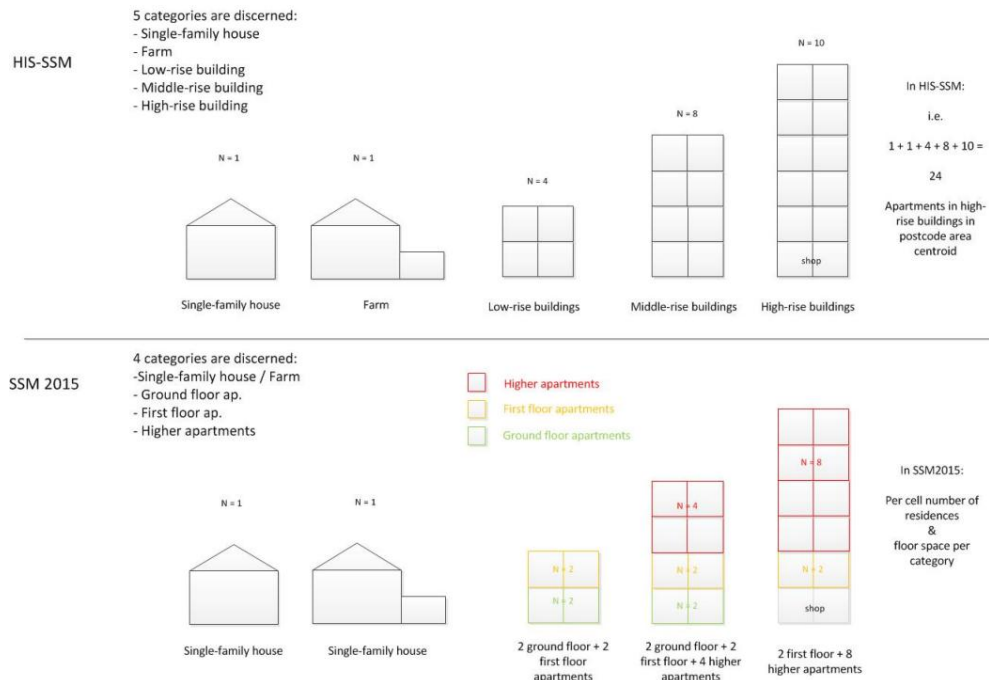
Figuur 3.2: Schadefactor eengezinswoningen en boerderijen (geen storm of stroming), volgens de standaardmethode 2005.

### Update van 2015

In 2015 werd overgestapt naar het gebruik van BAG-data voor het lokaliseren van woningen en het differentiëren van type woningen en hoogte van woningen. De BAG-data maakt echter geen onderscheid tussen verschillende typen eengezinswoningen, zoals boerderijen en rijtjeshuizen. Daarom werd besloten om de categorie eengezinswoningen te definiëren als alle gebouwen waaraan (volgens de BAG data) slechts één adres gekoppeld is. Vanaf SSM2015 wordt er dus geen onderscheid meer gemaakt tussen verschillende typen eengezinswoningen (Slager en Wagenaar, 2017).

Ook voor appartementen is de indeling van de schadefuncties in SSM2015 aangepast. Deze is toentertijd veranderd van de categorieën laagbouw, middelbouw en hoogbouw naar begane grond, tweede verdieping en hogere verdiepingen (zie Figuur 3.3).

<sup>6</sup> Het is niet duidelijk wat precies bedoeld wordt met de Boertien-functies. De standaardmethode verwijst naar het Boertien1-model, zoals beschreven in *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen* [Walker et al., 1993]. Echter, de schadefuncties uit deze Standaardmethode zijn niet expliciet terug te vinden in eerdere rapportages. Mogelijk zijn ze beschreven door Vrouwenvelder in *Probabilistic Design of Flood Defences* (1988), maar deze bron is niet beschikbaar voor verificatie.



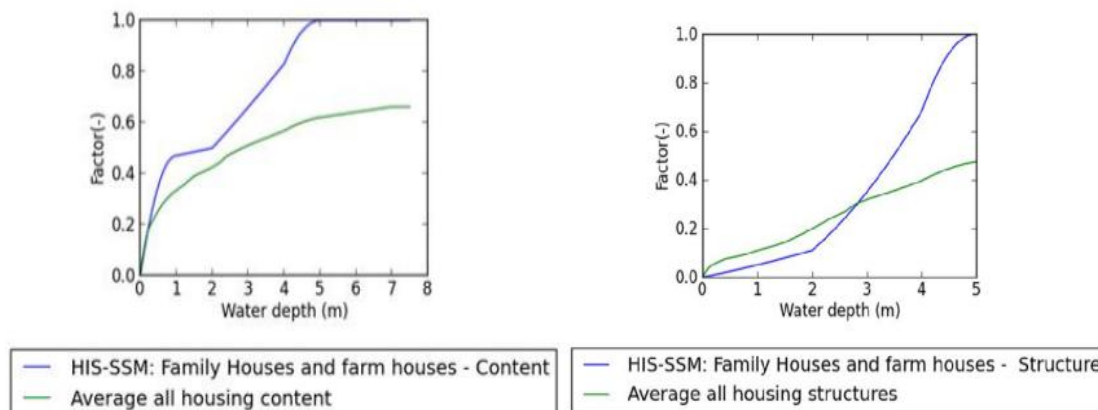
Figuur 3.3: overzicht van de aanpassing gemaakt voor de verschillende categorieën van woningen (de Bruijn et al., 2015).

Verder werden er voor de schadefuncties aangenomen dat bewoners van hogere verdiepingen ook door ondiepe overstromingen worden getroffen, omdat zij bezittingen hebben in opslagboxen op de begane grond en schade ondervinden aan liften, centrale installaties, enzovoort (Slager & Wagenaar, 2017).

### Vergelijking met internationale functies

In 2015 is door de Bruijn et al. een vergelijking gemaakt met verschillende internationale schadefuncties (zie Figuur 3.4, in groen). Hierbij werd geconcludeerd dat de functie voor opstal (rechts) tot 2 meter vergelijkbaar is met de internationale literatuur en dat na 2 meter een sterke toename in schade optreedt. Dit is in lijn met de aanname dat op een gegeven moment een totale reconstructie nodig zou zijn (door instorting of dergelijke) die historisch in deze functie zit. Toch lijkt er in Figuur 3.4, uit hetzelfde rapport, wel degelijk een verschil tussen HIS-SSM en de internationale functie te bestaan (~factor 2) op het domein van 0 tot 2 meter. Daarbij geeft het rapport aan dat de onderbouwning van de HIS-SSM-functie zwak is, maar dat er op dat moment onvoldoende wetenschappelijk bewijs is om de HIS-SSM-functies te wijzigen of te rechtvaardigen.

Een bijkomende complicatie in deze vergelijking is dat de internationale functie niet tot 100% gaat. Dit is mogelijk wanneer er wordt uitgegaan van de maximale (*nieuw*)*bouwkosten* van de woning (i.p.v. maximaal mogelijke *schade*) waarbij bepaalde elementen van een woning (bv. fundering) niet vervangen hoeven te worden, zelfs al staat de hele woning onder water. Men kan ook kiezen voor een functie die tot 100% gaat, maar dan dient de grondslag voor 100% de maximaal mogelijke schade te zijn. Indien de internationale functie naar 100% geschaald zou worden (aangenomen dat dit bij benadering een eerlijke vergelijking met de HIS-SSM functie is), dan wordt het verschil in de eerste twee meter verdubbeld. Het gevolg van deze aanname zou zijn dat het verschil tussen HIS-SSM2015 en de internationale literatuur dus nog groter wordt.



Figuur 3.4: Schadefuncties van eengezinswoningen in vergelijking met de gewogen gemiddelde van andere studies naar schadefuncties. Links de vergelijking voor inboedel en op rechts voor opstal. Bron: de Bruijn et al. (2015).

Op basis van de bevindingen van De Bruijn et al. (2015) zijn de functies door Slager & Wagenaar (2017) opnieuw herleid. Voor opstal van eengezinswoningen is de functie in de eerste 2 meter onveranderd. Voor boven de 2 meter is de functie gecombineerd met absolute schadefuncties van Penning-Rowse (2010). Voor inboedel is de functie voor de eerste 2 meter waterdiepte eveneens gebaseerd op Penning-Rowse (2010). Bij grotere waterdieptes stijgt de schadefactor sterk tot deze een waarde van 1 bereikt bij ongeveer 5 meter. Sinds deze aanpassingen zijn de functies voor eengezinswoningen onveranderd gebleven en zo overgenomen in SSM2023. Functies van appartementen en commerciële panden zijn wel aangepast, zoals te zien Figuur 2.4.

### 3.2 Over de maximale schade

De achtergrond van de maximale schadegetallen gaat terug naar een studie uit 2011 (de Bruijn et al., 2015; de Grave & Juch, 2024).

Voor de inboedel werd hiervoor een rekenhulpmiddel ([www.ineas.nl](http://www.ineas.nl)) gebruikt waarbij uitgegaan werd van een huishouden bestaande uit twee volwassenen, twee kinderen in een gemiddeld huis, met een gemiddeld inkomen. Dit kwam uit op € 70.000 per woning (de Bruijn et al., 2015).

Voor opstal werd de StatLine-database van het CBS gebruikt ([www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)). Deze database biedt de ruwe bouwkosten per m<sup>3</sup> woning. Dit is de totale bouwsom (exclusief btw) gedeeld door het totaal aantal kubieke meters van de zuivere woningbouwprojecten waarvoor vergunning is verleend. Op basis hiervan, met de nodige aannames en berekeningen, is uiteindelijk de maximale schade waarde voor opstal vastgesteld op 1000 €/m<sup>2</sup> woonoppervlak (de Bruijn et al., 2015). Dit bedrag is exclusief btw.

In het memo over de update van de basisinformatie van SSM-2022 (de Grave & Juch, 2024) worden enkele opmerkingen gemaakt over de methode voor het berekenen van de maximale schadebedragen voor opstal en inboedel. Een belangrijke opmerking, in het bijzonder voor het updaten van de maximale schadebedragen, is dat er onduidelijkheid bestaat in welke SSM post bepaalde zaken zijn afgedekt. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een keuken, een vloer of het stucwerk van een woning. Voor een verzekeraar zal dit onder de opstal vallen ('aard- of nagelvast'), echter zal dit veelal niet in de bedragen zitten die destijds zijn ontleend aan het CBS (ruwe bouwkosten), aangezien woningen ook vaak 'casco' worden opgeleverd (de Grave & Juch, 2024).

### Update SSM2023 op basis van indexreeksen

Vanwege de bovenstaande onduidelijkheid in verdeling tussen opstal en inboedel, de grote spreiding die in diverse bronnen werd gevonden, en de beperkte opdracht om SSM te updaten, is in de update van 2023 ervoor gekozen om de bedragen te indexeren op basis van geschikte CBS-indexreeksen. Hierbij wordt er dus geen gebruik gemaakt van de nieuwe bouwkosten per m<sup>2</sup> welke wel via CBS beschikbaar zijn. Voor de toekomst wordt aanbevolen om de gehanteerde schadebedragen voor woningen nader te onderzoeken (de Grave & Juch, 2024). Het herberekenen van huidige maximale schadebedragen door middel van indexreeksen is als volgt gedaan:

Voor de post *opstal* is bij de indexatie gekeken naar de CBS Consumenten Prijs Indexreeks Huisvesting excl. energie (CPI-reeksnummers 041000, 042000, 043000 en 044000). Hieruit wordt een factor 1,295 bepaald voor 2022 ten opzichte van 2011.

Voor de post *inboedel* wordt uitgegaan van de CPI-reeks Inboedel (reeksnummer 050000), wat een factor 1,171 oplevert. De nieuwe maximale schadebedragen voor woningen worden daarmee 1295 €/m<sup>2</sup> exclusief btw voor de opstal en € 81.985 exclusief btw voor de inboedel.

Voor de *uitval van woondiensten* (indirecte schade) wordt dezelfde index als voor de opstal gehanteerd. Dit bestaat meestal uit de huurprijs van een vervangende woning voor een bepaalde periode. Het maximale schadebedrag stijgt hier van € 10.665 naar € 13.809 exclusief btw. De bedragen worden samengevat in onderstaande tabel:

Tabel 3.1: Indexatie van maximale schadebedragen van woningen voor SSM2023 (de Grave & Juch, 2023).

Schadecategorie	Eenheid	Schadebedrag 2011	Schadebedrag 2022
Woningen opstal	m <sup>2</sup>	1.000	1.295
Woningen inboedel	st	70.000	81.985
Verlies van woondiensten	st	10.665	13.809

SSM2023 houdt dus voor opstal een maximaal schadebedrag aan van **€ 1.295 exclusief btw** per m<sup>2</sup> woonoppervlak (prijspeil 2022), onafhankelijk van het woningtype (zie 2.2). Dit is omgerekend ongeveer **€ 1.565 inclusief btw** (van 21%). Per kubieke meter komt dit neer op afgerond € 540 per m<sup>3</sup> inclusief btw (€ 450 exclusief), uitgaande van een gemiddelde plafondhoogte van 2,9 meter<sup>7</sup>.

### Vergelijking met de Herbouwwaardemeter Verbond van Verzekeraars

Er werd bij de laatste bijstelling van SSM (de Grave & Juch, 2024) ook opgemerkt dat verzekeraars een aanzienlijk hogere herbouwwaarde hanteren dan verwacht mag worden op basis van normale indexatie (inflatiecorrectie). Voor inboedels leken de gemiddelde waarde echter lager te liggen dan gehanteerd in SSM (bron: CBS). Voor de huidige studie is voor opstal opnieuw deze vergelijking gedaan:

Het Verbond van Verzekeraars heeft een eigen methode om de herbouwwaarde van huizen te bepalen, de 'Herbouwwaardemeter Woningen'. Deze rekentool is voor verzekeraars en verzekeringsadviseurs om op een snelle, eenvoudige manier de gemiddelde herbouwkosten van standaardtypen woningen vast te stellen. De herbouwwaarde is het bedrag dat een verzekerde nodig heeft om een woning, mocht deze totaal verloren gaan, weer op te bouwen in dezelfde staat en volgens de huidige bouwvereisten.

<sup>7</sup> De gemiddelde plafondhoogte is berekend door de bouwwaarde per m<sup>3</sup> te delen door de bouwwaarde per m<sup>2</sup> op basis van BCS cijfers: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83673NED/table>

De herbouwwaarde is dus iets anders dan de marktwaarde of WOZ-waarde van de woning (waar ook een waarde voor bv. locatie sterk in zit).

De herbouwwaardemeter maakt hierbij onderscheid tussen verschillende woningtypes, anders dan SSM2023 dit doet. Er wordt hier namelijk niet alleen onderscheid gemaakt tussen eengezinswoningen en appartementen, maar ook of het een tussenwoning, hoekwoning, 2 onder 1 kap of een vrijstaande woning is. Per woningtype is een basis herbouwwaarde berekend, welke afhankelijk van de bouw-karakteristieken (zoals de fundering, het dak en/of de afwerking) nog verder aangepast wordt. De herbouwwaardemeter tool wordt jaarlijks geüpdatet.

De herbouwwaardes in 2022 volgens deze tool variëren tussen de € 645 per m<sup>3</sup> voor een nieuwbouw tussenwoning tot € 895 per m<sup>3</sup> (inclusief btw) voor een (bestaand of nieuwbouw) vrijstaande woning (zie Tabel 3.2 hieronder). Gemiddeld komt dit neer op afgerond € 790 per m<sup>3</sup> inclusief btw. Dit is **1,46 keer het bedrag** dat aangehouden wordt als maximale schade in SSM2023 van € 540 per m<sup>3</sup> inclusief btw.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de definitie van de maximale schade (SSM2023) verschilt van de herbouwwaarde (Verbond van Verzekeraars). Het kan zijn dat een deel van de herbouwwaarde behouden blijft, ook als de maximale waterdiepte, en dus de maximale overstromingsschade, optreedt. In andere woorden, een schadefunctie t.o.v. van de maximale herbouwwaarde loopt niet noodzakelijk op tot 1. In SSM2023, waarin de schade wordt uitgedrukt ten opzichte van de maximale schade, loopt de schadefunctie in alle gevallen tot 1.

Tabel 3.2: herbouwwaardes inclusief btw volgens de Herbouwwaardemeter Woningen 2022<sup>8</sup>

Prijstelling Per m <sup>3</sup> in EUR	Tussenwoning (rijtjeswoning)	Hoekwoning (rijtjeswoning)	2 onder 1 kap	Vrij- staand	Appartement (t/m 4 lagen)	Appartement (5-8 lagen)
<b>Bestaande bouw</b>	€680	€775	€795	€895	€840	€775
<b>Nieuwbouw</b>	€645	€750	€795	€895	€840	€775

Helaas zal de herbouwwaardemeter na 2025 niet meer worden uitgebracht. Er zijn diverse commerciële, meer gedetailleerde, producten op de markt gekomen. Omdat verzekeraars deze commerciële producten zijn gaan gebruiken, is de herbouwwaardemeter overbodig geraakt.

### 3.3 Deelconclusies H2 en H3

- **Vergelijking schade eengezinswoningen en appartementen**

Volgens SSM2023 lopen appartementen op de begane grond aanzienlijk meer opstalschade op dan eengezinswoningen, zelfs wanneer rekening wordt gehouden met de verdeling van schade over meerdere woonlagen. Na correctie voor de verdeling over meerdere woonlagen blijft er een aanzienlijk verschil bestaan: bij 1 meter waterdiepte een factor 4 en bij 2 meter een factor 3.

- **Vorm van de SSM-schadefuncties**

De historie van de SSM-schadefuncties is niet eenvoudig volledig te traceren. De opstalschadefunctie lijkt terug te gaan op Duiser (1982), die zich heeft gebaseerd op schadecijfers van de stormvloed van 1953. Deze functies zijn in verschillende iteraties aangepast, waarbij de oorspronkelijke vorm enigszins herkenbaar is gebleven.

<sup>8</sup> [https://www.verzekeraars.nl/media/9919/vvv-herbouwwaardemeter\\_def\\_corr2.pdf](https://www.verzekeraars.nl/media/9919/vvv-herbouwwaardemeter_def_corr2.pdf)

De meest opvallende eigenschap is dat de opstalschadefunctie voor woonhuizen convex is op het domein van 0 tot ca. 3 m; de functie begint relatief vlak en bij toenemende waterdiepte (met name vanaf 2 m) stijgt de functie steeds sterker. Veel internationale schadefuncties zijn op dit domein juist concaaf: deze functies beginnen steil en bij toenemende waterdiepte vlakken ze juist af.

- **Update naar SSM2015**

De functies zijn voor het laatst bekeken in 2017 voor de update naar SSM2015 door Deltares (de Bruijn et al., 2015; Wagenaar & Slager, 2017). Hoewel er toen onvoldoende bewijs was om de functie te herzien, zien we met de kennis van nu in het onderliggende rapport ook al aanwijzingen voor een onderschatting van de schade tot 2 m ten opzichte van de internationale literatuur.

- **De posten 'opstal' versus 'inboedel' zijn niet duidelijk gedefinieerd**

Bij de berekeningen van de maximale schade is er veel onduidelijkheid over de definitie van opstal versus inboedel. SSM-2013 gebruikte cijfers van bouwwaardes van het CBS, maar het was onduidelijk of bijvoorbeeld keukens, vloeren, stucwerk, e.d. in opstal werden meegenomen.

- **SSM2023 ligt een factor 1,46 lager dan de Herbouwwaardemeter woningen**

De herbouwwaardemeter Woningen biedt een andere manier om de maximale mogelijke schade te berekenen. Dit is het bedrag dat nodig is om een woning volledig te herbouwen volgens de huidige bouwvoorschriften. Er zit een factor 1,46 verschil tussen de maximale schade gebruikt in SSM2023 (€540 per m<sup>3</sup> inclusief btw) en de herbouwwaarde volgens het Verbond van Verzekeraars (€790 per m<sup>3</sup> inclusief btw). Dit is mogelijk een kwestie van definitie: in theorie is het mogelijk dat bij de maximale overstromingsschade, de woning niet volledig herbouwd hoeft te worden. Een schadefunctie t.o.v. de herbouwwaarde zou dan niet tot 100% lopen. In de herbouwwaarde zit bijvoorbeeld een post (van 5%) voor de kosten van de fundering. Bij een overstroming zal het in veel gevallen niet nodig zijn om de fundering te herstellen.

## 4 Enquête overstroming 2021 Limburg

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de overstromingen die in juli 2021 plaatsvonden in Nederland, België en Duitsland. We geven een typering van deze overstromingen (4.1) en een toelichting op de enquête die is afgenomen in Limburg (4.2). In hoofdstuk 5 worden de resultaten van dit enquête-onderzoek verder besproken, en in hoofdstuk 6 gecombineerd met data vanuit verzekeraars.

### 4.1 De overstroming van 2021

In juli 2021 was er uitzonderlijke zware neerslag in het grensgebied van Nederland, België, Duitsland en Luxemburg. Dit had te maken met een zogenaamde 'koudeput', een lagedrukgebied met koude lucht bovenin die afgesneden was van de straalstroom. Hierdoor bewoog het lagedrukgebied zich beperkt en trok het veel (vochtige) lucht uit de omgeving aan (zoals vanuit de Middellandse Zee). In Nederland is in twee dagen een neerslaghoeveelheid van 182 mm gemeten (Ubachsberg). Dit is zeer zeldzaam, met een terugkeertijd die in de orde grootte van 1000 jaar zit (of zelfs nog zeldzamer), ook al is het mogelijk dat dit met klimaatverandering waarschijnlijker wordt. Dit leidde in de Maas tot de hoogste afvoer ooit gemeten, en hetzelfde gold voor verschillende zijrivieren zoals de Geul (ENW, 2021). In Duitsland was de impact het grootst. Daar bleef de regen langdurig in hetzelfde stroomgebied vallen, wat leidde tot een enorme ravage langs de Ahr. Huizen en infrastructuur werden zwaar getroffen en ongeveer 190 mensen kwamen om het leven (Thieken et al., 2023). Ook in België werden bepaalde gebieden zwaar getroffen, met name langs de Vesdre. In onder andere Pepinster moesten zo'n vijftig woningen volledig worden afgebroken vanwege de schade. In totaal kwamen in België ongeveer veertig mensen om het leven.

In Nederland overstroonden de uiterwaarden van de Maas. Ook traden de zijrivieren de Roer, Geleenbeek en de Geul buiten hun oevers. Met name langs de Geul leidde dit tot overstromingen in bebouwd gebied, waar bijvoorbeeld Valkenburg en Meerssen, maar ook Bunde flink getroffen zijn. In Nederland zijn (gelukkig) geen dodelijke slachtoffers gevallen, er is echter wel veel schade geweest. De compensatie van de schade (vanuit verzekeraars en overheid) kwam uit op ongeveer 450 miljoen euro (Kok et al. 2023). Deze schade ontstond met name langs de Geul en de (uiterwaarden van de) Maas aan onder andere woningen, bedrijfspanden, en infrastructuur.

In tegenstelling tot Duitsland en België, waar door hoge stroomsnelheden gebouwen en infrastructuur volledig verwoest waren, is de schade in Nederland met name door waterdiepte ontstaan. Uit analyses van Endendijk et al. (2023a) en Avila et al. (2025) blijkt dat waterdiepte een sterkere verklarende factor was van overstromingsschade dan stroomsnelheid. Uitzonderingen hierop zijn een beschadigde brug in Valkenburg en een straat in Meerssen waar de funderingen door de hoge stroomsnelheid zijn aangetast. Dit staat echter in geen verhouding tot het aantal bruggen en woningen dat in België en met name in de Duitse Ahr Vallei werd verwoest (Koks et al., 2022). Dit heeft deels te maken met de hoeveelheid neerslag - die in België en Duitsland iets hoger was - maar zeker ook met de steilere topografie in de getroffen gebieden van beide landen.

De maximale waterdieptes in Nederland waren zo'n 1,5 tot 2 meter (Endendijk et al. 2023b; zie ook A voor de waterdieptes op kaart). De overstroming trof met name de begane grond (en eventuele kelders). Langs de Maas kwamen vaker lage waterdieptes in woningen voor - in helft van de gevallen minder dan 20 cm - dan langs de Geul.

Voor verschillende gebieden zijn evacuatiewaarschuwingen afgegeven. Langs de Maas gebeurde dit veelal op tijd (voor de aankomst van de hoogwaterpiek), maar in de Geul steeg het water zeer snel: binnen een uur bereikte het zijn maximale stand in woningen. Bewoners werden daar veelal niet tijdig gewaarschuwd, mede doordat de piek van het hoogwater hier in de late avond of nacht plaatsvond.

## 4.2 Enquête-onderzoek

Na het hoogwater van juli 2021 in Limburg zijn door VU Amsterdam, HKV Lijn in Water en Deltares vragenlijsten uitgezet bij overstromde huishoudens (Endendijk et al., 2023a;b). Het doel van de vragenlijst was om een algemeen overzicht te krijgen van de overstroming en de bijbehorende gevolgen.

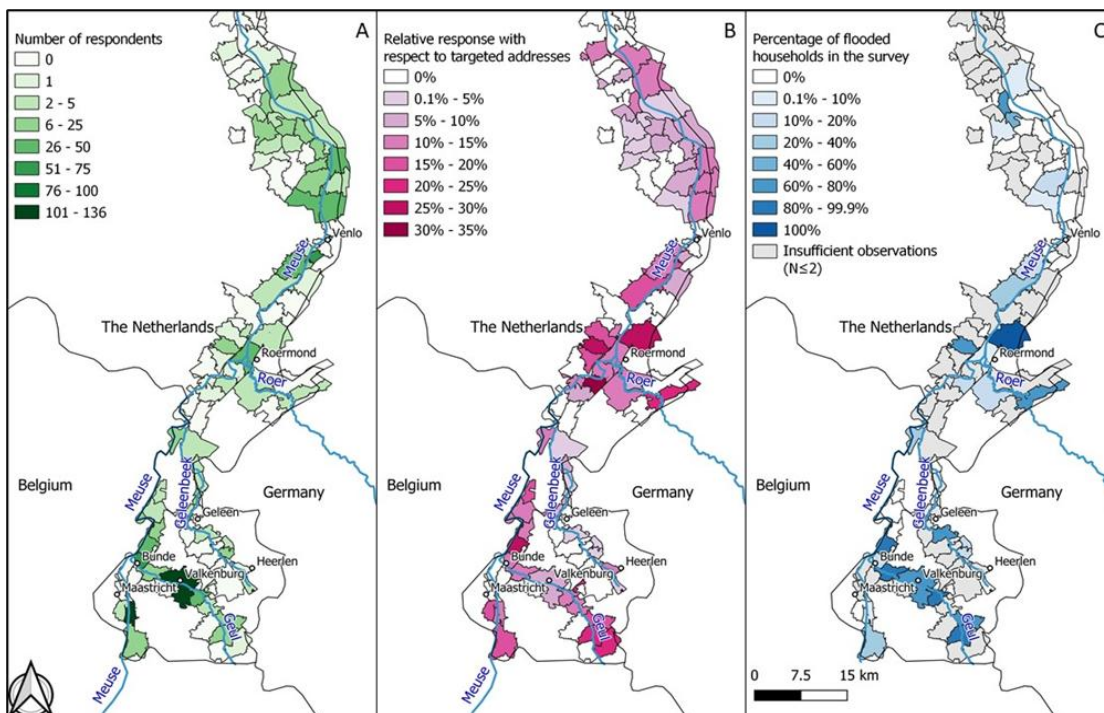
In december 2021 werden per post brieven verstuurd naar 11.000 adressen van zowel bedrijven als huishoudens. De brief was geadresseerd aan de bewoners op het adres of aan het bedrijf dat daar gevestigd was en bevatte een verzoek om online een vragenlijst in te vullen. Bedrijven en huishoudens ontvingen een verschillende vragenlijst. De resultaten van Endendijk et al. (2023b) zijn gebaseerd op de vragenlijst voor huishoudens. Deze resultaten worden verder besproken in hoofdstuk 5.

Precies de helft van de 11.000 adressen bevond zich in overstromde gebieden, zoals gedefinieerd in de ENW (2021) studie. De andere helft werd willekeurig geselecteerd uit gebieden die niet direct waren overstromd, maar waar een noodverordening van kracht was tijdens de overstroming. Deze gebieden zijn gesampled om mogelijke onnauwkeurigheden in het vastgestelde overstromde gebied op te vangen. In februari 2022 werd een herinnering verstuurd naar de adressen waar geen reactie op het enquêteverzoek was ontvangen. Dit resulteerde uiteindelijk in een steekproef van 10.143 huishoudens en 857 bedrijven.

In totaal vulden respondenten uit 1.513 huishoudens de enquête in, wat een responspercentage van 14,9% betekent. Ongeveer een derde van de respondenten heeft water in de woning gehad, waarbij niet iedereen schade heeft ervaren. Van 312 overstromde huishoudens was voldoende informatie beschikbaar voor de analyses van overstromingsschade (waarvan 286 schade rapporteerden, en 26 geen schade). De uitkomsten van Endendijk et al. (2023) zijn dan ook op deze 312 overstromde huishoudens gebaseerd.

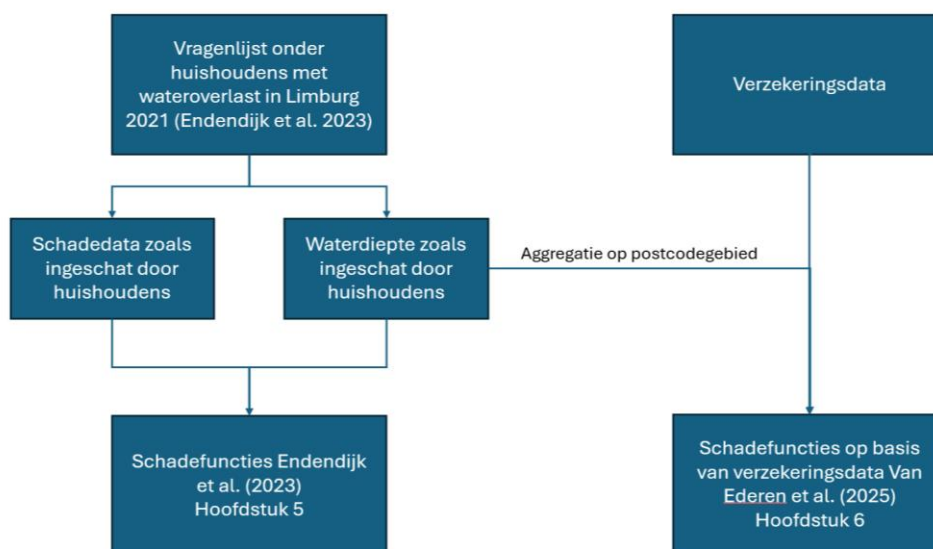
Vanwege de Nederlandse privacywetgeving hadden de respondenten de mogelijkheid om hun woonlocatie niet te delen. Hierdoor is niet van alle respondenten de exacte woonlocatie bekend. De geografische spreiding van de respondenten was bij benadering als volgt: 40% woonde nabij de Maas, 20% langs de Geul, 7% woonde langs de Geleenbeek of de Roer, en de overige respondenten (33%) gaven geen locatie op. Van de 1.513 ingevulde enquêtes gaf ongeveer twee derde van de respondenten (N = 971) hun locatie op via hun zes-cijferige postcode.

Figuur 4.1 toont de geografische verdeling van de responspercentages op basis van viercijferige postcodes. Paneel A geeft het absolute aantal respondenten weer, terwijl Paneel B het aantal respondenten toont ten opzichte van het totale aantal adressen waaraan uitnodigingsbrieven waren verstuurd. Hieruit blijkt dat een aanzienlijk deel van de respondenten zich in het zuiden van de provincie Limburg en langs de Roer bevond. De respons langs de Geleenbeek was relatief laag. Paneel C toont het aandeel respondenten dat tijdens de overstroming water in huis had, namelijk 28% van de respondenten. De resultaten laten zien dat in het zuiden van Limburg en in Roermond en omgeving een relatief hoog percentage bewoners wateroverlast in huis ervoer.



Figuur 4.1: Totale respons op de vragenlijst (Paneel A), responspercentage ten opzichte van verzonden per postcodegebied (Paneel B), en percentage respondenten dat water in huis had tijdens de overstroming (Paneel C). Alle gegevens in dit figuur zijn gebaseerd op gegevens van bewoners die hun postcode hebben gedeeld (N = 971).

Figuur 4.2 geeft inzicht in hoe de data verzameld in Limburg is gebruikt voor het ontwikkelen van de schadefuncties. De schadefuncties van Endendijk et al. (2023a), beschreven in Hoofdstuk 5, zijn gebaseerd op door huishoudens gerapporteerde waterschades en waterdieptes. Beide variabelen zijn daarmee direct afkomstig uit het enquête-onderzoek. Dit is niet het geval voor de gebruikte data in Hoofdstuk 6. Hier zijn de gerapporteerde waterdieptes uit de enquête geaggregeerd per postcodegebied. Zo is een overstromingsdieptekaart tot stand gekomen. In de studie van Van Ederen is deze vervolgens gekoppeld aan verzekeringsdata, die los staat van de enquête. Dit proces is verder beschreven in Hoofdstuk 6.



Figuur 4.2: Beschrijving van de empirische data gebruikt voor de schadefuncties na het hoogwater van 2021 in Limburg.

## 5 Analyse enquête-onderzoek Limburg juli 2021

In dit hoofdstuk ligt de nadruk op een kwantitatieve analyse van de schadegegevens om te komen tot nieuwe schadefuncties, waarbij gebruik is gemaakt van zelf gerapporteerde schadebedragen en aanvullende informatie over woningkenmerken, waterdiepte, stroomsnelheden en getroffen schade-reducerende maatregelen. Allereerst wordt de methode toegelicht, waarna de ontwikkeling van de schaderatio's en -functies worden besproken. Afsluitend worden een aantal deelconclusies getrokken.

### 5.1 Methode

De vragenlijst heeft geleid tot informatie over 312 overstroomde huishoudens waarop de schadefuncties voor opstal zijn gekalibreerd. De schadefuncties voor inboedel zijn gebaseerd op 251 overstroomde huishoudens. Er zijn minder observaties voor schade aan de inboedel vanwege het moeilijk inschatten van inboedelschade voor huishoudens of een lastiger vast te stellen verzekerde waarde van de inboedel.

Het schadebedrag is daarmee gebaseerd op input van vragenlijsten. Dit werd gedaan aan de hand van de volgende vragen: "Hoe hoog is de schade in totaal aan uw *woning* (excl. inboedel etc.), ingeschat door uzelf?" en "Hoe hoog is de schade in totaal aan de inboedel, ingeschat door uzelf?" Een belangrijke beperking van deze schade-inschattingen is de afhankelijkheid van zelf gerapporteerde data. Hoewel vragenlijsten waardevolle informatie geven over lokale omstandigheden en huishoudelijk gedrag, kunnen zelf gerapporteerde schadebedragen onderhevig zijn aan subjectiviteit en herinneringsbias.

### 5.2 Schaderatio's

Door Endendijk et al. (2023a) is de schaderatio bepaald op basis van objectief geschatte bouw- of vervangingswaardes voor opstal en inboedel. Dit corrigeert voor economische blootstelling (bij grotere woningen kan er hogere schade verwacht worden) en voorkomt dat absolute schadebedragen de analyse vertekenen.

Voor de waarde van gebouwen zijn schattingen van ruwe bouwkosten (exclusief btw) opgevraagd bij twee aannemers. De methode van iTX Bouwconsult (2022) houdt rekening met bouwtype, aantal verdiepingen, daktype en de aanwezigheid van een garage, terwijl de BMVV-methode (2022) uitsluitend gebaseerd is op de woonoppervlakte van de woning (1.806 - 1.961 €/m<sup>2</sup> exclusief btw, prijspeil 2021)<sup>9</sup>. Omdat een t-test geen significant verschil in bouwwaarde tussen beide benaderingen aantoonde en de BMVV-methode minder aannames vereist, is deze methode toegepast. De ruwe bouwkosten is daarmee geschat door de woonoppervlakte van de woning te vermenigvuldigen met de ruwe bouwkosten per m<sup>2</sup>.

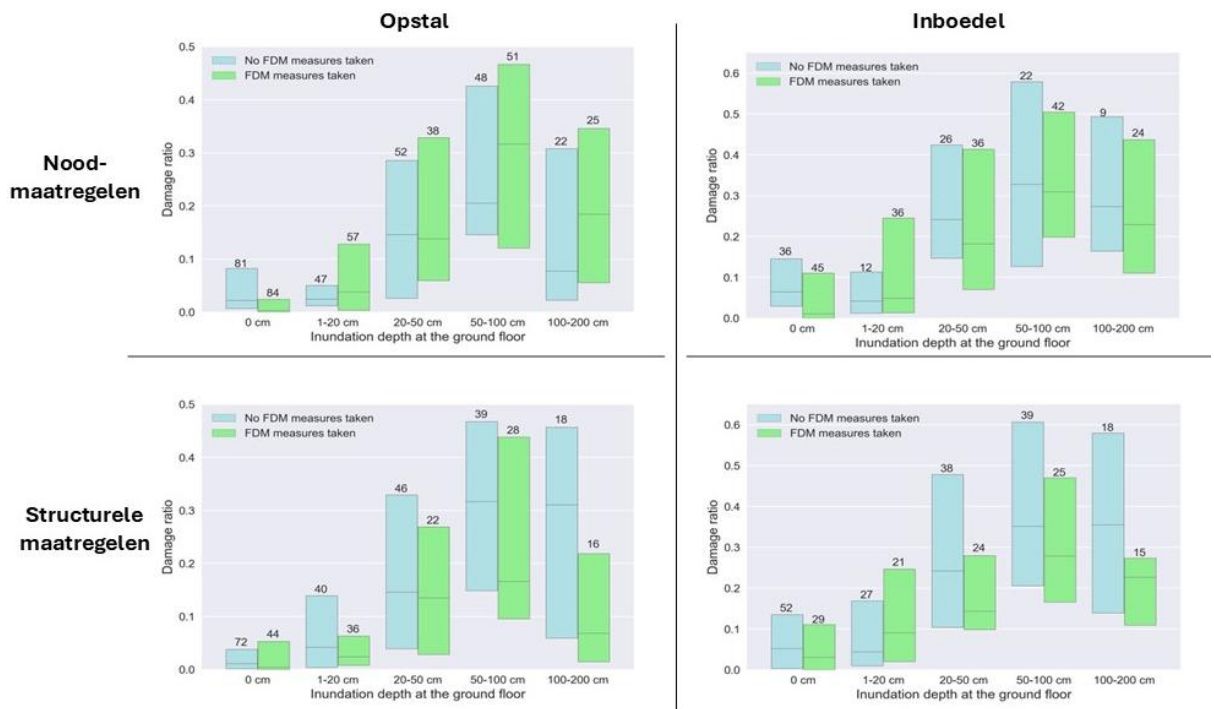
Voor de inboedel is de vervangingswaarde bepaald volgens de standaardmethode van Nederlandse verzekeraars (Verbond van Verzekeraars, 2023; Independer, 2023). Hierbij wordt een puntensysteem gebruikt, waarbij factoren zoals leeftijd van de verzekerde, woninggrootte, inkomen en eigendomssituatie bepalend zijn. Eén punt komt overeen met een waarde van € 1.094 (prijspeil 2022). De gemiddelde vervangingswaarde in de steekproef bedraagt € 78.787, wat hoger is dan het landelijke gemiddelde (€ 45.000).

---

<sup>9</sup> Deze herbouwwaarde is vergelijkbaar met de herbouwwaarde van een rijtjeswoning met een verdiepingshoogte van 2.5-3 (€ 1700- € 2040) meter volgens de herbouwwaardemeter van het Verbond van Verzekeraars (zie Sectie 3.3.2).

Dit verschil komt met name voort uit de oververtegenwoordiging van oudere huishoudens en woningeigenaren in de steekproef.

Een eerste verkenning van enkel waterdiepte en overstromingsschade heeft tot de volgende boxplots per waterdiepte voor opstal en inboedel geleid (Figuur 5.1). Hier is duidelijk te zien dat schaderatio toeneemt met waterdiepte (zoals verwacht), maar ook dat er flinke variatie tussen woningen zit. Verder geeft het ook aan dat structurele maatregelen schaderatio kunnen verlagen, en dat noodmaatregelen met name inboedelschade verlagen. Let op: de groepen "zonder maatregelen" in de bovenste rij kunnen wél structurele maatregelen hebben getroffen, en vice versa. Het gaat telkens om een vergelijking tussen woningen met en zonder een specifieke type maatregel, ongeacht andere getroffen maatregelen. Daarmee is de groep met- en zonder schade-reducerende maatregelen bij de woning nog niet zuiver te vergelijken.



Figuur 5.1: Boxplots van ratio opstalschade (links) en inboedelschade (rechts) per waterdiepte, uitgesplitst naar de aanwezigheid van maatregelen aan de woning. De schaderatio is de objectief geschatte herbouwwaardes voor opstal en vervangingswaardes voor inboedel. Bovenste rij: vergelijking tussen woningen met (groen) en zonder (blauw) noodmaatregelen; onderste rij: vergelijking tussen woningen met (groen) en zonder (blauw) structurele maatregelen. Aantal observaties per waterdiepte staat boven de boxen weergegeven.

In het figuur is te zien dat de overstromingsschade afneemt bij waterdieptes van meer dan 1 meter. Wagenaar et al. (2017) geven hiervoor een mogelijke verklaring: huishoudens die met de grootste waterdieptes te maken hebben gehad, zijn mogelijk al eerder getroffen door een overstroming. Daardoor zijn deze huishoudens waarschijnlijk beter voorbereid op toekomstige overstromingen, op basis van hun eerdere ervaringen. Daarmee is het dus ook waarschijnlijk dat huishoudens met maatregelen een groter overstromingsrisico kennen in vergelijking met huishoudens zonder deze maatregelen. De IV-regressie toegepast door Endendijk et al (2023a) corrigeert hiervoor.

## 5.3 Schadefuncties

De schaderatio's (gerapporteerde schade gedeeld door de geschatte herbouwwaarde van de woning) zijn als afhankelijke variabele gebruikt door Endendijk et al. (2023a) in een regressiemodel dat meerdere overstromings- en gebouwkenmerken meeneemt (Tabel 5.1). De waterdiepte is door de respondent zelf geschat, waarbij een bereik kon worden aangegeven voor de waterstand op de begane grond. De middenwaarde van dit bereik is gebruikt als input voor het verklaren van de schade in de regressiemodellen. De gerapporteerde waterdieptes uit de vragenlijst van Endendijk et al. (2023a) zijn per postcodegebied vergeleken met de modelstudie van Brill et al. (in voorbereiding). Hieruit bleek dat de gerapporteerde waterdieptes sterk overeenkwamen met gemodelleerde waterdieptes. Uit de modellen bleek dat ook stroomsnelheid, huishoudensgrootte en huiseigenaarschap significant en positief gerelateerd zijn aan de schade. De gemiddelde waarden van de variabelen zijn gebruikt in de multivariate schadefuncties om tot algemene schadefuncties tussen waterdiepte en verwachte schade te komen.

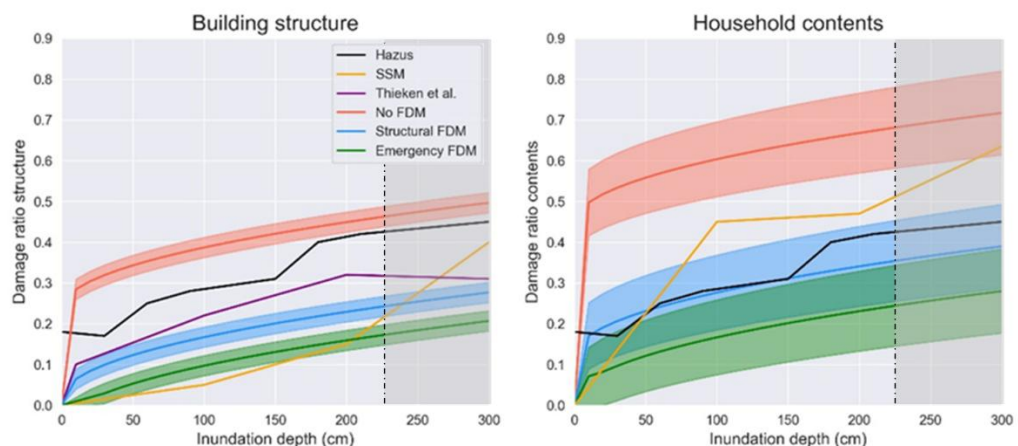
Tabel 5.1: Beschrijving van de variabelen meegenomen in het model van Endendijk et al. (2023a) met de standaarddeviatie tussen haakjes.

Variabele	Beschrijving	Gemiddelde
<b>Gevaar</b>		
Waterdiepte	Waterdiepte op de begane grond van de woning (minder dan 20 cm, 20-50 cm, 50-100 cm, 100-200 cm, meer dan 200 cm, weet ik niet, niet van toepassing)	50,97 (62,55)
Stijgingsnelheid water	Aantal uren totdat het water zijn hoogste niveau in de woning heeft bereikt	6,76 (10,01)
Inundatietijd	Aantal uren totdat het water uit de woning is verdwenen	22,42 (6,60)
Stroomsnelheid (proxy)	Stroomsnelheid in de omgeving van de woning 1=gemiddeld persoon kan makkelijk blijven staan, 2=gemiddeld persoon kan nauwelijks blijven staan, 3=gemiddeld persoon zou worden meegesleurd, 4=water was te diep om in te staan	2,14 (0,93)
Eerdere overstromings-ervaring	Respondent heeft eerder een overstroming meegemaakt	35% met eerdere ervaring
<b>Blootstelling</b>		
Huishoudens-grootte	Aantal mensen in het huishouden	2,34 (1,09)
Geul rivier	Woning overstroomd vanuit de Geul, of vanuit een andere bron	60% langs de Geul
Huiseigenaar	Huishouden is eigenaar van de woning	88% huiseigenaar
<b>Kwetsbaarheid</b>		
Bouwjaar woning	Bouwjaar van de woning	1938 (61.63)
Boerderijwoning	Woning is een boerderijwoning	12%
Vrijstaande woning	Woning is een vrijstaande woning	42%
Rijtjeswoning	Woning is een rijtjeswoning	14%
Twee-onder-een-kapwoning	Woning is een twee-onder-een-kapwoning	25%
Appartement	Woning is een appartement	7%
FDM x	Verschillende maatregelen die aan de woning genomen kunnen worden (wetproofing, dry-proofing, structurele- of noodmaatregelen.	60% noodmaatregel, 41% structurele maatregel

Een aantal zaken uit Tabel 5.1 zijn belangrijk voor de typering van de waargenomen schade. Het duurde gemiddeld 7 uur voordat de hoogste waterstand optrad. Na een dag was het water weer uit de woning verdwenen (in andere delen van Nederland, bijv. in een poldersituatie, zou dit veel langer kunnen duren). Met 2,3 inwoners lag de huishoudgrootte iets boven het Nederlandse gemiddelde (2,1).

Opvallend vaak ging het om vrijstaande woningen (42%) twee-onder-een kapwoningen (25%) en boerderijwoningen (12%). Er waren relatief juist weinig rijtjeswoningen (14%) en appartementen (7%). Ter vergelijking: in 2021 was 42% van de Nederlandse woningen een rijtjeswoning en 36% een meergezinswoning (zoals een appartement)<sup>10</sup>. En slechts 13% van de Nederlandse woningen was in 2021 vrijstaand: een veel lager percentage dan in het getroffen gebied.

Aan de hand van de regressieresultaten zijn ook schadefuncties afgeleid (Figuur 5.2). Hierbij wordt waterdiepte als onafhankelijk variabele genomen en worden gemiddeldes gebruikt voor de andere factoren uit Tabel 5.1. Deze schadefuncties (zie ook Endendijk et al. 2023a) wijken af van gangbare schadefuncties, omdat ze onderscheid maken tussen huishoudens met en zonder adaptieve maatregelen op gebouwniveau<sup>11</sup>. In andere studies wordt dit onderscheid meestal niet gemaakt. Als gevolg hiervan ligt de schadefunctie voor huishoudens zonder genomen adaptieve maatregelen relatief hoog, terwijl de functies met maatregelen lager liggen dan de meeste internationale schadefuncties. Ook is de onzekerheidsmarge bij inboedel groter vanwege het lagere aantal observaties voor inboedel. Daarnaast is schade aan de inboedel ook gevoeliger voor onderlinge verschillen tussen huishoudens.

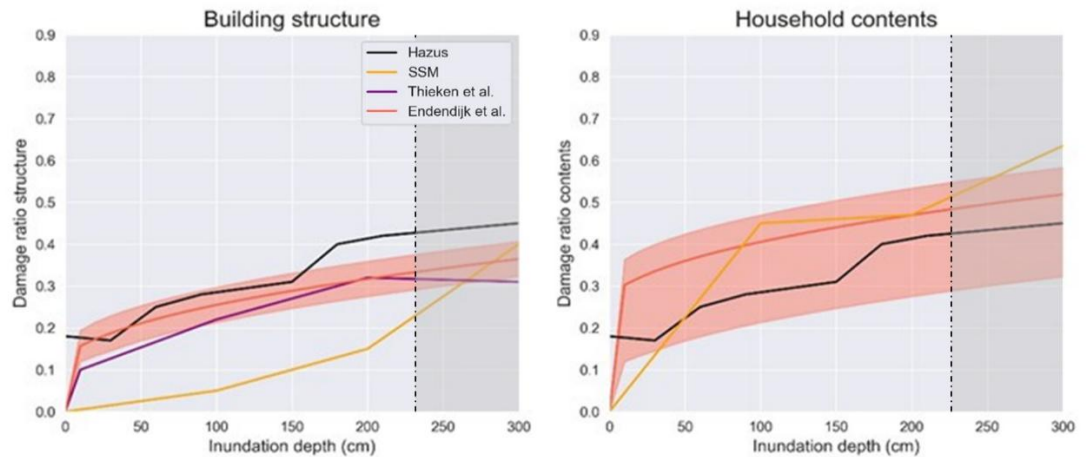


Figuur 5.2: Schadefuncties van Endendijk et al. (2023a) voor geen maatregelen (rood), structurele maatregelen (blauw) en noodmaatregelen (groen) in vergelijking met de functies van Hazus, SSM2023 en Thieken et al. (2005). Na 225 cm waterdiepte worden de functies van Endendijk et al. geëxtrapoleerd (grijs gearceerd).

<sup>10</sup> CBS, 3 augustus 2022. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/31/42-procent-van-alle-woningen-is-een-rijtjeshuis>, geraadpleegd op 14 april 2025.

<sup>11</sup> De meegenomen adaptieve maatregelen zijn structurele ingrepen ter voorbereiding op een mogelijke overstroming. Voorbeelden hiervan zijn het verhogen van de vloer of ingang van de woning, het gebruik van waterbestendige materialen of het versterken van de fundering. Daarnaast kunnen ook noodmaatregelen worden getroffen, zoals het hoger plaatsen van de inboedel of het plaatsen van zandzakken of waterkerende schotten voor de woning. Het nemen van dergelijke noodmaatregelen is sterk afhankelijk van waarschuwingen voorafgaand aan de overstroming, en de ligging (woningen in uiterwaarden zullen vaker al structurele maatregelen genomen hebben).

Om deze functies beter te vergelijken met internationale standaarden, is in Figuur 5.3 hieronder een gewogen gemiddelde gemaakt van de schadefuncties uit Endendijk et al. (2023a). Deze zijn gebaseerd op dat 60% van de huishoudens een noodmaatregel en 41% een structurele maatregel heeft genomen om de woning te beschermen (Endendijk et al., 2023a). Uit de gemiddelde functies van Endendijk et al. (2023a) blijkt dat de Nederlandse schadefuncties redelijk vergelijkbaar zijn qua omvang en vorm met de Amerikaanse functies van Hazus (FEMA, 2024) en de functies gebaseerd op Duitse overstromingsdata van Thieken et al. (2005). De schadefunctie voor opstal van SSM2023 wijkt hierin sterk af.



Figuur 5.3: Schadedefuncties van Endendijk et al. als gewogen gemiddelde van huishoudens met en zonder adaptieve maatregelen voor hun woning in vergelijking met de functies van Hazus, SSM en Thieken et al. (2005). Na 225 cm waterdiepte wordt de functies van Endendijk et al. geëxtrapoleerd (grijs gearceerd). Een aandachtspunt bij dit figuur is dat de verschillende modellen met verschillende maximale schade getallen gecombineerd dienen te worden. Oftewel: het getal 1 op de y-as is niet voor elke functie hetzelfde bedrag in euro's. Dit figuur geeft dus met name inzicht in de vorm van de schadefuncties. In de conclusie van dit rapport is een figuur opgenomen waarin elke functie is uitgedrukt t.o.v. hetzelfde maximale schadegetal.

## 5.4 Deelconclusies

### 1 Opstalschade

De vorm van de (gemiddelde) schadefunctie uit empirische data uit Limburg 2021 wijkt aanzienlijk af van die van de SSM2023 schadefunctie voor eengezinswoning. De SSM2023 functie lijkt flink lager te liggen op het domein van de eerste 2,5 m waterdiepte. Deze functie is een gemiddelde van woningen mét en zonder adaptieve maatregelen. In andere delen van Nederland zijn vermoedelijk minder adaptieve maatregelen getroffen dan in dit deel van Limburg. Hiervoor corrigeren zou het verschil met SSM2023 nog verder vergroten.

### 2 Inboedelschade

Wat betreft inboedelschade komt de gemiddelde schadefunctie op basis van de empirische data uit Limburg redelijk goed overeen met de schadefunctie die in SSM wordt gehanteerd. Opnieuw mag worden verwacht dat de getroffen huishoudens in Limburg beter waren voorbereid dan in andere delen van Nederland. Als hiervoor zou worden gecorrigeerd komt de schade wellicht hoger uit dan SSM2023.

### 3 Internationaal

De (gemiddelde) functies uit de empirische Limburg data komen goed overeen met buitenlandse (Duitsland, Amerika) functies die ook op empirische data gebaseerd zijn (Thieken et al. 2005, FEMA, 2024).

#### 4 Maximale schadebedragen

Maximale schadebedragen zijn voor inboedel redelijk vergelijkbaar tussen wat SSM2023 en de studie van Endendijk et al. (2023a): ongeveer 82k euro exclusief btw in SSM2023, en 79k euro inclusief btw in Endendijk et al. (2023a) per woning. Voor opstal zit SSM2023 wel beduidend lager, met €1295/m<sup>2</sup> exclusief btw; waar Endendijk et al. (2023a) op ongeveer €1800/m<sup>2</sup> exclusief btw zit (ongeveer factor 1,4 keer hoger). Dit komt waarschijnlijk door een verschil in schade-/kostenposten die meegenomen worden als opstal (e.g. inbouwkeuken, advieskosten).

# 6 Analyse verzekeringsdata Limburg juli 2021

## 6.1 Data

Op basis van 609 opstal en 739 inboedel verzekeringsclaims, die uitgekeerd zijn na het hoogwater van juli 2021 in Limburg, en i.c.m. gerapporteerde waterdieptes uit de vragenlijst van Endendijk et al. (2023a), zijn door van Ederen et al. (2025) schadefuncties voor opstal en inboedel gemaakt. De verzekeringsclaims (inclusief btw.) zijn beschikbaar gesteld door Stichting Centraal Informatie Systeem (CIS) in samenwerking met het Verbond van Verzekeraars ten behoeve van de studie van Van Ederen et al. (2025)<sup>12</sup>. De overstromingsdieptes uit de enquête geven het waterniveau binnen per etage (kelder, begane grond, eerste en tweede etage) aan, per ondervraagd huishouden. Het waterniveau, vanaf de begane grond gemeten, is gekoppeld aan de verzekeringsclaims. Om tot de beste koppeling te komen, zijn voor drie verschillende postcode aggregatieniveaus (van groot oppervlak naar klein: PC4, PC5 en PC6) gemiddelden genomen van de individuele waterdieptes over het postcodegebied. Deze gemiddelde waterdieptes zijn gekoppeld aan de verzekeringsclaims die binnen het postcodegebied vielen. De overstroming gerelateerde verzekeringsclaims in postcodegebieden zonder waterdieptes zijn gekoppeld aan de waterdieptes van het dichtstbijzijnde postcodegebied indien dit op minder dan 500 meter afstand lag. Vervolgens is uit de drie opties het postcode aggregatieniveau gekozen wat resulteerde in schadefuncties met de hoogste R-squared (i.e. indicator om de voorspellende kracht van een model te toetsen). Voor de opstal- en inboedelschadefunctie is gebleken dat het meest bruikbare aggregatieniveau het postcode-6-gebied (PC6) en postcode-5-gebied (PC5) is, respectievelijk.

## 6.2 Methode

De schadefuncties zijn geschat met beta-regressies, dat zijn statistische modellen die aannemen dat de afhankelijke variabele gedistribueerd is tussen 0 en 1. De afhankelijke variabele is hier de schaderatio (%): de absolute opstal of inboedel schade, gedeeld door de herbouwwaarde van de getroffen woning. De herbouwwaarde is berekend volgens de Herbouwwaardemeter Woningen (2024) methodiek, die ontwikkeld is door het Verbond van Verzekeraars. Deze herbouwwaardeberekening is voornamelijk afhankelijk van het volume van de woning (m<sup>3</sup>), maar neemt ook andere woning karakteristieken mee zoals het type woning (e.g. een rijtjeshuis of appartement) of het bouwjaar.

Om de beste modelspecificatie van een overstromingsschadefunctie te achterhalen, zijn er 27 verschillende varianten geschat. Deze varianten onderscheiden zich van elkaar doordat de belangrijkste verklarende variabele, de overstromingsdieptemeting (m), op verschillende manieren wordt getransformeerd. Hiervoor zijn de volgende transformaties toegepast:  $x, \sqrt{x}, \sqrt[3]{x}, \sqrt[4]{x}, \sqrt[5]{x}, \sqrt[6]{x}, x^2, x^3$  en  $x^4$ . Naast deze overstromingsdieptemeting, bevat de modelspecificatie ook een verklarende variabele om gebouwkarakteristieken te kunnen vertegenwoordigen: de herbouwwaarde. Aangezien deze herbouwwaarde meerdere gebouwkarakteristieken uitdrukt in een enkele waarde, kan deze verklarende variabele beschouwd worden als een beknopte, representatieve indicator. Ook voor de herbouwwaarde variabele zijn verschillende transformaties getest. De beste modelspecificatie is gekozen aan de hand van een veelvuldig gebruikt model fit criterium genaamd de Bayesian Information Criterion (BIC).

---

<sup>12</sup> In overeenstemming met de afspraken tussen CIS en de auteurs van Van Ederen et al. (2025), hebben alleen deze auteurs toegang tot de verzekeringsclaims en de bevoegdheid deze te verwerken om tot wetenschappelijke inzichten te komen.

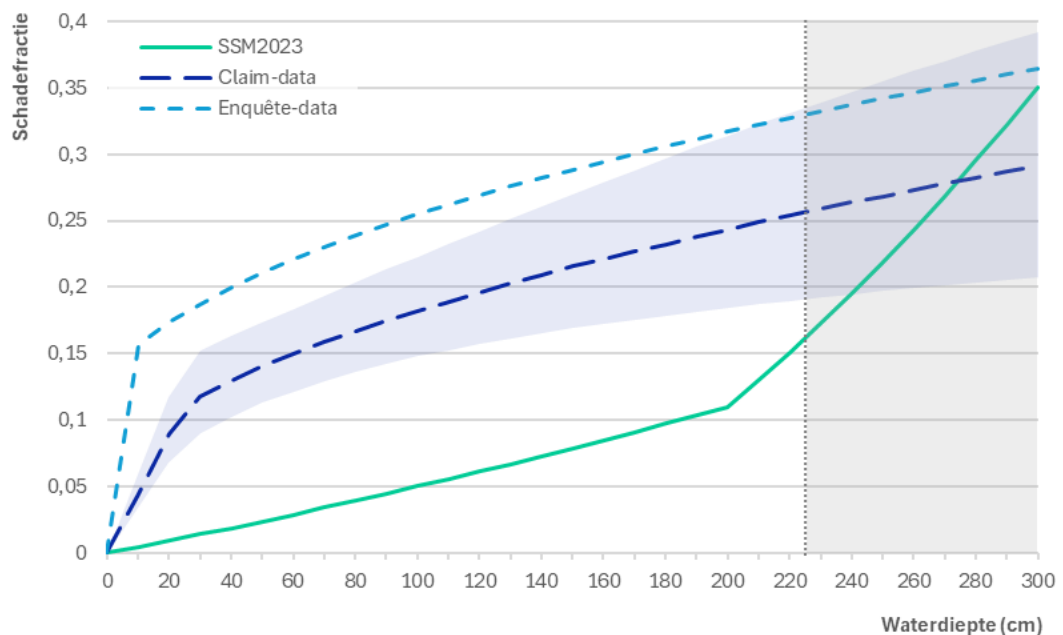
Omdat hier gewerkt is met claims data, moet het statistische model gecorrigeerd worden voor het feit dat schades onder het eigen risico niet geobserveerd worden in de dataset. Verzekeraars betalen deze schades immers niet uit. Wanneer een statistisch model hier geen rekening mee houdt, wordt deze als het waren geschat op “overoptimistische” schades (de lagere schades zitten namelijk niet in de dataset), en zal deze vervolgens een bias krijgen die neigt naar overschattingen. Beta regressies kunnen hiervoor gecorrigeerd worden door aan te nemen dat de afhankelijke distributie is afgekapt ter hoogte van het eigen risico (i.e. left truncated).

### 6.3 Resultaten

De regressieresultaten (zie appendix B) laten zien dat een 4e-machts wortel de beste resultaten geven; zowel voor opstal als inboedel. Dit komt overeen met een concave vorm waar bij lage waterdieptes de schaderatio snel omhoog gaat, maar deze toename steeds minder wordt bij hogere waterdieptes.

De herbouwwaarde heeft, verrassend genoeg, een (kleine) negatieve coëfficiënt. Dit houdt in dat schaderatio's afnemen bij hogere herbouwwaardes. Dit komt waarschijnlijk doordat schade niet evenredig meegroeit met de waarde van een woning (maar iets lager). Hierdoor wordt de ratio (schade/herbouwwaarde) lager bij hogere herbouwwaardes. Dit zien we zowel bij opstal als bij inboedel.

In Figuur 6.1 is de (relatieve) schadefuncties te zien voor opstal voor een woning van 100 m<sup>2</sup>. Ter vergelijking is tevens de (gewogen gemiddelde) functie van Endendijk et al. (2023a) bijgevoegd (zie sectie 5), alsmede de SSM2023 functie (zie sectie 3). Hier zien we dat voor de schadefunctie opstal de functies van Endendijk (2023a) en van Ederen (2025) redelijk vergelijkbaar zijn. De functie van SSM2023 valt opnieuw aanzienlijk lager uit.



*Figuur 6.1: Vergelijking van schadefunctie van Van Ederen et al. (2025) met de gemiddelde gewogen schadefunctie van Endendijk et al. (2023a), alsmede de functie voor eengezinswoningen van SSM2023. De verschillende functies in dit figuur dienen gecombineerd te worden met een ander maximaal schadegetal. In de synthese wordt hiervoor gecorrigeerd.*

Wat betreft inboedelschade is een directe vergelijking lastiger te maken. Dit komt omdat de grondslag van de studie van van Ederen et al. (2025) gebaseerd is op (afgewaardeerde) dagwaarde. Dit is per definitie (flink) lager dan vervangingswaardes, welke de basis zijn voor SSM2023 en Endendijk et al. (2023a). In de synthese (H8) wordt dit onderscheid verder besproken.

## 6.4 Deelconclusies

### 1 De op claims gebaseerde schadefuncties komen overeen met op de survey gebaseerde gemiddelde gewogen schadefuncties

De op claims gebaseerde schadefunctie voor opstal komt wat betreft de vorm overeen met de gemiddelde gewogen schadefunctie direct uit de enquête van Endendijk et al. (2023a).

### 2 Voor opstal ligt de SSM2023 functie beduidend lager dan de claimsdata

Wanneer vergeleken met de SSM2023 schade-functie voor opstal zien we dat de SSM2023 functie beduidend lager ligt in het domein tussen 0 m en 2,25 m waterdiepte (in-sample range).

### 3 Voor inboedel ligt de op claims gebaseerde schadefuncties beduidend lager dan SSM

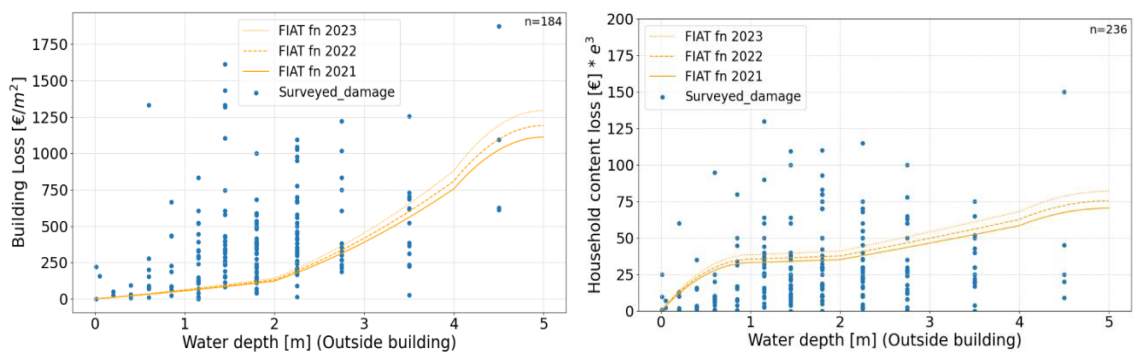
Dit heeft te maken met de grondslag van de absolute getallen, namelijk (afgeschreven) dagwaarde versus vervangingswaarde. SSM2023 en Endendijk et al. (2023a) zijn wel onderling sterk vergelijkbaar.

# 7 Reflectie internationale data

## 7.1 België 2021

Onderzoek van de Universiteit Luik heeft schadedata verzameld in het in 2021 overstroomde gebied in België met gestructureerde face-to-face interviews (Rodriguez Castro & Dewals, 2024). Vervolgens zijn de schadefuncties van de Nederlandse SSM toegepast op de Belgische data om te kijken hoe de verklarende kracht van deze functies was.

De schade uit de data vanuit Universiteit Luik is voor 80% gebaseerd op gevallen waarvoor de declaraties of schattingen zijn gedaan door een expert van een verzekeraar. De overige 20% is gebaseerd op schattingen van de respondent. De studie is gedaan op basis van 239 schadegevallen voor opstal en 285 voor inboedel.



*Figuur 7.1: Waargenomen schade aan opstal (links) en inboedel (rechts) in België (2021). De gele lijnen komen overeen met FIAT (Flood Impact Assessment Tool; het rekenhart van SSM) (Rodriguez Castro en Dewals, 2024).*

Figuur 7.1 toont de waargenomen waterdiepten in combinatie met de schade per m<sup>2</sup> voor de woning. Ook hier blijkt SSM de opstalschade (linkerpaneel) sterk te onderschatten: de SSM-functie gaat door de onderkant van de datapunten. Voor inboedel liggen de voorspelde waarden vanuit SSM dichterbij de waargenomen schade in België (meer door het midden van de datapunten).

In dit onderzoek zijn verschillende gevoeligheidsanalyses gedaan. Onder andere naar verschillende manieren om de oppervlakte van de woning vast te stellen (i.e., kelder en zolder wel of niet meenemen in woonoppervlakte), de locatie van elektrische- en verwarmingssystemen en de aanwezigheid van een kelder. Ook wordt de rol van waarschuwingen, overstromingservaringen, en kennis over mogelijk overstromingsgevaar geanalyseerd.

Bij de evaluatie van de SSM-functie voor overstromingsschade in de woonsector (Vesdre, België, 2021) kwamen twee tegengestelde trends naar voren:

**Gebouwschade:** De SSM functie onderschat meestal de schade bij waterdieptes tot 3,5 m, vooral bij lagere waterstanden (0-0,4 m). Dit wordt toegeschreven aan kelderruimtes waar kwetsbare apparatuur (bv. elektrische panelen, verwarmingssystemen, olietanks) vaak is geplaatst, wat leidt tot extra kosten voor sanering, afvalverwerking en herstelwerkzaamheden.

**Inboedelschade:** De SSM functie overschat doorgaans de schade aan inboedel, behalve bij lage waterstanden (0-0,2 m), waar juist onderschatting optreedt. Deze onderschatting komt doordat kelders vaak als opslagruimte worden gebruikt, waardoor ook bij geringe waterstanden aanzienlijke schade ontstaat.

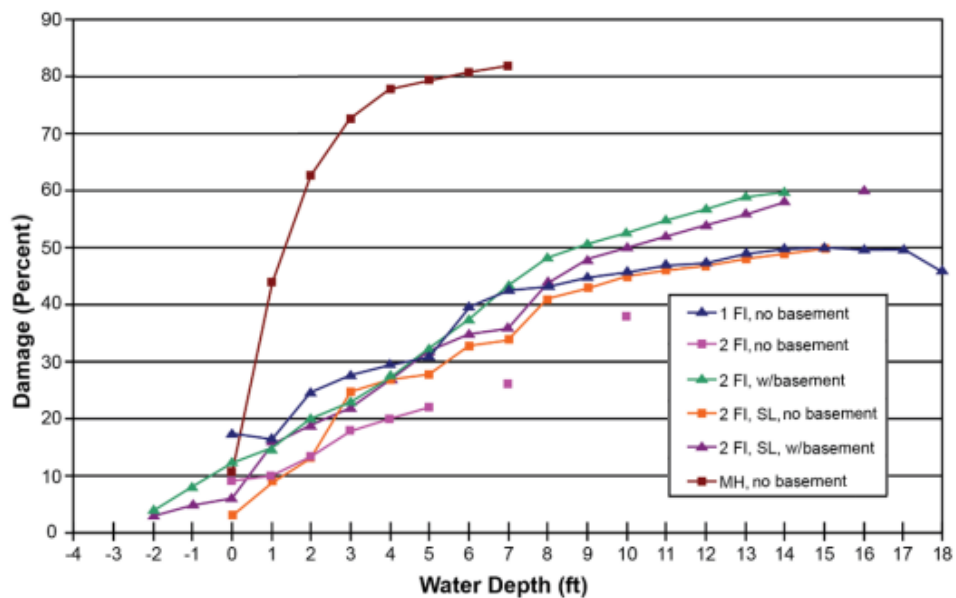
**Andere factoren:** Er werd geen duidelijke relatie gevonden tussen schade-inschattingen en factoren zoals bewustzijn, paraatheid of genomen maatregelen, behalve een lichte invloed van eerdere overstromingservaringen op gebouwschade. De onverwachte en extreme aard van de overstroming beperkte waarschijnlijk de effectiviteit van preventieve maatregelen.

## 7.2 Hazus (Verenigde Staten)

Hazus is het schademodel dat in de Verenigde Staten gebruikt wordt voor o.a. overstromingen (maar ook andere rampen zoals aardbevingen). Dit model wordt beheerd door FEMA en veel van de methodiek is door USACE opgezet. Hiervoor is gebruik gemaakt van veel empirische data, met name afkomstig vanuit het verzekeringssysteem dat ze daar hebben. In totaal gaat het om grofweg een half miljoen claims die lopen tot 2001, welke de basis vormen voor zes schadefuncties van Hazus (FEMA, 2024). Figuur 7.2 laat deze zes originele functies zien (uit 1998) voor de **opstal**.

In de loop der tijd zijn hier aanpassingen op gemaakt, maar het is duidelijk dat de functies een licht concave vorm hebben en tot ongeveer 60% lopen (de aangepaste functies lopen tot ongeveer 70%). Dit impliceert dat een bepaald deel van het gebouw niet vervangen hoeft te worden, ook al staan de volledige twee verdiepingen onder water. Let op dat kelders in de VS veel meer voorkomen en vaak meer een leefruimte functie hebben dan in Nederland (waar kelders minder voorkomen, kleiner zijn en met name voor opslag worden gebruikt). Om deze reden start schadefunctie soms al voor 0 ft waterdiepte.

Data uit de New Orleans district in de VS laten zien voor **inboedel** dat er grofweg een 60/40 split is in waarde verdeeld over de begane grond en de eerste verdieping (of 33/40/27 indien kelder aanwezig is). Deze inzichten zijn ook gebruikt in de functies die gemaakt zijn door De Moel et al. (2014) voor een studie in de Rijnmond regio. Concluderend laten de functies een concave vorm zien, vergelijkbaar met de vorm van de functies van Endendijk et al. (2023) en Van Ederen et al. (2025), alsmede de vorm voor appartementen opstal in SSM. Echter niet vergelijkbaar met de vorm van de opstal functie van eengezinswoningen in SSM.



Figuur 7.2: originele functies gebaseerd op claims data uit de Verenigde staten welke de basis vormen voor de schadefuncties van Hazus. Schaderatio's zijn gebaseerd op vervangingswaardes.

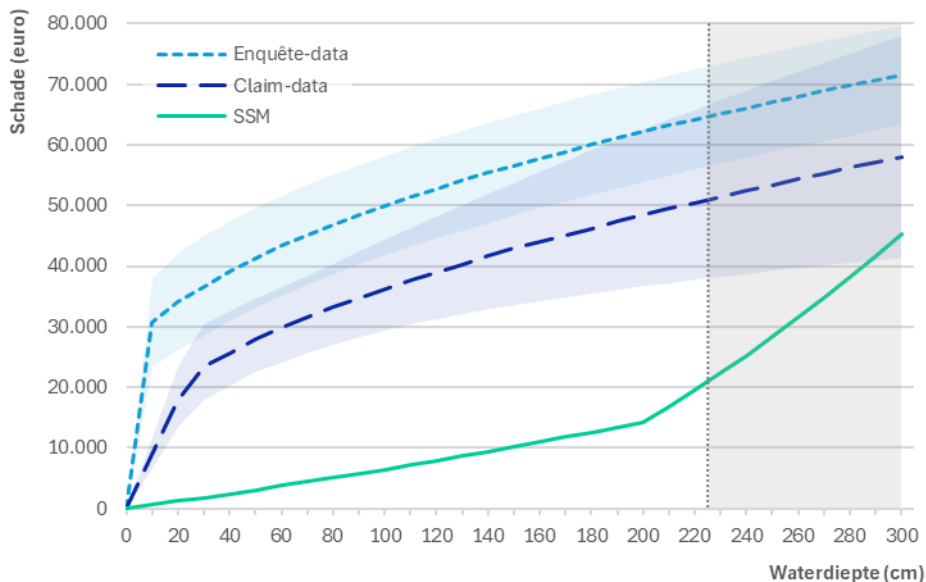
## 8 Synthese

In dit hoofdstuk brengen we de verschillende informatiebronnen bij elkaar. We doen dit door eerst absolute schadefuncties met elkaar te vergelijken. Hierin zit dus zowel een verschil door afwijking in vorm van de functie, als de afwijking vanwege de gehanteerde maximale schade waarde (op basis van waarde voor 2022). Dit wordt gedaan voor de SSM eengezinswoning functie en de functies van Endendijk et al. (2023a) – zie H5 – en Van Ederen et al. (2025) – zie H6. Hiervoor kijken we met name naar de eerste twee meter van de verschillende functies, omdat de studies van Endendijk et al. (2023a) en Van Ederen et al. (2025) gebaseerd zijn op empirische data van 0 tot 2 m.

Internationale functies kunnen in deze vergelijking van absolute waardes niet meegenomen worden omdat die functies andere woningen betreffen (met andere bouwstijl, materialen, en waarde) dan Nederlandse woningen. Na deze vergelijking van de absolute schadefuncties proberen we te achterhalen welk deel van het verschil verklaard wordt door de *vorm* van de functie en welk deel door de *maximale schade*.

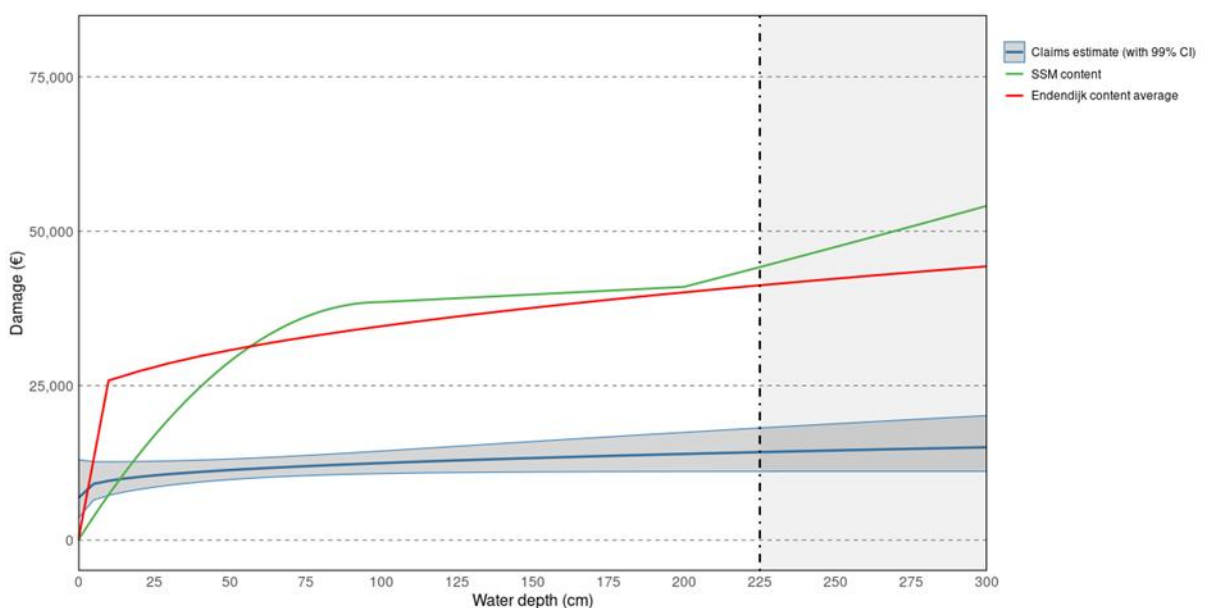
### 8.1 Absolute schadefuncties

Wanneer we een woning van 100 m<sup>2</sup> woonoppervlak nemen en we van alle drie de modellen de absolute schadefuncties voor **opstal** vergelijken (dus met eigen maximale schade waarde, en functie), zien we dat de modellen van Endendijk et al. (2023a) en Van Ederen (2025) relatief dicht bij elkaar liggen (Figuur 8.1). De absolute schade van SSM2023 ligt daar ver onder. Het schadebedrag (inclusief btw) voor een huis van 100 m<sup>2</sup> is **op 1 meter waterdiepte een factor 5,6 – 7,7 lager, en op 2 meter een factor 3,4 – 4,4 lager** (SSM2023 vs. Van Ederen et al. (2025) en Endendijk et al. (2023a) respectievelijk). Deze factoren zijn berekend door het schadebedrag bij een bepaalde waterdiepte van de “Limburg-functies” te delen door het schadebedrag van SSM2023 bij diezelfde waterdiepte. Voor een overzicht zie Tabel 8.1.



Figuur 8.1: Schadefunctie opstal voor een woonhuis van 100 m<sup>2</sup>. Na 225 cm waterdiepte wordt de functie geëxtrapoleerd (grijs gearceerd). Schades zijn op prijsniveau 2022 en CI staat voor 'confidence interval'. Voor de claimsdata betreft dit het 99% betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde (de spreiding tussen individuele woningen kan dus groter zijn). Voor de enquête-data betreft de arcering de variatie tussen functies gebaseerd op de aanwezigheid van verschillende adaptatiemaatregelen.

Voor **inboedel** zien we dat SSM2023 en Endendijk et al. (2023a) zeer vergelijkbaar zijn, enkel op de eerste paar decimeter zien we een verschil. De functie van Van Ederen et al. (2025) zit daar fors onder, maar dit heeft te maken met verschil in grondslag van de maximale schade (dagwaarde vs. vervangingswaarde).



Figuur 8.2: Schadefunctie inboedel voor een woonhuis van 100 m<sup>2</sup>. Na 225 cm waterdiepte wordt de functie geëxtrapoleerd (grijs gearceerd). Schades zijn op prijsniveau 2022 en CI staat voor 'confidence interval'.

Uit deze vergelijkende studie blijkt dus dat SSM2023 voor inboedel in lijn is met de meest recente empirische gegevens, maar voor opstal een flinke onderschatting op lage (eerste twee meter) waterdiepte geeft.

Tabel 8.1: Overzicht van de verschillende vergelijkingen tussen opstalschade volgens SSM2023, Endendijk et al. (2023) en Van Ederen et al. (2025) met betrekking tot de absolute schade, maximale schade (beide gebaseerd op een eengezinswoning van 100 m<sup>2</sup> exclusief 9% btw) en de schaderatio. De factoren zijn berekend door Endendijk et al. en Van Ederen et al. te delen door SSM2023.

		SSM2023	Endendijk et al.	Factor	van Ederen et al.	Factor
<b>Absolute schade (excl. btw)</b>	1 m waterdiepte	€ 6.475	€ 49.973	<b>7,7</b>	€ 36.259	<b>5,6</b>
	2 m waterdiepte	€ 14.245	€ 62.157	<b>4,4</b>	€ 48.412	<b>3,4</b>
<b>Maximaal schadebedrag (prijspeil 2022)</b>	excl. btw.	€ 129.500	€ 196.096		€ 198.899	
	incl. btw	€ 141.155	€ 213.745	<b>1,5</b>	€ 216.800	<b>1,5</b>
<b>Fractie</b>	1 m waterdiepte	0,05	0,26	<b>5,1</b>	0,18	<b>3,6</b>
	2m waterdiepte	0,11	0,32	<b>2,9</b>	0,24	<b>2,2</b>

## 8.2 Toeschrijving verschillen aan vorm en maximale schade

Het absolute verschil proberen we in dit onderdeel toe te schrijven aan de functie of het maximale schadebedrag.

### Vorm van de functie

Wanneer we de verschillende inzichten vanuit empirische overstromingsschadedata uit binnen- en buitenland beschouwen, kunnen we de volgende conclusies trekken m.b.t. de schadefuncties:

- De **vorm** van de huidige **opstal schadefunctie** voor een eengezinswoning in SSM2023 **wijkt sterk af** van de waarneming in Limburg (Endendijk et al. 2023, Van Ederen et al. (2025), maar ook van studies uit België (Rodriguez Castro & Dewals, 2024), Duitsland (Thieken et al. 2005) en de Verenigde Staten (FEMA, 2024) bij waterdieptes tot ~2.5 meter (pakweg de begane grond). De empirische data uit Limburg, Duitsland en de Verenigde Staten laat zien dat de schaderatio snel stijgt bij lage waterstanden, en vervolgens afvlakt. De SSM-functie blijft lang lineair en neemt daarna juist sterk toe (i.p.v. afvlakken) bij toenemende waterdieptes.
- De **onderschatting van de SSM2023 schadefunctie** (en daarmee de vorm) betreft een **factor 3,6 – 5,1 bij 1 m** waterdiepte en een **factor 2,2 – 2,9 bij 2 m** waterdiepte (Van Ederen et al. (2025) en Endendijk et al. (2023a) respectievelijk).
- Met betrekking tot de schadefunctie voor **inboedel** zien we **geen grote verschillen**. De SSM2023 schadefunctie heeft hier een vergelijkbare (concave) vorm als wat we in de (Nederlandse) empirische data zien, alsmede modellen uit Duitsland en de Verenigde Staten.

### Waarde maximale schade

Als we naar de waarde kijken van de eengezinswoning, waar de schaderatio mee vermenigvuldigd dient te worden om de schade te verkrijgen, komen er verschillende complexiteiten bij die te maken hebben met de grondslag van de getallen (Tabel 8.2). Het is belangrijk om hier inzicht in te krijgen. Enerzijds omdat de absolute schade getallen hier van afhankelijk zijn, maar ook omdat de schaderatio van de empirische data berekend wordt door de schade hierdoor te delen. We kunnen hieruit concluderen dat:

- Voor **opstal** gebruikt SSM2023 beduidend **lagere waarde** dan Endendijk en Van Ederen, die onderling vergelijkbaar zijn. SSM2023 gaat uit van de laagste waarde, namelijk € 1.295 per m<sup>2</sup> (exclusief btw) als ruwe bouwkosten. Daarna volgt de maximale schade zoals gedefinieerd door van Ederen et al. circa € 1.792 per m<sup>2</sup> exclusief btw (€ 2.168 per m<sup>2</sup> inclusief btw). Endendijk et al. rapporteert de hoogste maximale schade van met €1.960 per m<sup>2</sup> (exclusief btw) voor ruwe bouwkosten.
- SSM2023 gaat uit van de bouwkosten als basis voor de maximale schade, waar van Endendijk et al. en Ederen et al. uitgaan van de herbouwwaarde. De herbouwwaarde kan hoger liggen dan de bouwkosten door bijkomende kosten als vergunningskosten of aansluitkosten die in de herbouwwaarde wel meegenomen worden.
- Een deel van het verschil kan ook worden verklaard doordat de tools die gebruikt zijn door Endendijk en Van Ederen corrigeren voor zaken als **advieskosten**, waar SSM2023 dit niet doet (zie Tabel 8.2).
- **Het verschil in maximale schadebedrag** betreft een **factor 1,5** waarin SSM2023 lager is dan Endendijk et al. (2023a) en Van Ederen et al. (2025).
- Voor **inboedel** liggen SSM en Endendijk et al. (2023a) redelijk **dicht bij elkaar**. Van Ederen et al. (2025) is beduidend lager. Dit komt door een verschil in grondslag: waar SSM2023 en Endendijk hanteren de vervangingswaarde hanteren en Van Ederen de dagwaarde (die lager is door afschrijving over tijd).

Tabel 8.2: Waarde voor opstal en inboedel en onderliggende grondslag voor SSM2023 en studies van Endendijk et al. (2023) en Van Ederen et al. (2025).

	Waarde 2022 (euro / m2)	Grondslag
<b>Opstal</b>		
SSM2023	1.295	Exclusief btw Gebaseerd op bouwkosten CBS (origineel in 2011, daarna met indexatie aangepast) Pure aanneemsom (materiaal, loon, overhead) Niet duidelijk of keuken, stucwerk, vloer, etc. onder opstal of inboedel vallen.
Endendijk et al. (2023a)	1.961	Exclusief btw Gebaseerd op indicatie van de ruwe bouwkosten per m <sup>2</sup> BMVV-methode van aannemers (functie van woonoppervlak)
Van Ederen et al. (2025)	2.168	Inclusief btw (hiervoor is in 8.1 gecorrigeerd). Gebaseerd op 'Herbouwwaardemeter' van Verbond van verzekeraars Inclusief architect/advies kosten en eventuele opslagen voor volatiliteit van de markt. Gemiddelde van verschillende woningtypes
<b>Inboedel</b>		
SSM2023	81.985	Exclusief btw Ineas tool voor huishouden met twee volwassenen en twee kinderen met een gemiddeld inkomen. Basisjaar 2011 met indexatie a.d.h.v. CBS indexreeksen
Endendijk et al. (2023)	78.787	Inclusief btw Standaardmethode Nederlandse Verzekeraars met puntensysteem (leeftijd, grootte, inkomen, eigendom) Vervangingswaarde
Van Ederen et al. (2025)	functie van herbouwwaarde in regressie	Dagwaarde; waarde neemt toe bij grotere herbouwwaardes

## 9 Discussie

Tot slot rijst nog de vraag: zijn de waarnemingen in Limburg eigenlijk wel toepasbaar op de rest van Nederland, en dus een eerlijke vergelijking met de nationale SSM2023? Of zijn de omstandigheden zo uniek geweest, dat er geen algemene lessen voor de rest van Nederland uit getrokken kunnen worden? In dit hoofdstuk lopen we een aantal belangrijke discussiepunten langs, en reflecteren we op wat deze betekenen voor de algemene toepasbaarheid van de resultaten.

### 9.1 Representativiteit van de empirische informatie

**De stroomsnelheden in Limburg waren hoger dan in de rest van Nederland verwacht mag worden.** Gemiddeld genomen beschreven respondenten de situatie rond hun woning als: 'een gemiddeld persoon kan nauwelijks blijven staan'. Het lijkt aannemelijk dat de opgetreden stroomsnelheden in het Limburgse heuvelland gemiddeld genomen hoger liggen dan bij een overstroming van de vlakkere delen in Nederland. Hoe hoger de stroomsnelheid, hoe groter het schade-effect van erosie t.o.v. het schade-effect van alleen waterdiepte. Dit kan mogelijk deels verklaren waarom de schade in Limburg hoger lag dan te verwacht op basis van SSM2023. Tegelijkertijd is dit vermoedelijk maar een klein deel van de verklaring. De stroomsnelheden waren namelijk ook weer niet zo hoog dat erosie een dominant schademechanisme. Er zijn slechts enkele voorbeelden van situaties waar erosie voor schade aan woningen gezorgd heeft. **Corrigeren voor stroomsnelheden zou het verschil met SSM2023 dus mogelijk (enigszins) verkleinen, maar is waarschijnlijk marginaal<sup>13</sup>.**

**De overstromingsduur in Limburg was korter dan in de rest van Nederland verwacht mag worden.** Gemiddeld genomen bleek het water in Limburg binnen een dag, na 22 uur, weer verdwenen. Bij een grootschalige kust- of rivieroverstroming zal voornamelijk in de poldergebieden het water vermoedelijk veel langer (meerdere dagen, weken tot soms misschien zelfs maanden) blijven staan. Deze langere overstromingsduur zal ook leiden tot hogere schade. **Corrigeren voor de overstromingsduur zou het verschil met SSM2023 dus verder vergroten.**

**In Limburg waren meer adaptatiemaatregelen op huisniveau genomen dan elders in Nederland.** Uit het enquête-onderzoek komt duidelijk naar voren dat een flink aantal huishoudens inderdaad maatregelen had genomen, en dat bij deze huishoudens ook significant minder schade optrad. Bovendien had één op de drie respondenten al eens eerder een overstroming meegemaakt. In andere delen van Nederland is men vermoedelijk minder goed voorbereid, waardoor er mogelijk ook meer schade zal optreden. **Corrigeren voor adaptatiemaatregelen zou het verschil met SSM2023 dus verder vergroten.** Dit is duidelijk te zien in Figuur 5.2 van dit rapport.

**De vergelijking had beter gemaakt kunnen worden met de schadefuncties voor buitendijks gebied.** Hoewel in deze studie de vergelijking is gemaakt met de landelijke SSM-schadefuncties voor binnendijkse situaties, bevat SSM ook aparte schadefuncties voor buitendijkse gebieden. Gezien de aard van de overstroming in Limburg – met relatief hoge stroomsnelheden en korte verblijftijden – zou een vergelijking met deze buitendijkse functies in theorie beter kunnen aansluiten bij de omstandigheden.

---

<sup>13</sup> We bedoelen hier (en bij de andere aanbevelingen) niet: stroomsnelheid zou moeten worden meegenomen als een variabele in SSM. We bedoelen wel: als je op basis van de Limburgdata algemene conclusies voor Nederland wilt trekken, zouden we de waarnemingen misschien moeten corrigeren.

De buitendijkse functies bevatten een drempelwaarde (1 m voor een herhalingstijd van 10 jaar, en 25 cm voor 100 jaar) waaronder geen schade aan de opstal ontstaat. Boven de drempelwaarde volgt de functie dezelfde vorm van de binnendijkse schadefunctie. **Wanneer we in deze studie met de buitendijkse schadefuncties van SSM2023 zouden hebben vergeleken, zou het verschil tot de drempelwaarde nog groter zijn, en vanaf de drempelwaarde hetzelfde.**

**De kosten van het schadeherstel zijn in Limburg anders dan gemiddeld in Nederland.** Kosten voor schadeherstel kunnen regionaal verschillen. Grote verschillen in kosten van materiaal lijken binnen de Nederlandse landsgrenzen niet aannemelijk. Arbeidskosten daarentegen kunnen mogelijk iets verschillen. Limburg zal hierin mogelijk iets lager dan gemiddeld in Nederland (zeker t.o.v. de Randstad). Desgevraagd geven verzekeraars aan dit punt niet te herkennen, ze vermoeden dat het effect verwaarloosbaar is. Na een ramp kan de grote vraag naar herstelwerkzaamheden de prijs opdrijven, waardoor herstelkosten hoger uitvallen (deze zgn. *post-loss amplification* kan wel 10%-15% zijn). Dit is ook anekdotisch waargenomen in 2021. Echter, dit zou ook het geval zijn bij grootschalige overstromingen in de rest van Nederland, wellicht nog wel sterker bij grotere overstromingen dan die in 2021 in Limburg. **Als dit al een rol speelt, zou dit het verschil met SSM2023 dus eerder groter maken dan kleiner.**

**De aggregatie van de waterdieptes op het niveau van postcodegebieden maakt de analyse van de claimsdata onnauwkeurig.** Dit kan een rol hebben gespeeld, maar alleen bij de claimsdata. De gevoeligheid voor deze aannahme in de claimsdata is getest door te variëren met de pc4, pc5 en pc6-gebieden, de pc6-gebieden gaven de beste resultaten<sup>14</sup>. Belangrijker is dat dit hele probleem niet aan de orde is in Hoofdstuk 5, hier worden de waterdieptes immers direct gerelateerd aan schade, zonder ruimtelijke aggregatie. De daar gevonden afwijking t.o.v. van SSM is groter dan volgens de claimsdata van H6. **Er zijn dus geen sterke aanwijzingen dat dit een bron van over- of onderschatting is.**

**In de enquête is niet gevraagd naar een precieze schatting van de waterdiepte in de woning, maar alleen naar een bereik van waterdiepte.** Zo konden overstroomde huishoudens aangeven binnen welk bereik de waterdiepte in hun woning viel. Als respondenten moeite hadden met het inschatten van de exacte waterdiepte, werd gevraagd deze te relateren aan de overstromingservaring (water stond tot de enkels, knieën, middel, boven het hoofd). Van het bereik van de mogelijke waterdieptes is de middelste waarde genomen. De gerapporteerde waterdieptes komen echter wel sterk overeen met de gemodelleerde waterdieptes van Bril et al. (in voorbereiding) voor de Geul. **Er zijn dus geen sterke aanwijzingen dat dit een bron van over- of onderschatting is.**

**Mogelijk heeft de enquête een bias, bijvoorbeeld naar huishoudens met veel schade.** Het zou kunnen dat respondenten die weinig of geen schade hadden minder geneigd waren om de enquête in te vullen, of het schadeveld hebben leeggelaten in plaats van € 0 in te vullen. De lagere schades zouden dan mogelijk onder gerepresenteerd zijn in het onderzoek. Hoewel we een dergelijke bias niet volledige kunnen uitsluiten, is er ook wel iets tegenin te brengen. Zo zijn er 26 huishoudens geweest die wel overstroomd zijn maar € 0 schade hebben gerapporteerd (deze zijn in het model van Endendijk et al. wel meegenomen). En bovendien zijn er ca. 1000 respondenten die geen water in de woning hadden maar toch de moeite hebben genomen om de enquête in te vullen (deze zijn in het model niet meegenomen).

---

<sup>14</sup> Van Ederen et al. hebben rond de oplevering van het rapport ook nog gekeken naar de niet geaggregeerde gegevens, en hieruit blijkt dat de aggregatie van waterdieptes geen bron van onzekerheid vormt.

Bij de verzekeringsdata van Van Ederen et al. valt op dat hier ook hele kleine schadebedragen tussen zitten. Sommige mensen hebben dus de moeite genomen om ook hele kleine schades te declareren. In de verzekeringsdata zitten overigens geen schadebedragen van € 0, terwijl er in de enquête wel 26 zaten.

**We kunnen een bias dus niet volledig uitsluiten, maar we zien er ook geen sterke aanwijzingen voor, en zeker niet zodanig dat het tot een totaal andere conclusie zou leiden.**

## 9.2 Overige discussiepunten

In dit rapport is steeds de vergelijking gemaakt met de SSM2023 schadefunctie voor eengezinswoningen. We hebben gezien dat deze niet alleen afwijkt van de empirische data, maar ook van de schadefunctie voor appartementen. Dit roept de vraag op **hoe de appartementen functie zich verhoudt tot de empirische data** uit Limburg. Omdat de appartementen functies per verdieping verschillen, moeten we een aanname maken over hoe het woonoppervlakte van een eengezinswoning is verdeeld over meerdere verdiepingen. Hiervoor gebruiken we opnieuw het rekenvoorbeeld (groene box) uit sectie 2.5, voor een totaal woonoppervlak van 250 m<sup>2</sup> dus. De resultaten van deze vergelijking worden getoond in Tabel 9.2. Hier valt uit op te maken de SSM2023 appartementen functie een stuk dichter in de buurt komt van de studies van Endendijk et al. (2023) en Van Ederen et al. (in voorbereiding), maar nog steeds lager zit. Dit betreft een factor 1.4-1.9 (voor 1 m waterdiepte) en 1.2-1.5 (voor 2 m waterdiepte).

Tabel 9.1: Vergelijking van verschillende functies voor een woning met 250 m<sup>2</sup> woonoppervlak (excl. btw).

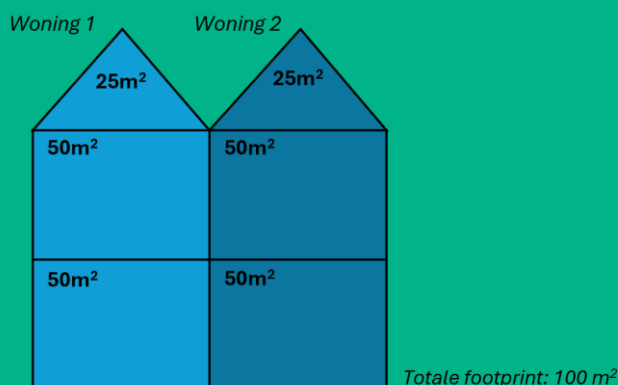
	SSM2023 eengezinswoningen	SSM Appartement	Endendijk et al. (2023)	Van Ederen et al. (2025)
1 meter	€16.000	€67.000	€125.000	€91.000
2 meter	€36.000	€104.000	€155.000	€121.000

Gezien de relatief lage waterdieptes die in 2021 optraden in Limburg (wanneer vergeleken met waterstanden die in diepe dijkringgebieden kunnen ontstaan), ligt het ook voor de hand een **vergelijking** te maken met de **Waterschadeschatter (WSS)**: de methode van het STOWA om schade door wateroverlast te berekenen (Nelen & Schuurmans, 2024). De Waterschadeschatter werkt op een vergelijkbare manier als SSM2023, maar op basis van een speciaal samengestelde landgebruikskaart (0.5 m raster) waar o.a. de BAG in is geïntegreerd. Een verschil met SSM is dat er wordt gerekend met de 'footprint' van het gebouw, in plaats van het woonoppervlakte (dat verspreid kan zijn over meerdere verdiepingen). Bovendien gebruikt de waterschadeschatter een andere schadefunctie, met een andere bijbehorende maximale schade. Deze geeft ook de onzekerheid weer. De schadefunctie voor gebouwen gaat tot 30 cm, maar bereikt al een waarde van 1 op 15 cm. De range aan maximale schade is 163-380 euro/m<sup>2</sup>, met een middenwaarde van 271 euro/m<sup>2</sup> (prijsniveau 2015, excl. btw).

Hoe vergelijkt de schademethode van de WSS zich met die van SSM, Endendijk et al. (2023) en van Ederen et al. (2025)? Dat laten we zien in het kader hieronder, voor hetzelfde rekenvoorbeeld als in paragraaf 2.5.

## Vergelijking met waterschadeschatter

We kijken opnieuw naar de dubbele eengezinswoning (Figuur 9.1) uit paragraaf 2.5.



Figuur 9.1: Twee eengezinswoningen met een totale woonoppervlak van 250 m<sup>2</sup> en een totale footprint van 100 m<sup>2</sup>

Bij SSM, Endendijk et al. en van Ederen et al. wordt de schadeberekening gebaseerd op het woonoppervlak, dat in dit geval 250 m<sup>2</sup> bedraagt. Bij de Waterschadeschatter (WSS) wordt de schadeberekening echter uitgevoerd op basis van de footprint van het gebouw, die in dit geval 100 m<sup>2</sup> bedraagt.

Uitgedrukt in prijspeil 2022, is de maximale schade volgens de WSS € 187 – €437 per m<sup>2</sup>, met een middenwaarde van € 312 per m<sup>2</sup> (prijspeil 2022, excl. btw)\*.

Wanneer we de schade per waterdiepte berekenen voor de woningen in dit voorbeeld, volgens de verschillende methodes, levert dat het volgende op:

Tabel 9.2: Schadeberekening waterschadeschatter vs. SSM2023, Endendijk et al. en Van Ederen et al.

Waterdiepte (m)	Waterschadeschatter (o.b.v. 100 m <sup>2</sup> footprint) min – midden - max	SSM2023 (o.b.v. 250 m <sup>2</sup> woonoppervlak)	Endendijk (2023) (o.b.v. 250 m <sup>2</sup> woonoppervlak)	van Ederen (2025) (o.b.v. 250 m <sup>2</sup> woonoppervlak)
0,15	€ 18700 - € <b>31200</b> - € 43700	€ 2.222	€ 80.977	€ 33.316
0,3	€ 18700 - € <b>31200</b> - € 43700	€ 4.516	€ 91.674	€ 58.675
1	x	€ 16.188	€ 124.932	€ 90.648
2	x	€ 35.613	€ 155.392	€ 121.030

\* Voor een correcte vergelijking is het noodzakelijk om de schadebedragen om te zetten naar een gelijk prijspeil. Zoals in de rest van dit rapport is gekozen voor prijspeil 2022. De schadebedragen van WSS zijn daarom geïndexeerd volgens de methode die ook wordt toegepast in SSM2023, waarbij gebruik is gemaakt van de relevante CBS-indexreeksen (zie *De Grave & Juch, 2024* voor een beschrijving van deze indexatiemethode). Op basis van deze indexatie is een factor van 1,15 bepaald voor het prijspeil van 2022 ten opzichte van 2015.

Uit deze vergelijking kunnen we concluderen dat SSM2023 ook ten opzichte van de Waterschadeschatter erg lage schades lijkt te berekenen bij geringe waterdieptes. De schade die de waterschadeschatter berekent bij 15 cm treedt in SSM2023 pas op bij 1,8 m waterdiepte. De functie van Endendijk ligt bij 15 en 30 cm (veel) hoger dan de andere schadefuncties. De getallen van Van Ederen en de waterschadeschatter liggen redelijk dicht bij elkaar. Merk hierbij op dat zowel Van Ederen als Endendijk gebruik maken van de enquête-data voor waterdiepte, die gerapporteerd is in klassen: 0-20 cm en 20-50 cm.

Om meer over schades bij deze geringe waterdieptes te leren zou nog gekeken kunnen worden naar waargenomen schades bij andere recente extreme neerslagevents in Nederland.

## 10 Conclusie en aanbevelingen

Het doel van deze studie was te inventariseren of de SSM2023 schadefuncties voor opstal aan eengezinswoningen geschikt zijn voor gebruik door de financiële sector. Ons advies is om deze schadefuncties voorlopig niet te gebruiken, omdat ze de schade, en dus ook het risico, sterk lijken te onderschatten.

Er zijn sterke aanwijzingen dat SSM2023 de opstalschade aan eengezinswoningen fors onderschat voor waterdieptes van 0 tot 2 meter (zie Tabel 10.1 voor een overzicht). In totaal betreft dit, op basis van de absolute schade inclusief btw, een onderschatting van een factor ~6 tot ~8 op 1 m waterdiepte, en een factor ~3 tot ~4 op 2 m waterdiepte. Uitgedrukt in euro's voor een standaard eengezinswoning met 100 m<sup>2</sup> woonoppervlak, is de afwijking van de opstalschade van SSM2023 t.o.v. de empirische waarnemingen in Limburg als volgt (zie Tabel 8.1). Bij 1 m waterdiepte is de schade volgens SSM2023 afgerond € 6.500 excl. btw en volgens de observaties € 36.000 - 50.000 excl. btw. Bij 2 m waterdiepte is de schade volgens SSM2023 afgerond € 14.000 excl. btw en volgens de observaties € 48.000 - 62.000 excl. btw.

Dit verschil wordt met name veroorzaakt door een verschil in de vorm van de functie, namelijk een factor ~4 tot ~5 op 1 m waterdiepte en factor ~2 tot ~3 op 2 m waterdiepte. Een kleiner deel van het verschil lijkt te worden veroorzaakt door een onderschatting van de maximale schade in SSM2023, dit gaat naar schatting om een factor ~1,5. Internationale schademodelen lijken in lijn te liggen met de waarnemingen in Limburg, terwijl SSM2023 afwijkt.

Tabel 10.1: Overzicht van de verschillende vergelijkingen tussen SSM2023, Endendijk et al. (2023) en Van Ederen et al. (2025) met betrekking tot de absolute schade exclusief 9% btw (herhaling van Tabel 8.1). In de kolom 'factor' zijn deze getallen gedeeld door die van SSM2023.

		SSM2023	Endendijk et al.	factor	van Ederen et al.	factor
<b>Absolute schade (excl. btw)</b>	1 m waterdiepte	€ 6.475	€ 49.973	<b>7,7</b>	€ 36.259	<b>5,6</b>
	2 m waterdiepte	€ 14.245	€ 62.157	<b>4,4</b>	€ 48.412	<b>3,4</b>

Voor inboedel lijken zowel de schadefunctie als de maximale schade van SSM2023 redelijk in lijn te liggen met de schade gerapporteerd door huishoudens. Deze zogenaamde 'vervangingswaarde' komt overeen met SSM2023. Verzekeraars keren de (afgeschreven) dagwaarden uit, die liggen een stuk lager dan de vervangingswaarde. Een zorgvuldige vergelijking van inboedel- vs. opstalschade in SSM2023 is echter lastig, omdat in SSM niet duidelijk gedefinieerd heeft welke posten tot opstal, en welke posten tot inboedel worden gerekend.

Wij raden de financiële sector aan om voor opstalschade aan woonhuizen, bij waterdieptes van 0-2 m, voorlopig gebruik te maken van een schadefunctie gebaseerd op de empirische schadefuncties, zoals in H5 en H6 beschreven. Dit in afwachting van een mogelijk vervolgonderzoek, waarin de hele schadefunctie wordt bekeken.

Op basis van het voorgaande rapport doen wij ook een aantal aanbevelingen voor de doorontwikkeling van SSM2023 wat betreft de schadefuncties voor eengezinswoningen:

### 1 Eenduidige definitie van opstal- en inboedelschade

Hanteer een heldere en consistente definitie van opstal- en inboedelschade, bij voorkeur in lijn met de definities die verzekeraars hanteren. Leid de maximale schadebedragen af op basis van deze definities, zodat er geen verwarring ontstaat over wat wel en niet onder de opstalschade valt.

### 2 Aanpassing van de schadefunctie voor opstalschade bij eengezinswoningen

Herzie de huidige schadefunctie, waarbij de empirische data zoals gepresenteerd in dit rapport als belangrijke basis kunnen dienen. Bij deze herziening dienen de volgende aspecten expliciet te worden meegenomen:

- Representativiteit van de woningvoorraad: Onderzoek in hoeverre de woningvoorraad in Limburg representatief is voor Nederland als geheel. Indien nodig kan worden gecorrigeerd voor verschillen in bouwjaar, woningtype, bouwkwaliteit en andere relevante kenmerken.
- Effect van adaptatiemaatregelen: Maak een bewuste keuze of de schadefunctie gebaseerd wordt op woningen zonder adaptatiemaatregelen, of dat er een gewogen gemiddelde wordt gebruikt van woningen met en zonder maatregelen. In het laatste geval moet de weging transparant en onderbouwd worden vastgesteld. Er kan ook overwogen worden om aparte schadefuncties te ontwikkelen voor binnen- en buitendijkse gebieden.
- Extrapolatie naar grotere waterdieptes: Aangezien de Limburg-data slechts schade tot circa 2 meter waterdiepte omvat, is het noodzakelijk om een verantwoorde methode te ontwikkelen voor extrapolatie naar grotere dieptes. Hierbij moeten de vorm van de schadefunctie (bijvoorbeeld of deze een ratio tot 1 bereikt of lager blijft) en de maximale schade expliciet op elkaar worden afgestemd.
- Kijk goed naar het domein 0 - 0,5 m: Er zitten zeer grote verschillen tussen de berekeningen van de waterschadeschatter, SSM2023, Endendijk et al. en Van Ederen et al. op dit domein.

### 3 Werk met onzekerheidsbanden in schadefuncties

Overweeg om schadefuncties voortaan te presenteren met een bandbreedte in plaats van één vaste waarde. Dit doet beter recht aan de onzekerheden in schade-inschattingen, zeker op objectniveau, waar de variatie relatief groot is. Op gebiedsniveau, waarvoor SSM2023 bedoeld is, vlakken sommige onzekerheden deels uit. Het expliciet meenemen van onzekerheidsmarges verhoogt de transparantie en maakt het model robuuster, ook bij ontbrekende schadeposten.

### 4 Indexatie via bestaande waarderingssystemen

Overweeg om de schadefuncties uit te drukken ten opzichte van bestaande indices, zoals de herbouwwaarde-index voor opstallen en een inboedelindex<sup>15</sup>. Deze worden jaarlijks geüpdatet, waardoor het maximale schadebedrag eenvoudig en transparant geïndexeerd kan worden.

---

<sup>15</sup> De herbouw- en inboedelwaarde index van het Verbond van Verzekeraars leek hiervoor een goede kandidaat, maar vermoedelijk verdwijnt deze vanaf volgend jaar. Omdat er steeds meer commerciële alternatieven voorhanden zijn, zoals <https://www.troostwijk.nl/verzekeringstaxatie/>.

## 5 Impactanalyse van aangepaste schadefuncties

Voer een analyse uit naar de gevolgen van het gebruik van aangepaste schadefuncties voor de geschatte schade en het overstromingsrisico in verschillende delen van Nederland. Hierbij is het wenselijk om de maximale schadebedragen opnieuw te bepalen op basis van actuele kostencomponenten, zoals btw, advieskosten en andere relevante posten, in plaats van louter te indexeren op basis van historische waarden.

### Doorwerking gevolgen op verschillende producten en gebruikers

Tot slot rijst de vraag hoe een bijgewerkte schadefunctie zou doorwerken op schade- en risicoberekeningen van verschillende gebruikers. Dit wisselt sterk per product en gebruikersgroep.

De impact op producten en berekeningen waarin *alleen gekeken wordt naar opstalschade aan residentieel vastgoed* is groot. Een voorbeeld hiervan zijn de overstromingsrisicoberekeningen aan de hypotheekportefeuilles van banken. Alleen de woning (opstal) geldt hierbij als onderpand van de hypothecaire geldlening. De waarde van de inboedel speelt geen rol. Voor alle eengezinswoningen (d.w.z. alle niet-appartementen) in de portefeuille zal de schade en dus ook het risico fors toenemen. Dit geldt ook voor verzekeringsproducten voor *opstalschade*, bijvoorbeeld als gevolg van het falen van een regionale waterkering.

De impact van de onderschatting in opstal voor eengezinswoningen werkt ook sterk door indien de schadefunctie gebruikt wordt als input voor een kosten-baten analyse (KBA). In een KBA worden de baten meestal bepaald door het verschil in (jaarlijkse) schade tussen een situatie met en zonder een bepaalde maatregel. Indien schade onderschat wordt, worden dus ook de baten onderschat, en zal een maatregel dus als minder kosteneffectief uit de berekening komen. Dit geldt met name als voor overstromingsschade (en dus baten) voornamelijk naar eengezinswoningen gekeken wordt (en niet andere kostencategorieën), zoals bij hele lokale of zelfs gebouw-specifieke maatregelen (zoals het overstromingsbestendig maken van huizen). Dit kan spelen bij bijvoorbeeld wateroverlastvraagstukken, overstromingen uit het regionale watersysteem, en in buitendijkse gebieden van de grote rivieren.

In de meest schade- en risicoberekeningen die gedaan worden met SSM2023 is de impact kleiner, omdat dan naar de *som* van de schade wordt gekeken. In plaats van alleen opstalschade, wordt er ook gekeken naar inboedelschade, en de indirecte 'uitval van woningdiensten'. Bovendien zijn woningen hierbij slechts één van de vele landsgebruikstypen, naast o.a. bedrijven, infrastructuur, landbouw etc. Om deze twee redenen zijn de gevolgen op de totaalschade van SSM veel kleiner.

Op sommige specifieke kaartproducten die met SSM gemaakt zijn is de invloed wel groot. Een voorbeeld hiervan zijn de *Lokaal Schadegevaar Kaarten*<sup>16</sup> die in 2023 ontwikkeld zijn voor het ondersteunen van ruimtelijke planvorming rondom water-en-bodem-sturend. Deze kaart toont voor elke plek in Nederland de *opstalschade aan een denkbeeldige eengezinswoning*, onafhankelijk van of hier in werkelijkheid wel of geen woning staat. Een nieuwe opstalschadefunctie voor eengezinswoningen werkt één-op-één door in dit kaartbeeld.

---

<sup>16</sup> <https://www.deltares.nl/nieuws/kaarten-van-overstromingsgevaar-voor-ruimtelijk-beleid>

# 11 Referenties

- Avila, M.P., Rodriguez Castro, D., Endendijk, T., Dillenardt, L., Kumar Guntu, R., Ercicum, S., Thieken, A., Aerts, J., Heidi, H. & Dewals, B. (2025). Flood Damage in the residential sector: on the value of transnational datasets for robust feature selection. [preprint]. Beschikbaar bij: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-18240>
- BMVV. (2022). Bouwkosten per m2 berekenen met handige tool | BMVV Bouwmanagers.
- BMVV Bouwmanagers. Retrieved from <https://www.bmvv.nl/rekentool> (in Dutch)
- Bril, V.C., de Bruijn, J., de Moel, H., Sadana, T., Busker, T., Botzen, W, and Aerts, J.C.J.H. (in voorbereiding). Assessing the effectiveness of nature-based solutions and building-level flood risk reduction measures.
- 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. Deltares Rapport (1220043-003-HYE-0012).
- van Ederen, D., Endendijk, T., Botzen, W.J.W., Aerts, J.C.J.H., Lupi, V., Scussolini, P., & Gubbels, K.B. (2025). A new depth-damage function for residential buildings in the Netherlands. Manuscript in voorbereiding
- Endendijk, T., Botzen, W. W., de Moel, H., Aerts, J. C., Slager, K., & Kok, M. (2023a). Flood vulnerability models and household flood damage mitigation measures: An econometric analysis of survey data. *Water Resources Research*, 59(8), e2022WR034192.
- Endendijk, T., Botzen, W. W., De Moel, H., Aerts, J. C., Duijndam, S. J., Slager, K., ... & Kok, M. (2023b). Experience from the 2021 floods in the Netherlands: household survey results on impacts and responses. *Journal of Coastal and Riverine Flood Risk*, 2. <https://doi.org/10.59490/jcfr.2023.0009>
- ENW (2021). Hoogwater 2021: Feiten en Duiding. Expertise Netwerk Hoogwater (ENW), 11 <https://www.enwinfo.nl/publicaties/> (in Dutch)
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2024). Hazus flood technical manual. Hazus, 6.1. [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_hazus-flood-model-technical-manual-6-1.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_hazus-flood-model-technical-manual-6-1.pdf)
- van Ginkel, K., Caloia, F., Jansen, D.J. (2023). Overstromingen en financiële stabiliteit in Nederland: een toelichting voor de watersector. <https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-podium/uitgelicht/overstromingen-en-financiele-stabiliteit-in-nederland-een-toelichting-voor-de-watersector>
- de Grave, P., & Juch, S. (2024). *Update basisinformatie SSM 2022 (update 2024)* (Kenmerk Memo Deltares: 11209270-004-GEO-0001).
- Independender. (2023). Wat is een inboedelwaardemeter? Retrieved from <https://www.independender.nl/inboedelverzekering/info/inboedelwaardemeter>
- Kok, M., Huizinga, H. J., Vrouwenvelder, A. C. W. M., & van den Braak, W. E. W. (2005). *Standaardmethode 2005: Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen*. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

- Kok, M., Slager, K., de Moel, H., Botzen, W., de Bruijn, K., Wagenaar, D., ... & van Ginkel, K. (2023). Rapid damage assessment caused by the flooding event 2021 in Limburg, Netherlands. *Journal of Coastal and Riverine Flood Risk*, 2.
- Koks, E. E., van Ginkel, K. C. H., van Marle, M. J. E., and Lemnitzer, A. (2022) Brief communication: Critical infrastructure impacts of the 2021 mid-July western European flood event, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22, 3831–3838, <https://doi.org/10.5194/nhess-22-3831-2022>.
- de Moel, H., van Vliet, M. & Aerts, J.C.J.H. Evaluating the effect of flood damage-reducing measures: a case study of the unembanked area of Rotterdam, the Netherlands. *Reg Environ Change* 14, 895–908 (2014). <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.1007/s10113-013-0420-z>
- Nelen & Schuurmans (2024). WaterSchadeSchatter (WSS) Gebruikershandleiding. Opdrachtgever STOWA, i.s.m. Deltares. [www.waterschadeschatter.nl](http://www.waterschadeschatter.nl)
- Penning-Rowsell EC, Viavattene E, Pardoe J, Chatterton J, Parker D, Morris J (2010) The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques—2010. Flood Hazard Research Centre, Middlesex University Press, London. <https://www.mcm-online.co.uk/manual/>
- Rodriguez Castro, D., Dewals, B. (2024). Assessment of Delft-FIAT functions based on field data from the Vesdre catchment. Liège University.
- Slager, K., & Wagenaar, D. (2017). Standaardmethode 2017: Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen. Deltares Rapport (XXX).
- Thieken, A. H., Müller, M., Kreibich, H., & Merz, B. (2005). Flood damage and influencing factors: New insights from the August 2002 flood in Germany. *Water resources research*, 41(12).
- Thieken, A. H., Bubeck, P., Heidenreich, A., Von Keyserlingk, J., Dillenaar, L., & Otto, A. (2023). Performance of the flood warning system in Germany in July 2021—insights from affected residents. *Natural hazards and earth system sciences*, 23(2), 973-990.
- Verbond van Verzekeraars. (2023). Inboedelindex en Herbouwwaardemeter. Van:  
<https://www.verzekeraars.nl/branche/data-analytics-en-onderzoek/cijfers-statistieken/indexcijfers-inboedels-en-gebouwen>
- Wagemaker, J. B. (2006, augustus). *Inventarisatie schadefuncties en maximale schadebedragen ten behoeve van de doorontwikkeling van HIS-SSM*. In opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

# A Waterdiepte kaarten



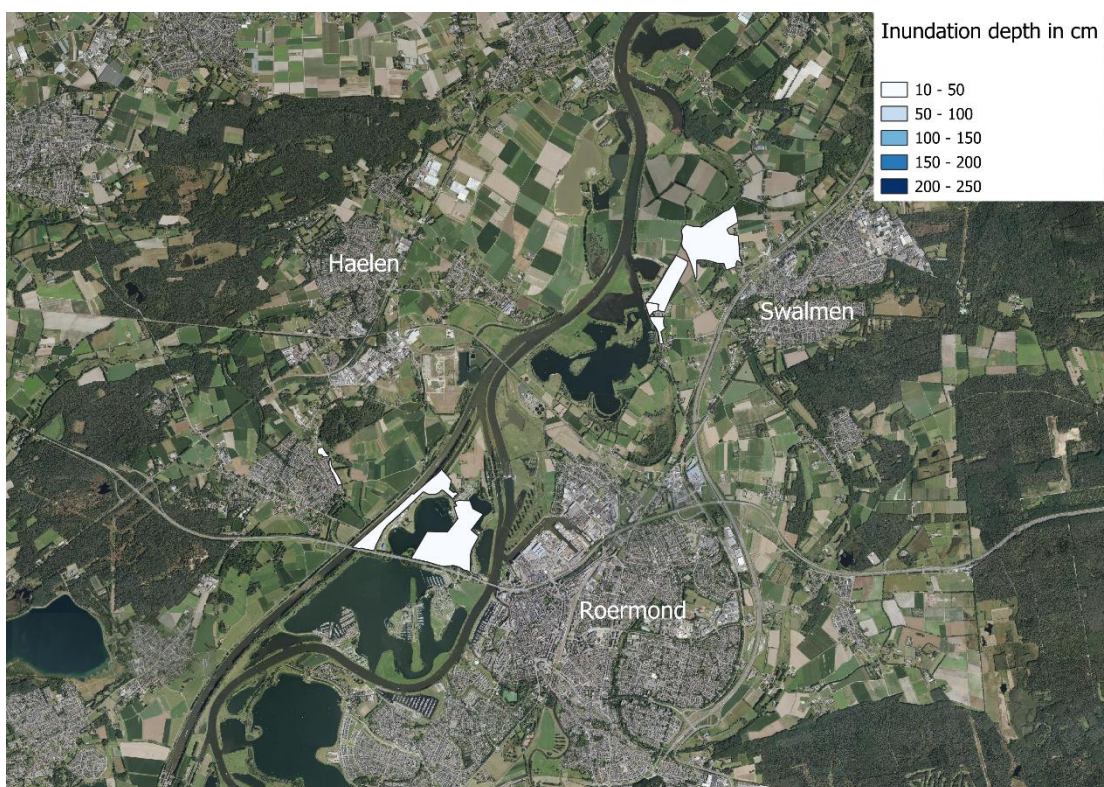
Figuur A.1: Waterdieptes tussen Bunde en Schoonbron volgens de enquête beschreven in hoofdstuk 4.



Figuur A.2: Uitsnede waterdieptes bij Valkenburg volgens de enquête beschreven in hoofdstuk 4.



Figuur A.3: Waterdieptes tussen Schoonbron en Epen volgens de enquête beschreven in hoofdstuk 4.



Figuur A.4: Waterdieptes in omgeving Haelen, Swalmen en Roermond volgens de enquête beschreven in hoofdstuk 4.

## B Regressie resultaten van Ederen et al. (2025)

Tabel B.1 Overzicht van de regressie resultaten met de geschatte parameter coëfficiënten, (de standaard errors) en [p-waardes] voor de schadefunctie van opstal (tweede kolom) en inboedel (derde kolom), voor zowel  $\mu$  (i.e. de verwachte schaderatio) als de precisie parameter  $\sigma$ . Onderaan volgt de populatie (N), de psuedo R-squared index ( $R_P$ ) en de root mean squared error (RMSE).  $R_p$  is gedefinieerd als het kwadraat van de Pearson correlatiecoëfficiënt tussen de waargenomen schaderatio's en diens model voorspellingen. De RMSE is berekend door de wortel te nemen van het kwadraat van de gemiddelde voorspellingsfouten

	Schadefunctie opstal	Schadefunctie inboedel
<b>Mu</b>		
<b>Intercept</b>	-3.256 (0.3808) [2e-16]	-3.152 (0.2986) [2e-16]
<b>Herbouwwaarde</b>	-9.156e-07 (3.903e-07) [1.930e-02]	-1.377e-06 (3.832e-07) [3.48e-04]
<b>vierdemachtswortel waterdiepte</b>	0.6131 (0.1172) [2.330e-07]	0.1994 (0.0882) [2.412e-02]
<b>Sigma</b>		
<b>Intercept</b>	0.0582 (0.0582) [3.18e-01]	-0.9184 (0.0478) [2e-16]
<b>N</b>	609	739
<b>R_p</b>	0.038	0.028
<b>RMSE</b>	0.168	0.065

## C Schadefuncties

Waterdiepte (cm)	SSM <i>excl. btw</i>		Endendijk et al. (2023) <i>excl. btw</i>		Van Ederen et al. (2025) <i>incl. btw</i>	
	Schade-ratio	Schade (100 m2 woning)	Schade-ratio	Schade (100 m2 woning)	Schade-ratio	Schade (100 m2 woning)
0	0,0000	0	0,0000	0	0	0
10	0,0046	589	0,1568	30753	0,0448	9721
20	0,0092	1191	0,1735	34028	0,0896	19442
30	0,0140	1807	0,1870	36669	0,1178	2554
40	0,0188	2435	0,1997	39162	0,1294	28024
50	0,0238	3076	0,2109	41358	0,141	30504
60	0,0288	3730	0,2210	43343	0,1498	32446
70	0,0340	4397	0,2303	45168	0,1586	34389
80	0,0392	5076	0,2390	46868	0,1668	36193
90	0,0446	5769	0,2471	48463	0,1744	37858
100	0,0500	6475	0,2548	49973	0,182	39523
110	0,0556	7194	0,2622	51409	0,1888	41006
120	0,0612	7925	0,2692	52780	0,1956	42489
130	0,0670	8670	0,2759	54096	0,2024	43941
140	0,0728	9428	0,2823	55362	0,2092	45363
150	0,0788	10198	0,2886	56584	0,216	46785
160	0,0848	10982	0,2946	57765	0,2216	47991
170	0,0910	11778	0,3004	58910	0,2272	49196
180	0,0972	12587	0,3061	60022	0,2326	50393
190	0,1036	13410	0,3116	61103	0,2378	51581
200	0,1100	14245	0,3170	62157	0,243	52769

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)