

stowa

waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam



Tauw

Nelen & Schuurmans



ambient

PILOT AMSTERDAM WEST

VERGELIJKING VAN METHODES VAN SCHATTEN SCHADE WATEROVERLAST



RAPPORT

2019
25

PILOT AMSTERDAM WEST
VERGELIJKING VAN METHODES VAN SCHATTEN
SCHADE WATEROVERLAST

RAPPORT

2019

25

ISBN 978.90.5773.868.5



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEUR Olga Pleumeekers (Nelen & Schuurmans)
Wouter van Esse (Nelen & Schuurmans)
Jeroen Kluck (Tauw)
Len Geisler (Tauw)
Gert Dekker (Ambient)
Tobias Nootenboom (Ambient)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2019-25
ISBN 978.90.5773.868.5

Copyright Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.
Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

VERDERE ONTWIKKELING WATERSCHADESCHATTER(S) NOODZAKELIJK

Om de onzekerheden bij het schatten van schade terug te dringen is het wenselijk om meerdere schadeschattingen te verifiëren met werkelijk waargenomen schades. Die praktijk data zijn slechts zeer beperkt voorhanden. De uiteindelijke wens is een uniforme schadeschatter te kunnen gebruiken waarbij sterke punten van verschillende methoden worden samengevoegd. In een vervolg worden de mogelijkheden hiertoe verder verkend.

Gemeenten en waterschappen hebben behoeften aan schattingen van schade als gevolg van wateroverlast in steden en dorpen. Bij de zoektocht naar het maatschappelijk optimum tussen het investeren in maatregelen om schade door wateroverlast tegen te gaan en het accepteren van schade speelt schade-informatie een belangrijke rol. Het huidige inzicht in oorzaak en grote van schades is hierbij nog te beperkt. Daarnaast zijn er meerdere methoden beschikbaar om schade in te schatten, hetgeen tot onduidelijkheid en verschillende schadebedragen leidt.

In deze pilot, die met een bijdrage van Stichting Rioned is uitgevoerd, zijn twee methodes voor het berekenen van schade als gevolg van wateroverlast onderzocht en vergeleken met de werkelijke schade als gevolg van een wolkbreuk op 28 juli 2014. Hierbij zijn de volgende twee methodes toegepast:

1. Methode Waterschadeschatter die Nelen & Schuurmans in opdracht van STOWA heeft ontwikkeld.
2. Methode Wolkbreukschadeschatter die Tauw voor Amsterdam Rainproof heeft ontwikkeld.

De ontwikkeling van de discussie en methodiek om schades te schatten, en het inzichtelijk maken van de feiten die de basis hiervoor vormen is met deze rapportage een flinke stap verder gekomen. Verdere kennisontwikkeling op het terrein van stedelijke wateroverlast blijft noodzakelijk. Wij zullen ons hier de komende jaren dan ook voor inspannen.

Joost Buntsma
Directeur STOWA

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede aan alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

PILOT AMSTERDAM WEST

VERGELIJKING VAN METHODES VAN SCHATTEN SCHADE WATEROVERLAST

INHOUD

| | | |
|----------|--|-----------|
| | TEN GELEIDE | |
| | DE STOWA IN HET KORT | |
| 1 | INLEIDING | 1 |
| | 1.1 Aanleiding | 1 |
| | 1.2 Doel | 2 |
| | 1.3 Werkwijze | 2 |
| | 1.4 Leeswijzer | 2 |
| 2 | BESCHIKBARE BASISGEGEVENS | 4 |
| | 2.1 Studiegebied | 4 |
| | 2.2 Onderzoek TU Delft | 5 |
| | 2.3 Hoogtemodel | 6 |
| | 2.4 Simulatie waterdiepte | 6 |
| | 2.5 BAG panden | 7 |
| 3 | METHODE WATERSCHADE SCHATTEN | 8 |
| | 3.1 STOWA Waterschadeschatter van Nelen & Schuurmans | 8 |
| | 3.2 Wolkbreukschadeschatter van Tauw | 10 |
| 4 | VERGELIJKING GESCHATTE SCHADES | 12 |
| | 4.1 Resultaten verschillende varianten | 12 |
| | 4.2 Validatie met onderzoek TU Delft | 13 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5 | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 19 |
| 5.1 | Waterschade schatten in de bebouwde omgeving | 19 |
| 5.2 | Vaste modelparameter(s) of het gebruik van kansfuncties | 19 |
| 5.3 | Schadebedragen | 20 |
| 5.4 | Schadeschatting op verschillende schaalniveaus | 20 |
| 5.5 | Aanbeveling | 21 |
| BIJLAGE A | ALGEMEEN BESCHIKBARE INVOERGEGEVENS | 22 |
| BIJLAGE B | METHODE NELEN & SCHUURMANS WATERSCHADESCHATTER | 26 |
| BIJLAGE C | METHODE TAUW WOLKBREUKSCHADESCHATTER | 33 |
| BIJLAGE D | WATERDIEPTEKAART PER DEELGEBIED | 39 |

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Gemeenten en waterschappen hebben behoeften aan schattingen van schade als gevolg van wateroverlast in steden en dorpen. Bij de zoektocht naar het maatschappelijk optimum tussen het investeren in maatregelen om schade door wateroverlast tegen te gaan en het accepteren van schade speelt schadeinformatie een belangrijke rol. Het huidige inzicht in schades is hierbij nog te beperkt.

Op dit moment zijn verschillende methodes in ontwikkeling om schadeinformatie in te schatten: naast de waterschadeschatter is dat de waterwijzer (nadruk op functies landbouw en natuur) en de methode van Tauw voor stedelijk gebied (Wolkbreukschadeschatter). Daarnaast is er in Amsterdam een economische illustratie ontwikkeld en in Rotterdam een afwegingskader.

De onzekerheid bij schadeschattingen richt zich enerzijds op de simulatie van de waterdiepte en anderzijds op de schadefuncties/mechanismen. Met andere woorden: tot welke schade leidt een bepaalde waterdiepte bij verschillende gebruiksfuncties.

STOWA en Stichting RIONED werken al in diverse projecten aan het verbeteren van het simuleren van waterdiepte (o.a. traject 3Di, benchmark modellen). Bij het verbeteren van methodes om (bandbreedtes van) schade bij wateroverlast in de bebouwde omgeving te kunnen inschatten, is het zaak om meer kennis op te bouwen over de schadefuncties/mechanismen.

IMPACTPROJECT: SAMEN MET VERZEKERAARS NAAR EEN REGENBESTENDIGE STAD

In dit Impactproject zijn de werelden van een verzekeraar (Achmea), onderzoeker (TU Delft) en gemeente/waterbeheerder (Waternet/Amsterdam Rainproof) bij elkaar gebracht om de impact van extreme regenval op bewoners in Amsterdam te analyseren.

De schade veroorzaakt door de extreme neerslag van 28 juli 2014 is o.a. onderzocht door middel van een analyse van bestaande verzekeringsdata van Achmea, open data zoals de BAG-gegevens, en meldingen van wateroverlast bij Waternet, gemeente Amsterdam en Brandweer. Vanwege bescherming van persoonsgegevens is deze analyse uitgevoerd op postcodeniveau in plaats van exact adres. Daarnaast is door middel van een bewonersenquête in getroffen gebieden gekeken naar de factoren die bijdragen aan waterschade en wat de werkelijk ervaren schade is.

Zie ook: <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/voorbeelden/@159107/impactproject-samen>

In een overleg met een groep gemeenten, waterschappen en beide kenniskoepels werd als eerste stap in een ontwikkeltraject voorgesteld om voor een concreet gebied en concrete situatie een verkenning uit te voeren naar verschillende methodieken voor het schatten van schade bij wateroverlast. Daarom is een pilot in Amsterdam-West gestart naar **methodieken** voor het schatten van schade bij wateroverlast, omdat hier voor de wolkbreuk van 28 juli 2014 relatief veel informatie beschikbaar is¹ (o.a. uit impactproject Samen met verzekeraars naar een regenbestendige stad, 2016).

1.2 DOEL

In deze pilot vergelijken we twee methodes voor het berekenen van schade als gevolg van inundatie van een pand met werkelijke schade als gevolg van de wolkbreuk op 28 juli 2014. De werkelijke schade komt uit een onderzoek van TU Delft. Hierbij zijn de volgende twee methodes toegepast:

1. Methode Waterschadeschatter die Nelen & Schuurmans in opdracht van STOWA heeft ontwikkeld.
2. Methode Wolkbreukschadeschatter die Tauw voor Amsterdam Rainproof heeft ontwikkeld.

Het doel hiervan is het inzichtelijk maken wat de invloed is van concepten en parameters (schadefuncties) op de schade en welke rekenmethodes leiden tot een optimale benadering van de werkelijk opgetreden schade.

1.3 WERKWIJZE

Voor de vergelijking van methodes voor de berekening van schade door wateroverlast is in een eerste fase een waterdieptekaart van de wolkbreuk van 28 juli 2014 ontwikkeld op basis van 3Di modellen van Amsterdam. Een projectteam bestaande uit adviseurs van Nelen & Schuurmans, Tauw, Ambient en Waternet hebben de waterdieptekaart besproken en een aanpak opgesteld voor de vergelijking van de methodes voor schadeberekening.

Tauw en Nelen & Schuurmans hebben vervolgens op basis van de waterdieptekaart en andere invoergegevens de schade berekend die optreedt bij inundatie van panden in het onderzoeksgebied

De resultaten van beide methodes zijn besproken door het projectteam en vervolgens zijn de resultaten met elkaar vergeleken en vergeleken met de resultaten van een enquêteonderzoek van TU Delft naar schade als gevolg van de wolkbreuk op 28 juli 2014². Vervolgens zijn conclusies en aanbevelingen geformuleerd over het schatten van schade als gevolg van water op straat situaties door hevige regen.

1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van het studiegebied en de basisgegevens die zijn gebruikt voor de schadeberekeningen. Vervolgens volgt in hoofdstuk 3 een beknopte beschrijving van de gegevens van de methode achter de Waterschadeschatter van Nelen & Schuurmans en de Wolkbreukschadeschatter van Tauw. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van schadeberekeningen. In dit hoofdstuk worden de resultaten met elkaar vergeleken en vindt een validatie

1 <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/voorbeelden/@159107/impactproject-samen/>

2 Spekkers, M. H.: Rainfall damage to residential buildings in Amsterdam: a database of survey responses, The Hague, the Netherlands, <https://doi.org/10.17026/dans-x8n-vcbn>, 2016.

plaats op basis van de resultaten van een onderzoek van TU Delft uit 2016. Tot slot worden in hoofdstuk 6 conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

In bijlage A, B en C wordt een uitgebreide toelichting gegeven op de invoergegevens en de methode achter de Waterschadeschatter en Wolkbreukschadeschatter. Bijlage D bevat waterdieptekaarten van de vijf deelgebieden van de pilot.

2

BESCHIKBARE BASISGEGEVENS

In dit hoofdstuk volgt een beknopte beschrijving van het studiegebied en de gebruikte invoergegevens van beide methodes om waterschade te schatten, waaronder de waterdieptekaart, maaiveldhoogtekaart en gebouwgegevens. Voor een uitgebreide toelichting op de invoergegevens verwijzen wij naar bijlage A.

2.1 STUDIEGEBIED

Het studiegebied van deze pilot komt overeen met het onderzoeksgebied van het enquêteonderzoek van de TU Delft. Deze onderzoeksgebieden bestaan uit vijf wijken:

1. Bos en Lommer
2. Admiralenbuurt
3. Oud-West
4. Stadionbuurt Noord
5. Stadionbuurt Zuid

De nummering van bovenstaande wijken komt overeen met de nummering in figuur 1. In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de eigenschappen van de bebouwing in de deelgebieden. De gegevens komen uit Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG).

TABEL 1 EIGENSCHAPPEN VAN DE BEBOUWING PER DEELGEBIED.

| | Aantal panden | Gemiddeld bouwjaar | Gemiddeld pandoppervlak | Aandeel hoogbouw |
|--------------|---------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| Deelgebied 1 | 288 | 1942 | 135 m ² | 2,5% |
| Deelgebied 2 | 1.760 | 1930 | 113 m ² | 3,8% |
| Deelgebied 3 | 824 | 1919 | 136 m ² | 8,1% |
| Deelgebied 4 | 1.380 | 1901 | 150 m ² | 5,3% |
| Deelgebied 5 | 2.217 | 1904 | 116 m ² | 1,7% |

FIGUUR 1 DEELWIJKEN STUDIEGEBIED AMSTERDAM-WEST



2.2 ONDERZOEK TU DELFT

In deze pilot maken we gebruik van een onderzoek van TU Delft. In een telefonisch enquêteonderzoek naar de schade als gevolg van de wolkbreuk van 28 juli 2014 heeft Matthieu Spekkers, onderzoeker bij TU Delft, onderzocht waar schade was opgetreden en hoe water de woningen was binnengekomen. Als uitkomst van het onderzoek is o.a. beschreven welke schade respondenten hebben ervaren (werkelijke schade) en waar het water in de woning vandaan kwam. Dit is de beste en meest uitgebreide informatie die op dit moment beschikbaar is voor het onderzoeksteam.

In totaal zijn in het onderzoek 10.000 personen benaderd, waarvan ruim 300 personen een enquête hebben ingevuld (telefonisch en online). Van deze 300 respondenten hadden 293 personen een woning op de begane grond en/of een souterrain. In totaal hebben van deze 293 respondenten 69 respondenten schade ondervonden als gevolg van water dat de woning was binnengekomen. Hierbij merken we op dat water dat via de riolering terug de woning in is gestroomd hier uit is gefilterd. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de resultaten van het onderzoek van Matthieu Spekkers.

TABEL 2 OVERZICHT RESULTATEN ONDERZOEK MATTHIEU SPEKKERS (TU DELFT) NAAR SCHADE ALS GEVOLG VAN DE WOLKBREUK VAN 28 JULI 2014³

| | Aantal panden | Aantal respondenten | Aantal respondenten met schade | Som schade respondenten | Gemiddelde schade respondenten |
|--------------|---------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Deelgebied 1 | 288 | 21 | 4 | € 2.078 | € 99 |
| Deelgebied 2 | 1.760 | 71 | 18 | € 160.975 | € 2.267 |
| Deelgebied 3 | 824 | 23 | 5 | € 15.130 | € 658 |
| Deelgebied 4 | 1.380 | 60 | 14 | € 80.260 | € 1.338 |
| Deelgebied 5 | 2.217 | 118 | 28 | € 314.095 | € 2.662 |
| Totaal | 6.469 | 293 | 69 | € 572.538 | € 1.954 |

³ De verwachting is dat mensen met schade eerder meewerken aan een onderzoek dan mensen zonder schade, waardoor de werkelijke schade in het gehele deelgebied lager uit zal vallen.

2.3 HOOGTEMODEL

Voor de maaiveldhoogte binnen het studiegebied is gebruik gemaakt van het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN), dit is vrij beschikbaar via de Publieke Dienst op de Kaart (PDOK). Het AHN bevat de maaiveldhoogte in meter NAP van heel Nederland en wordt periodiek geactualiseerd. Het AHN3 is de meest recente versie met een resolutie van 0,5 x 0,5 meter. AHN3 is voor Amsterdam-West ingevlogen in 2014. Het hoogtemodel gebruikt voor de 3Di modellering en het bepalen van de waterdiepte is gebaseerd op het DTM van de AHN3.

In het DTM, wat staat voor Digital Terrain Model, zijn alle natuurlijke en gebouwde objecten uit de hoogtekkaart gefilterd. Op deze locaties zijn niet altijd voldoende punten beschikbaar om een maaiveldhoogte af te leiden; onder een boom zijn wellicht wel een aantal punten beschikbaar, maar onder een huis of auto vanzelfsprekend niet. De locaties zonder maaiveldhoogte komen in deze kaart terug als gaten of 'nodata'.

2.4 SIMULATIE WATERDIEPTE

De wateroverlast in Amsterdam van 28 juli 2014 is gesimuleerd met een 3Di model⁴. De modellen bevatten het rioolstelsel plus het maaiveld. Dit houdt in dat de neerslag die op panden valt wordt afgevoerd naar de riolering. De neerslag die op alle andere oppervlakken valt, zoals straten en tuinen, kan via het maaiveld afstromen en zal via putten in de riolering of grachten terechtkomen of lokaal plassen vormen. Teveel aan water in de riolering kan ook via de putten op het maaiveld terechtkomen (en vervolgens wegvloeiën).

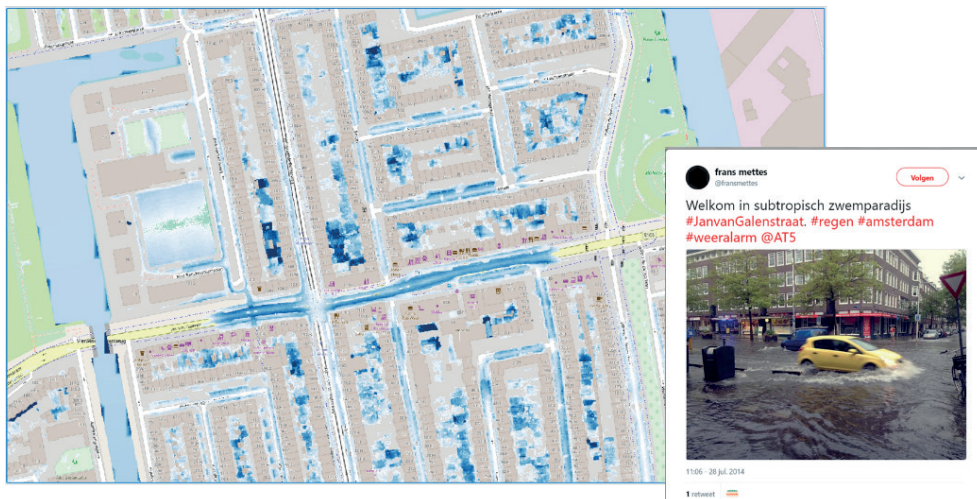
Het studiegebied voor deze pilot bevindt zich in de 3Di deelmodellen Centrum en Slotervaart. Deze twee deelmodellen zijn voor de pilot geactualiseerd met een nieuwe maaiveldhoogtekaart, landgebruikskaart en meer gedetailleerde rioleringsgegevens. Na deze update zijn de modellen gevalideerd met behulp van een zogenaamde BUI08 berekening en de wolkbreuk van 28 juli 2014. De resultaten zijn door Nelen & Schuurmans en Waternet besproken en gecontroleerd. Dat heeft op enkele onderdelen tot aanpassingen geleid. Met deze gecontroleerde en verbeterde modellen is de bui van 28 juli opnieuw doorgerekend. De neerslaggegevens zijn afkomstig uit de Nationale Regenradar⁵ en variëren in ruimte en tijd.

De *maximale waterstand* op het maaiveld gedurende deze berekening wordt gebruikt als input voor de schadeschattingen. De modellen berekenen geen waterstand in panden. Voor een waterdiepte kaart per deelgebied verwijzen wij naar bijlage D.

⁴ <http://www.3di.nu/>

⁵ <https://nationaleregenradar.nl/>

FIGUUR 2 VOORBEELD INUNDATIEKAART JAN VAN GALENSTRAAT. INUNDATIE WORDT OP DE STRATEN EN IN TUINEN BEREKEND. DE PANDEN ZELF LIJKEN DROOG MAAR ER STROOMT MOGELIJK WATER NAAR BINNEN



2.5 BAG PANDEN

In de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) zijn de ligging en een aantal kenmerken van alle gebouwen in Nederland geregistreerd. Belangrijk kenmerk van de gebouwen is of ze in gebruik zijn of niet. In dit onderzoek gebruiken we alleen panden die in 2014 de status 'in gebruik' of 'in gebruik (niet ingemeten)' hadden.

In de BAG zijn schuurtjes als individuele panden opgenomen met een eigen identificatienummer. De schuurtjes zijn daardoor niet te verbinden met de bijbehorende woning. De verwachting is dat de schade in schuurtjes laag is. In deze pilot is er voor gekozen om schuurtjes niet mee te nemen in de berekening van de totale schade en de gemiddelde schade.

3

METHODE WATERSCHADE SCHATTEN

Op basis van de gesimuleerde waterdiepten van het onderzoeksgebied is door Nelen & Schuurmans en Tauw de schade door wateroverlast berekend. Hierbij maken zij elk gebruik van hun eigen berekeningsmethode. Dit hoofdstuk beschrijft in het kort de methodes. Voor een uitgebreide toelichting kunt u terecht in bijlage B en C.

3.1 STOWA WATERSCHADESCHATTER VAN NELEN & SCHUURMANS

De Waterschadeschatter is door Nelen & Schuurmans in opdracht van de STOWA ontwikkeld om de schade ten gevolge van grootschalige wateroverlast situaties in met name landelijk gebied in te schatten. De schattingen stelt waterschappen en adviesbureaus in staat om de baten van mogelijke maatregelen in het watersysteem af te wegen tegen de bijbehorende kosten. De Waterschadeschatter berekent de schade op een hoog detailniveau (per pixel) maar is in eerste instantie bedoeld voor vergelijking op polder- of peilgebiedsniveau.

De schade wordt ook voor panden per pixel geschat op basis van de waterdiepte in het pand en de landgebruikstypes uit de Basisregistratie Grootschalige Topografie. Deze informatie biedt de mogelijkheid om het effect van wateroverlast en eventuele maatregelen op straat en wijkniveau te onderzoeken.

INUNDATIE IN PAND

De waterschadeschatter berekent schade op basis van de waterdiepte binnen een pand. De waterdiepte in een pand wordt bepaald door de waterdiepte buiten het pand en een aangenomen (of door de gebruiker opgegeven) maaiveldhoogte in het pand. In de meeste inundatiemodellen zijn panden niet als aparte eenheid opgenomen. De waterdiepte op het pand is daarom veelal een afgeleide van de waterdiepte rondom het pand (in deze studie gevarieerd, zie verderop). In de waterschadeschatter is een standaard aanname beschikbaar voor de maaiveldhoogte in het pand. Deze is opgebouwd uit de volgende factoren:

- De maaiveldhoogte in het pand wordt afgeleid op basis van de maaiveldhoogtes rondom het pand (standaard 75^e percentiel, in deze studie varianten met het 75^e 50^e of het 25^e percentiel).
- De drempel hoogte die wordt opgeteld bij de maaiveldhoogte van het pand (standaard 15 cm, in deze studie varianten met 5, 10, 15 en 20 cm)

Voor elk pand is de hoogte één vaste waarde (maaiveld plus drempel). Zodra de waterstand boven deze hoogte komt, wordt over het hele pand schade berekend. Dit is niet het geval voor de variant waarin de waterdiepte wordt geïnterpoleerd.

Daarnaast hangt de berekende waterdiepte in een pand af van de keuze van een aantal factoren:

- De maximale waterdiepte rondom een pand.
- Interpolatie tussen de hoogste en laagste waterdiepte rondom het pand, waarbij iedere pixel in het pand een bepaalde waterdiepte heeft.
- Een minimaal volume van het water dat tegen de gevel staat. De maximale waterstand wordt alleen gebruikt als de plas voor meer dan 2 cm waterdiepte zorgt wanneer deze over het oppervlak van het pand wordt verdeeld.

SCHADEBEREKENING

De schade in een pand hangt af van de waterdiepte in een pand. Hierbij geldt dat voor een waterdiepte van 0,30 m de maximale herstel- en schoonmaakkosten voor een gemiddelde woning zijn geschat. De schade neemt tussen 0 en 0,30 m waterdiepte via een aantal stappen toe. Deze stappen zijn aangeduid met een schadefactor; een factor tussen 0 en 1 die aangeeft welk percentage van de maximale schade wordt geschat bij een gegeven waterdiepte. Tussen deze stappen wordt lineair geïnterpoleerd.

SCHADEBEDRAGEN

In de berekening van de schade maakt de waterschadeschatter gebruik van een schadetabel met daarin schadebedragen en schadefactoren per landgebruikstype. De schadeberekening bestaat bovendien uit een directe en indirecte component. In de standaard schadetabel van de waterschadeschatter is er een beperkt onderscheid tussen de schadebedragen voor woningen, winkels of andere BAG gebruikstypen. Voor vrijwel alle bebouwing bedraagt de gemiddelde directe schade 271 euro per m² en de gemiddelde indirecte schade 87 euro per m². De maximale directe schade bedraagt de herstelkosten na inundatie van ca. 0.3 meter op het vloerpeil van de woning.

TABEL 3

SCHADEBEDRAGEN GEBRUIKT IN DE WATERSCHADESCHATTER

| Schadebedrag (euro per m ²) | Minimaal | Gemiddeld | Maximaal |
|---|----------|--------------------|----------|
| Directe schade | € 163 | € 271 ⁶ | € 380 |
| Indirecte schade | € 43 | € 87 | € 130 |

VARIANTEN SCHADEBEREKENING

In het onderzoek zijn een aantal varianten gedefinieerd. In dit onderzoek worden niet alle mogelijke combinaties doorgerekend, maar is een selectie gemaakt waarmee elke variant kan worden vergeleken met de basisvariant. De basisvariant is de meest gangbare manier waarop de schadeschatter wordt gebruikt. De onderstaande tabel toont het overzicht van de varianten.

6 De eerste versie van de schadeschatter gebruikte de waarde 250,-. In een update (2015) zijn de schadebedragen vernieuwd. Voor gewassen zijn recente economische cijfers gebruikt. Alle aangenomen schades zijn gecorrigeerd voor inflatie.

TABEL 4 OVERZICHT VARIANTEN INVOER WATERSCHADESCHATTER

| Varianten | Drempelhoogte | | | | Percentiel | | | Landgebruik | | Schadebedrag | | |
|------------------|---------------|-------|-------|------|------------|-----|-----|-------------|------|--------------|-----------|------|
| | 20 cm | 15 cm | 10 cm | 5 cm | 75% | 50% | 25% | 2014 | 2016 | Laag | Gemiddeld | Hoog |
| basis | | | | | | | | | | | | |
| interpolatie | | | | | | | | | | | | |
| drempelvolumen | | | | | | | | | | | | |
| drempel 5 | | | | | | | | | | | | |
| drempel 10 | | | | | | | | | | | | |
| drempel 20 | | | | | | | | | | | | |
| percentiel 25 | | | | | | | | | | | | |
| percentiel 50 | | | | | | | | | | | | |
| landgebruik 2016 | | | | | | | | | | | | |
| laag scenario | | | | | | | | | | | | |
| hoog scenario | | | | | | | | | | | | |

Voor elk pand is de hoogte één vaste waarde (maaiveld plus drempel). Zodra de waterstand boven deze hoogte komt, wordt over het hele pand schade berekend. Dit is niet het geval voor de variant waarin de waterdiepte wordt geïnterpoleerd.

3.2 WOLKBREUKSCHADESCHATTER VAN TAUW

De methode van Tauw gaat uit van een probabilistische benadering van wateroverlast en schade in panden als gevolg van water op straat situaties door hevige regenval. In de methode wordt de aanwezigheid van gebouweigenschappen, zoals deuringangen, drempelhoogtes, vloerhoogtes binnen het pand door middel van kansberekening bepaald. De achterliggende gedachte hierbij is dat gebouweigenschappen niet eenvoudig op grote schaal vast te stellen zijn. Het resultaat is een schadebeeld, dat geschikt is voor interpretaties op de schaal van een stad, wijk of buurt. De methodiek is niet gemaakt om schades op individuele panden met zekerheid te kunnen benaderen, ook al worden schades op individuele panden berekend.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de methode achter de Wolkbreukschadeschatter wordt verwezen naar de bijlage.

PANDEIGENSCHAPPEN

De kans op inundatie van een pand wordt bepaald op basis van een aantal gebouweigenschappen in combinatie met de fractie aan wateroppervlak rondom het pand en de waterdiepte in relatie tot de kans op een bepaalde drempelhoogte.

Onderdeel van de gebouwinundatie eigenschappen zijn het aantal buitenmuren, het aantal openingen, de aanwezigheid van het water en de kans op een bepaalde drempelhoogte gebaseerd op de leeftijd van een pand.

SCHADEBEREKENING

De schadeberekeningen worden in verschillende stappen uitgevoerd. Eerst wordt de algemene kans op instromen bepaald op basis van gebouweigenschappen en fractie van het oppervlak aan water rondom het pand. Vervolgens wordt op basis van de plaslocatie en waterdiepte tegen de gevel bepaald hoe ver het water zich in het pand verspreidt.

De schade door wateroverlast wordt berekend op basis van de directe en indirecte schade per m², de waterdiepte in het pand, het oppervlak van het water in het pand, een schadekans-

indicatie afhankelijk van het soort bouw (hoogbouw, laagbouw, aanwezigheid van souterrains) en het type gebruiksfunctie.

SCHADEBEDRAGEN

In de berekening van de schade maakt de wolkbreukschadeschatter gebruik van twee bronnen voor de schade per m², namelijk de STOWA 2013 rapportage⁷ over de Waterschadeschatter en schadebedragen uit een studie van claimgegevens van Achmea uit 2015⁸. Voor standaard bebouwing bedraagt volgens STOWA 2013⁹ de gemiddelde directe schade 250 euro per m² (bij een waterdiepte van 30 cm in de woning). Uit de claimgegevens van Achmea blijkt een lager schadebedrag, namelijk een gemiddelde directe schade van 70 euro per m². Voor hoogbouw wordt met 25% van deze schade per m² gerekend. Wat betreft indirecte schade wordt onderscheid gemaakt tussen commerciële en niet-commerciële gebruiksfuncties met een gemiddeld schadebedrag van 80 en 10 euro per m². Daarnaast wordt in combinatie met de hoge directe schadebedragen van STOWA 2013 voor de indirecte schade gebruikt gemaakt van de maximale schadebedragen van 120 euro per m² voor commercieel gebruik en 15 euro per m² voor niet-commercieel gebruik.

TABEL 5 SCHADEBEDRAGEN GEBRUIKT IN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER

| Schadebedrag (euro per m ²) | Achmea | STOWA 2013 |
|---|------------|------------|
| Directe schade | € 70 | € 250 |
| Indirecte schade | Gemiddelde | Maximaal |
| Commercieel | € 80 | € 120 |
| Niet-commercieel | € 10 | € 15 |

VARIANTEN

De verschillende factoren en invoergegevens zoals hierboven beschreven, leiden tot een aantal combinaties. In dit onderzoek worden niet alle mogelijke combinaties en te variëren variabelen doorgerekend maar, is een selectie gemaakt waarmee elke variant kan worden vergeleken met de basisvariant. De onderstaande tabel toont het overzicht van de varianten.

TABEL 6 OVERZICHT VARIANTEN INVOER WOLKBREUKSCHADESCHATTER.

| Varianten | Drempelhoogte | | | Schadebedrag | | |
|-------------------------|---------------|-------|------|--------------|--------|-------|
| | variabel | 15 cm | 5 cm | 0 cm | Achmea | STOWA |
| Basis variabele drempel | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Basis drempel 0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Basis drempel 5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Basis drempel 15 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Hoog variabele drempel | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Hoog drempel 0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Hoog drempel 5 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Hoog drempel 15 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

7 <https://www.stowa.nl/publicaties/waterschadeschatter-gebruikershandleiding>

8 Tauw rapport 'Amsterdam schadeschatting wateroverlast'

9 De Tauw Wolkbreukschadeschatter maakt gebruik van het schadebedrag dat in 2013 werd gebruikt in de STOWA Waterschadeschatter. Sindsdien zijn de schadebedragen van de STOWA Waterschadeschadeschatter herzien.

4

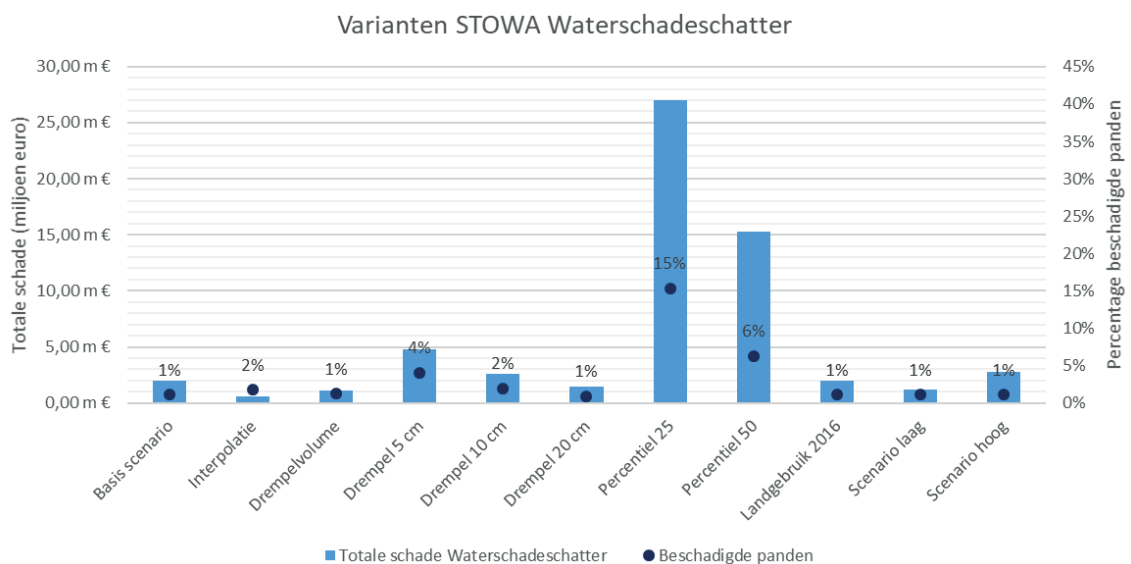
VERGELIJKING GESCHATTE SCHADES

De methodes van Nelen & Schuurmans en Tauw om directe schade te berekenen zijn gebaseerd op verschillende uitgangspunten. In dit hoofdstuk beschrijven we de resultaten van de STOWA Waterschadeschatter (Nelen & Schuurmans) en de Wolkbreukschadeschatter (Tauw) en vergelijken we de resultaten. Daarnaast wordt ter validatie een vergelijking gemaakt met de resultaten van het onderzoek van TU Delft naar schade als gevolg van de wolkbreuk op 28 juli 2014.

4.1 RESULTATEN VERSCHILLENDE VARIANTEN

In figuur 3 is de totale berekende schade voor elk van de varianten van de Waterschadeschatter uit tabel 4 weergegeven. De totale schade varieert het meest in varianten die de bodemhoogte van de panden beïnvloeden. Dit zijn de scenario's die de drempelhoogte en het maaiveld percentiel variëren. De Waterschadeschatter is erg gevoelig voor de bodemhoogte van panden. Dit is te verklaren door de werking van de waterschadeschatter: Bij een lagere drempel wordt in meer panden schade berekend, en de schade neemt in de waterschadeschatter toe met de diepte in het pand. Een lage bodemhoogte zorgt dus op twee manieren voor een hogere geschatte schade.

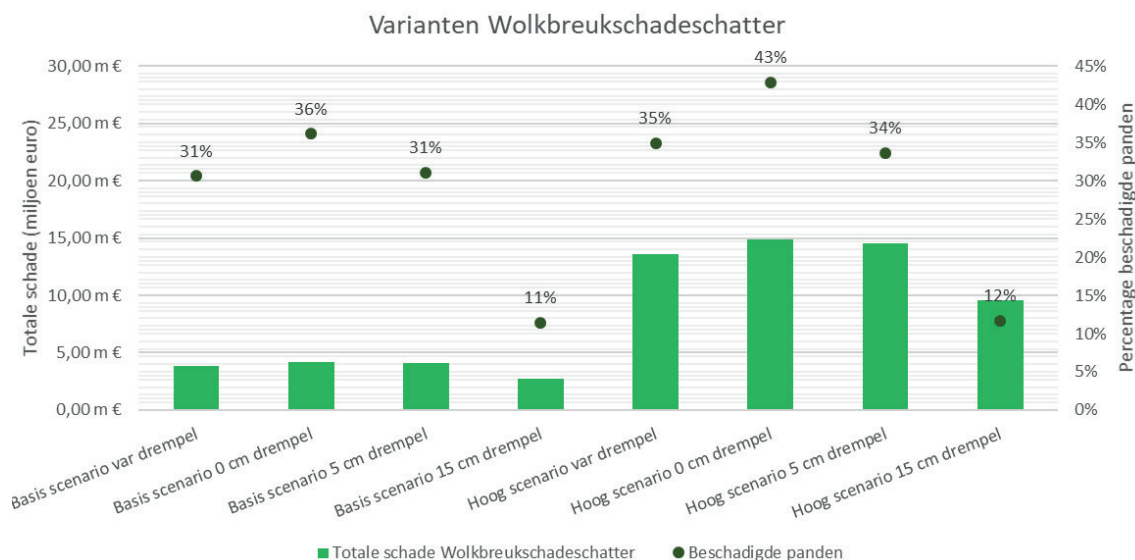
FIGUUR 3 TOTALE BEREKENDE SCHADE IN EURO'S IN HET TOTALE STUDIEGEBIED PER VARIANT VAN DE STOWA WATERSCHADESCHATTER. DE ORANJE PUNTEN GEVEN HET PERCENTAGE PANDEN MET SCHADE WEER



In figuur 4 is de totale berekende schade voor elk van de varianten van de Wolkbreukschadeschatter uit tabel 6 weergegeven. De totale schade varieert het meest tussen de varianten waarbij een laag schadebedrag per m² wordt gehanteerd en de varianten waarbij het hoge schadebedrag per m² wordt gebruikt. Verder is te zien dat de totale schade toeneemt met een afnemende drempelhoogte. De totale schade volgens de variant met de variabele drempelhoogte ligt tussen de totale schade volgens de varianten met een drempelhoogte van 5 cm en 15 cm.

In figuur 4 is naast de totale schade ook per variant het percentage panden met schade weergegeven. In de Wolkbreukschadeschatter wordt schade in een pand bepaald als kans op schade maal het schadebedrag. Dit resulteert in de Wolkbreukschadeschatter doorgaans in een groot aantal panden met zeer weinig schade. Om een realistische indicatie van het aantal panden met schade te krijgen, is een aanname gedaan over een minimaal bedrag, waaronder de panden niet meetellen. Bij meer dan 100 euro per pand komen we op ca. 30% van de panden. Bij meer dan 1000 euro komen we uit op 20% van de panden. Welke waarde beter past hangt af van de analyse van de schadegevallen volgens Achmea. In deze pilot hebben we gekozen voor een minimale schade van 100 euro per pand.

FIGUUR 4 TOTALE BEREKENDE SCHADE IN EURO'S IN HET TOTALE STUDIEGEBIED PER VARIANT VAN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER. DE ORANJE PUNTEN GEVEN HET PERCENTAGE PANDEN MET MEER DAN 100 EURO SCHADE WEER

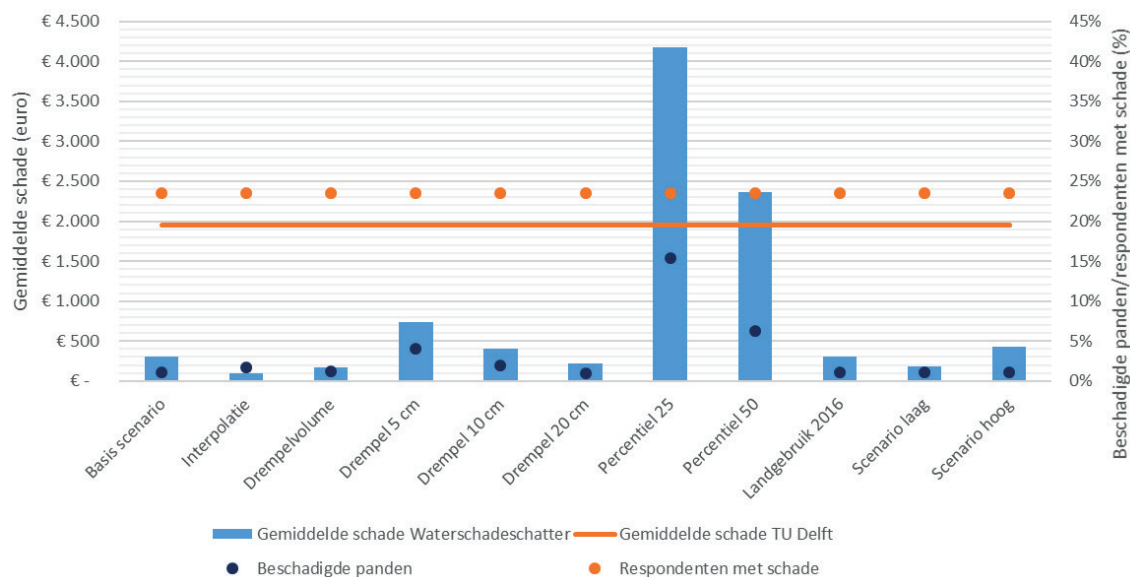


4.2 VALIDATIE MET ONDERZOEK TU DELFT

We vergelijken de resultaten van de Waterschadeschatter en Wolkbreukschadeschatter met het onderzoek van TU Delft naar schade als gevolg van de wolkbreuk op 14 juli 2018. Daarbij vergelijken we de totale schade, de gemiddelde schade en het percentage beschadigde panden.

In figuur 5 en 6 is de berekende gemiddelde schade weergegeven voor de varianten van de Waterschadeschatter en de Wolkbreukschadeschatter. Hierin is de gemiddelde schade uit het onderzoek van TU Delft weergegeven.

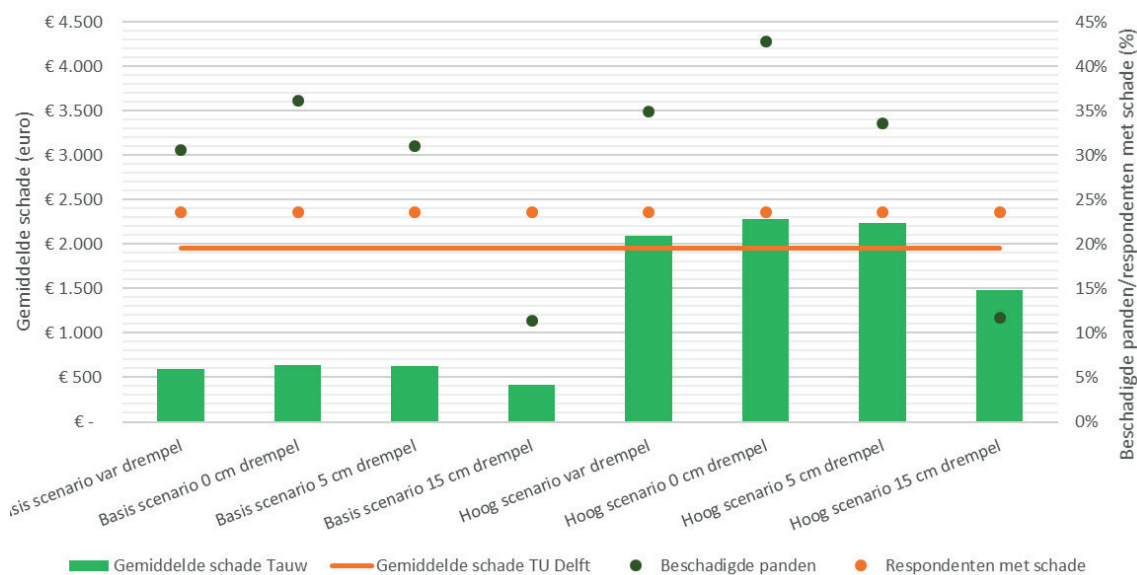
FIGUUR 5 GEMIDDELDE BEREKENDE SCHADE IN EURO'S IN HET TOTALE STUDIEGEBIED PER VARIANT VAN DE WATERSCHADESCHATTER. DE EERSTE BALK (ORANJE) IS HET GEMIDDELDE VAN HET TOTALE STUDIEGEBIED UIT DE STUDIE VAN TU DELFT



Uit figuur 5 blijkt dat de gemiddelde schade uit de Waterschadeschatter voor het hele onderzoeksgebied volgens de variant met een pandvloerpeil op basis van het 50^e percentiel het meest overeenkomt met het totale gemiddelde uit de studie van TU Delft.

Uit figuur 6 blijkt dat de gemiddelde schade voor het hele onderzoeksgebied volgens de varianten van de Wolkbreukschadeschatter met het hoge schadebedrag het meest overeenkomen met het totale gemiddelde uit de studie van TU Delft. De varianten met een variabele drempelhoogte en een drempelhoogte van 5 cm komen het meest overeen.

FIGUUR 6 GEMIDDELDE BREKENDE SCHADE IN EURO'S IN HET TOTALE STUDIEGEBIED PER VARIANT VAN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER. DE EERSTE BALK (ORANJE) IS HET GEMIDDELDE VAN HET TOTALE STUDIEGEBIED UIT DE STUDIE VAN TU DELFT



Om een aanvullende vergelijking te maken met het onderzoek van TU Delft selecteren we de varianten uit de Wolkbreukschadeschatter en de Waterschatter, die volgens het gemiddelde in het totale onderzoeksgebied het meest overeenkwamen met het onderzoek van TU Delft. Het gaat hier om de varianten van de Wolkbreukschadeschatter met een hoog schadebedrag en een variabele drempelhoogte en een drempelhoogte van 5 cm. Dit vullen we aan met de variant met een drempelhoogte van 15 cm, zodat deze kan worden vergeleken met de basisvariant van de Waterschadeschatter.

Bij de Waterschadeschatter selecteren we de basisvariant, de variant met een drempelhoogte van 5 cm, om te vergelijken de Wolkbreukschadeschatter, en de variant waarin het maaiveld van het pand is bepaald op basis van het 50^e percentiel in plaats van het 75^e percentiel.

We vergelijken de totale schade, de gemiddelde schade en het aantal beschadigde panden of percentage respondenten met schade. Voor het gebruik van de schadeschattingen lijkt de totale schade per gebied het meest relevant.

TOTALE SCHADE

Om voor het onderzoek van TU Delft aan een totale schade per deelgebied te komen, is de gemiddelde schade lineair geïnterpoleerd over het totaal aantal BAG panden in de deelgebieden uit het onderzoek.

We merken op dat deze geïnterpoleerde totale schade van het TU Delft onderzoek onzeker is. De verwachting is dat mensen met schade eerder meewerken aan een onderzoek dan mensen zonder schade, waardoor de werkelijke totale schade lager uit zal vallen.

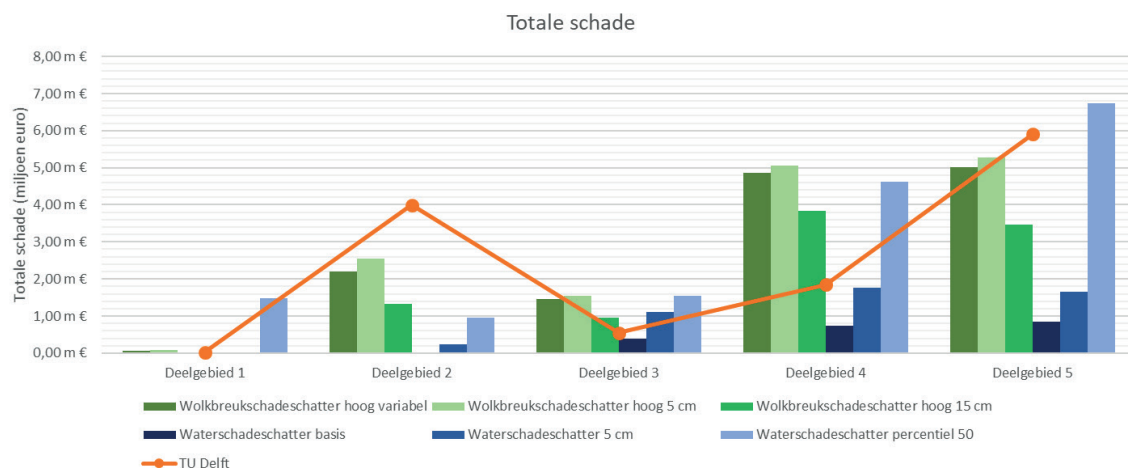
TABEL 7 TOTALE SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT¹⁰ EN SELECTIE VAN VARIANTEN UIT DE WATERSCHADESCHATTER EN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER

| | Totale schade | | | | | | |
|--------------|---------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|
| | TU Delft | STOWA Waterschadeschatter | | | Wolkbreukschadeschatter | | |
| | | basisscenario | drempel 5 cm | percentiel 50 | hoog en variabel | hoog en 5 cm | hoog en 15 cm |
| Deelgebied 1 | € 28.491 | € - | € 475 | € 1.470.127 | € 64.839 | € 73.148 | € 6.343 |
| Deelgebied 2 | € 3.990.366 | € 3 | € 238.801 | € 949.628 | € 2.197.826 | € 2.547.935 | € 1.337.604 |
| Deelgebied 3 | € 542.049 | € 388.957 | € 1.100.338 | € 1.541.620 | € 1.452.450 | € 1.550.753 | € 952.028 |
| Deelgebied 4 | € 1.845.980 | € 744.144 | € 1.771.038 | € 4.620.020 | € 4.860.662 | € 5.049.011 | € 3.830.473 |
| Deelgebied 5 | € 5.901.259 | € 856.015 | € 1.662.661 | € 6.735.120 | € 5.013.185 | € 5.270.165 | € 3.469.931 |

Tabel 7 en figuur 7 tonen de totale berekende schades door de Waterschadeschatter en de Wolkbreukschadeschatter en de geïnterpoleerde totale schade uit het onderzoek van TU Delft. Wat opvalt is dat de berekende schade in deelgebied 4 en 5 aanzienlijk hoger zijn dan de totale berekende schade in deelgebied 1, 2 en 3. Het onderzoek van TU Delft toont een ander beeld. De hoogste totale schades komen voor in deelgebied 2 en 5. Het resultaat van de beide schadeschatters komt het best overeen met de resultaten van het onderzoek van TU Delft in deelgebied 1 en 3.

¹⁰ We merken op dat de geïnterpoleerde totale schade van het TU Delft onderzoek onzeker is. De verwachting is dat mensen met schade eerder meewerken aan een onderzoek dan mensen zonder schade, waardoor de werkelijke totale schade lager uit zal vallen.

FIGUUR 7 TOTALE SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT EN DE VARIANTEN UIT DE WATERSCHADESCHATTER EN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER. DE ORANJE LIJN GEEFT DE GEMIDDELDE SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT WEER. DE GROENE BALKEN TONEN DE GEMIDDELDE SCHADE UIT DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER EN DE BLAUWE BALKEN DE GEMIDDELDE SCHADE VAN DE WATERSCHADESCHATTER



GEMIDDELDE SCHADE

In tabel 8 is de gemiddelde schade per deelgebied beschreven uit het onderzoek van TU Delft en de varianten van Waterschadeschatter en Wolkbreukschadeschatter. In figuur 8 zijn deze getallen gevisualiseerd. De gemiddelde schade is de sommatie van de aangegeven schade uit de interviews gedeeld door het aantal respondenten. Mogelijk is dit getal een overschatting omdat het aannemelijk is dat vooral zij die (hoge) schade hadden, hebben gereageerd.

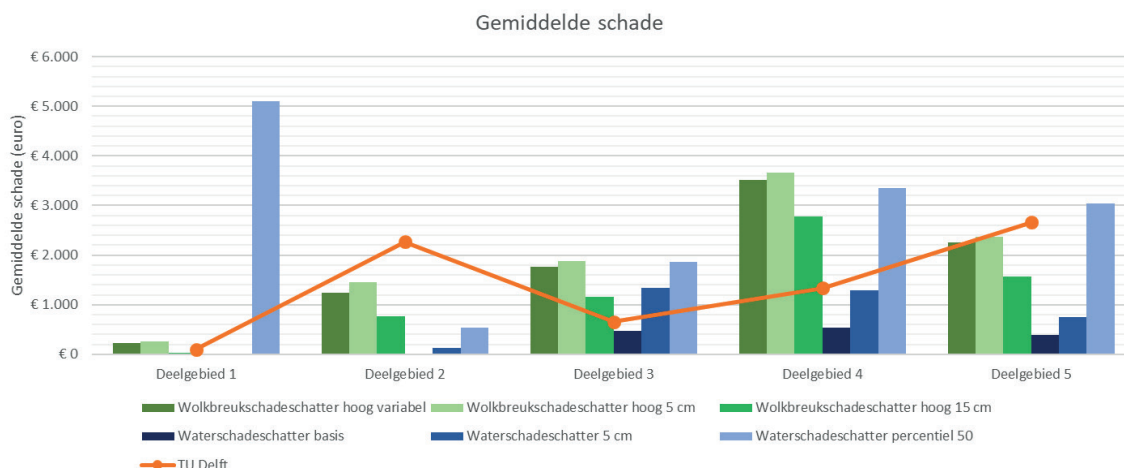
Wat opvalt is dat in deelgebied 1 de variant van de Waterschadeschatter waarin het maaiveld van het pand is bepaald op basis van het 50^e percentiel van het maaiveld rondom het pand ca. 5000 euro hoger is dan de gemiddelde schade uit het onderzoek van TU Delft en de andere varianten van de schadeschatters.

TABEL 8 GEMIDDELDE SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT¹¹ EN DE PASSENDE VARIANTEN UIT DE WATERSCHADESCHATTER EN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER

| | TU Delft | Gemiddelde schade | | | | | |
|--------------|----------|---------------------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|
| | | STOWA Waterschadeschatter | | | Wolkbreukschadeschatter | | |
| | | basisscenario | drempel 5 cm | percentiel 50 | hoog en variabel | hoog en 5 cm | hoog en 15 cm |
| Deelgebied 1 | € 99 | - | € 2 | € 5.105 | € 225 | € 254 | € 22 |
| Deelgebied 2 | € 2.267 | € 0 | € 136 | € 540 | € 1.249 | € 1.448 | € 760 |
| Deelgebied 3 | € 658 | € 472 | € 1.335 | € 1.871 | € 1.763 | € 1.882 | € 1.155 |
| Deelgebied 4 | € 1.338 | € 539 | € 1.283 | € 3.348 | € 3.522 | € 3.659 | € 2.776 |
| Deelgebied 5 | € 2.662 | € 386 | € 750 | € 3.038 | € 2.261 | € 2.377 | € 1.565 |

11 We merken op dat de gemiddelde schade van het TU Delft onderzoek onzeker is. De verwachting is dat mensen met schade eerder meewerken aan een onderzoek dan mensen zonder schade, waardoor de werkelijke gemiddelde schade lager uit zal vallen.

FIGUUR 8 GEMIDDELTE SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT EN DE VARIANTEN UIT DE WATERSCHADESCHATTER EN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER. DE ORANJE LIJN GEEFT DE GEMIDDELTE SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT WEER. DE GROENE BALKEN TONEN DE GEMIDDELTE SCHADE UIT DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER EN DE BLAUWE BALKEN DE GEMIDDELTE SCHADE VAN DE WATERSCHADESCHATTER



PERCENTAGE BESCHADIGDE PANDEN

Tabel 9 en figuur 9 tonen het percentage respondenten met schade uit het onderzoek van TU Delft en het percentage beschadigde panden volgens de varianten van de Waterschadeschatter en de Wolkbreukschadeschatter.

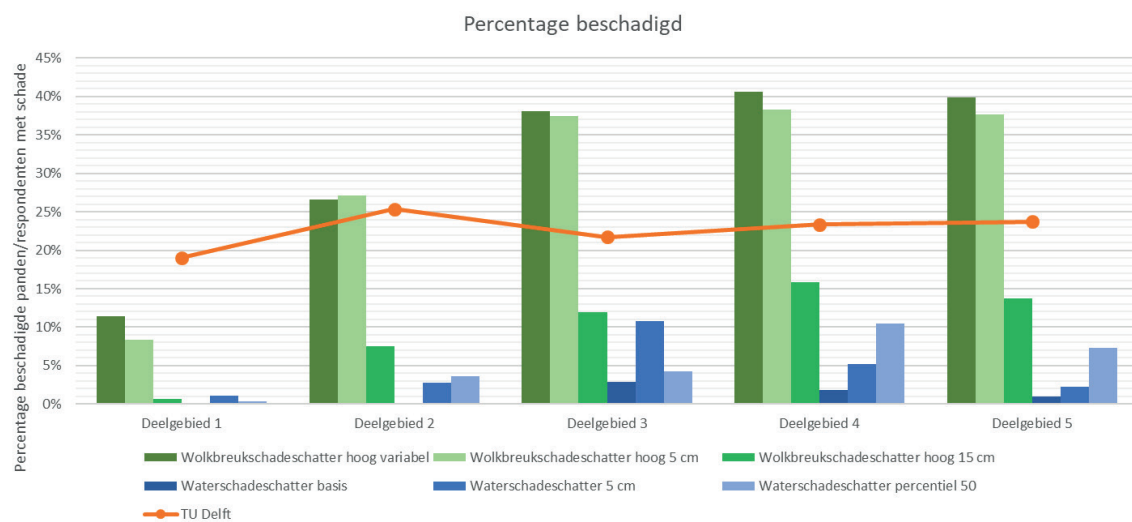
TABEL 9 PERCENTAGE RESPONDENTEN MET SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT¹² EN HET PERCENTAGE BESCHADIGDE PANDEN VOLGENS DE VARIANTEN VAN DE WATERSCHADESCHATTER EN DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER

| | Percentage beschadigde panden | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|
| | TU Delft | STOWA Waterschadeschatter | | | Wolkbreukschadeschatter | | |
| | | basisscenario | drempel 5 cm | percentiel 50 | hoog en variabel | hoog en 5 cm | hoog en 15 cm |
| Deelgebied 1 | 19% | 0% | 1% | 0% | 11% | 8% | 1% |
| Deelgebied 2 | 25% | 0% | 3% | 4% | 27% | 27% | 8% |
| Deelgebied 3 | 22% | 3% | 11% | 4% | 38% | 38% | 12% |
| Deelgebied 4 | 23% | 2% | 5% | 11% | 41% | 38% | 16% |
| Deelgebied 5 | 24% | 1% | 2% | 7% | 40% | 38% | 14% |

Wat opvalt is dat het percentage respondenten met schade in bijna alle deelgebieden aanzienlijk afwijkt van het percentage beschadigde panden volgens de twee schadeschatters. Het percentage beschadigde panden volgens de varianten van de Wolkbreukschadeschatter met een variabele drempelhoogte en een drempelhoogte van 5 cm komt het meest in de buurt van het percentage respondenten met schade in deelgebieden 1 en 2. In deelgebieden 3, 4 en 5 komt de basisvariant van de Waterschadeschatter het meest overeen.

¹² We merken op dat de percentages respondenten met schade van het TU Delft onderzoek onzeker zijn. De verwachting is dat mensen met schade eerder meewerken aan een onderzoek dan mensen zonder schade, waardoor de werkelijke percentages lager uit zullen vallen.

FIGUUR 9 PERCENTAGE BESCHADIGDE PANDEN VOLGENS DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER (GROENTINTEN) EN DE WATERSCHADESCHATTER (BLAUWTINTEN) VERGELEKEN MET HET PERCENTAGE VAN RESPONDENTEN MET SCHADE UIT HET ONDERZOEK VAN TU DELFT (ORANJE LIJN)



5

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Modellen voor schadeschatting bij wateroverlast kennen veel variabelen. In de pilot waterschadeschatting in Amsterdam-West zijn twee methodes van schadeschatting met elkaar en met waargenomen schades vergeleken. Het doel hiervan is het inzichtelijk maken wat de invloed is van concepten en parameters (schadefuncties) op de schade en welke rekenmethodes leiden tot een optimale benadering van de werkelijk opgetreden schade.

De conclusies van het onderzoek in deze pilot zijn geformuleerd op basis van de onderzoeksresultaten in de pilot en ervaringen van de auteurs met het toepassen van de “schadeschatters”.

5.1 WATERSCHADE SCHATTEN IN DE BEBOUWDE OMGEVING

De *STOWA-Waterschadeschatter* is ontwikkeld voor het bepalen van de schade door inundaties in landelijk en stedelijk gebied. De Waterschadeschatter geeft een schadebedrag per m² op basis van landgebruik en waterdiepte. Vloerpeilen van panden en drempelhoogten kunnen per pand worden opgegeven. Als deze niet bekend zijn, wordt een schatting gemaakt op basis van de omliggende maaiveldhoogte. Bij een grotere waterdiepte dan het vloerpeil wordt in het gehele pand schade berekend op basis van een schadefunctie. De resultaten worden gepresenteerd per pand, buurt of wijk.

De *Wolkbreukschadeschatter* is ontwikkeld voor gebruik in de bebouwde omgeving. De Wolkbreukschadeschatter geeft per pand op basis van waterdiepte tegen de gevel en de kenmerken van het pand een schatting van de kans op water in het pand en de omvang ervan. Deze kans wordt gecombineerd met een schadefunctie (schade per oppervlak en waterdiepte) om een schadebedrag per pand te schatten. De resultaten worden gepresenteerd per buurt of wijk.

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de geschatte schade in de methodiek van de *Waterschadeschatter* sterk afhankelijk is van de gekozen vloerpeilen van de panden. Bij de *Wolkbreukschadeschatter* is de geschatte schade het sterkst afhankelijk van het schadebedrag per oppervlak.

5.2 VASTE MODELPARAMETER(S) OF HET GEBRUIK VAN KANSFUNCTIES

In beide methodes kunnen specifieke eigenschappen van panden worden ingesteld. Zo kunnen gebruikers ingemeten drempelhoogtes gebruiken als bodemhoogtes en op deze wijze nauwkeurig bepalen waar water een pand instroomt en waar niet. Deze flexibiliteit maakt het mogelijk om voor maatwerk te kiezen in die gevallen dat gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn over bijvoorbeeld drempelhoogtes.

De *Waterschadeschatter* leidt per pand een vaste vloerpeilhoogte af. Deze wordt bepaald op basis

van maaiveld rondom het pand. In gevallen met panden met diepe tuinen leidt dit ertoe dat er geen water vanuit de lager gelegen tuinen het pand in kan stromen. Bovendien leidt water tegen de gevel boven de drempelhoogte tot water in het gehele pand.

De *Wolkbreukschadeschatter* gebruikt geen gemiddelde vloerpeilhoogte en bepaalt de inloop van water in een pand op basis van de waterdiepte en de drempelhoogte rondom het pand. De methodiek maakt een schatting (op basis van kenmerken en functies van het pand) van het deel van het pand dat nat wordt op basis van de waterdiepten rondom het pand.

5.3 SCHADEBEDRAGEN

De schadebedragen voor de situatie bij een wolkbreuk in juli 2014 in Amsterdam West laten in het onderzoek van de TU Delft en in beide methodes veel variatie zien. Het is moeilijk hier harde conclusies aan te verbinden. De steekproef is relatief klein en de situatie in Amsterdam-West is niet representatief voor heel Nederland.

De vergelijking met het onderzoek van de TU Delft laat zien dat beide methodes in staat zijn de schade te schatten in de juiste range. We leiden hieruit af dat de schadebedragen per m² (gebruikt door beide methodes) goed aansluiten op de werkelijkheid.¹³

Bij de *Wolkbreukschadeschatter* ligt de totale schade dicht bij de waargenomen situatie (wolkbreuk van juli 2014) dan bij de *Waterschadeschatter* al verschilt dit per deelgebied. De waterschadeschatter simuleert relatief hoge schattingen van schade bij een klein aantal panden. Dit is vermoedelijk gerelateerd aan de gehanteerde methodiek. Bij een waterdiepte hoger dan het vloerpeil, wordt in de methodiek van de Waterschadeschatter schade over het gehele pandoppervlak berekend.

In het geval van Amsterdam-West sluiten de schadeschattingen het beste aan bij de waarnemingen als een drempelhoogte van 5 cm wordt gehanteerd.

5.4 SCHADESCHATTING OP VERSCHILLENDE SCHAALNIVEAUS

De schadeschatters gebruiken beiden (dezelfde) gedetailleerde informatie van individuele panden om de schade te schatten.

De schades worden bij beide methoden op hetzelfde hoge detailniveau ingeschat, maar kunnen vervolgens op verschillende schaalniveaus worden geaggregeerd en gepresenteerd (van pand tot straat tot wijk tot stad). Hoe hoger het aggregatieniveau, hoe meer “uitschieters” er worden uitgemiddeld. Een hoger aggregatieniveau geeft daarom minder onzekerheid, maar ook minder informatie. Afhankelijk van de toepassing moet worden afgewogen wat het gewenste niveau is om de resultaten te presenteren.

¹³ We merken op dat de schade uit het TU Delft onderzoek onzeker is. De verwachting is dat mensen met schade eerder meewerken aan een onderzoek dan mensen zonder schade, waardoor de werkelijke schade lager uit zal vallen.

5.5 AANBEVELING

Gelet op het beoogd gebruik is het belangrijk om de onzekerheid van de waterschadeschattingen terug te dringen. De auteurs zien een aantal opties voor het verder verbeteren van de methodieken van de schadeschattingen:

- Voeg de sterke punten van beide methodieken samen tot één instrument en valideer deze in aanvullende gebieden. Het instrument zal flexibel moeten zijn, zodat parameters eenvoudig bijgesteld kunnen worden. Het gaat hierbij o.a. om de volgende aspecten in de methodiek:
 - Toepassen van objectbenadering bij gebouwen
 - De omgang met maaiveldverschillen rondom gebouwen
 - De verspreiding van water in een gebouw
- Start meerdere projecten op om schadeschattingen te verifiëren met waargenomen schade. De belangrijkste bronnen van onzekerheid zijn de vloerpeilen/drempelhoogtes en de schadebedragen per oppervlak. Voor het schadebedrag kan een functie worden ontwikkeld die rekening houdt met de functie van het gebouw, zoals bijvoorbeeld woningen, kantoren, winkels e.d. Om de kansfunctie en de schade per oppervlak verder te ontwikkelen, is meer vergelijkingsmateriaal nodig met werkelijk waargenomen schade. De kansfuncties van de Wolkbreukschadeschatter is bepaald in een eerder uitgevoerd onderzoek in Amsterdam. De vraag is in hoeverre de huidige kansfunctie representatief is voor bouwperioden en -typen in andere gemeenten. Bij de toepassing in andere steden en dorpen geldt dat het noodzakelijk is om de kansfunctie te valideren.
De auteurs bevelen daarom aan om meer praktijksituaties met ervaren schade te analyseren;
- Bij de doorontwikkeling van de methodieken voor waterschadeschattingen zal afstemming of aansluiting worden gezocht bij het lopende traject van het Nationaal Kennisprogramma Water- en Klimaat (NKWK), waar gewerkt wordt aan een zogenaamde klimaatschadeschatter.

BIJLAGE A

ALGEMEEN BESCHIKBARE INVOERGEGEVENS

1. STUDIEGEBIED

Het studiegebied van dit onderzoek is gebaseerd op de onderzoeksgebieden van de enquêtes uitgevoerd door de TU Delft. Deze onderzoeksgebieden bestaan uit vijf :

6. Bos en Lommer
7. Admiralenbuurt
8. Oud-West
9. Stadionbuurt Noord
10. Stadionbuurt Zuid

De nummering hierboven komt overeen met de nummering in onderstaande figuur.

FIGUUR 10

DEELWIJKEN STUDIEGEBIED AMSTERDAM-WEST



2. MODEL EN MODELRESULTAAT

De wateroverlast in Amsterdam van 28 juli 2014 is gesimuleerd met een 3Di model. De modellen bevatten het rioolstelsel plus het maaiveld en zijn van het type hybride. Dit houdt in dat de neerslag die op panden valt via het NWRW-inloopmodel wordt geforceerd naar de riolering. De neerslag die op alle andere oppervlakken valt, zoals straten en tuinen, kan via het maaiveld afstromen en zal al dan niet via de putten in de riolering of grachten terechtkomen of lokaal plassen vormen. Teveel aan water in de riolering kan ook via de putten op het maaiveld terechtkomen (en vervolgens wegvloeiën). Deze aanpak bootst de situatie in de praktijk na.

In het hybride model zijn de panden die via het inloopmodel naar de riolering afvoeren uit het maaiveldmodel gehaald om dubbel telling van neerslag te voorkomen. Dit heeft ook tot gevolg dat er geen waterdiepte op de panden wordt berekend. De waterschadeschatter werkt op basis van een vlak dekkend waterstandsraster, de output van het hybride model is daarom niet direct geschikt als invoer voor de schadeschatter. De waterdiepterasters kunnen op verschillende methodes worden opgevuld. Deze worden in de volgende paragraaf besproken. De methode van Tauw gebruikt de waterdiepte rondom de panden, de output van het hybride model is voor deze methode wel direct geschikt.

Het studiegebied voor deze pilot bevindt zich in de 3Di deelmodellen Centrum en Slotervaart. Daarom zijn deze twee deelmodellen geüpdatet met een nieuwe maaiveldhoogtekaart, landgebruikskaart en rioleringsgegevens. Na deze update zijn de modellen gevalideerd met behulp van een BUI08 berekening en de bui van 28 juni 2014. De resultaten zijn samen met Nelen & Schuurmans en Waternet gecontroleerd. Nelen & Schuurmans heeft vervolgens enkele aanpassingen, op aangeven van Waternet, doorgevoerd in de modellen. Met deze gecontroleerde en verbeterde modellen is de bui van 28 juli doorgerekend. De neerslaggegevens zijn afkomstig uit de nationale regenradar en variëren in ruimte en tijd. De maximale waterstand op het maaiveld gedurende deze berekening wordt gebruikt als input voor de schadeschattingen.

FIGUUR 11

VOORBEELD INUNDATIEKAART JAN VAN GALENSTRAAT. INUNDATIE WORDT OP DE STRATEN EN IN TUINEN BEREKEND. DE PANDEN ZELF LIJKEN DROOG MAAR ER STROOMT MOGELIJK WATER NAAR BINNEN



3. HOOGTEMODEL

Het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) is vrij beschikbaar via de Publieke Dienst op de Kaart (PDOK). Het AHN bevat de maaiveldhoogte in m NAP van heel Nederland en wordt periodiek ingevlogen. Het AHN3 is de meest recente versie met een resolutie van 0,5x0,5 m en is voor Amsterdam-West ingevlogen in 2014.

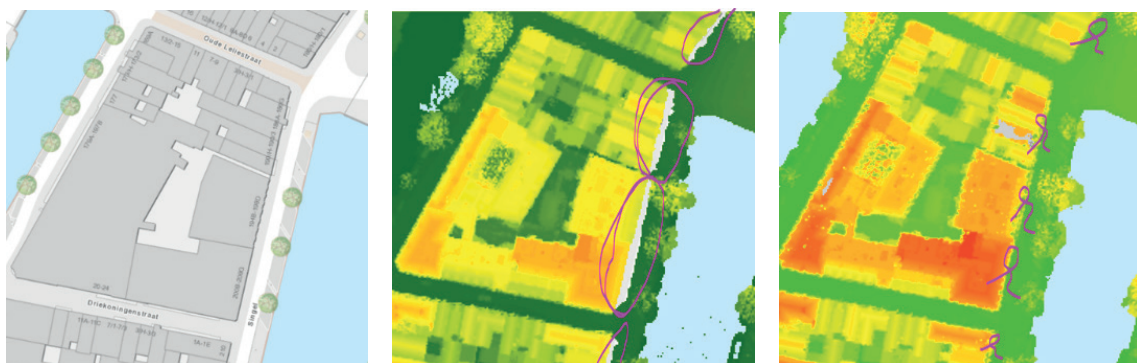
Het AHN wordt als puntenwolk ingevlogen en verwerkt¹⁴ tot twee rasters; de DSM en de DTM.

- DSM staat voor Digital Surface Model en bevat naast het maaiveld alle natuurlijke en gebouwde elementen. Alle bomen en huizen zitten hier dus met hun werkelijke hoogte in.
- In het DTM, wat staat voor Digital Terrain Model, zijn alle natuurlijke en gebouwde objecten uit de hoogtekaart gefilterd. Op deze locaties zijn niet altijd voldoende punten beschikbaar om een maaiveldhoogte af te leiden; onder een boom zijn wellicht wel een aantal punten beschikbaar, maar onder een huis of auto vanzelfsprekend niet. De locaties zonder maaiveldhoogte komen in deze kaart terug als gaten of 'nodata'.

Het hoogtemodel gebruikt voor de 3Di modellering en het bepalen van de waterdiepte is gebaseerd op het DTM van de AHN3. Kleine gaten van bomen of auto's zijn lineair dicht geïnterpoleerd. De gaten die ontstaan door huizen zijn in het 3Di model niet opgevuld i.v.m. het type model. Ook alle wateroppervlakken zijn in het hoogtemodel dicht geïnterpoleerd.

Tijdens het eerste overleg heeft Tauw de zorg geuit dat dicht langs panden hoogtekaart (AHN2) niet correct is geïnterpoleerd. Door de hoek waaronder de AHN wordt ingevlogen ontstaat een soort schaduw achter hoge panden waar geen hoogtemeting beschikbaar is. Doordat AHN parallel wordt ingevlogen is wordt in de meeste gevallen deze schaduw door de volgende strook wel opgevuld. Alleen bij smalle straten met hoge panden die parallel lopen aan de richting van het invliegen blijft mogelijkwerwijs een schaduw over waardoor de hoogte van de straat niet betrouwbaar kan worden ingevlogen. De interpolatie om kleine gaten te vullen zou het maaiveld onterecht naar beneden trekken. Uit enkele voorbeelden blijkt dat de eerder geregistreerde fouten uit het AHN2 in de AHN3 zijn opgelost.

FIGUUR 12 VOORBEELD VAN LOCATIE (TUSSEN HERENGRACHT EN SINGEL, WEST VAN CENTRUM) WAAR INTERPOLATIE LANGS PANDEN IN AHN2 (MIDDEN) NIET GOED GAAT MAAR IN AHN3 (RECHTS) WEL

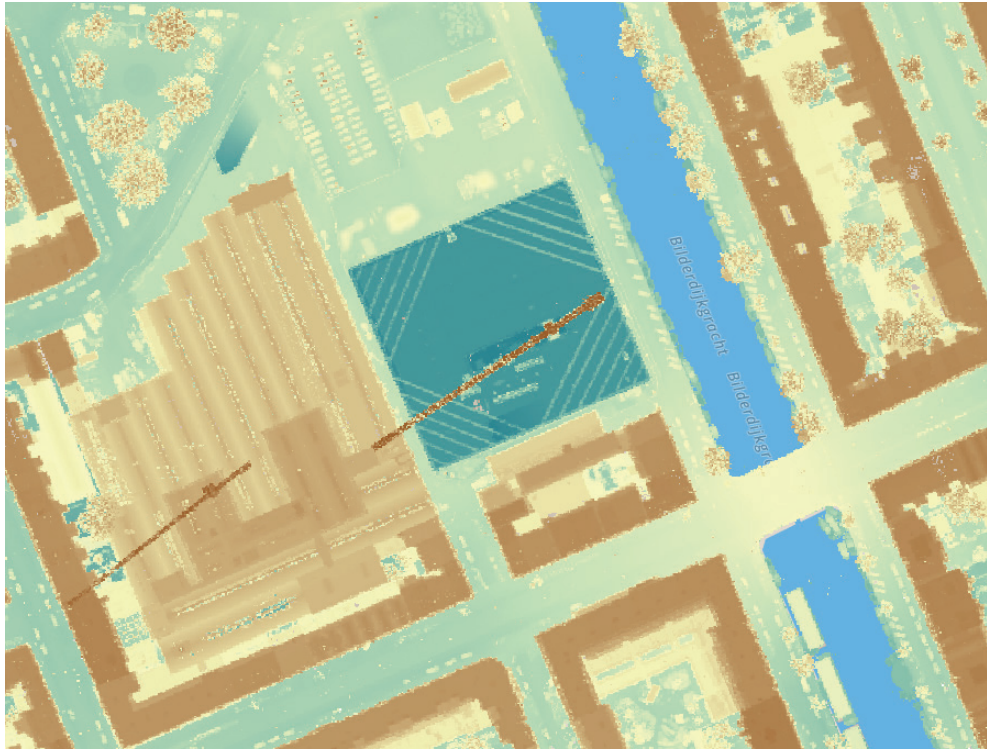


¹⁴ Details over de gebruikte methodes zijn beschikbaar via de stichting AHN.

4. BAG PANDEN

In de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) zijn de ligging en een aantal kenmerken van alle gebouwen in Nederland geregistreerd. Belangrijk kenmerk van de gebouwen is of ze in gebruik zijn of niet. In dit onderzoek gebruiken we alleen panden die in 2014 de status 'in gebruik' of 'in gebruik (niet ingemeten)' hadden. Hierdoor valt onder andere een pand aan de Bilderdijkkade uit de selectie (Zie figuur hieronder). Ten tijde van het invliegen van de AHN3 werd op deze locatie gebouwd. De bouwkuip zorgt voor een lage maaiveldhoogte en overschatting van inundatie. Door panden zoals deze niet te gebruiken worden toevallige fouten in de geschatte schade als gevolg van mismatches voorkomen.

FIGUUR 13 VOORBEELD VAN BOUWKUIP AAN DE BILDERDIJKKADE IN DE AHN3 (2014)



BIJLAGE B

METHODE NELEN & SCHUURMANS

WATERSCHADESCHATTER

De waterschadeschatter schat schade als gevolg van inundatie van het maaiveld. De waterschadeschatter is ontwikkeld in samenwerking met de STOWA in 2011 en is toegankelijk via waterschadeschatter.nl. De methode is geïjkt op het schatten van de schade op grote schaal (polder, peilgebied). De resultaten worden gebruikt voor vergelijkende studies, veelal in het kader van NBW-studies en het bepalen van effectiviteit van maatregelen in het watersysteem. De waterschadeschatter wordt vooral gebruikt door waterschappen en adviesbureaus in opdracht van de waterschappen.

De invoer en uitkomsten van de schadeschatter zijn flexibel en op hoog detailniveau beschikbaar. De methode werkt op landelijk en stedelijk gebied. Hierdoor zijn de schattingen ook voor individuele panden beschikbaar in de uitvoer. De methode is echter niet geïjkt op het gebruik op deze schaal.

1. INVOER

De invoer in de waterschadeschatter bestaat uit een waterstand, hoogtekaart, landgebruikskaart en bijbehorende schadetabel. De gebruiker dient een raster met een waterstand te uploaden naar de website. Voor de overige invoer zijn standaardwaarden beschikbaar en heeft de gebruiker de mogelijkheid om zijn eigen gegevens aan te bieden. Alle standaardwaarden zijn te downloaden en aan te passen waardoor de methode ook voor een niet GIS-expert-gebruiker flexibel is.

De invoerbestanden waterstand, hoogtekaart en landgebruikskaart zijn rasters. De hoogtekaart en landgebruikskaart zijn beschikbaar gesteld door de STOWA voor heel Nederland. De hoogtekaart is gebaseerd op de AHN en de landgebruikskaart onder andere op de BAG. De kaart met waterstanden bepaald voor welk gebied de schade geschat wordt.

De schadefuncties in de STOWA Waterschadeschatter bestaan uit geschatte schadebedragen bij een gegeven waterdiepte. Voor een waterdiepte van 0,30 m zijn de maximale herstel- en schoonmaakkosten voor een gemiddelde woning geschat. De schade neemt tussen 0 en 0,30 m waterdiepte via een aantal stappen toe. Deze stappen zijn aangeduid met een schadefactor; een factor tussen 0 en 1 die aangeeft welk percentage van de maximale schade wordt geschat bij een gegeven waterdiepte. Tussen deze stappen wordt lineair geïnterpoleerd.

De maximale schade en de schadefactoren bij bijbehorende waterdieptes zijn verwerkt in de schadetabel. In deze tabel zijn deze waarden voor elk landgebruikstype weergegeven. Het landgebruikstype is aangegeven met een code en een omschrijving.

2. WERKWIJZE

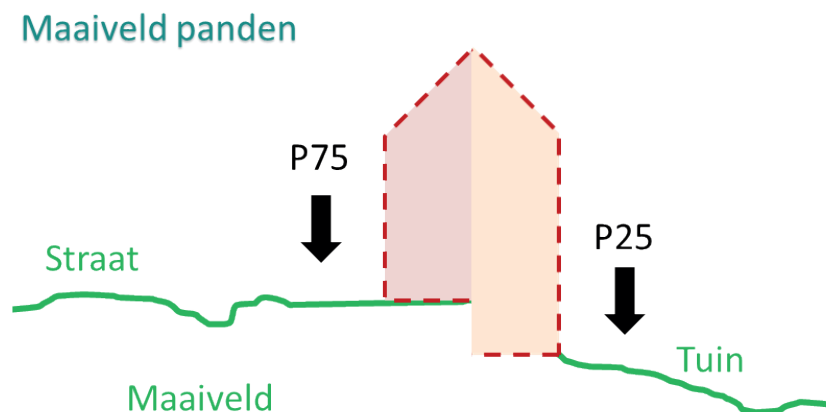
Door de verschillende invoermogelijkheden kan de waterschadeschatter op verschillende manieren worden gebruikt. Uit ervaring blijkt dat de meeste gebruikers de standaard beschikbare hoogtekartaart, landgebruik en schadetabellen gebruiken. Voor een nauwkeurige schatting zijn er echter veel mogelijkheden om zelf betere onderliggers te gebruiken. In dit onderzoek vergelijken we daarom de geschatte schade met standaard invoer met een aantal varianten in de invoer.

De paragrafen hieronder beschrijven de verschillende invoer en verschillende mogelijkheden voor het verfijnen hiervan. De meest gangbare combinatie van invoer vormt het basisscenario. De laatste paragraaf beschrijft welke varianten van invoer worden doorgerekend.

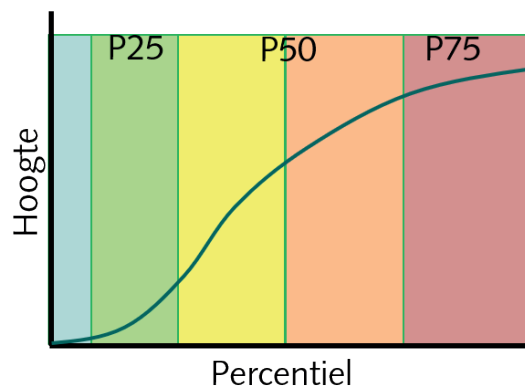
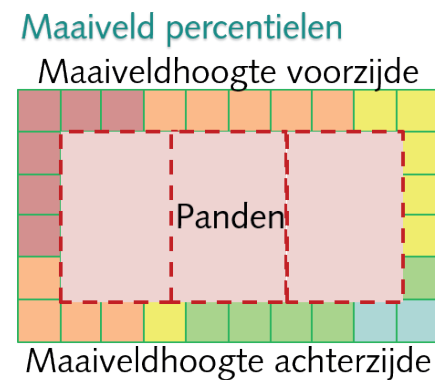
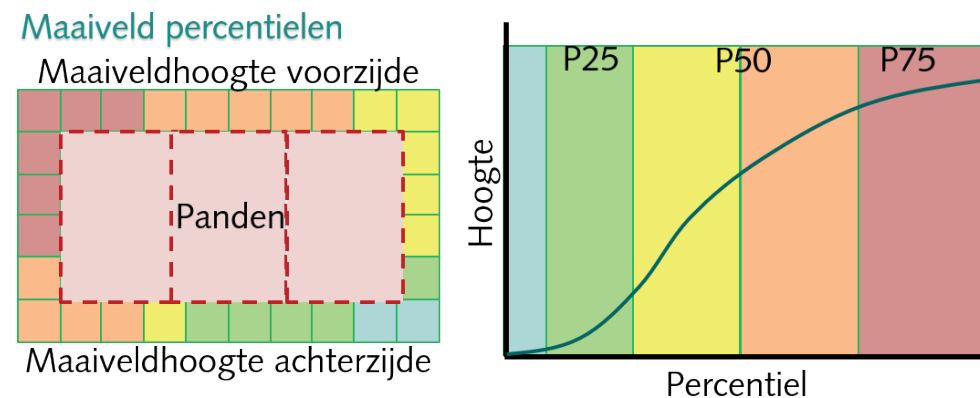
HOOGTEKAART VERWERKING IN DE WATERSCHADESCHATTER

De waterschadeschatter gebruikt de hoogtekartaart voor het bepalen van de inundatiediepte per pixel. In de waterschadeschatter is een standaard hoogtekartaart beschikbaar op een resolutie van 0,5x0,5 m en gebaseerd op de meest recente AHN. De DTM is gebruikt zoals geschreven hierboven. De panden zijn in deze hoogtekartaart opgevuld door het 75^e percentiel van de maaiveldhoogtes rondom elk pand te bepalen en hier een drempelhoogte van 15 cm bij op te tellen. Voor elk pand is de hoogte één vaste waarde. Zodra de waterstand boven deze hoogte komt wordt over het hele pand schade berekend.

FIGUUR 14

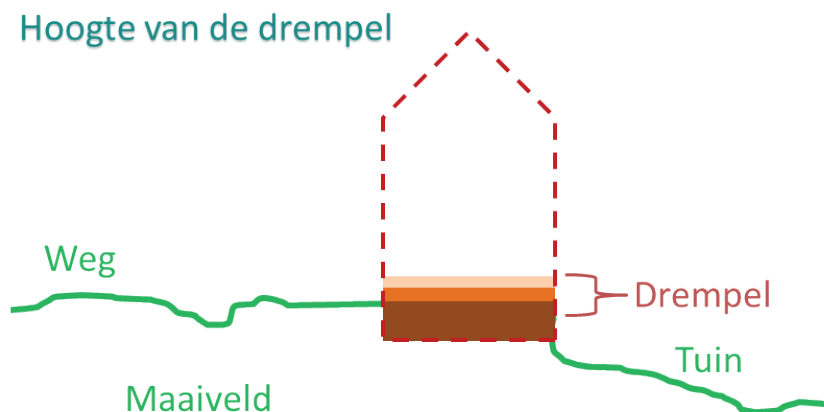
WEERGAVE VAN GEBRUIK HET GEBRUIK VAN HET 75^e OF 25^e MAAIVELDPERCENTIEL EN HET EFFECT OP DE HOOGTE IN HET PAND

FIGUUR 15

WEERGAVE VAN GEBRUIK HET GEBRUIK VAN HET 75^e OF 25^e MAAIVELDPERCENTIEL EN HET EFFECT OP DE HOOGTE IN HET PAND

FIGUUR 16

WEERGAVE VAN HET GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE DREMPELHOOGTEN EN HET EFFECT OP DE HOOGTE IN HET PAND



De geschatte schade is gevoelig voor de hoogte van het pand omdat dit bepaald of er wel of geen schade wordt berekend. Door de constante waarde per pand geldt bovendien dat bij inundatie direct het hele pand schade ondervindt. In het verleden heeft Nelen & Schuurmans de maaiveld- en drempelhoogtes van panden in Rotterdam en Schiedam onderzocht. Dit onderzoek beperkt zich tot visuele inspectie op Google Streetview en enkele eenvoudige metingen. Op basis van deze observaties is het 75^e percentiel en de 15 cm drempelhoogte gekozen. Nelen & Schuurmans beschikt op dit moment niet over betere informatie voor het verfijnen van deze keuze.

Om de gevoeligheid van de schade voor de hoogte per pand in Amsterdam te onderzoeken wordt de drempelhoogte en het gebruikte percentiel gevarieerd. De basisvariant gebruikt de standaard hoogtekaart zoals die hierboven is beschreven. Verder schatten we de schade voor een drempelhoogte van 10 en 5 cm en 20 cm en gebruiken we het 50^e en 25^e percentiel van de maaiveldhoogte.

LANDGEBRUIKSKAART

De waterschadeschatter beschikt over een standaard landgebruiksk kaart voor heel Nederland. Deze kaart is gebaseerd op de TOP10NL, BAG, LGN en BRP¹⁵. In 2017 heeft Nelen & Schuurmans een nieuwe landgebruiksk kaart gemaakt gebaseerd op de BGT, BAG en BRP. Deze kaart is met name voor infrastructuur veel nauwkeuriger en bevat actuele gegevens van panden uit de BAG en verbouwde gewassen. Vanaf 2018 wordt deze kaart jaarlijks geüpdatet. De waterschadeschatter biedt daarnaast de mogelijkheid om een eigen landgebruiksk kaart te gebruiken.

In dit onderzoek zijn we geïnteresseerd in de situatie in 2014 en met name in de schade veroorzaakt aan panden. Voor dit onderzoek maken we daarom een eigen landgebruiksk kaart van een selectie van panden uit de BAG die in 2014 de status 'in gebruik' of 'in gebruik (niet ingemeten)' hebben.

15 Meer informatie over de exacte samenstelling van de landgebruiksk kaart op waterschadeschatter.nl.

FIGUUR 17

LANDGEBRUIKSKAART IN DE WATERSCHADESCHATTER



In dit onderzoek gebruiken we de standaard landgebruikskaat voor één van de varianten. De andere varianten, inclusief de basisvariant, worden steeds met de panden uit 2014 berekend om mismatches (periode of randeffecten) tijdens de validatie te voorkomen.

SCHADEBEDRAGEN

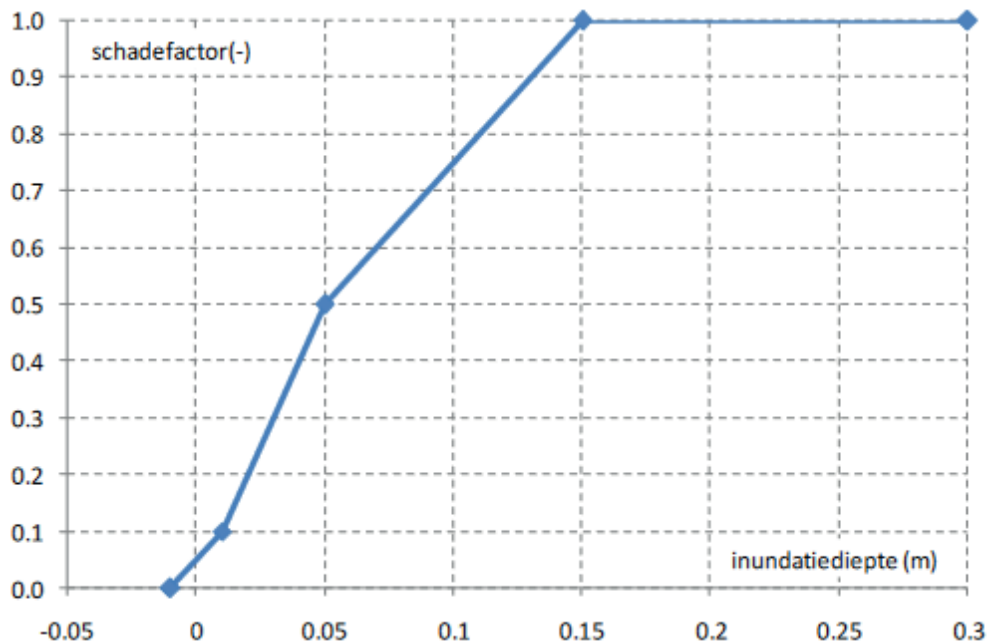
De schadetabel bestaat uit maximale schadebedragen en schadefactoren per landgebruikstype. De schadeberekening bestaat bovendien uit een directe en indirecte component. In de standaard schadetabel¹⁶ van de waterschadeschatter is er een beperkt onderscheid tussen de schadebedragen voor woningen, winkels of andere BAG gebruikstypen. Alleen cel, sport en overig hebben een lager schadebedrag. Ook de schadefactoren, de toename van de schade afhankelijk van de inundatiediepte, zijn voor alle typen gelijk.

Verder onderscheid naar gebruikstype (wonen/winkel) of bouwjaar gebruiken we hier niet. In de schadebedragen kan wel onderscheid gemaakt worden in verschillende gebruikstypen maar de schadebedragen bij waterdiepte tot 30 cm zijn voor alle gebruikstypen gelijk. Voor het gebruik van het bouwjaar om de schadebedragen (of drempelhoogte) te verfijnen beschikt de STOWA over onvoldoende informatie.

¹⁶ De gebruikte schadetabel is beschikbaar via https://www.waterschadeschatter.nl/static_media/schademodule/default/dt.cfg

FIGUUR 18

RELATIE SCHADEFACTOR EN INUNDATIEDIEPTE VOOR BEBOUWING



De waterschadeschatter biedt daarnaast de mogelijkheid om gemiddeld, hoge of lage schadebedragen te gebruiken. Meestal gebruikt men gemiddelde schadebedragen en dit is ook hier de basisvariant. De lage en hoge schadebedragen vormen twee varianten.

Voor de duur van de inundatie gebruiken we in de basisvariant 1 dag. Er is één variant toegevoegd waarbij de duur van de inundatie op nul staat om het effect van de indirecte schade te beoordelen.

WATERSTANDSKAART

De waterstandskaart bevat de waterstand in m NAP waarvoor de schade geschat wordt. De waterstandskaart is meestal het resultaat van een modelberekening en bestaat uit een vlak dekkend raster met waterstanden per pixel. In dit onderzoek is dit de maximale waterstand gedurende de bui van 28 juli 2014. In 3Di behoort een raster met de maximale waterstand of diepte tot de standaard uitvoer. Ook hier zijn echter weer enkele varianten mogelijk.

De meest gangbare methode is om het raster met de maximale waterstand te gebruiken. Gecombineerd met de hoogtekaart berekend de waterschade de waterdiepte uit. Het gebruikte 3Di model is van het type hybride en berekent daardoor geen waterstand op panden. Om toch schade te kunnen berekenen is de maximale waterstand rond om een pand bepaald en gebruikt voor de schadeberekening. Dit is de standaard variant.

We identificeren daarnaast nog twee varianten:

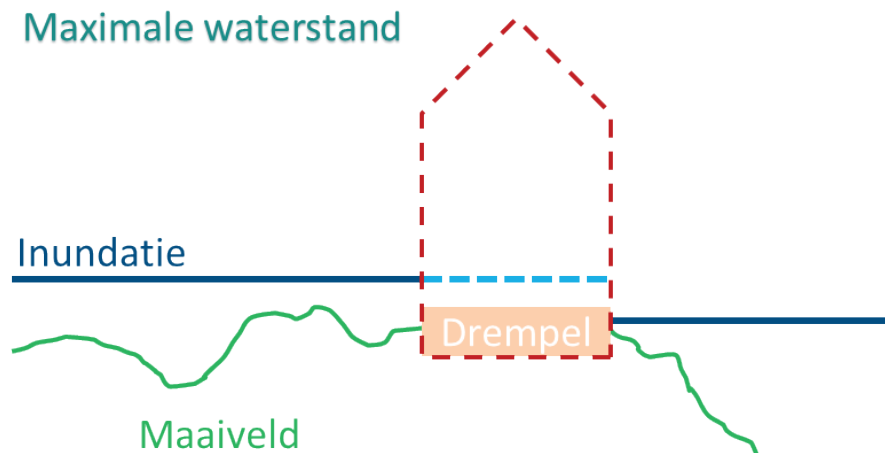
1. Lineaire interpolatie van de waterstand over het pand. In de meeste gevallen leidt dit tot interpolatie van de waterstand aan de voorzijde of straatkant en de achterzijde of tuinkant van een woning. Mede afhankelijk van de gebruikte hoogtekaart zal in een deel van het pand waterdiepte aanwezig zijn.
2. Maximale waterstand met een drempelwaarde voor het volume water tegen de gevel. De maximale waterstand wordt alleen gebruikt als de plas die tegen de gevel staat groter is dan een gekozen minimum. Deze methode gaat er van uit dat kleine, geïsoleerde plassen niet tot

wateroverlast in de panden leiden. Kleine, lokale verlagen in het maaiveld of modelartefacten worden zo gefilterd uit de schade schatting.

In dit onderzoek is het volume van de plas gedeeld door het oppervlak van het pand om een inundatiediepte in het pand te bepalen. Als minimale inundatiediepte is 2 cm gebruikt. Als de inundatiediepte voor een pand hoger is dan 2 cm wordt het pand gebruikt voor de schadeberekening. Vervolgens is wel de maximale waterstand tegen het pand gebruikt voor de schadeberekening. De keuze voor deze aanpak is gebaseerd op onze ervaring met de schade-schatter en het aanwijzen van kwetsbare panden in stedelijk gebied.

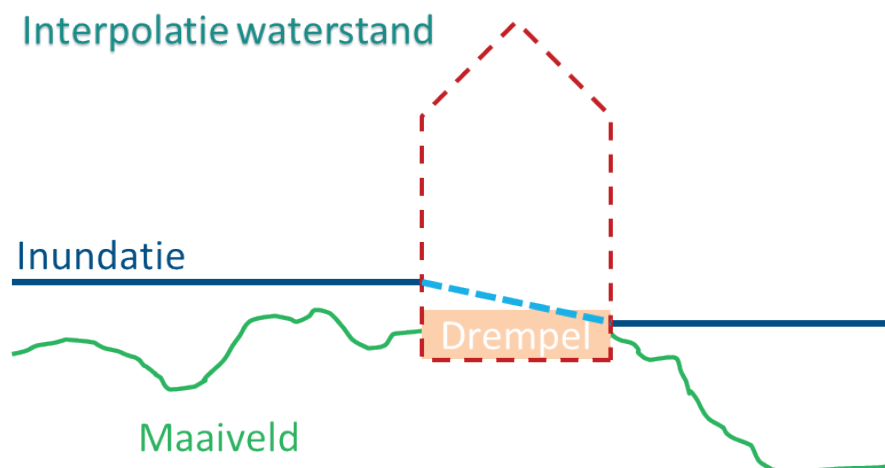
FIGUUR 19

WEERGAVE VAN GEBRUIK MAXIMALE WATERSTAND RONDOM PAND VOOR INUNDATIE IN PAND



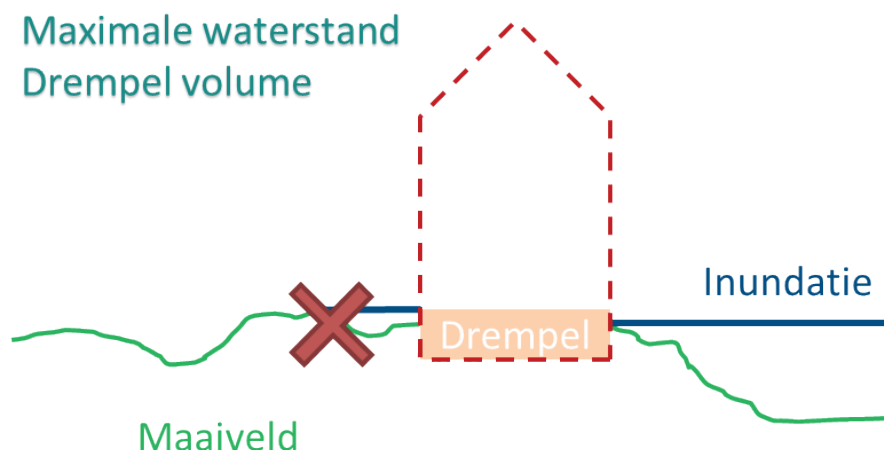
FIGUUR 20

WEERGAVE VAN GEBRUIK GEÏNTERPOLEERDE WATERSTAND RONDOM PAND VOOR INUNDATIE IN PAND. IN DIT VOORBEELD WORDT IN EEN DEEL VAN HET PAND INUNDATIE (EN DUS SCHADE) BEREKEND



FIGUUR 21

WEERGAVE VAN GEBRUIK DREMPELWAARDE IN VOLUME VOOR BEPALEN MAXIMALE WATERSTAND RONDOM EEN HUIS. DE PLAS LINKS WORDT NIET GEBRUIKT OM DE MAXIMALE WATERSTAND TE BEPALEN. DE INUNDATIE RECHTS WEL. IN DIT VOORBEELD LEIDT DEZE METHODE NIET TOT INUNDATIE (EN DUS SCHADE) IN HET PAND



3. VARIANTEN

De verschillende invoer zoals hierboven beschreven leidt tot een aantal mogelijke combinaties. In dit onderzoek worden niet alle mogelijke combinaties doorgerekend maar is een selectie gemaakt waarmee elke variant kan worden vergeleken met de basisvariant. De onderstaande tabel toont het overzicht van de varianten.

TABEL 10 OVERZICHT VARIANTEN INVOER

| Invoer varianten | Hoogtekaart | | | | | | Landgebruik | | Waterstand | | | Schadebedrag | | | Duur | |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------|-----------------|------------|-------------|---------------|
| | p75 + 0,15 | p75 + 0,10 | p75 + 0,05 | p75 + 0,20 | p25 + 0,15 | p50 + 0,15 | Standaard 2016 | BAG 2014 | Hoogste rondom per | Interpolatie rondom | Drempel- volume | Laag S1 | Gemiddeld S2 | Hoog S3 | 1 dag D1 | 0 dagen D0 |
| | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | L1 | L2 | W1 | W2 | W3 | | | | | |
| Basis | x | | | | | | | x | x | | | | x | | x | |
| Duur 0 | x | | | | | | | x | x | | | | x | | | x |
| Interpolatie | x | | | | | | | x | | x | | | x | | x | |
| Drempelvolumen | x | | | | | | | x | | | x | | x | | x | |
| Drempel 5 | | | x | | | | | x | x | | | | x | | x | |
| Drempel 10 | | x | | | | | | x | x | | | | x | | x | |
| Drempel 20 | | | | x | | | | x | x | | | | x | | x | |
| Percentiel 25 | | | | | x | | | x | x | | | | x | | x | |
| Percentiel 50 | | | | | | x | | x | x | | | | x | | x | |
| Landgebruik 2016 | x | | | | | | x | | x | | | | x | | x | |
| Laag scenario | x | | | | | | | x | x | | | x | | | x | |
| Hoog scenario | x | | | | | | | x | x | | | | | x | x | |

BIJLAGE C

METHODE TAUW

WOLKBREUKSCHADESCHATTER

De Wolkbreukschadeschatter heeft als doel om aan de hand van openbaar beschikbare gegevens en een waterdiepteraster een inschatting te maken van de waterschade binnen bevolkte kernen. Hierbij gaat het om een schadebeeld geschikt voor interpretaties op grootschaligere niveaus (stad, wijk of buurt). De methodiek is niet gemaakt om schades op individuele panden met zekerheid te kunnen benaderen, ook al worden schades op individuele panden berekend.

1. INVOER

Het model is zo gemaakt dat er binnen ArcGIS zelfstandig een waterschade analyse uitgevoerd kan worden. Hiervoor heeft de gebruiker een aantal bestanden nodig:

- De waterdiepte kaart, in dit geval de eerder omschreven 3Di model resultaten (rastereenheid moet los opgegeven worden, in dit geval “meter”)
- TOP10NL geodatabase, met de structuur zoals deze via PDOK gedownload wordt
- BAG geodatabase, met de structuur zoals deze via PDOK gedownload wordt
- Een gebiedsafbakening voor het interessegebied (shapefile)

Voor de ervaren gebruikers zijn er op verschillende locaties binnen het model mogelijkheden om de verschillende aannames aan te passen. Zoals bijvoorbeeld schadegetallen, drempelhoogtes en instroomafstand.

2. WERKWIJZE

De Tauw methode werkt op basis van de interactie tussen de eigenschappen van individuele panden en de aanwezigheid van water rondom het pand. De keuze om op deze manier het model op te bouwen is gemaakt omdat er aan de hand van openbare gegevens veel belangrijke variabele niet ingeschat kunnen worden. Zo zijn deuringangen, drempelhoogtes, vloerhoogtes binnen het pand, aanwezige objecten op de begane grond en dergelijke niet eenvoudig op grote schaal vast te stellen. De ligging van het gebouw geeft echter al wel veel informatie om middels *educated guesses* hier wil invulling aan te geven.

STEDELIJKE GEOGRAFIE (LANDGEBRUIK) BEPALING

De informatie over de openbare inrichting komen vanuit de TOP10 en het BAG-bestand. Hierbij is eveneens de eerdergenoemde selectie toegepast waarbij panden in 2014 moeten bestaan en in gebruik moeten zijn. Vanuit de TOP10 worden wegen, terrein typen, watergangen en andere omgevingsfactoren meegenomen.

PAND INFORMATIE:

De Wolkbreukschadeschatter gebruikt informatie over het pand zelf en de waterdiepte rondom het pand. Er zijn enkele pandeigenschappen van belang. Eigenschappen die inzicht geven over de mogelijkheid dat water kan binnenstromen, zoals het aantal mogelijke

instroomkanten, ingangen waar het water binnen kan stromen, bouwcategorie, gebruiksfunctie en de leeftijd van het pand.

GEBRUIKSFUNCTIE

Functie van een pand kan de shadeomvang en kwetsbaarheid beïnvloeden. Functies volgen uit de BAG. Voor panden met meerdere functies worden alle functies toegekend en wordt de volgende ordening in de stapeling van functies aangenomen. De laagste is op de begane grond.

| Functie | Begane grond |
|----------------------------|--------------|
| Winkel | 1 |
| Industrie | 2 |
| Gezondheid | 3 |
| Kantoor | 4 |
| Onderwijs | 5 |
| Sport | 6 |
| Bijeenkomst | 7 |
| Cel | 8 |
| Logies | 9 |
| Wonen | 10 |
| Overig > 25 m ² | 11 |
| Overig < 25 m ² | 12 |

BOUWCATEGORIE:

We gaan uit van drie typen panden: hoogbouw, laagbouw en overige functies (veelal schuren). Deze klassen volgen eveneens uit het BAG en zijn afhankelijk van het aantal functies binnen het pand, het pand formaat en de individuele functie. De schade per pandoppervlak hangt af van deze typologie.

INSTROOMKANS OP HOEVEELHEID GEVEL

De instroomkans is afhankelijk van de verhouding tussen het aantal muren, zoals zichtbaar vanaf de buitenzijde ($L_{\text{buitenmuur}}$), en het totaal aantal muren (L_{huis}). Deze verhouding noemen we de fractie Gevel (Fr_{Gevel})

$$Fr_{\text{gevel}} = \frac{L_{\text{buitenmuur}}}{L_{\text{huis}}}$$

Voor informatie over de mogelijke ingangen van het aandeel van het pand waar geen water binnen kan komen. Hier wordt gebruik gemaakt van een aanname wat het absolute aantal ingangen is (aanname: 4 meter) of een minimaal fractie van ingangen (aanname: 0,85), dit is voornamelijk relevant voor grote panden. Deze verhouding noemen we de fractie Muur (Fr_{Muur}).

$$Fr_{\text{muur}} = 1 - \frac{(L_{\text{buitenmuur}} + L_{\text{ingang}})}{(L_{\text{buitenmuur}})}$$

PANDLEEFTIJD

De leeftijd van het pand is relevant voor de hoogte van de drempel en de aanwezigheid van de souterrains. Deze aannames zijn gedaan op basis van een steekproef aan de hand van Cyclomedia streetview foto's waarmee exacte afstanden in de foto gemeten kunnen worden. Deze steekproef hebben we teruggebracht naar drie verschillende hoogteklassen:

| Bouwperiode | Drempel | | | | Spouwrooster | | | | | Souterrain | | | | | |
|-------------|---------|------|------|----------------|--------------|------|------|---------|------|-------------------------------|------|---------------------|------|--------|---------|
| | 0 cm | 0-10 | 0-11 | Trap naar deur | 0-12 | Raam | 0-13 | Koekoek | 0-14 | Overlap (zowel trap als raam) | 0-15 | Totaal % souterrain | 0-16 | 0-10cm | > 10 cm |
| <1550 | 25% | 0% | 10% | | 5% | | 5% | | 0% | | 20% | | 70% | | 5% |
| 1550-1850 | 15% | 5% | 15% | | 15% | | 0% | | -5% | | 25% | | 70% | | 15% |
| 1850-1900 | 25% | 20% | 0% | | 0% | | 5% | | 0% | | 5% | | 60% | | 15% |
| 1900-1925 | 10% | 60% | 0% | | 5% | | 0% | | 0% | | 5% | | 75% | | 15% |
| 1925-1940 | 5% | 70% | 0% | | 5% | | 0% | | 0% | | 5% | | 55% | | 40% |
| 1940-1970 | 30% | 15% | 5% | | 5% | | 0% | | 0% | | 10% | | 50% | | 20% |
| 1970-1995 | 15% | 65% | 0% | | 0% | | 0% | | 0% | | 0% | | 70% | | 15% |
| > 1995 | 15% | 45% | 0% | | 5% | | 0% | | 0% | | 5% | | 65% | | 20% |

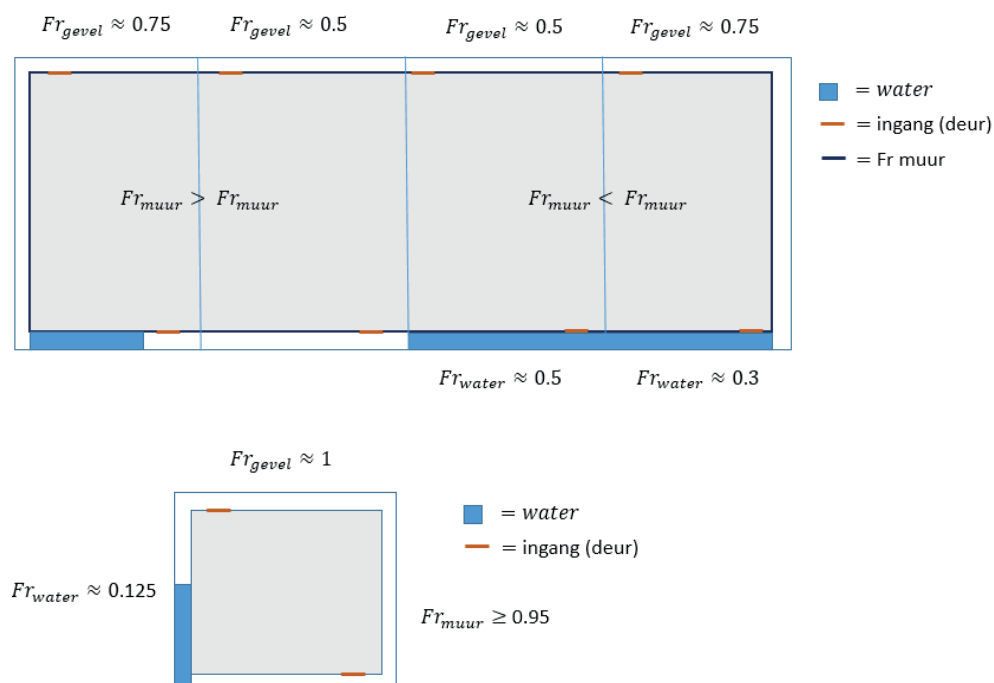
WATERINFORMATIE:

De waterdiepte in de 1 meter brede strook rondom het pand bepaalt de kans op instroom van water. Aan de hand van het wateroppervlak in die strook bepalen we de fractie van de omgeving rondom het pand dat onder water staat en het deel dat droog is. Dit noemen we de fractie Water (Fr_{Water}).

$$Fr_{water} = \left(\frac{Opp_{water}}{Opp_{buffer}} \right)$$

Naast de Fr_{Water} wordt de waterdiepte gebruikt om enerzijds middels de drempelhoogte aan te geven of het water binnen kan komen. In een later stadium wordt deze diepte ook gebruikt om te bepalen hoe ver het water binnen kan stromen en welk deel van het pand daarmee onder water komt te staan. Hier volgt later meer over.

Visueel zien de bovengenoemde fracties er als volgt uit:



In de afbeelding is te zien dat de pandeigenschappen ervoor zorgen dat hoekhuizen en losstaande panden een grotere hoeveelheid gevels (Fr_{Gevel}) en "niet ingangen" (Fr_{Muur}) hebben dan bijvoorbeeld de middenwoningen.

KANS OP WATEROVERLAST:

De wateroverlastberekeningen worden in verschillende stappen uitgevoerd. Eerst de algemene kans. Daarop volgen een aantal aanpassingen die deze kans kunnen beïnvloeden, zoals souterrains. Vervolgens wordt er gekeken naar de mate waarmee het water dan binnen kan stromen en uiteindelijk wordt hier een schade aan toegekend.

Schadekansindicatie (Fr_{Norm}):

Op basis van bovenstaande informatie over de objecten en de waterdiepte volgt per object een kans op schade, weergegeven als fractie:

$$Fr_{waterschade\ normaal} = \frac{Fr_{Water} * (Fr_{Gevel} * 4)}{Fr_{Muur}}$$

Deze schadekansindicatie is een getal tussen 0 en 1.

Invloed souterrain:

Mits er een souterrain aanwezig is wordt bij overschrijding van de drempelhoogte direct een volledige schadekans toegekend.

$$Fr_{schadekansindicatie} = ((1 - Fr_{souterrain}) * Fr_{waterschade\ normaal}) + Fr_{souterrain}$$

De aanwezigheid van souterrains staat in de gebouwinformatie tabel X.

Geluksfactor:

Water tegen een deur of raam hoeft niet direct tot wateroverlast te leiden. Een goed sluitende deur, een halletje zonder kwetsbare objecten, alerte bewoners met de juiste spullen kunnen mogelijk voorkomen dat er schade optreedt. Dit noemen we de geluksfactor. Om in de berekeningen mee te spelen.

De geluksfactor stelt dat

$$Fr_{schadekansindicatie} = Fr_{schadekansindicatie} * (1 - Fr_{geluk})$$

De waarde van deze geluksfactor is een arbitraire keuze.

GEVOLG VAN WATEROVERLAST:

Naast de kansindicatie is het ook belangrijk om te kijken naar het de mogelijke omvang van de schade. Hierbij gaat het om de mate waarin het water een pand binnen kan stromen.

De binnenstroom is afhankelijk van de waterdiepte rondom het pand en wordt bepaald door:

$$20 * H_{mean} = L_{instroom}$$

Het water rondom het pand wordt afhankelijk van de diepte van het water “opgeblazen”. Op deze manier ontstaat er een natoppervlak binnen het pand. Het totale natte oppervlak kan nooit groter zijn dan het totale oppervlak van het pand zelf. Op deze manier maakt het ook uit waar het water aanwezig is ten opzichte van het pand.

SCHADE DOOR WATEROVERLAST:*Schadebedragen direct*

We hanteren voor verschillende functies verschillende bedragen. De getallen zijn gekozen op basis van (STOWA, 2013) en vanuit Achmea. De bijdrage van deze bedragen zijn afhankelijk van de eerdergenoemde functies. De algemene uitgangspunten voor de directe schade zijn:

TABEL

KWANTIFICERING DIRECTE SCHADE

| Functie | Schade categorie (direct) | Gem | Min | Max | Eenheid |
|--|------------------------------|-----|-----|-----|------------------|
| Winkel, Industrie, Gezondheid, Kantoor, Onderwijs, Sport, Bijeenkomst, Wonen, Logies | Hoog | 250 | 150 | 350 | €/m ² |
| Cel, Overig > 25 m ² | Laag | 50 | 25 | 75 | €/m ² |
| Overig < 25 m ² | (Zeer) laag | 50 | 25 | 75 | €/m ² |

Op veel plekken zijn de bovengenoemde kentallen (zie tabel 3.1) niet realistisch, omdat er bijvoorbeeld geen parketvloer aanwezig is. Een alternatieve kostenbepaling komt vanuit de schadeclaims als gevolg van de hevige regenbui op 28 juli 2015. Er zijn bij Achmea 107 meldingen binnen gekomen met een gemiddelde schadeclaim van € 3.218,00 per incident. Als er wordt aangenomen dat dit gaat om een prijs voor een woning van 50 m² dan komt dit uit op een prijs van 70 €/m² en is daarmee veel lager dan de schatting gebruikt in (STOWA, 2013). Hierbij is echter de definitie van een incident niet duidelijk en gaat het enkel om woonhuizen.

Indirecte schade:

De indirecte schades zijn afhankelijk van het gebruik van de binnen ruimte. Voor verschillende functies kan de duur van de reparatie zorgen voor gemiste inkomsten, zoals bedrijven. Voor andere functies gaat dit meer om een overlast die wordt ondervonden maar heeft dit geen directe invloed voor de inkomsten.

TABEL

KWANTIFICERING INDIRECTE SCHADE

| Functie | Schade categorie (indirect) | Gem | Min | Max | Eenheid |
|---|--------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------|
| Winkel, Industrie, Gezondheid, Kantoor, Onderwijs, Sport | Hoog | 80 | 40 | 120 | €/m ² /dag |
| Bijeenkomst, Cel, Logies, Wonen, Overig > 25 m ² | Laag | 10 | 5 | 15 | €/m ² /dag |
| Overig < 25 m ² | (Zeer) laag | 0 | 0 | 0 | €/m ² /dag |

Invloed drempel (schadefuncties STOWA):

Als water binnenstroomt passen we reductiefactor toe. Deze komt overeen met de schade-functie vDeze komt overeen met invloed voor de inkomsten.te die wordt ondervonden maar is dit inkomsten onafhankelijk van STOWA (f(STOWA), figuur N&S) voor waterdiepten kleiner dan 15 cm. Voor woonhuizen is voor Amsterdam op basis van een veldinventarisatie per bouwperiode een verdeling van kans op drempelhoogten bepaald (zie tabel...). Dit wordt verrekend in de kans op instroom.

Schadecorrectie hoogbouw:

We nemen aan dat hoogbouw op een andere manier schade ondervindt. Mede omdat de begane grond over het algemeen minder te beschadigen objecten bevat en dat herstelmaatregelen op een grootschaligere wijze opgelost kunnen worden. Dit brengt een efficiëntie met zich mee. De basis aanname die we hanteren is 25% van de directe schade voor laagbouw.

TOTAAL SCHADE FUNCTIE

Uiteindelijk komen alle bovenstaande functies bij elkaar om de schade te bepalen.

$$\text{Schade}_{\text{object}} = \text{Schadekansindicatie}_{\text{object}} * \text{Schadebedrag}_{\text{object}} * f(\text{stowa}) * \text{natoppervlak}_{\text{object}}$$

BIJLAGE D

WATERDIEPTEKAART PER DEELGEBIED

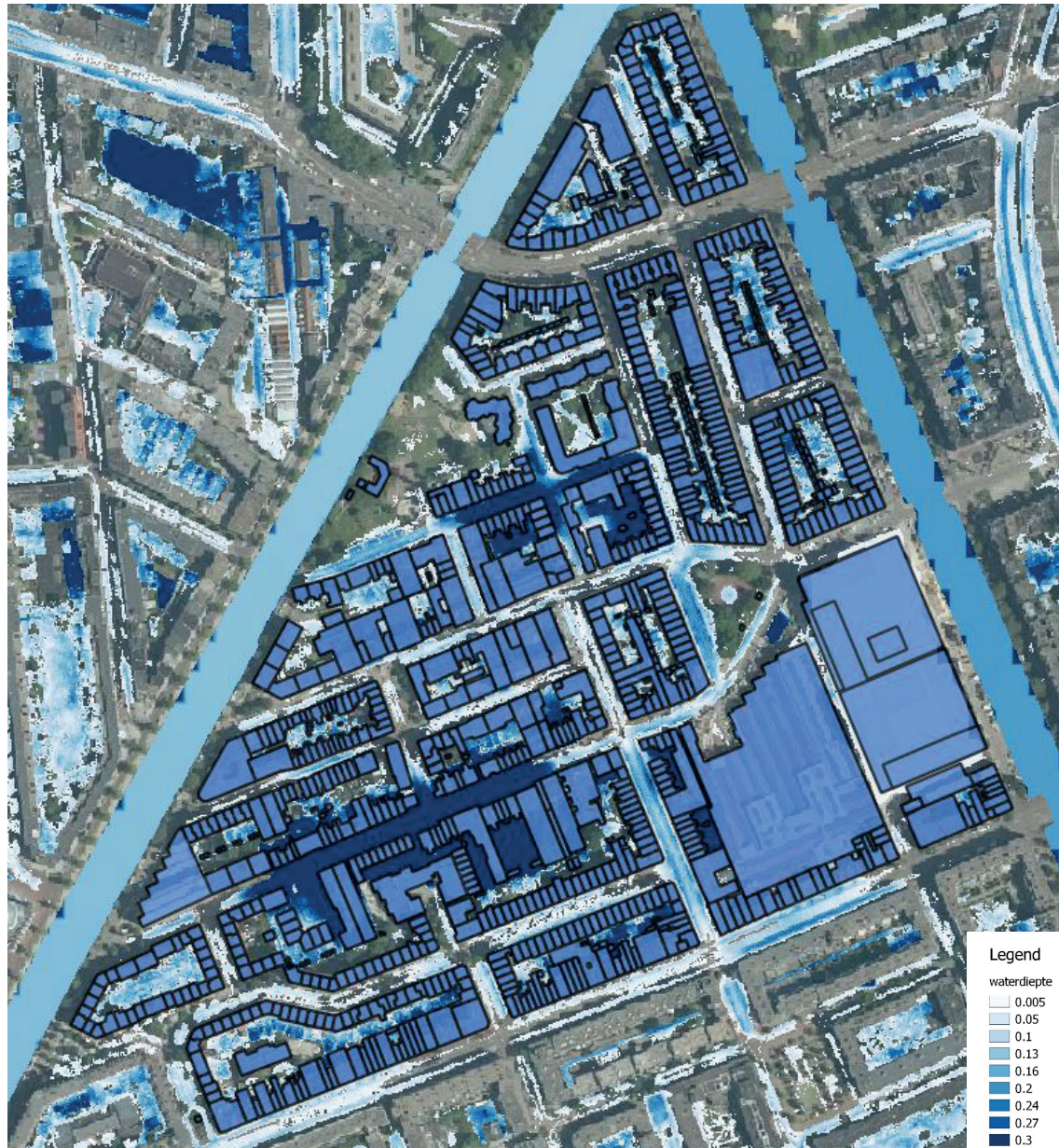
1. BOS EN LOMMER



2. ADMIRALENBUURT



3. OUD-WEST



4. STADIONBUURT NOORD



5. STADIONBUURT ZUID

