

Opdrachtgever:

STOWA



WaterSchadeSchatter (WSS)

gebruikershandleiding

definitief

DISCLAIMER

Deze WaterSchadeSchatter is ontwikkeld ten behoeve van een beleidmatige afweging van maatregelen voor het voorkomen van schade door inundatie. De WaterSchadeSchatter is niet geschikt voor het ex ante bepalen van de schade bij een wateroverlastgebeurtenis voor bijvoorbeeld een schaderegeling.

Project:

WaterSchadeSchatter (WSS)

Opdrachtgever:

STOWA
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

gebruikershandleiding

definitief

Projectgegevens:

Dossier : M0183, R0127

Datum : 8 juni 2017

Nelen & Schuurmans
Postbus 1219
3500 BE Utrecht
Tel. 030 - 2330200

WWW.NELEN-SCHUURMANS.NL

KVK, UTRECHT 30152280

Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Nog mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.



Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| 1 Inleiding | 2 |
| 1.1 Achtergrond | 2 |
| 1.2 Doel van het project | 2 |
| 1.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden | 2 |
| 1.4 Leeswijzer | 3 |
| 2 WaterSchadeSchatter | 4 |
| 2.1 Web-based applicatie | 4 |
| 2.2 Stap 1 van 2: Algemene gegevens | 4 |
| 2.3 Stap 2 van 2: Kaarten met waterstanden uploaden | 5 |
| 2.3.1 Eenvoudige schadeberekening met één kaart | 5 |
| 2.3.2 Schadeberekeningen met meerdere kaarten | 7 |
| 2.3.3 Risicokaarten en batenkaarten | 8 |
| 3 Hoogtekaart en landgebruik | 10 |
| 3.1 Hoogtekaart AHN2 | 10 |
| 3.2 Samengestelde landgebruikskaart | 11 |
| 4 Berekeningen, schadebedragen en schadefuncties | 14 |
| 4.1 Berekeningen | 14 |
| 4.2 Schadebedragen | 16 |
| 4.2.1 Schadebedragen bebouwing | 17 |
| 4.2.2 Schadebedragen infrastructuur | 17 |
| 4.2.3 Schadebedragen gewassen | 18 |
| 4.3 Schadefuncties | 20 |
| 4.3.1 Schadefuncties bebouwing | 20 |
| 4.3.2 Schadefuncties wegen | 21 |
| 4.3.3 Schadefuncties gewassen | 22 |
| 5 Resultaat van een berekening | 24 |



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De afgelopen jaren is in Nederland veel aandacht besteed aan de risico's van wateroverlast door extreme neerslag. De discussies tussen betrokken overheden over de eisen die aan de waterhuishouding moeten worden gesteld, hebben geleid tot een normenstelsel voor regionale wateroverlast; variërend van 1x10 jaar voor grasland tot 1x100 jaar voor stedelijk gebied. Nu de afgelopen jaren de grootste wateroverlastknelpunten zijn opgelost, komen we in een situatie terecht waarbij de NBW-normen kunnen knellen. Dat zijn met name situaties waarbij de kosten van maatregelen om aan de norm te voldoen gevoelsmatig niet meer in verhouding staan tot de baten. Voor deze situaties is het zinvol om de kosten en baten van wateroverlastmaatregelen gedetailleerd in kaart te brengen. De kosten volgen daarbij uit de maatregelen die worden voorgesteld. De baten moeten worden berekend. Hiervoor is een schademodel nodig dat een relatie legt tussen de optredende wateroverlast en de schade die ontstaat aan gebouwen, infrastructuur en gewassen. De baten zijn dan gelijk aan de met de maatregelen voorkomen schade. Voor het bepalen van schade door regionale wateroverlast ontbrak tot op heden een breed gedragen schademodel. De STOWA heeft daarom het initiatief genomen voor het bouwen van dit model. Dit document is de gebruikershandleiding van de WaterSchadeSchatter (WSS). De WaterSchadeSchatter is gebouwd door Nelen & Schuurmans en Deltares. Het project werd begeleid door een begeleidingscommissie:

- Dolf Kern (Hoogheemraadschap van Rijnland)
- Joost Heijkers (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)
- Michiel Nieuwenhuis (Waterschap Vallei en Eem)
- Gijs Bloemberg (Hoogheemraadschap van Delfland)
- Durk Klopstra (Stowa)

1.2 Doel van het project

Doel van het project is het ontwikkelen van een praktisch toepasbaar en breed gedragen standaard schademodel voor regionale wateroverlast. Dit schademodel moet kunnen worden gebruikt bij kosten-baten analyses van verbeteringsmaatregelen.

Dit rapport beschrijft de achtergrond van het schademodel. Dit rapport kan echter niet los gezien worden van de gebouwde website www.waterschadeschatter.nl. De softwareapplicatie en documentatie is namelijk volledig web-based gemaakt en draait via internet op een server in Amsterdam.

Voorliggend rapport is geschreven in januari 2013 en voor het laatst geüpdateet in mei 2017. De verwachting is dat het schademodel en de documentatie regelmatig worden aangevuld. De laatste versie van de software en documentatie staan altijd op de website www.waterschadeschatter.nl.

1.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Vóór de start van het project zijn verschillende randvoorwaarden en uitgangspunten geformuleerd waaraan de WaterSchadeSchatter (WSS) moest voldoen:

- Het schademodel is alleen bedoeld voor het bepalen van schade door inundatie en niet voor het bepalen van schade door hoge grondwaterstanden;
- Het schademodel moet aansluiten op de werkwijze die door de waterschappen wordt toegepast voor het toetsen van regionale watersystemen;



- Voor de schadefuncties in het schademodel wordt geen nieuwe onderzoek gedaan, maar gebruik gemaakt van bestaande kennis;
- Deze schadefuncties moeten wel toekomstbestendig zijn. Hiermee wordt bedoeld dat de schadefuncties moeten kunnen worden aangepast als er nieuwe kennis of nieuwe inzichten beschikbaar komen;
- De schadefuncties moeten kunnen werken met de huidige en met de toekomstige wateroverlastmodellen. De verwachting is dat het op termijn mogelijk wordt om op een veel gedetailleerder niveau dan nu gebruikelijk is simulaties uit te voeren met hydrologische modellen. Concreet betekent dit dat het schademodel zowel bij een grof (100m x 100 m), maar ook bij een gedetailleerd inundatiemodel (0,5 m x 0,5 m) moet kunnen werken.
- Bij het bepalen van de schade moet niet alleen de diepte, maar ook de duur van de wateroverlast en de datum (periode in het seizoen) meegenomen worden in de schadebepaling.
- Het schademodel moet vrij beschikbaar zijn voor alle medewerkers van waterschappen, gemeenten en adviesbureaus en ook voor niet-expert gebruikers eenvoudig te gebruiken zijn;
- Bij de te maken keuzes voor het bepalen van de schade en de baten van maatregelen, wordt rekening gehouden met de OEI-leidraad.
- Het schademodel moet bij voorkeur consistent zijn met HIS SSM.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bestaat uit een algemene toelichting over de werking van de WaterSchadeSchatter. De landgebruikskaart en hoogtekaart zijn beschreven in Hoofdstuk 3. Als laatste geeft Hoofdstuk 4 een onderbouwing van de gebruikte schadebedragen en schadefuncties en in Hoofdstuk 5 zijn de resultaten beschreven.



Figuur 1-1 Ondergelopen kavels in Groningen in januari 2012



2 WaterSchadeSchatter

2.1 Web-based applicatie

Voorliggend hoofdstuk beschrijft de WaterSchadeSchatter (WSS). Het vertrekpunt bij de ontwikkeling van de WSS was een gebruiksvriendelijke web based applicatie, waarin voor alle gebruikte uitkomsten de schade kan worden bepaald in overeenstemming met een set schadefuncties en schadebedragen.

Gekozen is voor een web based applicatie, zodat - zonder het installeren van software - het programma door iedereen met internet gebruikt kan worden. Bijkomend voordeel is dat een ieder die een berekening uitvoert, altijd de laatste versie van het model gebruikt.

Hierdoor maakt het niet uit wie de berekening uitvoert en zijn berekeningen ook tussen waterschappen onderling vergelijkbaar.

Een gebruiker kan een berekening starten door zijn bestand(en) te uploaden naar de website www.waterschadeschatter.nl. Voor het uitvoeren van de berekening is op een professioneel server-park nabij Schiphol een 4-tal servers ingericht. Het gebruik van internet en een server-park in plaats van een lokaal geïnstalleerde programma heeft verschillende belangrijke voordelen:

- Snellere berekeningen door parallel inzetten van rekenkracht. De geïnstalleerde rekenkracht op het server-park maakt dat de berekeningen parallel op meerdere processoren tegelijk kunnen worden uitgezet, waardoor de berekeningen vele malen sneller kunnen worden uitgevoerd dan op een desktop PC;
- Doordat de WaterSchadeSchatter op één centrale locatie is geïnstalleerd is versiebeheer eenvoudig. Iedereen die een berekening uitvoert, gebruikt dan ook altijd de laatste versie van de landgebruikskaart, hoogtekaart, schadebedragen etc;
- De database met alle hoogtegegevens en landgebruikgegevens van heel Nederland is zo omvangrijk (circa 2TB) dat deze hoeveelheid ook niet meer op een gewone desktop PC past.

2.2 Stap 1 van 2: Algemene gegevens

Downloads

- Standaard schade tabel
- Voorbeeld zipfile voor batchbewerking
- Voorbeeld Excelfile voor vertalen klasses van eigen landgebruiskaarten

Help

- Gebruikershandleiding
- Kaart met waterstanden
- Hoogtekaart AHN2
- Landgebruikskaart
- Directe en indirecte schade
- Schadebedragen
- Schadeberekening
- Risicokaart en batenkaart

Versie augustus 2014 (2.4)
Voor vragen en/of opmerkingen kunt u ons mailen: servicedesk@nelen-schuermans.nl

WaterSchadeSchatter

Stap 1 van 2

Hoe wilt u het scenario noemen?

Kies het type gegevens waarmee u een schadeberekening wilt uitvoeren:

1 Kaart met de max waterstand van 1 gebeurtenis
 1 Kaart met de waterstand voor een zekere herhalingsstijd
 Kaarten met per tijdstip de waterstand van 1 gebeurtenis
 Kaarten met de max. waterstand van afzonderlijke gebeurtenissen
 Schadeberekening voor een reeks waterstanden voor 1 gebied
 Kaarten met voor verschillende herhalingstijden de waterstanden (voor risicokaart)
 Tijdsreeks aan kaarten met per tijdstip de waterstand van meerdere gebeurtenissen
 Batenkaart maken met resultaten uit twee risicokaarten

verder

Figuur 2-1 Stap 1 van 2 van de WaterSchadeSchatter

Als eerste stap voor het starten van een berekening wordt de gebruiker gevraagd om enkele algemene gegevens in te voeren:

1. De naam van het scenario. Deze naam wordt gebruikt in de resultaten, zodat wanneer meerdere scenario's worden doorgerekend duidelijk is van welk scenario de resultaten zijn;



2. Uw e-mailadres. Naar dit adres wordt een bericht gestuurd wanneer het scenario ontvangen is met daarin hoeveel taken er nog in de wachtrij staan. Er wordt ook een bericht gestuurd wanneer de berekening gestart is en wanneer hij voltooid is. In deze laatste mail zit een link naar de resultaten. Hiermee wordt voorkomen dat iemand zijn internetbrowser langdurig open moet laten staan.

Vervolgens moet het type gegevens gekozen worden waarmee de gebruiker een berekening wil uitvoeren. Afhankelijk van de gekozen optie worden de invoervelden voor stap 2 van 2 geselecteerd. Er zijn acht opties waarmee de WaterSchadeSchatter de schade kan berekenen:

Eenvoudige schadeberekening met één kaart met waterstanden:

1. Kaart met de maximale waterstand van 1 gebeurtenis. Bijvoorbeeld de maximale waargenomen waterstanden op 19 september 2001;
2. Kaart met de waterstand voor een zekere herhalingsperiode. Bijvoorbeeld een kaart waarvan de waterstand 1x50 jaar wordt overschreden;

Schadeberekeningen met meerdere kaarten met waterstanden:

3. Kaarten met per tijdstip de waterstand van 1 gebeurtenis. Bijvoorbeeld weer 19 september 2001, maar dan voor elk uur gedurende die gebeurtenis. Hierdoor kan voor elke locatie apart de duur van de wateroverlast worden bepaald;
4. Kaarten met de maximale waterstand van afzonderlijke gebeurtenissen. Dit komt overeen met een batch-bestand van optie 1;
5. Schadeberekening voor een reeks waterstanden voor 1 gebied. Dit komt overeen met een batch-berekening voor een opeenvolgende reeks van uniforme waterstanden.
6. Kaarten met voor verschillende herhalingsperioden de waterstanden. Dit komt overeen met een batch-bestand van optie 2. Bij deze optie worden ook risicokaarten bepaald (een toelichting op de risicokaarten staat in paragraaf 0);
7. Tijdserie aan kaarten met per tijdstip de waterstand van meerdere gebeurtenissen. In deze serie kunnen meerdere wateroverlastgebeurtenissen voorkomen. Dit is de meest uitgebreide optie met het resultaat van een continue simulatie. Deze optie is wel in de software voorbereid, maar vooralsnog uitgeschakeld vanwege de lange rekentijden;

Berekening van de baten:

8. Met deze optie kunnen de baten worden berekend van maatregelen. Hierbij moet een risicokaart voor de maatregelen en een risicokaart na maatregelen (berekend met optie 6) worden verstuurd naar de server (een toelichting op de baten staat in paragraaf 0)

2.3 Stap 2 van 2: Kaarten met waterstanden uploaden

2.3.1 Eenvoudige schadeberekening met één kaart

Bij het bepalen van de schade met de maximale waterstand van 1 kaart moet één ASCI-bestand worden geupload met waterstanden in meter NAP. Binnen de WaterSchadeSchatter bestaan hiervoor twee mogelijkheden: optie 1 voor een gebeurtenis of optie 2 voor een herhalingsperiode. De schadeberekening is voor deze twee mogelijkheden identiek. Het verschil is dat de herhalingsperiode wordt opgeslagen in de resultaten, zodat duidelijk blijft bij welk scenario de schadeberekening hoort.

De WaterSchadeSchatter berekent zelf met deze waterstanden voor elke locatie de inundatiediepte door de waterstanden en de AHN2 hoogtekaart te combineren (Zie ook paragraaf 3.1). Hierdoor is het mogelijk om voor hydrologische modellen met relatief grote pixels toch gedetailleerde inundatiediepten te bepalen.



Screenshot of the WaterSchadeSchatter (WSS) software interface showing Step 2 of a simple damage calculation.

The left sidebar contains links for 'Downloads' (Standard damage table, Example zip file for batch processing, Example Excel file for translating classes of own land use maps) and 'Help' (User manual, Map with water levels, High-resolution AHN2 map, Land use map, Direct and indirect damage, Damage calculations, Risk map and map), along with a note about version August 2014 (2.5).

The main area is titled 'WaterSchadeSchatter' and shows 'Step 1 of 2'. It asks for the scenario name ('Hoe wilt u het scenario noemen?') and email address ('Emailadres:'), both with placeholder text ('Nieuw scenario'). Below these fields is a note: 'Kies het type gegevens waarmee u een schadeberekening wilt uitvoeren:' followed by a list of options:

- 1 Kaart met de max waterstand van 1 gebeurtenis
- 1 Kaart met de waterstand voor een zekere herhalingstijd
- Kaarten met per tijdstip de waterstand van 1 gebeurtenis
- Kaarten met de max. waterstand van afzonderlijke gebeurtenissen
- Schadeberekening voor een reeks waterstanden voor 1 gebied
- Kaarten met voor verschillende herhalingstijden de waterstanden (voor risicokaart)
- Tijdsreeks aan kaarten met per tijdstip de waterstand van meerdere gebeurtenissen
- Batenkaart maken met resultaten uit twee risicokaarten

A 'verder' button is located at the bottom right of the form area.

Figuur 2-2 Stap 2 van 2 invoervelden voor een eenvoudige schadeberekening

Omdat de schade door wateroverlast niet enkel van de waterstand, maar ook van de inundatieduur en inundatieperiode afhangt zal ook deze informatie opgegeven moeten worden. Achtereenvolgens wordt gevraagd om:

- Uploaden ascii-bestand met maximale waterstand
- Optioneel: Uploaden eigen schadetabel voor wanneer de gebruiker met andere functies of prijzen wil rekenen dan de standaardtabel. Deze tabel kan aan de linkerkant van het scherm worden gedownload en met Wordpad of Notepad worden gewijzigd;
- Optioneel: Uploaden eigen hoogtekaart, dit moet een ascii of geotiff zijn welke minimaal het gebied van het maximale waterstandsbestand beslaan;
- Optioneel: Uploaden eigen landgebruikskaart, dit moet een ascii of geotiff zijn welke minimaal het gebied van het maximale waterstandsbestand beslaan;
- Optioneel: Uploaden eigen vertaaltable bij eigen landgebruikskaart om de andere codes gebruikt voor de verschillende typen landgebruik om te nummeren. Deze tabel kan aan de linkerkant van het scherm worden gedownload en in Excel worden gewijzigd.
- De duur van de wateroverlast in uren. De schade is voor met name gewassen namelijk afhankelijk van de duur van de wateroverlast;
- Hersteltijd wegen. Dit is de periode waarvoor wegen door de wateroverlast geblokkeerd zijn en er indirekte schade is doordat men moet omrijden. Men kan hier kiezen uit 0 uur, 6 uur, 1 dag, 2 dagen, 5 dagen of 10 dagen;
- Hersteltijd bebouwing. Dit is de periode waarin gebouwen - door de opgelopen schade - hun oorspronkelijke functie niet kunnen vervullen. Deze periode is nodig voor het uitvoeren van de herstelwerkzaamheden. Men kan hier kiezen uit 0 uur, 6 uur, 1 dag, 2 dagen, 5 dagen of 10 dagen;
- Wat is de maand van de gebeurtenis? Dit is alleen van belang voor gewassen. Afhankelijk van het tijdstap in het groeiseizoen is er meer of minder schade;
- Gemiddelde, minimale of maximale schadebedragen? Voor alle landgebruikscategorieën zijn 3 verschillende schadebedragen verzameld. Hiermee kan een eerste gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd voor de berekende schade. (Zie ook paragraaf 4.2)
- Bij OPTIE2: Wat is de herhalingstijd van de kaart? Deze herhalingstijd wordt opgenomen in de resultaatbestanden, zodat duidelijk blijft van welk scenario de gebruikte waterstanden afkomstig zijn.



2.3.2 Schadeberekeningen met meerdere kaarten

Bij optie 3, 4 en 6 moeten meerdere kaarten in een ZIP-bestand worden geupload. Van de WaterSchadeSchatter-website kan een voorbeeldbestand worden gedownload. In deze ZIP bevinden zich:

- de ASCI-bestanden, waarin elk bestand de waterstand is van een tijdstip, of gebeurtenis, of herhalingstijd;
- de standaard schadetabel waarmee de berekening wordt uitgevoerd;
- een readme bestand met een korte uitleg;
- een index.csv bestand waarin de voor de berekening benodigde informatie staat.

```
scenario_type,5
scenario_calc_type,max
scenario_damage_table,dt.cfg
event_name,waterlevel,floodtime,repairtime_roads,repairtime_buildings,floodmonth,repetition_time
test1,ws0.asc,24,10,10,9,5,
test2,ws1.asc,24,10,10,9,10
test3,ws2.asc,24,10,10,9,25
```

Figuur 2-3 Voorbeeld index.csv bestand

Dit index.csv bestand is het belangrijkste bestand, omdat deze alle voor een berekening benodigde informatie bevat:

- Bij scenario_type kan type 3, 4 of 6 worden gekozen. Optie 3 zijn kaarten van alle tijdstappen van één gebeurtenis. Optie 4 zijn kaarten met de maximale waterstanden van afzonderlijke gebeurtenissen. Optie 6 zijn kaarten met voor verschillende herhalingstijden de waterstanden. Bij deze laatste optie wordt naast de schadeberekening ook een risicokaart gemaakt.
- Bij scenario_calc_type kan het type berekening worden gekozen. Hiervoor zijn drie mogelijkheden: min voor minimum schadebedragen, max voor maximum of avg voor gemiddelde schadebedragen (zie ook paragraaf 4.2)
- scenario_damage_table is de naam van de schadetabel die gebruikt wordt voor de berekening. In het te downloaden zip-bestand zit nu de standaard tabel dt.cfg. Deze kan indien gewenst worden aangepast.
- In de regels daaronder staat de informatie per bestand met waterstanden. De eerste regel 'event_name, waterlevel, floodtime, repairtime_roads, repairtime_buildings, floodmonth, repetition_time' geeft de volgorde van de informatie aan. In de regels daaronder staat per bestand iets als: 'test1,ws0.asc,24,10,10,9,5' waarin:
 - test1 = naam van de gebeurtenis;
 - ws0.asc = naam van het ASC-bestand met waterstanden;
 - 24 = duur van de wateroverlast in uren;
 - 10 = hersteltijd wegen in dagen;
 - 10 = hersteltijd bebouwing in dagen;
 - 9 = maand van de wateroverlast (hier september);
 - 5 = herhalingstijd in 1/jaar (hier 1 x in de 5 jaar).

Wanneer voor Type 3 gekozen wordt is de duur van de wateroverlast (in uren) gelijk aan de tijdstap tussen 2 bestanden. De WaterSchadeSchatter berekent dan voor alle pixels afzonderlijk de duur van de wateroverlast.

Voor de volgorde van de bestanden is het van belang dat de verschillende bestandsnamen op dezelfde manier beginnen en enkel oplopend genummerd zijn. Bijvoorbeeld:

- waterstand001.asc
- waterstand002.asc



- waterstand003.asc
- waterstand004.asc

Bij optie 5 'Schadeberekening voor een reeks waterstanden voor 1 gebied' moet nagenoeg hetzelfde worden ingevuld als voor optie 1 en 2. Bij deze optie wordt de waterstand in n stapjes van y m wordt verhoogd en een schadecurve in een tekstbestand weggeschreven. Het gewenste inputformaat is ASCI met RD als coördinatenstelsel. Daarnaast dient de gebruiker nog een startniveau, stapgrootte en het aantal stappen op te geven, waarbij 20 als maximum wordt gehanteerd. De hoogten zijn in meters NAP. De resultaten worden zowel getoond als beschikbaar gesteld om te downloaden in CSV-formaat.

The screenshot shows the 'Invoer voor "Schadeberekening voor een reeks waterstanden voor 1 gebied"' (Input for "Damage calculation for a series of water levels for 1 area") screen. It includes fields for choosing raster files, setting repair times (0 to 24 hours), selecting months (September to December), and specifying damage levels. There are also fields for start level (0.00m), step size (0.00m), and number of steps (20). Navigation buttons 'vorige stap' (previous step) and 'verder' (next) are at the bottom.

Figuur 2-4 Stap 2 van 2 invoervelden voor schadeberekening met sequentie van waterdieptes

2.3.3 Risicokaarten en batenkaarten

Risicokaarten

Bij optie 6 met kaarten met voor verschillende herhalingstijden de waterstanden, wordt als eerste voor elke herhalingsperiode een schadeberekening gestart. Daarnaast wordt met het resultaat van deze berekeningen ook een risicokaart gemaakt. Risicokaarten zijn nodig om de baten van maatregelen te bepalen.

Risico is gelijk aan de verwachtingswaarde van de jaarlijkse schade (kans mal gevolg) met als eenheid euro per jaar. Dit lijkt wellicht lastig, maar valt qua bewerkingen wel mee. Hieronder is een eenvoudig voorbeeld uitgewerkt om de werkwijze te illustreren.

| Schade | herhalingsperiode |
|---------|-------------------|
| €1000,- | 1 x 250 jaar |
| € 500,- | 1 x 100 jaar |
| € 200,- | 1 x 50 jaar |
| € 100,- | 1 x 25 jaar |
| € 10,- | 1 x 10 jaar |
| € 2,- | 1 x 5 jaar |

Dan is het risico gelijk aan

$$risico = \frac{1}{T_1} \cdot S_1 + \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \cdot \frac{S_1 + S_2}{2} + \left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_2} \right) \cdot \frac{S_2 + S_3}{2} + \left(\frac{1}{T_4} - \frac{1}{T_3} \right) \cdot \frac{S_3 + S_4}{2} + \left(\frac{1}{T_5} - \frac{1}{T_4} \right) \cdot \frac{S_4 + S_5}{2}$$

$$\begin{aligned} risico &= \frac{1}{250} \cdot 1000 + \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{250} \right) \cdot \frac{1000 + 500}{2} + \left(\frac{1}{50} - \frac{1}{100} \right) \cdot \frac{500 + 200}{2} + \\ &\quad \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{50} \right) \cdot \frac{200 + 100}{2} + \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{25} \right) \cdot \frac{100 + 10}{2} + \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{10} \right) \cdot \frac{10 + 2}{2} = €18.9 \text{ per jaar} \end{aligned}$$



Met andere woorden: hoewel er in de meeste jaren geen schade is, is de gemiddeld verwachte schade €18.90 per jaar. Door elk jaar dit bedrag te reserveren is economisch gezien het risico afgedeekt.

Batenkaarten

Een maatregel om het watersysteem te verbeteren is interessant als het risico zodanig afneemt dat deze afname groter is dan de investeringskosten en kosten voor het beheer en onderhoud van deze maatregel. In de extra bewerkingen van WaterSchadeSchatter kan hiervoor met twee risicokaarten een batenkaart bepaald worden. Waarbij de ene kaart gelijk is aan het risico vóór en de andere na maatregelen.

Nu is er nog een klein probleem; de kosten voor een maatregel zijn doorgaans eenmalig en de besparing van het risico geldt voor elk jaar in de komende jaren. Deze toekomstige besparingen moeten dus bij elkaar op worden geteld. Echter een besparing van € 1.- dit jaar is niet hetzelfde waard als dezelfde besparing van € 1.- volgend jaar of het jaar daarop. Van de toekomstige besparingen moet dan ook de zogenaamde contante waarde bepaald worden. De basis voor een contante waardeberekening is:

$$CW = JVW \cdot \frac{1 - (1 - r)^n}{r}$$

Waarin:

| | |
|-----|---|
| CW | = contante waarde (€) |
| JVW | = het bedrag per jaar dat contant gemaakt moet worden (€) |
| r | = discontovoet (%) |
| n | = tijdshorizon (jaar) |

In Nederland is door het Ministerie van Financiën afgesproken om voor de reële (risicovrije) discontovoet in kosten-batenanalyses een percentage van 2.5% te gebruiken plus een risico-opslag van 3.0%. Met deze risico-opslag worden de macro-economische waarde van de projectrisico's in de contante waarde van de kosten- en batenstromen verwerkt. In de WaterSchadeSchatter wordt dan ook met $2.5+3.0 = 5.5\%$ gerekend. Tegelijkertijd wordt voor het berekenen van de baten met een oneindige periode voor de tijdshorizon gerekend. Dit omdat er vanuit gegaan wordt dat maatregelen tegen wateroverlast een permanent karakter hebben.



3 Hoogtekaart en landgebruik

3.1 Hoogtekaart AHN2

In de WaterSchadeSchatter worden inundatiedieptes berekend met behulp van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Dit is een landsdekkend bestand van met laser altimetrie ingevlogen hoogtepunten. Zie voor een toelichting op de AHN de website www.ahn.nl.

In het schademodel wordt voor geheel Nederland gebruik gemaakt van de gefilterde AHN2 rasterbestanden van 0.5*0.5 meter. De ongefilterde bestanden geven namelijk niet de eigenlijke terreinhoogte weer, maar ook bomen, gebouwen, auto's en andere objecten die niet tot het maaiveld behoren. In de gefilterde bestanden zijn deze objecten uit de hoogtepunten gefilterd en heeft het hoogtebestand dus geen gegevens.

Om schade in bebouwing en kassen te kunnen berekenen is het rasterbestand volgens een vaste procedure dicht-geïnterpoleerd:

1. Indien er in een kas op minimaal 10% van het vloeroppervlak realistische hoogtepunten voorkomen dan is de kas gevuld met de mediaan van deze hoogtepunten;
2. Bij alle overige kassen en alle woningen is eerst een buffer gemaakt van 1 meter rond de kas of de woning. Vervolgens is de mediaan bepaald van de hoogtepunten in deze buffer. Bij kassen is deze mediaan gebruikt als de hoogte in de kas. Bij woningen is de hoogte van het vloerpeil geschat door 15 cm bij deze mediaan op te tellen;
3. Overige gaten kleiner dan 10 m² – auto's, boomstronken - zijn dicht-geïnterpoleerd met Inverse Distance Weighted (IDW).

Opmerkingen:

- Bij de kassen zijn soms punten aanwezig van het vloeroppervlak in de kas. Dit doordat de laserpulsen door het glas heen toch een reflectie van het maaiveld heeft waargenomen. Waar mogelijk is van deze punten gebruik gemaakt;
- Door de mediaan te gebruiken (in plaats van het gemiddelde) worden incidentele outliers niet per ongeluk toch meegewogen om een hoogte te schatten;
- Om de rekentijd voor deze bewerkingen behapbaar te houden zijn deze conform de AHN1 blokken van 1000*1250 meter uitgevoerd. Ook het resultaat wordt in deze blokken opgeslagen. Dit maakt dat wanneer een gebouw in twee blokken valt, de voor dit gebouw berekende hoogte in de twee blokken iets van elkaar kunnen afwijken.



3.2 Samengestelde landgebruikskaart

In de WaterSchadeSchatter wordt gebruik gemaakt van een speciaal samengestelde landgebruikskaart op dezelfde pixel resolutie van 0.5m² als de hoogtekaart uit de vorige paragraaf. Deze kaart heeft een zodanige indeling in landgebruikscategorieën, dat deze categorieën onderling voldoende onderscheidend zijn in schadebedragen en de wijze waarop schade zich ontwikkeld. Voor deze landgebruikskaart is het beste van bestaande kaarten gecombineerd:

1. Het BAG register
2. De TOP10NL
3. BRP gewaspercelen
4. OSM
5. CBS bodemgebruik

BAG REGISTER

De eerste bovenliggende kaart is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) van het Kadaster, versie april 2016. In deze kaart zijn alle gebouwen als afzonderlijke objecten opgenomen. Daarnaast is per object in de eigenschappen aangeven wat voor functie het gebouw heeft. Hierdoor is onderscheid mogelijk tussen:

| | |
|--------------------|---|
| 2 Woonfunctie | 8 Logiesfunctie |
| 3 Celfunctie | 9 Bijeenkomstfunctie |
| 4 Industriefunctie | 10 Sportfunctie |
| 5 Kantoorfunctie | 11 Onderwijsfunctie |
| 6 Winkelfunctie | 12 Gezondheidszorgfunctie |
| 7 Kassen | 13 Overig kleiner dan 50 m ² (schuurtjes) |
| | 14 Overig groter dan 50 m ² (bedrijfspanden) |

De nummers corresponderen met de nummering zoals deze in de landgebruikskaart is opgenomen.

Meerdere functie aan één object

In het BAG-register kan het voorkomen dat aan een object meerdere adressen zitten voor verschillende gebruiksfuncties, zoals wonen en winkel. Uit deze functies is niet te achterhalen welke functie op de begane grond zit. In de WaterSchadeSchatter is aangenomen dat per object de duurste functie op de begane grond zit. Dus bij 'wonen' en 'winkel' zit 'winkel' op de begane grond.

'Overig gebruiksfunctie' opsplitsen

In het BAG register is een categorie 'overig gebruiksfunctie' opgenomen. In deze categorie bevinden zich schuren, kassen, bedrijfsgebouwen of gebouwen met een winkelfunctie. Deze categorie is voor de landgebruikskaart van de WaterSchadeSchatter verder opgesplitst in gebouwen kleiner dan 50 m² en groter dan 50 m². Alle gebouwen groter dan 50 m² zijn verder opgesplitst door deze te koppelen aan het landgebruik uit de TOP10NL of het CBS bodemgebruik:

- Kassen: een gebouw uit de categorie 'overig gebruiksfunctie' met meer dan 50 m² en onderliggende landgebruik 'glastuinbouw' in de TOPNL;
- Industriefunctie: een gebouw uit de categorie 'overig gebruiksfunctie' met meer dan 50 m² en onderliggende landgebruik 'bedrijventerreinen' in de CBS bodemgebruikskaart;



- Winkelfunctie: een gebouw uit de categorie 'overig gebruiksfunctie' met meer dan 50 m² en onderliggende landgebruik 'winkelgebied' in de CBS bodemgebruikskaart.

Opgemerkt wordt dat het BAG-register wat betreft de kassen wel nauwkeurig in afmetingen en positie van de afzonderlijke kassen is, maar niet helemaal compleet. Hier en daar ontbreken een aantal kassen. Het bestand is dan ook op deze lege plekken aangevuld met de kassen uit de TOP 10NL.

TOP10NL

De tweede basiskaart is de TOP10NL van het kadaster, versie april 2016. Uit deze kaart zijn onder andere de categorieën wegen, groen in stedelijk gebied en binnenwater samengesteld.

| | |
|--------------------------|----------------------|
| 27 Gras | 144 Binnenwater |
| 34 Spoor | 145 |
| 39 Bos/Natuur | 146 Berm |
| 118 Begraafplaats | 251 Primaire wegen |
| 131 Transformatorstation | 252 Secundaire wegen |
| 132 Watertank | 253 Tertiaire wegen |
| 133 Kas | 254 Overige weg |

De nummers corresponderen met de nummering zoals deze in de kaart is opgenomen. De plek 145 is nu niet in gebruik, maar kan wel worden ingevuld/toegevoegd.

3 soorten wegen

Voor wegen is een indeling gemaakt in primaire, secundaire, tertiaire en overige wegen. Primaire wegen zijn de in de TOP10NL opgenomen autosnelwegen, hoofdwegen en wegvlakken die onderdeel zijn van luchthavens. Secundaire wegen zijn regionale wegen, lokale wegen en de straten. Tertiaire wegen zijn de half verharde wegen, onverharde wegen en parkeerterreinen. Met deze indeling plus de spoorwegen wordt in de schadeberekening onderscheid gemaakt in de indirecte economische schade die ontstaat wanneer een weg tijdelijk niet gebruikt kan worden. Deze schade is voor primaire wegen groot en voor tertiaire wegen nihil.

Opgemerkt wordt dat in de TOP10 voor ongelijkvloerse kruisingen tussen wegen niet is aangegeven welke weg onder is en welke boven. Gekozen is om de duurste weg (primaire wegen) boven secundaire wegen te leggen. Dit kan soms onterecht tot te weinig schade leiden ter plaatse van deze kruising!

Binnenwater

Voor het oppervlaktewater zijn de waterdeelvlakken gecombineerd met de waterdeellijnen. Van deze lijnen zijn de 'waterlopen 0.5-3m' (symbol 207) met 1.5 meter gebufferd. De 'waterlopen 3-6m' (symbol 203) met 3 meter gebufferd en de 'waterlopen overig' (symbol 204, 206) met 1 meter gebufferd.

BRP gewaspercelen

De basisregistratie percelen gewaspercelen, versie 2015, bevat de locatie van alle Nederlandse percelen plus een beschrijving van het gewas dat er wordt geteeld. Voor de WaterSchadeSchatter zijn de agrarische categorieën uit de BRP gewaspercelen overgenomen.



| | |
|-----------------|------------------------|
| 29 | 65 Braakliggend |
| 44 Aardappelen | 66 Knol en bolgewassen |
| 50 Bieten | 67 Overige akkerbouw |
| 52 Granen | 70 Natuur |
| 53 Bloembollen | 71 Fruitteelt |
| 54 Bloemen | 72 Hoogstam |
| 55 Peulvruchten | 81 Groenbemesters |
| 59 Kwekerij | 94 Mais |

De nummers corresponderen met de nummering zoals deze in de kaart is opgenomen. De plek 29 is nu niet in gebruik, maar kan wel worden ingevuld/toegevoegd.

OSM

De OpenStreetMap bevat vrij beschikbare geodata. Uit de versie van april 2016 zijn de sportparken overgenomen.

| | |
|-----------------|--------------------|
| 20 Sportcentrum | 24 Tennisbaan |
| 21 Stadion | 25 Sportbaan |
| 22 Sportveld | 249 Parkeerterrein |
| 23 Atletiekbaan | |

De nummers corresponderen met de nummering zoals deze in de kaart is opgenomen.

CBS BODEMGEBRUIK

De onderste laag wordt gevormd door de CBS bodemgebruikskaart, versie 2012 (laatst beschikbare dataset via PDOK). Uit deze kaart zijn meerdere soorten terreinen, volkstuinen en bermen overgenomen. Hiermee wordt de informatie uit bovenstaande lagen aangevuld.

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 16 Woongebied | 122 Volkstuinen | 130 Semiverhard overig terrein |
| 17 Winkelgebied | 123 Dagcreatief terrein | 134 Open droog natuurlijk terrein |
| 18 Openbaar terrein | 124 Verblijfscreatief terrein | 135 Open nat natuurlijk terrein |
| 19 Bedrijfenterrein | 125 Stortplaats | 147 Spoorberm |
| 119 Glastuinbouwterrein | 126 Wrakkenopslagplaats | 148 Wegberm |
| 120 Erf | 128 Delfstofwinplaats | 149 Vliegveld |
| 121 Park en plantsoen | 129 Bouwterrein | 150 Sportterrein |

De nummers corresponderen met de nummering zoals deze in de kaart is opgenomen.

Niet in te zien en niet te downloaden

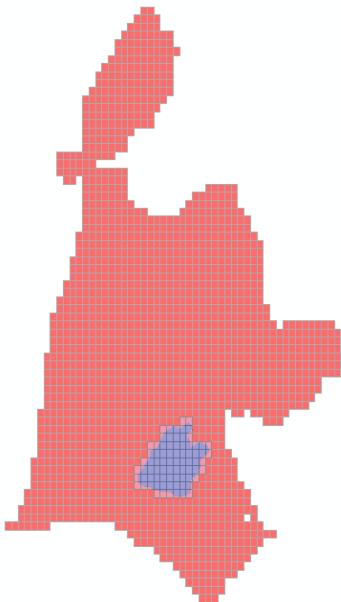
Zowel de landgebruikskaart als de hoogtekaart zijn niet in te zien en niet te downloaden met de web-viewer. De gebruiksrechten van het basismateriaal laten downloaden niet toe.



4 Berekeningen, schadebedragen en schadefuncties

4.1 Berekeningen

Na het uploaden van de kaarten (Zie Hoofdstuk 2) worden de schadeberekeningen uitgevoerd op een hiervoor speciaal ingericht serverpark in Amsterdam. De bewerkingen wordt in blokken van 1000x1250 meter uitgevoerd in PostGIS voor elke pixel van 0.5m². Dit zijn exact de blokken waarop de AHN2 is ingedeeld. Elk blok bestaat dan uit 5 miljoen cellen. De omvang van de ASCI bestanden (zie hoofdstuk 3) bepaalt het aantal blokken dat wordt doorgerekend.



Figuur 4-1 Blokindeling volgens de AHN2 van het Noorderkwartier met in totaal zo'n 1700 blokken. Voor het bepalen van de schade voor bijvoorbeeld polder de Beemster wordt een selectie gemaakt van 78 blokken die één voor één worden doorgerekend.

Voor elke pixel wordt op exact dezelfde manier de schade bepaald:

1. De schade is de som van de directe schade en indirecte schade;
2. De directe schade ontstaat door direct contact met het oppervlaktewater. Deze schade is afhankelijk van de inundatiediepte, de duur van de wateroverlast en het seizoen waarin de overlast optreedt;
3. De indirecte schade is schade die ontstaat door directe schade. Bijvoorbeeld doordat in de dagen na een wateroverlastgebeurtenis een gebouw met een winkelfunctie gedurende de herstelwerkzaamheden gesloten is. De misgelopen omzet min kosten zijn dan indirecte schade. Deze schade is afhankelijk van de duur van de herstelwerkzaamheden.

Of in formulevorm:

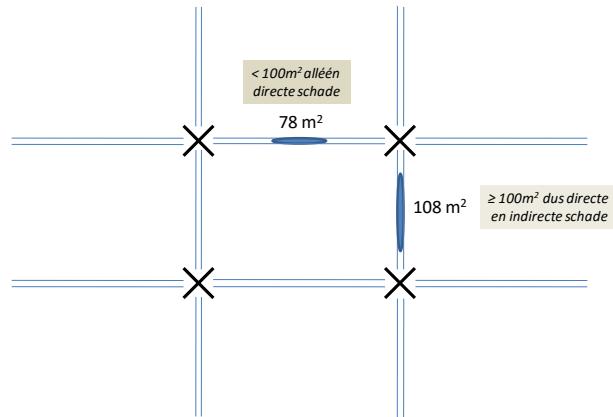
$$\text{schade} = \text{max. directe schade} \cdot \gamma_{\text{diepte}} \cdot \gamma_{\text{duur}} \cdot \gamma_{\text{seizoen}} + \text{indirecte schade per dag} \cdot \text{hersteltijd}$$

Of de diepte, duur, seizoen en indirecte schade meegenomen kunnen worden is afhankelijk van het landgebruik. Als bijvoorbeeld het seizoen geen rol speelt staat deze factor gedurende het hele jaar altijd op één.

In de nu ontwikkelde versie wordt er indirecte schade berekend voor bebouwing en wegen. Bij gebouwen is hiervoor een schadebedrag per dag en per m² geschat afhankelijk van het type gebouw (Zie paragraaf 4.2.1). Voor de wegen is de indirecte schade per wegvak per



dag. Hiervoor is met de landgebruikskaart uit paragraaf 3.2 een aparte netwerkkaart van wegvakken tussen kruispunten samengesteld. Voor het omrijden maakt het immers niet uit hoeveel m^2 er geïnundeerd is, maar of het wegvak nog te gebruiken is. Als criterium voor indirecte schade moet in ieder geval 100 m^2 geïnundeerd zijn.



Figuur 4-2 De Omrijschade (indirecte schade voor wegen) wordt berekend per wegvak.

Opgemerkt wordt dat het onderscheid in directe en indirecte schade in verschillende schademodellen anders kan zijn. In sommige modellen - zoals hier - is indirecte schade alle schade die niet het gevolg is van direct fysiek contact met het oppervlaktewater. In andere modellen is het verschil geografisch. Directe schade is dan de schade in het overstroomde gebied en indirecte schade is schade buiten het overstroomde gebied.



4.2 Schadebedragen

De schadebedragen waarmee gerekend wordt zijn hieronder en in de help files op www.waterschadeschatter.nl beschreven en samengevat in Tabel 4-1. Per categorie en directe of indirecte schade zijn drie schadebedragen verzameld; gemiddeld, minimum en maximum. Met deze drie bedragen kan de onzekerheid in de schadebedragen inzichtelijk worden gemaakt. De getoonde bedragen hebben het prijspeil van 2015. De meeste schadebedragen hebben een inflatie van 8.6% gekregen ten opzichte van 2010, voor de meeste gewassen en landbouwproducten is gewerkt met de bijgewerkte dataset voor de oplagsten.

Tabel 4-1 Schadebedragen per categorie, prijspeil 2015

| Categorie | DIRECT | | | INDIRECT | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|------------------|--------|-------|--------------------------------------|
| | Gem | Min | Max | Gem. | Min | Max | |
| Bebouwing | | | | | | | |
| Gezondheid | 271 | 163 | 380 | m ² | 87 | 43 | 130 m ² dag ⁻¹ |
| Onderwijs | 271 | 163 | 380 | m ² | 87 | 43 | 130 m ² dag ⁻¹ |
| Industrie | 271 | 163 | 380 | m ² | 87 | 43 | 130 m ² dag ⁻¹ |
| Winkel | 271 | 163 | 380 | m ² | 87 | 43 | 130 m ² dag ⁻¹ |
| Kantoor | 271 | 163 | 380 | m ² | 87 | 43 | 130 m ² dag ⁻¹ |
| Logies | 271 | 163 | 380 | m ² | 87 | 43 | 130 m ² dag ⁻¹ |
| Woon | 271 | 163 | 380 | m ² | 11 | 5 | 16 m ² dag ⁻¹ |
| Bijeenkomst | 271 | 163 | 380 | m ² | 11 | 5 | 16 m ² dag ⁻¹ |
| Cel | 54 | 27 | 81 | m ² | 11 | 5 | 16 m ² dag ⁻¹ |
| Sport | 54 | 27 | 81 | m ² | 11 | 5 | 16 m ² dag ⁻¹ |
| Overig <50m ² | 54 | 27 | 81 | m ² | 0 | 0 | 0 m ² dag ⁻¹ |
| Overig > 50m ² | 54 | 27 | 81 | m ² | 11 | 5 | 16 m ² dag ⁻¹ |
| INFRASTRUCTUUR | | | | | | | |
| Spoor | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | 271437 | 54287 | 542873 spoorkaak dag ⁻¹ |
| Primaire wegen | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | 271437 | 54287 | 542873 wegkaak dag ⁻¹ |
| Secundaire wegen | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | 2714 | 1086 | 5429 wegkaak dag ⁻¹ |
| Tertiaire wegen | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | 0 | 0 | 0 wegkaak dag ⁻¹ |
| Overige wegen | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | 0 | 0 | 0 wegkaak dag ⁻¹ |
| LAND- EN AKKERBOUW | | | | | | | |
| Agrarisch gras | 1094 | 1033 | 1203 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Granen | 1691 | 1011 | 2617 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Maïs | 2088 | 1710 | 3334 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Aardappelen | 2552 | 2432 | 2622 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Bieten | 4473 | 3677 | 5105 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Overige landbouwgewassen | 3660 | 3474 | 3909 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Fruitteelt | 22489 | 18298 | 25434 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Bloembollen | 28411 | 24692 | 32655 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Hoogstam | 76165 | 63175 | 114502 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Kassen / glastuinbouw | 473839 | 459743 | 492590 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| NATUUR EN RECREATIE | | | | | | | |
| Sportparken | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Terreinen | 760 | 760 | 760 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Begraafplaatsen | 1086 | 869 | 1303 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Volkstuinen | 1086 | 869 | 1303 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Recreatie | 1086 | 869 | 1303 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Groen in stedelijk gebied | 1086 | 869 | 1303 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |
| Overig | 0 | 0 | 0 | ha ⁻¹ | | | m ² dag ⁻¹ |



4.2.1 Schadebedragen bebouwing

Voor de categorie bebouwing is de maximale directe schade bepaald door de herstekosten na inundatie te schatten. De maximale inundatiediepte door extreme neerslag is hierbij aangenomen op circa 0.3 meter op het vloerpeil van de woning. Aangenomen is dat bij deze inundatiediepte de losse inventaris hergebruikt kan worden (potten, pannen, stoelen), maar dat de vloerbedekking, de onderkasten van de keuken en de bank vervangen moeten worden.

Voor de gebouwen met de functies gezondheid, onderwijs, industrie, winkel, kantoor, logies, woon, bijeenkomst zijn de herstekosten per m² geschat in onderstaande tabel. De schadebedragen hebben een inflatie van 8.6% gekregen ten opzichte van 2010 om de prijspeilen aan te passen naar het prijspeil van 2015. De schatting is gebaseerd op een gemiddeld gebouw met een vloeroppervlak op de begane grond van 50 m². Door de geschatte herstekosten te delen door dit vloeroppervlak is de eenheidsprijs per m² bepaald.

Tabel 4-2 Geschatte herstekosten van directe schade voor 50m² vloer op de begane grond, prijspeil 2015

| | | laag | gemiddeld | hoog |
|---|--|----------|-----------|-----------|
| 1 | Huur dompelpomp 1 week | € 54.- | € 54.- | € 54.- |
| 2 | Huur waterstofzuiger 1 week | € 217.- | € 217.- | € 217.- |
| 3 | Huur 2 bouwdrogers 2 weken | € 543.- | € 543.- | € 543.- |
| 4 | Huur opslag 1 maand + transport | € 543.- | € 543.- | € 543.- |
| 5 | Verwijderen en afvoeren vloerbedekking e.d. | € 1086.- | € 1086.- | € 1086.- |
| 6 | Nieuwe vloerbedekking / parket | € 1629.- | € 5429.- | € 9772.- |
| 7 | Vervangen onderkasten keuken | € 814.- | € 1357.- | € 1900.- |
| 8 | Reparatie stucwerk / schilderwerk | € 2171.- | € 2443.- | € 2714.- |
| 9 | klein materiaal / koelkastinhoud / bank e.d. | € 1086.- | € 1900.- | € 2172.- |
| | Totaal voor 50 m ² | € 8143.- | € 13572.- | € 19001.- |
| | Eenheidsprijs per m ² | € 163.- | € 271.- | € 380.- |

Voor de gebouwen met een cel of sportfunctie is de directe schade op een vergelijkbare manier geschat. Hierbij is er vanuit gegaan dat o.a. de vloerbedekking niet hoeft te worden vervangen, maar kan blijven liggen.

De duur van de indirecte schade komt overeen met een schadebedrag maal de duur dat een gebouw niet gebruikt kan worden. Dit is gelijk aan de duur van de overstroming plus de duur van herstelwerkzaamheden. De indirecte schade is voor de gebouwen met een zakelijke functie geschat als de misgelopen omzet min kosten per dag of als de kosten om de functie tijdelijk ergens anders onder te brengen. Voor de gebouwen met als functie gezondheid, onderwijs, industrie, winkel, kantoor, logies is dit € 43.- m⁻² dag⁻¹ (laag), € 87.- m⁻² dag⁻¹ (gemiddeld) € 130.- m⁻² dag⁻¹ (hoog). Voor de functies wonen, bijeenkomst, cel en sport is de indirecte schade geschat als de kosten die gemaakt moeten worden om de functie tijdelijk in een ander gebouw onder te brengen. Dit € 5.- m⁻² dag⁻¹ (laag), € 11.- m⁻² dag⁻¹ (gemiddeld) € 16.- m⁻² dag⁻¹.

4.2.2 Schadebedragen infrastructuur

Voor infrastructuur wordt onderscheid gemaakt in 5 categorieën: spoorwegen, primaire, secundaire, tertiaire en overige wegen. De primaire wegen zijn autosnelwegen, hoofdwegen, landingsbanen en rolbanen op de luchthavens. De secundaire wegen zijn de regionale wegen, lokale wegen en straten. De tertiaire en overige wegen zijn alle andere verharde en onverharde wegen.



Dit onderscheid in vijf categorieën is onbelangrijk voor de schoonmaakkosten van een weg na inundatie. Bij wegen is de directe schade aan het wegdek door wateroverlast doorgaans gering. De in de wegenbouw gebruikelijke kosten voor een spuit-zuigwagen voor het verwijderen van slijp zijn € 0.20 per m² rijstrook en daarbij zal nog een bedrag moeten worden opgeteld voor een tijdelijke wegafzetting. Hiervoor maakt het niet uit of dit een doorgaande hoofdweg of een doodlopende toegangsweg in een buitenwijk betreft. De kosten per eenheid van oppervlak zijn geschat op € 760 per hectare wegoppervlak.

Voor het inschatten van de economische indirecte schade is het onderscheid in spoorwegen, primaire, secundaire, tertiaire en overige wegen wel van belang. De indirecte schade, als gevolg van de files op een snelweg en het omrijden, moet meetellen bij het afwegen van maatregelen. Deze schade is geschat in **Error! Reference source not found.**

Tabel 4-3 Indirecte schade per dag voor spoorwegen, primaire, secundaire, tertiaire en overige wegen, prijspeil 2015

| | laag | gemiddeld | hoog | |
|------------------|-----------|------------|------------|---------------------------|
| Spoorwegen | € 54287.- | € 271437.- | € 542873.- | spoorvak dag ¹ |
| Primaire wegen | € 54287.- | € 271437.- | € 542873.- | wegvak dag ¹ |
| Secundaire wegen | € 1086.- | € 2714.- | € 5429.- | wegvak dag ¹ |
| Tertiaire wegen | € 0.- | € 0.- | € 0.- | wegvak dag ¹ |
| Overige wegen | € 0.- | € 0.- | € 0.- | wegvak dag ¹ |

Vertrekpunt voor deze bedragen zijn de resultaten van twee studies door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer. De eerste studie is 'Economische waardering van mobiliteitseffecten van een dijkdoorbraak. Quick-scan voor dijkring 36, Land van Heusden de Maaskant' (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2006). In deze studie is onder andere de impact onderzocht van een overstromde A2 en A50. De extra kosten als gevolg van de files en het omrijden zijn toen geraamd op 0.5 tot 3.0 miljoen per dag. De bovengrens (3.0 miljoen per dag) geldt voor de eerste dagen na de overstroming en de ondergrens (0.5 miljoen per dag) geldt voor situaties waarbij de weggebruiker zijn verplaatsingsgedrag op lange termijn heeft aangepast.

In de tweede studie 'Economische waardering van mobiliteitseffecten van een duindoornbraak. Quick-scan voor dijkring 14, Centraal Holland' (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2006), is het effect onderzocht van het door een overstroming niet beschikbaar zijn van de A4, A44 en A20. De extra kosten als gevolg van de files en het omrijden zijn toen geraamd op 0.5 tot 2.2 miljoen per dag.

De ondergrens uit deze twee studies is hier als bovengrens voor de indirecte schade door het onbruikbaar zijn van een primaire weg gebruikt. De overige bedragen zijn aanzienlijk lager geschat, omdat deze per wegvak tussen twee kruispunten / afritten wordt bepaald en het hier gaat om wateroverlast in plaats van een grootschalige overstroming. Om de prijspeilen aan te passen naar de prijspeilen van 2015 hebben de schadebedragen een inflatie gekregen van 8.6% ten opzichte van 2010.

4.2.3 Schadebedragen gewassen

Voor alle categorieën in de land- en akkerbouw is de maximale directe schade geschat als de vervangingswaarde van de misgelopen gewasopbrengst. Uiteraard zullen de leveranciers en afnemers van de land- en akkerbouwbedrijven met wateroverlast ook indirecte schade



ondervinden, maar deze schade is lastig te bepalen en wordt gecompenseerd door de extra omzet bij de concurrenten door de gestegen prijzen.

Om de prijspeilen aan te passen naar de prijspeilen van 2015 hebben de schadebedragen een inflatie gekregen van 8.6% ten opzichte van 2010. Voor aardappelen, bloembollen, akkerbouw, glastuinbouw, fruitkwekerijen en boomkwekerijen is meer en preciezere informatie bekend en zijn de getallen gebaseerd op gegevens uit het BedrijvenInformatieNet van het LEI (<http://www.lei.wur.nl/NL/statistieken/Binternet/>, zie Tabel 4-4 t/m 4-9). Voor elk van de land- en akkerbouwgewassen zijn de laagste, gemiddelde en hoogste gewasopbrengst bepaald over de jaren 2006-2015.

Tabel 4-4 Gewasopbrengst van aardappelen per hectare gecorrigeerd voor inflatie

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Opbrengst € per ha (excl) | 1820 | 1870 | 1880 | 1840 | 1950 | 1990 | 1920 | 2090 | 2060 | 2010 |
| Opbrengst € per ha (incl) | 2202 | 2263 | 2275 | 2226 | 2360 | 2408 | 2323 | 2529 | 2493 | 2432 |
| Correctie naar prijspeil 2015 | 2582 | 2622 | 2594 | 2477 | 2595 | 2614 | 2465 | 2618 | 2517 | 2432 |
| | | | | | | | | | | |
| | min | gem | max | | | | | | | |
| | 2432 | 2552 | 2622 | | | | | | | |

Tabel 4-5 Gewasopbrengst van bloembollen per hectare gecorrigeerd voor inflatie

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Opbrengst € per ha (excl) | 23020 | 21670 | 21820 | 20670 | 22070 | 20650 | 20760 | 19710 | 22080 | 23400 |
| Opbrengst € per ha (incl) | 27854 | 26221 | 26402 | 25011 | 26705 | 24987 | 25120 | 23849 | 26717 | 28314 |
| Correctie naar prijspeil 2015 | 32655 | 30384 | 30110 | 27830 | 29366 | 27129 | 26650 | 24692 | 26979 | 28314 |
| | | | | | | | | | | |
| | min | gem | max | | | | | | | |
| | 24692 | 28411 | 32655 | | | | | | | |

Tabel 4-6 Gewasopbrengst van akkerbouw per hectare gecorrigeerd voor inflatie

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Opbrengst € per ha (excl) | 2500 | 2570 | 2540 | 2580 | 2810 | 2710 | 2740 | 3120 | 3180 | 3190 |
| Opbrengst € per ha (incl) | 3025 | 3110 | 3073 | 3122 | 3400 | 3279 | 3315 | 3775 | 3848 | 3860 |
| Correctie naar prijspeil 2015 | 3546 | 3604 | 3505 | 3474 | 3739 | 3560 | 3517 | 3909 | 3886 | 3860 |
| | | | | | | | | | | |
| | min | gem | max | | | | | | | |
| | 3660 | 3474 | 3909 | | | | | | | |

Tabel 4-7 Gewasopbrengst van glastuinbouw per hectare gecorrigeerd voor inflatie

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Opbrengst € per ha (excl) | 338570 | 338330 | 340690 | 341460 | 370210 | 361760 | 361860 | 386420 | 384090 | 386840 |
| Opbrengst € per ha (incl) | 409670 | 409379 | 412235 | 413167 | 447954 | 437730 | 437851 | 467568 | 464749 | 468076 |
| Correctie naar prijspeil 2015 | 480279 | 474388 | 470128 | 459743 | 492590 | 475263 | 464525 | 484096 | 469303 | 468076 |
| | | | | | | | | | | |
| | min | gem | max | | | | | | | |
| | 473839 | 459743 | 492590 | | | | | | | |

Tabel 4-8 Gewasopbrengst van fruitkwekerijen per hectare gecorrigeerd voor inflatie

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Opbrengst € per ha (excl) | 14270 | 14000 | 13260 | 13900 | 18460 | 19360 | 19320 | 19340 | 20510 | 19770 |
| Opbrengst € per ha (incl) | 17267 | 16940 | 16045 | 16819 | 22337 | 23426 | 23377 | 23401 | 24817 | 23922 |
| Correctie naar prijspeil 2015 | 20243 | 19630 | 18298 | 18715 | 24562 | 25434 | 24801 | 24229 | 25060 | 23922 |
| | | | | | | | | | | |
| | min | gem | max | | | | | | | |
| | 22489 | 18298 | 25434 | | | | | | | |



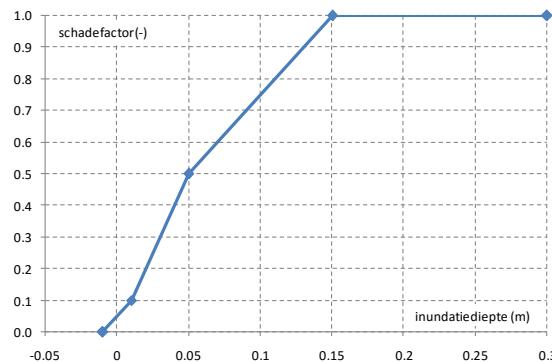
Tabel 4-9 Gewasopbrengst van boomkwekerijen per hectare gecorrigeerd voor inflatie

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Opbrengst € per ha (excl) | 49740 | 56140 | 57110 | 50580 | 47480 | 62150 | 53140 | 54940 | 56550 | 94630 |
| Opbrengst € per ha (incl) | 60185 | 67929 | 69103 | 61202 | 57451 | 75202 | 64299 | 66477 | 68426 | 114502 |
| Correctie naar prijspeil 2015 | 70559 | 78716 | 78808 | 68101 | 63175 | 81650 | 68217 | 68827 | 69096 | 114502 |
| | | | | | | | | | | |
| | min | gem | max | | | | | | | |
| | 63175 | 76165 | 114502 | | | | | | | |

4.3 Schadefuncties

4.3.1 Schadefuncties bebouwing

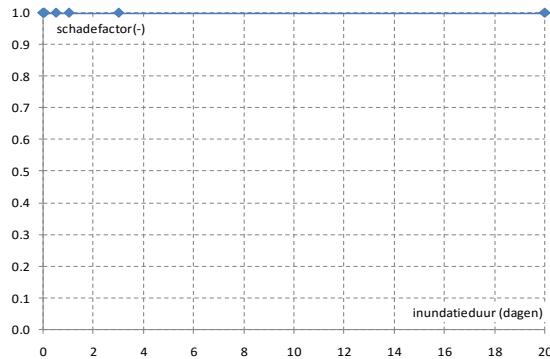
Alle schadefuncties voor alle landgebruikscategorieën bestaan uit drie functies: inundatiediepte, inundatieduur en seizoen. Afhankelijk van de categorie zijn deze in meer of mindere mate van belang. De schadefunctie voor alle bebouwing zijn weergegeven in Figuur 4-3, Figuur 4-4 en Figuur 4-5.



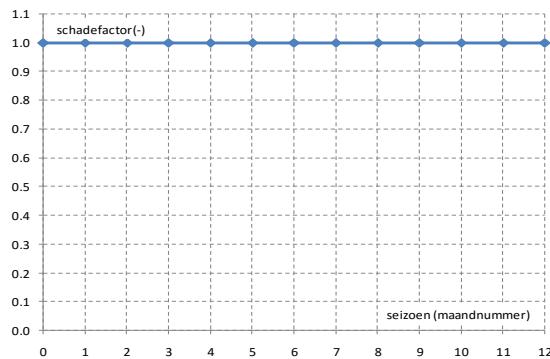
Figuur 4-3 Relatie schadefactor en inundatiediepte voor bebouwing

Voor de inundatiediepte is aangenomen dat de maximale diepte door wateroverlast ongeveer 30 cm boven vloerpeil is. Verder zal de schade zich relatief snel ontwikkelen. De keukenkasten kunnen vanaf het moment dat de bodem onder water heeft gestaan (+/- 15 cm) als verloren worden beschouwd. Het meubelpaneel waarvan zij gemaakt zijn, neemt namelijk snel vocht op en zwelt, waarna de fineerlaag los laat. Verder zal het ook voor het schilder- en stucwerk nauwelijks uitmaken of er 15 of 25 cm water in de woning gestaan heeft.

Voor de schade aan bebouwing is verder aangenomen dat de schade niet afhankelijk is van de duur of het seizoen. Met andere woorden: voor de schade maakt het niet uit of er een half uur of een dag water in huis gestaan heeft, dan wel of de wateroverlast in april of september optreedt. Om de berekeningen consequent te laten verlopen wordt de schadefactor voor inundatieduur en seizoen wel meegenomen, maar heeft de waarde 1.



Figuur 4-4 Relatie schadefactor en inundatieduur voor bebouwing

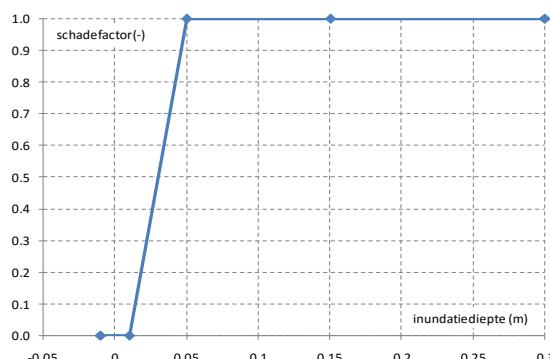


Figuur 4-5 Relatie schadefactor en seizoen voor bebouwing

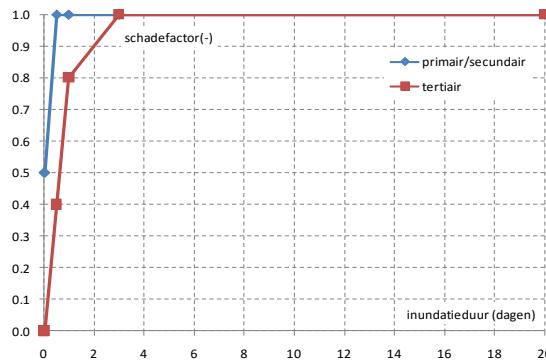
4.3.2 Schadefuncties wegen

De schade aan een asfaltverharding wordt beïnvloed door bijvoorbeeld het achterblijven van slib in de poriën en of er tijdens de inundatie met zwaar materieel over de weg is gereden. Door een verzadigde wegfundering en ondergrond is de draagkracht van de verharding afgangen en kunnen door zwaar verkeer scheuren ontstaan in de asfaltverharding.

De schadefuncties voor wegen zijn weergegeven in Figuur 4-6, Figuur 4-7 en Figuur 4-8. De schade is afhankelijk van de inundatiediepte en inundatieduur. Aangenomen is dat er minimaal een centimeter water op straat moet staan voordat schade begint op te treden. Verder is aangenomen dat voor tertiaire en overige wegen met weinig verkeer pas na 1 uur ook daadwerkelijk schade optreedt. Bij spoorwegen, primaire en secundaire wegen treedt de schade wel al na een uur op.

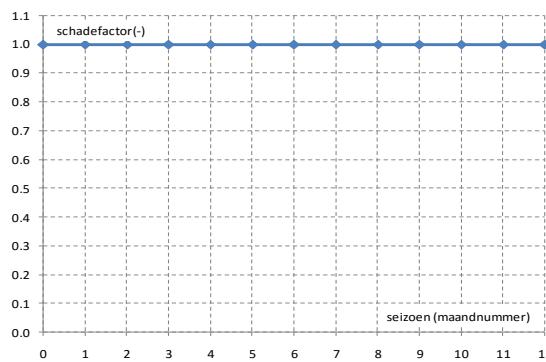


Figuur 4-6 Relatie schadefactor en inundatiediepte voor wegen



Figuur 4-7 Relatie schadefactor en inundatieduur voor wegen

Voor de schade aan wegen is verder aangenomen dat de schade niet afhankelijk is van het seizoen. Met andere woorden: voor de schade aan wegen maakt het niet uit of er wateroverlast in april of september optreedt. Om de berekeningen consequent te laten verlopen wordt het seizoen wel meegenomen, maar heeft altijd de waarde 1.

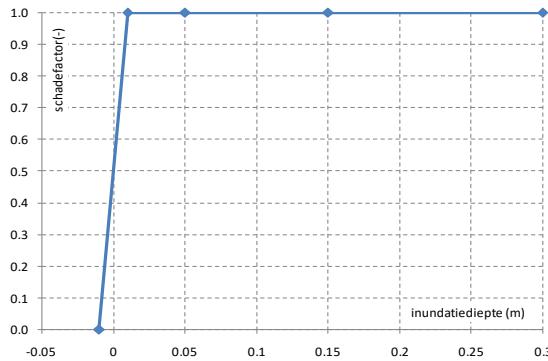


Figuur 4-8 Relatie schadefactor en seizoen voor wegen

4.3.3 Schadefuncties gewassen

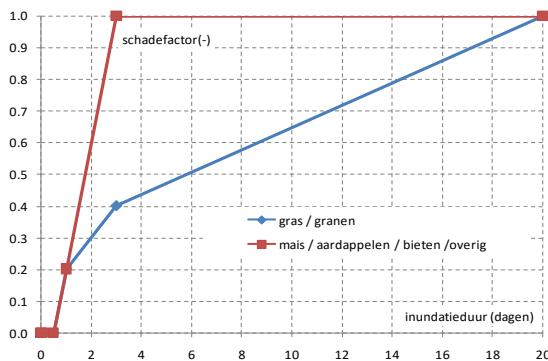
Bij land- en tuinbouwproducten is de schade door wateroverlast het verlies van een gedeelte van de oogst. Dit verlies wordt niet enkel bepaald door contact met het water, maar ook door de omstandigheden; zoals tijdstip in het groeiseizoen en duur van de overlast. In het groeiseizoen is de voornaamste oorzaak voor een verminderde gewasopbrengst een gebrek aan zuurstof in de wortelzone, doordat alle poriën in de bodem gevuld zijn met water. Buiten het groeiseizoen treedt ook schade op aan bouwland, die later in het groeiseizoen leidt tot een verminderde gewasopbrengst. Door bijvoorbeeld een verminderde draagkracht door hoge grondwaterstanden in het vroege voorjaar, kan het land pas later worden bewerkt. Daarnaast kan door langdurige plassen in de wintermaanden verslemping ontstaan, waardoor de toplaag van de bodem in het voorjaar lang nat, hard en zuurstofloos blijft.

De schadefuncties voor gewassen zijn weergegeven in Figuur 4-9, Figuur 4-10 en Figuur 4-11. De schade is vooral afhankelijk van hoe lang de gewassen onder water staan en op welk tijdstip in het seizoen de wateroverlast optreedt. Hoe hoog het water boven maaiveld staat is minder van belang; voor het afsterven van de haartwortels maakt het nauwelijks uit of er 10 of 30 cm water staat. Voor alle gewassen is dan ook dezelfde relatie tussen schadefactor en inundatiediepte opgenomen.



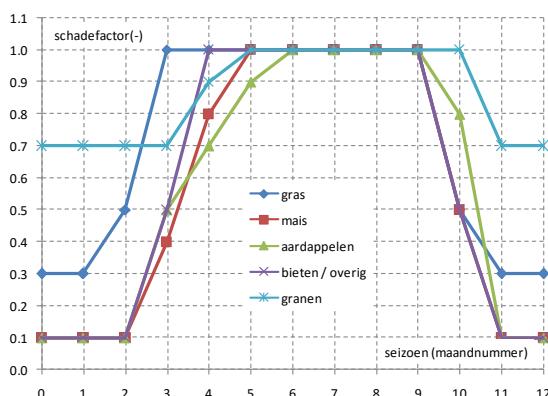
Figuur 4-9 Relatie schadefactor en inundatiediepte voor gewassen

Voor de inundatieduur zijn twee functies opgenomen. Een functie waarbij na 3 dagen inundatie en een functie waarbij na 20 dagen inundatie de schadefactor voor de inundatieduur 1 is. Dit wil uiteraard niet zeggen dat bij een kortere duur geen schade optreedt.



Figuur 4-10 Relatie schadefactor en inundatieduur voor gewassen

Voor het seizoen is de differentiatie tussen de gewassen het grootst. Hiervoor is gebruik gemaakt van de zaai- oogstkalender, maar ook rekening gehouden met dat als er op het tijdstip van inundatie geen gewas op het land staat er ook schade op kan treden door verslemping, uitspoeling van nutriënten, of niet kunnen (voor)bewerken van akkers.



Figuur 4-11 Relatie schadefactor en seizoen voor gewassen



5 Resultaat van een berekening

Meldingen per mail

Om de gebruiker meer inzicht te geven in de uitvoering en wachttijden van de berekeningen wordt er een drietal mails verstuurd:

- > Bij het aanmaken van een berekening een mail waarin het aantal wachtende berekeningen die in de rij voor hem staan worden vermeld: "Op dit moment staan er nog x taken in de wachtrij."
- > Bij de start van de berekening een tweede mail waarin meldt wordt dat de berekening wordt gestart: "De berekening van het WaterSchadeSchatter scenario x is opgestart. Als het klaar is krijgt u nogmaals een mail."
- > Bij het einde van de berekening een derde en laatste mail waarin meldt wordt dat de berekening is afgerond met daarbij de link naar de plek om de resultaten te bekijken.

Einde van de berekening

Een berekening eindigt met het versturen van een email aan de gebruiker op het in stap 1 van 1 opgegeven adres. In de email zit een link naar een webpagina waarop de resultaten kunnen worden ingezien en gedownload (Zie Figuur 5-1).

| Categorie | Oppervlakte met schade | Schade |
|--------------------|------------------------|---------------|
| Totaal | 6.0 ha | € 3.658.607,- |
| Woonfunctie | 0.4 ha | € 993.105,- |
| Industriefunctie | 0.4 ha | € 1.303.901,- |
| Kassen | 3.4 ha | € 1.080.887,- |
| Bijeenkomstfunctie | 0.1 ha | € 140.740,- |

Figuur 5-1 Downloaden van resultaten

Op de webpagina zelf is het resultaat van de berekening weergegeven in een tabel waarin per landgebruikscategorie de schade is opgeteld. Daarnaast is ook de metadata van de berekening opgenomen. De resultaten kunnen als zip-bestand worden gedownload via de knop 'downloaden'.

Voor de schadeberekeningen voor een reeks waterstanden voor 1 gebied wordt enkel de schade voor alle landgebruikscategorieën tezamen per inundatiediepte getoond. De resultaten kunnen als csv-bestand worden gedownload via de knop 'download.csv'.

Opgemerkt wordt dat de resultaten 1 week op de servers van de WaterSchadeSchatter bewaard worden.



Het zip-bestand met de resultaten bevat de volgende bestanden:

- De voor de berekening gebruikte schadetabel;
- Per AHN-blok de schade in een geotiff-bestand dat kan worden geopend in ArcGIS;
- Per AHN-blok de schade per landgebruikscategorie in een CSV-bestand;
- Een CSV-bestand met de meta-data van de berekening, de schade per landgebruikscategorie en het geïnundeerde oppervlak per landgebruikscategorie.

Het csv-bestand met de resultaten van de schadeberekeningen voor een reeks waterstanden voor 1 gebied bevat enkel de totale schade voor alle landgebruikscategorieën tezamen per inundatiediepte.

Meer gedetailleerde informatie over de gebruikte dataset en de WaterSchadeSchatter kan bekijken worden op de website www.waterschadeschatter.nl. De getallen voorbeelden, schadebedragen en schadefuncties die in deze rapportage zijn opgenomen zijn van mei 2017. Verwacht wordt dat de gebruikersgroep de schadebedragen en schadefuncties incidenteel zal wijzigen. De meest recente versie van de bedragen is dan ook altijd te vinden op de website.