

# Maatregelplan vergroten neerslagbestendigheid

Gemeente Buren

---





# Verantwoording

## Titel

Maatregelplan vergroten neerslagbestendigheid gemeente Buren

## Subtitel

## Kenmerk

R01-P0154

## Status

Concept

## Datum

20 juli 2022

## Opdrachtgever

Gemeente Buren

## Auteur(s)

Paul van Oss

## Collegiaal toetser

Ferry van den Eng

## Contact

Imber Advies  
Graafseweg 274  
6532 ZV NIJMEGEN  
info@imberadvies.nl  
www.imberadvies.nl  
KVK 65854578





## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	7
1.1	Aanleiding.....	7
1.2	Doel.....	7
1.3	Werkwijze en leeswijzer .....	7
2	Uitgangspunten .....	9
2.1	Modelberekeningen .....	9
2.2	Toetsbui.....	11
2.3	Kostenraming.....	12
3	Stresstest huidige situatie .....	14
4	Maatregelen .....	16
4.1	Selectie locaties .....	16
4.2	Strategie maatregelen .....	18
4.3	Typen maatregelen.....	18
4.4	Overzicht maatregelen .....	18
5	Resultaten stresstest na maatregelen.....	22
5.1	Samenvatting resultaten .....	22
6	Conclusies en aanbevelingen .....	23
6.1	Aanbevelingen .....	24



## Bijlagen

1. T001 Resultaten stresstest huidige situatie, composietbui T=100, klimaat 2050
2. Te bestuderen locaties met oplossingsrichting per kern (11)
3. Overzichtstabel met onderbouwing maatregelen
4. T002 Overzicht maatregelen
5. T003 Resultaten stresstest na maatregelen, composietbui T=100, klimaat 2050
6. Kostenraming inclusief onderbouwing
7. Model (InfoWorks ICMT) met gebruikte modellen en instellingen berekeningen



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Door klimaatverandering neemt de kans op wateroverlast, hitte en droogte toe. Dat levert risico's op voor onze en veiligheid, gezondheid en economie. Het is van groot belang dat Nederland zich aanpast aan deze veranderingen. De kern van de Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie is dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust is ingericht. In het Deltaplan Ruimtelijke adaptatie staat hoe gemeenten, waterschappen, provincies en het Rijk het proces van ruimtelijke adaptatie willen versnellen en intensiveren. In het kader van dit plan is afgesproken dat alle overheden een eerste stresstest voor alle thema's uitvoeren.



In 2021 heeft gemeente Buren de stresstest wateroverlast uitgevoerd. Met behulp van een integraal model van riolering en maaiveld zijn stresstestberekeningen uitgevoerd en aansluitend zijn vloerpeilen ingemeten. De resultaten van deze stresstest laten zien dat er circa 125 panden (met verblijfsfunctie) zijn waar bij een T=100 gebeurtenis water in wordt berekend.

## 1.2 Doel

Gemeente Buren heeft Imber Advies gevraagd om gezamenlijk een maatregelplan op te stellen waarmee het aantal panden waarin water wordt berekend en de mate waarin water wordt berekend (waterdiepte en frequentie) significant afneemt ten opzichten van de huidige (berekende) situatie.

Het doel van deze studie is om maatregelen te verkennen, te modelleren en op hoofdlijnen uit te werken zodat aansluitend van alle maatregelen een globale inschatting van de kosten kan worden gemaakt.

## 1.3 Werkwijze en leeswijzer

In overleg met de gemeente Buren zijn voor het opstellen van het maatregelenplan de onderstaande werkstappen doorlopen:

- Selecteren en prioriteren maatregel locaties;
- Pilot maatregelen kern Lienden;
- Uitwerken maatregelen overige kernen;
- Opstellen globale kostenraming;
- Rapporteren en presenteren resultaten.

Deze rapportage omvat de gehanteerde uitgangspunten, randvoorwaarden en resultaten van deze studie.

Hoofdstuk 2 beschrijft de in deze studie gehanteerde uitgangspunten. Hoofdstuk 3 bevat een korte samenvatting stresstest wateroverlast in de huidige situatie. In hoofdstuk 4 worden de maatregelen beschreven en is een kostenraming opgenomen. De resultaten van de stresstest wateroverlast na uitvoering van de maatregelen worden beschreven in hoofdstuk 5 De conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 6.





## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Modelberekeningen

#### Rekenmodel

De berekeningen zijn uitgevoerd met het hydrodynamische rekenpakket InfoWorks ICM, versie 2021.09. De gehanteerde werkwijze sluit aan bij de methodiek die is beschreven in de Kennisbank van Stichting RIONED (voorheen de Leidraad Riolering). De basis voor deze studie is het model (model20181005\_stresstestv10!) dat in 2021 opgesteld is ten behoeve de stresstest wateroverlast. Een uitgebreide onderbouwing van dit model is opgenomen de rapportage R02-P0077, Stresstest wateroverlast gemeente Buren d.d. 24 september 2021.

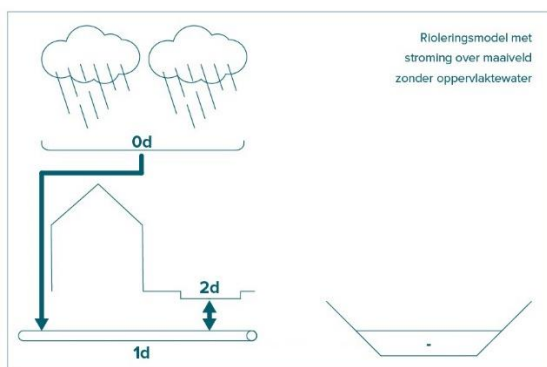
Voor deze studie is het model op enkele plekken gewijzigd:

- In plaats van 1 grote 2D zone is er per kern een 2D zone afgemaakt (totaal 24);
- Op enkele plekken zijn putten minimaal (< 1 m) verplaatst zodat ze niet in een (contour van de) waterloop liggen;
- Op enkele plekken zijn putten verplaatst om ze buiten een goot te houden.

#### Modelconcept stresstest wateroverlast

Voor het verkrijgen van inzicht in wateroverlast in extreme neerslagsituaties zijn er verschillende modelconcepten mogelijk, afhankelijk van de in model te brengen modelonderdelen, de informatievraag en de mate van detail (dimensies). Voor de stresstest is ervoor gekozen om het bestaande 1D-rioleringsmodel uit te breiden met een 2D maaiveldmodel.

Gezien het dichtbebouwde karakter en de beperkte maaiveldhelling, is er gekozen voor een *Rioleringsmodel met stroming over maaiveld zonder oppervlaktewater* waarbij het afstromend verharde oppervlak op traditionele wijze gekoppeld is aan het 1D rioleringsmodel; er wordt dus gebruikt gemaakt van een traditioneel (0D) inloopmodel. Het 2D maaiveldmodel fungeert hierbij als 2D overloopmodel van het 1D rioleringsmodel. Een schematische weergave van dit modelconcept is opgenomen in figuur 1.



Figuur 1 -Rioleringsmodel met stroming over maaiveld zonder oppervlaktewater

#### Afvoercapaciteit oppervlaktewater

Gemeente Buren heeft geen oppervlaktewatermodel, dit is in beheer bij het waterschap. In overleg met gemeente Buren is daarom gekozen het oppervlaktewatermodel geen onderdeel te laten zijn van het stresstestmodel. In het model zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van interactie met het oppervlaktewater:

- De drempels van het rioolstelsel liggen allemaal boven het streefpeil van de watergangen waarop geloosd wordt. In het model wordt daarom uitgegaan van vrije lozing vanuit de riolering op oppervlaktewater. Indien dat in de praktijk op enige moment niet meer het geval is, zal het water opstuwen tot een hoger niveau dan nu wordt berekend.
- De berging in het oppervlaktewater (boven streefpeil) is wel opgenomen in het maaiveldmodel. De AHN bevat op deze locaties namelijk laagtes waar, bij overbelasting van het rioolstelsel, overtollig regenwater naartoe kan stromen. Deze laagtes hebben in principe geen afvoer omdat duikers en stuwen niet in het model zijn opgenomen. De praktijk is hier dus juist gunstiger dan het model. Het water kan slechts stromen over het maaiveldmodel.

Het oppervlaktewater maakt geen deel uit van het model dat is opgesteld ten behoeve van de stresstest en daarmee de basis vormt voor de maatregelen. Oppervlaktewater speelt op veel plekken echter wel een grote rol bij het vergroten van de neerslagbestendigheid. Om grote hoeveelheden neerslag te verwerken zijn er grofweg twee opties; bergen en/of afvoeren. Vooral bij het afvoeren van neerslag naar plekken waar het niet tot overlast leidt speelt het oppervlaktewater een grote rol.

Om het effect van het oppervlaktewater bij het uitwerken van maatregelen toch mee te kunnen nemen is het maatregelmodel in eerste instantie veronderstelt dat het watersysteem voldoende capaciteit heeft voor het afvoeren van neerslag die er naartoe afstroomt. Dit is gemodelleerd door de watergangen binnen de modelgrenzen op te nemen in het maaiveldmodel als laagtes van circa 100 m diep. Water dat naar een watergang afstroomt zal daarmee vrij kunnen afstromen zonder dat dit leidt tot water op het maaiveld rondom een watergang.

Op deze manier is goed te onderbouwen welke afmetingen maatregelen binnen stedelijk gebied moeten hebben om overtollige neerslag af te kunnen voeren. In een volgend stadium zal in samenwerking met het waterschap ook gekeken moeten worden of het watersysteem voldoende afvoer- en bergingscapaciteit heeft.

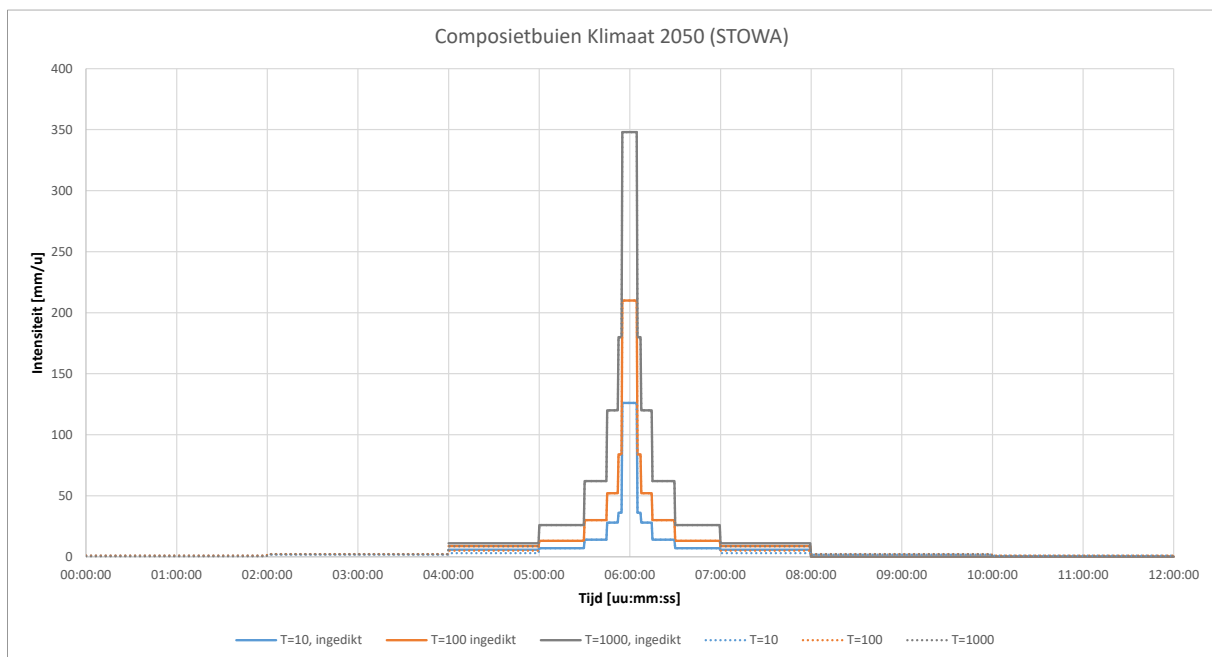
## 2.2 Toetsbui

In de stresstest zijn 9 neerslaggebeurtenissen geselecteerd en doorgerekend. De composietbui T=100, zichtjaar 2050 heeft in de stresstest een grotere rol gespeeld dan de andere buien. Alle panden waarin bij belasting met een T100 neerslaggebeurtenis water is uitgerekend zijn bijvoorbeeld in aanmerking gekomen voor een aanvullende inmeting.

Daarnaast heeft de gemeente de wens om schade als gevolg van water in woningen bij een T=100 gebeurtenis zoveel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen.

Om het effect van maatregelen te toetsen is daarom in deze studie ook gebruik gemaakt van de T=100 composietbui (zichtjaar 2050) die gebruikt is bij de stresstest berekeningen. Deze composietbui is opgesteld op basis van het STOWA onderzoek 'Neerslagstatistiek voor korte duren' (STOWA 2018-12) en past bij de T=100 herhalingsduren volgens de geactualiseerde STOWA regenduurlijnen voor klimaat 2050.

Omwille van de rekentijd en het feit dat het stedelijke gebied vooral gevoelig is voor hoge intensiteiten, is de duur van composietbuien beperkt tot 4 uur, in plaats van 12 uur. Om daarnaast de totale volumes (langere duur) goed mee te nemen, zijn de intensiteiten aan de 'randen' van de bui verhoogd. De composietbuien zijn als het ware 'ingedikt', rekening houdend met de afvoercapaciteit van het gemeaal naar de RWZI. De gebruikte composietbuien zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Toegepaste ingedikte composietbuien T10, T=100 en T=1000, klimaat 2050 (worst-case)

De in deze studie gehanteerde composietbuien zijn gebaseerd op het STOWA onderzoek 'Neerslagstatistiek voor korte duren' (STOWA 2018-12) buien. In 2019 heeft STOWA nieuwe gegevens gepresenteerd in het rapport 'Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer' (STOWA 2019-19). Aansluitend zijn er door RIONED op basis van deze nieuwe gegevens composietbuien gepubliceerd, met kleinere tijdstapgroottes. De regenduurlijnen (STOWA 2019-19) en composietbuien (RIONED) wijken beperkt af van de in deze studie gehanteerde neerslagstatistiek (STOWA 2018-12). De afwijkingen in de rekenresultaten zijn daarmee vermoedelijk verwaarloosbaar.

## 2.3 Kostenraming

Om op hoofdlijnen een indruk te krijgen van de kosten voor de benodigde maatregelen is een globale raming opgesteld. Hierbij is uitgegaan van een beperkt aantal typen maatregelen. Voor maatregelen aan het rioolstelsel is aangesloten bij het onderdeel Kostenkengetallen uit de Kennisbank Stedelijk Water van stichting Rioned. Voor aanpassingen aan wegen is aansluiting gezocht bij het beheerplan wegen (kenmerk: D.055263) van de gemeente Buren.

Bij het ramen van de kosten is daarnaast aangesloten bij de bestaande bovengrondse inrichting waarbij onderscheid is gemaakt tussen:

- Open verharding (klinkers);
- Gesloten verharding (asfalt);
- Onverhard oppervlak (groen).

### Kostenkengetallen uit de Kennisbank Stedelijk Water

Voor maatregelen aan het rioolstelsel is op basis van de kostenkengetallen onderscheid gemaakt in de 3 typen bovengrondse inrichting zoals bovenstaand beschreven.

De kostenkengetallen uit de kennisbank zijn bedoeld om een eerste beeld van de kosten van werkzaamheden te krijgen. Ze geven eenzelfde bedrag voor heel Nederland en zijn bedoeld om globale ramingen mee te maken. In de praktijk kunnen kosten daarom afwijken van de kostenkengetallen. Alle kostenkengetallen zijn berekend op prijspeil januari 2021.

De kostenkengetallen richten zich op de uitvoering van de beschreven maatregelen. Om dit te kunnen doen zijn er algemene kosten aan de kant van de opdrachtnemer en opdrachtgever. Dit gaat bijvoorbeeld om zaken als verzekering, achterliggende organisatie, winst en risico, voorbereiding, toezicht en advieswerkzaamheden. Deze algemene kosten worden door de opdrachtnemer en opdrachtgever verwerkt in de kosten van de werkzaamheden. Voor de toeslagfactor is uitgegaan van:

- Uitvoeringskosten, CAR-verzekering (opdrachtnemer): 10%;
- Algemene kosten, winst en risico (opdrachtnemer): 12%;
- Voorbereiding, toezicht en advies (opdrachtgever): 15%.

Voor de raming van de maatregelen is in deze studie daarnaast uitgegaan van een prijsindexatie van 5% ten opzichten van prijspeil 2021

### Beheerplan wegen

In het beheerplan wegen (kenmerk: D.055263) van de gemeente Buren wordt voor regeneratie van asfaltwegen gerekend met 80 á 200 euro per m<sup>2</sup>, afhankelijk van de herbruikbaarheid van materialen. In de praktijk blijkt herbruikbaarheid zeer beperkt. (teerhoudend asfalt en fundatie van hoogovenslak of aanwezigheid asbest). Gemeente Buren heeft aangegeven uit te willen gaan van het Pareto principe (80/20 verdeling) wat (afgerond) leidt tot een eenheidsprijs van 180 euro per m<sup>2</sup>.

Voor wegen met klinkers (open verharding) wordt uitgegaan van een bedrag tussen de 85 en 125 euro per m<sup>2</sup>. Deze prijs ligt gemiddeld wat lager door de mogelijkheid van hergebruik klinkers en de minder milieubelastende materialen. Gemeente Buren heeft aangegeven voor open verharding uit te willen gaan van een eenheidsprijs van 110 euro per m<sup>2</sup>.

In de eenheidsprijzen uit het beheerplan wegen is geen rekening gehouden met kosten voor voorbereiding, toezicht en advies. Hiervoor is in de kostenraming rekening gehouden met een toeslag van 15%. Daarnaast is uitgegaan van een prijsindexatie van 5% op de ervaringscijfers uit het beheerplan wegen.

### Eenheidsprijzen

In tabel 1 zijn de gehanteerde eenheidsprijzen voor de kostenraming van de maatregelen opgenomen. Hierbij is onderscheid gemaakt in een beperkt aantal typen maatregelen. Bij de kostenraming is vervolgens per (deel van een) maatregel aangesloten bij het best passende type maatregel.

Tabel 1 Gehanteerde eenheidsprijzen maatregelenplan

Omschrijving	Eenh	Kosten per eenheid			Opmerking	Bron
		Groen	Klinkers	Asfalt		
<b>Aanleg riolering</b>						
Riool ≤500 mm	m	420	662	872	inclusief putten en aansluitingen	Rioned
Riool circa 800 mm	m	777	1082	1313	inclusief putten en aansluitingen	Rioned
Riool circa 1000 mm	m	1029	1407	1701	inclusief putten en aansluitingen	Rioned
Overstortput (2m)	st	25043	25043	25043	Put 2x2 meter, excl verharding	Rioned
<b>Aanpassingen wegprofiel</b>						
Kleine goot	M	83	167	272	25% wegprofiel aanpassen	Buren
Grote goot	M	332	664	1087	volledige vervanging wegprofiel	Buren
Verlagen en herstellen	m <sup>2</sup>	66	133	217	Verlagen 20 tot 50 cm	Buren
<b>Aanpassingen onverharde oppervlakken (groen)</b>						
Aanleg waterberging	m <sup>3</sup>	26			alleen grondverzet, geen afvoer	Rioned

### 3 Stresstest huidige situatie

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de resultaten van de stresstest neerslagbestendigheid van de huidige situatie. Een uitgebreide onderbouwing hiervan is opgenomen in de rapportage Stresstest wateroverlast gemeente Buren d.d. 24 september 2021.

Het stresstestmodel is belast met 9 neerslaggebeurtenissen met verschillende invalshoeken en met verschillende herhalingstijden. De berekende waterdiepten op maaiveld en in panden zijn vervolgens inzichtelijk gemaakt. Van alle panden met een woonbestemming, waarin bij belasting met een T100 neerslaggebeurtenis (composietbui T=100, zichtjaar 2050) water is berekend, is aanvullend het vloerpeil ingemeten. Nadat de gemeten vloerpeilen zijn verwerkt in het model zijn de stresstest berekeningen nogmaals uitgevoerd en de resultaten gepresenteerd.

In tabel 2 zijn de resultaten van de berekeningen ten aanzien van mogelijk kwetsbare panden samengevat. De resultaten van de stresstest laten zien dat er 126 panden (met verblijfsfunctie) zijn waar bij een T=100 gebeurtenis water in wordt berekend.

In overleg met gemeente Buren kijken we in dit maatregelenplan alleen naar de effecten op het functioneren bij de T=100 neerslaggebeurtenis (composietbui T=100, zichtjaar 2050). De resultaten van de stresstest bij deze belasting zijn opgenomen in bijlage 1.

Tabel 2 Samenvatting resultaten analyse water in panden (uit Stresstest wateroverlast gemeente Buren)

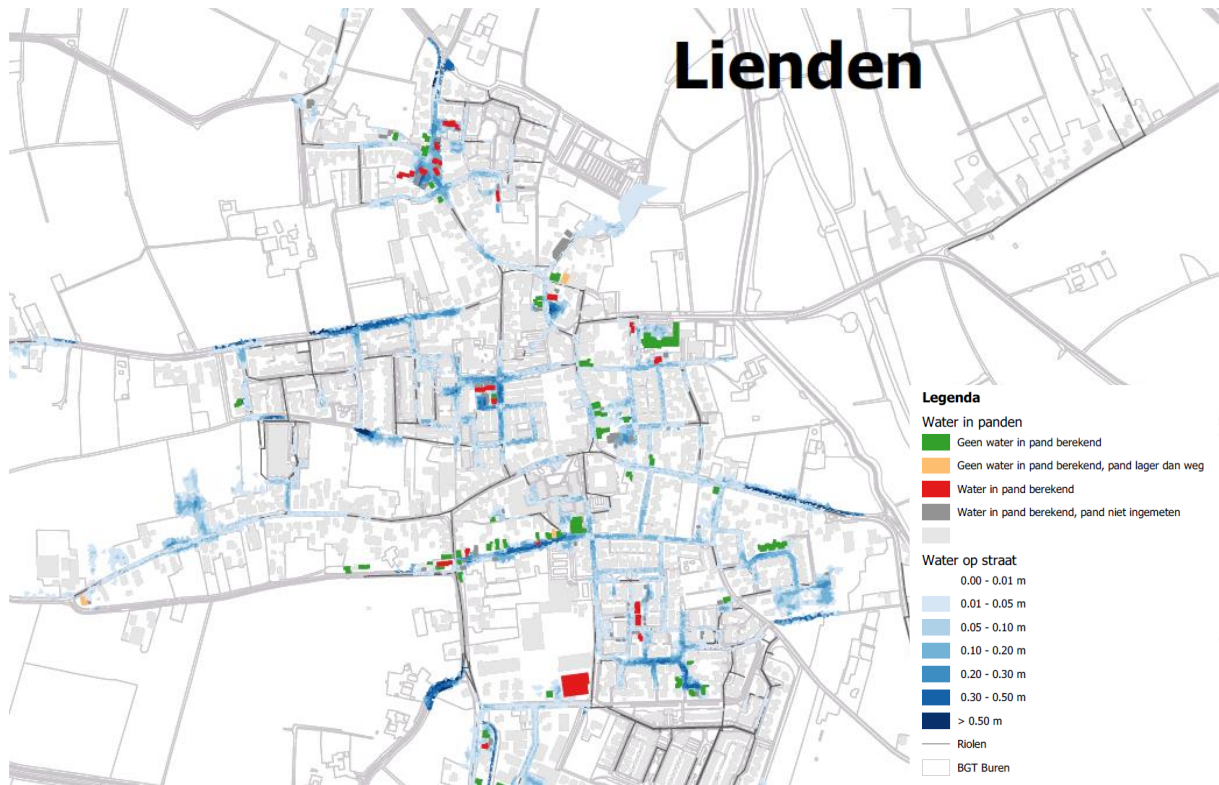
Kleur	Omschrijving	Herhalingstijd		
		T=10	T=100	T=1000
Rood	Water in pand berekend, pand ingemeten;	55	126	188
Oranje	Geen water in pand berekend, pand ingemeten, pand ligt lager dan de weg (op basis van niveau dichtstbijzijnde inspectieput);	15	43	35
Groen	Geen water in pand berekend, pand ingemeten	462	363	309
Donkergrijs	Water in pand berekend, pand niet ingemeten (voornamelijk panden zonder functie).	117	384	1637*
Lichtgrijs	Geen water in pand berekend, pand niet ingemeten.	14497	14230	12977
<b>TOTAAL</b>		<b>15146</b>	<b>15146</b>	<b>15146</b>

\* Panden waar bij T=100 geen water in is berekend, maar bij T=1000 wel krijgen bij de T=1000 resultaten een donkergrijze kleur, die rood zou kunnen worden na aanvullende inmeting.

Ten behoeve van een eenduidige (online) presentatie van de resultaten aan de bewoners van de ingemeten panden hebben alle ingemeten panden een kleur gekregen op basis van de meetwaarden en de resultaten van de stresstest. In figuur 3 is een voorbeeld opgenomen van deze resultaten.

- Rood: water in pand berekend, pand ingemeten;
- Oranje: geen water in pand berekend, pand ingemeten, pand ligt lager dan de weg (op basis van niveau dichtstbijzijnde inspectieput);
- Groen: geen water in pand berekend, pand ingemeten;
- Donkergrijs: water in pand berekend, pand niet ingemeten (voornamelijk panden zonder functie).
- Lichtgrijs: geen water in pand berekend, pand niet ingemeten.





Figuur 3 Water op straat en in panden, composietbui T=100, zichtjaar 2050, kern Lienden

## 4 Maatregelen

In dit hoofdstuk worden de maatregelen beschreven ter vergroting van de neerslagbestendigheid. Er wordt achtereenvolgens ingegaan op de bestudeerde locaties, de strategie van de maatregelen, typen maatregelen en de kostenraming.

In bijlage 2 is per kern een overzicht opgenomen van de door de gemeente geselecteerde locaties met daarbij aangegeven de voorgestelde oplossingsrichting. In bijlage 3 is een overzichtstabel opgenomen waarin alle bestudeerde locaties met (onderbouwning van) de benodigde maatregelen en de geraamde kosten. In bijlage 4 is zijn locaties van de maatregelen opgenomen.

### 4.1 Selectie locaties

De mate waarin en de frequentie waarmee wateroverlast op straat acceptabel is en de mate waarin eventuele maatregelen urgent en/of gewenst zijn, is afhankelijk van heel veel factoren zoals bijvoorbeeld:

- Duur en diepte van water op maaiveld;
- Functie van objecten en panden;
- Maatschappelijke kosten en onrust bij schade;
- Kosten voor maatregelen die de neerslagbestendigheid vergroten;
- Mate van clustering van objecten waar overlast wordt berekend en/of ervaren;
- 'Meelift-kansen' met andere ontwikkelingen;
- Eigendomsverhoudingen;
- Herkomst van het water.

Naast bovenstaande aspecten speelt ook het gemeentelijke belang om actie te ondernemen ten aanzien van locaties waar in de praktijk overlast is ervaren. Deze locaties hebben voor de gemeente extra prioriteit.

Gemeente Buren heeft op basis van de resultaten van de stresstest een selectie gemaakt van locaties waar zij maatregelen noodzakelijk acht. Hierbij heeft ze de locaties onderverdeeld in een aantal categorieën en zoveel als mogelijk rekening gehouden met de bovenstaande factoren. De categorieën kunnen grofweg als volgt kunnen worden beschreven en zijn gerangschikt naar urgentie van uitvoeren:

1. *Water in woning berekend en in woning bekend*  
Locaties waar in de stresstest (T=100) bij één of meerdere panden water is uitgerekend (rode panden) en waar ook in praktijk ervaring is met schade als gevolg van wateroverlast. Voor deze locaties is het inzicht krijgen in mogelijke maatregelen extra belangrijk. Voor deze locaties zijn autonome maatregelen gerechtvaardigd.
2. *Water in woning berekend en op straat bekend*  
Locaties waar in de stresstest (T=100) bij één of meerdere panden water is uitgerekend (rode panden), maar die de gemeente niet herkent als een locatie waar in de praktijk schade optreedt, maar waar wel overlast (water op straat) wordt ervaren. Voor deze locaties zijn autonome maatregelen gerechtvaardigd.
3. *Water in woning berekend en op straat niet bekend*  
Locaties waar in de stresstest (T=100) bij één of meerdere panden water is uitgerekend (rode panden), maar die de gemeente niet herkent als een locatie waar in de praktijk schade en of overlast (water op straat) optreedt. Voor deze locaties is meeliften met andere werkzaamheden gewenst.
4. *Water op straat berekend en bekend, vloer ≈ maaiveld*





Locaties waar in de stresstest (T=100) alleen water op straat is uitgerekend, het vloerpeil van de woning ongeveer gelijk is aan maaiveld en waar deze overlast (water op straat) wordt ervaren. Voor deze locaties is meeliften met andere werkzaamheden gewenst.

5. *Water op straat, eenvoudige maatregelen*

Locaties waar in de stresstest (T=100) alleen water op straat is uitgerekend en maatregelen op een eenvoudige manier kunnen worden uitgevoerd. Voor deze locaties zijn autonome maatregelen gerechtvaardigd.

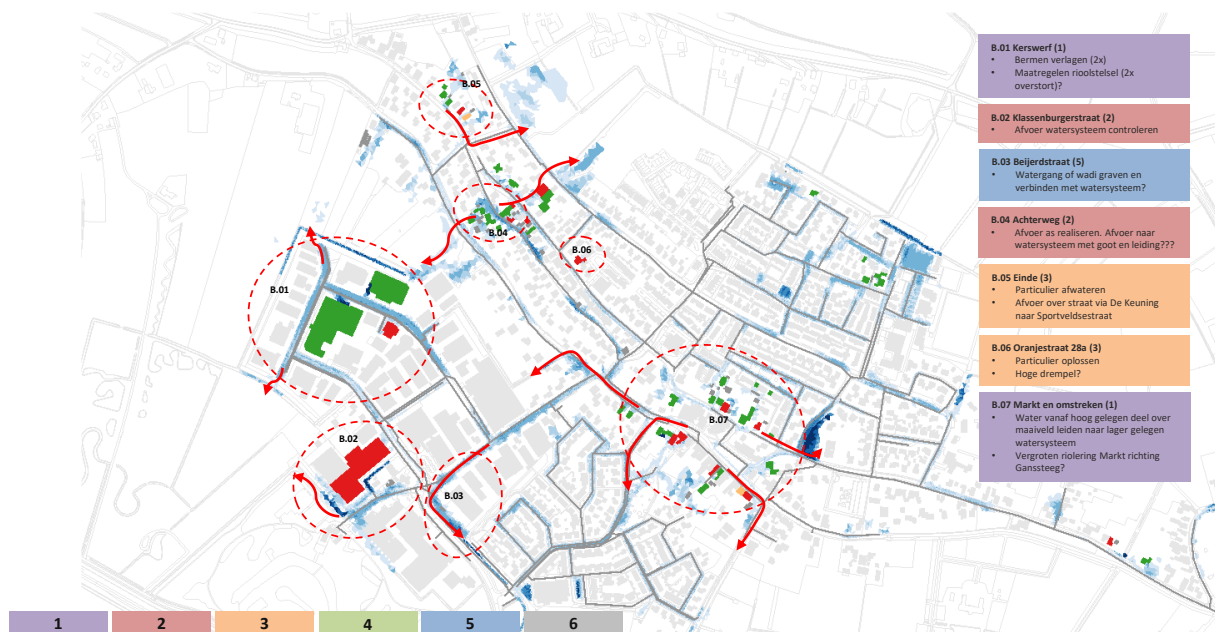
6. *Overig*

In deze categorie vallen de locaties die na nadere besturing afvallen of waar geen maatregel noodzakelijk is omdat bijvoorbeeld ontwikkelingen ervoor zorgen dat het knelpunt verdwijnt (afbreken woning), de modellering in het stresstestmodel te kort schoot of maatregelen reeds zijn uitgevoerd. Voor deze locaties zijn geen maatregelen noodzakelijk en/of uitgewerkt.

De categorisering is tevens vertaald in een kleurenschakering die terugkomt in tabellen en figuren.

Cat.	Omschrijving	Maatregel
1.	Water in woning berekend en in woning bekend	autonoom
2.	Water in woning berekend en op straat bekend	autonoom
3.	Water in woning berekend op straat niet bekend	meeliften
4.	Water op straat berekend en bekend, vloer ≈ maaiveld	meeliften
5.	Water op straat, eenvoudige maatregelen	autonoom
6.	Overig	geen

In totaal zijn er door gemeente Buren binnen 11 kernen circa 60 locaties aangewezen waar maatregelen gewenst zijn. Voor deze locaties is door de gemeente ook al een eerste aanzet gegeven voor de richting van de maatregel die zij kansrijk acht. Deze locaties zijn in het vervolg van deze studie verder uitgewerkt. In figuur 4 zijn voor de kern Beusichem de locaties van maatregelen en aanzet oplossingsrichting opgenomen. In bijlage 2 zijn deze overzichten voor alle kernen opgenomen.



Figuur 4 Locaties maatregelen en aanzet oplossingsrichting kern Beusichem

## 4.2 Strategie maatregelen

De strategie van de maatregelen richt zich in de meeste gevallen op het afvoeren naar en het bergen van overtollig regenwater op plekken waar dit zo weinig mogelijk overlast en schade tot gevolg heeft. In veel gevallen betekent dit het afvoeren van neerslag vanuit de bebouwde kernen naar oppervlaktewater aan de randen van dezelfde kernen.

Een toets van het ontvangend watersysteem zal nog inzichtelijk maken of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn om het functioneren van het watersysteem op peil te houden of te verbeteren. Dit is een analyse die nader moet worden uitgevoerd in samenwerking met Waterschap Rivierenland. Aan de rand van de bebouwde kernen lijkt het realiseren van berging beter inpasbaar en relatief goedkoper dan binnen bebouwd gebied.

Bij het dimensioneren van de maatregelen is daarom vooral gekeken welke maatregelen noodzakelijk zijn binnen bebouwd gebied om overtollig regenwater af te voeren naar het oppervlaktewater. Veronderstelt is dat het watersysteem voldoende capaciteit heeft om het regenwater dat ernaar afstroomt af te voeren.

## 4.3 Typen maatregelen

Gemeente Buren streeft ernaar zoveel als mogelijk overtollige neerslag bovengronds af te voeren door middel van goten of holle wegprofielen. Soms is dat echter niet mogelijk en is afvoer door een buis noodzakelijk. Daarnaast zijn er ook nog andere aanpassingen aan de bovengrond of het rioolstelsel mogelijk die de afvoercapaciteit vergroten. Grofweg is in dit maatregelenplan onderscheid gemaakt in de volgende typen maatregelen:

- Aanleggen goot;
- Aanpassen van volledig wegprofiel;
- Aanbrengen of juist verwijderen van verkeersdrempel;
- Verlagen van kleine verharde of onverharde oppervlakken;
- Aanbrengen of aanpassen van stoeprand en/of trottoir;
- Aanleggen of vergroten van riool of duiker;
- Aanbrengen overstortdrempel;
- Graven van waterberging.

Daarnaast zijn er ook nog enkele specifieke maatregelen in model gebracht om er modelmatig voor te zorgen dat de berekende situatie beter aansluit bij de praktijk.

- Aanbrengen van een muur rondom een woning;
- Verhogen van het vloerpeil van woning;
- Verwijderen van een woning indien deze reeds is gesloopt

## 4.4 Overzicht maatregelen

In tabel 3 is een beknopt overzicht opgenomen van alle beschouwde locaties inclusief de verwachte kosten. Een complete tabel is opgenomen in bijlage 3. In bijlage 4 is de locatie van alle maatregelen opgenomen op een kaart.

Tabel 3 Beknopt overzicht van maatregelen en geraamde kosten

Nr	Cat	Locatie	Omschrijving	Kosten [x 1000 euro]
<b>Lienden</b>				
L.01	1	Brinkstraat	Goot in het midden van de Brinkstraat met ondergrondse afvoerbuis naar berging in weiland met overloop naar oppervlaktewater	471
L.02	5	Molenstraat	Sloot diep gemaakt om afvoer watersysteem te simuleren Maaiveld ter plaatse van instroom verlaagd Drempel verlaagd	20
L.03	6	Waterstraat	Aanpassen straatwerk 10 m2, niet opgenomen in model	1
L.04	2	Rembrandt van Rijnstraat	Structuur van goten vanaf Rembrandt van Rijnstraat naar watergang Korsebogerd	299
L.05	3	Eindtoe OBS Sterappel	Stoep verhogen	9
L.06	1	Achterstraat	Geen maatregel gemodelleerd omdat we daar geen overlast berekenen. De overlast wordt veroorzaakt door het watersysteem	0
L.07	2	Gildeland	Goot in het midden van Gildeland met ondergrondse afvoerbuis naar oppervlaktewater Achterstraat. Gemeente wil richting aansluiten op nieuw aan te leggen oppervlaktewater binnen ontwikkeling	522
L.08	3	Louisa Annahof	Sloot aan zuidzijde gebied diep gemaakt om afvoer watersysteem te simuleren. Maaiveld ter plaatse van instroom verlaagd	
L.09	5	Burg Voslaan	Geen maatregel noodzakelijk	217
L.10	5	Wichmanlaan	Sloot aan zuidzijde gebied diep gemaakt om afvoer watersysteem te simuleren. Maaiveld ter plaatse van instroom verlaagd	20
L.11	1	Vogelenzangse weg	Goot tussen weg en percelen met afvoer naar watergang achter Vogelenzangseweg Sloot diep gemaakt om afvoer watersysteem te simuleren	186
<b>Ommeren</b>				
O.01	2	Ommerenveldse weg	Vloerpeil woning verhoogd omdat hier een ontwikkeling plaatsvindt en het bestaande pand wordt gesloopt (6.00 mNAP)	66
O.02	5	Dokter Guepinlaan	Maaiveld aanpassen circa 200 m2, niet opgenomen in model	27
O.03	5	Het Voorburg	Maaiveld aanpassen circa 400 m2, niet opgenomen in model	53
<b>Ingen</b>				
I.01	2	Dorpsstraat 33 (JAWI)	Wegvak verlagen vanaf JAWI naar watergang aan de westzijde. Minimaal 10 en maximaal 30cm	174
I.02	4	Dorpsstraat 23	Afvoer door middel van greppel vanaf weg in noordelijke richting over particulier terrein Dorpsstraat 16	33
I.03	5	Dr. A. L. Holplein	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren. Muur aan oostzijde 10 cm boven maaiveld aangebracht om water langs woning te laten stromen	
<b>Eck en Wiel</b>				
E.01	2	Adam van Delenstraat	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Maaiveld ter plaatse van instroom verlagen. Zuidkant goot langs de weg	87
E.02	2	Prinses Beatrixstraat	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Duiker aanbrengen en dimensioneren	44
E.03	2	Burgemeester Verbrughweg	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Gewenste afmeting duiker bepalen	61
<b>Beusichem</b>				
B.01	1	De Kerswerf	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Maaiveld ter plaatse van instroom (3x) verlagen mbt goot Afvoercapaciteit rioolstelsel vergroten door extra overstorten en verbinding 600mm	250
B.02	2	Klassenburgerstraat	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	

Nr	Cat	Locatie	Omschrijving	Kosten [x 1000 euro]
B.03	5	Beijerdstraat	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Verlaging in model brengen tpv inrit?	22
B.04	2	Achterweg	Goot in de weg modelleren + afvoerbuis naar watergang Smalriemseweg (of Sportveldsestraat). Toestroming vanaf Oranjestraat voorkomen door verbeteren troittoirs	353
B.05	3	Einde	Oppervlakkige afstroming door goot modelleren die ook de drempel kan passeren. Waarschijnlijk is in praktijk alleen de aanpassing van de drempel noodzakelijk	185
B.06	3	Oranjestraat 28A	GEEN (oorzaak bekijken. Mogelijk positief effect als gevolg van B.04)	
B.07	1	Markt eo	Afvoergoot in Markt richting Ganssteeg (200m) Afvoergoot vanaf Markt richting watergang haaks op Smalriemseweg (300m) nog niet in model	372
<b>Zoelmond</b>				
ZM.01	3	De Hoek	Oppervlakkige afstroming door goot op particulier terrein	10
ZM.02	3	Dorpsstraat	Oppervlakkige afstroming door goot (deels op particulier terrein)	33
ZM.03	3	Opstal	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Oppervlakkige afstroming door wegvak als goot te profileren	66
ZM.04	3	Plein	Oppervlakkige afstroming door goot modelleren	53
ZM.05	3	Zandweg	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Oppervlakkige afstroming door goot modelleren	53
ZM.06	2	Kochpad	Goot in de weg modelleren + afvoerbuis naar watergang Kochpad Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	162
<b>Rijswijk</b>				
R.01	4	Kerkstraat	Goot op het laagste deel van het schoolplein met afvoerleiding naar watergang in nieuwe ontwikkeling	60
R.02	4	Hoekenburgplein	Oppervlakkige afstroming door goot op particulier terrein Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	3
<b>Kerk-Avezaath</b>				
K.01	1	Lutterveldsestraat	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Oppervlakkige afstroming door goot	217
K.02	1	Schiltmanshof	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Oppervlakkige afstroming door goot (deels op particulier terrein)	60
K.03	3	Daver	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Oppervlakkige afstroming door goot	217
K.04	3	Achterstraat 19	Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren Oppervlakkige afstroming door goot	
K.05	4	Medisch centrum	GEEN	
<b>Buren</b>				
BU.01	5	De Toeren	Voorstel om niets te modelleren, omdat het effect heel gering zal zijn op de resultaten EN er geen water in woningen wordt berekend	133
BU.02	1	Buitenhuizerpoort	Inzameling en afvoer van af Buitenhuizerpoort via Buitenbuurt naar groenvoorziening. Daar een laagte creeren met een afvoer naar het oppervlaktewatersysteem	232
BU.03	2	Kniphoeck	Inzameling en afvoer vanaf Kniphoeck via Buitenhuizerpoort naar oppervlaktewatersysteem Achterbonenbrug. Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	125
BU.04	2	Weeshuisstraat	Goot in de weg + afvoerbuis naar watergang Achterbonenbrug Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	Zie B.03
BU.05	4	Bergstraat	Extra overstort gemengde stelsel aanbrengen Rodeheldenstraat - Kornewal om afvoercapaciteit rioolstelsel te vergroten	Zie B.03
BU.06	1	Prins Frederik Hendrikstraat	Oppervlakkige afstroming door goot modelleren Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	133
BU.07	2	Graafschapsstraat 2	Capaciteit rioolstelsel vergroten door op 2 plekken riolen te bergroten	61



Nr	Cat	Locatie	Omschrijving	Kosten [x 1000 euro]
BU.08	6	Lange Hofstedestraat 10	Maatregelen rioolstelsel (oa BRP), afvoercapaciteit naar te realiseren overstort Hulsterstraat vergroten, overstort naar watergang Erichemseweg realiseren	312
BU.09	6	t Hulster	Maatregelen rioolstelsel (oa BRP), afvoercapaciteit naar te realiseren overstort Hulsterstraat vergroten, overstort naar watergang Erichemseweg realiseren	Zie B.08
<b>Maurik</b>				
M.01	1	Tielsestraat/Marijk elaan	Nieuwe goot in Tielseweg aansluiten op bestaande duikertrace richting het zuiden	109
M.02	6	Regina Kok Hofje	Vloerpeilen schuren zijn in model onjuist toegekend aan de woningen. Woningpeilen aanpassen!	0
M.03	3	Dorpsplein 2	Muur van de woning in model gebracht om te voorkomen dat water aan de voorzijde (waar geen deuren zijn) het pand binnen kan lopen	0
M.04	3	Dijkhof	Oppervlakkige afstroming door goot naar buitengebied	66
M.05	3	Molenstraat 26	Oppervlakkige afstroming openbaar gebied naar sloot mogelijk maken. Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	
M.06	2	Buitenweg	Overstort Buitenweg (BRP) realiseren Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	25
M.07	3	Garststraat	Gerealiseerde overstort Lindelaan (BRP) + rioolvergrotingen in model brengen Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	
<b>Zoelen</b>				
Z.01	2	Jeudestraat / Kattegat	Oppervlakkige afstroming in Kattegat door goot naar oppervlaktewater. Herprofilen Jeudestraat om geleide afvoer naar oppervlaktewater mogelijk te maken	293
Z.02	3	Jeudestraat 3	Model ter plekke fijner maken om afstroming over particulier terrein zonder water in de woning zichtbaar te maken	
Z.03	3	Jeudestraat 67	Oppervlakkige afstroming door goot modelleren Sloot diep maken om afvoer watersysteem te simuleren	71



## 5 Resultaten stresstest na maatregelen

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de resultaten van de stresstest neerslagbestendigheid na het uitvoeren van maatregelen.

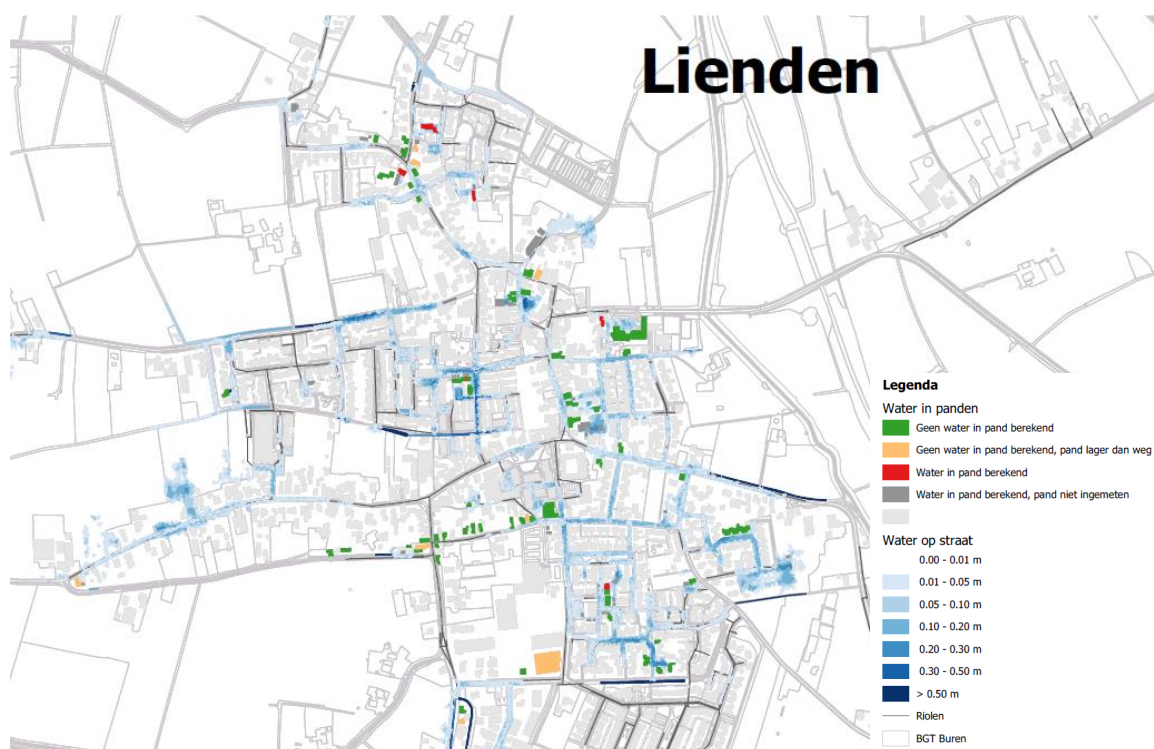
### 5.1 Samenvatting resultaten

In overleg met gemeente Buren kijken we in het maatregelenplan alleen naar de effecten op het functioneren bij de T=100 neerslaggebeurtenis (composietbui T=100, zichtjaar 2050). De resultaten van de stresstest na het uitvoeren van de voorgestelde maatregelen is opgenomen in bijlage 5. In figuur 5 is een voorbeeld opgenomen van deze resultaten voor de kern Lienden.

In tabel 4 zijn de resultaten van de berekeningen ten aanzien van mogelijk kwetsbare panden samengevat. De resultaten van de stresstest laten zien dat het aantal panden (met verblijfsfunctie) waar bij een T=100 gebeurtenis water in wordt berekend afneemt van 126 naar 31.

Tabel 4 Samenvatting resultaten analyse water in panden

Kleur	Omschrijving	Herhalingstijd T=100	
		Huidig	Maatregelen
Rood	Water in pand berekend, pand ingemeten;	126	31
Oranje	Geen water in pand berekend, pand ingemeten, pand ligt lager dan de weg (op basis van niveau dichtstbijzijnde inspectieput);	43	93
Groen	Geen water in pand berekend, pand ingemeten	363	408
Donkergrijs	Water in pand berekend, pand niet ingemeten (voornamelijk panden zonder functie).	384	265
Lichtgrijs	Geen water in pand berekend, pand niet ingemeten.	14230	14349
<b>TOTAAL</b>		<b>15146</b>	<b>15146</b>



Figuur 5 Water op straat en in panden na maatregelen, composietbui T=100, zichtjaar 2050, kern Lienden

## 6 Conclusies en aanbevelingen

Door klimaatverandering neemt de kans op wateroverlast, hitte en droogte toe. Dat levert risico's op voor onze en veiligheid, gezondheid en economie. Het is van groot belang dat Nederland zich aanpast aan deze veranderingen. In 2021 heeft gemeente Buren de stresstest neerslagbestendigheid uitgevoerd. Met behulp van een integraal model van riolering en maaiveld zijn stresstestberekeningen uitgevoerd en aansluitend zijn vloerpeilen ingemeten. De resultaten van deze stresstest laten zien dat er circa 126 panden (met verblijfsfunctie) zijn waar bij een T=100 gebeurtenis water in wordt berekend.

Aansluitend op de uitgevoerde stresstest heeft gemeente Buren Imber Advies gevraagd om gezamenlijk een maatregelplan op te stellen waarmee het aantal panden waarin water wordt berekend en de mate waarin water wordt berekend (waterdiepte en frequentie) significant afneemt. Het doel van deze studie is om maatregelen te verkennen, te modelleren en op hoofdlijnen uit te werken zodat aansluitend van alle maatregelen een globale inschatting van de kosten kan worden gemaakt.

Gemeente Buren heeft op basis van de resultaten van de stresstest een selectie gemaakt van locaties waar zij maatregelen noodzakelijk acht. Hierbij heeft ze de locaties onderverdeeld in een aantal categorieën die zijn gerangschikt naar urgentie van uitvoeren:

Cat.	Omschrijving	Maatregel
1.	Water in woning berekend en in woning bekend	autonoom
2.	Water in woning berekend en op straat bekend	autonoom
3.	Water in woning berekend op straat niet bekend	meeliften
4.	Water op straat berekend en bekend, vloer $\approx$ maaiveld	meeliften
5.	Water op straat, eenvoudige maatregelen	autonoom
6.	Overig	geen

In totaal zijn er door gemeente Buren binnen 11 kernen circa 60 locaties aangewezen waar maatregelen gewenst zijn. Voor deze locaties is door de gemeente ook al een eerste aanzet gegeven voor de richting van de maatregel die zij kansrijk acht.

De strategie van de maatregelen richt zich in de meeste gevallen op het afvoeren van overtollig regenwater naar en het vervolgens bergen op plekken waar dit zo weinig mogelijk overlast en schade tot gevolg heeft. In veel gevallen betekent dit het afvoeren van neerslag vanuit de bebouwde kernen naar oppervlaktewater aan de randen van dezelfde kernen.

Gemeente Buren streeft ernaar zoveel als mogelijk overtollige neerslag bovengronds af te voeren door middel van goten of holle wegprofielen. Soms is dat echter niet mogelijk en is afvoer door een buis noodzakelijk. Grofweg is in dit maatregelenplan onderscheid gemaakt in de volgende typen maatregelen:

- Aanleggen goot;
- Aanpassen van volledig wegprofiel;
- Aanbrengen of juist verwijderen van verkeersdrempel;
- Verlagen van kleine verharde of onverharde oppervlakken;
- Aanbrengen of aanpassen van stoeprand en/of trottoir;
- Aanleggen of vergroten van riool of duiker;
- Aanbrengen overstortdrempel;
- Graven van waterberging.

Het effect van de voorgestelde maatregelen op het functioneren is in beeld gebracht bij belasting met de T=100 neerslaggebeurtenis (composietbui T=100, zichtjaar 2050). De resultaten van de stresstest (na maatregelen) laten zien dat het aantal panden (met verblijfsfunctie) waar bij een T=100 gebeurtenis water in wordt berekend afneemt van 126 naar 31.

Tabel 5 Samenvatting kostenraming

Planjaar	Kosten per planjaar en project categorie [x 1000 euro]						Totaal [x 1000 euro]
	1	2	3	4	5	6	
2023	703	0	0	0	0	0	703
2024	536	0	0	0	20	0	556
2025	432	0	0	0	0	0	432
2026	251	559	0	0	0	0	809
2027	109	360	0	0	0	0	469
2028	0	522	0	0	0	0	522
2029	0	440	0	0	0	0	440
2030	0	609	0	0	0	0	609
2031	0	0	262	32	234	105	632
2032	0	0	262	32	0	105	398
2033	0	0	262	32	0	105	398
<b>Totaal</b>	<b>2029</b>	<b>2489</b>	<b>785</b>	<b>96</b>	<b>254</b>	<b>314</b>	<b>5967</b>

## 6.1 Aanbevelingen

De voorgestelde, gemodelleerde en geraamde maatregelen zijn nadrukkelijk maatregelen op hoofdlijnen. Dit betekent dat de maatregelen, voordat ze daadwerkelijk worden uitgevoerd, in detail moeten worden uitgewerkt om ervoor te zorgen dat het gewenste effect daadwerkelijk wordt bereikt.

Het oppervlaktewater maakt geen deel uit van het model dat is opgesteld ten behoeve van de stresstest en daarmee de basis vormt voor de maatregelen. Om het effect van het oppervlaktewater bij het uitwerken van maatregelen toch mee te kunnen nemen is in eerste instantie verondersteld dat het watersysteem voldoende capaciteit heeft voor het afvoeren van neerslag die er naartoe afstroomt. Oppervlaktewater speelt op veel plekken mogelijk wel een (beperkende)rol bij het vergroten van de neerslagbestendigheid. Een toets van het ontvangend watersysteem zal nog inzichtelijk moeten maken of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn om het functioneren van het watersysteem op peil te houden.

Niet alle 'rode' panden zijn door het modelleren van maatregelen verdwenen. De overgebleven 'rode' panden verdienen extra aandacht bij het verder uitwerken van de maatregelen om ervoor te zorgen dat ook deze locaties in de toekomst voldoende neerslagbestendig worden