

# KLIMAATSTRESSTEST

Gemeente Helmond

21 JANUARI 2020



## Contactpersoon

**JOOST VELTMAAT**  
Projectleider en adviseur  
waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 1018  
5200 BA 's-  
Hertogenbosch  
Nederland

---

<b>SAMENVATTING EN CONCLUSIE</b>	<b>5</b>
Resultaat klimaatstresstest in hoofdlijnen	5
Resultaat sectoranalyse in hoofdlijnen	7
Aanbevelingen voor vervolg	9
<b>1 INLEIDING</b>	<b>10</b>
1.1 Het klimaat verandert	10
1.2 Verantwoording	11
1.3 Leeswijzer	12
<b>2 WATEROVERLAST</b>	<b>13</b>
2.1 Neerslagpatroon	13
2.2 Water op straat	14
2.3 Grondwateroverlast	16
<b>3 DROOGTE</b>	<b>17</b>
3.1 Neerslagtekort	18
3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden	18
3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging	19
3.4 Kwetsbaarheid van natuur voor verdroging	21
3.5 Knelpunten waterkwaliteit	22
<b>4 HITTE</b>	<b>23</b>
4.1 Zomerse en tropische dagen per jaar	23
4.2 Hittestress door warme nachten	23
4.3 Oppervlaktetemperatuur	24
4.4 Opwarming oppervlaktewater	26
<b>5 OVERSTROMING</b>	<b>28</b>
5.1 Overstromingsdiepte	28
<b>6 AANPAK SECTORANALYSE</b>	<b>29</b>
<b>7 SECTOR WATER EN RUIMTE</b>	<b>30</b>
7.1 Definitie sector en stakeholders	30
7.2 Praktijkervaringen van de gemeente	30
<b>8 SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ</b>	<b>31</b>
8.1 Definitie sector	31

8.2	Praktijkervaringen van de gemeente	31
<b>9</b>	<b>SECTOR GEZONDHEID</b>	<b>33</b>
9.1	Definitie sector	33
9.2	Praktijkervaringen van de gemeente	33
<b>10</b>	<b>SECTOR RECREATIE &amp; TOERISME</b>	<b>34</b>
10.1	Definitie sector	34
10.2	Praktijkervaringen van de gemeente	34
<b>11</b>	<b>SECTOR NATUUR</b>	<b>35</b>
11.1	Definitie sector	35
11.2	Praktijkervaringen van de gemeente	35
<b>12</b>	<b>SECTOR INFRASTRUCTUUR</b>	<b>37</b>
12.1	Definitie sector	37
12.2	Praktijkervaringen van de gemeente	37
<b>13</b>	<b>SECTOR ENERGIE</b>	<b>38</b>
13.1	Definitie sector	38
13.2	Praktijkervaringen van de gemeente	38
<b>14</b>	<b>SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM</b>	<b>39</b>
14.1	Definitie sector	39
14.2	Praktijkervaringen van de gemeente	39
<b>15</b>	<b>SECTOR VEILIGHEID</b>	<b>40</b>
15.1	Definitie sector	40
15.2	Praktijkervaringen van de gemeente	40
	Definitie sector	57

## Bijlagen

- Bijlage A – Methodebeschrijving kwetsbaarheidsanalyses
- Bijlage B – Toelichting kansen en bedreigingen klimaatverandering voor sectoren
- Bijlage C – Resultaten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag
- Bijlage D – Resultaten droogte
- Bijlage E – Resultaten hittestress
- Bijlage F – Resultaten overstrooming

## SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Het klimaat verandert. De temperatuur gaat omhoog en hittegolven komen vaker voor, het wordt droger en tegelijkertijd wordt de neerslag extremer. De gevolgen hiervan zijn nu al merkbaar via materiële, economische en volksgezondheidsschade. In 2014 is de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie vastgesteld waarin gemeenten en ander overheden het doel hebben meegekregen om Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust ingericht te hebben.

Dit rapport richt zich op de eerste ambitie die in het Deltaplan is aangegeven, namelijk het in beeld brengen van de kwetsbaarheid van de buitenruimte op de vier klimaataspecten: **overstromingen, wateroverlast door hevige neerslag, hitte en droogte** en op de impact daarvan op de **9 sectoren**: water en ruimte; natuur; landbouw, tuinbouw en visserij; gezondheid; recreatie en toerisme; infrastructuur; energie; IT en telecom; en veiligheid.

## Resultaat klimaatstresstest in hoofdlijnen

De belangrijkste uitkomsten van de stresstest zijn hieronder samengevat per thema.



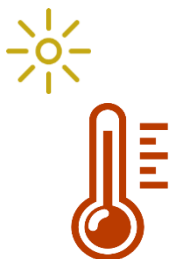
### Wateroverlast

- Intensiteit buien neemt tot 2050 met 12-25% toe
- De jaarlijkse neerslag neemt in klimaatscenario WH2050 met circa 6% toe
- In de wijk Stiphout is onder anderen de Schutterslaan kwetsbaar voor hemelwateroverlast. Verder is in het centrum de Wethouder Ebbenlaan kwetsbaar en in Dierdonk een deel van de N279.
- De kans op grondwateroverlast neemt toe in het zuiden en noordoosten van de gemeente Helmond
- In Helmond zijn (delen van) wegen onbegaanbaar en tunnels geblokkeerd na een bui van 70 mm in één uur.



### Droogte

- Zowel in het huidige klimaat als het wh2050 klimaat zijn er landbouwpercelen binnen Helmond die gevoelig zijn voor droogte. De percelen aan de noordzijde van bedrijventerrein Z.O. Brabant en de percelen ten noorden van Dierdonk zijn gevoelig voor extra gewasderving als gevolg van klimaatverandering
- De natuur in gemeente Helmond bestaat voor het overgrote deel uit droogteresistente natuur. Hiermee worden problemen met droogte aan vochtminnende natuur slechts zeer lokaal berekend.
- Het 10-jarig neerslagtekort stijgt van 210-270 mm naar 270-330 mm in 2050
- Bodemdaling zal met name in de beekdalen van de Goorloop, de Gulden Aa en de Nieuwe Aa optreden. Dit kan in het huidige klimaat om ruim 60 cm gaan. In het wh2050 klimaatscenario kan dit nog eens 15 cm extra bodemdaling veroorzaken.



### Hitte

- Van 6-9 tropische (>30° C) dagen nu naar meer dan 18 tropische dagen in 2050
- Hittestress door warme nachten neemt toe van dagen tot weken per jaar in 2050
- Het oppervlaktewater warmt op, mogelijk met waterkwaliteitsproblemen als gevolg
- Bedrijventerrein Hoogeind en BZOB in het zuidoosten van de gemeente en enkele gebieden in het centrum (kruising N270 / Zuid Willemsvaart), t Hout en Helmond-Noord komen als hittegevoelig naar voren.

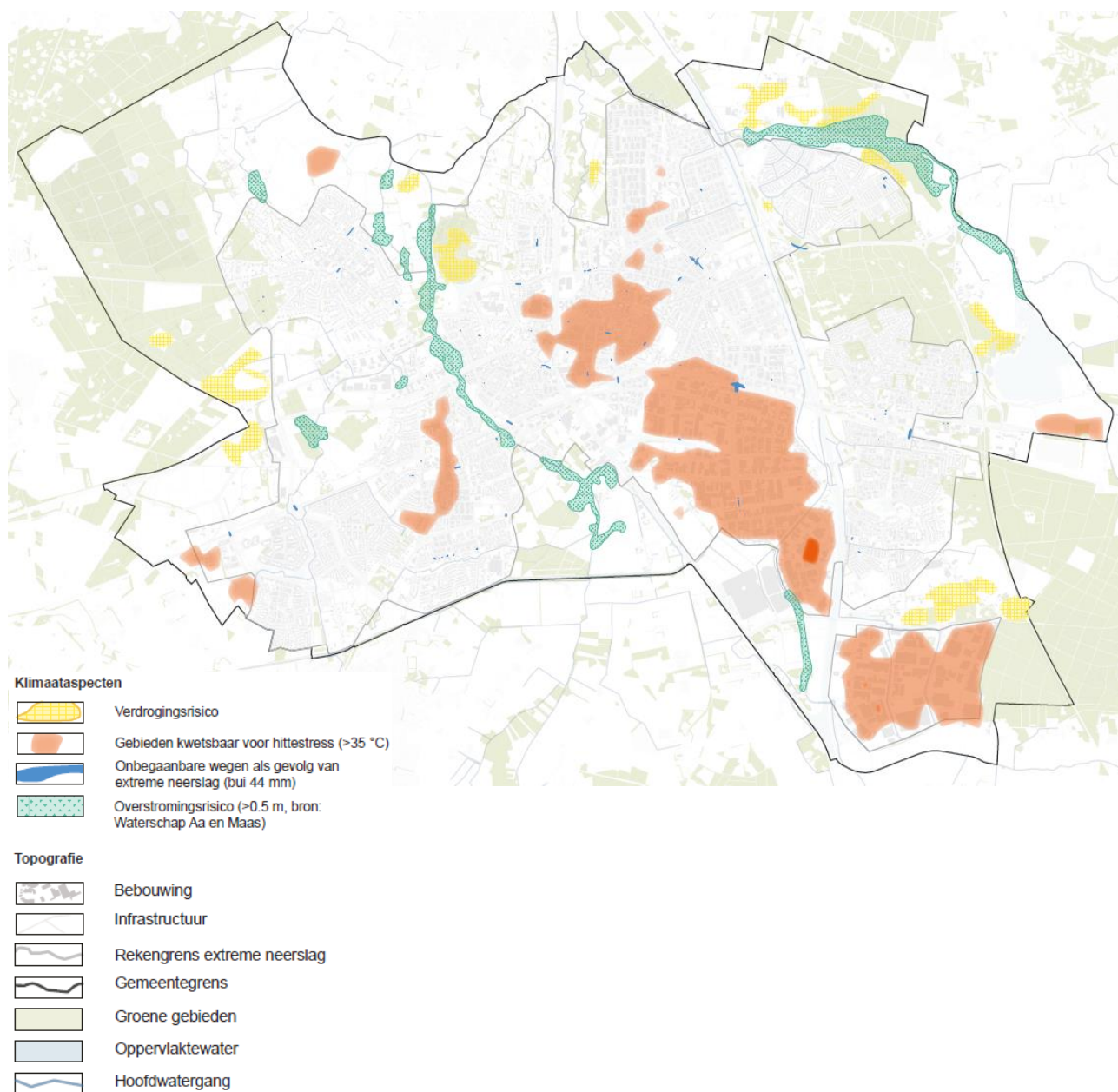


### Overstromingen



- Uit de analyse van Waterschap Aa en Maas blijkt dat na een bui van 70 mm in één uur er relatief weinig locaties inunderen en dat ook de waterdiepte beperkt blijft. Langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa vinden er lokale overstromingen plaats.

De meest kwetsbare locaties voor klimaatveranderingen zijn visueel weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Verzamelkaart met de belangrijkste kwetsbare locaties voor klimaatverandering in de gemeente Helmond.

## Resultaat sectoranalyse in hoofdlijnen



### Water en Ruimte

- Een klimaatrobuuste inrichting van de openbare ruimte is nog geen vast onderdeel van het ontwerpproces. Afhankelijk van de locatie krijgt dit meer of minder aandacht.
- Toename schade aan bebouwing in met name een aantal straten in de wijken Stiphout, Rijpelberg en het centrum.
- Afname waterkwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstortwater in met name de Goorloop.
- Afname (zwem)waterkwaliteit en toename gebruik water en ruimte voor recreatie.
- Toename/verandering groenbeheer- en onderhoud.



### Landbouw, tuinbouw en visserij

- Gemeente Helmond heeft relatief weinig agrarisch gebied.
- In algemene zin krijgt de landbouw te maken met weersextremen, maar ook met exoten, ziekteverwekkers, bodemverdichting, etc.



### Gezondheid

- Gezondheid is een belangrijk speerpunt voor de gemeente. De gevolgen van klimaatverandering op gezondheid zijn momenteel nog onderbelicht.
- Bij hitte volgt de gemeente het nationale hitteplan van het RIVM.
- De gemeente ziet o.a. bedreigingen van klimaatverandering in de toename aan hittegerelateerde klachten en het verspreiden van ziekten en plagen en het mogelijk opschuiven van habitats.



### Recreatie en Toerisme

- Verandering kwaliteit oppervlaktewater voor waterrecreatie.
- Toename risico's voor grote evenementen door weersextremen.



### Natuur

- De gemeente Helmond ziet voor de sector natuur kansen binnen het proces van het verankeren van klimaatadaptatie in beleid.
- In groenbeheer wordt pragmatisch (en nog niet in beleid) ingezet op biodiversiteit.
- In de Stiphoutse bossen zijn veel bomen door droogte afgestorven.
- Verandering van migratiepatronen.
- Toename overlevingskansen exoten en insecten.
- CO<sub>2</sub>-uitstoot en fijnstof.



### Infrastructuur

- Waterschade en afname beschikbaarheid van hoofdwegen en tunnels voor met name een aantal straten in de wijken Stiphout, Rijpelberg, Dierdonk en het centrum.
- Hinder weg- en spoorverkeer (beweegbare brug Churchillweg, sluizen Zuid-Willemsvaart)

### Energie



- De gemeente stelt samen met andere gemeenten, waterschappen en de Provincie een Regionale Energiestrategie op waarin keuzes worden gemaakt over de opwekking van duurzame elektriciteit, energiebesparing en de warmtetransitie in de gebouwde omgeving en de daarvoor benodigde opslag en energie-infrastructuur.
- Koelwaterbeperkingen voor energiecentrales met tekort aan elektriciteit als gevolg en daarop volgende cascade-effecten.
- Vanuit de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant worden de volgende bedreigingen genoemd voor de energiesector: koelwaterbeperkingen voor energiecentrales dat kan leiden tot uitval van energievoorziening, met onder andere gevolgen voor vitale systemen als telecommunicatie, ICT, rioolwaterzuiveringen, trein- en luchtvaartverkeer, functioneren stuwen en gemalen, etc.

### IT & Telecom / Veiligheid



Deze sectoren acteren op een gemeente-overstijgende (regionale) schaal. Wel herkend de gemeente aan de volgende bedreigingen en kansen:

- Verstoring telecommunicatie en ICT (geïdentificeerd in het risicoprofiel van de veiligheidsregio).
- De veiligheidsregio Zuid Oost Brabant heeft in een regionaal risicoprofiel van 2019 de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhozen beoordeeld als zeer waarschijnlijk. De impact van natuurbranden is daarbij geclassificeerd als ernstig en met grote impact.

Uit de sectoranalyse en werksessie kan worden geconcludeerd dat de gevolgen van klimaatverandering in de gemeente Helmond voor een aantal sectoren al duidelijk optreden, bijvoorbeeld:

- Een toename van overstortwater in de Goorloop door extreme neerslag
- Oppervlaktewater met blauwalg. In relatie tot waterrecreatie is dit een aandachtspunt.
- In de Stiphoutse bossen zijn door de droogte veel bomen afgestorven.

Op een aantal beleids-/beheervelden worden al stappen gezet om Helmond klimaatbestendiger te maken, bijvoorbeeld:

- Reconstructie van de Vossenbeemd: in de herinrichting worden langs deze grote weg door de kern Helmond grotere brede bermnen aangelegd, om zowel mogelijke wateroverlast te verminderen en ook een verkoelend effect te hebben op de omgevingstemperatuur.
- Naast structurele controle van de waterkwaliteit in zwemwateren wordt incidenteel voor specifieke evenementen waarin wordt gezwommen (bijv. Brave Run) de waterkwaliteit getoetst.
- In het kader van stedelijk groen worden de volgende projecten uitgevoerd:
  - Geveltuinen aanleggen in de wijk Brandevoort
  - Scholen worden actief benaderd voor interesse in groene speelplekken
  - Er zijn subsidies voor groene daken
- Biodiversiteit wordt gestimuleerd door bijvoorbeeld veel bijvriendelijke vegetatie te planten en aan duurzaam maaibeheer te doen.
- Bij een herinrichting of reconstructie wordt binnen Helmond gestuurd op behoud van groen.
- Om de verdroging en de bijbehorende lage grondwaterstanden in de Stiphoutse bossen tegen te gaan heeft een ontbossing van dennenbomen plaatsgevonden.
- De waterspeelplaats bij Theo Driessenhof



## Aanbevelingen voor vervolg

De uitkomsten van de kwetsbaarheidsanalyse van deze stresstest kunnen verder worden gebruikt ter bevordering van de bewustwording, agendering, en ter prioritering van bepaalde thema's. De stresstest is een opmaat naar ambitie 2 uit het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie; het voeren van risicodialogen en het opstellen van een strategie. Met de risicodialogen kan worden toegewerkt naar een adaptatiestrategie en een uitvoeringsagenda in 2020.

Onderstaande activiteiten kunnen worden ondernomen om ambitie 1 (kwetsbaarheden in beeld brengen) verder aan te scherpen en ter voorbereiding op ambitie 2 (risicodialoog voeren en strategie opstellen):

### Richting bewustwording, agendering en prioritering

De uitkomsten van de stresstest dienen te worden geverifieerd (stap 1b van ambitie één Deltaplan) middels gesprekken met interne (reeds gebeurd) en externe stakeholders. Het doel hiervan is om de lokaal en regionaal aanwezige kennis te benutten, maar ook om de bewustwording op de klimaateffecten bij collega's en externen te vergroten. Door de uitkomsten gezamenlijk te bespreken ontstaat een betrouwbaarder en breder gedragen uitkomst van de kwetsbaarheden.

Na invulling van stap 1b ontstaat het definitieve beeld van de kwetsbaarheid van de gemeente Helmond en is ook duidelijk waar in de volgende stappen prioriteit gelegd moet worden. Bepaalde klimaateffecten zullen namelijk hoger scoren in de kwetsbaarheidsanalyse dan andere.

Aan de hand van de uitkomst dient er te worden aangestuurd op een (bestuurlijke) agendering om de focus en vervolgstappen voldoende in te bedden.

### Richting het voeren van risicodialogen

Met het bestuurlijk commitment aan de agenda klimaatadaptatie kan er naar een uitvoeringsagenda worden toegewerkt. Een belangrijke volgende stap is de risicodialoog. Veel partijen zullen betrokken moeten worden bij de gezamenlijke zoektocht naar maatregelen, oplossingen en meekoppelkansen. Hiertoe dient eerst een inventarisatie en analyse van belanghebbenden uitgevoerd te worden. Deze stakeholderanalyse brengt in kaart hoe het speelveld van ruimtelijke adaptatie er in de gemeente uitziet en op welke manier relevante partijen het beste betrokken kunnen worden. Wanneer duidelijk is wie de belangrijkste stakeholders zijn, kunnen de risicodialogen worden geselecteerd en geformuleerd. Welke risicodialogen er worden gevoerd, en wie daarbij worden betrokken, is afhankelijk van welke thema's prioriteit hebben.

Samenvattend zijn dit de volgende stappen:

- Inventariseren stakeholders
- Analyse stakeholders
- Selectie risicodialogen
- Definitie risicodialogen, inclusief stakeholdersselectie
- Voeren risicodialogen

Het selecteren van de te voeren risicodialogen dient met extra zorgvuldigheid te gebeuren. Er zijn namelijk vele insteken, stakeholdergroepen en belangen die bij een klimaataspect een rol kunnen spelen.

In de risicodialogen worden vervolgens de opgave en ambities besproken en worden gezamenlijk mogelijke oplossingen en maatregelen verkend en onderzocht. Uiteindelijk leidt dit tot het opstellen van een adaptatiestrategie en uitvoeringsagenda.



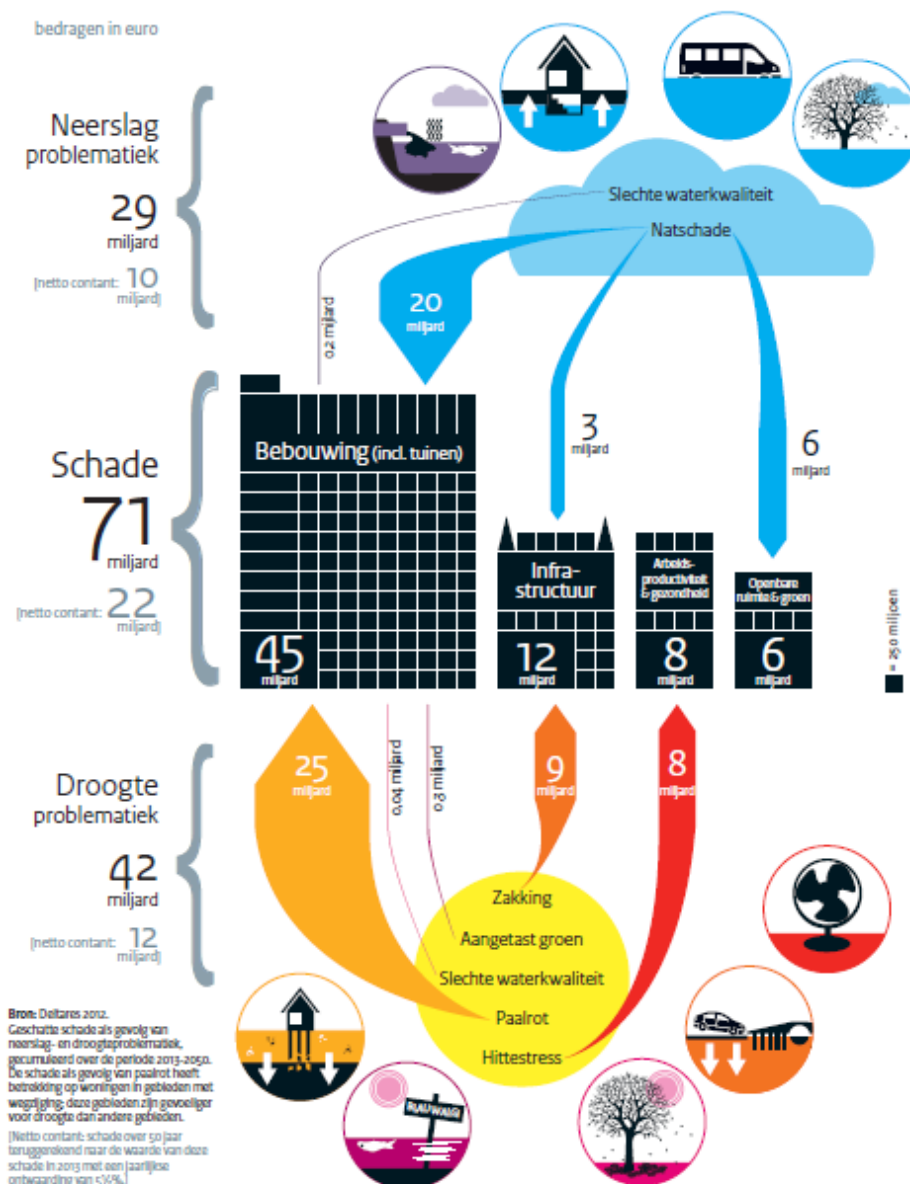
**Risicodialoog voeren  
en strategie opstellen**

# 1 INLEIDING

## 1.1 Het klimaat verandert

Het klimaat verandert. De temperatuur gaat omhoog en hittegolven komen vaker voor, het wordt droger en tegelijkertijd wordt de neerslag extremer. De gevolgen hiervan zijn nu al merkbaar via materiële, economische en volksgezondheidsschade. Volgens een recent gepubliceerd onderzoek (The Lancet rapport, 2018) is klimaatverandering het grootste gevaar voor de volksgezondheid: “Snelle klimaatverandering heeft ernstige gevolgen voor elk aspect van het menselijk leven, waardoor kwetsbare bevolkingsgroepen worden blootgesteld aan extreme weersomstandigheden en besmettelijke ziekten. De beschikbaarheid van veilig drinkwater en schone lucht komt in gevaar.” De kosten van de klimaatopgave in Nederland zijn becijferd op €71 miljard tot 2050 (*Manifest Klimaatbestendige stad, 2013*). Om een prettig leefbare omgeving te behouden moeten we nu aan de slag!

### De Klimaatbestendige stad Opgaven



Figuur 2: Klimaatopgaven en kosten (*Manifest Klimaatbestendige stad. Coalities klimaatbestendige stad, 2013*)

Het besef groeit dat dit niet meer uitsluitend met technische maatregelen is op te vangen (bijvoorbeeld grotere rioolbuizen of mechanische koeling), maar dat een integrale aanpak noodzakelijk is. Hierdoor kan een verbetering van de leefomgeving worden bereikt en kunnen toekomstige maatschappelijke kosten worden vermeden.

Het aanpassen aan een veranderend klimaat (adaptatie) is een geleidelijk proces waarbij elke ingreep in de openbare ruimte kan worden aangewend om de klimaatbestendigheid te verhogen. Aangezien in de bebouwde omgeving vrijwel continu wordt geïnvesteerd in de openbare ruimte is het goed om te weten wat kwetsbare locaties zijn en welke oplossingsrichtingen voorhanden zijn. Investerings van nu dienen bestand te zijn tegen de toekomstige effecten van extreem weer.

### Mitigatie en adaptatie

Mitigatie zijn maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen en er zo voor te zorgen dat de temperatuurstijging beperkt blijft (het voorkomen van verdere klimaatverandering). Naast mitigatie is aanpassing aan klimaatverandering nodig: klimaatadaptatie. Het gaat daarbij om het verminderen van de kwetsbaarheid voor klimaatverandering, het verkleinen van de uiteindelijke effecten en het benutten van kansen die een veranderend klimaat biedt. Deze rapportage heeft vooral betrekking op klimaatadaptatie.

## 1.2 Verantwoording

In 2014 is de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie vastgesteld waarin gemeenten en ander overheden het doel hebben meegekregen om Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust ingericht te hebben. Daarnaast is in dezelfde Deltabeslissing aangegeven dat in 2020 klimaatbestendigheid in beleid en handelen verankerd moet zijn bij alle overheden. Om verantwoordelijke overheden houvast te geven bij het invulling geven aan de Deltabeslissing<sup>1</sup> is op Prinsjesdag 2017 het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie gelanceerd. Het Deltaplan kent zeven ambities, tussendoelen en een planning om te komen tot een klimaatbestendig en waterrobuuste inrichting.

De eerste ambitie “Kwetsbaarheid in beeld brengen” voor de vier klimaataspecten overstromingen, wateroverlast door hevige neerslag, hitte en droogte dient uiterlijk in 2019 te zijn afgerond.

Vervolgens worden gemeenten geacht om in 2019/2020 risicodialogen te voeren met alle relevante stakeholders, een klimaatadaptatie-strategie op te stellen, een uitvoeringsagenda gereed te hebben en beleid op klimaatadaptatie te hebben vastgesteld. De ambities uit het Deltaplan zijn de volgende:

1. Kwetsbaarheid in beeld brengen
2. Risicodialoog voeren en strategie opstellen
3. Uitvoeringsagenda opstellen
4. Meekoppelkansen benutten
5. Stimuleren en faciliteren
6. Reguleren en borgen
7. Handelen bij calamiteiten



Dit rapport richt zich op de eerste ambitie die in het Deltaplan is aangegeven, namelijk het in beeld brengen van de kwetsbaarheid van de buitenruimte op de vier klimaataspecten: **overstromingen, wateroverlast door hevige neerslag, hitte en droogte** en op de impact daarvan op de 9 sectoren: **water en ruimte**;

<sup>1</sup> Voor de volledigheid dient te worden vermeld dat er naast het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie in 2016 de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) is uitgekomen. Waar het Deltaplan zich richt op het nemen van ruimtelijke maatregelen, zijn de maatregelen en thema's binnen de NAS voornamelijk niet-ruimtelijk van aard (bijv. inzet zorg bij hitte). De NAS richt zich dan ook op de sectoren, ketens, thema's en klimaatrisico's die niet in het Deltaplan aan bod komen.

**landbouw, tuinbouw en visserij; gezondheid; recreatie en toerisme; infrastructuur; energie; IT en telecom; veiligheid, en natuur.** Het doel van de eerste ambitie is om via een eerste, volledige en eenduidige, analyse het inzicht en de bewustwording bij gemeenten te vergroten. Ambitie één beoogt ook een (bestuurlijke) agendering van de klimaataspecten en de vervolgstappen die genomen dienen te worden na het in beeld hebben van de kwetsbaarheden. Deze klimaatstresstest is hiermee input voor de volgende stappen van het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie: risicodialoog en strategie opstellen.

Voor het uitvoeren van de klimaatonderzoeken is gebruik gemaakt van de door Arcadis ontwikkelde KlimaatTRAP. Daarnaast is gebruik gemaakt van de studies in de klimaateffectatlas.

### 1.3 Leeswijzer

In deze rapportage zijn de effecten van klimaatverandering voor de gemeente Helmond weergegeven. De rapportage bestaat uit twee delen. Het eerste deel (H2 t/m 5) gaat in op de kwetsbaarheid van de 4 klimaataspecten:

- Wateroverlast door hevige neerslag
- Droogte
- Hitte
- Overstromingen

In het tweede deel is in hoofdstuk 6 de aanpak van de sectorenanalyse toegelicht. Vervolgens worden in de volgende hoofdstukken (H7 t/m 15) de invloed van klimaatverandering per sector toegelicht:

- Water en ruimte
- Landbouw, tuinbouw en visserij
- Gezondheid
- Recreatie en toerisme
- Infrastructuur
- Energie
- IT en telecom
- Veiligheid
- Natuur

De rapportage sluit af met conclusies en aanbevelingen voor het vervolgtraject: het voeren van risicodialoogen en het formuleren van een klimaatadaptatiestrategie.

## 2 WATEROVERLAST

Met het veranderende klimaat verandert ook het neerslagpatroon. In de meeste gevallen is de verwachte toename in het jaarvolume neerslag beperkt, maar neemt de intensiteit van de buien toe. De riolering, hemelwaterafvoer en drainage kunnen de grote hoeveelheid water in korte tijd dan niet altijd tijdig verwerken. Het overtollige regenwater kan in bebouwde gebieden, gebieden met ondoorlatende grondsoorten en verhardingen vaak moeilijk infiltreren in de bodem, met water op straat of maaiveld als gevolg. Bij een hevige bui stroomt het water naar de laagstgelegen gebieden en kan hier mogelijk wateroverlast ontstaan. Door deze ontwikkeling zal in de toekomst de kwetsbaarheid van bebouwde- en landelijke gebieden voor regenwateroverlast toenemen.

Wateroverlast kan tot ernstige sociale (gezondheidsrisico's door gemengd water op straat, beschikbaarheid van wegen, spoorwegen en hulpdiensten en ongevallen) en economische (overstromingen van huizen/ productie-installaties) gevolgen leiden. De toenemende kans op water op straat gebeurtenissen kan daarnaast vaker voor (kleinschalige) hinder zorgen.

Voor het in beeld brengen van de kwetsbaarheden van de gemeente Helmond met betrekking tot wateroverlast zijn de volgende aspecten onderzocht:

- Neerslagpatroon
- Water op straat
- Grondwateroverlast

Voor de analyses is gebruik gemaakt van het hydraulische rioolmodel van de gemeente Helmond en de klimaateffectatlas.

### 2.1 Neerslagpatroon

Eén van de gevolgen van klimaatverandering is dat hevige regenbuien vaker voor zullen komen, én intenser worden. Volgens het KNMI neemt tot 2050 de intensiteit van hevige regenbuien met 12 tot 25% toe. Deze toename hangt samen met de temperatuurstijgingen, omdat warmere lucht meer waterdamp kan bevatten. Hierdoor zal in de toekomst de kwetsbaarheid van bebouwde gebieden voor regenwateroverlast verder toenemen. Dat betekent dat dezelfde (of zelfs een grotere) hoeveelheid neerslag in een kortere tijdsperiode valt (met name in de zomer) of dat het juist langdurige zware regenval is (met name in de herfst en winter). Uit KNMI-scenario's (2014) blijkt dat de verwachte hoeveelheden jaarneerslag met circa 50 mm toenemen in 2050 (Tabel 1).

Tabel 1 Neerslagpatroon KNMI '14 klimaatscenario's huidig en WH2050; resultaten voor de gemeente Helmond

	Huidig	WH 2050
<b>Jaarlijkse neerslag</b>	800-850mm	850-900mm

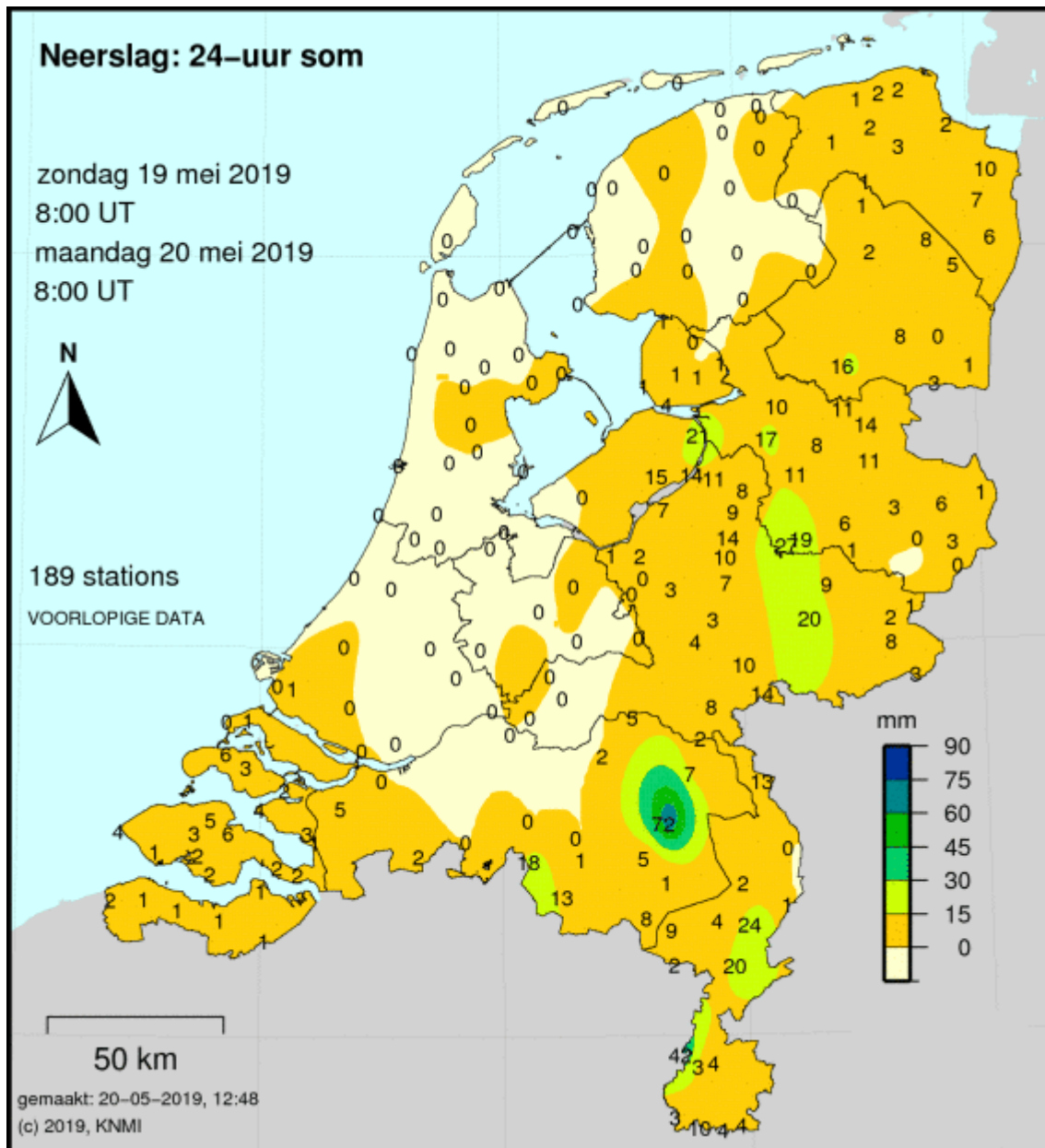
Uit KNMI-scenario's (2014) blijkt dat de verwachte hoeveelheden jaarneerslag met ongeveer 50 mm toenemen in 2050 (Tabel 1). Weergegeven is het Wh-scenario, deze kent de hoogste neerslag van de vier KNMI'14-scenario's. In het Wh-scenario wordt er rekening gehouden met een temperatuurstijging van 2 °C wereldwijd rond 2050 en een grote verandering in de luchtstroming. De tabel laat zien dat de toename van totale neerslag gering is. Echter, de intensiteit en extremiteit van de buien neemt wel toe. Vooral deze toenemende intensiteit vergroot de kans op wateroverlast. In deze stresstest is gekozen voor het WH-scenario omdat dit het meest extreme scenario is en daarmee het meest geschikt voor het uitvoeren van de stresstest. Uit Tabel 2 blijkt dat de kans dat extreme buien voorkomen sterk toeneemt in de toekomst, de herhalingstijd neemt dus af.

Tabel 2: Standaarden klimaatbuien voor stresstest (bron: Basisgegevens Bijsluiter wateroverlast Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie)

Schaal	Duur	Hoeveelheid [mm]	Herhalingstijd [jaar]			
			Huidig klimaat	2030	2050	2085
Lokaal	1 uur	70	200	150	100	60
		90	500	400	250	150
	2 uur	160	2000	1500	1000	600



Extreme neerslag is niet alleen iets van de toekomst. Onderstaande neerslagsom is op 19 mei 2019 opgetreden. Duidelijk is te zien dat de Peelgemeenten de hoogste 24-uursom hebben gekregen. Dit veroorzaakte veel wateroverlast en schade in een aantal kernen in de Peel.



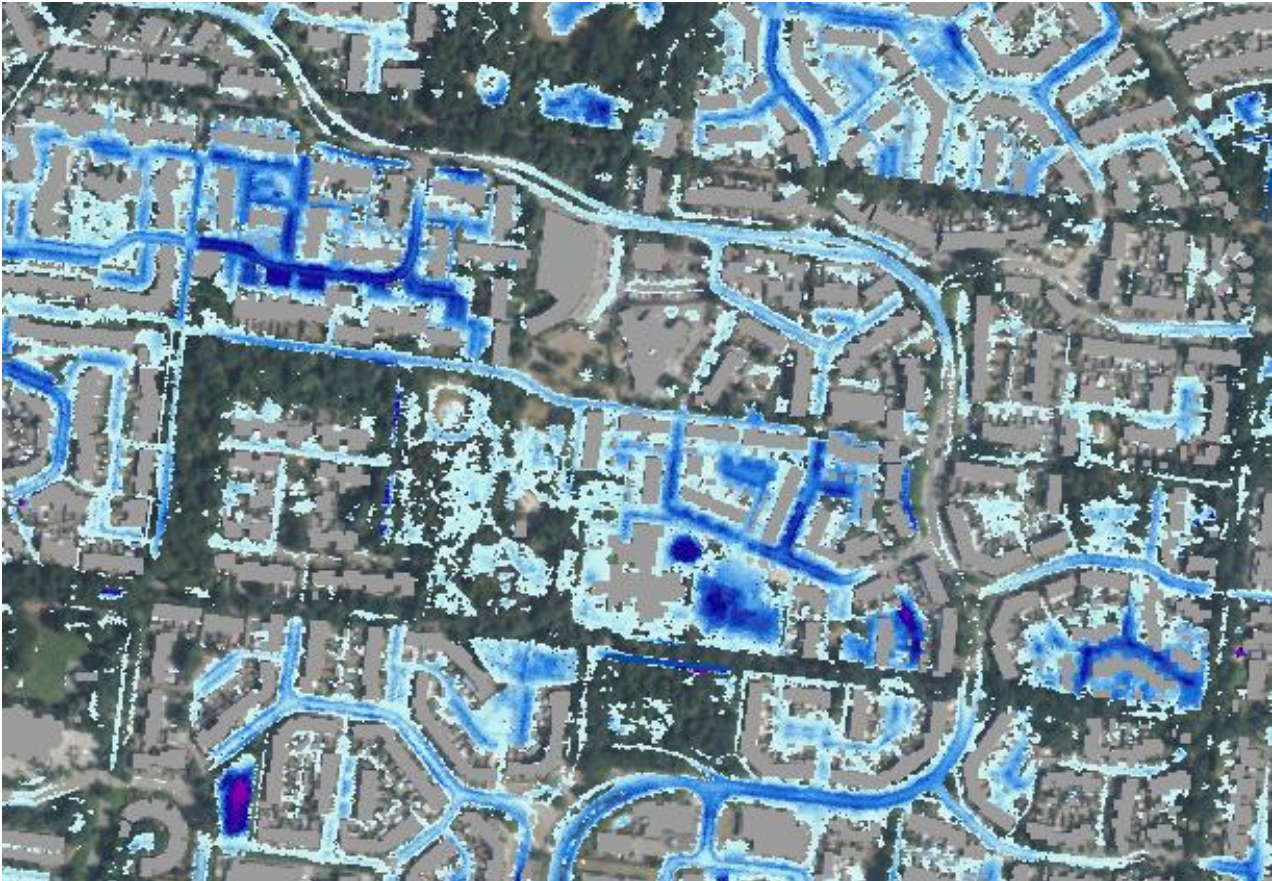
Figuur 3: Extreme neerslag in het oosten van Noord-Brabant op 19 mei 2019

In de volgende paragraaf is de kwetsbaarheid van de bebouwde omgeving voor wateroverlast door extreme neerslag weergegeven.

## 2.2 Water op straat

Voor een analyse van de kwetsbaarheid van de gemeente Helmond voor extreme neerslag is de bebouwde omgeving blootgesteld aan de buien van 70 en 90 mm in een uur en een bui van 160 mm in twee uur die in Tabel 2 zijn weergegeven. Daarnaast is een bui van 44 mm in een uur doorgerekend. Met een rioleringsmodel is berekend waar 'water op straat' optreedt en is een doorkijk gemaakt naar de begaanbaarheid van wegen. De methodebeschrijving van deze analyse is weergegeven in Bijlage A. De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage C welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Helmond").





*Figuur 4: Voorbeeld van een resultaat uit een hydraulische simulatie van water op straat in Helmond, de wijk Rijnveld (70 mm in één uur)*

### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

Onderstaand is een beschrijving gegeven van het modelresultaat bij een neerslaggebeurtenis van 70 mm in een uur. Deze neerslaggebeurtenis is het meest geschikt om kwetsbare locaties binnen de gemeente in beeld te brengen. Een neerslaggebeurtenis van 70 mm is namelijk voldoende om water op straat te veroorzaken en kwetsbare locaties naar voren te brengen. Daarnaast zal niet in heel de gemeente water op straat staan, wat het geval zou kunnen zijn bij extremere neerslaggebeurtenissen. Hierbij is specifiek gelet op straten met de grootste waterdieptes. Daarnaast is een analyse gemaakt waarin de begaanbaarheid van wegen in kaart gebracht wordt.

Uit de modellering is gebleken dat de hoofdwegenstructuur op verschillende plekken onbereikbaar wordt bij dit soort extreme regenbuien. De resultaten worden door de gemeente herkend. Allereerst raken alle verkeerstunnels geblokkeerd. Met name de Henri Dunantunnel (Lage Dijk-Deurneseweg) en in mindere mate de Mahatma Gandhitunnel (Rivierensingel) zijn al vaker geblokkeerd geweest in het verleden. Naast de tunnels zijn ook verschillende andere stukken van de hoofdwegenstructuur kwetsbaar in dit opzicht. Ook de tijdelijke blokkade van wijkontsluitingswegen als de Heistraat en de Rivierensingel kunnen als problematisch worden ervaren.

De uit de modellering naar voren gekomen waterdieptes op straat kunnen zo hoog zijn dat er risico's zijn op wateroverlast en/of schade bij aanliggende bebouwing of voorzieningen.

Te noemen zijn:

- Woningen gelegen in lokale laagtes kunnen wateroverlast krijgen door instromend water of gestremde afvoer. Dit komt op verschillende plekken in Helmond voor. Voorbeelden hiervan zijn (delen van) de Pastoor Elzenstraat, de Barrierlaan, de Schutterslaan, de Wallsteijndreef, het



*Figuur 5. Wateroverlast in Helmond, 14 juni 2016.*

Gooisehof, de Dennerode, het Twijnsterhof, de Rivierensingel.

- Ondergrondse parkeerkelders kunnen het risico hebben dat bij water op straat dit via toeritten de kelder in stroomt.
- Bedrijfsgebouwen op Hoogeind. Deze hebben vaak gedateerde bedrijfsriolering die in combinatie met water op straat onvoldoende afvoercapaciteit hebben om pieken af te kunnen voeren.
- Laaddokken bij bedrijven zullen in zijn algemeenheid niet bruikbaar zijn omdat water de laaddokken in stroomt.

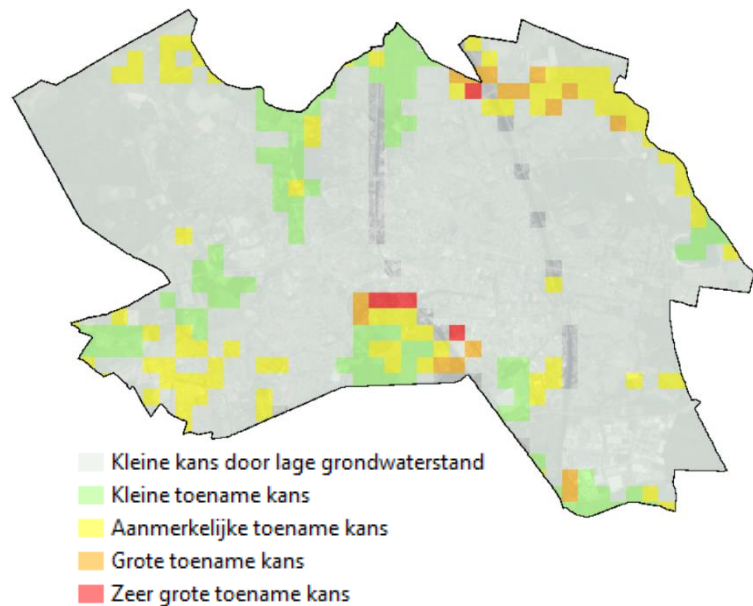
## 2.3 Grondwateroverlast

In de KNMI '14 klimaatscenario's neemt de neerslag in de winter toe, terwijl de verdamping ongeveer gelijk blijft. Een gevolg daarvan is dat de aanvulling van de grondwaterstand en kwel in de winter toeneemt en daarmee de kans op grondwateroverlast. De kans op overlast kan sterk worden beïnvloed door lokale omstandigheden, zoals een door graafwerk verstoorde bodem, de constructiekenmerken van gebouwen of lokale ondoorlatende lagen. Deze lokale omstandigheden komen in het kaartbeeld van de klimaateffectatlas niet tot uiting.

Onderstaande kaart uit de klimaateffectatlas geeft op het niveau van de gemeente globaal aan in welke zones de kans op grondwateroverlast toeneemt. Indien het risico sterk toeneemt kan het nodig zijn om extra voorzieningen te treffen om het grondwaterpeil te beheersen, of om aanvullende constructievoorschriften te gebruiken om de kwetsbaarheid van gebouwen en infrastructuur te beperken.

### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

Uit de analyse van de klimaateffectatlas (Figuur 6) kan worden opgemaakt dat de kans op een toename van grondwateroverlast in 2050 voor een groot deel van de gemeente Helmond klein is in verband met de reeds lage grondwaterstanden. In het zuiden en noordoosten van de gemeente Helmond neemt de kans op grondwateroverlast echter toe.



Figuur 6: Kans op toename grondwateroverlast (bron: klimaateffectatlas, aeraadpleegd op 28 oktober 2019)

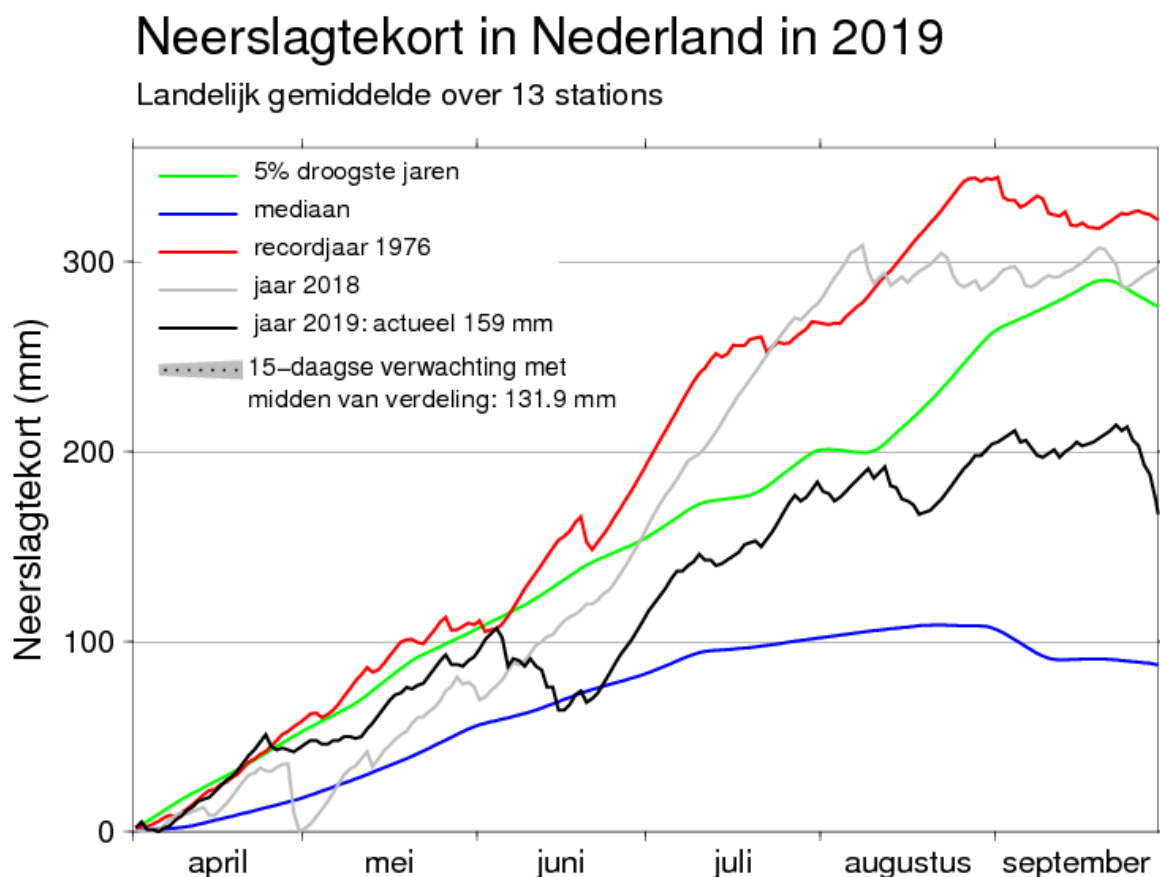
### 3 DROOGTE

Het KNMI gaat ervan uit dat de kans op drogere zomers toeneemt. Hierbij zal de totale neerslagsom in de zomer afnemen, waarbij ook het aantal opeenvolgende droge dagen stijgt. Droogte wordt veroorzaakt door een hoge verdamping en een tekort aan neerslag. Bij zonnig weer met hoge temperaturen en veel wind verdampt veel vocht. Naast veranderende weersomstandigheden heeft verdroging veelal menselijke oorzaken (Groenblauwe netwerken. Potz, 2016):

- Ontwatering en versnelde afwatering (drainage) voor de landbouw veroorzaken landelijk circa 60% van de verdroging.
- Grondwateronttrekkingen voor drink- en industriewater en beregening veroorzaken circa 30% van de verdroging.
- Overige oorzaken, zoals de toename van verhard oppervlak, bebossing (=toename verdamping) en zandwinning dragen voor circa 10% bij.

Droge perioden vinden over het algemeen plaats gedurende de zomer wat tevens het groeiseizoen (1 april t/m 30 september) is voor de meeste gewassen.

Juli 2018 kende een droogterecord: er viel gemiddeld 11 mm regen. Normaal is dat die maand 78 mm. In onderstaande afbeelding is te zien dat het in neerslagtekort 2019 met uitzondering van een week in juni groter is dan de mediaan van de jaren waarin het neerslagtekort is gemeten.



(c) KNMI, bijgewerkt 2019-09-30, 15:31 UT

Figuur 7: Neerslagtekort in Nederland in 2019. Landelijk gemiddelde over 13 stations (bron: KNMI, geraadpleegd op 1 oktober 2019)

Door droogte kan de voedselproductie (landbouwsector) worden bedreigd. Ook andere sectoren kunnen onder druk komen te staan, zoals drinkwaterproductie uit oppervlaktewater, koeling voor de industrie en energiecentrales. Daarnaast neemt de schade aan de natuur en het risico op natuurbranden toe. In het stedelijk gebied in Nederland is de verwachte schade ten gevolge van klimaatverandering door droogte



groter dan die door wateroverlast (zie Figuur 2 uit Manifest Klimaatbestendige stad, Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering).

De kwetsbaarheid van Helmond voor droogte is in kaart gebracht voor de (ontwikkeling van de) volgende aspecten: kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging, kwetsbaarheid voor funderingsschade als gevolg van paalrot, en knelpunten waterkwaliteit. Daarnaast is met behulp van de klimaateffectatlas inzichtelijk gemaakt wat het neerslagtekort voor de gemeente is, wat de verwachte ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstand is, en wat de gevoeligheid voor bodemdaling en zetting is.

### 3.1 Neerslagtekort

Het neerslagtekort is een maat voor de droogte en volgt uit het verschil tussen verdamping en neerslag. Als de referentieverdamping hoger is dan de neerslag is er sprake van een neerslagtekort. In zo'n situatie is er minder vocht beschikbaar voor de optimale groei van gewassen. Het potentieel maximaal neerslagtekort treedt doorgaans aan het einde van de zomer op. Toename van het neerslagtekort kan leiden tot verdere afname van de waterbeschikbaarheid in grond- en oppervlaktewater en een toename van de watervraag voor peilbeheer en beregening. Ook de waterkwaliteit kan onder druk komen te staan, bijvoorbeeld door verminderde doorstroming van oppervlaktewater.

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

Uit de modelresultaten (2014) van KNMI klimaatscenario WH2050 kan worden opgemaakt dat het potentieel jaarlijks gemiddelde neerslagtekort in het huidige klimaat 120-180 mm is en dat dit kan oplopen tot 210-240 mm. Het potentieel 10-jarig neerslagtekort is in het huidige klimaat 210-270 mm en kan oplopen tot 270-300 mm in 2050. Dit heeft nadelige gevolgen voor de beschikbaarheid van water (o.a. voor landbouw) en de waterkwaliteit.

### 3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden

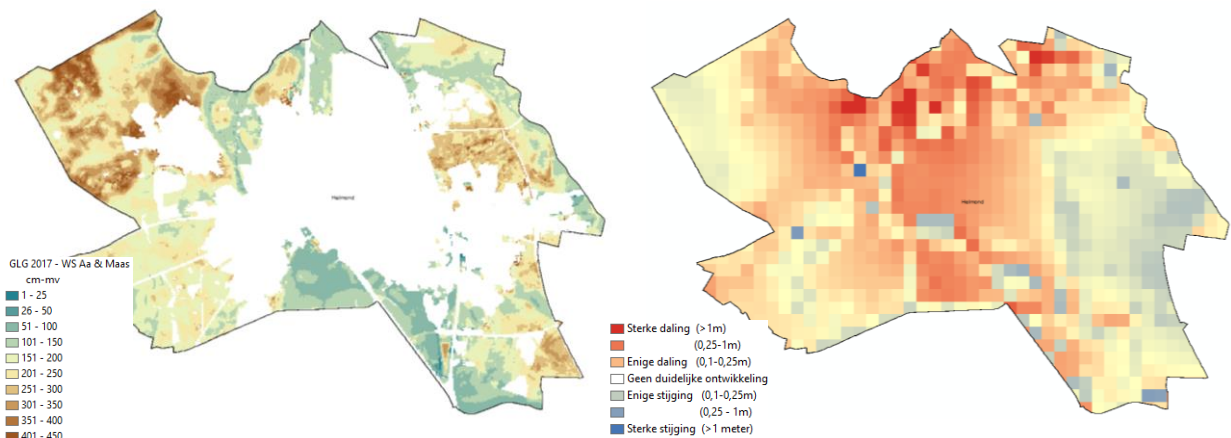
In tijden van droogte wordt de grondwaterstand minder door neerslag aangevuld terwijl mogelijk een groter beroep wordt gedaan op grondwater danwel oppervlaktewater. Bij een te lage grondwaterstand kan schade ontstaan. In de analyse van de klimaateffectatlas is gekeken naar de te verwachten gemiddeld laagste grondwaterstand bij klimaatscenario WH2050. Hiervan is een kaartbeeld gemaakt dat de verschilsituatie ten opzichte van het huidige klimaat presenteert. Bij de analyse is rekening gehouden met verandering van klimaat en water- en landgebruik.

De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) wordt doorgaans aan het einde van de zomerperiode bereikt. In het merendeel van Nederland is er geen duidelijke ontwikkeling in de GLG (een lichte daling van 5 tot 10 centimeter). Op een deel van de hoge zandgronden wordt juist een stijging van de GLG berekend. De stijging in de hoge zandgronden is een gevolg van een toename van het jaarlijks neerslagoverschot, veroorzaakt door toename van de winterneerslag. Omdat de grondwaterstand in deze gebieden ver onder maaiveld ligt, heeft de verwachte toename van de verdamping minder effect op de grondwaterstanden.

De resultaten van de klimaateffectatlas zijn gebaseerd op het Nationaal Water Model. Hierin is geen rekening gehouden met specifieke lokale factoren als onttrekkingen of bemalingen. De kans bestaat dat de vraag naar drinkwater en daarmee de onttrekkingen zullen toenemen. Het is echter onzeker of dit invloed zal hebben op de GLG.

## Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

Ten opzichte van het huidige klimaat is er een ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstanden in de gemeente Helmond in klimaatsscenario WH2050.



**Figuur 8: Gemiddeld laagste grondwaterstand huidig klimaat (links) en de verandering gemiddeld laagste grondwaterstand in klimaatsscenario WH2050 ten opzichte van huidig klimaat (rechts); (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 27 mei 2019)**

In het huidige klimaat bevindt de gemiddeld laagste grondwaterstand zich voor een groot deel van gemeente Helmond dieper dan 2 meter onder het maaiveld. In het klimaatsscenario WH2050 wordt in een groot deel van de gemeente enige (10 tot 25 cm) daling tot sterke daling (>1 meter) van de GLG verwacht.

### 3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

Een tekort aan neerslag en extreem lage grondwaterstanden kunnen leiden tot verdroging van vegetatie. De gevolgen hiervan verschillen per type vegetatie (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012). In deze analyse is het vegetatietype gras als referentiegewas genomen.

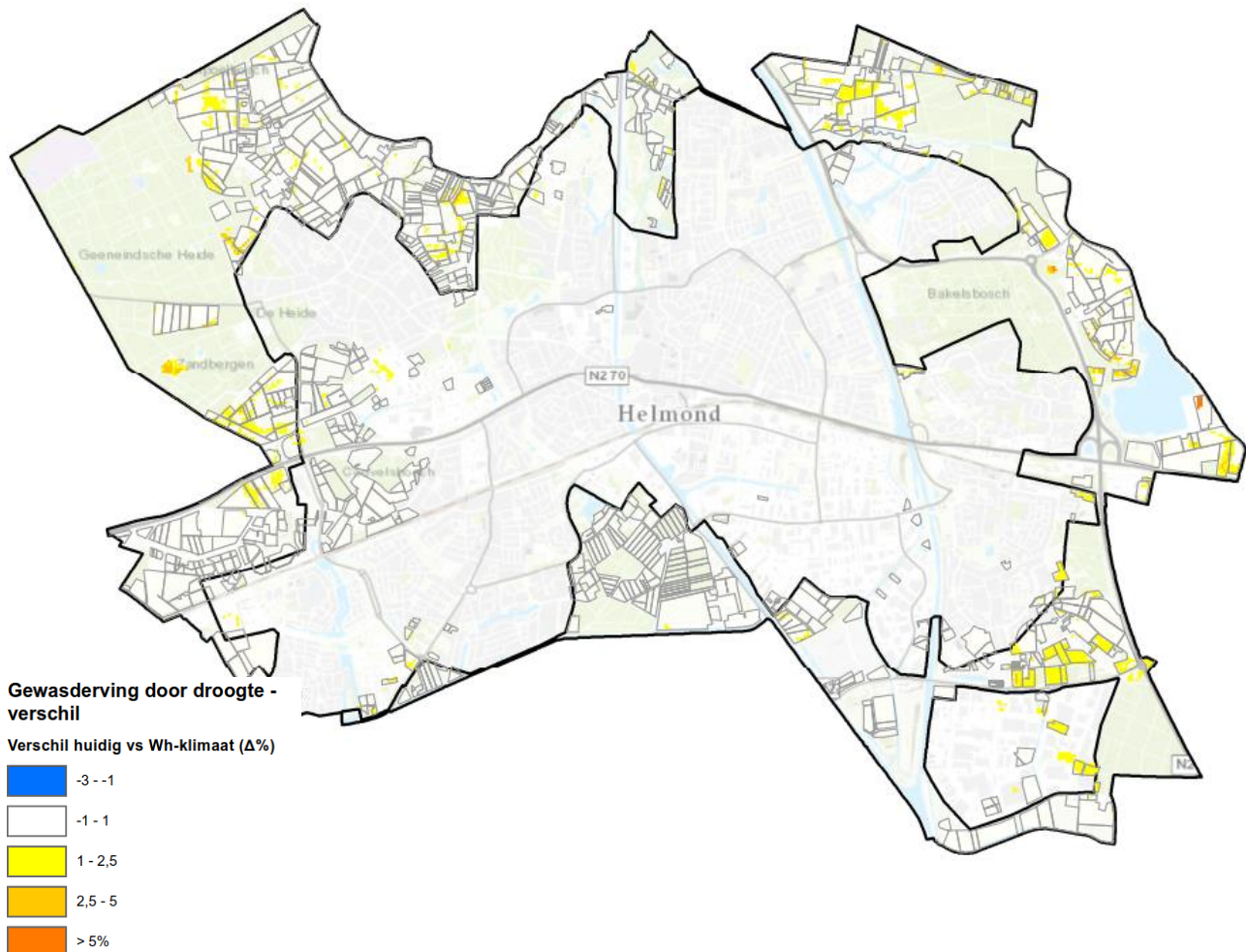
Wanneer gras onvoldoende wateraanvoer krijgt leidt dit tot verdroging van de graslaag. De graslaag droogt uit wat leidt tot een verkleuring van de gras-vegetatielaag. Doordat de graslaag onvoldoende vocht kan onttrekken leidt dit ook tot een tekort aan voedingsstoffen. Daarnaast zal het gras de verdamping beperken, om zodoende zo lang mogelijk vocht vast te houden. Dit gaat ten koste van de groei en vitaliteit en kan leiden tot (tijdelijke) uitval van de graslaag (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

De gevolgen van droogte voor struiken en bomen valt te verdelen onder (vroegtijdig) bladafval en uitval (Hoogvliet et al, 2012). Dit ontstaat bij een onvoldoende watertoevoer of een snelle daling van de grondwaterstand. Tevens kunnen er nieuwe ziektes en plagen ontstaan die in het huidige klimaat nog geen rol spelen. Daarentegen kunnen de bestaande ziektes en plagen verdwijnen omdat deze mogelijk niet bestand zijn tegen het toekomstige klimaat (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

Om inzichtelijk te maken welke gebieden de vegetatie (met gras als referentiegewas) kwetsbaar is voor verdroging, is gebruik gemaakt van de Water Wijzer Landbouw (<https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/>). Deze tool is geschikt voor het bepalen van het effect van veranderingen in hydrologische condities (in dit geval klimaatverandering) op gewasopbrengsten. Hierbij worden het bodemtype, grondwaterstand, gewastype en verschillende klimaatscenario's beoordeeld. Verdere informatie over de methodologie is beschreven in Bijlage A.

### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

In Bijlage D (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is: “Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Helmond”) is voor alle landbouwpercelen de ontwatering en de kwetsbaarheid van gras voor verdroging op kaart weergegeven. Met name de bodemsoorten die weinig leem en/of organisch materiaal bevatten zijn gevoelig voor droogte bij een dalende grondwaterspiegel. In Helmond zijn dit vooral de leemarme stuifzand- en podzolgronden. Op deze gronden staat in de gemeente Helmond in de meeste gevallen bos of heide (Bakelse Bossen en Stiphoutse Bos) en is gewasschade dus niet van toepassing. Waar potentieel wel extra gewasderiving kan optreden zijn de percelen aan de rand van de Brouhuissche Heide, de Bakelse Bossen en Stiphoutse Bos.



Figuur 9: Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

Binnen de gemeente Helmond zijn geen locaties waar berekend is dat de gewasderiving zal afnemen door een stijgend zomerpeil. Hierbij dient te worden opgemerkt dat sommige vegetatie meer of minder watervraag kan hebben dan gras. Ook kan het voorkomen dat de grondwaterstand lager staat dan de GLG. Dit betekent dat de getoonde resultaten een gemiddelde gewasderiving laten zien en de gebieden waar gewasderiving optreedt in een extreme situatie dus groter kunnen zijn dan in

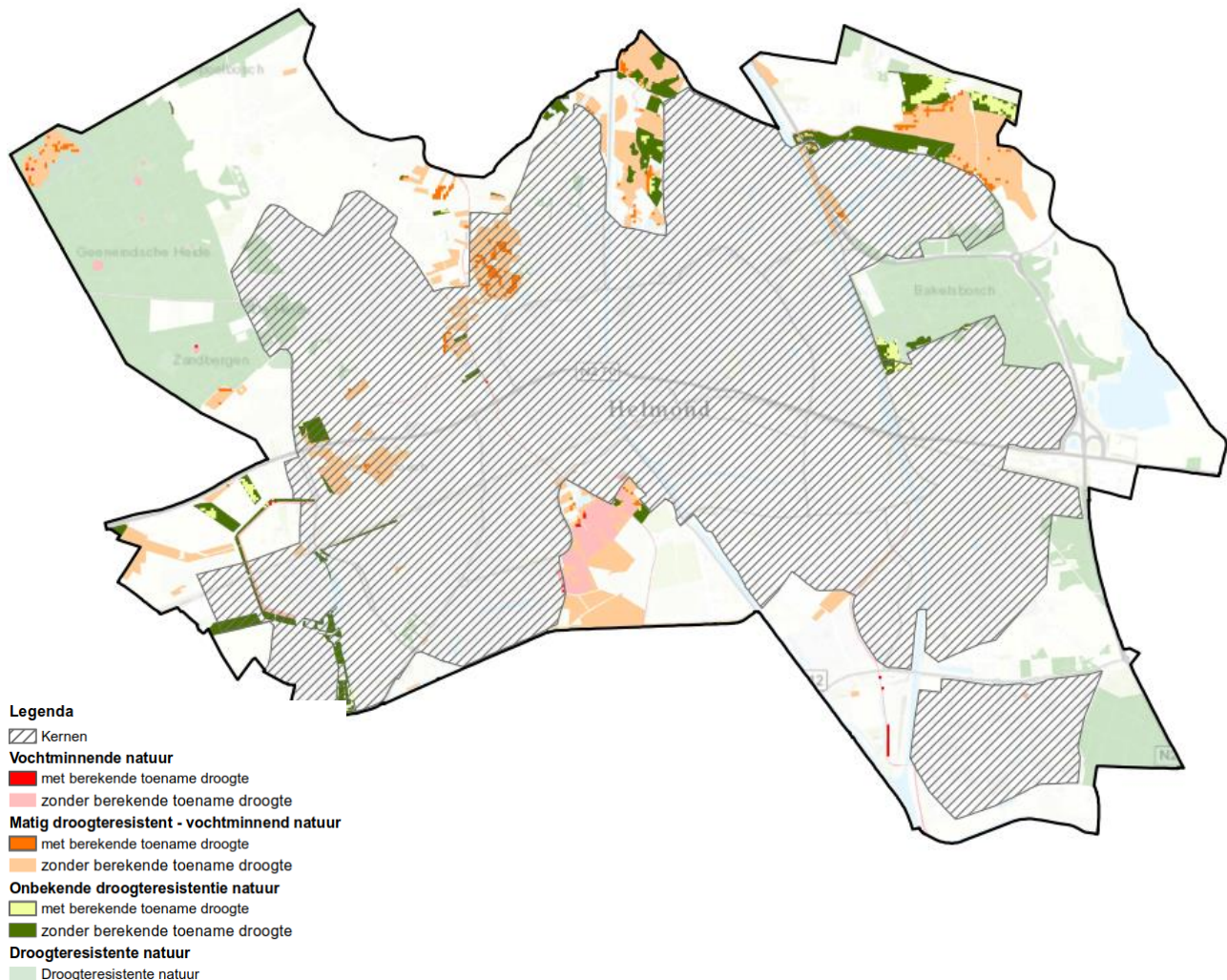
Figuur 9 is weergegeven.

Daarnaast is de landbouw niet de enige sector waar schade als gevolg van droogte voorkomt. De gevolgen van droogte kunnen ook schade aan de natuur veroorzaken. Bijvoorbeeld schade aan groen door het droogvallen van vennen.



### 3.4 Kwetsbaarheid van natuur voor verdroging

Aanvullend op de gewasschade-analyse zijn de resultaten van de droogtestudie ook gebruikt om een indicatie te geven van het effect van toenemende droogte op natuur. Hiervoor zijn de resultaten van de water wijzer landbouw voor WH-klimaat 2050 vergeleken met de locaties waar vochtminnende natuur voorkomt binnen de gemeente Gemert-Bakel. Het resultaat is een kaart (zie Bijlage D) met de vochtvraag van natuurgebieden en locaties met een potentieel verdrogingsrisico in het WH-klimaat 2050.



Figuur 10 Potentieel droogteschade natuur WH2050-klimaat

#### Hoe kwetsbaar is de gemeente Helmond?

In Figuur 10 is te zien dat er weinig droogteschade berekend wordt voor de natuur in Helmond. Naaldbos en heidegebieden zoals de Geeneinsche Heide en het Bakelsbosch zijn relatief droogteresistente natuurtypen. In bijvoorbeeld Groot Goor en natuurgebied de Bundertjes komt wel vochtminnende natuur voor. Hier wordt echter geen toename aan droogte berekend. Waar wel potentieel droogteschade aan natuur kan gaan optreden bij klimaatverandering zijn de beekdalen. Onder andere in het beekdal van de Bakelse Aa wordt een toename aan droogte verwacht op plaatsen waar vochtminnende natuur voorkomt.

### 3.5 Knelpunten waterkwaliteit

Perioden van droogte zullen leiden tot lagere waterstanden in oppervlaktewateren. Daarnaast zal de temperatuur van het oppervlaktewater stijgen. Dit zorgt ervoor dat de waterkwaliteit zal verslechteren (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012). Deze gevolgen kunnen leiden tot (onomkeerbare) schade aan oevers en een verslechtering van de habitat voor flora en fauna. Daarnaast wordt de kans op blauwalg en botulisme groter, met gevolgen voor de gezondheid van mens en dier (Hoogvliet et al, 2012). Tevens kan dit negatieve gevolgen opleveren voor de recreatiesector (zowel recreanten als exploitanten) (de Jonge, 2008). Door een slechte waterkwaliteit kunnen recreanten geen gebruik maken van oppervlaktewateren en lopen exploitanten omzet mis.

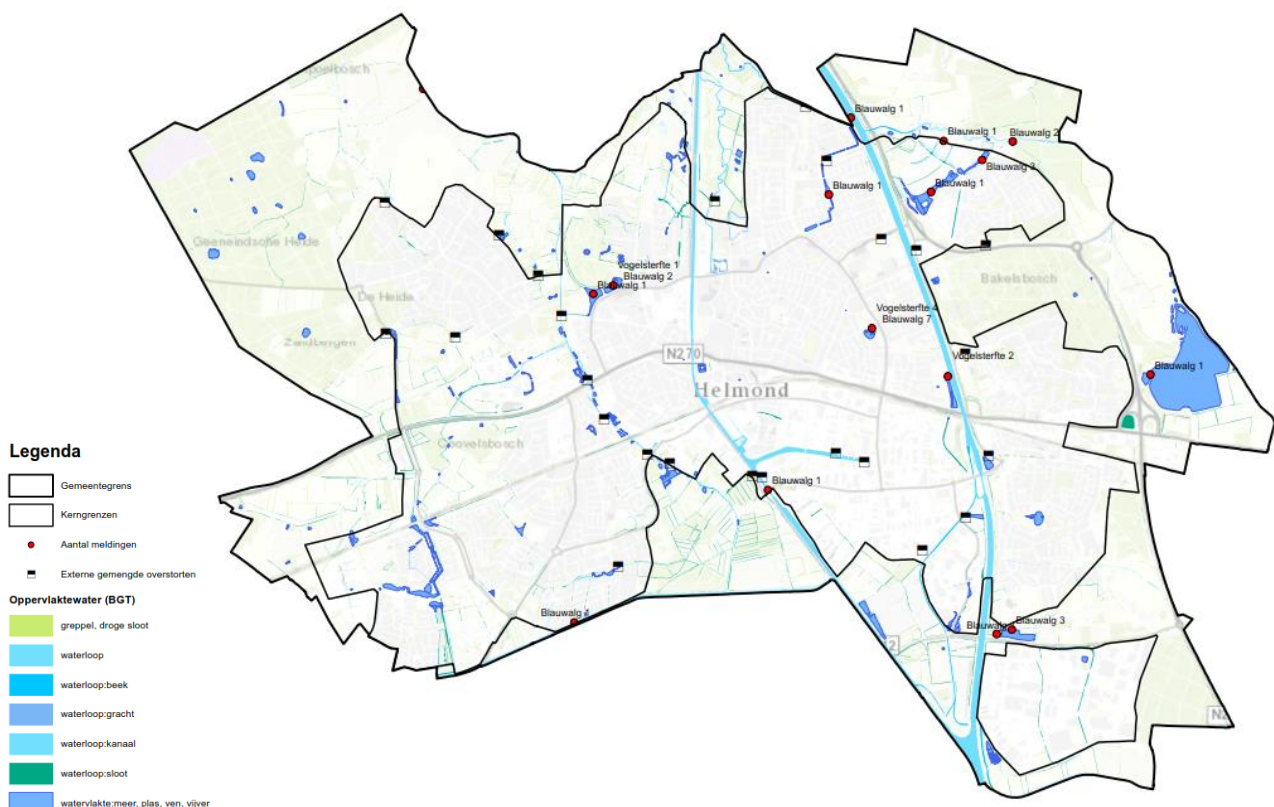
Een geïsoleerde waterpartij is minder klimaatbestendig dan watergangen met doorstroming (afhankelijk van de mate van doorstroming). Doorstroming zorgt voor 'verversing' van het oppervlaktewater. Afvalwater uit lozingspunten van gemengde riolen kunnen de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Meldingen kunnen inzicht geven in de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de loop der jaren.

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

Met betrekking tot waterkwaliteit is er bestuurlijk aandacht voor de blauwalgproblematiek binnen de gemeente waarbij de waterkwaliteit van zwemwateren wordt gemonitord. Binnen de gemeente zijn ook een aantal wateren die geen officieel zwemwater zijn maar waar wel wordt gezwommen. Een voorbeeld hiervan is het water bij Brandevoort. De risico's hier met betrekking tot de waterkwaliteit zijn niet in beeld omdat er niet wordt gemonitord en er geen meldingen zijn. Incidenteel wordt voor specifieke evenementen waarin wordt gezwommen (bijv. Brave Run) de waterkwaliteit getoetst.

Wat betreft gezondheidsrisico's als gevolg van overstortwater is de Goorloop met een aantal gemengde overstorten een specifiek aandachtspunt voor de gemeente.

Ook zijn er meldingen van blauwalg bekend op de Berkendonk, de Bakelse Aa, het water aan de Stipdonkseweg, de wateren rond het Ockenburghpark en enkele kleine stadsvijvers. Vogelsterfte is gemeld bij de Vondelvijvers en Warandepark.



Figuur 11: Knelpunten waterkwaliteit

## 4 HITTE

De zomer van 2018 was de warmste die is gemeten: in De Bilt was het 19 graden gemiddeld. Normaal is dat in de zomer 17 graden. Het record was tot dit jaar gevestigd in 2003, toen werd het gemiddeld 18,6 graden. Het warmst werd het op 26 juli in Arcen waar 38,2 graden werd gemeten, de op een na hoogste temperatuur die ooit in Nederland is vastgesteld. Er waren twee hittegolven en acht tropische dagen (30 graden en warmer), normaal zijn dat er twee. Dat blijkt uit cijfers van het KNMI. In Nederland ligt tijdens hittegolven het sterftcijfer 12% hoger dan normaal. Op het moment van schrijven (zomer 2019) is het 75 jaar oude hittestressrecord verbroken. Op 25 juli 2019 werd het in Gilze-Rijen 40,7 °C. Nog nooit eerder kwam de temperatuur boven de 40 °C in Nederland.

De stijging van de gemiddelde jaartemperaturen in Nederland brengt nauwelijks acute problemen met zich mee. Dergelijke problemen doen zich juist voor bij pieken in de temperatuur, zoals op tropische dagen en tijdens warme nachten. Zo kunnen vooral bij kwetsbare groepen zoals zieken en ouderen gezondheidsproblemen optreden (hittestress) en kunnen infrastructuur en gebouwen schade oplopen door het uitzetten van materialen. Verder kan langdurig aanhoudende hitte leiden tot klachten als vermoeidheid, concentratieproblemen en hoofdpijn. Tevens neemt het risico op uitdroging en oververhitting toe. In het ergste geval kunnen mensen hieraan overlijden.

De kwetsbaarheden van de gemeente Helmond voor hitte zijn in deze stresstest inzichtelijk gemaakt door de (ontwikkeling van de) volgende aspecten te bekijken: aantal zomerse en tropische dagen, hittestress door warme nachten, oppervlaktetemperatuur en opwarming van oppervlaktewater voor hitte. Hierbij is gebruik gemaakt van de resultaten van de klimaateffectatlas, met uitzondering van het thermisch infraroodbeeld van de satelliet.

### 4.1 Zomerse en tropische dagen per jaar

Het aantal dagen waarop het warm wordt in Nederland neemt de komende jaren verder toe. Bij temperaturen boven 25 °C kan dit gevolgen hebben voor de gezondheid van kwetsbare groepen zoals ouderen en jonge kinderen. Als de temperatuur in de buurt van 30 °C komt, lopen ook andere groepen risico op gezondheidsklachten wanneer zij zich intensief inspannen of langere tijd onbeschermd in de zon bevinden.

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

In Tabel 3 is de verwachting van het KNMI voor de ontwikkeling van het aantal zomerse en tropische dagen weergegeven.

Tabel 3: Ontwikkeling zomerse en tropische dagen in de omgeving van gemeente Helmond

	Huidig	2050 WH Scenario
<b>Aantal zomerse dagen (max. <math>\geq 25</math> °C)</b>	30 - 40	50 - 60
<b>Aantal tropische dagen (max. <math>\geq 30</math> °C)</b>	6 - 9	$\gg$ 18
<b>Langste reeks opeenvolgende zomerse dagen</b>	7 - 9	13 - 15

Afgaande op de KNMI-klimaatsscenario's kan het aantal zomerse dagen in 2050 zijn verdubbeld. Het aantal tropische dagen neemt mogelijk nog sterker toe. De jaarextremen zullen ook sterk toenemen: de temperatuur op de heetste dag van het jaar zal in 2050 1,3 tot 3,7 graden hoger liggen dan nu het geval is.

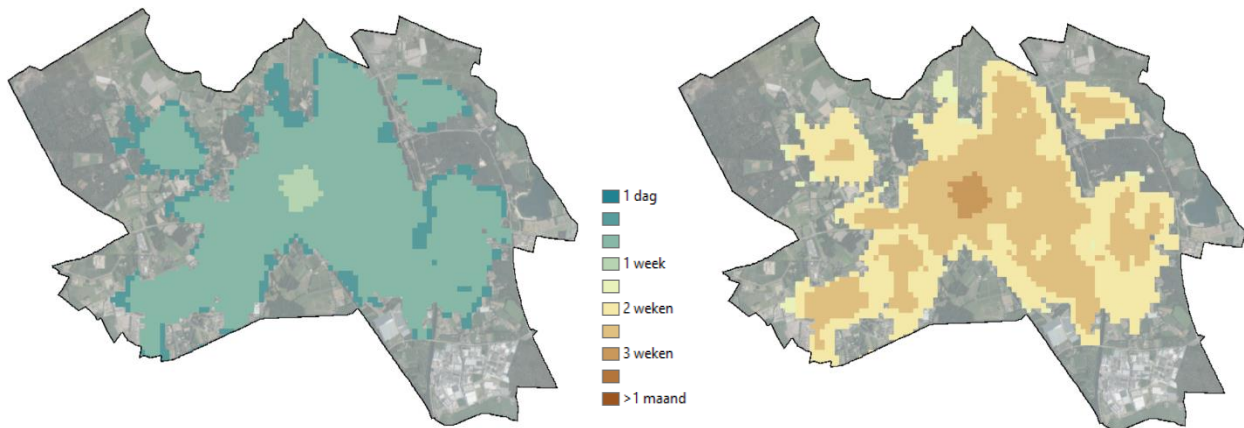
### 4.2 Hittestress door warme nachten

Wanneer het aantal zomerse en tropische dagen toeneemt, zal ook het gemiddeld aantal tropische nachten per jaar toenemen. Tijdens een tropische nacht daalt de temperatuur niet onder de 20 °C. In buurten met veel verharding is minder groen aanwezig met minder verdamping als gevolg. Hierdoor loopt de temperatuur verder op. Door de aanwezigheid van gebouwen en menselijke activiteit koelt het 's nachts ook minder snel af.



### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

De ontwikkeling van het aantal tropische nachten in de gemeente Helmond is weergegeven in Figuur 12. Het aantal tropische nachten per jaar ligt momenteel rond enkele dagen per jaar in delen van de gemeente tot een week voor het centrum van gemeente Helmond. In 2050 zal dit in het meest extreme geval zijn gestegen tot meer dan 3 weken per jaar. De ruimtelijke kenmerken van bebouwde gebieden (veel verharding, weinig groen) dragen hier in grote mate aan bij.



Figuur 12: Toename aantal tropische nachten / hittestress: huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 5 augustus 2019)

### 4.3 Oppervlaktetemperatuur

Voor deze analyse is gebruik gemaakt van een thermisch infrarode opname van de Landsat 8 satelliet. Het grote voordeel van deze opname is dat het in één oogopslag een waarheidsgetrouw en gemeente dekkend totaalbeeld geeft van de op dat moment heersende warmteverschillen. Het is dus in zekere zin op te vatten als een praktijkmeting. Verschillen in oppervlaktetemperatuur ontstaan door het in meer of mindere mate aanwezig zijn van verharding, vegetatie, water en schaduw. Meer informatie over het satellietbeeld is te vinden in de methodebeschrijving in Bijlage A.

Voor alle resultaten uit de oppervlaktetemperatuur-analyse geldt dat deze betrekking hebben op de zogenoemde stralingstemperatuur van het oppervlak (zoals dat loodrecht van boven zichtbaar is). Ter vergelijking kan men denken aan de warmte die je aan de binnenkant van een elektrische oven voelt "stralen". De door een mens ervaren temperatuur (gevoelstemperatuur) is, buiten de bovengenoemde stralingstemperatuur, onder meer afhankelijk van de lokale (relatieve) luchtvochtigheid, windsnelheid en temperatuur van de aangevoerde lucht. Daarnaast ervaart elk persoon bepaalde temperaturen anders.

De resultaten uit de oppervlaktetemperatuur-analyse zijn vervolgens geclassificeerd naar 'ervaren mate van hittestress'. Een onderzoek in Rotterdam in 2010 toonde aan dat het temperatuurverschil binnen en buiten de stad 's nachts oploopt tot 8 °C (Nijhuis en Streng, 2011). Het geschatte verschil in gevoelstemperatuur liep op tot 15 °C. De gevoelstemperatuur werd in dit project geschat op basis van een indeling van de omgevingstemperatuur in vijf klassen: comfortabel (18-23 °C), lichte hittestress (23-29 °C), matige hittestress (29-35 °C), sterke hittestress (35-41 °C) en extreme hittestress (>41 °C). Deze classificatie is gebaseerd op oppervlaktetemperaturen. Of daadwerkelijk hittestress ervaren wordt hangt af van de beschreven factoren in de vorige alinea.

In Bijlage E (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Helmond")) zijn op zowel gemeente- als kernniveau de resultaten van de hitte-analyse weergegeven.

### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

Uit het gemeentelijke warmtebeeld komen een aantal bedrijventerreinen als hittegevoelig naar voren. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat op bedrijventerreinen in verhouding weinig groen en veel verharding aanwezig is. Een laag aandeel groen betekent dat er weinig verdamping plaats zal vinden wat resulteert in een gereduceerd verkoelend effect. Te noemen bedrijventerrein zijn:

- Bedrijventerrein Hoogeind in het zuidoosten van de gemeente. Oppervlaktetemperaturen kunnen hier oplopen tot 43°C wat leidt tot extreme hittestress.

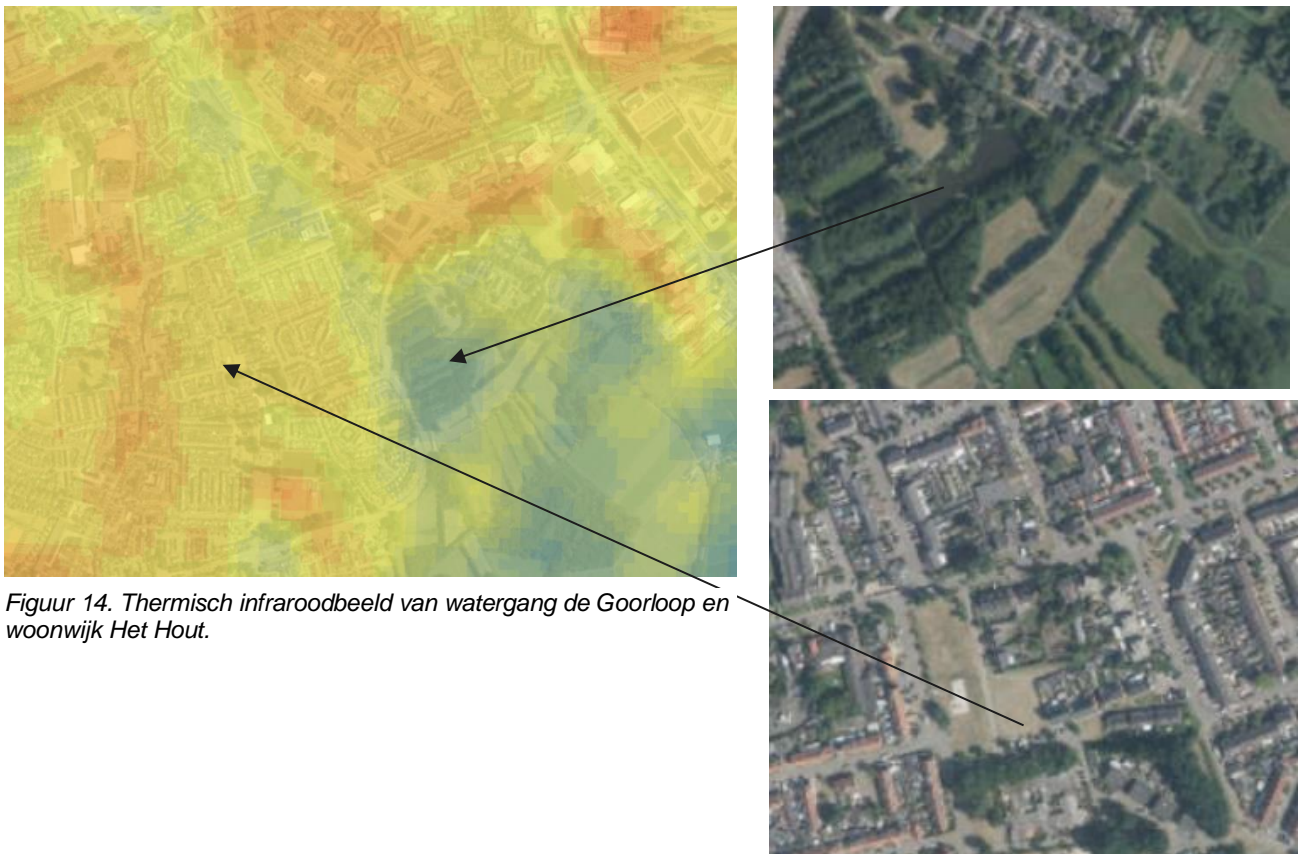
- Bedrijventerrein Zuid Oost Brabant (BZOB), ten oosten van de Zuid-Willemsvaart. Ook hier kunnen oppervlaktetemperaturen voorkomen wat tot extreme hittestress kan leiden.
- Bedrijventerrein Helmond West, nabij de Steenovenweg. Oppervlaktetemperaturen kunnen hier tot 37°C bereiken met sterke hittestress als gevolg.



Figuur 13: Thermisch infrarood satellietbeeld van een bedrijventerrein in gemeente Helmond. Datum: 26 juli 2018

Uit het gemeentelijke warmtebeeld komen een aantal wijken als hittegevoelig naar voren. De meest kwetsbare wijken zijn:

- Het centrum, ter hoogte van de kruising N270 / Zuid Willemsvaart en de Watermolenwal. De hoge oppervlaktetemperaturen kunnen leiden tot sterke hittestress. Dit wordt voornamelijk verklaart door de aanwezigheid van een aantal gebouwen met groot oppervlak zoals een winkelcentrum en fabriek. Daarnaast is er weinig groen waar te nemen.
- 't Hout, hoge oppervlaktetemperaturen kan leiden tot sterke hittestress. Uit analyse van de luchtfoto kan opgemaakt worden dat een verhard plein in de woonwijk een mogelijke oplossing kan zijn om hittestress te bestrijden. Verkoeling kan ten oosten van deze wijk gevonden worden nabij watergang de Goorloop blijkt ook uit Figuur 14.
- Helmond-Noord, voornamelijk ter hoogte van de Venuslaan en omliggende straten. Oppervlaktetemperaturen kunnen op een aantal plekken sterke hittestress veroorzaken.



Figuur 14. Thermisch infraroodbeeld van watergang de Goorloop en woonwijk Het Hout.

#### 4.4 Opwarming oppervlaktewater

Een toename van zomerse en tropische dagen heeft gevolgen voor het oppervlaktewater. Tijdens langdurig warme periodes kan met name stilstaand oppervlaktewater sterk opwarmen. Ook bij langdurige droogte verdampt veel water, neemt het volume af en warmt water sneller op. Dit kan nadelige effecten hebben voor de waterkwaliteit, mogelijk met nadelige effecten voor ecologie en recreatie tot gevolg.

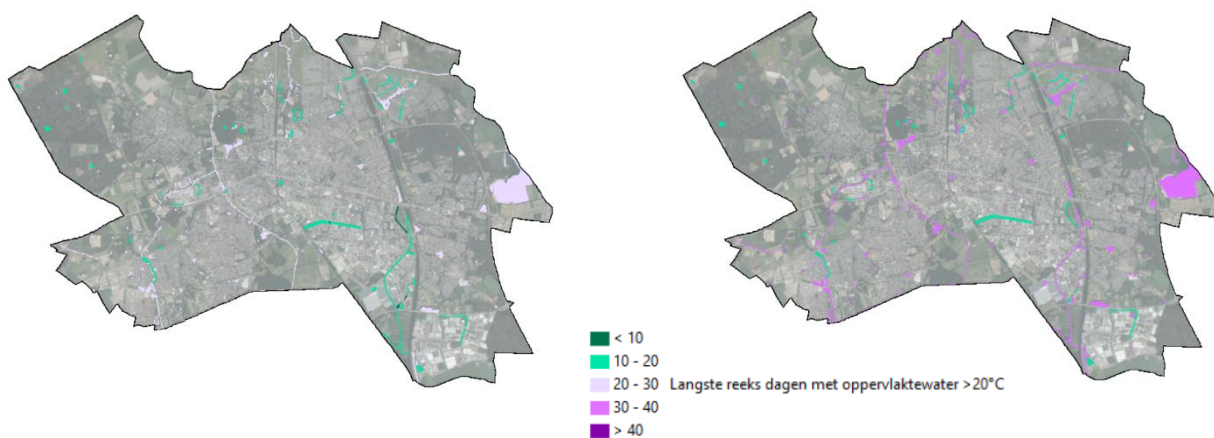
De klimaateffectatlas toont de langste aaneengesloten periode van dagen per jaar, waarin de watertemperatuur hoger is dan 20°C. Vanaf die temperatuur gedijen (ongewenste) exotische planten en dieren, blauwalgen, ziekteverwekkers- en -verspreiders beter. De analyse in paragraaf 3.5 (knelpunten waterkwaliteit) heeft tevens invloed op het gedijen van ziekteverwekkers.

Oppervlaktewater dat méér dan drie meter diep is, is niet opgenomen in het kaartbeeld van de klimaateffectatlas. Weersinvloeden en locatie specifieke factoren zoals waterdiepte en bebouwingdichtheid zijn opgenomen in het rekenmodel.



### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

In Figuur 15 is de opwarming van het oppervlaktewater in de gemeente weergegeven met een doorkijk naar 2050.



*Figuur 15: Langste opeenvolgende reeks dagen met oppervlaktewater > 20 °C; huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 5 augustus 2019)*

Tot 2050 is de verwachting dat het aantal opeenvolgende dagen waarop het oppervlaktewater warmer is dan 20 °C toeneemt. Momenteel is er sprake van 10 tot 30 opeenvolgende dagen met oppervlaktewater boven deze waarde voor een aantal oppervlaktewateren binnen de gemeente. In klimaatscenario WH2050 is aangegeven dat dit op kan lopen tot meer dan 30 opeenvolgende dagen. Zoals hierboven beschreven kan dit nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit, ecologie, flora en fauna.

## 5 OVERSTROMING

Nederland is beschermd tegen hoogwater door waterkeringen. Ons land staat internationaal bekend om onze sterke dijken, maar toch kunnen ook wij te maken krijgen met de gevolgen van het doorbreken van een dijk. Omdat de effecten van een overstroming groot kunnen zijn en per locatie sterk kunnen verschillen, is het waardevol om inzicht te krijgen in de kans op zo'n overstroming. Deze kans kan in de toekomst anders zijn dan nu, bijvoorbeeld door veranderende neerslagpatronen.

Als overstromingen plaatsvinden, zal er economische schade optreden aan bijvoorbeeld gebouwen en infrastructuur en ontstaat grote maatschappelijke ontwrichting. Ook is er een kans dat mensen gewond raken of zelfs overlijden als gevolg van verdrinking, onderkoeling of verminderde bereikbaarheid van hulpdiensten. In werkelijkheid kan de overstromingskans in de toekomst ook kleiner zijn, omdat de sterkte van de waterkeringen in 2050 groter kan zijn.

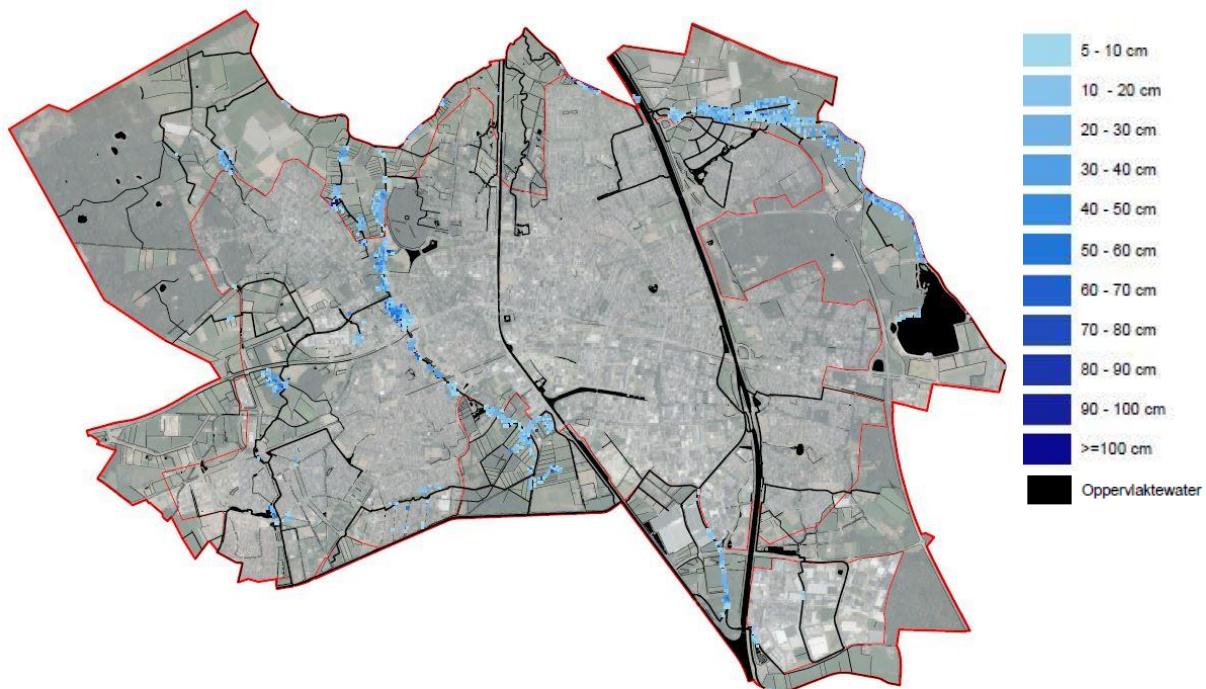
De kwetsbaarheid van de gemeente Helmond voor overstromingen is in beeld gebracht door de overstromingsdiepte vanuit primaire en secundaire watergangen te bekijken. Hierbij is gebruik gemaakt van de analyses van Waterschap Aa en Maas. Het waterschap heeft haar oppervlaktewatersysteem doorgerekend met een zomerse piekbui van 70 mm in één uur. De kaart laat zien welke gebieden kunnen overstromen en welke overstromingsdiepte maximaal kan optreden.

### 5.1 Overstromingsdiepte

De overstromingsdiepte bepaalt de mate waarin een gebied wordt blootgesteld aan de effecten van een overstroming. Het is één van de factoren die van belang is voor de hoeveelheid schade en slachtoffers bij een overstroming. Ook bij beperkte overstromingsdiepten kan de impact groot zijn. Dit omdat elektriciteit, drinkwater, telecom en internet dan vaak niet meer beschikbaar zijn.

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Helmond?

In Figuur 16 zijn de analyseresultaten van de overstromingsdiepte voor de gemeente Helmond weergegeven (zie ook Bijlage F). Uit de resultaten blijkt dat na deze zware bui er relatief weinig locaties inunderen en dat ook de waterdiepte beperkt blijft. Langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Nieuwe Aa vinden bij een extreme belasting van het watersysteem lokale overstromingen plaats in de recent aangelegde bergingsgebieden.



Figuur 16: Maximale waterdiepte als gevolg van een zomerse piekbui van 70 mm in één uur (bron: waterschap Aa en Maas)

## 6 AANPAK SECTORANALYSE

De impact van klimaatverandering op de gemeente Helmond is voor hitte, droogte, wateroverlast en overstroming in voorgaande hoofdstukken inzichtelijk gemaakt. Uit de analyse blijkt dat de gemeente Helmond steeds warmer, natter en droger wordt, wat resulteert in een toename van hittestress, wateroverlast en droogte.

Voor een goede aanpak van deze effecten van klimaatverandering is een gedegen inzicht nodig. Om dit te bereiken zijn de effecten in beeld gebracht voor negen sectoren:



Water en ruimte



Natuur



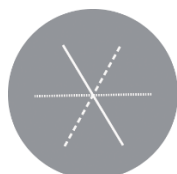
Landbouw, tuinbouw  
en visserij



Gezondheid



Recreatie en  
Toerisme



Infrastructuur (weg,  
spoor, water en ook  
luchtvaart)



Energie



IT en telecom



veiligheid

Er is sprake van een breed scala aan effecten, die ingrijpen op verschillende schaalniveaus. De effecten kunnen omvangrijk zijn, beperkt maar talrijk, op korte termijn plaatsvinden of in de loop van de eeuw pas optreden. Ook zijn cumulatieve effecten mogelijk, zowel binnen sectoren als tussen sectoren onderling.

Per sector is een studie verricht waarin de directe en indirecte effecten zijn geïnventariseerd en de verschillende stakeholders zijn benoemd. In de navolgende hoofdstukken zijn de sectoren geïntroduceerd en vervolgens zijn de praktijkervaringen van de gemeente daarbij beschreven. De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hite, droogte, wateroverlast en overstroming) op de betreffende sector staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in Bijlage B. In deze bijlage is tevens een toelichting op de belangrijkste klimaateffecten opgenomen. Deze sectoranalyse biedt daarmee tevens een basis voor de aankomende klimaatdialogen.

Het kaartmateriaal is beschikbaar door middel van [deze link](#).

## 7 SECTOR WATER EN RUIMTE

### 7.1 Definitie sector en stakeholders

De sector Water & Ruimte omvat de waterinfrastructuur, de bouwsector en de ontwikkeling van bestaande bouw en openbare ruimte (ruimtelijke ordening). Onder deze sector vallen dus ook klimaateffecten die in de toekomst onder een eigen sector, de tiende sector 'Gebouwde Omgeving' zullen vallen. De belangrijkste stakeholders die een specifieke rol hebben en krijgen in adaptatie voor de sector zijn:

- *Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, provincies:* Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal en regionaal beleid, de inzet van keuringsdiensten en kennisdeling met overige stakeholders.
- *Gemeenten:* Grote rol op lokaal niveau door het verankeren van adaptatie in lokaal beleid en informatievoorziening (voorlichting, kennisdeling etc.).
- *Agrarische bedrijven:* Bedrijven van akkerbouwers, tuinbouwers, veehouderijen en vissers kunnen adapteren door maatregelen te treffen zoals het aanpassen van hun bedrijfsvoering en de ruimtelijke inrichting. Daarbij kunnen bedrijven zich verenigen en kennis delen.
- *Agrarische ondernemersorganisaties en vakbonden:* Voornamelijk een adaptatierol in informatievoorziening (bijv. kennisdelen, voorlichting). Ondersteuning bieden aan ondernemers bij adaptatiesamenwerkingen.
- *Waterpartners:* Drinkwaterbedrijven, Rijkswaterstaat en waterschappen.
- *Bewoners*
- *Woningbouwverenigingen*

### 7.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Binnen de bebouwde omgeving neemt de druk op het ruimtegebruik toe. Om ontwikkelaars te stimuleren nieuwe ontwikkelingen/reconstructies binnen de gemeente te realiseren, spelen financiële overwegingen een belangrijke rol. De openbare ruimte voorziet in een aantal functies zoals parkeren, transport en een prettige leefomgeving. In dit kader is de trend van de afgelopen jaren dat het aandeel uitgeefbare grond terrein wint ten opzichte van de openbare ruimte. Daarnaast doet de klimaatopgave een steeds groter beroep op het ruimtebeslag, zoals bijvoorbeeld grotere hemelwatervoorzieningen voor de opvang van extreme neerslag of meer groen voor een grotere leefbaarheid, het verminderen van hittestress en het vergroten van de biodiversiteit. Om al deze functies in te passen zijn er voor een aantal onderdelen normen in het beleid van de gemeente opgenomen, waaronder:

- De gemeente hanteert een ontwateringsnorm voor de GHG van 80 cm t.o.v. het maaiveld;
- De riolering is gedimensioneerd op bui 8 uit de Kennisbank Stedelijk Water;

Klimaatadaptatie is in het ontwerptraject nog niet voldoende geland. Hierbij wordt aangegeven dat het aandeel groen bij nieuwe ontwikkelingen niet altijd voldoende wordt gewaarborgd. Omdat de gemeente zich bewust is van het belang van vegetatie binnen de bebouwde omgeving wordt dit als maatwerk per project meegenomen. De ervaringen hiermee zijn wisselend: in het ene project lukt het om voldoende ruimte voor groen te reserveren, in een ander project worden andere afwegingen gemaakt. De belangen en prioriteiten van het projectteam lijken hier invloed op te hebben.

Naast een beroep op het ruimtebeslag biedt de klimaatopgave ook kansen. Zo kan met het nemen van klimaatmaatregelen werk met werk worden gemaakt door tegelijk de leefomgeving te verbeteren. Een voorbeeldproject waarin werk met werk wordt gemaakt en tegelijk de wateropgave en hittebestrijding is meegenomen is de reconstructie van de Vossenbeemd. In de herinrichting worden langs deze grote weg door de kern Helmond brede bermen aangelegd om wateroverlast te verminderen en ook een verkoelend effect voor de directe omgeving te creëren.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaattrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.



## 8 SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ

### 8.1 Definitie sector

De sector Landbouw, Tuinbouw & Visserij (LTV) omvat alle veehouderijen, alle typen open teelten, bedekte en onbedekte tuinbouw en visserij. Verschillende belanghebbende binnen de sector zijn o.a.;

- *Agrarische bedrijven en vissers:* Veehouders, akkerbouwers, tuinbouwers en telers van fruit, bomen, groenten, bloembollen, ruwvoer, vis en schelpdieren willen allemaal zo efficiënt mogelijk hun producten produceren.
- *Agrarische ondernemersorganisaties:* Organisaties die ondernemers en werknemers kan ondersteunen en helpen door hun belangen te vertegenwoordigen en te verdedigen. Bijv. de Nederlandse Vissersbond en Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO).
- *Rijksoverheid en Keuringsdiensten:* Monitoren van ontwikkelingen in de sector, het ontwikkelen van beleid daarop en de verankering en handhaving (keuring) daarvan.
- *Gemeenten, provincies:* Voornamelijk voor het ontwikkelen van beleid op het gebied van LTV.
- *Waterschappen:* Rol in beheren watersystemen zoals peilbeheer en aanvoer zoet water.
- *Brabant Water:* Verantwoordelijk voor beschikbaarheid voldoende drinkwater.

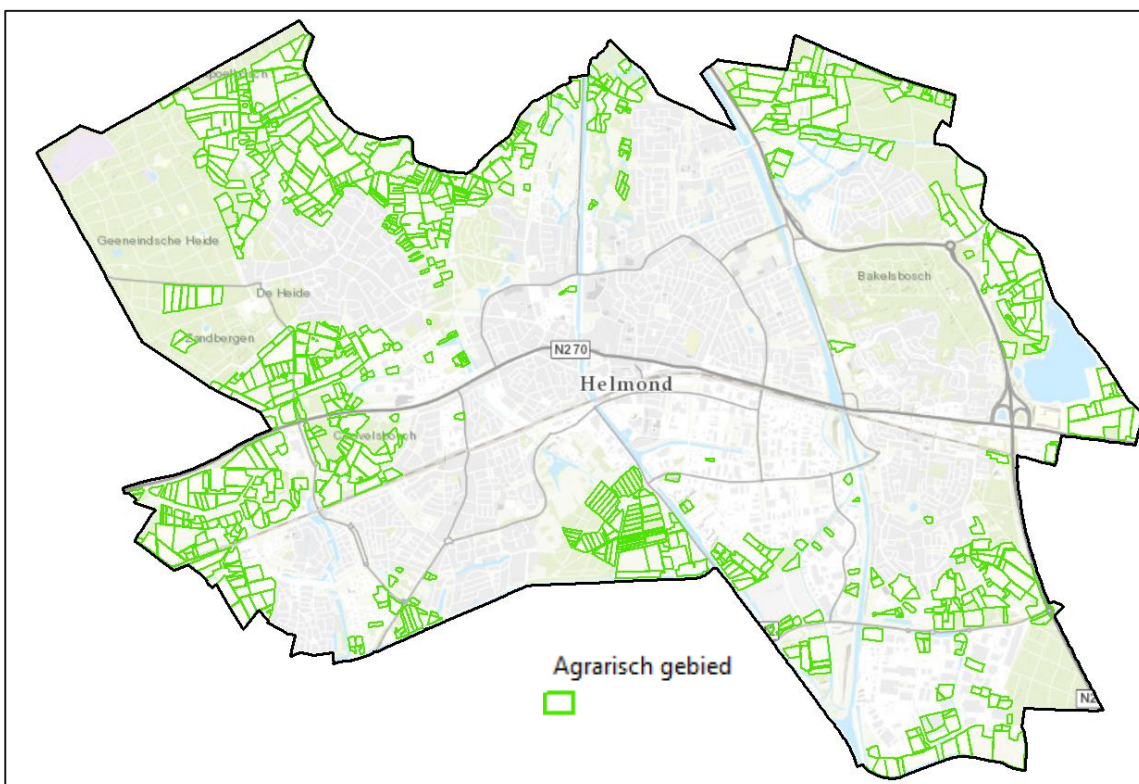
De recreatieve visserij behoort niet tot deze sector en valt onder de sector recreatie en toerisme.

### 8.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Het agrarisch gebied neemt een relatief klein deel in van het totale landgebruik in de gemeente Helmond (zie Figuur 17). Klimaatverandering heeft op deze sector een grote impact. Tijdens de werksessie was geen vertegenwoordiger voor deze sector aanwezig. In algemene zin krijgt de landbouw te maken met weersextremen (droog, nat, hitte, wind, hagel, overstroming), maar ook met exoten, ziekteverwekkers, bodemverdichting, etc.

De landbouwsector in de gemeente Helmond wordt gekenmerkt door de volgende punten:

- Geen tot weinig land- tuinbouw aanwezig.
- Landbouw die er is bevindt zich in de beekdalen
- Geen speerpunt van de gemeente.



Figuur 17: Agrarisch gebied gemeente Helmond

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstrooming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.

## 9 SECTOR GEZONDHEID

### 9.1 Definitie sector

De sector Gezondheid bestaat uit alle zorg verlenende diensten gericht op de mens voor zowel genezing, verzorging en verpleging en preventie als maatschappelijke zorg. Onderstaande subsectoren zetten in op gezondheid en o.a. de gevolgen van het klimaat op de gezondheid. Tevens kan iedere inwoner ook zelf preventiemaatregelen treffen om zich te “wapenen” tegen de negatieve gevolgen van het klimaat op gezondheid (b.v. bij hitte extra drinken):

- Medisch- specialistische zorg (ziekenhuizen en specialistenpraktijken)
- Geestelijke gezondheidszorg (Psychiatrie, ambulante geestelijke gezondheidszorg, verslavingszorg)
- Huisartsenzorg
- Verloskunde
- Ouderenzorg
- Gehandicaptenzorg (Lichamelijk en geestelijk gehandicaptenzorg)
- Jeugdzorg, kinderopvang, peuterspeelzaal, buitenschoolse opvang & internaten
- Sociaal & cultureel werk en ouderenwerk
- Overige zorginstellingen (Ambulancediensten, psychologie, alternatieve gezondheidszorg)
- Gemeentelijke Gezondheidsdiensten (gemeentelijk als intergemeentelijk)
- Bewoners

### 9.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Gezondheid is een belangrijk speerpunt voor de gemeente Helmond. Dit thema is opgenomen in het gemeentelijk programma. Momenteel zijn de gevolgen van klimaatverandering op gezondheid binnen de gemeente nog onderbelicht. De wens ligt er om klimaatverandering binnen het programma gezondheid beter te integreren.

De verspreiding van ziekten en plagen en het mogelijk opschuiven van habitats als gevolg van klimaatverandering is in de gemeente onder de aandacht. Hierbij wordt gedacht aan de introductie van soorten als (tijger)muggen en de grotere actieradius van ratten wanneer deze in droge tijden op zoek naar water zijn. Verder is in de gehele gemeente een toename van de eikenprocessierups merkbaar.

Tijdens warme periodes volgt de gemeente de landelijke richtlijnen (nationale hitteprotocol) en verwijst zij via de gemeentelijke website en social media naar de landelijke informatievoorziening. Bij evenementenorganisaties is specifieke aandacht voor maatregelen tijdens extreem weer.

De veiligheidsregio heeft hitte als specifiek risico meegenomen (Regionaal risicoprofiel, Veiligheidsregio Brabant-Zuidoost 2019). Verdere toelichting is beschreven bij de sector Veiligheid in paragraaf 15.2.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaattrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.

## 10 SECTOR RECREATIE & TOERISME

### 10.1 Definitie sector

De sector Recreatie & Toerisme (RT) omvat inrichtingen en activiteiten omtrent vrijetijdsbesteding buitenshuis in Nederland, de mensen die er werkzaam zijn en de binnen- en buitenlandse gebruikers ervan. Voorbeelden van inrichtingen en activiteiten zijn: (buiten)sporten (watersport, wintersport, visserij, fietsen, wandelen); horeca (eetgelegenheden als restaurants en cafés en accommodaties als hotels, hostels, campings); in- en outdoor uitjes (dierentuinen, attractieparken, bowlingscentra). Met 'gebruikers' wordt verwezen naar de bezoekers, recreanten en toeristen. Voor hen zijn de weersomstandigheden een bepalende factor in het besluitvormingsproces omtrent vrijetijdsbesteding (van Minnen & Amelung, 2012) (de Jonge, 2008). Klimaatverandering heeft daarom invloed op dit besluitvormingsproces. Daarnaast is het aannemelijk dat de invloed van klimaatverandering op recreatie groter is dan op toerisme omdat keuzes voor vakantiebestemmingen (toerisme) vaak op langere termijn worden gemaakt, wanneer er minder bekend is over de weersomstandigheden (de Jonge, 2008). Bij recreatie kan deze keuze ook op het laatste moment worden genomen.

Verwacht wordt dat de volgende stakeholders een rol kunnen hebben in klimaatadaptatie:

- Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, provincies: Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal en regionaal beleid en kennisdeling met overige stakeholders.
- Gemeenten: Adaptatie in lokaal beleid verankeren en het treffen van adaptatiemaatregelen (bijv. ruimtelijke inrichting openbare ruimte, voorzieningen m.b.t. RT), vooral voor RT-voorzieningen waarvan de gemeente eigenaar is.
- Ondernemers (vooral sportaccommodaties en evenementenorganisaties): Adapteren door het uitvoeren van maatregelen (ruimtelijke inrichting, functiegebruik etc.) en informatievoorziening (voorlichting).

### 10.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Tijdens de werksessie was geen vertegenwoordiger van de sector recreatie en toerisme aanwezig. Wel is de waterkwaliteit in relatie tot waterrecreatie als aandachtspunt uitgesproken.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.



## 11 SECTOR NATUUR

### 11.1 Definitie sector

De sector Natuur (N) omvat alle flora en fauna in Nederland, in zowel gebieden met de bestemming natuur, als soorten en ecosystemen in gebieden met een andere bestemming zoals industriegebieden of binnensteden. Flora en fauna die door de mens wordt gehouden volgens menselijke doelstelling, zoals vee en huisdieren vallen hier dus niet onder. De definitie is afgeleid van een onderzoek van Wageningen UR en Strooming (Braakhekke, et al., 2014, p. 9), dat is opgesteld ter voorbereiding op de NAS, waarin de sector Natuur wordt beschouwd als: 'alles wat zichzelf ordent en handhaaft, al of niet beïnvloed door menselijk handelen, maar niet volgens menselijke doelstellingen'. In deze factsheet wordt niet gebruik gemaakt van een verdeling van subsectoren.

De volgende stakeholders zullen een rol hebben in adaptatie:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit: Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal beleid en kennisdeling met overige stakeholders.
- Provincies: Grote rol door het verankeren van adaptatie in regionaal beleid en samenwerking met gemeenten, landelijke en regionale natuurbeheerder. Omdat de aanpak voor natuurontwikkeling veelal op regionale schaal plaatsvindt heeft een provincie een grote rol.
- Gemeenten: Op lokaal niveau adaptatie verankeren in lokaal beleid, samenwerken met buurgemeenten en provincie. Informatievoorziening (kennisdeling, bewustwording etc.) richting gebruikers van natuurgebieden.
- Eigenaren natuurgronden: Uitvoeren van adaptatiemaatregelen in de ruimte.
- Natuurbeheerders: Partijen als Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten, maar ook beheerders op kleinere schaal, hebben een belangrijke adaptatierol door het uitvoeren van maatregelen en door informatievoorziening (agenderen bij andere partijen, voorlichting).

### 11.2 Praktijkervaringen van de gemeente

De gemeente Helmond ziet voor de sector natuur kansen binnen het proces van het verankeren van klimaatadaptatie in beleid. Momenteel is er een (relatief oude) groenvisie, en is er geen groenbeheerplan. Er is wel een bomenbeleid, vanuit dit beleid wordt bij de inrichting van de openbare ruimte rekening gehouden met de droge of natte omgeving. Zo is bijvoorbeeld aanplant in het oosten van de gemeente altijd een aandachtspunt met betrekking tot de droge zandgronden daar. Hier worden in de zomer geen jonge bomen aangeplant.

In het kader van hittebestrijding komt de aandacht voor stedelijk groen steeds hoger op de agenda te staan. In de gemeente wordt het behoud van bomen beschermd door middel van een kapvergunningzone. Naast het bestrijden van hittestress is ook een prettige leefomgeving een belangrijk argument in het behoud van dit groen. Bij een herinrichting of reconstructie wordt binnen Helmond gestuurd op behoud van groen.

Biodiversiteit wordt gestimuleerd door bijvoorbeeld veel bijvriendelijke vegetatie te planten en aan duurzaam maaibeheer te doen. Dit is (nog niet) opgenomen in beleid, maar in het groenbeheer wordt dit wel meegenomen.

De gemeente heeft een wijkgericht project uitgevoerd in het kader van vergroening, financiële zelfstandigheid en sociale cohesie: "tegel er uit, moestuintje erin". Naast het actief benaderen van bewoners en het aanleveren van de materialen speelde de gemeente ook een rol in educatie ten behoeve van beheer en onderhoud van de moestuintjes met als neven doel het vergroten van de sociale cohesie in de wijk.

Daarnaast zijn in het kader van stedelijk groen de volgende projecten uitgevoerd/in uitvoering:

- Geveltuinten aanleggen in de wijk Brandevoort
- Scholen worden actief benaderd voor interesse in groene speelplekken
- Er zijn subsidies voor groene daken

Ook in het landelijk gebied wordt klimaatverandering ervaren. In de Stiphoutse bossen zijn door de droogte veel bomen afgestorven. Om de verdroging en de bijbehorende lage grondwaterstanden in de Stiphoutse bossen tegen te gaan heeft een ontbossing van dennenbomen plaatsgevonden met als beoogd effect minder watervraag vanuit de aanwezige bomen. De effecten hiervan blijken tot op heden minimaal: veel

vennen zijn kleiner geworden of uitgedroogd. De gemeente geeft aan dat door de vissterfte hier wel meer kansen ontstaan voor ambifiepopulaties.

Een andere maatregel die binnen de gemeente wordt genomen tegen verdroging is het langzaam omvormen van naaldbos naar loofbos. Loofbomen verliezen in de winter hun blad en hebben dan een lagere verdamping (evapotranspiratie) en watervraag.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.

## 12 SECTOR INFRASTRUCTUUR

### 12.1 Definitie sector

De sector Infrastructuur omvat de infrastructuur voor het transport van voertuigen, vaartuigen en vliegtuigen. Bij deze sector wordt onderscheid gemaakt in enerzijds de fysieke objecten van infrastructuur (risico's fysieke infrastructuur) zelf en anderzijds het gebruik ervan (systeemrisico's). De infrastructuur voor het transporteren van water valt onder de sector Water & Ruimte, voor energie onder de sector Energie, voor ICT onder de sector ICT, voor visvaart onder de sector Landbouw, Tuinbouw, Visserij en recreatief vaarvervoer onder de sector Recreatie & Toerisme. Met 'wegen' wordt dus enkel gerefereerd naar de wegen voor voertuigen, spoor- en algemene vaarwegen.

Verwacht dat de volgende stakeholders een rol zullen krijgen in adaptatie:

- *Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, provincies*: Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal en regionaal beleid en kennisdeling met overige stakeholders.
- *Gemeenten*: Grote rol in adaptatie voor de lokale infrastructuur door verankering in beleid, het uitvoeren van maatregelen (vooral ruimtelijke inrichting) en informatievoorziening (kennisdelen, voorlichting etc.).
- *Rijkswaterstaat*: Grote rol in adaptatie omdat de meeste bedreigingen impact hebben op deze partij en deze relatief grote rol (invloed) heeft in de aanleg, beheer en onderhoud van de grote wegen en vaarwegen. Dit omvat dus zowel het uitvoeren van maatregelen als informatievoorziening (kennisdelen, samenwerkingen etc.).
- *ProRail, spoorvervoerders*: Grootste rol in adaptatie voor de subsector spoorwegen, betreft vooral het uitvoeren van maatregelen.
- *Luchthavens, vliegmaatschappijen*: Grootste rol in adaptatie voor de subsector luchtvaart., betreft vooral het uitvoeren van maatregelen.
- *Havenschappen, havenbedrijven, vaarbedrijven*: Adaptatie door het uitvoeren van maatregelen (ruimtelijke inrichting, plannings).

### 12.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Veel wateroverlastlocaties in Helmond vallen samen met belangrijke verkeerspunten. De kaart 'begaanbaarheid wegen' bevestigt dit beeld. De gevolgen hiervan op de bereikbaarheid van hulpdiensten is een aandachtspunt.

De gemeente ervaart beperkt gevolgen van het uitzetten van materialen als gevolg van hitte. Alleen de volgende problemen zijn bekend:

- De beweegbare brug in de Churchillweg over de Industriehaven functioneerde slecht door hitte. In verband met de ambitie van de gemeente om boten meer tot de stad toe te laten is dit een aandachtspunt.
- De sluizen in de Zuid-Willemsvaart in 2018 te kampen met de hitte:

#### Hitte treft ook sluizen in Zuid-Willemsvaart

Onder andere Sluis Helmond in de Zuid-Willemsvaart kon door de hitte niet naar behoren functioneren. De olie van de hydraulische aandrijving van de sluisdeuren was door de hoge buitentemperatuur te heet geworden. Daardoor trad een automatische beveiliging in werking en bleven de deuren gesloten. Koeling van het systeem hielp in eerste instantie niet afdoende. Scheepvaart ondervond hier flinke hinder van.

Bron: AD.nl, 27-07-2018

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.

## 13 SECTOR ENERGIE

### 13.1 Definitie sector

De sector Energie omvat de gehele energie infrastructuur, d.w.z. de hele keten van de productie van energie tot aan de levering bij de eindgebruiker. Dit omvat zowel energie van fossiele bronnen als hernieuwbare bronnen. Opmerkelijk van deze sector is de vitale rol die het speelt voor de Nederlandse maatschappij. De sectoren ICT, Gezondheid, Infrastructuur, Landbouw, Tuinbouw, Visserij, Water en Ruimte en Veiligheid worden steeds afhankelijker van de sector Energie. Bij uitval van de energievoorziening zullen de economische schade van de indirecte effecten voor deze andere sectoren dan ook groter zijn dan de economische schade van de energie-infrastructuur voor de sector Energie zelf.

De onderstaande stakeholders kunnen een rol krijgen in adaptatie. De maatregelen en beleidsontwikkelingen kunnen vaak gecombineerd worden met klimaatmitigatie.

- *Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, provincies:* Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal en regionaal beleid en kennisdeling met overige stakeholders.
- *Gemeenten:* Op lokaal niveau adaptatie in beleid verankeren (vooral m.b.t. energievoorziening van MKB en huishoudens) en informatievoorziening (bijv. voorlichting).
- *Elektriciteits- en gasproducenten:* Adaptatiemaatregelen treffen om de weerbaarheid van de energie-infrastructuur te verbeteren.
- *Landelijke en regionale beheerders (transmissie en distributie):* Adaptatiemaatregelen treffen om de weerbaarheid van de energie-infrastructuur te verbeteren.
- *Energiemaatschappijen:* Aanpassing van bedrijfsvoering en producten en informatievoorziening over adaptatie en mitigatie naar klanten.
- *Eindgebruikers:* Kans op overbelasting van het net verkleinen door gedragsverandering.

### 13.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Conform het klimaatakkoord stelt de gemeente Helmond samen met 21 gemeenten, twee waterschappen en Provinciale Staten een Regionale Energiestrategie (RES) op. In de RES worden keuzes gemaakt voor de opwekking van duurzame elektriciteit, energiebesparing en de warmtetransitie in de gebouwde omgeving en de daarvoor benodigde opslag en energie-infrastructuur.

Ook binnen de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant worden kansen en bedreigingen binnen de energiesector herkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant is verstoring telecommunicatie en ICT opgenomen als risico met zeer ernstige impact. Specifiek wordt klimaatverandering als trend benoemd. Koelwaterbepelingen voor energiecentrales kunnen leiden tot een tekort aan elektriciteit. Uitval van elektriciteit kan leiden tot uitval van diverse andere vitale systemen, zoals telecommunicatie, ICT, rioolwaterzuiveringsinstallaties en trein- en luchtvaartverkeer. Daarnaast wordt het maatschappelijk verkeer ernstig verstoord. Stuwen, gemalen en sluizen functioneren niet meer of kunnen niet meer worden aangestuurd. Veiligheidsregio Brabant Zuidoost, Politie Oost-Brabant en de partners van elektriciteit en gas hebben samenwerkingsafspraken met betrekking tot crisisbeheersing. De capaciteit van de regio om deze risico's aan te kunnen is in het regionaal risicoprofiel 2019 als mogelijk onvoldoende geclassificeerd.

Vanuit de veiligheidsregio Zuid Oost Brabant is verstoring telecommunicatie en ICT opgenomen als risico met zeer ernstige impact. Dit is in paragraaf 13.2 nader toegelicht.

Tijdens de werksessie was er deze sector niet vertegenwoordigd. De kwetsbaarheid van deze sector voor klimaateffecten is niet bekend bij de deelnemers van de werksessie.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.



## 14 SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM

### 14.1 Definitie sector

De sector ICT omvat alle product- en dienstverlening omtrent informatie- en communicatietechnologie. Door de toename van de inbedding van ICT in het functioneren van de maatschappij wordt het steeds lastiger om deze sector te definiëren. In het verleden werden telecommunicatie en ICT nog vaak als twee verschillende subsectoren beschouwd. Zo wordt ook in de NAS geschreven over ICT en Telecom. Met telecommunicatie worden radio, televisie, telefonie en internet bedoeld. Door de opkomst van computersystemen en internet wordt telecom in de praktijk echter vaak ook als ICT beschouwd. Analoge radio, televisie en telefonie (PSTN, ISDN, COAX) verdwijnen immers langzaam en steeds meer service providers stoppen met deze diensten.

De volgende stakeholders hebben een rol in adaptatie:

- Rijksoverheid, provincies: Verankeren van adaptatie in nationaal en regionaal beleid.
- Gemeenten: Op lokaal niveau adaptatie in beleid verankeren (vooral m.b.t. energievoorziening van MKB en huishoudens) en informatievoorziening (bijv. voorlichting).
- ICT-operators: Zeer grote rol omdat de sector sterk geprivatiseerd en commercieel is en dus veel invloed heeft op de fysieke infrastructuur en bedrijfsvoering. Het uitvoeren van maatregelen ligt vooral in handen van deze verzameling van stakeholders.

### 14.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Vanuit de veiligheidsregio Zuid Oost Brabant is verstoring telecommunicatie en ICT opgenomen als risico met zeer ernstige impact. Dit is in paragraaf 13.2 nader toegelicht.

Tijdens de werksessie was er deze sector niet vertegenwoordigd. De kwetsbaarheid van deze sector voor klimaateffecten is niet bekend bij de deelnemers van de werksessie.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.

## 15 SECTOR VEILIGHEID

### 15.1 Definitie sector

De sector Veiligheid (V) omvat alle hulp- en veiligheidsdiensten. De term 'veiligheid' kan worden gedefinieerd als een balans tussen mogelijke risico's (hazards) en beschermende maatregelen daartegen. De mate van afwezigheid van risico's bepaald de benodigde mate van de aanwezigheid van bescherming. Wanneer dit voldoende in balans is kan men 'ongestoord functioneren'. De sector is sterk verweven met andere sectoren. De volgende stakeholders hebben een rol in adaptatie:

- *Ministerie van Justitie en Veiligheid (incl. AIVD, MIVD), Ministerie van Defensie:* Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal beleid, het treffen van maatregelen en informatievoorziening.
- *Veiligheidsregio, politie, brandweer, gemeenten en GHOR (geneeskundige hulp bij ongevallen):* De Veiligheidsregio is al een samenwerking tussen verschillende stakeholders en zijn van groot belang voor adaptatie voor zowel informatievoorziening (voor beleidsontwikkeling) als het uitvoeren van maatregelen. Eerste hulpdiensten zoals politie en brandweer hebben ook een belangrijke rol voor informatievoorziening (vooral voorlichting) en het treffen van maatregelen (zowel preventief als in nood).
- *Provincies, gemeenten:* Informatievoorziening (voorlichting, kennisdeling etc.) en samenwerking met de andere stakeholders. Gemeenten zijn voornamelijk van belang voor bevolkingszorg als onderdeel van de Veiligheidsregio's.
- *Beveiligingsbedrijven:* Rol in het treffen van maatregelen en het leveren van kennis over veiligheid bij klanten.
- *Medische hulpdiensten (GHOR, ziekenhuizen, huisartsen etc.):* Grote rol in adapteren voor voldoende fysieke veiligheid door het uitvoeren van maatregelen en informatievoorziening (voorlichting, kennisdeling etc.).

### 15.2 Praktijkervaringen van de gemeente

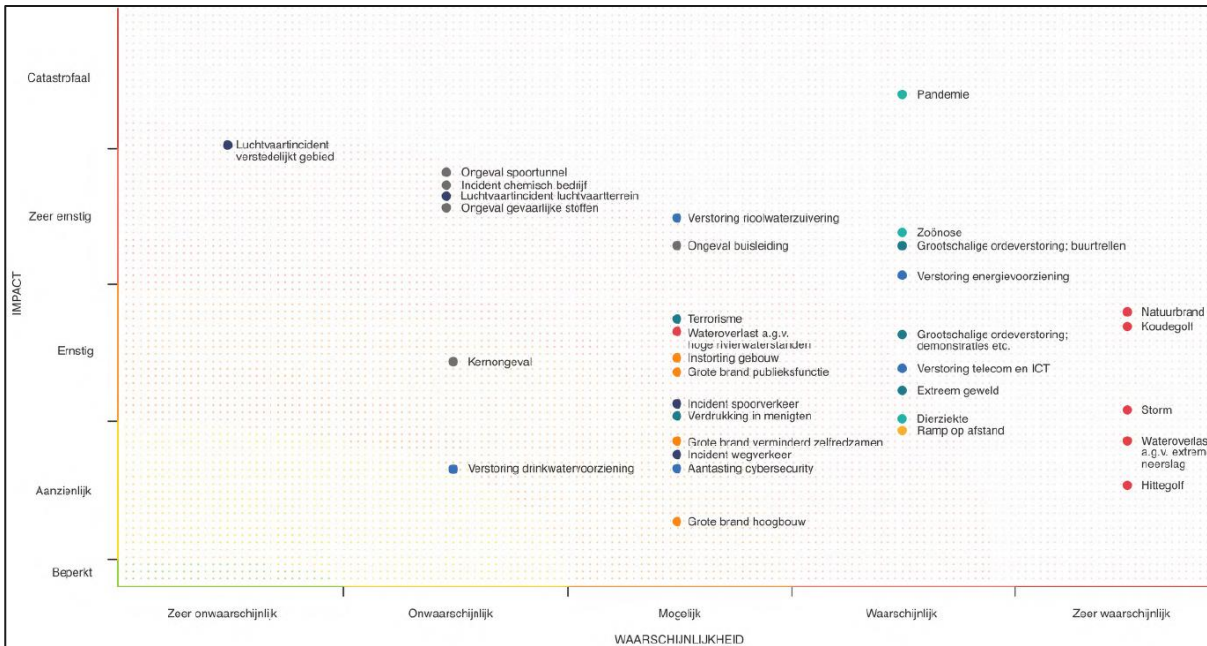
Tijdens de werksessie was geen vertegenwoordiger van de sector veiligheid aanwezig. Wel gaf de gemeente aan met name contact te hebben met de Veiligheidsregio over de ontsluiting van natuurgebieden in verband met brandbestrijding. Zo zijn er in de Stiphoutsebossen al brandpaden, en het brandgevaar van de wijk Rijpelberg (woonwijk met droge dennen) is nu onder de aandacht.



Figuur 18: Aantal meldingen natuurbranden regio Brabant Zuidoost

De veiligheidsregio Zuid Oost Brabant heeft in een regionaal risicoprofiel van 2019 de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhozen opgenomen.

De waarschijnlijkheid en de impact zijn per risico hierin voor de regio bepaald (zie Figuur 19). De bovengenoemde risico's zijn beoordeeld als zeer waarschijnlijk. De impact is voor natuurbranden het grootst en geclassificeerd als ernstig. De droge zomer van 2018 illustreert de toename van het risico. Het aantal meldingen van natuurbranden steeg van 31 meldingen in 2012 naar 102 meldingen in 2018.

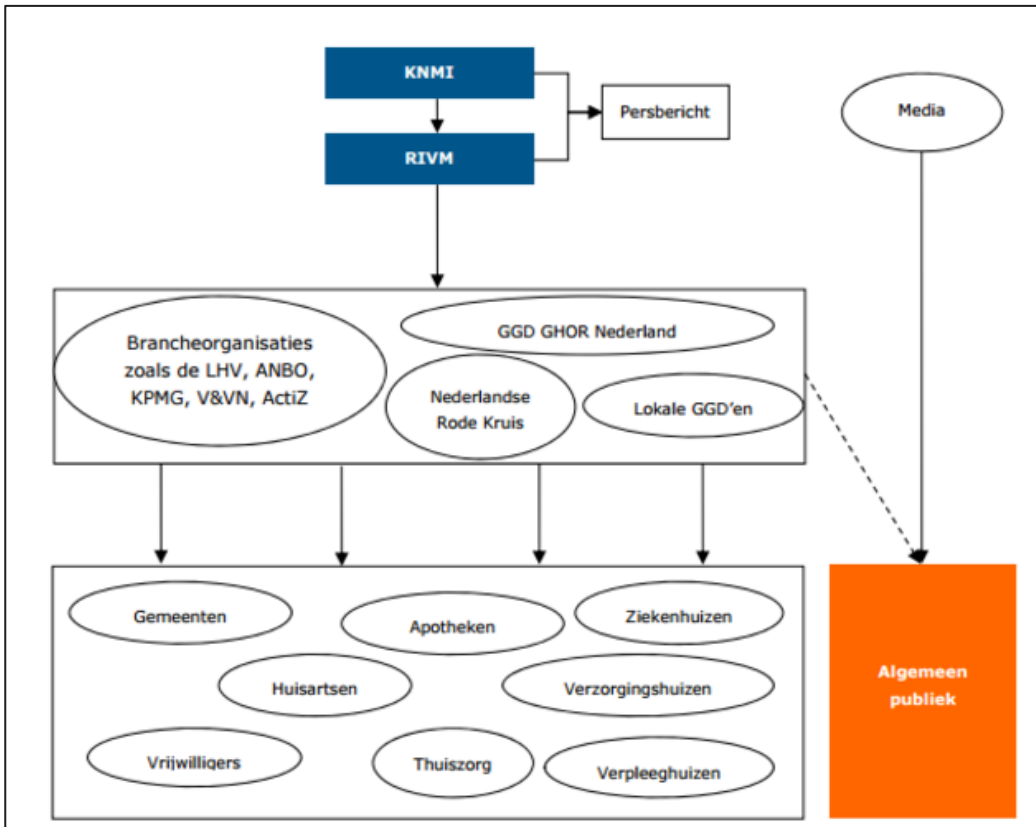


Figuur 19: Risicodiagram regio Brabant Zuidoost

De risico's van een hittegolf worden door de Veiligheidsregio erkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant is een hittegolf als risico met een aanzienlijke impact geclassificeerd. De capaciteit van de regio om deze risico's aan te kunnen is in het regionaal risicoprofiel 2019 als voldoende geclassificeerd.

Bij hoge temperaturen wordt door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in samenwerking met het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) het hitteplan geactiveerd. Zorgverlenende organisaties worden op de hoogte gebracht (zie Figuur 20) en dienen tijdig maatregelen te nemen. Bij evenementen beslist de burgemeester / bevoegd gezag of een evenement afgelast moet worden in verband met hitte of voorspeld noodweer. De Gemeentelijke Gezondheidsdiensten (GGD) kunnen de burgemeester en de organisatoren hierin adviseren. De vier V's kunnen handvatten bieden:

- veranderen van evenement
- verkorten
- verplaatsen
- vervallen



Figuur 20: Belboom Nationaal hitteplan (KNMI)

De risico's van storm en windhozen worden door de Veiligheidsregio erkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant zijn storm en windhozen als risico met een ernstige impact geïdentificeerd. De capaciteit van de regio om deze risico's aan te kunnen is in het regionaal risicoprofiel 2019 als voldoende geïdentificeerd. Hierbij worden de impact van omvallende bomen, schade aan gebouwen en infrastructuur benoemd. Cascade effecten zijn verstoring elektriciteitsvoorzieningen, onbegaanbare wegen en verstoring telecom. Het veranderende klimaat wordt specifiek in het risicoprofiel benoemd als trend.

Als preventieve maatregel worden bomen die in eigendom zijn van de gemeente periodiek en op systematische wijze visueel geïnspecteerd door een (externe) deskundige. Indien er tijdens een boomveiligheidscontrole gebreken worden geconstateerd wordt er actie ondernomen om de bijbehorende risico's te beperken.

De verdiepende informatie over de directe en indirecte effecten van iedere klimaattrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) op de sector water en ruimte staat beschreven in tabellen die zijn opgenomen in bijlage B.



## BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES

Hieronder zijn de methodebeschrijvingen voor de klimaataspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, droogte en hitte weergegeven.

### **WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG**

De kwetsbaarheidsanalyse voor het aspect extreme neerslag is gebaseerd op de factoren inundatiediepte en (belangrijke) wegen.

Met gebruik van het hydraulisch rekenmodel Infoworks ICM wordt een maaiveldmodel van het stedelijk gebied van Helmond gebouwd. Door middel van dit model worden stroming en waterdieptes bij verschillende neerslaggebeurtenissen berekend. Het uitgangspunt hierbij is dat het water over maaiveld gaat stromen en zich verzameld, omdat de riolering volledig gevuld is en geen water meer afvoert.

De waterdieptes zijn inzichtelijk gemaakt door het gebruik van 3 gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen welke afkomstig zijn uit de bijsluitende gestandaardiseerde stresstest Ruimtelijke Adaptatie. De neerslaggebeurtenissen betreffen twee gebeurtenissen in één uur en een neerslaggebeurtenis in twee uur. Daarnaast is ook een bui van 44 mm in één uur doorgerekend:

- 44 mm in 1 uur. De bui van 13 juni 1953 met de grootste uursom die tot 2014 in De Bilt is geregistreerd.
- 70 mm in 1 uur. Deze neerslaggebeurtenis heeft in met het huidig klimaat een herhalingsstijd van eens in de 200 jaar van voorkomen.
- 90 mm in 1 uur. Deze neerslaggebeurtenis heeft in met het huidig klimaat een herhalingsstijd van eens in de 500 jaar van voorkomen.
- 160 mm 2 uur. Deze neerslaggebeurtenis heeft in met het huidig klimaat een herhalingsstijd van eens in de 2000 jaar van voorkomen.

Het model is binnen één/twee uur met de volledige neerslagsom belast waarna het water over het maaiveld stroomt en zich in het oppervlaktewater en de laagste punten verzamelt. De stroming en maximale waterdiepte geven een indicatie van de gevoeligheid. De waterdieptes zijn voor de verschillende neerslaggebeurtenissen vanaf 0,05 m diepte ruimtelijk weergegeven.

De begaanbaarheid van wegen is afhankelijk van de maximale waterdiepte en de toegestane snelheid op een weg. Bij een hogere waterdiepte worden minder hoge snelheden bereikt als bij lage waterdiepte. Daarnaast zorgt een specifieke waterdiepte voor meer overlast op een snelweg dan op een lokale weg. Toegestane snelheden liggen hoger op een snelweg en men zal eerder last ondervinden van bijvoorbeeld aquaplaning. De begaanbaarheid van wegen is onderverdeeld in drie klassen:

- Goed begaanbaar, mogelijke snelheid ligt hoger dan de toegestane snelheid.
- Slecht begaanbaar, mogelijke snelheid ligt lager dan de toegestane snelheid, maar boven de 0 km/h.
- Onbegaanbaar, mogelijke snelheid is gelijk aan nul.

### **DROOGTE**

Ter bepaling van de klimaatbestendigheid voor het thema droogte zijn de factoren vegetatie, neerslagtekort, bodemdaling en funderingsproblematiek onderzocht.

Voor de resultaten van de onderwerpen neerslagtekort en bodemdaling is gebruik gemaakt van de klimaateffectatlas. Voor de onderwerpen vegetatie en funderingsproblematiek is gebruik gemaakt van door Arcadis opgestelde onderzoeksmethodieken. Deze zijn hieronder verder toegelicht.

#### **Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging**

Om inzichtelijk te maken welke gebieden gevoelig zijn voor verdroging met betrekking tot vegetatie, is gebruik gemaakt van de Water Wijzer Landbouw (<https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/>). Deze tool is geschikt voor het bepalen van het effect van veranderingen in hydrologische condities (in dit geval klimaatverandering) op gewasopbrengsten.

Door de klimaatverandering zullen (langere) perioden van droogte vaker voorkomen. Wanneer er langere tijd geen neerslag valt, zijn gewassen afhankelijk van vochtlevering uit het grondwater door capillaire nalevering. De mate van capillaire nalevering verschilt per grondsoort en het effect per gewastype. Om een eenduidige vergelijking te maken van droogtegevoelige gebieden is over de landbouwpercelen in de gehele gemeente uitgegaan van 1 referentietype gewas (gras).

De gegenereerde kaartbeelden geven inzicht in welke gebieden gevoelig zijn voor gewasderging in het huidige klimaat en de toename in vergelijking met het toekomstige klimaat (Wh-scenario; KNMI, 2015) als gevolg van droogte.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van:

- Eigenschappen van bodem (BOFEK2012)\*
  - Bodemkaart uit de jaren 70
  - Grondverbeteringen kunnen niet meegenomen zijn.
- Eigenschappen van gewassen/gras (Waterwijzer landbouw – STOWA 2018-48)
- Grondwaterkarakteristieken (GLG/GHG): waterschap Aa en Maas
- Grondwaterstandswijziging door klimaatverandering (Klimaat-effectatlas)
- KMNI-weerstation De Bilt → weer en klimaatscenario's:
  - Huidige klimaat (1985-2010)
  - Wh-klimaat (2036-2065).

\*Uit verschillende gebruikerservaringen is gebleken dat de waterwijzer landbouw niet betrouwbaar kan omgaan met bodemtype 304 (zwak lemige podzolgronden) uit de BOFEK2012. Om deze reden is dit bodemtype in de BOFEK2012 aangepast naar vergelijkbaar bodemtype 305 (zwak lemige zandgronden met grof zand in de ondergrond).

Voor de vertaling van de resultaten van de gewasderginganalyse naar de gevolgen van droogte voor natuur is gebruik gemaakt met de natuurkaart van de klimaat-effectatlas.

## HITTE

Voor het in beeld brengen van de hittegevoeligheid van de gemeente is voor de volgende onderwerpen gebruik gemaakt van de klimaat-effectatlas; zomerse en tropische dagen per jaar, hittestress door warme nachten en opwarming oppervlaktewater voor hitte.

Daarnaast is gebruik gemaakt van een satellietbeeld in het thermisch infrarode spectrum. De sensorwaarden van dit satellietbeeld zijn gebruikt om de oppervlaktetemperatuur te berekenen. De temperatuurwaarden die hier uit voortkomen zijn bedoeld om de verschillen binnen de gemeente en binnen kernen te kunnen differentiëren. Hieronder is deze methodiek toegelicht.

### Satellietbeeld thermisch infrarood

In de stresstest is gebruik gemaakt van een thermisch infrarode opname van de Landsat 8 satelliet. Het grote voordeel van deze opname is dat het in één oogopslag een waarheidsgetrouw en gemeente dekkend totaalbeeld geeft van de op dat moment heersende warmteverschillen. Het is dus in zekere zin op te vatten als een praktijkmeting. Daarbij moet wel in acht worden genomen dat de Landsat opname enkel de (ruwe) sensorwaarden bevat van de oppervlaktetemperatuur zoals gemeten door de satelliet.

In de stresstest zijn de sensorwaarden omgezet naar oppervlaktetemperatuur door middel van een aantal wiskundige formules. Allereerst is de temperatuur aan de 'top van de atmosfeer' (ongeveer 100km hoogte) vastgesteld. Aan de top van de atmosfeer kan de balans tussen de inkomende straling van de zon en de uitgaande straling vanuit de aarde berekend worden. Samen met temperatuurconstanten gemeten door de satelliet kan deze temperatuur aan de top van de atmosfeer bepaald worden. De tweede stap is om de emissiviteit (in andere woorden de mate van uitgestraalde warmte) van het aardoppervlak vast te stellen aan de hand van de mate van vegetatie per gebied. Vegetatie gebruikt een groot deel van zichtbaar licht voor fotosynthese en kaatst dit licht dus nauwelijks terug, dit terwijl nabij-infrarood licht niet gebruikt wordt en dus geheel wordt teruggekaatst. De teruggekaatste straling van zichtbaar en nabij-infrarood licht wordt door de satelliet gemeten, zodoende kan het verschil in deze teruggekaatste straling worden bepaald. Aan de hand hiervan kan de absorptie van licht door het aardse oppervlak en via een vaste omrekenmodule de emissiviteit van warmte aan het aardoppervlak vastgesteld worden. Tot slot is met behulp van deze berekende emissiviteit, de temperatuur aan de top van de atmosfeer omgezet in oppervlaktetemperatuur.

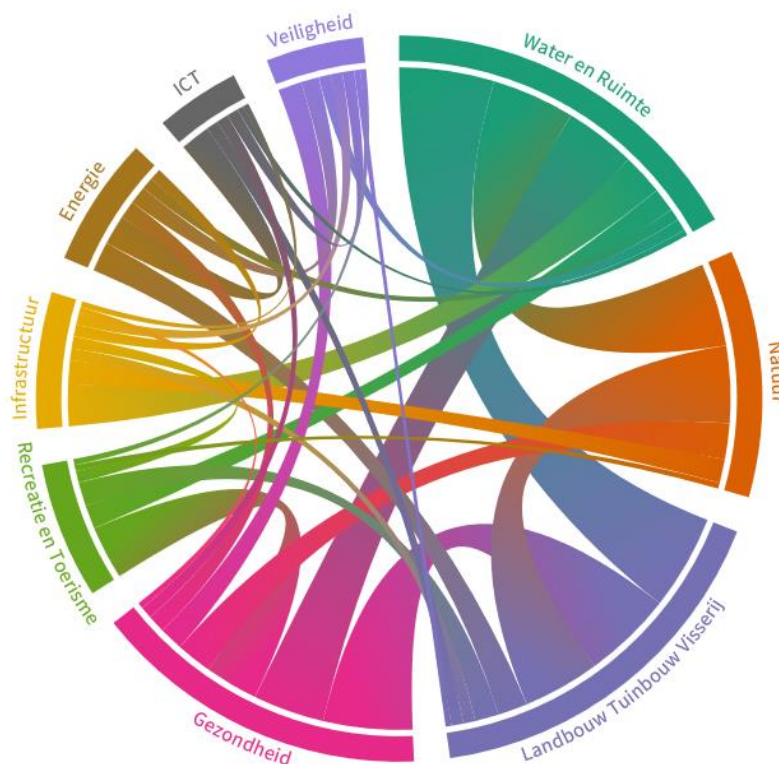
De opnamecyclus van de Landsat 8 satelliet bedraagt 16 dagen. De omloopbaan van de satelliet om de aarde heeft enige overlap met zichzelf, waardoor het voor de meeste plaatsen mogelijk is om ongeveer elke 8 dagen een opname te verkrijgen. De opnamebaan is zo ingesteld dat, boven de Benelux, de opname altijd om 10:30 (UTC) wordt gemaakt. Dit komt vervolgens overeen met 11:30 (wintertijd) of 12:30 (zomertijd).

Een satellietopname is in principe alleen bruikbaar voor de op dat moment onbewolkte gebieden in het opnamebeeld.

## BIJLAGE B TOELICHTING KANSEN EN BEDREIGINGEN KLIMAATVERANDERING VOOR SECTOREN

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor de in hoofdstuk 7 t/m 15 genoemde sectoren zijn in deze bijlage nader toegelicht.

In de onderstaande figuur zijn het aantal cross-sectorale effecten weergegeven. Dit betreft indirecte effecten die invloed hebben op meerdere sectoren. Uit de afbeelding blijkt dat tussen de sectoren water en ruimte, gezondheid, natuur en landbouw, tuinbouw en visserij de meeste gezamenlijke effecten zijn. Ook tussen IT en telecom en de sector energie is een duidelijke overlap aan indirecte effecten aanwezig. Voor de uitwerking van een klimaatstrategie en tijdens de risicodialoog is het van belang om rekening te houden met de integraliteit en impact van maatregelen op verschillende sectoren.



Figuur 21. Overzicht cross-sectorale effecten

De gemeente heeft op hoofdlijnen de onderstaande instrumenten tot haar beschikking om klimaatadaptatie in de praktijk te brengen. In het overzicht van de verschillende klimaateffecten is aangegeven welke middelen de gemeente potentieel in kan zetten.

**Voorlichting** – Zorgdragen voor bewustwording, verwijzen en verbinden van stakeholders, delen van kennis en informatie.

**Beleidskader** – Het reguleren en verankeren van adaptatiemaatregelen/strategie in beleid en vergunningen.





























**Maatregelen** – Aanpassen van ruimtelijke inrichting (binnen/buiten), verandering van ruimtelijke functies.



## Water en Ruimte

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.

### Hitte

Klimaat-effect	Kans / bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
WR1 Verslechtering drinkwaterinfrastructuur		 (Hoofd)waterleidingen.	V
WR2 Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers		 Bouwplaatsen.	V
WR3 Toename kans op brand		 Vegetatie, bermen, natuur, groene daken. Onder andere natuurgebieden Bakelse bossen en Stiphoutse bos.	VBM
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
WR4 Afname (zwem)waterkwaliteit		 (Geïsoleerd) oppervlaktewater. Zwemwater Berkendonk (in het oosten van de gemeente)	VBM
<b>Zachte winters</b>			
WR5 Minder waterkwaliteitsproblemen door afname gebruik strooizout		 Oppervlaktewater nabij wegen.	-
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
WR6 Toename verzilting door verdamping		 Verzilting is geen risico binnen de gemeente.	V
WR7 Toename druk op drinkwaterproductie		 Toename druk op leidingen bij hoge vraag. Waterwingebied Helmond.	V
WR8 Toename gebruik water en ruimte voor recreatie	 	 Parken in stedelijk gebied, Natuur Netwerk Brabant.	VBM
WR9 Toename vraag warmtebestendige gebouwen		 Scholen, sportzalen, culturele centra en overige openbare gebouwen.	V
<b>Groeiseizoen begint eerder en duurt langer</b>			
WR10 Toename groenbeheer- en onderhoud door langer groeiseizoen onkruid		 Gemeentebreed.	VBM
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater en warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
WR11 Mogelijke veranderingen ecologische waterkwaliteit en bouwbeperking door verschuiving soorten	 	  Gemeentebreed.	V

### Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans / bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie
<b>Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater</b>			
WR12 Afname watercontaminatie door verdunning vanwege toename neerslag	 	  Door de toename van relatief schoon regenwater op oppervlaktewater neemt de vuilconcentratie in het water af. Anderszijds neemt de vuilvracht via gemengde externe overstorten juist toe.	-
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
WR13 Toename erosie en sedimentatie		 Met name de locatie ten zuiden van de Rochadeweg, tussen de Nieuwe A en de Zuid Willemsvaart (ter hoogte van de Stipdonkseweg).	-

WR14 Toename schade aan gebouwen		!	Water op straat (paragraaf 2.2).	VBM
WR15 Beperking bouwwerkzaamheden		!	Bouwplaatsen/ontwikkellocaties.	
<b>Hogere luchtvochtigheid</b>				
WR16 Corrosie gebouwen en waterwerken		!	Metalen damwanden, waterkeringen, bebouwing.	V
<b>Extreme piekneerslag neemt toe, toename meerdaagse natte periodes</b>				
WR17 blootstelling aan ziekteverwekkers bij water op straat		!	Wateroverlastgebieden (paragraaf 2.2).	VBM
WR18 Mogelijke verandering ecosysteem en ecologische waterkwaliteit			Oppervlaktewateren en natuurgebieden.	V
<b>Extreme piekneerslag neemt toe, verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>				
WR19 Afname waterkwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		!	Oppervlaktewater, gemengde externe riooloverstorten.	V

## Droogte

Klimaat-effect	Kans / Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie	
<b>Zeespiegelstijging, afname neerslag</b>				
WR20 Verzilting oppervlaktewater en bodem			Geen verziltingsrisico binnen de gemeente.	-
<b>Toename verzilting riviermonding, afname rivierafvoer zomer</b>				
WR21 Verzilting innamepunten drinkwater			Geen direct risico verzilting.	-
WR22 Beperking drinkwaterproductie door afname beschikbaarheid zoet water				-
<b>Droogere bodems in de zomer</b>				
WR23 Druk op drinkwaterproductie en transport door toename watervraag		!	Waterleidingen. Waterwingebied Helmond.	V
WR24 Overstromingsrisico door drogere veendijken				
<b>Extremen nemen toe</b>				
WR25 Beperking groenonderhoud (door beregeningsverbod)		!	Groenvoorzieningen.	VBM
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>				
WR26 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers		!	(Geïsoleerd) Oppervlaktewater. Bij waterschap Aa en Maas zijn van 2012 tot en met begin 2019 meldingen binnengekomen van met name blauwalg verspreid door de gemeente. In de kanalen is op verschillende locaties melding gemaakt van blauwalg, maar ook in de vijvers in het Warandepark, de vijver langs het Coffemanspad, en het Hortensiapark zijn meldingen gemaakt van blauwalg. Daarnaast is in de Zuid Willemsvaart ter hoogte van de Van Linschotenstraat, in de vijver in het Hortensiapark, in de Warandevijver en tegenover de Rijpelbaan ter hoogte van de stuw melding van vogelsterfte gedaan.	VBM
<b>Toename bodemdaling</b>				

WR27 <i>Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling</i>		!	Bodemdaling komt binnen de gemeente met name langs de Goorloop, de Gulden Aa en de Bakelse Aa voor.	
WR28 <i>Toename waterbeheer door bodemdaling</i>		!	Bodemdaling komt binnen de gemeente met name langs de Goorloop, de Gulden Aa en de Bakelse Aa voor.	
<b>Toename verzilting grondwater</b>				
WR29 <i>Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit</i>		!	Natuur Netwerk Brabant/ stedelijk groen, oppervlaktewater.	

**Overstroming**

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente		
<b>Toename verzilting riviermonding</b>				
WR30 <i>Problemen drinkwaterproductie door verzilting</i>			Verzilting binnen de gemeente is geen risico.	V
<b>Toename verzilting grondwater in de kuststreek</b>				
WR31 <i>Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit</i>			Niet van toepassing.	V
<b>Hogere waterstanden</b>				
WR32 <i>Toename corrosie 'splash zone' stalen damwanden</i>		!	Metalen damwanden, waterkeringen, bebouwing.	
WR33 <i>Mogelijke toename erosie kust</i>			Niet van toepassing.	
WR34 <i>Vaker sluiten primaire keringen</i>			Niet van toepassing.	
WR35 <i>Afname spuien, toename pompen</i>		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	
WR36 <i>Uitval vitale en kwetsbare waterinfrastructuur bij overstroming</i>		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
WR37 <i>Schade aan gebouwen bij overstroming</i>		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

*Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers*

De toename van extreme hitte veroorzaakt een bedreiging voor bouwmedewerkers door de toename van hitte gerelateerde klachten (Meijs, et al., 2018). Veelvoorkomende klachten door hitte zijn krampen, uitslag, uitputting, hitteberoerten, uitdroging (dehydratie), nierfalen en luchtwegklachten (Keatinge, 2003). Deze klachten kunnen ontstaan door een slechte nachtrust bij warme nachten en door de warme omstandigheden waaronder bouwmedewerkers moeten werken. Vooral de medewerkers die buiten werken en zwaar fysiek werk verrichten zijn kwetsbaar. De klachten veroorzaken naast een slechte gezondheid ook een toename van ziekteverzuim. De hitte maakt het werk immers veel zwaarder en de behoefte aan verkoeling neemt toe.

*Afname (zwem)waterkwaliteit*

De toename van de temperatuur van het oppervlaktewater heeft een negatief effect op de waterkwaliteit (Meijs, et al., 2018). Door de warmte kunnen de chemische en ecologische samenstelling van het water veranderen. Zo neemt de kans op ziekteverwekkende micro-organismen zoals algen en botulisme toe (de Jonge, 2008). Dit maakt zwemwater ongeschikt voor recreatie en vergroot de vraag naar beheer en onderhoud van zwemwaterlocaties. Wat betreft andere oppervlaktewateren zal beheer en onderhoud ook toenemen door deze warmte minnende micro-organismen. Dit blijkt ook uit de toename van kadavers door botulisme. Dit klimaat-effect vormt dus een bedreiging voor de sector WR, wat vooral impact heeft op de beheerder (zwemwaterbeheerders, waterschappen) en gemeenten (klachten inwoners).

*Toename kans brand*

De toename van extreme hitte veroorzaakt in combinatie met droogte een toename van de kans op brand. De brandbaarheid van zowel vegetatie op de bodem (bermen, natuur, recreatief groen etc.) als het toenemende stedelijk groen op gebouwen (groene daken, verticaal groen) wordt vergroot (Kok, 2018). In geval van brand kan de schade hoog oplopen met uitval van de functie van de ruimte/het gebouw en herstelkosten als gevolg.

#### *Toename gebruik water en ruimte voor recreatie*

Er zal meer gebruik gemaakt worden van water (recreatief) en ruimte (parken, pleinen) door de toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). De toename van het gebruik vergroot de behoefte aan beheer en onderhoud, bijvoorbeeld door gedeponeerd afval van recreanten. Dit kan als negatief worden ervaren door de beheerders vanwege hogere kosten, maar biedt mogelijk ook meer werkgelegenheid voor beheerders. Aan de andere kant kan de toename van gebruik leiden tot een grotere behoefte aan faciliteiten in de desbetreffende gebieden, zoals voor de toegankelijkheid (stijgers, parkeermogelijkheden, wandelpaden), straatmeubilair en informatievoorziening (wegwijzing). Hierdoor kan de gebruiks- en belevingswaarde van een ruimte worden vergroot, wat economische ook kansen biedt. Kortom, dit klimaateffect biedt zowel kansen als bedreigingen.





















#### *Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit*

De toename van drogere bodems in de zomer, verzilting en de verandering van oppervlaktewaterkwaliteit door droogte vormen hebben invloed op flora en fauna. Bij de Sector Natuur wordt hier dieper op ingegaan. De leefomgeving van flora en fauna verandert dus door de droogte waardoor veranderingen in ecosystemen optreden door de verschuiving van soorten en zelfs mogelijk verlies van soorten. Dit laatste heeft bij droogte vooral te maken met de hogere concentraties contaminanten door minder verdunning en meer stilstaand water in de zomer. Maar ook uitgedroogde natuur kan vaak simpelweg niet meer herstellen. De verandering in bepaalde ecosysteemdiensten en de verandering van waterkwaliteit hebben impact op de subsector Water. De exacte ecologische veranderingen (soort specifiek) zijn lastig te voorspellen. Wel zal er in verzilte gebieden verschuiving optreden naar soorten met een hogere zouttolerantie. Daarom kan generiek enkel worden geconstateerd dat dit nieuwe bedreigingen en nieuwe kansen zal veroorzaken.

## Landbouw, Tuinbouw en Visserij

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.

### Hitte

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Extremen nemen toe</b>				
LTV1 Hittestress arbeiders			Akkerbouw verspreidt rondom de kern Helmond.	V
LTV2 Hittestress vee			Veehouderijen en grasland.	V
LTV3 Afname gewasopbrengsten			Akkerbouw verspreidt rondom de kern Helmond.	V
<b>Groeiseizoen begint eerder en duurt langer</b>				
LTV4 Toename potentiële gewasopbrengsten			Landbouw (akkerbouw en grasland) rondom de kern Helmond.	V
<b>Zachte winter</b>				
LTV5 Toename energiekosten koeling en problemen bewaring oost			Akkerbouw verspreidt rondom de kern Helmond.	V
LTV6 Minder opbrengstderving door afname vorst			Landbouw (akkerbouw en grasland) rondom de kern Helmond.	V
LTV7 Toename overlevingskans exoten			Gemeentebreed.	V
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>				
LTV8 Verschuiving warmteminnende aquatische soorten	 		Oppervlaktewater.	V

Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
LTV9 Ziekten en plagen		!	Landbouw.










**Wateroverlast**

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Toename meerdaagse natte periodes</b>			
LTV10 Bodemverdichting, afname bewerkbaarheid		!	Met name matig tot (zeer) grote bodemverdichting in landbouwgebieden. Ter hoogte van veenlagen is de bodemverdichting beperkt.
LTV11 Toegankelijkheid akkers voor landbouwmachines en bewerkelijkheid akkers		!	Akkerbouw.
LTV12 Toename beschikbaarheid schoon water			
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
LTV13 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		!	Wateroverlast t.p.v. landbouw.
LTV14 Toename erosie in heuvelachtig gebied			Niet van toepassing.
LTV15 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen door inundatie		!	Wateroverlastgebieden (paragraaf 2.2).
LTV16 Toename blootstelling aan water overdraagbare ziekteverwekkers door overstort		!	Oppervlaktewater, gemengde externe riooloverstorten.
LTV17 Opbrengstderving door toename blootstelling ziekteverwekkers		!	Landbouw.
LTV18 Verandering ecosysteem, verschuiving soorten		!	Landbouw.
<b>Toename frequentie en intensiteit windstoten</b>			
LTV19 Kansen zeevisserij door opwelling			Niet van toepassing.
<b>Hogere luchtvochtigheid</b>			
LTV20 Toename ziekten en plagen		!	Landbouw.
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)</b>			
LTV21 Oogstschade landbouw		!	Landbouw.
LTV22 Toename ziekten en plagen		!	Landbouw.
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>			
LTV23 Verandering blootstelling aan ziekteverwekkers		!	Oppervlaktewater.
LTV24 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		!	Oppervlaktewater, gemengde externe riooloverstorten.

**Droogte**

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Afname rivierafvoer</b>			
LTV25 Afname beschikbaarheid zoetwater		!	Afname aanvoer oppervlaktewateren.



LTV26 Vissterfte (zuurstoftekort/droogval)		!	Oppervlaktwater, en specifiek vislocaties zoals onder andere de kanalen, maar ook de vijvers naar het Warandepark en zwemwater Berendonk.	V
<b>Drogere bodems in de zomer</b>				
LTV27 Oogstschade en afname gewasopbrengsten		!	Landbouw.	V
LTV28 Waterschaarste en beregeningsverbod		!	Landbouw.	V
<b>Toename verzilting riviermonding</b>				
LTV29 Verzilting innamepunten rivierwater		✗	Niet van toepassing.	
<b>Toename verzilting grondwater in kuststreek</b>				
LTV30 Kansen zilte teelt		✗	Niet van toepassing.	
<b>Toename verzilting grondwater, drogere bodems</b>				
LTV31 Verandering ecosystemen	 	!	Landbouw om de drogere bodems.	V
<b>Toename bodemdaling</b>				
LTV32 Hogere kosten waterbeheer t.b.v. landbouwproductie	 	!	Landbouw.	

## Overstroming

Klimaatteffect	Kans	Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Hogere waterstanden</b>				
LTV33 Mogelijke veranderingen aquatische ecosystemen in getijdegebieden		✗	Niet van toepassing.	
LTV34 Minder spuien en meer pompen		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	
LTV35 Toename problemen waterafvoer		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
LTV36 Economische schade en opbrengstderving door teloorgaan energie-infrastructuur bij overstroming		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
LTV37 Uitval vitale en kwetsbare ICT infrastructuur bij overstroming		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
<b>Toename verzilting grondwater in de kuststreek</b>				
LTV38 Lagere gewasopbrengsten		✗	Niet van toepassing.	
LTV39 Meer kansen voor zilte teelt		✗	Niet van toepassing.	
LTV40 Verandering ecosysteem / verschuiving soorten	 	✗	Niet van toepassing.	

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

### Toename potentiële gewasopbrengsten

Waar extreme hitte tot een daling van de gewasopbrengsten kan leiden, zijn er ook ontwikkelingen die de potentiële gewasopbrengst juist verhogen. Zo vormen de toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes, zonnestraling en een groeiseizoen dat eerder begint en langer duurt, voor kansen voor de groei van warmteminnende gewassen (Meijs, et al., 2018). De meeste gewassen groeien optimaal bij een hogere temperatuur dan de huidige Nederlandse gemiddeldes (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). Daarom wordt er een hogere gewasopbrengst verwacht voor veel warmteminnende gewassen (bijv. suikerbiet) in de toekomst (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Dit klimaatteffect vormt dus een kans voor open teelten en de onbedekte tuinbouw.

### Afname gewasopbrengsten

Door de toename van extreme hitte kunnen ook de gewasopbrengsten afnemen (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018) (Meijs, et al., 2018). De optimumtemperatuur voor de meeste gewassen in Nederland is 20

graden. Wanneer het langdurig te warm is voor een gewas, zal het sneller afrijpen waardoor de kwaliteit en het volume van het gewas daalt (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). Hiermee daalt dus ook de opbrengst van het gewas. Ten eerste is dit klimaateffect een bedreiging voor de subsector Veehouderijen vanwege de graslanden. Gras dat wordt geproduceerd als veevoer zal minder opleveren en sneller dood gaan door de toename van zowel hitte (maart-oktober) als de combinatie van hitte met regen (april-september) (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). De tweede is de bedreiging van toepassing op de subsector Akkerbouw. Zo nemen de aardappelopbrengsten af omdat hitte in vooral juli tot en met september doorwas (glazig, knollen buiten hoofdknol) veroorzaakt wat leidt tot kwaliteitsverlies (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Wanneer de hitte dermate ernstig is kan het zelfs leiden tot 100% opbrengstderving door verbranding. De opbrengstderving geldt ook voor tarwe, waarbij de snelle afrijping de korrelzetting beperkt, en voor uien. Als derde is deze bedreiging van toepassing op de subsector Onbedekte tuinbouw. Hierbij is de verwachte opbrengstschade bij de tomaat (minder vruchtvorming en bloemzetting) wel aanzienlijk minder dan bij akkerbouwgewassen (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014).

#### *Hittestress vee*

De toename van extreme hitte vergroot ook de kans op hittestress bij dieren, waaronder het vee op veehouderijen (Meijs, et al., 2018) (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Zo kan hittestress bij koeien leiden tot minder voedselopname waardoor het gewicht afneemt, de melk- en vleesproductie afnemen en de kans op longproblemen toeneemt (Veehouder en Veearts, 2016). Hierdoor zullen ook de vruchtbaarheid van de koe en het geboortegewicht van haar kalveren dalen. Ook bij varkens kan hittestress leiden tot een lagere voedselopname en gewichtsverlies waardoor de vleesproductie afneemt. Over het algemeen hebben intensieve varkenshouderijen hierbij een verhoogd risico omdat de varkens veelal binnen zitten. De binnenruimte kan minder makkelijk gekoeld worden en door warmer mest op vloer of roosters zal ook de ammoniakemissie toenemen (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Bij biologische veehouderijen heeft het vee doorgaans meer buitenruimte om verkoeling te vinden en daardoor een minder grote kans op hittestress. Al met al kunnen de gezondheidsproblemen en de verminderde productie leiden tot hogere kosten voor de agrarische ondernemer. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de subsector Veehouderijen, vooral voor intensieve.

#### *Waterschaarste en beregeningsverbod*

Zoals hierboven staat vermeld neemt de beschikbaarheid van zoetwater door droogte af. Daarom veroorzaakt de toename van drogere bodems in de zomer dus ook een toename van de vraag naar water en een toename van de kans op waterschaarste (Meijs, et al., 2018). Bovendien veroorzaakt de toename van extreme droogte een verhoogde kans op een beregeningsverbod (Meijs, et al., 2018). De kosten voor bedrijven om aan hun watervraag te kunnen voldoen kunnen door de schaarste hoog oplopen. De sector LTV zal steeds meer moeten concurreren met andere sectoren die water nodig hebben. De hoge kosten kunnen een reden zijn om agrarische activiteiten uit te stellen met mogelijke opbrengstderving als gevolg. Zo wordt in de ruwvoerproductie mais vaker beregend dan gras, omdat de arbeids- en brandstofkosten voor het beregenen van gras veel hoger zijn vanwege het grote grondgebruik (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Volgens Kroes & Supit (2011), is droogtestress dan ook de grootste bedreiging voor gras. Al met al vormt dit klimaateffect dus een bedreiging voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Tuinbouw. Hoe groter de watervraag van gewassen, hoe groter de kwetsbaarheid.

#### *Veranderingen ecosystemen*

De toename van drogere bodems in de zomer en de toename van verzilting van het grondwater veroorzaken veranderingen van terrestrische ecosystemen (Meijs, et al., 2018). De habitats veranderen en daarmee zal verschuiving van plant- en diersoorten plaatsvinden. Het verdwijnen van soorten, de komst van nieuwe soorten en de veranderende verblijfsduur van soorten kan zowel positief als negatief uitpakken voor alle subsectoren van LTV. Direct of indirect betekent dit immers ook een verandering van predatoren, ziektes en plagen etc. Voor concrete veranderingen is soort specifiek en gebied specifiek onderzoek vereist.

#### *Afname bewerkbaarheid bodem*

De toename van meerdaagse natte periodes en extreme piekneerslag vermindert de bewerkbaarheid van het land voor agrarische activiteiten door bodemverdichting, erosie en inundatie (Meijs, et al., 2018). Door meerdaagse natte periodes kan de bodem verdicht raken waardoor het zijn structuur verliest en onder water kan staan. Hierdoor kan het land niet altijd bewerkt of bereiden worden zoals gewenst (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). In de akkerbouw kunnen maaidorsers bij aanhoudend nat weer in juli-september bijvoorbeeld niet de tarwekorrels uit de aar halen, waardoor de tarweproductie en de rotatie met andere gewassen vertragen (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook uien kunnen niet gerooid worden bij inundatie in september-oktober met opbrengstderving als gevolg. Wat betreft de onbedekte tuinbouw ontstaan er ook problemen zoals het niet kunnen rooien van Lelie in oktober-november bij langdurige inundatie (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook kunnen veehouderijen lastig hun vee buiten laten

wanneer weilanden onder water staan vanwege de veiligheid van de dieren. Tot slot vormt erosie een bedreiging voor alle in heuvelachtige gebieden gevestigde onbedekte tuinbouw, open teelten en veehouderijen die buiten vee houden (Meijs, et al., 2018). Modderstromen kunnen gewassen beschadigen, de toplaag van de bodem verwijderen en de toegankelijkheid van weilanden verminderen. Al met al vormen deze klimaateffecten dus bedreigingen voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw.

#### *Toename ziekten en plagen*

De toename meerdaagse natte perioden, extreme piekneerslag en hogere luchtvochtigheid vergroten de kans op (blootstelling aan) ziekten en plagen, met opbrengstderving als gevolg (Meijs, et al., 2018). Dit klimaateffect vormt daarom een bedreiging voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw. Ten eerste vormt dit een bedreiging voor veehouderijen omdat een hoge luchtvochtigheid de kans op virusoverdracht bij varkens vergroot, en (in combinatie met hitte) de kans op schimmelvorming bij gras vergroot (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Daarnaast bemoeilijkt een hogere luchtvochtigheid in combinatie met hitte het koelproces bij vee (Veehouder en Veearts, 2016). Ten tweede vormen de meerdaagse natte periodes een bedreiging voor de onbedekte tuinbouw door schimmel- en bacterieziekten, zoals Erwinia (bacterie) waardoor lelies rotten. Natte perioden in april-juni leiden tot de schimmelziekten Botrytis en Fusarium bij de lelie en in augustus-oktober tot de schimmelziekten Botrytis en Meeldauw bij de tomaat (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Als derde vormt dit een bedreiging voor open teelten zoals akkerbouw. Zo neemt de kans op bacteriële infecties in de bol van uien toe door het opsprengen van gronddeeltjes bij neerslag, en kan tarwe de bladvlekkenziekte Septoria en aarfusarium (schimmel) krijgen door aanhoudende neerslag. Daarnaast leidt Erwinia (bacterie) tot stengelrot bij aardappelgewas en leidt de Rhizomanie ziekte (virus) tot schade bij suikerbiet (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Tot slot maken neerslag en een hoge luchtvochtigheid het lastig tot niet mogelijk om gewassen te spuiten met bestrijdingsmiddelen tegen ziektes en plagen.

#### *Opbrengstschade door overstroming*

Een overstroming door hogere waterstanden (rivier of zee) zal, afhankelijk van de schaalgrootte en ernst, leiden tot opbrengstschade. Schade kan in alle mogelijke vormen plaatsvinden. Zo kunnen gewassen en bodemlagen beschadigd raken en worden weggespeld. Vee kan letsel oplopen of verdrinken en bouwwerken (stallen, kassen, opslagruimtes etc.) kunnen beschadigd raken. In het ergste geval gaan alle fysieke objecten teloor door de kracht van het water. Dit klimaateffect vormt een bedreiging voor de hele sector LTV, vooral voor de grondgebonden subsectoren.

## Gezondheid

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.












### Hitte

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme nemen toe</b>			
<b>G1 Toename hittegerelateerde klachten</b>		 Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: verpleeg- en verzorgingshuizen, ziekenhuizen, huisartsen, kinderopvang, basisscholen.	VBM
<b>G2 Afname kwaliteit nachtrust (verminderde alertheid en aandacht)</b>		 Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: verpleeg- en verzorgingshuizen, ziekenhuizen, huisartsen, kinderopvang basisscholen. In het algemeen neemt ook arbeidsproductiviteit af.	VBM















<b>G3 Toename kans op (natuur)brand</b>		!	Gemeentebreed. Vegetatie, bermen, natuur, groene daken. Onder andere natuurgebieden Bakelse Beemden, Geeneindse Heide, het Bakels Bos, en de Brouwhuisse Heide.	V
<b>G4 Toename risico's voor grote evenementen</b>		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.	VBM
<b>G5 Toename druk op medische hulpdiensten</b>		!	EHBO, huisartsen.	V
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>				
<b>G6 Toename luchtverontreiniging door ozon</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>G7 Toename kans op huidkanker en staar door toename blootstelling UV-straling</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>G8 Toename behoefte aan koeling</b>		!	Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: verpleeg- en verzorgingshuizen, ziekenhuizen, huisartsen, kinderopvang basisscholen.	VBM
<b>G9 Toename alcohol- en drugsgebruik</b>		!	Cafés, restaurants, evenementenlocaties, verslavingszorg, huisartsen, ziekenhuizen, EHBO-posten.	VBM
<b>G10 Verandering voedseloverdraagbare infecties</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>G11 Risicotoename verdrinking door toename waterrecreatie</b>		!	Zwemwater Berendonk.	V
<b>G12 Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijke buiten ruimte</b>		! ✓	Stedelijke parken, natuurgebieden.	VBM
<b>G13 Mogelijke toename ziekten en plagen in de landbouw</b>		!	Bewoners in agrarisch gebied, boeren/werknemers.	V
<b>Groeiseizoen begint eerder en duurt langer</b>				
<b>G14 Stijging aantal allergiedagen</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>Verschuiving klimaatzones</b>				
<b>G15 Toename vectoroverdraagbare ziekteverwekkers</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>G16 Toename kans ziekten door wateroverdraagbare infectieziekten</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>Zachte winters</b>				
<b>G17 Toename overlevingskans insecten en exoten</b>		!	Gemeentebreed.	V
<b>G18 Daling sterftecijfer tijdens winter</b>		✓	Hoofdzakelijk ouderen.	
<b>G19 Minder ongevallen en doden door gladheid en ijzel</b>		✓	Gemeentebreed.	

**Wateroverlast**



Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Toename meerdaagse natte periodes</b>			
<b>G20 Afname luchtverontreiniging fijnstof</b>		✓	Gemeentebreed. Op dit moment is er een verhoogde concentratie fijnstof in de gemeente. Dit is echter niet alarmerend, en overschrijdt de WHO-norm niet.
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>			

<b>G21 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater (verdunding door neerslag en toename overstorten)</b>	 	 	Oppervlaktewater, gemengde externe riooloverstorten.	
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater, toename meerdaagse natte periodes</b>				
<b>G22 Verandering ziekten en plagen</b>			Oppervlaktewater/riooloverstorten.	VBM
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>				
<b>G23 Toename blootstelling wateroverdraagbare ziekteverwekkers</b>			Oppervlaktewater + gemengd rioolstelsel.	VBM
<b>G24 Schade en vocht gebouwen, voertuigen en lichamelijk letsel</b>			Wateroverlastlocaties.	VBM
<b>G25 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten</b>			Onbereikbare wegen bij water op straat.	VBM
<b>Extreme piekneerslag neemt toe, overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)</b>				
<b>G26 Risico's buitenevenementen</b>			Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.	VBM
<b>G27 Toename uitval elektriciteitsvoorzieningen</b>			Zorglocaties zoals verpleeghuizen.	VBM
<b>Extreme piekneerslag neemt toe, Hogere luchtvochtigheid</b>				
<b>G28 Toename huisstofmijtallergie en schimmel</b>			Gemeentebreed.	V

### Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Drogere bodems in de zomer</b>				
<b>G29 Toename kans op brand</b>			Natuurgebieden, bermen, (recreatief) groen.	VBM
<b>Drogere bodems in de zomer, toename verzilting grondwater in kuststreek</b>				
<b>G30 Verandering ecosysteem en verschuiving soorten</b>	 	 	Gemeentebreed (specifiek natuurgebieden) als gevolg van drogere bodems.	V
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>				
<b>G31 Hogere blootstelling wateroverdraagbare infectieziekten</b>			Zwenwater Berendonk.	VBM
<b>Toename fijnstof</b>				
<b>G32 Toename luchtoverdraagbare infectieziekten en toename fijnstof</b>			Gemeentebreed, maar specifiek voor de risicogroepen: geriatrische verpleeg- en verzorgingshuizen, kinderopvang.	V
<b>Afname neerslagsom</b>				
<b>G33 Afname verkeersongelukken wegtransport</b>			Algemeen.	
<b>Toename bodemdaling veengebieden</b>				
<b>G34 Toename blootstelling pollen (hooikoortsklachten)</b>			Gemeentebreed.	V

### Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig	Adaptatie Strategie
----------------	--------------------	--	------------------------



		✘ Niet aanwezig binnen de gemeente		
<b>Hogere waterstanden</b>				
<b>G35 Toename kans ziekten door wateroverdraagbare infectieziekten</b>	♥	!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	V
<b>G36 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten</b>	♥	!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
<b>G37 Mogelijke afname psychische gezondheid</b>	♥	!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	V
<b>G38 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur</b>	♥	!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
<b>G39 Verdrinking en fysiek letsel</b>	♥	!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
<b>Toename verzilting grondwater in de kuststreek</b>				
<b>G40 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater</b>	♥	✘	Niet van toepassing.	V
<b>G41 Verandering ecosysteem/ verschuiving soorten</b>	♥♥	✘	Niet van toepassing.	

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

#### *Hitte gerelateerde klachten*

De toename van extreme hitte veroorzaakt een bedreiging voor de volksgezondheid door de toename van hitte gerelateerde klachten (Meijs, et al., 2018). Veelvoorkomende klachten door hitte zijn krampen, uitslag, uitputting, hitteberoerten, uitdroging (dehydratie), nierfalen en luchtwegklachten (Keatinge, 2003). De klachten leiden tot een toename van het overlijdensrisico van ouderen en zieken. Door een korte hittegolf ligt het sterftecijfer in Nederland al 10-15% hoger (Lenzholzer, 2013). De toename van de hitte gerelateerde klachten zal het aantal zieken, ziekenhuisopnamen, doden en de kans op een ziektegolf vergroten (ANV, 2016).. Tot slot hebben zieken, jonge kinderen, ouderen en zwangere vrouwen een verhoogd risico op hittestress. Hittestress vergroot dus zowel de druk op de gezondheidszorg (voornamelijk huisartsen zorg en medisch-specialistische zorg) als op de welzijnszorg (kinderopvang, ouderenzorg).

#### *Afname kwaliteit nachtrust*

Door de toename van extreme hitte zal de kwaliteit van nachtrust afnemen (Meijs, et al., 2018). Met de kwaliteit van de nachtrust worden zowel de slaapcontinuïteit als de slaapefficiëntie bedoeld (Leone, et al., 2018). Een verminderde nachtrust vermindert mentaal en fysiek herstel van de mens. De eerste klachten zijn vermoeidheid en een verminderde concentratie. Uit een onderzoek van het Trimbos-Instituut, in samenwerking met het RIVM en de Hersenstichting, bleek dat slaapklachten vooral voorkomen onder vrouwen, pubers en jong volwassenen, ouderen, lager opgeleiden en mensen met een migratie-achtergrond (Leone, et al., 2018). Zij zijn dus extra kwetsbaar voor de warme nachten. Daarbij hebben ouderen en baby's standaard al een gefragmenteerde slaap. Een gezondheidsrisico van verminderde slaapkwaliteit is allereerst een toename van de kans op slaapstoornissen, waarbij chronische en ernstige klachten het functioneren overdag beperken (Leone, et al., 2018). Ten tweede neemt de kans op allerlei mentale en fysieke ziekten toe. Voor elk uur dat een volwassen persoon minder dan zeven uur slaapt verhoogt de kans op hartproblemen met 7-11%, op een beroerte met 5-7%, op diabetes met 9% en op een depressie met 31% (Leone, et al., 2018). Bij kinderen vergroot een slaapttekort de kans op psychische problemen (zoals een depressie), cognitieve problemen en gedragsproblemen. Zo vergroot slaapttekort bij adolescenten de kans op obesitas met 150% en ontwikkelen baby's met slaapproblemen op latere leeftijd meer gedragsproblemen (Leone, et al., 2018). Dit effect is dus een bedreiging voor de volksgezondheid en kan door een verminderde arbeidsproductiviteit ook een economische impact hebben (scholen, bedrijven).

#### *Toename alcohol- en drugsgebruik*

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes veroorzaakt een toename van alcohol- en drugsgebruik (Meijs, et al., 2018). Door de warmte gaan mensen sneller buiten recreëren en drinken ze sneller alcohol. Zo worden evenementen en terrassen van cafés en restaurants drukker bezocht. Ook kan het gebruik van drugs toenemen, met name de partydrugs op evenementen en bij het uitgaan. De toename van dit middelengebruik veroorzaakt een breed scala aan gezondheidsrisico's.

#### *Kansen door meer gebruik natuur, openbaar groen stedelijk recreatie ruimte*

Er wordt meer gebruik gemaakt van de buitenruimte (natuur, openbaar groen, stedelijk recreatie ruimte) als gevolg van de toename van warme zomers en meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). Dit leidt tot

kansen voor de sector G. Uit een literatuurstudie van de Vries (2016) blijkt immers dat de buitenruimte op meerdere manieren bevorderlijk kan zijn voor de gezondheid. Ten eerste vormen groen en natuur gezonde locaties voor tijdverdrif vanwege de vaak lage concentraties fijnstof vanwege de relatief grote afstand van emissiebronnen en hoge ventilatie (open ruimte). Dit is bevorderlijk voor de luchtwegen. Ten tweede heeft groen een stress reducerende werking op de mens en gezien stress in relatie wordt gebracht met vele gezondheidsklachten heeft dit een positieve werking op zowel de fysieke als mentale gesteldheid. Ten derde stimuleert het gebruik van buitenruimte, met groen in het bijzonder, lichamelijk inspanning (wandelen, fietsen etc.). Voldoende lichamelijke inspanning verlaagt risico's op gezondheidsproblemen. Ten vierde biedt groen verkoeling waardoor het van belang is voor preventie van hittestress. Tot slot faciliteert het buitenleven de sociale cohesie wat het welzijn van mensen kan bevorderen (sociale stabiliteit, buurtzorg).

#### *Water overdraagbare infectieziekten*

De blootstelling aan water overdraagbare infectieziekten neemt toe als gevolg van veranderingen van de kwaliteit van oppervlaktewater door droogte (Meijs, et al., 2018). Door droogte treden verzilting, vissterfte en zuurstofloosheid op, maar droogte in combinatie met warmte vergroot de problematiek door de toename van blauwalg en botulisme (SMWO, 2018). De concentratie ziekteverwekkers is immers groter door minder doorspoeling vanwege minder neerslagtoevoer (Brolsma, et al, 2012). Blootstelling met botulisme, blauwalg of vissterfte veroorzaken diverse gezondheidsklachten. Zo leiden de toxische stoffen van de cyanobacterie (blauwalg) tot klachten als huid- en oogirritatie, hoofdpijn, koorts en maag- en darmklachten (Brolsma, et al, 2012) (GGD Rotterdam-Rijnmond, n.d.) (de Jonge, 2008). Bij botulisme produceert de bacterie clostridium botulinum, middels warmte en voedingsstoffen, de stof botuline die verlamming en verstikking bij dieren kan veroorzaken (Brolsma, et al, 2012) (GGD Rotterdam-Rijnmond, n.d.). De mens kan door blootstelling aan botuline geïnfecteerd raken met ziekteverwekkers uit kadavers. De clostridium botulinum haalt namelijk graag de voedingsstoffen uit dode vissen en watervogels, voedsel wat ten tijde van droogte in overvloed is. Kortom, de slechte waterkwaliteit door droogte vormt een bedreiging voor de sector Gezondheid, met name voor de gezondheidszorg. Kleine kinderen, ouderen, zwangere vrouwen en zieken zijn extra kwetsbaar voor infectieziekten.

#### *Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater*

De kwaliteit van het oppervlaktewater verandert door zowel positieve als negatieve effecten van wateroverlast. Enerzijds biedt de toename van neerslagtoevoer op oppervlaktewateren een kans voor de kwaliteit omdat bij verdunning de concentratie contaminanten in het water afneemt (Meijs, et al., 2018). Bij blootstelling aan het verdunde water is de kans op gezondheidsklachten door die contaminanten dus kleiner. Anderzijds vormen afspoeling en overstort van rioolwater door de grote hoeveelheid neerslag bedreigingen voor de waterkwaliteit (Meijs, et al., 2018). Door afstroming komen zware metalen, rubber, fijnstof, olie- en benzineresten en organisch materiaal waaronder ziekteverwekkers in het oppervlaktewater terecht (Brolsma, et al, 2012). De toename van ziekteverwekkers en contaminanten veroorzaakt dus een grotere kans op gezondheidsklachten bij blootstelling. Al met al is het dus niet duidelijk of de verandering in waterkwaliteit een kans of een bedreiging vormt omdat dit per gebied verschilt.

#### *Risico's buitenevenementen*

De toename van piekneerslag en de toename van frequentie en intensiteit van windstoten, bliksem en hagel veroorzaken toenemende risico's voor buitenevenementen (Meijs, et al., 2018). Ten eerste belemmeren de weersextremen, voornamelijk water op straat, de mobiliteit van bezoekers en personeel. Ten tweede kunnen paniek en het omvallen en beschadigen van objecten (podia, geluid- en lichtmasten) lichamelijk letsel veroorzaken. Ook kan blikseminval brand veroorzaken. Tot slot lopen bezoekers en personeel bij piekneerslag en door wind en hagel een verhoogde kans op verkoudheid en onderkoeling. Mogelijk is evacuatie nodig om deze risico's voor de fysieke veiligheid van bezoekers en personeel te verkleinen. Wederom vormen zieken, jonge kinderen, ouderen en zwangere vrouwen de kwetsbare groep voor deze risico's.

#### *Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten*

Naast de energie-infrastructuur veroorzaakt overstrooming door hogere waterstanden ook een vergrote kans op inundatie van andere transport-infrastructuur. Zo verhindert inundatie van wegen en parkeervoorzieningen de mobiliteit van verkeersstromen die van belang zijn voor de gezondheid. Medische hulpdiensten kunnen lastiger tot niet op de locatie van een hulpbehoevende komen en kunnen hulpbehoevende zelf ook lastiger tot niet naar de locatie van medische voorzieningen (huisarts, ziekenhuis). Dit vormt voornamelijk een bedreiging voor de medisch specialistische zorg, de geestelijke gezondheidszorg en de huisartsenzorg. In geval van nood kan immers elke seconde van levensbelang zijn.

#### *Verdrinking en fysiek letsel (anders dan psychisch)*






















Een overstrooming door hogere waterstanden kan leiden tot ernstig letsel bij betrokkenen. Zo kan men op allerlei denkbare manieren verdrinken of letsel oplopen. Bijvoorbeeld door de stromingskracht van water en

de objecten die het water met zich mee sleurt. Of wanneer men in een voertuig te waterkomt. Door de afname van de bereikbaarheid van medische hulpdiensten kan de wachttijd op medische hulp hoog oplopen waardoor de kans op herstel afneemt. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging en is van toepassing op ieder mens, dus zowel het personeel werkend in de zorg als de subsector gezondheidszorg die van belang is voor het herstel van fysiek letsel.










## Recreatie & Toerisme

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.

















### Hitte

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme nemen toe</b>			
<i>RT1 Toename risico voor evenementen, buitenrecreatie en toerisme</i>			Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
<i>RT2 Toename gezondheidsrisico's waterrecreatie</i>			Zwemwater Berendonk.
<i>RT3 Verandering (sport)visserij</i>	 	 	Oppervlaktewater, en specifiek vislocaties zoals onder andere de kanalen, maar ook de vijvers naar het Warandepark en zwemwater Berendonk.
<i>RT4 Minder ijsvorming voor scheepvaart</i>			
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
<i>RT5 Toename toerisme &amp; recreatie</i>	 	 	Natuurgebieden en parken in de kernen.
<i>RT6 Toename alcohol- en drugsgebruik</i>			Evenementenlocaties, cafés, restaurants.
<b>Zachte winters</b>			
<i>RT7 Afname winterse activiteiten</i>			Schaatslocaties, winterevenementen.

### Wateroverlast

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
<i>RT8 Toename risico's buitenevenementen en recreatie</i>			Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)</b>			
<i>RT9 Negatief effect toerisme</i>			Gemeentebreed.
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>			
<i>RT10 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater</i>			Recreatief oppervlaktewater.

## Droogte

Klimaat <span>effect</span>	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>			
<i>RT11 Vervoersbeperking scheepvaart</i>			V
<i>RT12 Toename inzet beregeningsverbod/ droogteplan bij zwembaden, dierentuin, golflocaties</i>			V In de gemeente bevinden zich een aantal binnenzwembaden (Laco sportcentrum en Wellness Helmond). In het noorden van de gemeente ligt golfbaan De Overbrug, en verspreid over de gemeente bevinden zich een aantal dierenparken (De Warande, Hortensiapark en De Rippert).
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
<i>RT13 Verandering (sport)visserij</i>	 	 	V Oppervlaktewater, en specifiek vislocaties zoals onder andere de kanalen, maar ook de vijvers naar het Warandepark en zwemwater Berendonk.
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
<i>RT14 Nederland gunstiger vakantie<span>land</span></i>		 	VB Gemeentebreed.
<b>Drogere bodems in de zomer</b>			
<i>RT15 Toename kans op natuur- en bosbranden</i>			VBM Onder andere natuurgebieden Bakelse Beemden, Geeneindse Heide, het Bakels Bos, en de Brouwhuise Heide.

## Overstroming

Volgens het bollenschema van de NAS zijn er geen klimaateffecten van overstromingen op de sector Recreatie en toerisme (NAS-team, n.d.). Echter zal overstroming door hogere waterstanden wel degelijk effect hebben. Bij overstroming zal recreatie en toerisme afnemen door de indirecte gevolgen van waterschade (of zelfs vernieling) op locaties en voorzieningen voor toerisme en recreatie. Daarbij zullen de afname van veiligheid en de noodtoestand er toe leiden dat minder mensen vanuit het buitenland naar Nederland komen en Nederlanders zelf zullen hun tijd mogelijk besteden aan herstel, primaire levensbehoeften en wederopbouw.

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

### *Toename risico voor grote evenementen*

De toename van extreme hitte veroorzaakt een toename van het risico op hittestress voor grote evenementen (Meijs, et al., 2018). Grote evenementen zijn extra kwetsbaar voor hittestress vanwege het grote aantal mensen en de hoge dichtheid van mensen. Het risico verschilt per type evenement. De aanwezigheid van kwetsbare groepen (ouderen, kinderen, zieken, zwangere vrouwen) is risico verhogend. Evenals de mate van fysieke inspanning, denk aan populaire muziek- en sportevenementen (wandelen, hardlopen, dansen, spelende kinderen). Naast de bezoekers legt de hitte ook een grotere druk op de organisatie van het evenement en het personeel dat er werkt. Het risico op hittestress kan leiden tot een lager bezoekersaantal omdat mensen uit voorzorg niet komen of sneller weer vertrekken. Het risico kan zelfs leiden tot annulering van het evenement. Hierdoor vormt de hitte een bedreiging voor de economische haalbaarheid van evenementen voor de organisatoren. Tevens veroorzaken de toename van extreme piekneerslag en de

toename van de frequentie en intensiteit van wind, bliksem en hagel een toename van risico's voor buitenevenementen (Meijs, et al., 2018).

*Minder waterrecreatie door gezondheidsrisico's*

De toenemende hitte vormt een bedreiging voor de sector RT op diverse wijzen. Ten eerste leidt de hogere watertemperatuur tot afname van waterkwaliteit van oppervlaktewateren (Meijs, et al., 2018). Zo kan het optreden van verkleuring en vertroebeling mensen ervan weerhouden om er te recreëren omdat het geassocieerd kan worden met gezondheidsrisico's en als vies (onprettig) kan worden beschouwd. Het uitvoeren van diverse watersporten zoals zwemmen en ook vissen kan hierdoor afnemen.

Ten tweede veroorzaakt de hogere watertemperatuur een toename van ziekteverwekkers (micro-organismen) in oppervlaktewateren zoals blauwalg (Meijs, et al., 2018). Als gevolg van dit gezondheidsrisico zal waterrecreatie, zeker voor zwemmers, afnemen. De aanraking met bepaalde algensoorten via de huid, de ogen of door het inslikken van water kan namelijk leiden tot maag-, darm- en huidklachten (de Jonge, 2008). Ten derde zullen de ziekteverwekkers niet alleen toenemen, maar zal ook de blootstelling aan ziekteverwekkers toenemen waardoor het gezondheidsrisico wordt vergroot (Meijs, et al., 2018). De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes veroorzaakt namelijk een toename van waterrecreatie. Naast oppervlaktewateren kunnen ziekteverwekkers ook aanwezig zijn in het water van bedriegertjes. Bedriegertjes (vloerfontein) worden vaak toegepast in openbare ruimte als decoratie, speelgelegenheid voor kinderen en vanwege het verkoelende effect van de waterdamp. Volgens de Man-van der Vliet zijn de infectierisico's voor eenmalige blootstelling aan bedriegertjes zelfs hoger dan voor zwemmen. Meer hitte heeft dus als gevolg dat mensen vaker verkoeling zoeken in het water en vaker het risico lopen op water overdraagbare ziektes.

Een vierde effect op waterrecreatie is dat deze toename van waterrecreatie, door de toename van warme zomers en meerdaagse warme periodes, het risico op verdrinking vergroot (Meijs, et al., 2018). Door de hitte zal men vaker en langer vertoeven in oppervlaktewateren waardoor het risico automatisch vergroot. Bovendien is het aannemelijk dat dit risico het grootst is voor jonge kinderen aangezien zij sneller verkoeling nodig hebben vanwege hun verhoogde vatbaarheid voor hittestress en vanwege hun beperkte zwemvaardigheid. Het voorkomen van verdrinking door informatievoorziening en de inzet van redding zwemmers legt een druk op de sector RT. Daarbij hebben verdrinkingsincidenten een negatieve impact op de gebruiks- en belevingswaarde van de desbetreffende bestemming.

Concluderend verhogen alle vier voorgenoemde effecten van hittestress gezondheidsrisico's voor waterrecreatie. Deze kunnen allen leiden tot een afname van het bezoekersaantal wat de omzet kan verlagen en dus economische schade kan opleveren voor de sector.

*Verandering (sport)visserij*

Naast hitte vormt ook droogte een bedreiging voor de (sport)visserij. De afname van de rivierafvoer in de zomer veroorzaakt namelijk ook verlies van habitat en soorten (Meijs, et al., 2018). Vissterfte ontstaat door lagere waterstanden, droog liggende beken en sprengen en een zuurstoftekort door een gebrek aan hemelwatertoevoer. Zo zijn grote getalen vissen van beschermde soorten (beekprik, elrits, beek- en rivierdonderpad) verloren gegaan tijdens de grote droogte van de zomer van 2018. Vissers zullen dus op andere recreatieplekken moeten zoeken naar hun doelsoort en mogelijk zelfs over onze landsgrenzen wanneer soorten uit Nederland verdwijnen.

*Nederland gunstiger vakantieland*

De toename van extreme droogte, met andere woorden het gebrek aan neerslag, maakt Nederland een gunstiger vakantieland (Meijs, et al., 2018). Warme en droge omstandigheden worden als prettiger ervaren voor toeristen en zijn daarmee kansrijk voor de economische stabiliteit en ontwikkelingsmogelijkheden voor de sector RT.

**Natuur**

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.

**Hitte**

Klimaat <span>effect</span>	Kans	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig	Adaptatie Strategie
-----------------------------	------	--	---------------------




	Bedreiging	✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
N1 Verandering van migratiepatronen		!	Natuurgebieden, stedelijk groen. V
N2 Meer gebruik van buitenruimte door de mens		!	Natuurgebieden, stedelijk groen (parken). VBM
<b>Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
N3 Verschuiving en uitsterving soorten		!	Natuurgebieden, stedelijk groen. V
<b>Verschuiving klimaatzones</b>			
N4 Mismatch in voedselketen		!	Natuurgebieden, stedelijk groen. V
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
N5 Toename overlevingskansen exoten en insecten		! ✓	Natuurgebieden, stedelijk groen. V
<b>Zachte winters</b>			
N6 Afname gebruik strooizout		✓	Hoofdwegen. V

### Wateroverlast














Klimaat-effect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Toename grondwaterafvoer vanaf hogere zandgronden</b>			
N7 Kanssen natte natuur		✓	Binnen de gemeente is in de natuurgebieden hoofdzakelijk matig vochtminnende vegetatie aanwezig. V
<b>Toename meerdaagse natte periodes</b>			
N8 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten		! ✓	Natuurgebieden, stedelijk groen. De gemeente geeft aan de verschuiving van soorten niet inzichtelijk te hebben. V
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
N9 Toename erosie in heuvelachtig gebied		✗	Niet van toepassing.

### Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Droogere bodems in de zomer</b>			
N10 Verandering van hydrologie natuurgebieden		! ✓	Natuurgebieden. V
N11 Toename watervraag/ verdroging		!	Natuurgebieden, stedelijk groen VBM
N12 Toename kans op natuur- en bermbranden		!	Gemeentebreed. Vegetatie, bermen, natuur, groene daken. Onder andere natuurgebieden Bakelse Beemden, Geeneindse Heide, het Bakels Bos, en de Brouwhuisse Heide. VBM
<b>Toename bodemdaling veengebieden</b>			
N13 Toename kosten waterbeheer		!	Venige gronden komen voor langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.
N14 Toename CO2-uitstoot		!	Venige gronden komen voor langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.
<b>Toename verzilting grondwater kuststreek, droogere bodems</b>			
N15 Veranderingen in ecosystemen en het verschuiven van soorten		!	Natuurgebieden, stedelijk groen.
<b>Afname rivierafvoer</b>			

N16 Verlies soorten en habitats		!	Natuurgebieden, stedelijke groen.	V
---------------------------------	---	---	-----------------------------------	---

## Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Hogere waterstanden (rivier/zee)</b>				
N17 Toename erosie		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	V
N18 Toename problemen waterafvoer		!	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>				
N19 Verandering soorten en habitats in oppervlaktewater	 	! 	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	V
<b>Hogere waterstanden, toename verzilting grondwater in de kuststreek, afname fysieke ruimte voor natuur 'coastal squeeze'</b>				
N20 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	! 	Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	V
<b>Toename verzilting riviermonding</b>				
N21 Afname beschikbaarheid zoetwater			Niet van toepassing.	

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

### Verandering van migratiepatronen

Allereerst veroorzaakt hitte warmere zomers en een toename van meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). Dit leidt tot veranderingen in de migratiepatronen van trekkende soorten (Meijs, et al., 2018). De hitte betekent niet enkel warmere of langere zomers maar ook zachtere winters. Soorten die normaliter zuidwaarts vliegen omdat de winters te koud zijn, kunnen dus later of helemaal niet uit Nederland vertrekken. Er ontstaan dus fenologische mismatches: seizoensgebonden timing van gebeurtenissen in de levenscyclus van soorten sluiten niet meer bij elkaar aan. De verschuiving naar warmteminnende soorten zal dus verder doorzetten in de toekomst. Door het meespelen van andere factoren zoals hitte in combinatie met droogte of juist een hoge luchtvochtigheid, kunnen warmteminnende soorten ook juist verdreven worden. Tot slot kunnen de veranderingen in ecosystemen de maatschappij breder beïnvloeden door veranderingen in de ecosysteemdiensten. Dit klimaat-effect kan dus zowel een kans als een bedreiging vormen voor andere soorten en betrokken stakeholders.

### Meer gebruik van buitenruimte door de mens

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes resulteert ook in een toename van het gebruik van de buitenruimte (natuur, openbaar groen, stedelijke recreatie ruimte) door de mens (Meijs, et al., 2018). Mensen gaan dus liever naar buiten bij hogere temperaturen en kan als gebruiker de druk op ruimte verhogen. Hoe meer mensen in de buitenruimte vertoeven, hoe meer deze in dienst kan komen te staan van de mens. De aanwezigheid van de mens kan een bedreiging vormen door een toename van bijvoorbeeld geluid, licht en afval, wat kan leiden tot habitatverlies. Echter zijn er ook kansen voor natuur. Wanneer mensen meer in aanmerking komen met natuur kan dit de waarde van natuur ook verhogen door een stijging van de bequest value (waarde voor toekomstige generaties) en existence value van soorten (zie Box 1 hieronder).

### Verschuiving en uitsterving soorten

De toename van oppervlaktewatertemperaturen en de verschuiving van klimaatzones, kunnen verschuiving of zelfs uitsterving van soorten veroorzaken (Meijs, et al., 2018). De verschuiving vindt dan plaats naar warmte minnende (aquatische) soorten (Meijs, et al., 2018). De soorten die zich onvoldoende kunnen aanpassen aan de nieuwe abiotische, en dus ook biotische, condities zullen migreren of er zal substitutie plaatsvinden. Er kunnen dus veranderingen in de soortensamenstelling en concurrentieposities in levensgemeenschappen voorkomen. Zowel tijdens migratie of substitutie kan een hoger sterftegetal van een populatie als gevolg hebben en zelfs tot het uitsterven van soorten leiden. De verschuiving kan zowel kansen als bedreigingen vormen voor natuur en betrokken stakeholders. Het uitsterven van soorten en daarmee het verlies van biodiversiteit vormt altijd een bedreiging.

*Toename overlevingskansen exoten en insecten*

De toename van hoge temperaturen in zowel het oppervlaktewater als op de luchttemperatuur op land en de zachte winters, veroorzaken een toename van de overlevingskansen van exoten en insecten in de winter (Meijs, et al., 2018). Voor de ontwikkeling van deze soorten zelf biedt hitte dus kansen. Ook andere soorten die hoger in de voedselketen staan kunnen hiervan profiteren door de toename van hun voedselaanbod. Aan de andere kant kunnen deze exoten en insecten (zowel inheems als exoot) ook weer een bedreiging vormen door de biotische condities voor andere soorten te belemmeren.

*Verandering van hydrologie natuurgebieden*

De hydrologie van natuurgebieden verandert door droogte vanwege de toename van drogere bodems in de zomer en de toename van bodemdaling in zettingsgevoelige gebieden (bijv. veen) (Meijs, et al., 2018). De waterkwantiteit, de verspreiding van water en de waterkwaliteit in een gebied kunnen hierdoor afnemen (bijv. daling grondwaterpeil). De verandering van de hydrologische omstandigheden kan een verandering in soortensamenstelling in levensgemeenschappen veroorzaken als soorten zich onvoldoende kunnen aanpassen aan de nieuwe omstandigheden. Dit klimaatteffect vormt een bedreiging omdat het tot verlies van soorten kan leiden, maar kan voor andere soorten of ecosystemen juist kansen bieden.

*Toename kans op natuur- en bermbranden*

De kans op natuur- en bermbranden neemt toe door de toename van drogere bodems in de zomer (Meijs, et al., 2018). Dit vormt een bedreiging voor de natuur omdat brand natuur kan beschadigen en doden. Brand kan leiden tot het verlies van individuen, soorten, habitats en ecosystemen. Na de brand dient een ecosysteem zich, afhankelijk van de schade, te herstellen of compleet opnieuw te ontwikkelen. Bij het laatste vindt secundaire successie plaats: na het verdwijnen van de levensgemeenschap vestigen soorten zich na de brand door gebruik te maken van de voedingsstoffen die in de bodem zijn opgeslagen. Dit klimaatteffect vormt dus een bedreiging voor bestaande natuur.
















*Toename problemen waterafvoer*

Tot slot kan de toename van hogere waterstanden leiden tot problemen met waterafvoer waardoor de kans op overstromingen toeneemt (Meijs, et al., 2018). In een overstroomd gebied kunnen, afhankelijk van de ernst van de overstroming en de aanwezige natuur, soorten verloren gaan. Soorten kunnen bijvoorbeeld verdrinken, rotten of sterven door letsel of voedselnoed.

**Infrastructuur**

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.

**Hitte**

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
<i>11 Toename kans op ongelukken door verminderde concentratie</i>		 Bestuurders van voertuigen.	V
<i>12 Hinder spoorverkeer door oververhitting elektrotechnisch systeem</i>		 De spoorlijn van Venlo naar Eindhoven.	
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
<i>13 Toename schade wegdek wegnent</i>		 Asfaltwegen.	VBM
<i>14 Beperking vliegverkeer door schade</i>		 Niet van toepassing.	
<i>15 Hinder spoorverkeer door vervorming en spatten rails, wissels en slecht sluitende bruggen</i>		 De spoorlijn van Venlo naar Eindhoven en bruggen Zuid Willemsvaart.	
<i>16 Hinder weg- en vaarwegverkeer door slechtsluitende bruggen</i>		 Burggen Zuid Willemsvaart.	
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			

I7 Afname ijshinder scheepvaart			Scheepvaartroutes.	
<b>Zachte winter</b>				
I8 Minder gebruik strooizout wegen, minder onderhoud			Wegen (strooiroutes).	B
I9 Minder (dodelijke) ongevallen door gladheid en ijzel			Wegen.	

### Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>				
I10 Waterschade en afname bereikbaarheid			Begaanbaarheid wegen.	VBM
I11 Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek			Wegen.	VBM
<b>Toename frequentie en intensiteit wind</b>				
I12 Hinder scheepvaart door wind			Scheepvaartroutes.	
I13 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten			Wegen.	VBM
<b>Toename frequentie en intensiteit wind en bliksem</b>				
I14 Hinder vliegverkeer door wind en bliksem			Niet van toepassing.	
<b>Toename frequentie en intensiteit bliksem</b>				
I15 Hinder spoorverkeer door bliksem			De spoorlijn van Venlo naar Eindhoven en bruggen	

### Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>				
I16 Beperking scheepvaart			Scheepvaartroutes.	V
<b>Drogere bodems in de zomer</b>				
I17 Hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden			Wegen nabij risicogebieden natuurbrand.	VBM
<b>Toename bodemdaling</b>				
I18 Meer onderhoud en schade door bodemdaling			Bodemdaling komt binnen de gemeente met name langs de Goorloop, de Gulden Aa en de Bakelse Aa voor.	

### Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Hogere waterstanden</b>				
I19 Beperking laden en lossen scheepvaart			Scheepvaartroutes.	
I20 Schade door instabiliteit bodem wegen en spoorwegen door overstroming			Mogelijk langs wegen in overstromingsgebieden: langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM
I21 Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur			Mogelijk langs wegen in overstromingsgebieden: langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	VBM

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

#### *Ongelukken door verminderde concentratie*

Door de toename van extreme hitte neemt de kans op hittestress bij personen toe en één van die hitte gerelateerde klachten is een verminderde concentratie. Zo kan deze klacht optreden doordat de ruimte in het voertuig lastiger gekoeld kan worden en/of door de slechte nachtrust tijdens te warme nachten. Dit geldt voor zowel de bestuurders van kranen in havens als bestuurders op wegen en spoorwegen. De kans op ongelukken neemt dus toe en daarom vormt dit klimaateffect een bedreiging voor de subsectoren wegen, spoorwegen en vaarwegen.

#### *Schade wegdek wegnnet*

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes vergroot de kans op schade van het wegdek van het wegnnet (Meijs, et al., 2018). Bij hoge temperaturen kan de asfaltlaag zacht worden en vervormen, waarbij het toenemende reliëf voor gevaarlijke situaties kan zorgen. Volgens Maas & Vogel veroorzaakt een luchttemperatuur van 32 graden of hoger vervorming. Een slecht wegdek veroorzaakt bovendien een verminderde wegcapaciteit en een afname van de verkeerssnelheid, wat de kans op verkeersopstopping vergroot. Als gevolg hiervan kan de verkeersdruk op andere routes toenemen en kunnen extra verkeersinformatievoorziening en herstelwerkzaamheden van de schade tot hogere kosten leiden. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de subsector wegen.

#### *Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen*

Beweegbare bruggen vormen een belangrijke schakel in de doorstroming van weg- en vaarwegverkeer. Door de toename van warme zomers en meerdaagse warme periodes neemt de kans op slecht sluitende en vastzittende bruggen dus toe door de uitzetting van metalen onderdelen. 'Bruggen haperen al bij een buitentemperatuur van 30-35 graden. Dit vormt een bedreiging voor de subsector wegen en vaarwegen omdat het verkeersopstoppingen kan veroorzaken, met een mogelijke toename van verkeersdruk op andere routes en herstelkosten als gevolg.

#### *Minder gebruik strooizout wegen*

Een ander bijkomend voordeel voor de sector tijdens milde winters is de afname van het gebruik van strooizout (Meijs, et al., 2018). Door minder gladheid en ijzel is dit immers minder vaak nodig wat inspanning en kosten van onderhoud kan besparen. Strooiwagens hoeven minder vaak te rijden en door minder vorst-dooi overgangen neemt het onderhoud van het wegdek af. Zo kan zeer open asfaltbeton (ZOAB) minder goed tegen die overgangen waardoor dit type wegdek minder onderhoud nodig heeft. Dit klimaateffect vormt dus een kans voor de subsector wegen.

#### *Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur*

Door de toename van extreme piekneerslag kunnen wegen, spoorwegen, tunnels, havens en vliegvelden sneller onder water komen te staan wanneer de hoeveelheid hemelwater onvoldoende kan worden afgevoerd (Meijs, et al., 2018). Hierdoor neemt de toegankelijkheid en daarmee de capaciteit van deze infrastructuur af, wat kan leiden tot verkeersopstoppingen en vertragingen. De inundatie kan de fysieke infrastructuur beschadigen, ongelukken veroorzaken en de druk op andere verkeersroutes verhogen. Zo stellen Maas & Vogel: 'Schade aan weginfrastructuur treedt op bij hevige regenval van 100-150mm/24 uur of meer.' Het afzetten van verbindingen, verkeersinformatievoorziening en herstelwerkzaamheden verhogen kosten en vergroten de druk op infrabeheerders. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de totale sector.

#### *Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur*

Bij een overstroming vallen de verbindingen in het overstroomd gebied uit waardoor de bereikbaarheid van gebieden afneemt, vooral bij wegen, spoorwegen en luchthavens. Vanwege de veiligheid kunnen verbindingen worden afgesloten en kan verkeer worden gestremd om evacuatie routes gereed te maken. Zo is er volgens Maas & Vogel een halve meter snelstromend water op een weg al genoeg om een auto mee te sleuren. Herstel van de schade na een overstroming kan lang duren. Wat betreft spoorwegen zijn laaggelegen spoorwegen het meest kwetsbaar, maar door inundatie van transformatorstations en ICT-punten (sectoren E & ICT) kunnen trajecten sneller uitvallen. Bovendien liggen verbindingen vaak eerder al stil ter preventie. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de subsectoren wegen, spoorwegen en luchtvaart.





## Energie

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het






















risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.



## Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
E1 Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales		 	Elektriciteitsleidingen, geen thermische energiecentrales binnen de gemeente.
E2 Lager hangende hoogspanningskabels			Hoogspanningsleidingen (komt alleen voor in het noordwestelijkste gedeelte van de gemeente).
E3 Vaker uitval door 'brown out' (uitval door te hoge vraag)			Elektriciteitscentrales niet aanwezig, effect uitval wel.
E4 Beperking thermische energiecentrales door warmer koelwater			Geen energiecentrales binnen de gemeente.
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
E5 Kansen zonne-energie			Gemeentebreed.
E6 Kansen biogas			Gemeentebreed.
<b>Zachte winter</b>			
E7 Lagere energievraag voor verwarmen			Gemeentebreed.
E8 Afname ijsaanwas windturbines			Gemeentebreed.
E9 Afname ijsaanwas hoogspanningsleidingen			Hoogspanningsleidingen (zuid-oosten en noorden van de gemeente).






## Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
E10 Uitval elektriciteit door inundatie			Elektriciteitscentrales, koppel-, schakel-, en transformatorstations, zonnepanelen.
<b>Toename frequentie en intensiteit wind</b>			
E11 Stormschade bovengrondse energie en infrastructuur			Hoogspanningsnetwerk
E12 Toename afschakelen windturbines bij storm			
E13 Kansen windenergie			
<b>Hogere waterstanden</b>			
E14 Uitval door schade en teloorgaan energie-infrastructuur			Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur.
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)</b>			
E15 Toename inslagschade			O.a. hoogspanningsnetwerk, hoogbouw.
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)</b>			
E16 Beschadiging ondergrondse infrastructuur door 'uprooting'			Ondergrondse energieinfrastructuur.
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)</b>			
E17 Toename inslagschade infrastructuur			Bovengrondse energieinfrastructuur.

## Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Drogere bodems in de zomer</b>			
E18 Minder capaciteit ondergrondse elektriciteitsleidingen			Ondergrondse elektriciteitsnetwerk.
<b>Toename bodemdaling</b>			
E19 Beschadiging kabels door zetting bodem			Bodemdaling komt binnen de gemeente met name langs de Goorloop, de Gulden Aa en de Bakelse Aa voor.
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>			
E20 Minder koelwater voor elektriciteitscentrales			Geen elektriciteitscentrale binnen de gemeente.
E21 Beperking waterkrachtcentrales			Geen waterkrachtcentrales binnen de gemeente.

## Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Hogere waterstanden</b>			
E22 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur			Mogelijk energie-infrastructuur langs wegen in overstromingsgebieden: langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

### *Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales*

Hitte vormt een bedreiging voor de capaciteit van elektriciteitsleidingen (ondergronds en bovengronds) en thermische energiecentrales. Door de toename van extreme hitte neemt de weerstand, in zowel de leidingen als in de centrales, toe waardoor energieverlies groter wordt. De capaciteit en daarmee ook de efficiëntie nemen hierdoor af. Dit vermindert de capaciteit van het totale elektriciteitsnetwerk waardoor het vatbaarder is voor storingen en uitval, met de financiële schade (kosten compensatie uitval) als gevolg. Tevens kan de verminderde capaciteit van thermische energiecentrales leiden tot een hogere energieprijis. Wat betreft de hoogspanning zijn de vatbaarheid van de kabels voor dit klimaat-effect afhankelijk van het materiaaltype. De Lo-Sag (type hoogspanningslijnen) en hoge temperatuurgeleiders zijn minder vatbaar voor dit klimaat-effect.

### *Toename energievraag door koeling*

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes veroorzaakt een toename van de koelbehoefte waardoor de energievraag stijgt (Meijs, et al., 2018). De hitte bevordert de aanschaf en het gebruik van koeltechnologie zoals airconditioningsystemen en ventilatoren. De toename van de vraag draagt bij aan de verhoging van de piekvraag in het energienetwerk waardoor de mate van overbelasting van het netwerk toeneemt. Als gevolg kan enerzijds de energieprijis stijgen en kan anderzijds de kans op storingen en uitval worden vergroot met de financiële schade (kosten compensatie uitval) van dien.

### *Kansen zonne-energie*

De toename van de hoeveelheid zonnestraling door de toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes is een kans voor de type 1 energieproducenten die gebruik maken van zonne-energie. Dit zal bijdragen aan de energietransitie: van het gebruik van fossiele energiebronnen naar hernieuwbare energiebronnen.

### *Kansen windenergie*

De toename van de frequentie en intensiteit van wind vergroot de beschikbaarheid van windenergie voor elektriciteitsproducenten. Het aantal windstille dagen zal dus naar verwachting afnemen. Dit klimaateffect vormt dus een kans voor producenten die gebruik maken van windturbines.

#### *Uitval elektriciteit door inundatie*

De toename van extreme piekneerslag veroorzaakt een toename van de kans op uitval van de elektriciteitsvoorziening door inundatie. Bij extreme piekneerslag in een gebied waar het hemelwater onvoldoende kan worden afgevoerd is de kans aanwezig dat objecten onder water komen te staan (inundatie). Dit leidt bij elektriciteitscentrales tot afschakeling en bij koppel-, schakel- en transformatorstations tot onbruikbaarheid. Ook kan inundatie van zonnepanelen (incl. transformator en bedrading) en geothermische energievoorziening leiden tot onbruikbaarheid. Zo kan hevige neerslag dus de kans op storingen en uitval van de energievoorziening vergroten met de bijbehorende financiële schade (kosten compensatie uitval). De duur van de overlast bij uitval over het algemeen geschat op dagen tot weken.


#### *Uitval door schade en teloorgaan energie infrastructuur*

Bij een overstroming door de stijgende zeespiegel of vanuit rivieren vindt er uitval van de energievoorziening plaats door schade en/ of het teloorgaan van mogelijk alle objecten van de energie-infrastructuur. In wijze treedt bij overstroming inundatie op van alle aanwezige energie-infrastructuur in het overstroomde gebied. Dit geldt dus ook voor zonneparken en geothermische energieproductie. De weerbaarheid van de elektriciteitscentrales aan de kust is dus van groot belang voor deze bedreiging.

## Informatie technologie (IT) en telecom

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft, welke adaptatiestrategie de gemeente in zou kunnen zetten en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar.

### Hitte

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
<i>IT1 Slechtere conditie ICT-infrastructuur door hitte</i>	@	!	ICT-infrastructuur.
<i>IT2 Hitte-uitval ICT-apparatuur en toename energiekosten voor ICT-operators</i>	@	!	ICT-objecten.
<i>IT3 Uitval en storingen door kabelsmelt en 'brownout'</i>	@	!	Elektriciteitsleidingen.
<i>IT4 Uitval en storingen door biologische besmettingen in airconditioning</i>	@	!	ICT-apparatuur met waternevelairconditioning.

### Wateroverlast

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
<i>IT5 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door vocht</i>	@	!	Gemeentebreed.
<i>IT6 Beperking satellietcommunicatie, microgolfantennes en mobiele signaalpropagatie</i>	@	!	Antennes.
<i>IT7 Uitval door waterschade van ICT-</i>	@	!	Gemeentebreed.

Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten)				
IT8 Beperking microgolfantennes en satellietcommunicatie door wind	@	!	Antennes.	V
IT9 Mechanische schade antennemasten mobiele communicatie en zendmasten zenderparken door wind	@	!	Antennes.	V
Hogere luchtvochtigheid				
IT10 Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed.	
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)				
IT11 Uitval ICT door inslagschade	@	!	Bovengrondse infrastructuur, hoogspanning.	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)				
IT12 Beschadiging ondergrondse ICT-infrastructuur door 'uprooting'	@	!	Ondergrondse infrastructuur.	V
Hogere waterstanden				
IT13 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur	@	!	Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur.	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)				
IT14 Uitval ICT door uitval elektriciteitsvoorzieningen door extremen	@	!	Gemeentebreed.	V

### Droogte

Klimaat <span>effect</span>	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Extremen nemen toe				
IT15 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door droogte	@	!	Gemeentebreed.	V
Toename bodemdaling				
IT16 Beschadiging kabels door zetting bodem	@	✗	Niet van toepassing.	V
Lagere luchtvochtigheid				
IT17 Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed.	V
Afname bruikbaar water door slechte oppervlaktewaterkwaliteit				
IT18 Verandering kwaliteit oppervlaktewater	@	✗	Geen datacenters.	

### Overstroming

Klimaat <span>effect</span>	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Hogere waterstanden				
IT19 Uitval van vitale en kwetsbare ICT-infrastructuur	@	!	ICT t.p.v overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.	

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

#### *Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur*

De toename van extreme hitte, droogte en extreme piekneerslag veroorzaakt een verslechtering van de conditie van fysieke ICT-infrastructuur (alle typen). Door de hoge temperaturen en de sterkere temperatuurafwisseling verouderen componenten van de fysieke infrastructuur sneller. Hierdoor neemt het risico op falen toe, wat voorkomen dient te worden door een toename van onderhoud (asset management). In verhouding met de andere klimaateffecten is de impact van dit risico relatief klein omdat het snel hersteld kan worden. Deze bedreiging is van toepassing op alle typen fysiek-technische objecten.

#### *Lekkage en inundatie ICT-objecten*

De toenemende piekneerslag vergroot de kans op waterschade bij ICT-objecten op twee manieren: bij water op straat aan de objecten op straatniveau en bij lekkage aan objecten in gebouwen. Ten eerste zijn de op straat geplaatste aansluit- en schakelkasten, accu's en eventuele generatoren van antennemasten (GSM/3G/4G/C2000) niet waterbestendig genoeg en waardoor deze waterschade op kunnen lopen bij water op straat. Deze type 4 objecten (m.u.v. mobiele signalen) kunnen hierdoor tijdelijk, tot enkele dagen, uitvallen. Ten tweede kan hevige piekneerslag voor wateroverlast zorgen in gebouwen waar zich ICT-objecten of noodstroomvoorzieningen voor ICT bevinden. Airconditioningsystemen, noodgeneratoren en dieseltanks voor noodstroom, transformatoren, accu's, voedingspanelen en kabelterminaties staan volgens Luijf en van Oort vaak in kelders. Hierdoor zijn deze type 3 objecten extra kwetsbaar voor uitval door waterschade bij lekkage wat tot maandenlang herstel of geen herstel kan leiden. Door deze enorme impact wordt dit klimaateffect gekenmerkt als de grootste bedreiging van wateroverlast op de sector ICT. Waterschade bij objecten op straatniveau vormt in theorie een kleiner risico omdat de hersteltijd van deze tijdelijke uitval op maximaal dagen wordt geschat.

#### *Hitte-uitval en hogere energiekosten ICT-operators*

Door de toename van extreme hitte neemt de kans op hitte-uitval van ICT-apparatuur toe en stijgen de operationele energiekosten voor ICT-operators. ICT-apparatuur is gemaakt om te functioneren bij een bepaalde gewenste temperatuurrange. Bij hogere temperaturen zal het daarom uit zelfbescherming afsluiten of mogelijk defect raken, wat bij SPoFs impact kan hebben ook grote schaal (nationaal/internationaal). De apparatuur heeft dus een stijgende behoefte aan verkoeling. Hierdoor stijgen de energiebehoefte en -kosten van de ICT-operator. De impact van deze bedreiging is relatief klein vanwege snel herstel (uren) en is van toepassing op objecten van type 3 (m.u.v. zendparken) en op de apparatuurkasten van antennemasten (type 4).

#### *Uitval ICT door uitval elektriciteitsvoorzieningen*

Omdat de sector ICT sterk afhankelijk is van de elektriciteitsvoorziening is de sector niet alleen kwetsbaar voor directe klimaateffecten maar ook voor de klimaateffecten op sector E. Zo veroorzaken de toename van extreme piekneerslag en de toename van de frequentie en intensiteit van hagel, wind en bliksem een toename van de kans op uitval van elektriciteit. Objecten van de elektriciteit-infrastructuur kunnen immers ook beschadigd raken door onder andere water op straat, lekkages, uprooting en (directe)inslag. Noodstroomvoorzieningen kunnen daardoor ook schade oplopen en hebben bovendien slechts een beperkte capaciteit. Wanneer de uitval van elektriciteit te lang duurt, kunnen noodvoorzieningen de energiebehoefte niet meer dekken. Tevens merken Luijf en van Oort op dat veel ICT-operators geen noodstroomvoorzieningen hebben omdat zij de elektriciteitsvoorziening in Nederland als zeer betrouwbaar achten. De cijfers over de kans op falen in de afgelopen jaren zijn in verhouding met andere landen namelijk goed. De vraag is echter of de sector wel voldoende is voorbereid op de stijgende risico's omtrent klimaatverandering en deze wel zo betrouwbaar is om geen noodvoorziening aan te schaffen.

#### *Uitval bij overstroming*








Tot slot vormt een overstroming, als gevolg van de hogere waterstanden, een bedreiging voor de sector ICT door het veroorzaken van uitval van vitale en kwetsbare ICT-infrastructuur (Meijs, et al., 2018). Zoals in de vorige alinea is beschreven vergroten waterschade van ICT-infrastructuur en uitval van elektriciteitsvoorzieningen de kans op ICT-uitval. Bij (gedeeltelijk) onder water staan tijdens een overstroming treedt dus uitval tot verlies van ICT-objecten (en bijbehorende functies en dienstverlening) op. Wat betreft de antennemasten zijn het de bijbehorende schakelkasten en accu's die door onder water staan het functioneren van de antenne stilleggen. Een overstroming heeft dus een grote impact, met maandenlange herstel tot geen herstel als gevolg, op alle type 3 en 4 objecten (m.u.v. mobiele signaalpropagatie). Deze impact wordt vergroot omdat de behoefte aan informatie- en communicatie ten tijde van een overstroming juist extra groot is. Door belangrijke knooppunten als SPoFs en back-up locaties tijdig waterbestendig te maken en op hoger grondgebied te plaatsen kan de hersteltijd worden ingekort..







## Veiligheid

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft en of het risico in de gemeente aanwezig is en zo ja, waar. De mogelijke adaptatiestrategie is in de laatste kolom weergegeven, waarbij V voor voorlichting, B voor beleidskader, en M voor maatregelen staat.

### Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
V1 Toename hitte gerelateerde gezondheidsklachten		!	Hittegevoelige gebieden, risicogroepen.
V2 Toename druk op medische hulpdiensten		!	Huisartensposten/EHBO.
V3 Toename blackouts en kans uitval IT		!	(Cruciale) ICT-voorzieningen.
<b>Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater, warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
V4 Toename risico's voor grote evenementen		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.

### Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
V5 Afname veiligheid door toename wateroverlast		!	Locaties met knelpunten vanuit riool, wegen.
V6 Toename risico voor grote evenementen		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)</b>			
V7 Toename risico's buitenevenementen		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere allerlei activiteiten in en rondom kasteel Helmond, het blaafestijn in het centrum, de triathlon Brabant en concenerten in het Warandepark.
V8 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen		!	Elektriciteitsnetwerk.
V9 Toename kans vallende objecten		!	Gemeentebreed.

### Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Droogere bodems in de zomer</b>			
V10 Toename kans op brand		!	Risicogebied natuurbrand.
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>			
V11 Afname beschikbaarheid voor energie-industrie		!	

## Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Hogere waterstanden</b>			
V12 Afname territoriale veiligheid overstromd gebied			Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.
V13 Afname bereikbaarheid hulpdiensten			Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.
V14 Afname fysieke veiligheid bij overstroming			Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.
V15 Sociale instabiliteit door verstoring dagelijks leven bevolking bij overstroming			Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.
V16 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur bij overstroming			Mogelijk langs overstromingsgebieden langs de Goorloop, de Bakelse Aa en de Aa.

De belangrijkste bedreigingen en kansen voor deze sector zijn hieronder nader toegelicht.

### *Infectieziekten en grootschalige ziektegolven*

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes vergoot de kans op infectieziekten en grootschalige ziektegolven (ANV, 2016). Dit heeft meerdere oorzaken. De uitwisseling van ziekten tussen en dieren en mensen verandert door de hitte (Meijs, et al., 2018). Door de hitte ontstaat bijvoorbeeld een opkomst van vector-overdraagbare ziekten (geleedpotigen) in aantal (populatiegroei) en door de komst van exoten (Wuijts, et al, 2014). Daarnaast neemt de kans op water- en voedsel overdraagbare infectieziekten water toe, bijvoorbeeld door de toename van blootstelling door meer waterrecreatie (Meijs, et al., 2018) (Wuijts, et al, 2014). Dit vergroot de kans op een grootschalige ziektegolf, wat de mogelijkheid tot een pandemie of epidemie vergoot. Volgens het Nationale Veiligheidsprofiel heeft een ernstige grieppandemie de op één na grootste impact op de nationale veiligheid van alle mogelijke veiligheidsrisico's (ANV, 2016). Tot slot kan dit, naast de fysieke veiligheid, ook een bedreiging vormen voor de territoriale veiligheid wat betreft de inkoop van vaccins door Nederland (ANV, 2016).

### *Hitte gerelateerde gezondheidsklachten*

De toename van extreem hoge temperaturen en warmere periodes veroorzaakt ten eerste een toename van hittestress, wat leidt tot een toename van gezondheidsklachten zoals hart-, vaat- en luchtwegziekten. Ten tweede veroorzaakt de hitte in combinatie met fijnstof een toename van zomersmog (Meijs, et al., 2018). De slechte luchtkwaliteit door de smog vergroot de kans op luchtwegziekten. Ten derde veroorzaakt de toename van blootstelling aan Uv-straling voor een toename van staar en huidkanker (Meijs, et al., 2018). Al deze effecten veroorzaken een toename van zieken, ziekenhuisopnamen en vroegtijdig overlijden. Demografische trend als vergrijzing, individualisering en het steeds vaker en langer thuis blijven wonen van ouderen vergroot de impact (ANV, 2016). Kortom, hitte vormt een bedreiging voor de volksgezondheid en daarmee de fysieke veiligheid.

### *Druk op medische hulpdiensten*

De toename van hittestress, als gevolg van extreme hitte, veroorzaakt een verhoogde druk op eerste hulpdiensten (Meijs, et al., 2018). Door de toename van de eerder genoemde gezondheidsklachten door hitte is meer inzet van eerste hulpdiensten nodig zoals ambulancediensten en EHBO-posten. Dit betekent een druk op zowel mankracht (personeel) als de beschikbaarheid van materieel (voertuigen, hulpmiddelen, medicijnen). Wanneer hulpdiensten onvoldoende anticiperen op deze verandering kan de fysieke veiligheid in gevaar komen.

### *Toename kans op brand*

De toename van extreme hitte veroorzaakt een toenemende kans op branden in combinatie met een periode van droogte. Hiermee stijgt ook de kans op onbeheersbare branden waarbij evacuatie nodig is (ANV, 2016). Dit vergroot de druk op hulpdiensten (met name brandweer, politie) en de ecologische en fysieke veiligheid. Zo zou bijvoorbeeld de kans op een onbeheersbare natuurbrand op de Veluwe normaliter 1:25 jaar zijn, maar in jaren met grote droogte maar liefst 1:2 jaar (ANV, 2016). Naast natuurbranden zijn ook bermen, recreatief

groen, stedelijk groen en gebouwen (groene daken, verticaal groen) vatbaar voor dit klimaateffect. Zelfs na de zomermaanden kan dit verhoogde risico aanhouden (Kok, 2018).

#### *Risico's buitenevenementen*

Zowel de extreme piekneerslag als de toenemende frequentie en intensiteit van wind, bliksem en hagel veroorzaken verhoogde veiligheidsrisico's voor buitenevenementen, met name voor meerdaagse evenementen met overnachting (Meijs, et al., 2018). Allereerst kunnen deze extreme weersomstandigheden materiele schade aanrichten aan bijvoorbeeld tenten, podia en apparatuur (licht, geluid, communicatie). Mogelijk dient een evenement zelfs geannuleerd te worden vanwege het weer. Op lokale schaal kan dit een bedreiging vormen voor de economische veiligheid. Tot slot kan de fysieke veiligheid van bezoekers onder druk staan door het risico op onderkoeling, griep (natte kleding, natte tenten) en ongelukken (natte ondergrond). Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging.

#### *Afname fysieke veiligheid bij overstroming (ANV, 2016)*

De fysieke veiligheid kan worden aangetast door een overstroming omdat mensen kunnen overlijden (bijv. verdrinken), gewond kunnen raken en vatbaar zijn voor ziekten (mentaal en fysiek) (ANV, 2016). Ook kan het overstromen van wegen en parkeervoorziening de bereikbaarheid van medische hulpdiensten belemmeren. Dit geldt voor zowel de bereikbaarheid van hulpbehoevenden voor de hulpdiensten (bijv. ambulance) als de bereikbaarheid van ziekenhuizen en huisartsen voor de hulpbehoevenden. Tot slot kan een gebrek aan primaire levensbehoeften optreden door bijvoorbeeld verlies van huisvesting, drinkwater-, voedsel- en energievoorziening. Het herstel van deze voorzieningen tot lange tijd na een overstroming duren.

#### *Sociale instabiliteit door verstoring dagelijks leven bevolking bij overstroming (ANV, 2016)*

Een overstroming kan maatschappelijke onrust veroorzaken doordat het dagelijks leven van grote groepen mensen wordt verstoord (ANV, 2016).

## BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

## BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE



## BIJLAGE E RESULTATEN HITTESTRESS

## BIJLAGE F RESULTATEN OVERSTROMING

## BIJLAGE G VERZAMELKAART KWETSBARE LOCATIES

## COLOFON

KLIMAATSTRESSTEST  
GEMEENTE HELMOND

**AUTEUR**

Tetje Henstra

**PROJECTNUMMER**

C03131.000048

**ONZE REFERENTIE**

083940075 AColofon80

**DATUM**

21 januari 2020

**STATUS**

Definitief

**GECONTROLEERD DOOR**

Joost Veltmaat  
Projectleider en adviseur waterbeheer

**VRIJGEGEVEN DOOR**

Joost Veltmaat  
Projectleider en adviseur waterbeheer

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 1018  
5200 BA 's-Hertogenbosch  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)