

# KLIMAATSTRESSTEST

Gemeente Bladel

23 SEPTEMBER 2019



## Contactpersoon

**SIMONE MOL**  
Adviseur Stedelijk Water

T +31 650736782  
M +31 650736782  
E [simone.mol@arcadis.com](mailto:simone.mol@arcadis.com)

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

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>8</b>
1.1	Het klimaat verandert	8
1.2	Verantwoording	9
1.3	Leeswijzer	10
<b>2</b>	<b>WATEROVERLAST</b>	<b>11</b>
2.1	Neerslagpatroon	11
2.2	Water op straat	12
2.3	Overstromingsrisico watersysteem	13
2.4	Grondwateroverlast	14
<b>3</b>	<b>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	Kwetsbare natuurgebieden voor droogte	21
3.5	Risico's waterkwaliteit	21
3.6	Bodemdaling, zettingsgevoeligheid en funderingsschade	24
<b>4</b>	<b>HITTE</b>	<b>25</b>
4.1	Zomerse en tropische dagen per jaar	25
4.2	Hittestress door warme nachten	25
4.3	Oppervlaktetemperatuur	26
4.4	Opwarming oppervlaktewater	29
<b>5</b>	<b>OVERSTROMING</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>AANPAK SECTORANALYSE</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>SECTOR WATER EN RUIMTE</b>	<b>33</b>
7.1	Definitie sector	33
7.2	Effect klimaatverandering op de sector	33

Hitte	33
Wateroverlast	34
Droogte	34
7.3      Praktijkervaringen gemeente	35
<b>8    SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ</b>	<b>36</b>
8.1      Definitie sector	36
8.2      Effect klimaatverandering op sector	36
Hitte	36
Wateroverlast	36
Droogte	37
8.3      Effect klimaatverandering per gewastype in Bladel	38
Gras	38
Mais	38
Aardappelen	38
8.4      Praktijkervaringen gemeente	39
<b>9    NATUUR</b>	<b>40</b>
9.1      Definitie sector	40
9.2      Effect klimaatverandering op sector	40
Hitte	40
Wateroverlast	41
Droogte	41
9.3      Praktijkervaringen gemeente	41
<b>10   GEZONDHEID</b>	<b>42</b>
10.1     Definitie sector	42
10.2     Effect klimaatverandering op sector	42
Hitte	42
Wateroverlast	43
Droogte	44
10.3     Praktijkervaringen gemeente	44
<b>11   SECTOR RECREATIE &amp; TOERISME</b>	<b>46</b>
11.1     Definitie sector	46
11.2     Effect klimaatverandering op sector	46
Hitte	46
Wateroverlast	47
Droogte	47

11.3	Praktijkervaringen gemeente	47
<b>12</b>	<b>INFRASTRUCTUUR</b>	<b>49</b>
12.1	Definitie sector	49
12.2	Effect klimaatverandering op sector	49
	Hitte	49
	Wateroverlast	50
	Droogte	50
12.3	Praktijkervaringen gemeente	50
<b>13</b>	<b>ENERGIE</b>	<b>51</b>
13.1	Definitie sector	51
13.2	Effect klimaatverandering op sector	51
	Hitte	51
	Wateroverlast	52
	Droogte	52
13.3	Praktijkervaringen gemeente	52
<b>14</b>	<b>SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM</b>	<b>54</b>
14.1	Definitie sector	54
14.2	Effect klimaatverandering op sector	54
	Hitte	54
	Wateroverlast	54
	Droogte	55
14.3	Praktijkervaringen gemeente	55
<b>15</b>	<b>VEILIGHEID</b>	<b>56</b>
15.1	Definitie sector	56
15.2	Effect klimaatverandering op sector	56
	Hitte	56
	Wateroverlast	57
	Droogte	57
15.3	Praktijkervaringen gemeente	57
<b>16</b>	<b>SAMENVATTING EN CONCLUSIE</b>	<b>61</b>
16.1	Samenvatting uitkomsten klimaatstresstest	61
16.2	Sectoranalyse	62
16.3	Aanbevelingen voor vervolg	64



## BIJLAGEN

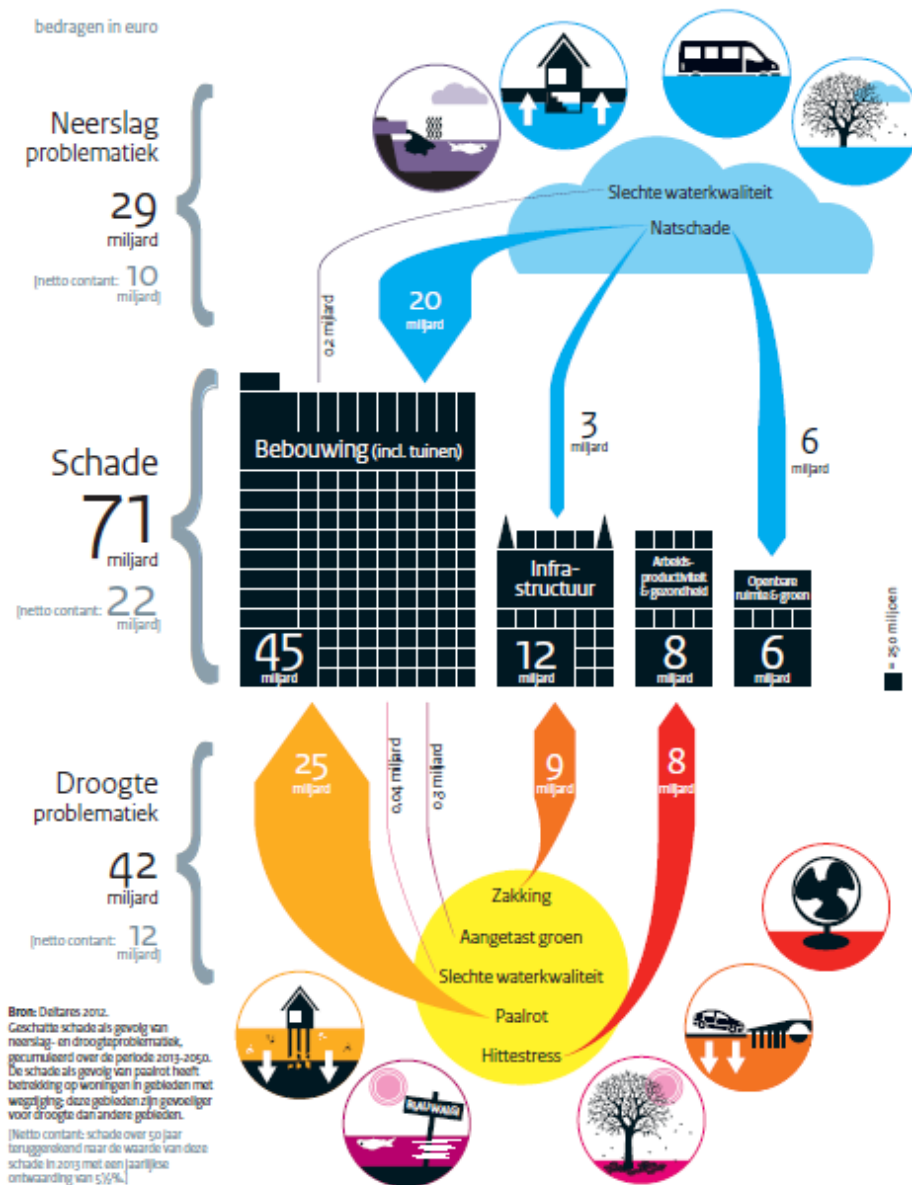
<b>BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES</b>	<b>67</b>
<b>BIJLAGE B TOELICHTINGEN BEDREIGINGEN EN KANSEN</b>	<b>70</b>
<b>BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG</b>	<b>83</b>
Maximale waterdiepte bui 8, bui 9, bui 1 juni 2016, 70 mm en 90 mm.	83
Begaanbaarheid bij 70 mm en 90 mm.	83
Wateroverlast vanuit het watersysteem.	83
<b>BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE</b>	<b>84</b>
Kwetsbaarheid verdroging	84
Knelpunten waterkwaliteit	84
Kwetsbaarheid droogte landbouw	84
<b>BIJLAGE E RESULTATEN HITTE</b>	<b>85</b>
Kwetsbaarheid gemeente oppervlaktetemperatuur	85
Kwetsbaarheid kernen oppervlaktetemperatuur	85
Kwetsbaarheid gemeente 'mate van hittestress'	85
Kwetsbaarheid kernen 'mate van hittestress'	85
<b>COLOFON</b>	<b>86</b>

# 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, besmettelijke ziekten en verandering van de voedselzekerheid. 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 1: 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.

natuur; landbouw, tuinbouw en visserij; gezondheid; recreatie en toerisme; infrastructuur; energie; IT en telecom; en veiligheid. 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: risicodialogoog 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 en de risicokaart voor kwetsbare locaties.

### 1.3 Leeswijzer

In deze rapportage zijn de effecten van klimaatverandering voor de gemeente Bladel 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

Het tweede deel (H6 t/m 15) behandelt de impact daarvan op de 9 sectoren:

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

De rapportage sluit af met conclusies en aanbevelingen voor het vervolgtraject: het voeren van risicodialogoog 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 Bladel 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 Bladel 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). Te zien is dat in 2050 de verwachting is dat er circa 50mm meer neerslag valt.

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

	Huidig	WH 2050
Jaarlijkse neerslag	800-850mm	850-900mm

Vooraf een toenemende intensiteit van neerslag vergroot de kans op wateroverlast. Uit Tabel 2 blijkt dat de kans (herhalingstijd) dat extreme buien voorkomen sterk toeneemt in de toekomst. In de volgende paragraaf is de kwetsbaarheid van de bebouwde omgeving voor wateroverlast door extreme neerslag weergegeven.

Tabel 2: Standaarden klimaatbuien voor stresstest (bron: Stichting Rioned)

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. In mei en juni 2016 is extreem veel neerslag gevallen in de gemeente Bladel:

*Juni 2016 werd gekenmerkt door veel neerslag en hevige piekbuien. In Nederland is hierdoor op verschillende plaatsen wateroverlast opgetreden. Ook in de gemeente Bladel is veel regen gevallen. Uit een neerslaganalyse blijkt zelfs dat de gemeente Bladel koploper is als het gaat om de hoogste gemiddelde neerslagsom van heel Nederland: 254 mm. Dit is bijna 4x zo veel als in een gemiddelde in de maand juni zou vallen. Als gevolg van deze hevige neerslag heeft de gemeente in totaliteit 226 meldingen van burgers en bedrijven ontvangen in juni 2016.*

*(bron: Raadsmededeling wateroverlast gemeente Bladel juni 2016).*



## 2.2 Water op straat

Voor een analyse van de kwetsbaarheid van de gemeente Bladel voor extreme neerslag is de bebouwde omgeving blootgesteld aan de buien van 70 en 90 mm in een uur die in Tabel 2 zijn weergegeven. Daarnaast zijn ook de minder intensieve buien: bui 8 en Bui 9 (Kennisebank Stedelijk Water) doorgerekend. Met een rioleringsmodel is berekend waar 'water op straat' en 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.

### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

Onderstaand zijn per kern de locaties weergegeven die bij een neerslaggebeurtenis van 70 mm gevoelig zijn voor wateroverlast. Hierbij is specifiek gelet op locaties waar water tegen de kwetsbare gebouwen is berekend en straten met de grootste waterdiepten. Daarnaast is een analyse gemaakt waarin de begaanbaarheid van wegen en water tegen/in gebouwen in kaart gebracht wordt.

#### Bladel

Helleneind, Europalaan, P.G. Ballinglaan en Bleijenhoek zijn voor de kern Bladel belangrijke ontsluitingswegen die bij een bui van 70 mm/uur gedeeltelijk niet begaanbaar zijn. Ook de Hallenstraat, de hoofdontsluiting van bedrijventerrein de Sleutel is onbegaanbaar. Van de woonstraten zijn onder andere de Hofstad, Tuinstraat en Heeleind onbegaanbaar bij een extreme gebeurtenis.

#### Hapert en Dalem

De hoofdontsluitingswegen de Weijer, Ganzestraat, Nieuwstraat en de Oude Provinciale weg blijven bij een neerslaggebeurtenis van 70 mm/uur en 90 mm/uur begaanbaar. Enkel nabij de Oude Provinciale weg 71 tot 81 is de weg onbegaanbaar.

Water op straat en onbegaanbare wegen komt hoofdzakelijk centraal in Hapert voor. De straten Venus en omgeving, Mercurius, De Ploeg, Herderstasje en omliggende straten zijn kwetsbaar. Het bedrijventerrein aan de noordwestzijde van Hapert is kwetsbaar bij extreme neerslaggebeurtenissen.

### Hoogeloon

De riolering in Hoogeloon bestaat hoofdzakelijk uit een gemengd stelsel aangelegd in 1968 met relatief kleine diameters. Bij hevige neerslag is er sprake van water op straat in een groot deel van de kern. Water op straat en onbegaanbare wegen worden onder andere berekend ter plaatse van Ten Eiken / Bieshof, Hoofdstraat / Valensplein, De Hoef / Het Vonderke. De gemeente is momenteel een visie aan het opstellen voor Hoogeloon waarbij een robuust hemelwaterstelsel wordt ontworpen gericht om water te bergen en ten infiltreren.

### Casteren

De wegen Kranenberg en de aansluitende straten Het Nieveld en Zandstraat liggen relatief laag ten opzichte van de omgeving en zijn daarom gevoeliger voor water op straat. Ook in de Laaibeemden en Hemelrijken wordt water op straat berekend. Deze wegen zijn bij 70 mm/uur slecht tot onbegaanbaar.

### Netersel

Water op straat wordt berekend voor de doorgaande wegen De Hoeve en de Fons van der Heijdenstraat. Daarnaast is er sprake van water op straat ter plaatse van Beemke en in de Latestraat. Bij hevige neerslag zijn de wegen slecht begaanbaar.

## **2.3 Overstromingsrisico watersysteem**

Bij hevige neerslag kan het watersysteem bestaande uit beken en sloten de afvoer niet aan en lopen de laaggelegen delen onder water (inundatie). In het Provinciaal milieu- en waterplan 2016 – 20210 zijn de gebieden opgenomen die inunderen. Onder het watersysteem worden de sloten, beken en regionale rivieren/beken verstaan, niet de grote rivieren (deze zijn opgenomen in hoofdstuk 5).

De overstromingsgebieden zijn weergegeven in bijlage C en omvatten de locaties die van oudsher al regelmatig inunderen (natuurlijke overstromingsgebieden), gebieden die de afgelopen periode door de waterschappen concreet zijn ingericht (gestuurde waterbergingsgebieden) voor waterberging en gebieden die gedurende de planperiode van de waterbeheerplannen van de waterschappen concreet ingericht zullen worden (in te richten waterbergingsgebieden). In bijlage C zijn de te inundatiegebieden voor de huidige situatie (herhalingstijd 1 per 10 jaar) en de voor het toekomstige klimaat met een herhalingstijd eens per 100 jaar (inclusief geplande projecten als beekherstel) weergegeven.

### **Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?**

De belangrijkste watergangen in de gemeente Bladel zijn de Aa of Goorloop en het Dalems Stroompje die samen vanaf Hapert verder stromen als de Groote Beerze. Op de grens met de gemeente Reusel stroomt de Raamsloop en ten oosten van Hoogeloon is de Kleine Beerze gelegen.

In de huidige situatie treedt het grootste overstromingsrisico op vanuit Aa of Goorloop en het Dalems Stroompje ten zuiden van de kernen Bladel en Hapert en in het beekdal van de Groote Beerze. Voor de toekomstige situatie nemen de overstromingsgebieden hoofdzakelijk in de beekdalen van de Groote Beerze en het Dalems Stroompje toe.

In 2016 is zoals op de vorige bladzijde is beschreven in Bladel veel neerslag gevallen. Dit had tot gevolg dat percelen onderliepen en landbouwgewassen verloren gingen. Er was op enkele locaties een duidelijke relatie tussen bebouwd gebied en buitengebied. Bijvoorbeeld bij bedrijventerrein De Sleutel in Bladel in relatie tot de Raamsloop, in de kern Hoogeloon en Veilig Oord in Bladel in relatie tot watergangen van waterschap de Dommel. Voor bedrijventerrein de Sleutel zijn plannen in ontwikkeling om het bedrijventerrein klimaatrobust te maken. De laatste grote opgave is om samen met Waterschap de Dommel waterberging te realiseren om het water vertraagd af te voeren naar de Raamsloop. In Hoogeloon wordt een watervisie opgesteld het opstellen waarbij het gemengde stelsel wordt vervangen door een robuust gescheiden systeem. Ter plaatse van Veilig Oord is met de aanleg van de nieuwe randweg retentievijvers gerealiseerd.



## 2.4 Grondwateroverlast

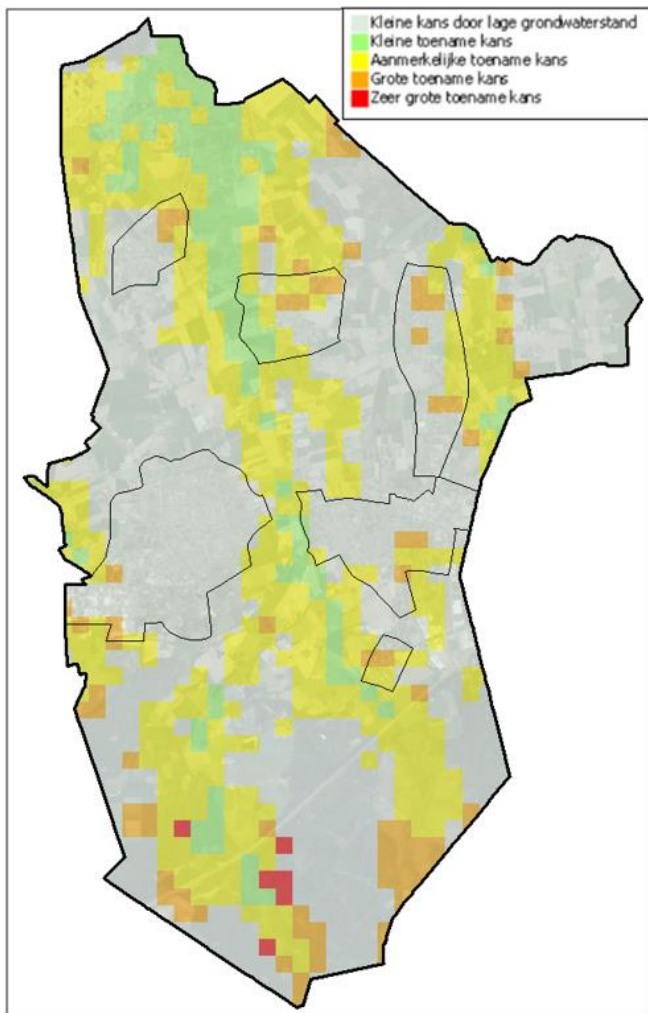
In de KNMI '14 klimaatscenario's neemt de neerslag in de winter toe, terwijl de verdamping ongeveer gelijk blijft. Een gevolg daarvan is dat de aanvulling van het grondwater in de winter toeneemt, de grondwaterstand stijgt, kwel (uittredend grondwater) toeneemt en daarmee de kans op overlast groter wordt. 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 Bladel?**

Uit de analyse van de klimaateffectatlas (Figuur 2) kan worden opgemaakt dat de kans op een toename van grondwateroverlast in 2050 voor een groot deel van de gemeente Bladel klein is. Met name in het buitengebied in de beekdalen van oppervlaktewateren (de Aa/Goorloop, Dalemstroompje en de Groote en Kleine Beerze) is er een verhoogde kans op grondwateroverlast. In de kernen Netersel, Casteren en Hoogeloon wordt lokaal grote toename (20 tot 50 cm) berekend.



Kans op grondwateroverlast 2050			
Klasse	Grondwater stijging	Grondwaterstijging	Grondwaterdiepte (m)
	landelijk (m)	stad (m)	
Zeer grote toename kans	>0,5	>0,3	<1,1
Grote toename kans	0,2-0,5	0,1-0,3	<1,1
Aanmerkelijke toename kans	0,05-0,2	0,03-0,1	<1,1
Kleine toename kans	<0,05	<0,03	<1,1
Kleine kans door lage grondwaterstand			>1,1

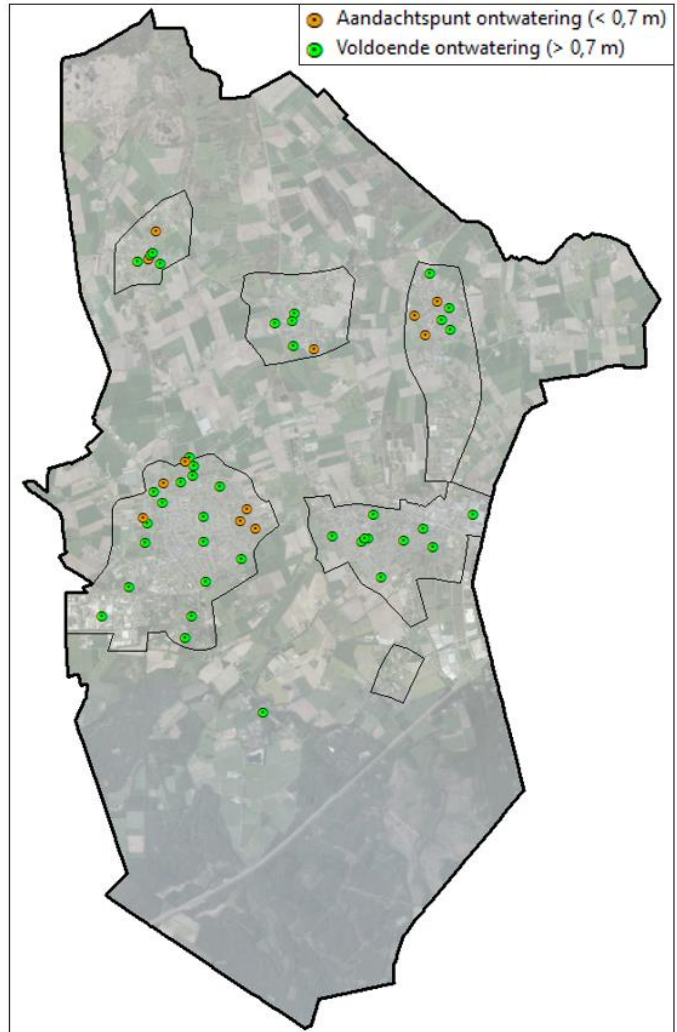
*Figuur 2: Kans op toename grondwateroverlast tot 2050 (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 24 januari 2019)*

Vanuit het grondwatermeetnet van de gemeente Bladel is bekend dat in de huidige situatie de volgende locaties (Figuur 3) gedeelte van het jaar onvoldoende ontwateringsdiepte hebben. Hiermee zijn deze locaties ook een aandachtspunt voor het optreden van grondwateroverlast.

De ontwatering in de kern van Hoogeloon is in de huidige situatie al een aandachtspunt. De berekende stijging uit de klimaateffect atlas kan grondwateroverlast veroorzaken. Grondwateroverlast kan onder andere bestaan uit:

- Hoge luchtvochtigheid in huis en schimmelvorming door natte kruipruimtes of optrekkend vocht in muren
- Doorslaand vocht in kelders
- Drassige tuinen en langdurig natte groenstroken in de wijk
- Schade aan stedelijk groen en omwaaien van bomen door verdrinking van wortels
- Schade aan panden als gevolg van wijziging in de opwaartse waterdruk onder de fundering
- Spoorvorming en ongelijkmatige verzakking van wegen en straatverharding.

Geadviseerd wordt om de grondwaterstand te blijven monitoren. Door de gemeente wordt bij reconstructie- en ontwikkelwerkzaamheden al grondwaterreguleerende middelen zoals infiltratieriolen aangelegd. Deze riolen infiltreren bij een lage grondwaterstanden en draineren bij te hoge grondwaterstanden.



Figuur 3: Aandachtspunten ontwatering (minder dan 0,70 meter onder maaiveld)



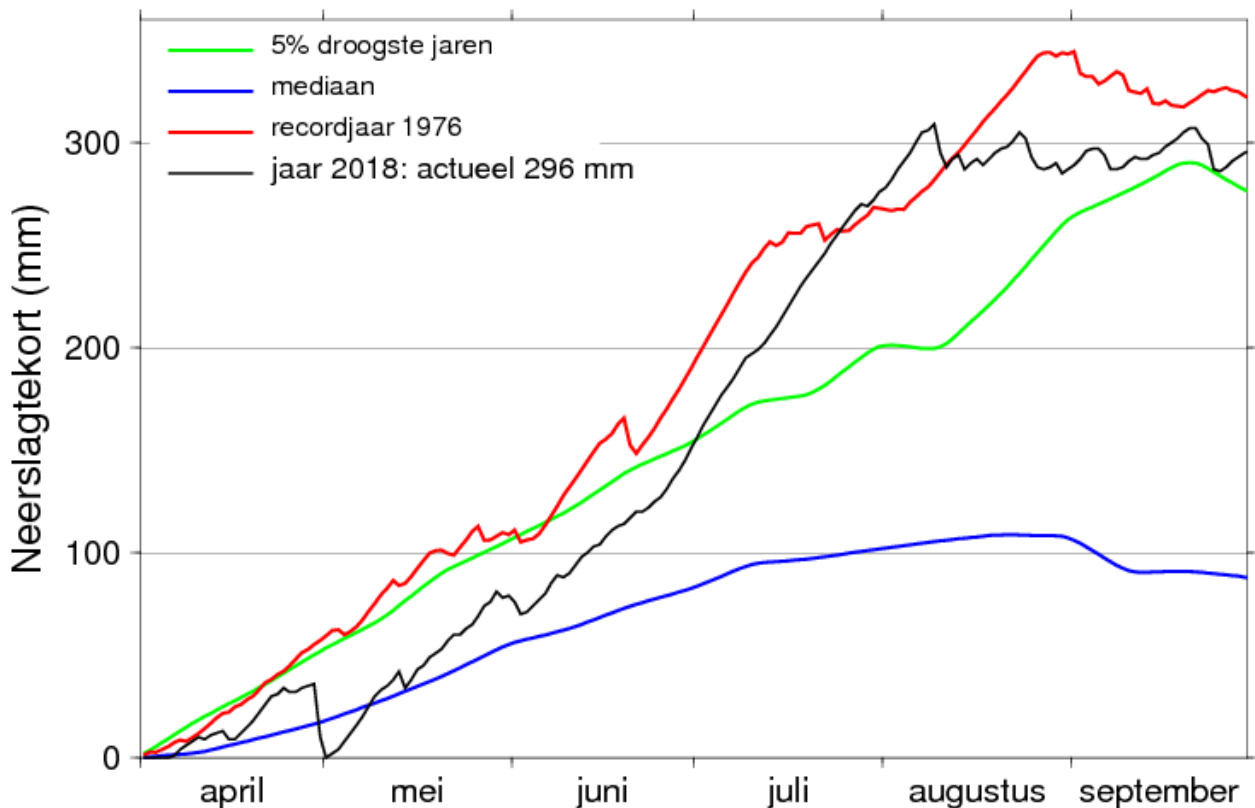
### 3 DROOGTE

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. Ook in onderstaande afbeelding is te zien dat 2018 bij de 5% droogste jaren behoort.



(c) KNMI, bijgewerkt 2018-10-11, 17:19 UT

Figuur 4: Neerslagtekort in Nederland in 2018. Landelijk gemiddelde over 13 stations (bron: KNMI, geraadpleegd op 24 januari 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 1 uit Manifest Klimaatbestendige stad, Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering).

De kwetsbaarheid van Bladel voor droogte is in kaart gebracht voor de (ontwikkeling van de) volgende aspecten: kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging en kwetsbaarheid voor funderingsschade als gevolg

van paalrot. Daarnaast is middels 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 Bladel?

Uit de modelresultaten (2014) van KNMI klimaatscenario WH2050 kan worden opgemaakt dat het potentieel 10-jarig neerslagtekort momenteel 210-240 mm bedraagt en kan oplopen tot 300-330 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.

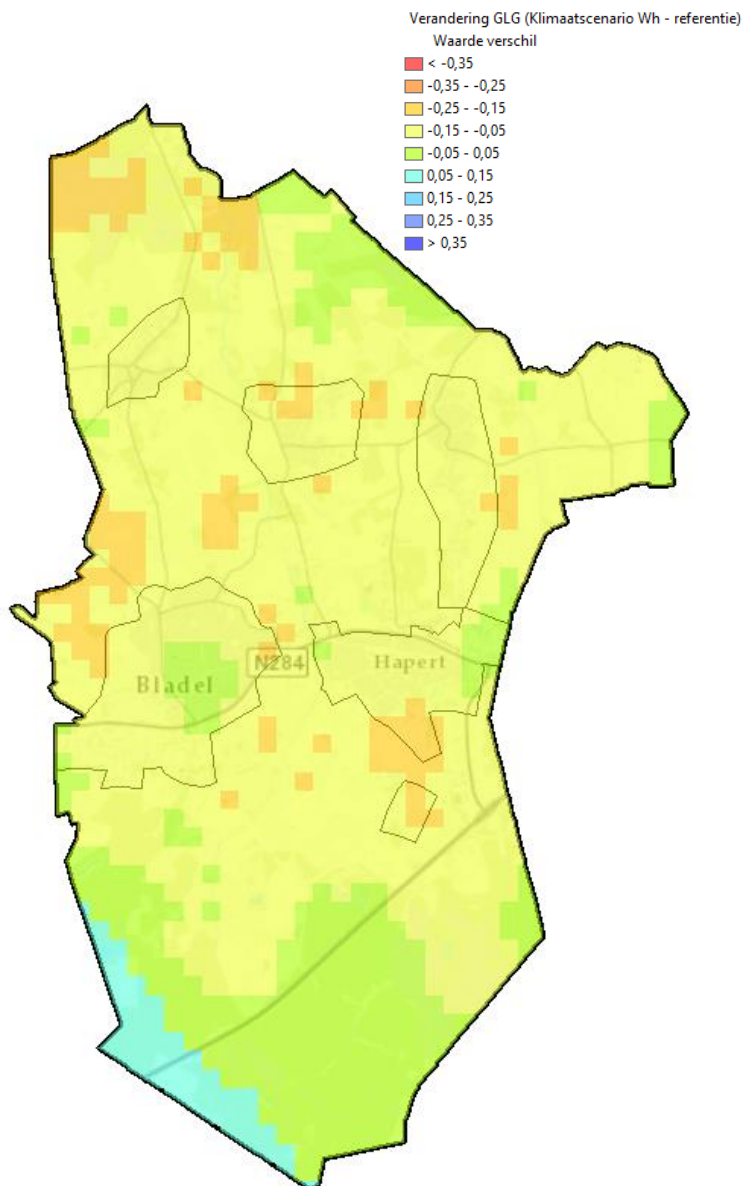
De resultaten van de klimaateffectatlas zijn gebaseerd op het Nationaal Water Model. Hierin is geen rekening gehouden met specifieke lokale factoren als onttrekkingen.

### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

In het grootste gedeelte van de gemeente Bladel is in klimaatscenario WH2050 een daling van 5 tot 15 cm te zien in de gemiddeld laagste grondwaterstand. In het gebied ten noorden van de kern Netersel (Neterselsche Heide), ten noordwesten en noorden in het buitengebied van Bladel en ten zuiden van de kern Hapert is een daling van circa 15 tot 25 cm berekend. In het zuidwesten

In het zuidwesten tegen de Belgische grens wordt een stijging van de gemiddeld laagste grondwaterstand berekend van 0,05 m tot 0,15 m. 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 verder onder maaiveld ligt, heeft de verwachte toename van de verdamping minder effect op de grondwaterstanden.

De huidige grondwaterstand ligt relatief diep (>1,5 meter). Negatieve effecten worden daarom niet direct verwacht. Wel wordt geadviseerd de grondwaterstanden te blijven monitoren middels onder andere het gemeentelijk grondwatermeetnet.



Figuur 5: Verandering gemiddeld laagste waterstand klimaatscenario WH2050 ten opzichte van huidig klimaat (bron: Waterschap de Dommel)

### 3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

Een tekort aan neerslag en lage grondwaterstanden kunnen leiden tot verdroging van vegetatie. De gevolgen hiervan verschillen per type vegetatie (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

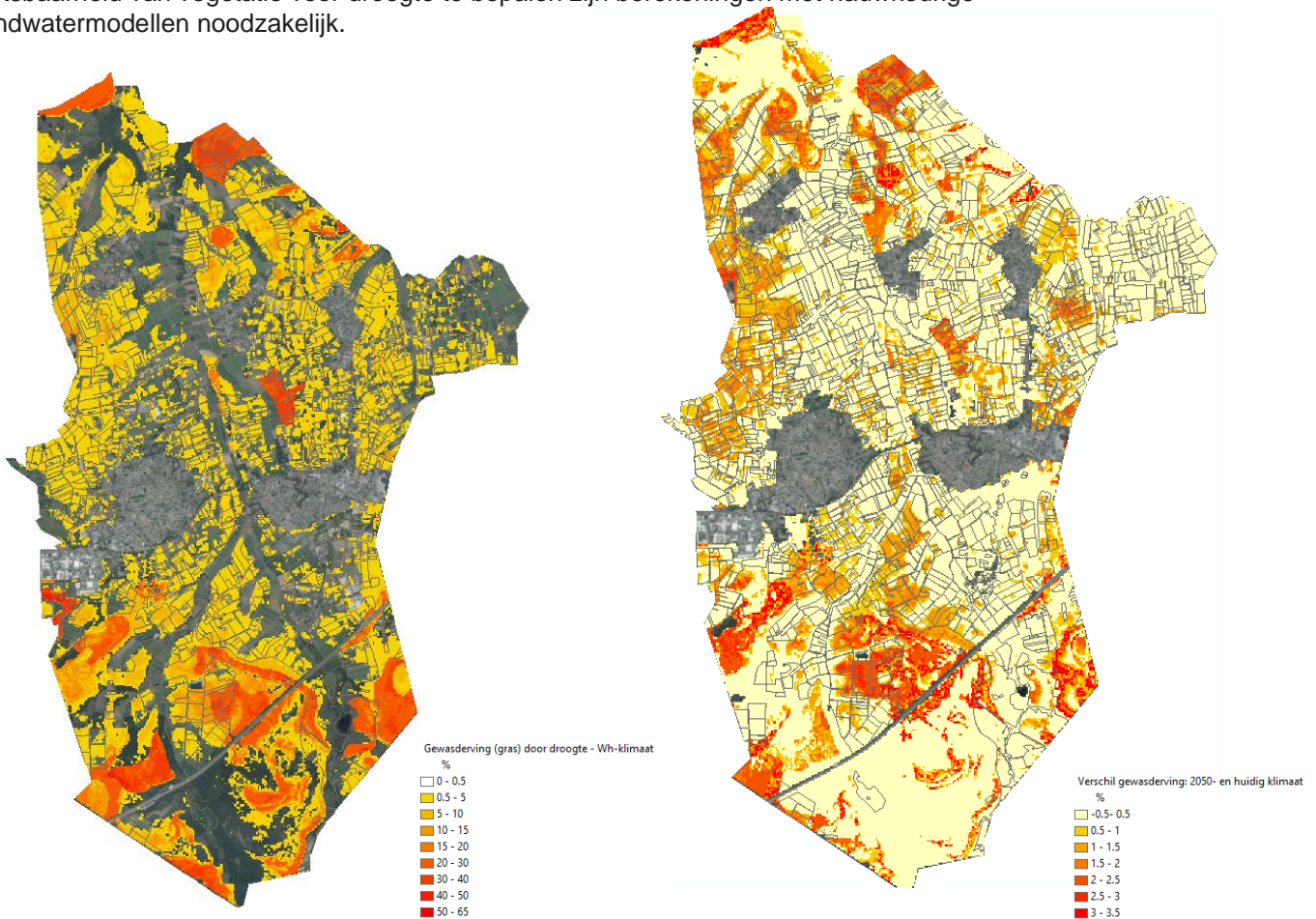
Wanneer gras onvoldoende wateraanvoer krijgt leidt dit tot verdroging van de graslaag. De graslaag droogt uit wat leidt tot een verkleuring van de gras-vegetatielaag. Doordat de graslaag onvoldoende vocht kan onttrekken leidt dit ook tot een tekort aan voedingsstoffen. Daarnaast zal het gras de verdamping 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).

### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

De gemeente Bladel ligt op relatief hoge droge zandgronden. Deze gebiedskenmerken zorgen bij een afname van neerslag en toename van verdamping een risico op verdroging van vegetatie. Met behulp van de tool Waterwijzer landbouw (<https://waterwijzerlandbouw.wur.nl>) is voor Bladel de kwetsbaarheid van vegetatie voor droogte inzichtelijk gemaakt (zie Figuur 6 en bijlage D). Op basis van bodemsoort<sup>2</sup>, de gemiddeld laagste en hoogste grondwaterstand<sup>3</sup> en de verandering in grondwaterstand (Figuur 5) is het percentage gewasderging berekend voor de huidige situatie en het klimaatscenario 2050WH. Om over de hele gemeente een relatieve vergelijking te kunnen maken voor de kwetsbaarheid van vegetatie is deze analyse gemaakt voor één referentiegewas, zijnde gras.

Er komt een in de praktijk herkenbaar beeld uit. In het zuiden zijn de hoogste en droogste gebieden gelegen. Deze gebieden zijn in de huidige situatie al kwetsbaars voor verdroging (bijlage D). In het zuidelijk van Bladel is in het klimaatscenario 2050WH een stijging van de grondwaterstand berekend met het Nationaal Water Model (Figuur 5) en neemt de berekende gewasderging in 2050 niet verder toe. In de laag gelegen beekdalen zijn de grondwaterstanden hoog en is de kwetsbaarheid voor droogte lager. Opgemerkt moet worden dat dat de berekende verandering van de grondwaterstand met een grof grondwatermodel berekend zijn. De resultaten geven een eerste indicatie van de droogtegevoelige gebieden. Om op perceelsniveau de kwetsbaarheid van vegetatie voor droogte te bepalen zijn berekeningen met nauwkeurige grondwatermodellen noodzakelijk.



*Figuur 6: Kwetsbaarheid vegetatie droogte*  
*Links gewasderging [%] 2050 WH scenario rechts: verschil gewasderging huidig versus 2050 WH (beide grasland)*

De kaarten geven een indicatie van droogtegevoelige gebieden. In de praktijk kan dit afwijken doordat andere gewassen worden toegepast. Daarnaast zijn andere klimaateffecten zoals een langer groeiseizoen en de invloed van een nat voorjaar op de worteldiepte niet meegenomen in de berekeningen.

<sup>2</sup> Bron: BOFEK2012

<sup>3</sup> Bron: Grondwatergegevens Waterschap de Dommel/Alterra (aangeleverd juni 2019)

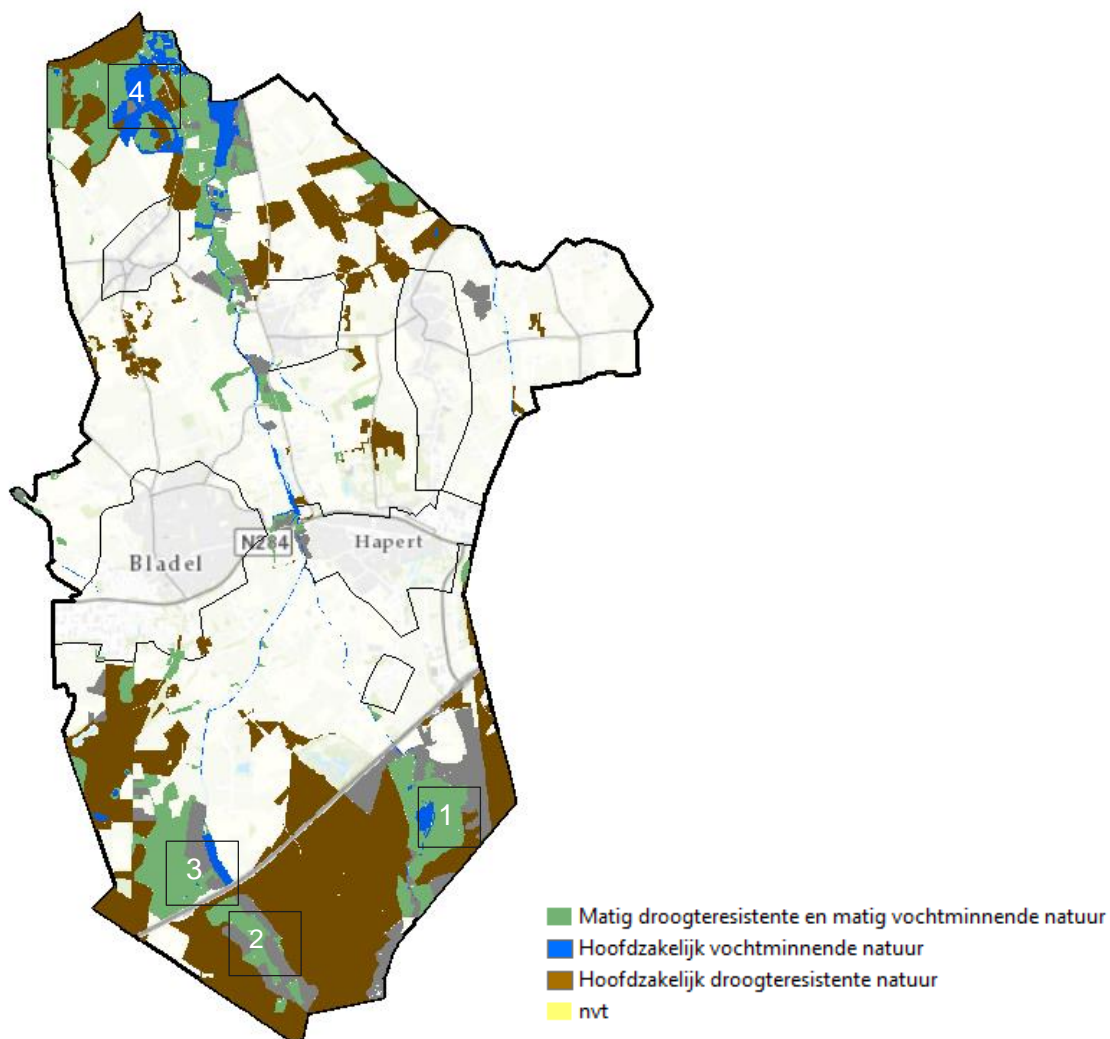


### 3.4 Kwetsbare natuurgebieden voor droogte

Droogte kan een grote impact hebben op natuurgebieden hebben. Door langdurige droogte en een dalende grondwaterstand kunnen onder andere migratiepatronen veranderen en een mismatch in de voedselketen ontstaan. Huidige vegetatie kan verdorren en doodgaan en droogte-resistente soorten nemen toe.

Figuur 7 geeft de gevoeligheid van natuurgebieden voor droogte aan. In de kaart is onderscheid gemaakt tussen droogteresistente en vochtminnende natuurtypen en een tussencategorie. De indeling is gebaseerd op de natuurbeheertypekaart en gemaakt op basis van expert judgement (KWR).

Droge heide is ingedeeld als droogteresistent, hoogveen als vochtminnend en vochtig hooiland ligt hier tussenin. Uit de kaart blijkt dat in de gemeente Bladel de Cartierheide, (1), Natuureservaat De Goorloop (2), Kroonvensche Heide (3), en de Neterselsche Heide (4) geïdentificeerd zijn als gevoelig voor droogte.



Figuur 7: Kwetsbaarheid natuur voor droogte

### 3.5 Risico's 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

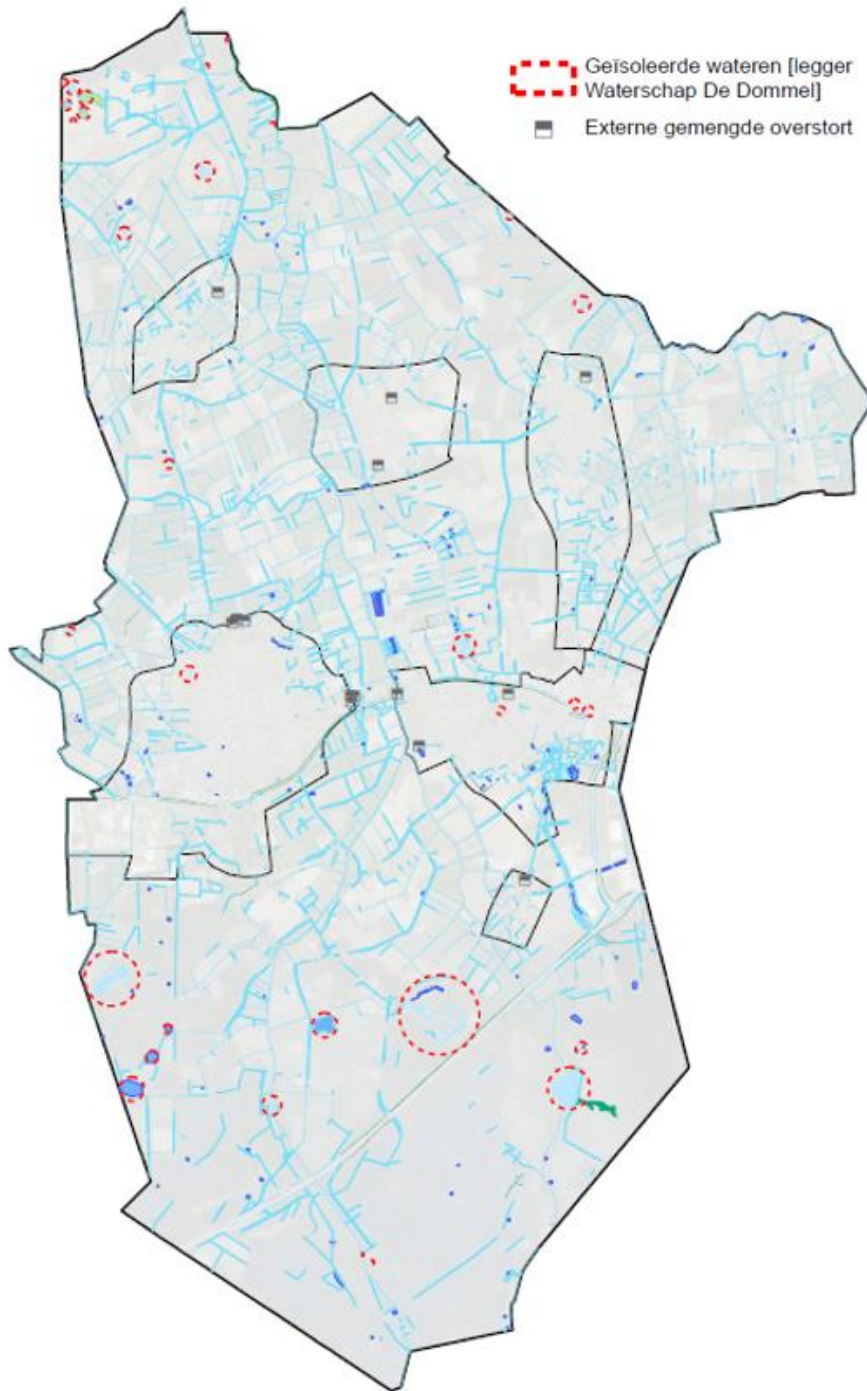
dit negatieve gevolgen opleveren voor de recreatiesector (zowel recreanten als exploitanten) (de Jonge, 2008).

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 Bladel?**

In Figuur 8 zijn de geïsoleerde wateren en de locaties van gemengde externe overstorten in beeld gebracht. Bij de gemeente is niet bekend dat overstortgebeurtenissen op deze locaties leiden tot een vermindering van de waterkwaliteit. Blauwalg/botulisme is voorgekomen in de vijver

De vijver De Biezen in Bladel is recent verdiept om de waterkwaliteit te verbeteren. De vijver in de kern Hapert is in de droge zomer van 2018 drooggevallen met vissterfte tot gevolg. Botulisme en blauwalg zijn in het verleden voorgekomen in de Visvijver 't Neerven (ten zuidwesten van Bladel), de vijver in de kern Hapert en blusvoorzieningen bij het bedrijventerrein in Hapert (KBP).



*Figuur 8: Knelpunten waterkwaliteit*

### 3.6 Bodemdaling, zettingsgevoeligheid en funderingsschade

#### Bodemdaling

In veel gebieden waar de bodem bestaat uit veen of organische lagen zorgen verlaagde grondwaterstanden voor klink, krimp en afbraak van het organisch materiaal (oxidatie). Door de oxidatie verdwijnt veen als CO<sub>2</sub>: het verteert. De slootpeilen worden voortdurend aangepast aan de opgetreden bodemdaling, waardoor bodemdaling een doorgaand proces blijft. Woningen met een funderingen op staal zijn gevoelig voor schade bij een dalende grondwaterstand in combinatie met zettingsgevoelige lagen zoals klei en veen. Tevens kan bodemdaling verzakking van infrastructuur veroorzaken. (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel voor bodemdaling?

Uit de analyseresultaten in de klimaateffectatlas wordt zowel in het huidige klimaat als in KNMI '14 klimaatscenario 2050WH geen bodemdaling in de gemeente Bladel verwacht. Het risico op schade aan woningen/funderingen is verwaarloosbaar.

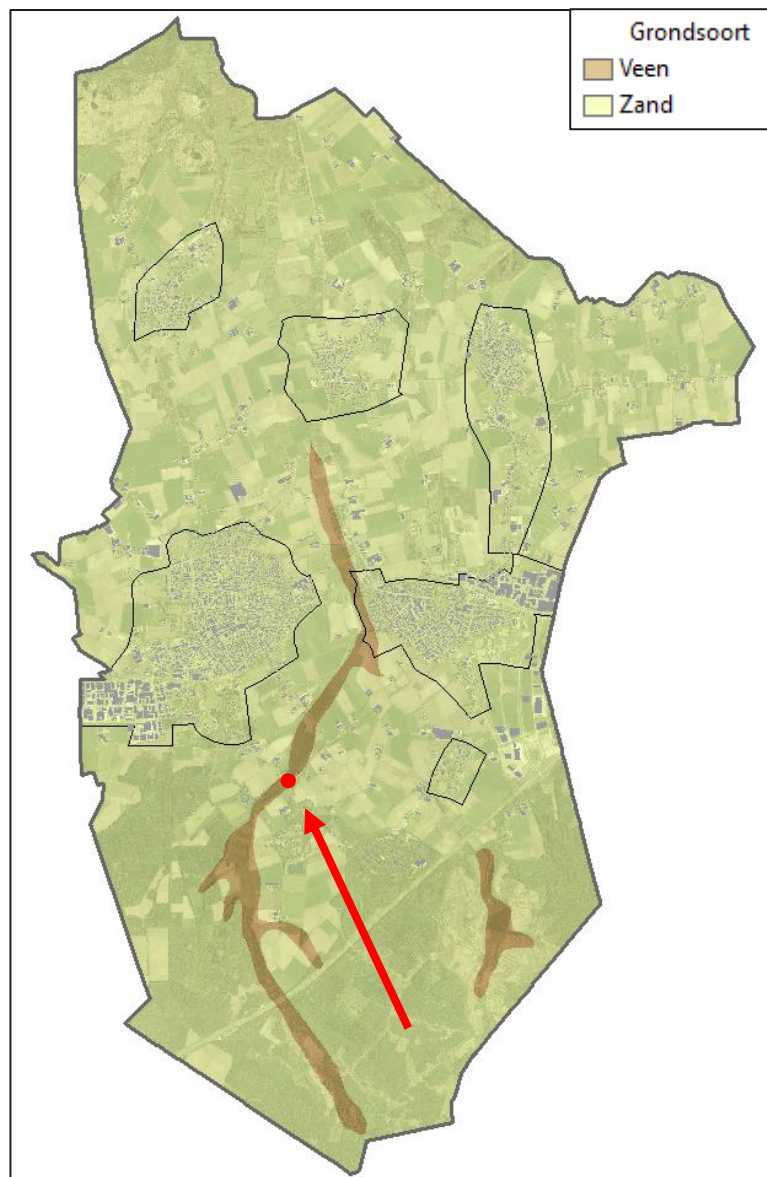
#### Funderingsschade als gevolg van paalrot

Houten paalfunderingen dienen geheel onder het grondwater te blijven, anders kan funderingsschade als gevolg van paalrot optreden. Een daling van de grondwaterstand kan leiden tot droogstand van de paalfundering. Het funderingshout komt hierdoor in aanraking met zuurstof met als gevolg aantasting van het funderingshout door bacteriën (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012). Dit leidt tot een vermindering van de draagkracht en mogelijke schade aan de bebouwing (CURNET, SBR, 2012). De gevolgen van droogstand voor houten paalfunderingen komt voor bij een definitieve droogstand van het funderingshout maar ook bij een tijdelijke, terugkerende (cumulatieve) droogstand (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

De bouwperiode en bodemkenmerken van een gebied geven een eerste indicatie van de hoeveelheid houten paalfunderingen in het gebied. Zie bijlage A voor een beschrijving van de methodologie van de analyse voor het bepalen van de gevoeligheid voor funderingsschade.

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

De voornaamste bodemsoort in de gemeente Bladel is zand, op uitzondering van veenafzettingen in de beekdalen. In deze venige gebieden staat 1 pand met een bouwjaar van voor 1950 (Vorselse Molen zie rode stip in Figuur 9). Op basis van de aannames in de analyse komt dit pand naar voren als mogelijk gevoelig voor funderingsschade.



Figuur 9: Hoofdklassificering bodemsoorten en kwetsbaarheid voor funderingsschade als gevolg van paalrot



## 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. 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. Het warmst werd het op 25 juli 2019 in Gilze Rijen waar 40,7 graden werd gemeten, de hoogste temperatuur die ooit in Nederland is vastgesteld.

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 Bladel 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, opwarming van oppervlaktewater en kwetsbare groepen 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. Hittestress kan bij kwetsbare groepen leiden tot meer arbeidsuitval, een toename van ziektes en vervroegde sterfte.

#### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

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 Bladel

	Huidig	2050 WH Scenario
Aantal zomerse dagen (max. $\geq 25$ °C)	30 - 40	50 - 60
Aantal tropische dagen (max. $\geq 30$ °C)	3 - 6	15 - 18
Langste reeks opeenvolgende zomerse dagen	7 - 9	13 - 15

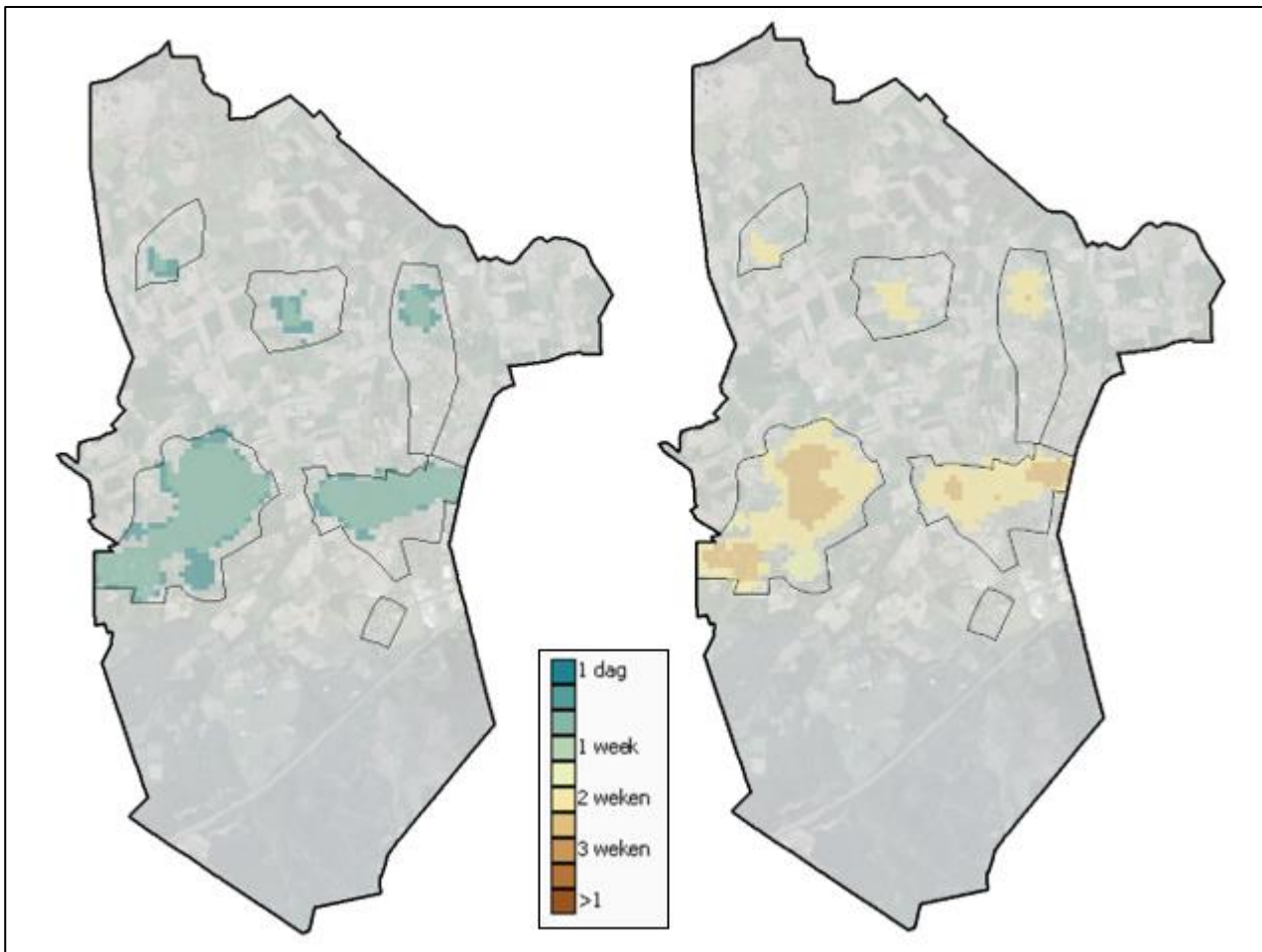
Afgaande op de KNMI-klimaatsscenario's kan het aantal zomerse dagen in 2050 zijn verdubbeld. Het aantal tropische dagen neemt mogelijk nog sterker toe. De jaarextremen zullen ook sterk toenemen: de temperatuur op de heetste dag van het jaar zal in 2050 1,0 tot 3,8 graden hoger liggen dan nu het geval 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 de gemeente Bladel?

De ontwikkeling van het aantal tropische nachten in de gemeente Bladel is weergegeven in Figuur 10. Het aantal tropische nachten per jaar ligt momenteel rond enkele dagen per jaar voor de kernen van gemeente Bladel. In 2050 zal dit in het meest extreme geval zijn gestegen tot meer dan 2 weken per jaar. De ruimtelijke kenmerken van bebouwde gebieden (veel verharding, weinig groen) dragen hier in grote mate aan bij.



Figuur 10: Toename aantal tropische nachten / hittestress: huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 24 januari 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.

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 warmtestress (23-29 °C), matige warmtestress (29-35 °C), sterke warmtestress (35-41 °C) en extreme warmtestress (>41 °C).

In bijlage E zijn op zowel gemeente- als kernniveau de resultaten van de hitte-analyse weergegeven.

### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

In het gemeentelijke warmtebeeld is te zien dat de bedrijventerreinen en onderdelen van de kernen als hittegevoelig naar voren komen. Binnen de kernen houdt verdere differentiatie met name verband met de mate van verhardingsgraad en de aan- of afwezigheid van vegetatie en water. Buiten de kernen komen een aantal akkers met hoge temperaturen naar voren. De oorzaak hiervan is vermoedelijk gelegen in het feit dat ten tijde van het ingevlogen satellietbeeld er een aantal akkers braak lagen. Hierdoor is er weinig verdamping en warmt de bodem op.



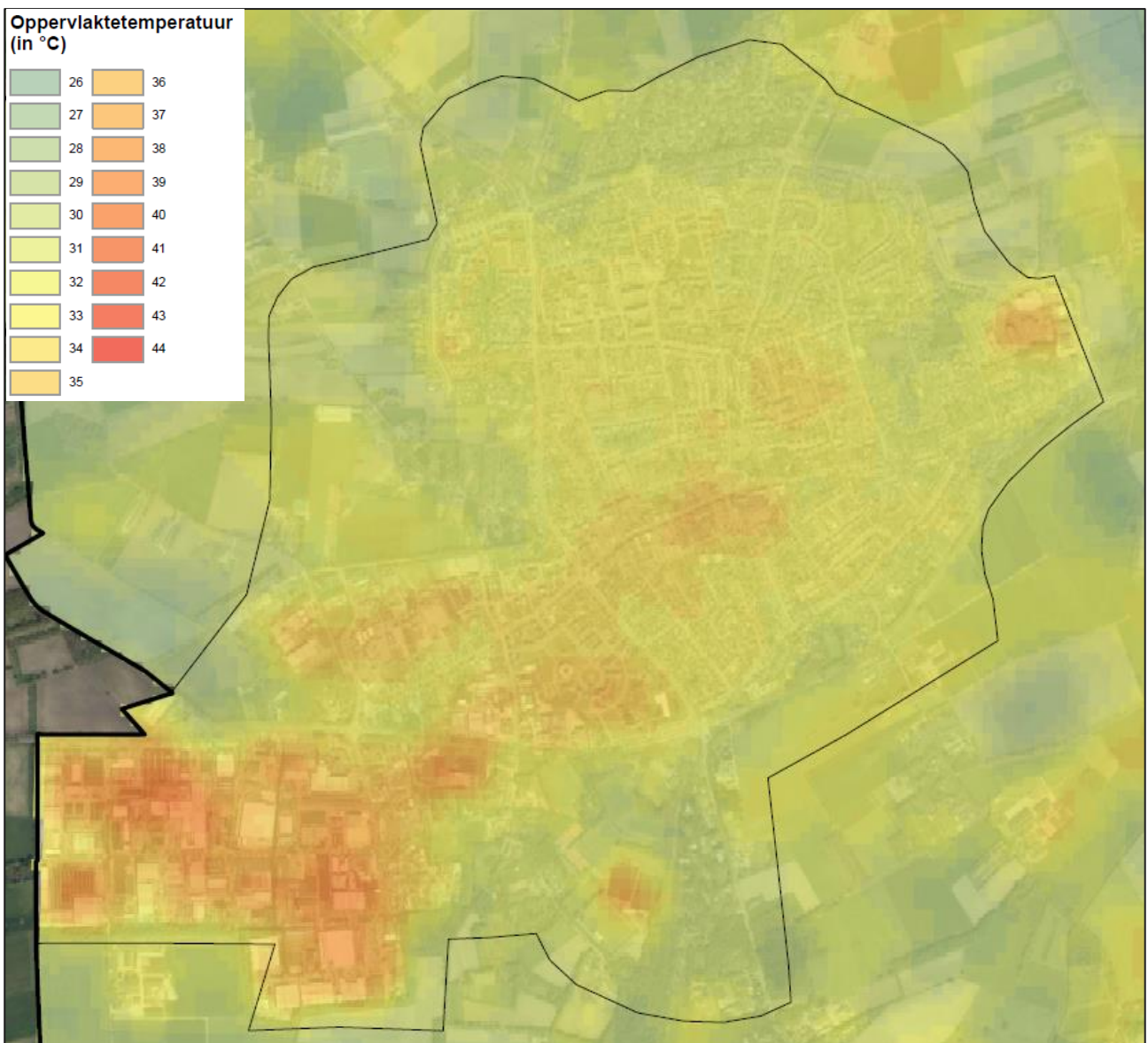
*Figuur 11: Hittestress in landelijk gebied: onbegaanbaar fietspad als gevolg van uitzetten van materiaal door hitte (bron: gemeente Bladel)*

### Kern Bladel

In de kern Bladel nemen wij een groot hitte-eiland waar op het bedrijventerrein De Sleutel. Oppervlaktetemperaturen liggen ruim boven 35°C en er zijn uitschieters naar de 40°C. Als gevolg van deze hoge temperaturen wordt sterke hittestress ervaren. Het bedrijventerrein kent veel verharding en weinig verdamping. De bodem en omgeving warmen op door de lage verdamping. Uit de analyse van de luchtfoto blijkt dat er langs de wegen op het bedrijventerrein wel rijen bomen staan. Deze groene vegetatie is echter



niet voldoende om een verkoelend effect te hebben op de omgeving. Een tweede hitte-eiland is waar te nemen ten noorden van de Bleijenhoek. Temperaturen zijn hier ca. 35°C. Op basis van de luchtfoto blijkt dat ook hier een klein bedrijventerrein ligt met veel verharding. Ter hoogte van de Sniederslaan lopen temperaturen ook op tot ca. 35°C en is het daarmee warmer dan de omliggende gebieden. In dit gebied wordt sterke hittestress ervaren en in de omliggende gebieden de hitte als matig. Er staan in deze relatief warme omgeving veel gebouwen en er is relatief weinig groen. Dit hoge percentage verharding ten opzichte van het lage percentage groen zorgt voor een warme omgeving. Een laatste hitte-eiland is waar te nemen in het oosten van de kern ter hoogte van de Lange Trekken. Temperaturen komen hier boven de 35°C. Op basis van de luchtfoto blijkt dat hier een sportcomplex is welke veel verharding en weinig groen kent. Door het ontbreken van groen vindt er weinig verdamping plaats en warmt de omgeving op. Naast de beschreven hitte-eilanden wordt koelere gebieden waargenomen aan de rand van de kern. Hier is meer groen en minder verharding. Deze verhouding zorgt voor een relatief koelere omgeving ten opzichte van het centrum van de kern.



Figuur 12: Thermisch infrarood satellietbeeld van kern Bladel. Datum: 26 juli 2018

Kern Netersel

Hitte-eilanden zijn in de kern Netersel nauwelijks waar te nemen. Een warmer gebied ten opzichte van de omliggende gebieden ligt tussen de Hoenderberg en de Schotelven. Temperaturen liggen boven de 30°C. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier een agrarische gebouwen liggen. Deze gebouwen, en daarmee verharding, zijn relatief groot ten opzichte van de omliggende gebouwen. De aanwezigheid van deze verharding heeft als gevolg dat er minder verdamping plaatsvindt en de omgeving opwarmt.

### Kern Hapert

Een eerste hitte-eiland wat wij waarnemen in de kern Hapert ligt in het noordwesten ter hoogte van de Provinciale weg N284. Temperaturen zijn hier ca. 40°C en er zijn uitschieters richting de 45°C. Uit analyse van de luchtfoto volgt dat hier een groot bedrijventerrein ligt. Dit bedrijventerrein kent weinig groen en veel verhard oppervlak. Deze verhouding tussen weinig groen en veel verharding zorgt voor een warme omgeving. Er vindt weinig verdamping plaats met als gevolg dat er nauwelijks verkoeling is. Een tweede hitte-eiland is waar te nemen bij het Kempisch bedrijvenpark. Ook hier is veel verharding en weinig groen. De twee beschreven hitte-eilanden zijn in omvang groot. Daarnaast zijn er twee kleinere hitte-eilanden waar te nemen. Eén hitte-eiland ligt ter hoogte van de Sirius. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier een grote winkel met magazijn is. Er is hier weinig ruimte voor groen en daardoor weinig verkoeling. Temperaturen liggen rond de 35°C en zijn daarmee hoger dan de omliggende waarden. Het andere kleine hitte-eiland ligt ter hoogte van de Kerkstraat. Ook hier liggen de temperaturen rond de 35°C. Op basis van de luchtfoto blijkt dat er aantal grote publieke (basisschool en zorgcentrum) gebouwen zijn. Ingeklemd tussen de twee beschreven kleine hitte-eilanden ligt een koeler gebied ter hoogte van de Burgermeester van Woenseldreef. Temperaturen zijn ca. 10 °C lager dan de naastgelegen hitte-eilanden. Uit analyse van de luchtfoto volgt dat hier een park met veel groen en oppervlaktewater ligt. Het hoge percentage groen betekent veel verdamping met als gevolg een koelere omgeving. Daarnaast zorgt water ook voor een verkoelend effect op de omgeving.

### Kern Dalem

Vanwege de landelijke ligging van de kern zien wij geen hitte-eilanden. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 30 °C en 35 °C en deze hitte wordt als matig ervaren.

### Kern Hoogeloon

Eén hitte-eiland is waar te nemen in het zuiden van kern Hoogeloon. Ter hoogte van de kruising met de Breestraat, Dijkstraat en Hoofdstraat liggen de temperaturen rond de 35°C. De hitte wordt hier matig tot sterk ervaren. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier een groot opslag terrein is welke veel verharding kent. Het percentage verharding heeft als gevolg dat er weinig verdamping plaatsvindt en de bodem en omgeving opwarmen.

### Kern Casteren

Binnen de kern Casteren zijn geen hitte-eilanden, maar aan de rand van de kern zijn deze wel waar te nemen. In het noordoosten van de kern ligt een hitte-eiland waar temperaturen rond de 35°C zijn. Rond dit gebied wordt matige hittestress ervaren, maar in de omliggende gebied wordt lichte hittestress ervaren. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier landbouwgrond ligt. Vermoedelijk lag deze grond braak waardoor er nauwelijks verdamping plaatsvindt en de bodem en omgeving opwarmt. Ten zuiden van de kern ligt een tweede hitte-eiland en ook hier ligt landbouwgrond.

## 4.4 Opwarming oppervlaktewater

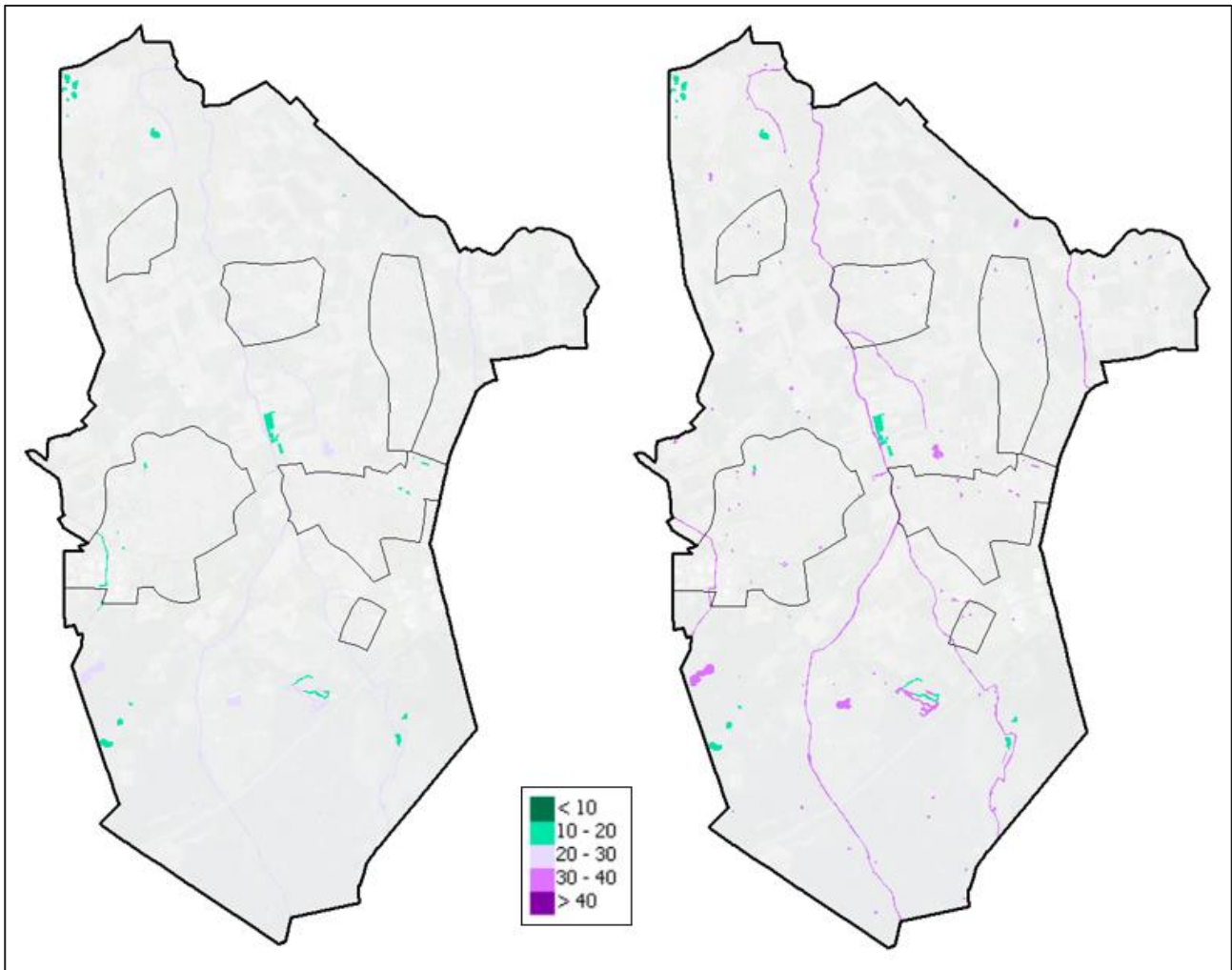
Een toename van zomerse en tropische dagen heeft gevolgen voor het oppervlaktewater. Tijdens langdurig warme periodes kan met name stilstaand oppervlaktewater sterk opwarmen. Ook bij langdurige droogte verdampt veel water, neemt het volume af en warmt water sneller op. Dit kan nadelige effecten hebben 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 3.4 (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 bebouwingsdichtheid zijn opgenomen in het rekenmodel.

### **Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?**

In Figuur 13 is de opwarming van het oppervlaktewater in de gemeente weergegeven met een doorkijk naar 2050.



Figuur 13: Langste opeenvolgende reeks dagen met oppervlaktewater > 20 °C; huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 24 januari 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 20 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.

## 5 OVERSTROMING

Nederland is beschermd tegen hoogwater door waterkeringen. Ons land staat internationaal bekend om ons gedegen en integrale beleid op het gebied van waterveiligheid. 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. Doordat neerslagpatronen veranderen en gletsjers smelten, zullen rivieren in de toekomst soms meer water moeten afvoeren dan nu het geval is. Daarnaast verandert de kans op overstromingen ook door stijging van de zeespiegel en dijkversterkingsprojecten die worden uitgevoerd.

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 Bladel voor overstromingen is in deze stresstest in beeld gebracht via de klimaateffectatlas. De kaarten laten zien welke gebieden kunnen overstromen en welke overstromingsdiepte maximaal kan optreden. Deze kaarten zijn gemaakt voor overstromingen vanuit primaire keringen, regionale keringen en buitendijkse gebieden. Het overstromingsrisico vanuit het watersysteem is beschreven in paragraaf 2.3. Binnen de gemeente Bladel zijn geen primaire of regionale waterkeringen. Wel zijn er een aantal overige keringen in de beekdalen van de Raamsloop (tpv RWZI) en de Grootte Beerze (nabij Hoogeloon). De locatie van deze waterkeringen zijn weergegeven op de kaart wateroverlast vanuit het watersysteem in bijlage C.

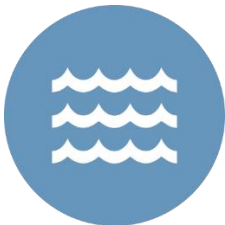
### Hoe kwetsbaar is gemeente Bladel?

Op basis van de klimaateffectatlas blijkt dat het grondgebied van de gemeente Bladel droog blijft bij overstromingen als gevolg van doorbraken van primaire en regionale waterkeringen. Ook de buitendijkse gebieden overstromen niet.

## 6 AANPAK SECTORANALYSE

De impact van klimaatverandering op de gemeente Bladel is voor elke klimaat trend in voorgaande hoofdstukken inzichtelijk gemaakt. Uit de analyse blijkt dat de gemeente Bladel 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



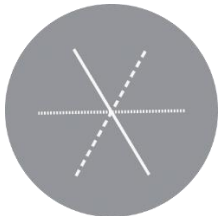
Landbouw,  
tuinbouw en  
visserij



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. Op basis hiervan is in navolgend hoofdstukken per sector de sector zelf omschreven, de directe en indirecte effecten per klimaatrend (hitte, droogte en wateroverlast). De indirecte effecten zijn waar mogelijk in beeld gebracht in online kaarten. De kaarten zijn via deze [link](#) te bereiken.

In het overzicht van de verschillende klimaateffecten is aangegeven welke middelen de gemeente potentieel in kan zetten. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de volgende middelen om klimaatadaptatie te verankeringen binnen de gemeentelijke organisatie:

**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



## 7 SECTOR WATER EN RUIMTE

### 7.1 Definitie sector
























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 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.

### 7.2 Effect klimaatverandering op de sector

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>			
WR1 Verslechtering drinkwaterinfrastructuur		 (hoofd)waterleidingen	V
WR2 Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers		 Bouwplaatsen	V
WR3 Toename kans op brand		 Vegetatie, bermen, natuur, groene daken Specifiek de heidegebieden binnen de gemeente zoals Cartierheide, Netterselse Heide.	VBM
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
WR4 Afname (zwem)waterkwaliteit		 (geïsoleerde) oppervlaktewater (paragraaf 3.4 en zwemwater de Achterste Hoef en waterrecreatie Vennenbos	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 geen risico binnen de gemeente	V
WR7 Toename druk op drinkwaterproductie		 Waterwingebied Vessem, en toename druk op leidingen bij hoge vraag	V
WR8 Toename gebruik water en ruimte voor recreatie	 	  Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, Ecologische verbindingzones, kansen voor vergroenen van schoolterreinen	VBM
WR9 Toename vraag warmtebestendige gebouwen		 o.a. MFA's scholen, sportzalen, cultureel centrum 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 (mogelijk risico/kans bij ontwikkelingen van de N284)
			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		✓	Oppervlaktewater, riooloverstort
			-
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
WR13 Toename erosie en sedimentatie		!	Beeklopen (beperkt risico)
			-
WR14 Toename schade aan gebouwen		!	Water op straat (paragraaf 2.2)
			VBM
WR15 Beperking bouwwerkzaamheden		!	Bouwplaatsen
<b>Hogere luchtvochtigheid</b>			
WR16 Corrosie gebouwen en waterwerken		!	Metalen damwanden (havens) 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 icm locaties overstort
			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		✗	Verzilting geen risico binnen de gemeente
			-
<b>Toename verzilting riviermonding, afname rivierafvoer zomer</b>			
WR21 Verzilting innamepunten drinkwater		✗	Geen waterwingebieden binnen de gemeentegrenzen
			-
WR22 Beperking drinkwaterproductie door afname beschikbaarheid zoet water		✗	Waterwingebied Vesseem, geen direct risico verzilting
			-
<b>Drogere bodems in de zomer</b>			
WR23 Druk op drinkwaterproductie en transport door toename watervraag		!	Waterleidingen
			V
WR24 Overstromingsrisico door drogere veendijken		✗	Geen veendijken aanwezig

<b>Extremen nemen toe</b>				
WR25 Beperking groenonderhoud (door beregeningsverbod)		!	Groenvoorzieningen	VBM
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>				
WR26 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers		!	(Geïsoleerd)Oppervlaktewater o.a. Visvijver en blusvijver in Hapert en 't Neerven.	VBM
<b>Toename bodemdaling</b>				
WR27 Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling		✘	Bodemdaling zeer beperkt tot nihil,	
WR28 Toename waterbeheer door bodemdaling		✘	Oppervlaktewateren en natuurgebieden	
<b>Toename verzilting grondwater</b>				
WR29 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 	✘	Verzilting binnen de gemeente geen risico	

### 7.3 Praktijkervaringen gemeente

Binnen de gemeente is de afgelopen jaren een verandering in het (stedelijk) groen herkenbaar. Toename van onder andere de eikenprocessierups, de letterzetter en droogteschade bij planten/heesters is merkbaar bij de groenbeheerder. Inheemse soorten die veel toegepast worden zoals de berk verdorren.

Als maatregel tegen droogval en afname van de waterkwaliteit is de vijver De Biezen in Bladel verdiept. In Hapert stond in de zomer van 2018 de visvijver droog. Ook deze staat op de planning om te worden verdiept.

Een toename van extreme neerslaggebeurtenissen was onder andere in 2016 zichtbaar. Er viel in juni 2016 bijna 4x zo veel als in een gemiddelde in de maand juni. Als gevolg van deze hevige neerslag heeft de gemeente in totaliteit 226 meldingen van burgers en bedrijven ontvangen. Het beleid is erop gericht om hinder en schade bij wateroverlast als gevolg van extreme neerslag te voorkomen. Robuust hemelwaterstelsels (blauwe aderen) worden gerealiseerd waarbij zoveel mogelijk hemelwater wordt geïnfiltreerd en overstorten vanuit het vuilwaterstelsel worden verminderd. Circa 50% van het verhard oppervlak is al aangesloten op een hemelwaterstelsel of direct afgekoppeld. De komende periode wordt ingezet op burgerparticipatie bij het verder afkoppelen van verhard oppervlak.

Het risico op natuurbranden wordt binnen de verschillende afdelingen van de gemeente benoemd. Er worden actief maatregelen genomen door het 3-manschap Staatsbosbeheer, gemeente en brandweer (zie paragraaf 15.3 sector Veiligheid voor verdere toelichting).

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












### 8.2 Effect klimaatverandering op sector

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		 Agrarische gebieden	V
LTV2 Hittestress vee		 Veehouderijen	V
LTV3 Afname gewasopbrengsten		 Graslanden (veehouderijen) Akkerbouw Onbedekte tuinbouw	V
<b>Groeiseizoen begint eerder en duurt langer</b>			
LTV4 Toename potentiële gewasopbrengsten		 Open teelt, onbedekte tuinbouw	V
<b>Zachte winter</b>			
LTV5 Toename energiekosten koeling en problemen bewaring oost		 Agrarische gebieden	V
LTV6 Minder opbrengstderving door afname vorst		 Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw, Veehouderij (grasland)	V
LTV7 Toename overlevingskans exoten		 Gemeentebreed	V
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
LTV8 Verschuiving warmteminnende aquatische soorten	 	 Oppervlaktewater	V
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
LTV8 Ziekten en plagen		 Agrarische gebieden	V

#### Wateroverlast

Klimaateffect	Kans Bedreiging	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Toename meerdaagse natte periodes</b>			
LTV9 Bodemverdichting, afname bewerkbaarheid		 Agrarische gebieden	V
LTV10 Toegankelijkheid akkers voor landbouwmachines en bewerkelijkheid akkers		 Agrarische gebieden	V
LTV11 Toename beschikbaarheid schoon water			
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
LTV12 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		 Wateroverlast tpv Agrarische gebieden	V

LTV13 Toename erosie in heuvelachtig gebied		✗	
LTV14 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen door inundatie		!	V
LTV15 Toename blootstelling aan water overdraagbare ziekteverwekkers door overstort		! Agrarische gebieden	VBM
LTV16 Opbrengstderving door toename blootstelling ziekteverwekkers		! Agrarische gebieden	V
LTV17 Verandering ecosysteem, verschuiving soorten		! ✓	V
<b>Toename frequentie en intensiteit windstoten</b>			
LTV18 Kansen zeevisserij door opwelling		✗	V
<b>Hogere luchtvochtigheid</b>			
LTV19 Toename ziekten en plagen		! Agrarische gebieden	V
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)</b>			
LTV20 Oogstschade landbouw		! Agrarische gebieden	V
LTV21 Toename ziekten en plagen		!	V
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>			
LTV22 Verandering blootstelling aan ziekteverwekkers		! Agrarische gebieden	V
LTV23 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		!	V

## Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Afname rivierafvoer</b>			
LTV24 Afname beschikbaarheid zoetwater		!	Afname aanvoer oppervlaktewateren O.a. Aa of Goorloop, Groote Beerze, Raamloop, Dalemsstroompje
LTV25 Vissterfte (zuurstoftekort/droogval)		!	Vislocaties
<b>Drogere bodems in de zomer</b>			
LTV26 Oogstschade en afname gewasopbrengsten		!	Agrarisch gebied
LTV27 Waterschaarste en beregeningsverbod		!	Agrarisch gebied
<b>Toename verzilting riviermonding</b>			
LTV28 Verzilting innamepunten rivierwater		✗	
<b>Toename verzilting grondwater in kuststreek</b>			
LTV29 Kansen zilte teelt		✗	
<b>Toename verzilting riviermonding, Drogere bodems</b>			
LTV30 Verandering ecosystemen		!	Agrarisch gebied, natuurgebieden
<b>Toename bodemdaling</b>			
LTV31 Hogere kosten waterbeheer tbv landbouwproductie		✗	

### 8.3 Effect klimaatverandering per gewastype in Bladel

Binnen de gemeente Bladel bestaat de sector landbouw uit 51% grasland en 48% uit bouwland. Bouwland bestaat uit 50% mais en 21% consumptie aardappelen (BRP gewassen 2018). Door de temperatuurstijging wordt er een opbrengststijging berekend (Porter et al., 2014; Kovats et al., 2014). Naast kansen geldt dat er ook risico's zijn. Navolgend is de impact van klimaatverandering op deze gewassen beschreven op basis van "Open teelten en klimaatadaptatie in relatie tot de financiële weerbaarheid, Wageningen Universiteit, Jan Verhagen et al, 2018". Door de gemeente is aangegeven dat er een trend is van afname van grasland en een toename van bouwland.

#### Gras

Gras is een meerjarig gewas en dient voornamelijk als veevoer, ofwel gemaaid ofwel in de weidegang. Droogte kan de zode kwaliteit sterk beïnvloeden, zeker als wordt beweide. Een langdurige natte periode kan tot verstikking en opbrengstverlies leiden. Een warm en nat groeiseizoen kan problemen geven met schimmels. Engels raaigras kan slecht tegen temperaturen boven de 30 graden. Bij een periode van meer dan 3 dagen boven de 30 graden kunnen planten afsterven. Klimaatverandering zal de bovengenoemde risico's versterken. Een deel van de problematiek kan worden ondervangen door een gezonde bodem. Bij droogte is beregenen een optie, bij wateroverlast is een goed functionerende afvoer relevant.

Tabel 4: Relevante klimaatfactoren voor de productie van gras en de impact op het gewas. (Schaap et al. 2009, 2014)

Klimaatfactor	Gevoelige periode	Bedrijfsmanagement	Impact op gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Tropisch en nat	Apr-Sep	Hagelnetten	Schimmels en indien langdurig gaat gras dood	- 0
Langdurig droog	Mar-Okt	Beregening (afh vd water kwaliteit), bodem kwaliteit op orde	Geleidelijk effect op zodekwaliteit	5-10
Zeer strenge vorst	Nov-Feb	Mengsel met timothee (Phelum pratense)	Engels raaigras gaat dood	20-40
Aanhoudend hete dagen (periode van min. 3 dagen > 30 °C)	Mar-Okt	Beregenen (afh vd water kwaliteit)	Planten kunnen afsterven waardoor de grasmat verslechterd	-00

#### Mais

Mais kan goed tegen warmte, maar heeft wel voldoende vocht nodig om te kunnen groeien. Extreme droogte remt dan ook de groei. Hevige regenval heeft effect op de groei van mais doordat het wortelstelsel niet goed functioneert en bij langdurig onderwater staan zal afsterven. Ook bij het rooien van het gewas kunnen extreem hevige regenbuien grote schade geven. In Tabel 5 is de impact van klimaatverandering op mais weergegeven.

Tabel 5: De klimaatfactor en de impact op de teelt van maïs. (Schaap et al. 2009, 2014)

Klimaatfactor	Gevoelige periode	Bedrijfsmanagement	Impact gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Extreme droogte	Mei-Sep	Beregening	Afsterving door verdroging	10-40
	Mei	Herinzaai	Afsterving door verdroging	30-100
Hevige regenval	Jun-Okt	Drainage en grote pompcapaciteit	Afsterven wortelstelsel; oogstproblemen najaar	10-75
Rukwinden	Jun-Okt	-	Plat gewaaid (legering)	100
Koud en nat voorjaar	Mei-Jun	Drainage en grote pompcapaciteit	Groeiremming	90

#### Aardappelen

Aardappel is een financieel aantrekkelijk en tegelijkertijd klimaatgevoelig gewas. De belangrijkste klimaatfactoren, impact en schade zijn weergegeven in Tabel 6. De grootste klimaatrisico's voor aardappel

zijn een nat voorjaar, nat najaar, en langdurig nat in de zomer. Deze hebben een hoge frequentie van voorkomen en hoge opbrengstderving.

Tabel 6: De klimaatfactor en de impact op de teelt van aardappelen (Schaap et al. 2009, 2014)

Klimaatfactor	Gevoelige periode	Bedrijfsmanagement	Impact gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Hevige regenval	Mei-Sep	Ontwatering op perceel niveau; bodem structuur op orde	Verrotting groot deel van de aardappeloogst	25-75
Hittegolf	Jul-Sep	Bredere ruggen; eerder poten en oogsten; koeling via irrigatie	"Doorwas" <sup>1</sup>	25-75 <sup>2</sup>
Extreme hitte	Jun-Aug	Ras selectie; bredere ruggen; koeling via irrigatie	Afsterven van de aardappel door hoge verdamping en verbranding	100
Vorst	Apr-Mei	Doek, irrigatie, aanaarden	Bevriezing loof; vertraagde opkomst	25-75

<sup>1</sup> Doorwas is een verschijnsel waarbij de aardappel te snel groeit waardoor knollen buiten de hoofdknol gevormd worden (Lugt 1960; Vreugdenhil et al. 2007).

<sup>2</sup> Dit is geen opbrengstschade maar een schade die veroorzaakt wordt door kwaliteitsverlies.

## 8.4 Praktijkervaringen gemeente

Op een aantal locaties in de gemeente Bladel is de relatie LTV en klimaatverandering al zichtbaar. De gemeente Bladel ligt op relatief hoge zandgronden, waarbij watergangen veelal droogvallend zijn en de grondwaterstand relatief diep ligt ten opzichte van het maaiveld. Via de agrarische vertrouwenspersoon van de gemeente komen er signalen binnen van agrariërs met zorgen over droogte.

Daarnaast is binnen de sector LTV in de gemeente Bladel is momenteel een transitie gaande. Er is sprake van een trend waarbij veeteeltbedrijven stoppen. Graslanden behorende bij deze veeteeltbedrijven worden omgezet in akkerbouw. Akkerbouw heeft een hogere behoefte aan water waardoor de vraag naar water en de droogteproblematiek groter wordt.

Als maatregel wordt door de gemeente op de voor landbouw minder geschikte gebieden actief gronden geworven van agrariërs die stoppen om deze in te zetten voor natuur.

Waterschap de Dommel voert momenteel projecten en pilots uit om verdroging van natuur en landbouw binnen haar beheersgebied tegen te gaan. Voor de beek de Grootte Beerze loopt momenteel een pilot om droogte tegen te gaan door regenwater en water afkomstig van de zuivering te verpompen naar hoger gelegen zandgronden.



## 9 NATUUR

### 9.1 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 Stroming (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 hebben een rol zullen 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 natuurlijkontwikkeling 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 natuurgebieden*: 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).

### 9.2 Effect klimaatverandering op sector









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



## Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Toename grondwaterafvoer vanaf hogere zandgronden</b>				
N7 Kansen natte natuur			Neterselse Heide (vochtige heide)	V
<b>Toename meerdaagse natte periodes</b>				
N8 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	 	Natuurgebieden, stedelijk groen	V
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>				
N9 Toename erosie in heuvelachtig gebied				

## Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adapatatie 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			Natuurgebieden	VBM
<b>Toename bodemdaling veengebieden</b>				
N13 Toename kosten waterbeheer				
N14 Toename CO2-uitstoot				
<b>Toename verzilting grondwater kuststreek, droogere bodems</b>				
N15 Veranderingen in ecosystemen en het verschuiven van soorten	 			
<b>Afname rivierafvoer</b>				
N16 Verlies soorten en habitats			Natuurgebieden	V

### 9.3 Praktijkervaringen gemeente

Binnen de gemeente bevinden zich een aantal natuurgebieden (o.a. Cartierheide, Neterselse Heide) en bosgebieden die kwetsbaar zijn voor verdroging. Vooral de Neterselse Heide die onder andere een instandhoudingsdoelstelling van vochtige heide heeft is gevoelig voor droogte. Maatregelen zoals het dempen van drainerende sloten worden genomen om verdroging tegen te gaan. Ook is er voor de natuurgebieden en het stedelijk groen aandacht voor het verhogen van de biodiversiteit (realisatie vogelakkers, tegen gaan monocultuur in bossen, toepassen bloemrijke mengsels).

In de gehele gemeente is een toename van de eikenprocessierups, Japanse duizendknoop en de Letterzetter merkbaar. Bij de groenvoorziening wordt een toename van droogteschade bij planten/heesters waargenomen en een langer groeiseizoen.

Bij hitte wordt een toename van het gebruik van de buitenruimte niet herkend in de natuur/bosgebieden. Wel dat het recreatieseizoen eerder start en langer doorloopt.

## 10 GEZONDHEID

### 10.1 Definitie sector

Gezondheid is het vermogen om door zelfsturing en veerkracht om te gaan met uitdagingen op fysiek, emotioneel en sociaal vlak. Binnen de sector gezondheid wordt onderscheid gemaakt in zes gezondheidsdimensies (Machteld Huber):

1. Lichaamsfuncties: medische feiten, medische waarnemingen, fysiek functioneren, klachten en pijn, energie
2. Mentale functies en -beleving: cognitief functioneren, emotionele toestand, eigenwaarde/zelfrespect, gevoel controle te hebben, zelfmanagement en eigen regie, veerkracht
3. Spiritueel/existentiële dimensie: zingeving/meaningfulness, doelen/idealen nastreven, toekomstperspectief, acceptatie
4. Kwaliteit van leven: kwaliteit van leven/welbevinden, geluk beleven, genieten, ervaren gezondheid, lekker in je vel zitten, levenslust, balans
5. Sociaal maatschappelijke participatie: sociale en communicatieve vaardigheden, betekenisvolle relaties, sociale contacten, geaccepteerd worden, maatschappelijke betrokkenheid, betekenisvol werk
6. Dagelijks functioneren: basis Algemeen Dagelijkse Levensverrichtingen (ADL), instrumentele ADL, werkvermogen, health literacy.

De volgende dienstverlenende subsectoren zijn relevant voor klimaatverandering:

- 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)

### 10.2 Effect klimaatverandering op sector

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>			
G1 Toename hitte gerelateerde klachten		 Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen : Verpleeg- en verzorgingshuizen Ziekenhuizen, Kinderopvang Basisscholen, Huisartsen	VBM
G2 Afname kwaliteit nachtrust (verminderde alertheid en aandacht)		 Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen Kinderopvang, scholen (basis-, middelbaar en beroepsonderwijs), Verpleeg- en verzorgingshuizen, arbeidsproductiviteit in het algemeen	VBM
G3 Toename kans op (natuur)brand		 Gemeentebreed, Cartierheide en Neterselse Heide	V
G4 Toename risico's voor grote evenementen		 Evenementen binnen de gemeente. PM nog op kaart zetten	VBM














G5 Toename druk op medische hulpdiensten		!	EHBO, huisartsen	V
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>				
G6 Toename luchtverontreiniging door ozon		!	Gemeentebreed	V
G7 Toename kans op huidkanker en staar door toename blootstelling UV-straling		!	Gemeentebreed	V
G8 Toename behoefte aan koeling		!	Huisartsen, verpleeg- en verzorgingstehuizen, Kinderopvang	VBM
G9 Toename alcohol- en drugsgebruik		!	Cafés, restaurants, Evenementenlocaties	VBM
G10 Verandering voedsel overdraagbare infecties		!	Gemeentebreed	V
G11 Risicotoename verdrinking door toename waterrecreatie		!	Zwemwater	V
G12 Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijke buiten ruimte		! ✓	stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant	VBM
G13 Mogelijke toename ziekten en plagen in de landbouw		!	Bewoners in agrarisch gebied, boeren/werknemers	V
<b>Groeiseizoen begint eerder en duurt langer</b>				
G14 Stijging aantal allergiedagen		!	Gemeentebreed	v
<b>Verschuiving klimaatzones</b>				
G15 Toename vector overdraagbare ziekteverwekkers		!	Gemeentebreed	V
G16 Toename kans ziekten door water overdraagbare infectieziekten		!	Gemeentebreed	V
<b>Zachte winters</b>				
G17 Toename overlevingskans insecten en exoten		!	Gemeentebreed	V
G18 Daling sterftecijfer tijdens winter		✓	Hoofdzakelijk ouderen	
G19 Minder ongevallen en doden door gladheid en ijzel		✓	Gemeentebreed	

## Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Toename meerdaagse natte periodes</b>			
G20 Afname luchtverontreiniging fijnstof		✓	Gemeentebreed
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>			
G21 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater (verdunding door neerslag en toename overstorten)		✓! !	Oppervlaktewater/locaties riooloverstorten
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater, Toename meerdaagse natte periodes,</b>			
G22 Verandering ziekten en plagen		!	Oppervlaktewater/riooloverstort
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
G23 Toename blootstelling water overdraagbare ziekteverwekkers		!	Oppervlaktewater + gemengd rioelstelsel
G24 Schade en vocht gebouwen en voertuigen en lichamelijk letsel		!	Wateroverlastlocaties

G25 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten		!	Onbereikbare wegen bij water op straat, ziekenhuizen overige zorgverleners	VBM
<b>Extreme piekneerslag neemt toe, Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)</b>				
G26 Risico's buitenevenementen		!	Buitenevenementen PM overleg gemeente	VBM
G27 Toename uitval elektriciteitsvoorzieningen		!	Zorglocaties	VBM
<b>Extreme piekneerslag neemt toe, Hogere luchtvochtigheid</b>				
G28 Toename huisstofmijtallergie en schimmel		!	Algemeen	V

## Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
<b>Droogere bodems in de zomer</b>				
G29 Toename kans op brand		!	Natuurgebieden, bermen, (recreatief) groen.	VBM
<b>Droogere bodems in de zomer, Toename verzilting grondwater in kuststreek</b>				
G30 Verandering ecosysteem en verschuiving soorten	 	 	Gemeentebreed (specifiek natuurgebieden)	V
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>				
G31 Hogere blootstelling water overdraagbare infectieziekten		!	Zwemwaterlocaties	VBM
<b>Toename fijnstof</b>				
G32 Toename lucht overdraagbare infectieziekten en toename fijnstof		!	Gemeentebreed, maar specifiek voor de risicogroepen: geriatrische verpleeg- en verzorgingshuizen, kinderopvang	V
<b>Afname neerslagsom</b>				
G33 Afname verkeersongelukken wegtransport			Algemeen	
<b>Toename bodemdaling veengebieden</b>				
G34 Toename blootstelling pollen(hooikoortsklachten)		!	Gemeentebreed	V

## 10.3 Praktijkervaringen gemeente

Risico's van klimaatverandering op gezondheid worden door afdeling Welzijn van de gemeente Bladel erkend. Binnen de afdeling Welzijn is er geen concreet beleid voor hitte of andere klimaatteffecten. De gemeente ziet hoofdzakelijk een taak om richting burgers preventief de risico's aan te geven en hoe deze te voorkomen of te beperken. Voorlichting wordt verstrekt via lokale kranten, de gemeentelijke website en social media. Dit wordt gedaan voor onder andere de eikenprocessierups en hitte. De GGD adviseert hierbij de gemeente, scholen en woningbouwcorporaties. Ze verstrekken onder andere informatiefolders aan de gemeente. Instellingen zoals verzorgingstehuizen en scholen zijn zelfverantwoordelijk voor het nemen van concrete maatregelen. Ook de veiligheidsregio heeft hitte als specifiek risico meegenomen (Regionaal risicoprofiel, Veiligheidsregio Brabant-Zuidoost 2019). Verdere toelichting is beschreven bij de sector Veiligheid in paragraaf 15.3.

Naast voorlichting over risico's is er aandacht voor een gezonde leefomgeving. In 2018 heeft de gemeente haar gezondheidsbeleid vastgesteld (nota Gezondheidsbeleid Bladel 2018 – 2021). Hierin is de invloed van

klimaatverandering op de sector gezondheid niet specifiek in meegenomen. Wel is er aandacht voor een gezonde leefomgeving. De volgende doelstelling is opgenomen: *Bij (nieuwe) ruimtelijke ontwikkelingen worden gezondheidsaspecten ten allen tijde meegewogen. Er wordt hierbij niet alleen gekeken naar het reguleren van negatieve invloeden maar ook naar het stimuleren van positieve invloeden.*



▲ Dansen op het Totaalfestival in Bladel. © Dave Hendriks - Foto Meulenhof

## Totaalfestival in Bladel kan de warmte aan

BLADEL - Ook het Bladelse [Totaalfestival](#) is onderworpen aan het Nationaal Hitteplan. De organisatie schrok er niet van. Na 42 jaar weten ze wat het betekent om hartje zomer een buitenfeest te organiseren.

Jan Smets 25-07-19, 10:44 Bron: ED



„Er is gratis water en zonnecrème. Dat doen we altijd”, zegt Raymond Frenken. Hij is verantwoordelijk voor de veiligheid op het terrein. „Logisch”, vindt hij de vraag van de gemeente om extra maatregelen. „We hebben daarom een extra overkappingszeil gespannen over een groot deel van het terras.” De sproeier voor de kinderen blijft 's avonds lekker doordraaien. Voor de zekerheid is de Turbo Touw Tornado (een touwspringmachine) geschrapt op de kindermiddag. 's Avonds kan er wel gesprongen worden.

Figuur 14: Voorbeeld maatregelen hitte bij totaalfestival Bladel (bron: Eindhovens Dagblad)



## 11 SECTOR RECREATIE & TOERISME

### 11.1 Definitie sector

De sector Recreatie & Toerisme 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).

### 11.2 Effect klimaatverandering op sector







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>Extreme nemen toe</b>			
RT1 Toename risico voor evenementen, buiten recreatie en toerisme		!	Buiten evenementen (met kwetsbare groepen zoals ouderen/kinderen) o.a. Totaal festival (Egyptische Poort), kermis en braderieën, centrumgebied Bladel en Hapert. Lokale recreatie zoals speeltuinen, boerenmert Hapert, Braderieën, Centrumgebied van Bladel en Hapert.
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
RT2 Toename gezondheidsrisico's waterrecreatie		!	Achterste Hoef, Landal Het Vennenbos, Wellness Landschot, Omgeving RWZI, vlonderpaden Hapert
RT3 Verandering (sport)visserij	 	! 	Vislocaties
RT4 Minder ijsvorming voor scheepvaart			Geen wateren met scheepvaart
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
RT5 Toename toerisme & recreatie	 	! 	
RT6 Toename alcohol- en drugsgebruik		!	Evenementenlocaties, cafés, restaurants

Zachte winters			
RT7 Afname winterse activiteiten		!	Schaatslocaties, winterevenementen

## Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
RT8 Toename risico's buitenevenementen en recreatie		!	Wielerrondes, sportterreinen, dieren evenementen, Boerenmert Hapert, speeltuinen
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)</b>			
RT9 Negatief effect toerisme		!	o.a. campings, Landal Het Vennenbos.
<b>Verandering kwaliteit oppervlaktewater</b>			
RT10 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		!	Recreatief oppervlaktewater: De Achterste Hoef, Landal Het Vennenbos, Wellness Landschot, Omgeving RWZI, vlonderpaden Hapert

## Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>			
RT11 Vervoersbeperking scheepvaart			Geen wateren met scheepvaart
RT12 Toename inzet beregeningsverbod/ droogteplan bij zwembaden, dierentuin, golflocaties		!	De Achterste Hoef, Hooiberg, Het Vennenbos.
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
RT13 Verandering (sport)visserij	 	! 	Vislocaties
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
RT14 Nederland gunstiger vakantie land		! 	
<b>Droogere bodems in de zomer</b>			
RT15 Toename kans op natuur- en bosbranden		!	Natuurgebieden

## 11.3 Praktijkervaringen gemeente

De toeristische sector in de gemeente richt zich op groen, rust en ruimte. Belangrijke toeristische trekpleisters zijn vakantiepark Het Vennenbos en camping met zwemvijver De Achterste Hoef. Binnen de gemeente wordt momenteel niet actief het aantal toeristen gemonitord. Het recreatieve beleid is erop gericht om meer mensen en voor een langere periode aan te trekken. Klachten over hitte en wateroverlast in relatie tot de sector Toerisme en Recreatie worden in de huidige situatie niet direct herkend. Wel zijn de risico's op brand in natuurgebieden bekend (o.a. de Cartierheide). Volgens de deelnemers van de werksessie is het wenselijk om vanuit de gemeente inwoners en toeristen te wijzen op de gevaren van natuurbrand en wat ze er zelf aan kunnen doen om dit te voorkomen.

In de gemeente worden een aantal evenementen georganiseerd tijdens potentieel warme perioden, bv. Totaalfestival in Bladel, wielerevenementen, kermis en braderieën in de verschillende kernen. Bij de organisaties is specifiek aandacht voor hitte en andere extreme weersverschijnselen en vindt er afstemming plaats met de Geneeskundige Hulpverleningsorganisatie in de Regio (GHOR). Dit wordt vastgelegd en getoetst door de gemeente.

Naast evenementen worden ook het centrumgebied van Bladel en Hapert geïdentificeerd als gebieden waar er risico's zijn voor ondernemers en bewoners op het gebied van hittestress. Kansen worden gezien om bij herinrichting koele (groene) locaties te creëren. Momenteel worden er al extra watertappunten aangelegd.

Vanuit de medewerkers van de gemeente, die ook inwoner zijn, wordt aangegeven dat bewoners vaker opzoek gaan naar lokaal vertier. Ze zien het vergroenen van de openbare ruimte zoals bijvoorbeeld schoolterreinen als kans om de leefbaarheid te verhogen.

## 12 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 en niet naar spoor- en 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 Effect klimaatverandering op sector

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	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
11 Toename kans op ongelukken door verminderde concentratie		 Bestuurders	V
12 Hinder spoorverkeer door oververhitting elektrotechnisch systeem		 Geen spoorwegen	
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
13 Toename schade wegdek wegnent		 Asfaltwegen	VBM
14 Beperking vliegverkeer door schade		 Geen vliegveld	
15 Hinder spoorverkeer door vervorming en spatten rails, wissels en slecht sluitende bruggen		 Geen spoorwegen	
16 Hinder weg- en vaarwegverkeer door slechtsluitende bruggen			
<b>Hogere temperatuur oppervlaktewater</b>			
17 Afname ijshinder scheepvaart		 Geen wateren met scheepvaart	
<b>Zachte winter</b>			

I8 Minder gebruik strooizout wegen, minder onderhoud			Wegen (strooiroute)	B
I9 Minder (dodelijke) ongevallen door gladheid en ijzel			Wegen	

## Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
I10 Waterschade en afname bereikbaarheid			(hoofd)wegen VBM
I11 Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek			(hoofd)wegen VBM
<b>Toename frequentie en intensiteit wind</b>			
I12 Hinder scheepvaart door wind			
I13 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten			(hoofd)wegen VBM
<b>Toename frequentie en intensiteit wind en bliksem</b>			
I14 Hinder vliegverkeer door wind en bliksem			
<b>Toename frequentie en intensiteit bliksem</b>			
I15 Hinder spoorverkeer door bliksem			

## Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>			
I16 Beperking scheepvaart			V
<b>Drogere bodems in de zomer</b>			
I17 Hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden			Wegen nabij risicogebieden natuurbrand (geen spoor binnen de gemeentegrenzen) VBM
<b>Toename bodemdaling</b>			
I18 Meer onderhoud en schade door bodemdaling			

## 12.3 Praktijkervaringen gemeente

Uit bovenstaande analyse blijkt dat het aantal effecten op de sector infrastructuur beperkt is. Om het risico van versperring door omgevallen bomen te beperken 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 begaanbaarheid van wegen bij extreme neerslag is weergegeven op de kaarten in bijlage C. Het beleid van de gemeente is erop gericht om middels het realiseren van robuuste hemelwaterstelsels en waterberging effecten van extreme neerslag te voorkomen. Hierbij wordt de bereikbaarheid van gebieden voor o.a. hulpdiensten meegenomen in maatregelen.



## 13 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 zullen 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 Effect klimaatverandering op sector

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>			
E1 Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales		 	Elektriciteitsleidingen, geen thermische energiecentrales binnen de gemeente
E2 Lager hangende hoogspanningskabels			Hoogspanningsleidingen
E3 Vaker uitval door 'brownout' (uitval door te hoge vraag)			Elektriciteitscentrales niet aanwezig, effect uitval wel
E4 Beperking thermische energiecentrales door warmer koelwater			Geen energiecentrales in Bladel
<b>Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
E5 Kansen zonne-energie			Gemeentebreed (onderzoek naar potentiële locaties zonneweides loopt)
E6 Kansen biogas			Gemeentebreed
<b>Zachte winter</b>			
E7 Lagere energievraag voor verwarmen			Gemeentebreed
E8 Afname ijsaanwas windturbines			Onderzoek naar potentiële locaties loopt

E9 Afname ijsaanwas hoogspanningsleidingen			
--	--	--	--

### Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
E10 Uitval elektriciteit door inundatie			Electriciteitscentrales, koppel-, schakel-, en transformatorstations, zonnepanelen, geothermische voorziening
<b>Toename frequentie en intensiteit wind</b>			
E11 Stormschade bovengrondse energie en infrastructuur			Hoogspanningsnetwerk, Zonneparken
E12 Toename afschakelen windturbines bij storm			Onderzoek naar potentiële locaties windturbines binnen de gemeente loopt
E13 Kanssen windenergie			Windpark de Pals (4 windturbines) Onderzoek naar potentiële locaties windturbines binnen de Gemeente loopt.
<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. Electriciteitscentrales, hoogspanningsnetwerk,
<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	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Droogere bodems in de zomer</b>			
E18 Minder capaciteit ondergrondse elektriciteitsleidingen			Ondergrondse elektriciteitsnetwerk
<b>Toename bodemdaling</b>			
E19 Beschadiging kabels door zetting bodem			Beperkte risico's bodemdaling/zetting
<b>Afname rivierafvoer zomer</b>			
E20 Minder koelwater voor elektriciteitscentrales			Geen elektriciteitscentrale binnen de gemeente
E21 Beperking waterkrachtcentrales			Geen waterkrachtcentrales in Bladel

## 13.3 Praktijkervaringen gemeente

### Verstoring energievoorziening

De risico's rondom de uitval van energie worden door de gemeente (veiligheidscoördinator) 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. Door koelwaterbeperkingen voor energiecentrales kan leiden tot een tekort aan elektriciteit. Uitval van elektriciteit heeft 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 kunnen 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.

## Energietransitie

Conform het klimaatakkoord stelt de gemeente Bladel 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.

Binnen de gemeente Bladel worden stappen gezet voor het grootschalig opwekken van duurzame energie middels zonne- en windparken. Momenteel ligt een Milieueffectrapportage over de milieueffecten van grootschalige zonne- en windenergie in de Kempen ter inzage (juli 2019). Door de milieueffecten in de milieueffectrapportage van de potentiële locaties voor windenergie en zoekgebieden voor zonne-energie te onderzoeken kunnen de locaties tegen elkaar worden afgewogen. In de milieueffectenrapportage zijn nadrukkelijk nog geen keuzes gemaakt voor bepaalde locaties.

Voor de energietransitie van de bebouwde omgeving wordt in 2020 een warmtevisie opgesteld inclusief uitvoeringsprogramma. In de warmtevisie wordt vastgelegd welke wijken vóór 2030 van het aardgas af gaan en de wijze waarop.

In de Kempische Visie op wonen (2019-2023) is een van de speerpunten "Klaar voor de toekomst". Hierin is opgenomen dat bij nieuwe initiatieven uitgegaan moet worden van energieneutrale woningen (BENG). Hiermee wordt energie bespaart en bijgedragen aan een hoger wooncomfort. Voor bestaande woningen streeft de regio naar een bewustwording over de mogelijkheden om de woning beter te isoleren. Een gezamenlijke aanpak wordt opgesteld met aandacht voor de energiescans, mogelijkheden om de woning te verduurzamen bij overdracht en de Duurzaamheidslening. Voor de particuliere huursector is op landelijk niveau afgesproken dat 80% van de particuliere huurvoorraad in 2020 beschikt over ten minste energielabel C.

## 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 Effect klimaatverandering op sector

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




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

#### Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	aanwezig ! bedreiging aanwezig X Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extreme piekneerslag neemt toe</b>			
IT5 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door vocht	@	!	Gemeentebreed
IT6 Beperking satellietcommunicatie, IT1 microgolfantennes en mobiele signaalpropagatie	@	!	Gemeentebreed
IT7 Uitval door waterschade van ICT-	@	!	Gemeentebreed

Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten)				
IT8 Beperking microgolfantennes en satellietcommunicatie door wind	@	!	Antennes	V
IT9 Mechanische schadeantennemasten 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	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	@	!		V

## Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	 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	@	!	Zetting binnen de gemeente is beperkt	V
Lagere luchtvochtigheid				
IT17 Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed	V
Afname bruikbaar water door slechte oppervlaktewaterkwaliteit				
IT18 Verandering kwaliteit	@	X	Geen datacenters	

## 14.3 Praktijkervaringen gemeente

De risico's rondom de uitval van Telecom en ICT worden door de gemeente erkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant is verstoring telecommunicatie en ICT opgenomen als risico met een ernstige impact. Bij uitval van telecom/ICT kunnen veel mensen en organisaties hier hinder van ondervinden, waaronder hulpverleningsorganisaties. Voor alle primaire systemen is een fall back scenario uitgewerkt, maar het werk zal minder efficiënt worden uitgevoerd. De capaciteit van de regio om deze risico's aan te kunnen is in het regionaal risicoprofiel 2019 als mogelijk onvoldoende geïdentificeerd. Preventief is er planvorming uitgewerkt (coördinatieplan Vitale infrastructuur sector Telecommunicatie) voor de crisisbeheersing bij uitval.



## 15 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. In het Nationale Veiligheidsprofiel 2016 wordt daarom onderscheid gemaakt in vijf typen nationale veiligheidsbelangen (zie tabel hieronder). De typen veiligheid zijn onderling met elkaar verbonden. Wanneer bijvoorbeeld de fysieke veiligheid onder druk komt te staan kan dit de economische veiligheid belemmeren. De volgende stakeholders hebben een rol zullen 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: 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 Effect klimaatverandering op sector

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	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
<b>Extremen nemen toe</b>			
V1 Toename hitte gerelateerde gezondheidsklachten		 Hittegevoelige gebieden, risicogroepen	VBM
V2 Toename druk op medische hulpdiensten		 huisartensposten/EHBO	VBM
V3 Toename blackouts en kans uitval IT		 (cruciale) ICT-voorzieningen	V
<b>Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater, warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes</b>			
V4 Toename risico's voor grote evenementen		 Evenementen (categorie A en B)	V

## Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	aanwezig ! bedreiging aanwezig X 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 (categorie A en B) o.a. Totaalfestival, braderie, kermis wielerevenementen
<b>Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)</b>			
V7 Toename risico's buitenevenementen		!	.a. Totaalfestival, braderie, kermis wielerevenementen
V8 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen		!	Elektriciteitsnetwerk
V9 Toename kans vallende objecten		!	Gemeentebreed

## Droogte

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

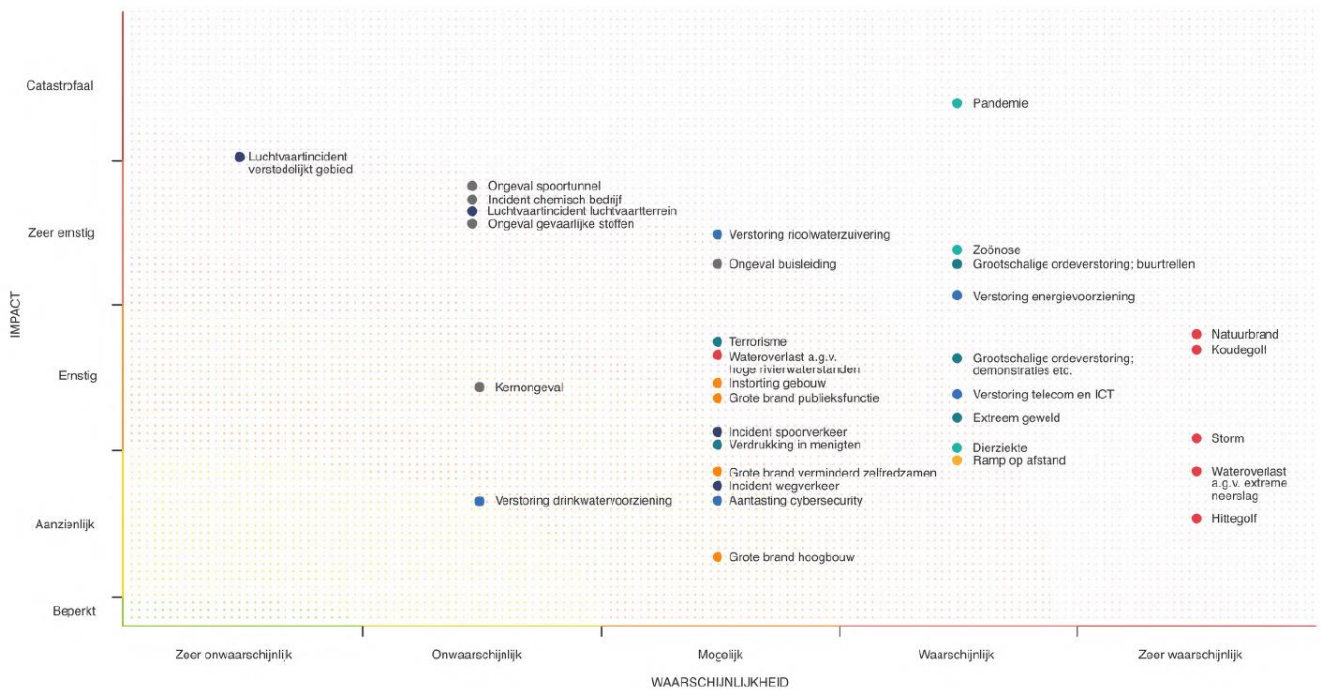
### 15.3 Praktijkervaringen gemeente

Door de veiligheidscoördinator van de gemeente Bladel worden de geïnventariseerde risico's als gevolg van klimaatverandering herkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant zijn de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhozen opgenomen.

De waarschijnlijkheid en de impact zijn per risico voor de regio bepaald (zie Figuur 16). 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 15: Aantal meldingen natuurbranden regio Brabant Zuidoost



Figuur 16: risicodiagram regio Brabant- Zuidoost

**Risico's natuurbranden**

In de gemeente Bladel worden er op het gebied van natuurbranden actief maatregelen genomen door het 3-mansschap Staatsbosbeheer, gemeente en brandweer. Gezamenlijk wordt per gebied gekeken hoe het gebied in elkaar zit en hoe hoog het risico daardoor is en zijn op basis hiervan maatregelen getroffen.

Concreet kan dit betekenen dat er calamiteitenroutes en bluswatervoorzieningen zijn aangelegd en worden naaldbossen vervangen door loofbossen.

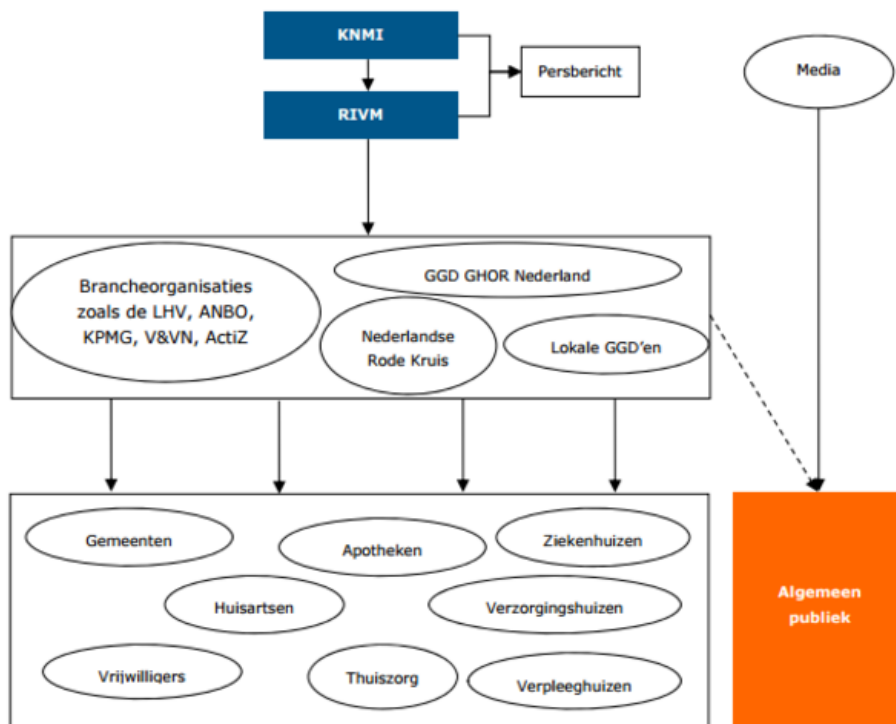
Ook worden de standaard inzetvoorstellen aangepast bij aanhoudende droogte, zodat meteen met een grotere slagkracht kan worden opgetreden. Reactieve maatregelen zijn het toepassen van drones om de brand inzichtelijk te maken en het inzetten van blushelikopters van defensie.

Voor de communicatie naar burgers en bedrijven om natuurbranden te voorkomen wordt in de zomer van 2019 een toolkit opgesteld.

**Risico’s hitte**

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 RIVM in samenwerking met het KNMI het hitteplan geactiveerd. Zorgverlenende organisaties worden op de hoogte gebracht (zie Figuur 17) 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 GGD Gemeentelijke Gezondheidsdiensten kunnen de burgermeester en de organisatoren hierin adviseren. De vier V’s kunnen handvatten bieden: veranderen van evenement, verkorten, verplaatsen of vervallen. Binnen de gemeente Bladel worden geen grote evenementen georganiseerd (categorie C, hoge bezoekers, risicogroepen, risicovolle activiteiten). Deze type evenementen vinden plaats in de gemeente Eersel (E3) of Best (Aquabest).



Figuur 17: Belboom Nationaal hitteplan (KNMI)

**Risico’s storm en windhozen**

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 geclassificeerd. De capaciteit van de regio om deze risico’s aan te kunnen is in het regionaal risicoprofiel

2019 als voldoende geclassificeerd. 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.



## 16 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Deze klimaatstresstest geeft een eerste indicatie van de kwetsbaarheid van gemeente Bladel voor de vier klimaatrisico's (wateroverlast, droogte, hitte en overstroming). In paragraaf 16.1 is een overzicht van de uitkomsten van de stresstest gegeven. In paragraaf 16.2 zijn de belangrijkste uitkomsten in een overzichtskaart weergegeven, en in paragraaf 16.3 is een aanzet gegeven voor vervolgstappen.

### 16.1 Samenvatting uitkomsten klimaatstresstest

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

#### Wateroverlast



- Intensiteit buien neemt tot 2050 met 12-25%
- De jaarlijkse neerslag neemt in klimaatscenario WH2050 met circa 6% toe
- Delen van de gemeente Bladel worden hierdoor kwetsbaarder voor hemelwateroverlast
- De grondwateroverlast neemt op een paar locaties toe
- De overstromingsrisico vanuit het watersysteem nemen hoofdzakelijk in de beekdalen van de Groote Beerze en het Dalems Stroompje toe.

#### Droogte



- Het neerslagtekort stijgt van 210-270 mm naar 300-330 mm in 2050
- In de huidige situatie zijn delen van Bladel al gevoelig voor droogte. Door de toename van verdamping en droge periode neemt de kwetsbaarheid van vegetatie toe. Dit heeft impact op de landbouw binnen de gemeente.
- In de gemeente Bladel zijn de Cartierheide, Natuurreservaat De Goorloop, Kroonvensche Heide en de Neterselsche Heide geïdentificeerd zijn als droogte gevoelig. Gemeente Bladel is niet gevoelig voor bodemdaling
- Gemeente Bladel is niet gevoelig voor het optreden van funderingsschade als gevolg van paalrot.

#### Hitte



- Van 3-6 tropische (>30° C) dagen nu naar 15-18 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
- Differentiatie binnen de kernen ontstaat met name door de aan- of afwezigheid van vegetatie en verschil in de verhardingsgraad.

#### Overstromingen



- Zowel in het huidige klimaat als in klimaatscenario WH2050 wordt geen overstroming vanuit primaire of regionale keringen in de gemeente Bladel berekend.

## 16.2 Sectoranalyse

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

- Binnen de gemeente bevinden zich een aantal natuurgebieden (Cartierheide, Neterselse Heide, bosgebieden aan de zuidzijde van de gemeente) die kwetsbaar zijn voor verdroging en waar een risico op brand aanwezig is. Het aantal meldingen van natuurbranden in de regio steeg van 31 meldingen in 2012 naar 102 meldingen in 2018.
- Verandering in het (stedelijk) groen is de afgelopen jaren merkbaar in Bladel: toename van de eikenprocessierups, de letterzetter, een langer groeiseizoen en droogteschade bij planten/heesters. In de droge zomer van 2018 stond de vijver in de kern Hapert droog met vissterfte tot gevolg.
- Bij extreme hitte wordt een toename van het gebruik van de buitenruimte niet herkend in de natuur/bosgebieden. Wel dat het recreatie seizoen eerder start en langer doorloopt.
- Wateroverlast door extreme neerslag trad in juni 2016 op met een hoog aantal meldingen en klachten tot gevolg.  
Door de veiligheidscoördinator van de gemeente Bladel worden de geïnventariseerde klimaateffecten herkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant zijn de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhozen opgenomen.
- In de gemeente Bladel is de relatie landbouw en klimaatverandering al zichtbaar. De gemeente Bladel ligt op relatief hoge zandgronden, waarbij watergangen veelal droogvallend zijn en de grondwaterstand relatief diep ligt ten opzichte van het maaiveld. Via de agrarische vertrouwenspersoon van de gemeente komen er signalen binnen van agrariërs met zorgen over droogte. Als maatregel wordt door de gemeente op de voor landbouw minder geschikte gebieden actief gronden geworven van agrariërs die stoppen om deze in te zetten voor natuur. Waterschap de Dommel voert momenteel projecten en pilots uit om verdroging van natuur en landbouw binnen haar beheersgebied tegen te gaan. Voor de beek de Groote Beerze loopt momenteel een pilot om droogte tegen te gaan door regenwater en water afkomstig van de zuivering te verpompen naar hoger gelegen zandgronden.

Een toename van het urgentiebesef (o.a. thema hittestress) en kennisniveau (o.a. klimaatadaptieve vegetatie) is nodig om Bladel verder voor te bereiden op de effecten van klimaatverandering. Dit komt overeen met het beeld bij gemeenten van vergelijkbare omvang/klimaateffecten.









Naast de gevolgen van klimaatverandering zijn tijdens de sectoranalyse ook kansen benoemd en is er aangegeven dat er al maatregelen worden genomen: o.a. meer ruimte voor groen en water bij (her)ontwikkelingen en reconstructies, hemelwater zoveel mogelijk vasthouden en infiltreren om droogte tegen te gaan, burgerparticipatie voor het afkoppelen van hemelwater en maatregelen om het risico op brand in natuurgebieden tegen te gaan.


De gemeente voert actief beleid om de biodiversiteit te verhogen. Zo zijn vijf akkers met granen en bloemen ingezaaid om vogels en insecten te voorzien van het nodige voedsel. Daarnaast worden binnen projecten van de gemeente inheemse soorten en bloemenmengsels toegepast en zijn er projecten gericht om de bijstand op peil te houden.

Uit de gesprekken met de verschillende afdelingen binnen de gemeente kwam naar voren dat klimaat een plek moet krijgen binnen de omgevingswet. Voor wateroverlast door extreme neerslag is beleid al verankerd in het Gemeentelijk Rioleringsplan.

In Tabel 7 zijn de voor gemeente Bladel belangrijkste indirecte effecten als gevolg van de klimaattrends hitte, wateroverlast en droogte samengevat weergegeven.

Tabel 7. Overzicht (belangrijkste) indirecte effecten per sector

	Hitte	Wateroverlast	Droogte
 Water en Ruimte	Toename kans op brand Afname (zwem)waterkwaliteit Toename gebruik water en ruimte voor recreatie Toename groenbeheer- en onderhoud door langer groeiseizoen	Risico op schade aan bebouwing bij extreme neerslag, Ziekteverwekkers bij water op straat	Druk op transport door toename watervraag Beperking groenonderhoud (door beregeningsverbod)
 Landbouw, tuinbouw en visserij	Hittestress arbeiders en vee, Afname gewasopbrengsten, Toename energiekosten koeling, Problemen bewaring oogst, Toename ziekten en plagen/exoten	Afname bewerkbaarheid bodem, Oogstschade, Schade aan gebouwen, kassen, stallen, Toename ziekten en plagen	Afname beschikbaarheid zoetwater, Waterschaarste en beregeningsverbod, Oogstschade en Afname gewasopbrengsten
 Gezondheid	Fysieke klachten krampen, uitslag, uitputting, hitteberoerten, uitdroging (dehydratie), nierfalen en luchtwegklachten. Toename overlijdensrisico, Afname nachtrust	Schade aan gebouwen, Afname bereikbaarheid hulpdiensten.	Kans op natuurbrand neemt toe, gezondheidsrisico's waterkwaliteit nemen toe, Kans op botulisme, blauwalg en vissterfte. Meer fijnstof en ziekteverwekkers in de lucht, Verschuiving van voor de gezondheid gevaarlijke soorten
 Recreatie en Toerisme	Toename gezondheidsrisico's bij evenementen, Toename toerisme & recreatie, Toename consumptie alcohol en drugs.	Hinder wateroverlast bij buitenevenementen en recreatie	<i>Nederland gunstiger vakantieoord</i> Toename kans op natuur- en bosbranden
 Natuur	Verandering migratiepatroon, Meer gebruik buitenruimte, Verschuiving en uitsterving soorten, Mismatch voedselketen, Toename kans overleven exoten.	Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten, kansen natte natuur	Toename (natuur)branden, Verandering ecosystemen en hydrologie natuurgebieden, Toename watervraag, Hogere kosten waterbeheer
 Infrastructuur (weg, spoor, water en ook luchtvaart)	Schade wegdek wegnen, Afname gebruik strooizout wegen	Waterschade en afname bereikbaarheid, Versperring wegverkeer door omgewaaide objecten	Hinder wegverkeer door natuur- en bermbranden
 Energie	Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand, Toename energievraag door koeling en kans op stopzetten energielevering door te hoge vraag. Kansen zonne-energie, biogas, lagere energievraag in de winter	Uitval elektriciteit door inundatie, Inslag- en stormschade energie infrastructuur, Kansen windenergie, Beschadiging door omvallende bomen (uprooting)	Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand
 IT en telecom	Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Hitte-uitval en hogere energiekosten ICT-operators, Uitval en storingen door kabelsmelt en 'brownout', Uitval en storingen door biologische besmettingen in airconditioning	Lekkage en inundatie ICT-objecten, Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid, inslagschade of door uitval elektriciteitsvoorzieningen. Stormschade antennemasten mobiele communicatie en zendmasten	Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door lage luchtvochtigheid

 <b>Veiligheid</b>	Hitte gerelateerde gezondheidsklachten Infectieziekten en grootschalige ziektegolven, Druk op medische hulpdiensten, Toename kans op brand, Risico's voor grote evenementen, Uitval ICT	Afname veiligheid door toename wateroverlast, Hinder wateroverlast bij buitenevenementen, Uitval elektriciteitsvoorzieningen	Toename kans op brand
--	---	--	-----------------------

### 16.3 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.



**Ambitie 2**  
**Risicodialoog voeren en strategie opstellen**

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 Bladel en is ook duidelijk waar in de volgende stappen prioriteit gelegd moet worden. Bepaalde klimaateffecten zullen namelijk hoger scoren in de kwetsbaarheidsanalyse dan anderen.

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.





## 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 kwetsbare objecten/functies.

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

De waterdieptes zijn inzichtelijk gemaakt door het gebruik van 2 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:

- 70 mm in 1 uur. Deze neerslaggebeurtenis heeft in met het huidig klimaat een herhalingsperiode van eens in de 200 jaar van voorkomen.
- 90 mm in 1 uur. Deze neerslaggebeurtenis heeft in met het huidig klimaat een herhalingsperiode van eens in de 500 jaar van voorkomen.

Voor deze drie neerslaggebeurtenissen geldt dat de herhalingsperiode gehalveerd is in 2050.

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.

Na het inzichtelijk maken van de maximale waterdiepten is de kwetsbaarheid van wegen in beeld gebracht. 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, zettingsgevoeligheid en funderingsproblematiek onderzocht.

Voor de resultaten van de onderwerpen neerslagtekort, bodemdaling en zettingsgevoeligheid is gebruik gemaakt van de klimaat-effectatlas. Voor de onderwerpen vegetatie en funderingsproblematiek is gebruik gemaakt van door Arcadis opgestelde onderzoeksmethodieken. Deze zijn hieronder verder toegelicht.

### Kwetsbaarheid voor gewasderving door verdroging

Om inzichtelijk te maken welke gebieden gevoelig zijn voor gewasderving als gevolg van verdroging is gebruik gemaakt van de gewassoorten, weer- en klimaatscenario's (KNMI), bodemtypen (uit de BOFEK2012) en de grondkarakteristieken. De gemiddeld laagste (GLG)- en hoogste grondwaterstand

(GHG) zijn verkregen van Waterschap de Dommel. De verandering in grondwaterstand is afkomstig uit de klimaateffect atlas.

Vegetatie is afhankelijk van de aanlevering van vocht uit neerslag en/of grondwater. Wanneer er geen neerslag valt in droge perioden is vegetatie afhankelijk van vochtlevering uit het grondwater door capillaire nalevering. De mate van capillaire nalevering verschilt per grondsoort, en wordt mede beïnvloed door de hoogte van de grondwaterstand en de bodemkarakteristieken. Om over de hele gemeente een relatieve vergelijking te kunnen maken is deze analyse gemaakt voor één referentiegewas, zijnde gras.

Om te bepalen welke gebieden kwetsbaar kunnen zijn voor droogte, is gebruik gemaakt van de Waterwijzer Landbouw, geproduceerd door o.a. Wageningen Universiteit en KWR. Het model geeft een reproduceerbare inschatting van het effect van klimaatverandering op landbouwkundige opbrengsten. Het model kan inschattingen maken voor droogte-, nat- en zoutschade. Dit wordt gedaan op basis van twee modellen: SWAP (Soil-WaterAtmosphere-Plant) en WOFOST (WORld FOod STudies). In SWAP zijn zaken opgenomen als transport water, opgeloste stoffen in de bodem. WOFOST is een dynamisch gewasgroei-model, hierin wordt bijvoorbeeld fotosynthese meegenomen.

De output van het model is opgedeeld in gewasopbrengst (€/ha) en opbrengstderving (totaal, indirect, droogte, nat en zout). In dit rapport worden alleen de gevolgen van droogtestress gepresenteerd, omdat dit relatief meeste schade oplevert. Deze gevolgen worden gepresenteerd in bijlage D. Hier is het gemiddeld, jaarlijkse verlies van gewassen (in procenten) weergegeven.

#### **Kwetsbaarheid van funderingsschade als gevolg van paalrot**

Houten paalfunderingen zijn voornamelijk voor 1950 toegepast en worden over het algemeen alleen gebruikt op klei- en veengronden. Panden die voor 1950 gebouwd zijn op klei- en veengronden zijn dus kwetsbaar voor paalrot wanneer de grondwaterstand daalt. De grondsoort en het bouwjaar vormen dan ook de criteria van deze parameter. Op basis hiervan kan vastgesteld worden of er panden zijn die worden gefundeerd door houten palen. Deze panden zijn aangemerkt als kwetsbaar voor funderingsschade als gevolg van paalrot.

#### **HITTE**

Voor het in beeld brengen van de hittegevoeligheid van de gemeente is voor de volgende onderwerpen gebruik gemaakt van de klimaateffectatlas; zomerse en tropische dagen per jaar, hittestress door warme nachten, opwarming oppervlaktewater en kwetsbare groepen 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 TOELICHTINGEN BEDREIGINGEN EN KANSEN

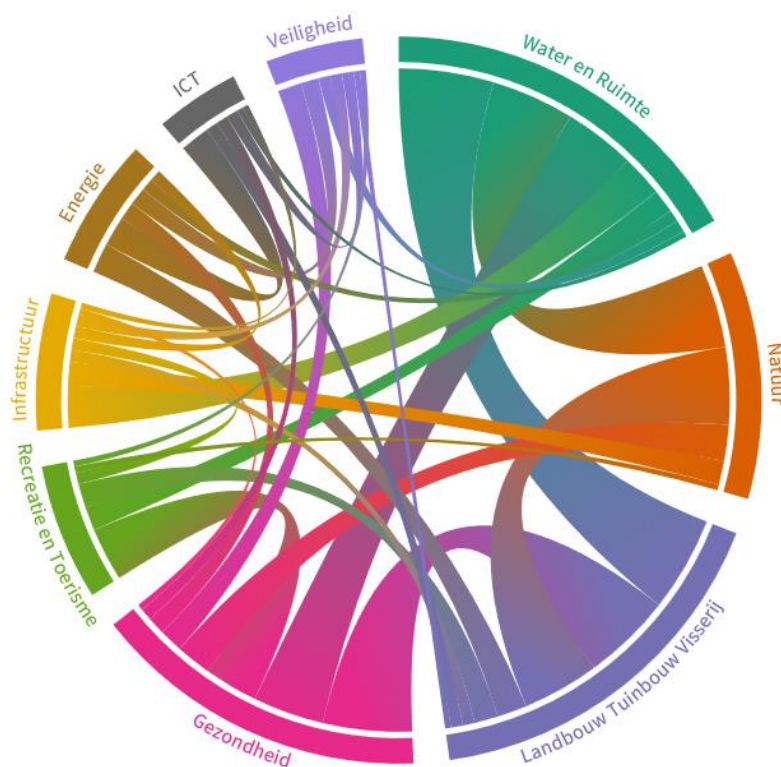
De belangrijkste bedreigingen en kansen voor de in hoofdstuk 7 t/m 15 genoemde sectoren zijn in deze bijlage nader toegelicht.

In **Error! Reference source not found.** zijn het aantal bedreigingen en kansen per sector onderverdeeld in de klimaattrends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming. Uit de analyse blijkt dat het aantal bedreigingen voor de klimaattrend overstroming het laagst is. Echter de impact van een overstroming is groot. Het grootste aantal bedreigingen is aanwezig in de sector gezondheid en bij de klimaattrend hitte en wateroverlast. Hittestress en wateroverlast zorgen voor fysieke klachten, stijging in overlijdensrisico en lichamelijk letsel. De meeste kansen als gevolg van klimaatverandering liggen bij de sectoren energie, landbouw, tuinbouw en visserij en water en ruimte. Er komen namelijk kansen voor zonne-energie en door mildere winters kan de energievraag dalen. Door een langer groeiseizoen is er een kans op stijging van de gewasopbrengsten. Daarnaast is het gevolg van een langere zomer een kans voor de toename van het gebruik van (openbaar)groen en recreatie.

Tabel 8. Aantal bedreigingen en kansen per sector onderverdeeld in de klimaattrends hitte, wateroverlast en droogte.

Sectoren	Hitte		Wateroverlast		Droogte	
	bedreiging	kans	bedreiging	kans	bedreiging	kans
Water en Ruimte	8	4	7	2	3	0
Landbouw, Tuinbouw, Visserij	7	3	12	2	5	0
Gezondheid	17	3	8	2	5	2
Recreatie en Toerisme	6	2	3	0	4	2
Natuur	5	2	1	2	4	1
Infrastructuur	2	2	3	0	1	0
Energie	3	6	6	2	1	0
It en telecom	4	0	10	0	3	0
Veiligheid	4	0	5	0	2	0
<b>Totaal</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>55</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>5</b>

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 18. Overzicht cross-sectorale effecten

## SECTOR WATER & RUIMTE

### *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 klimaateffect 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 gedeponeed 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.

## **SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW & VISSERIJ (LTV)**

### *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 klimaateffect 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 klimaatteffect 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 opbrengstderiving 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 klimaatteffect 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 opbrengstderiving 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 klimaatteffecten dus bedreigingen voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw.

#### *Toename ziekten en plagen*

De toename meerdaagse natte periodes, extreme piekneerslag en hogere luchtvochtigheid vergroten de kans op (blootstelling aan) ziekten en plagen, met opbrengstderiving als gevolg (Meijs, et al., 2018). Dit klimaatteffect 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 periodes 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 opspatten 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.

## SECTOR GEZONDHEID

### *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 ziektegolft 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 tijdverdrijf 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 overstroming 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 overstroming 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 klimaatteffect 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.

## **SECTOR RECREATIE EN TOERISME**

### *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 (vloerfonteinen) 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 voornoemde 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.



## SECTOR NATUUR

### *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 klimaateffect 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 klimaateffect 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 klimaateffect 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.

## **SECTOR INFRASTRUCTUUR**

### *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.



## SECTOR ENERGIE

### *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 klimaateffect afhankelijk van het materiaaltype. De Lo-Sag (type hoogspanningslijnen) en hoge temperatuurgeleiders zijn minder vatbaar voor dit klimaateffect.

### *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.

## SECTOR IT EN TELECOM

### *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 E 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..

## **SECTOR VEILIGHEID**

### *Infectieziekten en grootschalige ziektegolven*

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes vergroot 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 griepandemie 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 klimaatteffect. 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 klimaatteffect 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

**Maximale waterdiepte bui 8, bui 9, bui 1 juni 2016, 70 mm en 90 mm.**

**Begaanbaarheid bij 70 mm en 90 mm.**

**Wateroverlast vanuit het watersysteem.**

## BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE

**Kwetsbaarheid verdroging**

**Knelpunten waterkwaliteit**

**Kwetsbaarheid droogte landbouw**



## BIJLAGE E RESULTATEN HITTE

**Kwetsbaarheid gemeente oppervlaktetemperatuur**

**Kwetsbaarheid kernen oppervlaktetemperatuur**

**Kwetsbaarheid gemeente 'mate van hittestress'**

**Kwetsbaarheid kernen 'mate van hittestress'**

## COLOFON

### KLIMAATSTRESSTEST

#### KLANT

Gemeente Bladel

#### AUTEUR

Simone Mol

#### PROJECTNUMMER

C03071.000281

#### ONZE REFERENTIE

#### DATUM

23 september 2019

#### STATUS

Definitief

#### GECONTROLEERD DOOR

Bas Bierens  
Hoofd Adviesgroep Stedelijk Water

#### VRIJGEGEVEN DOOR

Bas Bierens  
Hoofd Adviesgroep Stedelijk Water

#### **Arcadis Nederland B.V.**

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

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