

KLIMAATSTRESSTEST

Gemeente Deurne

18 DECEMBER 2019



Contactpersoon

JOOST VELTMAAT

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-
Hertogenbosch
Nederland

Resultaten klimaatstresstest op hoofdlijnen	6
Resultaat sectoranalyse op hoofdlijnen	8
8	
Aanbevelingen voor vervolg	10
1 INLEIDING	11
1.1 Het klimaat verandert	11
1.2 Verantwoording	12
1.3 Leeswijzer	13
2 WATEROVERLAST	14
2.1 Neerslagpatroon	14
2.2 Water op straat	15
2.3 Grondwateroverlast	17
3 DROOGTE	19
3.1 Neerslagtekort	20
3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden	21
3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging	22
3.4 Kwetsbaarheid natuur voor verdroging	24
3.5 Knelpunten waterkwaliteit	25
3.6 Bodemdaling en funderingsschade	27
4 HITTE	29
4.1 Zomerse en tropische dagen per jaar	29
4.2 Hittestress door warme nachten	30
4.3 Oppervlaktetemperatuur	31
4.4 Opwarming oppervlaktewater	32
5 OVERSTROMING	34
5.1 Overstromingsdiepte	34
6 AANPAK SECTORANALYSE	35
7 SECTOR WATER EN RUIMTE	36
7.1 Definitie sector en stakeholders	36
7.2 Praktijkervaringen van de gemeente	36
8 SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	38
8.1 Definitie sector	38

8.2	Praktijkervaringen van de gemeente	38
9	SECTOR GEZONDHEID	39
9.1	Definitie sector	39
9.2	Praktijkervaringen van de gemeente	39
10	SECTOR RECREATIE & TOERISME	40
10.1	Definitie sector	40
10.2	Praktijkervaringen van de gemeente	40
11	SECTOR NATUUR	41
11.1	Definitie sector	41
11.2	Praktijkervaringen van de gemeente	41
12	SECTOR INFRASTRUCTUUR	43
12.1	Definitie sector	43
12.2	Praktijkervaringen van de gemeente	43
13	SECTOR ENERGIE	45
13.1	Definitie sector	45
13.2	Praktijkervaringen van de gemeente	45
14	SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM	47
14.1	Definitie sector	47
14.2	Praktijkervaringen van de gemeente	47
15	SECTOR VEILIGHEID	48
15.1	Definitie sector	48
15.2	Praktijkervaringen van de gemeente	48
	Definitie sector	62

BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES	52
BIJLAGE B KLIMAATEFFECTEN VOOR SECTOREN	55
Water en Ruimte	55
Landbouw, tuinbouw en visserij	58
Gezondheid	60
Recreatie en toerisme	63
Natuur	64
Infrastructuur	67
Energie	69
IT en Telecommunicatie	70
Veiligheid	72
BIJLAGE C TOELICHTING KANSEN EN BEDREIGINGEN	
KLIMAATVERANDERING VOOR SECTOREN	74
BIJLAGE D RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG	86
BIJLAGE E RESULTATEN DROOGTE	87
BIJLAGE F RESULTATEN HITTESTRESS	88
BIJLAGE G RESULTATEN OVERSTROMING	89
BIJLAGE H OVERZICHTSKAART KWETSBARE LOCATIES VOOR KLIMAATVERANDRING	90

Samenvatting

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

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

Resultaten klimaatstresstest op hoofdlijnen

Wateroverlast



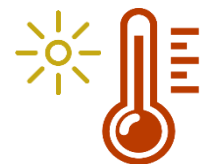
- Intensiteit buien neemt tot 2050 met 12-25% toe.
- De jaarlijkse neerslag neemt in klimaatscenario WH2050 met circa 6% toe.
- De kern Deurne is het meest kwetsbaar voor wateroverlast. Bekende locaties als Helmondseweg, Veldstraat, omgeving Leembaan, omgeving Romeinstraat en het noordelijk deel van de Sint Jozefparochie komen ook uit de stresstest naar voren. In Liessel blijkt het Hoogveld de meest kwetsbare locatie te zijn. In Neerkant is de Keulsebaan het belangrijkste aandachtspunt, zeker omdat dit de doorgaande weg door Neerkant is.
- In Helenaveen en Vlierden blijkt de kwetsbaarheid veel beperkter te zijn. De grondwateroverlast neemt ten oosten van de kern Deurne toe. Dit betreft een small gebied welke van noord naar zuid loopt door de gemeente loopt.

Droogte



- Een toename van gewasderving als gevolg van droogte wordt op meerdere landbouwgebieden verspreid over de gemeente berekend.
- Het 10-jarig neerslagtekort stijgt van 240-270 mm naar 270-330 mm in 2050
- Bodemdaling (en een toename aan bodemdaling) komt vooral voor in de gebieden aan de rand van de Peel en bij De Brink ten noordoosten van Liesel. Dit kan in het huidige klimaat (als er geen kunstmatig peil gehanteerd wordt) al meer dan 60 cm zijn en in het wh2050 klimaat nog eens 15 cm toenemen.
- Funderingsschade als gevolg van paalrot wordt als zeer klein risico ingeschat.

Hitte



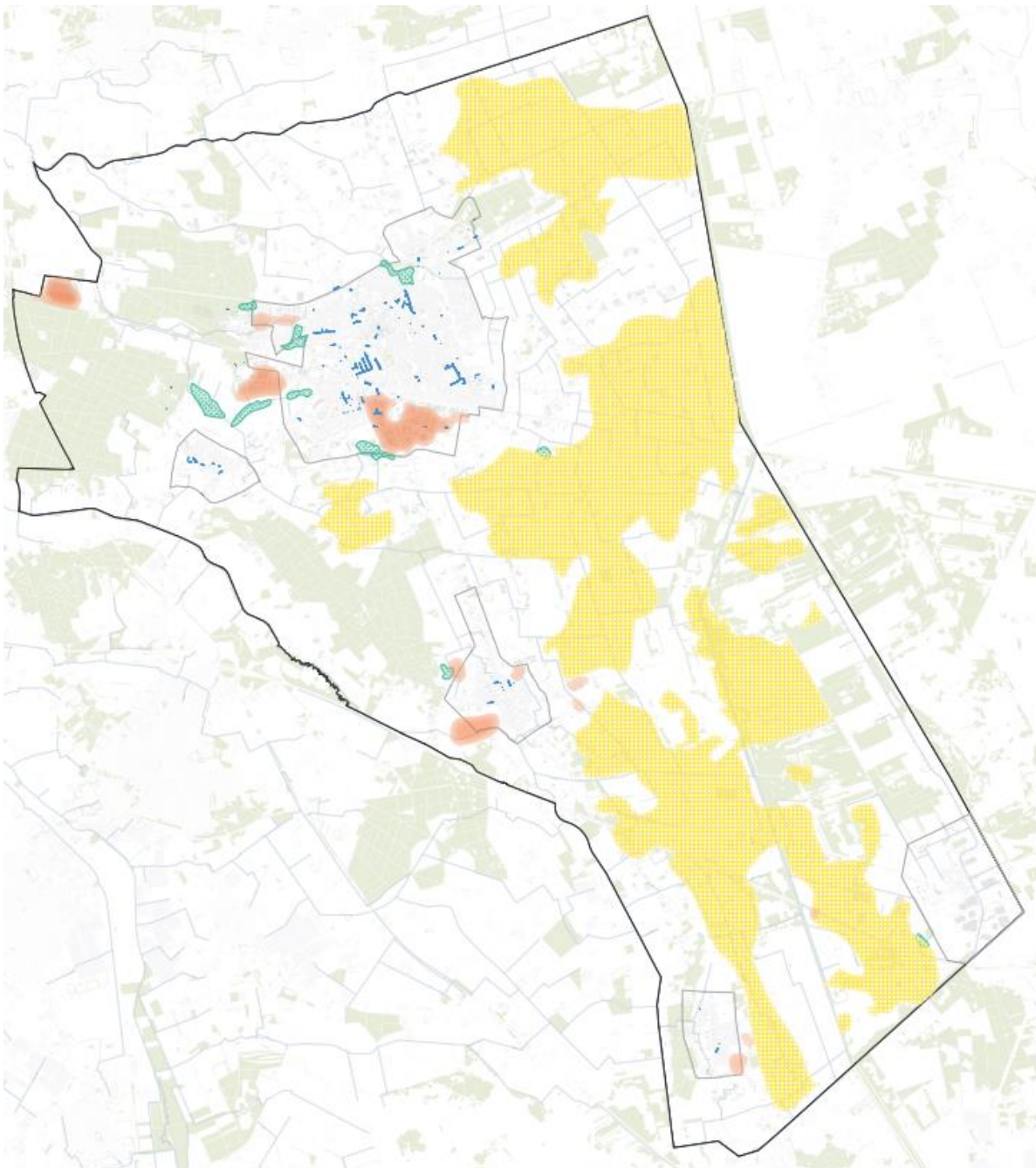
- Zowel uit de ervaringen van de gemeente als uit de modelresultaten blijkt dat de kern Deurne weinig koele plekken kent op extreem warme dagen. Hierdoor wordt in de huidige situatie al hittestress in praktijk ervaren.
- Van 6-9 tropische (>30° C) dagen nu naar meer dan 18 tropische dagen in 2050
- Hittestress door warme nachten neemt toe van dagen tot weken per jaar in 2050
- Het oppervlaktewater warmt op, mogelijk met waterkwaliteitsproblemen als gevolg
- Met name de Bedrijventerreinen met grote dakvlakken (Kranenmortel, Binderen-Zuid en 't Rijt) blijken hittegevoelig te zijn. Voor het centrumgebied van Deurne worden minder hoge temperaturen bereikt. Maar gezien de belangrijke verblijfsfuncties is de impact op warme dagen wel groter.



Overstromingen

- Uit de analyse van Waterschap Aa en Maas blijkt dat na een bui van 70 mm in één uur er relatief weinig locaties inunderen en dat ook de waterdiepte beperkt blijft. Lokale overstromingen vinden plaats langs de Vlier, de Oude Aa en het kanaal van Deurne.
- Op enkele plaatsen zullen hoge waterstanden kunnen leiden tot toenemende wateroverlast vanuit de riolering.

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



Figuur 1 Kwetsbare locaties voor klimaatverandering

Resultaat sectoranalyse op hoofdlijnen



Water en Ruimte

- Schade en wateroverlast door water op straat wordt met name binnen de bebouwde kom ervaren. Bij het inpassen van de wateropgave spelen tegenstrijdige belangen tussen beheerbaarheid, budget en functionaliteit een rol.
- Droogte is voor de veengebieden een grote bedreiging. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan gevolgen voor veendijken en natte natuur. Maar ook droogvallende visvijvers zijn een voorkomend probleem gebleken.
- De warme zomers van 2018 en 2019 hebben het thema hitte op de kaart gezet. Uitval van groen, hittestress bij bewoners en economische schade aan gewassen zijn veelgenoemde problemen.



Landbouw, tuinbouw en visserij

- Extreme neerslag heeft uitspoeling van nutriënten en bodemverdichting tot gevolg.
- Er is bij de gemeente weinig bekend over droogteproblematiek bij boeren. De klimaatdialogen bieden een goede kans om hierover in gesprek te gaan.



Gezondheid

- Voor de sector gezondheid zijn de warme zomers van 2018 en 2019 merkbaar geweest. Op scholen, verzorgingstehuizen en festivals was voldoende koeling een uitdaging. Ook voor bepaalde beroepsgroepen, zoals in de bouw, hoveniers/groenbeheer, etc. zijn tropenroosters gehanteerd.



Recreatie en Toerisme

- Wateroverlast in het centrum van Deurne heeft de afgelopen jaren gezorgd voor onbereikbare hotels en horeca.
- De warmere zomers bieden kansen voor de horeca voor grotere omzetten door volle terrassen.
- Extreme hitte is voor evenementen een aandachtspunt. De gemeente neemt hier in een adviserende rol aan.



Natuur

- Meer stedelijk groen biedt kan in veel opzichten bijdragen aan klimaatadaptatie. Zowel ter voorkoming van wateroverlast, verminderen van hittestress en ten gunste van een grotere biodiversiteit.
- De extreme hitte in de zomers van 2018 en 2019 heeft grote invloed gehad op de uitval van groen, met grote kosten tot gevolg.
- Toenemende droogte is een risico voor natuur in Deurne. Met name natuurbranden en verdroging van veengebieden en vis/oppervlaktewateren komen regelmatig voor.



Infrastructuur

- Veel wateroverlastlocaties uit de stresstest worden in de huidige situatie al door de gemeente herkend.
- Om schade aan wegen door extreme hitte te voorkomen wordt er 's zomers in Deurne een zoutoplossing gestrooid. De gemeente heeft behoefte aan meer inzicht in de effecten op ecologie en de koelende werking.
- Wegverzakking (door droogte) heeft grote financiële schade tot gevolg

Energie



- Voor de sector energie wordt klimaat gerelateerde problematiek regionaal aangepakt. Hierbij ligt de focus o.a. op koelwaterbeperking, uitval rioolwaterzuiveringen, uitval ICT en uitval van primaire infrastructuur zoals trein- en luchtverkeer.
- Ontwikkelingen op het gebied van de energietransitie worden in Deurne, met 20 andere gemeenten en 2 waterschappen, vanuit de Regionale Energiestrategie (RES) gestuurd. De vraag naar zonnepanelen groeit explosief, zowel voor particulieren als commerciële zonneweiden. Hier zitten ecologische risico's aan en daarom worden vergunningen pas verstrekt op het moment dat er beleid ligt. Daarnaast bemerkt de gemeente een opkomst aan Warmte-koude-opslag (WKO) systemen.



Informatietechnologie (IT) en telecom & Veiligheid



- Voor deze sectoren zijn geen praktijkervaringen bekend bij de gemeente. Daarnaast acteren de effecten op regionale schaal.
- De veiligheidsregio Zuid Oost Brabant heeft in een regionaal risicoprofiel van 2019 de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhoven beoordeeld als zeer waarschijnlijk. De impact van natuurbranden is daarbij geclassificeerd als ernstig en met grote impact.

Uit de werksessie Sectoranalyse kan worden geconcludeerd dat de gevolgen van klimaatverandering in de gemeente Deurne al duidelijk optreden, bijvoorbeeld:

- In Deurne is in het verleden regelmatig wateroverlast opgetreden als het gevolg van extreme neerslag. In de periode tussen eind mei en juni 2016 is er in de gehele provincie Noord-Brabant extreem veel neerslag gevallen. Deze extreme neerslag leidde tot schade in bebouwd gebied, natuur en de landbouwsector.
- De toenemende hitte en droogte heeft een grote invloed op de (onbalans in) biodiversiteit aan plant- en diersoorten. De gemeente bemerkt een verschuiving in soorten en heeft langere maai- en onderhoudsperiodes.
- In het centrum van Deurne heerste in de zomer van 2019 een zeer warm klimaat, waarbij recordtemperaturen gehaald zijn. Dit heeft had o.a. lege terrassen, kortere openingstijden (van bijv. de kermis) en schade aan wegen en andere infrastructuur tot gevolg.

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

- Regionaal wordt een klimaatadaptatie strategie inclusief energie beleid opgesteld.
- Het duurzaamheidsbeleid van de gemeente Deurne wordt op korte termijn vastgesteld.
- Klimaatadaptatiestrategie is onderdeel van meerdere ruimteclaims (energietransitie, transitie buitengebied, Omgevingsvisie) die binnen de gemeente lopen. De gemeente voorziet nu al het belang om dialogen waar mogelijk te combineren.
- Er wordt aan bewustwording gewerkt binnen de volgende trajecten:
 - Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP)
 - Communicatie vanuit de gemeente
 - Onweerstaanbaar Deurne
- Binnen kleine projecten wordt al uitgebreid met bewoners gecommuniceerd. Een voorbeeld hiervan is afkoppelen.
- Stimuleren van burgerinitiatieven. Bijvoorbeeld door middel van opstellen afkoppelsubsidie en het programma "Leefbaar en Vitaal Neerkant"
- Naast bewustwording is er de afgelopen jaren ook sprake van een groot aantal verbetermaatregelen in de vorm van rioolaanpassingen en de aanleg van wadi's en ondergrondse bergingen. Dit programma loopt de komende jaren door om de belangrijke knelpunten op te lossen.
- Voor het centrumgebied van Deurne is er voor de klimaatadaptatie en inrichting openbare ruimte een visie opgesteld; 'Integrale Centrumvisie Deurne, Samen keuzes maken'

Aanbevelingen voor vervolg

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

Onderstaande activiteiten kunnen worden ondernomen om ambitie 1 (kwetsbaarheden in beeld brengen) verder aan te scherpen en ter voorbereiding op ambitie 2 (risicodialogoog 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 Deurne en is ook duidelijk waar in de volgende stappen prioriteit gelegd moet worden. Bepaalde klimaateffecten zullen namelijk hoger scoren in de kwetsbaarheidsanalyse dan andere.

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

Richting het voeren van risicodialogen

Met het bestuurlijk commitment aan de agenda klimaatadaptatie kan er naar een uitvoeringsagenda worden toegewerkt. Een belangrijke volgende stap is de risicodialogoog. 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 uit ziet 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.

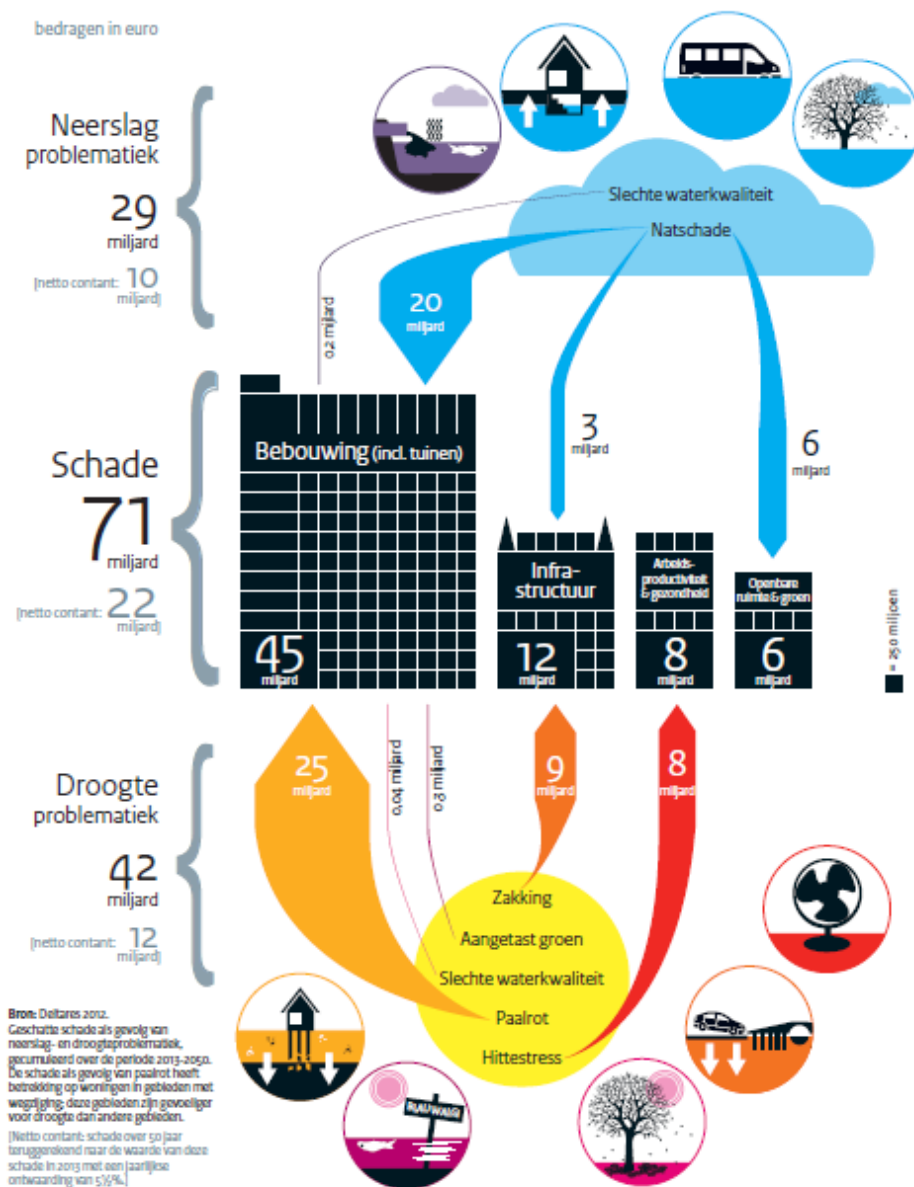
In de risicodialogen worden vervolgens de opgave en ambities besproken en worden gezamenlijk mogelijke oplossingen en maatregelen verkend en onderzocht. Uiteindelijk leidt dit tot het opstellen van een adaptatiestrategie en uitvoeringsagenda.

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

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

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

Mitigatie en adaptatie

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

1.2 Verantwoording

In 2014 is de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie vastgesteld waarin gemeenten en ander overheden het doel hebben meegekregen om Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust ingericht te hebben. Daarnaast is in dezelfde Deltabeslissing aangegeven dat in 2020 klimaatbestendigheid in beleid en handelen verankerd moet zijn bij alle overheden. Om verantwoordelijke overheden houvast te geven bij het invulling geven aan de Deltabeslissing¹ 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. Risicodialog 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**;

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

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

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

1.3 Leeswijzer

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

- Wateroverlast door hevige neerslag
- Droogte
- Hitte
- Overstromingen

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

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

De rapportage sluit af met conclusies en aanbevelingen voor het vervolgtraject: het voeren van risicodialogen 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 Deurne met betrekking tot wateroverlast zijn de volgende aspecten onderzocht:

- Het neerslagpatroon
- Water op straat
- Grondwateroverlast

Voor de analyses is gebruik gemaakt van het hydraulische rioolmodel van de gemeente Deurne 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 tijdspanne valt (met name in de zomer) of dat het juist langdurige zware regenval is (met name in de herfst en winter). Uit KNMI-scenario's (2014) blijkt dat de verwachte hoeveelheden jaarneerslag met circa 50 mm toenemen in 2050 (Tabel 1).

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

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

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

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

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

Extreme neerslag is niet alleen iets van de toekomst. In periode tussen eind mei en juni 2016 is er in de provincie Noord-Brabant extreem veel neerslag gevallen. Er viel in grote delen van het beheersgebied van Waterschap Aa en Maas in deze periode meer dan 275 millimeter. Deze extreme neerslag leidde tot schade in bebouwd gebied, natuur en de landbouwsector. Na de extreme regenval van 1 juni werd zelfs opgeroepen Deurne en omliggende gemeenten te mijden vanwege blank staande straten.

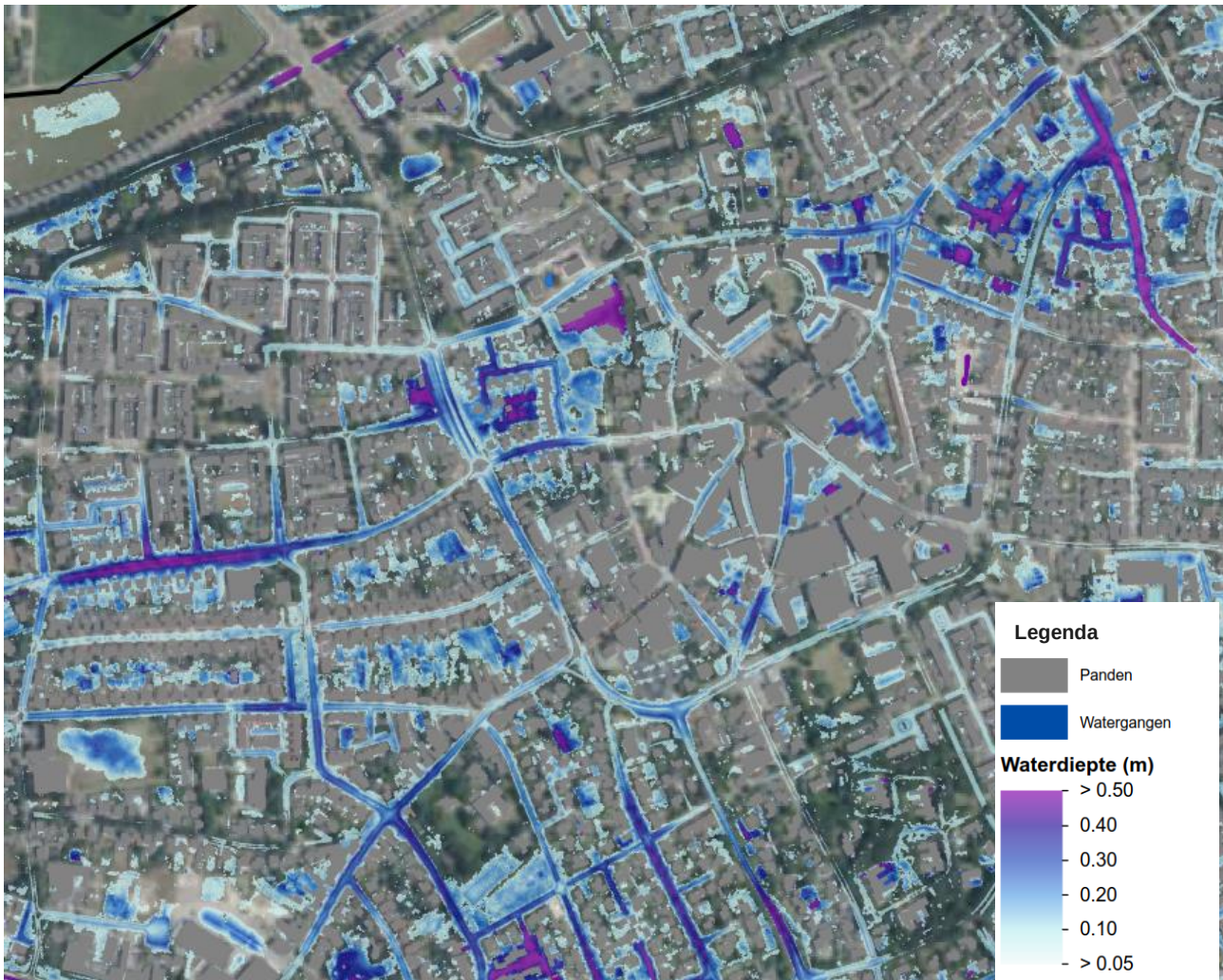
In de volgende paragraaf is de kwetsbaarheid van de bebouwde omgeving voor wateroverlast door extreme neerslag weergegeven.



Figuur 3. Wateroverlast na extreme neerslag in gemeente Deurne op 1 juni 2016

2.2 Water op straat

Voor een analyse van de kwetsbaarheid van de gemeente Deurne voor extreme neerslag is de bebouwde omgeving blootgesteld aan de in Tabel 2 weergegeven buien. Twee neerslaggebeurtenissen, één van 70mm en één van 90mm, duren 1 uur en een derde neerslaggebeurtenis is 160mm in 2 uur. Daarnaast is een bui van 44 mm in een uur doorgerekend. Met een rioleringsmodel is berekend waar 'water op straat' optreedt en is een doorkijk gemaakt naar de begaanbaarheid van wegen. De methodebeschrijving van deze analyse is weergegeven in Bijlage A. De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage D welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Deurne").



Figuur 4: Voorbeeld van een resultaat uit een hydraulische simulatie van water op straat in de kern Deurne (70 mm in één uur)

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

Onderstaand zijn per kern de locaties weergegeven die bij een neerslaggebeurtenis van 70 mm in een uur gevoelig zijn voor wateroverlast. Deze neerslaggebeurtenis is het meest geschikt om kwetsbare locaties binnen de gemeente in beeld te brengen. Een neerslaggebeurtenis van 70 mm is namelijk voldoende om water op straat te veroorzaken en kwetsbare locaties naar voren te brengen. Daarnaast zal niet in heel de gemeente water op straat staan, wat het geval zou kunnen zijn bij extremere neerslaggebeurtenissen. Hierbij is specifiek gelet op straten met de grootste waterdiepten. Maar ook als de waterdiepte onvoldoende is om panden in te stromen kan golfslag van verkeer alsnog voor inpandige schade zorgen. Daarnaast is een analyse gemaakt waarin de begaanbaarheid van wegen in kaart gebracht wordt (zie Bijlage D).

Liessel

In de kern Liessel zijn drie kwetsbare locaties waar te nemen. Het grootste knelpunt ligt bij de kruising Hoofdstraat / Oude Molen. Dit is een doorgaande weg waar als gevolg van een 70 mm neerslaggebeurtenis hoge waterstanden worden berekend, en de weg onbegaanbaar is voor verkeer. De Hoogveld is een tweede locatie waar hoge waterstanden een onbegaanbare straat veroorzaakt. Deze straat ligt in een woonwijk en is daarmee voor de bereikbaarheid een minder urgent knelpunt dan de kruising Hoofdstraat / Oude Molen. Echter zal deze hoge waterstand wel tot water in de omliggende panden kunnen zorgen. De Monseigneur Berkvensstraat is het derde knelpunt waar de weg onbegaanbaar is door hoge waterstanden.

Neerkant

In de kern Neerkant is één kwetsbare locatie waar te nemen op de Keulsebaan. De berekende waterstanden als gevolg van een 70 mm neerslaggebeurtenis veroorzaakt hier een onbegaanbare weg voor het verkeer. De Keulsebaan is de doorgaande weg van de kern en daarmee is het een urgent knelpunt.

Helenaveen

De kern Helenaveen is bij een 70 mm neerslaggebeurtenis niet kwetsbaar voor wateroverlast. In enkele straten wordt wel water op straat berekend, maar dit leidt niet tot onbegaanbare of slecht begaanbare wegen voor het verkeer.

Deurne

In de kern Deurne zijn meer kwetsbare locaties dan de andere kernen, de kern is dan ook wat groter in omvang. Ten noorden van het spoor zijn vier grotere kwetsbare locaties waar te nemen bij een neerslaggebeurtenis van 70 mm:

1. Derpsestraat, Prinsenhof en Romeinstraat. In deze buurt zijn een aantal straten (onder andere de Julianastraat en Derpsestraat) onbegaanbaar voor verkeer door hoge waterstanden op straat..
2. Ten noorden op de Helmondseweg (Figuur 5). Een groot deel van deze doorgaande weg is door water op straat onbegaanbaar geworden voor verkeer.
3. De Veldstraat en een aantal zijstraten van deze straat. De Veldstraat is een ontsluitingsweg van de wijk Heijakker deze is onbegaanbaar voor verkeer.
4. De Deltasingel. Deze straat is door de hoge waterstanden tijdelijk onbegaanbaar voor verkeer.



Figuur 5. Wateroverlast Helmondseweg, Deurne

Ten zuiden van het spoor zijn vier straten erg kwetsbaar zijn voor wateroverlast.

1. De Paulus Potterstraat. Deze straat en delen van aansluitende straten zijn onbegaanbaar voor verkeer door hoge waterstanden op straat.
2. De Leembaan welke één van de ontsluitingswegen van de buurt is. Tijdens hevige neerslag zal hier water op straat staan met als gevolg een onbegaanbare weg voor verkeer.
3. De kruising van de Hendrik Mesdagstraat en Paul Gabrielstraat. Dit kruispunt is onbegaanbaar voor verkeer.
4. Doctor Huub van Doorneweg. Het tracé tussen de kruising met de Energiestraat en de Clarinet zal bij hevige neerslag onbegaanbaar zijn.

Vlierden

In de kern Vlierden is de doorgaande weg (Brouwhuisweg – Pastoriestraat – Vlierdenseweg) bij een 70 mm neerslaggebeurtenis slecht begaanbaar voor verkeer en delen zijn zelfs onbegaanbaar. Naast deze straat zijn er geen andere knelpunten waar te nemen.

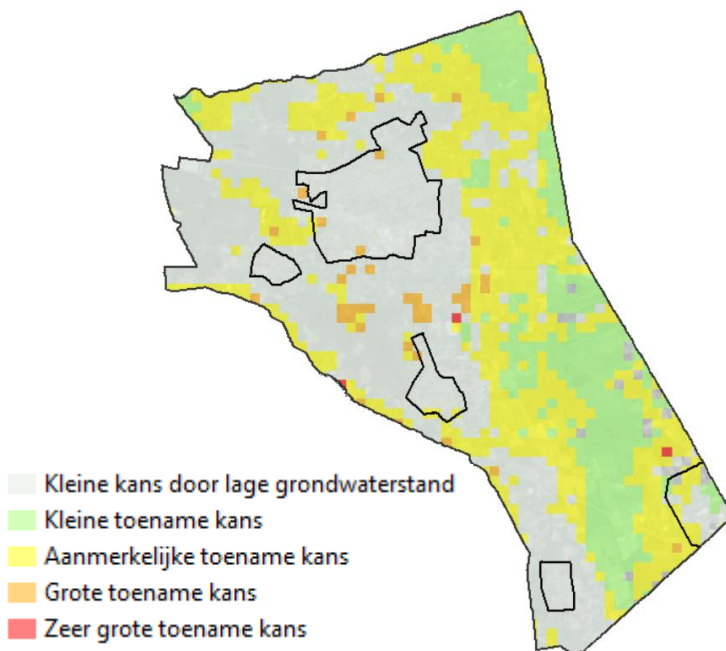
2.3 Grondwateroverlast

In de KNMI '14 klimaatscenario's neemt de neerslag in de winter toe, terwijl de verdamping ongeveer gelijk blijft. Een gevolg daarvan is dat de aanvulling van 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.

De kaart in Figuur 6 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 Deurne?

Uit de analyse van de klimaateffectatlas (Figuur 6) kan worden opgemaakt dat de kans op een toename van grondwateroverlast in 2050 in het westen de gemeente Deurne klein is, omdat de grondwaterstanden nauwelijks veranderen. Meer oostelijk gelegen zijn gedeelten van de gemeente Deurne waar de kans op grondwateroverlast toeneemt door licht stijgende grondwaterstanden tot 2050.



Figuur 6: Kans op toename grondwateroverlast (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

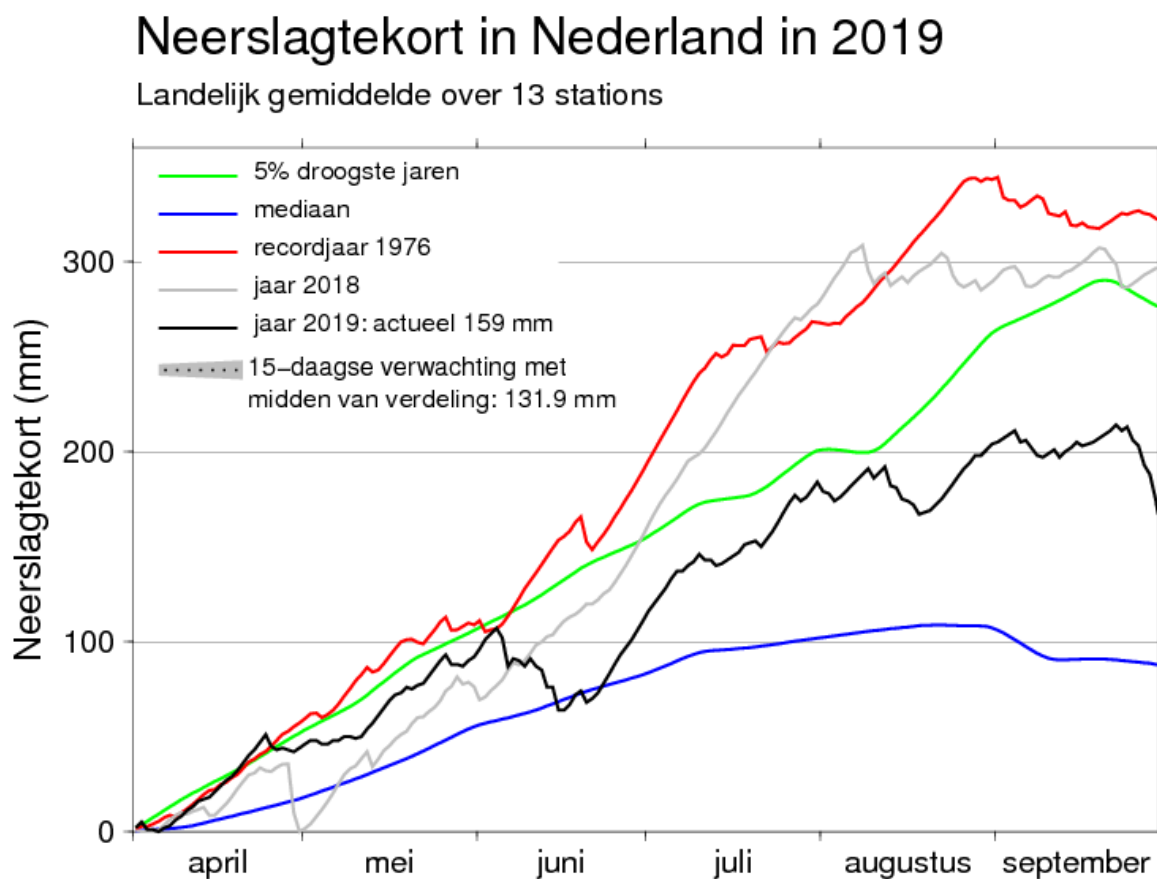
3 DROOGTE

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

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

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

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



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

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

Door droogte kan de voedselproductie (landbouwsector) worden bedreigd. Ook andere sectoren kunnen onder druk komen te staan, zoals drinkwaterproductie uit oppervlaktewater, koeling voor de industrie en energiecentrales. Daarnaast neemt de schade aan de natuur en het risico op natuurbranden toe. In het stedelijk gebied in Nederland is de verwachte schade ten gevolge van klimaatverandering door droogte groter dan die door wateroverlast (zie Figuur 2 uit Manifest Klimaatbestendige stad, Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering).



Figuur 8 Natuurbrand in de Peel

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

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 Deurne?

Uit de modelresultaten (2014) van KNMI klimaatscenario WH2050 kan worden opgemaakt dat het potentieel jaarlijks gemiddelde neerslagtekort in het huidige klimaat 150-210 mm is en dat dit kan oplopen tot 210-240 mm. Het potentieel 10-jarig neerslagtekort is in het huidige klimaat 240-270 mm en kan oplopen tot 270-330 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

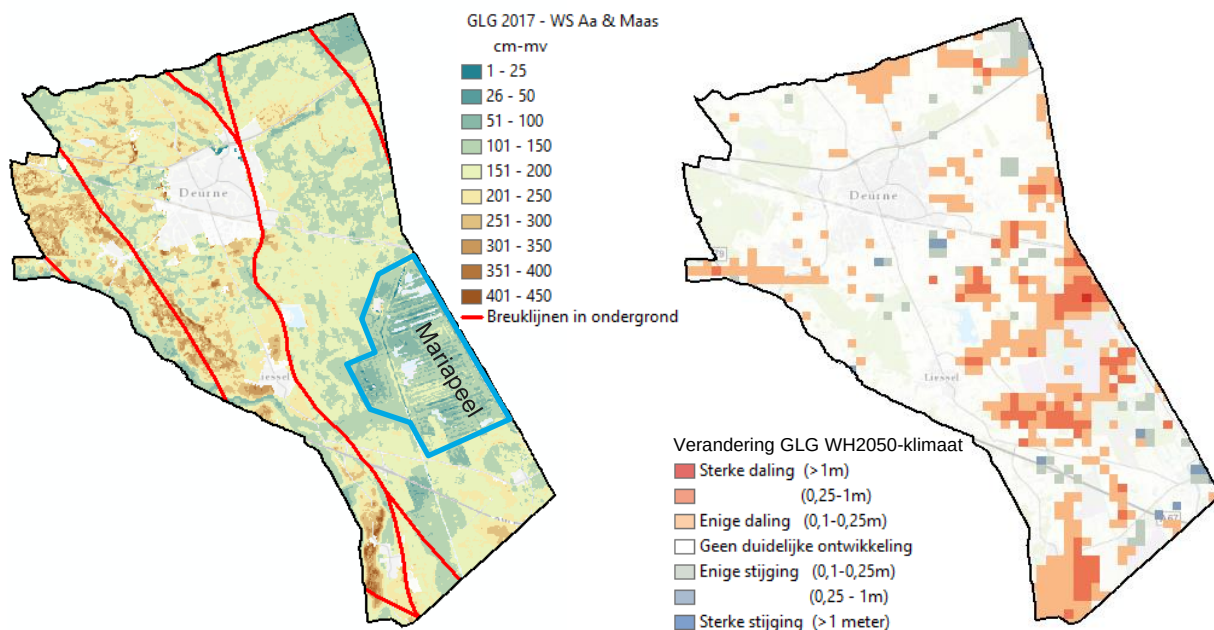
In tijden van droogte wordt de grondwaterstand minder door neerslag aangevuld terwijl mogelijk een groter beroep wordt gedaan op grondwater en/of oppervlaktewater. Bij een te lage grondwaterstand kan schade ontstaan. In de analyse van de klimaateffectatlas is gekeken naar de te verwachten gemiddeld laagste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

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

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

Ten opzichte van het huidige klimaat is er een ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstanden in de gemeente Deurne in klimaatscenario WH2050. In het huidige klimaat bevindt de gemiddeld laagste grondwaterstand zich voor een groot deel van gemeente Deurne dieper dan 2 meter onder het maaiveld. In het klimaatscenario WH2050 zal in een groot deel van de gemeente enige (10 tot 25 cm) daling van de gemiddeld laagste grondwaterstand plaatsvinden. Zoals te zien is in paragraaf 2.3 is dit ook de regio waar 's winters juist een vergroot risico is op grondwateroverlast door hoge grondwaterstanden. Deze gebieden krijgen dus door klimaatverandering te maken met een grotere dynamiek in grondwaterstanden.



Figuur 9: Gemiddeld laagste grondwaterstand huidig klimaat met (peelrand)breuken (links) en de verandering gemiddeld laagste grondwaterstand klimaatscenario WH2050 ten opzichte van huidig klimaat (rechts); (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 27 mei 2019)

De gemeente Deurne heeft veel grondwaterstandsmetingen gedaan aan beide kanten van de peelrandbreuken. Daaruit blijkt dat de westzijde van de Peelrandbreuk aanzienlijk droger is dan het gebied ten oosten van de breuk. De ondiepe grondwaterstand ter plaatse van natuurgebied De Mariapeel is

voornamelijk te danken aan een kunstmatig peilregulatie. De grondwaterstand wordt hier hoog gehouden om de natte natuur te beschermen.

3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

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

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).

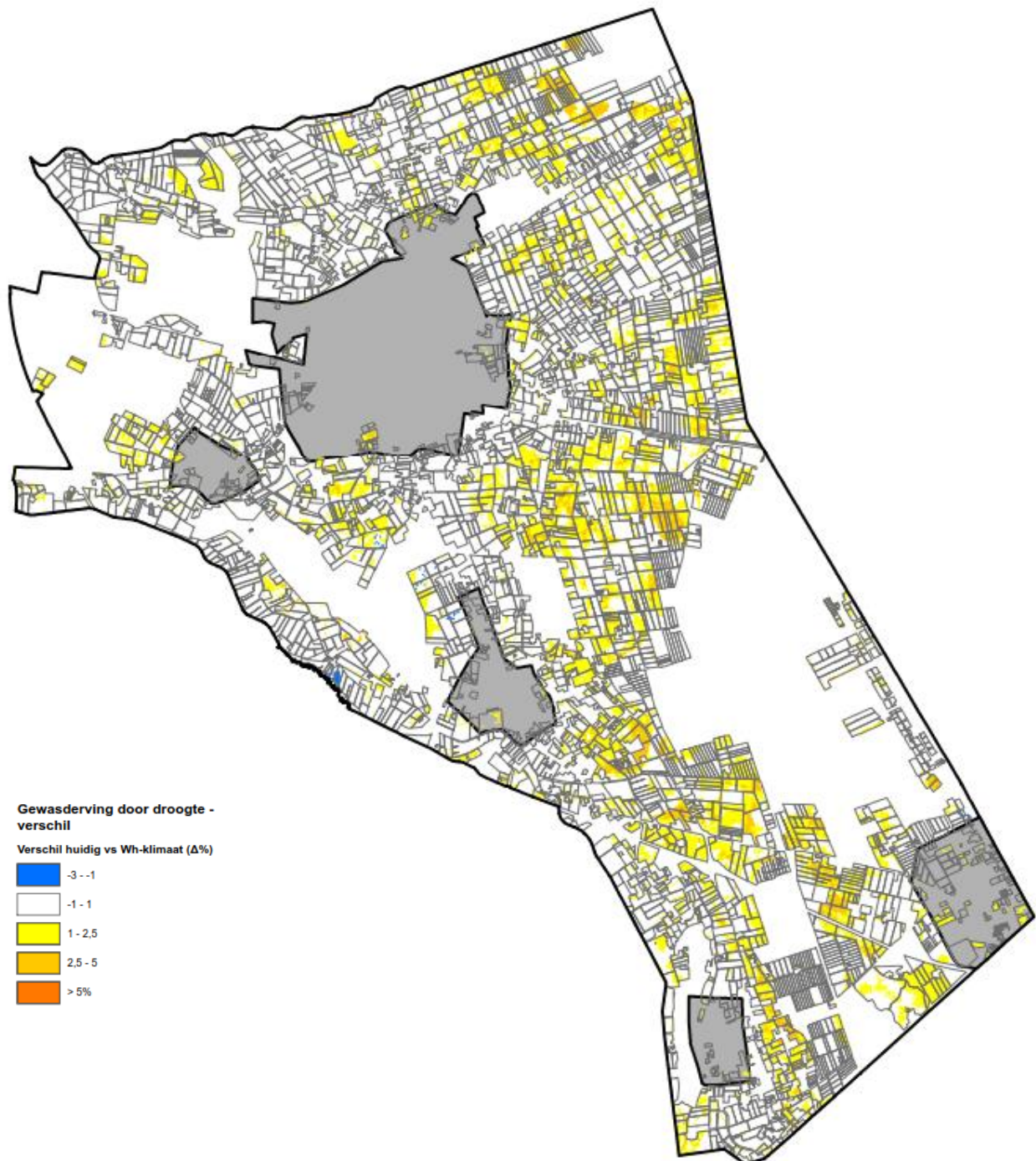
De gevolgen van droogte voor struiken en bomen valt te verdelen onder (vroegtijdig) bladafval en sterfte (Hoogvliet et al, 2012). Dit ontstaat bij een onvoldoende watertoevoer of een snelle daling van de grondwaterstand. Tevens kunnen er nieuwe ziektes en plagen ontstaan die in het huidige klimaat nog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

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

Binnen de gemeente Deurne bestaat de sector landbouw uit 36% grasland en 63% uit bouwland. Het bouwland in de gemeente Deurne bestaat uit veel verschillende soorten gewas waarvan het grootste aandeel aardappelen (14%) en mais (4%) (BRP gewassen 2018).

In Bijlage E (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Deurne")) is op gemeenteniveau de ontwatering en de kwetsbaarheid van gras voor verdroging op kaart weergegeven. In het huidige klimaat treedt er met name op de leemarme podzolgronden, ten westen van de kern Deurne, gewasderving op (voor het referentiegewas gras). In het wh2050 klimaatscenario is te zien (Bijlage E) dat er in vrijwel de gehele gemeente potentieel extra gewasderving op zal treden. Met name de beekdalen blijken door hun ondiepe grondwaterstand en leemhoudende bodem minder gevoelig voor gewasderving door droogte. Binnen de gemeente Deurne zijn zeer weinig locaties waar berekend is dat de gewasderving zal afnemen door een stijgend zomerpeil.

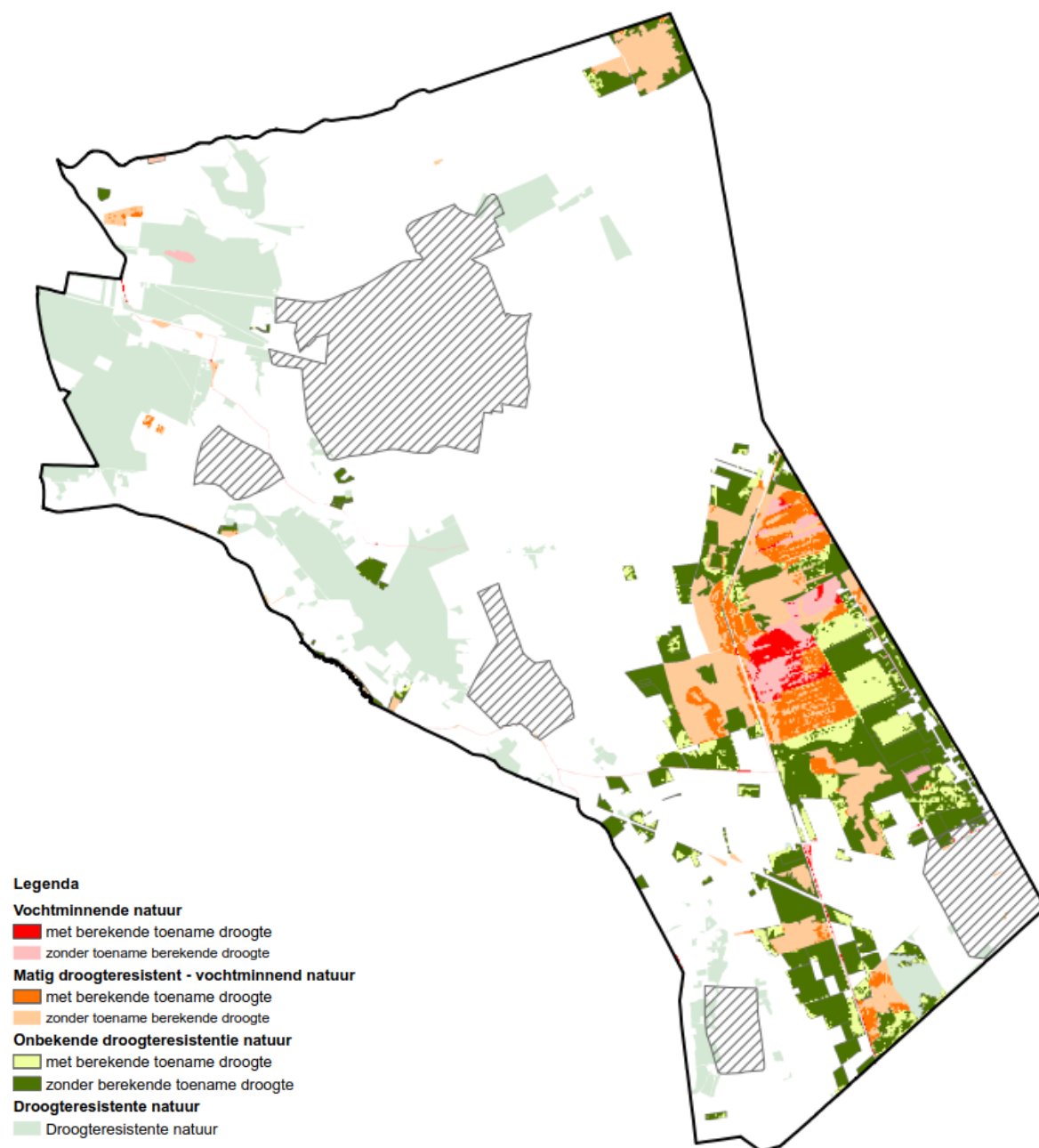


Figuur 10 Kwetsbaarheid van gewassen voor verdroging

Hierbij dient te worden opgemerkt dat sommige vegetatie meer of minder watervraag kan hebben dan gras. Ook kan het voorkomen dat de grondwaterstand lager staat dan de gemiddeld laagste grondwaterstand. Dit betekent dat de getoonde resultaten een gemiddelde gewasderiving laten zien en de gebieden waar gewasderiving optreedt in een extreme situatie dus groter kunnen zijn dan in Figuur 10 is weergegeven.

3.4 Kwetsbaarheid natuur voor verdroging

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



Figuur 11 Uitsnede gebieden met potentiële droogteschade natuur WH2050-scenario

Hoe kwetsbaar is de gemeente Deurne?

Zoals te zien is in Bijlage E en Figuur 11 zijn de droogterisico's voor natuur voornamelijk in de veengebieden van de Peel. Hier wordt een daling in de grondwaterstand berekend op locaties met vochtminnende natuur. De vochtminnende natuur in beekdalen kan ook gevoelig zijn voor droogte. In Deurne wordt in de beekdalen echter maar voor een klein deel van de beekdalen een toename aan droogte berekend. Droogteresistente natuur is in Deurne met name te vinden in Zandbos, Brouwhuissche Heide en het Galgenbos

3.5 Knelpunten waterkwaliteit

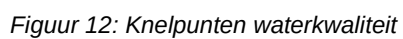
Perioden van droogte zullen leiden tot lagere waterstanden in oppervlaktewateren (o.a. visvijvers). Daarnaast zal de temperatuur van het oppervlaktewater stijgen. Dit zorgt ervoor dat de waterkwaliteit zal verslechteren (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012). Deze gevolgen kunnen leiden tot (onomkeerbare) 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 Deurne?

In het onderstaande kaartbeeld zijn het oppervlaktewater en de locaties van gemengde externe overstorten in beeld gebracht. Bij de gemeente is niet bekend dat overstorten van het gemengde stelsel leiden tot waterkwaliteitsproblemen. De overstort op de Vlier bij de Kasteelruïne is gelegen in de omgeving van een aantal meldingen van waterkwaliteitsproblemen (meldingen bij het waterschap Aa & Maas tussen 2012 en 2019). Deze meldingen zijn (op één na) van toepassing op naastgelegen vijver en niet op de Vlier. De vijver wordt echter gevoed door water uit de Vlier waardoor het mogelijk is dat de overstort invloed heeft op de waterkwaliteit van de vijver.

Overige locaties met waterkwaliteitsproblemen zijn niet gerelateerd aan overstortlocaties. Zo zijn er recent maatregelen getroffen tegen blauwalg in de Peellandvijver. Uit meldingen van blauwalg, vissterfte en vogelsterfte, die het waterschap Aa en Maas tussen 2012 en 2018 ontvangen heeft, blijkt er blauwalg opgetreden ter plaatse van Klein Kasteel en de Clarinet. Meldingen van vissterfte zijn gedaan ter plaatse van de Brink, Klein kasteel en de Clarinet. Vogelsterfte is in de Peellandvijver gemeld.



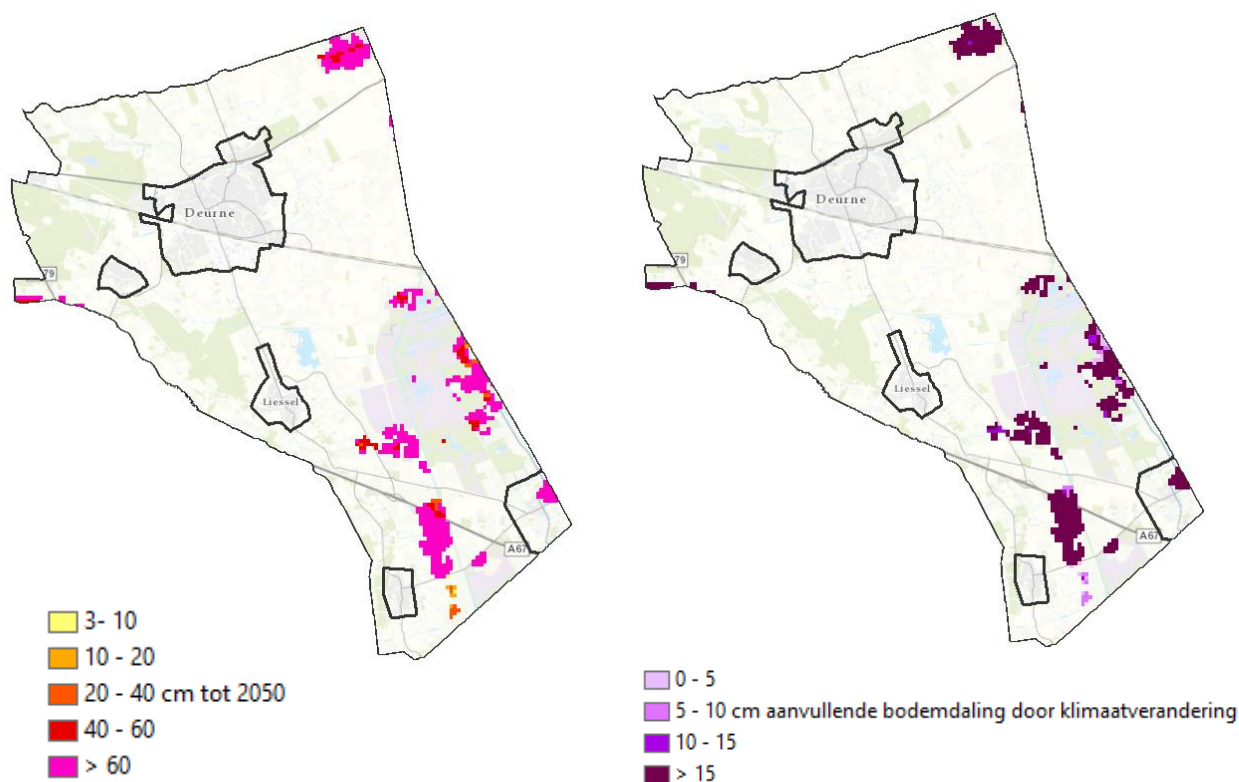
3.6 Bodemdaling en funderingsschade

Bodemdaling

Funderingen op staal ondervinden hinder van een dalende grondwaterstand middels bodemdaling. Extreem lage grondwaterstanden kunnen leiden tot extra bodemdaling in klei- en veengebieden (PBL, 2011). Wanneer er in deze gebieden funderingen op staal zijn toegepast kunnen deze gaan verzakken doordat een veranderende bodemsamenstelling zorgt voor een herverdeling van de belasting van de fundering op de ondergrond. Daarnaast kan bodemdaling leiden tot (ongelijke) zetting van de bodem waardoor negatieve kleeft bij houten paalfunderingen kan ontstaan. Bij negatieve kleeft gaat zakkende grond hangen aan de paalfundering. Dit kan resulteren in schade aan fundering en bebouwing. Bij betonnen paalfunderingen is hier bij het ontwerpproces rekening mee gehouden. Tevens kan bodemdaling verzakking van ondergrondse infrastructuur veroorzaken. (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

Uit de analyseresultaten in de klimaateffectatlas wordt in het huidige klimaat bodemdaling (door droogte) berekend, en in KNMI '14 klimaatscenario 2050WH wordt aanvullende bodemdaling verwacht. In het huidige klimaat is berekend dat de bodemdaling die treedt tot 2050 zal liggen tussen de 40 cm tot meer dan 60 cm. Deze bodemdalingen treden met name op in het zuidoosten van de gemeente. In het klimaatscenario WH2050 is de verwachting dat de huidige bodemdaling plaatsen verder zullen zakken vanaf 2050 met een extra 10 cm tot meer dan 15 cm (zie Figuur 13).



Figuur 13: Bodemdaling huidige klimaat (links) en aanvullende bodemdaling door klimaatverandering volgens scenario WH 2050 (rechts); (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 27 mei 2019).

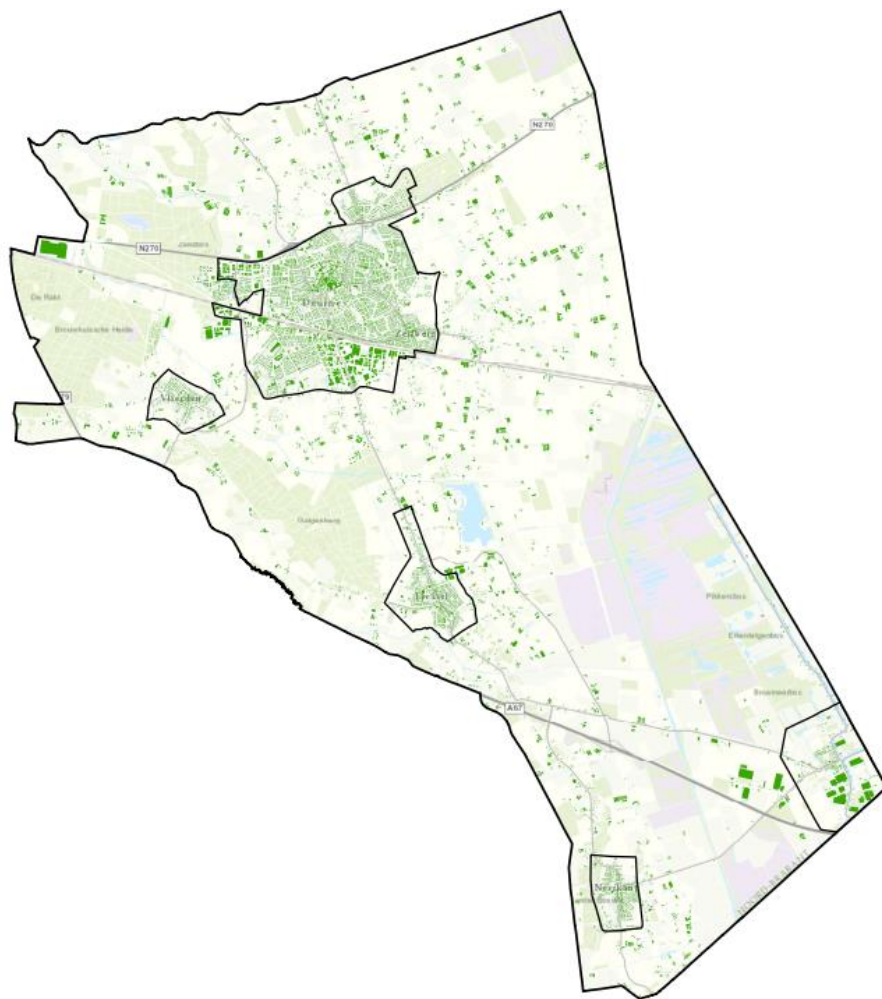
Funderingsschade als gevolg van paalrot

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 Deurne?

In Figuur 14 zijn de panden van gemeente Deurne weergegeven op kaart. Op basis van de aannames in de analyse komen rood gekleurde panden als kwetsbaar voor funderingsschade als gevolg van paalrot naar voren. Deze funderingsschade wordt voornamelijk bij enkele panden in Helenaveen berekend. Echter blijkt uit input van de gemeente Deurne dat deze woningen niet op palen gebouwd zijn en daardoor niet onderhevig zijn aan paalrot.



Figuur 14: Kwetsbaarheid van panden voor funderingsschade als gevolg van paalrot (rood=kwetsbaar; groen=niet kwetsbaar)

4 HITTE

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

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



Figuur 15 Opgedrukt wegdek Helenastraat, Helenaveen



Figuur 16 Water en/of zout strooien voor koeling van wegen

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

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 Deurne?

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 Deurne

	Huidig	2050 WH Scenario
Aantal zomerse dagen (max. $\geq 25^{\circ}\text{C}$)	30 - 40	50 - 60
Aantal tropische dagen (max. $\geq 30^{\circ}\text{C}$)	6 - 9	➤ 18
Langste reeks opeenvolgende zomerse dagen	7 - 9	13 - 15

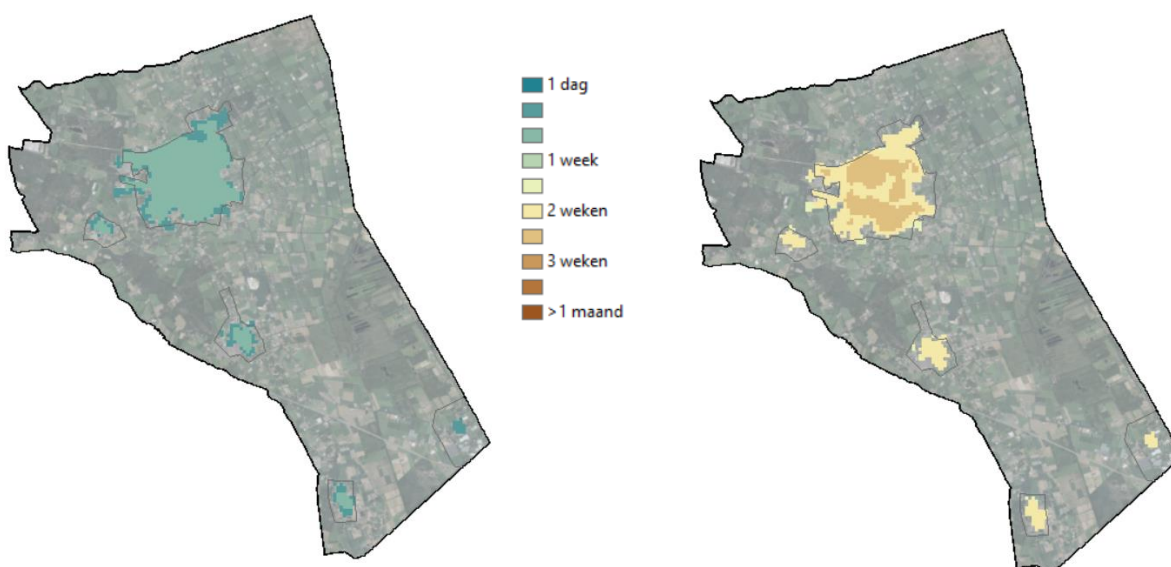
Afgaande op de KNMI-klimaatsscenario's kan het aantal zomerse dagen in 2050 zijn verdubbeld. Het aantal tropische dagen neemt mogelijk nog sterker toe. De jaarextremen zullen ook sterk toenemen: de temperatuur op de heetste dag van het jaar zal in 2050 1,3 tot 3,7 graden hoger liggen dan nu het geval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

4.2 Hittestress door warme nachten

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

De ontwikkeling van het aantal tropische nachten in de gemeente Deurne is weergegeven in Figuur 17. Het aantal tropische nachten per jaar ligt momenteel rond enkele dagen per jaar in kernen van de gemeente. 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 17: Toename aantal tropische nachten / hittestress: huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 6 augustus 2019)

4.3 Oppervlaktetemperatuur

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

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

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 F (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is (“Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Deurne”) zijn op zowel gemeente- als kernniveau de resultaten van de hitte-analyse weergegeven.

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

In het gemeentelijke warmtebeeld is te zien dat bedrijventerreinen de Kranenmortel in de kern Deurne, als hittegevoelig naar voren komt. Daarnaast zijn nog twee kleinere bedrijventerreinen in het westen van de kern hittegevoelig. Deze liggen zowel noordelijk als zuidelijk van het spoor. 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.

Kern Liessel

In de kern Liessel wordt vanwege de landelijke ligging van de kern geen hitte-eiland waargenomen. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 29 °C en 38 °C, met licht tot sterke hittestress als gevolg. De aanwezige hoge oppervlaktetemperaturen en sterke hittestress zijn het gevolg van braakliggende akkers ten tijde van de satellietopname. Verder is te zien dat de temperaturen in de bebouwde omgeving naar verwachting warmer zijn dan de omliggende gebieden.

Kern Neerkant

In kern Neerkant wordt vanwege de landelijke ligging van de kern geen hitte-eiland waargenomen en is met Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 29 °C en 38 °C vergelijkbaar met kern Liessel. Daarnaast is het verkoelend effect van de bossen ten westen van de kern waar te nemen.

Kern Helenaveen

In kern Helenaveen wordt vanwege de landelijke ligging van de kern geen hitte-eiland waargenomen. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 26 °C en 34 °C, met licht tot matige hittestress als gevolg. Deze oppervlaktetemperaturen zijn iets lager in vergelijking met kernen Liessel en Neerkant. Daarnaast is te zien dat de temperaturen in de bebouwde omgeving warmer zijn dan de omliggende gebieden.

Kern Deurne

In de kern Deurne komt één groot hitte-eiland voor in het zuiden en twee kleinere hitte-eilanden in het westen van de kern. De oppervlaktetemperaturen in de gemeente variëren sterk. Van 28°C nabij het Walsbergbos tot 40°C bij een groot bedrijventerrein in het westen van de kern. Als gevolg van deze temperatuurdifferentiatie wordt lichte hittestress, maar ook sterke hittestress ervaren. Het grote hitte-eiland ligt in het zuiden van de kern en wordt verklaard door de aanwezigheid van de Kranenmortel. De

oppervlaktetemperatuur loopt op tot 40°C wat leidt tot sterke hittestress. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat er in verhouding weinig groen en veel verharding aanwezig is. Een laag aandeel groen betekent dat er weinig verdamping plaats zal vinden wat resulteert in een gereduceerd verkoelend effect.

Naast het grote hitte-eiland worden er ook twee kleinere hitte-eilanden waargenomen in het westen van de kern. Aan beiden kanten van het spoor zijn bedrijventerrein gelegen, in de buurten Kleine Bottel en Groote Bottel. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat er veel verharding aanwezig en in vergelijking met omliggende gebieden minder groen.



Figuur 18: Thermisch infrarood satellietbeeld van kern Deurne, nabij het bedrijventerrein de Kranenmortel. Datum: 26 juli 2018

In tegenstelling tot de hitte-eilanden, zijn er maar weinig plekken in de kern waar verkoeling gezocht kan worden. Dit blijkt ook uit ervaringen van de gemeente in de zomer van 2019. Toen bleven de terrassen op warme dagen leeg en was er bijna geen activiteit op straat te zien. De enige koelere plekken bevinden zich ten westen van de kern. Zo zijn er enkele bossen welke een verkoelend effect hebben op de omgeving.

Kern Vlierden

In kern Vlierden wordt vanwege de landelijke ligging van de kern geen hitte-eiland waargenomen. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 29 °C en 37 °C, met licht tot sterke hittestress als gevolg. De hoge oppervlaktetemperaturen en sterke hittestress zijn het gevolg van een braakliggende akker ten tijde van de satellietopname. Daarnaast is te zien dat de temperaturen in de bebouwde omgeving warmer zijn dan de omliggende gebieden.

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.

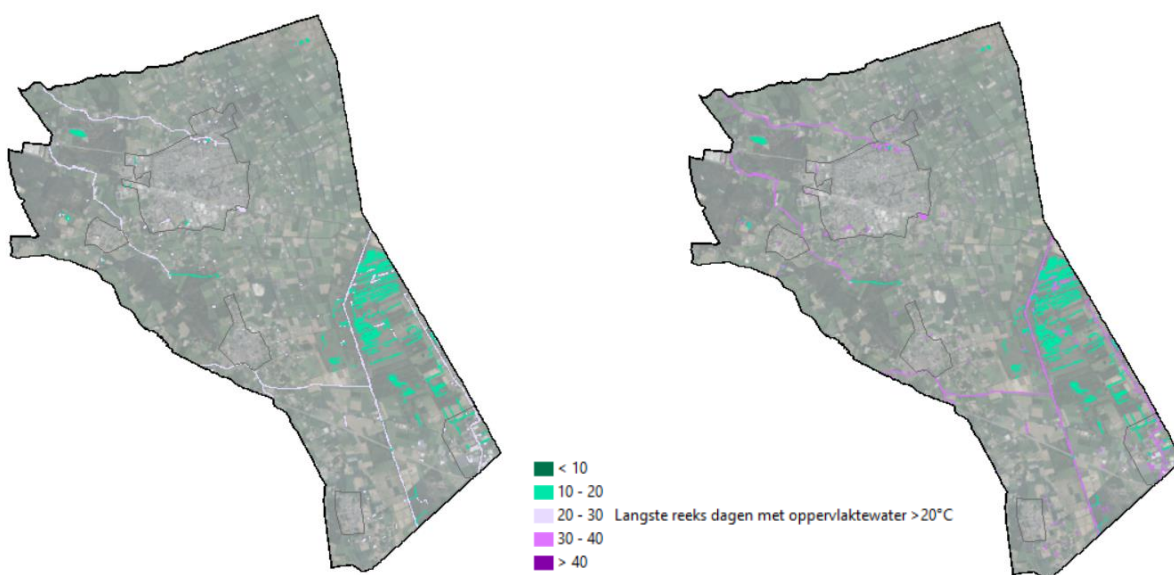
De klimaateffectatlas toont de langste aaneengesloten periode van dagen per jaar, waarin de watertemperatuur hoger is dan 20°C. Vanaf die temperatuur gedijen (ongewenste) exotische planten en

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 Deurne?

In Figuur 19 is de opwarming van het oppervlaktewater in de gemeente weergegeven met een doorkijk naar 2050.



Figuur 19: Langste opeenvolgende reeks dagen met oppervlaktewater > 20 °C; huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 5 augustus 2019)

Tot 2050 is de verwachting dat het aantal opeenvolgende dagen waarop het oppervlaktewater warmer is dan 20 °C toeneemt. Momenteel is er sprake van 10 tot 30 opeenvolgende dagen met oppervlaktewater boven deze waarde voor een aantal oppervlaktewateren binnen de gemeente. In klimaatscenario WH2050 is aangegeven dat dit op kan lopen tot meer dan 30 tot 40 opeenvolgende dagen. Zoals hierboven beschreven kan dit nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit, ecologie, flora en fauna.

5 OVERSTROMING

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

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

De kwetsbaarheid van de gemeente Deurne voor overstromingen is in beeld gebracht door de overstromingsdiepte vanuit primaire en secundaire watergangen te bekijken. Hierbij is gebruik gemaakt van de analyses van Waterschap Aa en Maas.

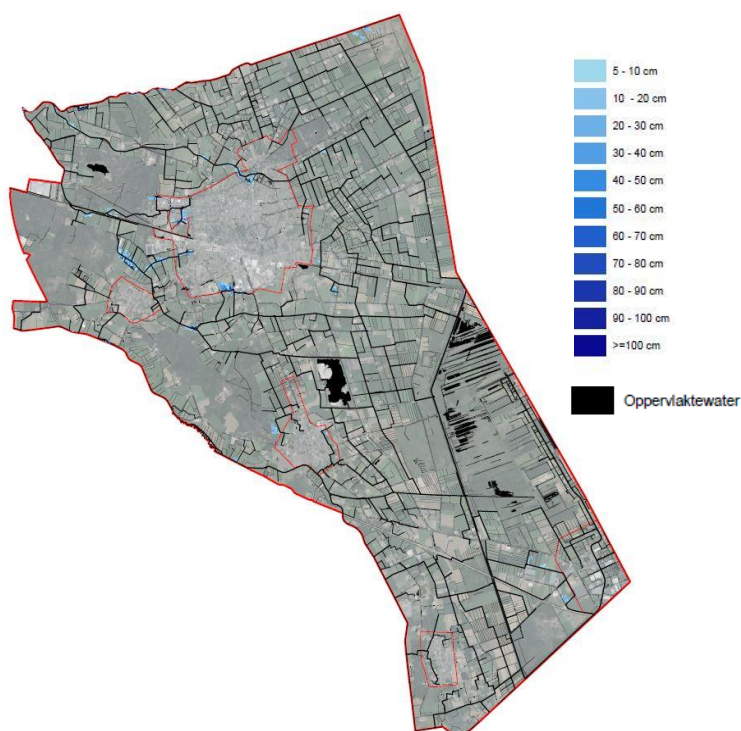
5.1 Overstromingsdiepte

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

De kwetsbaarheid van de gemeente Deurne voor overstroming is in met behulp van de analyse van Waterschap Aa en Maas in beeld gebracht. Het waterschap heeft haar oppervlaktewatersysteem (A- en B-watergangen) doorgerekend met een zomerse piekbui van 70 mm in één uur. De kaart laat zien welke gebieden kunnen overstromen en welke overstromingsdiepte maximaal kan optreden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er bovenstrooms van de A- en B-watergangen ook overstromingen kunnen plaatsvinden in de C-watergangen.

Hoe kwetsbaar is gemeente Deurne?

In Figuur 20 zijn de analyseresultaten van de overstromingsdiepte voor de gemeente Deurne weergegeven (zie ook Bijlage G). Uit de resultaten blijkt dat na deze zware bui er relatief weinig locaties inunderen en dat ook de waterdiepte beperkt blijft. Lokale overstromingen vinden plaats langs de Vlier, de Oude Aa en het kanaal van Deurne.



Figuur 20: Maximale waterdiepte als gevolg van een zomerse piekbui van 70 mm in één uur (bron: waterschap Aa en Maas)

6 AANPAK SECTORANALYSE

De impact van klimaatverandering op de gemeente Deurne is voor hitte, droogte, wateroverlast en overstroming in voorgaande hoofdstukken inzichtelijk gemaakt. Uit de analyse blijkt dat de gemeente Deurne met steeds meer extremen te maken krijgt. Zo worden neerslagextremen groter, maar zomers ook droger en warmer. Dit resulteert in een toename van hittestress, wateroverlast en droogteproblematiek.

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



Water en ruimte



Natuur



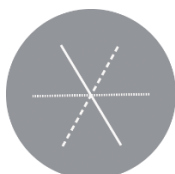
Landbouw, tuinbouw
en visserij



Gezondheid



Recreatie en
Toerisme



Infrastructuur (weg,
spoor, water en ook
luchtvaart)



Energie



IT en telecom



veiligheid

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

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

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

7 SECTOR WATER EN RUIMTE

7.1 Definitie sector en stakeholders

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

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

7.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Wateroverlast

Wateroverlast is een actueel thema binnen de gemeente en wordt in projecten en herontwikkelingen getoetst door middel van de klimaattoets en het bestemmingsplan. Desondanks is de hoeveelheid verharding bij een nieuwe ontwikkeling vaak een commerciële afweging. Daarbij spelen ook tegenstrijdige belangen tussen beheerbaarheid, budget en functionaliteit een rol. Dat maakt het een complexe en integrale uitdaging om voldoende de wateropgave in de passen in openbaar gebied.

Schade als gevolg van wateroverlast komen vanuit het buitengebied zelden bij de gemeente binnen. In de bebouwde kom zijn wel gevallen van wateroverlast bekend. Voorbeeld hiervan is de schade aan gebouwen in de Veldstraat, Romeinstraat, Prinsenhof en de Helmondseweg.

In het buitengebied speelt het veranderen van de huidige slotenstructuur een rol in de wateroverlastproblemen. Waterlopen verdwijnen waardoor afwatering van hoger gelegen akkers wateroverlast bij naastgelegen percelen en panden kan veroorzaken.

Waterkwaliteitsproblemen als gevolg van overstorten zijn theoretisch mogelijk maar worden in de praktijk niet gemeld.

Extremere buien hebben een hogere mate van erosie en sedimentatie van waterlopen tot gevolg. Dit wordt in de praktijk bijvoorbeeld gemerkt bij bolakkers, die volledig tot afstroming komen en weinig water vasthouden. Een ander gevolg van extreme buien is een hoge waterstand in ontvangend oppervlaktewater waardoor afvoer over de overstortdrempel belemmerd wordt.

Droogte

Vanwege de veen(lagen) in de ondergrond van de gemeente Deurne speelt droogte een grote rol. Zo zijn de veendijken aan het Deurnes kanaal relatief zwak, zijn er rond de Peel verzakte wegen en is er één melding gedaan van een verzakt huis. Er worden maatregelen genomen om de Peelvenen zoveel mogelijk nat te houden en er zijn afspraken gemaakt in het Bestuursakkoord Water om meer water uit de Noordervaart aan te voeren. Als droge zomers aanhouden is het de vraag hoe lang deze maatregelen nog doelmatig zijn.

Om ten tijden van droogte meer grondwaterbuffer te hebben wordt er een afkoppelsubsidie opgezet. Het doel hiervan is om water meer op eigen terrein vast te houden en minimaal 50% van de dakverharding af te koppelen. Ook nu zijn er, of worden er, verschillende afkoppelprojecten gerealiseerd, zoals de parkeerplaats

van de Lidl, ontwikkelingen van Woningcorporatie Bergopwaarts, een aantal schoolpleinen en verschillende locaties met infiltratiekratten, wadi's en riolen.

Daarnaast leidt de droogteproblematiek in Deurne tot het wegzakken van het waterpeil in een aantal viswateren. Dit heeft waterkwaliteitsproblemen en vissterfte tot gevolg.

Hitte

Het thema hitte is met name de afgelopen zomers (2018, 2019) een erg relevant onderwerp geweest. In het centrum is het enkele dagen zo warm geweest dat er bijna niemand op straat te vinden was. Tot nu toe zijn verkoelende maatregelen niet verankerd in beleid en planvorming. Verkoelende maatregelen zijn bijvangst binnen plannen waar wordt ingezet op vergroening. Om het centrum te vergroenen is een visie ontwikkeld, welke wellicht kan bijdragen aan verkoeling van de binnenstad. Een grote uitdaging in het vergroenen is dat de buitenruimte voor een groot deel al vergeven is (met name het aantal parkeerplaatsen en ondergrondse infrastructuur). Daarnaast wordt gewerkt aan een subsidie voor groene daken. Hierbij is de grootste uitdaging het activeren van bewoners, uit een eerdere regeling kwamen slechts 2 aanvragen binnen. De veronderstelling is dat de focus van bewoners meer ligt bij het plaatsen van zonnepanelen en zonneboilers omdat hier direct rendement te halen is door reductie van de energierekening.

Vergroenen is wenselijk maar de toenemende hitte heeft ook invloed op het groen. Zo vallen er door de hitte bomen uit (verbranden) of raken verzwakt en daarmee kwetsbaar voor ziektes. Ook het maaiseizoen loopt langer door en de frequentie van maaien neemt toe met hogere beheerkosten tot gevolg. Hitte resistente beplanting is in het gemeentelijk beleid (nog) geen gespreksonderwerp.

Bij scholen komt de bewustwording over het thema hitte al op gang. De Tijn Uilenspiegel is bezig het schoolplein klimaatadaptief in te richten waarbij met name vergroening en waterberging in de planvorming wordt meegenomen.

Hitte speelt echter ook binnen in de binnenruimtes en de gemeente heeft er geen zicht op of deze thema's een rol spelen bij het ontwerp. Ditzelfde geldt voor binnenruimtes van verzorgingstehuizen en openbare gebouwen. In het ontwerp van het nieuwe stadskantoor speelt het binnenklimaat wel een rol.

Hitte lijkt de afgelopen warme zomers (2018, 2019) niet tot een toename aan waterkwaliteitsproblemen te leiden. De grootste problemen spelen zich af in de wateren rondom Kasteel. In de Peellandvijvers zijn maatregelen getroffen tegen blauwalg.

Algemeen

Beschikbare ruimte blijkt de grootste uitdaging voor een klimaatadaptieve inrichting. De gemeente heeft <50% van de ruimte in beheer en kan de opgave dus niet zonder hulp van particuliere grondeigenaren oplossen. De gemeente heeft de indruk dat bewoners lijken mee te willen werken, zolang plannen niet ten koste gaat van leefgenot. Wanneer de afkoppelsubsidie van start gaat zal blijken of deze indruk terecht is.

Ook kan de gemeente slechts op lokaal niveau beleid ontwikkelen. Hierbij is het van belang dat elke schakel van het proces 'de neus dezelfde kant op heeft'. Bestuurlijke belangen dienen afgestemd te worden met eerder uitgesproken/vastgestelde ambities.

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 Praktijkervaringen van de gemeente

Wateroverlast

Voor het thema wateroverlast krijgt de gemeente weinig meldingen die te maken hebben met de sector landbouw, tuinbouw en visserij. Bij het waterschap zijn (o.a. in 2016) wel meldingen van wateroverlast gedaan.

De gemeente Deurne heeft met name veehouderij (varkensboeren). Aandachtspunten bij de gemeente zijn de overmatige uitspoeling van meststoffen naar grond- en oppervlaktewater en bodemverdichting door extreme neerslag met een afname van bewerkbaarheid van de bodem tot gevolg. Onder de aanwezigen leeft het idee dat de meest urgente klimaatgerelateerde problemen door waterschaarste en niet wateroverlast worden veroorzaakt.

Droogte

Door veenaufgravingen in het verleden is de droogte in de Peel nog meer toegenomen. Toch lijken de boeren in de regio de droogte niet als probleem te zien, zolang ze maar kunnen/mogen beregenen. De onttrekkingsverboden van het waterschap liggen veelal rondom de peel als bufferzone. Voor hen is het omschakelen naar peilgestuurde drainage en omgekeerde peilgestuurde drainage wellicht een uitkomst. De gemeente ziet kansen om tijdens de klimaatdialoog met de boeren in gesprek te gaan om de waterafvoer te beperken en alternatieven voor beregening te bespreken.

9 SECTOR GEZONDHEID

9.1 Definitie sector

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

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

9.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Hitte

Het thema hitte is afgelopen zomers (2018, 2019) voor de sector gezondheid heel merkbaar geweest. Dit was met name gerelateerd aan de arbeidsomstandigheden van bepaalde beroepsgroepen, zoals in de bouw, hoveniers/groenbeheer, etc. De verantwoordelijkheid voor het personeel bij extreme hitte ligt echter niet bij de gemeente maar bij werkgevers en klanten

10 SECTOR RECREATIE & TOERISME

10.1 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).

10.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Wateroverlast

Wateroverlast is relevant voor de bereikbaarheid van toeristische trekpleisters, hotels en horeca. Zo is er water op straat bekend op het marktplaatsplein in Deurne waar verschillende restaurants en een hotel zijn gelegen. Daarnaast wordt het plein gebruikt voor evenementen (bijvoorbeeld concerten).

Hitte

Het thema hitte is zowel een kans als een risico voor de sector recreatie en toerisme. Door de warmere zomers is de verwachting dat er meer toeristen naar Nederland komen en meer Nederlanders in eigen land op vakantie gaan. Daarnaast duren zomers langer en kan er in de avonden langer op de terrassen verbleven worden. Vanuit economisch perspectief biedt dit kansen.

Echter zijn er ook risico's aan toename van hete zomers. Zo is bijvoorbeeld de kermis in 2019 enkele dagen later gestart omdat het voor bezoekers te warm was op het plein. De gemeente treedt in dit soort gevallen op als adviseur. Zo geeft de gemeente ook bij grote evenementen voorlichting aan de organisatie hoe zij met de hitte om dienen te gaan. Dat is nu nog adviserend en de verantwoordelijkheid blijft bij de organisatie van de evenementen. Echter moet de gemeente wellicht in de toekomst hier maatregelen voor opleggen.

De gemeente merkt ook dat er een toenemende vraag is naar openbare watertappunten en (buiten)zwembad. Officieel zwembad is er niet in Deurne, maar in het Deurnes kanaal wordt wel eens gezwommen.

Droogte

Van het thema droogte wordt verwacht dat dit weinig invloed zal hebben op de recreatie en toerisme sector. De Brabantse kant van de Peel heeft relatief weinig recreatie in vergelijking met het Limburgse deel. Dit zijn met name wandelaars en fietsers. Overige recreatie waar droogte invloed op zou kunnen hebben is de sportvisserij.

11 SECTOR NATUUR

11.1 Definitie sector

De sector Natuur (N) omvat alle flora en fauna in Nederland, in zowel gebieden met de bestemming natuur, als soorten en ecosystemen in gebieden met een andere bestemming zoals industriegebieden of binnensteden. Flora en fauna die door de mens wordt gehouden volgens menselijke doelstelling, zoals vee en huisdieren vallen hier dus niet onder. De definitie is afgeleid van een onderzoek van Wageningen UR en 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).

11.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Wateroverlast

De sector natuur houdt een nauw verband met wateroverlast. Meer stedelijk groen kan een groot aandeel hebben in het voorkomen van wateroverlast. De gemeente Deurne heeft een groenfonds ter verbetering van de groenstructuur. Deze groenstructuur biedt kansen om ook het klimaatbeleid te ondersteunen. Hierbij is het van belang om het groen multifunctioneel in te richten zodat deze geschikt is voor waterberging.

Droogte

Het thema droogte is van grote invloed op de sector natuur. De droogte is een bedreiging voor natuurdoeltypen zowel in het bebouwd als landelijkgebied.

In het buitenstedelijk gebied is onder andere de Peel gevoelig voor droogte. Om de natte natuur in de Peel te beschermen loopt er een groot project om de grondwaterstanden te verhogen. Het doel is om de sponswerking van de bodem te vergroten en zo meer water vast te houden. Ten westen van de kern Deurne liggen beboste gebieden op de hoge zandruggen. Dit zijn relatief droge naaldbossen die stammen uit de mijnbouwtijd en zijn daardoor gevoelig voor bosbranden. Om het risico te verkleinen zijn in deze bossen door Staatsbosbeheer, de gemeente en de Veiligheidsregio brandgangen aangelegd. Dat geldt ook voor de bossen nabij Leegveld in Liessel. Bosbranden zijn echter niet alleen een risico in de zomer. Ook in de winter heeft er door kurkdroge varens in combinatie met een harde oosterwind een bosbrand gewoed. Door de bevroren ondergrond trekken winterse branden minder snel de ondergrondse veenlaag in.

Binnen de bebouwde kom speelt het thema droogte ook voor de sector natuur. Zo valt het blad steeds eerder van de bomen en dient er eerder (soms al in juni) blad geruimd te worden. De gemeente neemt al maatregelen om deze droogteproblematiek te bestrijden, deze bestaan onder meer uit meer compost in de grond verwerken (capillaire opstijging vergroten), bij nieuwe aanplant de eerste 2 jaar bewateren en regelmatig inspecties uit te voeren.

De droogte heeft ook het droogvallen van de Peellandvijvers veroorzaakt, met vissterfte en schade aan de ecologie tot gevolg. Daarnaast loopt de discussie over het peilbeheer in relatie tot vistrappen. Op locaties van vistrappen zijn de mogelijkheden om het stuwpeil aan te passen beperkt. Hier dienen dus keuzes gemaakt te worden tussen droogtebeleid met stuwen, of natuurbeleid met vistrappen.

Hitte

Er zijn de afgelopen jaren duidelijke veranderingen in soorten en migratiepatronen waar te nemen. De gemeente verwacht dat dit een sterk verband heeft met het thema hitte. Zo zijn er onder andere meer kastanjemotten en buxusmotten gesignaleerd. Maar ook de problematiek met de processierupsen is zeer waarschijnlijk klimaat gerelateerd. Dit heeft niet alleen effect op de onbalans in het ecosysteem maar is ook van invloed op buitenrecreatie zoals wandelen en fietsen.

Een ander hitte gerelateerd risico is het gebruik van strooizout in de zomer om wegen te koelen. De verwachting is dat groen in de zomer gevoeliger is voor hoge zoutconcentraties in de berm en sloten. Voordat strooien in de zomer grootschalig ingezet gaat worden dienen deze risico's in kaart gebracht te worden.

Om een aantal hitte gerelateerde problemen te tackelen gaat de gemeente het bomen en lanenbeleid opnieuw onder de loep nemen. Hierbij wordt gekeken naar hitteresistente soorten, maar ook naar soorten die minder gevoelig zijn voor soorten als de processierups.

12 SECTOR INFRASTRUCTUUR

12.1 Definitie sector

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

12.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Wateroverlast

Wateroverlast heeft in veel gevallen effect op beschikbaarheid van infrastructuur. Zo was de gemeentewerf en het gemeentehuis slecht bereikbaar tijdens de extreme buien in 2016. Ook tunnels onder provinciale wegen, zoals de N270 (zie *Figuur 21*), zijn bij hevige neerslag ontoegankelijk.

Hitte

Om wegen te koelen, en daarmee schade aan het wegdek te voorkomen, wordt ook op warme dagen in de zomer een zoutoplossing gestrooid. Als het strooien van deze oplossing vaker noodzakelijk wordt neemt het gebruik van strooizout voor opwarming, ondanks de warmere winters, mogelijk toe. De gemeente heeft nog geen zicht op het effect van het zout op de schadepreventie. De hitte heeft ook het opdrukken van wegen en fietspaden tot gevolg, waarbij financiële schade erg groot kan zijn.

Droogte

Het thema droogte lijkt weinig gevolgen te hebben voor de sector infrastructuur. Er zijn wel wegverzakkingen bekend maar dat is zeer lokaal. Financiële schade is bij dergelijke zaken wel groot.



Figuur 21 Wateroverlast onder viaduct Milhezerweg onder de N270 (links) en opgedrukt fietspad door hitte Bakelseweg (rechts)

13 SECTOR ENERGIE

13.1 Definitie sector

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

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

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

13.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Verstoring energievoorziening

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. Koelwaterbeperkingen voor energiecentrales kunnen leiden tot een tekort aan elektriciteit. En uitval van elektriciteit kan leiden tot uitval van diverse andere vitale systemen, zoals telecommunicatie, ICT, rioolwaterzuiveringsinstallaties en trein- en luchtvaartverkeer. Daarnaast wordt het maatschappelijk verkeer ernstig verstoord. Stuwten, gemalen en sluisen 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 Deurne 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.

Wateroverlast

De verwachting is dat er door de groeiende vraag naar energie een aantal nieuwe transformatorstations geplaatst zullen gaan worden. Voor het plaatsen van nieuwe transformatorstations dienen locaties zorgvuldig gekozen te worden in relatie tot klimaatverandering. Met name dubbel ruimtegebruik (waterberging – elektriciteit) is een uitdaging. Ook wateroverlastlocaties zijn risicovol om nieuwe transformatoren te plaatsen als geen rekening gehouden wordt met water rond of tegen het station. Er is een voornemen om een analyse van de kwetsbaarheid op deze locaties uit te voeren.

Hitte

De vraag naar zonnepanelen groeit explosief, zowel voor particulieren als commerciële zonneweiden. Vergunningaanvragen voor zonneweiden komen veel binnen voor de beekdalen. Hier zitten ecologische risico's aan en daarom worden vergunningen pas verstrekt op het moment dat er beleid ligt. Daarnaast bemerkt de gemeente een opkomst aan Warmte-koude-opslag (WKO) systemen. De gemeente vraagt zich af of er geen negatieve effecten zijn op de temperatuur door het in de bodem pompen van warm water.

14 SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM

14.1 Definitie sector

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

De volgende stakeholders hebben een rol in adaptatie:

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

14.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Uit de gemeentelijke werksessie op 26-08-2019 zijn geen aanvullende punten besproken voor de sector Informatie technologie (IT) en telecom.

15 SECTOR VEILIGHEID

15.1 Definitie sector

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

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

15.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Het veiligheidsaspect is verweven door alle sectoren. Binnen het thema veiligheid ziet de gemeente de volgende effecten als grootste bedreiging:

1. Toename risico's voor buitenevenementen (V7)
2. Toename kans op brand (V10)
3. Toename blackouts en kans uitval IT (V3)

De veiligheidsvertegenwoordiger binnen de gemeente geeft aan dat weersextremen voor evenementenorganisaties soms als verrassing komen, en dat niet elke organisatie hier tegen opgewassen is. Ook de gemeente heeft hier een rol op het gebied van vergunningverlening.

De verhoogde kans op brand brengt economische en ecologische schade met zich mee. Daarnaast liggen er ook vaak 'kwetsbare objecten' in de bosrijke gebieden. Tijdens branden ontstaat een extra bedreiging in de vorm van de toenemende druk op hulpdiensten.

De gemeente geeft aan dat de gevolgen groot zijn wanneer IT uitvalt. Momenteel is de gemeente te afhankelijk van een goed functionerende elektriciteits- en IT-voorziening. De impact van uitval is groot, onder andere omdat er momenteel geen goede alternatieven beschikbaar zijn.

Aanvullend zijn tijdens de werksessie de volgende bedreigingen vanuit het thema wateroverlast aangegeven:

1. Afname veiligheid door toename wateroverlast (V1)
2. Toename kans vallende objecten (V9)

Veiligheidsregio Brabant Zuidoost

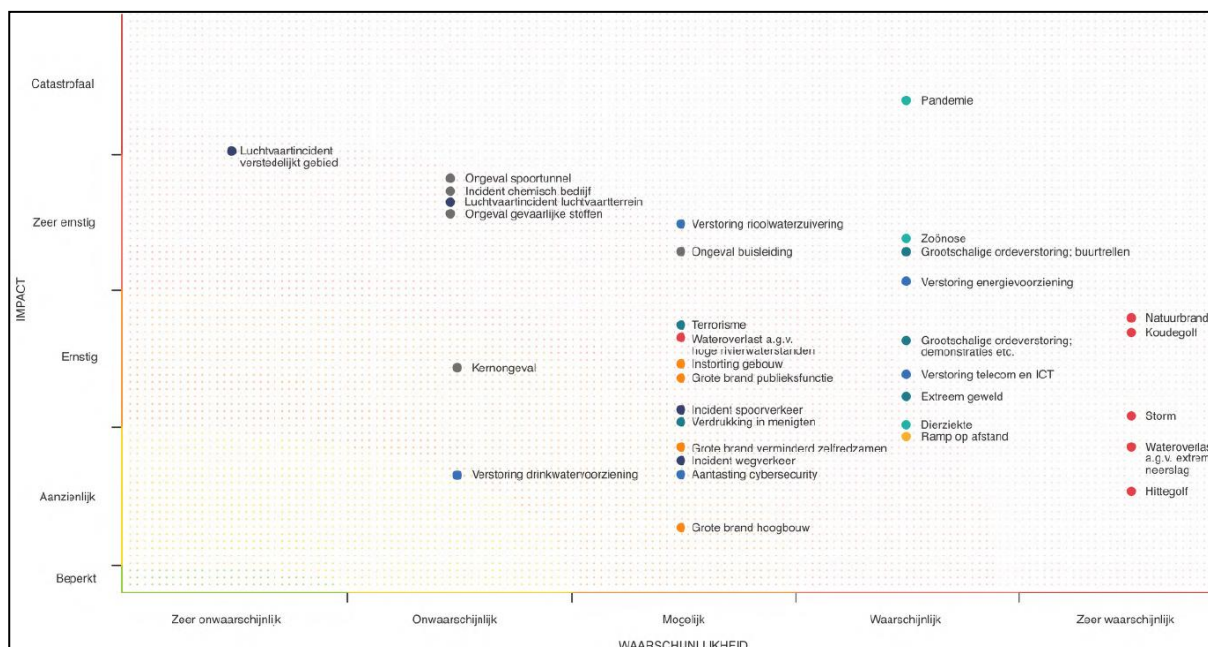
Veiligheid is naast een thema voor de gemeente ook zeker een thema voor de veiligheidsregio. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant zijn de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhozen opgenomen.

De waarschijnlijkheid en de impact zijn per risico voor de regio bepaald (zie Figuur 23). 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 22: Aantal meldingen natuurbranden regio Brabant Zuidoost

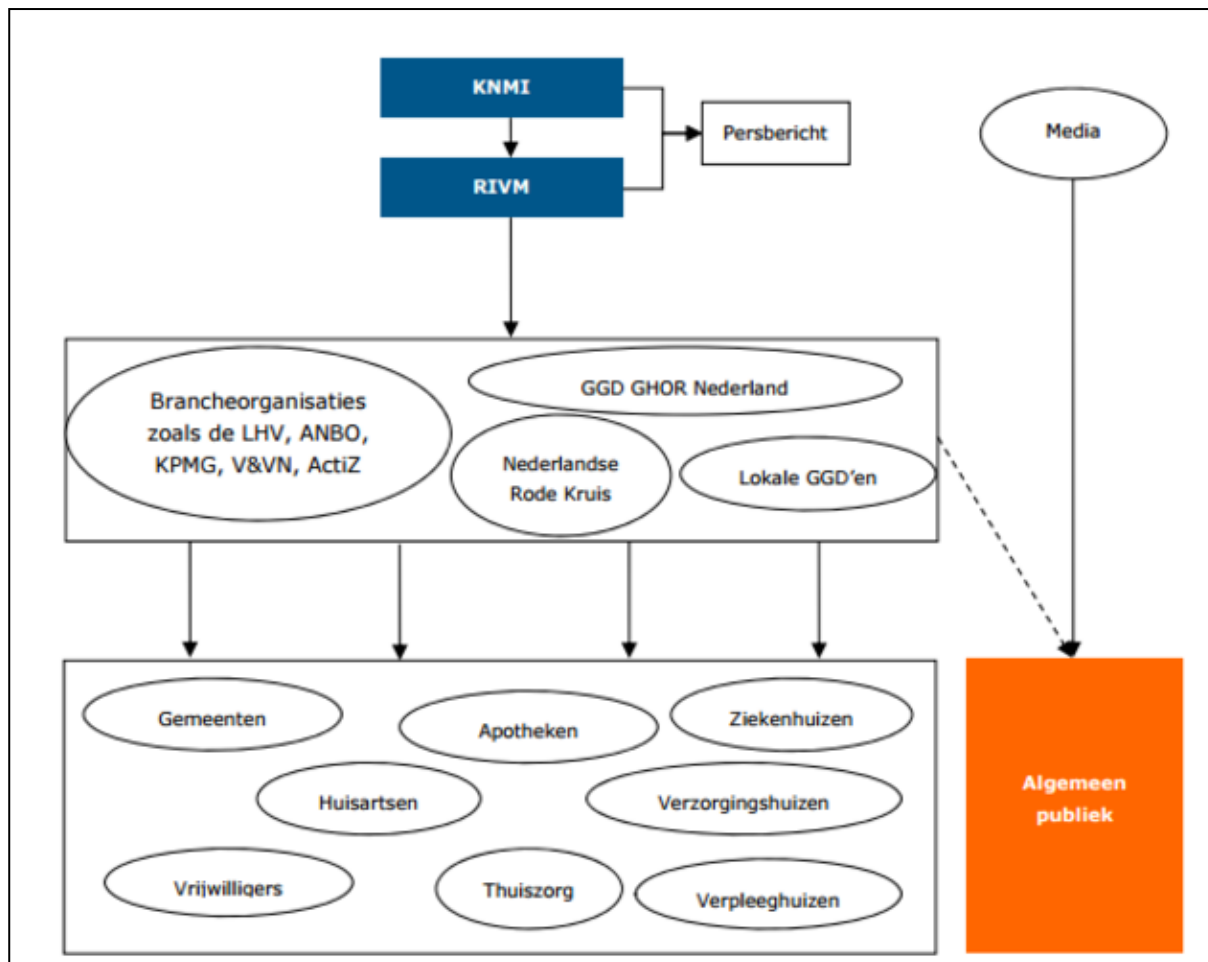


Figuur 23: Risicodiagram regio Brabant Zuidoost

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

Bij hoge temperaturen wordt door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in samenwerking met het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) het hitteplan geactiveerd. Zorgverlenende organisaties worden op de hoogte gebracht (zie Figuur 24) en dienen tijdig maatregelen te nemen. Bij evenementen beslist de (burgemeester / bevoegd gezag) of een evenement afgelast moet worden in verband met hitte of voorspeld noodweer. De Gemeentelijke Gezondheidsdiensten (GGD) kunnen de burgemeester en de organisatoren hierin adviseren. De vier V's kunnen handvatten bieden:

- veranderen van evenement
- verkorten
- verplaatsen
- vervallen



Figuur 24: 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.

BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSE

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

WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

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

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

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

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

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

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

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

DROOGTE

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

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

Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

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

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

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

Voor de analyse is gebruik gemaakt van:

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

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

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

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. Tussen 1950 en 1970 zijn in mindere mate houten paalfunderingen toegepast. Panden gebouwd in deze periode op klei- en veengronden zijn mogelijk kwetsbaar voor paalrot.

HITTE

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

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

Satellietbeeld thermisch infrarood

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

In de stresstest zijn de sensorwaarden omgezet naar oppervlaktetemperatuur door middel van een aantal wiskundige formules. Allereerst is de temperatuur aan de 'top van de atmosfeer' (ongeveer 100km hoogte) vastgesteld. Aan de top van de atmosfeer kan de balans tussen de inkomende straling van de zon en de uitgaande straling vanuit de aarde berekend worden. Samen met temperatuurconstanten gemeten door de satelliet kan deze temperatuur aan de top van de atmosfeer bepaald worden. De tweede stap is om de emissiviteit (in andere woorden de mate van uitgestraalde warmte) van het aardoppervlak vast te stellen aan de hand van de mate van vegetatie per gebied. Vegetatie gebruikt een groot deel van zichtbaar licht

voor fotosynthese en kaatst dit licht dus nauwelijks terug, dit terwijl nabij-infrarood licht niet gebruikt wordt en dus geheel wordt teruggekaatst. De teruggekaatste straling van zichtbaar en nabij-infrarood licht wordt door de satelliet gemeten, zodoende kan het verschil in deze teruggekaatste straling worden bepaald. Aan de hand hiervan kan de absorptie van licht door het aardse oppervlak en via een vaste omrekenmodule de emissiviteit van warmte aan het aardoppervlak vastgesteld worden. Tot slot is met behulp van deze berekende emissiviteit, de temperatuur aan de top van de atmosfeer omgezet in oppervlaktetemperatuur.

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

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

BIJLAGE B KLIMAATEFFECTEN VOOR SECTOREN

Onderstaand is per sector een beschrijving van klimaateffecten gegeven en is in een overzicht van de verschillende klimaateffecten aangegeven welke middelen de gemeente potentieel in kan zetten:

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

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

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

Water en Ruimte

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Daaronder 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
Extremen nemen toe			
WR1 Verslechtering drinkwaterinfrastructuur		! (Hoofd)waterleidingen.	V
WR2 Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers		! Bouwplaatsen, vuilnisdienst, stratenmakers, etc.	V
WR3 Toename kans op brand		! Vegetatie, bermen, natuur, groene daken Onder andere op de Galgenberg, Zandbos, De Rakt en Bouwhuissche Heide	VBM
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
WR4 Afname (zwem)waterkwaliteit		! (Geïsoleerd) oppervlaktewater. De gemeente Deurne heeft geen officieel buitenzwemwater. Er wordt wel gespeeld aan diverse oppervlaktewateren.	VBM
Zachte winters			
WR5 Minder waterkwaliteitsproblemen door afname gebruik strooizout		✓ ! Oppervlaktewater nabij wegen, zoals bijvoorbeeld de parallelwegen aan De Vlier. Echter geldt er ook een kans op toename door gebruik van strooizout om wegen te koelen.	-
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR6 Toename verzilting door verdamping		✗ Verzilting is geen risico binnen de gemeente.	V
WR7 Toename druk op drinkwaterproductie		! Tussen Vlierden en Baarschot bevindt zich een drinkwaterwingebied.	V
WR8 Toename gebruik water en ruimte voor recreatie		! ✓ Parken in stedelijk gebied, Natuur Netwerk Brabant en pleinen	VBM
WR9 Toename vraag warmtebestendige gebouwen		✓ Scholen, sportzalen, cultureel centra en overige openbare gebouwen.	V
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
WR10 Toename groenbeheer- en onderhoud door langer groeiseizoen onkruid		! Gemeentebreed.	VBM
Hogere temperatuur oppervlaktewater en warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR11 Mogelijke veranderingen ecologische waterkwaliteit en bouwbeperking door verschuiving soorten		! ✓ Gemeentebreed.	V

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans / bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie
Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater			
WR12 Afname watercontaminatie door verdunning vanwege toename neerslag		! ✓ Door de toename van relatief schoon regenwater op oppervlaktewater neemt de vuilconcentratie in het water mogelijk af. Anderszijds neemt de vuilvracht door een toename aan overstorten mogelijk juist toe (zie ook WR19).	-
Extreme piekneerslag neemt toe			
WR13 Toename erosie en sedimentatie		!	-
WR14 Toename schade aan gebouwen		!	VBM
WR15 Beperking bouwwerkzaamheden		!	V
Hogere luchtvochtigheid			
WR16 Corrosie gebouwen en waterwerken		!	V
Extreme piekneerslag neemt toe, toename meerdaagse natte periodes			
WR17 blootstelling aan ziekteverwekkers bij water op straat		!	VBM
WR18 Mogelijke verandering ecosysteem en ecologische waterkwaliteit		! ✓	V
Extreme piekneerslag neemt toe, verandering kwaliteit oppervlaktewater			
WR19 Afname waterkwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		!	V

Droogte

Klimaatteffect	Kans / Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie
Zeespiegelstijging, afname neerslag			
WR20 Verzilting oppervlaktewater en bodem		✗	-
Toename verzilting riviermonding, afname rivierafvoer zomer			
WR21 Verzilting innamepunten drinkwater		✗	-
WR22 Beperking drinkwaterproductie door afname beschikbaarheid zoet water		!	-
Drogere bodems in de zomer			
WR23 Druk op drinkwaterproductie en transport door toename watervraag		!	V
WR24 Overstromingsrisico door drogere veendijken		!	V
Extremen nemen toe			
WR25 Beperking groenonderhoud (door beregeningsverbod)		!	VBM
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			

WR26 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers		!	(Geïsoleerd) Oppervlaktewater. Bij waterschap Aa en Maas zijn van 2012 tot en met begin 2019 meldingen binnengekomen van de vissterfte, vogelsterfte en blauwalg in de Vlier en de naastgelegen wateren rondom Klein Kasteel. Ten zuiden van Deurne zijn enkele meldingen gedaan van blauwalg en in De Brink zijn twee meldingen van vissterfte gedaan.	VBM
Toename bodemdaling				
WR27 Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling		!	Bodemdaling wordt met name berekend de Veengebieden van de Peel. Voor Deurne geldt dat met name voor de natuur aan de zuid-oost kant van de gemeente.	BM
WR28 Toename waterbeheer door bodemdaling		!	Bodemdaling wordt met name berekend de Veengebieden van de Peel. Voor Deurne geldt dat met name voor de natuur aan de zuid-oost kant van de gemeente.	BM
Toename verzilting grondwater				
WR29 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 	✗	Niet van toepassing	

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie	
Toename verzilting riviermonding				
WR30 Problemen drinkwaterproductie door verzilting			Verzilting binnen de gemeente is geen risico.	V
Toename verzilting grondwater in de kuststreek				
WR31 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 		Niet van toepassing.	V
Hogere waterstanden				
WR32 Toename corrosie 'splash zone' stalen damwanden			Metalen damwanden en waterkeringen zijn zover bekend niet aanwezig binnen de gemeente Deurne.	
WR33 Mogelijke toename erosie kust			Niet van toepassing.	
WR34 Vaker sluiten primaire keringen			Niet van toepassing.	
WR35 Afname spuien, toename pompen			Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	
WR36 Uitval vitale en kwetsbare waterinfrastructuur bij overstroming			Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne. Ook in de kleinere watergangen kan dit optreden. Geconstateerd in juni 2016. Drukriolering kan bijv. uitvallen door aanvoer water over straat	VBM
WR37 Schade aan gebouwen bij overstroming			Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa, Vreewijksche Loop en kanaal van Deurne.	VBM

Landbouw, tuinbouw en visserij

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie
Extremen nemen toe			
LTV1 Hittestress arbeiders		 Akkerbouw verspreid door heel de gemeente met uitzondering van kernen en natuurgebieden.	V
LTV2 Hittestress vee		 Veehouderijen en grasland.	V
LTV3 Afname gewasopbrengsten		 Akkerbouw verspreid door heel de gemeente met uitzondering van kernen en natuurgebieden.	V
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
LTV4 Toename potentiële gewasopbrengsten		 Landbouw (akkerbouw en grasland) verspreid door heel de gemeente met uitzondering van kernen en natuurgebieden.	V
Zachte winter			
LTV5 Toename energiekosten koeling en problemen bewaring oogst		 Akkerbouw verspreid door heel de gemeente met uitzondering van kernen en natuurgebieden.	V
LTV6 Minder opbrengstderving door afname vorst		 Landbouw (akkerbouw en grasland) verspreid door heel de gemeente met uitzondering van kernen en natuurgebieden.	V
LTV7 Toename overlevingskans exoten		 Gemeentebreed.	VBM
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
LTV8 Verschuiving warmteminnende aquatische soorten	 	 Oppervlaktewater.	V
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
LTV9 Ziekten en plagen		 Landbouw.	V

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie strategie
Toename meerdaagse natte periodes			
LTV10 Bodemverdichting, afname bewerkbaarheid		 Met name matig tot (zeer) grote bodemverdichting in landbouwgebieden en Oude Aa. Ter hoogte van veenlagen is de bodemverdichting beperkt.	V
LTV11 Toegankelijkheid akkers voor landbouwmachines en bewerkelijkheid akkers		 Akkerbouw.	V
LTV12 Toename beschikbaarheid schoon water		 Gemeentebreed	V
Extreme piekneerslag neemt toe			
LTV13 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		 Wateroverlast t.p.v. landbouw.	V
LTV14 Toename erosie in heuvelachtig gebied		 Niet van toepassing in heuvelachtig gebied. Echter wel bij piekafvoer vanaf bolakkers.	M
LTV15 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen door wateroverlast		 Locaties gevoelig voor wateroverlast.	VM

LTV16 Toename blootstelling aan water overdraagbare ziekteverwekkers door overstort		!	Oppervlaktewater i.c.m. locaties gemengde externe overstorten. Onder andere op de Astense Aa, de Vlier en de Oude Aa. Met name rond de vlier zijn problemen met waterkwaliteit ter plaatse van de overstort bekend.	VBM
LTV17 Opbrengstderving door toename blootstelling ziekteverwekkers		!	Landbouw.	V
LTV18 Verandering ecosysteem, verschuiving soorten		! ✓	Landbouw.	V
Toename frequentie en intensiteit windstoten				
LTV19 Kansen zeevisserij door opwelling		✗	Niet van toepassing.	V
Hogere luchtvochtigheid				
LTV20 Toename ziekten en plagen		!	Landbouw.	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)				
LTV21 Oogstschade landbouw		!	Landbouw.	V
LTV22 Toename ziekten en plagen		!	Landbouw.	V
Verandering kwaliteit oppervlaktewater				
LTV23 Verandering blootstelling aan ziekteverwekkers		!	Oppervlaktewater.	V
LTV24 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		!	Oppervlaktewater i.c.m. locaties gemengde externe overstorten. Onder andere op de Astense Aa, de Vlier en de Oude Aa. Met name rond de vlier zijn problemen met waterkwaliteit ter plaatse van de overstort bekend.	V

Droogte

Klimaatteffect	Kans	Bedreiging	Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Afname rivierafvoer				
LTV25 Afname beschikbaarheid zoetwater		!	Afname aanvoer oppervlaktewateren van verschillende A- en B-watergangen.	V
LTV26 Vissterfte (zuurstoftekort/droogval)		✗	Oppervlaktewater voor commerciële zoetwatervisserij (geen commerciële visserij in Deurne).	V
Drogere bodems in de zomer				
LTV27 Oogstschade en afname gewasopbrengsten		!	Landbouw.	V
LTV28 Waterschaarste en beregeningsverbod		!	Landbouw.	V
Toename verzilting riviermonding				
LTV29 Verzilting innamepunten rivierwater		✗	Niet van toepassing.	
Toename verzilting grondwater in kuststreek				
LTV30 Kansen zilte teelt		✗	Niet van toepassing.	
Toename verzilting grondwater, drogere bodems				
LTV31 Verandering ecosystemen		!	Landbouw om de drogere bodems.	V
Toename bodemdaling				
LTV32 Hogere kosten waterbeheer t.b.v. landbouwproductie		!	Landbouw.	

Overstroming

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

Gezondheid

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extreme nemen toe			
G1 Toename hittegerelateerde klachten		 Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: verpleeg- en verzorgingshuizen, Het Elkerliek ziekenhuis, huisartsen, kinderopvang basisscholen.	VBM
G2 Afname kwaliteit nachtrust (verminderde alertheid en aandacht)		 Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: verpleeg- en verzorgingshuizen, Het Elkerliek ziekenhuis, huisartsen, kinderopvang basisscholen.. In het algemeen neemt ook arbeidsproductiviteit af.	VBM
G3 Toename kans op (natuur)brand		 Gemeentebreed. Vegetatie, bermen, natuur, groene daken. Onder andere op de Galgenberg, Zandbos, De Rakt en Brouhuissche Heide	V
G4 Toename risico's voor grote evenementen		 Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis	VBM
G5 Toename druk op medische hulpdiensten		 EHBO, huisartsen en het Elkerliek ziekenhuis	V
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
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		!	Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: verpleeg- en verzorgingshuizen, Het Elkerliek ziekenhuis, huisartsen, kinderopvang basisscholen.	VBM
G9 Toename alcohol- en drugsgebruik		!	Cafés, restaurants, evenementenlocaties, verslavingszorg, huisartsen, EHBO-posten.	VBM
G10 Verandering voedseloverdraagbare infecties		!	Gemeentebreed.	V
G11 Risicotoename verdrinking door toename waterrecreatie		!	Geen officieel buitenzwemwater in de gemeente Deurne	V
G12 Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijke buiten ruimte	 		Stedelijke parken, natuurgebieden.	VBM
G13 Mogelijke toename ziekten en plagen in de landbouw		!	Bewoners in agrarisch gebied, boeren/werknemers.	V
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer				
G14 Stijging aantal allergiedagen		!	Gemeentebreed.	V
Verschuiving klimaatzones				
G15 Toename vectoroverdraagbare ziekteverwekkers		!	Gemeentebreed.	V
G16 Toename kans ziekten door wateroverdraagbare infectieziekten		!	Gemeentebreed.	V
Zachte winters				
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

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Toename meerdaagse natte periodes			
G20 Afname luchtverontreiniging fijnstof			Gemeentebreed.
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
G21 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater (verdunding door neerslag en toename overstorten)	 	 !	Oppervlaktewater i.c.m. locaties gemengde externe overstorten. Onder andere op de Astense Aa, de Vlier en de Oude Aa. Bekend.
Verandering kwaliteit oppervlaktewater, toename meerdaagse natte periodes			
G22 Verandering ziekten en plagen		!	Oppervlaktewater/riooloverstorten.
Extreme piekneerslag neemt toe			
G23 Toename blootstelling wateroverdraagbare ziekteverwekkers		!	Oppervlaktewater + water op straat uit gemengd rioolstelsel.
G24 Schade en vocht gebouwen, voertuigen en lichamelijk letsel		!	Locaties gevoelig voor wateroverlast.
G25 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten		!	Onbereikbare wegen bij water op straat.
Extreme piekneerslag neemt toe, overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			

G26 Risico's buitenevenementen	♥	!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis	VBM
G27 Toename uitval elektriciteitsvoorzieningen	♥	!	Zorglocaties zoals verpleeghuizen.	VBM
Extreme piekneerslag neemt toe, Hogere luchtvochtigheid				
G28 Toename huisstofmijtallergie en schimmel	♥	!	Gemeentebreed.	V

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Drogere bodems in de zomer			
G29 Toename kans op brand	♥	! Natuurgebieden, bermen, (recreatief) groen.	VBM
Drogere bodems in de zomer, toename verzilting grondwater in kuststreek			
G30 Verandering ecosysteem en verschuiving soorten	♥♥	✓ ! Gemeentebreed (specifiek natuurgebieden) als gevolg van drogere bodems.	V
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
G31 Hogere blootstelling wateroverdraagbare infectieziekten	♥	✗ Zwemwaterlocaties. Geen officiële zwembaden in de gemeente Deurne	VBM
Toename fijnstof			
G32 Toename luchtverdraagbare infectieziekten en toename fijnstof	♥	! Gemeentebreed, maar specifiek voor de risicogroepen: geriatrische verpleeg- en verzorgingshuizen, kinderopvang.	V
Afname neerslagsom			
G33 Afname verkeersongelukken wegtransport	♥	✓ Algemeen.	
Toename bodemdaling veengebieden			
G34 Toename blootstelling pollen (hooikoortsklachten)	♥	! Gemeentebreed.	V

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Hogere waterstanden			
G35 Toename kans ziekten door wateroverdraagbare infectieziekten		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
G36 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten		✗ Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne dus niet op route hulpdiensten.	VBM
G37 Mogelijke afname psychische gezondheid		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
G38 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	VBM

G39 Verdrinking en fysiek letsel			Niet van toepassing	VBM
Toename verzilting grondwater in de kuststreek				
G40 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater			Niet van toepassing.	V
G41 Verandering ecosysteem/ verschuiving soorten	 		Niet van toepassing.	

Recreatie en toerisme

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Extreme nemen toe				
RT1 Toename risico voor evenementen, buitenrecreatie en toerisme			Buitenevenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis	VB
Hogere temperatuur oppervlaktewater				
RT2 Toename gezondheidsrisico's waterrecreatie			Geen officieel zwemwater in de gemeente Deurne. Wel recreatievootjes en kano's op het kanaal	V
RT3 Verandering (sport)visserij	 	 	Vislocaties, bijvoorbeeld De Heijakkervijver, de Peellandvijver, De Clarinet, De Brink, Deurneskanaal en de Helenavaart	V
RT4 Minder ijsvorming voor scheepvaart			Niet van toepassing	
RT5 Toename toerisme & recreatie	 	 	Natuurgebieden en parken in de kernen.	V
RT6 Toename alcohol- en drugsgebruik			Evenementenlocaties, cafés, restaurants.	V
Zachte winters				
RT7 Afname winterse activiteiten			Schaatslocaties zoals het Buntven en andere winterevenementen.	

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extreme piekneerslag neemt toe			
RT8 Toename risico's buitenevenementen en recreatie		! Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis	VBM
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
RT9 Negatief effect toerisme		! O.a. campings. Zoals camping de Peelkant, Camping de Koehoorn en de Kuilkenhoeve	V
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
RT10 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		! Recreatief oppervlaktewater: Geen officieel zwemwater in de gemeente Deurne. Wel effecten voor viswater ter plaatse van overstorten.	VBM

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Afname rivierafvoer zomer			
RT11 Vervoersbeperking scheepvaart		✗ Geen beroepsvaart in Deurne	V
RT12 Toename inzet beregeningsverbod/ droogteplan bij zwembaden, dierentuin, golflocaties		! Potentieel knelpunt bij zwembaden Het Meervan, De Wiemel, Di-JO, Sauna's, etc.	V
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
RT13 Verandering (sport)visserij		! ✓ Vislocaties, bijvoorbeeld De Heijakkervijver, de Peellandvijver, De Clarinet, De Brink, Deurneskanaal en de Helenavaart	V
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
RT14 Nederland gunstiger vakantie-land		! ✓ Gemeentebreed.	VB
Drogere bodems in de zomer			
RT15 Toename kans op natuur- en bosbranden		! Natuurgebieden. Onder andere op de Galgenberg, Zandbos, De Rakt en Bouwhuissche Heide	VBM

Overstroming

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

Natuur

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

Hitte

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

N6 Toe- en afname gebruik strooizout	 	 	Hoofdwegen. Toename strooien voor koeling van wegen. Afname strooien door warmere winters	V
--------------------------------------	---	---	---	---

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Toename grondwaterafvoer vanaf hogere zandgronden			
N7 Kansen natte natuur		✓ In de natuurgebieden bevindt zich deels vochtminnende vegetatie. Onder andere De Peelkant	V
Toename meerdaagse natte periodes			
N8 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	! ✓ Natuurgebieden, stedelijk groen.	V
Extreme piekneerslag neemt toe			
N9 Toename erosie in heuvelachtig gebied		✗ Niet van toepassing.	

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Drogere bodems in de zomer			
N10 Verandering van hydrologie natuurgebieden	 	! ✓ Natuurgebieden.	V
N11 Toename watervraag/ verdroging		! Natuurgebieden, stedelijk groen	VBM
N12 Toename kans op natuur- en bermbranden		! Vegetatie, bermen, natuur, groene daken Onder andere op de Galgenberg, Zandbos, De Rakt en Bouwhuissche Heide	VBM
Toename bodemdaling veengebieden			
N13 Toename kosten waterbeheer		! Bodemdalinggevoelige gronden bevinden zich onder andere ter plaatse van De Peelkant	
N14 Toename CO2-uitstoot		! Venige gronden bevinden zich onder andere ter plaatse van De Peelkant	
Toename verzilting grondwater kuststreek, drogere bodems			
N15 Veranderingen in ecosystemen en het verschuiven van soorten	 	! Natuurgebieden, stedelijk groen.	
Afname rivierafvoer			
N16 Verlies soorten en habitats		! Natuurgebieden, stedelijke groen.	V

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Hogere waterstanden (rivier/zee)				
N17 Toename erosie			Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
N18 Toename problemen waterafvoer			Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	
Verandering kwaliteit oppervlaktewater				
N19 Verandering soorten en habitats in oppervlaktewater	 	 	Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
Hogere waterstanden, toename verzilting grondwater in de kuststreek, afname fysieke ruimte voor natuur 'coastal squeeze'				
N20 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	 	Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
Toename verzilting riviermonding				
N21 Afname beschikbaarheid zoetwater			Niet van toepassing.	

Infrastructuur

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extremen nemen toe			
I1 Toename kans op ongelukken door verminderde concentratie		 Bestuurders van voertuigen.	V
I2 Hinder spoorverkeer door oververhitting elektrotechnisch systeem		 Station Deurne en Oost-West georiënteerde spoorlijn	
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
I3 Toename schade wegdek wegnennet		 Beton- en asfaltwegen en betonnen bermverhardingen.	VBM
I4 Beperking vliegverkeer door schade		 Geen vliegveld.	
I5 Hinder spoorverkeer door vervorming en spatten rails, wissels en slecht sluitende bruggen		 Station Deurne en Oost-West georiënteerde spoorlijn	
I6 Hinder weg- en vaarwegverkeer door slechtsluitende bruggen		 Geen beweegbare bruggen	
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
I7 Afname ijshinder scheepvaart		 Geen scheepvaart	
Zachte winter			
I8 Meer/minder gebruik strooizout wegen	 	  Wegen (strooiroutes). Toename strooien voor koeling van wegen. Afname strooien door warmere winters	B
I9 Minder (dodelijke) ongevallen door gladheid en ijzel		 Wegen.	

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extreme piekneerslag neemt toe			
I10 Waterschade en afname bereikbaarheid	✗	!	Begaanbaarheid wegen.
I11 Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek	✗	!	Wegen.
Toename frequentie en intensiteit wind			
I12 Hinder scheepvaart door wind	✗	✗	Niet van toepassing
I13 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten	✗	!	Wegen
Toename frequentie en intensiteit wind en bliksem			
I14 Hinder vliegverkeer door wind en bliksem	✗	✗	Niet van toepassing.
Toename frequentie en intensiteit bliksem			
I15 Hinder spoorverkeer door bliksem	✗	!	Ter plaatse van spoorwegen

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Afname rivierafvoer zomer			
I16 Beperking scheepvaart	✗	✗	Niet van toepassing
Droogere bodems in de zomer			
I17 Hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden	✗	!	Wegen nabij risicogebieden natuurbrand. Bijvoorbeeld de spoorlijn tussen Zandbos en Brouwhuissche Heide en de N270 door Zandbos
Toename bodemdaling			
I18 Meer onderhoud en schade door bodemdaling	✗	!	Bodemdaling wordt berekend onder andere ter plaatse van De Peelkant

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Hogere waterstanden			
I19 Beperking laden en lossen scheepvaart	✗	✗	Niet van toepassing
I20 Schade door instabiliteit bodem wegen en spoorwegen door overstroming	✗	!	Zeep beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.
I21 Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur	✗	!	Zeep beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.

Energie

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extremen nemen toe			
E1 Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales	✗	!	Elektriciteitsleidingen, geen thermische energiecentrales binnen de gemeente.
E2 Lager hangende hoogspanningskabels	✗	✗	Geen hoogspanningskabels aanwezig in Deurne
E3 Vaker uitval door 'brown out' (uitval door te hoge vraag)	✗	!	Elektriciteitscentrales niet aanwezig, effect uitval wel.
E4 Beperking thermische energiecentrales door warmer koelwater	✗	✗	Geen energiecentrales in gemeente Deurne.
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
E5 Kansen zonne-energie	✓	✓	Gemeentebreed.
E6 Kansen biogas	✓	✓	Gemeentebreed.
Zachte winter			
E7 Lagere energievraag voor verwarmen	✓	✓	Gemeentebreed.
E8 Afname ijsaanwas windturbines	✓	✗	Geen windturbines in gemeente Deurne
E9 Afname ijsaanwas hoogspanningsleidingen	✓	✗	Geen hoogspanningsleidingen aanwezig in Deurne

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extreme piekneerslag neemt toe			
E10 Uitval elektriciteit door inundatie	✗	!	Elektriciteitscentrales, koppel-, schakel-, en transformatorstations, zonnepanelen.
Toename frequentie en intensiteit wind			
E11 Stormschade bovengrondse energie en infrastructuur	✗	!	Hoogspanningsnetwerk, zonneparken (De Vlaas).
E12 Toename afschakelen windturbines bij storm	✗	✗	Geen windturbines in gemeente Deurne
E13 Kansen windenergie	✓	✗	Geen windturbines in gemeente Deurne
Hogere waterstanden			
E14 Uitval door schade en teloorgaan energie-infrastructuur	✗	!	Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur.
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)			
E15 Toename inslagschade	✗	!	O.a. hoogspanningsnetwerk, hoogbouw.
Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)			

E16 Beschadiging ondergrondse infrastructuur door 'uprooting'		!	Ondergrondse energieinfrastructuur.	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)				
E17 Toename inslagschade infrastructuur		!	Bovengrondse energieinfrastructuur.	V

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Drogere bodems in de zomer				
E18 Minder capaciteit ondergrondse elektriciteitsleidingen			Ondergrondse elektriciteitsnetwerk.	V
Toename bodemdaling				
E19 Beschadiging kabels door zetting bodem			Bodemdaling wordt berekend rond de oppervlaktewateren Astense Aa en ten noorden van de Groote Peel.	
Afname rivierafvoer zomer				
E20 Minder koelwater voor elektriciteitscentrales			Geen elektriciteitscentrale binnen de gemeente.	
E21 Beperking waterkrachtcentrales			Geen waterkrachtcentrales binnen de gemeente.	-

Overstroming

Klimaatteffect	Kans	 Kans aanwezig	Adaptatie Strategie
	Bedreiging	 Bedreiging aanwezig	
		 Niet aanwezig binnen de gemeente	
Hogere waterstanden			
E22 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur			Energieinfrastruutur in/langs overstromingsgebieden. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.
			V

IT en Telecommunicatie

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

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extremen nemen toe			
IT1 Slechtere conditie ICT-infrastructuur door hitte		 ICT-infrastructuur.	V
IT2 Hitte-uitval ICT-apparatuur en toename energiekosten voor ICT-operators		 ICT-objecten.	V
IT3 Uitval en storingen door kabelsmelt en 'brownout'		 Elektriciteitsleidingen.	V

IT4 Uitval en storingen door biologische besmettingen in airconditioning	@	!	ICT-apparatuur met waternevelairconditioning.	V
--	---	---	---	---

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ ! ✗ Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Extreme piekneerslag neemt toe				
IT5 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door vocht	@	!	Gemeentebreed.	V
IT6 Beperking satellietcommunicatie, microgolfantennes en mobiele signaalpropagatie	@	!	Antennes.	V
IT7 Uitval door waterschade van ICT-	@	!	Gemeentebreed.	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten)				
IT8 Beperking microgolfantennes en satellietcommunicatie door wind	@	!	Antennes.	V
IT9 Mechanische schade antennemasten mobiele communicatie en zendmasten zenderparken door wind	@	!	Antennes.	V
Hogere luchtvochtigheid				
IT10 Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed.	
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)				
IT11 Uitval ICT door inslagschade	@	!	Bovengrondse infrastructuur, geen hoogspanning in Deurne	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)				
IT12 Beschadiging ondergrondse ICT-infrastructuur door ‘uprooting’	@	!	Ondergrondse infrastructuur.	V
Hogere waterstanden				
IT13 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur	@	!	Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur.	V
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)				
IT14 Uitval ICT door uitval elektriciteitsvoorzieningen door extremen	@	!	Gemeentebreed.	V

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ ! ✗ Kans aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extremen nemen toe			
IT15 Slechtere conditie fysieke ICT- infrastructuur door droogte	@	!	Gemeentebreed.
Toename bodemdaling			
IT16 Beschadiging kabels door zetting bodem	@	!	Bodemdaling wordt berekend rond De Peelkant.
Lagere luchtvochtigheid			
IT17 Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed.

Afname bruikbaar water door slechte oppervlaktewaterkwaliteit				
IT18 Verandering kwaliteit oppervlaktewater	@	X	Geen datacenters.	

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Hogere waterstanden			
IT19 Uitval van vitale en kwetsbare ICT-infrastructuur	@	!	ICT t.p.v potentiële overstromingsgebieden langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.

Veiligheid

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Extremen nemen toe			
V1 Toename hitte gerelateerde gezondheidsklachten		!	Hittegevoelige gebieden, risicogroepen.
V2 Toename druk op medische hulpdiensten		!	Huisartensposten/EHBO/Ziekenhuis.
V3 Toename blackouts en kans uitval IT		!	(Cruciale) ICT-voorzieningen.
Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater, warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
V4 Toename risico's voor grote evenementen		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie	
Extreme piekneerslag neemt toe				
V5 Afname veiligheid door toename wateroverlast		!	Locaties met knelpunten vanuit riool, wegen.	VBM
V6 Toename risico voor grote evenementen		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis	VBM
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)				
V7 Toename risico's buitenevenementen		!	Evenementen binnen de gemeente, zoals onder andere KOS-festival, 9Zero festival en de kermis	VBM
V8 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen		!	Elektriciteitsnetwerk.	V
V9 Toename kans vallende objecten		!	Gemeentebreed.	V

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Drogere bodems in de zomer			
V10 Toename kans op brand		! Risicogebied natuurbrand. Onder andere op de Galgenberg, Zandbos, De Rakt en Bouwhuissche Heide	VBM
Afname rivierafvoer zomer			
V11 Afname beschikbaarheid voor energie-industrie		✗ Geen koelwater industrie aanwezig in Deurne	

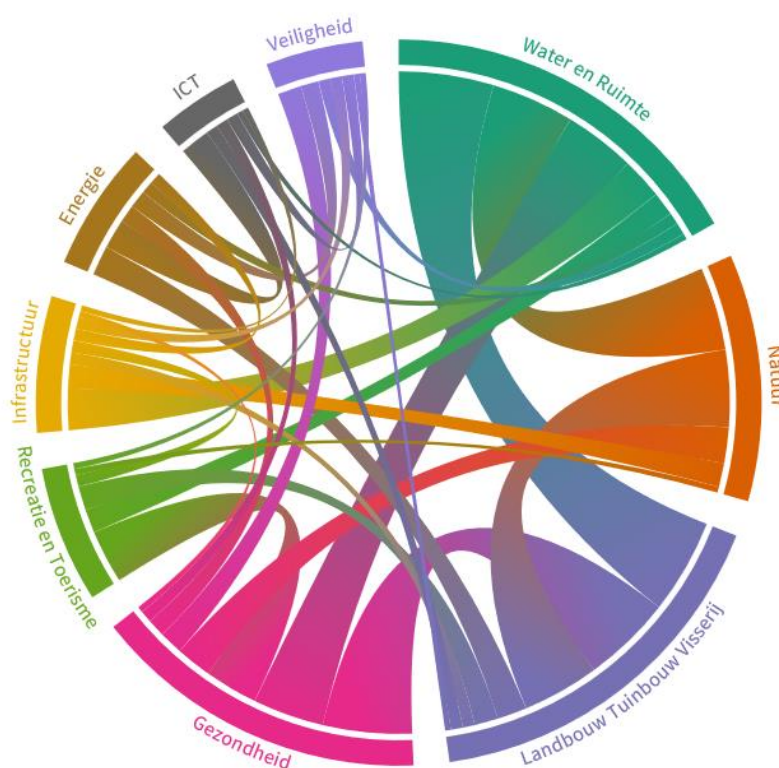
Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	Adaptatie Strategie
Hogere waterstanden			
V12 Afname territoriale veiligheid overstroomd gebied		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
V13 Afname bereikbaarheid hulpdiensten		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
V14 Afname fysieke veiligheid bij overstroming		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
V15 Sociale instabiliteit door verstoring dagelijks leven bevolking bij overstroming		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V
V16 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur bij overstroming		! Zeer beperkt. Mogelijk langs de Vlier, de Oude Aa en kanaal van Deurne.	V

BIJLAGE C TOELICHTING KANSEN EN BEDREIGINGEN KLIMAATVERANDERING VOOR SECTOREN

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

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



Figuur 25. 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 gedeponeerd afval van recreanten. Dit kan als negatief worden ervaren door de beheerders vanwege hogere kosten, maar biedt mogelijk ook meer werkgelegenheid voor beheerders. Aan de andere kant kan de toename van gebruik leiden tot een grotere behoefte aan faciliteiten in de desbetreffende gebieden, zoals voor de toegankelijkheid (stijgers, parkeermogelijkheden, wandelpaden), straatmeubilair en informatievoorziening (wegwijzing). Hierdoor kan de gebruiks- en belevingswaarde van een ruimte worden vergroot, wat economische ook kansen biedt. Kortom, dit klimaateffect biedt zowel kansen als bedreigingen.

Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit

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

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 klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de subsector Veehouderijen, vooral voor intensieve.

Waterschaarste en beregeningsverbod

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

Veranderingen ecosystemen

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

Afname bewerkbaarheid bodem

De toename van meerdaagse natte periodes en extreme piekneerslag vermindert de bewerkbaarheid van het land voor agrarische activiteiten door bodemverdichting, erosie en inundatie (Meijs, et al., 2018). Door meerdaagse natte periodes kan de bodem verdicht raken waardoor het zijn structuur verliest en onder water kan staan. Hierdoor kan het land niet altijd bewerkt of bereiden worden zoals gewenst (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). In de akkerbouw kunnen maaidorsers bij aanhoudend nat weer in juli-september bijvoorbeeld niet de tarwekorrels uit de aar halen, waardoor de tarweproductie en de rotatie met andere gewassen vertragen (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook uien kunnen niet gerooid worden bij inundatie in september-oktober met opbrengstderving als gevolg. Wat betreft de onbedekte tuinbouw ontstaan er ook problemen zoals het niet kunnen rooien van Lelie in oktober-november bij langdurige inundatie (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook kunnen veehouderijen lastig hun vee buiten laten wanneer weilanden onder water staan vanwege de veiligheid van de dieren. Tot slot vormt erosie een bedreiging voor alle in heuvelachtige gebieden gevestigde onbedekte tuinbouw, open teelten en veehouderijen die buiten vee houden (Meijs, et al., 2018). Modderstromen kunnen gewassen beschadigen, de toplaag van de bodem verwijderen en de toegankelijkheid van weilanden verminderen. Al met al vormen deze klimaateffecten dus bedreigingen voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw.

Toename ziekten en plagen

De toename meerdaagse natte perioden, extreme piekneerslag en hogere luchtvochtigheid vergroten de kans op (blootstelling aan) ziekten en plagen, met opbrengstderving als gevolg (Meijs, et al., 2018). Dit klimaateffect vormt daarom een bedreiging voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw. Ten eerste vormt dit een bedreiging voor veehouderijen omdat een hoge luchtvochtigheid de kans op virusoverdracht bij varkens vergroot, en (in combinatie met hitte) de kans op schimmelvorming bij gras vergroot (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Daarnaast bemoeilijkt een hogere luchtvochtigheid in combinatie met hitte het koelproces bij vee (Veehouder en Veearts, 2016). Ten tweede vormen de meerdaagse natte periodes een bedreiging voor de onbedekte tuinbouw door schimmel- en bacterieziekten, zoals Erwinia (bacterie) waardoor lelies rotten. Natte perioden in april-juni leiden tot de schimmelziekten Botrytis en Fusarium bij de lelie en in augustus-oktober tot de schimmelziekten Botrytis en Meeldauw bij de tomaat (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Als derde vormt dit een bedreiging voor open teelten zoals akkerbouw. Zo neemt de kans op bacteriële infecties in de bol van uien toe door het 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 ziektegolf vergroten (ANV, 2016). Tot slot hebben zieken, jonge kinderen, ouderen en zwangere vrouwen een verhoogd risico op hittestress. Hittestress vergroot dus zowel de druk op de gezondheidszorg (voornamelijk huisartsen zorg en medisch-specialistische zorg) als op de welzijnszorg (kinderopvang, ouderenzorg).

Afname kwaliteit nachtrust

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

Toename alcohol- en drugsgebruik

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

Kansen door meer gebruik natuur, openbaar groen stedelijk recreatie ruimte

Er wordt meer gebruik gemaakt van de buitenruimte (natuur, openbaar groen, stedelijk recreatie ruimte) als gevolg van de toename van warme zomers en meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). Dit leidt tot kansen voor de sector G. Uit een literatuurstudie van de Vries (2016) blijkt immers dat de buitenruimte op meerdere manieren bevorderlijk kan zijn voor de gezondheid. Ten eerste vormen groen en natuur gezonde locaties voor tijdverdrif vanwege de vaak lage concentraties fijnstof vanwege de relatief grote afstand van emissiebronnen en hoge ventilatie (open ruimte). Dit is bevorderlijk voor de luchtwegen. Ten tweede heeft groen een stress reducerende werking op de mens en gezien stress in relatie wordt gebracht met vele gezondheidsklachten heeft dit een positieve werking op zowel de fysieke als mentale gesteldheid. Ten derde stimuleert het gebruik van buitenruimte, met groen in het bijzonder, lichamelijk inspanning (wandelen, fietsen etc.). Voldoende lichamelijke inspanning verlaagt risico's op gezondheidsproblemen. Ten vierde biedt groen verkoeling waardoor het van belang is voor preventie van hittestress. Tot slot faciliteert het buitenleven de sociale cohesie wat het welzijn van mensen kan bevorderen (sociale stabiliteit, buurtzorg).

Water overdraagbare infectieziekten

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

Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater

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

Risico's buitenevenementen

De toename van piekneerslag en de toename van frequentie en intensiteit van windstoten, bliksem en hagel veroorzaken toenemende risico's voor buitenevenementen (Meijs, et al., 2018). Ten eerste belemmeren de weersextremen, voornamelijk water op straat, de mobiliteit van bezoekers en personeel. Ten tweede kunnen paniek en het omvallen en beschadigen van objecten (podia, geluid- en lichtmeubelen) 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 voorgenoemde effecten van hittestress gezondheidsrisico's voor waterrecreatie. Deze kunnen allen leiden tot een afname van het bezoekersaantal wat de omzet kan verlagen en dus economische schade kan opleveren voor de sector.

Verandering (sport)visserij

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

Nederland gunstiger vakantieland

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

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 soortsamenstelling 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 voedselnood.

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 verkeersopstoppen 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 energieprij. 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 energieprij 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 temperatuuraufwisseling 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 schakelkDeurne, accu's en eventuele generatoren van antennemDeurne (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 apparatuurkDeurne van antennemDeurne (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 antennenDeurne zijn het de bijbehorende schakelkDeurne 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 vergroot. Volgens het Nationale Veiligheidsprofiel heeft een ernstige griep пандemie de op één na grootste impact op de nationale veiligheid van alle mogelijke veiligheidsrisico's (ANV, 2016). Tot slot kan dit, naast de fysieke veiligheid, ook een bedreiging vormen voor de territoriale veiligheid wat betreft de inkoop van vaccins door Nederland (ANV, 2016).

Hitte gerelateerde gezondheidsklachten

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

Druk op medische hulpdiensten

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

Toename kans op brand

De toename van extreme hitte veroorzaakt een toenemende kans op branden in combinatie met een periode van droogte. Hiermee stijgt ook de kans op onbeheersbare branden waarbij evacuatie nodig is (ANV, 2016). Dit vergroot de druk op hulpdiensten (met name brandweer, politie) en de ecologische en fysieke veiligheid. Zo zou bijvoorbeeld de kans op een onbeheersbare natuurbrand op de Veluwe normaliter 1:25 jaar zijn, maar in jaren met grote droogte maar liefst 1:2 jaar (ANV, 2016). Naast natuurbranden zijn ook bermen, recreatief groen, stedelijk groen en gebouwen (groene daken, verticaal groen) vatbaar voor dit klimaateffect. Zelfs na de zomermaanden kan dit verhoogde risico aanhouden (Kok, 2018).

Risico's buitenevenementen

Zowel de extreme piekneerslag als de toenemende frequentie en intensiteit van wind, bliksem en hagel veroorzaken verhoogde veiligheidsrisico's voor buitenevenementen, met name voor meerdaagse evenementen met overnachting (Meijs, et al., 2018). Allereerst kunnen deze extreme weersomstandigheden

materiele schade aanrichten aan bijvoorbeeld tenten, podia en apparatuur (licht, geluid, communicatie). Mogelijk dient een evenement zelfs geannuleerd te worden vanwege het weer. Op lokale schaal kan dit een bedreiging vormen voor de economische veiligheid. Tot slot kan de fysieke veiligheid van bezoekers onder druk staan door het risico op onderkoeling, griep (natte kleding, natte tenten) en ongelukken (natte ondergrond). Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging.

Afname fysieke veiligheid bij overstroming (ANV, 2016)

De fysieke veiligheid kan worden aangetast door een overstroming omdat mensen kunnen overlijden (bijv. verdrinken), gewond kunnen raken en vatbaar zijn voor ziekten (mentaal en fysiek) (ANV, 2016). Ook kan het overstroomende 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 D RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

BIJLAGE E RESULTATEN DROOGTE

BIJLAGE F RESULTATEN HITTESTRESS

BIJLAGE G RESULTATEN OVERSTROMING

BIJLAGE H OVERZICHTSKAART KWETSBARE LOCATIES VOOR KLIMAATVERANDRING

COLOFON

KLIMAATSTRESSTEST
GEMEENTE DEURNE

AUTEUR

Tijmen van der Sande

PROJECTNUMMER

C03131.000048

ONZE REFERENTIE

084059695 A

DATUM

18 december 2019

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Joost Veltmaat
Projectleider en adviseur waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com