

KLIMAATSTRESSTEST

Gemeente Woensdrecht

28 JUNI 2019



Contactpersoon

BAS BIERENS

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018

5200 BA 's-

Hertogenbosch

Nederland

1	INLEIDING	6
1.1	Het klimaat verandert	6
1.2	Verantwoording	7
1.3	Leeswijzer	8
2	WATEROVERLAST	9
2.1	Neerslagpatroon	9
2.2	Water op straat	10
2.3	Grondwateroverlast	12
3	DROOGTE	14
3.1	Neerslagtekort	15
3.2	Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden	15
3.3	Bluswatervoorzieningen	16
3.4	Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging	17
3.5	Knelpunten waterkwaliteit	19
3.6	Bodemdaling, zettingsgevoeligheid en funderingsschade	20
4	HITTE	23
4.1	Zomerse en tropische dagen per jaar	23
4.2	Hittestress door warme nachten	23
4.3	Oppervlaktetemperatuur	24
4.4	Opwarming oppervlaktewater	27
5	OVERSTROMING	28
5.1	Overstromingsdiepte	28
6	AANPAK SECTORANALYSE	29
7	SECTOR WATER EN RUIMTE	30
7.1	Definitie sector en stakeholders	30
7.2	Effect klimaatverandering op sector	30
7.3	Praktijkervaringen van de gemeente	32
8	SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	33
8.1	Definitie sector	33
8.2	Effect klimaatverandering op sector	33
8.3	Praktijkervaringen van de gemeente	35

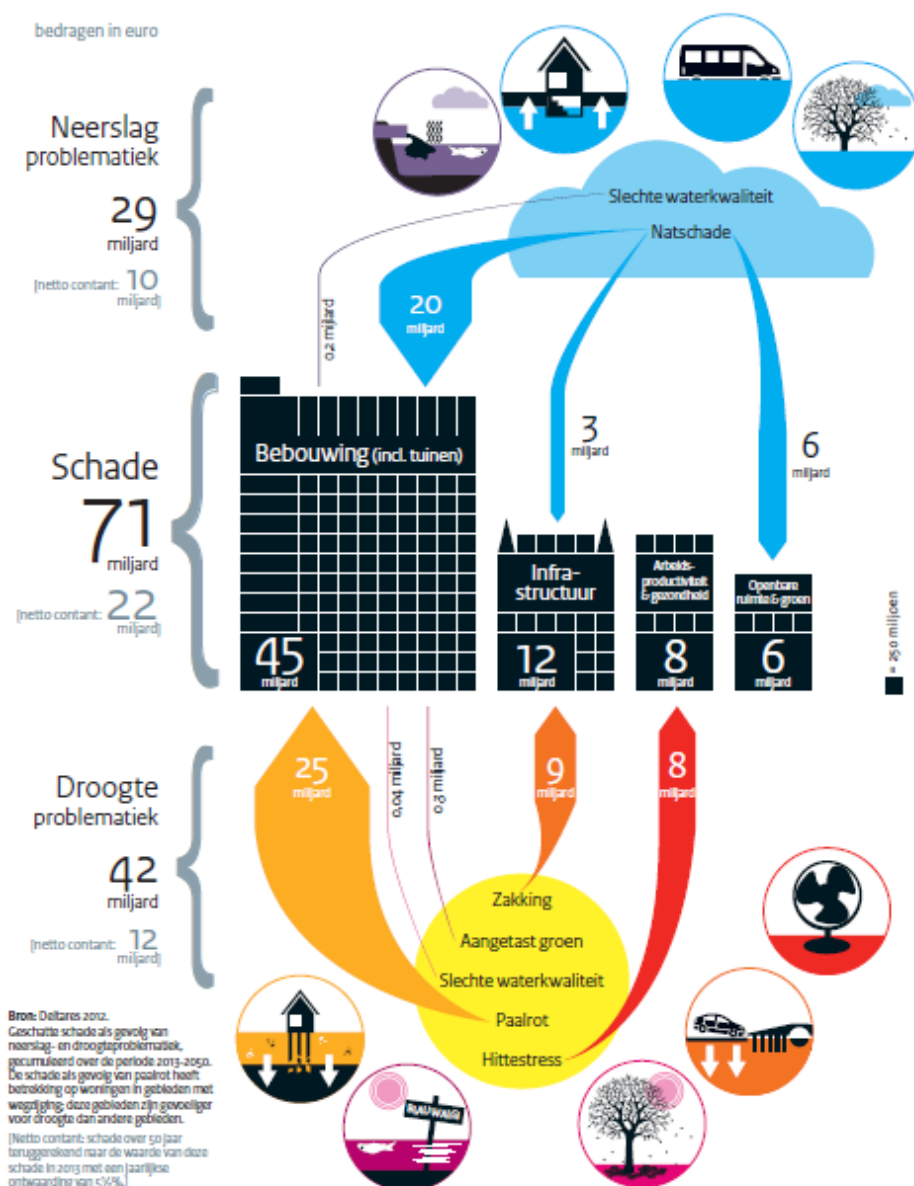
9	SECTOR GEZONDHEID	36
9.1	Definitie sector	36
9.2	Effect klimaatverandering op sector	36
9.3	Praktijkervaringen van de gemeente	38
10	SECTOR RECREATIE & TOERISME	40
10.1	Definitie sector	40
10.2	Effect klimaatverandering op sector	40
10.3	Praktijkervaringen van de gemeente	41
11	SECTOR NATUUR	42
11.1	Definitie sector	42
11.2	Effect klimaatverandering op sector	42
11.3	Praktijkervaringen van de gemeente	44
12	SECTOR INFRASTRUCTUUR	45
12.1	Definitie sector	45
12.2	Effect klimaatverandering op sector	45
12.3	Praktijkervaringen van de gemeente	46
13	SECTOR ENERGIE	48
13.1	Definitie sector	48
13.2	Effect klimaatverandering op sector	48
13.3	Praktijkervaringen van de gemeente	50
14	SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM	51
14.1	Definitie sector	51
14.2	Effect klimaatverandering op sector	51
14.3	Praktijkervaringen van de gemeente	52
15	SECTOR VEILIGHEID	53
15.1	Definitie sector	53
15.2	Effect klimaatverandering op sector	53
15.3	Praktijkervaringen van de gemeente	54
16	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	55
16.1	Samenvatting uitkomsten klimaatstresstest	55
16.2	Sectoranalyse	56
16.3	Aanbevelingen voor vervolg	58

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 begijferd op €71 miljard tot 2050 (*Manifest Klimaatbestendige stad*, 2013). Om een prettig leefbare omgeving te behouden moeten we nu aan de slag!

De Klimaatbestendige stad Opgaven



Figuur 1: Klimaatopgaven en kosten (*Manifest Klimaatbestendige stad*. Coalities klimaatbestendige stad, 2013)

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

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

Mitigatie en adaptatie

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

1.2 Verantwoording

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



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.

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

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

1.3 Leeswijzer

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

- Wateroverlast door hevige neerslag
- Droogte
- Hitte
- Overstromingen

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

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

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

2 WATEROVERLAST

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

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

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

- Neerslagpatroon
- Water op straat
- Grondwateroverlast

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

2.1 Neerslagpatroon

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

Uit KNMI-scenario's (2014) blijkt dat de verwachte hoeveelheden jaarneerslag met circa 50 mm toenemen in 2050 (Tabel 1).

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

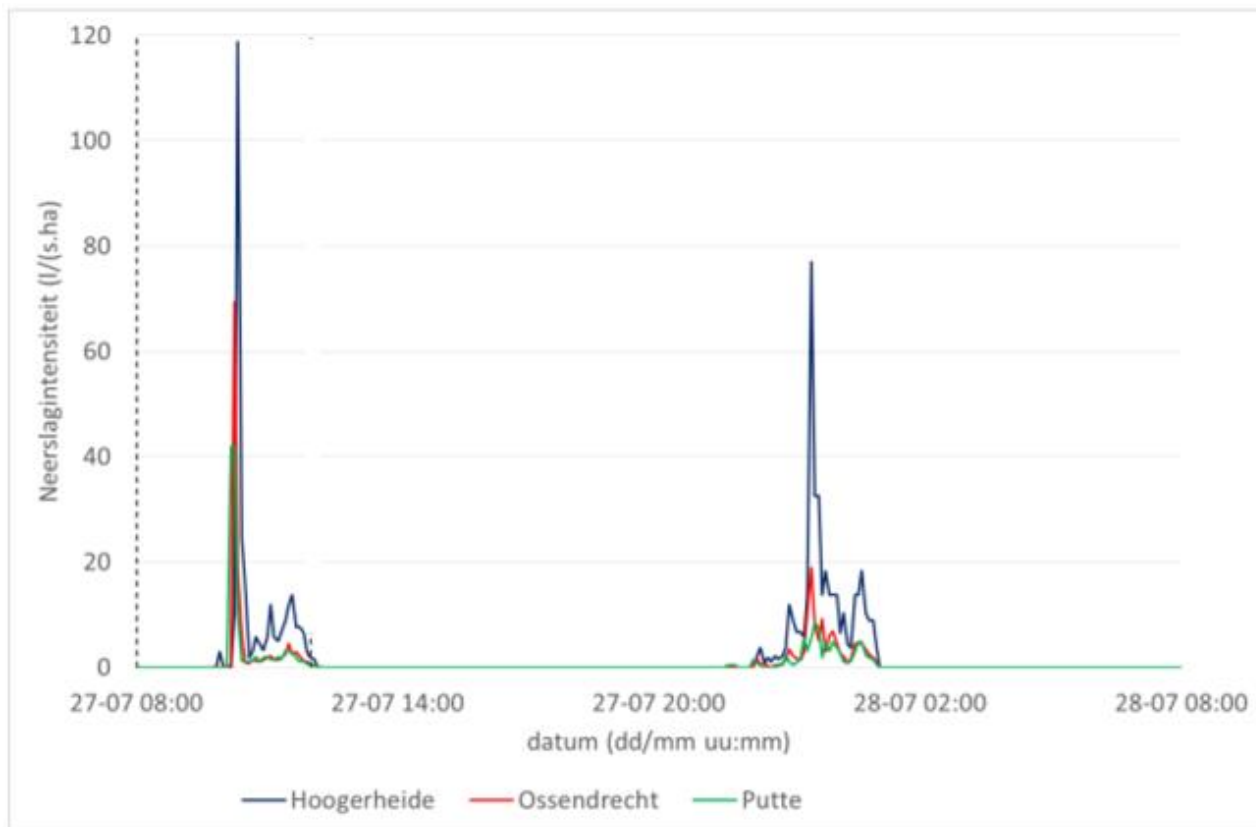
	Huidig	WH 2050
Jaarlijkse neerslag	800-850mm	850-900mm

Vooraf een toenemende intensiteit van neerslag vergroot de kans op wateroverlast. Uit Tabel 2 blijkt dat de kans (herhalingstijd) dat extreme buien voorkomen sterk toeneemt in de toekomst.

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

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

Extreme neerslag is niet alleen iets van de toekomst. Onderstaande bui is op 27 juli 2013 opgetreden, met een maximale neerslagintensiteit van bijna 120 liter per seconde per hectare.

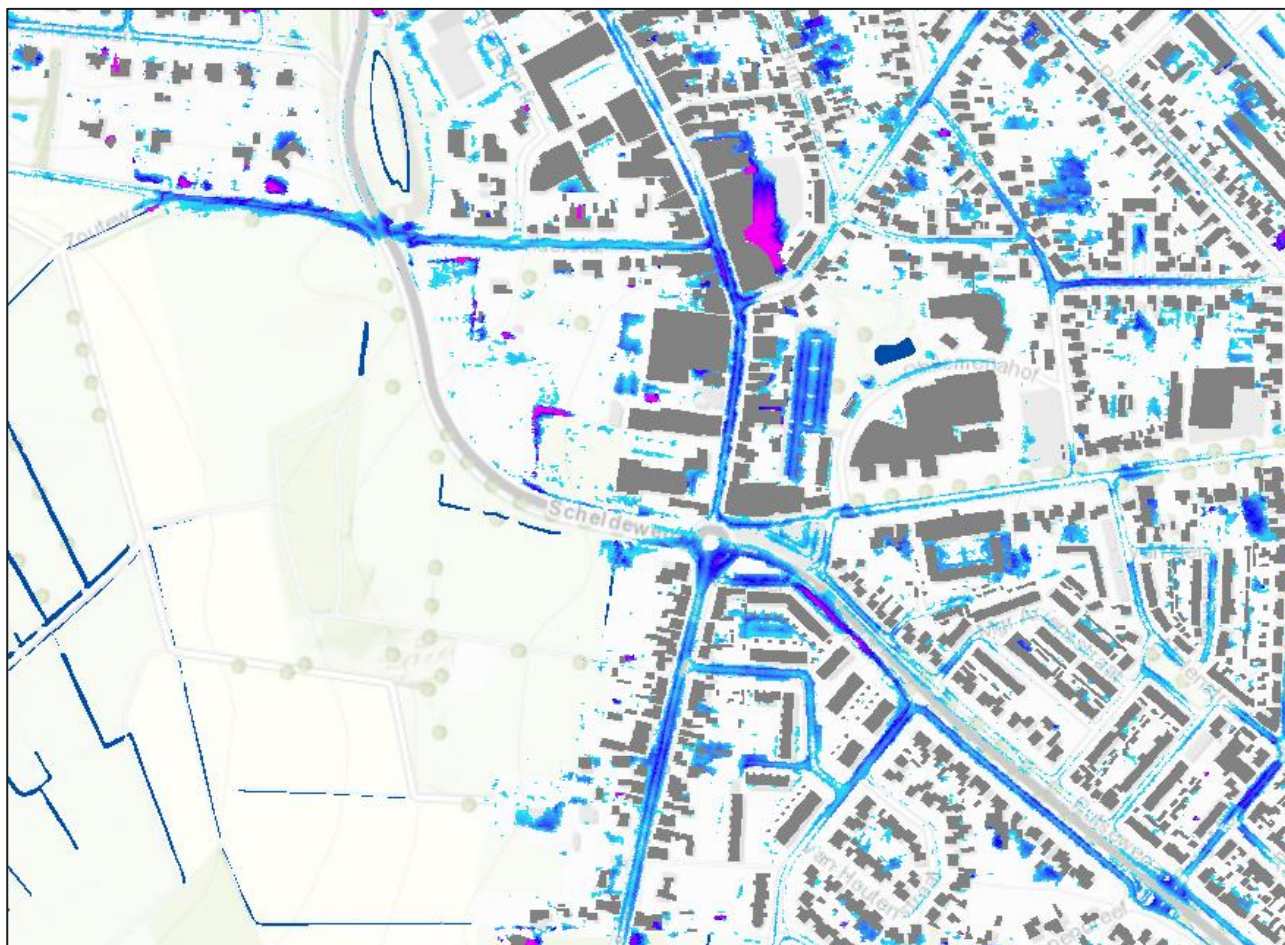


Figuur 2: Extreme neerslag in gemeente Woensdrecht op 27 juli 2013

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

2.2 Water op straat

Voor een analyse van de kwetsbaarheid van de gemeente Woensdrecht voor extreme neerslag is de bebouwde omgeving blootgesteld aan de buien van 70 en 90 mm in een uur die in Tabel 2 zijn weergegeven. Daarnaast zijn ook de minder intensieve buien: bui 8 (Kennisbank Stedelijk Water) en een bui van 44 mm in een uur doorgerekend. Met een rioleringsmodel is berekend waar 'water op straat' en optreedt en is een doorkijk gemaakt naar de begaanbaarheid van wegen. De methodebeschrijving van deze analyse is weergegeven in Bijlage A. De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage C welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Woensdrecht"..



Figuur 3: Voorbeeld van een resultaat uit een hydraulische simulatie van water op straat in Woensdrecht/Hoogerheide (70 mm in één uur)

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

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

Calfven

In Calfven wordt in alle berekende buien geen overlast berekend. Dit komt doordat het gebied afloopt. Wel is bekend dat er via de weg flinke afstroming kan plaatsvinden bij extreme neerslaggebeurtenissen, maar hiermee is rekening gehouden in een nieuw rioolstelselontwerp.

Hoogerheide en Woensdrecht

De hoofdwegen van Hoogerheide en Woensdrecht blijven relatief goed begaanbaar. Er stroomt wel veel af naar Onderstal, maar dit is bekend vanwege De Brabantse Wal en leidt daarbij niet tot ernstige problemen. De Verlengde Duinstraat is een bekend risico, hier is al een wadi aanwezig om een deel van de problemen op te vangen. Van de straat Vinkenslag in Woensdrecht wordt het laagste deel onbegaanbaar, en wanneer dit verbeterd moet worden betekent dit een belasting op de lagere delen van Woensdrecht met negatieve gevolgen voor de begaanbaarheid van de wegen hier (probleemverplaatsing).

Huijbergen

In Huijbergen ontstaan voornamelijk problemen in de Demerstraat en Bergsestraat. Ook de wegen rondom de kerk (Dorpsstraat en Boomstraat) vormen een risico. De problematiek in Huijbergen is bekend bij de gemeente en wordt door middel van wadi's in de Boomstraat tegengegaan.

Ossendrecht

Op de kruising Schapendreef/Onze Lieve Vrouwe Ter Duinenlaan blijft veel water staan en wordt de weg onbegaanbaar. Verder blijft er in de Molenstaat veel water staan met een onbegaanbare weg als gevolg. De overige wegen zijn goed begaanbaar.

Putte

In de belangrijke hoofdstraat door Putte, de Antwerpsestraat (N289), blijft op een aantal locaties veel water staan en de weg is niet beschikbaar voor verkeer. Op de Markt (Breestraat) wordt dit ook berekend, maar deze locatie is bewust ingericht als waterbuffer/-opvang. Daarnaast wordt rondom de Tulpstraat en Berkenlaan en omgeving water op de wegen berekend, waardoor deze niet of slecht begaanbaar zijn.



Figuur 4. Wateroverlast in juni 2018 in de Grensstraat te Putte.

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.

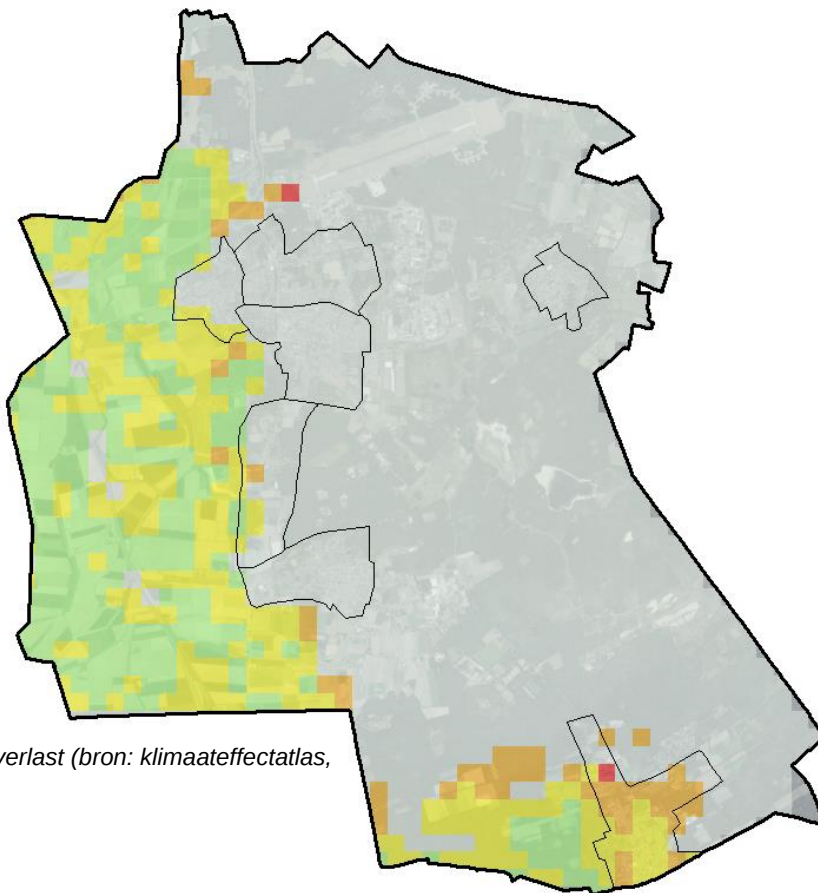
Onderstaande kaart uit de klimaateffectatlas geeft op het niveau van de gemeente globaal aan in welke zones de kans op grondwateroverlast toeneemt.

Indien het risico sterk toeneemt kan het nodig zijn om extra voorzieningen te treffen om het grondwaterpeil te beheersen, of om aanvullende constructievoorschriften te gebruiken om de kwetsbaarheid van gebouwen en infrastructuur te beperken.

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

Uit de analyse van de klimaateffectatlas (Figuur 5) kan worden opgemaakt dat de kans op een toename van grondwateroverlast in 2050 voor een groot deel van de gemeente Woensdrecht klein is in verband met de reeds lage grondwaterstanden. Rond Putte en het westelijke lager gelegen gedeelte van de gemeente Woensdrecht neemt de kans op grondwateroverlast echter toe.

-  Kleine kans door lage grondwaterstand
-  Kleine toename kans
-  Aanmerkelijke toename kans
-  Grote toename kans
-  Zeer grote toename kans



Figuur 5: Kans op toename grondwateroverlast (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

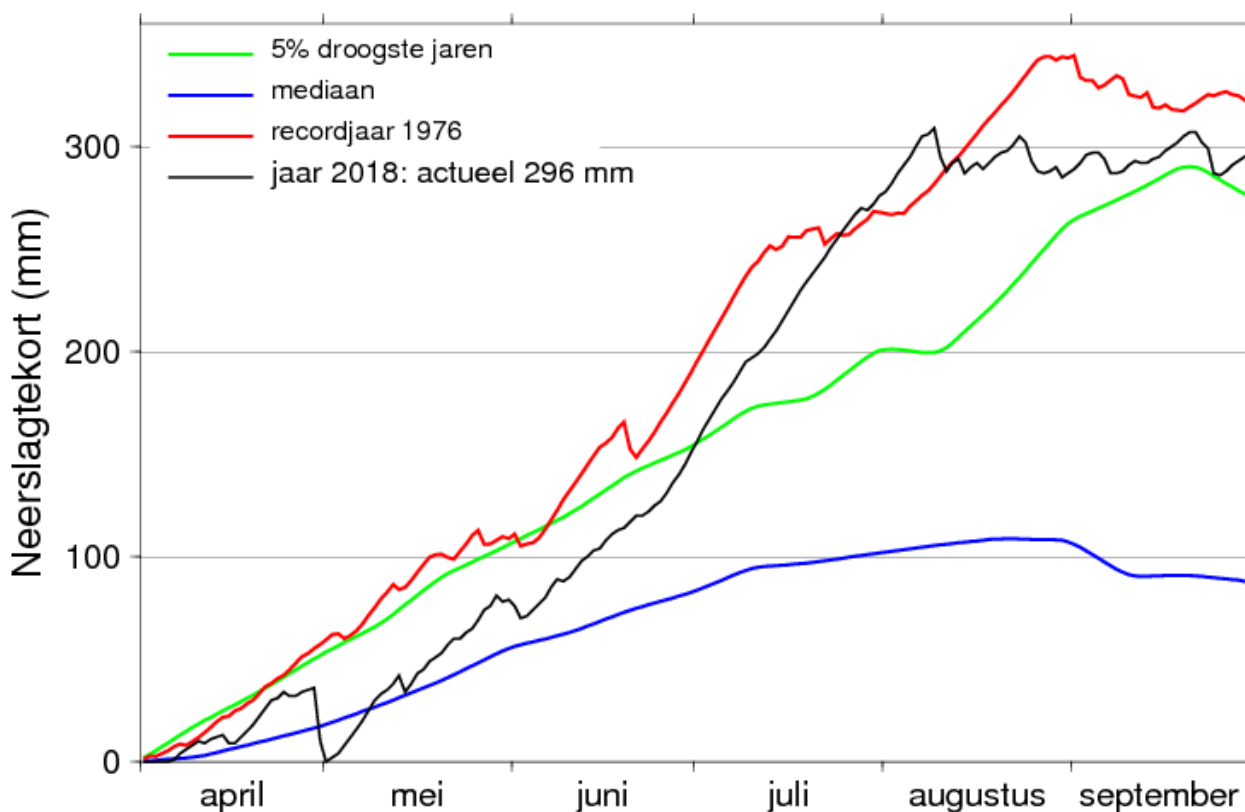
3 DROOGTE

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



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

Figuur 6: Neerslagtekort in Nederland in 2018. Landelijk gemiddelde over 13 stations (bron: KNMI, geraadpleegd op 24 januari 2019)

Door droogte kan de voedselproductie (landbouwsector) worden bedreigd. Ook andere sectoren kunnen onder druk komen te staan, zoals drinkwaterproductie uit oppervlaktewater, koeling voor de industrie en energiecentrales. Daarnaast neemt de schade aan de natuur en het risico op natuurbranden toe. In het stedelijk gebied in Nederland is de verwachte schade ten gevolge van klimaatverandering door droogte groter dan die door wateroverlast (zie Figuur 1 uit Manifest Klimaatbestendige stad, Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering).

De kwetsbaarheid van Woensdrecht 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, knelpunten waterkwaliteit en het risico op droogvallende bluswatervoorzieningen. Daarnaast is met behulp van de klimaateffectatlas inzichtelijk gemaakt wat het neerslagtekort voor de gemeente is, wat de verwachte ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstand is, en wat de gevoeligheid voor bodemdaling en zetting is.

3.1 Neerslagtekort

Het neerslagtekort is een maat voor de droogte en volgt uit het verschil tussen verdamping en neerslag. Als de referentieverdamping hoger is dan de neerslag is er sprake van een neerslagtekort. In zo'n situatie is er minder vocht beschikbaar voor de optimale groei van gewassen. Het potentieel maximaal neerslagtekort treedt doorgaans aan het einde van de zomer op.

Toename van het neerslagtekort kan leiden tot verdere afname van de waterbeschikbaarheid in grond- en oppervlaktewater en een toename van de watervraag voor peilbeheer en beregening. Ook de waterkwaliteit kan onder druk komen te staan, bijvoorbeeld door verminderde doorstroming van oppervlaktewater.

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

Uit de modelresultaten (2014) van KNMI klimaatscenario WH2050 kan worden opgemaakt dat het potentieel 10-jarig neerslagtekort momenteel 210-270 mm bedraagt 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.



Figuur 7. Deels droogvallende Eendenvijver (Putte) als gevolg van weinig neerslag (17-04-2019).

3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden

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

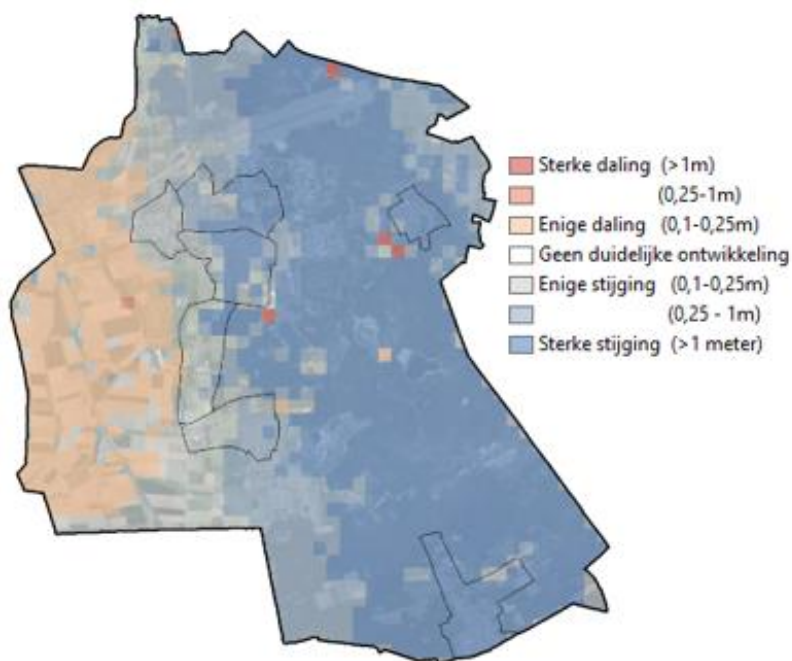
De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) wordt doorgaans aan het einde van de zomerperiode bereikt. In het merendeel van Nederland is er geen duidelijke ontwikkeling in de GLG (een lichte daling van 5 tot 10 centimeter). Op een deel van de hoge zandgronden wordt juist een stijging van de GLG berekend.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

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

Ten opzichte van het huidige klimaat is er een duidelijke ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstanden in de gemeente Woensdrecht in klimaatscenario WH2050. De grondwaterstanden in het oosten (relatief hoog maaiveld, gelegen op de hoge zandgronden) stijgen matig tot sterk, en de grondwaterstanden in het westen (relatief laag maaiveld) dalen ten opzichte van het huidige klimaat.

In met name het noorden van Nederland en in de veenweidegebieden langs de rivieren daalt de GLG. De stijging in de hoge zandgronden is een gevolg van een toename van het jaarlijks neerslagoverschot, veroorzaakt door toename van de winterneerslag. Omdat de grondwaterstand in deze gebieden ver onder maaiveld ligt, heeft de verwachte toename van de verdamping minder effect op de grondwaterstanden.



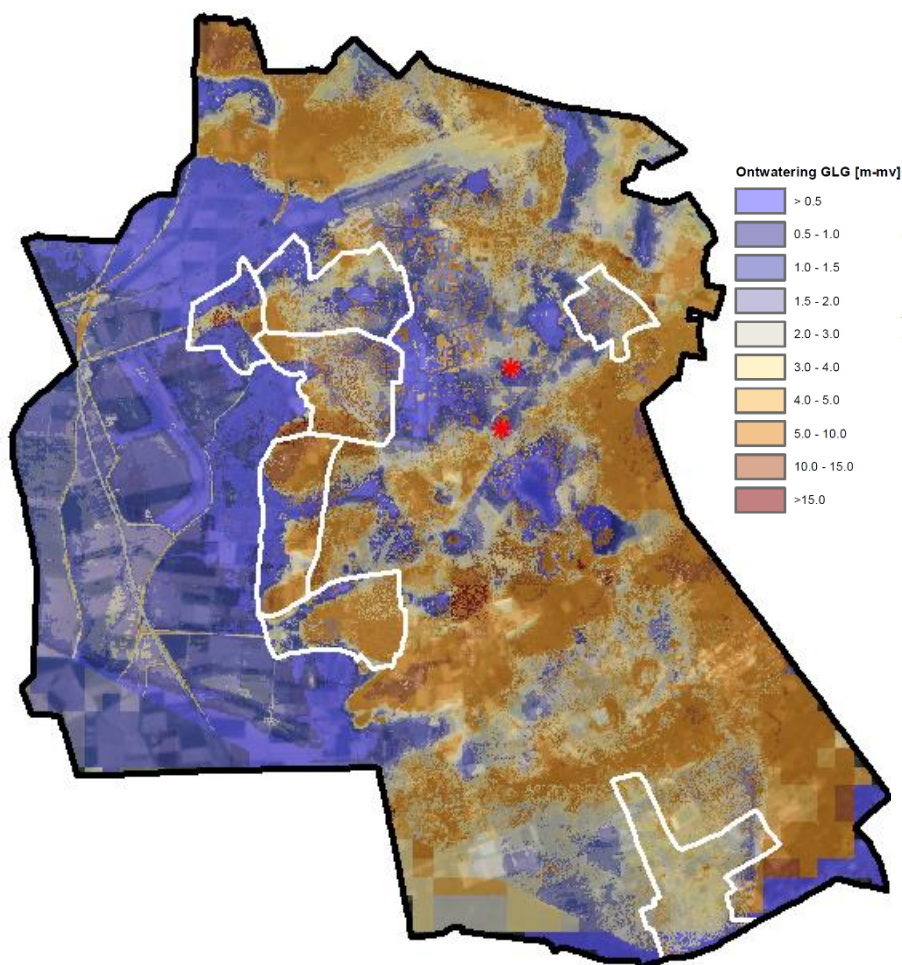
Figuur 8: Verandering gemiddeld laagste grondwaterstand klimaatscenario WH2050 ten opzichte van huidig klimaat (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

3.3 Bluswatervoorzieningen

Door extreem lage grondwaterstanden en lage waterpeilen zou de aanvoer van grond- en oppervlaktewater naar de bluswatervoorzieningen tijdelijk of geheel kunnen stagneren. Hierdoor kunnen de bluswatervoorzieningen tijdelijk of geheel droogvallen waardoor er problemen tijdens het blussen kunnen ontstaan. Er zijn geen onderzoeken gevonden die de invloed van droogte op bluswatervoorzieningen behandelen. Wel komt het probleem voor in de praktijk. Bij de veiligheidsregio kunnen de locaties en eigenschappen van de bluswatervoorzieningen worden opgevraagd.

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

In de gemeente Woensdrecht bevinden zich 2 bluswatervoorzieningen die voor de watervoorraad vanuit oppervlakte- en of grondwater afhankelijk zijn. In de afbeelding hieronder zijn deze locaties met een rode stip weergegeven. Uit Figuur 8 blijkt dat naar verwachting de grondwaterstanden ter hoogte van deze voorziening niet zullen dalen maar juist gaan stijgen. Dit betekent dat er binnen klimaatscenario WH2050 weinig risico tot droogvallende bluswatervoorzieningen is.



Figuur 9: Ontwatering gebaseerd op de gemiddeld laagste grondwaterstanden die vanuit TNO en het gemeentelijke grondwatermeetnet zijn geïnterpoleerd

3.4 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).

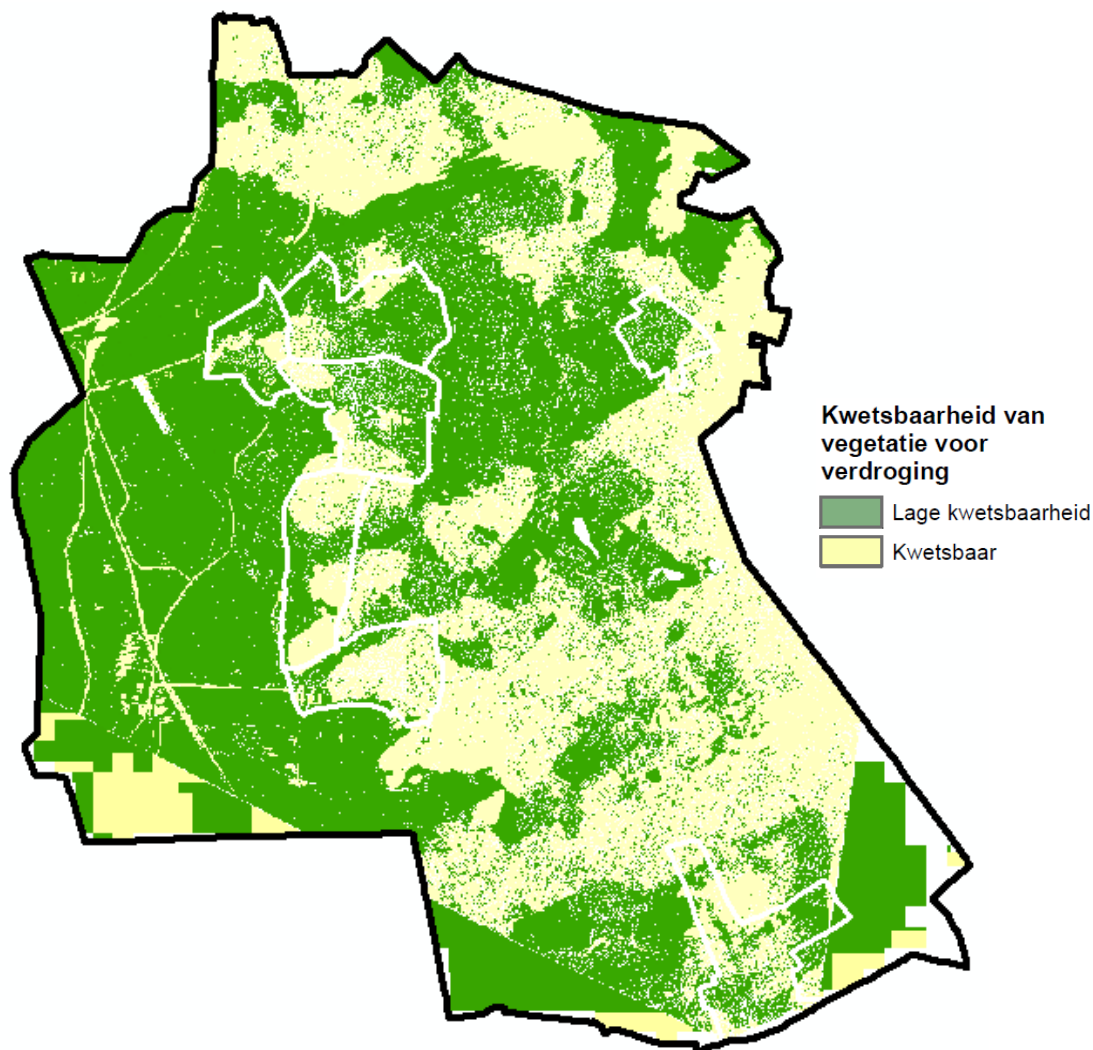
Wanneer gras onvoldoende wateraanvoer krijgt leidt dit tot verdroging van de graslaag. De graslaag droogt uit wat leidt tot een verkleuring van de gras-vegetatielaag. Doordat de graslaag onvoldoende vocht kan onttrekken leidt dit ook tot een tekort aan voedingsstoffen. Daarnaast zal het gras de verdamping 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 uitval (Hoogvliet et al, 2012). Dit ontstaat bij een onvoldoende watertoevoer of een snelle daling van de grondwaterstand. Tevens kunnen er nieuwe ziektes en plagen ontstaan die in het huidige klimaat nog geen rol spelen. Daarentegen kunnen de bestaande ziektes en plagen verdwijnen omdat deze mogelijk niet bestand zijn tegen het toekomstige klimaat (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

Om inzichtelijk te maken in welke gebieden de vegetatie (met gras als referentiegewas) kwetsbaar is voor verdroging, is gebruik gemaakt van zowel de grondsoorten, de maaiveldhoogte en de grondwaterstand. Verdere informatie over de methodologie is beschreven in Bijlage A.

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

De hoofdclassificering van bodemsoorten in Woensdrecht is voornamelijk zand in het oostelijke en hoger gelegen gedeelte van de gemeente, en klei en zavel in het westelijke en lager gelegen gedeelte van de gemeente. Op basis van deze grondsoorten en hun capillaire eigenschappen ligt in het westen de grens van de grondwaterstand voor de droogtegevoeligheid van vegetatie 3 meter onder maaiveld, en in het oosten ligt deze grens 2 meter onder maaiveld. Op locaties waar de gemiddeld laagste grondwaterstanden zich dieper dan deze grens bevindt wordt vegetatie als kwetsbaar voor verdroging gekenmerkt. In verband met de beschikbare meetdata is het analysebeeld niet geheel gemeentedekkend.



Figuur 10: Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

In Bijlage D (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Woensdrecht")) is op zowel gemeente- als kernniveau de ontwatering en de kwetsbaarheid van gras voor verdroging op kaart weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat met name gras op relatief hoog gelegen gronden kwetsbaar is voor verdroging. Met name in het oosten is de vegetatie kwetsbaarder door lage gemiddelde lage grondwaterstanden. Uit Figuur 8 blijkt dat naar verwachting de grondwaterstanden ter hoogte van deze voorziening niet zullen dalen maar juist gaan stijgen. Dit betekent dat binnen het klimaatscenario WH2050 de kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging zal afnemen.

Dit betekent echter niet dat gemeente Woensdrecht geen last van droogte heeft. Dit is namelijk afhankelijk van de watervraag van het type vegetatie en van de capillaire nalevering vanuit het grondwater. Sommige vegetatie – met name akkerbouwgewassen waarbij voor een goede oogst een hoog droog stofgehalte moet worden geproduceerd – heeft meer watervraag dan gras. Ook komt het voor dat het grondwater lager dan de gemiddeld laagste grondwaterstand staat. Dit betekent dat een groter gebied dan weergegeven in Figuur

10 kwetsbaar kan zijn voor verdroging van vegetatie. Zo blijkt bijvoorbeeld dat in de extreem droge zomer van 2018 in de gemeente Woensdrecht veel heide in de Ossendrechtse duinen is afgestorven. (<https://kijkopwoensdrecht.nl/nieuws/drone-brengt-droogteschade-ossendrecht-in-beeld.html>).

3.5 Knelpunten waterkwaliteit

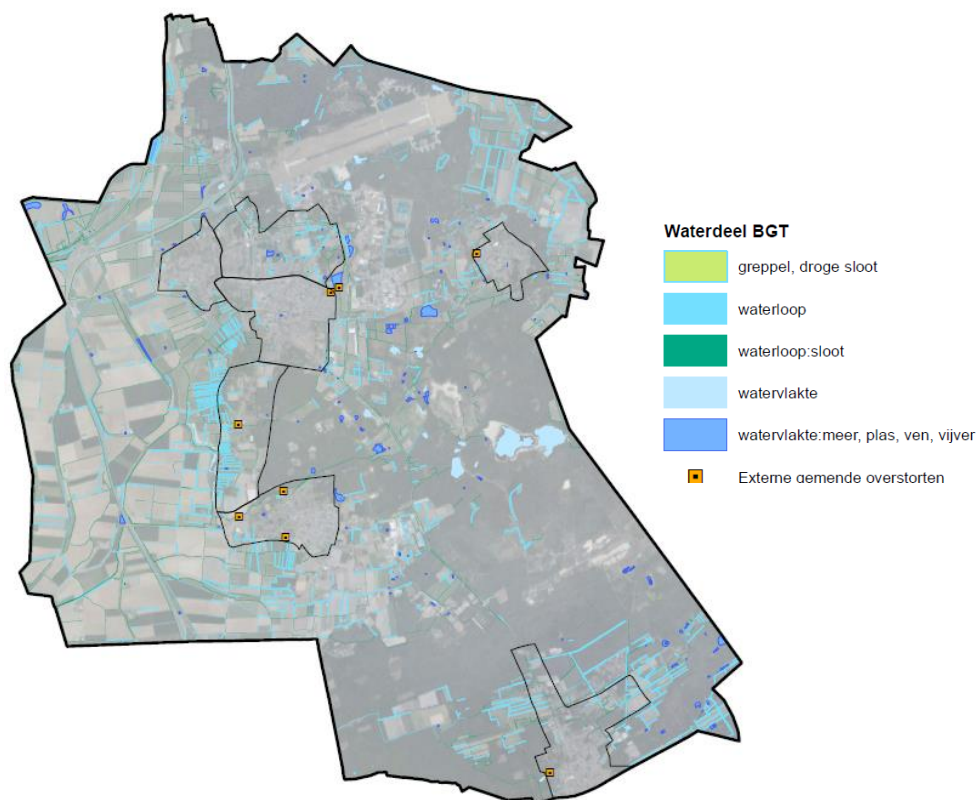
Perioden van droogte zullen leiden tot lagere waterstanden in oppervlaktewateren. Daarnaast zal de temperatuur van het oppervlaktewater stijgen. Dit zorgt ervoor dat de waterkwaliteit zal verslechteren (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012). Deze gevolgen kunnen leiden tot (onomkeerbare) schade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

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 Woensdrecht?

In het onderstaande kaartbeeld zijn het oppervlaktewater en de locaties van gemengde externe overstorten in beeld gebracht. Bij de gemeente is niet bekend dat overstortgebeurtenissen op deze locaties leiden tot een vermindering van de waterkwaliteit.

Met uitzondering van de eendenvijver in Putte zijn in de zomer van 2018 geen locaties bekend waar blauwalg of botulisme is opgetreden. Een belangrijke oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat veel slecht doorstromende waterpartijen in deze zomer zijn drooggevallen.



Figuur 11: Knelpunten waterkwaliteit

3.6 Bodemdaling, zettingsgevoeligheid en funderingsschade

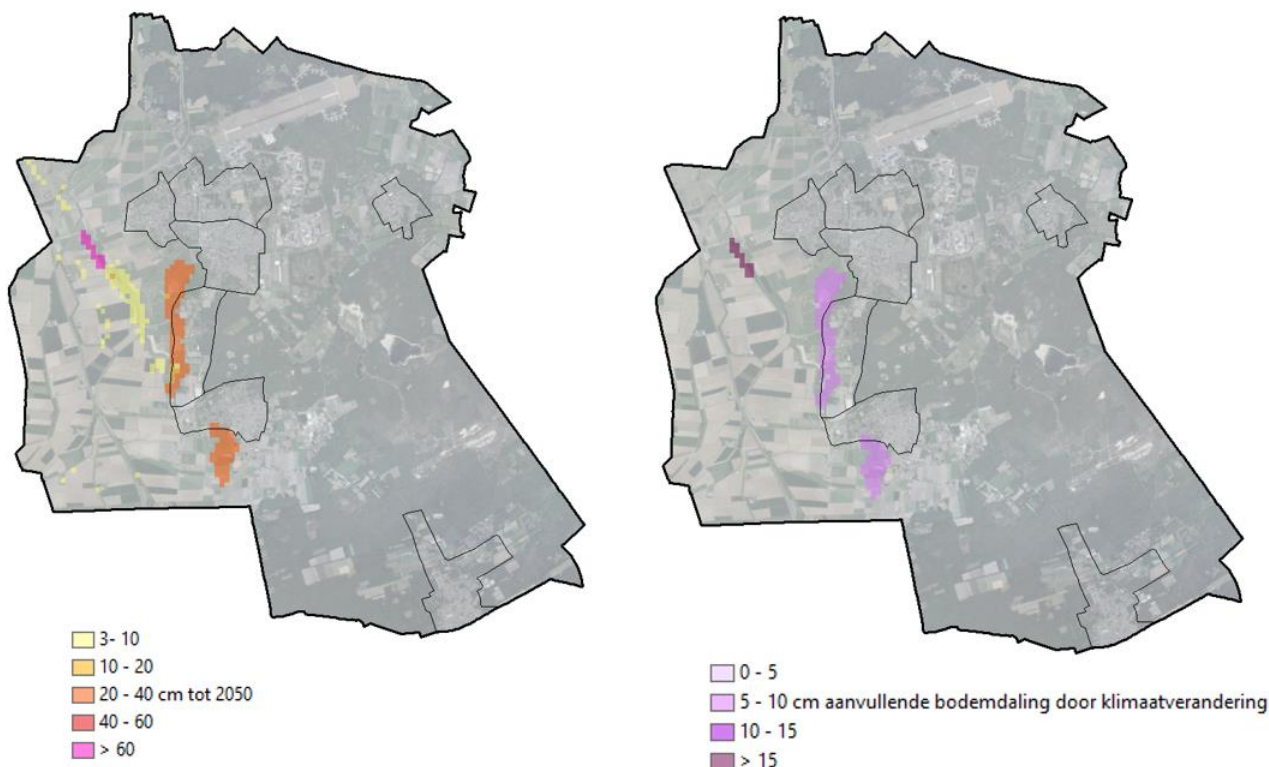
Bodemdaling

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 Woensdrecht?

Uit de analyseresultaten in de klimaateffectatlas wordt in het huidige klimaat bodemdaling berekend, en in KNMI '14 klimaatscenario 2050WH wordt aanvullende bodemdaling verwacht.

Langs oppervlaktewater de Agger, en aan de voet van de helling wordt in het huidige klimaat verwacht dat tot 2050 er meer dan 60 cm bodemdaling op kan treden. In klimaatscenario WH2050 wordt in deze gebieden aanvullend 5 tot 15 cm bodemdaling berekend.



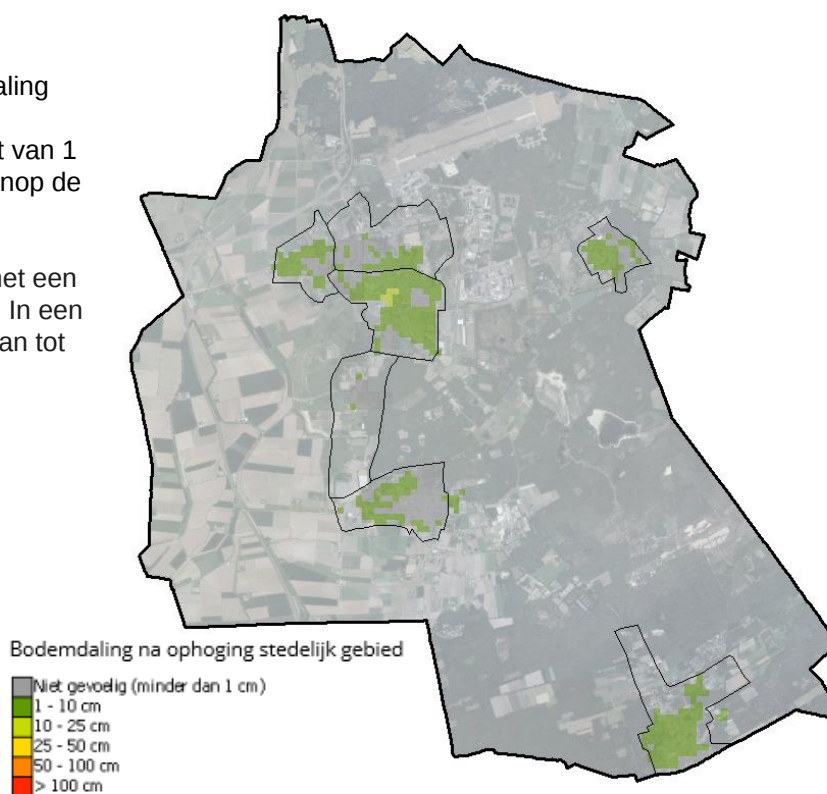
Figuur 12: Bodemdaling huidige klimaat (links) en aanvullende bodemdaling door klimaatverandering (WH 2050); (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

Zettingsgevoeligheid

In gebieden waar slappe grond voorkomt, bestaat kans op bodemdaling (**zetting**) na ophoging met zand of andere materialen. In nieuwe stedelijke gebieden vindt ophoging plaats in het kader van het bouwrijp maken van een gebied. In bestaande stedelijke gebieden kan worden opgehoogd om eerdere daling te compenseren. Bodemdaling vindt voornamelijk plaats in de eerste maanden tot jaren na de ophoging, maar restzettingen kunnen over langere periodes (decennia) optreden. In gebieden met dikke pakketten veen en klei treedt er forse zetting op. Dergelijke zettingen zijn vaak aanleiding voor nieuwe ophoging, waardoor het proces van bodemdaling verder versnelt door de toegenomen belasting. Het proces van bodemdaling door ophoging is niet afhankelijk van klimaatverandering.

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

De zettingsgevoeligheid in Woensdrecht is in Figuur 13 gevisualiseerd door de bodemdaling van een fictieve situatie door te rekenen waarbij een zandpakket van 1 meter dikte is aangebracht bovenop de bestaande ondergrond. Hierin is zichtbaar dat de bodem van het stedelijke gebied na ophoging met een meter zand tot 10 cm kan dalen. In een deel van de kern Hoogerheide kan tot 25 cm bodemdaling optreden.



Figuur 13: Zettingsgevoeligheid (bron: klimateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

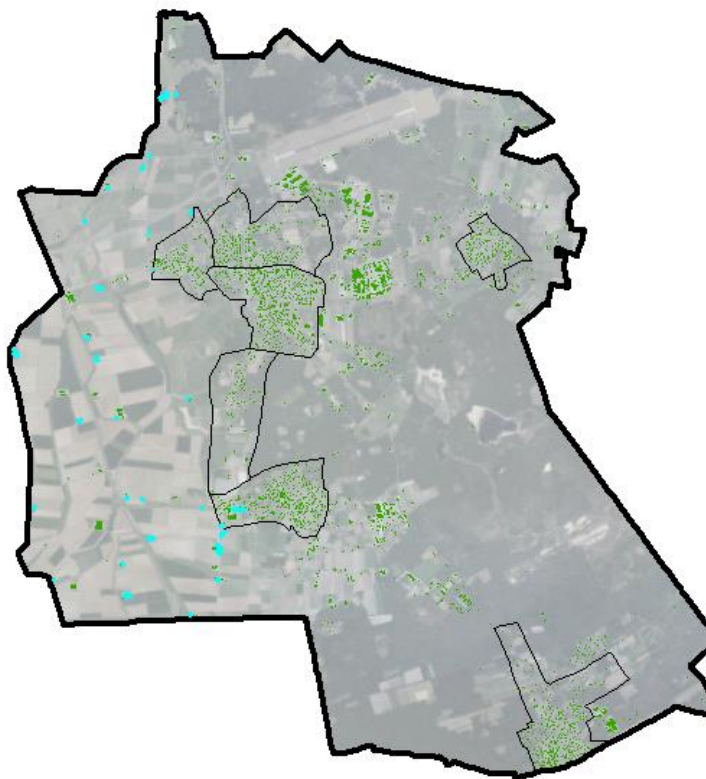
Funderingsschade als gevolg van paalrot

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 Woensdrecht?

In *Figuur 14* zijn de panden van gemeente Woensdrecht weergegeven op kaart. Op basis van de aannames in de analyse komen blauw gekleurde panden als kwetsbaar voor funderingsschade als gevolg van paalrot naar voren.



Figuur 14: Kwetsbaarheid van panden voor funderingsschade als gevolg van paalrot (blauw=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 sterftecijfer 12% hoger dan normaal.

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

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

4.1 Zomerse en tropische dagen per jaar

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

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 Woensdrecht

	Huidig	2050 WH Scenario
Aantal zomerse dagen (max. ≥ 25 °C)	20 - 30	40 - 50
Aantal tropische dagen (max. ≥ 30 °C)	3 - 6	12 - 15
Langste reeks opeenvolgende zomerse dagen	7 - 9	11 - 13

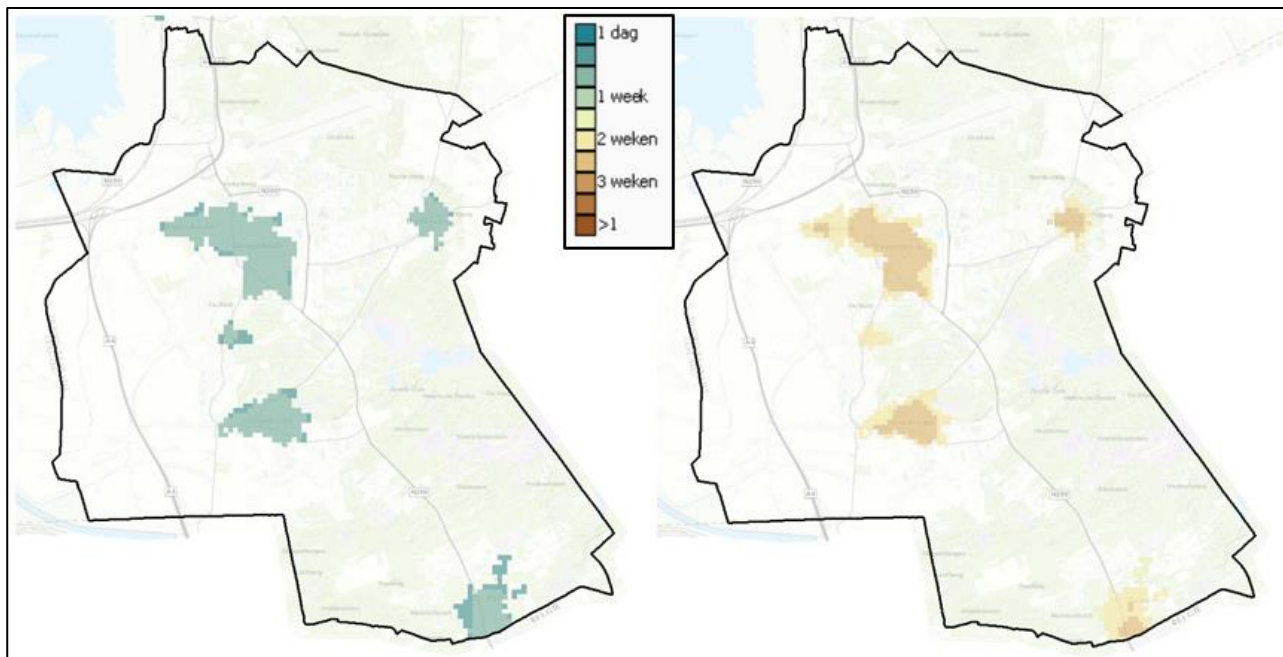
Afgaande op de KNMI-klimaatsscenario's kan het aantal zomerse dagen in 2050 zijn verdubbeld. Het aantal tropische dagen neemt mogelijk nog sterker toe. De jaarextremen zullen ook sterk toenemen: de temperatuur op de heetste dag van het jaar zal in 2050 1,0 tot 3,8 graden hoger liggen dan nu het geval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

4.2 Hittestress door warme nachten

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

De ontwikkeling van het aantal tropische nachten in de gemeente Woensdrecht is weergegeven in Figuur 15. Het aantal tropische nachten per jaar ligt momenteel rond enkele dagen per jaar voor de kernen van gemeente Woensdrecht. 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 15: Toename aantal tropische nachten / hittestress: huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

4.3 Oppervlaktetemperatuur

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

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

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

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

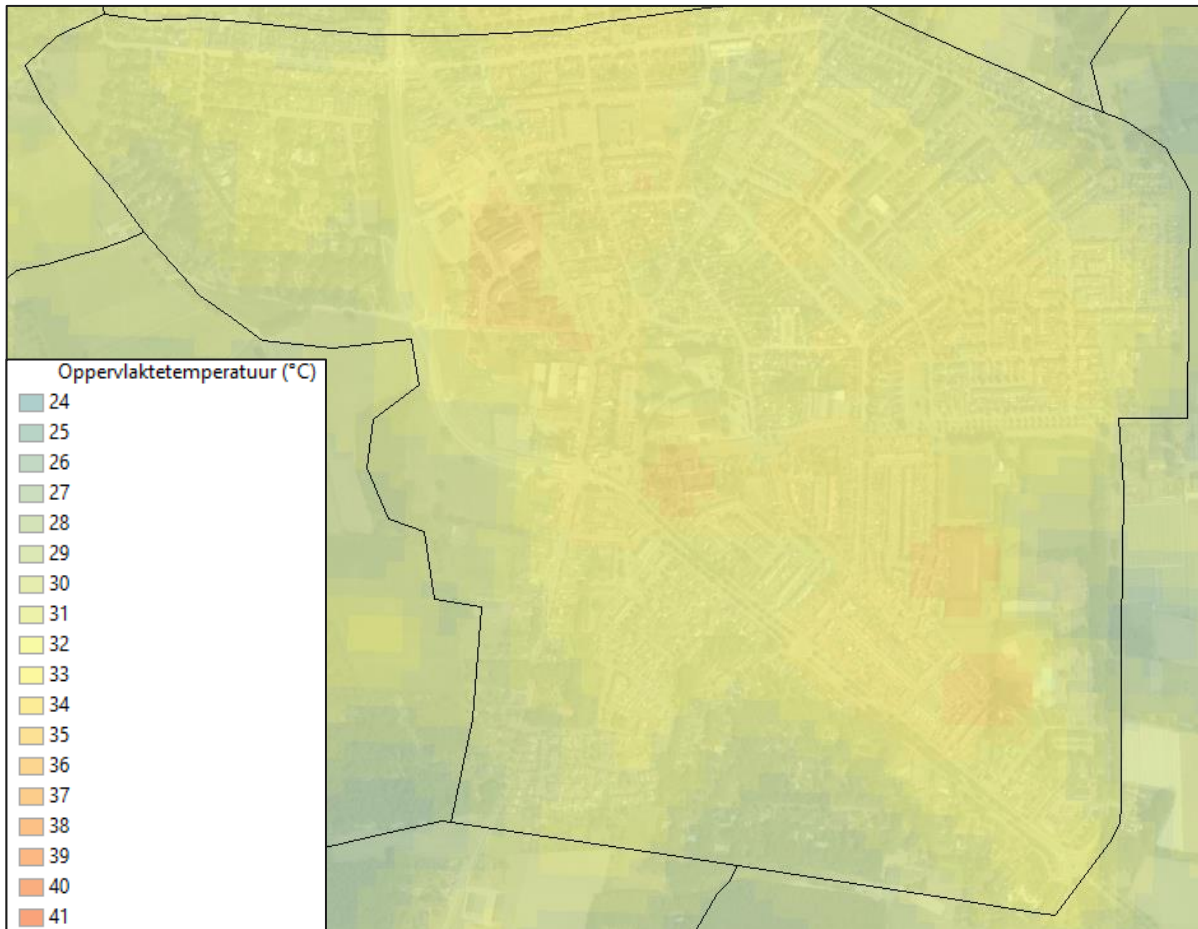
In het gemeentelijke warmtebeeld is te zien dat de vliegbasis, bedrijventerreinen De Kooi, het gebied ten zuidoosten van de kern Ossendrecht, en onderdelen van de kernen als hittegevoelig naar voren komen. Binnen de kernen houdt verdere differentiatie met name verband met de mate van verhardingsgraad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

Kern Calfven

In Calfven wordt vanwege de landelijke ligging weinig hittestress ervaren. In de kern zijn dan ook geen hitte-eilanden waar te nemen. Wel is aan beide zijden van de weg die door de kern loopt het een stuk koeler. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier bossen gelegen zijn welke een verkoelende werking hebben op de oppervlaktetemperaturen. Deze liggen in de kern tussen de 27 °C en 32 °C, met licht tot matige hittestress als gevolg.

Kern Hoogerheide

In de kern Hoogerheide komen drie kleine hitte-eilanden voor. De oppervlaktetemperaturen in de kern liggen tussen 27 °C tot 34 °C. Als gevolg van deze temperaturen wordt lichte tot matige hittestress ervaren. Het eerste hitte-eiland ligt in het zuidoosten van de kern en wordt mogelijk verklaart door de aanwezigheid van een kunstgrasveld en een akker. Deze laatste kan braak gelegen zijn ten tijde dat de satelliet overkwam. Een tweede hitte-eiland ligt in het centrum van de kern ter hoogte van de Meulenblock (tussen Putseweg en Huijbergseweg). Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier een gebouw met een groot oppervlak gelegen is welke door zijn verharding veel warmte uitstraalt. Een laatste hitte-eiland, en grootste in omvang, ligt in het noordwesten van de kern ter hoogte van de Raadhuisstraat. Hier staan een aantal panden met groot oppervlak zoals een action en een kerk. Door het relatief hoge percentage verharding vindt er minder verdamping plaats en stijgt de temperatuur.



Figuur 16: Thermisch infrarood satellietbeeld van kern Hoogerheide. Datum: 26 juli 2018

Kern Hoogerheide-Noord

De rand van het hitte-eiland van de vliegbasis valt binnen het noordoostelijk gedeelte van de kern Hoogerheide-Noord. In deze kern worden oppervlaktetemperaturen waargenomen tussen de 27 °C en 37 °C, met licht tot sterke hittestress als gevolg. Daarnaast is er een duidelijk verschil in temperatuur waar te nemen tussen het bebouwd gebied en de gebieden hier aangrenzend waar enkele bossen staan. Deze bossen zorgen voor een verkoelend effect op de omgeving doordat er meer verdamping plaatsvindt dan in het bebouwde gebied van Hoogerheide-Noord.

Kern Huijbergen

In Huijbergen wordt vanwege de landelijke ligging van de kern geen hitte-eilanden waargenomen. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 27 °C en 32 °C, met licht tot matige hittestress als gevolg. Wel is duidelijk te zien dat de temperaturen in de bebouwde omgeving warmer zijn dan de omliggende bossen. De omliggende bossen zorgen voor een verkoelend effect op de omgeving doordat er meer verdamping plaatsvindt dan in het bebouwde gebied van Huijbergen.

Kern Ossendrecht

In het zuidwesten van de kern Ossendrecht licht een hitte-eiland waar temperaturen een paar graden hoger liggen dan de omliggende gebieden. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat hier een bedrijventerrein gelegen is met veel verharding waardoor minder verkoeling plaatsvindt door verdamping. In deze kern worden oppervlaktetemperaturen waargenomen tussen de 27 °C en 39 °C, met licht tot sterke hittestress als gevolg.

Kern Putte

In Putte wordt vanwege de landelijke ligging van de kern geen hitte-eilanden waargenomen. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 28 °C en 34 °C, met licht tot matige hittestress als gevolg. Wel is duidelijk te zien dat de temperaturen in de bebouwde omgeving warmer zijn dan de omliggende bossen. De omliggende bossen zorgen voor een verkoelend effect op de omgeving doordat er meer verdamping plaatsvindt dan in het bebouwde gebied van Putte.

Kern Woensdrecht

In Woensdrecht worden oppervlaktetemperaturen tussen de 28 °C en 34 °C. De hoogste temperaturen worden waargenomen in het bebouwde gebied waar matige hittestress ervaren wordt. Rondom het bebouwde gebied liggen de temperaturen een paar graden lager en wordt de hittestress als licht ervaren.

4.4 Opwarming oppervlaktewater

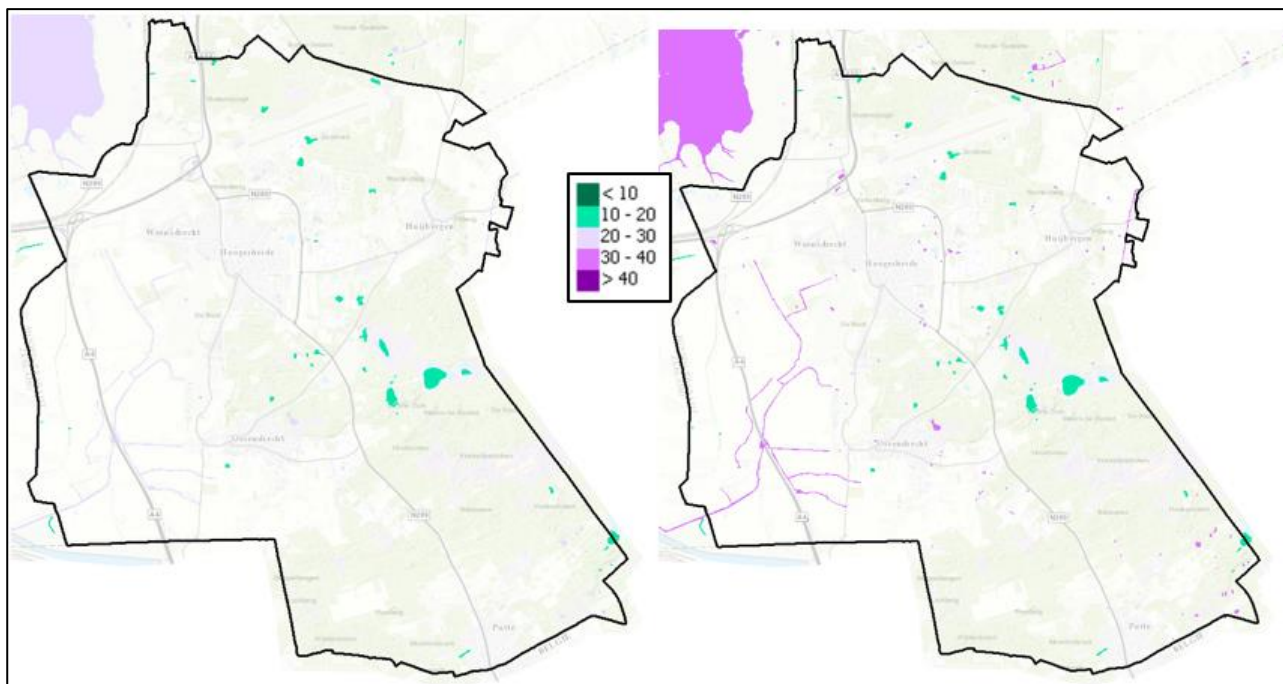
Een toename van zomerse en tropische dagen heeft gevolgen voor het oppervlaktewater. Tijdens langdurig warme periodes kan met name stilstaand oppervlaktewater sterk opwarmen. Ook bij langdurige droogte verdampt veel water, neemt het volume af en warmt water sneller op. Dit kan nadelige effecten hebben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

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

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

In Figuur 17 is de opwarming van het oppervlaktewater in de gemeente weergegeven met een doorkijk naar 2050.



Figuur 17: Langste opeenvolgende reeks dagen met oppervlaktewater > 20 °C; huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 28 februari 2019)

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

5 OVERSTROMING

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

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

De kwetsbaarheid van de gemeente Woensdrecht voor overstromingen is in beeld gebracht door de overstromingsdiepte vanuit primaire en secundaire keringen en buitendijks gebied te bekijken. Hierbij is gebruik gemaakt van de analyses van de klimaateffectatlas.

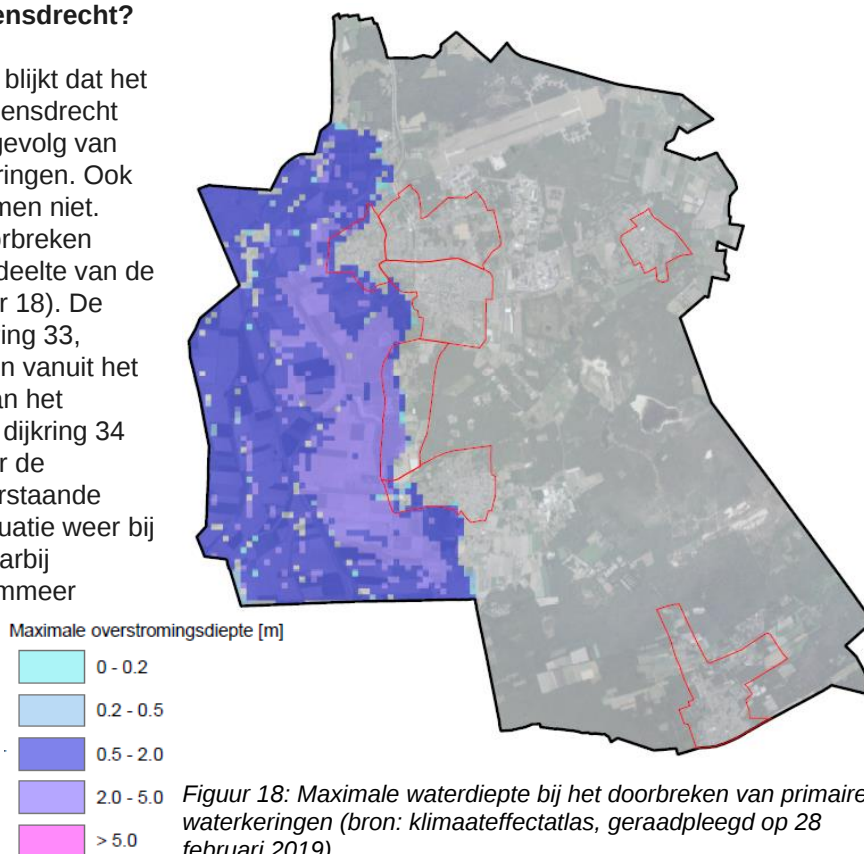
5.1 Overstromingsdiepte

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, bijvoorbeeld van een halve meter, kan de impact groot zijn. Dit omdat elektriciteit, drinkwater, telecom en internet dan vaak niet meer beschikbaar zijn.

De kwetsbaarheid van de gemeente Woensdrecht voor overstromingen is in deze stresstest in beeld gebracht via de klimaateffectatlas. De kaarten laat zien welke gebieden kunnen overstroomd worden en welke overstromingsdiepte maximaal kan optreden. Deze kaarten zijn gemaakt voor overstromingen vanuit primaire keringen en buitendijkse gebieden.

Hoe kwetsbaar is gemeente Woensdrecht?

Op basis van de klimaateffectatlas blijkt dat het grondgebied van de gemeente Woensdrecht droog blijft bij overstromingen als gevolg van doorbraken van regionale waterkeringen. Ook de buitendijkse gebieden overstroomd niet. Wanneer de primaire keringen doorbreken overstroomt het lage westelijke gedeelte van de gemeente Woensdrecht (zie Figuur 18). De gemeente Woensdrecht ligt in dijkkring 33, Kreekrakpolder en kan overstroomd vanuit het Volkerak-Zoommeer (onderdeel van het hoofdwatersysteem). Daarnaast is dijkkring 34 Markiezaatsmeer ook relevant voor de gemeente Woensdrecht. Het onderstaande overstromingsscenario geeft de situatie weer bij maatgevende omstandigheden waarbij waterberging op het Volkerak-Zoommeer plaatsvindt (met een veel hogere waterstand dan onder normale omstandigheden). Hierbij kunnen overstromingsdiepten van 0,2 - 0,5 tot 2,0 tot 5,0 meter optreden.



6 AANPAK SECTORANALYSE

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

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



Water en ruimte



Natuur



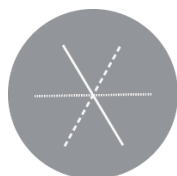
Landbouw, tuinbouw
en visserij



Gezondheid



Recreatie en
Toerisme



Infrastructuur (weg,
spoor, water en ook
luchtvaart)



Energie



IT en telecom



veiligheid

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

Per sector is een studie verricht waarin de directe en indirecte effecten zijn geïnventariseerd en de verschillende stakeholders zijn benoemd.

In navolgend hoofdstuk is per sector de sector zelf omschreven en zijn de directe en indirecte effecten per klimaatrend (hite, droogte, wateroverlast en overstroming) beschreven. Deze sectoranalyse biedt daarmee tevens een basis voor de aankomende klimaatdialogen. Het kaartmateriaal is beschikbaar door middel van [deze link](#).

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

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

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

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

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 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans/ bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
WR1 Verslechtering drinkwaterinfrastructuur		Voorlichting	 (hoofd)waterleidingen
WR2 Toename kans op brand		Voorlichting, maatregelen	 Vegetatie, bermen, natuur, groene daken
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
WR3 Afname (zwem)waterkwaliteit		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Geïsoleerde wateren
Zachte winters			
WR4 Minder waterkwaliteitsproblemen door afname gebruik strooizout		-	 Oppervlaktewater nabij wegen
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR5 Toename verzilting door verdamping		Voorlichting	 Zuidwestelijk deel van de gemeente
WR6 Toename druk op drinkwaterproductie		Voorlichting	 Waterwingebieden Huijbergen en Ossendrecht
WR7 Toename gebruik water en ruimte voor recreatie	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, Ecologische verbindingzones 
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
WR8 Toename groenbeheer- en onderhoud door langer groeiseizoen onkruid		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 gemeentebreed
Hogere temperatuur oppervlaktewater en warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR9 Mogelijke veranderingen ecologische waterkwaliteit en bouwbeperking door bescherming inheemse soorten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 oppervlaktewater

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans/ bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater			
WR10 Afname watercontaminatie door verdunning			✓ oppervlaktewateren
Extreme piekneerslag neemt toe			
WR11 Toename erosie en sedimentatie			✗
WR12 Schade aan gebouwen		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	✓ Water op straat
Hogere luchtvochtigheid, toename meerdaagse natte periodes			
WR13 Corrosie gebouwen en waterwerken		Voorlichting,	! Gebouwen
Extreme piekneerslag neemt toe, toename meerdaagse natte periodes			
WR14 Ziekteverwekkers bij water op straat		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Wateroverlastgebieden paragraaf 2.2
WR15 Mogelijke verandering ecosysteem en ecologische waterkwaliteit	 	Voorlichting	! ✓ Oppervlaktewateren en natuurgebieden
Extreme piekneerslag neemt toe, verandering kwaliteit oppervlaktewater			
WR16 Afname waterkwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		Voorlichting, (beleid)kader	! o.a. locaties overstort

Droogte

Klimaat-effect	Kans/ Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Zeespiegelstijging, afname neerslag			
WR17 Verzilting oppervlaktewater en bodem	 	Voorlichting	! ✓ Verziltingsgevoelige gebieden (ten westen van kern Ossendrecht)
Toename verzilting riviermonding, afname rivierafvoer zomer			
WR18 Verzilting innamepunten drinkwater		Voorlichting	! Waterwingebieden
WR19 Beperking drinkwaterproductie door afname beschikbaarheid zoet water		Voorlichting	!
Droogere bodems in de zomer			
WR20 Druk op drinkwaterproductie door toename watervraag		Voorlichting	! Waterwingebieden Huijbergen en Ossendrecht
WR21 Overstromingsrisico door drogere veendijken		Voorlichting	✗ Geen veendijken aanwezig
Extremen nemen toe			
WR22 Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	!
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
WR23 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	!
Toename bodemdaling			
WR24 Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Zie Figuur 12 paragraaf 3.6
WR25 Toename waterbeheer		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Oppervlaktewateren en natuurgebieden
Toename verzilting grondwater			
WR26 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! ✓ Risicokaart verzilting (westen van Ossendrecht)

Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename verzilting riviermonding			
WR27 Problemen drinkwaterproductie door verzilting		Voorlichting	
Toename verzilting grondwater in de kuststreek			
WR28 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 	Voorlichting	  Natuur netwerk Brabant/ stedelijk groen
Hogere waterstanden			
WR29 Toename corrosie 'splash zone' stalen damwanden		Voorlichting	
WR30 Mogelijke toename erosie kust		Voorlichting	
WR31 Vaker sluiten primaire keringen		Voorlichting	 (niet van toepassing voor de gemeente)
WR32 Afname spuien, toename pompen		Voorlichting	
WR33 Uitval vitale en kwetsbare waterinfrastructuur bij overstroming		Voorlichting,(beleid)kader	 Zie paragraaf 5.1. Figuur 18
WR34 Schade aan gebouwen bij overstroming		Voorlichting,(beleid)kader	 Zie paragraaf 5.1. Figuur 18

7.3 Praktijkervaringen van de gemeente

In de bebouwde omgeving neemt schade de laatste jaren toe als gevolg van zowel wateroverlast, verdroging en hittestress. De schade is zichtbaar in de vorm van deformaties van (weg)verharding, verzakkingen van leidingen, omvallende bomen, vaker en langduriger water op straat en waterstroming over (waterafstotend) bodems. Daarnaast neemt de druk van kwelwater toe met als gevolg dat taluds van sloten en bermen verzakken. Specifieke aandachtspunten zijn de eendenvijver in Putte (droogval) en de vliegbasis Woensdrecht (dorre vlakte).

Bij wegwerkzaamheden treft de gemeente specifieke adaptatiemaatregelen, zoals:

- (plaatselijk) toepassen van drainzand in het wegcunet i.v.m. waterbergend/afvoerend vermogen en het voorkomen van scheurvorming tijdens droogte.
- waterdoorlatende verharding t.b.v. beperken afstromend hemelwater en lokale infiltratie.
- een aangepaste verharding/asfalttype met minder reflectie t.b.v. het beperken van hittestress.

Daarnaast werkt de gemeente op een aantal locaties actief aan het ontharden (minder bestrating) van pleinen en het creëren van waterbergingscapaciteit in de bovengrond. In de kern Putte zijn hiervan al goede en recente voorbeelden aanwezig.

De gemeente anticipeert daarnaast op klimaat-effecten in de bebouwde omgeving door strakkere (beleids)kaders te hanteren richting (particuliere) initiatiefnemers (o.a. waterbergingseisen) en de samenwerking met woningbouwcoöperaties te intensiveren tijdens projecten. De gemeente geeft zelf het goede voorbeeld bij werkzaamheden aan eigen gebouwen/inrichting openbare ruimte. Overige acties bestaan uit het opstellen van een duurzaamheidsmanifest en het integreren van de klimaatopgave in bestemmingsplannen, structuurvisie en omgevingsvisie.

8 SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ

8.1 Definitie sector

De sector Landbouw, Tuinbouw & Visserij (LTV) omvat alle veehouderijen, alle typen open teelten, bedekte en onbedekte tuinbouw en visserij. De recreatieve visserij behoort niet tot deze sector en valt onder de sector recreatie en toerisme.

8.2 Effect klimaatverandering op sector

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft, 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	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
LTV1 Hittestress arbeiders		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Agrarische gebieden
LTV2 Hittestress vee		Voorlichting	 Veehouderijen
LTV3 Afname gewasopbrengsten		Voorlichting	 Graslanden (veehouderijen) Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
LTV4 Toename potentiële gewasopbrengsten			 Open teelt, onbedekte tuinbouw
Zachte winter			
LTV5 Toename energiekosten koeling en problemen bewaring oost			 Agrarische gebieden
LTV6 Minder opbrengstderving door afname vorst			 Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw, Veehouderij (grasland)
LTV7 Toename overlevingskans exoten		Voorlichting	
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
LTV8 Verschuiving warmteminnende aquatische soorten	 		 Oppervlaktewater
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
LTV8 Ziekten en plagen		Voorlichting	 Agrarische gebieden

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename meerdaagse natte periodes			
LTV9 Bodemverdichting, afname bewerkbaarheid			

LTV10 Toegankelijkheid akkers voor landbouwmachines en bewerkelijkheid akkers			!	
LTV11 Toename beschikbaarheid schoon water			✓	
Extreme piekneerslag neemt toe				
LTV12 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		Voorlichting	!	
LTV13 Toename erosie in heuvelachtig gebied		Voorlichting	!	Overgang Brabantse wal naar lagergelegen gebied ten westen van Woensdrecht
LTV14 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen door inundatie		Voorlichting	!	
LTV15 Toename blootstelling aan water overdraagbare ziekteverwekkers door water op straat		Voorlichting	!	
LTV16 Opbrengstderving door toename blootstelling ziekteverwekkers		Voorlichting	!	
LTV17 Verandering ecosysteem, verschuiving soorten		Voorlichting	! ✓	
Toename frequentie en intensiteit windstoten				
LTV18 Toename sterkte opwelling zee		Voorlichting	✗	
Hogere luchtvochtigheid				
LTV19 Toename ziekten en plagen		Voorlichting	!	
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)				
LTV20 Oogstschade landbouw		Voorlichting	!	
LTV21 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		Voorlichting	!	
Verandering kwaliteit oppervlaktewater				
LTV22 Verandering blootstelling aan ziekteverwekkers		Voorlichting	!	
LTV23 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		Voorlichting	!	

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer			
LTV24 Afname beschikbaarheid zoetwater		Voorlichting	 Agrarische gebieden
LTV25 Vissterfte		Voorlichting	
Drogere bodems in de zomer			
LTV26 Oogstschade en afname gewasopbrengsten		Voorlichting	
LTV27 Waterschaarste en beregeningsverbod		Voorlichting	
Toename verzilting riviermonding			
LTV28 Verzilting innamepunten rivierwater		Voorlichting	
Toename verzilting grondwater in kuststreek			
LTV29 Kansen zilte teelt		Voorlichting	
Toename verzilting riviermonding, Drogere bodems			



Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden			
LTV31 Mogelijke veranderingen aquatische ecosystemen in getidegebieden		Voorlichting	
LTV32 Minder spuien en meer pompen		Voorlichting	 Peilgebieden aan de westzijde van de gemeente
LTV33 Toename problemen waterafvoer		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Zie Figuur 18
LTV34 Economische schade en opbrengstderving door teloorgaan energie-infrastructuur bij overstroming		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Zie Figuur 18
LTV35 Uitval vitale en kwetsbare ICT infrastructuur bij overstroming		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Zie Figuur 18
Toename verzilting grondwater in de kuststreek			
LTV36 Lagere gewasopbrengsten		Voorlichting	 Ten westen van kern Ossendrecht
LTV37 Meer kansen voor zilte teelt		Voorlichting	 Ten westen van kern Ossendrecht
LTV38 Verandering ecosysteem / verschuiving soorten		Voorlichting	 Ten westen van kern Ossendrecht 

8.3 Praktijkervaringen van de gemeente

Op een aantal locaties in de gemeente Woensdrecht is de relatie landbouw, tuinbouw & visserij en klimaatverandering al zichtbaar en/of potentieel kwetsbaar. In de Woensdrechtse en Ossendrechtse Polder vindt fruitteelt plaats en de grootschalige teelt en assemblage van groenten voor een supermarktketen. Het assemblageproces vergt grote hoeveelheden water (wassen, etc.). Uit ervaring blijkt dat de waterbehoefte in droge tijden moeilijk/niet is in te vullen, de mogelijkheden voor waterschap Brabantse Delta zijn beperkt om het oppervlaktewaterpeil op niveau te houden.

Dit kan leiden tot beregeningsverboden (onttrekingsverbod oppervlaktewater). De toenemende verzilting van de Westerschelde zet de waterbeschikbaarheid in de toekomst verder onder druk.

In toenemende mate ontvangt de gemeente ook signalen dat de veehouderij hinder ondervindt tijdens hete periodes en dat adaptieve maatregelen gewenst zijn.

Energie en de voedselsector concurreren om ruimtebeslag, momenteel ligt de focus op zonneweides welke gerealiseerd kunnen worden op gronden die minder geschikt zijn voor landbouw. De gemeente houdt de opties open van meervoudig ruimtegebruik, zoals bijvoorbeeld een combinatie van zonneweides met wateropslag. Er is behoefte aan meer duidelijkheid over de criteria voor de geschiktheid/inzetbaarheid van land- en tuinbouwgronden voor energie- en waterdoeleinden.

De gemeente Woensdrecht voert verkennende gesprekken met ZLTO, waterschap en de drinkwaterbedrijven om samen met hen te anticiperen op de gevolgen van klimaatverandering in relatie tot de sector Land- en Tuinbouw. Visserij is niet van toepassing in Woensdrecht.

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 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaat ­ effect	Kans	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	kans aanwezig	
	Bedrei- ging		! bedreiging aanwezig	✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme nemen toe				
G1 Toename hitte gerelateerde klachten	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	Gemeentebreed: Verpleeg- en verzorgingshuizen, Kinderopvang Basisscholen, Huisartsen
G2Afname kwaliteit nachtrust	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	Paragraaf 4.2, Gemeentebreed: Kinderopvang, scholen (basis-, middelbaar en beroepsonderwijs), Verpleeg- en verzorgingshuizen
G3 Toename kans op brand	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
G4 Toename risico's voor grote evenementen	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	Wielerevenementen, carnavalsoptocht, jaarmarkt, braderie
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes				
G5 Toename luchtverontreiniging door ozon	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed, huisartsen
G6 Toename kans op huidkanker en staar door toename blootstelling UV-straling	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed

G7 Toename behoefte aan koeling	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	Gemeentebreed: Kinderopvang, scholen (basis-, middelbaar en beroepsonderwijs), Verpleeg- en verzorgingshuizen
G8 Toename alcohol- en drugsgebruik	♥	voorlichting/ beleidskader	!	Cafés, restaurants, evenementenlocaties Verslavingszorg, Huisartsen, Ziekenhuizen. EHBO-posten
G9 Verandering voedsel overdraagbare infecties	♥	Voorlichting	!	Huisartsen, bevolking
G10 Risicotoename verdrinking door toename waterrecreatie	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	
G11 Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijk recreatie ruimte	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	! ✓	stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, ecologische verbindingzones
Groeiëizoenen begint eerder en duurt langer				
G12 Stijging aantal allergiedagen	♥	Voorlichting	!	gemeentebreed
Verschuiving klimaatzones				
G13 Toename vector overdraagbare ziekteverwekkers	♥	Voorlichting	!	
G14 Toename kans ziekten door water overdraagbare infectieziekten	♥	Voorlichting	!	
Zachte winter				
G15 Toename overlevingskans insecten en exoten	♥	Voorlichting	!	
G16 Daling sterftecijfer tijdens winter	♥	-	✓	
G17 Minder ongevallen en doden door gladheid en ijzel	♥	-	✓	

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename meerdaagse natte periodes			
G18 Afname luchtverontreiniging	♥		✓
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
G19 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater	♥♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen Maatregelen	✓ ! Oppervlaktewater/riooloverstort
Verandering kwaliteit oppervlaktewater, Toename meerdaagse natte periodes,			
G20 Verandering ziekten en plagen	♥	Voorlichting maatregelen	! Oppervlaktewater/riooloverstort
Extreme piekneerslag neemt toe			
G21 Toename blootstelling water overdraagbare ziekteverwekkers	♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Oppervlaktewater/riooloverstort
G22 Schade en vocht gebouwen en voertuigen en lichamelijk letsel	♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Wateroverlastlocaties
G23 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten	♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Onbereikbare wegen bij water op straat
Extreme piekneerslag neemt toe, Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
G24 Risico's buitenevenementen	♥	Voorlichting/ beleidskader, maatregelen	! Wielerwedstrijden, en andere buitenevenementen
G25 Toename uitval elektriciteitsvoorzieningen	♥	Voorlichting/ beleidskader, maatregelen	!
Extreme piekneerslag neemt toe, Hogere luchtvochtigheid			
G26 Toename huisstofmijtallergie en schimmel	♥	Voorlichting	!

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Droogere bodems in de zomer			
G27 Toename kans op brand	♥	Voorlichting, maatregelen	!
Droogere bodems in de zomer, Toename verzilting grondwater in kuststreek			
G28 Verandering ecosysteem en verschuiving soorten	♥♥	Voorlichting	✓ !
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
G29 Hogere blootstelling water overdraagbare infectieziekten	♥	Voorlichting, maatregelen	! zwemwaterlocaties
Toename fijnstof			
G30 Verandering lucht overdraagbare infectieziekten en toename fijnstof	♥	Voorlichting	! Geriatrische verpleeg- en verzorgingshuizen kinderopvang
Afname neerslagsom			
G40 Afname verkeersongelukken wegtransport	♥		✓
Toename bodemdaling veengebieden			
G41 Toename blootstelling pollen	♥	Voorlichting	!

Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden			
G42 Toename kans ziekten door water overdraagbare infectieziekten	♥	Voorlichting	! Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
G43 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten	♥	Voorlichting	! Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
G44 Mogelijke afname psychische gezondheid	♥	Voorlichting	! Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
G45 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur	♥	Voorlichting	! Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
G46 Verdrinking en fysiek letsel	♥	Voorlichting	! Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
Toename verzilting grondwater in de kuststreek			
G47 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater	♥	Voorlichting	! Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
G48 Verandering ecosysteem/ verschuiving soorten	♥♥		! ✓ Zie Figuur 18 hoofdstuk 5

9.3 Praktijkervaringen van de gemeente

De bereikbaarheid van locaties waar zich kwetsbare doelgroepen bevinden (verzorgingstehuizen, scholen, etc.) en de begaanbaarheid van hoofdontsluitingswegen tijdens extreme neerslag is een aandachtspunt voor de gemeente; hoewel hier nog niet bewust op gestuurd wordt.

Tijdens warme periodes volgt de gemeente de landelijke richtlijnen (nationale hitteprotocol) en verwijst zij via de gemeentelijke website en social media naar landelijke informatievoorziening. In de gemeente worden een aantal evenementen georganiseerd tijdens potentieel warme perioden, bv. de jaarmarkt/kermis in Putte, het Brabantse Wal-festival, wielerevenementen en de Roprarun. Bij de organisaties is specifieke aandacht voor hittestrategieën (bv. extra waterpunten) en afstemming met de Geneeskundige

Hulpverleningsorganisatie in de Regio (GHOR). Volgens de deelnemers van de werksessie wordt in de gemeentelijke organisatie momenteel de urgentie niet ervaren voor het formuleren van algemeen beleid gericht op het klimaatthema hittestress.

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 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie		kans aanwezig
				bedreiging aanwezig
				Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme nemen toe				
RT1 Toename risico voor grote evenementen		voorlichting/ beleidskader		Wielervedstrijden, braderie, carnaval, koningsdag
Hogere temperatuur oppervlaktewater				
RT2 Toename gezondheidsrisico's waterrecreatie		Voorlichting		Geen zwemwater aanwezig
RT3 Verandering (sport)visserij	 	Voorlichting	 	
RT4 Minder ijsvorming voor scheepvaart				
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes				
RT5 Toename toerisme & recreatie	 	voorlichting/advies	 	
RT6 Toename alcohol- en drugsgebruik		voorlichting/advies		
Zachte winters				
RT7 Afname winterse activiteiten		voorlichting/advies		

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
RT8 Toename risico's buitenevenementen		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Wielerwedstrijden, carnaval, koningsdag
Extreme piekneerslag neemt toe, Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
RT9 Negatief effect toerisme		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	!
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
RT10 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		voorlichting	! Recreatief oppervlaktewater

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer zomer			
RT11 Vervoersbeperking scheepvaart			✗
RT12 Toename inzet beregeningsverbod/ droogteplan bij zwembaden, dierentuin, golflocaties		voorlichting	!
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
RT13 Verandering (sport)visserij			! ✓
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
RT14 Nederland gunstiger vakantie-land			! ✓
Droogere bodems in de zomer			
RT15 Toename kans op natuur- en bosbranden		Voorlichting, maatregelen	!

10.3 Praktijkervaringen van de gemeente

Zie sector Gezondheid.

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 natuurgronden*: Uitvoeren van adaptatiemaatregelen in de ruimte.
- *Natuurbeheerders*: Partijen als Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten, maar ook beheerders op kleinere schaal, hebben een belangrijke adaptatierol door het uitvoeren van maatregelen en door informatievoorziening (agenderen bij andere partijen, voorlichting).

11.2 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
N1 Verandering van migratiepatronen	 	Voorlichting	
N2 Meer gebruik van buitenruimte door de mens	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	
Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater			
N3 Verschuiving en uitsterving soorten		Voorlichting	
Verschuiving klimaatzones			
N4 Mismatch in voedselketen		Voorlichting	
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
N5 Toename overlevingskansen exoten en insecten	 	Voorlichting	 
Zachte winters			
N6 Afname gebruik strooizout		-	

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename grondwaterafvoer vanaf hogere zandgronden			
N7 Kansen natte natuur		Voorlichting	
Toename meerdaagse natte periodes			
N8 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	Voorlichting	 
Extreme piekneerslag neemt toe			
N9 Toename erosie in heuvelachtig gebied		Voorlichting	 Brabantse Wal

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Droogere bodems in de zomer			
N10 Verandering van hydrologie natuurgebieden	 		 
N11 Toename watervraag/ verdroging		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	
N12 Toename kans op natuur- en bermbranden		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	
Toename bodemdaling veengebieden			
N13 Toename kosten waterbeheer		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	
N14 Toename CO2-uitstoot		Voorlichting	
Toename verzilting grondwater kuststreek, drogere bodems			
N15 Veranderingen in ecosystemen en het verschuiven van soorten	 		 
Afname rivierafvoer			
N16 Verlies soorten en habitats		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden (rivier/zee)			
N17 Toename erosie		Voorlichting	 Overstromingsgebied (hoofdstuk 5)
N18 Toename problemen waterafvoer		Voorlichting	 Peilgebieden binnen de gemeente
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
N19 Verandering soorten en habitats in oppervlaktewater	 	Voorlichting	  Overstromingsgebied (hoofdstuk 5)
Hogere waterstanden, Toename verzilting grondwater in de kuststreek, Afname fysieke ruimte voor natuur 'coastal squeeze'			
N20 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	Voorlichting	  Overstromingsgebied (hoofdstuk 5)
Toename verzilting riviermonding			
N21 Afname beschikbaarheid zoetwater		Voorlichting	 Overstromingsgebied (hoofdstuk 5)

11.3 **Praktijkervaringen van de gemeente**

Binnen de gemeente, onderdeel van de Brabantse Wal, bevinden zich een aantal natuurgebieden zoals het Grenspark Kalmthoutse Heide welke kwetsbaar zijn voor verdroging. In de Ossendrechtse polder speelt vooral verzilting een rol. In de gehele gemeente is een toename van de (eiken/dennen)processierups en windschade (omgewaaide bomen) merkbaar.

Bij de groenvoorziening in de bebouwde kom is merkbaar dat de laatste jaren veel extra watervoorziening nodig is, vooral bij nieuwe aanplant/inboet. Tot op heden heeft de gemeente het beplantingstype in groenvoorzieningen nog niet aangepast aan de toename van droogte/windwerking. Tijdens de werksessie is de wens uitgesproken om bij de herziening van het Groenbeleidsplan rekening te houden met meer klimaatbestendige beplantingstypen.

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, plannings).

12.2 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
11 Toename kans op ongelukken door verminderde concentratie		Voorlichting	! Bestuurders
12 Hinder spoorverkeer door oververhitting elektrotechnisch systeem			! Spoorwegen
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
13 Schade wegdek wegnent		Voorlichting, maatregel, (beleid)kader	!
14 Beperking vliegverkeer door schade wegdek			! Vliegbasis Woensdrecht
15 Hinder spoorverkeer door vervorming en spatten rails, wissels en slecht sluitende bruggen			!
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
16 Afname ijshinder scheepvaart			
Zachte winter			
17 Minder onderhoud door minder gebruik			
18 Minder (dodelijke) ongevallen door gladheid			

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
I9 Afname beschikbaarheid en waterschade infrastructuur		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 (hoofd)wegen
I10 Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 (hoofd)wegen
Toename frequentie en intensiteit wind			
I11 Hinder scheepvaart door wind			
I12 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Spoor en (hoofd)wegen
Toename frequentie en intensiteit wind en bliksem			
I13 Hinder vliegverkeer door wind en bliksem			 Vliegbasis Woensdrecht, luchtruim boven Woensdrecht
Toename frequentie en intensiteit bliksem			
I14 Hinder spoorverkeer door bliksem			 spoor

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer zomer			
I15 Beperking scheepvaart		Voorlichting	
Droogte bodems in de zomer			
I16 Hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden		Voorlichting, (beleid)kader, maatregelen	
Toename bodemdaling			
I17 Meer onderhoud en schade door bodemdaling		Voorlichting, (beleid)kader, maatregelen	

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden			
I18 Beperking laden en lossen scheepvaart			
I19 Schade door instabiliteit bodem wegen en spoorwegen door overstroming		Voorlichting,	 Spoorwegen, hoofdwegen + Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
I20 Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur		Voorlichting,	 Hoofdwegen, spoorwegen, luchthavens + Zie Figuur 18 hoofdstuk 5

12.3 Praktijkervaringen van de gemeente

Bij de sector Water en Ruimte zijn al een aantal klimaatteffecten/ervaringen vermeld die ook gelden voor de sector Infrastructuur. Aanvullingen hierop zijn hieronder weergegeven.

In de kern Ossendrecht zijn onlangs op twee locaties waterleidingen geknapt als gevolg van verzakkingen door droogte. Waterschap Brabantse Delta geeft aan dat ook in het transportstelsel van de rioolwaterzuivering Bath verzakkingen zijn geconstateerd.

De laatste tijd is er duidelijk sprake van meer omgewaaide bomen (storm i.c.m. minder vitale bomen door droogte). Dit zorgt voor een toename van wegversperringen.

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 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
E1 Verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales vermindert capaciteit		Voorlichting	  Electriciteitsleidingen, geen thermische energiecentrales
E2 Lager hangende hoogspanningskabels		Voorlichting	 Hoogspanningsleidingen
E3 Vaker uitval door 'brownout' (uitval door te hoge vraag)		Voorlichting	 Electriciteitscentrales
E4 Beperking thermische energiecentrales door warmer koelwater		Voorlichting	 Geen energiecentrales in Woensdrecht
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
E5 Kans op zonne-energie			 Gemeentebreed
E6 Kans op biogas			 Gemeentebreed
Zachte winter			
E7 Lagere energievraag voor verwarmen			 Gemeentebreed
E8 Afname ijsaanwas windturbines			 Windturbines Ossendrechtseweg
E9 Afname ijsaanwas hoogspanningsleidingen			 Noordwestelijk van kern Woensdrecht

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
E10 Uitval elektriciteit door inundatie(overstroming)		Voorlichting	 Elektriciteitscentrales, koppel-, schakel-, en transformatorstations, zonnepanelen, geothermische voorziening
Toename frequentie en intensiteit wind			
E11 Stormschade bovengrondse energie en infrastructuur		Voorlichting	 Hoogspanningsnetwerk, Zonneparken
E12 Toename afschakelen windturbines bij storm			 Windturbines (Ossendrechtseweg)
E13 Kanssen windenergie			 Gemeentebreed
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. Elektriciteitscentrales, hoogspanningsnetwerk,
Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)			
E16 Beschadiging ondergrondse infrastructuur door 'uprooting'			 Ondergrondse energieinfrastructuur
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)			
E17 Toename inslagschade			 Bovengrondse energieinfrastructuur

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Droogte bodems in de zomer			
E18 Minder capaciteit ondergrondse elektriciteitsleidingen			 Ondergrondse elektriciteitsnetwerk
Toename bodemdaling			
E19 Beschadiging kabels door zetting bodem			 Figuur 12 en Figuur 13 + ondergrondse elektriciteitsnetwerk
Afname rivierafvoer zomer			
E20 Minder koelwater voor elektriciteitscentrales			
E21 Beperking waterkrachtcentrales			

Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 geen bedreiging/kans  bedreiging/kans aanwezig
Hogere waterstanden			
E22 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur		Voorlichting	 Zie Figuur 18 hoofdstuk 5

13.3 Praktijkervaringen van de gemeente

Tijdens de werksessie zijn geen specifieke ervaringen gedeeld.

14 SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM

14.1 Definitie sector

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

De volgende stakeholders hebben een rol in adaptatie:

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

14.2 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
IT1 Slechtere conditie ICT-infrastructuur door hitte	@		! ICT infrastructuur
IT2 Hitte-uitval ICT-apparatuur en toename energiekosten voor ICT-operators	@		! ICT objecten
IT3 Uitval en storingen door kabelsmelt en overbelasting van het elektriciteitsnet	@		!
IT4 Uitval en storingen door biologische besmettingen in airconditioning	@		X ICT apparatuur met waternevelairconditioning

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
IT5 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door vocht	@		! Gemeentebreed
IT6 Beperking satellietcommunicatie, IT1microgolfantennes en mobiele signaalpropagatie	@		! Gemeentebreed
IT7 Uitval door waterschade van ICT-objecten	@		! Gemeentebreed

Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten)

IT8 Beperking microgolfantennes en satellietcommunicatie door wind	@	!	Ter plaatse van antennes
IT9 Mechanische schade antennemasten mobiele communicatie en zendmasten zenderparken door wind	@	!	Ter plaatse van antennes

Hogere luchtvochtigheid

IT10 Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed
--	---	---	---------------

Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)

IT11 Uitval ICT door inslagschade	@	!	Bovengrondse infrastructuur
-----------------------------------	---	---	-----------------------------

Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)

IT12 Beschadiging ondergrondse ICT infrastructuur door 'uprooting'	@	!	Ondergrondse infrastructuur
--	---	---	-----------------------------

Hogere waterstanden

IT13 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur	@	!	Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur
---	---	---	--

Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)

IT14 Uitval ICT door uitval elektriciteitsvoorzieningen door extremen	@	!	
---	---	---	--

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
----------------	--------------------	--	---

Extremen nemen toe

IT15 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door droogte	@	!	Gemeentebreed
---	---	---	---------------

Toename bodemdaling

IT16 Beschadiging kabels door zetting bodem	@	!	Zie Figuur 12 en Figuur 13
---	---	---	----------------------------

Lagere luchtvochtigheid

IT17 Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	@	!	Gemeentebreed
--	---	---	---------------

Afname bruikbaar water door slechte oppervlaktewaterkwaliteit

IT18 Verandering kwaliteit oppervlaktewater	@	✗	Geen datacenters
---	---	---	------------------

Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
----------------	--------------------	--	---

Hogere waterstanden

IT19 Uitval van vitale en kwetsbare ICT-infrastructuur	@	!	Zie Figuur 18 hoofdstuk 5
--	---	---	---------------------------

14.3 Praktijkervaringen van de gemeente

De IT- en telecomdiensten neemt de gemeente centraal af via een ICT-samenwerkingsovereenkomst van gemeenten. Dienstverlening verloopt via extern geplaatste server(s), waarvan er een in Oosterhout is gesitueerd. De kwetsbaarheid voor klimaat-effecten is niet bekend bij de deelnemers van de werksessie.

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 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
V1 Toename hitte gerelateerde gezondheidsklachten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Hittegevoelige gebieden (denk aan o.a. bosgebieden/natuurgebieden), risicogroepen
V2 Toename druk op medische hulpdiensten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Ziekenhuizen/ huisartensposten/EHBO
V3 Toename blackouts en kans uitval IT		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 (cruciale) ICT-voorzieningen
Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater, warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
V4 Toename risico voor grote evenementen		Voorlichting	 Wielerrondes, carnaval, braderie

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
V5 Afname veiligheid door toename wateroverlast	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! locaties met knelpunten vanuit riool, wegen
V6 Toename risico voor grote evenementen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Wielerrondes, carnaval, braderie
Extreme piekneerslag neemt toe, overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
V7 Toename risico's buitenevenementen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Wielerrondes, carnaval, braderie
V8 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Electriciteitsnetwerk
V9 Toename kans vallende objecten	⚠	Voorlichting	! Gemeentebreed

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Droogere bodems in de zomer			
V10 Toename kans op brand	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Natuur/ bermen, stedelijk groen
Afname rivierafvoer zomer			
V11 Afname beschikbaarheid voor energie-industrie	⚠	Voorlichting	×

Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden			
V12 Afname territoriale veiligheid overstroomd gebied	⚠	Voorlichting	! Gebieden met overstromingsrisico
V13 Afname bereikbaarheid hulpdiensten	⚠	Voorlichting	! Gebieden met overstromingsrisico
V14 Afname fysieke veiligheid bij overstroming	⚠	Voorlichting	! Gebieden met overstromingsrisico
V15 Sociale instabiliteit door verstoring dagelijks leven bevolking bij overstroming	⚠	Voorlichting	! Gebieden met overstromingsrisico
V16 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur bij overstroming	⚠	Voorlichting	! Gebieden met overstromingsrisico

15.3 Praktijkervaringen van de gemeente

Ten aanzien van veiligheid en calamiteitenpreventie werkt de gemeente samen met de Veiligheidsregio. Vanwege de gebiedskenmerken van Woensdrecht (bosrijk) is veel aandacht gericht op brandpreventie. Een specifieke doelgroep hierbij zijn de campingeigenaren. Daarnaast biedt de gemeente 'homesafety checks' aan via buurtpreventieteam, ook voornamelijk gericht op brandpreventie. De huidige checks zijn niet gericht op klimaataspecten/adaptatie. Een dergelijk intensief contact leent zich wel om (aanvullend) hiervoor aandacht te vragen en particulieren te wijzen op het eigen handelingsperspectief.

16 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Deze klimaatstresstest geeft een eerste indicatie van de kwetsbaarheid van gemeente Woensdrecht voor de vier klimaatrisico's (wateroverlast, droogte, hitte en overstroming). In paragraaf 16.1 is een overzicht van de uitkomsten van de stresstest gegeven welke in paragraaf 16.2 op een verzamelkaart weergegeven worden. In paragraaf 16.3 is een overzicht van de uitkomsten van de sectoranalyse gegeven in paragraaf 16.4 is een aanzet gegeven voor vervolgstappen.

16.1 Samenvatting uitkomsten klimaatstresstest

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

Wateroverlast

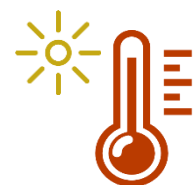


- Intensiteit buien neemt tot 2050 met 12-25%
- De jaarlijkse neerslag neemt in klimaatscenario WH2050 met circa 6% toe, met name veroorzaakt door een grotere neerslagintensiteit
- Delen van de gemeente Woensdrecht worden hierdoor kwetsbaarder voor hemelwateroverlast
- De grondwateroverlast neemt op een paar locaties toe

Droogte



- Op de oostelijke en hoger gelegen gronden kan de vegetatie hinder ondervinden van lage grondwaterstanden
- Naast de toename aan (intensieve) neerslag neemt ook het aantal droge dagen in de zomer in 2050 toe. Het 10-jarig neerslagtekort stijgt van 210-270 mm in het huidige klimaat naar 270-330 mm in 2050
- Langs oppervlaktewateren de Agger en aan de voet van de Brabantse Wal kan bodemdaling optreden. Na ophoging van het stedelijk gebied met 1m zand is de verwachting dat het maaiveld in stedelijk gebied als gevolg hiervan tot meer dan 60cm kan dalen
- In het westelijke en lager gelegen gedeelte van de gemeente Woensdrecht zijn een aantal panden kwetsbaar voor funderingsschade als gevolg van paalrot



Hitte

- Van 3-6 tropische (>30° C) dagen nu naar 12-15 tropische dagen in 2050
- Hittestress door warme nachten neemt toe van dagen tot weken per jaar in 2050
- Het oppervlaktewater warmt op, mogelijk met waterkwaliteitsproblemen als gevolg
- Differentiatie binnen de kernen ontstaat met name door de aan- of afwezigheid van vegetatie en verschil in de verhardingsgraad



Overstromingen

- Bij een doorbraak van regionale en buitendijkse keringen wordt geen overstromingsdiepte berekend
- Bij een doorbraak van primaire keringen (dijkkring 33) wordt tot 5 meter overstromingsdiepte berekend in het westelijke gelegen lagere gedeelte van de gemeente.
- In de klimaateffectatlas wordt geen plaatsgebonden overstromingskans berekend

16.2 Sectoranalyse

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

- In de bebouwde omgeving is schade zichtbaar in de vorm van deformaties van (weg)verharding, verzakkingen van leidingen, omvallende bomen, vaker en langduriger water op straat en waterstroming over (hydrofobe) bodems. Specifieke aandachtspunten zijn de eendenvijver in Putte (droogval) en de vliegbasis Woensdrecht (dorre vlakte).
- Op een aantal locaties in de gemeente Woensdrecht is de relatie landbouw, tuinbouw & visserij en klimaatverandering al zichtbaar en/of potentieel kwetsbaar: o.a. in de groente- en fruitteelt en veehouderij. De beschikbaarheid van voldoende water staat onder druk door droogte en verzilting.
- Binnen de gemeente bevinden zich een aantal natuurgebieden (Grenspark, Groote Meer, Markiezaat en Brabantse Wal) die kwetsbaar zijn voor verdroging. Voor het Grenspark heeft de Veiligheidsregio in 2019 code rood afgekondigd vanwege de droogte in combinatie met de aanwezige droge strooilaag. Vooral in het voorjaar bestaan hier extra risico's op branden. In de Ossendrechtse polder speelt vooral verzilting een rol. In de gehele gemeente is een toename van de (eiken/dennen)processierups en windschade (omgewaaide bomen) merkbaar.

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

- Een klimaatrobuuster wegcunet (drainzand, doorlatende verharding en vermindering reflectie)
- Ontharden/ontstenen van de openbare ruimte en extra waterbergingscapaciteit in de bovengrond realiseren.
- Strakkere (beleids)kaders te hanteren richting ontwikkelaars (o.a. waterbergingseisen) en de samenwerking met woningbouwcoöperaties te intensiveren tijdens projecten.
- Voorlichting geven aan campingeigenaren over brandpreventie.

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

In Tabel 4 zijn de voor gemeente Woensdrecht belangrijkste indirecte effecten als gevolg van de klimaattrends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming samengevat weergegeven.

Tabel 4. Overzicht indirecte effecten per sector

	Hitte	Wateroverlast	Droogte	Overstroming
 Water en Ruimte	Risico (zwem)waterkwaliteit, Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers, Toename kans (natuur)brand, Toename gebruik en beheer en onderhoud openbaar groen.	Risico op schade aan bebouwing, Ziekteverwekkers op straat en afname waterkwaliteit bij extreme neerslag.	Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod, Afname waterkwaliteit, Toename kans op (natuur)brand.	Schade aan bebouwing, Verandering ecologische systemen, Uitval kwetsbare waterinfrastructuur (o.a. pompen en gemalen).
 Natuur	Verandering migratiepatroon, Meer gebruik buitenruimte, Verschuiving en uitsterving soorten, Mismatch voedselketen, Toename kans overleven exoten.	Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten, kansen natte natuur	Verandering ecosystemen en hydrologie natuurgebieden, Toename watervraag, Hogere kosten waterbeheer, Toename (natuur)branden	Veranderingen in ecosystemen, Verschuiving van soorten. Verloren gaan van natuur.
 	Hittestress arbeiders en vee, Afname of toename gewasopbrengsten afhankelijk van type, Toename energiekosten koeling, Problemen bewaring oogst,	Afname bewerkbaarheid bodem, Oogstschade en afname gewasopbrengsten, Schade aan gebouwen, kassen, stallen, Toename ziekten en plagen	Afname beschikbaarheid zoetwater, Waterschaarste en beregeningsverbod, Oogstschade en Afname gewasopbrengsten, vissterfte	Opbrengstschade, Uitval vitale energie- en ICT-infrastructuur, Verschuiving van plant- en diersoorten, Toename problemen waterafvoer

Landbouw, tuinbouw en visserij	Toename ziekten en plagen			
 Gezondheid	Fysieke klachten krampen, uitslag, uitputting, hitteberoerten, uitdroging (dehydratie), nierfalen en luchtwegklachten. Toename overlijdensrisico, Afname nachtrust	Schade aan gebouwen, Afname bereikbaarheid hulpdiensten. Risico's buitenevenementen	Kans op brand neemt toe, Dalende waterkwaliteit, Kans op botulisme, blauwalg en vissterfte. Meer fijnstof en ziekteverwekkers in de lucht, Verschuiving van gezondheid gevaarlijke soorten	Verdrinking en fysiek letsel, Toename kans zieken door water overdraagbare infectieziekten, Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten, Toename uitval elektriciteitsvoorziening Hulpdiensten.
 Recreatie en Toerisme	Toename risico voor grote evenementen, Toename toerisme & recreatie, Verandering (sport)visserij, Toename consumptie alcohol en drugs.	Verandering (sport)visserij, Toename kans op natuur- en bosbranden Nederland gunstiger vakantieland Toename inzet beregenningsverbod heeft effect op zwembaden, golflocaties etc.	Toename risico's buitenevenementen Overlast waterrecreatie door afspoeling en overstort rioolwater	Schade voorzieningen en afname recreatie
 Infrastructuur (weg, spoor, water en ook luchtvaart)	Stijging ongelukken door verminderde concentratie, Schade wegdek wegnen, Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen, Afname gebruik strooizout wegen	Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur, Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek, Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten	Hinder wegverkeer door natuur- en bermbranden, Door afname aanvoer water kans op beperking scheepvaart ZWV.	Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur, Schade door instabiliteit bodem wegen door overstroming
 Energie	Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand, Toename energievraag door koeling en kans op stopzetten energielevering door te hoge vraag. Kansen zonne-energie, biogas, lagere energievraag in de winter	Uitval elektriciteit door inundatie, Inslag- en stormschade energie infrastructuur, Kansen windenergie, Beschadiging door omvallende bomen (uprooting)	Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand	Uitval door schade en teloorgaan energie infrastructuur
 IT en telecom	Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Hitte- uitval en hogere energiekosten ICT- operators, Uitval en storingen door kabelsmelt en 'brownout', Uitval en storingen door biologische besmettingen in airconditioning	Lekkage en inundatie ICT- objecten, Slechtere conditie fysieke ICT- infrastructuur, Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid, inslag schade of door uitval elektriciteitsvoorzieningen. Stormschade antennemasten mobiele communicatie en zendmasten	Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	Uitval ICT en telecom bij overstroming
 Veiligheid	Hitte gerelateerde gezondheidsklachten Infectieziekten en grootschalige ziektegolven, Druk op medische hulpdiensten, Toename kans op brand, Risico's voor grote evenementen, Uitval ICT	Afname veiligheid door toename wateroverlast, Risico's buitenevenementen, Uitval elektriciteitsvoorzieningen	Toename kans op brand	Afname fysieke veiligheid (verdrinking, overlijden), Sociale instabiliteit, Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur

16.3 Aanbevelingen voor vervolg

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

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 Woensdrecht 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 uitziet en op welke manier relevante partijen het beste betrokken kunnen worden. Wanneer duidelijk is wie de belangrijkste stakeholders zijn, kunnen de risicodialogen worden geselecteerd en geformuleerd. Welke risicodialogen er worden gevoerd, en wie daarbij worden betrokken, is afhankelijk van welke thema's prioriteit hebben.

Samenvattend zijn dit de volgende stappen:

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

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

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

BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES

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

WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

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

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

De waterdieptes zijn inzichtelijk gemaakt door het gebruik van 2 gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen welke afkomstig zijn uit de bijsluitende gestandaardiseerde stresstest Ruimtelijke Adaptatie. Daarnaast zijn ook de minder intensieve buien: bui 8 (Kennisbank Stedelijk Water) en een bui van 44 mm in één uur doorgerekend:

- 19,7 mm in 1 uur (bui 8 Kennisbank Stedelijk Water).
- 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 herhalingsstijds van eens in de 200 jaar van voorkomen. De herhalingsstijds van deze neerslaggebeurtenis is in 2050 gehalveerd.
- 90 mm in 1 uur. Deze neerslaggebeurtenis heeft in met het huidige klimaat een herhalingsstijds van eens in de 500 jaar van voorkomen. De herhalingsstijds van deze neerslaggebeurtenis is in 2050 gehalveerd.

Het model wordt 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 klimaateffectatlas. Voor de onderwerpen vegetatie en funderingsproblematiek is gebruik gemaakt van door Arcadis opgestelde onderzoeksmethodieken. Dezen 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 zowel de grondsoorten, de maaiveldhoogte en de grondwaterstand.

Vegetatie is afhankelijk van de aanlevering van vocht uit neerslag en/of grondwater. Wanneer er geen neerslag valt in droge perioden is vegetatie afhankelijk van vochtlevering uit het grondwater door capillaire nalevering. De mate van capillaire nalevering verschilt per grondsoort, en wordt mede beïnvloed door de

hoogte van de grondwaterstand. Om over de hele gemeente een relatieve vergelijking te kunnen maken is deze analyse gemaakt voor één refentiegras, zijnde gras. In onderstaande tabel is de capillaire nalevering per grondsoort op basis van vegetatietype gras weergegeven.

Tabel 5: Ondergrens capillaire nalevering per grondsoort

GW-stand	Capillaire nalevering per grondsoort o.b.v. vegetatietype gras		
	Veengronden	Zandgronden	Kleigronden
2 m-mv	0,7 mm/dag	0,5 mm/dag	0,1 mm/dag
3 m-mv	0,1 mm/dag	0,1 mm/dag	0,0 mm/dag
4 m-mv	0,0 mm/dag	0,0 mm/dag	0,0 mm/dag

Vegetatie op kleigronden met een grondwaterstand dieper dan 2 meter krijgt geen vocht meer toegediend via capillaire nalevering vanuit het grondwater. Locaties op kleigronden met grondwaterstanden dieper dan 2 meter onder maaiveld zijn als “kwetsbaar voor verdroging” aangemerkt. Locaties op zand- en veengronden krijgen dit label wanneer de grondwaterstand lager is dan 3 meter onder maaiveld.

Er is gebruikt gemaakt van AHN3 maaivelddata in combinatie met de isohypsen berekend uit de gegevens van DINOloket en het gemeentelijke grondwatermeetnet. De ontwatering op een gegeven locatie is dan het verschil tussen het maaiveld en de (geïnterpoleerde) isohypsen.

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 klimaateffectatlas; zomerse en tropische dagen per jaar, hittestress door warme nachten en opwarming oppervlaktewater voor hitte.

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

Satellietbeeld thermisch infrarood

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

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

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

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

BIJLAGE B TOELICHTING KANSEN EN BEDREIGINGEN KLIMAATVERANDERING VOOR SECTOREN

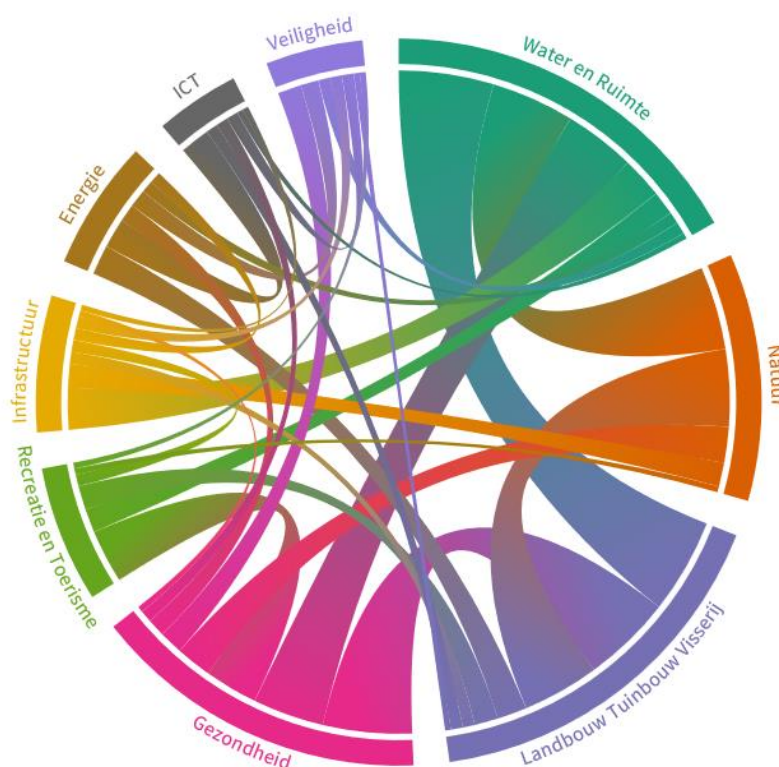
De belangrijkste bedreigingen en kansen voor de in hoofdstuk 7 t/m 15 genoemde sectoren zijn in deze bijlage nader toegelicht.

In Tabel 6 zijn het aantal bedreigingen en kansen per sector onderverdeeld in de klimaattrends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming. Uit de analyse blijkt dat het aantal bedreigingen voor de klimaattrend overstroming het laagst is. Echter de impact van een overstroming is groot. Het grootste aantal bedreigingen is aanwezig in de sector gezondheid en bij de klimaattrend hitte en wateroverlast. Hittestress en wateroverlast zorgen voor fysieke klachten, stijging in overlijdensrisico en lichamelijk letsel. De meeste kansen als gevolg van klimaatverandering liggen bij de sectoren energie, landbouw, tuinbouw en visserij en water en ruimte. Er komen namelijk kansen voor zonne-energie en door mildere winters kan de energievraag dalen. Door een langer groeiseizoen is er een kans op stijging van de gewasopbrengsten. Daarnaast is het gevolg van een langere zomer een kans voor de toename van het gebruik van (openbaar)groen en recreatie.

Tabel 6. Aantal bedreigingen en kansen per sector onderverdeeld in de klimaattrends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming.

Sectoren	Hitte		Wateroverlast		Droogte		Overstroming	
	bedreiging	kans	bedreiging	kans	bedreiging	kans	bedreiging	kans
Water en Ruimte	8	2	4	3	9	2	5	1
Landbouw, Tuinbouw, Visserij	7	3	13	2	6	1	7	1
Gezondheid	15	3	8	2	5	2	7	1
Recreatie en Toerisme	5	2	3	0	4	2	0	0
Natuur	5	2	3	2	4	2	5	2
Infrastructuur	5	2	5	0	2	0	2	0
Energie	3	6	7	1	2	0	1	0
It en telecom	3	0	10	0	3	0	1	0
Veiligheid	3	0	5	0	1	0	5	0
	48	20	58	10	36	9	33	5

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 19. 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 periodes, 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 periodes in april-juni leiden tot de schimmelziekten Botrytis en Fusarium bij de lelie en in augustus-oktober tot de schimmelziekten Botrytis en Meeldauw bij de tomaat (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Als derde vormt dit een bedreiging voor open teelten zoals akkerbouw. Zo neemt de kans op bacteriële infecties in de bol van uien toe door het opspatten van gronddeeltjes bij neerslag, en kan tarwe de bladvlekkenziekte Septoria en aarfusarium (schimmel) krijgen door aanhoudende neerslag. Daarnaast leidt Erwinia (bacterie) tot stengelrot bij aardappelgewas en leidt de Rhizomanie ziekte (virus) tot schade bij suikerbiet (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Tot slot

maken neerslag en een hoge luchtvochtigheid het lastig tot niet mogelijk om gewassen te spuiten met bestrijdingsmiddelen tegen ziektes en plagen.

Opbrengstschade door overstroming

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

SECTOR GEZONDHEID

Hitte gerelateerde klachten

De toename van extreme hitte veroorzaakt een bedreiging voor de volksgezondheid door de toename van hitte gerelateerde klachten (Meijs, et al., 2018). Veelvoorkomende klachten door hitte zijn krampen, uitslag, uitputting, hitteberoerten, uitdroging (dehydratie), nierfalen en luchtwegklachten (Keatinge, 2003). De klachten leiden tot een toename van het overlijdensrisico van ouderen en zieken. Door een korte hittegolf ligt het sterftecijfer in Nederland al 10-15% hoger (Lenzholzer, 2013). De toename van de hitte gerelateerde klachten zal het aantal zieken, ziekenhuisopnamen, doden en de kans op een 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 slaapte kort de kans op psychische problemen (zoals een depressie), cognitieve problemen en gedragsproblemen. Zo vergroot slaapte kort bij adolescenten de kans op obesitas met 150% en ontwikkelen baby's met slaapproblemen op latere leeftijd meer gedragsproblemen (Leone, et al., 2018). Dit effect is dus een bedreiging voor de volksgezondheid en kan door een verminderde arbeidsproductiviteit ook een economische impact hebben (scholen, bedrijven).

Toename alcohol- en drugsgebruik

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

Kansen door meer gebruik natuur, openbaar groen stedelijk recreatie ruimte

Er wordt meer gebruik gemaakt van de buitenruimte (natuur, openbaar groen, stedelijk recreatie ruimte) als gevolg van de toename van warme zomers en meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). Dit leidt tot kansen voor de sector G. Uit een literatuurstudie van de Vries (2016) blijkt immers dat de buitenruimte op meerdere manieren bevorderlijk kan zijn voor de gezondheid. Ten eerste vormen groen en natuur gezonde locaties voor tijdverdrijf vanwege de vaak lage concentraties fijnstof vanwege de relatief grote afstand van emissiebronnen en hoge ventilatie (open ruimte). Dit is bevorderlijk voor de luchtwegen. Ten tweede heeft groen een stress reducerende werking op de mens en gezien stress in relatie wordt gebracht met vele gezondheidsklachten heeft dit een positieve werking op zowel de fysieke als mentale gesteldheid. Ten derde stimuleert het gebruik van buitenruimte, met groen in het bijzonder, lichamelijk inspanning (wandelen, fietsen

etc.). Voldoende lichamelijke inspanning verlaagt risico's op gezondheidsproblemen. Ten vierde biedt groen verkoeling waardoor het van belang is voor preventie van hittestress. Tot slot faciliteert het buitenleven de sociale cohesie wat het welzijn van mensen kan bevorderen (sociale stabiliteit, buurtzorg).

Water overdraagbare infectieziekten

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

Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater

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

Risico's buitenevenementen

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

Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten

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

Verdrinking en fysiek letsel (anders dan psychisch)

Een overstroming door hogere waterstanden kan leiden tot ernstig letsel bij betrokkenen. Zo kan men op allerlei denkbare manieren verdrinken of letsel oplopen. Bijvoorbeeld door de stromingskracht van water en de objecten die het water met zich mee sleurt. Of wanneer men in een voertuig te waterkomt. Door de afname van de bereikbaarheid van medische hulpdiensten kan de wachttijd op medische hulp hoog oplopen waardoor de kans op herstel afneemt. Dit klimaatteffect vormt dus een bedreiging en is van toepassing op ieder mens, dus zowel het personeel werkend in de zorg als de subsector gezondheidszorg die van belang is voor het herstel van fysiek letsel.

SECTOR RECREATIE EN TOERISME

Toename risico voor grote evenementen

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

Minder waterrecreatie door gezondheidsrisico's

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

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

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

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

Verandering (sport)visserij

Naast hitte vormt ook droogte een bedreiging voor de (sport)visserij. De afname van de rivierafvoer in de zomer veroorzaakt namelijk ook verlies van habitat en soorten (Meijs, et al., 2018). Vissterfte ontstaat door lagere waterstanden, droog liggende beken en sprengen en een zuurstoftekort door een gebrek aan hemelwatertoevoer. Zo zijn grote getallen 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 klimaatteffect kan dus zowel een kans als een bedreiging vormen voor andere soorten en betrokken stakeholders.

Meer gebruik van buitenruimte door de mens

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

Verschuiving en uitsterving soorten

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

Toename overlevingskansen exoten en insecten

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

Verandering van hydrologie natuurgebieden

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

Toename kans op natuur- en bermbranden

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

door gebruik te maken van de voedingsstoffen die in de bodem zijn opgeslagen. Dit klimaatteffect vormt dus een bedreiging voor bestaande natuur.

Toename problemen waterafvoer

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

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 klimaatteffect 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 klimaatteffect 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 klimaatteffect 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 verkeersopstoppen 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 klimaatteffect 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 energieprijs. 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 energieprijs stijgen en kan anderzijds de kans op storingen en uitval worden vergroot met de financiële schade (kosten compensatie uitval) van dien.

Kansen zonne-energie

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

Kansen windenergie

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

Uitval elektriciteit door inundatie

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

Uitval door schade en teloorgaan energie infrastructuur

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

SECTOR IT EN TELECOM

Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur

De toename van extreme hitte, droogte en extreme piekneerslag veroorzaakt een verslechtering van de conditie van fysieke ICT-infrastructuur (alle typen). Door de hoge temperaturen en de sterkere temperatuurafwisseling verouderen componenten van de fysieke infrastructuur sneller. Hierdoor neemt het

risico op falen toe, wat voorkomen dient te worden door een toename van onderhoud (asset management). In verhouding met de andere klimaateffecten is de impact van dit risico relatief klein omdat het snel hersteld kan worden. Deze bedreiging is van toepassing op alle typen fysiek-technische objecten.

Lekkage en inundatie ICT-objecten

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

Hitte-uitval en hogere energiekosten ICT-operators

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

Uitval ICT door uitval elektriciteitsvoorzieningen

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

Uitval bij overstroming

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

SECTOR VEILIGHEID

Infectieziekten en grootschalige ziektegolven

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes vergoot de kans op infectieziekten en grootschalige ziektegolven (ANV, 2016). Dit heeft meerdere oorzaken. De uitwisseling van ziekten tussen en dieren en mensen verandert door de hitte (Meijs, et al., 2018). Door de hitte ontstaat bijvoorbeeld een opkomst van vector-overdraagbare ziekten (geleedpotigen) in aantal (populatiegroei) en door de komst van exoten (Wuijts, et al, 2014). Daarnaast neemt de kans op water- en voedsel overdraagbare infectieziekten water toe, bijvoorbeeld door de toename van blootstelling door meer waterrecreatie (Meijs, et al., 2018) (Wuijts, et al, 2014). Dit vergroot de kans op een grootschalige ziektegolf, wat de mogelijkheid tot een pandemie of epidemie vergoot. Volgens het Nationale Veiligheidsprofiel heeft een ernstige 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 ziekten, ziekenhuisopnamen en vroegtijdig overlijden. Demografische trend als vergrijzing, individualisering en het steeds vaker en langer thuis blijven wonen van ouderen vergroot de impact (ANV, 2016). Kortom, hitte vormt een bedreiging voor de volksgezondheid en daarmee de fysieke veiligheid.

Druk op medische hulpdiensten

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

Toename kans op brand

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

Risico's buitenevenementen

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

Afname fysieke veiligheid bij overstroming (ANV, 2016)

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

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

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

BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE

BIJLAGE E RESULTATEN HITTESTRESS

BIJLAGE F RESULTATEN OVERSTROMING

BIJLAGE G IMPACT KLIMAATVERANDERING OP SECTOREN

COLOFON

KLIMAATSTRESSTEST
GEMEENTE WOENS DreCHT

AUTEUR

Tetje Henstra

PROJECTNUMMER

C03071.000281

ONZE REFERENTIE

083940075 AColofon80

DATUM

28 juni 2019

STATUS

Definitief

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com