

KLIMAATSTRESSTEST

Gemeente Heeze-Leende

9 OKTOBER 2019



Contactpersoon

JOOST VELTMAAT

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

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	8
1.1	Het klimaat verandert	8
1.2	Verantwoording	9
1.3	Leeswijzer	10
2	WATEROVERLAST	11
2.1	Neerslagpatroon	11
2.2	Water op straat	12
2.3	Overstromingsrisico watersysteem	13
2.4	Grondwateroverlast	14
3	DROOGTE	16
3.1	Neerslagtekort	17
3.2	Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden	17
3.3	Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging	18
3.4	Risico's waterkwaliteit	21
3.5	Bodemdaling, zettingsgevoeligheid en funderingsschade	22
4	HITTE	25
4.1	Zomerse en tropische dagen per jaar	25
4.2	Hittestress door warme nachten	25
4.3	Oppervlaktetemperatuur	26
4.4	Opwarming oppervlaktewater	27
4.5	Kwetsbare groepen voor hitte	28
5	OVERSTROMING	30
5.1	Overstromingsdiepte	30
6	AANPAK SECTORANALYSE	31
7	SECTOR WATER EN RUIMTE	32
7.1	Definitie sector en stakeholders	32

7.2	Effect klimaatverandering op sector	32
	Hitte	32
	Wateroverlast	33
	Droogte	33
7.3	Toelichting bedreigingen en kansen	34
7.4	Praktijkervaringen gemeente	35
8	SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	36
8.1	Definitie sector	36
8.2	Effect klimaatverandering op sector	36
	Hitte	36
	Wateroverlast	36
	Droogte	37
8.3	Toelichting bedreigingen en kansen	37
8.4	Effect klimaatverandering per gewastype in Heeze-Leende	39
	Gras	39
	Mais	40
	Aardappelen	40
8.5	Praktijkervaringen gemeente	41
9	SECTOR GEZONDHEID	42
9.1	Definitie sector	42
9.2	Effect klimaatverandering op sector	42
	Hitte	42
	Wateroverlast	43
	Droogte	44
9.3	Toelichting bedreigingen en kansen	44
9.4	Praktijkervaringen gemeente	46
10	SECTOR RECREATIE & TOERISME	47
10.1	Definitie sector	47
10.2	Effect klimaatverandering op sector	47
	Hitte	47
	Wateroverlast	48
	Droogte	48
10.3	Toelichting bedreigingen en kansen	48
10.4	Praktijkervaringen gemeente	50
11	SECTOR INFRASTRUCTUUR	51

11.1	Definitie sector	51
11.2	Effect klimaatverandering op sector	51
	Hitte	51
	Wateroverlast	52
	Droogte	52
11.3	Toelichting bedreigingen en kansen	52
11.4	Praktijkervaringen gemeente	53
12	SECTOR ENERGIE	55
12.1	Definitie sector	55
12.2	Effect klimaatverandering op sector	55
	Hitte	55
	Wateroverlast	56
	Droogte	56
12.3	Toelichting bedreigingen en kansen	57
12.4	Praktijkervaringen gemeente	57
13	SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM	58
13.1	Definitie sector	58
13.2	Effect klimaatverandering op sector	58
	Hitte	58
	Wateroverlast	58
	Droogte	59
13.3	Toelichting bedreigingen en kansen	59
13.4	Praktijkervaringen gemeente	60
14	SECTOR VEILIGHEID	61
14.1	Definitie sector	61
14.2	Effect klimaatverandering op sector	61
	Hitte	61
	Wateroverlast	62
	Droogte	62
14.3	Toelichting bedreigingen en kansen	62
14.4	Praktijkervaringen gemeente	63
15	SECTOR NATUUR	65
15.1	Effect klimaatverandering op sector	65
	Hitte	65
	Wateroverlast	66

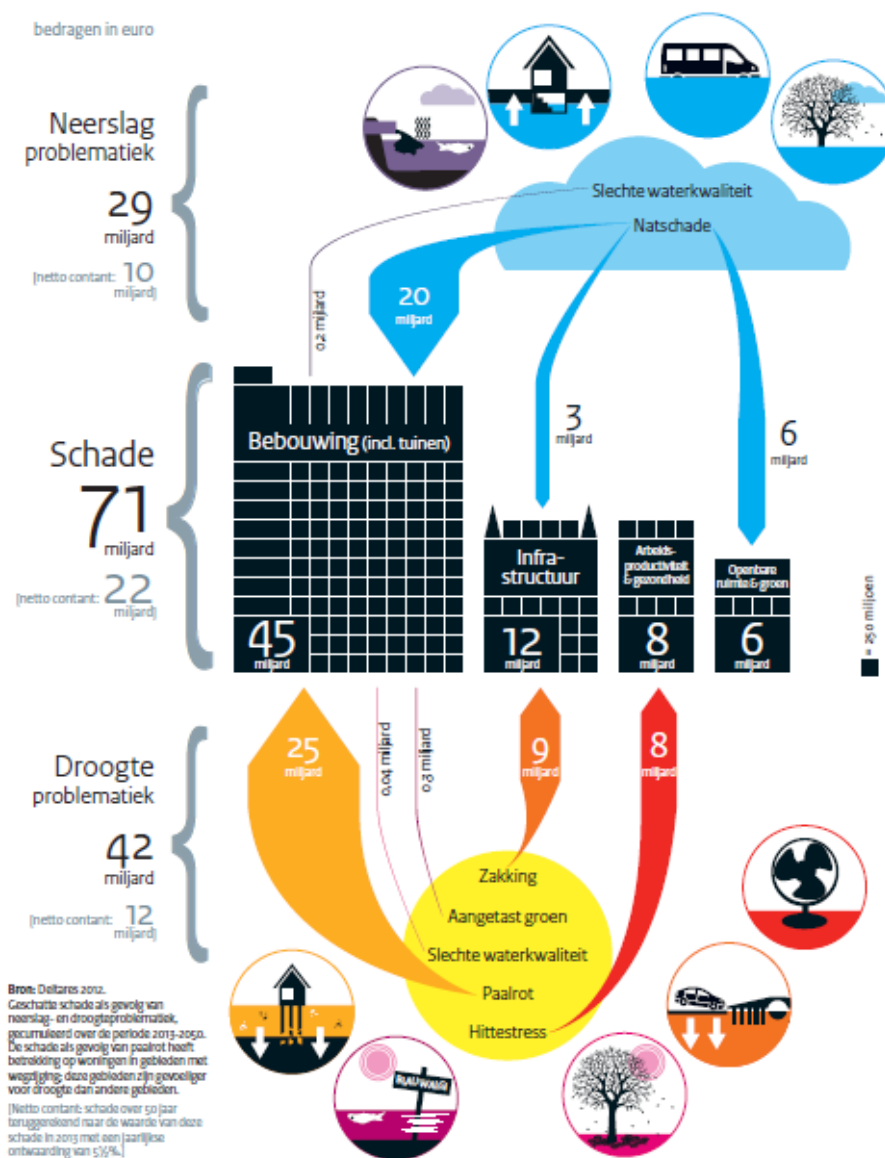
Droogte	66
15.2 Toelichting bedreigingen en kansen	66
15.3 Praktijkervaringen gemeente	68
16 SAMENVATTING EN CONCLUSIE	69
16.1 Samenvatting uitkomsten klimaatstresstest	69
16.2 Sectoranalyse	70
16.3 Aanbevelingen voor vervolg	72
BIJLAGEN	
BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES	74
BIJLAGE B BEGAANBAARHEID EN KWETSBAARHEID WATEROVERLAST	76
BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG	77
Bijlage C1 Kernkaarten maximale waterdiepte 44mm	77
Bijlage C2 Kernkaarten maximale waterdiepte 70mm	78
Bijlage C3 Kernkaarten maximale waterdiepte 90mm	79
Bijlage C4 Kernkaarten maximale waterdiepte 160mm	80
Bijlage C5 Wateroverlast vanuit watersysteem	81
BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE	83
Bijlage D1 Potentieel funderingsschade als gevolg van droogte	83
Bijlage D2 Potentiele knelpunten waterkwaliteit	84
Bijlage D3 Kwetsbaarheid vegetatie als gevolg van droogte	85
Bijlage D4 Gewasderving – BOFEK	86
Bijlage D5 Gewasderving – GLG	87
Bijlage D6 Potentieel gewasderving – Huidige klimaat	88
Bijlage D7 Potentieel gewasderving verschil huidig klimaat en WH-klimaat	89
BIJLAGE E RESULTATEN HITTESTRESS	91
Bijlage E1 Gemeentekaart thermisch infraroodbeeld	91
Bijlage E2 Kernkaarten thermisch infraroodbeeld	92
BIJLAGE F TOELICHTINGEN BEDREIGINGEN EN KANSEN	93

1 INLEIDING

1.1 Het klimaat verandert

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

De Klimaatbestendige stad Opgaven



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

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

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

Mitigatie en adaptatie

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

1.2 Verantwoording

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

De ambities uit het Deltaplan zijn de volgende:

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



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

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.

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

Voor het uitvoeren van de klimaatonderzoeken is gebruik gemaakt van de uitgangspunten in het DPRA en door Arcadis ontwikkelde KlimaatTRAP. Daarnaast is gebruik gemaakt van de studies in de klimaateffectatlas en de risicokaart voor kwetsbare locaties.

1.3 Leeswijzer

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

- Overstromingen
- Wateroverlast door hevige neerslag
- Hitte
- Droogte

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

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

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

2 WATEROVERLAST

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

Wateroverlast kan tot ernstige sociale (gezondheidsrisico's door gemengd water op straat, begaanbaarheid van (spoor)wegen voor burgers 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 Heeze-Leende 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 Heeze-Leende en de klimaateffectatlas.

2.1 Neerslagpatroon

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

Uit KNMI-scenario's (2014) blijkt dat de verwachte hoeveelheden jaarneerslag met circa 50 mm toenemen in 2050 (Tabel 1). Te zien is dat in 2050 de verwachting is dat er circa 50mm meer neerslag valt.

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

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

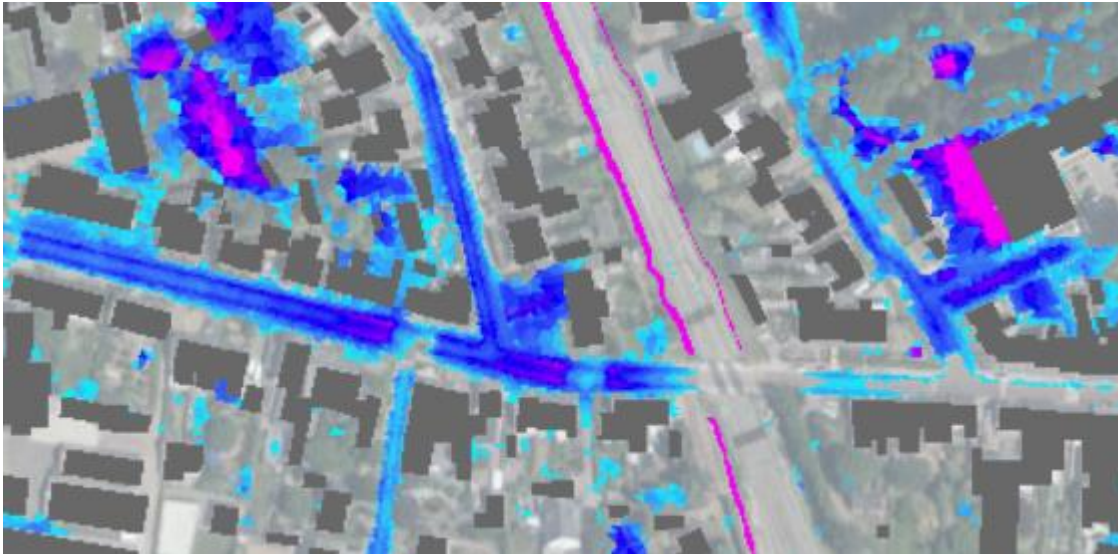
Vooraf een toenemende intensiteit van neerslag vergroot de kans op wateroverlast. Uit Tabel 2 blijkt dat de kans (herhalingstijd) dat extreme buien voorkomen sterk toeneemt in de toekomst. In de volgende paragraaf is de kwetsbaarheid van de bebouwde omgeving voor wateroverlast door extreme neerslag weergegeven.

Tabel 2: Standaarden klimaatbuien voor stresstest aangevuld met de 44mm bui uit de Klimaatrap

Schaal	Duur	Hoeveelheid [mm]	Herhalingstijd [jaar]			
Lokaal	1 uur	44	Hoogst gevallen uurneerslag in de Bilt tot 2014 (Ontwikkeling Klimaatrap)			
DPRA neerslaggebeurtenissen						
			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

2.2 Water op straat

Voor een analyse van de kwetsbaarheid van de gemeente Heeze-Leende voor extreme neerslag is de bebouwde omgeving getoetst met de in Tabel 2 weergegeven buien. Dit zijn zogenoemde theoretische buien welke inzicht geven in de hoeveelheid neerslag een stelsel van een wijk/gebied aan kan voor er theoretisch water op straat optreedt. Vier neerslaggebeurtenissen, één van 44 mm, één van 70 mm en één van 90 mm, duren 1 uur en de laatste neerslaggebeurtenis is 160 mm in 2 uur. Het doel van deze vier neerslaggebeurtenissen is het in beeld brengen van kwetsbare locaties bij een toenemende mate van extreme neerslag. Met een hydraulisch rioolmodel is voor deze neerslaggebeurtenissen 'water op straat' en/of tegen panden berekend. Een beschrijving van de methodiek is weergegeven in Bijlage A. De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage C.



Figuur 2: Voorbeeld van een resultaat uit een hydraulische simulatie van water op straat in Heeze ter plaatse van de Emmerikstraat met de kruising van de spoorweg.

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

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

Kern Heeze

In de kern Heeze is de riolering mee gemodelleerd. Het effect hiervan is dat een deel van de bui die valt over de kern Heeze wordt ingezameld door het rioolstelsel en overstort via de overstortlocaties. Hierdoor is er enige berging en afvoer van water ten opzichte van een 2D-berekening waarbij alleen afstroming over maaiveld wordt berekend. De afvoer van water via het rioolstelsel heeft tot gevolg dat er op kritische, laaggelegen op twee wijzen 'water op straat' kan worden berekend: bovengronds door stroming over maaiveld van hoog naar laag en ondergronds doordat op laaggelegen punten het water het eerst uit het stelsel treedt. Het water uit het rioolstelsel kan vanuit de hele kern komen.

Bij hoge waterstanden in het ontvangende oppervlaktewater kan er terugstroom plaatsvinden, indien het peil in de watergangen hoger is dan de overstortdempel.

De volgende wegen zijn onbegaanbaar in de kern Heeze ten westen van het spoor:

- Molenhoeven;
- Oeffels;
- Lokert;
- De Ambachten;
- De Leuren;
- Het hofje bij de straten de Wever / de Kuiper bij de zuidelijke ingang via de Wever;
- De Wagenmaker, een zijstraat van de Ambachten uitkomend op de ontsluitingsweg de Muggenberg.

Ten oosten van het spoor:

- Ontsluitingsweg Jan Deckerstraat op het kruisende stuk tussen de Beemden en de Schoolstraat;
- De Kapelstraat op het kruisende stuk tussen de Boschlaan en Strabrecht;
- Strabrecht;
- Nieuwendijk ter plaatse van de kruising met de Groote Aa.

Verder zijn diverse straten verspreid door de kern slecht begaanbaar voor verkeer.

Op de volgende locaties wordt veel water rond panden aan verzameld:

- Bij de bebouwing gelegen tussen de Emmerikstraat en de Schoolstraat;
- Tussen de Jan Deckstraat en de Binnenhof / Ketsheuvel;
- De Schoolstraat;
- Rond de Kuiper / de Wever en de Leuren;
- Ten noorden van de kruising Burgemeester Serrarisstraat en Burgemeester Deelenstraat;
- De Geldropseweg ter plaatse van Kreijl.
- Er wordt ook veel water tegen de gevel van het pand Dn Toversnest (Spoorlaan) berekend. Echter heeft dit te maken met bouwwerkzaamheden aan de ondergrondse parkeergarage ten tijden van het AHN3 inmeting.

Kern Leende

Met name in het midden van de kern zijn veel straten slecht begaanbaar:

- Onbegaanbaar voor verkeer zijn de Margrietlaan vanaf de kruising met de Dorpstraat tot aan de Ranonkelstraat
- Ter hoogte van tunnel onder A2 richting Leenderstrijp.
- De verbindingsweg Nieuwendijk tussen het noorden en zuiden van Heeze

Op diverse plekken wordt veel water rond panden verzameld:

- Ten westen van de weg Boschhoven bij de Pomperschans;
- Ten Westen van Boschhoven tussen Boschhoven en het Zwarte Pad;
- Tussen Boschhoven en Flins;
- Tot slot de bebouwing tussen de Oostrikerstraat en Hoge Akker;

Kern Leenderstrijp

Alle straten in de kern Leenderstrijp zijn goed begaanbaar voor verkeer. Ook wateroverlast rondom panden komt zeer beperkt voor.

Kern Sterksel

Alle wegen zijn begaanbaar in de kern Sterksel. Enkele wegen zijn slecht begaanbaar, maar niet onbegaanbaar. Wateroverlast tegen panden komt voor op de volgende locaties:

- Ten oosten van de Pastoor Thijssenlaan (ten zuiden van de Averbodeweg);
- Ten westen van de Pastoor Thijssenlaan (ten zuiden van de Beukenlaan);
- Ten noorden en ten zuiden van de ten Brakenweg (ter plaatse van 11a, 13 etc.).

2.3 Overstromingsrisico watersysteem

Bij hevige neerslag kan het watersysteem bestaande uit beken en sloten de afvoer niet aan en lopen de laaggelegen delen onder water (inundatie). In het Provinciaal milieu- en waterplan 2016 – 2020 zijn de gebieden opgenomen die inunderen. Onder het watersysteem worden de sloten, beken en regionale rivieren/beken verstaan, niet de grote rivieren (risico op overstroming vanuit primaire/regionale waterkeringen is opgenomen in hoofdstuk 5).

De overstromingsgebieden zijn weergegeven in bijlage C5 en omvatten de locaties die van oudsher al regelmatig inunderen (natuurlijke overstromingsgebieden), gebieden die de afgelopen periode door de waterschappen concreet zijn ingericht (gestuurde waterbergingsgebieden) voor waterberging en gebieden die gedurende de planperiode van de waterbeheerplannen van de waterschappen concreet ingericht zullen worden (in te richten waterbergingsgebieden). In bijlage C5 zijn de te inundatiegebieden voor de huidige

situatie (herhalingstijd 1 per 10 jaar) en de voor het toekomstige klimaat met een herhalingstijd eens per 100 jaar (inclusief geplande projecten als beekherstel) weergegeven.

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

In de huidige situatie treedt de grootste overlast vanuit het watersysteem op daar waar de Grote Aa en de Sterkselse Aa samen komen en verder stroomt als de Kleine Dommel. Voor de toekomstige situatie nemen de overstromingsgebieden in de beekdalen van de Grote Aa en de Sterkselse Aa toe. Deze gebieden zijn kwetsbaar voor wateroverlast vanuit het watersysteem.

2.4 Grondwateroverlast

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

Mogelijke gevolgen van een hoge grondwaterstand zijn frequenter optredende wateroverlast in kruipruimten en tuinen, verwelking van flora, schade aan ondergrondse infrastructuur (kabels, leidingen, maar ook riolen) en opvriezen van wegen in de winter (<https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/grondwater/grondwater-ro/factsheets/grondwateroverlast/agendering/>).

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.

Onderstaande kaart uit de klimaateffectatlas geeft op het niveau van de gemeente globaal aan in welke zones de kans op grondwateroverlast toeneemt. Daarbij staan de klassen voor de volgende (bandbreedten aan) grondwaterstijging en -diepte:

Tabel 3: Bandbreedte klassenverdeling grondwateroverlast (klimaateffectatlas, oktober 2018)

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

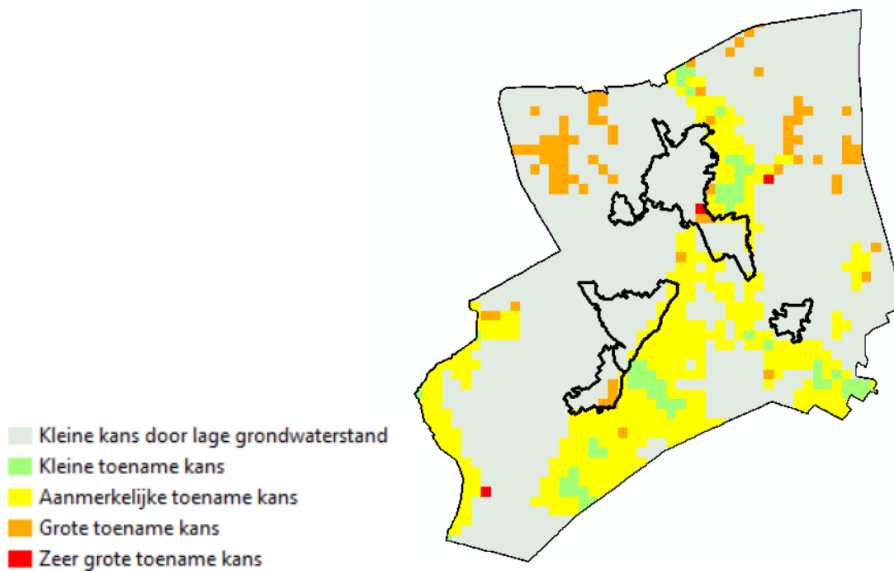
Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

Uit de analyse van de klimaateffectatlas kan worden opgemaakt dat de kans op een toename in 2050 van grondwateroverlast voor gemeente Heeze-Leende in de kernen op de meeste locaties klein is vanwege een reeds lage grondwaterstand.

- De kans op stijging varieert oostelijk van Heeze van klein (stijging tot 0,05 m) tot groot (0,2 - 0,5 m stijging).

- Ten westen van Heeze in het landelijk gebied is de kans groot (0,2 – 0,5 m stijging).
- In het landelijk gebied ten oosten van de kern Leende en Leenderstrip is kans grotendeels aanmerkelijk (0,05 - 0,2 m).
- In het landelijk gebied rondom de beekdalen is de kans op toename hoofdzakelijk groot (0,2 – 0,5 m stijging). Zeer lokaal is de kans groot (> 0,5 m).

Geadviseerd wordt om de grondwaterstanden te blijven monitoren, zodat er inzicht is in de mate van eventuele overlast. Dit is tevens een onderdeel van de gemeentelijke zorgplicht.

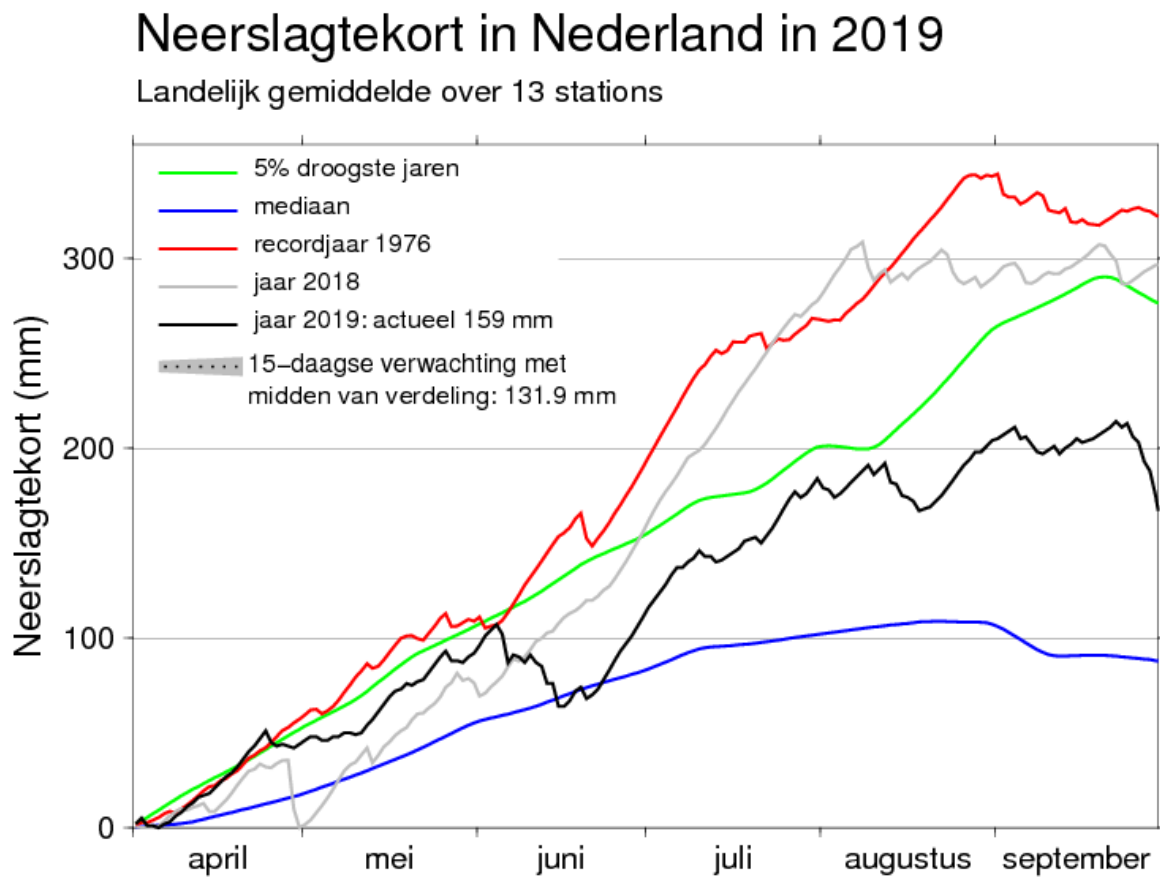


Figuur 3: Kans op toename grondwateroverlast tot 2050 (Bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd 18 maart 2019)

3 DROOGTE

Het KNMI gaat er gezien recente jaren vanuit 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. Er is sprake van een neerslagtekort wanneer er een negatief verschil is tussen het aantal mm verdamping en het aantal mm neerslag in een bepaalde periode. Droge perioden vinden over het algemeen plaats gedurende de zomer wat tevens het groeiseizoen (1 april t/m 30 september) is voor de meeste gewassen.

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



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

Figuur 4: Neerslagtekort in Nederland in 2019. Landelijk gemiddelde over 13 stations.

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.

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. Ook in het stedelijk gebied in Nederland is de verwachte schade ten gevolge van klimaatverandering door droogte

groter dan die door wateroverlast (zie ook figuur 1 uit Manifest Klimaatbestendige stad, Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering).

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

3.1 Neerslagtekort

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

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

Uit de modelresultaten (2014) van KNMI klimaatscenario WH2050 kan worden opgemaakt dat het potentieel 10-jarig neerslagtekort voor de gemeente Heeze-Leende 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. Om een vergelijk te kunnen maken met de situatie in regionale of landelijke context wordt verwezen naar de klimaateffectatlas.

3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden

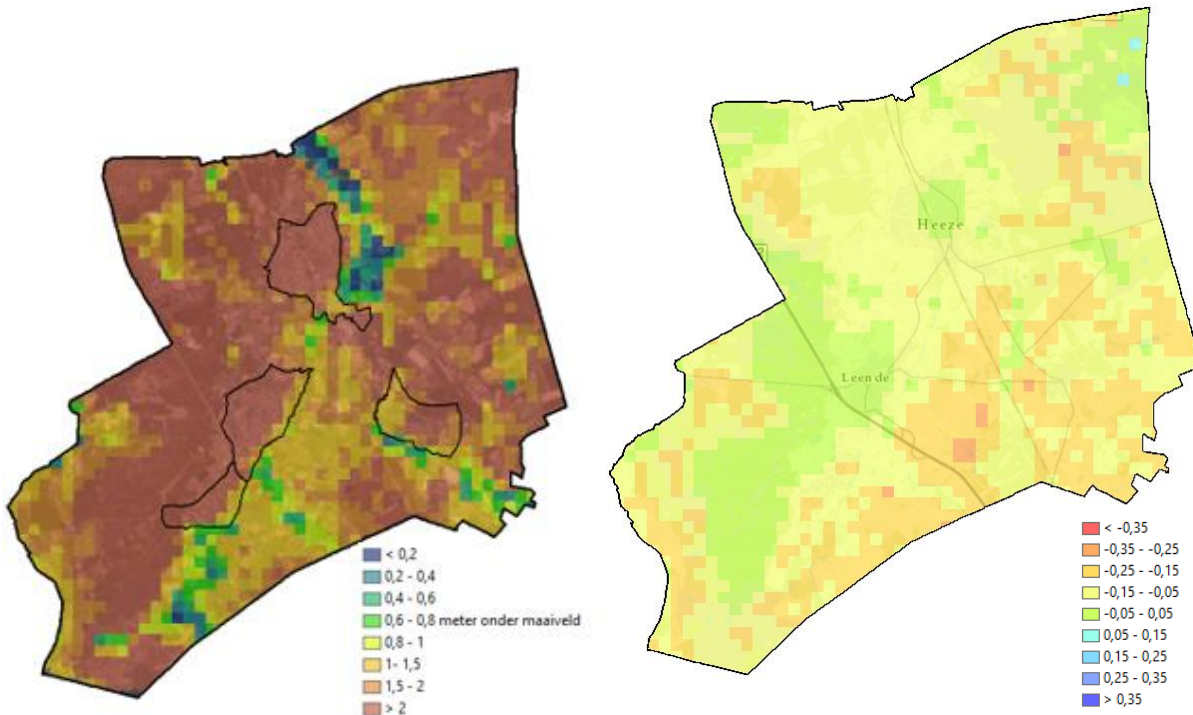
In tijden van droogte wordt de grondwaterstand minder door neerslag aangevuld terwijl mogelijk een groter beroep wordt gedaan op grondwater danwel oppervlaktewater. Bij een te lage grondwaterstand kan schade ontstaan. In de analyse van de klimaateffectatlas is gekeken naar de te verwachten gemiddeld 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.

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

Ten opzichte van het huidige klimaat is er een duidelijke ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstanden in de gemeente Heeze-Leende in klimaatscenario WH2050. De gemiddeld laagste grondwaterstand daalt met name langs oppervlaktewateren de Groote Aa en Sterkselse Aa. Op plaatsen waar het maaiveld relatief hoog gelegen is vindt enige stijging van de GLG plaats.



Figuur 5: Gemiddeld laagste grondwaterstand huidig klimaat (links) en verandering gemiddeld laagste grondwaterstand klimaatscenario WH2050 ten opzichte van huidig klimaat (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 08 mei 2019 en Brabant Model (aangeleverd door waterschap de Dommel)

3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

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

Wanneer gras onvoldoende wateraanvoer krijgt droogt de graslaag 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).

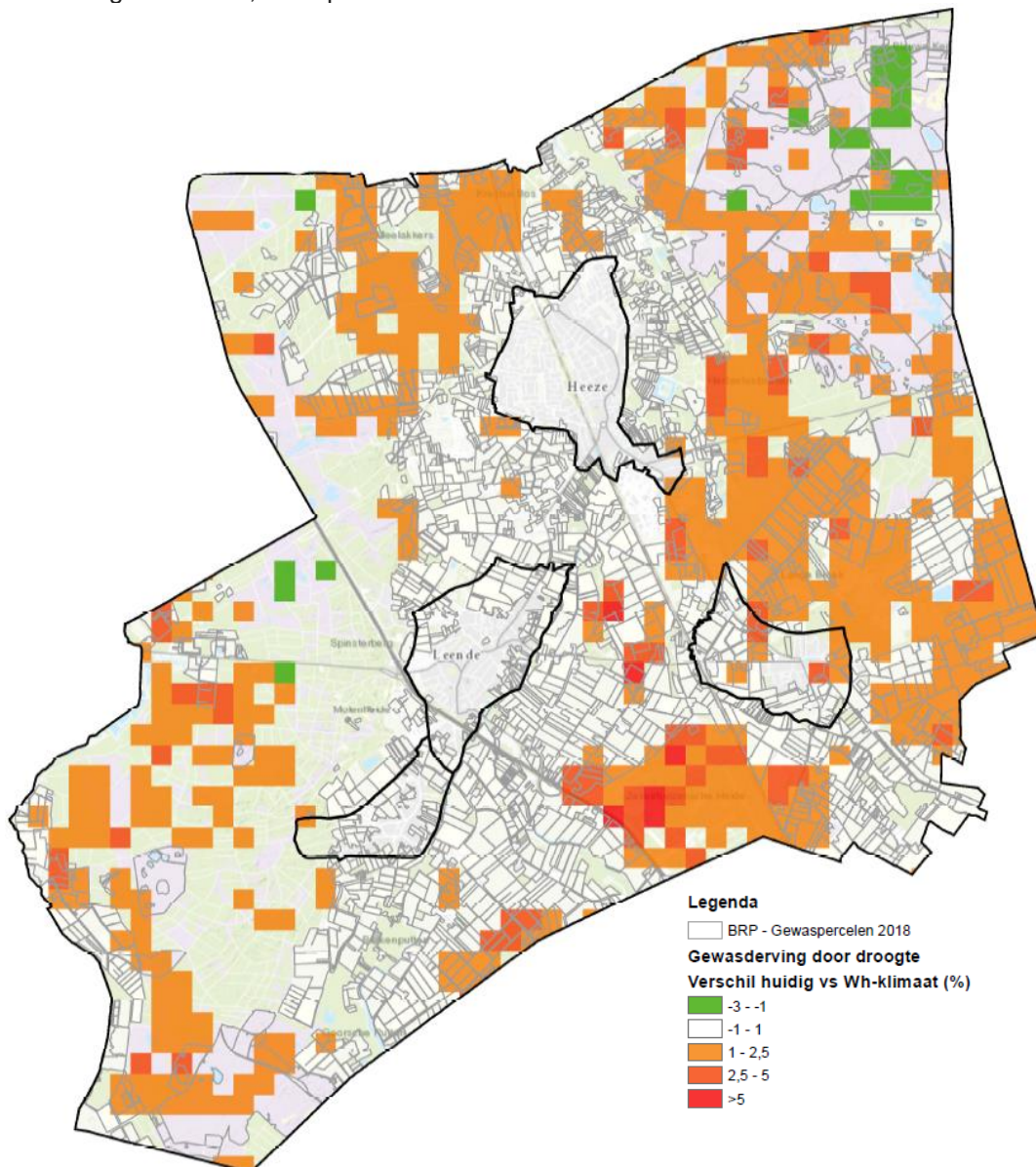
De gevolgen van droogte voor struiken en bomen valt te verdelen onder (vroegtijdig) bladafval en uitval (Hoogvliet et al, 2012). Dit ontstaat bij een onvoldoende watertoevoer of een snelle daling van de grondwaterstand. Tevens kunnen er nieuwe ziektes en plagen ontstaan die in het huidige klimaat nog 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 het bodemtype, de maaiveldhoogte en de grondwaterstand. Verdere informatie over de methodologie is beschreven in Bijlage A

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

De hoofdclassificering van bodemsoorten in Heeze-Leende bestaat met name uit zand, en voor een klein deel uit veen. De grondsoorten en hun capillaire eigenschappen bepalen voor een groot deel of en hoe kwetsbaar Heeze-Leende is voor verdroging. In Figuur 6 is op zowel gemeente- als kernniveau de ontwatering en verandering van de gemiddeld laagste- en gemiddeld hoogste grondwaterstand (Brabantmodel aangeleverd door waterschap de Dommel) en de kwetsbaarheid van gras voor verdroging op kaart weergegeven. De gemeente Heeze-Leende bestaat voornamelijk uit podzolgronden (op basis van de BOFEK2012). Dit soort grond is relatief gevoeliger voor veranderingen in grondwaterstanden, bij zowel stijgingen als dalingen. In Figuur 6 is de verandering in gewasderiving weergegeven door klimaatverandering. Het verschil is op basis van KNMI-weerdata van het huidige klimaat (1985 tot 2010) en het Wh-klimaatscenario (2050).

In de resultaten is over het algemeen een toename van de gewasderiving (van gras) te zien over het oostelijke buitengebied van de gemeente. Voornamelijk de Zevenhuizensche Heide laat een toename zien. Dit is te relateren aan de podzolgrond, de huidige lage grondwaterstanden en de verandering van deze grondwaterstanden. Zo zal de GLG, volgens het Brabantmodel, tussen 15 en 35 cm dalen. Hetzelfde effect is ook te zien in de Herbertusbossen. In het noordoosten van de gemeente is een afname van de derving te zien in de modelresultaten. Dit wordt veroorzaakt door een stijging van de GHG van 15-25 cm en relatief weinig verandering in de GLG, voorspeld door het Brabantmodel.

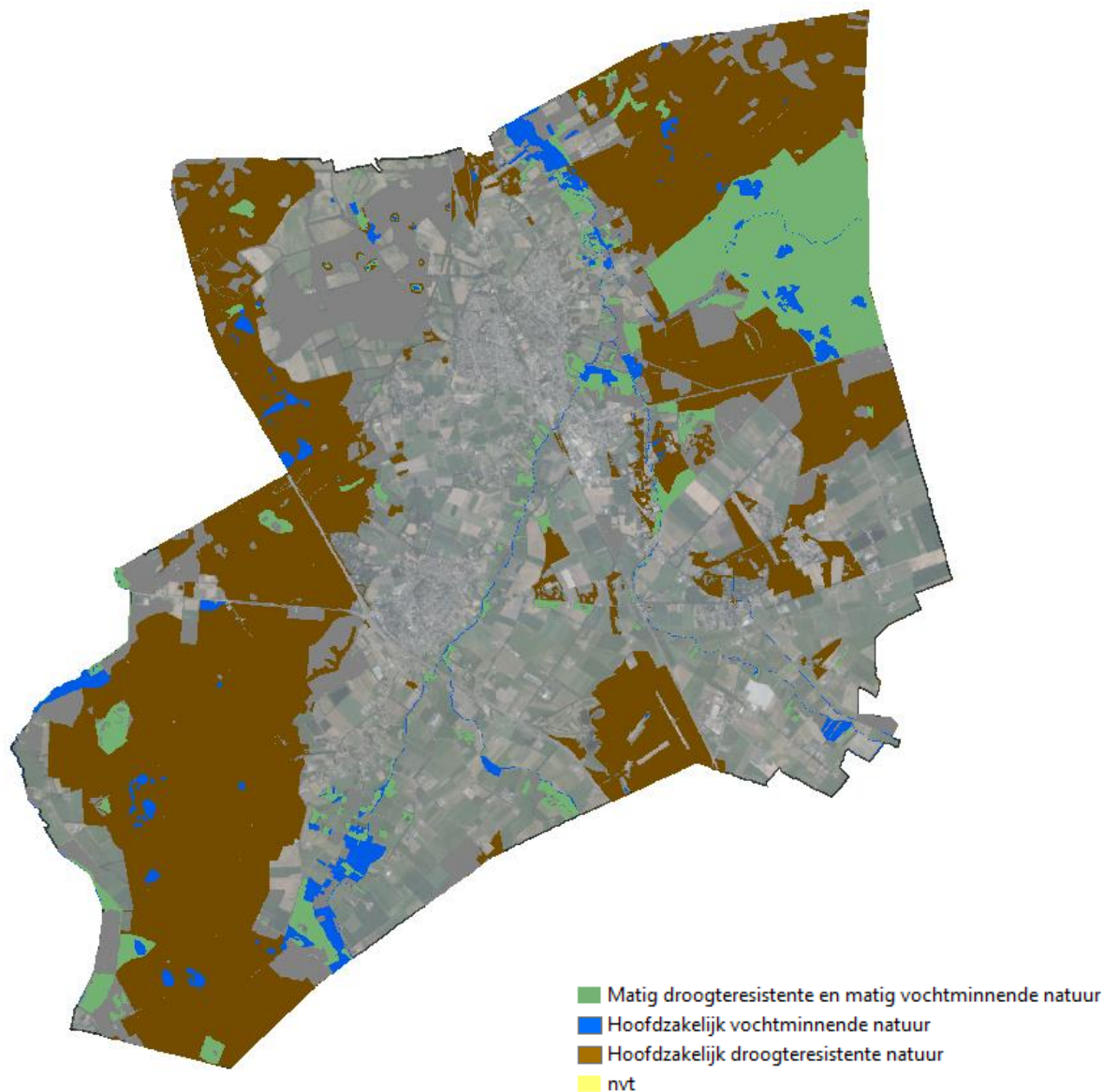


Figuur 6: Toename derving van vegetatie (gras) door verdroging bij Wh-klimaat.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat sommige vegetatie meer watervraag heeft dan gras. Ook komt het voor dat het grondwater lager dan de gemiddeld laagste grondwaterstand staat en grotere droogteschade optreedt.

Het effect van droogte op natuurgebieden kan onder andere bestaan uit het verdorren en doodgaan van vegetatie en de toename van droogte-resistente soorten. Figuur 7 geeft de gevoeligheid van natuurgebieden voor droogte aan. In de kaart is onderscheid gemaakt tussen droogteresistente en vochtminnende natuurtypen en een tussencategorie. De indeling is gebaseerd op de natuurbeheertypekaart en gemaakt op basis van expert judgement (KWR). Droge heide ingedeeld als droogteresistent, hoogveen als vochtminnend en vochtig hooiland ligt hier tussenin. Uit de kaart blijkt dat in de gemeente Heeze-Leende waterpartijen geïdentificeerd zijn als gevoelig voor droogte.

Binnen de gemeente zijn een aantal specifieke natuurgebieden, zogeheten Natte Natuurparels, die per gebied andere ecohydrologische omstandigheden vereisen om het habitatype in stand te houden. Hiervoor moet per gebied worden beschouwd of verdroging sneller optreedt dan bij grasland. De mogelijke gevolgen van deze kwetsbaarheden zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6 (sectoranalyse).



Figuur 7: Kwetsbaarheid natuur voor verdroging.

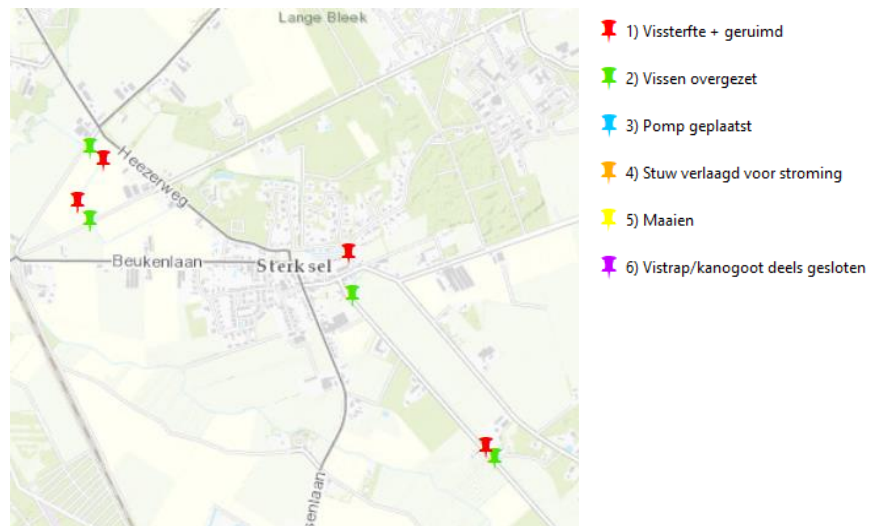
3.4 Risico's waterkwaliteit

Perioden van droogte leiden tot lagere waterstanden in oppervlaktewateren. Afname van het watervolume en de toegenomen buitentemperatuur zullen de temperatuur van het oppervlaktewater stijgen. Dit zorgt ervoor dat de waterkwaliteit kan 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.

Analyse van klachten en meldingen die vanaf 2012 bij de gemeente binnen zijn gekomen kunnen inzicht geven in de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de loop der jaren.

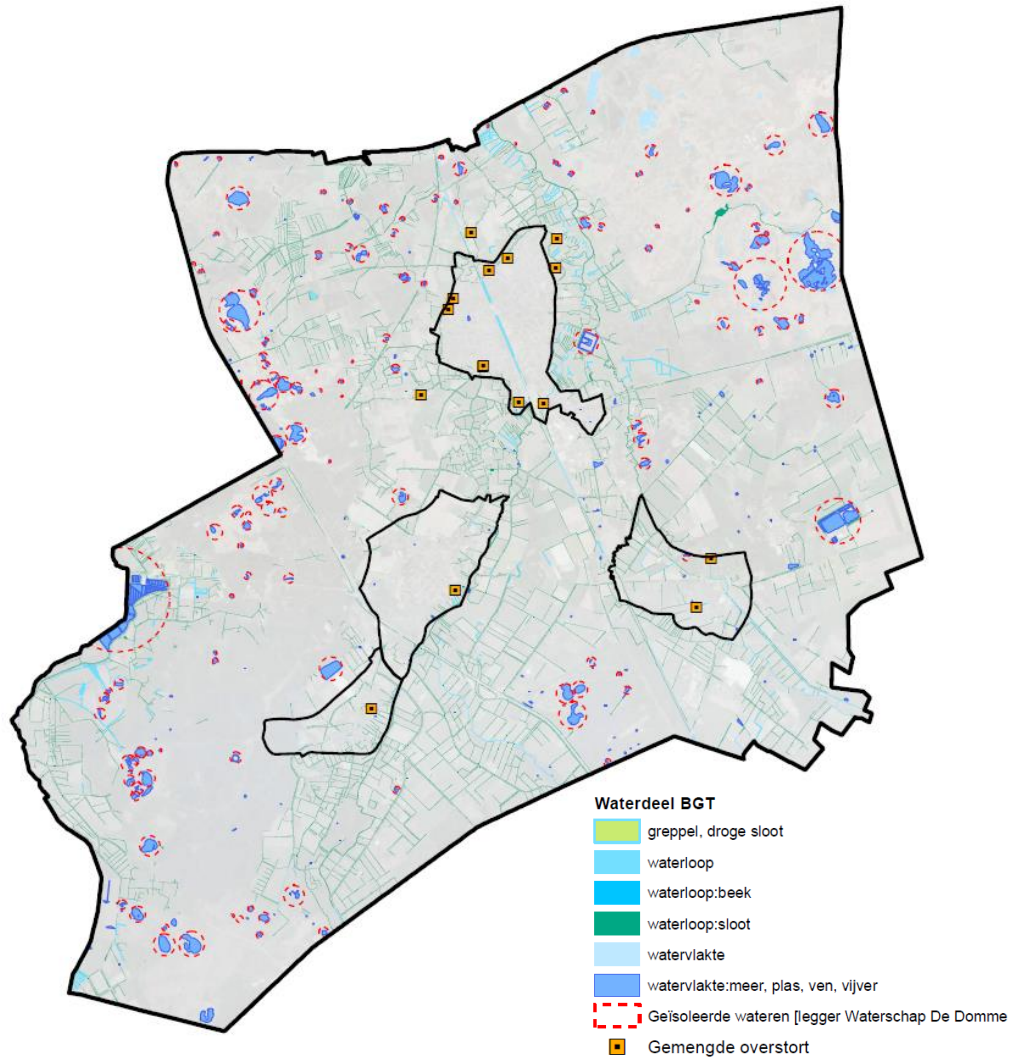
Waterschap de dommel heeft binnen de gemeente Heeze Leende geen meldingen van botulisme of blauwalg ontvangen. Wel is op viertal locaties (eenmalig) vissterfte geconstateerd. Deze bevinden zich rond de kern Sterksel (Figuur 8).



Figuur 8 Meldingen waterkwaliteit aangeleverd door waterschap De Dommel

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

In het figuur 9 zijn het oppervlaktewater en de locaties van gemengde externe overstorten in beeld gebracht. Met name op locaties waar externe overstorten lozen op geïsoleerd oppervlaktewater is de kans groter dat er botulisme, blauwalg of vogelsterfte optreedt. De kaart is in bijlage D2 ook in A3 formaat opgenomen.



Figuur 9: Potentiele knelpunten waterkwaliteit

3.5 Bodemdaling, zettingsgevoeligheid en funderingsschade

Bodemdaling

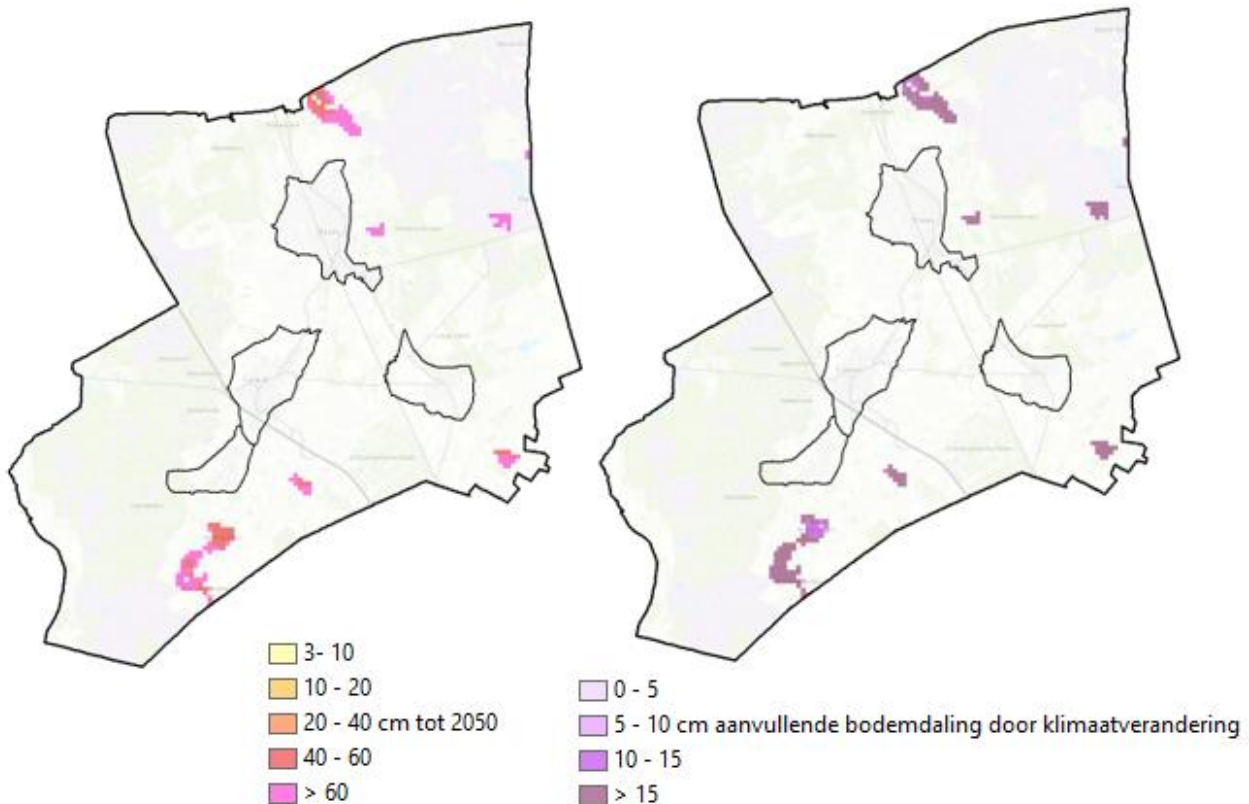
Funderingen op staal ondervinden hinder van een dalende grondwaterstand middels **bodemdaling**. Extreem lage grondwaterstanden kunnen leiden tot extra bodemdaling in klei- en veengebieden (PBL, 2011). Zowel staal als houten funderingen zijn kwetsbaar. Funderingen op staal kunnen gaan verzakken doordat een veranderende bodemsamenstelling zorgt voor een herverdeling van de belasting van de fundering op de ondergrond. Bij houten paalfunderingen kan bodemdaling leiden tot (ongelijke) zetting van de bodem waardoor negatieve kleeft 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 bij het ontwerpproces rekening mee gehouden met bovenstaande effecten waardoor deze niet gevoelig zijn voor de beschreven effecten.

Naast bebouwing kan ook niet of slecht gefundeerde infrastructuur beschadigd raken door verzakkingen als gevolg van bodemdaling. (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012).

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

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

Met name langs oppervlaktewater wordt in het huidige klimaat verwacht dat tot 2050 er tot meer dan 60 cm bodemdaling op kan treden. In klimaatscenario WH2050 wordt in deze gebieden aanvullend tot 15 cm bodemdaling berekend. De gebieden met bodemdaling liggen in het buitengebied (landbouw, bos, heide), de kernen (bebouwd gebied) zijn op basis van het beeld uit figuur 10 niet gevoelig voor bodemdaling.



Figuur 10: Bodemdaling huidige klimaat (links) en aanvullende bodemdaling door klimaatverandering (WH 2050); (bron: klimateffectatlas, geraadpleegd op 8 mei 2019)

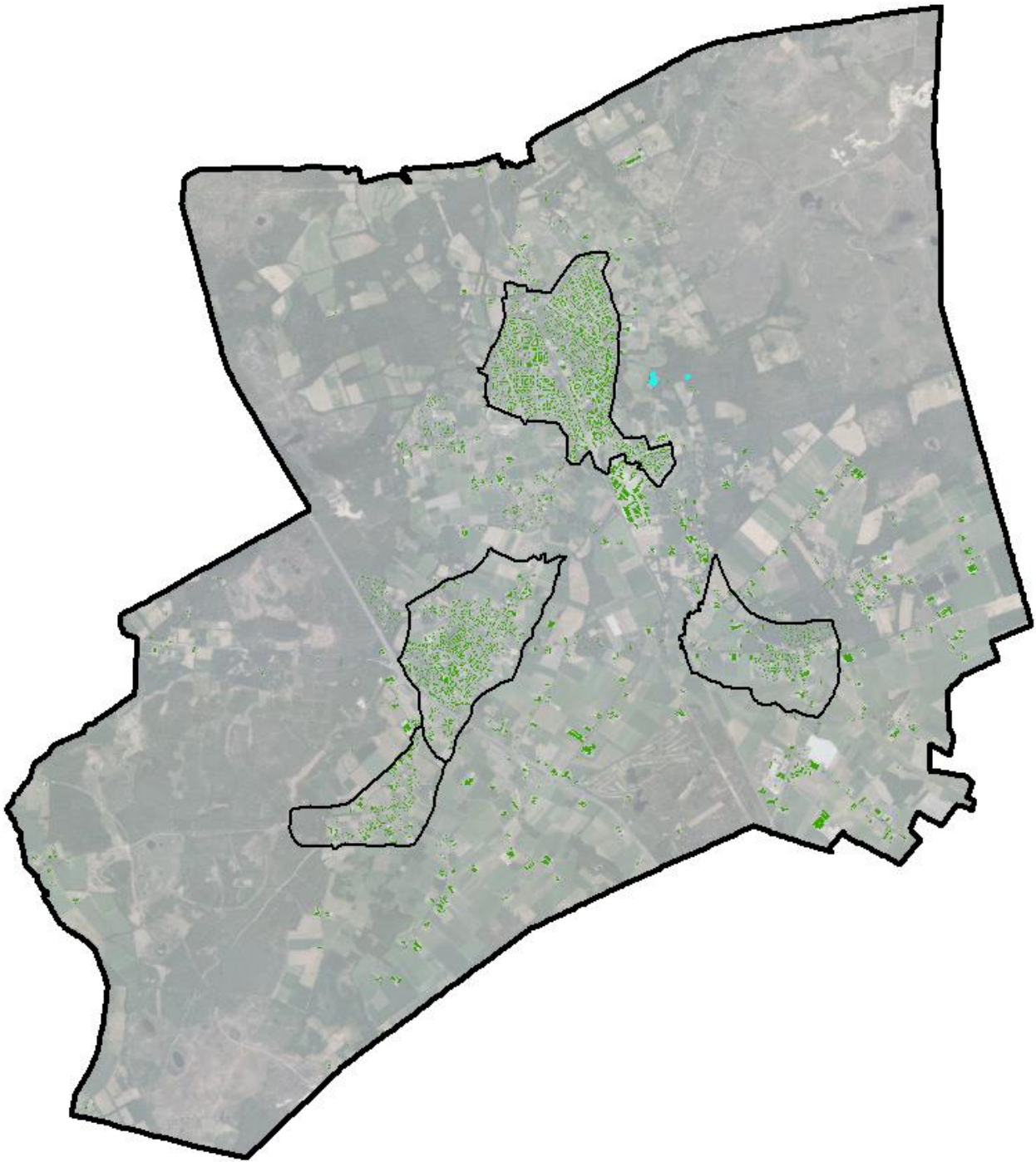
Funderingsschade als gevolg van paalrot

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

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

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

In figuur 11 zijn de panden van gemeente Heeze-Leende weergegeven op kaart. Op basis van de analyse komen de lichtblauw gekleurde panden als mogelijk kwetsbaar voor funderingsschade als gevolg van paalrot naar voren. Dit zijn een vijftal panden op veengrond, allemaal ter plaatse van kasteel Heeze. In Bijlage D1 is de kaart in A3 formaat opgenomen



Figuur 11: Kwetsbaarheid van panden voor funderingsschade als gevolg van paalrot (lichtblauw=kwetsbaar; groen=niet kwetsbaar)

4 HITTE

De zomer van 2018 was de warmste die is gemeten: in De Bilt was het 19 graden gemiddeld. Normaal is dat in de zomer 17 graden. Het record was tot dit jaar gevestigd in 2003, toen werd het gemiddeld 18,6 graden. Het warmst werd het op 26 juli in Arcen waar 38,2 graden werd gemeten, de op een na hoogste temperatuur die ooit in Nederland is vastgesteld. Er waren twee hittegolven en acht tropische dagen (30 graden en warmer), normaal zijn dat er twee. Dat blijkt uit cijfers van het KNMI. In Nederland ligt tijdens hittegolven het sterftcijfer 12% hoger dan normaal.

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 Heeze-Leende 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, thermisch infraroodbeeld, opwarming van oppervlaktewater en kwetsbare groepen voor hitte. Hierbij is gebruik gemaakt van de resultaten van de klimaateffectatlas, met uitzondering van het thermisch infraroodbeeld van de satelliet. De resultaten zijn opgenomen in Bijlage E.

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 anderen 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 gezondheidsklachten en vervroegde sterfte.

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

In Tabel 4 is de verwachting van het KNMI voor de ontwikkeling van het aantal zomerse en tropische dagen weergegeven.

Tabel 4: Ontwikkeling zomerse en tropische dagen in de omgeving van gemeente Heeze-Leende

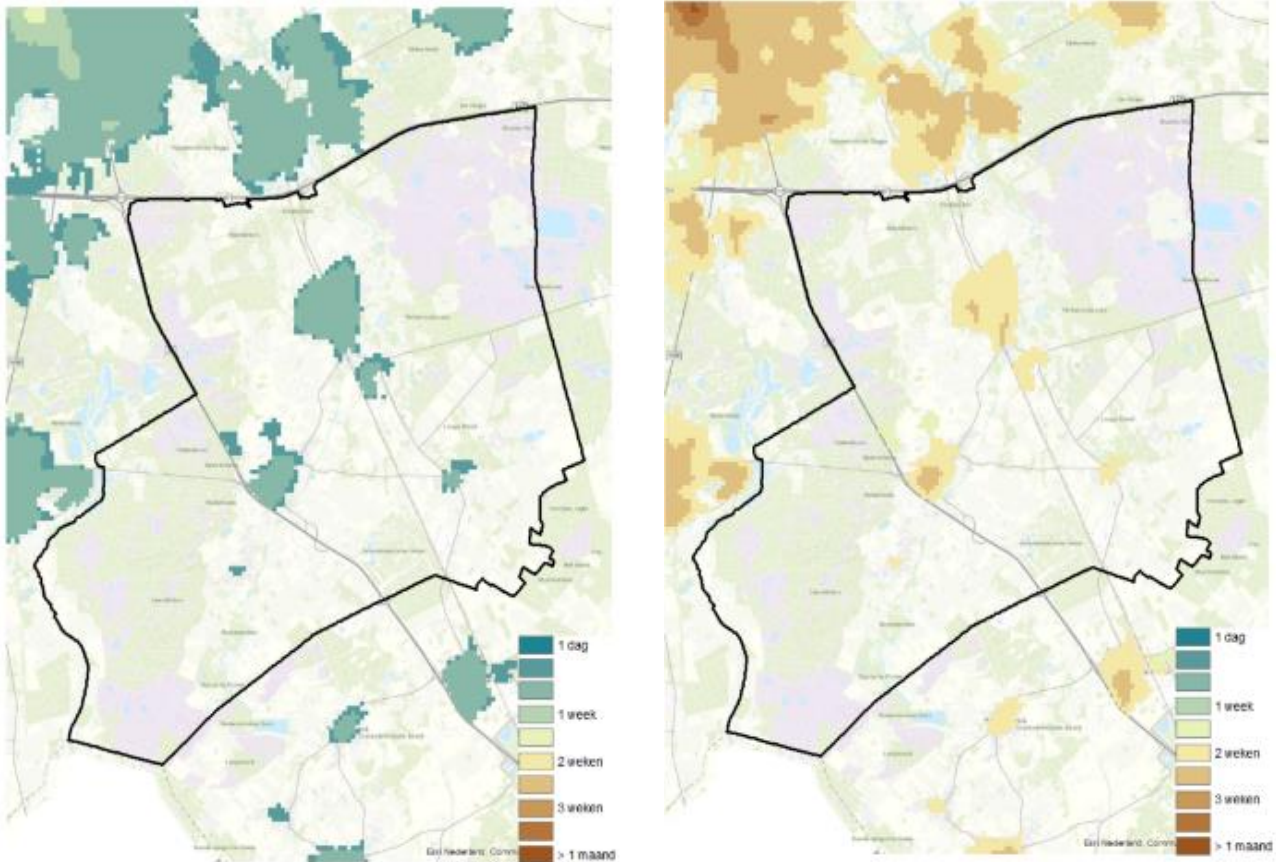
	Huidig	2050 WH Scenario
Aantal zomerse dagen (max. ≥ 25 °C)	30 – 40	50 - 60
Aantal tropische dagen (max. ≥ 30 °C)	6 – 9	15 - 18
Langste reeks opeenvolgende zomerse dagen	7 – 9	13 - 15

Afgaande op de KNMI-klimaatscenario'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. De ontwikkeling van het aantal tropische nachten is weergegeven in Figuur 12. In buurten met veel verharding is minder groen aanwezig met als gevolg minder verdamping. Hierdoor loopt de temperatuur verder op. Door de aanwezigheid van gebouwen en menselijke activiteit koelt het 's nachts ook minder snel af. Dit kan leiden tot de risico's of klachten beschreven in de inleiding.

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?



Figuur 12: Toename aantal tropische nachten / hittestress: huidig (links) en in 2050 (rechts) (klimaat-effectatlas, september 2017)

Het aantal tropische nachten per jaar ligt momenteel rond enkele dagen per jaar voor de kernen van gemeente Heeze-Leende. In 2050 zal dit in het meest extreme geval zijn gestegen tot meer dan 2 weken per jaar. De ruimtelijke kenmerken van bebouwde gebieden in het algemeen (veel verharding, weinig groen) dragen hier in grote mate aan bij. Hierdoor neemt de kans op de genoemde gezondheidsproblemen bij kwetsbare groepen en schade aan infrastructuur en gebouwen toe.

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. Daarbij moet in acht worden genomen dat de Landsat opname enkel de (ruwe) sensorwaarden bevat van de oppervlaktetemperatuur zoals gemeten door de satelliet. 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.

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

Ten opzichte van het landelijk gebied zijn in de kernen hogere temperatuurwaarden gemeten. Verder komen de kernen als relatief warm naar voren. Binnen kernen houdt verdere differentiatie met name verband met de mate van verhardingsgraad en de aan- of afwezigheid van vegetatie en water.

In het gemeentelijke warmtebeeld is te zien dat buiten de kernen een aantal akkers met hoge oppervlaktetemperaturen naar voren komen. De oorzaak hiervan is vermoedelijk dat deze ten tijde van de satellietopname braak lagen. Hierdoor is er weinig verkoelende verdamping en warmt de bodem op.

Kern Heeze

Het grootste hitte-eiland ligt in het zuiden van kern Heeze. Temperaturen lopen hier op tot ca. 40°C waardoor mogelijk sterke hittestress wordt ervaren. Dit wordt verklaard door de aanwezigheid van een groot bedrijventerrein met relatief veel verharding en weinig groen met als gevolg dat er weinig verdamping plaatsvindt en de bodem en omgeving opwarmt. Het is in de rest van de kern relatief minder warm dan het hitte-eiland in het zuiden van de kern, maar temperaturen lopen nog steeds op tot ca. 35°C en matige hittestress wordt ervaren. Daarnaast is in het noorden van de kern een koelere strook te zien. Hier zijn de temperaturen ca. 30°C. Deze relatief lager temperaturen zijn te verklaren door een groene strook rond de spoorlijn. In de groene strook verdampt meer en dit heeft een verkoelend effect op de omgeving.

Kern Leende

Er bevinden zich in de kern Leende een aantal hitte-eilanden, waarvan de meeste aan de rand van de kern op landbouwgronden liggen. Het enige hitte-eiland in de kern bevindt zich bij de kruising Kerkstraat en Dorpstraat. Temperaturen zijn hier rond de 35°C en matige hittestress wordt ervaren. Daarnaast zijn er wat koelere plekken in het noordwesten van kern Leende. De aanwezigheid van veel groen heeft een verkoelend effect op de omgeving vanwege de hoge verdamping. Temperaturen zijn hier dan ook een paar °C lager dan de omliggende gebieden en lichte hittestress wordt ervaren.

Kern Leenderstrijp

Leenderstrijp kent grofweg drie hitte-eilanden waar de temperaturen ca. 35-40°C zijn en sterke hittestress ervaren wordt. Het eerste hitte-eiland ligt in het westen van de kern ter hoogte van Camping De Zandberg. Op deze locatie is veel landbouwgrond aanwezig en zal ten tijden van de satellietopname braak geweest zijn. Het tweede hitte-eiland ligt ter hoogste van de kruising met de straten Klooster, Zaalstraat en Strijperstraat. Rond deze plek is wel enig groen (gras, geen bomen), maar ook veel verharding. Het laatste hitte-eiland ligt aan beide zijden van de Strijperstraat in het oosten van de kern Leenderstrijp. Ook hier is veel landbouwgrond aanwezig. Daarnaast valt het op dat rond de kern een koelere strook aanwezig is. Op basis van de luchtfoto kan opgemaakt worden dat een stuk bos een verkoelend effect heeft.

Kern Sterksel

In Sterksel is een duidelijke scheiding te zien. Ten zuiden van de Heezerweg en de Dreef bevindt zich een hitte-eiland waar de temperaturen ca. 35°C zijn. Ten noorden van de eerder genoemde straten liggen de temperaturen ca. 5°C lager. Dit verschil wordt verklaard door de aanwezigheid van een stuk bos in het noorden van de kern. Hier vindt meer verdamping plaats welke een verkoelend effect heeft op de omgeving.

4.4 Opwarming oppervlaktewater

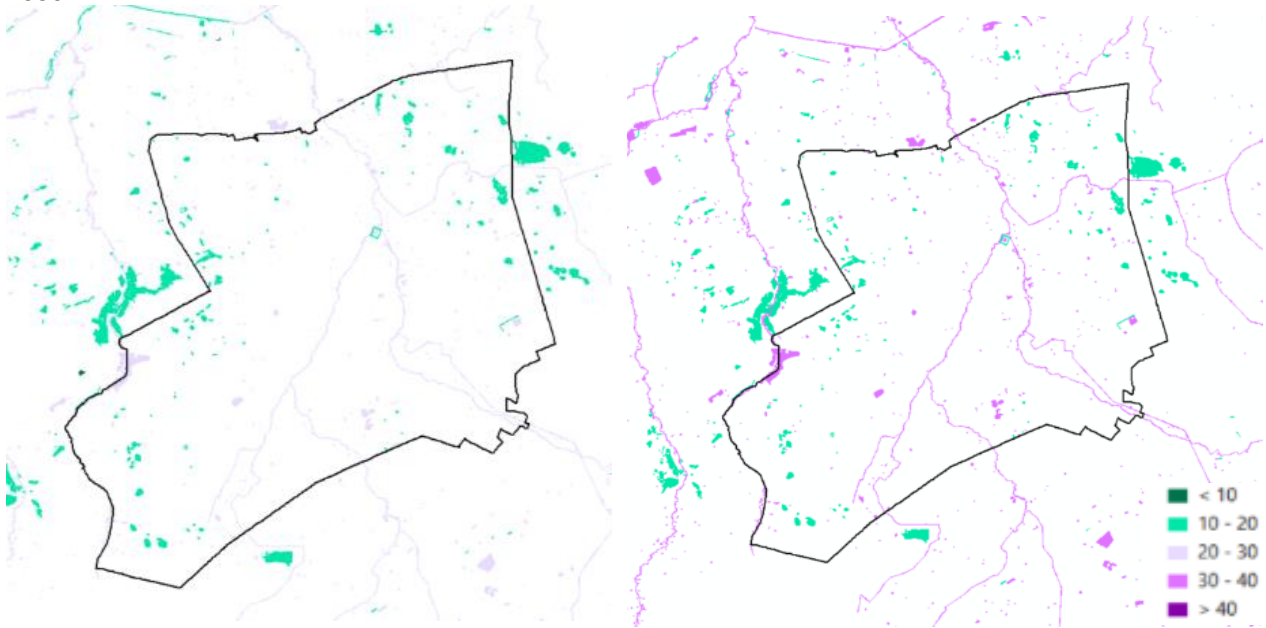
Een toename van zomerse en tropische dagen heeft gevolgen voor het oppervlaktewater. Tijdens langdurig warme periodes kan met name stilstaand oppervlaktewater sterk opwarmen. Ook bij langdurige droogte verdampt veel water, neemt het volume af en warmt water sneller op. Dit kan nadelige effecten hebben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

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

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



Figuur 13: Langste opeenvolgende reeks dagen met oppervlaktewater > 20 °C; huidig (links) en in 2050 (rechts) (klimaat-effectatlas, september 2017)

Tot 2050 is de verwachting dat het aantal opeenvolgende dagen waarop het oppervlaktewater warmer is dan 20 °C zal toenemen. Momenteel is er sprake van 20 tot 30 opeenvolgende dagen met oppervlaktewater boven deze temperatuur voor een aantal oppervlaktewateren binnen de gemeente. In klimaatscenario WH2050 zal dit voor een aantal oppervlaktewateren oplopen tot meer dan 30 opeenvolgende dagen. Zoals hierboven beschreven kan dit nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit.

4.5 Kwetsbare groepen voor hitte

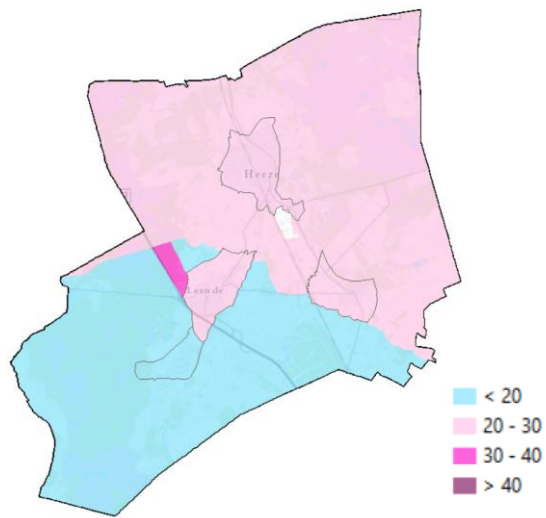
Of er hittestress ervaren wordt is sterk afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid. Gebieden met slecht geïsoleerde woningen en kwetsbare groepen zijn gevoeliger voor hittestress. Onder kwetsbare groepen vallen ouderen, baby's maar ook mensen met overgewicht en/of met hart- of bloeddrukproblemen. Tijdens hittegolven neemt de sterfte toe met ongeveer 12%. De meest gevoelige mensen voor hittegerelateerde ziekten en sterfte zijn ouderen boven de 75 en chronisch zieken, met name als zij hart-, ademhaling- en nieraandoeningen hebben (Kennispotaal Ruimtelijke Adaptatie).

Voor deze analyse is gebruik gemaakt van het kaartbeeld van de klimaat-effectatlas. Deze kaart toont het percentage inwoners per buurt die 65 jaar of ouder zijn (gebaseerd op CBS-gegevens uit 2016). Mensen met overgewicht of met hart- of bloeddrukproblemen zijn niet meegenomen in deze analyse omdat van hen de ruimtelijke spreiding niet inzichtelijk is.

Hoe kwetsbaar is gemeente Heeze-Leende?

Figuur 14 laat zien op welke locaties in gemeente Heeze-Leende veel ouderen wonen. Uit de kaart kan worden opgemaakt dat in de kernen Heeze en Leende 20 tot 30% van de inwoners 65-plusser is. Deze bevolkingsgroep is kwetsbaarder voor hitte.

De mate van isolatie van gebouwen, de klimaatbeheersing binnen gebouwen, en het menselijk gedrag van omgaan met hitte niet is meegenomen in deze analyse.



Figuur 14: Percentage ouderen (65+) per buurt

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 Heeze-Leende voor overstromingen is in beeld gebracht door de (ontwikkeling van de) volgende aspecten te bekijken: maximale overstromingsdiepte, overstromingskans en het percentage droge plekken bij een 'worst case' scenario. 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 Heeze-Leende voor overstromingen is in deze stresstest in beeld gebracht via de klimaateffectatlas. De kaarten laat zien welke gebieden kunnen overstromen en welke overstromingsdiepte maximaal kan optreden. Deze kaarten zijn gemaakt voor overstromingen vanuit primaire keringen, regionale keringen en buitendijkse gebieden.

Hoe kwetsbaar is de gemeente Heeze-Leende?

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

Wel kan er bij hevige neerslag inundatie optreden vanuit het lokale watersysteem (een overzicht van deze gebieden is opgenomen in bijlage C5). Omdat de berekende inundatie niet veroorzaakt wordt door doorbreken van primaire en regionale keringen is de nadere toelichting opgenomen in het hoofdstuk 'wateroverlast' (Hoofdstuk 2.3).

6 AANPAK SECTORANALYSE

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

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



Water en ruimte



Natuur



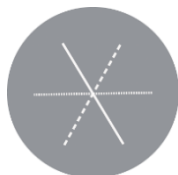
Landbouw, tuinbouw
en visserij



Gezondheid



Recreatie en
Toerisme



Infrastructuur (weg,
spoor, water en ook
luchtvaart)



Energie



IT en telecom



veiligheid

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

Per sector is een studie verricht waarin de directe en indirecte effecten zijn geïnventariseerd en de verschillende stakeholders zijn benoemd. Op basis hiervan is in navolgend hoofdstukken per sector de sector zelf omschreven, de directe en indirecte effecten per klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming).

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

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

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

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

Resultaten

Door het grote aantal factoren per sector en de invloed die deze op elkaar hebben is het niet haalbaar om deze op één overzichtskaart weer te geven. Om deze reden is en viewer ingericht met per sector alle informatie in lagen welke aan en uit gezet kunnen worden voor verschillende vergelijkingen. De viewer kan via onderstaande link benaderd worden:

[Vieweer resultaten sectoranalyse Heeze-Leende](#)

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 krijgen in adaptatie voor de sector zijn:

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

7.2 Effect klimaatverandering op 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 Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers		Voorlichting	 Bouwplaatsen
WR3 Toename kans op brand		Voorlichting, maatregelen	 Vegetatie, bermen, natuur, groene daken
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
WR4 Afname (zwem)waterkwaliteit		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Zwemwater de Fuut en Heezerenbosch, oppervlaktewater (Figuur 9)
Zachte winters			
WR5 Minder waterkwaliteitsproblemen door afname gebruik strooizout		-	 Oppervlaktewater nabij wegen
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR6 Toename verzilting door verdamping			 Verzilting hoofdzakelijk risico in West-Nederland
WR7 Toename druk op drinkwaterproductie			 Waterwingebied Groote Heide, wel toename druk op leidingen
WR8 Toename gebruik water en ruimte voor recreatie	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, Ecologische verbindingzones 
WR9 Toename vraag warmtebestendige gebouwen		Voorlichting	
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
WR10 Toename groenbeheer- en onderhoud door langer groeiseizoen onkruid		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Gemeentebreed
Hogere temperatuur oppervlaktewater en warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			

WR11 Mogelijke veranderingen ecologische waterkwaliteit en bouwbeperking door verschuiving soorten



Voorlichting




Gemeentebreed

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans/ bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater			
WR12 Afname watercontaminatie door verdunning vanwege toename neerslag			Oppervlaktewater
Extreme piekneerslag neemt toe			
WR13 Toename erosie en sedimentatie			
WR14 Toename schade aan gebouwen		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	Water op straat, zie paragraaf 2.2
WR15 Beperking bouwwerkzaamheden			Bouwplaatsen
Hogere luchtvochtigheid			
WR16 Corrosie gebouwen en waterwerken		Voorlichting,	Metalen damwanden, Waterkeringen, bebouwing
Extreme piekneerslag neemt toe, toename meerdaagse natte periodes			
WR17 blootstelling aan ziekteverwekkers bij water op straat		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	Wateroverlastgebieden paragraaf 2.2
WR18 Mogelijke verandering ecosysteem en ecologische waterkwaliteit		Voorlichting	Oppervlaktewateren en natuurgebieden
Extreme piekneerslag neemt toe, verandering kwaliteit oppervlaktewater			
WR19 Afname waterkwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		Voorlichting, (beleid)kader	o.a. locaties overstort

Droogte

Klimaatteffect	Kans/ Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Zeespiegelstijging, afname neerslag			
WR20 Verzilting oppervlaktewater en bodem			Verzilting hoofdzakelijk risico West-Nederland
Toename verzilting riviermonding, afname rivierafvoer zomer			
WR21 Verzilting innamepunten drinkwater			Waterwingebied Groote Heide
Drogere bodems in de zomer			
WR22 Druk op drinkwaterproductie en transport door toename watervraag		Voorlichting	Waterleidingen, Waterwingebied Groote Heide
WR23 Overstromingsrisico door drogere veendijken		Voorlichting	Geen veendijken aanwezig
Extremen nemen toe			
WR24 Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	Groenvoorzieningen
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
WR25 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	Oppervlaktewater, met name geïsoleerde waterpartijen
Toename bodemdaling			

WR26 Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling				Bodemdaling zeer beperkt tot nihil
WR27 Toename waterbeheer door bodemdaling		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel		Oppervlaktewateren en natuurgebieden
Toename verzilting grondwater				
WR28 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 			Verzilting hoofdzakelijk risico West-Nederland

7.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector water en ruimte toegelicht:

Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers

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

Afname (zwem)waterkwaliteit

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

7.4 Praktijkervaringen gemeente

Bij de bespreking van de sectoranalyse met de gemeente Heeze-Leende zijn enkele praktijkervaringen op het gebied van water en ruimte besproken en naar voren gekomen. De specifieke locatie hiervan is te vinden op het kaartmateriaal van de sectoranalyse beschikbaar in de [viewer](#).

- WR4 Afname (zwem)waterkwaliteit, WR19 Afname waterkwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater en WR25 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers: Blauwalg is geconstateerd bij het recreatiewater van Heezerenbosch in het westen van Heeze.
- WR26 Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling: Bodemdaling ter plaatse van Strohuls en de Grootte Aa (zijstraat van de Nieuwendijk).

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			 Agrarische gebieden
LTV2 Hittestress vee			 Veehouderijen
LTV3 Afname gewasopbrengsten			 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 opbrengstderiving door afname vorst		-	 Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw, Veehouderij (grasland)
LTV7 Toename overlevingskans exoten			
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
LTV8 Verschuiving warmteminnende aquatische soorten	 		  Oppervlaktewater
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
LTV9 Ziekten en plagen			 Agrarische gebieden

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename meerdaagse natte periodes			
LTV10 Bodemverdichting, afname bewerkbaarheid		-	
LTV11 Toename beschikbaarheid water		-	
Extreme piekneerslag neemt toe			
LTV12 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		Voorlichting	

LTV13 Toename risico uitval elektriciteitsvoorzieningen door inundatie		Voorlichting	!
LTV14 Verandering ecosysteem, verschuiving		Voorlichting	! ✓
Toename frequentie en intensiteit windstoten			
LTV15 Kansen zeevisserij door opwelling		Voorlichting	✗
Toename meerdaagse natte periode, Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)			
LTV16 Oogstschade landbouw		Voorlichting	!
LTV17 Toename ziekten en plagen		Voorlichting	!

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer			
LTV18 Afname beschikbaarheid zoetwater		Voorlichting	! Afname aanvoer beken (o.a.de Sterkselsche Aa en Grootte Aa)
LTV19 Vissterfte (zuurstoftekort/droogval)		Voorlichting	✗ Visserijsector in de gemeente is beperkt
Drogere bodems in de zomer			
LTV20 Oogstschade en afname gewasopbrengsten		Voorlichting	! Agrarisch gebied
LTV21 Waterschaarste en beregeningsverbod		Voorlichting	! Agrarisch gebied
Toename verzilting riviermonding			
LTV22 Verzilting innamepunten rivierwater		Voorlichting	✗
Toename verzilting grondwater in kuststreek			
LTV23 Kansen zilte teelt		Voorlichting	✗
Toename verzilting riviermonding, Drogere bodems			
LTV24 Verandering ecosystemen		Voorlichting	! ✓ Agrarisch gebied
Toename bodemdaling			
LTV25 Hogere kosten waterbeheer tbv landbouwproductie		Voorlichting	✗

8.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector landbouw, tuinbouw en visserij toegelicht:

Toename potentiële gewasopbrengsten

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

Afname gewasopbrengsten

Door de toename van extreme hitte kunnen ook de gewasopbrengsten afnemen (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018) (Meijs, et al., 2018). De optimumtemperatuur voor de meeste gewassen in Nederland is 20 graden. Wanneer het langdurig te warm is voor een gewas, zal het sneller afrijpen waardoor de kwaliteit en het volume van het gewas daalt (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). Hiermee daalt dus ook de opbrengst van het gewas. Ten eerste is dit klimaatteffect een bedreiging voor de subsector Veehouderijen

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

Hittestress vee

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

Waterschaarste en beregeningsverbod

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

Veranderingen ecosystemen

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

Afname bewerkbaarheid bodem

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

de bodem verwijderen en de toegankelijkheid van weilanden verminderen. Al met al vormen deze klimaateffecten dus bedreigingen voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw.

Toename ziekten en plagen

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

Opbrengstschade door overstroming

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

8.4 Effect klimaatverandering per gewastype in Heeze-Leende

Binnen de gemeente Heeze-Leende bestaat de sector landbouw voornamelijk uit veeteelt en bouwland. Bouwland bestaat voornamelijk uit mais (59%), consumptie aardappelen (10%) en asperges (5%). Door de temperatuurstijging wordt er een opbrengststijging berekend (Porter et al., 2014; Kovats et al., 2014). Naast kansen geldt dat er ook risico's zijn. Navolgend is de impact van klimaatverandering op deze gewassen beschreven op basis van "Open teelten en klimaatadaptatie in relatie tot de financiële weerbaarheid, Wageningen Universiteit, Jan Verhagen et al, 2018'.

Gras

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

Tabel 5: Relevante klimaatfactoren voor de productie van gras en de impact op het gewas.

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

Mais

Mais kan goed tegen warmte, maar heeft wel voldoende vocht nodig om te kunnen groeien. Extreme droogte remt dan ook de groei. Hevige regenval heeft effect op de groei van mais doordat het wortelstelsel niet goed functioneert en bij langdurig onderwater staan zal afsterven. Ook bij het rooien van het gewas kunnen extreem hevige regenbuien grote schade geven. In Tabel 6 is de impact van klimaatverandering op mais weergegeven.

Tabel 6: De klimaatfactor en de impact op de teelt van maïs.

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

Aardappelen

Aardappel is een financieel aantrekkelijk en tegelijkertijd klimaatgevoelig gewas. De belangrijkste klimaatfactoren, impact en schade zijn weergegeven in Tabel 7. De grootste klimaatrisico's voor aardappel zijn een nat voorjaar, nat najaar, en langdurig nat in de zomer. Deze hebben een hoge frequentie van voorkomen en hoge opbrengstderving.

Tabel 7: De klimaatfactor en de impact op de teelt van aardappelen (Schaap et al. 2009, 2014)

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

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

² Dit is geen opbrengstschade maar een schade die veroorzaakt wordt door kwaliteitsverlies.

Asperges

In de gemeente Heeze-Leende is 5% van de landbouw aspergeteelt (BRP, 2019). De gewaseigenschappen van asperges zijn niet opgenomen in "Open teelten en klimaatadaptatie in relatie tot de financiële weerbaarheid, Wageningen Universiteit, Jan Verhagen et al, 2018" en kan dus niet 1 op 1 vergeleken worden met andere referentiegewassen. Uit vergelijkbare studies komt naar voren dat asperges een gemiddelde watervraag hebben en bij droge zomers regelmatig beregend dienen te worden. Uit praktijkervaringen van telers blijkt ook dat de laatste warme zomers het oogstseizoen eerder plaatsvindt. Hierdoor blijven asperges kleiner en lopen omzetten terug. Mochten dit soort problemen zich in de toekomst blijven voordoen dan zal dit leiden tot aanzienlijke inkomstderving en zullen telers moeten omschakelen naar andere gewassen.

8.5 Praktijkervaringen gemeente

Bij de bespreking van de sectoranalyse met de gemeente Heeze-Leende zijn enkele praktijkervaringen op het gebied van landbouw, tuinbouw en visserij besproken en naar voren gekomen:

- LTV9 Ziekten en plagen en LTV18 Toename ziekten en plagen: Deze zijn herkend bij rotte aardappels in landbouwschuren door ratten;
- LTV19 Vissterfte (zuurstoftekort/droogval): Dit effect is herkend in beide visvijvers in Heeze en Leende. Daarnaast zit er westelijk in de gemeente, net ten oosten van de grens met de gemeente Valkenswaard, een kweekvijver/viskwekerij voor vissen ten behoeve van het uitzetten van vissen, waar dit mogelijk een probleem zou kunnen vormen (niet bekend);
- LTV22 Waterschaarste en beregeningsverbod: De Dommel heeft een beregeningsverbod voor de landbouw in tijden van droogte.

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 als maatschappelijke zorg. De volgende subsectoren zijn relevant voor klimaatverandering:

- Medisch- specialistische zorg (ziekenhuizen en specialistenpraktijken)
- Geestelijke gezondheidszorg (Psychiatrie, ambulante geestelijke gezondheidszorg, verslavingszorg)
- Huisartsenzorg
- GGD (gezondheidsmonitor)
- 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 Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme nemen toe			
G1 Toename hitte gerelateerde klachten		voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Verpleeg- en verzorgingshuizen Ziekenhuizen, Kinderopvang Basisscholen, Huisartsen
G2 Afname kwaliteit nachtrust		voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Paragraaf 4.2, Gemeentebreed. Onder andere kinderopvang, scholen (basis-, middelbaar en beroepsonderwijs), Verpleeg- en verzorgingshuizen, arbeidsproductiviteit in het algemeen
G3 Toename kans op brand		Voorlichting	 Gemeentebreed
G4 Toename risico's voor grote evenementen		voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Brabantse Dag, kermis.
G5 Toename druk op medische hulpdiensten		voorlichting	Ambulance, EHBO, huisartsen, ziekenhuizen
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
G6 Toename luchtverontreiniging door ozon		Voorlichting	 Gemeentebreed, huisartsen, ziekenhuizen
G7 Toename kans op huidkanker en staar door toename blootstelling UV-straling		Voorlichting	 Gemeentebreed
G8 Toename behoefte aan koeling		voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Ziekenhuizen, Huisartsen, verpleeg- en verzorgingstehuizen, Kinderopvang
G9 Toename alcohol- en drugsgebruik		voorlichting/ beleidskader	 Cafés, restaurants, Evenementenlocaties

G10 Verandering voedsel overdraagbare infecties	♥	Voorlichting	!	Huisartsen, ziekenhuizen, bevolking
G11 Risicotename verdrinking door toename waterrecreatie	♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	Zwemwater de Fuut en Heezerenbosch
G12 Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijk recreatie ruimte	♥♥	voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	! ✓	Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, ecologische verbindingzones
G13 Mogelijke toename ziekten en plagen in de landbouw	♥	Voorlichting	!	Bewoners in agrarisch gebied, boeren/werknemers
Groei seizoenen begint eerder en duurt langer				
G14 Stijging aantal allergiedagen	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
Verschuiving klimaatzones				
G15 Toename vector overdraagbare ziekteverwekkers	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
G16 Toename kans ziekten door water overdraagbare infectieziekten	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
Zachte winters				
G17 Toename overlevingskans insecten en exoten	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
G18 Daling sterftecijfer tijdens winter	♥♥	-	✓	Hoofdzakelijk ouderen
G19 Minder ongevallen en doden door gladheid en ijzel	♥♥	-	✓	Gemeentebreed

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente	
Toename meerdaagse natte periodes				
G20 Afname luchtverontreiniging fijnstof	♥♥		✓ Kinderopvang, verzorgingstehuizen	
Verandering kwaliteit oppervlaktewater				
G21 Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater (verdunning door neerslag en toename overstorten)	♥♥	Voorlichting	✓ ! Oppervlaktewater/locatie riooloverstort, Figuur 9	
Verandering kwaliteit oppervlaktewater, Toename meerdaagse natte periodes,				
G22 Verandering ziekten en plagen	♥	Voorlichting maatregelen	! Oppervlaktewater/riooloverstort Figuur 9	
Extreme piekneerslag neemt toe				
G23 Toename blootstelling water overdraagbare ziekteverwekkers	♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Oppervlaktewater + gemengd rioelstelsel Figuur 9	
G24 Schade en vocht gebouwen en voertuigen en lichamelijk letsel	♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Wateroverlastlocaties paragraaf 2.2	
G25 Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten	♥	Voorlichting, beleidskader, maatregelen	! Onbereikbare wegen bij water op straat, ziekenhuizen overige zorgverleners, paragraaf 2.2	
Extreme piekneerslag neemt toe, Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)				
G26 Risico's buitenevenementen	♥	Voorlichting/ beleidskader, maatregelen	! Carnaval, Koningsdag	
G27 Toename uitval elektriciteitsvoorzieningen	♥	Voorlichting/ beleidskader, maatregelen	! Ziekenhuizen, overige zorglocaties	
Extreme piekneerslag neemt toe, Hogere luchtvochtigheid				

G28 Toename huisstofmijtallergie en schimmel



Voorlichting



Algemeen

Droogte

Klimaat ­ effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	✓ kans aanwezig ! bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Drogere bodems in de zomer			
G29 Toename kans op brand		Voorlichting, maatregelen	! Natuurgebieden, bermen, (recreatief) groen.
Drogere bodems in de zomer, Toename verzilting grondwater in kuststreek			
G30 Verandering ecosysteem en verschuiving soorten		Voorlichting Maatregelen	✓ ! Gemeentebreed (specifiek natuurgebieden)
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
G31 Hogere blootstelling water overdraagbare infectieziekten		Voorlichting, maatregelen	! Zwemwaterlocaties de Fuut en Heezerenbosch, Figuur 9
Toename fijnstof			
G32 Toename lucht overdraagbare infectieziekten en toename fijnstof		Voorlichting	! Geriatrische verpleeg- en verzorgingshuizen, kinderopvang
Afname neerslagsom			
G33 Afname verkeersongelukken wegtransport			✓ Algemeen
Toename bodemdaling veengebieden			
G34 Toename blootstelling pollen		Voorlichting	! Hooikoortsklachten

9.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector gezondheid toegelicht:

Hitte gerelateerde klachten

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

Afname kwaliteit nachtrust

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

op obesitas met 150% en ontwikkelen baby's met slaapproblemen op latere leeftijd meer gedragsproblemen (Leone, et al., 2018).

Dit effect is dus een bedreiging voor de volksgezondheid en kan door een verminderde arbeidsproductiviteit ook een economische impact hebben (scholen, bedrijven).

Toename alcohol- en drugsgebruik

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

Kansen door meer gebruik natuur, openbaar groen stedelijk recreatie ruimte

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

Water overdraagbare infectieziekten

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

Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater

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

Risico's buitenevenementen

De toename van piekneerslag en de toename van frequentie en intensiteit van windstoten, bliksem en hagel veroorzaken toenemende risico's voor buitenevenementen (Meijs, et al., 2018). Ten eerste belemmeren de weersextremen, voornamelijk water op straat, de mobiliteit van bezoekers en personeel. Ten tweede kunnen

paniek en het omvallen en beschadigen van objecten (podia, geluid- en lichtmasten) lichamelijk letsel veroorzaken. Ook kan blikseminval brand veroorzaken. Tot slot lopen bezoekers en personeel bij piekneerslag en door wind en hagel een verhoogde kans op verkoudheid en onderkoeling. Mogelijk is evacuatie nodig om deze risico's voor de fysieke veiligheid van bezoekers en personeel te verkleinen. Wederom vormen zieken, jonge kinderen, ouderen en zwangere vrouwen de kwetsbare groep voor deze risico's.

Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten

Naast de energie-infrastructuur veroorzaakt 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.

9.4 Praktijkervaringen gemeente

Bij de bespreking van de sectoranalyse met de gemeente Heeze-Leende zijn enkele praktijkervaringen op het gebied van gezondheid besproken en naar voren gekomen:

- G1 toename hitte gerelateerde klachten: Bij basisschool de Talentoren in Sterksel zijn klachten ten aanzien van hitte geregistreerd tijdens de zomer van 2018;
- G3 toename kans op brand: De heidegebieden (o.a. de Strabrechtse Heide en de Groote Heide) zijn hier als specifiek aandachtspunt benoemd.
- G8 toename behoefte aan koeling: Het gebruik van airco's leidt tot klachten van geluidsoverlast. Tijdens evenementen is hierbij de Brabantse Dag en de jaarlijkse kermis in Heeze en Leende genoemd;
- G17 toename overlevingskans insecten en exoten: De eikenprocessierups is hier onderstreept (met name in het buitengebied) als specifiek aandachtspunt. De recente landelijke ervaringen in de maanden juni en juli 2019 hebben dit bevestigd. Daarnaast zijn muggen als aandachtspunt genoemd;
- G22 verandering ziekten en plagen: Hierbij is als specifiek aandachtspunt ratten bij de overstortlocaties genoemd.
- G34 Toename blootstelling pollen: Door de aanwezigheid van veel groen, bos en heide is deze ook in de praktijk herkend in Heeze-Leende.

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
Extremen nemen toe			
RT1 Toename risico voor grote evenementen		Voorlichting/ beleidskader	 Buitenevenementen met kwetsbare groepen zoals ouderen/kinderen, Brabantse dag, kermis
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
RT2 Toename gezondheidsrisico's waterrecreatie		Voorlichting	 Zwemwaterlocaties de Fuut en Heezeerenbosch
RT3 Verandering (sport)visserij	 	Voorlichting	  Visvijver Heeze en visvijver Leende
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	 Evenementenlocaties, cafés, restaurants
Zachte winters			

RT7 Afname winterse activiteiten



Voorlichting/advies



Schaatslocaties, winterevenementen

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	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	Ter plaatse van externe gemengde overstorten

Droogte

Klimaat effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer zomer			
RT11 Vervoersbeperking scheepvaart			Vaarwater
RT12 Toename inzet beregeningsverbod/ droogteplan bij zwembaden, dierentuin, golflocaties		Voorlichting	
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
RT13 Verandering (sport)visserij			Visvijver Heeze en visvijver Leende
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	Natuurgebieden, vooral heidegebieden (o.a. Strabrechtse Heide, Groot e Heide)

10.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector recreatie en toerisme toegelicht:

Toename risico voor grote evenementen

De toename van extreme hitte veroorzaakt een toename van het risico op hittestress voor grote evenementen (Meijs, et al., 2018). Grote evenementen zijn extra kwetsbaar voor hittestress vanwege het grote aantal mensen en de hoge dichtheid van mensen. Het risico verschilt per type evenement. De aanwezigheid van kwetsbare groepen (ouderen, kinderen, zieken, zwangere vrouwen) is risico verhogend. Evenals de mate van fysieke inspanning, denk aan populaire muziek- en sportevenementen (wandelen, hardlopen, dansen,

spelende kinderen). Naast de bezoekers legt de hitte ook een grotere druk op de organisatie van het evenement en het personeel dat er werkt. Het risico op hittestress kan leiden tot een lager bezoekersaantal omdat mensen uit voorzorg niet komen of sneller weer vertrekken. Het risico kan zelfs leiden tot annulering van het evenement. Hierdoor vormt de hitte een bedreiging voor de economische haalbaarheid van evenementen voor de organisatoren. Tevens veroorzaken de toename van extreme piekneerslag en de toename van de frequentie en intensiteit van wind, bliksem en hagel een toename van risico's voor buitenevenementen (Meijs, et al., 2018).

Minder waterrecreatie door gezondheidsrisico's

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

Ten tweede veroorzaakt de hogere watertemperatuur een toename van ziekteverwekkers (micro-organismen) in oppervlaktewateren zoals blauwalg (Meijs, et al., 2018). Als gevolg van dit gezondheidsrisico zal waterrecreatie, zeker voor zwemmers, afnemen. De aanraking met bepaalde algensoorten via de huid, de ogen of door het inslikken van water kan namelijk leiden tot maag-, darm- en huidklachten (de Jonge, 2008).

Ten derde zullen de ziekteverwekkers niet alleen toenemen, maar zal ook de blootstelling aan ziekteverwekkers toenemen waardoor het gezondheidsrisico wordt vergroot (Meijs, et al., 2018). De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes veroorzaakt namelijk een toename van waterrecreatie. Naast oppervlaktewateren kunnen ziekteverwekkers ook aanwezig zijn in het water van bedriegertjes. Bedriegertjes (vloerfonteinen) worden vaak toegepast in openbare ruimte als decoratie, speelgelegenheid voor kinderen en vanwege het verkoelende effect van de waterdamp. Volgens de Man-van der Vliet (2014) zijn de infectierisico's voor eenmalige blootstelling aan bedriegertjes zelfs hoger dan voor zwemmen. Meer hitte heeft dus als gevolg dat mensen vaker verkoeling zoeken in het water en vaker het risico lopen op water overdraagbare ziektes.

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

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

Verandering (sport)visserij

Naast hitte vormt ook droogte een bedreiging voor de (sport)visserij. De afname van de rivierafvoer in de zomer veroorzaakt namelijk ook verlies van habitat en soorten (Meijs, et al., 2018). Vissterfte ontstaat door lagere waterstanden, droog liggende beken en sprengen en een zuurstoftekort door een gebrek aan hemelwatertoevoer (Sportvisserij Nederland, 2018). Zo zijn grote getalen vissen van beschermde soorten (beekprik, elrits, beek- en rivierdonderpad) verloren gegaan tijdens de grote droogte van de zomer van 2018 (Sportvisserij Nederland, 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.

10.4 Praktijkervaringen gemeente

Bij de bespreking van de sectoranalyse met de gemeente Heeze-Leende is de volgende praktijkervaring op het gebied van recreatie en toerisme besproken en naar voren gekomen:

- RT5 Toename toerisme en recreatie: Er is een toename geconstateerd in recreatie in de buitengebieden tijdens warmere zomers (trek van de stad naar het land).

11 SECTOR INFRASTRUCTUUR

11.1 Definitie sector

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




















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

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

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
Extremen nemen toe			
<i>I1 Toename kans op ongelukken door verminderde concentratie</i>		Voorlichting	 Bestuurders
<i>I2 Hinder spoorverkeer door oververhitting elektrotechnisch systeem</i>			
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
<i>I3 Toename schade wegdek wegnent</i>		Voorlichting, maatregel, (beleid)kader	 Asfaltwegen
<i>I4 Beperking vliegverkeer door schade</i>		-	 Geen vliegveld
<i>I5 Hinder spoorverkeer door vervorming en spatten rails, wissels en slecht sluitende bruggen</i>		-	
<i>I6 Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen</i>		-	 Geen beweegbare bruggen
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
<i>I7 Afname ijshinder scheepvaart</i>			 Geen scheepvaart
Zachte winter			
<i>I8 Minder gebruik strooizout wegen, minder onderhoud</i>			 asfaltwegen

I9 Minder (dodelijke) ongevallen door gladheid en ijzel



Wateroverlast

Klimaat ­ effect	Kans Bedrei ging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
I10 waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	(hoofd)wegen
I11 Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	(hoofd)wegen
Toename frequentie en intensiteit wind			
I12 Hinder scheepvaart door wind			
I13 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	Spoor – en (hoofd)wegen
Toename frequentie en intensiteit wind en bliksem			
I14 Hinder vliegverkeer door wind en bliksem			
Toename frequentie en intensiteit bliksem			
I15 Hinder spoorverkeer door bliksem			Spoor

Droogte

Klimaat ­ effect	Kans Bedrei ging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	kans aanwezig bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer zomer			
I16 Beperking scheepvaart		Voorlichting	
Drogere bodems in de zomer			
I17 Hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden		Voorlichting, (beleid)kader, maatregelen	Spoor – en (hoofd)wegen
Toename bodemdaling			
I18 Meer onderhoud en schade door bodemdaling			

11.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector infrastructuur toegelicht:

Ongelukken door verminderde concentratie

Door de toename van extreme hitte neemt de kans op hittestress bij personen toe en één van die hitte gerelateerde klachten is een verminderde concentratie. Zo kan deze klacht optreden doordat de ruimte in het voertuig lastiger gekoeld kan worden en/of door de slechte nachtrust tijdens te warme nachten. Dit geldt voor zowel de bestuurders van kranen in havens als bestuurders op wegen en spoorwegen (Maas & Vogel, 2014). De kans op ongelukken neemt dus toe en daarom vormt dit klimaat­effect een bedreiging voor de subsectoren wegen, spoorwegen en vaarwegen.

Schade wegdek wegnen

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes vergroot de kans op schade van het wegdek van het wegnen (Meijs, et al., 2018) (Bollinger, et al., 2014) (Maas & Vogel, 2014). Bij hoge temperaturen kan de asfaltlaag zacht worden en vervormen, waarbij het toenemende reliëf voor gevaarlijke situaties kan zorgen. Volgens Maas & Vogel (2014) 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 (Bollinger, et al., 2014). Als gevolg hiervan kan de verkeersdruk op andere routes toenemen en kunnen extra verkeersinformatievoorziening en herstelwerkzaamheden van de schade tot hogere kosten leiden. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de subsector wegen.

Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen

Beweegbare bruggen vormen een belangrijke schakel in de doorstroming van weg- en vaarwegverkeer. Door de toename van warme zomers en meerdaagse warme periodes neemt de kans op slecht sluitende en vastzittende bruggen dus toe door de uitzetting van metalen onderdelen (Maas & Vogel, 2014). 'Bruggen haperen al bij een buitentemperatuur van 30-35 graden' (Maas & Vogel, 2014, p. 28). Dit vormt een bedreiging voor de subsector wegen en vaarwegen omdat het verkeersopstoppingen kan veroorzaken, met een mogelijke toename van verkeersdruk op andere routes en herstelkosten als gevolg.

Minder gebruik strooizout wegen

Een ander bijkomend voordeel voor de sector tijdens milde winters is de afname van het gebruik van strooizout (Meijs, et al., 2018). Door minder gladheid en ijzel is dit immers minder vaak nodig wat inspanning en kosten van onderhoud kan besparen. Strooiwagens hoeven minder vaak te rijden en door minder vorst-dooi overgangen neemt het onderhoud van het wegdek af. Zo kan zeer open asfaltbeton (ZOAB) minder goed tegen die overgangen waardoor dit type wegdek minder onderhoud nodig heeft (Maas & Vogel, 2014). Dit klimaateffect vormt dus een kans voor de subsector wegen.

Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur

Door de toename van extreme piekneerslag kunnen wegen, spoorwegen, tunnels, havens en vliegvelden sneller onder water komen te staan wanneer de hoeveelheid hemelwater onvoldoende kan worden afgevoerd (Meijs, et al., 2018) (Maas & Vogel, 2014) (Bollinger, et al., 2014). Hierdoor neemt de toegankelijkheid en daarmee de capaciteit van deze infrastructuur af, wat kan leiden tot verkeersopstoppingen en vertragingen. De inundatie kan de fysieke infrastructuur beschadigen, ongelukken veroorzaken en de druk op andere verkeersroutes verhogen. Zo stellen Maas & Vogel' (2014, p. 28): 'Schade aan weginfrastructuur treedt op bij hevige regenval van 100-150mm/24 uur of meer.' Het afzetten van verbindingen, verkeersinformatievoorziening en herstelwerkzaamheden verhogen kosten en vergroten de druk op infrabeheerders. Dit klimaateffect vormt dus een bedreiging voor de totale sector.

Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur

Bij een overstroming vallen de verbindingen in het overstroomd gebied uit waardoor de bereikbaarheid van gebieden afneemt, vooral bij wegen, spoorwegen en luchthavens (Bollinger, et al., 2014) (Maas & Vogel, 2014) (Meijs, et al., 2018). Vanwege de veiligheid kunnen verbindingen worden afgesloten en kan verkeer worden gestremd om evacuatielroutes gereed te maken. Zo is er volgens Maas & Vogel (2014) 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.

11.4 Praktijkervaringen gemeente

Bij de bespreking van de sectoranalyse met de gemeente Heeze-Leende zijn enkele praktijkervaringen op het gebied van infrastructuur besproken en naar voren gekomen:

- I3 Toename schade wegdek wegnen: "Smelten" asfalt van de Geldropseweg is gemeld in de zomer van 2018;
- I10 Waterschade en afname beschikbaarheid: De Nieuwendijk in Heeze is ten tijde van wateroverlast (hoge standen Aa) niet bereikbaar;

- I10 Waterschade en afname beschikbaarheid: De Valkenswaardseweg in Leende is ten tijde van wateroverlast niet beschikbaar;
- I10 Waterschade en afname beschikbaarheid: Leenderstrip is geïsoleerd ten tijde van hevige regenval en hoge waterstanden in de Aa. De tunnel onder de A2 die Leenderstrip met Leende verbindt loopt onder en in het oosten is de Strijperdijk door hoge waterstanden in de Aa niet meer bereikbaar.
- I12 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten, I14 Hinder spoorverkeer door bliksem en I16 hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden: Hierbij is als specifiek aandachtspunt genoemd het uitzetten van de rails tijdens de hitte en het gevaar van bermbranden of blikseminslag in trafo's naast de rails voor de kern Heeze. Het spoor loopt dwars door de kern Heeze en ook het centrum heen, in tegenstelling tot in veel andere gemeenten.

12 SECTOR ENERGIE

12.1 Definitie sector

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





















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

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

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	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
E1 Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische thermische energiecentrales		Voorlichting	  Electriciteitsleidingen, geen thermische energiecentrales
E2 Lager hangende hoogspanningskabels		Voorlichting	 Hoogspanningsleidingen in westen kern Heeze en landelijk gebied
E3 Vaker uitval door 'brownout' (uitval door te hoge vraag)		Voorlichting	 Elektriciteitscentrales
E4 Beperking thermische energiecentrales door warmer koelwater		Voorlichting	 Geen energiecentrales in Heeze-Leende
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
E5 Kans en zonne-energie			 Gemeentebreed
E6 Kans en biogas			 Gemeentebreed
Zachte winter			
E7 Lagere energievraag voor verwarmen			 Gemeentebreed
E8 Afname ijsaanwas windturbines			 Geen windturbines in Heeze-Leende

E9 Afname ijsaanwas hoogspanningsleidingen  Hoogspanningsleidingen in westen kern
Heeze en landelijk gebied

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
E10 Uitval elektriciteit door inundatie		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	 Elektriciteitscentrales, koppel-, schakel-, en transformatorstations, zonnepanelen, geothermische voorziening
Toename frequentie en intensiteit wind			
E11 Stormschade bovengrondse energie en		Voorlichting	 Hoogspanningsnetwerk, Zonneparken
E12 Toename afschakelen windturbines bij storm		-	 Windturbines
E13 Kanssen windenergie		Voorlichting, beleidskader	 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. 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 infrastructuur			 Bovengrondse energieinfrastructuur

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Drogere bodems in de zomer			
E18 Minder capaciteit ondergrondse elektriciteitsleidingen		-	 Ondergrondse elektriciteitsnetwerk
Toename bodemdaling			
E19 Beschadiging kabels door zetting bodem		-	 Zie Figuur 10 en Figuur 11
Afname rivierafvoer zomer			
E20 Minder koelwater voor elektriciteitscentrales			
E21 Beperking waterkrachtcentrales			

12.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector energie toegelicht:

Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales

Hitte vormt een bedreiging voor de capaciteit van elektriciteitsleidingen (ondergronds en bovengronds) en thermische energiecentrales. Door de toename van extreme hitte neemt de weerstand, in zowel de leidingen als in de centrales, toe waardoor energieverlies groter wordt. De capaciteit en daarmee ook de efficiëntie nemen hierdoor af (Bollinger, et al., 2014) (Rademaekers, van der Laan, Boeve, & Lise, 2011). Dit vermindert de capaciteit van het totale elektriciteitsnetwerk waardoor het vatbaarder is voor storingen en uitval, met de financiële schade (kosten compensatie uitval) als gevolg. Tevens kan de verminderde capaciteit van thermische energiecentrales leiden tot een hogere energieprijis (Bollinger, et al., 2014). 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 (HoogspanningsNet-a, n.d.).

Toename energievraag door koeling

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes veroorzaakt een toename van de koelbehoefte waardoor de energievraag stijgt (Bollinger, et al., 2014) (Meijs, et al., 2018). De hitte bevordert de aanschaf en het gebruik van koeltechnologie zoals airconditioningsystemen en ventilatoren. De toename van de vraag draagt bij aan de verhoging van de piekvraag in het energienetwerk waardoor de mate van overbelasting van het netwerk toeneemt. Als gevolg kan enerzijds de energieprijis stijgen en kan anderzijds de kans op storingen en uitval worden vergroot met de financiële schade (kosten compensatie uitval) van dien (Bollinger, et al., 2014).

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 (Bollinger, et al., 2014) (Meijs, et al., 2018) (Rademaekers, van der Laan, Boeve, & Lise, 2011). 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 (Vogel, Luijf, Maas, Dijkema, & Zielstra, 2014). Ook kan inundatie van zonnepanelen (incl. transformator en bedrading) en geothermische energievoorziening leiden tot onbruikbaarheid (Rademaekers, van der Laan, Boeve, & Lise, 2011). 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 (Vogel, Luijf, Maas, Dijkema, & Zielstra, 2014).

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 (Rademaekers, van der Laan, Boeve, & Lise, 2011). 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.

12.4 Praktijkervaringen gemeente

Hier zijn geen specifieke aandachtspunten naar voren gekomen.

13 SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM

13.1 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.

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	aanwezig ! bedreiging aanwezig X 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 'brownout'	@	-	!
IT4 Uitval en storingen door biologische besmettingen in airconditioning	@	-	! ICT apparatuur met waternevelairconditioning

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig ! bedreiging aanwezig X Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
IT5 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur	@	-	! Gemeentebreed
IT6 Beperking satellietcommunicatie,	@	-	! 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 schadeantennemasten	@	-	!	Ter plaats 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	@		!	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-	@		!	Gemeentebreed
Toename bodemdaling				
IT16 Beschadiging kabels door zetting bodem	@		!	Zie Figuur 10 en Figuur 11
Lagere luchtvochtigheid				
IT17 Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	@		!	Gemeentebreed
Afname bruikbaar water door slechte oppervlaktewaterkwaliteit				
IT18 Verandering kwaliteit oppervlaktewater	@		X	Geen datacenters

13.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector IT en telecom toegelicht:

Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur

De toename van extreme hitte, droogte en extreme piekneerslag veroorzaakt een verslechtering van de conditie van fysieke ICT-infrastructuur (alle typen). Door de hoge temperaturen en de sterkere temperatuurafwisseling verouderen componenten van de fysieke infrastructuur sneller (Luijf & van Oort, 2014). 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 (Luijf & van Oort, 2014). 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 (Luijf & van Oort, 2014). Deze type 4 objecten (m.u.v. mobiele signalen) kunnen hierdoor tijdelijk, tot enkele dagen, uitvallen (Luijf & van Oort, 2014). 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 (2014) 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 (Luijf & van Oort, 2014).

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 (Luijf & van Oort, 2014). 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) (Luijf & van Oort, 2014). De apparatuur heeft dus een stijgende behoefte aan verkoeling. Hierdoor stijgen de energiebehoefte en -kosten van de ICT-operator (Horlings, 2006) (Luijf & van Oort, 2014). 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) (Luijf & van Oort, 2014).

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 (Meijs, et al., 2018) (Luijf & van Oort, 2014). 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 (2014) 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.

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 (Luijf & van Oort, 2014). 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) (Luijf & van Oort, 2014). De apparatuur heeft dus een stijgende behoefte aan verkoeling. Hierdoor stijgen de energiebehoefte en -kosten van de ICT-operator (Horlings, 2006) (Luijf & van Oort, 2014). 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) (Luijf & van Oort, 2014).

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 (Luijf & van Oort, 2014). 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 (Luijf & van Oort, 2014).

13.4 Praktijkervaringen gemeente

Hier zijn geen specifieke aandachtspunten naar voren gekomen.

14 SECTOR VEILIGHEID

14.1 Definitie sector

De sector Veiligheid (V) omvat alle hulp- en veiligheidsdiensten. De term ‘veiligheid’ kan worden gedefinieerd als een balans tussen mogelijke risico’s (hazards) en beschermende maatregelen daartegen. De mate van afwezigheid van risico’s bepaald de benodigde mate van de aanwezigheid van bescherming. Wanneer dit voldoende in balans is kan men ‘ongestoord functioneren’. De sector is sterk verweven met andere sectoren. In het Nationale Veiligheidsprofiel 2016 wordt daarom onderscheid gemaakt in vijf typen nationale veiligheidsbelangen (zie tabel hieronder). De typen veiligheid zijn onderling met elkaar verbonden. Wanneer bijvoorbeeld de fysieke veiligheid onder druk komt te staan kan dit de economische veiligheid belemmeren. De volgende stakeholders hebben een rol zullen in adaptatie:

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

14.2 Effect klimaatverandering op sector

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	aanwezig ! bedreiging aanwezig X Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
V1 Toename hitte gerelateerde	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Hittegevoelige gebieden, risicogroepen
V2 Toename druk op medische hulpdiensten	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Ziekenhuizen/ huisartensposten/EHBO
V3 Toename blackouts en kans uitval IT	⚠	Voorlichting	! (cruciale) ICT-voorzieningen
Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuur oppervlaktewater, warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
V4 Toename risico's voor grote evenementen	⚠	Voorlichting	! Carnaval, Koningsdag

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, paragraaf 2.2
V6 Toename risico voor grote evenementen		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Carnaval, Koningsdag
Extreme piekneerslag neemt toe, overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
V7 Toename risico's buitenevenementen		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Carnaval, Koningsdag
V8 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Elektriciteitsnetwerk
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	✗

14.3 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector veiligheid toegelicht:

Infectieziekten en grootschalige ziektegolven

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

Hitte gerelateerde gezondheidsklachten

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

Druk op medische hulpdiensten

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

Toename kans op brand

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

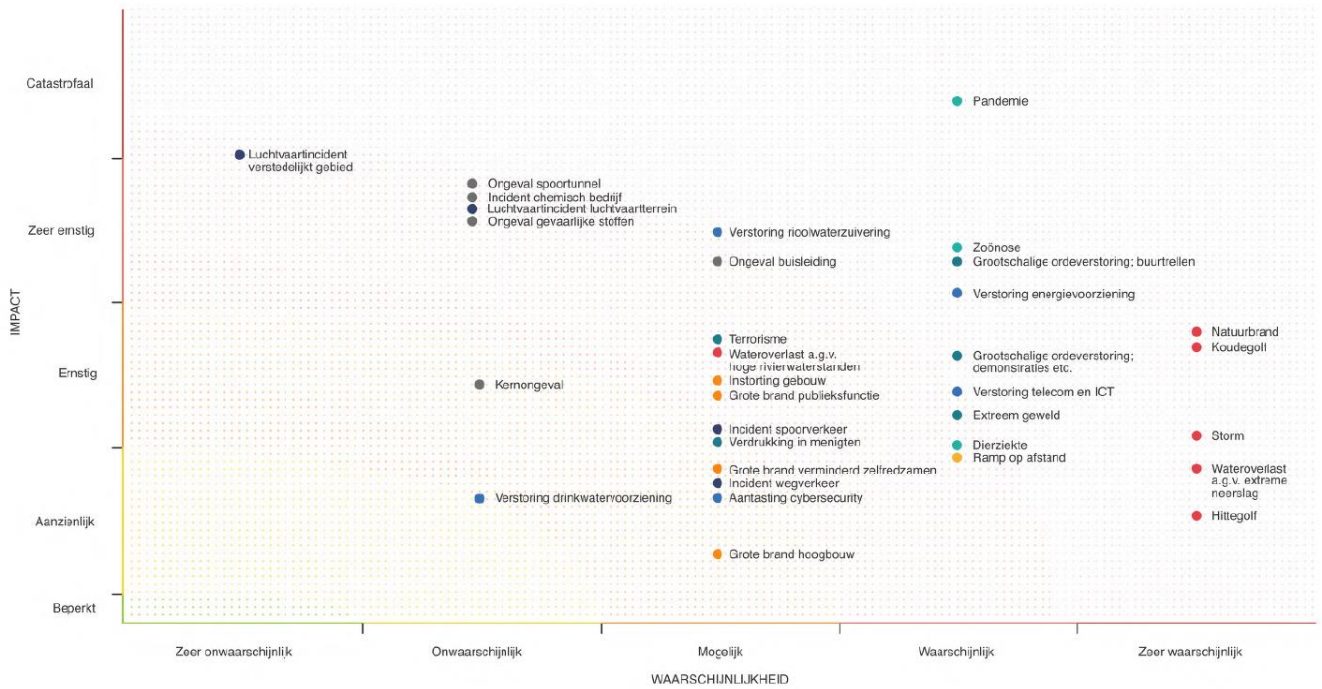
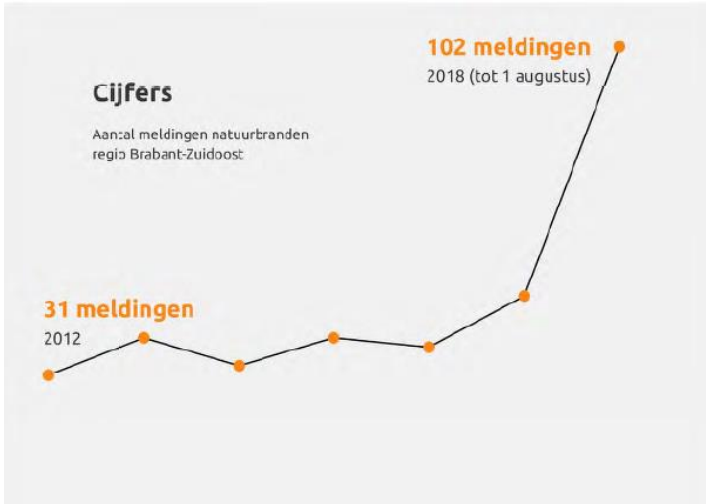
De fysieke veiligheid kan worden aangetast door een overstroming omdat mensen kunnen overlijden (bijv. verdrinken), gewond kunnen raken en vatbaar zijn voor ziekten (mentaal en fysiek) (ANV, 2016). Ook kan het overstromen van wegen en parkeervoorziening de bereikbaarheid van medische hulpdiensten belemmeren. 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).

14.4 Praktijkervaringen gemeente

In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant zijn de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm en windhozen opgenomen. De waarschijnlijkheid en de impact zijn per risico voor de regio bepaald (zie figuur 15). Voor de bovengenoemde risico's is de waarschijnlijkheid zeer waarschijnlijk. De impact is voor natuurbranden het grootst en geclassificeerd als ernstig (scenario met een natuurbrand van 2 hectare). De droge zomer van 2018 illustreert de toename van het risico. Het aantal meldingen van natuurbranden in de regio Brabant-Zuidoost steeg van 31 meldingen in 2012 naar 102 meldingen in 2018.



Figuur 15: risicodiagram regio Brabant- Zuidoost

15 SECTOR NATUUR

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

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

15.1 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 temperatuur oppervlaktewater			
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

Klimaat-effect	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	  Strabrechtse Heide, Grootte Heide, oppervlaktewateren
Extreme piekneerslag neemt toe			
N9 Toename erosie in heuvelachtig gebied		Voorlichting	

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel / strategie	 kans aanwezig  bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Drogere bodems in de zomer			
N10 Verandering van hydrologie natuurgebieden	 	Voorlichting	  Strabrechtse Heide, Grootte Heide
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	

15.2 Toelichting bedreigingen en kansen

Hieronder zijn de belangrijkste bedreigingen en kansen voor de sector natuur toegelicht:

Verandering van migratiepatronen

Allereerst veroorzaakt hitte warmere zomers en een toename van meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). Dit leidt tot veranderingen in de migratiepatronen van trekkende soorten (Meijs, et al., 2018). De hitte betekent niet enkel warmere of langere zomers maar ook zachtere winters. Soorten die normaliter zuidwaarts vliegen omdat de winters te koud zijn, kunnen dus later of helemaal niet uit Nederland vertrekken. Er ontstaan dus fenologische mismatches: seizoengebonden timing van gebeurtenissen in de levenscyclus van soorten sluiten niet meer bij elkaar aan (Braakhekke, Berendse, de Jong, van Kreveld, & van Winden, 2014). 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 (Braakhekke, Berendse, de Jong, van Kreveld, & van Winden, 2014). Tot slot kunnen de veranderingen in ecosystemen de maatschappij breder beïnvloeden door veranderingen in de ecosysteemdiensten. Dit klimaat-effect kan dus zowel een kans als een bedreiging vormen voor andere soorten en betrokken stakeholders.

Meer gebruik van buitenruimte door de mens

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

Verschuiving en uitsterving soorten

De toename van oppervlaktewatertemperaturen en de verschuiving van klimaatzones, kunnen verschuiving of zelfs uitsterving van soorten veroorzaken (Meijs, et al., 2018). De verschuiving vindt dan plaats naar warmte minnende (aquatische) soorten (Meijs, et al., 2018). De soorten die zich onvoldoende kunnen aanpassen aan de nieuwe abiotische, en dus ook biotische, condities zullen migreren of er zal substitutie plaatsvinden. Er kunnen dus veranderingen in de soortensamenstelling en concurrentieposities in levensgemeenschappen voorkomen (Braakhekke, Berendse, de Jong, van Kreveld, & van Winden, 2014). 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 (Braakhekke, Berendse, de Jong, van Kreveld, & van Winden, 2014). 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 (Braakhekke, Berendse, de Jong, van Kreveld, & van Winden, 2014). Dit klimaateffect vormt een bedreiging omdat het tot verlies van soorten kan leiden, maar kan voor andere soorten of ecosystemen juist kansen bieden.

Toename kans op natuur- en bermbranden

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

Toename problemen waterafvoer

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

15.3 Praktijkervaringen gemeente

Bij de bespreking van de sectoranalyse met de gemeente Heeze-Leende zijn enkele praktijkervaringen op het gebied van natuur besproken en naar voren gekomen:

- N11 Toename watervraag/ verdroging: Droogteverschijnselen bij bomen in de Beukenlaan in het westen van Sterksel;
- N12 Toename kans op natuur- en bermbranden: Met name de heidegebieden zoals Strabrechtse Heide en Grootte Heide zijn hier als aandachtspunten benoemd.

16 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

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

16.1 Samenvatting uitkomsten klimaatstresstest

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

Wateroverlast



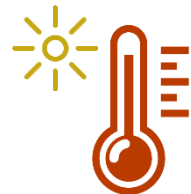
- Intensiteit buien neemt tot 2050 met 12-25% toe
- De jaarlijkse neerslag neemt in klimaatscenario WH2050 met circa 6% toe
- De kernen Heeze en Leende zijn het meest kwetsbare voor hemelwateroverlast. Bij extreme buien zijn in deze kernen delen van de wegen onbegaanbaar. De kernen Leenderstrijp en Sterksel zijn minder kwetsbaar voor wateroverlast.
- De kans op grondwateroverlast neemt met name toe in landelijk gebied.

Droogte



- Langs de Grote Aa en Sterkselse Aa dalen de GLG's, op de hoge zandgronden stijgen deze enigszins door een toename van neerslagoverschot in de winter.
- Het neerslagtekort stijgt van 210-270 mm naar 270-330 mm in 2050.
- Bodemdaling vindt naar verwachting plaats in de landbouw/natuur/heide gebieden en niet in stedelijk gebied.
- Gemeente Heeze-Leende is nagenoeg niet gevoelig voor het optreden van funderingsschade als gevolg van paalrot.

Hitte



- Van 3-6 tropische (>30° C) dagen nu naar 15-18 tropische dagen in 2050
- Hittestress door warme nachten neemt toe van enkele 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



- Doorbreken van regionale keringen of primaire keringen leidt niet tot overstromingen op het grondgebied van Heeze-Leende. Ook buitendijkse gebieden overstroomden niet.
- Delen van de beekdalen kunnen overstroomden als gevolg van inundatie van het watersysteem






16.2 Sectoranalyse





Uit de werksessie Sectoranalyse kan worden geconcludeerd dat de gevolgen van klimaatverandering in de gemeente Heeze-Leende al voelbaar zijn, bijvoorbeeld:

- Waterschaarste vorig zomer waarbij een beregeningsverbod was ingesteld voor de landbouw. Dit heeft direct impact op de oogst.
- In de zomer van 2018 zijn klachten binnengekomen van een basisschool met hitte gerelateerde klachten.
- Verdere blootstelling aan pollen en de aanwezigheid, de eiken processierups en andere insecten door warmere omstandigheden.
- Ten tijde van hoog water is De Nieuwendijk in Heeze niet bereikbaar en staat de tunnel onder de A2 naar Leenderstrijp onder water waardoor hulpdiensten mogelijk niet (op tijd) ter plaatse kunnen zijn. De veiligheid is daardoor op een aantal locaties lager dan in de rest van de gemeente.
- In het regionaal risicoprofiel van de veiligheidsregio Zuid-Oost Brabant zijn de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm en windhozen opgenomen.

In Tabel 8 zijn de voor gemeente Heeze-Leende belangrijkste indirecte effecten als gevolg van de klimaattrends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming weergegeven.

Tabel 8: Overzicht indirecte effecten per sector

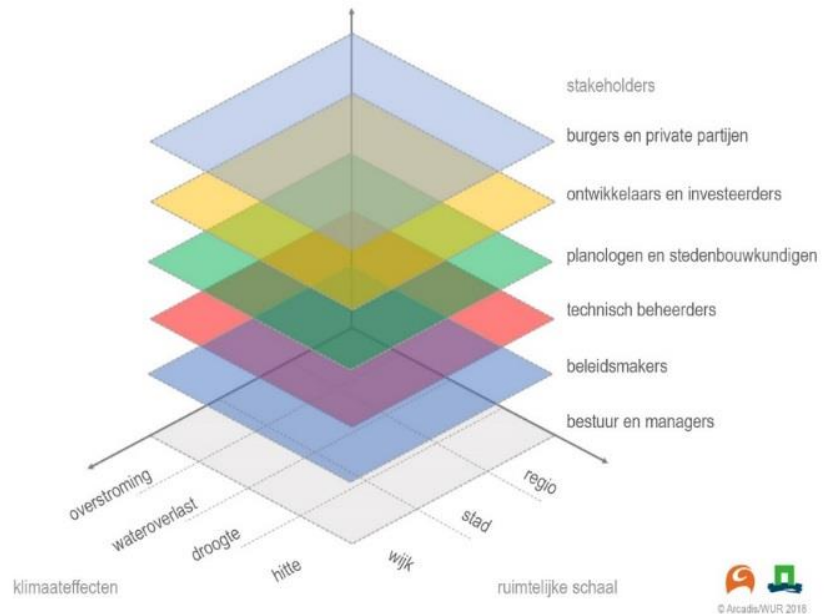
	Hitte	Wateroverlast	Droogte
 Water en Ruimte	Risico (zwem)waterkwaliteit, Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers, Toename kans (natuur)brand, Toename gebruik en beheer en onderhoud openbaar groen.	Risico op schade aan bebouwing, Ziekteverwekkers op straat en afname waterkwaliteit bij extreme neerslag. Verminderde bereikbaarheid van gebieden.	Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod, Afname waterkwaliteit, Toename kans op (natuur)brand.
 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
 Landbouw, tuinbouw en visserij	Hittestress arbeiders en vee, Afname of toename gewasopbrengsten afhankelijk van type, Toename energiekosten koeling, Problemen bewaring oogst, Toename ziekten en plagen	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
 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
 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 beregeningsverbod heeft effect op zwembaden, golflocaties etc.	Toename risico's buitenevenementen Overlast waterrecreatie door afspoeling en overstort rioolwater

 <p>Infrastructuur (wag, spoor, water en ook luchtvaart)</p>	<p>Stijging ongelukken door verminderde concentratie, Schade wegdek wegnen, Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen, Afname gebruik strooizout wegen</p>	<p>Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur, Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek, Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaide objecten</p>	<p>Hinder wegverkeer door natuur- en bermbranden, Door afname aanvoer water kans op beperking scheepvaart ZWV.</p>
 <p>Energie</p>	<p>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</p>	<p>Uitval elektriciteit door inundatie, Inslag- en stormschade energie infrastructuur, Kansen windenergie, Beschadiging door omvallende bomen (uprooting)</p>	<p>Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand</p>
 <p>IT en telecom</p>	<p>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</p>	<p>Lekkage en inundatie ICT-objecten, Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid, inslagschade of door uitval elektriciteitsvoorzieningen. Stormschade antennemasten mobiele communicatie en zendmasten</p>	<p>Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door lage luchtvochtigheid</p>
 <p>Veiligheid</p>	<p>Hitte gerelateerde gezondheidsklachten Infectieziekten en grootschalige ziektegolven, Druk op medische hulpdiensten, Toename kans op brand, Risico's voor grote evenementen, Uitval ICT</p>	<p>Afname bereikbaarheid door toename wateroverlast, Risico's buitenevenementen, Uitval elektriciteitsvoorzieningen</p>	<p>Toename kans op brand</p>

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

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.



Figuur 16: Selectiematrix voor (klimaat)kerngroep

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

Richting bewustwording, agendering en prioritering

De uitkomsten van de stresstest dienen te worden geverifieerd (stap 1b van ambitie één Deltaplan) middels gesprekken met interne en externe stakeholders. Het doel hiervan is om de lokaal en regionaal aanwezige kennis te benutten, maar ook om de bewustwording op de klimaat-effecten 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 Heeze-Leende en is ook duidelijk waar in de volgende stappen prioriteit gelegd moet worden. Bepaalde klimaat-effecten zullen namelijk hoger scoren in de kwetsbaarheidsanalyse dan anderen.

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

Richting het voeren van risicodialogen

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



Risicodialoog voeren en strategie opstellen

Samenvattend zijn dit de volgende stappen:

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

Ambitie 2

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. De selectie dient derhalve bij voorkeur te gebeuren met een (klimaat)kerngroep waarbij gebruik gemaakt kan worden van de selectiematrix in figuur 16.

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.

Bijlagen

- Bijlage A: Methodebeschrijving kwetsbaarheidsanalyses
- Bijlage B: Kwetsbare locaties
- Bijlage C: Resultaten wateroverlast
- Bijlage D: Resultaten droogte
- Bijlage E: Resultaten hittestress
- Bijlage F: Achtergronddocument Sectoranalyse Klimaatadaptatie

BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES

Hieronder zijn voor de klimaataspecten overstroming, wateroverlast, hitte, en droogte de gevolgde analysemethoden beschreven.

OVERSTROMING

Voor de opgenomen resultaten opgenomen onder overstroming is gebruik gemaakt van de klimaateffectatlas.

WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

De kwetsbaarheidsanalyse voor het aspect extreme neerslag is gebaseerd op de factoren inundatiediepte en kwetsbare objecten/functies.

Met gebruik van het hydraulisch rekenmodel Infoworks ICM is een maaiveldmodel van het stedelijk gebied van Bergeijk gebouwd. Door middel van dit model zijn stroming en waterdieptes bij verschillende neerslagsituaties berekend. Het uitgangspunt hierbij is dat het water over maaiveld gaat stromen omdat de riolering volledig gevuld is en geen water meer afvoert. De waterdieptes zijn inzichtelijk gemaakt met de volgende drie fictieve buien van één uur:

- 44 mm. De bui van 13 juni 1953 de grootste uursom die tot 2014 in De Bilt is geregistreerd.
- 79 mm. Op 28 juni 2011 is door het KNMI-station Herwijnen 79 mm binnen één uur geregistreerd. Dit is de hoogste uursom die tot 2014 door een KNMI neerslagstation is geregistreerd.
- 100 mm. Deze hoeveelheid is op basis van expert judgement als meest extreme toetsbui gekozen.

Het model is binnen één 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. Door deze resultaten samen met de kwetsbare objecten en belangrijke ontsluitingsroutes weer te geven is een overzicht gecreëerd van gevoelige gebieden in combinatie met de urgentie om maatregelen te nemen.

HITTE

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

Daarnaast is gebruik gemaakt van een satellietbeeld in het thermisch infrarode spectrum om op basis van sensorwaarden 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. Het beeld is daarmee alleen geschikt om relatieve verschillen tussen warme en koude gebieden inzichtelijk te maken. Voor een beeld van de absolute temperatuur in graden Celsius zou een (vergaande) kalibratie op basis van veldmetingen nodig zijn.

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.

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. Deze zijn hieronder verder toegelicht.

Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

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

Door de klimaatverandering zullen (langere) perioden van droogte vaker voorkomen. Wanneer er langere tijd geen neerslag valt, zijn gewassen afhankelijk van vochtlevering uit het grondwater door capillaire nalevering. De mate van capillaire nalevering verschilt per grondsoort en het effect per gewastype. Om een eenduidige vergelijking te maken van droogtegevoelige gebieden is over de gehele gemeente uitgegaan van 1 referentietype gewas (gras). De gegenereerde kaartbeelden geven inzicht in welke gebieden gevoelig zijn voor gewaserving in het huidige klimaat en de toename in vergelijking met het toekomstige klimaat (Wh-scenario; KNMI, 2015) als gevolg van droogte.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van:

- Eigenschappen van bodem (BOFEK2012)
 - o Bodemkaart uit de jaren 70
 - o Grondverbeteringen kunnen niet meegenomen zijn.
- Eigenschappen van gewassen (BRP gewassen)
- Grondwaterkarakteristieken (GLG/GHG)
- KMNI-weerstation De Bilt → weer en klimaatscenario's:
 - o Huidige klimaat (1985-2010)
 - o Wh-klimaat (2036-2065).

Voor de eigenschappen van de bodem en gras is gebruik gemaakt van een studie van STOWA (STOWA-rapport 2018-48).

De grondwaterstand die is meegenomen in de analyse betreffen de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Hiervoor is het grondwatermodel gebruikt van het waterschap.

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.

BIJLAGE B BEGAANBAARHEID EN KWETSBAARHEID WATEROVERLAST

BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

Bijlage C1 Kernkaarten maximale waterdiepte 44mm

Bijlage C2 Kernkaarten maximale waterdiepte 70mm

Bijlage C3 Kernkaarten maximale waterdiepte 90mm

Bijlage C4 Kernkaarten maximale waterdiepte 160mm

Bijlage C5 Wateroverlast vanuit watersysteem

BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE

Bijlage D1 Potentieel funderingsschade als gevolg van droogte

Bijlage D2 Potentiele knelpunten waterkwaliteit

Bijlage D3 Kwetsbaarheid vegetatie als gevolg van droogte

Bijlage D4 Gewasderving – BOFEK

Bijlage D5 Gewasderving – GLG

Bijlage D6 Potentieel gewasderving – Huidige klimaat

Bijlage D7 Potentieel gewasderving verschil huidig klimaat en WH- klimaat

BIJLAGE E RESULTATEN HITTESTRESS

Bijlage E1 Gemeentekaart thermisch infraroodbeeld

Bijlage E2 Kernkaarten thermisch infraroodbeeld

BIJLAGE F TOELICHTINGEN BEDREIGINGEN EN KANSEN

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

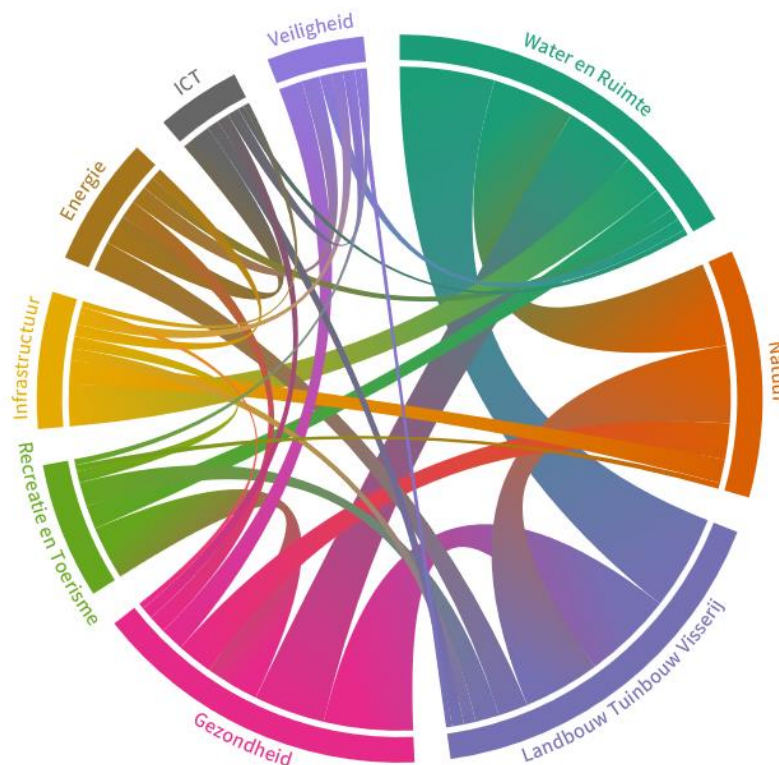
In Tabel 9 zijn het aantal bedreigingen en kansen per sector onderverdeeld in de klimaattrends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming. Uit de analyse blijkt dat het aantal bedreigingen voor de klimaattrend overstroming het laagst is. Echter de impact van een overstroming is groot. Het grootste 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 landbouw, tuinbouw en visserij en water en ruimte. 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 9: 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	4	6	3	3	0	2	0
Landbouw, Tuinbouw, Visserij	7	4	13	2	5	1	3	0
Gezondheid	17	2	8	2	5	2	7	1
Recreatie en Toerisme	5	2	3	0	4	2	0	0
Infrastructuur	3	2	3	0	1	0	2	0
Energie	3	5	6	1	2	0	1	0
It en telecom	4	0	10	0	3	0	1	0
Veiligheid	4	0	5	0	2	0	5	0
Natuur	5	2	1	2	4	1	5	2

Rood > 5 bedreigingen; Groen > 5 kansen; Geel 1-4 kansen/ bedreigingen; Blauw geen kansen of bedreigingen.

In Figuur 17 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 17: 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 klimaatteffect vormt dus een bedreiging voor de sector WR, wat vooral impact heeft op de beheerder (zwemwaterbeheerders, waterschappen) en gemeenten (klachten inwoners).

Toename kans brand

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

Toename gebruik water en ruimte voor recreatie

Er zal meer gebruik gemaakt worden van water (recreatief) en ruimte (parken, pleinen) door de toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes (Meijs, et al., 2018). De toename van het gebruik vergroot de behoefte aan beheer en onderhoud, bijvoorbeeld door gedeponeed afval van recreanten. Dit kan als

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

Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit

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

SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW & VISSERIJ (LTV)

Toename potentiële gewasopbrengsten

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

Afname gewasopbrengsten

Door de toename van extreme hitte kunnen ook de gewasopbrengsten afnemen (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018) (Meijs, et al., 2018). De optimumtemperatuur voor de meeste gewassen in Nederland is 20 graden. Wanneer het langdurig te warm is voor een gewas, zal het sneller afrijpen waardoor de kwaliteit en het volume van het gewas daalt (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). Hiermee daalt dus ook de opbrengst van het gewas. Ten eerste is dit klimaateffect een bedreiging voor de subsector Veehouderijen vanwege de graslanden. Gras dat wordt geproduceerd als veevoer zal minder opleveren en sneller dood gaan door de toename van zowel hitte (maart-oktober) als de combinatie van hitte met regen (april-september) (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). De tweede is de bedreiging van toepassing op de subsector Akkerbouw. Zo nemen de aardappelopbrengsten af omdat hitte in vooral juli tot en met september doorwas (glazig, knollen buiten hoofdknol) veroorzaakt wat leidt tot kwaliteitsverlies (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Wanneer de hitte dermate ernstig is kan het zelfs leiden tot 100% opbrengstderving door verbranding. De opbrengstderving geldt ook voor tarwe, waarbij de snelle afrijping de korrelzetting beperkt, en voor uien. Als derde is deze bedreiging van toepassing op de subsector Onbedekte tuinbouw. Hierbij is de verwachte opbrengstschade bij de tomaat (minder vruchtvorming en bloemzetting) wel aanzienlijk minder dan bij akkerbouwgewassen (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014).

Hittestress vee

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

voor de agrarische ondernemer. Dit 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 opbrengstderiving als gevolg. Zo wordt in de ruwvoerproductie mais vaker beregend dan gras, omdat de arbeids- en brandstofkosten voor het beregenen van gras veel hoger zijn vanwege het grote grondgebruik (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Volgens Kroes & Supit (2011), is droogtestress dan ook de grootste bedreiging voor gras. Al met al vormt dit 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 opbrengstderiving als gevolg. Wat betreft de onbedekte tuinbouw ontstaan er ook problemen zoals het niet kunnen rooien van Lelie in oktober-november bij langdurige inundatie (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook kunnen veehouderijen lastig hun vee buiten laten wanneer weilanden onder water staan vanwege de veiligheid van de dieren. Tot slot vormt erosie een bedreiging voor alle in heuvelachtige gebieden gevestigde onbedekte tuinbouw, open teelten en veehouderijen die buiten vee houden (Meijs, et al., 2018). Modderstromen kunnen gewassen beschadigen, de toplaag van de bodem verwijderen en de toegankelijkheid van weilanden verminderen. Al met al vormen deze 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 opbrengstderiving 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 opsprengen van gronddeeltjes bij neerslag, en kan tarwe de bladvlekkenziekte Septoria en aarfusarium (schimmel) krijgen door aanhoudende neerslag. Daarnaast leidt Erwinia (bacterie) tot stengelrot bij aardappelgewas en leidt de Rhizomanie ziekte (virus) tot schade bij suikerbiet (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Tot slot maken neerslag en een hoge luchtvochtigheid het lastig tot niet mogelijk om gewassen te sproeien 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 sterftcijfer in Nederland al 10-15% hoger (Lenzholzer, 2013). De toename van de hitte gerelateerde klachten zal het aantal zieken, ziekenhuisopnamen, doden en de kans op een ziektegolf vergroten (ANV, 2016).. Tot slot hebben zieken, jonge kinderen, ouderen en zwangere vrouwen een verhoogd risico op hittestress. Hittestress vergroot dus zowel de druk op de gezondheidszorg (voornamelijk huisartsen zorg en medisch-specialistische zorg) als op de welzijnszorg (kinderopvang, ouderenzorg).

Afname kwaliteit nachtrust

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

Toename alcohol- en drugsgebruik

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

Kansen door meer gebruik natuur, openbaar groen stedelijk recreatie ruimte

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

Water overdraagbare infectieziekten

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

Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater

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

Risico's buitenevenementen

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

Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten

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

Verdrinking en fysiek letsel (anders dan psychisch)

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

SECTOR RECREATIE EN TOERISME

Toename risico voor grote evenementen

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

Minder waterrecreatie door gezondheidsrisico's

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

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

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

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

Verandering (sport)visserij

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

Nederland gunstiger vakantieland

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

SECTOR NATUUR

Verandering van migratiepatronen

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

Meer gebruik van buitenruimte door de mens

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

Verschuiving en uitsterving soorten

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

Toename overlevingskansen exoten en insecten

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

Verandering van hydrologie natuurgebieden

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

Toename kans op natuur- en bermbranden

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

Toename problemen waterafvoer

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

SECTOR INFRASTRUCTUUR

Ongelukken door verminderde concentratie

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

Schade wegdek wegnnet

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

Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen

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

Minder gebruik strooizout wegen

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

Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur

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

Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur

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

SECTOR ENERGIE

Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales

Hitte vormt een bedreiging voor de capaciteit van elektriciteitsleidingen (ondergronds en bovengronds) en thermische energiecentrales. Door de toename van extreme hitte neemt de weerstand, in zowel de leidingen als in de centrales, toe waardoor energieverlies groter wordt. De capaciteit en daarmee ook de efficiëntie nemen hierdoor af. Dit vermindert de capaciteit van het totale elektriciteitsnetwerk waardoor het vatbaarder is voor storingen en uitval, met de financiële schade (kosten compensatie uitval) als gevolg. Tevens kan de verminderde capaciteit van thermische energiecentrales leiden tot een hogere 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 vergroot de kans op infectieziekten en grootschalige ziektegolven (ANV, 2016). Dit heeft meerdere oorzaken. De uitwisseling van ziekten tussen en dieren en mensen verandert door de hitte (Meijs, et al., 2018). Door de hitte ontstaat bijvoorbeeld een opkomst van vector-overdraagbare ziekten (geleedpotigen) in aantal (populatiegroei) en door de komst van exoten

(Wuijts, et al, 2014). Daarnaast neemt de kans op water- en voedsel overdraagbare infectieziekten water toe, bijvoorbeeld door de toename van blootstelling door meer waterrecreatie (Meijs, et al., 2018) (Wuijts, et al, 2014). Dit vergroot de kans op een grootschalige ziektegolf, wat de mogelijkheid tot een pandemie of epidemie vergoot. Volgens het Nationale Veiligheidsprofiel heeft een ernstige griepandemie de op één na grootste impact op de nationale veiligheid van alle mogelijke veiligheidsrisico's (ANV, 2016). Tot slot kan dit, naast de fysieke veiligheid, ook een bedreiging vormen voor de territoriale veiligheid wat betreft de inkoop van vaccins door Nederland (ANV, 2016).

Hitte gerelateerde gezondheidsklachten

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

Druk op medische hulpdiensten

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

Toename kans op brand

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

COLOFON

KLIMAATSTRESSTEST

KLANT

Gemeente Heeze-Leende

AUTEUR

Eduard Schoor

PROJECTNUMMER

C03071.000396

ONZE REFERENTIE

083927406 A

DATUM

9 oktober 2019

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Joost Veltmaat
Projectleider en adviseur waterbeheer

VRIJGEGEVEN DOOR

Joost Veltmaat
Projectleider en adviseur waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com