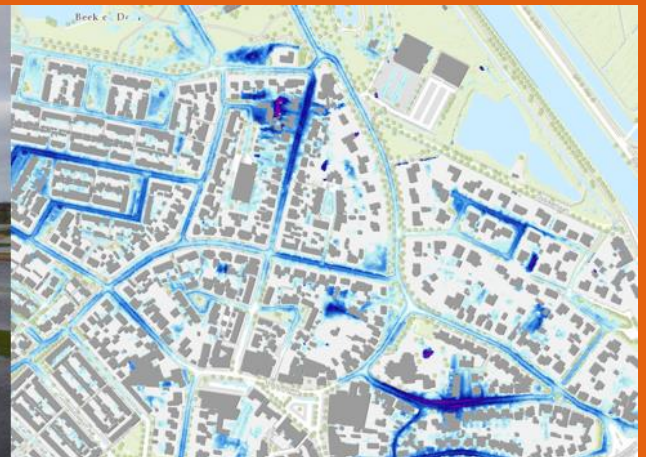


KLIMAATSTRESSTEST

Gemeente Laarbeek

28 JANUARI 2020



Contactpersoon

JOOST VELTMAAT

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-
Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	6
Resultaat klimaatstresstest in hoofdlijnen	6
Verzamelkaart resultaten stresstest	7
Sectoranalyse	7
Aanbevelingen voor vervolg	9
1 INLEIDING	10
1.1 Het klimaat verandert	10
1.2 Verantwoording	11
1.3 Leeswijzer	12
2 WATEROVERLAST	13
2.1 Neerslagpatroon	13
2.2 Water op straat	14
2.3 Grondwateroverlast	15
3 DROOGTE	17
3.1 Neerslagtekort	18
3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden	18
3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging	19
3.4 Kwetsbaarheid natuur als gevolg van droogte	21
3.5 Knelpunten waterkwaliteit	22
3.6 Bodemdaling en funderingsschade	23
4 HITTE	26
4.1 Zomerse en tropische dagen per jaar	26
4.2 Hittestress door warme nachten	27
4.3 Oppervlaktetemperatuur	27
4.4 Opwarming oppervlaktewater	29
5 OVERSTROMING	31
5.1 Overstromingsdiepte	31
6 AANPAK SECTORANALYSE	32
7 SECTOR WATER EN RUIMTE	34
7.1 Definitie sector en stakeholders	34

7.2	Praktijkervaringen van de gemeente	34
8	SECTOR LANDBOUW, TUINBOUW EN VISSERIJ	37
8.1	Definitie sector	37
8.2	Effect klimaatverandering per gewastype in Laarbeek	37
8.3	Praktijkervaringen van de gemeente	38
9	SECTOR GEZONDHEID	39
9.1	Definitie sector	39
9.2	Praktijkervaringen van de gemeente	39
10	SECTOR RECREATIE & TOERISME	40
10.1	Definitie sector	40
10.2	Praktijkervaringen van de gemeente	40
11	SECTOR NATUUR	41
11.1	Definitie sector	41
11.2	Praktijkervaringen van de gemeente	41
12	SECTOR INFRASTRUCTUUR	43
12.1	Definitie sector	43
12.2	Praktijkervaringen van de gemeente	43
13	SECTOR ENERGIE	45
13.1	Definitie sector	45
13.2	Praktijkervaringen van de gemeente	45
14	SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM	47
14.1	Definitie sector	47
14.2	Praktijkervaringen van de gemeente	47
15	SECTOR VEILIGHEID	48
15.1	Definitie sector	48
15.2	Praktijkervaringen van de gemeente	48

BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES	50
BIJLAGE B TOELICHTING KANSEN EN BEDREIGINGEN	
KLIMAATVERANDERING VOOR SECTOREN	53
Water en Ruimte	54
Landbouw, Tuinbouw & Visserij (LTV)	57
Gezondheid	61
Recreatie & Toerisme	65
Natuur	68
Infrastructuur	70
Energie	73
IT en Telecom	75
Veiligheid	77
BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG	81
BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE	82
BIJLAGE E RESULTATEN HITTESTRESS	83
BIJLAGE F RESULTATEN OVERSTROMING	84
BIJLAGE G TOTAALKAART KLIMAATEFFECTEN	86

SAMENVATTING

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

Deze klimaatstresstest is gericht op de eerste ambitie die in het Deltaplan is aangegeven en geeft een eerste indicatie van de kwetsbaarheid van gemeente Laarbeek voor de vier klimaatrisico's: **wateroverlast**, **droogte**, **hitte** en **overstroming** en de impact hiervan op de 9 sectoren, waaronder: water en ruimte, natuur, landbouw, tuinbouw en visserij, gezondheid, recreatie en toerisme, infrastructuur, energie, IT en telecom en veiligheid.

Resultaat klimaatstresstest in hoofdlijnen

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



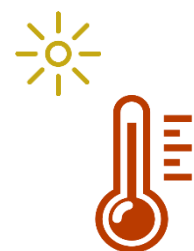
Wateroverlast

- Intensiteit buien neemt tot 2050 toe met 12-25%.
- De jaarlijkse neerslag neemt in klimaatscenario WH2050 met circa 6% toe.
- Straten in de kern Beek en Donk ('t Hof, Kapelstraat, Kerkstraat/Pater Vogelstraat) zijn kwetsbaar voor hemelwateroverlast. In Aarle-Rixtel zijn de Broekelingstraat en Kerkstraat kwetsbaar. Dorpsstraat/Lankelaar/Vogelenzang en Floreffestraat in Lieshout zijn ook kwetsbaar.
- De kans op grondwateroverlast neemt rond de kern Mariahout het meest toe.



Droogte

- Met name de zandgronden ten noorden en westen van Mariahout zijn gevoelig voor (een toename) aan gewasschade als gevolg van droogte.
- Het 10-jarig neerslagtekort stijgt van 240-270 mm naar 270-330 mm in 2050.
- Binnen de Laarbeekse kernen zal in de zomers regelmatig blauwalg voorkomen.
- Het risico op funderingsschade door paalrot als gevolg van droogte is klein.
- In een groot deel van de gemeente daalt het grondwater.



Hitte

- Van 6-9 tropische (>30° C) dagen nu naar 15-18 tropische dagen in 2050
- Hittestress door warme nachten neemt toe van dagen tot weken per jaar in 2050
- Het oppervlaktewater warmt op, mogelijk met waterkwaliteitsproblemen als gevolg
- De bedrijventerreinen Bemmer 1 t/m 3 en Bosscheweg in Beek en Donk en de omgeving rond Brouwerij Bavaria in Lieshout zijn hittegevoelig

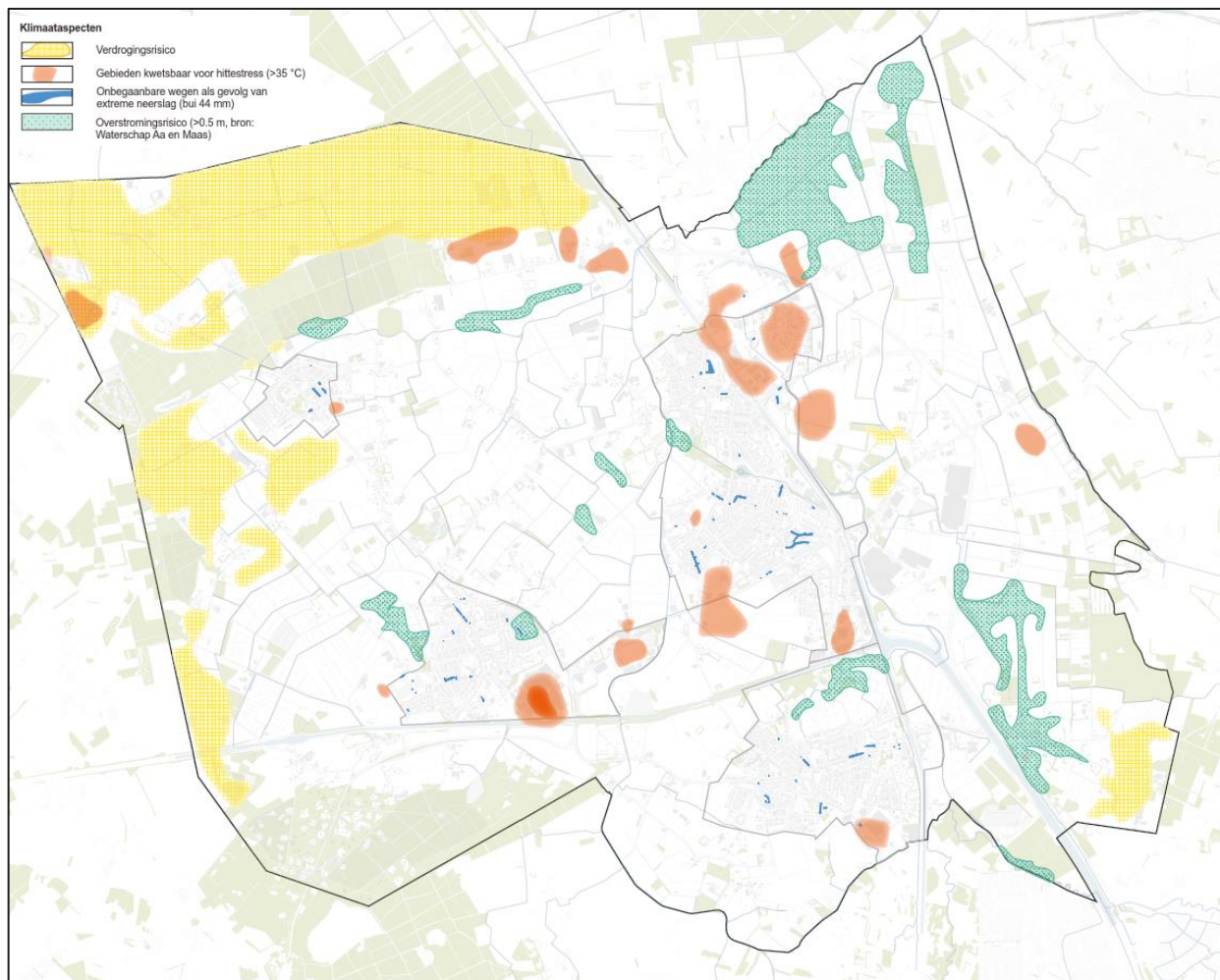


Overstromingen

- Uit de analyse van waterschap Aa en Maas blijkt dat na een bui van 70 mm in één uur er relatief weinig locaties inunderen en dat ook de waterdiepte beperkt blijft. Met name vanuit de Aa bij Heikant en in het noorden bij de Boerdonsche Aa treden lokale overstromingen op.

Verzamelkaart resultaten stresstest

De resultaten van de verschillende thema's van de stresstest zijn samengevoegd in een overzichtskaart (Figuur 1). In deze kaart zijn duidelijk de locaties met een verdrogingsrisico en de hittestress-locaties aangegeven. In de kernen van Beek en Donk en Lieshout. Deze kaart is ook opgenomen in Bijlage G.



Figuur 1 - Verzamelkaart resultaten klimaatstresstest Laarbeek.

Sectoranalyse

Uit de werksessie Sectoranalyse concluderen wij dat de gevolgen van klimaatverandering in de gemeente Laarbeek voor een aantal sectoren al duidelijk worden ervaren, bijvoorbeeld:

- Droogte in bebouwd- en buitengebied:
 - Verdroging van natuurgebieden met verlies van biodiversiteit tot gevolg;
 - Afsterven van vegetatie binnen de bebouwde kom met grote schadekosten;
 - Toename van bosbranden als gevolg van verdroging.
- Toename voorkomen processierups.
- Verdere afname van waterkwaliteit in warmere perioden als gevolg van blauwalg.
- Wateroverlast op kwetsbare locaties.

Klimaatbestendige initiatieven in Laarbeek

Binnen de gemeente zijn meerdere initiatieven genomen om de klimaatbestendigheid van de gemeente te vergroten. Bij het overgrote deel van deze initiatieven worden bewoners betrokken. Een mooi voorbeeld hiervan is de Groenstrijd 2.0, een wedstrijd tussen 17 buurten met als doel vergroening. De inwoners konden zelf allerlei initiatieven aandragen bij de gemeente voor het vergroenen van hun wijk. Daarnaast zijn er allerlei subsidies vanuit de gemeente, waterschap en de provincie geweest, zoals:

- Een regentonnenactie tijdens de Watermaand 2019: hierin zijn toen 300-400 regentonnen verkocht, gemeente betaalde 20 euro/stuk mee.

- De actie 'Tegel eruit, plant erin';
- Groene schoolpleinen
- Aanleg en behoud ecologische zones, zoals de Groene Long
- Retentievijvers;
- Drainageriool, ook omgekeerde drainage (Bier Boer Water);
- Subsidie voor afkoppelen.

Een toename van het urgentiebesef (o.a. thema hittestress) en kennisniveau (o.a. klimaatadaptieve vegetatie) is nodig om Laarbeek verder voor te bereiden op de effecten van klimaatverandering. Dit komt overeen met het beeld bij gemeenten van vergelijkbare omvang/klimaat effecten. In Tabel 6 zijn de voor gemeente Laarbeek belangrijkste indirecte effecten als gevolg van de klimaat trends hitte, wateroverlast, droogte en overstroming samengevat weergegeven.

Resultaat sectoranalyse in hoofdlijnen:

Water en Ruimte



- Risico op waterschade door extreme neerslag in onder andere de Dorpstraat (Lieshout), de Groes (Hoge Regt)/ Muzenlaan, Kerkstraat (Beek en Donk) en Pater Vogelstraat (Beek en Donk).
- Waterknelpunt in De Beemd, mogelijk opgelost met aanleg Gulden Land.
- Toename in het droogvallen van watergangen in droge periodes
- Ziekteverwekkers in water op straat en afname waterkwaliteit bij extreme neerslag bij water op straat locaties.
- Toename van blauwalg

Natuur



Onderstaande effecten van toepassing op bos- en natuurterreinen, Ecologische verbinding zones en andere landschapselementen:

- Toename kans natuur en of bermbrand(en).
- Toename kans overleven exoten, waaronder de processierups.
- Toename van droogtebestrijding (o.a. besproeien openbaar groen) in de zomer
- Verandering ecosystemen en hydrologie natuurgebieden.

Landbouw, tuinbouw en visserij



- Hittestress vee en werknemers bij veehouderijen.
- Waterschaarste en beregeningsverbod met gewasderving tot gevolg, onder andere ten zuiden van Mariahout en de Mariahoutse bossen.
- Gewasderving door inundaties en vervuiling

Gezondheid



- Fysieke klachten en toename overlijdensrisico bij extreme hitte in gebieden met waar het stedelijk hitte-eiland effect merkbaar is, zoals bedrijventerreinen.
- Afname bereikbaarheid hulpdiensten bij water op straat.
- Weinig contact met GGD en/of veiligheidsregio BZO omtrent hittestress
- Verdere toename van stankoverlast door vuilnis door stijging warme periodes.

Recreatie en Toerisme



- Toename recreatie en toerisme in natuurgebieden, maar ook in het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart waar zwemmen gedoogd wordt.
- Vaker organiseren van grote evenementen gedurende een hittegolf, zoals het WiSH-festival

Infrastructuur



- Waterschade en afname beschikbaarheid kritische infrastructuur
- Vaker uitzetten van materialen en constructies, waaronder de Beekse Brug.



Energie/ IT&Telecom/ Veiligheid

- De koppeling van de energietransitie (ook in regionaal verband) aan klimaatadaptatie.
- Toename van zonnepanelen op gebouwen en in zonnepark(en)

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.

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

Ambitie 2



**Risicodialogo voeren
en strategie opstellen**

Richting bewustwording, agendering en prioritering

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

Na invulling van stap 1b ontstaat het definitieve beeld van de kwetsbaarheid van de gemeente Laarbeek en is ook duidelijk waar in de volgende stappen prioriteit gelegd moet worden. Bepaalde klimaateffecten zullen namelijk hoger scoren in de kwetsbaarheidsanalyse dan andere. Aan de hand van de uitkomst dient er te worden aangestuurd op een (bestuurlijke) agendering om de focus en vervolgstappen voldoende in te bedden.

Richting het voeren van risicodialogen

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

Samenvattend zijn dit de volgende stappen:

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

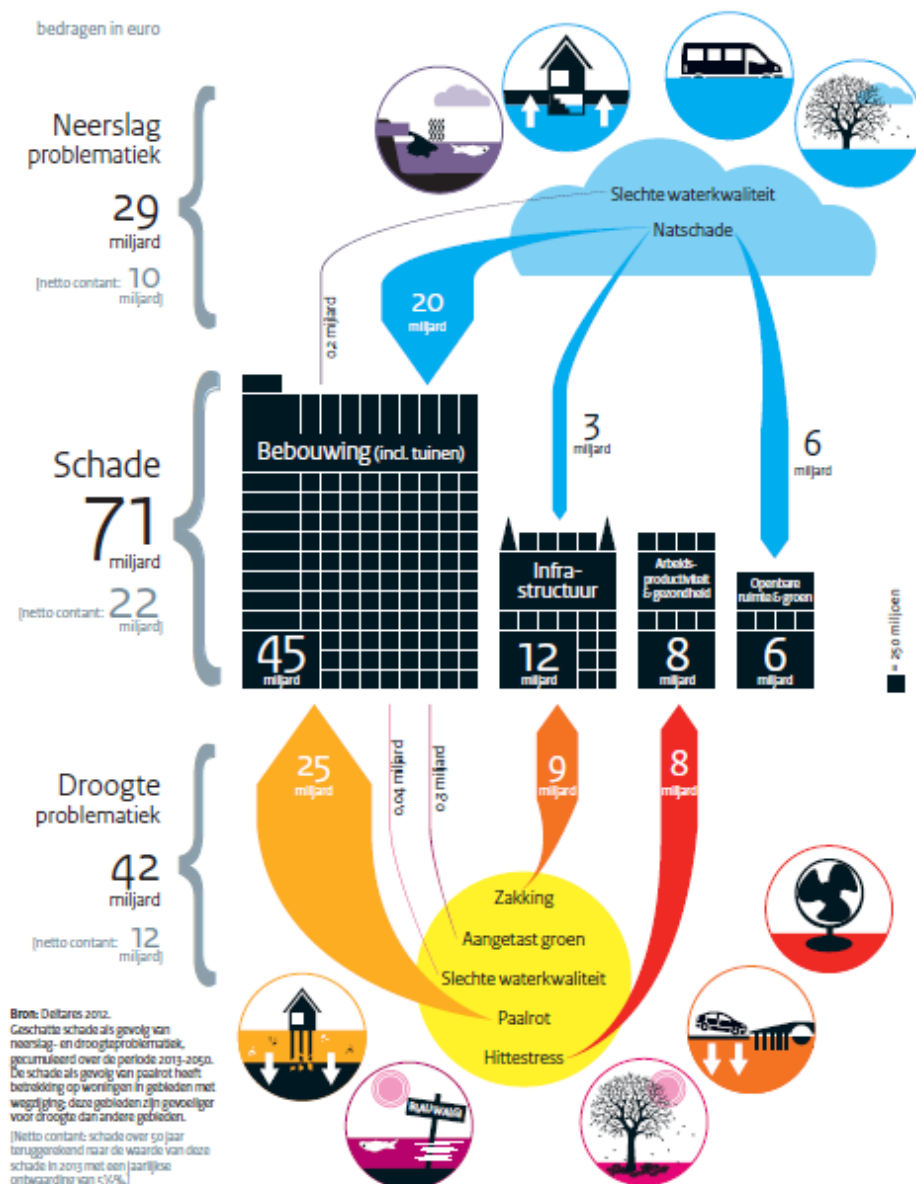
Het selecteren van de te voeren risicodialogen dient met extra zorgvuldigheid te gebeuren. Er zijn namelijk vele insteken, stakeholdergroepen en belangen die bij een klimaataspect een rol kunnen spelen. In de risicodialogen worden vervolgens de opgave en ambities besproken en worden gezamenlijk mogelijke oplossingen en maatregelen verkend en onderzocht. Uiteindelijk leidt dit tot het opstellen van een adaptatiestrategie en uitvoeringsagenda.

1 INLEIDING

1.1 Het klimaat verandert

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

De Klimaatbestendige stad Opgaven



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

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

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

Mitigatie en adaptatie

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

1.2 Verantwoording

In 2014 is de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie vastgesteld waarin gemeenten en ander overheden het doel hebben meegekregen om Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust ingericht te hebben. Daarnaast is in dezelfde Deltabeslissing aangegeven dat in 2020 klimaatbestendigheid in beleid en handelen verankerd moet zijn bij alle overheden. Om verantwoordelijke overheden houvast te geven bij het invulling geven aan de Deltabeslissing¹ is op Prinsjesdag 2017 het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie gelanceerd. Het Deltaplan kent zeven ambities, tussendoelen en een planning om te komen tot een klimaatbestendig en waterrobuuste inrichting.

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

Vervolgens worden gemeenten geacht om in 2019/2020 risicodialogen te voeren met alle relevante stakeholders, een 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. Risicodialog voeren en strategie opstellen
3. Uitvoeringsagenda opstellen
4. Meekoppelkansen benutten
5. Stimuleren en faciliteren
6. Reguleren en borgen
7. Handelen bij calamiteiten



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

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.

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

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

1.3 Leeswijzer

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

- Wateroverlast door hevige neerslag
- Droogte
- Hitte
- Overstromingen

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

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

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

2 WATEROVERLAST

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

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

Voor het in beeld brengen van de kwetsbaarheden van de gemeente Laarbeek 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 Laarbeek 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 tijdperiode valt (met name in de zomer) of dat het juist langdurige zware regenval is (met name in de herfst en winter).

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

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

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

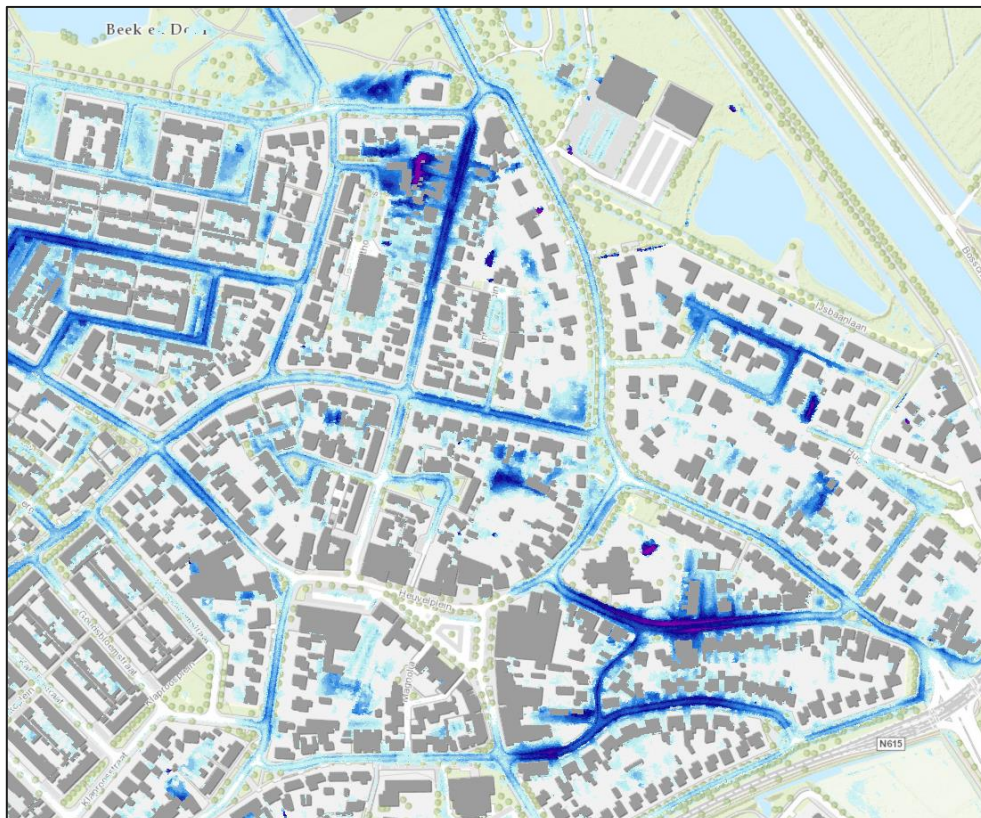
Tabel 2: Standaarden klimaatbuien voor stresstest (bron: Basisgegevens Bijsluiter wateroverlast Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie)

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

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

2.2 Water op straat

Voor een analyse van de kwetsbaarheid van de gemeente Laarbeek voor extreme neerslag is de bebouwde omgeving blootgesteld aan de buien van 70 mm (zie Figuur 3) en 90 mm in een uur en 160 mm in 2 uur die in Tabel 2 zijn weergegeven. Daarnaast is ook de minder intensieve bui van 44 mm in een uur doorgerekend. Met een hydraulisch rioleringsmodel is berekend waar 'water op straat' optreedt en is een doorkijk gemaakt naar de begaanbaarheid van wegen. De methodebeschrijving van deze analyse is weergegeven in Bijlage A. De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage C welke in een afzonderlijke bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Laarbeek").



Figuur 3 - Resultaat uit de hydraulische simulatie van water op straat in Beek en Donk (70 mm in 1 uur).

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

Onderstaand zijn per kern de locaties beschreven die bij een neerslaggebeurtenis van 70 mm gevoelig zijn voor wateroverlast. Hierbij is specifiek gelet op locaties op straten met de grootste waterdiepten. Daarnaast is een analyse gemaakt waarin de begaanbaarheid van wegen in kaart gebracht wordt tijdens en direct na hevige neerslag.

Beek en Donk

De kern Beek en Donk kent een aantal locaties waar water op straat wordt berekend, wat mogelijk leidt tot onbegaanbare wegen. In het noorden van Beek en Donk wordt water op straat berekend ter hoogte van 't Hof. Het water staat in de gehele straat hoog met als gevolg dat deze onbegaanbaar is voor verkeer. Toevoegend, 't Hof is geen doorgaande weg met als gevolg dat het meeste verkeer geen hinder zal ondervinden. Iets zuidelijker, in de Kapelstraat, wordt ook water op straat berekend. Een klein deel van de Kapelstraat is onbegaanbaar en grote delen zijn slecht begaanbaar voor verkeer als gevolg van water op straat. Ten oosten van de Zuid-Willemsvaart is een deel van de Mgr. Verhagenstraat en de Tuinstraat slecht begaanbaar of zelfs onbegaanbaar door hoge berekende waterstanden. In het zuiden van de kern Beek en Donk komen vier knelpunten naar voren. Het grootste knelpunt ligt nabij de Kerkstraat en de Pater Vogelstraat. Grote delen van deze straten zijn onbegaanbaar door water op straat. Andere straten die deels onbegaanbaar zijn in het zuiden van Beek en Donk zijn de Muzenlaan, de Lijsterlaan en de Smalleweg.

Aarle-Rixtel

In de kern Aarle-Rixtel worden minder knelpunten berekend dan voor Beek en Donk. Een deel van de Kerkstraat is onbegaanbaar door water op straat. Hetzelfde geldt voor een deel van de Broekelingstraat en

op het Blauwe Schutplein zijn ook delen onbegaanbaar voor verkeer als gevolg van water op straat. In het oosten van Aarle-Rixtel worden geen waterdiepten berekend waardoor de weg onbegaanbaar is. Wel wordt in het zuidoosten van de kern voor grote delen water op straat berekend met als gevolg slecht begaanbare wegen.

Lieshout

In de kern Lieshout komen uit de rekenresultaten twee knelpunten naar voren. Een eerste knelpunt ligt in het noorden van Lieshout ter hoogte van de Dorpsstraat - Lankelaar – Vogelenzang. Voor deze straten wordt water op straat berekend met als gevolg dat enkele delen onbegaanbaar zijn en overige delen van deze straten slecht begaanbaar zijn voor verkeer. Het tweede knelpunt in Lieshout ligt ter hoogte van de Floreffestraat. Het westelijk deel van deze straat is onbegaanbaar voor verkeer en het oostelijke deel is slecht begaanbaar.

Mariahout

In Mariahout is in het oosten, ter hoogte van De Nieuwe Erven en de Julianastraat, een locatie waar water op straat volgens de berekeningen tot onbegaanbare wegen leidt. De Mariastraat blijft wel begaanbaar wat betekent dat hier weinig water op straat staat.

2.3 Grondwateroverlast

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

Tabel 3: Bandbreedte klassenverdeling grondwateroverlast (Klimaateffectatlas, Augustus 2019)

Kans op grondwateroverlast 2050			
Klasse	Grondwater stijging landelijk (m)	Grondwaterstijging stad (m)	Grondwaterdiepte (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

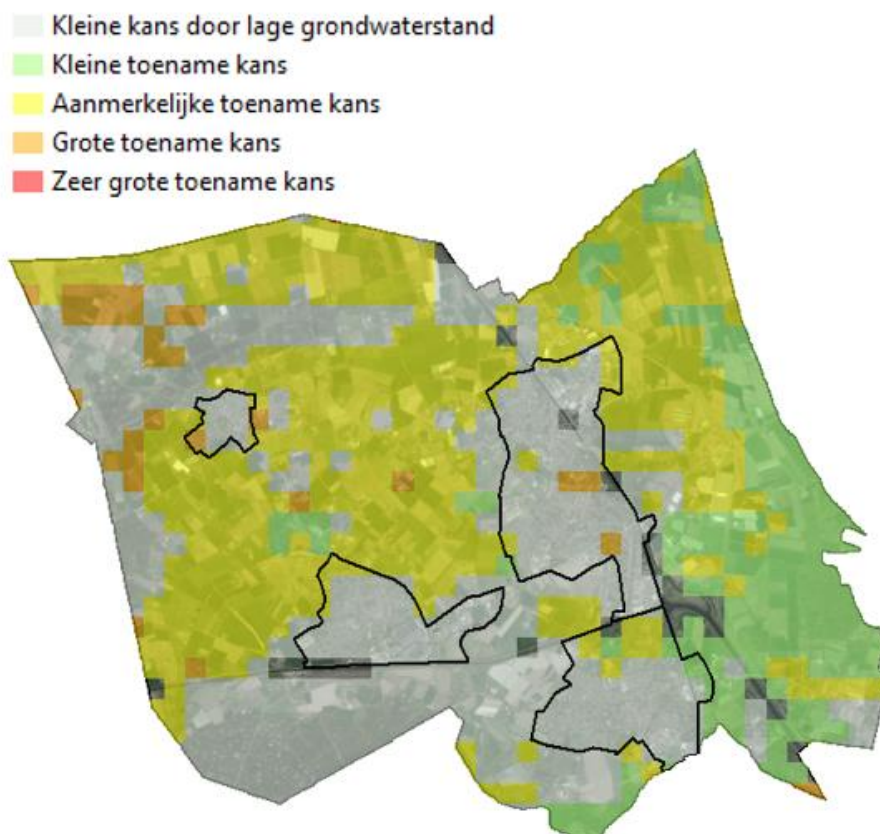
Mogelijke gevolgen van een hoge grondwaterstand zijn [frequenter optredende wateroverlast](#) in kruipruimten en tuinen, verwelking van flora, schade aan ondergrondse infrastructuur (kabels, leidingen, maar ook riolen) en opvriezen van wegen in de winter. Als het risico sterk toeneemt kan het nodig zijn 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.

In Figuur 4 is een kaart weergegeven met data uit de klimaateffectatlas. Deze kaart geeft op het niveau van de gemeente globaal aan in welke zones de kans op grondwateroverlast toeneemt. Daarbij staan de verschillende classificaties voor de volgende (bandbreedten aan) grondwaterstijging en -diepte, te zien in Tabel 3.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

Uit de analyse van de Klimaateffectatlas (figuur 4) kan worden opgemaakt dat de kans op een toename van grondwateroverlast in 2050 over het merendeel van de gemeente Laarbeek klein (groen) tot aanmerkelijk (geel) is. Dit betekent een grondwaterstijging van 0,05 tot 0,20 meter, waarbij in de kernen maximaal 0,10 m stijging zou kunnen plaatsvinden (Tabel 3). Of deze stijging daadwerkelijk tot schade leidt, is afhankelijk van

de lokale situatie. Het kan zijn dat er bij de aanleg van gebouwen en infrastructuur geen rekening gehouden is met een mogelijke stijging van het grondwater waardoor deze kwetsbaar zijn. In het merendeel van Laarbeek is de afstand tussen maaiveld en grondwaterstand, mede door de hoge zandgronden, relatief groot. Hierdoor is de daadwerkelijke kans op grondwateroverlast gering. In de gebieden binnen Laarbeek waar in de huidige situatie grondwateroverlast wordt ervaren kan nader onderzoek worden uitgevoerd op de huidige dynamiek van de grondwaterstand, het functioneren van drainagevoorzieningen.



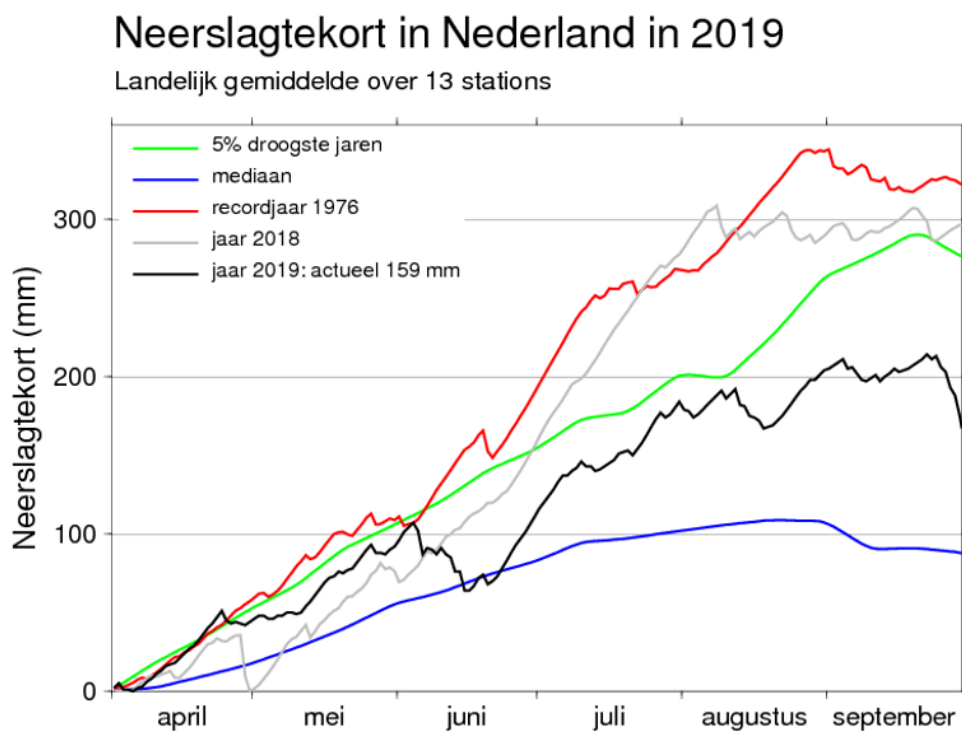
Figuur 4: Kans op toename grondwateroverlast tot 2050 (Bron: Klimateffectatlas, geraadpleegd augustus 2019).

3 DROOGTE

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

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

Droge perioden vinden over het algemeen plaats gedurende de zomer wat ook 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 Figuur 5 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 5: Neerslagtekort in Nederland in 2019. Landelijk gemiddelde over 13 stations (bron: KNMI, geraadpleegd op 1 oktober 2019)

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

De kwetsbaarheid van Laarbeek voor droogte is in kaart gebracht voor de (ontwikkeling van de) volgende aspecten: kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging, kwetsbaarheid voor funderingsschade als gevolg van paalrot en knelpunten waterkwaliteit. Daarnaast is met behulp van de klimaateffectatlas inzichtelijk gemaakt wat het neerslagtekort voor de gemeente is, wat de verwachte ontwikkeling van de gemiddeld laagste grondwaterstand is, welke gevolgen droogte heeft voor vegetatie 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 de gevallen hoeveelheid neerslag en de berekende referentiegewasverdamping. Deze referentiegewasverdamping is een inschatting van de verdamping door gewassen bij een bepaalde meteorologische situatie. Als de verdamping 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 vegetatie. Het maximale neerslagtekort treedt doorgaans aan het einde van de zomer op. Toename van het neerslagtekort kan leiden tot verdere afname van de waterbeschikbaarheid in grond- en oppervlaktewater en een toename van de watervraag voor peilbeheer en beregening. Ook de waterkwaliteit kan onder druk komen te staan, bijvoorbeeld door verminderde doorstroming van oppervlaktewater.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

Uit de modelresultaten (2014) van KNMI-klimaatsscenario Wh2050 kan worden opgemaakt dat het potentieel jaarlijks gemiddelde neerslagtekort in het huidige klimaat 120-150 mm is en dat dit kan oplopen tot 210-240 mm in 2050. Het potentieel 10-jarig neerslagtekort is in het huidige klimaat 240-270 mm en kan oplopen tot 270-330 mm in 2050 (Tabel 4). Dit heeft nadelige gevolgen voor de beschikbaarheid van water voor gewassen (landbouw), flora en fauna (natuur) en de waterkwaliteit. Laarbeek en Waterschap Aa en Maas zijn bezig met adaptieve maatregelen tegen de gevolgen van droogte. De Blauwe Poort is hier een goed voorbeeld van, zie Figuur 6.

Tabel 4: Modelresultaten voor neerslagtekort van KNMI-klimaatsscenario 2050.

	Gemiddeld Neerslagtekort (mm)	Potentieel 10-jarig neerslagtekort (mm)
Huidige klimaat	120-150	240-270
Wh-klimaat	210-240	270-330



Figuur 6: De Blauwe Poort natuur- en waterbergingsgebied. Bron: Waterschap Aa en Maas.

Deze zone heeft een dubbelfunctie als waterberging en gebied voor natuurontwikkeling. De Blauwe Poort is een goed voorbeeld van hoe samenwerking tussen verschillende partijen kan leiden tot klimaat adaptieve maatregelen. In dit geval waren organisaties zoals IVN, Laarbeeks Landschap, de heemkundekringen, ZLTO, de weidevogelverenigingen en verschillende agrariërs uit de streek betrokken.

3.2 Ontwikkeling gemiddeld laagste grondwaterstanden

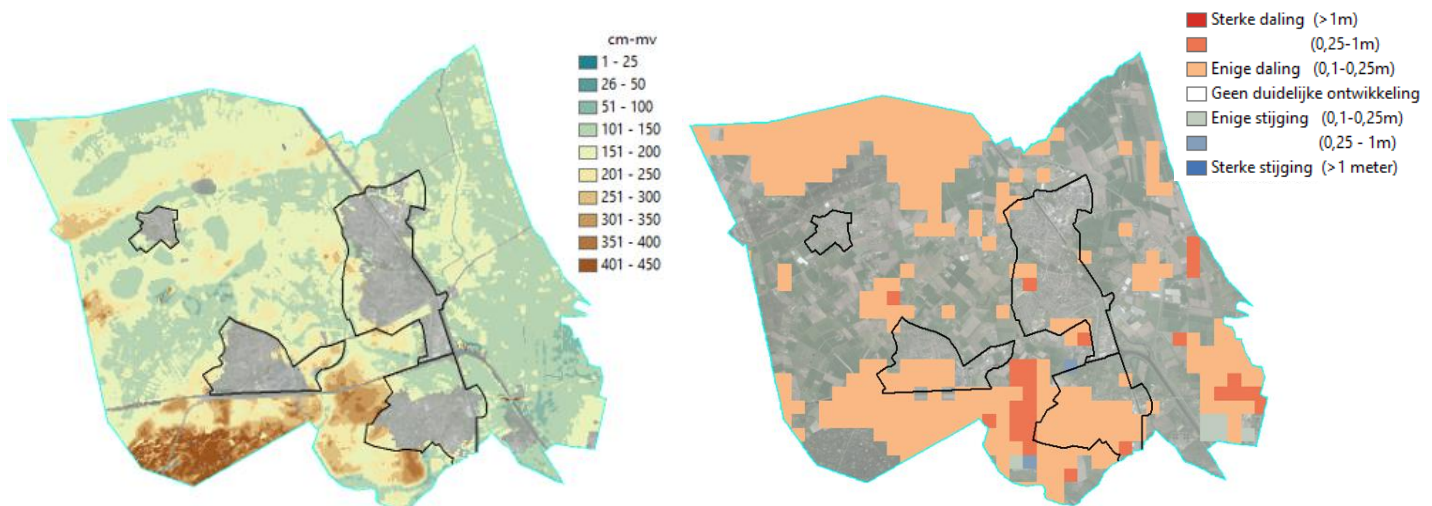
In tijden van droogte wordt de grondwaterstand minder door neerslag aangevuld, terwijl mogelijk een groter beroep wordt gedaan op grondwater dan wel oppervlaktewater. Bij een te lage grondwaterstand kan schade ontstaan. In de analyse van de klimaateffectatlas is gekeken naar de te verwachten gemiddeld laagste grondwaterstand bij klimaatsscenario WH2050. Hiervan is een kaartbeeld gemaakt dat de verschilsituatie ten

opzichte van het huidige klimaat presenteert. Bij de analyse is rekening gehouden met verandering van klimaat en water- en landgebruik.

De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) wordt doorgaans aan het einde van de zomerperiode bereikt. In het merendeel van Nederland is er geen duidelijke ontwikkeling in de GLG (een lichte daling van 5 tot 10 centimeter). Op een deel van de hoge zandgronden wordt juist een stijging van de GLG berekend. De stijging in de hoge zandgronden is een gevolg van een toename van het jaarlijks neerslagoverschot, veroorzaakt door toename van de winterneerslag. Omdat de grondwaterstand in deze gebieden ver onder maaiveld ligt, heeft de verwachte toename van de verdamping minder effect op de grondwaterstanden. De resultaten van de klimaateffectatlas zijn gebaseerd op het Nationaal Water Model. Hierin is geen rekening gehouden met specifieke lokale factoren als onttrekkingen of bemalingen. De kans bestaat dat de vraag naar drinkwater en daarmee de onttrekkingen zullen toenemen. Het is echter onzeker of dit invloed zal hebben op de GLG.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In het huidige klimaat bevindt de gemiddeld laagste grondwaterstand zich voor een groot deel van gemeente Laarbeek dieper dan 2 meter onder het maaiveld. Met name in/rond het woonbos ten zuiden van Lieshout worden relatief diepe grondwaterstanden aangetroffen. In het klimaatscenario WH2050 zal in een groot deel van de gemeente enige (10 tot 25 cm) daling van de gemiddeld laagste grondwaterstand plaatsvinden. Dit is terug te zien in Figuur 7.



Figuur 7: Gemiddeld laagste grondwaterstand huidig klimaat (links) en de verandering gemiddeld laagste grondwaterstand in klimaatscenario WH2050 ten opzichte van huidig klimaat (rechts); (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 27 mei 2019)

3.3 Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

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

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

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

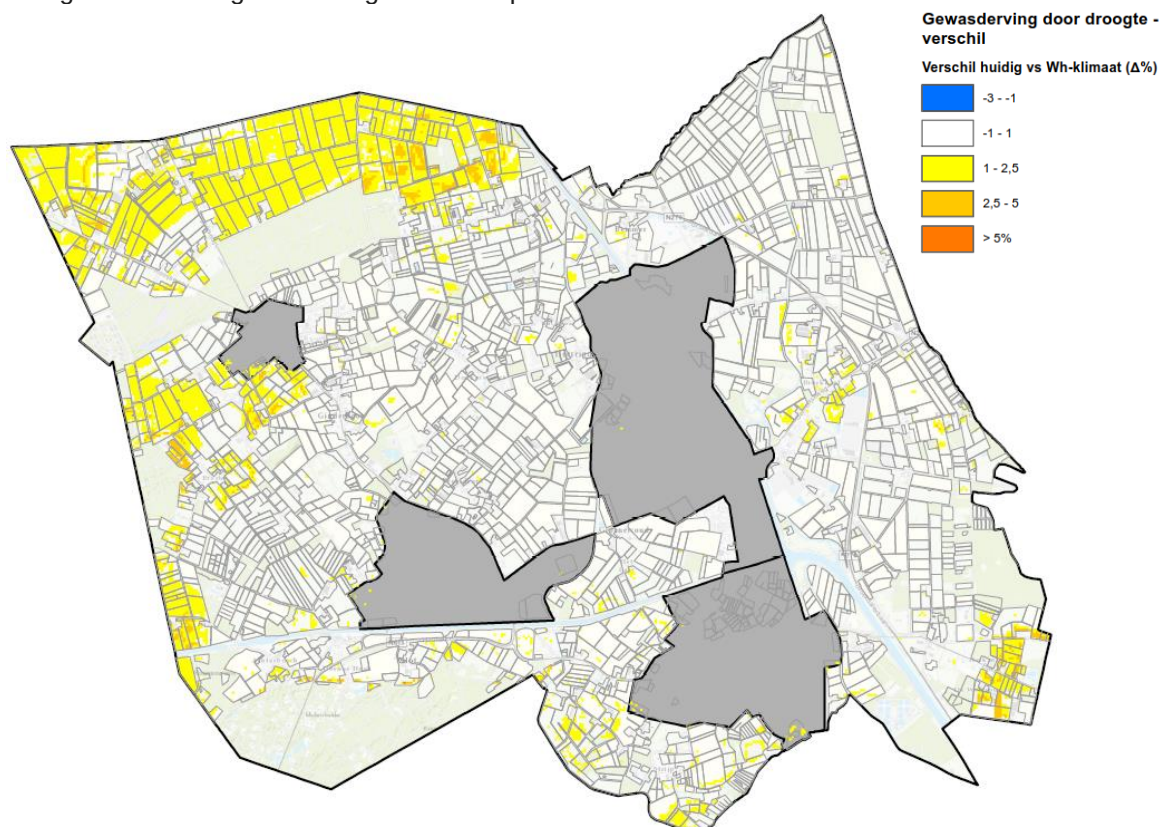
Om inzichtelijk te maken welke gebieden de vegetatie (met gras als referentiegewas) kwetsbaar is voor verdroging, is gebruik gemaakt van de Water Wijzer Landbouw (<https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/>). Deze

tool is geschikt voor het bepalen van het effect van veranderingen in hydrologische condities (in dit geval klimaatverandering) op gewasopbrengsten. Hierbij worden het bodemtype, grondwaterstand, gewastype en verschillende klimaatscenario's beoordeeld. Verdere informatie over de methodologie is beschreven in Bijlage A.

De kwetsbare gebieden zijn verder onderverdeeld in gebieden gevoelig voor droogte in landbouwgebied, natuurgebied en overig gebied.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In Bijlage D (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Laarbeek")) is op gemeenteniveau de ontwatering en de kwetsbaarheid van gras voor verdroging op kaart weergegeven. Met name de bodemsoorten die weinig leem en/of organisch materiaal bevatten zijn gevoelig voor droogte bij een dalende grondwaterspiegel. De hoofdclassificering van bodemsoorten in Laarbeek is voornamelijk zand in het hoger gelegen gedeelte ten noorden van Mariahout. Ten zuiden en ten westen van Aarle-Rixtel liggen enkele klei- en veengronden. Op basis van deze grondsoorten en hun capillaire eigenschappen kunnen de klei en veengronden een diepere grondwaterstand hebben dan zandgronden voordat er droogteschade optreedt. Zodra de afstand tussen wortels en capillaire opstijging van het grondwater te groot wordt begint er droogteschade op te treden.

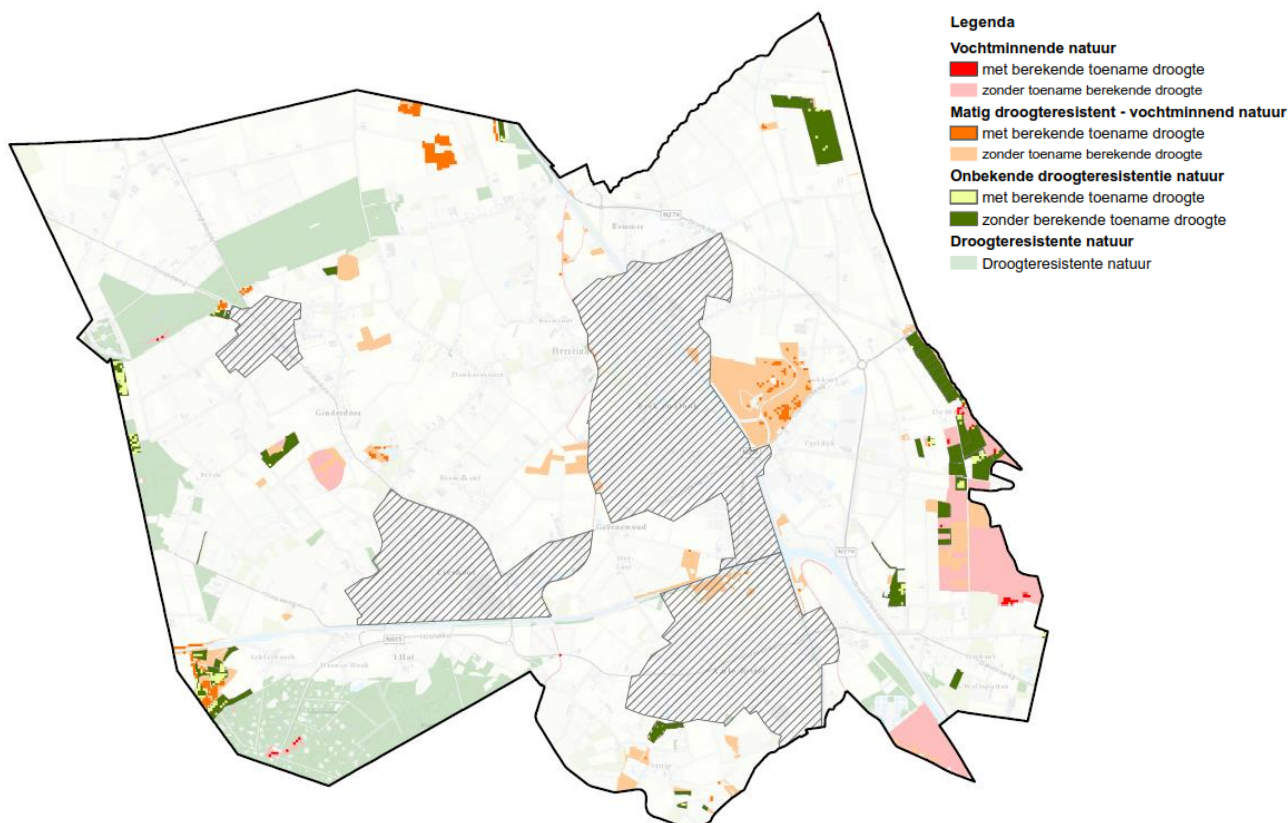


Figuur 8: Toename gewasderiving (%) op gewaspercelen in Laarbeek door droogte in het WH2050 klimaatscenario.

Er dient te worden opgemerkt dat sommige vegetatie meer of minder watervraag kan hebben dan gras. Ook kan het voorkomen dat de grondwaterstand lager staat dan de gemiddeld laagste grondwaterstand. Dit betekent dat de getoonde resultaten een gemiddelde gewasderiving laten zien en de gebieden waar gewasderiving optreedt in een extreme situatie dus groter kunnen zijn dan in Figuur 8 is weergegeven.

3.4 Kwetsbaarheid natuur als gevolg van droogte

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



Figuur 9 Potentieel droogteschade natuur in Laarbeek bij een WH-klimaat in 2050.

Hoe kwetsbaar is de gemeente Laarbeek?

Zoals te zien is in Figuur 9 liggen de droogterisico's voor natuur voornamelijk aan de oostzijde van de kern Beek en Donk, natuurgebied Ruweeuwsels en een aantal percelen in het noorden van de gemeente.

3.5 Knelpunten waterkwaliteit

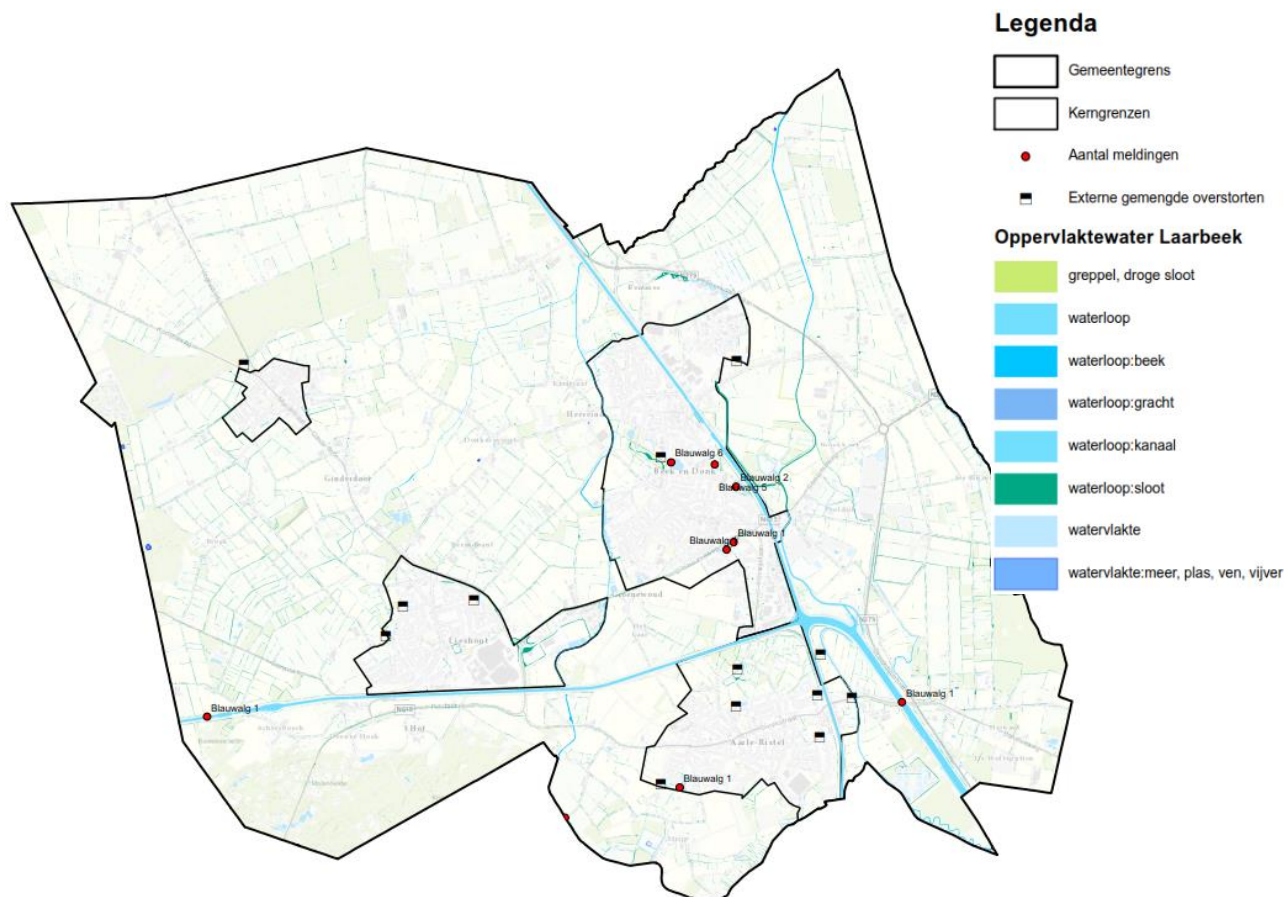
Perioden van droogte zullen leiden tot lagere waterstanden in oppervlaktewateren. Daarnaast zal de temperatuur van het oppervlaktewater stijgen. Dit zorgt ervoor dat de waterkwaliteit zal verslechteren (Brolsma, van Meerten, Dionisio, Elbers, 2012). Deze gevolgen kunnen leiden tot (onomkeerbare) schade aan oevers en een verslechtering van de habitat voor flora en fauna. Daarnaast wordt de kans op blauwalg en botulisme groter, met gevolgen voor de gezondheid van mens en dier (Hoogvliet et al, 2012). Ook kan dit negatieve gevolgen opleveren voor de recreatiesector (zowel recreanten als exploitanten) (de Jonge, 2008). Een geïsoleerde waterpartij is minder klimaatbestendig dan watergangen met doorstroming (afhankelijk van de mate van doorstroming). Doorstroming zorgt voor 'verversing' van het oppervlaktewater. Afvalwater uit lozingspunten van gemengde riolen kunnen de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Meldingen kunnen inzicht geven in de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de loop der jaren.



Figuur 10 - Blauwalg is al vaker voorgekomen in Laarbeek (bron: Eindhovens Dagblad).

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In het onderstaande kaartbeeld zijn het oppervlaktewater en de locaties van de 13 gemengde externe overstorten in beeld gebracht. Voor de vijver aan de Nachtegaallaan in Beek en Donk zijn tussen 2012 en 2019 zes meldingen van blauwalg binnengekomen. Ook bij de overstort in Aarle-Rixtel ter oosten van Strijpsoord is een melding van blauwalg gedaan. Daarnaast zijn er op enkele wateren in Beek en Donk meldingen van blauwalg gedaan. Een belangrijke oorzaak hiervan is het droogvallen van slecht doorstromende waterpartijen in de zomer van 2019. Ook op doorgaande watergangen is de afgelopen jaren blauwalg geconstateerd (Figuur 11), waaronder in het Wilhelminakanaal ter hoogte van de Sluisweg en in de Zuid-Willemsvaart bij de Bakelseweg. Meldingen van vogel- en vissterfte zijn niet bekend bij het waterschap en de gemeente.



Figuur 11: Knelpunten waterkwaliteit, zie ook bijlage D3.

3.6 Bodemdaling en funderingsschade

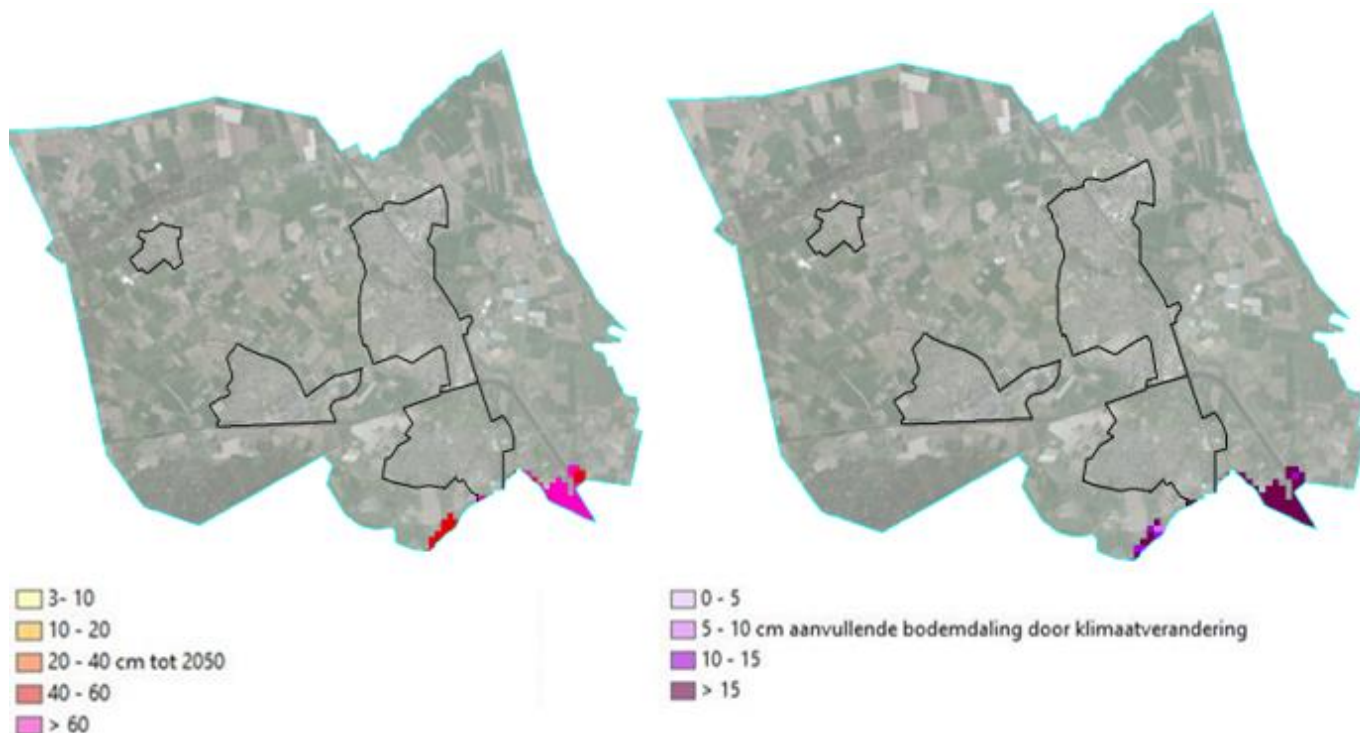
Bodemdaling

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

Uit de analyseresultaten in de klimaateffectatlas wordt in het huidige klimaat bodemdaling berekend, en in KNMI '14 klimaatscenario 2050WH wordt aanvullende bodemdaling verwacht. In het huidige klimaat is berekend dat de bodemdaling die optreedt tot 2050 meer dan 60 cm kan bedragen. Deze bodemdalingen treden enkel op in enkele gebieden ten zuiden van de kern Aarle-Rixtel, in de beekdalen van de Goorloop en de Gulden Aa. In het klimaatscenario WH2050 is de landelijke verwachting dat de huidige bodemdaling verder kan toenemen vanaf 2050 met een extra 10 cm tot meer dan 15 cm. Echter, volgens de data omtrent bodemdaling uit de Klimaateffectatlas, zal er in de Gemeente Laarbeek slechts beperkt bodemdaling voorkomen (zie Figuur 12). Ten zuiden van Aarle-Rixtel, treedt wel een aanzienlijke bodemdaling op

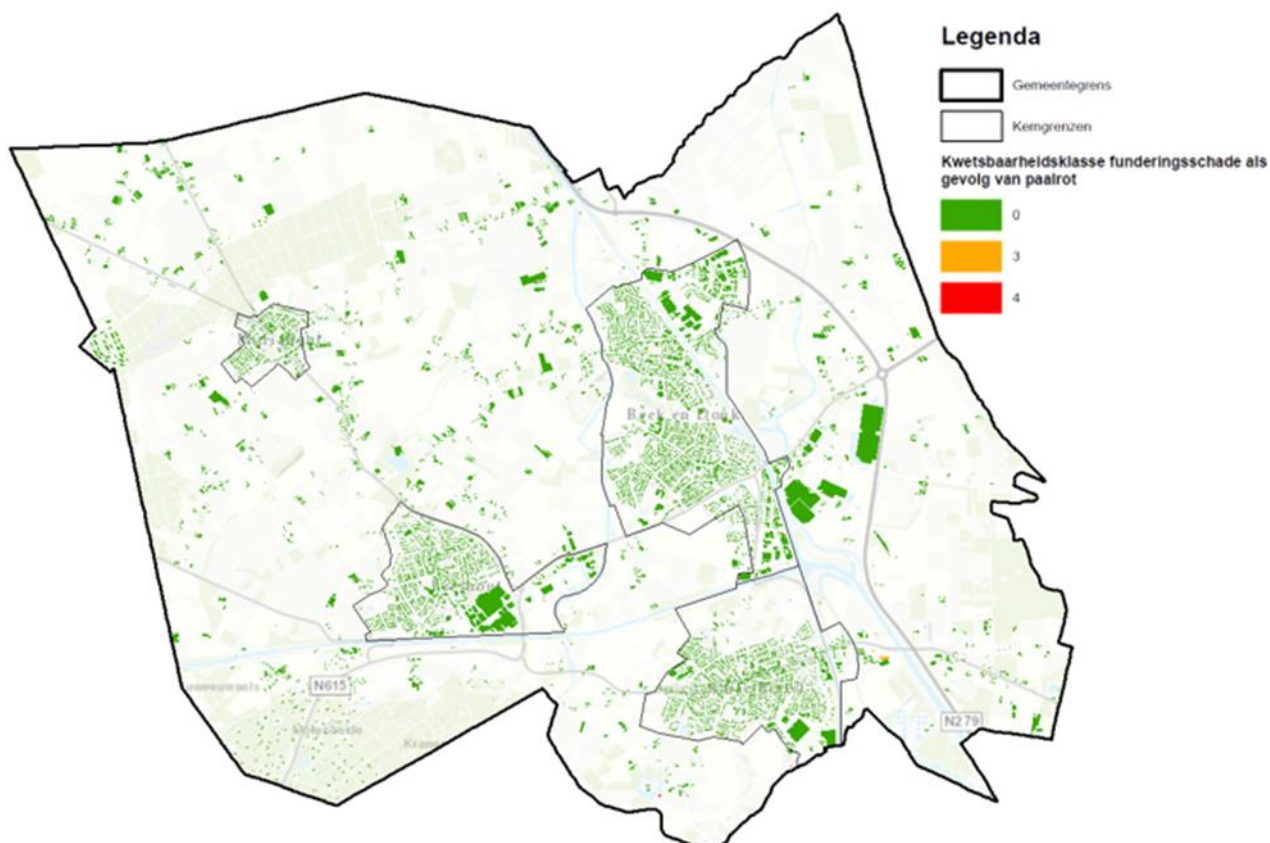
(>60cm) volgens de Klimaateffectatlas. Dit wordt mede berekend door de veenachtige ondergrond, die hier volgens de BOFEK2012 aanwezig is.



Figuur 12 - Bodemdaling huidige klimaat (links) en aanvullende bodemdaling door klimaatverandering volgens scenario WH 2050 (rechts); (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 27 mei 2019).

Funderingsschade als gevolg van paalrot

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



Figuur 13 - Kwetsbaarheid van panden voor funderingsschade als gevolg van paalrot (rood=kwetsbaar; groen=niet kwetsbaar).

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In Figuur 13 zijn de panden van gemeente Laarbeek weergegeven op kaart. Op basis van de aannames in de analyse zijn geen panden gevonden die als kwetsbaar voor funderingsschade als gevolg van paalrot naar voren komen. Uit de analyse komt wel één pand aan de Oliemolen naar voren als redelijk kwetsbaar (oranje): een oude boerderij die mogelijk op houten palen is gefundeerd.

4 HITTE

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

De stijging van de gemiddelde jaartemperaturen in Nederland brengt op het gebied van hittestress geen acute problemen met zich mee. Dergelijke problemen doen zich wel 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). Het is daarnaast ook een gegeven dat deze groep in de toekomst groter zal zijn door de vergrijzing in Nederland. Met als gevolg dat de zelfredzaamheid van de inwoners zal dalen. Ook kunnen infrastructuur en gebouwen schade oplopen door het uitzetten van materialen. Langdurig aanhoudende hitte kan leiden tot klachten als vermoeidheid, concentratieproblemen en hoofdpijn. Ook neemt het risico op uitdroging en oververhitting toe, in het ergste geval kunnen mensen hieraan overlijden.

De kwetsbaarheden van de gemeente Laarbeek voor hitte zijn in deze stresstest inzichtelijk gemaakt door de (ontwikkeling van de) volgende aspecten te bekijken: aantal zomerse en tropische dagen, hittestress door warme nachten, oppervlaktetemperatuur en opwarming van oppervlaktewater voor hitte. Hierbij is gebruik gemaakt van thermisch infraroodbeeld van de Landsat satellietmissie (paragraaf 4.3). Op basis van deze data is de zogenoemde stralingstemperatuur van het oppervlak berekend ter indicatie van mogelijk hittestress.

4.1 Zomerse en tropische dagen per jaar

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In Tabel 5 is de verwachting van het KNMI voor de ontwikkeling van het aantal zomerse en tropische dagen weergegeven. 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 1,3 tot 3,7 graden hoger liggen dan nu het geval is.

Tabel 5: Ontwikkeling zomerse en tropische dagen in de omgeving van gemeente Laarbeek

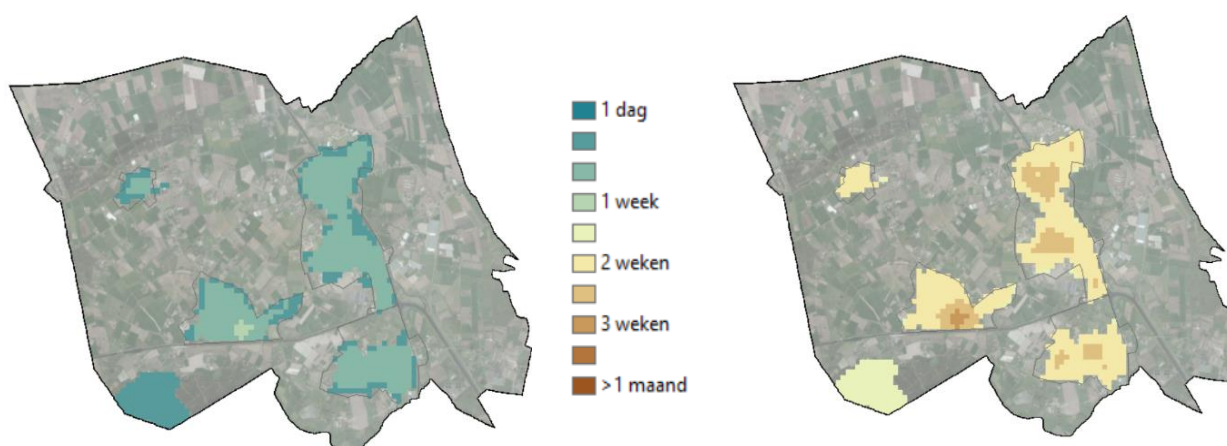
	Huidig	2050 WH Scenario
Aantal zomerse dagen (max. ≥ 25 °C)	30 - 40	50 - 60
Aantal tropische dagen (max. ≥ 30 °C)	6 - 9	15 - 18
Langste reeks opeenvolgende zomerse dagen	7 - 9	13 - 15

4.2 Hittestress door warme nachten

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

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

De ontwikkeling van het aantal tropische nachten in de gemeente Laarbeek is weergegeven in Figuur 14. Het aantal tropische nachten per jaar ligt momenteel rond enkele dagen per jaar in het bebouwd gebied van de gemeente. In 2050 zal dit in het meest extreme geval zijn gestegen tot 3 weken per jaar. De ruimtelijke kenmerken van bebouwde gebieden (veel verharding, weinig groen) dragen hier in grote mate aan bij.



Figuur 14: Toename aantal tropische nachten/ hittestress: huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimateffectatlas, geraadpleegd op 6 augustus 2019).

4.3 Oppervlaktetemperatuur

Voor deze analyse is gebruik gemaakt van een thermisch infrarode opname van de Landsat 8 satelliet op 26 juli 2018. 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. 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 net boven een verwarmingselement of kachel kan voelen "stralen". De door een mens ervaren temperatuur (gevoelstemperatuur) is, buiten de bovengenoemde stralingstemperatuur, onder meer afhankelijk van de lokale (relatieve) luchtvochtigheid, windsnelheid en temperatuur van de aangevoerde lucht.

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

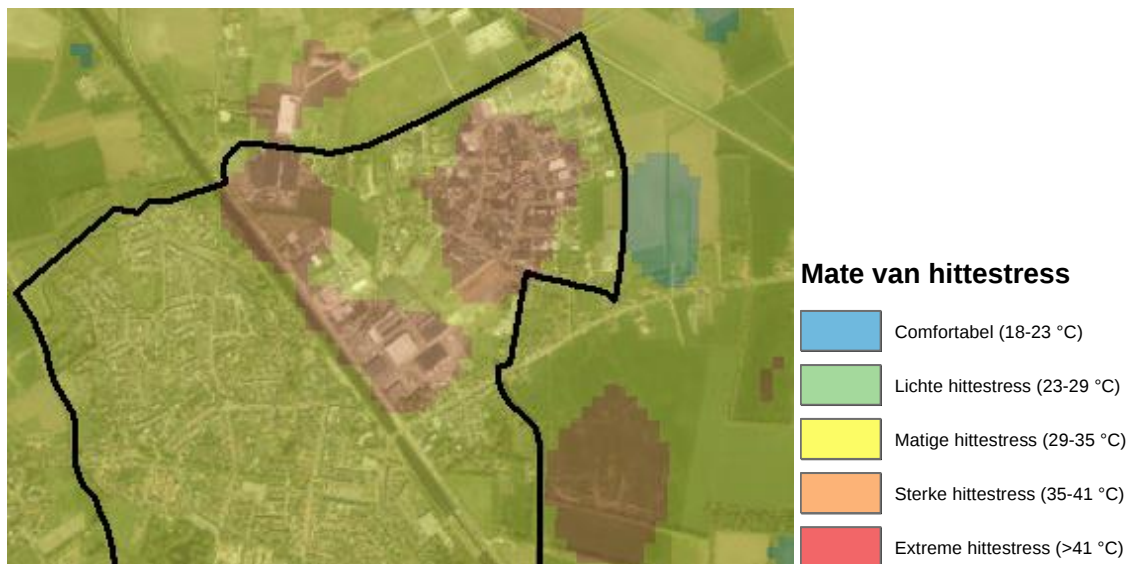
In Bijlage E (welke in een afzonderlijk bundeling geleverd is ("Kaartmateriaal klimaatstresstest gemeente Laarbeek")) zijn op zowel gemeente- als kernniveau de resultaten van de hitte-analyse weergegeven.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In het gemeentelijke warmtebeeld is te zien dat in het noorden van kern Beek en Donk delen van de bedrijventerreinen Bemmer 1 t/m 3 en Bosscheweg als hittegevoelig naar voren komen. Daarnaast is de omgeving rond de Bavaria brouwerij in Lieshout hittegevoelig. Buiten de kernen komen een aantal akkers met hoge temperaturen naar voren. De oorzaak hiervan is vermoedelijk gelegen in het feit dat ten tijde van het ingevlogen satellietbeeld een aantal akkers braak lagen. Hierdoor is er weinig verdamping en warmt de bodem op.

Kern Beek en Donk

In Beek en Donk komt één groot hitte-eiland voor in het noorden nabij de Wellestraat/Trentstraat; op de bedrijventerreinen Bemmer 1 t/m 3 en Bosscheweg (Figuur 15). Daarnaast is er in het zuiden van Beek en Donk een kleiner hitte-eiland op het bedrijventerrein Beekerheide. De oppervlaktetemperaturen in de Beek en Donk variëren sterk. Van 28°C bij de vijver aan de Lage Heesweg tot 40°C op bedrijventerreinen Bemmer 1 t/m 3 en Bosscheweg. Als gevolg van deze temperatuurdifferentiatie wordt lichte hittestress, maar ook sterke hittestress ervaren. Het grote hitte-eiland bij de Wellestraat/Trentstraat wordt verklaard door de aanwezigheid van een groot bedrijventerrein en een braakliggend terrein. De oppervlaktetemperatuur loopt op tot 40°C wat leidt tot sterke hittestress. Uit een analyse van de luchtfoto, op de locatie van het hitte-eiland, blijkt dat er in verhouding weinig groen en veel verharding en braakliggend terrein aanwezig is. Een laag aandeel groen betekent dat er weinig verdamping plaats zal vinden wat resulteert in een gereduceerd verkoelend effect.



Figuur 15 - Het hitte-eiland effect nabij de Wellestraat/Trentstraat en het WiSH-outdoor terrein zijn duidelijk te zien.

In Figuur 15 komt ook het terrein van het WiSH-festival naar voren als een locatie met extreme hittestress (>41 °C). Braakliggende grond warmt gemakkelijker op en straalt meer warmte af naar de omgeving. De opname van het satellietbeeld is gemaakt op 26 juli 2018, een kleine maand na het festival (dat plaatsvond van 29 juni tot en met 1 juli). Hoewel er half juli alweer sprake is van grasland, hebben de tienduizenden bezoekers van het festival nog steeds aanzienlijk effect op de begroeiing en ondergrond wat bijdraagt aan de hitte-ontwikkeling.

Kern Aarle-Rixtel

In Aarle-Rixtel komt één klein hitte-eiland voor in het zuiden van de kern, bij de Artex. De oppervlaktetemperaturen in Aarle-Rixtel variëren sterk. Van 27°C nabij het kanaal tot 38°C bij het kruispunt bij de Artex. Als gevolg van deze temperatuurdifferentiatie wordt lichte hittestress, maar ook sterke hittestress ervaren. Het hitte-eiland in het zuiden van de kern wordt verklaard door de aanwezigheid van een groot bedrijvencomplex. De oppervlaktetemperatuur loopt op tot 38°C wat leidt tot sterke hittestress. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat er in verhouding weinig groen en veel verharding aanwezig is. Naast het hitte-eiland worden er ook twee koelere hitte-gebieden waargenomen ten noorden en oosten van de Opstal en Beekseweg. Hier stromen de Zuid-Willemsvaart en het Wilhelminakanaal, welke een verkoelend effect hebben op de omgeving.

Kern Lieshout

In de Lieshout komt één klein, maar sterk hitte-eiland voor in het zuiden van de kern. De oppervlaktetemperaturen in de Lieshout variëren sterk. Van 30°C ten oosten van de Provinciale weg tot 45°C bij de brouwerij van Bavaria. Als gevolg van deze temperatuurdifferentiatie wordt matige hittestress, maar ook extreme hittestress ervaren.

Het hitte-eiland ligt in het zuiden van de kern en wordt verklaard door de aanwezigheid van het brouwerijcomplex van Bavaria. De oppervlaktetemperatuur loopt hierop tot 45°C wat leidt tot extreme hittestress. Uit analyse van de luchtfoto blijkt dat er geen groen en veel verharding aanwezig is. Dit betekent dat er nauwelijks verdamping plaats zal vinden wat resulteert in een gereduceerd verkoelend effect. Daarnaast is het mogelijk dat een type bedrijf als een brouwerij meer stralingswarmte veroorzaakt.



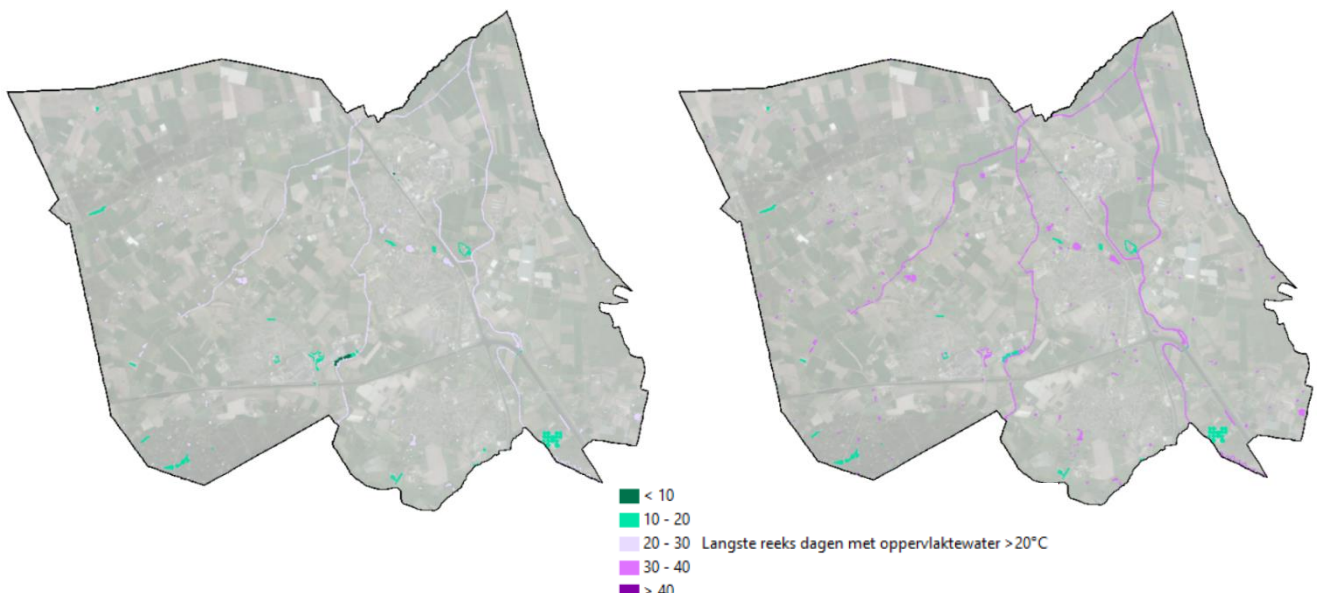
Figuur 16: Thermisch infrarood satellietbeeld van de Bavaria brouwerij in Lieshout. Datum van opname is 26 juli 2018

Kern Mariahout

In kern Mariahout wordt geen hitte-eiland waargenomen. Oppervlaktetemperaturen liggen tussen de 30 °C en 36 °C, met matige hittestress als gevolg. Daarnaast is te zien dat de temperaturen in de bebouwde omgeving warmer zijn dan de omliggende gebieden. Daarnaast is het verkoelend effect van de bossen ten noorden van de kern waar te nemen.

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.



Figuur 17: Langste opeenvolgende reeks dagen met oppervlaktewater > 20 °C; huidig (links) en in 2050 (rechts) (bron: klimaateffectatlas, geraadpleegd op 5 augustus 2019)

De klimaateffectatlas toont de langste aaneengesloten periode van dagen per jaar, waarin de watertemperatuur hoger is dan 20°C. Vanaf die temperatuur gedijen (ongewenste) exotische planten en dieren, blauwalgen, ziekteverwekkers- en -verspreiders beter. De analyse in paragraaf 3.5 (knelpunten waterkwaliteit) heeft tevens invloed op het gedijen van ziekteverwekkers. Oppervlaktewater dat méér dan drie meter diep is, is niet opgenomen in het kaartbeeld van de klimaateffectatlas. Weersinvloeden en locatie specifieke factoren zoals waterdiepte en bebouwingsdichtheid zijn opgenomen in het rekenmodel.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In Figuur 17 is de opwarming van het oppervlaktewater in de gemeente weergegeven met een doorkijk naar 2050. Tot 2050 is de verwachting dat het aantal opeenvolgende dagen waarop het oppervlaktewater warmer is dan 20 °C toeneemt. Momenteel is er sprake van 10 tot 30 opeenvolgende dagen met oppervlaktewater boven deze waarde voor een aantal oppervlaktewateren binnen de gemeente. In klimaatscenario WH2050 is aangegeven dat dit op kan lopen tot meer dan 30 tot 40 opeenvolgende dagen. Zoals hierboven beschreven kan dit nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit, ecologie, flora en fauna.

5 OVERSTROMING

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

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

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

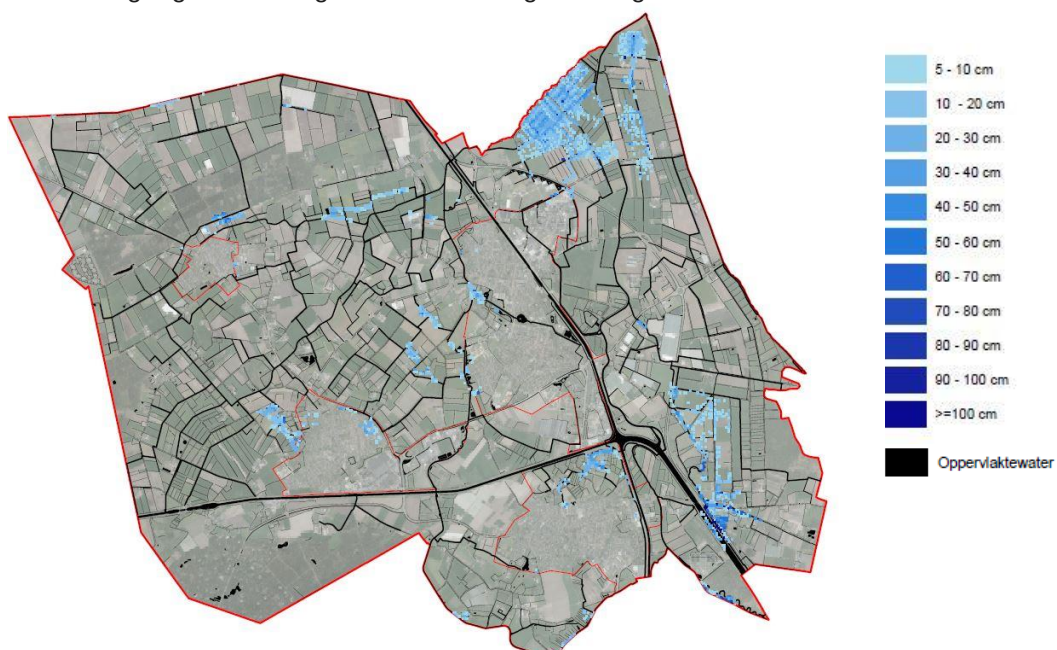
5.1 Overstromingsdiepte

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

De kwetsbaarheid van de gemeente Laarbeek voor overstroming is in met behulp van de analyse van Waterschap Aa en Maas in beeld gebracht. Het waterschap heeft haar oppervlaktewatersysteem doorgerekend met een zomerse piekbui van 70 mm in één uur. De kaart laat zien welke gebieden kunnen overstromen en welke overstromingsdiepte maximaal kan optreden.

Hoe kwetsbaar is gemeente Laarbeek?

In Figuur 18 zijn de analyseresultaten van de overstromingsdiepte voor de gemeente Laarbeek weergegeven. In Bijlage F zijn naast deze kaart ook de waterkaarten 1/100 en 1/1000 jaar uit de klimaateffectatlas opgenomen. Uit de resultaten blijkt dat na deze zware bui er relatief weinig locaties inunderen en dat ook de waterdiepte beperkt blijft. Met name vanuit de Aa bij Heikant en in het noorden bij de Boerdonksche Aa treden lokale overstromingen op. Aan de oostzijde van Lieshout zijn het groen en het gebied rond de watergang achter bergbezinkbassin Vogelenzang kwetsbaar.



Figuur 18: Maximale waterdiepte als gevolg van een zomerse piekbui van 70 mm in één uur (bron: waterschap Aa en Maas)

6 AANPAK SECTORANALYSE

De impact van klimaatverandering op de gemeente Laarbeek is voor hitte, droogte, wateroverlast en overstroming in voorgaande hoofdstukken inzichtelijk gemaakt. Uit de analyse blijkt dat de gemeente Laarbeek 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:



Er is sprake van een breed scala aan effecten, die ingrijpen op verschillende schaalniveaus. De effecten kunnen omvangrijk zijn, beperkt maar talrijk, op korte termijn plaatsvinden of in de loop van de eeuw pas optreden. Ook zijn cumulatieve effecten mogelijk, zowel binnen sectoren als tussen sectoren onderling. Per sector is een studie verricht waarin de directe en indirecte effecten zijn geïnventariseerd en de verschillende stakeholders zijn benoemd.

In navolgend hoofdstuk is per sector de sector zelf omschreven en zijn de directe en indirecte effecten per klimaatrend (hitte, droogte, wateroverlast en overstroming) beschreven. Deze sectoranalyse biedt daarmee ook een basis voor de aankomende klimaatdialogen. Het kaartmateriaal is beschikbaar in een Storymap door middel van [storymaps²](https://arcadis.maps.arcgis.com/apps/Storymap/index.html?appid=9a0ee1d1d3eb4ebab35670e85c4407a0).

In de beschrijvingen zijn ook de praktijkervaringen opgenomen van de gemeente Laarbeek. Deze zijn opgehaald in de werksessie op woensdag 28-08-2019 (Figuur 19). Deze sessie werd opgedeeld in drie onderdelen, namelijk: plenair, wateroverlast en droogte/hitte. In de twee break-outs werden de gemaakte kaarten en analyses nader toegelicht en was er ruimte voor de aanwezigen om deze informatie aan te vullen uit eigen ervaring(en). In Tabel 6 is een overzicht weergegeven van de effecten per sector waar de voor de gemeente belangrijkste effecten dik zijn gedrukt.



Figuur 19 - Op 28 augustus is een werksessie gehouden bij de gemeente op praktijkervaringen op te halen.

Tabel 6. Overzicht indirecte effecten per sector

	Hitte	Wateroverlast	Droogte	Overstroming
 Water en Ruimte	Risico (zwem) waterkwaliteit , Hitte-gerelateerde klachten bouwmedewerkers, Toename kans (natuur) brand, Toename gebruik en beheer en onderhoud openbaar groen.	Risico op waterschade aan bebouwing , Ziekteverwekkers op straat en afname waterkwaliteit bij extreme neerslag .	Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod, Afname waterkwaliteit, Toename kans op (natuur)brand, Wateren vallen droog .	Schade aan bebouwing, Verandering ecologische systemen, Uitval kwetsbare waterinfrastructuur (o.a. pompen en gemalen).

² <https://arcadis.maps.arcgis.com/apps/Storymap/index.html?appid=9a0ee1d1d3eb4ebab35670e85c4407a0>

 Natuur	Risico (zwem)waterkwaliteit, Hitte gerelateerde klachten bouwmedewerkers, Toename kans (natuur)brand, Toename gebruik en beheer en onderhoud openbaar groen.	Risico op schade aan bebouwing, Ziekteverwekkers op straat en afname waterkwaliteit bij extreme neerslag.	Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod, Afname waterkwaliteit, Toename kans op (natuur)brand, Wateren vallen droog.	Schade aan bebouwing, Verandering ecologische systemen, Uitval kwetsbare waterinfrastructuur (o.a. pompen en gemalen).
 Landbouw, tuinbouw en visserij	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, meer onderhoud nodig, areaal groen staat onder druk, aantal bomen neemt af.	
 Gezondheid	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	Waterschaarste en beregeningsverbod, Oogstschade en Afname gewasopbrengsten, vissterfte, waterkwaliteit.	Opbrengstschade, Uitval vitale energie- en ICT-infrastructuur, Toename problemen waterafvoer.
 Recreatie en Toerisme	Fysieke klachten krampen, uitslag, uitputting, hitteberoerten, uitdroging (dehydratie), nierfalen en luchtwegklachten. Toename overlijdensrisico, Afname nachtrust.	Afname bereikbaarheid hulpdiensten.	Dalende waterkwaliteit, Kans op botulisme, blauwalg en vissterfte. Meer fijnstof en ziekteverwekkers in de lucht, Verschuiving van gezondheid gevaarlijke soorten, stankoverlast.	Verdrinking en fysiek letsel, Toename kans ziekten door water overdraagbare infectieziekten, Afname bereikbaarheid medische hulpdiensten, Toename uitval elektriciteitsvoorziening Hulpdiensten.
 Infrastructuur (weg, spoor, water en luchtvaart)	Toename risico voor grote evenementen, Toename toerisme & recreatie, Verandering (sport)visserij, Toename consumptie alcohol en drugs.	Risico's buitenevenementen Verandering (sport)visserij, Toename kans op natuur- en bosbranden Toename inzet beregeningsverbod heeft effect op sportvelden etc.	Toename risico's buitenevenementen	Schade voorzieningen
 Energie	Stijging ongelukken door verminderde concentratie, Schade wegdek wegennet, Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen.	Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur, Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek, Versperring wegverkeer door omgewaaide objecten	Hinder wegverkeer door natuur- en bermbranden, Door afname aanvoer water, kans op beperking scheepvaartkanalen.	Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur, Schade door instabiliteit bodem wegen door overstroming
 IT en telecom	Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand, Toename energievraag door koeling en kans op stopzetten energielevering door te hoge vraag.	Uitval elektriciteit door inundatie, Inslag- en stormschade energie infrastructuur, Beschadiging door omvallende bomen (uprooting), uitval rioolgemalen.	Minder capaciteit elektriciteitsleidingen door verhoogde weerstand	Uitval door schade en teloorgaan energie infrastructuur
 Veiligheid	Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Hitte-uitval en hogere energiekosten ICT-operators, Uitval en storingen door kabelsmelt en spanningsdips	Lekkage en inundatie ICT-objecten, Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid, inslag- en stormschade van door uitval elektriciteitsvoorzieningen. Stormschade antennes mobiele communicatie en zendmasten.	Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur, Uitval ICT door lage luchtvochtigheid	Uitval ICT en telecom bij overstroming

7 SECTOR WATER EN RUIMTE

7.1 Definitie sector en stakeholders

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

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

7.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Wateroverlast

De locaties die uit de analyse van wateroverlast naar voren komen, zoals Groes (Hoge Regt), Muzenlaan, Kerkstraat en Pater Vogelsstraat zijn bekend bij de gemeente. De Muzenlaan is laaggelegen in vergelijking met de omliggende straten. De straat is hier echter breed en de huizen staan relatief hoog, waardoor de kans op schade door wateroverlast klein is, ook is het watersysteem gekoppeld aan een RWA-gemaal om het gebied na de neerslaggebeurtenis leeg te pompen. De Pater Vogelsstraat is inmiddels vergroend als onderdeel van de Groenstrijd 2.0 (Figuur 20). Verder zal er de komende jaren een regenwaterriool worden bijgelegd in de Kerkstraat en de Pater Vogelsstraat.



Figuur 20 - Resultaat van de Groenstrijd 2.0 in de Pater Vogelsstraat.

Ten noorden Aarle-Rixtel ligt in het gebied De Beemd een waterknelpunt dat mogelijk in relatie met het Gulden Land (Figuur 22) kan worden opgelost. In maart 2018 sloten Laarbeek, Helmond en waterschap Aa en Maas een overeenkomst om het gebied tussen de beide takken van de Zuid-Willemsvaart meer groen en recreatiemogelijkheden te geven. Dit 'schiereiland' meet in Laarbeek zo'n 21 hectare. In het gebied ligt ook de rioolwaterzuivering van waterschap Aa en Maas. De gemeenten Laarbeek en Helmond en het waterschap trekken samen op om het volgende te ontwikkelen:

- 2,5 km van de Gulden Aa ontwikkelen tot een natuurlijke beek;
- 1,1 km van de Aa ontwikkelen tot een natuurlijke beek in combinatie met de aanleg van een ecologische verbindingszone;
- In het natuurgebied de Bundertjes herstellen van een deel van de Aa en een stuw bij Aarle-Rixtel vispasseerbaar maken;
- Het vernatten van 18,7 hectare verdroogd natuurgebied en inrichten van het gebied met de daarbij horende flora en fauna;
- Bestaande knelpunten die wateroverlast veroorzaken worden opgelost.



Figuur 21 - Het Gulden Land, met linksonder de waterzuivering (bron: Eindhovens Dagblad).

Hitte/Droogte

De gemeente Laarbeek heeft regelmatig last van blauwalg in het oppervlaktewater. Het is een steeds gebruikelijker beeld dat er waarschuwborden in verband met blauwalg worden geplaatst in de wateren binnen de gemeente. Zo wordt er de afgelopen jaren iedere zomer in de Zuid-Willemsvaart blauwalg geconstateerd, een groot gezondheidsprobleem. Er is namelijk geen officieel zwemwater in de gemeente, maar in het kanaal wordt wel gezwommen. Een andere locatie waar in het verleden blauwalg werdesignaleerd, is de waterpartij in de Muziektuin te Beek en Donk. Hier hebben de gemeente en het waterschap een maatregel getroffen, namelijk het toevoegen van beluchting met een fontein.



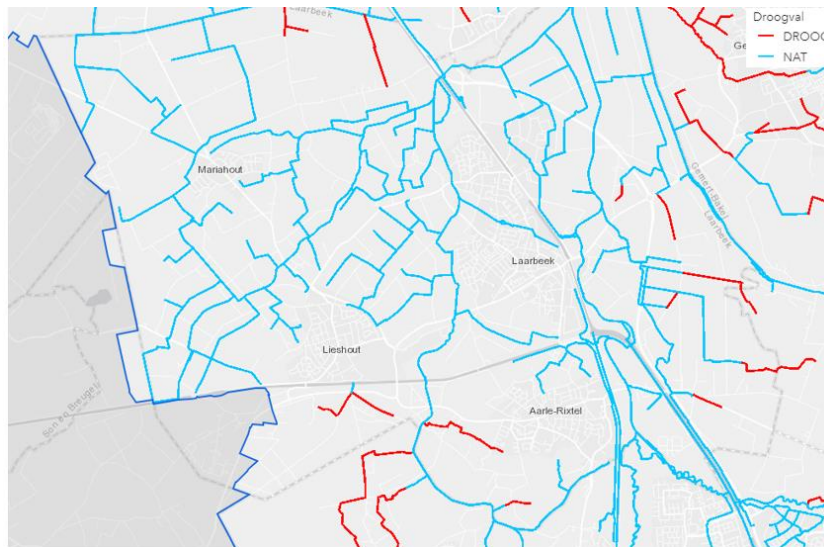
Figuur 22 – In 2018 stond het water in de vijvers bij de Ouverturelaan dusdanig laag dat de vissen met de rug boven water kwamen. Door medewerkers van de gemeente is vis overgezet naar nabijgelegen water (bron: Mooi Laarbeek).

Droogte

Het watersysteem in het buitengebied van Laarbeek is toe aan onderhoud. De sloten zijn op een aantal locaties volgens de gemeente te klein en slecht onderhouden. Water kan hierdoor slecht vastgehouden worden op de plekken waar het valt. Als mogelijke maatregel hiervoor zou kunnen worden gekozen voor een kleinere verkaveling. Demping van sloten door ruilverkaveling was een landelijke trend en speelde ook hier, dit heeft ook het bergend vermogen van het watersysteem verminderd.

Verder zijn er wateren die droogvallen bij langere perioden van droogte. Dit zijn onder andere: enkele vijvers in Beek en Donk en Aarle-Rixtel, waaronder de waterbergingen aan de Ouverturelaan (Figuur 22). Daarnaast is er geen goed zicht op de waterstanden in de vennen, wel is bekend dat diverse vennen in de omgeving van Mariahout afgelopen zomer droog stonden door het uitblijven van neerslag. Het droogvallen

van watergangen wordt gemonitord door het waterschap. Elke week wordt deze kaart geüpdatet, een voorbeeld van deze kaart met de situatie op 7-10-2019 is te zien in Figuur 23.



Figuur 23 - Monitoring van droogval in watergangen door Waterschap Aa en Maas (geraadpleegd op 8-10-2019).

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 per gewastype in Laarbeek

Binnen de gemeente Laarbeek bestaat de sector landbouw uit 48% grasland en 52% uit bouwland. Bouwland bestaat uit 52% mais en 14% consumptie aardappelen (BRP gewassen 2018). Het positieve gevolg van de temperatuurstijging is een mogelijke opbrengststijging, deze is berekend en vastgelegd (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 (overheersende grassoort cultuurgronden) 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.

Tabel 7: Relevante klimaatfactoren voor de productie van gras en de impact op het gewas. (Schaap et al. 2009, 2014)

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

Mais

Mais kan goed tegen warmte, maar heeft wel voldoende vocht nodig om te kunnen groeien. Extreme droogte remt dan ook de groei. Hevige regenval heeft effect op de groei van mais doordat het wortelstelsel niet goed functioneert en bij langdurig onderwater staan zal afsterven. Ook bij het rooien van het gewas kunnen extreem hevige regenbuien grote schade geven. In Tabel 8 is de impact van klimaatverandering op mais weergegeven.

Tabel 8: De klimaatfactor en de impact op de teelt van maïs. (Schaap et al. 2009, 2014)

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

Aardappelen

Aardappel is een financieel aantrekkelijk en tegelijkertijd klimaatgevoelig gewas. De belangrijkste klimaatfactoren, impact en schade zijn weergegeven in Tabel 9. 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 9: 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.

8.3 Praktijkervaringen van de gemeente

Droogte

Om het waterpeil bij de landbouwgronden ten noorden van de Mariahoutse bossen op peil te houden, wordt water uit het Wilhelminakanaal via het slotensysteem naar dit gebied gevoerd, het gevolg hiervan is echter dat het risico op verdroging van de landbouwgronden ten zuiden van Mariahout en de Mariahoutse bossen groter wordt. In de toekomst moet een afweging worden gemaakt of wateraanvoer vanuit het relatief ver weg gelegen Wilhelminakanaal nog steeds de beste optie is. Mogelijk is wateraanvoer vanuit de Zuid-Willemsvaart via de Biezenloop een beter alternatief.

Initiatief: Boer Bier Water

In samenwerking met lokale, Laarbeekse boeren en tuinders, brouwerij Bavaria, ZLTO, Waterschap Aa & Maas, Agrifirm, lokale Rabobank en de gemeente is een projectgroep water opgezet. Deze onderzoekt hoe de brouwerij en de agrariërs kunnen samenwerken op het gebied van watergebruik. Momenteel loopt er een pilot waarbij restwater wordt herverdeeld onder de naburige agrariërs. Ook worden er stuwen geplaatst en extra sloten gegraven om water beter vast te kunnen houden en verdroging van de grond tegen te gaan. Hiervoor wordt ook gewerkt met omgekeerde drainage, dit lijkt goed te werken. Met behulp van deze drainage wordt water richting de landbouwgrond vervoerd door kunstmatig het waterpeil te verhogen. De gemeente Laarbeek is betrokken en kijkt mee in het proces.

9 SECTOR GEZONDHEID

9.1 Definitie sector

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

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

9.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Hitte

Vanuit het thema hitte heeft de gemeente geen meldingen gekregen van burgers die hittestress ervaren. Momenteel wordt er door de veiligheidsregio Brabant Zuidoost voorlichting gegeven over hoe om te gaan met extreme hitte.

Een mogelijk knelpunt is dat er op dit moment weinig tot geen contact met GGD of veiligheidsregio over het thema hittestress en de mogelijke kwetsbare groepen in de gemeente Laarbeek. Veiligheidsregio BZO stuurt wel een hittemail rond gedurende hittegolven, maar deze zijn voornamelijk gericht op evenementen. Feit is dat door de vergrijzing de groep kwetsbaren toe zal nemen in de gemeente. Dit is een discussie die wordt gevoerd binnen het opstellen van de omgevingsvisie van de gemeente. Overigens zijn er de afgelopen jaren geen meldingen bij de gemeente gemaakt over hitte en/of hittestress.

Droogte

Wel wordt in perioden van warm weer en/of hittegolven melding gemaakt van stankoverlast bij de gemeente. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het afval, dat nog opgehaald moet worden. In samenspraak met Blink, de afvalinzamelaar, is er afgesproken dat het afval eerder op de dag mag worden opgehaald. Gevolg is een stijgen van de kosten van afvalinzameling voor de gemeente in warme perioden. Daarnaast wordt er stankoverlast ervaren door het droogvallen van riolering en oppervlaktewater.

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 de eigenaar is.
- *Ondernemers (vooral sportaccommodaties en evenementenorganisaties)*: Adapteren door het uitvoeren van maatregelen (ruimtelijke inrichting, functiegebruik etc.) en informatievoorziening (voorlichting).

10.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Hitte

De gemeente heeft al ervaring met het organiseren van grote evenementen gedurende een hittegolf. Zo werd tijdens Wish-outdoor, een evenement met 60.000 bezoekers in één weekend, vorig jaar water verstrekt, werden nevelstraten gecreëerd en was er een hitteprotocol in van kracht. Voor het evenement wordt het hele jaar door intensief contact gelegd met politie, GHOR, brandweer, gemeente, Veiligheidsregio en de organisatie. De gemeente zelf heeft ook een ambtenaar speciaal belast met Wish Outdoor. Deze ervaringen worden ingezet bij het organiseren van andere evenementen.

11 SECTOR NATUUR

11.1 Definitie sector

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

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

11.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Droogte

Droogte binnen de bebouwde kom

Als gevolg van droogte is meer onderhoud aan openbaar groen nodig. Om het groen klimaatbestendiger te maken worden binnen de gemeente de volgende maatregelen al uitgevoerd: meer water geven in de zomer grondverbetering en een drainageslang aanbrengen bij nieuwe aanplant waardoor vroeg in het jaar extra water gegeven kan worden bij de wortels.

De maatregelen zijn op dit moment voornamelijk reactief, er is (nog) geen beleid opgesteld om de gevolgen van verdroging tegen te gaan. Tijdens het overleg zijn al een aantal mogelijke punten genoemd die in dergelijk beleid opgenomen kunnen worden: Variatie in het groen en een aangepaste soortkeuze van het groen. Daarnaast is het van belang om bij bewoners acceptatie (begrip en bewustzijn) te creëren.

In de zomer van 2019 heeft er 5 dagen per week een waterwagen rondgereden om bomen van water te voorzien. De uitval van groen viel gezien de extreme omstandigheden mee, en bleef beperkt tot een aantal verdroogde vaste planten- en heestervakken en enkele bomen. De gemeente schat in dat wanneer dit nog twee jaar aanhoudt er een groot verlies van vegetatie zal zijn met een enorme schadepost als gevolg. Opvallend is dat de verschillende sportclubs in de gemeente nog geen last hebben van de droogte omdat ze ongelimiteerd beregenen. Hier is namelijk (nog) geen beleid om dat te beperken.

De Groene Long van Beek en Donk

Tussen 'Beek' en 'Donk' bevindt zich een 'Groene Long'. In dit gebied mag niet worden gebouwd, dit is vastgelegd in een masterplan, waarin met name de nadruk is gelegd op de aanwezigheid van groen en water. Ook is hier een visvijver aanwezig, hier moet echter nog bewustzijn worden gekweekt omtrent het voeren van de vissen. Momenteel wordt er te veel bijgevoerd met een slechte waterkwaliteit als gevolg. Deze vijver wordt aangevuld met fosfaatrijk water uit de Zuid Willemsvaart, wat een aanvullend negatief effect heeft.

Vergroening van Laarbeek

Door een toename van het aantal inbreidingen komt het groen in de kernen onder druk te staan. Veel van deze inbreidingswijken worden gerealiseerd door projectontwikkelaars. De gemeente ziet erop toe dat er

voldoende ruimte wordt gereserveerd voor groen. Daarnaast wordt de kern Aarle-Rixtel omringd door waardevolle landschappen, waardoor er geen uitbreidingen meer mogen plaatsvinden

Processierups

De laatste jaren is de processierups een steeds vaker voorkomend probleem in Nederland, dus ook in Laarbeek. De gemeente bestrijdt deze rups zowel preventief als curatief. Daarnaast wordt ingezet op alternatieve overlastbestrijding. Zo zijn de afgelopen zomer feromoonvallen uitgezet (Figuur 24), werden er mezenkastjes opgehangen en wordt er geëxperimenteerd met bloemrijke bermen of akkerranden om de natuurlijke vijanden van de processierups te faciliteren. Momenteel is er een monocultuur met eiken in de gemeente, waardoor er veel last is van processierupsen. Ongeveer 30% van bomen in Laarbeek is eik. Op de lange termijn wordt toegewerkt naar een grotere variatie in boomsoorten. In de bossen in het buitengebied wordt via de methode van geïntegreerd bosbeheer al toegewerkt naar een meer gevarieerd bos met loofhout in plaats van monoculturen van naalddhout.

Droogte in het buitengebied

De natuur kan in de ogen van de gemeente niet nat genoeg zijn. Echter, in Laarbeek zal droogte een rol gaan spelen voor zowel natuur als landbouw. Dit probleem wordt nog niet zo gevoeld en gezien, omdat droogte toch minder tastbaar blijkt. Voor natuurgebieden ligt de uitdaging in combineren van groenbeheer en wateropvangen. Een voorbeeld van een nat natuurgebied binnen de gemeente is het Moorselen, dat vooral bijzonder is vanwege de aanwezigheid van orchideeën.

Het beheer van de gemeentelijke bossen in het buitengebied van Laarbeek wordt uitbesteed aan Bosgroep Zuid-Nederland. In deze overeenkomst zijn het beheer van bos- en natuurterreinen, Ecologische verbindingzones (EVZ's) en meer dan 120 landschapselementen opgenomen. In het buitengebied ligt ook het woonbos, een gebied waar de functies wonen en natuur nauw samengaan. Bij nieuwbouw wordt in dit gebied veel bos gekapt. Hiervoor zijn vergunningen nodig vanuit de wet natuurbescherming, maar er is weinig toezicht of handhaving. Er loopt wel een gesprek over bewustwording van de baten van de natuur, dit leidt langzamerhand tot een verschuiving bij nieuwe bewoners en een afname in de kap van bomen.

Risico's natuurbranden

De gemeente Laarbeek heeft vaker dan voorheen te maken met bos- of bermbranden. De toegenomen droogte vergroot het risico op bos- en bermbranden.



Figuur 24 - Bestrijding van de processierups in Laarbeek afgelopen zomer door middel van feromoonvallen (bron: Mooi Laarbeek).



Figuur 25 - Onder meer bij een grote bosbrand in Mariahout in juli 2018 moest de Laarbeekse brandweer ingrijpen (bron: <https://www.ed.nl/>).

12 SECTOR INFRASTRUCTUUR

12.1 Definitie sector

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

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

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

12.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Hitte

De gemeente heeft in het verleden veel problemen gehad met het uitzetten van materialen in wegen. Met name betonplaten zorgden voor problemen. De gemeente heeft hier reeds op geanticipeerd door deze materialen te vervangen.

Tijdens extreme hitte kiest de gemeente er voor geen zout te strooien in verband met de belasting voor het milieu. Wel wordt door Rijkswaterstaat de Beekse brug natgehouden in de zomer om ervoor te zorgen dat deze in bedrijf blijft.



Figuur 26 - De 'Beekse brug' over de Zuid-Willemsvaart moet tijdens hete zomer worden afgekoeld om ervoor te zorgen dat hij kan sluiten, zo ook op deze foto uit 2015 (bron: Omroep Brabant).

Droogte

Uit de werksessie blijkt dat de effecten op de infrastructuur door klimaatverandering beperkt zijn. Wat wel opgemerkt wordt is dat bestrating sneller los komt te liggen door de droogte. Dit betreft met name de nieuwe aanleg van tegelpaden, bermkantplanken en dergelijken.

Wateroverlast

De begaanbaarheid van wegen bij extreme neerslag is weergegeven op de kaarten in bijlage C. Het beleid van de gemeente is erop gericht om middels het realiseren van robuuste hemelwaterstelsels en waterberging effecten van extreme neerslag te beperken. Hierbij wordt bij het plannen van maatregelen de bereikbaarheid van gebieden voor o.a. hulpdiensten meegenomen.

13 SECTOR ENERGIE

13.1 Definitie sector

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

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

- De energietransitie: de overgang van het huidige energiesysteem, met voornamelijk fossiele brandstoffen, naar een duurzamer energiesysteem met meer alternatieve en schone energiebronnen is in volle gang. In zowel nationaal als regionaal beleid wordt deze transitie verankerd. Op een aantal punten kan dit onderwerp worden gecombineerd met klimaatadaptatie, bijvoorbeeld bij gebiedsontwikkelingen of grote herstructureringen.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, provincies: Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal en regionaal beleid en kennisdeling met overige stakeholders.
- Gemeenten: Op lokaal niveau adaptatie in beleid verankeren (vooral m.b.t. energievoorziening van MKB en huishoudens) en informatievoorziening (bijv. voorlichting).
- Elektriciteits- en gasproducenten: Adaptatiemaatregelen treffen om de weerbaarheid van de energie-infrastructuur te verbeteren.
- Landelijke en regionale beheerders (transmissie en distributie): Adaptatiemaatregelen treffen om de weerbaarheid van de energie-infrastructuur te verbeteren.
- Energiemaatschappijen: Aanpassing van bedrijfsvoering en producten en informatievoorziening over adaptatie en mitigatie naar klanten.
- Eindgebruikers: Kans op overbelasting van het net verkleinen door gedragsverandering.

13.2 Praktijkervaringen van de gemeente

Verstoring energievoorziening

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

In de gemeente zijn meer dan 400 drukrioolgemalen te vinden. De elektriciteitskasten hiervan worden warmer in de zomer, wat kan leiden tot uitval. Een mogelijke maatregel is om deze kasten wit te schilderen, indien dit een reëel probleem wordt in de toekomst.

Energietransitie

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

In 2018 is het project De Groene Zone van start gegaan in de gemeente Laarbeek. Het doel van het project is om inwoners snel en gemakkelijk van zonnepanelen te voorzien zonder investering van eigen kapitaal. De

gemeente koopt in regionaal verband zonnepanelen in en schiet de kosten voor levering en plaatsing voor waarna de kosten over een termijn terugbetaald worden.

Zonnepanelen

Uit de werksessie blijkt dat de gemeente het gebruik van zonnepanelen als een grote kans ziet. Er zijn al verschillende principeverzoeken ingediend voor de aanleg van een zonnepark binnen de gemeente. De gemeentelijke visie op grootschalige opgewekte energie is inmiddels vastgesteld door de raad en wordt nu gehanteerd om initiatieven voor zonneweides te beoordelen.

Daarbij is het onder E11 benoemde risico voor de gemeente herkenbaar, met name zonnepanelen kunnen door extreem weer beschadigd raken.

14 SECTOR INFORMATIE TECHNOLOGIE (IT) EN TELECOM

14.1 Definitie sector

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

De volgende stakeholders hebben een rol in adaptatie:

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

14.2 Praktijkervaringen van de gemeente

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

15 SECTOR VEILIGHEID

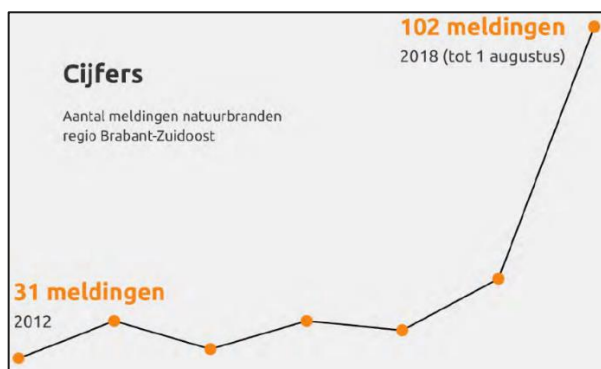
15.1 Definitie sector

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

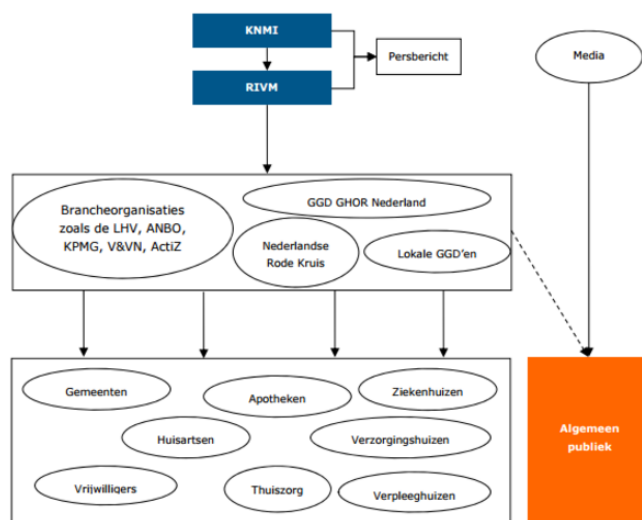
- Ministerie van Justitie en Veiligheid (incl. AIVD, MIVD), Ministerie van Defensie: Grote rol door het verankeren van adaptatie in nationaal beleid, het treffen van maatregelen en informatievoorziening.
- Veiligheidsregio, politie, brandweer, gemeenten en GHOR (geneeskundige hulp bij ongevallen): De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

15.2 Praktijkervaringen van de gemeente

In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant zijn de aspecten wateroverlast als gevolg van extreme neerslag, natuurbranden, hittegolven en storm/windhozen opgenomen. De waarschijnlijkheid en de impact zijn per risico voor de regio bepaald (zie Figuur 29). De bovengenoemde risico's zijn beoordeeld als zeer waarschijnlijk. De impact is voor natuurbranden het grootst en geclassificeerd als ernstig. De droge zomer van 2018 illustreert de toename van het risico. Het aantal meldingen van natuurbranden in zuidoost Brabant steeg van 31 meldingen in 2012 naar 102 meldingen in 2018.



Figuur 27: Aantal meldingen natuurbranden regio Brabant Zuidoost

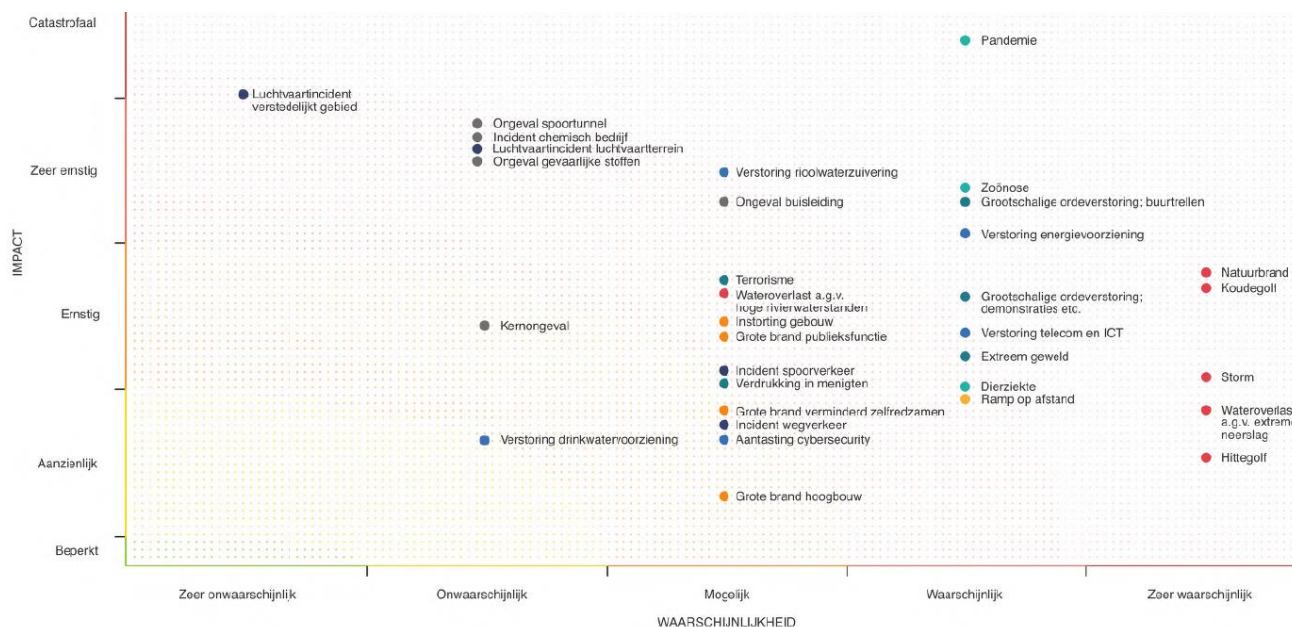


Figuur 28: Belboom Nationaal hitteplan (KNMI)

Hitte

De risico's van een hittegolf worden door de Veiligheidsregio erkend. In het regionaal risicoprofiel uit 2019 van de Veiligheidsregio Zuid Oost Brabant is een hittegolf als risico met een aanzienlijke impact

geclassificeerd. De capaciteit van de regio om deze risico's aan te kunnen is in het regionaal risicoprofiel 2019 als voldoende geclassificeerd. Bij hoge temperaturen wordt door het RIVM in samenwerking met het KNMI het hitteplan geactiveerd. Zorgverlenende organisaties worden op de hoogte gebracht (zie Figuur 29) en dienen tijdig maatregelen te nemen. Bij evenementen beslist de (burgemeester/ bevoegd gezag) of een evenement afgelast moet worden in verband met hitte of voorspeld noodweer. De GGD Gemeentelijke Gezondheidsdiensten kunnen de burgemeester en de organisatoren hierin adviseren. De vier V's kunnen handvatten bieden: veranderen van evenement, verkorten, verplaatsen of vervallen.



Figuur 29: risicodiagram regio Brabant- Zuidoost (bron: Veiligheidsregio Brabant-Zuidoost (VRBZO)).

Risico's storm en windhozen

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

BIJLAGE A METHODEBESCHRIJVING KWETSBAARHEIDSANALYSES

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

WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

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

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

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

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

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

Na het inzichtelijk maken van de maximale waterdiepten is de kwetsbaarheid van gebouwen en wegen in beeld gebracht. Voor de kwetsbaarheid van gebouwen is de maximale waterstand tegen het gebouw berekend. Vervolgens zijn de gebouwen ingedeeld in vijf klasse welke de potentiële schade aantonen: Geen schade, Gering, Matig, Middel en Groot.

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

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

DROOGTE

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

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

Kwetsbaarheid van vegetatie voor verdroging

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

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

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

Voor de analyse is gebruik gemaakt van:

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

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

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

Kwetsbaarheid van funderingsschade als gevolg van paalrot

Houten paalfunderingen zijn voornamelijk voor 1950 toegepast en worden over het algemeen alleen gebruikt op klei- en veengronden. Panden die voor 1950 gebouwd zijn op klei- en veengronden zijn dus kwetsbaar voor paalrot wanneer de grondwaterstand daalt. Tussen 1950 en 1970 zijn in mindere mate houten paalfunderingen toegepast. Panden gebouwd in deze periode op klei- en veengronden zijn mogelijk kwetsbaar voor paalrot.

HITTE

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

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

Satellietbeeld thermisch infrarood

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

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

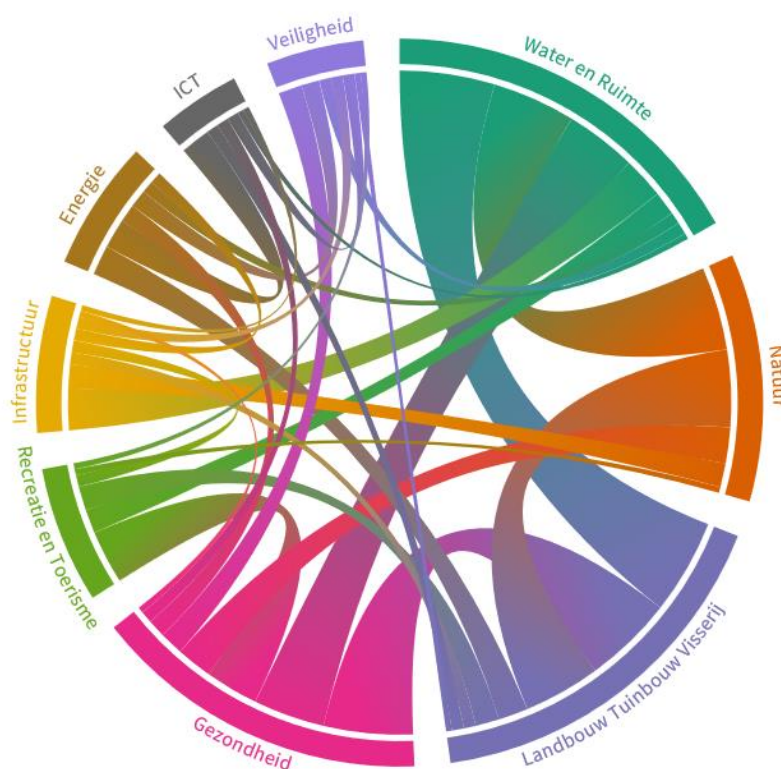
De opnamecyclus van de Landsat 8 satelliet bedraagt 16 dagen. De omloopbaan van de satelliet om de aarde heeft enige overlap met zichzelf, waardoor het voor de meeste plaatsen mogelijk is om ongeveer elke 8 dagen een opname te verkrijgen. De opnamebaan is zo ingesteld dat, boven de Benelux, de opname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

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

BIJLAGE B TOELICHTING KANSEN EN BEDREIGINGEN KLIMAATVERANDERING VOOR SECTOREN

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

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



Figuur 30. Overzicht cross-sectorale effecten

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

Communicatie – Zorgdragen voor bewustwording, voorlichting bij mogelijke problemen, verwijzen en verbinden van stakeholders, delen van kennis en informatie.

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

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

Water en Ruimte

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft, 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, waterwingebieden Lieshout
WR2 Toename kans op brand		Voorlichting, maatregelen	 Vegetatie, bermen, natuur (Molenheide, de Moorselen, de Biezen, Grotelse Heide), groene daken
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
WR3 Afname (zwem)waterkwaliteit		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Geïsoleerde wateren, geen officiële zwemwateren volgens www.zwemwater.nl
Zachte winters			
WR4 Minder waterkwaliteitsproblemen door afname gebruik strooizout		-	 Oppervlaktewater nabij wegen
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR5 Toename verzilting door verdamping		Voorlichting	
WR6 Toename druk op drinkwaterproductie		Voorlichting	 Waterwingebieden Lieshout
WR7 Toename gebruik water en ruimte voor recreatie	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	  Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant (Molenheide, de Moorselen, de Biezen, Grotelse Heide), Ecologische verbindingzones
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
WR8 Toename groenbeheer- en onderhoud door langer groeiseizoen onkruid		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Gemeentebreed
Hogere temperatuur oppervlaktewater en warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
WR9 Mogelijke veranderingen ecologische waterkwaliteit en bouwbeperking door bescherming inheemse soorten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Oppervlaktewater

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans/ bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Verandering waterkwaliteit oppervlaktewater			
WR10 Afname watercontaminatie door verdunning			 Oppervlaktewateren
Extreme piekneerslag neemt toe			
WR11 Toename erosie en sedimentatie			
WR12 Schade aan gebouwen		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Water op straat
Hogere luchtvochtigheid, toename meerdaagse natte periodes			

WR13 Corrosie gebouwen en waterwerken		Voorlichting	!	Gebouwen
Extreme piekneerslag neemt toe, toename meerdaagse natte periodes				
WR14 Ziekteverwekkers bij water op straat		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	!	Wateroverlastgebieden paragraaf 2.2
WR15 Mogelijke verandering ecosysteem en ecologische waterkwaliteit	 	Voorlichting	! 	Oppervlaktewateren en natuurgebieden (Molenheide, de Moorselen, de Biezen, Grotelse Heide)
Extreme piekneerslag neemt toe, verandering kwaliteit oppervlaktewater				
WR16 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			
WR17 Verzilting oppervlaktewater en bodem	 	Voorlichting	
Toename verzilting riviermonding, afname rivierafvoer zomer			
WR18 Verzilting innamepunten drinkwater		Voorlichting	
WR19 Beperking drinkwaterproductie door afname beschikbaarheid zoet water		Voorlichting	 Waterwingebieden Lieshout
Drogere bodems in de zomer			
WR20 Druk op drinkwaterproductie door toename watervraag		Voorlichting	 Waterwingebieden Lieshout
WR21 Overstromingsrisico door drogere veendijken		Voorlichting	 Geen veendijken aanwezig
Extremen nemen toe			
WR22 Beperking groenonderhoud door beregeningsverbod		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
WR23 Afname waterkwaliteit door ziekteverwekkers		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Oppervlaktewater
Toename bodemdaling			
WR24 Bedreiging bebouwing, cultureel erfgoed en waterinfrastructuur door bodemdaling		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Zie paragraaf 3.6
WR25 Toename waterbeheer		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Oppervlaktewateren en natuurgebieden (Molenheide, de Moorselen, de Biezen, Grotelse Heide)
Toename verzilting grondwater			
WR26 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	  Oppervlaktewateren en natuurgebieden (Molenheide, de Moorselen, de Biezen, Grotelse Heide)

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename verzilting riviermonding			
WR27 Problemen drinkwaterproductie door verzilting		Voorlichting	✗
Toename verzilting grondwater in de kuststreek			
WR28 Mogelijke verandering ecosysteemdiensten en ecologische waterkwaliteit	 	Voorlichting	! ✓ Oppervlaktewateren en natuurgebieden (Molenheide, de Moorselen, de Biezen, Grotelse Heide)
Hogere waterstanden			
WR29 Toename corrosie 'splash zone' stalen damwanden		Voorlichting	✗
WR30 Mogelijke toename erosie kust		Voorlichting	✗
WR31 Vaker sluiten primaire keringen		Voorlichting	✗ (Niet van toepassing voor de gemeente)
WR32 Afname spuien, toename pompen		Voorlichting	✗
WR33 Uitval vitale en kwetsbare waterinfrastructuur bij overstroming		Voorlichting, (beleid)kader	! Hoofdstuk 5
WR34 Schade aan gebouwen bij overstroming		Voorlichting, (beleid)kader	! Hoofdstuk 5

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

Landbouw, Tuinbouw & Visserij (LTV)

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
LTV1 Hittestress arbeiders		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Agrarische gebieden
LTV2 Hittestress vee		Voorlichting	 Veehouderijen
LTV3 Afname gewasopbrengsten		Voorlichting	 Graslanden (veehouderijen) Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer			
LTV4 Toename potentiële gewasopbrengsten			 Open teelt, onbedekte tuinbouw
Zachte winter			
LTV5 Toename energiekosten koeling en problemen bewaring oost			 Agrarische gebieden
LTV6 Minder opbrengstderving door afname vorst			 Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw, Veehouderij (grasland)
LTV7 Toename overlevingskans exoten		Voorlichting	 Gemeentebreed
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
LTV8 Verschuiving warmteminnende aquatische soorten	 		  Oppervlaktewater
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
LTV8 Ziekten en plagen		Voorlichting	 Agrarische gebieden

Wateroverlast

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Toename meerdaagse natte periodes			
LTV9 Bodemverdichting, afname bewerkbaarheid			! Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw, Veehouderij (grasland)
LTV10 Toegankelijkheid akkers voor landbouwmachines en bewerkelijkheid akkers			! Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw, Veehouderij (grasland)
LTV11 Toename beschikbaarheid schoon water			✓
Extreme piekneerslag neemt toe			
LTV12 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		Voorlichting	! Agrarische gebieden
LTV13 Toename erosie in heuvelachtig gebied		Voorlichting	! Molenheide
LTV14 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen door inundatie		Voorlichting	! Gemeentebreed
LTV15 Toename blootstelling aan water overdraagbare ziekteverwekkers door water op straat		Voorlichting	! Water op straat locaties
LTV16 Opbrengstderving door toename blootstelling ziekteverwekkers		Voorlichting	! Agrarische gebieden
LTV17 Verandering ecosysteem, verschuiving soorten		Voorlichting	! ✓
Toename frequentie en intensiteit windstoten			
LTV18 Toename sterkte opwelling zee		Voorlichting	✗
Hogere luchtvochtigheid			
LTV19 Toename ziekten en plagen		Voorlichting	! Gemeentebreed
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)			
LTV20 Oogstschade landbouw		Voorlichting	! Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw
LTV21 Schade aan gebouwen, kassen, stallen en oogsten		Voorlichting	! Agrarische gebieden
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
LTV22 Verandering blootstelling aan ziekteverwekkers		Voorlichting	! Oppervlaktewater
LTV23 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		Voorlichting	! Overstortlocaties, oppervlaktewater

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Afname rivierafvoer			
LTV24 Afname beschikbaarheid zoetwater		Voorlichting	! Gemeentebreed
LTV25 Vissterfte		Voorlichting	! Onder andere de Reigerlaan, Lage Heesweg en viswater 't Luytelaar
Droogere bodems in de zomer			
LTV26 Oogstschade en afname gewasopbrengsten		Voorlichting	! Akkerbouw, Onbedekte tuinbouw
LTV27 Waterschaarste en beregeningsverbod		Voorlichting	! Gemeentebreed

Toename verzilting riviermonding			
LTV28 Verzilting innamepunten rivierwater		Voorlichting	
Toename verzilting grondwater in kuststreek			
LTV29 Kansen zilte teelt		Voorlichting	
Toename verzilting riviermonding, Drogere bodems			
LTV30 Verandering ecosystemen	 	Voorlichting	 

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden			
LTV31 Mogelijke veranderingen aquatische ecosystemen in getijdegebieden		Voorlichting	
LTV32 Minder spuien en meer pompen		Voorlichting	 Hoofdstuk 5
LTV33 Toename problemen waterafvoer		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Hoofdstuk 5
LTV34 Economische schade en opbrengstderving door teloorgaan energie-infrastructuur bij overstroming		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Hoofdstuk 5
LTV35 Uitval vitale en kwetsbare ICT-infrastructuur bij overstroming		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Hoofdstuk 5
Toename verzilting grondwater in de kuststreek			
LTV36 Lagere gewasopbrengsten		Voorlichting	
LTV37 Meer kansen voor zilte teelt		Voorlichting	
LTV38 Verandering ecosysteem/ verschuiving soorten	 	Voorlichting	 

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 dalen (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 doodgaan 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 bereden worden zoals gewenst (Verhagen, van Asseldonk, & Pronk, 2018). In de akkerbouw kunnen maaidorsers bij aanhoudend nat weer in juli-september bijvoorbeeld niet de tarwekorrels uit de aar halen, waardoor de tarweproductie en de rotatie met andere gewassen vertragen (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook uien kunnen niet gerooid worden bij inundatie in september-oktober met opbrengstderving als gevolg. Wat betreft de onbedekte tuinbouw ontstaan er ook problemen zoals het niet kunnen rooien van Lelie in oktober-november bij langdurige inundatie (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Ook kunnen veehouderijen lastig hun vee buiten laten wanneer weilanden onder water staan vanwege de veiligheid van de dieren. Tot slot vormt erosie een bedreiging voor alle in heuvelachtige gebieden gevestigde onbedekte tuinbouw, open teelten en veehouderijen die buiten vee houden (Meijs, et al., 2018). Modderstromen kunnen gewassen beschadigen, de toplaag van de bodem verwijderen en de toegankelijkheid van weilanden verminderen. Al met al vormen deze klimaateffecten dus bedreigingen voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw.

Toename ziekten en plagen

De toename meerdaagse natte periodes, extreme piekneerslag en hogere luchtvochtigheid vergroten de kans op (blootstelling aan) ziekten en plagen, met opbrengstderving als gevolg (Meijs, et al., 2018). Dit klimaateffect vormt daarom een bedreiging voor de subsectoren Veehouderij, Open teelt en Onbedekte tuinbouw. Ten eerste vormt dit een bedreiging voor veehouderijen omdat een hoge luchtvochtigheid de kans op virusoverdracht bij varkens vergroot, en (in combinatie met hitte) de kans op schimmelvorming bij gras vergroot (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Daarnaast bemoeilijkt een hogere luchtvochtigheid in combinatie met hitte het koelproces bij vee (Veehouder en Veearts, 2016). Ten tweede vormen de meerdaagse natte periodes een bedreiging voor de onbedekte tuinbouw door schimmel- en bacterieziekten,

zoals Erwinia (bacterie) waardoor lelies rotten. Natte 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 aardfusarium (schimmel) krijgen door aanhoudende neerslag. Daarnaast leidt Erwinia (bacterie) tot stengelrot bij aardappelgewas en leidt de Rhizomanie ziekte (virus) tot schade bij suikerbiet (Schaap, Reidsma, Agricola, & Verhagen, 2014). Tot slot maken neerslag en een hoge luchtvochtigheid het lastig tot niet mogelijk om gewassen te spuiten met bestrijdingsmiddelen tegen ziektes en plagen.

Opbrengstschade door overstroming

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

Gezondheid

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

Hitte

Klimaateffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme nemen toe			
G1 Toename hitte gerelateerde klachten		Voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Gemeentebreed: Verpleeg- en verzorgingshuizen, Kinderopvang Basisscholen, Huisartsen
G2 Afname kwaliteit nachtrust		Voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Paragraaf 4.2, Gemeentebreed: Kinderopvang, scholen (basis-, middelbaar en beroepsonderwijs), Verpleeg- en verzorgingshuizen
G3 Toename kans op brand		Voorlichting	 Gemeentebreed
G4 Toename risico's voor grote evenementen		Voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Kindervakantieweek, kermis, openluchttheater Mariahout. Dorpsfeesten Aarle-Rixtel, Wish Outdoor
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
G5 Toename luchtverontreiniging door ozon		Voorlichting	 Gemeentebreed, huisartsen
G6 Toename kans op huidkanker en staar door toename blootstelling Uv-straling		Voorlichting	 Gemeentebreed
G7 Toename behoefte aan koeling		Voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	 Gemeentebreed: Kinderopvang, scholen (basis-, middelbaar en beroepsonderwijs), Verpleeg- en verzorgingshuizen, evenementen

G8 Toename alcohol- en drugsgebruik	♥	Voorlichting/ beleidskader	!	Cafés, restaurants, evenementenlocaties (met name Wish Outdoor) Verslavingszorg, Huisartsen, Ziekenhuizen. EHBO-posten
G9 Verandering voedsel overdraagbare infecties	♥	Voorlichting	!	Huisartsen, bevolking
G10 Risico toename verdrinking door toename waterrecreatie	♥	Voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	!	Geen zwemwater volgens www.zwemwater.nl
G11 Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijk recreatieruimte	♥	Voorlichting/ beleidskader/ maatregelen	! ✓	Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, ecologische
Groeiseizoen begint eerder en duurt langer				
G12 Stijging aantal allergiedagen	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
Verschuiving klimaatzones				
G13 Toename vector overdraagbare ziekteverwekkers	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
G14 Toename kans ziekten door water overdraagbare infectieziekten	♥	Voorlichting	!	Oppervlaktewater, plassen, water op straat locaties
Zachte winter				
G15 Toename overlevingskans insecten en exoten	♥	Voorlichting	!	Gemeentebreed
G16 Daling sterftecijfer tijdens winter	♥	-	✓	Gemeentebreed
G17 Minder ongevallen en doden door gladheid en ijzel	♥	-	✓	Wegen en stoepen

Wateroverlast

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

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Droogere bodems in de zomer			
G27 Toename kans op brand	♥	Voorlichting, maatregelen	! Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, ecologische verbindingzones
Droogere bodems in de zomer, Toename verzilting grondwater in kuststreek			
G28 Verandering ecosysteem en verschuiving soorten	♥♥	Voorlichting Maatregelen	✓! Stedelijk groen, Natuur Netwerk Brabant, ecologische verbindingzones
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
G29 Hogere blootstelling water overdraagbare infectieziekten	♥	Voorlichting, maatregelen	! Geen zwemwater volgens www.zwemwater.nl
Toename fijnstof			
G30 Verandering lucht overdraagbare infectieziekten en toename fijnstof	♥	Voorlichting	! Geriatrische verpleeg- en verzorgingshuizen kinderopvang
Afname neerslagsom			
G40 Afname verkeersongelukken wegtransport	♥		✓ Wegen
Toename bodemdaling veengebieden			
G41 Toename blootstelling pollen	♥	Voorlichting	! Gemeentebreed

Overstroming

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

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 huisartsenzorg 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 jongvolwassenen, ouderen, lager opgeleiden en mensen met een migratie-achtergrond (Leone, et al., 2018). Zij zijn dus extra kwetsbaar voor de warme nachten. Daarbij hebben ouderen en baby's standaard al een gefragmenteerde slaap. Een gezondheidsrisico van verminderde slaapkwaliteit is allereerst een toename van de kans op slaapstoornissen, waarbij chronische en ernstige klachten het functioneren overdag beperken (Leone, et al., 2018). Ten tweede neemt de kans op allerlei mentale en fysieke ziekten toe. Voor elk uur dat een volwassen persoon minder dan zeven uur slaapt verhoogt de kans op hartproblemen met 7-11%, op een beroerte met 5-7%, op diabetes met 9% en op een depressie met 31% (Leone, et al., 2018). Bij kinderen vergroot een slaapte kort de kans op psychische problemen (zoals een depressie), cognitieve problemen en gedragsproblemen. Zo vergroot slaapte kort bij adolescenten de kans op obesitas met 150% en ontwikkelen baby's met slaapproblemen op latere leeftijd meer gedragsproblemen (Leone, et al., 2018). Dit effect is dus een bedreiging voor de volksgezondheid en kan door een verminderde arbeidsproductiviteit ook een economische impact hebben (scholen, bedrijven).

Toename alcohol- en drugsgebruik

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

Kansen door meer gebruik natuur, openbaar groen stedelijk recreatieruimte

Er wordt meer gebruik gemaakt van de buitenruimte (natuur, openbaar groen, stedelijk recreatieruimte) 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 aangezien 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 aan botulisme, blauwalg of vissterfte veroorzaakt 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 veroorzaakt 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.

Recreatie & Toerisme

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

Hitte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme nemen toe			
RT1 Toename risico voor grote evenementen		Voorlichting/ beleidskader	 Kindervakantieweek, kermis, openluchttheater Mariahout. Dorpsfeesten Aarle-Rixtel, Wish Outdoor
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
RT2 Toename gezondheidsrisico's waterrecreatie		Voorlichting	 Geen zwemwater aanwezig
RT3 Verandering (sport)visserij	 	Voorlichting	 
RT4 Minder ijsvorming voor scheepvaart			 Kanalen
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
RT5 Toename toerisme & recreatie	 	Voorlichting/advies	  Gemeentebreed

RT6 Toename alcohol- en drugsgebruik		Voorlichting/advies	!	Grote evenementen
Zachte winters				
RT7 Afname winterse activiteiten		Voorlichting/advies	!	

Wateroverlast

Klimaatteffect	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 en overige evenementen
Extreme piekneerslag neemt toe, Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
RT9 Negatief effect toerisme		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	 Gemeentebreed
Verandering kwaliteit oppervlaktewater			
RT10 Verandering kwaliteit oppervlaktewater door afspoeling en overstort rioolwater		Voorlichting	 Overstortlocaties, oppervlaktewater

Droogte

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

Toename risico voor grote evenementen

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

Minder waterrecreatie door gezondheidsrisico's

De toenemende hitte vormt een bedreiging voor de sector RT op diverse wijzen. Ten eerste leidt de hogere watertemperatuur tot afname van waterkwaliteit van oppervlaktewateren (Meijs, et al., 2018). Zo kan het optreden van verkleuring en vertroebeling mensen ervan weerhouden om er te recreëren omdat het

geassocieerd kan worden met gezondheidsrisico's en als vies (onprettig) kan worden beschouwd. Het uitvoeren van diverse watersporten zoals zwemmen en ook vissen kan hierdoor afnemen.

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

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

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

Verandering (sport)visserij

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

Nederland gunstiger vakantieland

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

Natuur

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft, 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	 Gemeentebreed
N2 Meer gebruik van buitenruimte door de mens	 	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	 Stedelijk groen, Oppervlaktewateren, bos- en natuurgebieden.
Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater			
N3 Verschuiving en uitsterving soorten		Voorlichting	 Gemeentebreed
Verschuiving klimaatzones			
N4 Mismatch in voedselketen		Voorlichting	 Gemeentebreed
Hogere temperatuur oppervlaktewater			
N5 Toename overlevingskansen exoten en insecten	 	Voorlichting	  Gemeentebreed
Zachte winters			
N6 Afname gebruik strooizout		-	 Wegen

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	 Bos- en natuurgebieden
Toename meerdaagse natte periodes			
N8 Veranderingen in ecosystemen en verschuiving van soorten	 	Voorlichting	  Bos- en natuurgebieden
Extreme piekneerslag neemt toe			
N9 Toename erosie in heuvelachtig gebied		Voorlichting	 Molenheide

Droogte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Kans aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Droogere bodems in de zomer			
N10 Verandering van hydrologie natuurgebieden	 		  Bos- en natuurgebieden

N11 Toename watervraag/ verdroging		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	!	Gemeentebreed
N12 Toename kans op natuur- en bermbranden		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	!	Bermen, bos- en natuurgebieden
Toename bodemdaling veengebieden				
N13 Toename kosten waterbeheer		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	×	
N14 Toename CO ₂ -uitstoot		Voorlichting	×	
Toename verzilting grondwater kuststreek, drogere bodems				
N15 Veranderingen in ecosystemen en het verschuiven van soorten			! ✓	
Afname rivierafoer				
N16 Verlies soorten en habitatten		Voorlichting, beleidskader, maatregelen	×	

Overstroming

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

Verandering van migratiepatronen

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

Meer gebruik van buitenruimte door de mens

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes resulteert ook in een toename van het gebruik van de buitenruimte (natuur, openbaar groen, stedelijke recreatieruimte) 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 voedselhongd.

Infrastructuur

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

Hitte

Klimaateffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
I1 Toename kans op ongelukken door verminderde concentratie		Voorlichting	 Bestuurders
I2 Hinder spoorverkeer door oververhitting elektrotechnisch systeem			

Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes

I3 Schade wegdek wegnen		Voorlichting, maatregel, (beleid)kader	!	Gemeente breed
I4 Beperking vliegverkeer door schade wegdek			✗	
I5 Hinder spoorverkeer door vervorming en spatten rails, wissels en slecht sluitende bruggen			✗	

Hogere temperatuur oppervlaktewater

I6 Afname ijshinder scheepvaart			✓	Kanalen
---------------------------------	--	--	---	---------

Zachte winter

I7 Minder onderhoud door minder gebruik strooizout			✓	(Hoofd)wegen
I8 Minder (dodelijke) ongevallen door gladheid			✓	

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	Aanwezig Bedreiging aanwezig Niet aanwezig binnen de gemeente
----------------	--------------------	---	---

Extreme piekneerslag neemt toe

I9 Afname beschikbaarheid en waterschade infrastructuur		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	!	(Hoofd)wegen
I10 Ongelukken door beperkt zicht en glad wegdek		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	!	(Hoofd)wegen

Toename frequentie en intensiteit wind

I11 Hinder scheepvaart door wind		Voorlichting	!	Kanalen
I12 Versperring spoor- en wegverkeer door omgewaaid objecten		Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	!	(Hoofd)wegen

Toename frequentie en intensiteit wind en bliksem

I13 Hinder vliegverkeer door wind en bliksem			✗	
--	--	--	---	--

Toename frequentie en intensiteit bliksem

I14 Hinder spoorverkeer door bliksem			✗	
--------------------------------------	--	--	---	--

Droogte

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

Afname rivierafvoer zomer

I15 Beperking scheepvaart		Voorlichting	✗	
---------------------------	--	--------------	---	--

Droogte bodems in de zomer

I16 Hinder weg- en spoorverkeer door natuur- en bermbranden		Voorlichting, (beleid)kader, maatregelen	!	Wegen nabij (droge) natuurgebieden
---	--	--	---	------------------------------------

Toename bodemdaling

I17 Meer onderhoud en schade door bodemdaling		Voorlichting, (beleid)kader, maatregelen	!	Paragraaf 3.5 figuur 7+8 (Hoofd)wegen
---	--	--	---	---------------------------------------

Overstroming

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

Hogere waterstanden

I18 Beperking laden en lossen scheepvaart			!	Kanalen
---	--	--	---	---------

119 Schade door instabiliteit bodem wegen en spoorwegen door overstroming		Voorlichting,	! (Hoofd)wegen
120 Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur		Voorlichting,	! (Hoofd)wegen

Ongelukken door verminderde concentratie

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

Schade wegdek wegnnet

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

Hinder weg- en vaarwegverkeer door slecht sluitende bruggen

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

Minder gebruik strooizout wegen

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

Waterschade en afname beschikbaarheid infrastructuur

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

Onbereikbaarheid door uitval infrastructuur

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

Energie

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

Hitte

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Kans aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
E1 Verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales vermindert capaciteit	⚡	Voorlichting	! ✓ Elektriciteitsleidingen, geen thermische energiecentrales
E2 Lager hangende hoogspanningskabels	⚡	Voorlichting	! Hoogspanningsleidingen
E3 Vaker uitval door 'brown-out' (uitval door te hoge vraag)	⚡	Voorlichting	! Gemeentebreed, met name in de ca. 400 rioolgemalen. Deze kasten worden steeds warmer.
E4 Beperking thermische energiecentrales door warmer koelwater	⚡	Voorlichting	✗ Geen energiecentrales in Laarbeek
Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
E5 Kansen zonne-energie	☀️	Voorlichting, beleid, maatregelen	✓ Gemeentebreed (project de groene zone)
E6 Kansen biogas	☀️	Voorlichting	✓ Gemeentebreed
Zachte winter			
E7 Lagere energievraag voor verwarmen	☀️		✓ Gemeentebreed
E8 Afname ijsaanwas windturbines	☀️	Voorlichting	✓ Windturbines (o.a. energyballs sportparken)
E9 Afname ijsaanwas hoogspanningsleidingen	☀️		✓ Oostzijde gemeente Laarbeek

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
E10 Uitval elektriciteit door inundatie(overstroming)	⚡	Voorlichting	! Elektriciteitscentrales, koppel-, schakel-, -en transformatorstations, zonnepanelen, geothermische voorziening
Toename frequentie en intensiteit wind			
E11 Stormschade bovengrondse energie en infrastructuur	⚡	Voorlichting	! Hoogspanningsnetwerk, Zonneparken
E12 Toename afschakelen windturbines bij storm	⚡	Voorlichting	! Windturbines (PM-locaties (o.a. energyballs)
E13 Kansen windenergie	☀️	Voorlichting	✓ Gemeentebreed
Hogere waterstanden			
E14 Uitval door schade en teloorgaan energie-infrastructuur	⚡	Voorlichting	! Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)			
E15 Toename inslagsschade	⚡	Voorlichting	! o.a. Elektriciteitscentrales, hoogspanningsnetwerk,
Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)			

E16 Beschadiging ondergrondse infrastructuur door 'uprooting'		Voorlichting	! Ondergrondse energieinfrastructuur
---	---	--------------	--------------------------------------

Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)

E17 Toename inslagschade		Voorlichting	! Bovengrondse energieinfrastructuur
--------------------------	---	--------------	--------------------------------------

Droogte

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Aanwezig  Bedreiging aanwezig  Niet aanwezig binnen de gemeente
----------------	--------------------	---	--

Droogere bodems in de zomer

E18 Minder capaciteit ondergrondse elektriciteitsleidingen		Voorlichting	! Ondergrondse elektriciteitsnetwerk
--	---	--------------	--------------------------------------

Toename bodemdaling

E19 Beschadiging kabels door zetting bodem		Voorlichting	! Ondergrondse elektriciteitsnetwerk + Hoofdstuk 3.5 – figuur 7+8
--	---	--------------	--

Afname rivierafvoer zomer

E20 Minder koelwater voor elektriciteitscentrales			
E21 Beperking waterkrachtcentrales			

Overstroming

Klimaatteffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	 Geen bedreiging/kans  Bedreiging/kans aanwezig
----------------	--------------------	--	--

Hogere waterstanden

E22 Uitval door schade en teloorgaan energieinfrastructuur		Voorlichting	! Zie hoofdstuk 5 – overstroming rivier de Aa (PM)
--	---	--------------	--

Minder capaciteit door verhoogde weerstand elektriciteitsleidingen en thermische energiecentrales

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

Toename energievraag door koeling

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

Kansen zonne-energie

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

Kansen windenergie

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

Uitval elektriciteit door inundatie

De toename van extreme piekneerslag veroorzaakt een toename van de kans op uitval van de elektriciteitsvoorziening door inundatie. Bij extreme piekneerslag in een gebied waar het hemelwater onvoldoende kan worden afgevoerd is de kans aanwezig dat objecten onder water komen te staan (inundatie). Dit leidt bij elektriciteitscentrales tot afschakeling en bij koppel-, schakel- en transformatorstations tot onbruikbaarheid. Ook kan inundatie van zonnepanelen (incl. transformator en bedrading) en geothermische energievoorziening leiden tot onbruikbaarheid. Zo kan hevige neerslag dus de kans op storingen en uitval van de energievoorziening vergroten met de bijbehorende financiële schade (kosten compensatie uitval). De duur van de overlast bij uitval wordt 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 schade op aan alle aanwezige energie-infrastructuur in het overstroomde gebied. Dit geldt dus ook voor zonneparken en geothermische energieproductie. De weerbaarheid van de elektriciteitscentrales aan nabij grote wateren (rivieren, kanalen e.d.) en aan de kust is dus van groot belang voor deze bedreiging.

IT en Telecom

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

Hitte

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

Wateroverlast

Klimaateffect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
IT5 Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur door vocht	@	Voorlichting	! Gemeentebreed
IT6 Beperking satellietcommunicatie, IT1microgolfantennes en mobiele signaalpropagatie	@	Voorlichting	! Gemeentebreed
IT7 Uitval door waterschade van ICT-objecten	@	Voorlichting	! Gemeentebreed
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten)			

IT8 Beperking microgolfantennes en satellietcommunicatie door wind	@	Voorlichting	!	Ter plaatse van antennes
IT9 Mechanische schade antenne Laarbeek mobiele communicatie en zendmast Laarbeek zenderparken door wind	@	Voorlichting	!	Ter plaatse van antennes
Hogere luchtvochtigheid				
IT10 Uitval ICT door hoge luchtvochtigheid	@	Voorlichting	!	Gemeentebreed
Overige extremen (frequentie en intensiteit bliksem)				
IT11 Uitval ICT door inslag schade	@	Voorlichting	!	Bovengrondse infrastructuur
Overige extremen (frequentie en intensiteit neerslag en windstoten)				
IT12 Beschadiging ondergrondse ICT-infrastructuur door 'uprooting'	@	Voorlichting	!	Ondergrondse infrastructuur
Hogere waterstanden				
IT13 Uitval door schade en teloor gaan energieinfrastructuur	@	Voorlichting	!	Onder- en bovengrondse energieinfrastructuur
Overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem en hagel)				
IT14 Uitval ICT door uitval elektriciteitsvoorzieningen door extremen	@	Voorlichting	!	Energieinfrastructuur

Droogte

Klimaat ­ effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extremen nemen toe			
IT15 Slechtere conditie fysieke ICT- infrastructuur door droogte	@	Voorlichting	! Gemeentebreed
Toename bodemdaling			
IT16 Beschadiging kabels door zetting bodem	@	Voorlichting	! Zie paragraaf 3.6
Lagere lucht ­ vochtigheid			
IT17 Uitval ICT door lage lucht ­ vochtigheid	@	Voorlichting	! Gemeentebreed
Afname bruikbaar water door slechte oppervlaktewaterkwaliteit			
IT18 Verandering kwaliteit oppervlaktewater t.b.v. koeling	@	Voorlichting	✗ PM – gebruik oppervlaktewater voor ICT (datacenters)

Overstroming

Klimaat ­ effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden			
IT19 Uitval van vitale en kwetsbare ICT- infrastructuur	@	Voorlichting	! Geen risico overstrooming primaire keringen, regionaal rivier de Aa.

Slechtere conditie fysieke ICT-infrastructuur

De toename van extreme hitte, droogte en extreme piekneerslag veroorzaakt een verslechtering van de conditie van fysieke ICT-infrastructuur, zoals datacenters, glasvezelnetwerk, telefoonnetwerk en dergelijken. Door de hoge temperaturen en de sterkere temperatuurswisseling verouderen componenten van de fysieke infrastructuur sneller. Hierdoor neemt het risico op falen toe, wat voorkomen dient te worden door een toename van onderhoud (assetmanagement). 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.

Veiligheid

In navolgende tabellen zijn de directe effecten met grijs aangegeven. Hieronder zijn de bijbehorende indirecte effecten opgesomd. Per indirect effect is aangegeven of het een kans of bedreiging betreft, 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			
V1 Toename hitte gerelateerde gezondheidsklachten	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Gemeentebreed, maar vooral voor de risicogroepen: Verpleeg- en verzorgingshuizen
V2 Toename druk op medische hulpdiensten	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Ziekenhuizen/ huisartsenposten/EHBO
V3 Toename black-outs en kans uitval IT	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! (Cruciale) ICT-voorzieningen
Verschuiving klimaatzones, hogere temperatuuroppervlaktewater, warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes			
V4 Toename risico voor grote evenementen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Kindervakantieweek, kermis, openluchttheater Mariahout. Dorpsfeesten Aarle-Rixtel, Wish Outdoor

Wateroverlast

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Aanwezig ! Bedreiging aanwezig ✗ Niet aanwezig binnen de gemeente
Extreme piekneerslag neemt toe			
V5 Afname veiligheid door toename wateroverlast	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Locaties met knelpunten vanuit riool, wegen
V6 Toename risico voor grote evenementen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Kindervakantieweek, kermis, openluchttheater Mariahout. Dorpsfeesten Aarle-Rixtel, Wish Outdoor
Extreme piekneerslag neemt toe, overige extremen (frequentie en intensiteit windstoten, bliksem, hagel)			
V7 Toename risico's buitenevenementen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Kindervakantieweek, kermis, openluchttheater Mariahout. Dorpsfeesten Aarle-Rixtel, Wish Outdoor, carnaval, koningsdag
V8 Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen	⚠	Voorlichting, (beleid)kader, maatregel	! Gemeentebreed (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	✗

Overstroming

Klimaat-effect	Kans Bedreiging	Gemeentelijk adaptatiemiddel/ strategie	✓ Aanwezig ! Bedreiging aanwezig
----------------	--------------------	--	--

				 Niet aanwezig binnen de gemeente
Hogere waterstanden				
V12 Afname territoriale veiligheid overstroomd gebied		Voorlichting		Rivier de Aa
V13 Afname bereikbaarheid hulpdiensten		Voorlichting		Rivier de Aa
V14 Afname fysieke veiligheid bij overstroming		Voorlichting		Rivier de Aa
V15 Sociale instabiliteit door verstoring dagelijks leven bevolking bij overstroming		Voorlichting		Rivier de Aa
V16 Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur bij overstroming		Voorlichting		Rivier de Aa

Infectieziekten en grootschalige ziektegolven

De toename van warmere zomers en meerdaagse warme periodes vergroot de kans op infectieziekten en grootschalige ziektegolven (ANV, 2016). Dit heeft meerdere oorzaken. De uitwisseling van ziekten tussen en dieren en mensen verandert door de hitte (Meijs, et al., 2018). Door de hitte ontstaat bijvoorbeeld een opkomst van vector-overdraagbare ziekten (geleedpotigen) in aantal (populatiegroei) en door de komst van exoten (Wuijts, et al, 2014). Daarnaast neemt de kans op water- en voedsel overdraagbare infectieziekten water toe, bijvoorbeeld door de toename van blootstelling door meer waterrecreatie (Meijs, et al., 2018) (Wuijts, et al, 2014). Dit vergroot de kans op een grootschalige ziektegolf, wat de mogelijkheid tot een pandemie of epidemie vergroot. Volgens het Nationale Veiligheidsprofiel heeft een ernstige 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 eerstehulpdiensten (Meijs, et al., 2018). Door de toename van de eerdergenoemde gezondheidsklachten door hitte is meer inzet van eerstehulpdiensten 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 overstroomde van wegen en parkeervoorziening de bereikbaarheid van medische hulpdiensten belemmeren. Dit geldt voor zowel de bereikbaarheid van hulpbehoevenden voor de hulpdiensten (bijv. ambulance) als de bereikbaarheid van ziekenhuizen en huisartsen voor de hulpbehoevenden. Tot slot kan een gebrek aan primaire levensbehoeften optreden door bijvoorbeeld verlies van huisvesting, drinkwater-, voedsel- en energievoorziening. Het herstel van deze voorzieningen tot lange tijd na een overstroming duren.

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

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

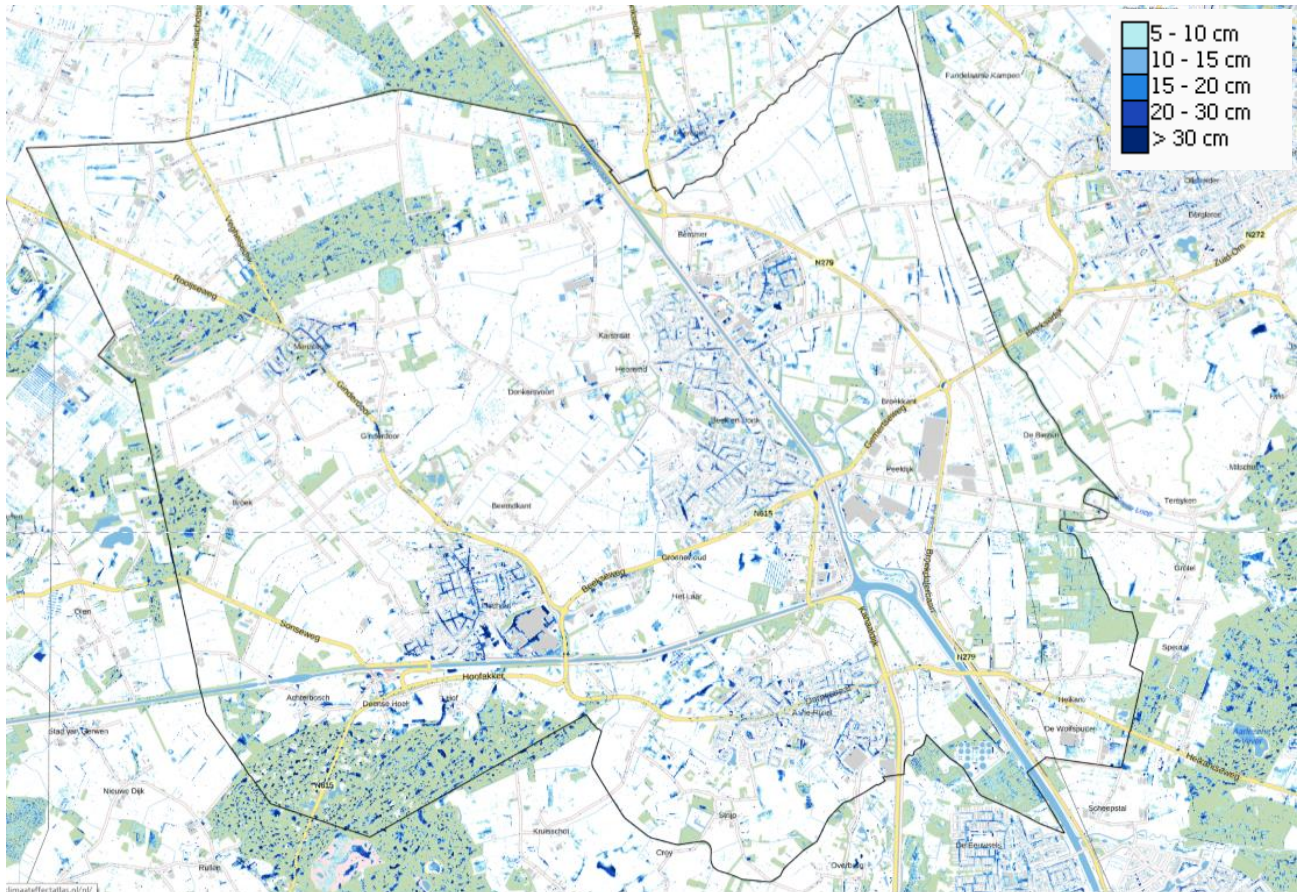
BIJLAGE C RESULTATEN WATEROVERLAST ALS GEVOLG VAN EXTREME NEERSLAG

BIJLAGE D RESULTATEN DROOGTE

BIJLAGE E RESULTATEN HITTESTRESS

BIJLAGE F RESULTATEN OVERSTROMING

Wateroverlast in het buitengebied (o.b.v. Klimaateffectatlas.nl)



Aanvullende informatie over kaart 'Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag – 1:100 jaar' (klimaateffectatlas.nl)

“Deze kaart geeft een indicatie van de maximale waterdiepte die op een plek kan optreden als gevolg van kortdurende intense neerslag. Voor de modellering is een bui gebruikt van 70 mm in 2 uur. Onder het huidige klimaat komt deze bui circa 1 keer in de 100 jaar voor.”



Aanvullende informatie over kaart 'Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag – 1:1000 jaar'
(klimaateffectatlas.nl)

Deze kaart geeft een indicatie van de maximale waterdiepte die op een plek kan optreden als gevolg van kortdurende intense neerslag. Voor de modellering is een bui gebruikt van 140 mm in 2 uur. Onder het huidige klimaat komt deze bui circa 1 keer in de 1000 jaar voor.”

BIJLAGE G TOTAALKAART KLIMAATEFFECTEN

COLOFON

KLIMAATSTRESSTEST
GEMEENTE LAARBEEK

AUTEUR

Tetje Henstra

PROJECTNUMMER

C03131.000048

ONZE REFERENTIE

084059648 A

DATUM

28 januari 2020

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Joost Veltmaat
Projectleider en adviseur waterbeheer

VRIJGEGEVEN DOOR

Joost Veltmaat
Projectleider en adviseur waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com