



**COALITIE
RUIMTELIJKE
ADAPTATIE**
regio Utrecht

Klimaatstresstest 2018
Regio Utrecht Zuid-West



Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf



Rapportage

Klimaatstresstest 2018 Regio Utrecht Zuid-West

Aveco de Bondt

bezoekadres Podium 9
postbus 2674
postcode 3800 GE Amersfoort
telefoon (0)88 18 66 010
e-mail info@avecodebondt.nl
internet www.avecodebondt.nl

projectnaam Klimaatstresstest Utrecht Zuid-West
projectnummer 180748
referentie ST/010/180748

opdrachtgever Winnet en Coalitie Ruimtelijke Adaptatie
postadres Postbus 550, 3900 GJ Houten
contactpersoon Annemarie ter Schure, Goos Boelhouwer

status Definitief
versie 05

aantal pagina's 32
datum 25 oktober 2018

auteurs R. Jansen MSc



**COALITIE
RUIMTELIJKE
ADAPTATIE**
regio Utrecht

paraaf

gecontroleerd S. Troost MSc



Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	klimaat effecten per thema	6
2.1	Wateroverlast	6
2.2	Droogte	10
2.3	Hitte	12
2.4	Waterveiligheid.....	13
3	Klimaat effecten per functie	15
3.1	Landbouw en natuur.....	15
3.2	Infrastructuur en vitale objecten	16
3.3	Landschap en reactie	16
3.4	Verstedelijking en gezonde leefomgeving.....	17
4	Aanbevelingen en leerpunten.....	18
4.1	Leerpunten.....	18
4.2	Aanbevelingen	20
Bijlage 1:	Achtergrond en Beleid	23
Bijlage 2:	Gehanteerde werkwijze en uitgangspunten.....	26

1 INLEIDING

Het klimaat is door de geografische ligging van Nederland een belangrijke factor voor overheden om rekening mee te houden. Om de bereikbaarheid, veiligheid en leefbaarheid te garanderen, is kennis en bewustzijn over de mogelijke gevolgen van het toekomstige klimaat essentieel. De kennis vormt de basis voor de benodigde klimaatadaptatieve maatregelen die genomen moeten.

In het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie is afgesproken dat alle overheden een klimaatstresstest gaan uitvoeren (zie bijlage 1). Deze klimaatstresstest is een eerste stap om de kwetsbaarheden door klimaatverandering in beeld te brengen. De volgende stap is om met deze beelden en kaarten uit de stresstest een risicodialoog te voeren met de maatschappij over de herkenbaarheid van de beelden en de knelpunten die worden verwacht.

De overheden in Zuid-West Utrecht verenigt in WINNET en Coalitie Ruimtelijke Adaptatie (14 gemeenten¹, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Provincie Utrecht en de Veiligheidsregio Utrecht) hebben met voorliggend rapport invulling gegeven aan het uitvoeren van de klimaatstresstest en intern een eerste stap gezet in de risicodialoog.

Het doel van de klimaatstresstest is:

- Een gezamenlijk beeld voor de overheden creëren over de risico's en kwetsbaarheden van de klimaatthema's:
 - Wateroverlast;
 - Hitte;
 - Droogte;
 - Overstromingen.
- Herkenning en erkenning van de partijen van de getoonde gegevens van het gebied. Daarbij is zijn vraagstukken van regionale tot gebouw niveau van belang als ook de samenhang tussen gebieden;
- Bewustwording bij de gemeenten creëren t.a.v. klimaatveranderingen: *'waar krijgen we stress van?'*;
- Gezamenlijk de klimatologische kansen, risico's benoemen en erkennen en daar waar nodig het benoemen van nader onderzoek. Bij de verkenning kijken naar de relaties tussen de verschillende domeinen zoals water, milieu, energie, groen, ruimte, gezondheid.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de resultaten van de klimaateffecten opgenomen voor de verschillende klimaatthema's. Deze informatie is verzameld tijdens de gemeentelijke en regionale workshops. In hoofdstuk 3 zijn de effecten per functie opgenomen. Deze informatie is voornamelijk verzameld tijdens de regionale workshop. In hoofdstuk 4 zijn de aanbevelingen en leerpunten opgenomen.

¹ Gemeente Bunnik, de Bilt, Houten, IJsselstein, Lopik, Montfoort, Nieuwegein, Oudewater, Stichtse Vecht, Utrecht, Utrechtse Heuvelrug, Wijk bij Duurstede, Woerden en Zeist

Per gemeente is een afzonderlijke presentatie opgesteld waarin de specifieke bevindingen per gemeente zijn opgenomen. Tevens is een verslag van de workshops opgesteld.

De bijlagen geven een toelichting op de achtergronden en gehanteerde werkwijze. In bijlage 1 is de achtergrond van de stresstest en het beleid vanuit het deltaplan toegelicht. In bijlage 2 is de werkwijze en de gehanteerde uitgangspunten van het model opgenomen.

Onderdeel van de rapportage is ook de GIS-viewer waarin alle kaarten zijn opgenomen. In de viewer zelf is per onderwerp een korte toelichting gegeven over de opgenomen informatie. In bijlage 2 is een verder toelichting op de totstandkoming van de informatie opgenomen. De GIS viewer blijft minimaal beschikbaar tot mei 2019 beschikbaar. De informatie is te vinden via de volgende link:

https://avecodebondt.geoapps.nl/klimaatstresstest_utrecht#dcedecf9-7665-e811-9406-00155d0ad53c

Daarna zal de provincie Utrecht en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden een viewer hosten. Verder is alle data als GIS-bestanden aan de Winnet-partners aangeleverd.

2 KLIMAATEFFECTEN PER THEMA

In dit hoofdstuk zijn de bevindingen opgenomen die naar voren zijn gekomen uit de gehouden regionale en lokale workshops en reacties op de uitgevoerde berekeningen. Hierbij is het onderscheid gemaakt tussen de vier klimaatthema's. Per thema is eerst beschreven wat de bevindingen zijn op de gepresenteerde informatie. Daarbij is ook expliciet gemaakt welke informatie nog ontbreekt. Vervolgens is aangegeven welke risico's zijn geconstateerd en welke oplossingsrichtingen zijn benoemd.

Tijdens de workshops is veelvuldig gesproken over knelpunten en ook in de rapportage komt deze term regelmatig terug. Tijdens de workshops is geconstateerd dat er geen duidelijke criteria (normen, afspraken) zijn het bepalen van knelpunten. Dit is ook landelijk het beeld: klimaatverandering gaat voorbij de normen en bevoegdheden. Daar moeten de overheden mee gaan werken.

De risicodialoog die volgt op de stresstest is bedoeld om gezamenlijk deze criteria wel te benoemen en dan ook de knelpuntenanalyse uit te voeren. In de opbouw van onderstaande hoofdstukken wordt dan ook niet over knelpunten gesproken maar over risico's.

2.1 Wateroverlast

Bevindingen

- Bij de workshop is vooral gekeken naar de bui van 60 mm en 120 mm in een uur en 200 in 48 uur. De Kockengenbui (70 mm/1 uur) en Herwijnen bui (83 mm in 70 min) leveren geen aanvullende risico's op. De buien laten iets meer water op het maaiveld zien dan de bui van 60mm/1 uur. Bij de bui van 120 mm is de hoeveelheid water op het maaiveld aanzienlijk meer dan bij de bui van 60 mm. Het patroon van de locaties waar dit optreedt blijft hetzelfde;
- De waterdieptes tot 10 cm zijn niet op de kaarten zichtbaar gemaakt om een rustiger beeld te geven van de wateroverlast en omdat deze waterdieptes naar verwachting geen of nauwelijks schade opleveren. Als het gaat om de herkenning van de weg tijdens het rijden kan ook een waterschijf van 1 cm al een risico opleveren omdat het goede zicht op de weg wordt ontnomen. Om dit risico goed in te schatten is het waardevol om al het water op straat weer te geven op kaart;
- Bij de 60 mm worden de volgende constatering gedaan:
 - In de meeste straten staat meer dan 10 cm water;
 - De hoofdontsluitingswegen hebben over het algemeen het minste wateroverlast. Lokaal treedt er wel wateroverlast op. In de meer hellende gebieden op de Utrechtse Heuvelrug treedt vaker wateroverlast op, met name op de hoofdontsluitingswegen;
 - Kruisingen en verkeerdrempels leiden lokaal tot aanzienlijk hoeveelheid water op straat;



- Per kern/wijk verschilt het patroon van wateroverlast. In de vlakke gebieden is het veelal een meer gelijkmatig patroon terwijl in hellende gebieden meer lokale wateroverlast zichtbaar is;
- Niet zozeer het bouwjaar van een wijk maar meer de ontwerpkeuzes bepalen de mate van wateroverlast. Er zijn recent ontwikkelde wijken die risico op wateroverlast hebben. In een aantal gebieden is in verband met toegankelijkheid een minimaal hoogteverschil tussen de weg en het bouwpeil aangehouden. De kans op wateroverlast neemt hierdoor toe;
- Op het spoor en op de snelwegen treden lokaal risico's op. Het is niet bekend welke afwateringsvoorzieningen zijn aangelegd om deze risico's te voorkomen;
- Het water verzamelt zich op de laagste plekken in de omgeving. In veel gebouwde gebieden zijn de wegen de laagste punten worden daar dan ook de grootste waterdieptes berekend worden. Dit is echter niet altijd het geval. In enkele wijken zijn juist de achtertuinen de laagste plekken waardoor de grote waterdieptes berekend zijn in de tuinen. De grotere ontsluitingswegen liggen veelal wat hoger waardoor het water daar snel afstroomt en er in het algemeen minder water blijft staan;
- Op de meeste bedrijventerreinen worden relatief grote waterdieptes berekend. De bebouwingsdichtheid en dakoppervlaktes zijn veelal groot waardoor het water zich alleen kan verzamelen op de wegen. Verder komen de laaddokken voor vrachtwagens er uit als kwetsbaar. Hier is echter niet gerekend met mogelijk aangebrachte extra afvoervoorzieningen. Al bij een bui van 60 mm wordt een groot aantal panden aangemerkt als risicovol voor wateroverlast. Op bedrijventerreinen zijn relatief veel panden risicovol;
- Bijna alle verdiepte (parkeer)garages komen naar voren als risicovol. Net als de laaddokken bij de bedrijventerreinen zijn deze specifieke afwatervoorziening niet meegenomen in de berekeningen waardoor het risico minder zal zijn als berekend.;
- Op de hellende delen van de Utrechtse Heuvelrug zijn stroombanen zichtbaar over de hellingen. De infrastructuur en gebouwen onder aan de helling zijn hierdoor kwetsbaar voor wateroverlast en mogelijk ook modderstromen die kunnen ontstaan;
- In de gebieden met veel watergangen is minder water op het maaiveld berekend omdat een deel van het regenwater wordt opgevangen in de watergangen.
- Bij de bui van 200 mm in 48 uur worden de volgende constatering gedaan:
 - Er treedt nauwelijks wateroverlast op in het stedelijk gebied. De riolering het afwateringssysteem kunnen over het algemeen deze neerslag verwerken en afvoeren naar het landelijk gebied;
 - In het landelijk gebied staat zichtbaar minder water op de percelen en meer water in de watergangen dan bij de korte buien. In de relatief lage gebieden zijn de waterdieptes op de percelen juist hoger;

- In dit scenario is zichtbaar dat het water de tijd heeft om naar de lage delen toe te stromen. Het watersysteem is niet in staat om het water snel of te voeren waardoor water op de lage delen blijft staan;
- Bij deze bui is de invloed van de afvoer van het regionale systeem belangrijker dan bij de korte buien. De betrouwbaarheid van de uitkomsten van de berekening vraagt nog nadere aandacht omdat de sturing door stuwen en gemalen niet is meegenomen en mogelijk versnelde afvoer van bovenstroomse gebieden ook buiten beschouwing is gebleven;
- Het instellen van een maalstop kan de risico's vergroten. In het geval van een maalstop wordt de afvoer van polderwater op de boezem in westelijk deelgebied HDSR handmatig stopgezet om knelpunten op het boezemsysteem te voorkomen. Vanuit de landelijke stresstest voor het hoofdwatersysteem zijn er signalen dat het instellen van een maalstop in de toekomst vaker gaat plaatsvinden.
- Voor Nieuwegein is een vergelijking gemaakt tussen de berekeningsresultaten van de stresstest en de resultaten die de gemeente eerder al had verkregen. Op veel plaatsen wordt er bij de stresstest meer (tot 10 cm meer) water op het maaiveld berekend. Dit leidt er toe dat er een aantal extra risicogebieden naar voren komen en dat in de bekende risicogebieden een grotere overlast wordt verwacht. Om de verschillen te verklaren is een gedegen analyse nodig van de gehanteerde uitgangspunten en berekeningsmethodiek.

Ontbrekende informatie

- Er is geen gedegen analyse gedaan van de risico's in het regionale watersysteem. De eerder uitgevoerde analyse van HDSR is niet opgenomen omdat HDSR aangeeft dat de geconstateerde knelpunten op korte termijn oplost conform de landelijke normeringen;
- Er is geen informatie over de drempelhoogtes van gebouwen waardoor het niet mogelijk is om gedetailleerd de risicovolle gebouwen te selecteren;
- Er is meer informatie beschikbaar over de riolering en waterberging dan in de berekening is gebruikt. Deze informatie is niet via een vaste opbouw beschikbaar waardoor het niet mogelijk was om binnen dit project de gegevens allemaal mee te nemen.

Risico's

- Tijdens de workshops zijn veel locaties aangemerkt als risicolocaties. Er is geen eenduidig beeld naar voren gekomen over wanneer een locatie een knelpunt vormt. Wel is aangegeven dat dit afhankelijk is van:
 - De bui die als maatgevend wordt gehanteerd;
 - De waterdiepte wanneer overlast ontstaat voor verkeer of hulpdiensten;
 - Of water gebouwen instroomt;
 - Het aantal mensen of woningen die ingesloten worden door de wateroverlast;

- De voorzieningen die in tunnels, verlaagde inritten en langs de hoofd(spoor)wegen zijn getroffen om lage delen droog te pompen;
- De kwetsbaarheid van de functie (o.a. bereikbaarheid van ziekenhuizen en andere vitale locaties voor hulpdiensten).
- In een aantal gemeenten is geconstateerd dat de kruisingen dicht bij de brandweerkazerne grote waterdieptes laten zien. Dit is onwenselijk voor de hulpverlening en vraagt specifiek aandacht. Het is wenselijk om de routes van de hulpdiensten over de wateroverlast kaarten te leggen en een structureel beeld te krijgen van de potentiële knelpunten;
- De tunnels in doorgaande wegen zijn als potentieel knelpunt benoemd. Het is echter niet duidelijk hoeveel neerslag de afwateringsvoorzieningen van de tunnels kunnen verwerken. In de praktijk blijken de tunnels kwetsbaar voor wateroverlast;
- Uit de berekeningen blijkt dat de kans op grote water- of modderstromen vanaf de Utrechtse Heuvelrug reëel is. De gebieden aan de voet van deze stroombanen zijn kwetsbaar;
- Voor het landelijk gebied is geen structurele verkenning gedaan naar de wateroverlast. In het westelijk deel van de regio lijkt het dat piekbuien makkelijker worden opvangen in de watergangen. Het percentage oppervlakte water is daar groot. Verder is het gebied redelijk vlak waardoor in grote gedeelten minder dan 10 cm water op het maaiveld staat (op de kaart is minder dan 10 cm niet zichtbaar). In het oostelijke gedeelte verzamelt het water zich meer in lokaal aanwezige lagere gebieden en blijft een deel van de hogere gebieden droog. In de lage gebieden rond de Kromme Rijn wordt dan grote waterdieptes op het maaiveld berekend.
- Grondwateroverlast treedt lokaal op. Hiervoor zijn verschillende oorzaken en de link met klimaatverandering is lastig te leggen in dit project.

Oplossingsrichtingen

- In onderstaand overzicht zijn de globale oplossingsrichtingen opgenomen die naar voren zijn gekomen. Daarbij is een indicatie gegeven van de kansrijkheid voor het toepassen van de maatregelen per gebied
 - In de veengebieden is infiltratie niet of nauwelijks mogelijk door de hoge grondwaterstanden;
 - De riolering gericht is op het voorkomen van wateroverlast bij een maatgevende bui voor de riolering zoals in de leidraad riolering is opgenomen (buien van 20 tot 30 mm/uur). Het ligt voor de hand om bij heftigere piekbuien in eerste instantie naar andere oplossingen te zoeken omdat uitbreiding van de riolering relatief kostbaar is. Conform het Regionale Afvalwaterketen Beleid van Winnet. In onderstaand schema is een overzicht gegeven van mogelijke maatregelen in het bestaand stedelijk gebied

Tabel 1: Oplossingsrichtingen voor het voorkomen van water overlast in bestaand stedelijk gebied. De kansrijkheid is aangegeven met groen (kansrijk) geel (kan in specifieke gevallen) en rood (niet kansrijk)

Type oplossing	Maatregelen	kansrijkheid maatregel	
		zand gebied	veen gebied
Waterberging (in combinatie met infiltratie)	Op daken (evt. groendak)	groen	groen
	Op maaiveld (wadi's)	groen	groen
	In maaiveld (bergingskratjes)	groen	rood
	Op straat (verlagen straat)	groen	rood
Infiltratie	Waterdoorlatende verharding	groen	rood
	Bodemverbetering (onverhard)	groen	rood
Oppervlaktewatersysteem	Afvoercapaciteit watergangen en kunstwerken vergroten	geel	groen
	Watergangen verruimen (extra berging)	geel	groen
Sturen afvoerstroming naar minder kwetsbare gebieden	Verlagen/verhogen weg of maaiveld	groen	geel
	Verwijderen verkeersdrempels of stoepen	groen	geel
Keren van water	Afdichten woningen (plank voor de deur)	geel	geel
Vergroten riolering (in combinatie met infiltratie)	Bergingscapaciteit (grotere buis)	geel	geel
	Bergingscapaciteit (IT riool)	geel	rood
	Bergingscapaciteit (kratjes)	geel	rood
	Afvoercapaciteit	geel	geel

- Voor nieuwbouwlocaties kunnen ook de maatregelen worden toegepast zoals in bovenstaande tabel aangegeven. Daar is het echter ook goed mogelijk om de maaiveldhoogte in het hele gebied aan te passen waardoor het water bij hevige neerslag naar lage en niet kwetsbare plekken kan stromen.
- Het accepteren van water op het maaiveld of zelfs schade is ook een genoemde optie. Als de investeringen voor oplossingsrichtingen niet opwegen tegen de geleden schade is dit een reële optie;
- Voor het voorkomen van grote water en/of modderstromen vanaf de Utrechtse Heuvelrug zullen maatregelen op de hellingen in de bosgebieden noodzakelijk zijn. Daarbij kan gedacht worden aan dwarsdammen of het afleiden van het water naar minder kwetsbare delen. Een nadere verkenning van het risico en mogelijk maatregelen is aan te bevelen.

2.2 Droogte

Bevindingen

- De bodemdaling van de veengronden in het landelijk gebied wordt herkend. Voor veel stedelijke gebieden in de veengebieden wordt het beeld minder herkend. In de oudere stedelijke gebieden heeft na het bouwrijp maken van de gebieden de grootste bodemdaling inmiddels plaatsgevonden. Er treedt momenteel nog maar een beperkte daling van maximaal enkele millimeters per jaar op. Daarnaast zegt de bodemdalingskaart weinig over de klimaatverandering omdat vooral een al lopend proces in beeld is gebracht. Het is wenselijk om juist ook de extra bodemdaling door klimaatverandering in beeld te brengen;

- De verandering van de grondwaterstand door klimaatverandering is onzeker omdat bij het W en W+ scenario een tegenovergesteld effect kan optreden (zie 7 in bijlage 2). De effecten daarvan zijn het grootst (meer dan 20 cm stijging of daling) op de Utrechtse Heuvelrug en beperkt in de vlakke gebieden;
- Droogte leidt tot een toenemende kans op natuurbranden. Hiervoor is geen gebiedsdekkende analyse uitgevoerd;
- Droogte wordt in het stedelijk gebied maar beperkt ervaren. In de workshops is vooral gesproken over de gevolgen op het openbaar groen en waterkwaliteit.

Ontbrekende informatie

- De kaart met grondwaterstanden is te grof om een goed beeld uit te krijgen. Daarnaast is bij veel gemeenten meer informatie bekend op basis van het gemeentelijk grondwatermeetnet. Deze informatie is niet verwerkt tot grondwaterkaarten;
- Over de gevolgen van klimaatverandering op de grondwaterstanden is geen gedetailleerde informatie ingebracht tijdens de stresstest;
- De extra bodemdaling in veengebieden door klimaatverandering is niet inzichtelijk. De extra daling wordt enerzijds veroorzaakt door hogere temperaturen waardoor het oxidatieproces sneller verloopt, anderzijds kunnen meer en langere periode van droogte of beperkte wateraanvoer de bodemdaling ook versnellen.

Risico's

- Voor de totale regio zijn in het kader van het deltaprogramma, de risico's op watertekort in beeld gebracht. Hieruit komt naar voren dat bij voldoende beschikbaarheid van water uit de grote rivieren er geen grote risico's optreden door de klimaatverandering;
- De mate waarin natuurbranden een knelpunt vormen is mede afhankelijk van de mogelijkheid om de branden te bestrijden. Dit punt moet uitgewerkt worden met de veiligheidsregio.

Oplossingsrichtingen

- Het aanvullen van de grondwatervoorraad via extra infiltratie(voorzieningen) draagt bij aan het bestrijden van droogte en verminderen van wateroverlast. De mogelijkheden zijn sterk afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem en de grondwaterstand. Vooral in de zandgebieden zijn hier goede mogelijkheden;
- De huidige wateraanvoer naar grote delen van het gebied vanuit de Lek en Amsterdam-Rijnkanaal /Oude rijn, Kromme Rijn zorgen ervoor dat de effecten van droogte daar beperkt zijn in de wateraanvoergebieden. Een verdere optimalisatie en uitbreiding van de wateraanvoer draagt bij om een toename van de knelpunten in de toekomst te beperken; Uitzondering hierop is de Utrechtse Heuvelrug waar geen wateraanvoer mogelijk is;
- De waterkwaliteit kan verbeteren door water te laten circuleren waardoor er stroming in het water blijft en het zuurstofgehalte verhoogd kan worden. Hiermee wordt niet de droogte maar wel de effecten van droogte beperkt. De mogelijkheden om circulatie te realiseren is maatwerk per gebied;

- In de droogtestudies en bodemdalingsstudie is uitvoerig gekeken naar oplossingsrichtingen. Deze zijn echter maar beperkt ingebracht tijdens de workshops waardoor de gesprekken voor de thema redelijk algemeen bleven.

2.3 Hitte

Bevindingen

- De bedrijventerreinen springen er uit als de warmste locaties. De hoge mate van verharding en grote platte zwarte daken zijn hiervan de oorzaak;
- De (winkel)centra van de stedelijke gebieden laten veelal een hogere mate van hittestress zien. De bebouwing is hier dichter waardoor er meer warmte wordt opgenomen. De grootste verschillen in temperatuur treden vooral in de avonden en nachten op. Er is echter te beperkt informatie om dit effect zichtbaar te maken;
- Water lijkt een dempend effect te hebben op de hittestress door het verkoelende effect. Over de mate van verkoeling is veel discussie en bekend is dat water juist in de nachten relatief warm is en zijn warmte dan weer afgeeft aan de omgeving;
- Uit de satellietmetingen springen de kunstgrasvelden er uit als warme plekken;
- Het effect van bomen is uit de gegevens zichtbaar en wordt ook in hoge mate erkend. Naast de verkoelende werking van bomen speelt hier ook het effect van schaduwwerking mee die invloed heeft op de gevoelstemperatuur;
- Materiaalgebruik en kleur spelen een belangrijke rol in de hittestress. De kunstgrasvelden komen bij de meting hittestress duidelijk naar voren als warme plekken in vergelijking met de gewone grasvelden. Witte daken (Centraal Station Utrecht) zijn duidelijk koeler dan zwarte daken (Jaarbeurshallen). In de modelberekeningen voor hittestress zijn deze verschillen niet zichtbaar omdat daar niet wordt gewerkt met kleur en materiaaltype;
- Het hitte-eiland effect (grootste warmte in de centra van de steden) komt niet duidelijk naar voren uit de kaarten. De grootste verschillen in temperatuur treden op in de nachten en daar is maar beperkte informatie over bekend;
- De effecten van hitte op de waterkwaliteit zijn moeilijk te bepalen en dan ook niet goed in beeld gebracht. Geconstateerd is dat stilstaand water met een beperkte waterdiepte en zonder schaduw een groter risico heeft op verslechtering van de waterkwaliteit. Veel van deze locaties zijn al wel bekend omdat hier vaker dan gemiddeld knelpunten optreden in de waterkwaliteit.

Ontbrekende informatie

- Er zijn geen structurele meetgegevens bekend over optredende temperatuurverschillen en hitte in (delen) van het gebied;
- De relatie tussen hittestress en de gevolgen is moeilijk te kwantificeren. Dit heeft er mee te maken dat de effecten afhankelijk zijn van verschillende aspecten. Zo kan het effect afhankelijk zijn van de lucht-, oppervlakte- of gevoelstemperatuur. Ook kan de piektemperatuur in de middag of juist in de nacht bepalend zijn en speelt mee of een effect wordt veroorzaakt door een

binnen of buiten temperatuur. Verder speelt de samenhang met bijvoorbeeld droogte of luchtkwaliteit mee;

- Het effect van water op de lucht-, oppervlakte- en gevoelstemperatuur zijn van meerdere factoren afhankelijk. Hoe deze factoren meespelen in de regio is niet goed bekend.

Risico's

- De bedrijventerreinen, (winkel)centra en kunstgrasvelden komen naar voren als de gebieden met de hoogste risico's. De mate waarin dat hittestress op deze locaties als knelpunt wordt ervaren is onduidelijk.

Oplossingsrichtingen

De oplossingen zijn in te delen in 2 categorieën:

- Aanpassingen in de openbare ruimte:
 - Het 'vergroenen' van het stedelijk gebied en dan vooral het plaatsen van bomen is effectief om de (gevoels)temperatuur in stedelijk gebied te verlagen. Dit vraagt om ruimte voor de bomen en goede groeiplaatsen;
 - Extra water kan overdag verkoelend werken maar 's nachts juist verwarmen. Afhankelijk van het hitteknelpunt (nacht- of dagtemperaturen) lijkt het er op dat de aanleg van oppervlaktewater een effectieve oplossing is;
 - Het creëren van schaduw door luifels draagt bij aan een lagere gevoelstemperatuur.
- Aanpassingen van gebouwen of infrastructuur:
 - De isolatie, lichtinval en koeling van een gebouw kan zorgen voor een aantrekkelijk binnenklimaat. De kleur en materiaalgebruik van het gebouw (bijvoorbeeld een wit dak) kan bijdrage aan zowel het binnen- als buitenklimaat. Bij de bouw of verbouw zou dit als uitgangspunt gehanteerd moeten worden.

2.4 Waterveiligheid

Bevindingen

- De waterdieptes bij overstroming worden veelal herkend;
- De kans op voorkomen van overstroming is klein ten opzichte van de potentiële andere thema's. De gevolgen zijn wel zeer groot.

Ontbrekende informatie

- Er is behoefte aan informatie over de snelheid en duur van de overstroming, het aantal verdiepingen wat per pand onder water loopt, de bevolkingsdichtheid in een bepaald gebied en de meeste kwetsbare objecten;
- De overstromingsdieptes vanuit de regionale waterkeringen (boezemkades) is nog niet in beeld gebracht;
- Een deel van de kwetsbare gebouwen is in beeld gebracht maar wat ontbreekt is de afhankelijkheid van kwetsbare functies van voorzieningen en het cascade

effect wat kan optreden. Stroomuitval of blokkades in de ontsluitingsroutes kan tot gevolg hebben dat een voorziening niet meer kan functioneren.

Risico's en oplossingsrichtingen

- Het is lastig te bepalen wat de verschillen in risico's zijn tussen de afzonderlijke locaties. Het uitwerken past goed bij een groep specialisten. Zij kunnen goed verkennen wat de mogelijkheden zijn om de gevolgen te beperken. Denk daarbij aan een overzicht van het handelingsperspectief per gebied of bij bepaalde waterdieptes. Inmiddels loopt hiervoor een initiatief vanuit de samenwerkingsafspraken over meerlaagse veiligheid.

3 KLIMAATEFFECTEN PER FUNCTIE

In de regionale workshop is vanuit verschillende functies en thema's gekeken naar de gevolgen van de klimaatverandering. De resultaten hiervan zijn in voorliggend hoofdstuk opgenomen. Daarbij is de volgende indeling gehanteerd:

- Landbouw en natuur;
- Infrastructuur en vitale objecten;
- Landschap en recreatie;
- Verstedelijking en gezonde leefomgeving.

3.1 Landbouw en natuur

- De regio is sterk afhankelijkheid van de wateraanvoer van de grote rivieren. Het effect van droogte wordt dan ook sterk bepaald door de mogelijkheid van wateraanvoer en de risico's op het uitvallen van deze aanvoer door lage rivierafvoeren;
- Het landgebruik (gewassen en boomsoorten) dient zich aan te passen aan de veranderende omstandigheden. Dit kan leiden tot minder risico op mislukte oogsten, hogere opbrengsten of minder noodzaak tot beregening. Daarnaast moeten er meer technieken worden ontwikkeld gericht op het gericht gebruik van water waardoor de watervraag af neemt;
- De (huidig) klimaatverandering maakt landbouw duurder. Met aanpassingen zijn er kansen om deze trend te veranderen;
- Vanuit de natuur is het dilemma of er meebewogen moet worden met exoten of dat er ingegrepen moet worden. Het beeld is dat klimaatverandering onvermijdelijk leidt tot verandering waardoor meebewegen voor de hand ligt, mits de schadelijke exoten en plagen wel ingeperkt worden.
- Landbouw, water en natuur moet gezamenlijk worden opgepakt:
 - (diversiteit) landbouw aangepast aan omgeving;
 - Kleinschalige landbouw;
 - Meer biodiversiteit op plek.
- Bij ontwikkeling van natuur moet rekening worden gehouden met:
 - Meer robuust;
 - Flexibeler;
 - Meer gebruik van maken natuurlijke processen (building with nature).
- Er moet meer verwevenheid komen tussen landbouw en natuur.

Tijdens de regionale workshop is er maar kort gesproken over de natuur. Hierbij was de discussie dat in het algemeen de landbouw vaak gezien wordt als natuur door de gemiddelde persoon. Vanuit de biodiversiteit zijn landbouw en natuur wel wezenlijk verschillend.

3.2 Infrastructuur en vitale objecten

- Alle veiligheidsregio's hebben een impactstudie uitgevoerd. Hierbij is een belangrijk vervolg dat bedrijven geïnformeerd worden over hun kwetsbaarheid op het gebied van wateroverlast en overstromingen. Belangrijke partijen waar de schade tot veel gevolgen kan leiden omdat zij vitale infrastructuur beheren zijn bijvoorbeeld het RIVM, ProRail, ziekenhuizen en archiefruimtes;
- De kans op elektriciteitsuitval wordt groot bij 30 cm water op straat. Van belang is om in kaart te brengen hoe lang de hersteltijd is. Langdurige schade kan ontstaan als mantelbuizen vol lopen met water;
- Er is veel winst te behalen door de nutsvoorzieningen klimaatbestendig te maken. Tot nu toe is de communicatie met nutsbedrijven over de risico's en gevolgen moeilijk;
- Bereikbaarheid en aanrijtijden van hulpdiensten zijn cruciaal. Vanuit de wateroverlastkaarten kunnen de knelpunten op de ontsluitingswegen in beeld gebracht worden waardoor de gevolgen op de bereikbaarheid in beeld komen;
- In het algemeen is het beeld dat de gevolgen aan de infrastructuur en vitale objecten regionaal of zelf lokaal zijn en ook lokaal aangepakt moeten worden. Veel van deze risico's zijn dan ook niet behandeld in de regionale workshop.

3.3 Landschap en reactie

- Risico op slechtere kwaliteit van het water wordt groter. Dit vraagt om aanvullende maatregelen ten opzichte van de KRW-maatregelen die nu genomen worden;
- Er ontstaat een grotere behoefte aan zwemwater door extremere hitte. De communicatie over de veilige en onveilige plekken zal verbeterd kunnen worden;
- Om recreatie en evenementen aantrekkelijk te houden zullen meer schaduwlocaties en drinkpunten gewenst zijn;
- Er kan een toenemende verkeersdruk ontstaan van mensen richting recreatiegebieden;
- Het kan verstandig zijn lokale recreatie te bevorderen (voor jong en oud). Het ontwikkelen van voorzieningen in de stad houdt de binnensteden aantrekkelijk voor deze groepen;
- Er zijn toenemende risico's voor de gezondheid die samenhangen met het soort landschap. Denk daarbij aan teken, hooikoorts, pollen, eikenprocessierups, etc.. Een goede communicatie over deze risico's kan de gevaren verkleinen;
- Er moet voldoende bluswater aanwezig zijn op de Utrechtse Heuvelrug voor het bestrijden van natuurbranden, de verwachting is dat het risico op natuurbranden toe neemt;
- Modderstromen en noodweer kunnen groot effect hebben op festivals en evenementen. In de veiligheidsplannen van deze evenementen moet dit opgenomen worden en de risico's worden beheerst. Mede in verband met verzekeringen is er behoefte aan protocollen & veiligheidseisen;

- Door bij de inrichting van gebieden een combinatie te maken van recreëren en waterberging, kan een meerwaarde voor het gebied ontstaan;
- Er is dient uitgezocht te worden of de aanleg van een ringpark rondom steden effectief is wanneer dit gepaard gaat met verdere binnenstedelijke verdichting. Het is niet duidelijk wat per saldo de meest optimale situatie is vanuit het perspectief van een klimaatbestendige regio.

3.4 Verstedelijking en gezonde leefomgeving

- Kantoorgebieden zijn kansrijk voor integrale transitie. Er zijn veel verouderde kantoorgebieden die moeten worden gerenoveerd tot meer gemixte gebieden. Hier is veel leegstand en ruimte voor oplossingen;
- Om de kans te vergroten op het doorvoeren van klimaatadaptieve maatregelen is het effectief de wensen en maatregelen voor klimaatadaptatie concreet te maken en te koppelen aan andere ambities;
- Omdat investeringen gedaan worden voor maatregelen waarvan de baten op lange termijn zichtbaar zijn, is het aan te raden een helder financieringsplan te hebben. Dit kan bijvoorbeeld door een fonds op te zetten waar de initiatiefnemers investeren óf te werken met een bonussysteem waardoor een ontwikkelaar meer ontwikkelruimte krijgt als hij klimaatadaptatie goed mee neemt. Uitwisseling van fondsen tussen verschillende gebieden is ook een optie als op een bepaalde locatie bijvoorbeeld veel effectiever waterberging gerealiseerd kan worden.

4 AANBEVELINGEN EN LEERPUNTEN

Tijdens de workshops zijn veel opmerkingen gemaakt die van waarde zijn voor de risicodialoog en het vervolgproces. Deze punten zijn in dit hoofdstuk opgenomen. Tevens zijn hier aanbevelingen uit gedestilleerd die kunnen bijdragen aan een effectieve aanpak.

4.1 Leerpunten

Kennisvragen

1. Voor het thema hitte zijn veel kennisvragen. Naast de temperatuurkaarten is behoefte aan kaarten met indicatoren die de gevolgen van de hitte in beeld brengen. Hiervoor is generiek onderzoek nodig maar ook lokaal uitzoekwerk. Er is behoefte aan samenwerking in de regio bij vergaren van meer kennis en ervaring over hitte dat vervolgens lokaal kan worden opgepakt;
2. Waterveiligheid is een onderwerp dat juist regionaal aangepakt moet worden omdat het vaststellen van vluchtroutes en opvanglocaties een duidelijk regionale samenhang hebben;
3. Stroomuitval door overstroming wordt door de veiligheidsregio als risico gezien met het grootste effect. Daarom is het van belang om te onderzoeken wat de effecten zijn van stroomuitval en welke hersteltijd te verwachten is na een overstroming of wateroverlast;
4. In de studies naar droogte, bodemdaling en waterveiligheid is veel kennis opgedaan. Deze kennis is tijdens de workshops maar gedeeltelijk ontsloten. Het benutten en uitwisselen van de beschikbare kennis is dan ook een aandachtspunt voor het vervolgproces;
5. Naast de 4 thema's van de stresstest kunnen ook extreme weersituaties (wind en hagel) grote effecten hebben. Hier zijn geen specifieke studies van bekend. De effecten zijn tijdens de workshops dan ook nog niet verkend. In het vervolgtraject vraagt dit aandacht.
6. Waterkwaliteit is wel benoemd, maar kon niet concreter gemaakt worden dan het benoemen van de huidige knelpunten. Een studie naar klimaatverandering en gevolgen is nodig.
7. De gevolgen van de verandering van het grondwater en bodemdaling (waaronder paalrot) zijn zeer beperkt besproken. Dit vraagt in het vervolgtraject nadere aandacht.

Knelpuntanalyse

8. Er zijn maar beperkt overzichten gedeeld van de wateroverlastlocaties die in het verleden zijn opgetreden. Een structurele vergelijking van de wateroverlastkaarten met werkelijke opgetreden wateroverlast heeft dan ook niet plaatsgevonden waardoor er geen controle heeft plaatsgevonden op de betrouwbaarheid van de uitkomsten;
9. De betrouwbaarheid van de uitkomsten van de berekening voor de bui van 200 mm in 48 uur vraagt nog nadere aandacht. Deze is inhoudelijk niet gedegen

doorgesproken met het waterschap en de gevolgen van de gehanteerde uitgangspunten zijn niet uitvoerig verkend vanwege een beperkte tijd en beperkt budget.

10. Kleuren in de legenda zijn bepalend voor het beeld. Rood wordt gezien als knelpunt. Voor wateroverlast is er in de eindversie gekozen om 30 cm waterdiepte aan te houden voor de rode kleur omdat vanaf die waterdiepte serieuze wateroverlast is te verwachten. Vanuit de risicodialoog kan naar voren komen dat andere waterdieptes als een knelpunt worden ervaren.

Proces

11. Klimaatadaptatie is het meest kansrijk als de maatregelen worden verbonden met maatregelen vanuit andere thema's en als wordt aangesloten op projecten die vanuit andere doelstellingen opgestart worden (werk met werk maken). Daarbij moet gedacht worden aan nieuwe ontwikkelingen, herontwikkeling of groot onderhoud;
12. Er is behoefte om inzicht te hebben in de kosten om een kern, gemeente of regio klimaatrobust te maken. Geconstateerd is dat hier pas een goed beeld van is te verkrijgen als vast ligt welke criteria gehanteerd worden voor het bepalen van een knelpunt en er een beeld is over de gewenste oplossingsrichtingen. Op dit moment is het proces nog niet ver genoeg om daar inschattingen van te maken;
13. Het is wenselijk dat per thema door specialisten wordt aangegeven wat de risicogebieden. Hierdoor is het voor een bredere groep makkelijker te interpreteren wat de gevolgen zijn van klimaatverandering en waar de belangrijkste aandachtsgebieden en kansen liggen;
14. Veel risico's van wateroverlast worden gezien als lokale vraagstukken die de gemeenten individueel kunnen en moeten oppakken. Wel is er behoefte om kennis uit te wisselen in het bepalen van de criteria voor wateroverlast en de knelpunten die de veiligheidsregio ziet.

Kaders en beleid

15. Het is van groot belang dat de klimaatdoelstellingen in het beleid worden vastgelegd, vooral bij gemeenten. Bij veel van de huidige projecten krijgen de klimaatadaptatiedoelstellingen onvoldoende prioriteit in de integrale afweging waardoor deze in de praktijk maar beperkt gerealiseerd worden;
16. Er is een koppeling nodig van de risicodialoog (1 van de acties ná de stresstest) met onder andere de Omgevingsvisies, GRP's, Waterplannen en Groenplannen. Gemeente moeten in het kader van deze plannen de strategie bepalen en uiterlijk in 2020 het beleid vastleggen.
17. Er zijn veel vragen over de verantwoordelijkheid van de overheid en de juridische kaders die gelden bij knelpunten door klimaatverandering. De uitgangspunten bij nieuwe ontwikkelingen zijn veelal wel helder maar het is onzeker wat de uitgangspunten en kaders zijn als er knelpunten optreden door een veranderend klimaat. Vragen die daarbij opkomen zijn:
 - In welke mate moet de overheid burgers actief informeren?

- In welke mate kan of moet de overheid de verantwoordelijkheid nemen om uitgangspunten vast te stellen voor maatregelen?

Risicodialoog

18. Tijdens de gemeentelijke workshops is gefocust op specifieke locaties of wijken. De verslagen hiervan zijn per gemeente opgenomen in de rapportages. Deze gesprekken leverde een brede en intensieve discussie op over een afgebakend gebied. Deze aanpak is goed voort te zetten tijdens de risicodialoog met andere partijen omdat het gesprek dan gaat over concrete locaties en specifieke mogelijkheden die daar liggen;
19. De wens is uitgesproken de workshops die zijn gehouden regelmatig te herhalen zodat de kennisuitwisseling op gang blijft en nieuwe inzichten ingebracht kunnen worden;
20. Ontwikkelaars en bedrijven zijn belangrijke partijen om te betrekken bij het verkennen van de oplossingsrichtingen. Draagvlak bij deze partijen is van groot belang om maatregelen ook uitgevoerd te krijgen. De ervaring is dat op dit moment de animo voor klimaatadaptatie nog beperkt is, mede door het nog maar beperkt voorkomen van de extreme weersituaties op de ontwikkellocaties.

4.2 Aanbevelingen

Algemeen:

1. Het bepalen van acceptabele overlast of ongemak is van belang om vast te stellen wanneer situaties meegenomen worden in een knelpuntenanalyse. Dit helpt om een gezamenlijk uitgangspunt te bepalen en ook als onderbouwing van noodzakelijke maatregelen;
2. Houd duidelijke definities aan voor de termen die worden gehanteerd. Er is tijdens de workshops veelvuldig gesproken over knelpunten zonder overeenstemming te hebben over criteria die gehanteerd worden voor het bepalen van knelpunten;
3. Breng naast de 4 thema's ook in beeld wat de gevolgen zijn van extreme weersituaties zoals hagel en storm. Deze verkenning kan goed met de veiligheidsregio worden uitgevoerd. Mogelijk komen hier ook oplossingsrichtingen uit die versterkend of juist tegenstrijdig zijn op de oplossingsrichtingen die uit de andere thema's komen.

Wateroverlast

4. Voor het vaststellen van de knelpuntlocaties voor wateroverlast is het van belang om te bepalen welke criteria bepalend zijn. Daarbij kan een differentiatie van verschillende functies en gebruikers meespelen. Denk daarbij aan het verschil tussen wateroverlast bij een woonhuis ten opzichte van een kwetsbaar object. Als ook het verschil tussen de stremming van een weg voor woonverkeer of voor hulpdiensten;
5. Maak de beoordeling van knelpunten niet afhankelijk van een maatgevende bui. Het klimaat verandert dusdanig snel dat zeker elke 10 jaar er nieuwe

statistieken over de intensiteit en frequentie van buien beschikbaar komen, waardoor deze maatgevende buien worden aangepast. Wel is het mogelijk om knelpuntlocaties te benoemen. Bij het ontwerpen van de oplossingen kan vervolgens een keuze gemaakt worden in de gewenste robuustheid van de gekozen oplossing;

6. Daarnaast is het van belang om vast te stellen op welk detailniveau beoordeling van de wateroverlast moet plaatsvinden om voldoende concrete uitspraken te kunnen doen. Mogelijk moet extra informatie ingewonnen worden voor een meer gedetailleerde modellering en toetsing. Het beschikken over drempelhoogtes van gebouwen is hierin een belangrijk aandachtspunt;
7. Het structureel bijhouden van de werkelijk optredende wateroverlast vraagt aandacht. Enerzijds om inzicht te krijgen in de schade maar anderzijds ook om de modelberekeningen te kunnen ijken en verbeteren voor de toekomst. Het is daarbij van belang om na te denken hoe de informatie over wateroverlast structureel verzameld kan worden en welke bijdrage burgers en sociale media daarin kunnen leveren;
8. De waterstromen vanaf de Utrechtse Heuvelrug zijn een risico dat nu zichtbaar is geworden door de modelberekening. De mate waarin dit fenomeen zal optreden is nog onzeker en nader onderzoek moet uitwijzen of de gehanteerde uitgangspunten betrouwbaar zijn voor dit specifieke gebied. Het is mogelijk dat door het model de waterdieptes worden overschat;
9. Om risico's op wateroverlast bij nieuwe gebouwen te voorkomen is het van belang om bij het bepalen van bouwpeilen van nieuwe gebouwen rekening te houden met wateroverlast door heftige buien. Het hoogteverschil tussen de straat en het bouwpeil moet in verhouding staan met de waterberging in de straat of wijk;

Droogte

10. Meer gebruik maken van de kennis die is opgedaan tijdens de droogte- en bodemdalingstudies door de betrokken specialisten.

Hitte

11. Zorg dat de maximale binnentemperatuur als uitgangspunt bij nieuwbouw wordt meegenomen. Daarbij kan gedacht worden aan de aanpassing van het bouwbesluit, het verstrekken van extra informatie aan kopers of het onderwerp als aandachtspunt te benoemen bij het verstrekken van bouwvergunningen;
12. Draag er zorg voor dat bij het ontwerp van de infrastructuur rekening wordt gehouden met de bestendigheid voor hogere temperaturen in de toekomst;
13. Ontwikkel een strategie om het (klimaatrobuuste) groen in de stad te behouden of uit te breiden en breng de bijdrage aan het verminderen van de hittestress daarbij in beeld. Het beleidsmatig vastleggen van de uitgangspunten is van belang om bij integrale afwegingen in de openbare ruimte voldoende prioriteit toe te kennen aan het groen in de stad;
14. Er is nog veel onbekend over de mate waarin effecten optreden door de toenemende hitte. Dit vraagt om meer (wetenschappelijk én toegepast) onderzoek;

15. Een goede evaluatie van de hitte (en droogte) effecten van de zomer 2018 kan veel praktische informatie opleveren die goed aansluit op de belevingswereld van de burger. Voor de risicodialoog kan dit een belangrijke basis zijn;
16. Het in beeld brengen van de gevoelstemperatuur heeft een toegevoegde waarde op de huidige kaarten. De aanbeveling is om daarbij aan te sluiten op de methodiek die wordt uitgewerkt vanuit de standaardisatie van de stresstest. Aandachtspunten daarbij zijn de effecten van wind en luchtvochtigheid op de gevoelstemperatuur.

Overstroming

17. In het kader van de uitwerking van de meerlaagsveiligheid komen met concrete voorbeelden voor het handelingsperspectief per gebied. Deze informatie kan helpen om integrale oplossingsrichtingen voor klimaatadaptie te bepalen;
18. In beeld brengen van overstromingsdieptes bij de doorbraak van regionale keringen. Verder is het in beeld brengen van de duur van overstromingen van belang om de gevolgschade goed te kunnen inschatten;
19. Stroomuitval wordt door de veiligheidsregio als risico gezien met het grootste effect. Bij het bepalen van risico's van overstroming is specifiek onderzoek nodig naar de kans op stroomuitval en de hersteltijd.

Proces

20. Benut de Tygron-tool voor de discussie en verdieping. In de tool is het mogelijk om samen te ontwerpen en dan ook direct de effecten zichtbaar te maken. Dit draagt bij aan het inzicht en versnelling van het proces;
21. Zorg van verbinding van lopende en nieuwe projecten met de uitgevoerde stresstest. Een voorbeeld daarvan is de piekbuienstudie die HDSR momenteel uitvoert.

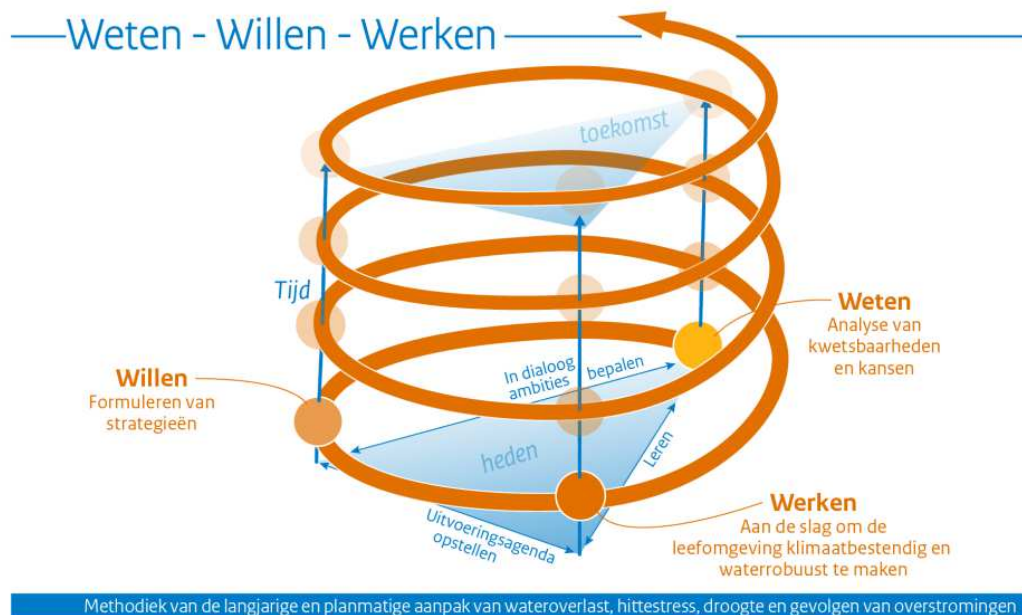
BIJLAGE 1: ACHTERGROND EN BELEID

De planmatige aanpak van de klimaatadaptatie vindt zijn basis in het Deltaprogramma. Op de website van de Delta Programma Ruimtelijk Adaptie is hier veel informatie over te vinden (zie <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/deltaplan-ra/>).

In het Deltaprogramma is vastgesteld dat de aanpak wateroverlast, hitte, droogte en overstroming worden loopt via het proces van “weten-willen-werken” (figuur 1).

- Het “weten” gaat over het in beeld brengen van de knelpunten en analyses te verrichten over de mogelijke kwetsbaarheden en kansen. Om dit in kaart te brengen wordt hiervoor de klimaatstresstest uitgevoerd en dient een risicodialoog gevoerd te worden.
- Voor het “willen” is het noodzakelijk om te bepalen welke risico’s acceptabel of onacceptabel zijn onder bepaalde omstandigheden. Hierbij dient de aanpak door middel van strategieën geformuleerd te worden en opgenomen te worden in het beleid.
- Het “werken” gaat over het uitvoeren van maatregelen om zo de leefomgeving klimaatbestendig en waterrobuust te maken.

Deze gehele methodiek is een cyclisch proces wat zich blijvend herhaalt.



Figuur 1: Weten, Willen en Werken (Deltaplan)

Naast de methodiek over de vier thema’s zijn er ook 7 ambities voor een waterrobuuste en klimaatbestendige inrichting van Nederland (figuur 2). Deze ambities zorgen voor een Het proces te versnellen en te intensiveren

- 1) kwetsbaarheid in beeld brengen;
het uitvoeren van klimaatstresstesten over de vier thema’s wateroverlast, droogte hitte en overstroming om zo de knelpunten in kaart te brengen.
- 2) risicodialoog voeren en strategie opstellen;
het voeren van een maatschappelijke dialoog met de bijhorende stakeholders om te bepalen bij welke risico’s de prioriteit ligt en wat wel en

niet wordt opgepakt. Hierbij is het ook van belang om vast te stellen welke zaken er onder de verantwoordelijkheid van de overheden vallen en wat particulieren zelf kunnen doen.

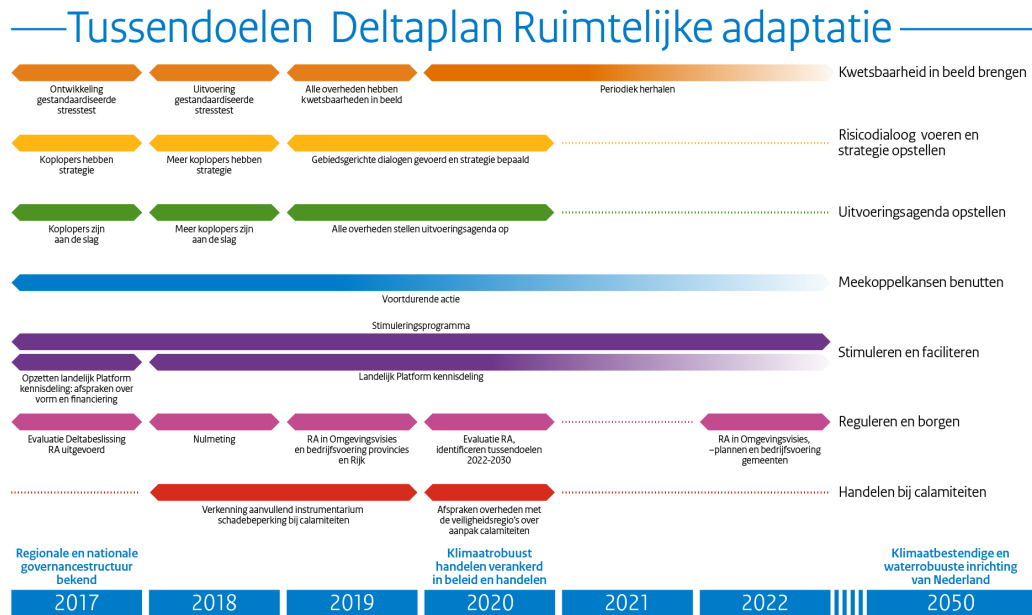
- 3) uitvoeringsagenda opstellen;
het vervaardigen van een agenda waarin staat welke partijen wat wanneer gaan doen.
- 4) meekoppelkansen benutten;
het aangrijpen van kansen om werk met werk te maken. Hierdoor kunnen bij de herstructurering van o.a. infrastructuur of gebouwen adaptieve maatregelen meegenomen worden om zo te zorgen voor een efficiëntere aanpak en lagere investeringskosten.
- 5) stimuleren en faciliteren;
het stimuleren door overheden van effectieve maatregelen die de klimaatbestendigheid bevorderen met een positieve kostenbaten verhouding.
- 6) reguleren en borgen;
het vastleggen van bepaalde maatregelen en uitgangspunten in het beleid. Hiernaast is een extra stimulering ook mogelijk door een subsidieregeling op klimaatadaptieve maatregelen.
- 7) handelen bij calamiteiten.; het inzichtelijk hebben van de bereikbaarheid van hulpdiensten en een betere voorbereiding op verschillende scenario's.



Figuur 2: 7 ambities (Deltaplan)

In het Deltaplan staat dat deze 7 ambities in 2020 doorlopen moeten zijn zodat het klimaatrobuust handelen vastgelegd is in de wetgeving. Dit betekent dat de risicodialogen zijn gevoerd op basis van de in beeld gebrachte kwetsbaarheden en de bijhorende uitvoeringsagenda opgesteld. Hierop voortkomend dient de strategie bepaald en vastgelegd te zijn in het beleid met de bepaalde omgevingsvisie en moet de aanpak van calamiteiten afgesproken zijn met de veiligheidsregio's. De uitvoering die

hieruit volgt dient uiteindelijk in 2050 gereed te zijn zodat er een klimaatbestendige inrichting in Nederland is (figuur 3).



Figuur 3: Planning en tussendoelen Deltaplan

BIJLAGE 2: GEHANTEERDE WERKWIJZE EN UITGANGSPUNTEN

Voor de thema's wateroverlast en hittestress zijn berekeningen uitgevoerd met de Tygron-engine. De werkwijze die is toegepast wordt in dit hoofdstuk omschreven.

Opbouw model

Bij de opbouw van de modellen is geen onderscheid gemaakt in het stedelijk en landelijk gebied doordat het gehele HDSR gebied gebiedsdekkend doorgerekend is. In figuur 4 is het overzicht opgenomen van de uitgevoerde berekeningen en de overgenomen bestaande data uit andere databronnen.

Thema	Subthema's	Berekeningswijze	Databron
Wateroverlast	Water op straat/maaiveld	Berekend in Tygron	Open data + gegevens riolering en watersysteem
	Kwetsbare panden	Berekend in Tygron	Open data
Droogte	Gondwaterstanden	Overnemen bestaande data	Klimaateffectatlas
	Bodemdaling (veenoxidatie)	Overnemen bestaande data	MKBA bodemdaling HDSR
	Neersalagtekort	Overnemen bestaande data	Klimaateffectatlas
Hittestress	Hittestress (berekend)	Berekend in Tygron	Open data
	Hittestress (gemeten)	Overnemen bestaande data	Satallietmeting
	Percentage ouderen	Overnemen bestaande data	Klimaateffectatlas
Waterveiligheid	Waterdiepte bij overstroming	Overnemen bestaande data	Klimaateffectatlas

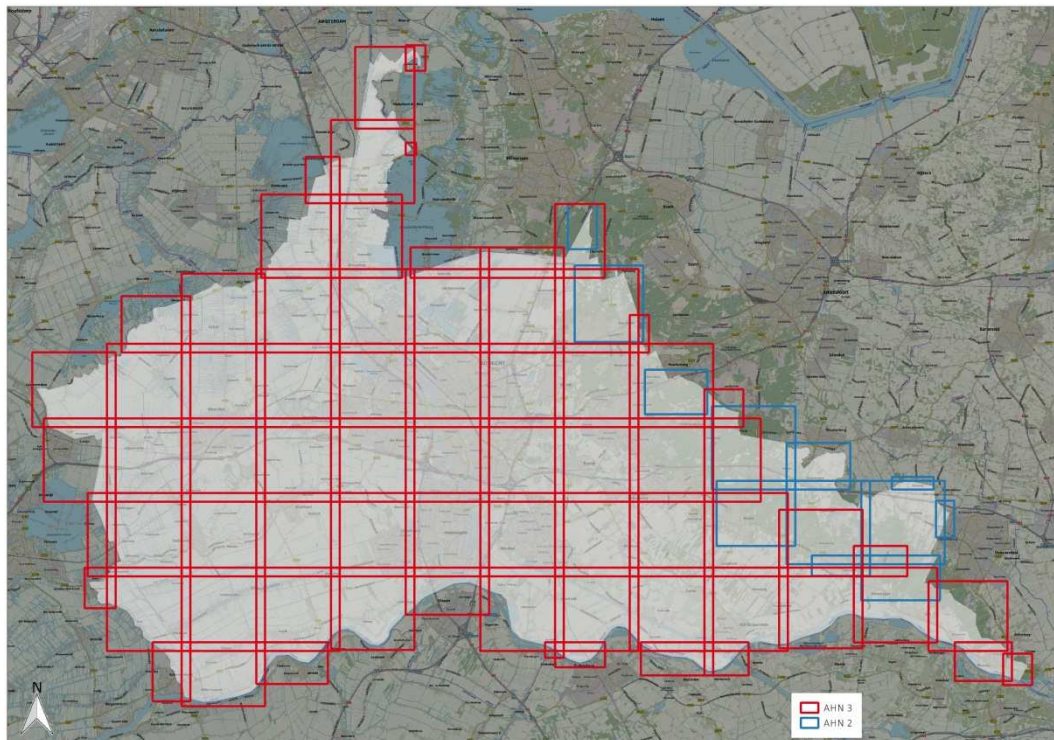
Figuur 4: Overzicht thema's, berekeningswijze en databronnen

Er is berekend met de Tygron-engine waarbij de volgende uitgangspunten zijn genomen:

- Er is gebiedsdekkend gerekend met gebieden van maximaal 5x5 km en celgrootte van 1x1 meter;
- Per model is een bufferzone van 500 meter aangehouden om de randeffecten zoveel mogelijk te vermijden;
- De resultaten van de afzonderlijke berekening zijn samengevoegd tot één kaart

Voor het projectgebied zijn de Tygron-modellen in rastervorm gebiedsdekkend opgebouwd zoals indicatief is weergegeven in figuur 5.

Voor de maaiveldhoogte is gebruik gemaakt van het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN). Voor beheergebied is de AHN3 beschikbaar die ingewonnen is in 2014. Voor de overige gebieden is de AHN3 nog niet beschikbaar en is gebruik gemaakt van de AHN2 die in 2010 is ingewonnen. In de gebieden waar na deze data het maaiveld is aangepast door het ontwikkelen van nieuw stedelijke gebieden of de aanleg van nieuwe wegen komt de kaart dus niet overeen met de huidige situatie. Verder is in de werkwijze een correctieslag toegepast om afwijkingen uit te filteren door de aanwezigheid van bomen of auto's. Deze correctie heeft tot gevolg dat de AHN niet overal is gebruikt. Een toelichting op deze werkwijze is te vinden op de wiki pagina van Tygron.



Figuur 5: Overzicht van de gebiedsdekkende Tygron-modellen (rood= AHN3 gebieden, blauw= AHN2 gebieden)

GIS-viewer

De wijze waarop de klimaatkaarten zijn opgebouwd is in onderstaande paragrafen per thema aangegeven. Via een GIS-viewer zijn alle Tygron-berekeningen en overige informatie weergegeven.

Voor het gebruik van de GIS-viewer is het van belang dat de gebruiker weet hoe de interface werkt. De legenda bevindt zich links in het scherm en kan in- en uitgeklaapt worden door op de pijltjes te drukken. In de legenda staan de mappen voor de verschillende thema's met meerdere lagen. Deze lagen kunnen aangezet worden door op het vinkje te klikken waardoor deze blauw wordt. Hierbij is het van belang dat het vinkje van de bovenliggende thema's ook geselecteerd zijn om de laag weer te geven. Bij een aantal lagen is er de mogelijkheid om extra achtergrond informatie op te vragen door op het informatie symbool te klikken. Naast deze informatie knop bevindt zich de transparantie knop waarmee de doorzichtigheid van de laag aangepast kan worden. Verder is het mogelijk om rechtsboven naar een scherm vullend beeld te gaan en om de achtergrond aan te passen tussen kaart en satelliet.

Het voortbewegen en verplaatsen in de viewer kan door middel van het slepen met de cursor. Naast het in- en uitzoomen met scrollen, is aan de rechterkant van het scherm ook de optie om de plus en min knop te gebruiken. Verder is het mogelijk om afstanden en oppervlaktes te meten door rechts op de liniaal te klikken. Voor verdere verduidelijking over het gebruik van de viewer wordt verwezen naar de onderstaande link voor een instructievideo:

[Instructievideo webportale](#)

De GIS-viewer is te benaderen via onderstaande link:

https://avecodebondt.geoapps.nl/klimaatstresstest_utrecht#dcedecf9-7665-e811-9406-00155d0ad53c

Wateroverlast

Uitgangspunten

Voor het bepalen van de wateroverlast zijn het oppervlaktewaterbeheer en de rioleringsgegevens verwerkt in het model. Hiervoor is informatie van de gemeenten gebruikt. Als (delen van) deze informatie niet zijn geleverd zijn de volgende standaard waarden gehanteerd:

- Gemengd riool met een bergingscapaciteit van 7 mm en een POC van 1 mm/h;
- Aanneمة dat Bui 8 (circa 20 mm in 1 uur) door het rioolstelsel kan worden verwerkt;
- Water wat niet door berging wordt opgevangen en/of als POC wordt verwerkt wordt via overstort/uitlaat afgevoerd;
- Als geen in het gevraagde formaat bruikbare informatie van rioleringsgebieden is ontvangen is uitgegaan van CBS buurten voor de ligging van rioolgebieden.

Gemeenten	Gegevens gebruikt
Gemeente Woerden en Oudewater	Ja
Gemeente IJsselstein en Gemeente Montfoort	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Bunnik	Ja, gedeeltelijk
Gemeente de Bilt	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Houten	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Lopik	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Nieuwegein	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Stichtse Vecht	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Utrecht	Nee, niet aangeleverd
Gemeente Utrechtse Heuvelrug	Ja
Gemeente Wijk bij Duurstede	Ja, gedeeltelijk
Gemeente Zeist	Ja

Figuur 6: Geleverde en gebruikte rioolgegevens

Voor de simulaties is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de aangeleverde gegevens. Het is gebleken dat het voor gemeenten lastig kan zijn om de gevraagde informatie over rioleringsgebieden in een voor Tygron bruikbaar formaat aan te leveren.

In Tygron kan water afgevoerd worden tussen peilgebieden middels stuwen en vanuit rioolgebieden naar peilgebieden via overstorten. Hierbij wordt in Tygron een uitlaat gezien als overstort. Vanwege de geautomatiseerde verwerking van de simulaties voor de gebiedsdekkende simulatie is geen gebruik gemaakt van stuwen en overstorten in Tygron. De redenen zijn dat stuwen en overstorten een capaciteit toegekend krijgen op basis van een compleet peilgebied of rioolgebied, terwijl op de randen maar een

gedeeltelijk gebied wordt geladen waardoor teveel water wordt afgevoerd. Ook kan het voorkomen dat een stuw of overstort buiten een Tygron projectgebied liggen. Er vindt dan geen transport van water plaats.

Bij rioolgebieden is daarom gekozen de overstort capaciteit op te nemen in de POC. Ervaring is, ook in andere projecten, dat meestal geen (gemeten) overstort en uitlaat capaciteiten beschikbaar zijn bij gemeenten. Daarom is de capaciteit bepaald op basis van (20 mm min Berging min POC) maal geschat aangekoppeld oppervlak. Deze capaciteit is bij rioolgebieden opgeteld bij de POC en bij Peilgebieden afgetrokken van de outlet. De verkregen POC + overstort afvoer uit het rioolgebied is omgerekend naar een waarde per m² rioolgebied. Hiermee is bij het laden van de rioolgebieden in Tygron op basis van het geladen oppervlak de POC + overstort afvoer uitgerekend. De overstort capaciteit is geografisch gekoppeld aan overstort/uitlaat locaties, waarbij indien een rioolgebied meerdere overstorten/uitlaten heeft de capaciteit evenredig is verdeeld.

Het uitgangspunt bij peilgebieden is dat een peilgebied de afvoer van bovenstreams kan verwerken en dat een peilgebied zelf de landelijke afvoernorm kan afvoeren. Gekozen is om generiek een verwerkingscapaciteit van 1,5 l/s/ha aan te houden om het modeleren eenvoudig/verwerkbaar te houden. Op basis van het oppervlak van het peilgebied is een Outlet uitgerekend. Met behulp van overstort en uitlaat locaties is een geografische koppeling gelegd tussen rioolgebieden en peilgebieden. Indien binnen een peilgebied overstort en of uitlaat locaties liggen is hier de overstort capaciteit van afgetrokken. De Outlet-Overstort waarde is omgerekend naar een waarde per m² peilgebied. Hiermee is bij het laden van de peilgebieden in Tygron, op basis van het geladen oppervlak, de afvoer uit het peilgebied uitgerekend.

Voor de wateroverlast zijn met de gevraagde uitgangspunten van de volgende neerslagsituaties berekend:

- Bui 60 mm in 1 uur, GLG, zomerpeil;
- Bui 120 mm in 1 uur, GLG, zomerpeil;
- Bui 200 mm in 48 uur, GLG, zomerpeil;
- Bui Herwijnen 83 mm in 70 minuten, GLG, zomerpeil;
- Bui Kockengen 140 mm in 48 uur waarbij 70 mm in 1 uur, GHG, opgezet zomerpeil, 5 mm extra neerslag.

Technisch is het niet mogelijk om de bui Kockengen met de gevraagde specificaties door te simuleren in Tygron. Daarom is de aannahme gehanteerd dat de piek van 70 mm plaatsvindt in een situatie waarbij de bodem minder water kan bergen en de peilgebieden gedeeltelijk al gevuld zijn met regenwater. Daarom is deze bui doorgerekend met GHG in plaats van GLG en 5 mm extra neerslag. De peilgebieden hebben een met 30 cm opgezet zomerpeil gekregen bij start van de simulatie.

Kaartbeelden

De resultaten zijn per neerslagsituaties weergegeven. de volgende informatie is in beeld gebracht:

- Kwetsbare objecten

- Op basis van landsdekkend open data zijn de kwetsbare objecten geselecteerd. Hier gaat daarbij onder andere om gebouwen van de overheid, hulpdiensten en onderwijs. De elektriciteitskasten zijn daar aan toegevoegd;
- Risicovolle panden
 - Panden zijn als risicovol aangegeven als er 15 cm water op het maaiveld staat op minimaal 4 m² rond een gebouw;
- Risicovolle wegen
 - Wegen zijn per traject van 300 m als risicovol aangegeven als er meer dan 15 cm water op de weg staat;
- Risicovolle spoorwegen
 - Spoorwegen zijn per traject van 300 m als risicovol aangegeven als er meer dan 15 cm water op de weg staat;
- Water op maaiveld (tijdens de bui)
 - Alle plekken waar meer dan 10 cm water op het maaiveld staat wordt weergegeven. Daarbij wordt een klasse-indeling gebruikt voor de waterdieptes. De stijging van het oppervlaktewaterpeil wordt alleen bij de neerslagsituatie van 200 mm/ 48 uur weergegeven.

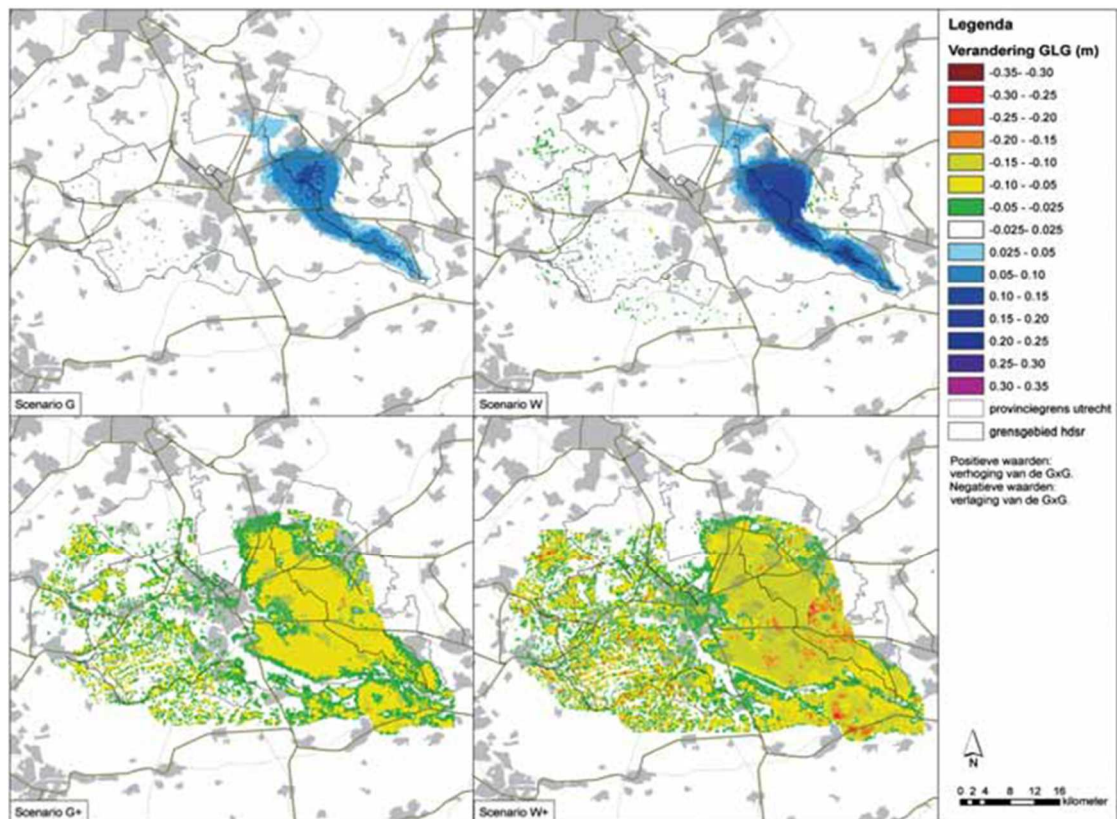
Droogte

Voor het thema droogte zijn geen nieuwe berekeningen uitgevoerd en dus gaan nieuwe uitgangspunten gehanteerd.

Kaartbeelden

De volgende informatie is gepresenteerd:

- Bodemdaling
 - De toekomstige bodemdaling is overgenomen uit de klimaat effectatlas. Door de klimaatverandering zal op veel plaatsen een versnelling plaatsvinden van de bodemdaling. Anderzijds is de bodemdaling in veel stedelijke gebieden beperkt doordat deze gebieden veelal opgehoogd zijn waardoor het oorspronkelijke veenpakket onder het grondwater ligt. In het kader van een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA) heeft het waterschap berekeningen uitgevoerd voor meerdere toekomstscenario's. Bij een uitwerking van oplossingsrichtingen is deze informatie waardevol om mee te nemen.
- GLG huidig/ 2050
 - De Gemiddeld Laagste Grondwaterstanden geven een beeld van de huidige en toekomstige droogte. Daarbij hoort wel de opmerking dat de verandering van de grondwaterstand stekker afhankelijk is van het klimaatscenario. In het W scenario stijgt de GLG en in het W+ scenario daalt de GLG in de toekomst (zie figuur 6);



Figuur 7: Verandering Gemiddelde Laagste Grondwater bij de 4 klimaatscenario's

- Potentieel maximaal neerslagtekort (huidige en toekomstig)
 - Het neerslagtekort geeft aan hoe droog het in de zomer kan zijn. Het verschil tussen de huidige en toekomstige situatie laat zien dat de extreme droge zomers toenemen richting 2050.

Informatie over waterkwaliteit is niet overgenomen uit de klimaateffectatlas. De gehanteerde werkwijze en resultaten geven geen goed beeld van de waterkwaliteitsvraagstukken die in de toekomst spelen.

Hittestress

Uitgangspunten

In Tygron wordt de hittestress in ieder model automatisch berekend en dus gebaseerd op de informatie die via open data (o.a. BGT) wordt opgehaald. De particulieren gebieden (tuinen en bedrijventerreinen) geven hierin niet altijd een goed beeld.

De hittestress wordt bepaald volgens een methodiek van de UNESCO-IHE (Verbeek, 2010). Meer informatie hierover is te vinden via onderstaande link.

<http://support.tygron.com/w/downloads/climategame/Heatstress.pdf>

De gemeten oppervlaktetemperatuur overdag is bepaald aan de hand van satellietgegevens van 26 juli 2016. Van deze warme dag zijn goede satellietgegevens beschikbaar voor het hele gebied. Het gaat hier dus niet om luchttemperatuur maar aangenomen mag worden dat er een relatie is tussen de lucht en

oppervlaktetemperatuur. Deze informatie laat de werkelijke verschillen zien waarbij de effecten van water, bomen, materiaalgebruik en kleuren ook zichtbaar zijn.

Kaartbeelden

De volgende informatie is gepresenteerd:

- Percentage ouderen (65+)
 - Op basis van de CBS gegevens is per buurt aangegeven wat het percentage is aan mensen boven de 65 jaar. Deze groep wordt als kwetsbaar beschouwd voor hittestress;
- Hittestress (gemodelleerd)
 - De resultaten van de Tygron-berekening zijn hier gepresenteerd waarbij de relatieve temperatuur ten opzicht van verschillende gebieden is weergegeven;
- Hittestress (gemeten)
 - De resultaten van de satelliet-meting is hier weergegeven in de relatieve temperatuur.

Waterveiligheid

De informatie over maximale overstroomingsdiepte bij doorbraak van de dijken langs de Lek is overgenomen uit de Klimateffectatlas.