

Klimaatstresstest waterkwaliteit stedelijk gebied; kwetsbaarheden en oplossingsrichtingen

Susan Sollie (TAUW), Arnold Osté, Hilde Ketelaar, Ronald Gylstra (Waterschap Rivierenland)

Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft in samenwerking met TAUW een Klimaatstresstest waterkwaliteit ontwikkeld voor het stedelijk gebied van WSRL. De Klimaatstresstest bevat zes onderdelen die in volgorde doorlopen kunnen worden. WSRL heeft een aantal onderdelen reeds toegepast in de praktijk. De Klimaatstresstest zal de komende tijd verder gebruikt worden om ervaring op te doen en behoeften aan doorontwikkeling te onderzoeken.

Klimaatverandering heeft gevolgen voor de waterkwaliteit, zowel in de stad als in landelijk gebied en natuurgebieden. Hogere temperatuur, toename van intensieve buien in de zomer én van droge perioden vergroten de problemen die zich nu al voordoen of zorgen voor nieuwe problemen. Het is essentieel om op korte termijn te handelen om de waterkwaliteitsproblemen te minimaliseren of, liever nog, te voorkomen.

Uit literatuur is al veel bekend over klimaat en waterkwaliteit. Veel daarvan is samengevat in de STOWA-Deltafact Droogte en hitte in de stad [1]. Het ontbreekt de waterbeheerder echter aan concrete handvatten om huidige en toekomstige problemen aan te pakken. Zij hebben behoefte aan een breed toepasbare methodiek om klimaatkwetsbaarheden in beeld te krijgen en van daaruit praktisch uitvoerbare oplossingsrichtingen te bepalen.

In 2021 heeft waterschap Rivierenland (WSRL) samen met TAUW de Klimaatstresstest waterkwaliteit stedelijk gebied WSRL ontwikkeld, als onderdeel van het klimaatprogramma binnen het waterschap. De Klimaatstresstest geeft invulling aan het thema waterkwaliteit, naast de in het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie genoemde thema's overstroming, wateroverlast, droogte en hitte [2].

De ontwikkelde Klimaatstresstest is gericht op overlast ten aanzien van waterkwaliteit in watersystemen. Dit past goed bij het beleid in het waterbeheerprogramma van WSRL: 'waar mogelijk voorkomen we samen met partners dat in oppervlaktewater (KRW-waterlichamen en overig water) stankoverlast, vissterfte, problemen door kroos of blauwalg en visuele verontreinigingen optreden'. Veranderingen in de ecologische toestand die geen overlast veroorzaken, bijvoorbeeld een lagere biodiversiteit, zijn niet meegenomen in de Klimaatstresstest. Een tweede afbakening ligt in het gebiedstype, namelijk het stedelijk gebied. Dat gebied wordt gekenmerkt door de vele functies van watersystemen en de hoge (gebruiks)druk.

Een Klimaatstresstest met zes onderdelen

De Klimaatstresstest is opgebouwd uit drie blokken, met in totaal zes onderdelen (producten) (afbeelding 1):

- Huidige situatie
Huidige knelpunten – waar wordt nu overlast ervaren?
- Klimaatscan
 1. Klimaatscan toestand – waar is het systeem kwetsbaar voor een bepaald type overlast?
 2. Klimaatscan stuurvariabelen - welke stuurvariabelen maken het systeem kwetsbaar voor

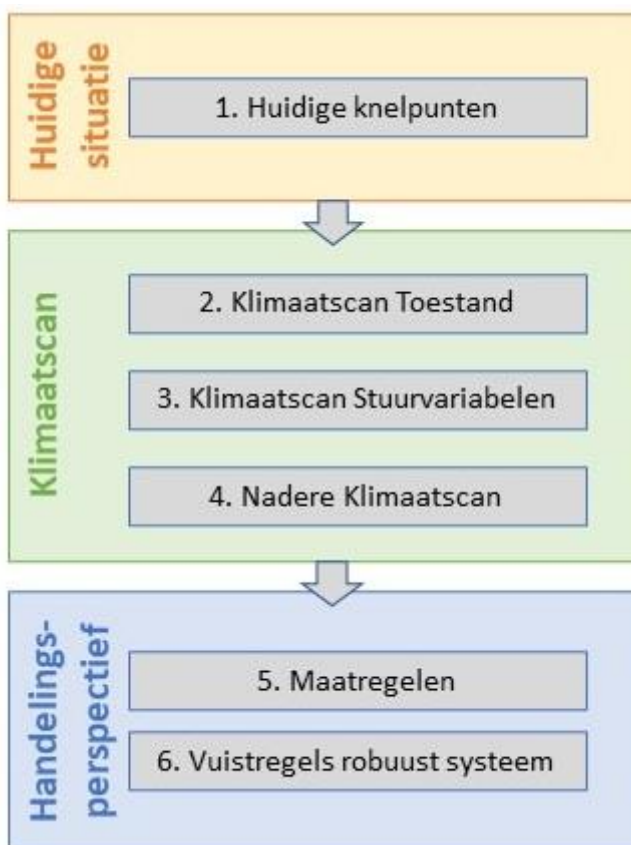
overlast?

3. Nadere klimaatscan - welke lokale omstandigheden maken het systeem kwetsbaar voor overlast?

- Handlingsperspectief

1. Maatregelen - welke maatregelen maken het systeem minder kwetsbaar?

2. Vuistregels robuust systeem - welke inrichting maakt een (nieuw te ontwikkelen) watersysteem robuust voor effecten van klimaatverandering?



Afbeelding 1. Klimaatstresstest waterkwaliteit stedelijk gebied WSRL

De Klimaatstresstest heeft een volgordelijke opbouw en brengt eerst de huidige situatie in beeld, om overlast die nu al optreedt aan te kunnen pakken. Dit zijn de delen van het watersysteem waar de overlast waarschijnlijk in de toekomst groter wordt door klimaatverandering. De klimaatscan geeft aan waar kwetsbare delen in het watersysteem aanwezig zijn en waarom deze kwetsbaar zijn. Vanuit de klimaatscan wordt het handlingsperspectief duidelijk: welke maatregelen zijn nodig om het systeem minder kwetsbaar te maken en toekomstige overlast te voorkomen? De vuistregels voor een robuust systeem zijn ook zonder de klimaatscan toe te passen bij elke (her)inrichting van een stedelijk watersysteem.

De Klimaatstresstest is deels uitgevoerd: voor de stedelijke omgeving binnen het beheergebied van Rivierenland is de huidige situatie in beeld gebracht en de klimaatscan toestand en klimaatscan stuurvariabelen uitgevoerd. De nadere klimaatscan en het handlingsperspectief zullen in een later stadium samen met een aantal gemeenten worden uitgevoerd, als onderdeel van een risicodialoog.

Huidige situatie

De aanwezigheid van knelpunten (overlast) in watersystemen in het beheergebied is in beeld gebracht via de accountmanagers van de stedelijke kernen in het najaar van 2021. Gevraagd is naar de knelpunten met de meeste impact in de praktijk. Dat kan de grootste inspanning om het op te lossen zijn, of de grootste overlast. Het resultaat van de inventarisatie is een kaart met deze aangeleverde knelpunten.

De overlast die het meest genoemd is, is overmaat aan kroos, veelal in combinatie met stank. Dit leidt tot een lagere belevingswaarde en hoge beheerkosten. De uitkomsten van de inventarisatie zijn vervolgens in het voorjaar van 2022 meegenomen in het opstellen van de Waterschapuitvoeringsprogramma's (WUP), die onderdeel zijn van het Klimaatadaptatieprogramma van het waterschap (conform het landelijke Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA)).

Bepalen van kwetsbaarheid

Belangrijk onderdeel van de Klimaatstresstest is de klimaatscan. Met deze scan is het mogelijk om de kwetsbaarheid van watersystemen door klimaatverandering te bepalen. Met kwetsbaarheid wordt de kans op overlast in de toekomst bedoeld. Overlast kan veroorzaakt worden door kroos, blauwalg, flab, droogval, botulisme, vissterfte en stank. In een zeer kwetsbaar systeem is de kans op overlast heel groot, terwijl een niet kwetsbaar systeem dusdanig robuust is dat er geen overlast verwacht wordt, ook al is het door klimaatverandering warmer, natter en/of droger.

De klimaatscan bestaat uit drie onderdelen. Het eerste onderdeel is de Klimaatscan Toestand die aangeeft welk type overlast te verwachten is in een watersysteem. De Klimaatscan Stuurvariabelen laat zien welke stuurvariabelen (verderop beschreven bij Klimaatscan Stuurvariabelen) het systeem kwetsbaar maken, gebaseerd op eerder geïnterviewde kenmerken van het watersysteem. Op basis van resultaten van de Klimaatscan Stuurvariabelen kan besloten worden de Nadere Klimaatscan uit te voeren: een verdiepende scan naar de lokale omstandigheden via een veldbezoek en/of bureaustudie.

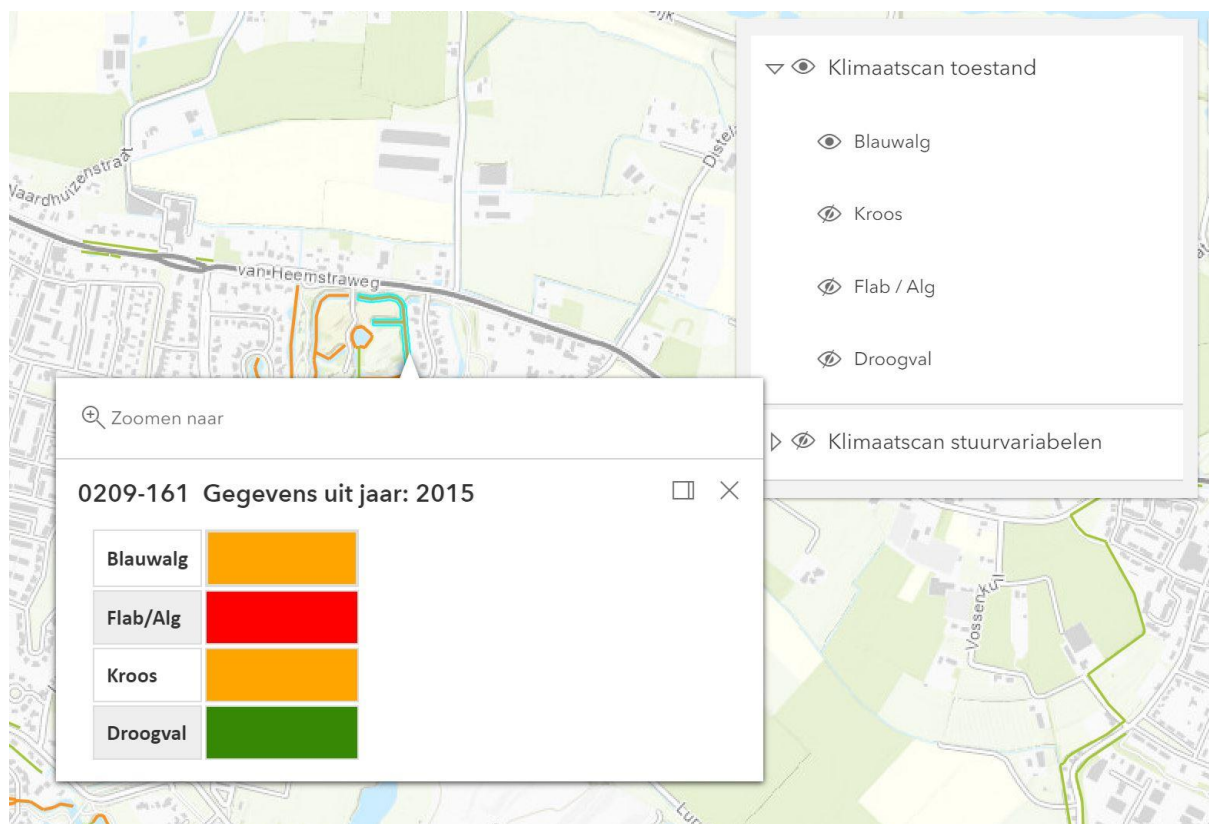
Klimaatscan toestand

De klimaatscan toestand bepaalt welke overlast er te verwachten is in een watersysteem op basis van de kenmerken van het systeem, zoals watertype, de aanvoersituatie en de kwel/wegzijing situatie. Dit onderdeel kan worden uitgevoerd met relatief eenvoudig te verzamelen informatie. Het koppelen van de kenmerken van het watersysteem aan potentiële overlast is gebaseerd op expert judgement. De volgende vuistregels zijn gehanteerd:

- Bodemsoort: watersysteem op zand is minder kwetsbaar dan op klei of veen, vanwege beschikbaarheid van nutriënten.
- Door kwel (vuistregel >0,5 mm/dag) is temperatuur lager en vindt afvoer van nutriënten plaats (als de kwel van goede kwaliteit is).
- Bij aanvoer van water is sprake van toevoer van nutriënten.
- Zonder aanvoer van water en kwel <0,5 mm/dag is het systeem zeer kwetsbaar, omdat er weinig sturing mogelijk is.
- Watergangen die nu al droogvallen worden niet gezien als risico voor droogval.

In totaal zijn er 30 verschillende watertypen gedefinieerd binnen het stedelijk gebied van WSRL, op basis van kenmerken vorm (lijn/vlak), bodemtype, breedte, diepte, oppervlak, natuurlijk/gegraven, (niet) droogvallend en buffercapaciteit (hoog/laag). Deze 30 verschillende watertypen zijn gekoppeld aan twaalf KRW-watertypen en verder opgesplitst in wel/niet inlaatwater en wel/niet kwelwater. Uitzondering hierop zijn de vier R-watertypen die geen inlaatwater kennen. Voor het beheergebied van WSRL zijn in totaal 108 situaties onderscheiden.

Met bovenstaande regels is een kaart gemaakt van de te verwachten overlast in drie categorieën: groen = geen risico, oranje = matig risico en rood = groot risico (afbeelding 2). Deze kaart geeft de overlastparameters blauwalgen, flab/alg, kroos en droogval weer. Overige overlast als botulisme, vissterfte en stank kan overal optreden en is dus niet onderscheidend tussen watertypen. Deze overlast is dan ook niet op de kaart zichtbaar.



Afbeelding 2. Uitkomst klimaatscan toestand: risicokaart met potentiële overlast van blauwalg, kroos, flab/alg en droogval

Klimaatscan stuurvariabelen

Het uitvoeren van de klimaatscan stuurvariabelen vereist meer locatiespecifieke informatie en doorlooptijd dan de klimaatscan toestand. Aan de basis van deze scan ligt een set van vier sleutelfactoren met onderliggende stuurvariabelen (afbeelding 3). Deze vier sleutelfactoren bepalen samen de mate van risico op overlast in het beheergebied van WSRL. Als alle vier de sleutelfactoren ‘op orde’ zijn is de kans op overlast zeer klein. Als één of meerdere sleutelfactoren het systeem (zeer) kwetsbaar maken, is dat reden om naar oplossingen te zoeken om overlast te voorkómen.

De sleutelfactoren zijn gekozen op basis van de volgende regels: ‘de sleutelfactor bepaalt in grote mate de toestand van het watersysteem in stedelijk gebied, én de sleutelfactor wordt door

klimateverandering beïnvloed'. Ook is de set ten behoeve van praktische uitvoerbaarheid beperkt tot vier factoren.

1. Trofiegraad. Een hoge trofiegraad staat aan de basis van veel typen overlast. Algen en kroos maken graag gebruik van de hoge beschikbaarheid van nutriënten, net als woekerende waterplanten. Klimateverandering heeft effect op de trofiegraad van watersystemen via hitte (bijvoorbeeld verhoogde concentraties via verdamping en versnelde afbraak van organisch materiaal), droogte (bijvoorbeeld de inlaat van voedselrijk water) en wateroverlast (bijvoorbeeld riooloverstorten en afspoeling).
2. Doorstroming. Een systeem waarin water stilstaat is gevoeliger voor overlast, vooral in voedselrijke systemen. Een lange verblijftijd geeft algen en kroos de tijd om lokaal te kunnen bloeien. Klimateverandering heeft effect op de doorstroming van watersystemen via hitte (bijvoorbeeld verdamping) en droogte (bijvoorbeeld vermindering kweldruk of inlaat gebiedsvreemd water).
3. Watertemperatuur. Algen en kroos groeien sneller bij hogere watertemperaturen en overlast door vissterfte, botulisme en muggen komt vaker voor. Klimateverandering heeft direct effect op de watertemperatuur via opwarming van de lucht en instraling. Indirecte effecten door bijvoorbeeld het wegvallen of verminderen van (koude) kwel zijn in bepaalde gebieden ook mogelijk.
4. Zuurstofdynamiek. In watersystemen waarin vaak zuurstofarme of -loze omstandigheden ontstaan kunnen stank, vissterfte en botulisme optreden. Klimateverandering heeft effect op de zuurstofdynamiek in watersystemen via hitte (bijvoorbeeld verhoogde mineralisatie) en wateroverlast (bijvoorbeeld riooloverstorten). Ook kan opwarming leiden tot verlaagde zuurstofgehalten doordat in warmer water minder zuurstof oplost dan in kouder water.



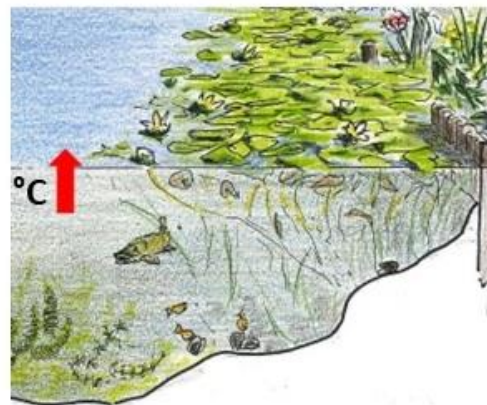
Trofiëgraad



Doorstroming



Zuurstofgehalte



Watertemperatuur

Afbeelding 3. Set van vier sleutelfactoren die samen het risico op overlast in het beheergebied van WSRL bepalen

Aan elk van de sleutelfactoren zijn stuurvariabelen gekoppeld. De lijst van stuurvariabelen die invloed hebben op een sleutelfactor kan zeer lang zijn. Ecosystemen bestaan immers uit complexe interacties tussen tal van biologische en fysisch-chemische factoren. De trofiëgraad is bijvoorbeeld een gevolg van aanwezige planten, vissen, in- en externe belasting, bodemtype en ga zo maar door. Het is echter voor waterbeheerders niet te doen om voor de vele watersystemen al deze data te verzamelen.

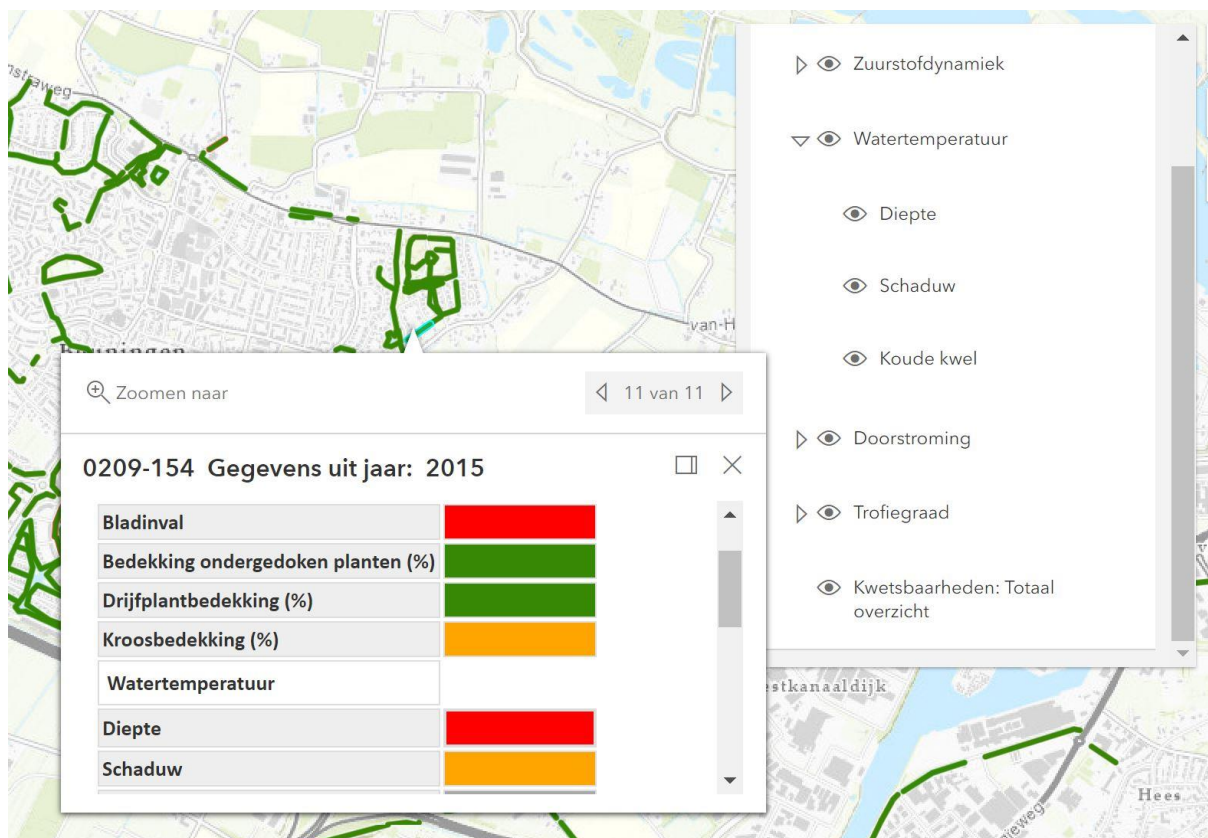
Uitgangspunt voor de klimaatscan stuurvariabelen is dan ook dat deze gebaseerd is op stuurvariabelen waarover vlakdekkende gegevens beschikbaar zijn. De klimaatscan kan zonder extra inspanning (metingen of veldbezoek) uitgevoerd worden. WSRL heeft ervoor gekozen om gegevens te gebruiken die beschikbaar zijn vanuit Ecoscans (synoniem voor de inventarisatie van een watergang volgens de STOWA-EBEO-systematiek voor stadswateren, deelttoets 1 [3]).

In tabel 1 staan de stuurvariabelen die in de klimaatscan stuurvariabelen zijn meegenomen.

Tabel 1. Stuurvariabelen per sleutelfactor in klimaatscan stuurvariabelen

Trofiegraad	Doorstroming	Watertemperatuur	Zuurstofdynamiek
bodemtype	doorstromingsknelpunt	waterdiepte	riooloverstort
riooloverstort	kwel	schaduw	bladinval (boominvloed)
slibdikte	onderwaterplantenbedekking	koude kwel	veel eenden/ganzen
vogels	Stroomsnelheid (>5 cm/s) in R-typen		bedekking ondergedoken planten
			drijfbladplantbedekking
			kroosbedekking
			watertemperatuur

Per stuurvariabele zijn grenswaarden opgenomen om de kwetsbaarheid van het watersysteem te bepalen. De grenswaarden zijn gebaseerd op literatuur en expert judgement. De klimaatscan stuurvariabelen met grenswaarden heeft geleid tot een kaart waarin per variabele is aangegeven of deze het systeem zeer kwetsbaar (rood), kwetsbaar (oranje) of niet kwetsbaar (groen) maakt (afbeelding 4). Van daaruit kan WSRL in gesprek met gemeenten besluiten tot een nadere klimaatscan en/of het handelingsperspectief bepalen.



Afbeelding 4. Uitkomst klimaatscan stuurvariabelen, met per stuurvariabele een oordeel of deze het systeem zeer kwetsbaar, kwetsbaar of niet kwetsbaar maakt voor overlast

Nadere klimaatscan en handelingsperspectief

De nadere klimaatscan en het handelingsperspectief zijn als methodiek uitgewerkt, maar nog niet in de praktijk toegepast. Dit gebeurt in een later stadium in samenwerking met gemeenten. Hieronder wordt dan ook alleen de methodiek beschreven, zonder uitkomsten.

In de nadere klimaatscan is het aantal stuurvariabelen veel groter dan is de klimaatscan stuurvariabelen. De lijst is uitgebreid met stuurvariabelen die tijdens een veldbezoek (en bureaustudie) kunnen worden onderzocht. De inspanning die nodig is om de nadere klimaatscan uit te voeren is dan ook groter.

Het handelingsperspectief omvat twee onderdelen. De eerste betreft een overzicht van maatregelen die bijdragen aan een robuust watersysteem. De maatregelen zijn gekoppeld aan de vier sleutelfactoren en specifieke stuurvariabelen. Zo is direct af te leiden wat er gedaan kan worden als een teveel aan bladinvall het systeem kwetsbaar maakt, of wat er gedaan kan worden om de invloed van riooloverstorten te verminderen.

De maatregelen zijn onderverdeeld in drie verschillende categorieën: preventie, adaptatie en acceptatie. Met preventieve maatregelen is te voorkomen dat de waterkwaliteit verslechtert. Voorbeelden zijn het water met microverontreinigingen filteren voordat het afstroomt, regenwater afkoppelen om riooloverstorten te voorkomen, of een buffersysteem aanleggen in gebieden die afhankelijk zijn van rivierwater.

Adaptieve maatregelen kunnen een probleem niet voorkomen, maar het negatieve effect van klimaatverandering wel beperken, bijvoorbeeld doorspoelen na een riooloverstorting. Een derde categorie is acceptatie, waarbij WSRL en andere gebruikers van het water accepteren dat de

waterkwaliteit verandert. Bijvoorbeeld, dat kroos nu eenmaal in een gebied niet te voorkomen is, of dat een goede zwemwaterkwaliteit na hevige piekbuien tijdelijk niet te garanderen is. Het tweede onderdeel in het handelingsperspectief betreft een set aan vuistregels voor een robuust systeem. De vuistregels hebben betrekking op de stuurvariabelen uit de klimaatscan, maar aanvullend zijn er regels voor inrichting en beheer opgenomen uit het bestaande beleid van WSRL (beleidsregels).

Toepassing en verdere ontwikkeling

De Klimaatstresstest waterkwaliteit stedelijk gebied WSRL is ontwikkeld binnen de afdeling omgeving en beleid, door de vakgroep waterkwaliteit en ecologie. In samenwerking met de teams gebiedsontwikkeling oost en west, waar de accountmanagers samen met gemeenten werken aan het klimaatprogramma, is de Klimaatstresstest een bruikbare set producten geworden. Sterk aan de Klimaatstresstest is dat een groot deel van de kennis van ecologen ontsloten is in een gemakkelijke viewer en ondersteunende documenten.

De Klimaatstresstest:

- zorgt ervoor dat waterkwaliteit als volwaardig onderwerp een plek krijgt in klimaatprogramma's van WSRL.
- maakt dat klimaatmedewerkers kennis hebben van de meest bepalende sleutelfactoren en stuurvariabelen voor waterkwaliteitsoverlast en dit aan gemeenten kunnen overbrengen
- geeft een eerste inzicht in stuurvariabelen die het systeem kwetsbaar maken en maatregelen die deze kwetsbaarheid kunnen verminderen. Vanuit deze scan kan nader onderzoek gericht worden ingezet
- geeft via vuistregels richting aan het inrichten van watersystemen in nieuwbouwwijken of grootschalige herinrichting in bestaande wijken

De Klimaatstresstest is ontwikkeld als een eerste versie. Op dit moment zijn de volgende mogelijkheden voor doorontwikkeling denkbaar:

grenswaarden van stuurvariabelen specificeren naar (groepen) watertypen.

koppeling maatregelen aan de viewer, zodat maatregelen per watergang direct zichtbaar zijn.

vuistregels voor een robuust systeem systeemspecifiek uitwerken.

Keuzes in doorontwikkeling zullen gemaakt worden op basis van ervaringen die WSRL de komende tijd op zal doen met de Klimaatstresstest.

Referenties

1. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (2022). Deltafact droogte-en-hitte-de-stad
2. Kennisportaal Klimaatadaptatie. <https://klimaatadaptatienederland.nl/>, geraadpleegd juni 2022
3. Handboek Nederlandse ecologische beoordelingssystemen (eboo-systemen) deel A. Filosofie en beschrijving van de systemen. rapportnummer 2006-04