

*NKWK Klimaatbestendige Stad*

# **Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie**

**Achtergrondrapport 2023**





NKWK Klimaatbestendige Stad

Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie

Achtergrondrapport

Consortium NKWK-KBS Stedelijke Waterkwaliteit en Klimaatadaptatie 2023

Bart-Jan Vreman (Arcadis) – Projectleider NKWK-KBW SWKA

Anke Vaarten (Arcadis)

Martin de Haan (RHDHV)

Margo Robben (RHDHV)

Susan Sollie (TAUW)

Julia Bleser (Deltares)

Suzanne van der Meulen (Deltares)

Jesse Limaheluw (RIVM)

Menno van Bijsterveldt (Stichting CAS)

Begeleidingscommissie

Sita Vulto (HDSR) – Voorzitter Begeleidingscommissie NKWK-KBS SWKA

Ron Nap (RWS) - Projectteam NKWK-KBS

Kees Broks (STOWA) - Projectteam NKWK-KBS

Erik de Pooter (Waterschap Rivierenland)

Marthijn Manenschijn (Waterschap Rijn en IJssel)

Paul Kemp (Waterschap Drents Overijsselse Delta)

Erik de Haan (Provincie Zuid-Holland)

Anne Helbig (Gemeente Groningen)

Marcel Clewits (Gemeente Amstelveen)

Met medewerking van

Sara Reijenga (Gemeente Zutphen)

Nienke Langeland (Gemeente Groningen)

Kevin Ochieng en Roswitha van Zon (Gemeente Utrecht)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK) en werd gefinancierd door het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat).

Gebruik van inhoud van dit rapport is toegestaan onder vermelding van de bron. De bron is per foto aangegeven.

Wijze van refereren: “NKWK, 2023. Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie – Achtergrondrapportage. December 2023.”

Omslagfoto: Marc brink

Meer informatie en contact: [www.klimaatadaptatienederland.nl](http://www.klimaatadaptatienederland.nl)

# Samenvatting

## *De aanleiding*

Steden moeten zich aanpassen aan klimaatverandering om ook in de toekomst leefbaar te blijven. Stedelijk water speelt hierin een belangrijke rol. Water in de stad kan de omgevingstemperatuur verlagen, helpen om overtollige neerslag op te vangen, biodiversiteit versterken of verkoeling bieden, bijvoorbeeld voor recreanten. Door het inzetten van water als klimaatadaptatiemaatregel zullen meer mensen met water in aanraking gaan komen. Tegelijkertijd krijgt het water steeds meer functies. Het is dus in toenemende mate van belang om de kwaliteit van het water te waarborgen, en rekening te houden met de risico's die 'blauwe' maatregelen met zich mee kunnen brengen. Deze risico's kunnen onder invloed van klimaatverandering gaan veranderen. Hogere watertemperaturen en toenemende afspoeling door extreme neerslag versterken bijvoorbeeld de groei van blauwalgen. Dit levert gezondheidsrisico's op voor gebruikers van het water, maar ook voor de ecologische functie.

## *Voorgaande NKWK-onderzoeken (2020 & 2022)*

Eind 2020 is het eerste onderzoeksprogramma NKWK-KBS Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie (SWKA) afgerond. In dit programma zijn de effecten van klimaatverandering op de stedelijk waterkwaliteit en het gebruik van het stedelijke water onderzocht. Ook is een verkenning uitgevoerd naar de effecten van klimaatadaptatiemaatregelen op de stedelijke waterkwaliteit. Uit dit eerste onderzoek is tevens een vervolgvraag geformuleerd: *“Wat zijn de effecten van klimaatverandering en klimaatadaptatiemaatregelen op de stedelijke waterkwaliteit, wat zijn sturende parameters (indicatoren) en wat is het handelingsperspectief voor de eindgebruiker om met deze effecten om te gaan?”*

Begin 2022 is met een vervolgonderzoek gestart om antwoord te geven op de vraag uit 2020. Dit is uitgewerkt middels twee sporen. In het eerste spoor zijn de sturende factoren (indicatoren) geïdentificeerd die bepalend zijn voor de waterkwaliteit én gevoelig zijn voor klimaatverandering om vandaaruit een inschatting te maken van de kwetsbaarheid van watersystemen. Tevens is in deze fase samen met de BC en een grote gebruikersgroep besproken hoe deze inzichten een plek kunnen krijgen in de Klimaateffectatlas. In het tweede spoor zijn de effecten van adaptatiemaatregelen op de waterkwaliteit in beeld gebracht. Dit stelt de gebruiker in staat om deze effecten goed mee te nemen in maatregelkeuzes. Daarnaast is uitgewerkt hoe eventuele negatieve waterkwaliteitseffecten kunnen worden tegengegaan of beperkt. In december 2022 zijn alle inzichten ontsloten via een technisch achtergronddocument, een interactieve tool (I-report 2022), het Kennisportaal Klimaatadaptatienederland.nl (kennisdossier “Stedelijke Waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie”, en een presentatie tijdens het ClimateCafé.

Het onderzoeksconsortium heeft in december 2022 geadviseerd om het NKWK-onderzoek verder te brengen door een stevigere koppeling te leggen met verschillende watertypen (aansluiten op bijvoorbeeld KRW-typen) en functionele kwaliteit van het stedelijke water. Deze kwaliteit is voor bijvoorbeeld zwemmen degelijk anders dan voor wonen of recreëren langs het water. Een tweede aanbeveling is het uitwerken van 1 of 2 kaartverhalen over stedelijke waterkwaliteit binnen de Klimaateffectatlas. Als voorbeeld dient de bestaande kaart “watertemperatuur”. Het derde advies is het actief betrekken van gebruikersgroepen om projectdoelen en producten te toetsen op bruikbaarheid (via de netwerken RIONED, KEA, STOWA en ons eigen netwerk).

De drie adviezen zijn meegenomen in het onderzoek van 2023, zie hiervoor “Aanpak NKWK-onderzoek 2023”.

### De organisatie 2023

Het onderzoek in 2023 is net zoals in 2022 uitgevoerd door een consortium bestaande uit Arcadis (projectleiding), Deltares, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), TAUW, Royal HaskoningDHV (RHDHV) en Stichting CAS. Het onderzoek is begeleid door de begeleidingscommissie (BC) bestaande uit waterschappen, gemeenten en provincie. De voorzittersrol vanuit de BC is vervuld door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Vanuit het projectteam (PT) NKWK-KBS waren Rijkswaterstaat, het STOWA en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (DGRW) vertegenwoordigd.

### Aanpak NKWK-onderzoek 2023

In het voorjaar van 2023 zijn op basis van de drie adviezen uit 2022, binnen het onderzoeksprogramma NKWK-KBS Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie (SWKA), de behoeftes voor vervolgonderzoek verder uitgewerkt.

De hoofdvraag in het vervolgonderzoek van 2023 luidde hierbij als volgt: *In hoeverre kunnen locatiespecifieke omstandigheden zoals verschillende watertypen en gebruiksfuncties worden toegevoegd aan de reeds ontwikkelde instrumenten met indicatoren en stuurvariabelen en wat betekent dit voor het handelingsperspectief van de eindgebruiker?*

Voor het beantwoorden van deze hoofdvraag is opnieuw gewerkt in drie verschillende sporen. Spoor 1 betreft de “inhoudelijke verdieping” waarin de grenswaarden voor verschillende watertypen en gebruiksfuncties zijn geselecteerd en uitgewerkt. In spoor 2 is het opgestelde I-report in 2022 getoetst op toepasbaarheid aan de hand van drie projectcasussen. Deze casussen zijn uitgewerkt met drie gemeenten, Utrecht, Zutphen en Groningen. En als laatste zijn in spoor 3 de opties en benodigdheden verkend voor de kaartverhalen in de klimaateffectatlas (KEA).

### Eindproducten 2023

In het onderzoek van 2023 zijn vijf eindproducten (door)ontwikkeld.

1. Het eerste eindproduct is de tool “Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water”. Met deze tool wordt de gebruiker in staat gesteld om zowel voor het (huidig) ecologisch functioneren als voor de functionele kwaliteit een inschatting te maken van hoe kwetsbaar een watersysteem is voor klimaatverandering.
2. Het tweede eindproduct is de doorontwikkeling van het kennisdocument Stedelijke waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie dat in 2022 is opgesteld (i-report 2023). Resultaten uit spoor 1 (inhoudelijke verdieping van grenswaarden) en bevindingen uit spoor 2 (uitgewerkte cases) zijn in deze update meegenomen.
3. Voor de toepassing van de tool en het kennisdocument is een Handreiking Verkenning Klimaateffecten Stedelijk Water opgesteld (bijlage 4 van voorliggend achtergronddocument).
4. Het vierde eindproduct is een verkenning van mogelijke kaartverhalen in de klimaateffectatlas (KEA). Middels een advies is uitgewerkt welke mogelijke kaartbeelden gerealiseerd kunnen worden en welke data daarvoor nodig is.
5. Het vijfde product betreft het voorliggende achtergronddocument waarin de methodiek, de belangrijkste resultaten uit de drie sporen en vervolgadvisen staan beschreven.

### Overzicht van NKWK-producten

Resumerend heeft het onderzoeksprogramma Nationaal Kennis en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK) Klimaatbestendige Stad (KBS), deelprogramma Stedelijke Waterkwaliteit en Klimaatadaptatie (SWKA) in de periode 2020 – 2023 de volgende (onderstaande) producten opgeleverd.

Voor het gebruik van de verschillende producten is ook de wijze van refereren aangegeven.

	producten	
2020	2022	2023
<p>NKWK, 2021. NKWK Klimaatbestendige Stad Stedelijke Waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie; Achtergrondrapport.</p>	<p>NKWK, 2022. Stedelijke Waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie; Achtergrondrapportage. November 2022.</p> <p>NKWK, 2022. Stedelijke Waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie. I-report 2022</p>	<p>NKWK, 2023. NKWK Klimaatbestendige Stad Stedelijke Waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie 2023; Achtergrondrapport</p> <p>NKWK, 2023. Kennisdocument Stedelijke Waterkwaliteit Klimaat en Adaptatie. I-report 2023.</p> <p>NKWK, 2023. Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water. Digitale tool.</p> <p>NKWK, 2023. Handreiking Verkenning Klimaateffecten Stedelijk Water.</p> <p>NKWK, 2023. NKWK-KBS Stedelijke Waterkwaliteit Spoor 3 Klimaateffectatlas Adviesnota..</p>

### Adviezen voor vervolg

De handreiking, tool en dit achterliggende achtergrondrapport geven een beeld van de kennis die is verzameld in 2023. Het is een verdiepend onderzoek naar de resultaten uit 2021 en 2022. Anders dan de afgelopen twee jaren zal er geen vervolg zijn op het NKWK-KBS SWKA na 2023. De kennisontwikkeling op het gebied van waterkwaliteit, klimaat en adaptatie eindigt hier echter niet. Hieronder volgen puntsgewijs een aantal adviezen voor vervolg.

- Afstemming en integratie met de door STOWA ontwikkelde waterkwaliteitsstresstest. In 2024 gaat de 'Community of Practice waterkwaliteit en klimaat' van start om kennis en ervaringen uit te wisselen op dit thema. Een ideale plek om de resultaten uit het NKWK programma en de STOWA waterkwaliteitsstresstest uit te wisselen, maar ook om ervaringen in de praktijk (de uitwerking) met elkaar te delen.
- De KEA bevat op dit moment één waterkwaliteitskaart (risico opwarming oppervlaktewater). Eind 2023 worden daarnaast twee kaarten over verzilting gepubliceerd. Gebruikers geven aan dat de KEA een belangrijke bron is voor informatie over de effecten van klimaatverandering. Het kan als startpunt dienen voor een klimaatstresstest of ander nader onderzoek op regionaal of lokaal niveau. Het oppakken van de gesignaleerde vraagstukken met als doel de ontwikkeling van één of meerdere waterkwaliteitskaarten zou onderwerp of onderdeel kunnen zijn van een vervolgproject.
- Een vervolgstap op de klimaatstresstest is in veel gevallen de klimaatimpact analyse (KIA). De KIA geeft inzicht in de impact en potentiële schade (in euro's) als een gemeente geen klimaatadaptieve

maatregelen treft. De informatie uit de KIA wordt gebruikt voor prioritering: het kan worden gebruikt om te bepalen welke opgaven het meest urgent zijn en waar het nemen van maatregelen het meest effect heeft. Belangrijk is om een standaard methodiek te ontwikkelen om (herstel)kosten voor waterkwaliteit en biodiversiteit overzichtelijk te maken. Deze methodiek ondersteunt de integrale aanpak waar thema's zoals klimaat, water en natuur samen komen.

- De tool Gebruiksfuncties en Grenswaarden Water en Klimaat wordt ingebed in het kennisdossier waterkwaliteit op het Kennisportaal Klimaatadaptatie. De tool blijft ten minste vijf jaar beschikbaar. Na vijf jaar of bij het verschijnen van vergelijkbare producten moet worden geëvalueerd of de tool in de huidige vorm online moet blijven. Bij het beschikbaar komen van aanvullend budget kan de huidige tool de basis vormen voor doorontwikkeling.
- Voor de Community of Practice en het Kennisportaal Klimaatadaptatie raden wij aan om lopende en geplande onderzoeksprogramma's te benutten waarin kennis wordt ontwikkeld of kennis vanuit het NKWK kan worden ingebracht:
  - Medio 2025 start naar verwachting een project in het kader van het NWA-programma Droogte in de bebouwde omgeving (DroBE). Mogelijk zal dit project kennis opleveren over de impact van droogte op waterkwaliteit in verschillende typen stedelijk gebied.
  - Tot en met 2027 loopt het NWA-project BENIGN (BluE and greeN Infrastructure desiGned to beat the urbaN heat), hierin wordt kennis ontwikkeld over de impact van hittebestrijdingsmaatregelen in de buitenruimte op waterkwaliteit en gezondheid. Er wordt onder andere onderzocht wat de impact van vergroeningsmaatregelen is op waterkwaliteit en hoe het watersysteem beter benut kan worden voor verkoeling en recreatie. Het project levert tevens ontwerpprincipes voor klimaatadaptatiemaatregelen waarbij negatieve effecten van maatregelen op waterkwaliteit zoveel mogelijk beperkt blijven en positieve effecten maximaal worden benut.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Inleiding .....</b>	<b>9</b>
1.1 Aanleiding .....	9
1.2 Onderzoekssporen.....	9
1.3 Leeswijzer .....	11
<b>2. Klimaatverandering en functionele waterkwaliteit .....</b>	<b>12</b>
2.1 Inleiding .....	12
2.2 Watertypen en gebruiksfuncties .....	13
2.3 Grenswaarden ecologische kwaliteit per watertype.....	16
2.4 Grenswaarden functionele kwaliteit: indicatoren en grenswaarden per gebruiksfunctie.....	18
2.6 Tool ‘Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water’ .....	19
<b>3. Toepassing van de methodiek in de praktijk .....</b>	<b>22</b>
3.1 Inleiding .....	22
3.2 Aanpak.....	23
3.4 Bevindingen .....	26
3.5 Aanpassingen n.a.v. bevindingen .....	27
<b>4. Verkenning kaarten klimaateffectatlas .....</b>	<b>28</b>
4.1 Aanpak.....	28
4.2 Advies.....	28
<b>5. Resterende opgave .....</b>	<b>31</b>
<b>6. Referenties.....</b>	<b>34</b>

<b>Bijlage 1 Grenswaarden ecologische waterkwaliteit .....</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 1a Grenswaarden fysisch chemische waterkwaliteit.....</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 1b Grenswaarden biologische kwaliteitselementen .....</b>	<b>42</b>
<b>Bijlage 2 Grenswaarden functionele waterkwaliteit .....</b>	<b>54</b>
<b>Bijlage 3 Effecten klimaatverandering op indicatoren .....</b>	<b>64</b>
<b>Bijlage 4 Handreiking Verkenning Klimaateffecten Stedelijk Water .....</b>	<b>69</b>
<b>Bijlage 5 Verslagen cases .....</b>	<b>78</b>
<b>Bijlage 6 Adviesnotitie Klimaateffectatlas .....</b>	<b>88</b>



# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Binnen het NKWK-KBS onderzoeksprogramma Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat, en Adaptatie (SWKA) wordt sinds 2020 onderzoek gedaan naar de invloed van klimaatverandering en klimaatadaptatiemaatregelen op stedelijke oppervlaktewaterkwaliteit, en het toegankelijk en bruikbaar maken van deze kennis voor partijen zoals waterschappen en gemeenten. In 2022 zijn indicatoren ontwikkeld die de stedelijke waterkwaliteit kenmerken en waarmee gevoeligheid voor de effecten van klimaatverandering en van adaptatiemaatregelen kan worden ingeschat. Daarnaast zijn de effecten van adaptatiemaatregelen op de stedelijke waterkwaliteit in kaart gebracht.

In de afrondende fase van SWKA 2022 is een aantal aanbevelingen gedaan voor verdere inhoudelijke verdieping en verbeterde ontsluiting van de resultaten:

- a. Vaststellen van het effect van klimaatverandering op verschillende watertypen en gebruiksfuncties. Uitdiepen van mogelijke impact van klimaatverandering op verschillende watertypen en gebruiksfuncties, inclusief verder specificeren van grenswaarden naar watertype en functie.
- b. Casuïstiek – optimaliseren van interactieve handreiking. De in 2022 ontwikkelde interactieve handreiking (I-report) is nog niet in de praktijk getoetst. De aanbeveling is om de handreiking door gebruikers in casussen te laten toepassen en de handreiking te optimaliseren op basis van geïdentificeerde knelpunten en aanvullende wensen.
- c. Opstellen van één of twee kaartverhalen t.b.v. de Klimateffectatlas. De Klimateffectatlas (KEA) bevat minimale informatie over waterkwaliteit. In 2022 is opgehaald welke waterkwaliteitskaarten gebruikers in de KEA terug willen zien. Het streven was om één of twee van deze kaarten voor de KEA te ontwikkelen.

Dit onderzoeksplan geeft invulling aan aanbevelingen A, B en C. Het consortium, bestaande uit Arcadis, Deltares, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), TAUW, Royal HaskoningDHV (RHDHV) en Stichting CAS, geeft prioriteit aan aanbevelingen A en B vanwege inhoudelijke samenhang en de directe relatie tot de uitkomsten van SWKA 2022.

## 1.2 Onderzoekssporen

In het project Stedelijke waterkwaliteit, klimaat en Adaptatie (SWKA) 2020 is per gebruiksfunctie uitgelegd op welke manier klimaatverandering en -adaptatiemaatregelen impact kunnen hebben op de gebruikskwaliteit van het water. In 2022 is dit verder uitgewerkt met het specificeren van indicatoren voor waterkwaliteit en stuurvariabelen die invloed hebben op de indicatoren, en die door klimaatverandering of door klimaatadaptatiemaatregelen worden beïnvloed. In dit project, SWKA 2023, vindt verdieping plaats, waarbij de relaties tussen waterkwaliteit en klimaat(adaptatie) enerzijds en tussen de gebruiksfuncties van wateren en specifieke watertypen anderzijds verder zijn uitgewerkt.

In welke mate klimaatverandering leidt tot een verandering in waterkwaliteit is (onder andere) afhankelijk van het watertype: betreft het stromend of stilstaand water, is het water breed of smal en is het water diep of ondiep? In het geval dat is vastgesteld dat klimaatverandering of -adaptatiemaatregelen leiden tot een verandering in waterkwaliteit, dan is een belangrijke vraag voor de waterbeheerders van gemeente en waterschap hoe ernstig of hoe positief deze verandering is. De ernst van een verslechtering van de

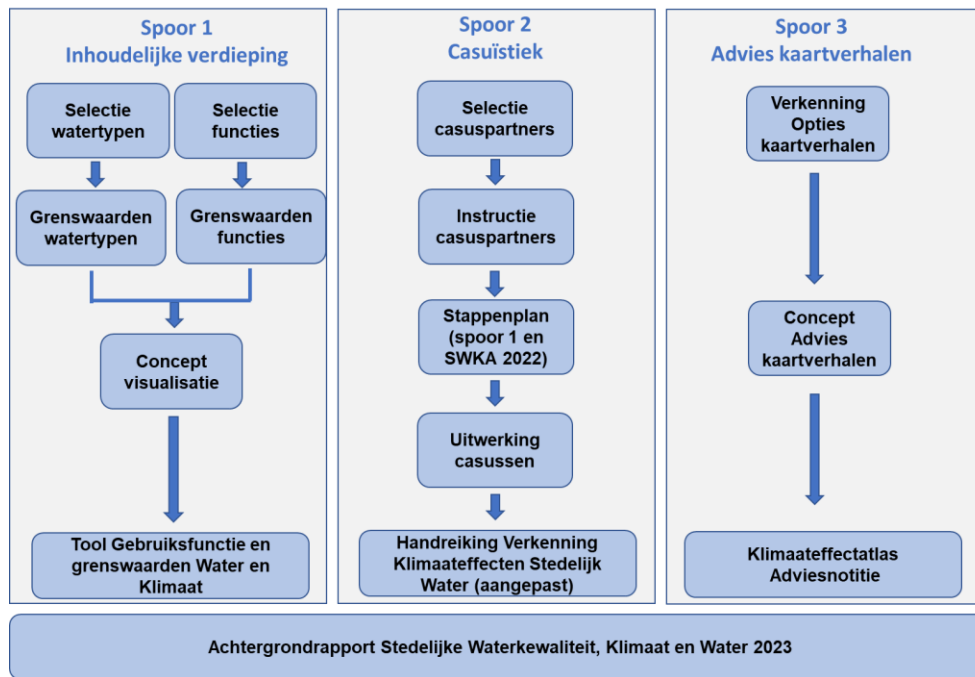
waterkwaliteit hangt samen met de functie waarvoor het water wordt gebruikt. Gebruiksfuncties als irrigatie, drinkwater en zwemwater stellen verschillende eisen aan de waterkwaliteit. Om klimaatimpact op het stedelijke water in beeld te krijgen is het dan ook van belang om te weten of de waterkwaliteit verandert en zo ja, wanneer een verandering in waterkwaliteit zo groot is dat deze de gebruikskwaliteit voor een specifieke functie sterk aantast of verbetert.

De hoofdvraag van het onderzoeksprogramma NKWK-KBS Stedelijk Waterkwaliteit 2023 luidt daarmee als volgt:

In hoeverre kunnen locatie specifieke omstandigheden zoals verschillende watertypen en gebruiksfuncties worden toegevoegd aan de reeds ontwikkelde instrumenten met indicatoren en stuurvariabelen en wat betekent dit voor het handelingsperspectief van de eindgebruiker?

Onderzoekssporen SWKA 2023

Met de uitwerking van onderstaande sporen (van met name spoor 1 en 2) wordt invulling gegeven aan de hoofdvraag. De sporen zijn gevisualiseerd in de onderstaand figuur.



Figuur 1 Onderdelen van de onderzoekssporen

### Spoor 1. Klimaatverandering en functionele waterkwaliteit

In Spoor 1 is een inhoudelijk verdieping uitgevoerd waarbij de focus ligt op de samenhang van de klimaatgerelateerde kwetsbaarheid van waterkwaliteit in stedelijk water met watertype en gebruiksfunctie. Het doel van Spoor 1 is het specifiek maken van grenswaarden voor indicatoren en stuurvariabelen naar watertype (1a) en gebruiksfunctie (1b). De focus ligt daarbij op de impact van klimaatverandering op de waterkwaliteit en minder op de gevolgen van klimaatadaptatiemaatregelen. Gevolgen van adaptatiemaatregelen maken wel deel uit van het I-report (zie ook Spoor 2) en zijn uitgebreider behandeld in het Achtergrondrapport Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie 2022.

### Spoor 2. Toepassing van methodiek in de praktijk

In Spoor 2 is de casuïstiek getest van het in 2022 ontwikkelde kennisdocument. Samen met de vanuit Spoor 1 aangereikte tool met grenswaarden voor functies en watertypen is deze getest, samen met gebruikers, in een aantal casussen. Het doel van Spoor 2 is om knelpunten en aanvullende wensen in beeld te krijgen en nieuwe kennis te integreren.

### Spoor 3. Verkenning kaarten klimaateffectatlas

In 2022 is een eerste overzicht gemaakt van de 'ingrediënten' (benodigde data) die nodig zijn om een aantal prioritaire kaarten te maken. De wensen en ingrediënten zijn geïntegreerd in een notitie, waarin adviezen zijn opgenomen voor het door ontwikkelen van waterkwaliteit gerelateerde kaarten die kunnen worden opgenomen in de Klimaateffectatlas. De daadwerkelijke ontwikkeling en vervaardiging van kaarten maakt geen deel uit van dit Spoor 3.

De uitkomsten van de drie sporen worden gebruikt om de ontwikkelde methodiek uit te breiden en deze te optimaliseren voor het gebruik door gemeenten en waterschappen.

---

**Klimaatstresstest Waterkwaliteit.** In 2023 is STOWA gestart met de ontwikkeling van een Klimaatstresstest Waterkwaliteit. Daarmee wordt met een QuickScan en zo nodig een nadere analyse in beeld gebracht welke effecten klimaatverandering heeft op de waterkwaliteit in een stedelijk watersysteem. Er wordt met name gekeken naar effecten op de 'ecologische waterkwaliteit', waarbij de voedingstoestand van het water en de nutriëntenbelasting dominante factoren zijn in de beoordeling. In het NKWK-KBS onderzoeksprogramma Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat, en Adaptatie (SWKA) is de focus breder: hier wordt de waterkwaliteit ook vanuit de verschillende gebruiksfuncties beschouwd en is een breed scala van indicatoren en stuurparameters geformuleerd. Omdat sprake is van overlap zijn beide projecten onderling afgestemd en is voor de ontwikkeling van de klimaatstresstest Waterkwaliteit gebruik gemaakt van de resultaten van de NKWK-studies van de afgelopen jaren. Beide projecten maken gebruik van meerdere hulpmiddelen en leiden tot verschillende producten. Waterschappen, gemeenten en andere partijen kunnen de komende jaren gebruik gaan maken van één van beide of van een combinatie van beide methoden om de toestand van hun (stedelijk) water onder invloed van klimaatverandering en -adaptatie in beeld te brengen. Mogelijk zullen beide methoden in de toekomst worden geïntegreerd tot één instrument. In de Community of Practice (CoP) Stedelijke Waterkwaliteit zullen hierover afspraken worden gemaakt.

---

### 1.3 Leeswijzer

Dit achtergronddocument begint met een uitwerking van Spoor 1 waarin is toegelicht hoe de kwetsbaarheid van watersystemen afhangt van gebruiksfuncties en watertypen (Hoofdstuk 2). In dit hoofdstuk zijn ook grenswaarden voor indicatoren gespecificeerd. Vervolgens is in hoofdstuk 3 het proces toegelicht dat met drie gebruikers is doorlopen om de methodiek in de praktijk te testen en zijn de resultaten van dat proces gepresenteerd. Daarna is de verkenning van kaarten voor de Klimaateffectatlas verder beschreven in hoofdstuk 4. Tenslotte is in Hoofdstuk 5 de resterende opgave beschreven.

Gedetailleerde uitwerkingen van verschillende uitkomsten uit Spoor 1, 2 en 3 zijn opgenomen in de bijlagen.

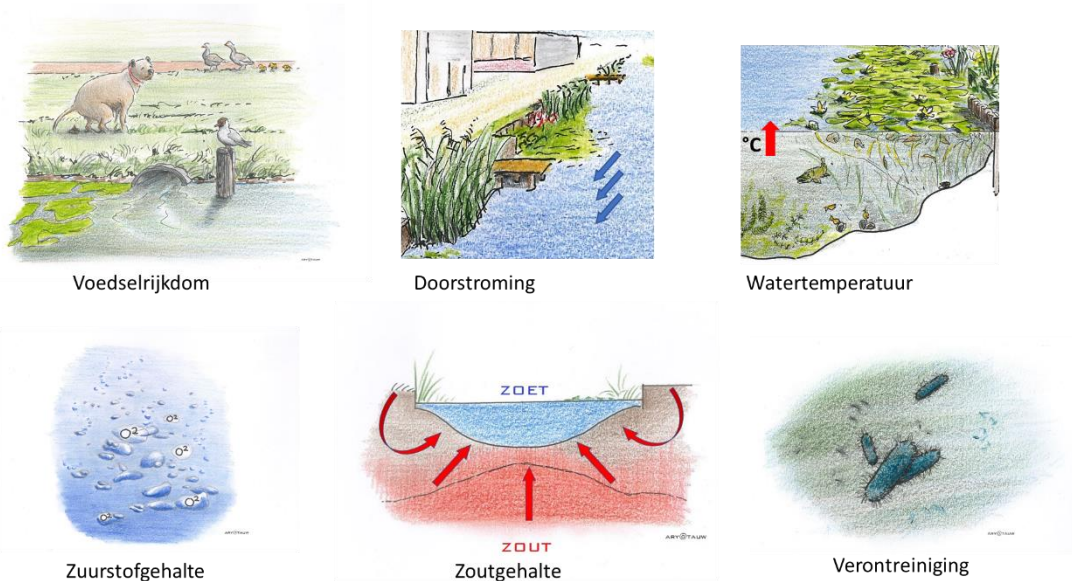
## 2. Klimaatverandering en functionele waterkwaliteit

### 2.1 Inleiding

Een analyse van de impact van klimaatverandering op waterkwaliteit begint met de vraag: wat is de gewenste waterkwaliteit? Voor welke functie dient het water geschikt te zijn? En met welk type water hebben we te maken?

In NKWK 2021/2022 zijn algemene indicatoren voor ecologische kwaliteit en functionele kwaliteit (geschiktheid voor menselijke gebruiksfuncties) geïdentificeerd. Die indicatoren zijn kenmerken van het waterlichaam die de kwaliteit bepalen en door klimaatverandering veranderen. De indicatoren (Figuur 2) zijn

- voedselrijkdom
- doorstroming (verblijftijd)
- watertemperatuur
- zuurstofgehalte
- zoutgehalte
- Verontreiniging (bacterieel en chemisch).



Figuur 2 Overzicht van de indicatoren

In het onderzoek van 2021/2022 zijn nog geen kwantitatieve grenswaarden gesteld aan die indicatoren. Voor het uitvoeren van stresstesten is het nuttig om grenswaarden te kennen omdat daarmee duidelijk wordt wanneer een verandering in bijvoorbeeld watertemperatuur bepaalde gebruiksfuncties of ecologische kwaliteit aantast of juist verbetert. Tevens helpt het om de resultaten van verschillende



stresstesten onderling vergelijkbaar te maken. Het doel van dit hoofdstuk is daarom om een overzicht te geven van grenswaarden voor indicatoren van waterkwaliteit.

Met de grenswaarden kan een analyse gemaakt worden van de impact van klimaatverandering op waterkwaliteit. Wat daar wel voor nodig is, is inzicht in de richting van de veranderingen (toename of afname) en de omvang van de veranderingen. Het inzichtelijk maken van de veranderingen van de indicatoren ten opzichte van de huidige toestand, en het vervolgens vergelijken met de gewenste kwaliteit (grenswaarden voor ecologische kwaliteit en functionele kwaliteit) vormt de basis van de analyse van de impact van klimaatverandering op waterkwaliteit.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de onderscheidende watertypen en gebruiksfuncties die te vinden zijn in stedelijk gebied (paragraaf 2.2.). Daarna staan de grenswaarden voor indicatoren van een goede ecologische toestand (per watertype) beschreven (paragraaf 2.3) en de grenswaarden voor de indicatoren van functionele kwaliteit (paragraaf 2.4). In paragraaf 2.5 zijn de globale effecten van klimaatverandering op indicatoren opgenomen en tenslotte is in paragraaf 2.6 benoemd hoe de kennis uit hoofdstuk 2 ontsloten kan worden via een tool.

## 2.2 Watertypen en gebruiksfuncties

In stedelijk gebied zijn verschillende typen waterpartijen aanwezig. Lijnvormig of een groter vlak, stromend of meer stilstaand water, smal of breed. Voor dit project zijn 8 verschillende altijd watervoerende watertypen onderscheiden (Tabel 1). Deze watertypen zijn gekoppeld aan een KRW waterlichaamtype ten behoeve van gebruik van grenswaarden uit maatlatdocumenten (STOWA, 2013, 2020a en 2020b). Aandachtspunt bij het gebruik van watervoerende watertypen is dat we rekening moeten houden met het (vaker) droogvallen van deze wateren in de toekomst.

Tabel 1 Watertypen in stedelijk gebied (selectie uit STOWA, 2010)

<b>Watertype</b>	<b>KRW typering</b>	<b>Omschrijving</b>
Vijver	M11 (zand/klei) of M25 (veen)	Door mens aangelegd, polygone vorm. Ligging vaak in parkachtige omgeving, minder dan 3 m diep, kleiner dan 0,5 km <sup>2</sup>
Plas	M14 (ondiep) of M20 (diep)	Met water aangevulde uitgraving ingericht voor natuur en recreatie. Oppervlakte 0,5 – 100 km <sup>2</sup> . M14-type is ondiep (<3 m) en M20-type is diep (> 3 m)
Gracht/singel	M6	Aangelegde waterweg met (meestal) cultuurhistorische waarde die wordt gebruikt voor afwatering en transport.
Midden- of benedenloop	R5 (zand/klei) of R12 (veen)	Watergang met variatie in stroming en afvoer. Vaak beeldbepalend in een dorp of stad.
Smalle sloot	M1 (zand/klei) of M8 (veen)	Een ondiep gegraven watergang die dient om overtollig water af of aan te voeren om wateroverlast/-onderlast te voorkomen. Het is een permanente watergang minder dan 8 m breed
Brede sloot	M3 (zand/klei) of M10 (veen)	Een ondiep gegraven watergang die dient om overtollig water af of aan te voeren om wateroverlast/-onderlast te voorkomen. Het is een permanente watergang tussen 8 en 15 m breed.
(Afvoer)kanaal	M7	Een gegraven lijnvormige waterweg voor verkeer, afwatering of bevoeiing en verbindt plaatsen en/of gebieden over grotere afstanden. Meer dan 15 m breed.
Zwak brakke wateren	M30	Vormen en dimensies zijn zeer verschillend: kreekrestanten, inlagen, poelen en welen, plassen, sloten, kanalen, jonge duinplassen en incidenteel door getijdenwater overspoelde dobben en plassen op kwelders.

Tabel 2 bevat een overzicht van mogelijke gebruiksfuncties van stedelijk oppervlaktewater. Deze lijst is gebaseerd op de eerdere NKWK-projecten. Sommige functies komen veelvuldig voor en/of zijn aanspreken. Andere functies zijn minder frequent aanwezig, maar alle genoemde functies komen voor in stedelijk gebied of er zijn plannen om in de toekomst vaker stedelijk water te gebruiken voor de betreffende functies. In Tabel 2 staan de meeste aansprekende functies bovenaan.

Tabel 2 Gebruiksfuncties van oppervlaktewater in stedelijk gebied.

<b>Gebruiksfunctie</b>	<b>Omschrijving</b>
Zwemmen (primair contact)	Zwemmen of duiken in water
Watersport (secundair contact) & varen	Bijvoorbeeld SUP-en, kanoën, roeien, surfen, varen
Wonen/recreëren aan water, cultuurhistorie	Visueel gebruik van het water als landschapselement
Sportvisserij	Vissen, niet voor consumptie
Goederen- en personenvervoer	Vervoer over water
Irrigatie voedselgewas	Irrigatie van gewassen voor consumptie (bv. Landbouw of moestuin)
Irrigatie overige vegetatie	Irrigatie van niet-voedselgewassen (bv siertuin, park, plantsoen)
Drinkwater	Onttrekking van water voor drinkwaterbereiding.
Proceswater (onttrekking)	industrie Industrieel gebruik zoals spoelwater
Koelwater industrie (energie)	Wateronttrekking voor gebruik als koelwater
Aquathermie koelen	Onttrekking van koude uit oppervlaktewater
Aquathermie verwarmen	Onttrekking van warmte uit oppervlaktewater
Energie o.b.v. osmose	Energieproductie o.b.v. de zout gradiënt in water
Waterkwantiteits- kwaliteitsregulering	en Bijvoorbeeld gebruik van het water om een ander waterlichaam te door te spoelen of om peil te behouden

### 2.3 Grenswaarden ecologische kwaliteit per watertype

In de maatlatdocumenten voor sloten en kanalen (STOWA, 2020a), natuurlijke watertypen (STOWA, 2020b) en overige wateren (STOWA, 2013) zijn per watertype de grenswaarden beschreven voor een aantal fysische-chemische parameters en voor de biologische kwaliteitselementen macrofyten, macrofauna, vis en fytoplankton. De gedachtegang achter deze grenswaarden is dat een goede fysisch-chemische toestand ondersteunend is aan een goede ecologische toestand. Om daadwerkelijk een goede ecologische toestand te krijgen zijn ook overige systeemkenmerken zoals geschikt habitat, goede connectiviteit en passend beheer nodig. De grenswaarden voor de biologische kwaliteitselementen geven aan wanneer de ecologie in goede toestand verkeert. Een goede ecologische toestand is de basis om knelpunten als stank, vissterfte, kroos- en algendekken zoveel mogelijk te voorkomen.

De grenswaarden voor fysisch-chemische en biologische toestand zijn afhankelijk van het watertype, omdat elk watertype anders functioneert. Bijvoorbeeld, in een vlakvormig water zoals een vijver moet de nutriëntenconcentratie lager zijn dan in een lijnvormig water zoals een kanaal om te voorkomen dat algen gaan domineren.

Uit de maatlatdocumenten zijn de **fysisch-chemische grenswaarden** gehaald voor de vier indicatoren Voedselrijkdom (Totaal P, Totaal N), Watertemperatuur, Zuurstofgehalte en Zoutgehalte voor de vijf klassen slecht, ontoereikend, matig, goed en zeer goed. Doorstroming staat niet per klasse beschreven en daar is alleen een waarde voor de klasse goed uit overgenomen. Voor de indicator Verontreiniging zijn in de maatlatdocumenten geen grenswaarden beschikbaar. De grenswaarden zijn opgenomen in Bijlage 1.

Voor de **biologische kwaliteitselementen** macrofyten, macrofauna, vis en fytoplankton zijn grenswaarden vastgesteld voor verschillende kwaliteitsklassen (slecht, ontoereikend, matig, goed en zeer goed). Deze klassen zijn tevens als Ecologische Kwaliteitsratio (EKR-score) benoemd. Een EKR-score van 0 tot 0,2 correspondeert met de kwaliteitsklasse slecht. Tussen 0,2 en 0,4 is dit ontoereikend en tussen 0,4 en 0,6 matig. Een score groter dan 0,6 komt overeen met de klasse goed en als de waarde hoger is dan 0,8 dan is de klasse zeer goed. Het default doel is 0,6<sup>1</sup>. Dat is de grens voor klasse goed.

De bepaling van de klassen voor de biologische toestand is soms een concrete waarde (bijvoorbeeld chlorofyl-concentratie), maar soms een uitkomst van een formule waarin soorten en hun voorkomen omgerekend worden tot een EKR-score. In het laatste geval is er geen directe relatie van wat je in het veld ziet met een oordeel uitgedrukt in klasse. Vanwege de meer ingewikkelde bewerking van meetgegevens die gedaan moeten worden, is deze laatste categorie niet meegenomen in dit project. Wel bruikbaar zijn de parameters die een directe relatie laten zien (Tabel 3) en deze zijn dan ook opgenomen in Bijlage 1. Dit geldt voor diverse parameters van de biologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofyten en vis. Voor macrofauna wordt alleen gewerkt met formules en is geen enkele parameter opgenomen.

---

<sup>1</sup> Voor specifieke (aangepaste) doelen wordt verwezen naar [www.waterkwaliteitsportaal.nl](http://www.waterkwaliteitsportaal.nl) of naar waterbeheerplannen van de waterschappen.



Naast grenswaarden voor ecologie zijn er normen voor de **chemische toestand**. Deze normen kunnen op Europees of op Nationaal niveau zijn afgeleid en vastgesteld. Ze zijn te vinden op de website van het RIVM in het zoekstelsel 'Risico's van stoffen'. Vanwege de focus van dit project op de ecologische toestand en functionele kwaliteit, en vanwege de omvang van de hoeveelheid stoffen en normen zijn deze niet opgenomen in dit rapport.

Tabel 3 Parameters van biologische kwaliteitselementen waarvoor grenswaarden zijn opgenomen

Biologisch kwaliteitselement	Parameter	Eenheid	Omschrijving
Fytoplankton	Chlorofyl-a (ug/l)	ug/l	Concentratie algen
Macrofyten	Abundantie kroos en flab	% bedekking	Bedekking van kroos en flab (floating algae beds)
	Abundantie submerse vegetatie	% bedekking	Bedekking ondergedoken waterplanten
	Abundantie emerse vegetatie	% bedekking	Bedekking waterplanten die boven water uit steken
	Abundantie oevervegetatie	% bedekking	Bedekking planten op de oever (nog onder invloed van water)
	Abundantie drijfbladvegetatie	% bedekking	Bedekking planten waarvan bladeren op het water drijven
Vis	Aandeel brasem + karper	% van totaal	Aandeel van soorten brasem en karper
	Aandeel plantminnende vis	% van totaal	Aandeel van vissoorten die tussen waterplanten leven
	Aandeel zuurstoftolerante vis	% van totaal	Aandeel van vissoorten die goed tegen wisselende zuurstofomstandigheden kunnen
	Aantal plantminnende en migrerende soorten	-	Aantal vissoorten dat van waterplanten houdt of migreert

Biologisch kwaliteitselement	Parameter	Eenheid	Omschrijving
Vis (vervolg)	Aantal plantminnende soorten	-	Aantal vissoorten dat van waterplanten houdt
	Aantal migrerende soorten	-	Aantal vissoorten dat migreert
	Aantal rheofiele soorten	-	Aantal vissoorten dat van stromend water houdt

#### 2.4 Grenswaarden functionele kwaliteit: indicatoren en grenswaarden per gebruiksfunctie

Voor alle gebruiksfuncties (Tabel 2) is geïnventariseerd welke indicatoren (kenmerken van het waterlichaam) de gebruikskwaliteit van het water significant bepalen. Voor iedere indicator zijn grenswaarden vastgesteld die aangeven wanneer de indicator in goede of slechte toestand verkeert. Hiertoe zijn geraadpleegd: overheidsdocumenten, en -websites, wetenschappelijke literatuur, onderzoeksrapporten ('grijze literatuur') en is voor enkele gebruiksfuncties met experts gesproken om de informatie uit literatuur te duiden. Indien mogelijk zijn de grenswaarden gebaseerd op normen uit regelgeving. Voor veel gebruiksfuncties zijn echter geen normen voor waterkwaliteit vastgelegd in regelgeving. In dat geval zijn grenswaarden afgeleid van onderzoeken en/of expertkennis.

Per gebruiksfunctie zijn de indicatoren voor gebruikskwaliteit verzameld in Bijlage 2. Voor iedere indicator is aangegeven of de relatie met gebruikskwaliteit voor de betreffende functie positief of negatief is. Zo leidt bijvoorbeeld een hogere concentratie *E. coli* bacteriën tot een lagere gebruikswaarde voor zwemmen (negatieve relatie), maar een groter doorzicht leidt juist tot een verbetering van de geschiktheid voor zwemmen (positieve relatie). Grenswaarden die overeenkomen met normen uit regelgeving worden in de vierde kolom aangeduid met 'regelgeving'. Grenswaarden die zijn afgeleid uit onderzoeken, expertkennis of zijn afgeleid uit wetgeving worden aangeduid met 'indicatief'. Bijlage 2 bevat tenslotte een verwijzing naar de bron(nen) waar de grenswaarden op gebaseerd zijn. In Bijlage 1 worden voor een aantal gebruiksfuncties aanvullende details gegeven over de herkomst van de grenswaarden. Deze details zijn weggelaten uit de tabel ten behoeve van de leesbaarheid.

De grenswaarden kunnen gelezen worden als een indicatie voor de gebruikskwaliteit. Voor een verkenning van de effecten van klimaatverandering op waterkwaliteit adviseren we om per geval te bepalen wat de meest zinvolle toetsing is. Dat kan bijvoorbeeld een analyse zijn van hoe frequent een belangrijke grenswaarde in de toekomst wordt overschreden. Voor een formele toetsing aan wettelijke normen gelden specifiek eisen aan de meetdata en hoe deze getoetst worden. Bijvoorbeeld, voor de officiële beoordeling van een formele zwemlocatie moet een percentielwaarde van de metingen over de voorafgaande vierjarige periode worden getoetst.

## 2.5 Effecten klimaatverandering op indicatoren

Klimaatverandering heeft effect op de ecologische en functionele waterkwaliteit (geschiktheid voor menselijke gebruiksfuncties). Om het effect op ecologie en functionele waterkwaliteit in te kunnen schatten is het belangrijk om het effect op indicatoren te kennen. Die zijn namelijk sturend in de waterkwaliteit. In diverse studies zijn de effecten onderzocht en beschreven in kwalitatieve zin. Ze zijn samengevat in studies van NKWK (2021) en NKWK (2022). Visueel zijn de effecten weergegeven op [www.klimaatadaptatienederland.nl](http://www.klimaatadaptatienederland.nl). Het daadwerkelijke lokale effect is systeemafhankelijk.

Ten behoeve van de koppeling tussen indicatoren en stuurvariabelen (kenmerken van het systeem die indicatoren beïnvloeden/bepalen en die te sturen zijn) met klimaatverandering is een beknopte kwalitatieve beschrijving gemaakt van de effecten. Deze is opgenomen in Bijlage 3. Soms is het effect in één richting. Bijvoorbeeld, voor de indicator watertemperatuur is het duidelijk dat deze stijgt door klimaatverandering. Er zijn ook indicatoren die soms stijgen en soms dalen door klimaatverandering, afhankelijk van de specifieke situatie. Doorstroming bijvoorbeeld, neemt over het algemeen toe tijdens buien en af tijdens droogte. Beide situaties zullen door klimaatverandering vaker voorkomen.

Over de mate van veranderingen in waterkwaliteit zijn geen algemeenheden vastgesteld. De mate is locatie- of regio-specifiek en sommige veranderingen treden niet in elke omgeving op. Zo kan klimaatverandering leiden tot een toename van riooloverstorten, maar in een gebied zonder gemengd rioolstelsel is dit niet aan de orde. En een hogere watertemperatuur leidt tot een snellere afbraak van organische stof. In systemen met een hoog organisch stofgehalte leidt kan de zuurstofvraag dan zo hoog worden dat er zuurstofarme omstandigheden kunnen ontstaan. In systemen met lagere organisch stofgehalten speelt dit effect niet of minder.

De effecten van klimaatverandering op indicatoren en stuurvariabelen is beschreven in Bijlage 3, onderverdeeld in drie delen.

- In DEEL A is het effect van klimaatverandering op de generieke indicatoren beschreven. Dit zijn de 6 indicatoren die in grote mate de waterkwaliteit bepalen én door klimaatverandering beïnvloed worden.
- In DEEL B is het effect van klimaatverandering op de specifieke indicatoren beschreven. Dit zijn indicatoren die de gebruikskwaliteit van het water significant bepalen. Deze indicatoren zijn gekoppeld aan functies in het watersysteem.
- In DEEL C is per klimaateffect (hitte, wateroverlast, droogte en waterveiligheid) de richting van het effect bepaald voor elk van de stuurvariabelen. Stuurvariabelen zijn kenmerken van een watersysteem die de toestand van een indicator bepalen én door klimaatverandering beïnvloed worden.

## 2.6 Tool 'Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water'

Met de grenswaarden voor indicatoren voor een goede ecologische toestand (paragraaf 2.3) en functionele kwaliteit (paragraaf 2.4) van een watersysteem, in combinatie met inzicht in de huidige toestand en de verwachting hoe klimaatverandering invloed heeft op de indicatoren (paragraaf 2.5), is het mogelijk om een inschatting te maken hoe kwetsbaar een watersysteem is. Om de grenswaarden op een gemakkelijke en visuele manier te ontsluiten is een tool gemaakt: Tool 'Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water'.

Met de tool kan de waterbeheerder:

- Aangeven voor welke functies het watersysteem gebruikt wordt of welke functies in de toekomst interessant zijn
- De huidige toestand van een indicator invullen. Deze verschijnt als een verticale lijn in de grafiek. Dit maakt zichtbaar in welke klasse de huidige toestand terecht komt.
- Aangeven of klimaatverandering ervoor zorgt dat de waarde van de parameters hoger of lager wordt. Of dat deze niet verandert. Voor deze verandering is een default aangegeven, maar deze default kan aangepast worden op basis van specifieke eigenschappen van het watersysteem
- Grenswaarden aanpassen op basis van eigen beleid of wensen. Bijvoorbeeld, in een pilot vonden gebruikers de criteria voor kroosbedekking voor de belevingswaarde te streng. In principe worden de default waarden gebruikt, die gebaseerd zijn op literatuur en expert judgement.
- De resultaten exporteren naar een document.

De grafieken die door de tool gemaakt worden maken in een oogopslag duidelijk of de relevante parameters voor een gebruiksfunctie een goede waarde hebben of dat er parameters zijn die het water niet of minder geschikt maken voor die functie.

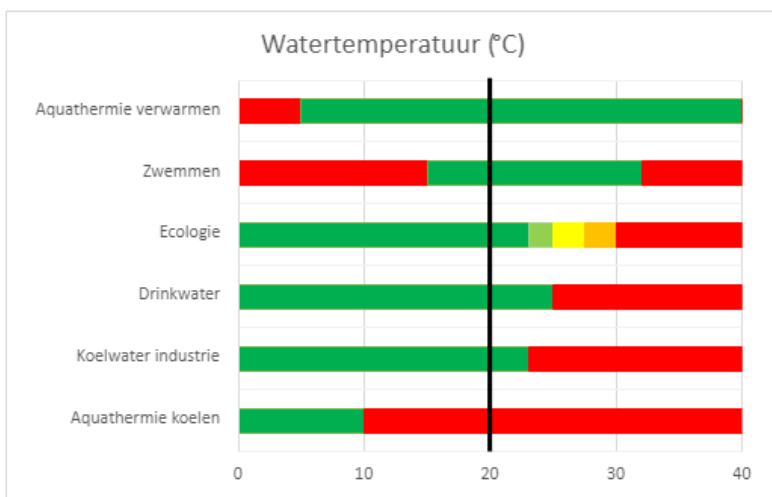
De grafieken dienen vervolgens als input voor onder andere formuleren van vervolgonderzoek, bepalen van de juiste maatregelen en de risicodialoog met betrekking tot waterkwaliteitsproblematiek als gevolg van klimaatverandering.

Met de tool zijn twee typen grafieken te maken:

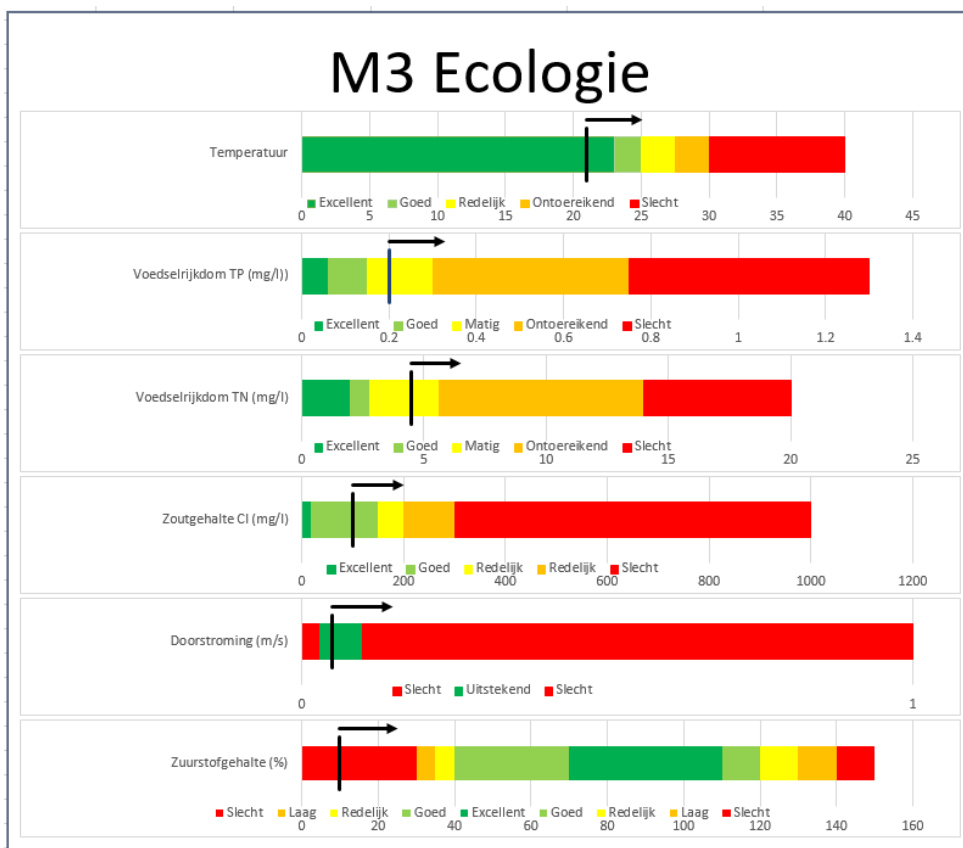
1. Grafiek van een indicator met alle functies die beïnvloed worden door deze indicator. Bijvoorbeeld de indicator Watertemperatuur die van invloed is op onder andere de functies ecologie, koelwater, drinkwaterwinning en zwemwater.
2. Grafiek van een functie met alle indicatoren die deze functie beïnvloeden. Bijvoorbeeld de functie zwemwater die onder andere afhankelijk is van watertemperatuur, *E. coli*-bacteriën, blauwalgen en doorzicht.

NB. De tool Kwetsbaarheid Gebruiksfuncties Klimaatverandering' is nog in ontwikkeling. Als deze gereed is, dan komen hier de figuren te staan die door/met de tool gemaakt worden. Onderstaande figuren zijn ter illustratie.





Figuur 3 Indicator watertemperatuur met functies die door watertemperatuur beïnvloed worden. Groen geeft aan dat de functie goed vervuld kan worden met betrekking tot watertemperatuur. Rood dat de functie niet of slecht vervuld wordt en lichtgroen, geel, oranje zitten daar tussenin. In dit voorbeeld is de huidige watertemperatuur 20 °C. Klimaatverandering leidt tot een hogere watertemperatuur. Als in de zomer de watertemperatuur  $\geq 23$  °C wordt, is dit nadelig voor de functie koelwater. Bij een nog iets hogere temperatuur (25 °C) komt de drinkwaterwinning in gevaar en boven de 32 °C is het water minder geschikt voor zwemmen.



Figuur 4 Functie Ecologie voor een M3 watertype (brede sloot) met indicatoren die de functie beïnvloeden. De zwarte streep geeft de huidige toestand aan, de pijl de richting waarop de waarde van de indicator zal veranderen met klimaatverandering en de kleuren in de balk tussen welke waarden de indicator slecht, redelijk, goed of excellent is voor de functie Ecologie.

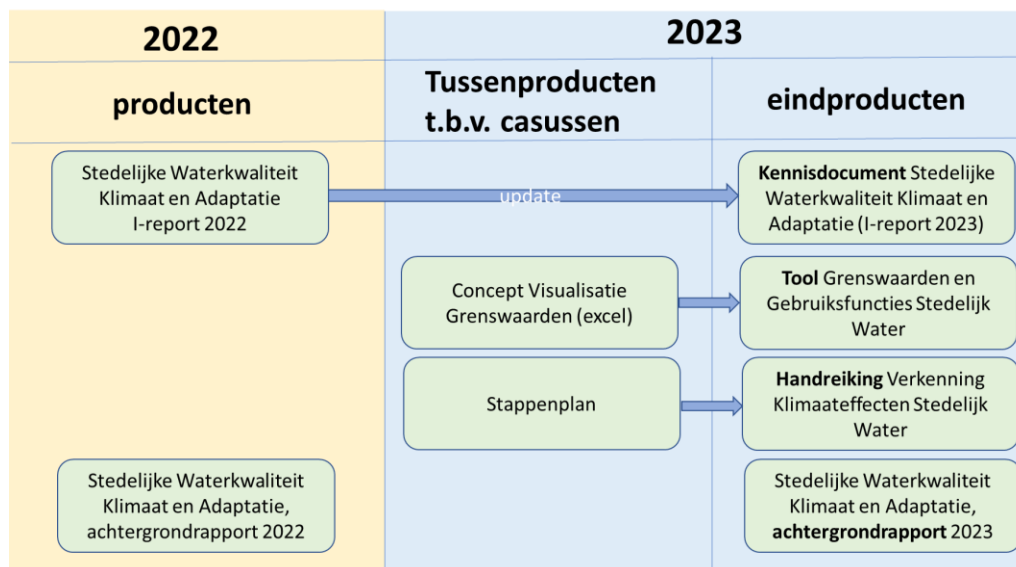
### 3. Toepassing van de methodiek in de praktijk

#### 3.1 Inleiding

In 2022 is het I-report Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie opgeleverd. Dit is een interactief document waarmee gebruikers inzicht kunnen krijgen in de relaties tussen klimaatverandering, klimaatadaptatie en stedelijke waterkwaliteit. Er kunnen verschillende aanleidingen zijn voor het raadplegen van het I-report. Zo kunnen gemeente of waterschappen die problemen hebben met de waterkwaliteit in hun stedelijk watersysteem met het document onderzoeken of er een relatie bestaat met klimaatverandering. Ook kan het I-report worden gebruikt als men wil weten of getroffen of voorgenomen klimaatadaptatiemaatregelen de stedelijke waterkwaliteit kunnen beïnvloeden.

In het I-report is in 2022 een aantal grenswaarden benoemd voor stuurparameters zoals de inlaat van voedselrijk water, afstroming van hondenpoep en bladaval. Na een eerste evaluatie van het interactieve document is duidelijk geworden dat verdieping nodig was om de specifieke kwetsbaarheid te kunnen bepalen van verschillende watertypen en gebruiksfuncties binnen een watersysteem. Bij welke waarde van specifieke parameters is de waterkwaliteit van een systeem kwetsbaar? Wanneer is de kwaliteit goed en wanneer niet? Om dit concreter te maken zijn in 2023 kwantitatieve grenswaarden uit literatuur en wet- en regelgeving gedestilleerd en op een rij gezet (zie spoor 1).

Het doel van spoor 2 is om de ontwikkelde methode door een aantal gebruikers te laten toepassen op een door hen zelf gekozen casus. Voor de toepassing kunnen zij gebruik maken van het Kennisdocument uit 2022 en een in Spoor 2 ontwikkelde Concept visualisatie van grenswaarden voor verschillende functies en watertypen. Om ze daarbij te ondersteunen is een Stappenplan ontwikkeld. De concept visualisatie en het stappenplan kunnen worden beschouwd als tussenproducten. De toepassing in casussen moet inzicht geven in onduidelijkheden en leiden tot aanbevelingen voor het verbeteren van de gebruiksvriendelijkheid van de documenten. Naar aanleiding van hetgeen is geleerd in de casussen zijn het kennisdocument uit 2022 en de tussenproducten geactualiseerd en aangepast, De samenhang tussen de verschillende producten is weergegeven in Figuur 6.



Figuur 5 De samenhang van producten over de jaren 2022 en 2023

## 3.2 Aanpak

Afhankelijk van de vraagstelling kunnen het interactieve document en de overige documentatie van het NKWK-KBS 2022/23 door verschillende gebruikers worden geraadpleegd. Denk hierbij bijvoorbeeld aan partijen als adviesbureaus, waterschappen en provincies. Al deze partijen hebben met één of meerdere aspecten van Stedelijk water, klimaatverandering en adaptatiemaatregelen te maken. Bij gemeenten komen al deze zaken samen. Om deze reden is ervoor herkozen om enkele gemeenten uit te nodigen om de methodiek uit te testen. Voorafgaand aan de selectie van casuspartners zijn enkele criteria geformuleerd waaraan de deelnemende gemeenten moeten voldoen:

- Er moet een motivatie zijn om meer inzicht te krijgen in klimaat en waterkwaliteit;
- Er moet capaciteit beschikbaar zijn om met de documenten aan de slag te gaan.

Overkoepelend was er nog het volgende criterium:

- De gemeenten moeten enigszins verspreid zijn over Nederland om te zorgen voor een zekere mate van variatie in onder andere hydrologie, watertype en bodemtype.

Aan de pilot hebben drie gemeenten meegewerkt: Groningen, Utrecht en Zutphen. Deze drie gemeenten hebben een casus uitgewerkt.

### *Werksessie 1*

Op 29 augustus 2023 is een online werksessie (werksessie 1) georganiseerd, waarbij de toe te passen documenten zijn gepresenteerd, De werking van de methodiek is uitgelegd en de mogelijke toepassing is gedemonstreerd aan medewerkers van de gemeenten Groningen, Utrecht en Zutphen. Het gaat om de volgende documenten die de gemeenten hebben ontvangen vóór de eerste werksessie:

- Het Kennisdocument Stedelijke Waterkwaliteit, klimaat en adaptatie (2022)
- De concept visualisatie grenswaarden: een in spoor 1 ontwikkeld Excel-bestand (2023) met grenswaarden voor indicatoren (voedselrijkdom, doorstroming, watertemperatuur, zuurstoftoestand, zoutgehalte en verontreiniging), uitgesplitst per watertype en per gebruiksfunctie.

De gemeenten hadden ter voorbereiding op werksessie 1 een casus in hun beheersgebied geselecteerd. Na de presentatie bleken zij behoefte te hebben aan een stappenplan, waarmee zij de benodigde informatie voor hun casus aan de hand van de beschikbare documenten konden verzamelen en gebruiken. Daarop is een Stappenplan opgestuurd naar de deelnemende gemeenten (N.B. dit stappenplan is na terugkoppeling van de bevindingen in Werksessie 2 verbeterd en heeft geleid tot de Handreiking Verkenning Klimaat-effecten Stedelijk Water, zie Bijlage 3.1).

### *Werksessie 2*

De casuspartners zijn aan de hand van het stappenplan aan de slag gegaan met de uitwerking van hun casus. Het stappenplan kon worden doorlopen door aanvullende informatie te zoeken en toe te voegen waar nodig, en onderdelen over te slaan die voor de specifieke casus minder relevant waren. Aanbevolen werd om voor elke stap de resultaten te registreren en het proces – inclusief denkstappen - vast te leggen.

Op 3 oktober 2023 zijn de resultaten in werksessie 2 in Zwolle gepresenteerd en besproken. De gehanteerde aanpak verschilde per gemeente:

## Gemeente Groningen

### Werkessie 1

De gemeente Groningen heeft voor de uitwerking van de casus de Springervijver in het stadspark geselecteerd (Figuur 3.1). Aan de vijver wil men graag een zwemfunctie toekennen, maar de waterkwaliteit is daarvoor niet toereikend. In de gemeente spelen een aantal factoren die mogelijk invloed kunnen hebben op de slechtere waterkwaliteit van de Springervijver:

- Afkoppelen woonwijken. Rondom het stadspark zijn veel woonwijken afgekoppeld, waardoor regenwater naar het park wordt afgevoerd. Het afkoppelen van woonwijken is, als er voldoende onverhard oppervlak en voldoende verwerkingscapaciteit voor hemelwater is gerealiseerd, positief voor de wateroverlast in de wijken en leidt ook tot minder riooloverstortingen. Aan de andere kant heeft het een onbekende invloed op de aanvoer stoffen van verhard oppervlak.
- Inlaat van voedselrijk water. Op voorhand is bekend dat het water dat 's zomers moet worden ingelaten een te hoog nutriëntengehalte heeft. Onderzocht wordt of het water beter kan worden vastgehouden in het park en kan worden gecirculeerd.

Beide maatregelen kunnen worden beschouwd als klimaatadaptatiemaatregelen, omdat klimaatverandering kan leiden tot wateroverlast (maatregel: afkoppelen) en droogte (maatregel: aanvoer van water). Onderdeel van de vraag van Groningen is dus welke invloed de maatregelen kunnen hebben op de indicatoren en stuurvariabelen.



Figuur 6 Springervijver – stadspark, Groningen (aangeleverd door de gemeente Groningen).

### Werkessie 2

De gemeente Groningen heeft het Stappenplan zorgvuldig doorlopen en daarbij gebruik gemaakt van zowel het Kennisdocument 2022 (I-report) als het Concept visualisatie grenswaarden (Excel). Het Waterschap Noorderzijlvest is verantwoordelijk voor het meten van de waterkwaliteit in het park. Via een portal van het Waterschap zijn de waterkwaliteitsgegevens van de Springervijver opgevraagd. Voor het effectief doorlopen van het stappenplan is het beschikken over waterkwaliteitsgegevens essentieel gebleken.

Naar het oordeel van de gemeente Groningen is het krijgen van een helder en compleet overzicht van de diverse aspecten die samenhangen met klimaat en waterkwaliteit als gevolg van de systematische benadering het belangrijkste voordeel van de toepassing van de systematiek. Bestaande ideeën over oplossingsrichtingen, zoals water zoveel mogelijk vasthouden en alleen in noodgevallen water van elders

aanvoeren, zijn door de behandeling in de casus bevestigd. Duidelijker is geworden dat een diepgaandere watersysteemanalyse zeker de moeite waard is.

## **Gemeente Utrecht**

### ***Werkessie 1***

De vijver in het Wilhelminapark is door de gemeente Utrecht als casus gekozen. De waterkwaliteit in de vijver is niet goed; in de zomer is er blauwalg en kroos in de vijver aanwezig. Eerder uitgevoerd onderzoek naar de oorzaken daarvan hebben geen uitsluitsel gegeven. De mogelijkheden voor aanvoer van kwalitatief goed water zijn beperkt. Als klimaatadaptatiemaatregel wordt afkoppeling in de omliggende wijk overwogen.



Figuur 7 Vijver in het Wilhelminapark in Utrecht (Aangeleverd door de gemeente Utrecht).

### ***Werkessie 2***

De drie documenten (Kennisdocument 2022 (I-report), Concept visualisatie grenswaarden (Excel-bestand) en Stappenplan) zijn door Utrecht gebruikt om een nieuwe blik op het systeem te werpen. Alle functies met mogelijke effecten op de waterkwaliteit zijn benoemd. Waterkwaliteitsdata waren beschikbaar. Toetsing aan de grenswaarden toonde aan dat voedselrijkdom een dominant probleem is. Vanuit het interactieve document is daarna informatie opgehaald over kwetsbaarheden van het watersysteem. Daarbij is met name ingezoomd op de indicator voedselrijkdom en bijbehorende stuurvariabelen.

De gemeente Utrecht heeft het stappenplan gevolgd, maar daarnaast ook creatief heen en weer gependeld tussen Concept visualisatie grenswaarden en het Kennisdocument. Door het schakelen tussen de verschillende documenten kwam de gemeente tot nieuwe inzichten, Door vast te stellen welke grenswaarden zijn overschreden (met Concept visualisatie Grenswaarden) kon in het Kennisdocument voor de betreffende indicatoren worden opgezocht welke stuurvariabelen relevant zijn. Daarmee kon gericht worden gezocht naar mogelijke oorzaken van de problematiek. Hiermee is aangetoond dat beide documenten niet alleen individuele waarde hebben, maar ook dat zij elkaar aanvullen en daardoor gezamenlijk een meerwaarde hebben.



## Gemeente Zutphen

### Werkessie 1

De gemeente Zutphen heeft de Martinetsingel als casus behandeld (Figuur 3.3). Dit is een binnengracht die jarenlang een probleem met kroosvorming heeft gekend. Eerdere maatregelen om kroos te verwijderen waren niet succesvol.



Figuur 8 Martinetsingel in Zutphen (aangeleverd door de gemeente Zutphen).

De binnengracht staat in beginsel in verbinding met de rest van het watersysteem. Het hele watersysteem in Zutphen is afhankelijk van waterinlaat Twentekanaal (via de Berkel). Ook is er invloed van de IJssel, waardoor wegzijging plaatsvindt. De gracht kan over een stuw vanuit de Vispoortgracht worden gevoed, maar in de praktijk is deze stuw vrijwel altijd dicht.

### Werkessie 2

Een knelpunt bij het doorlopen van het stappenplan was dat er de gemeente niet beschikte over waterkwaliteitsgegevens.

Het waterschap is niet benaderd, dus ook van nabijgelegen wateren, zoals de Vispoortgracht, zijn geen gegevens over de waterkwaliteit bekend. Daarom heeft de gemeente Zutphen het stappenplan doorlopen op basis van waarnemingen in plaats van op basis van waterkwaliteitsdata. Voor het doen en interpreteren van die waarnemingen is geen beroep gedaan op een ecooloog of waterkwaliteitsdeskundige.

De exercitie van Zutphen heeft aangetoond dat zonder waterkwaliteitsgegevens en zonder deskundigheid op het gebied van water en ecologie geen effectieve analyse van de waterkwaliteit kan worden gemaakt en dat een relatie met klimaat moeilijk te leggen is.

## 3.4 Bevindingen

Uit toepassing van de documenten en het gebruik van het Stappenplan door de casuspartners zijn de volgende conclusies te trekken:

- De resultaten van het 'huiswerk' van de casuspartners geven een breed inzicht in de vele aan klimaatverandering en -adaptatie gerelateerde aspecten die van invloed kunnen zijn op de stedelijke waterkwaliteit. Daarmee vormt het een waardevolle stap in een beter begrip van het betreffende watersysteem en kunnen beter onderbouwde maatregelen worden getroffen.
- Er is goed gebruik gemaakt van de **Concept visualisatie grenswaarden**. De eerste paar sheets in dit Excel-bestand met de functies, watertypen en grenswaarden zijn eenvoudig te gebruiken en toe te passen. De Excel sheet waarin de grenswaarden per watertype en gebruiksfunctie worden gevisualiseerd in diverse figuren zijn volgens de gemeenten moeilijker te begrijpen en nog niet erg gebruiksvriendelijk.
- Het **Stappenplan** geeft houvast om de documenten te gebruiken voor verbetering van het inzicht in het betreffende watersysteem, de knelpunten en mogelijke maatregelen om de stedelijke waterkwaliteit te verbeteren.
- Het **Stappenplan** is geen keurslijf. De gebruikers kunnen vrij navigeren door de documenten om kennis op te doen over de diverse relaties tussen klimaat en waterkwaliteit en desgewenst schakelen tussen de documenten. Dit kan leiden tot een verdieping van bevindingen en inzichten.
- Voor een zinvolle toepassing van de documenten en het **Stappenplan** is basale kennis van de waterkwaliteit (denk aan voedingsstoffen, doorzicht) en het watersysteem (denk aan diepte, omvang) essentieel.
- Toepassing van de methode, inclusief verzameling van de relevante informatie, vraagt om enkele dagen inzet.

### 3.5 Aanpassingen n.a.v. bevindingen

Uit de sessies met de casuspartners is naar voren gekomen dat het **Stappenplan** goed is te gebruiken, maar ook dat hier en daar aanvullende sturing gewenst is. Waar kunnen waterkwaliteitsgegevens worden achterhaald? Wie heb ik nodig om visuele waarnemingen te interpreteren? Antwoorden op dergelijke vragen zijn daarom opgenomen in de herziene versie van het stappenplan. Dit document, de **Handreiking Verkenning Klimaat effecten Stedelijk Water**, is opgenomen als Bijlage 3 in dit achtergrondrapport. De Handreiking is ook separaat downloadbaar vanaf de website [klimaatadaptatienederland.nl](http://klimaatadaptatienederland.nl).

De **Concept visualisatie grenswaarden** is gewaardeerd door gebruikers, maar de visualisaties zijn minder gebruikt dan de tabellen. Er is behoefte aan een eenvoudiger te gebruiken instrument waarin de grenswaarden van parameters voor diverse functies en watertypen zijn opgenomen. In spoor 1 is daarom een shiny app tool ontwikkeld die de gebruiksvriendelijkheid zal vergroten: de **Tool Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water**.

Bij de beschouwing van de huidige waterkwaliteit aan de hand van de **Tool Grenswaarden en Gebruiksfuncties Stedelijk Water** kan blijken dat normen voor bepaalde parameters niet voldoen aan de gewenste toestand. Ook maakt de tool inzichtelijk welk effect klimaatverandering kan hebben op de toestand. In dit geval is het zinvol om in het interactieve document mogelijke bronnen en oorzaken te checken. Welke van de oorzaken kunnen verantwoordelijk zijn? Welke waterkwaliteitsmaatregelen zijn denkbaar om die oorzaken aan te pakken? Het is zinvol om in de **Tool** verwijzingen naar relevante pagina's in de het **Kennisdocument** op te nemen.



## 4. Verkenning kaarten klimaateffectatlas

De [Klimaateffectatlas](#) (KEA) is een online platform dat (kaart)informatie bevat over de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland. Via een kaartviewer kan de gebruiker ruimtelijk inzicht krijgen in deze gevolgen van nationale tot lokale schaal. Bij elke kaart is aanvullende informatie beschikbaar, over de inhoud en hoe de kaart tot stand is gekomen, in de vorm van een kaartverhaal.

Op dit moment bevat de KEA één kaart over waterkwaliteit, namelijk de kaart 'risico opwarming oppervlaktewater'. Deze kaart laat voor het huidige klimaat en voor het worst-case scenario in 2050 (KNMI'14 WH-scenario) de langste reeks dagen zien waarop de temperatuur van het oppervlaktewater boven de 20°C uitkomt. Eind 2023 worden er aanvullend twee kaarten over verzilting opgenomen in de KEA. Deze kaarten laten de verzilting van de riviermonding, en de grondwaterverzilting zien onder verschillende scenario's van zeespiegelstijging en rivierafvoer.

In SWKA 2022 is gevraagd aan medewerkers van waterschappen en gemeenten die gebruik maken van de Klimaateffectatlas welke informatie over waterkwaliteit zij graag (aanvullend) zouden terugzien in de KEA. Vijf onderwerpen zijn door gebruikers en het consortium aangemerkt als prioritair, omdat zij in hoge mate de waterkwaliteit bepalen en beïnvloed worden door klimaatverandering. Het gaat om: **watertemperatuur, dimensies van watergangen, luwe plekken in het watersysteem** (i.e., waar geen of beperkte doorstroming is), **zoutgehalte/-indringing** en **voedselrijkdom**.

In dit hoofdstuk vatten we adviezen en signalen voor de geprioriteerde kaarten en verbeterde ontsluiting van data samen. Daarnaast hebben we een advies geformuleerd over ontsluiting van relevante data. De volledige adviesnotitie is opgenomen in Bijlage 6.

### 4.1 Aanpak

Deze verkenning is opgesteld op basis van een overleg tussen het SWKA-consortium en beheerders van de KEA bij Stichting CAS. Voor de prioritaire thema's zijn de volgende vragen behandeld:

- Welke data zijn nodig voor het ontwikkelen van een kaart over het betreffende thema?
- Zijn deze data landelijk beschikbaar?
- Is het mogelijk om op basis van beschikbare data, en met beschikbare methoden, een landelijke kaart te maken?
- Welke specifieke eisen er zijn vanuit de KEA, en sluit deze kaart daarop aan?

Op basis van antwoorden op de bovenstaande vragen zijn voor de vijf bovenstaande prioritaire onderwerpen adviezen opgesteld over de eventuele ontwikkeling van een kaart in een toekomstig traject. Daarnaast is op basis van deze bevindingen een advies geformuleerd over de harmonisatie en ontsluiting van relevante gegevens. De inhoud is waar mogelijk afgestemd met betrokken experts bij Deltares.

### 4.2 Advies

De adviezen en signalen zijn per onderwerp uitgewerkt en samengevat in Tabel 4

Het advies in dit hoofdstuk gaat over een beperkt aantal waterkwaliteitskaarten in de KEA. Met deze kaarten wordt geen volledig overzicht geboden van alle relevante waterkwaliteitsaspecten en de invloed van klimaatverandering. Daarnaast zijn deze kaarten geen vervanging van monitoring van het

watersysteem, hoewel ze een goed startpunt kunnen bieden voor een klimaatstresstest of nader onderzoek op regionaal of lokaal niveau. Het is wenselijk dat in de toelichting bij de kaarten in de KEA aandacht wordt gegeven aan deze complexiteit. En dat duidelijk wordt gemaakt dat het belangrijk kan zijn om rekening te houden met andere factoren, afhankelijk van de specifieke locatie of vraag, die lokaal in kaart moeten worden gebracht. Om gebruikers hierbij te ondersteunen kan bijvoorbeeld worden verwezen naar het [Kennisdossier Stedelijk Water](#) op het Kennisportaal Klimaatadaptatie.

Tabel 4 Overzicht van adviezen en signalen voor de geprioriteerde kaarten en de verbeterde ontsluiting van data

Onderwerp	Adviezen en signalen
Watertemperatuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek of de huidige indicator voldoende aansluit bij behoeften van gebruikers, voor zowel grenswaarden als absolute waarden.</li> <li>• Update de kaart op basis van nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23).</li> <li>• Onderzoek of het gebruikte model en onderliggende data nog actueel zijn, en inventariseer en vergelijk andere mogelijk geschikte modellen.</li> <li>• Laat bijbehorend kaartverhaal beter aansluiten bij behoeften van gebruikers, in het bijzonder de methodebeschrijving.</li> </ul>
Dimensies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppervlak is makkelijk te bepalen, maar exacte (theoretische) diepte kan alleen worden opgehaald uit leggers van waterschappen. Wel wordt het gebruik van nieuwe technieken verkend, zoals groene LiDAR. Nationale modellen doen aannames over waterdiepte o.b.v. watertype.</li> <li>• Onderzoek mogelijke toepassingen van beschikbare dimensiedata en aansluiting op behoeften van gebruikers.</li> </ul>
Luwe plekken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek welke definitie van een luwe plek het beste aansluit bij behoeften van gebruikers.</li> <li>• Bestaande (nationale) modellen kunnen gebruikt worden om luwe plekken te identificeren.</li> </ul>
Verzilting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met bestaande modellen en data kan verzilting (intern en extern) in kaart worden gebracht. Er worden reeds verziltingskaarten voor de KEA ontwikkeld. Onderzocht kan worden of deze voldoende invulling aan de behoeften van gebruikers.</li> </ul>

---

Voedselrijkdom

- Gemeten data zijn beperkt beschikbaar (voor het stedelijk gebied), maar bestaande modellen kunnen landelijk voedselrijkdom (stikstof (N) en fosfaat (P)) in kaart brengen.
- Onderzoek behoefte aan en wenselijkheid van het ontsluiten van beschikbare gemeten data in de KEA.
- Verken mogelijkheden voor ontsluiten bestaande gemodelleerde data in de KEA.
- Onderzoek haalbaarheid van landelijke bepaling van verschil tussen huidige/toekomstige N-/P-belasting en kritische belasting inclusief onder klimaatscenario's.

---

Verbeterde ontsluiting van data

- Data ontwikkeld of verzameld door regionale of lokale partijen zoals waterschappen zijn niet altijd geharmoniseerd of openbaar, maar kunnen wel nodig zijn voor het maken van een landelijke kaart.
  - Besteed aandacht aan het harmoniseren van data(ontwikkeling) en het (centraal) beschikbaar stellen van deze data.
-

## 5. Resterende opgave

De handreiking, tool en dit achterliggende achtergrondrapport geven een beeld van de kennis die is verzameld in 2023. Het is een verdiepend onderzoek naar de resultaten uit 2021 en 2022. Anders dan de afgelopen twee jaren zal er geen vervolg zijn op het SWKA 2023 binnen het NKWK. De kennisontwikkeling op het gebied van waterkwaliteit, klimaat en adaptatie eindigt hier echter niet.

### **Integreren van kennisproducten in de bijsluiters gestandaardiseerde stresstest**

Vanuit de trajecten SWKA van NKWK en Stresstest waterkwaliteit van STOWA zijn verschillende tools en kenniscomponenten ontwikkeld. Een volgende stap zou zijn om op basis van deze resultaten het onderdeel waterkwaliteit als apart thema op te nemen in de [Bijsluiters gestandaardiseerde stresstest](#) van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. Ons advies is om – naast wateroverlast, hitte, droogte en overstroming – een aparte pagina in te richten voor waterkwaliteit, waarbij de gebruiker aan de hand van basisinformatie zelf een eerste (stap in de) stresstest kan uitvoeren en met behulp van eigen informatie een verdiepende analyse kan maken. Het opnemen van waterkwaliteit als volwaardig thema in de bijsluiters gestandaardiseerde stresstest draagt eraan bij dat gemeenten in de tweede ronde stresstesten (2025) beter inzicht krijgen in de kwetsbaarheden van hun watersysteem omtrent waterkwaliteit.

De **Stresstest waterkwaliteit** (STOWA) bevat een QuickScan, nadere analyse en gedetailleerde analyse. De quickscan geeft op basis van basisinformatie over het watersysteem aan hoe groot de kans op kwetsbaarheid voor waterkwaliteitsproblemen in de toekomst is met betrekking tot eutrofiëring.. De gebruiker voert gegevens over het watersysteem in en waarden worden vergeleken met de kritische belasting met nutriënten. Op grond daarvan is het mogelijk de kans in te schatten dat een systeem helder is (belasting is lager dan de kritische belasting) of troebel (belasting is hoger dan de kritische belasting). In de nadere analyse worden, naast de huidige situatie, twee toekomstscenario's uitgerekend die inzicht geven in het wel of niet toenemen van de kwetsbaarheid van het systeem voor waterkwaliteitsproblemen als gevolg van klimaatverandering (*zonder effect van adaptatiemaatregelen*). Tenslotte, de gedetailleerde analyse zoomt in op de facetten die voor dit watersysteem relevant zijn. Hierbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van kwantitatieve scenario's. Op deze manier krijgt de gebruiker in beeld welke zaken maken dat het systeem 'gevoelig' is voor klimaatverandering.

De resultaten van het **NKWK-KBS** zijn aanvullend op de Stresstest waterkwaliteit: de tool Gebruiksfuncties en Grenswaarden Water en Klimaat analyseert de functionele kwaliteit van het oppervlaktewater. Naast een ecologisch functie heeft het water ook een belangrijke rol voor menselijke gebruiksfuncties. Denk aan sportvisserij, zwemmen of industrieel gebruik van het water. Ook heeft het water een esthetische of landschappelijke functie. De tool laat zien welke kwaliteitseisen er per functie zijn, wat de huidige toestand is en hoe deze verandert door klimaatverandering. Het kennisdocument Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie benoemt mogelijke maatregelen om kwetsbaarheden in het watersysteem aan te pakken. Deze maatregelen zijn gekoppeld aan indicatoren. Ook geeft het kennisdocument informatie over het effect van klimaatadaptatiemaatregelen (ten behoeve van andere thema's hitte, droogte, wateroverlast) op waterkwaliteit.

### **Waterkwaliteitskaarten in de klimaateffectatlas**

De KEA bevat op dit moment één waterkwaliteitskaart (risico opwarming oppervlaktewater). Eind 2023 worden daarnaast twee kaarten over verzilting gepubliceerd. Gebruikers geven aan dat de KEA een belangrijke bron is voor informatie over de effecten van klimaatverandering. Het kan als startpunt dienen voor een klimaatstresstest of ander nader onderzoek op regionaal of lokaal niveau. Bovendien kunnen de

kaarten in de KEA agenderend worden gebruikt. De behoefte aan meer informatie over waterkwaliteit in de KEA blijft dus bestaan. In dit rapport hebben we een advies gepresenteerd over de (door)ontwikkeling van vijf onderwerpen in de KEA (watertemperatuur, dimensies van watergangen, luwe plekken, verzilting en voedselrijkdom). Voor alle onderwerpen signaleren wij kansen voor de ontwikkeling van een kaart. Voor sommige onderwerpen, zoals watertemperatuur en verzilting, is de beschikbaarheid van informatie en modellen beter dan voor andere onderwerpen, zoals de dimensies van watergangen. Omdat de toegankelijkheid van informatie voor enkele onderwerpen een drempel vormt voor het ontwikkelen van een landelijke kaart, is dit als specifiek punt van aandacht aangemerkt. In alle gevallen merken we op dat het belangrijk is om goed aan te sluiten bij de behoeften van gebruikers ten aanzien van informatievoorziening (e.g., een duidelijke methodebeschrijving), en gekozen indicatoren en uitkomstmaten. Het oppakken van de gesignaleerde vraagstukken met als doel de ontwikkeling van één of meerdere waterkwaliteitskaarten zou onderwerp of onderdeel kunnen zijn van een vervolgproject.

### **Klimaatimpact analyse (KIA)**

Een vervolgstap op de klimaatstresstest is in veel gevallen de klimaatimpact analyse (KIA). De KIA geeft inzicht in de impact en potentiële schade (in euro's) als een gemeente geen klimaatadaptieve maatregelen treft. Het instrument om schade te berekenen is de Klimaatschadeschatter (Klimaatschadeschatter (KSS): <https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/schadeschatter/> of <https://www.klimaatschadeschatter.nl/>.) De informatie uit de KIA wordt gebruikt voor prioritering: het geeft inzicht in welke opgaven het meest urgent zijn en waar het nemen van maatregelen het meest effect heeft. Voor droogte is er een redelijk beeld van de kosten die gemaakt moeten worden bij schade door droogte. Denk bijvoorbeeld aan de kosten voor het extra besproeien van groenvoorzieningen, de extra inzet van de brandweer of het herstellen van funderingspalen. De kosten voor schade aan natuur en chemische en ecologische waterkwaliteit zijn tot op heden minder goed in beeld gebracht. Wat zijn de herstelkosten als we geen maatregelen treffen om effecten van klimaatverandering op de biodiversiteit en waterkwaliteit te beperken? Hoe staan deze kosten tegenover de kosten voor het treffen van biodiversiteits- en waterkwaliteitsmaatregelen aan de voorkant? Belangrijk is om een standaard methodiek te ontwikkelen om herstelkosten voor waterkwaliteit en biodiversiteit overzichtelijk te maken. Deze methodiek ondersteunt de integrale aanpak waar thema's zoals klimaat, water en natuur samen komen.

### **Beheer en onderhoud tool**

De tool Gebruiksfuncties en Grenswaarden Water en Klimaat wordt ingebed in het kennisdossier waterkwaliteit op het Kennisportaal Klimaatadaptatie en gehost door het RIVM. Er wordt budget vastgelegd voor hosting van tenminste vijf jaar en voor onvoorzien noodzakelijk onderhoud, zoals bij updates van de onderliggende software. Na vijf jaar, of wanneer binnen vijf jaar vergelijkbare producten beschikbaar komen wordt geëvalueerd of de tool in de huidige vorm beschikbaar moet blijven. Mocht aanvullend budget beschikbaar komen en de wens bestaan om de huidige tool door te ontwikkelen, dan zal de huidige tool hier de basis voor vormen.

### **Overige onderzoeksprogramma's**

Er zullen komende jaren in internationale en nationale kennisprogramma's projecten gestart worden die meer inzicht zullen geven in de impact van klimaatverandering en klimaatadaptatiemaatregelen op waterkwaliteit:

- Medio 2025 start naar verwachting een project in het kader van het NWA-programma Droogte in de bebouwde omgeving ([NWA Droogte in de bebouwde omgeving | NWO](#)). Mogelijk zal dit project kennis opleveren over de impact van droogte op waterkwaliteit in verschillende typen stedelijk gebied. In 2024 wordt door NWO een besluit genomen over de invulling van dit project.

- Tot en met 2027 loopt het NWA-project BENIGN ([BENIGN: BluE and greeN Infrastructure desiGned to beat the urbaN heat | Radboud Universiteit](#)), hierin wordt kennis ontwikkeld over de impact van hittebestrijdingsmaatregelen in de buitenruimte op waterkwaliteit en gezondheid. Er wordt onder andere onderzocht wat de impact van vergroeningsmaatregelen is op waterkwaliteit en hoe het watersysteem beter benut kan worden voor verkoeling en recreatie. Het project levert tevens ontwerpprincipes voor klimaatadaptatiemaatregelen waarbij negatieve effecten van maatregelen op waterkwaliteit zoveel mogelijk beperkt blijven en positieve effecten maximaal worden benut.
- In 2024 gaat de Community of Practice waterkwaliteit en klimaat van start om kennis en ervaringen uit te wisselen op dit thema. Deze CoP wordt geïnitieerd door STOWA. Wij adviseren om naast de verdere ontwikkeling en toepassing van een klimaatstresstest voor waterkwaliteit ook aandacht te besteden aan de nog openstaande kennishiaten en aanbevelingen voor vervolgacties die in dit NKWK-traject (2020-2023) zijn geïdentificeerd. Samengevat gaat het om:
  - ontwikkelen kaarten en kaartverhalen voor de klimaateffectatlas (NKWK, 2022; zie ook hierboven onder de kop 'klimaatkaarten');
  - regionale en lokale verkenning van klimaateffecten op waterkwaliteit, rekening houdend met verschillen in kwetsbaarheid en ambities (NKWK, 2021);
  - vergroten van kennis over de effecten van klimaatverandering op specifieke gebruiksfuncties in stedelijk gebied, vaak ontbreekt nu inzicht in de huidige toestand van waterkwaliteit en in de lokale impact van klimaatverandering op relevante indicatoren (NKWK, 2021);
  - onderzoek naar effectieve klimaatadaptatiemaatregelen waarbij negatieve effecten van maatregelen op waterkwaliteit zoveel mogelijk beperkt blijven en positieve effecten maximaal worden benut. Er is onvoldoende praktisch toepasbare kennis is over de impact van ontwerp- en beheerkeuzes bij klimaatadaptatiemaatregelen op waterkwaliteit (NKWK, 2021)
 Daarnaast worden tijdens het Waterkwaliteit op de Kaart congres op 1 december 2023 twee sessies georganiseerd rondom de thema's klimaatstresstest en functionele kwaliteit van stadswater. Hieruit volgen mogelijk ook aanbevelingen voor de CoP.

### Ten slotte

De Europese Kaderrichtlijn Water vereist dat lidstaten voor al het oppervlaktewater maatregelen nemen om een goede waterkwaliteit te behouden of te verkrijgen. De nadruk heeft tot dusverre gelegen op KRW-oppervlaktewaterlichamen (waterlichamen met een vastgestelde minimum omvang), omdat over die waterlichamen moet worden gerapporteerd aan de Europese Commissie. Dat neemt niet weg dat ook voor de 'overige wateren', waartoe de meeste stedelijke wateren behoren, vanuit de KRW een verplichting rust op beheerders om ook daar een goede waterkwaliteit te behouden of te bereiken. De tools die in dit project Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie zijn ontwikkeld kunnen daarbij een goede ondersteuning bieden.

## 6. Referenties

Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009. (2009, 30 november). Geraadpleegd van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/2022-12-21>

van Cleef R, Laro J., 2008. Het zoete en bittere van verzilting. H2O.

De Jong, A., Van der Meulen, S., Melman, R., & Vaarten.A., 2022. Zwemmen in niet-aangewezen zwemwater; Risico's en maatregelen.

Delsman, J., America, I., Mulder, T. (2022). Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel. Deltares rapport nummer: 11208039-009-BGS-0001

Deltares, s.a. Factsheet DANK, Temperatuurbuffering ondergrond en/of diepe plassen (niet online beschikbaar)

EC, 2020. Council Regulation (EC) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0741>)

Franken, R.J.M., Gardeniers, J.J.P., Peeters, E.T.H.M., 2006. Handboek Nederlandse Ecologische beoordelingssystemen (EBEO-systemen), STOWA-Rapport 2006-04, ISBN: 90.5773.259.9

G.Z-h, 2006. Watersportactieplan Midden-Delfland, Schiedam: G.Z-H.

KNRB, 2017. Handboek Roeiaccommodaties Koninklijke Nederlandse Roei Bond (KNRB). Normen en aanbevelingen, versie 2.2, juni 2017.

Kruit, K., Schepers, B., Roosjen, R., & Boderie. P., 2018. Nationaal potentieel van aquathermie; analyse en review van de mogelijkheden (18.5S74.116). Beschikbaar via: [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Van der Meulen, S. Blauw, M., Niel, L., van Geest, G., 2016. Factsheets potentiële functies Merwedekanaal, Deltares, November 2016 (niet online beschikbaar)

Van der Meulen, E. S., Van Oel, P. R., Rijnaarts, H. H. M., & Sutton, N. B. (2022). Suitability indices for assessing functional quality of urban surface water. City and Environment Interactions, 13. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100079>

NKWK, 2021. NKWK Klimaatbestendige Stad Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie; Achtergrondrapport. [https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/swka\\_achtergrondrapport\\_definitief\\_19052021-1-5-.pdf](https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/swka_achtergrondrapport_definitief_19052021-1-5-.pdf)

NKWK, 2022. Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie – Achtergrondrapportage. November 2022. [https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/achtergrondrapport-nkww-swka-definitief\\_23112022.pdf](https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/achtergrondrapport-nkww-swka-definitief_23112022.pdf)

<https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/nkww-2022-effecttabellen-klimaatverandering-en-waterkwaliteit-definitief.xlsx>

RIZA, 2005. Potentiële Koelcapaciteit Rijkswateren 2005-2050. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat/RIZA; 2005. Beschikbaar via [helpdeskwater.nl](http://helpdeskwater.nl)



Van der Roest, J-W., Davids, A., 2017. Wat wil de sportvisser? Een onderzoek naar de wensen en behoeften van aangesloten sportvissers in Nederland anno 2016, Mulier Instituut, Utrecht, Maart 2017

STOWA (2020a) · Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-50

STOWA (2020b) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-49

STOWA (2020c) Remote sensing voor het waterbeheer: van techniek naar toepassing. STOWA 2020-27.

STOWA (2013) Referenties en maatlatten voor overige wateren (geen KRW-waterlichamen). STOWA 2013-14

STOWA (2010) Handboek hydrobiologie. Boek IV, bijlage 7. STOWA 2010-28.

Stuyt, L.C.P.M., Blom-Zandstra, M., Kselik, R.A.L., 2016. Inventarisatie en analyse zouttolerantie van landbouwgewassen op basis van bestaande gegevens. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2739.

Stuyfzand, P.J., 1986. A new hydrochemical classification of watertypes: principles and application to the coastal dunes aquifer system of The Netherlands, Proc. Ninth Salt Water Intrusion Meet. (1986) 641–655. [http://refhub.elsevier.com/S2212-3717\(20\)30024-X/sref25](http://refhub.elsevier.com/S2212-3717(20)30024-X/sref25)

Swinkels, C.M., Bijlsma, A.C., Hommes, S., 2010. Blue Energy Noordzeekanaal: Verkenning naar een Blue Energy centrale langs het Noordzeekanaal. Deltares-rapport 1200339-007-VEB-0001. <https://edepot.wur.nl/212388>

Willet J, King J, Wetsler K, Dykstra JE, Oude Essink GHP, Rijnaarts HHM., 2020. Water supply network model for sustainable industrial resource use a case study of Zeeuws-Vlaanderen in the Netherlands. Water Resources and Industry 24:100131.

Zoetemeyer, R.B., Lucas, B.J., 2001. Basisboek Visstandbeheer. ISBN: 978-90-810295-3-7, Uitgave Sportvisserij Nederland.

Zillien, C. 2018. Use options of untreated surface water in cities – proposing a framework (Ongepubliceerde master thesis). Wageningen University, Wageningen.

Website

RIVM: Zoeksysteem | Risico's van stoffen ([rivm.nl](http://rivm.nl))

# Bijlage 1 Grenswaarden ecologische waterkwaliteit

Bijlage 1a: Grenswaarden fysisch chemische waterkwaliteit

Bijlage 1b: Grenswaarden biologische kwaliteitselementen

## Bijlage 1a Grenswaarden fysisch chemische waterkwaliteit

De goede toestand voor de indicatoren voedselrijkdom, doorstroming, watertemperatuur, zuurstofgehalte en zoutgehalte is per watertype verschillend. De grenswaarden zijn uitgewerkt in de maatlatdocumenten van STOWA:

Bronnen:

- STOWA (2020) Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-50
- STOWA (2020) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-49
- STOWA (2013) Referenties en maatlatten voor overige wateren (geen KRW-waterlichamen). STOWA 2013-14

### Indicatoren

Nr	Watertype	KRW waterlichaamtype	Klasse	Voedselrijkdom	Voedselrijkdom	Doorstroming	Watertemperatuur	Zuurstofgehalte	Zoutgehalte
				Totaal P (mg P/l)	Totaal N (mg N/l)	(cm/s)	T (°C)	%	(mg Cl/l)
1	Vijver	M11 (zand/klei) of M25 (veen)	Slecht	> 0,36	> 2,6	Stilstaand	>30	< 40 / > 140	> 300
			Ontoereikend	0,18-0,36	1,9-2,6		27,5-30	40-50 / 130-140	250-300
			Matig	0,09-0,18	1,3-1,9		25-27,5	50-60 / 120-130	200-250
			Goed	0,04-0,09	1-1,3		23-25	60-120	<200
			Uitstekend	< 0,04	< 1		<23	60-120	<200
2a	Plas (ondiep < 3m)	M14	Slecht	> 0,36	> 2,6	Geen standaard doorstroming, watertoevoer en afvoer door neerslag, rivieren en kwel beïnvloed	>30	< 40 / > 140	> 300
			Ontoereikend	0,18-0,36	1,9-2,6		27,5-30	40-50 / 130-140	250-300
			Matig	0,09-0,18	1,3-1,9		25-27,5	50-60 / 120-130	200-250
			Goed	< 0,09	< 1,3		23-25	60-120	<200
			Uitstekend	< 0,04	< 1,0		<23	60-120	<200
2b	Plas (diep > 3m)	M20	Slecht	> 0,11	> 1,4	Geen standaard doorstroming, watertoevoer en afvoer door neerslag, rivieren en kwel beïnvloed	>30	< 40 / > 140	> 300
			Ontoereikend	0,05-0,11	1,1-1,4		27,5-30	40-50 / 130-140	250-300
			Matig	0,03-0,05	0,9-1,1		25-27,5	50-60 / 120-130	200-250
			Goed	< 0,03	< 0,9		23-25	60-70 / 110-120	<200
			Uitstekend	< 0,02	< 0,8		<23	70-110	<200
3	Gracht/singel zonder scheepvaart	M6a	Slecht	> 0,75	> 14	3-10 cm/s	>30	< 30 / > 140	> 400
			Ontoereikend	0,3-0,75	5,6-14		27,5-30	30-35 / 130-140	350-400
			Matig	0,15-0,3	2,8-5,6		25-27,5	35-40 / 120-130	300-350
			Goed	0,04-0,15	1-2,8		23-25	40-120	< 300
			Uitstekend	< 0,04	<1		<23	60-120	< 300
3	Gracht/singel met scheepvaart	M6b	Slecht	> 1,25	> 19	3-10 cm/s	>30	< 30 / > 140	> 400
			Ontoereikend	0,5-1,25	7,6-19		27,5-30	30-35 / 130-140	350-400
			Matig	0,25-0,5	3,8-7,6		25-27,5	35-40 / 120-130	300-350
			Goed	0,04-0,25	1-3,8		23-25	40-120	< 300
			Uitstekend	< 0,04	<1		<23	60-120	< 300

### Indicatoren

Nr	Watertype	KRW waterlichaamtype	Klasse	Voedselrijkdom	Voedselrijkdom	Doorstroming	Watertemperatuur	Zuurstofgehalte	Zoutgehalte	
				Totaal P (mg P/l)	Totaal N (mg N/l)	(cm/s)	T (°C)	%	(mg Cl/l)	
4	Midden-benedenloop	of R5 of R12 (veen)	(zand/klei)	Slecht	> 0,33	>6,9	Langzame maar zekere stroomsnelheid (<0,5 m/s)	>30	<50 / >140	>250
				Ontoereikend	0,22-0,33	4,6-6,9		27,5-30	50-60 / 130-140	200-250
				Matig	0,11-0,22	2,3-4,6		25-27,5	60-70 / 120-130	150-200
				Goed	0,06-0,11	2-2,3		23-25	70-120	20-150
				Uitstekend	< 0,06	<2		<23	70-110	<20
5	Smalle sloot	M1 of M8 (veen)	(zand/klei)	Slecht	> 1,10	> 12	Geen standaard doorstroming, watertoevoer en afvoer worden door neerslag en drainage beïnvloed	>30	< 25 / > 140	> 300
				Ontoereikend	0,44-1,10	4,8-12		27,5-30	25-30 / 130-140	200-300
				Matig	0,22-0,44	2,4-4,8		25-27,5	30-35 / 120-130	150-200
				Goed	0,04-0,22	1-2,4		23-25	35-120	<150
				Uitstekend	< 0,04	< 1		< 23	60-120	<150
6	Brede sloot	M3 of M10 (veen)	(zand/klei)	Slecht	> 0,75	> 14	3-10 cm/s	>30	< 25 / > 140	> 300
				Ontoereikend	0,3-0,75	5,6-14		27,5-30	30-35 / 130-140	200-300
				Matig	0,15-0,3	2,8-5,6		25-27,5	35-40 / 120-130	150-200
				Goed	0,06-0,15	2-2,8		23-25	40-120	<150
				Uitstekend	< 0,06	<2		< 23	70-110	<20
7	(Afvoer)kanaal zonder scheepvaart	M7a		Slecht	> 0,75	> 14	3-10 cm/s	>30	< 30 / > 140	> 400
				Ontoereikend	0,3-0,75	5,6-14		27,5-30	30-35 / 130-140	350-400
				Matig	0,15-0,3	2,8-5,6		25-27,5	35-40 / 120-130	300-350
				Goed	0,04-0,15	1-2,8		23-25	40-120	< 300
				Uitstekend	< 0,04	<1		< 23	60-120	< 300
7	(Afvoer)kanaal met scheepvaart	M7b		Slecht	> 1,25	> 19	3-10 cm/s	>30	< 30 / > 140	> 400
				Ontoereikend	0,5-1,25	7,6-19		27,5-30	30-35 / 130-140	350-400
				Matig	0,25-0,5	3,8-7,6		25-27,5	35-40 / 120-130	300-350
				Goed	0,04-0,25	1-3,8		23-25	40-120	< 300
				Uitstekend	< 0,04	<1		< 23	60-120	< 300

### Indicatoren

Nr	Watertype	KRW waterlichaamtype	Klasse	Voedselrijkdom	Voedselrijkdom	Doorstroming (cm/s)	Watertemperatuur	Zuurstofgehalte	Zoutgehalte
				Totaal P (mg P/l)	Totaal N (mg N/l)		T (°C)	%	(mg Cl/l)
8	Zwak brakke wateren	M30	Slecht	> 0,33	> 4,1		>30	< 40 / > 140	< 100
			Ontoereikend	0,22-0,33	2,9-4,1		27,5-30	40-50 / 130-140	100-200
			Matig	0,11-0,22	1,8-2,9		25-27,5	50-60 / 120-130	200-300 / > 3000
			Goed	< 0,11	<1,8	3-10 cm/s	23-25	60-120	300-3000
			Uitstekend	< 0,07	<1,4		< 23	80-120	300-3000





## Bijlage 1b Grenswaarden biologische kwaliteitselementen

De goede toestand voor de biologische kwaliteitselementen vis, macrofyten, macrofauna en fytoplankton is per watertype verschillend. De grenswaarden zijn uitgewerkt in de maatlatdocumenten van STOWA. In deze sheet zijn de grenswaarden opgenomen die direct aan meetwaarden of veldwaarnemingen getoetst kunnen worden zonder dat er een berekening nodig is.

In deze bijlagen zijn tevens tabellen opgenomen met indeling van vissen in gilden.

Bronnen:

- STOWA (2020) Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-50
- STOWA (2020) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-49
- STOWA (2013) Referenties en maatlatten voor overige wateren (geen KRW-waterlichamen). STOWA 2013-14

Kolomcodes a – m . Deze codes zijn op de volgende pagina's gebruikt als tabelkop en corresponderen met de hier opgegeven biologische kwaliteitselementen, deelmaatlatten en eenheden.

## Biologische kwaliteitselementen

### Fyto- plankton

### Macrofyten

### VIS

Nr	Watertype	KRW waterlichaamtype	EKR	Abundantie algen	Abundantie en flab	Abundantie submerse vegetatie	Abundantie emerse vegetatie	Abundantie oever	Abundantie drijfbladvegetatie	Brasem + karper	Plantminnende vis	Zuurstoftolerante vis	Plantminnende migrerende soorten	Plantminnende soorten	Migrerende soorten	Reofiele soorten
				Chlorofyl- <i>a</i> ug/l)	Bedekking (%)	Bedekking (%)	Bedekking (%)	Bedekking (%)	Bedekking (%)	Aandeel (%)	Aandeel (%)	Aandeel (%)	Aantal (-)	Aantal (-)	Aantal (-)	Aantal (-)
nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m				
1	Vijver	M11 (zand/klei)	0	184	nvt	0	nvt	0	0	nvt	100	0	0	nvt	nvt	nvt	nvt			
			0.2	95				20	0.1									50	8	1
			0.4	46				40	0.5									25	20	3
			0.6 (GEP)	23				60	1									8	40	10
			0.8	10.8				80	5									2	65	20
			1.0 (MEP)	6.8				90	10											
			0.8						20											
			0.6 (GEP)						30											
			0.4						40											
			0.2						100											
			0																	
1	Vijver	M25 (veen)	0	200	nvt	0	0	0	0	nvt	100	65	20	nvt	nvt	nvt	nvt			
			0.2	100				20	0.1									50	40	10
			0.4	50				40	0.5									25	20	3
			0.6 (GEP)	25				60	1									8	8	1
			0.8	11.8				80	5									2	0	0
			1.0 (MEP)	7.4				90	10											
			0.8						20											
			0.6 (GEP)						30											
			0.4						40											
			0.2						100											
			0																	

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
2	Plas (ondiep < 3m)	M14	0	184	nvt	0	0	0	0	100			nvt	nvt	nvt	nvt
			0.2	95		1	1	20	0.1	85	0	0				
			0.4	46		3	3	40	0.5	60	8	1				
			0.6 (GEP)	23		25	5	60	1	40	20	3				
			0.8	10.8		45	10	80	5	15	40	10				
			1.0 (MEP)	6.8		65	15- 75	90	10	5	65	20				
			0.8			100			20							
			0.6 (GEP)					30								
			0.4					40								
			0.2					100								
			0													
2	Plas (diep < 3m)	M20	0	96	nvt	0	0	0	0	100			nvt	nvt	nvt	nvt
			0.2	48		1	1	20	0.1	85	0	0				
			0.4	24		2.5	3	40	0.5	60	2	0.5				
			0.6 (GEP)	12		4	5	60	1	40	5	1				
			0.8	7		6	10	80	5	15	10	2				
			1.0 (MEP)	3.84		7.5	15- 75	90	10	5	15	3				
			0.8					20								
			0.6 (GEP)					30								
			0.4					40								
			0.2					100								
			0													

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
3	Gracht/singel zonder scheepvaart	M6a	0	184	nvt	0	0	nvt	0	100	0	nvt	2	nvt	nvt	nvt
			0.2	95		5	1		5	85	5		3			
			0.4	46		10			10	65	15		4			
			0.6 (GEP)	23		30	5		20	45	30		5			
			0.8	10.8												
			1.0 (MEP)	6.8		65	10		40	30	45		7			
			0.8													
			0.6 (GEP)			90	30		60							
			0.4			95	50		80							
			0.2			100	75		100							
			0				100									
3	Gracht/singel met scheepvaart	M6b	0	184	nvt	0	0	nvt	0	100	0	nvt	1	nvt	nvt	nvt
			0.2	95		5	1		5	90	1		2			
			0.4	46		10			10	80	2		3			
			0.6 (GEP)	23		30	5		20	65	5		4			
			0.8	10.8												
			1.0 (MEP)	6.8		65	10		40	50	10		5			
			0.8													
			0.6 (GEP)			90	30		60							
			0.4			95	50		80							
			0.2			100	75		100							
			0				100									

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
4	Midden-benedenloop	of R5 (zand/klei)	0	nvt	100	Submers drijvend	+	0	bij submers	nvt	nvt	nvt	nvt	>50	0	0
			0.2		50	0	0	10						25	2	2
			0.4		30	1	1	20						20	3	3
			0.6 (GEP)		10	5	3	40						15	4	4
			0.8		3	20	5	60						10	5	5
			1.0 (MEP)		1	30	10	80						<5	6	6
			0.8			45	20									
			0.6 (GEP)			60	30									
			0.4			80	50									
			0.2			100	75									
			0													
4	Midden-benedenloop	of R12 (veen)	0	nvt	100	Submers drijvend	+	0	bij submers	nvt	nvt	nvt	nvt	>50	0	0
			0.2		50	0	1							25	2	2
			0.4		30	1	2							20	3	3
			0.6 (GEP)		10	5	5							15	4	4
			0.8		5	10	5	nvt						10	5	5
			1.0 (MEP)		2	20	10-15							<5	6	6
			0.8			40	20									
			0.6 (GEP)			50	50									
			0.4			70	75									
			0.2			100										
			0													

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
5	Smalle sloot	M1 (zand/klei)	0	nvt	100	0	0	nvt	0	100	0	nvt	2	nvt	nvt	nvt
			0.2		60	5	1		1	75	10		3			
			0.4		30	10			5	50	25		4			
			0.6 (GEP)		<15	30	5		10	25	50		5			
			0.8		boven EKR											
			1.0 (MEP)		0,6 telt niet mee	65	10		20	10	80		7			
			0.8													
			0.6 (GEP)			90	30		30							
			0.4			95	50		40							
			0.2			100	75		100							
			0				100									
			5		Smalle sloot	M8 (veen)	0		nvt	100	0		0			
0.2	60	10		1			1	75		10	3					
0.4	30	20		5			5	50		25	4					
0.6 (GEP)	<15	35		10			10	25		50	5					
0.8	boven EKR															
1.0 (MEP)	0,6 telt niet mee	70		20			20	10		80	7					
0.8																
0.6 (GEP)		75		30			30									
0.4		80		50			40									
0.2		90		75			100									
0		100		100												



nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
6	Brede sloot	M3 (zand/klei)	0	184	nvt	0	0	nvt	0	100	0	nvt	2	nvt	nvt	nvt
			0.2	95		5	1		5	85	5		3			
			0.4	46		10			10	65	15		4			
			0.6 (GEP)	23		30	5		20	45	30		5			
			0.8	10.8												
			1.0 (MEP)	6.8		65	10		40	30	45		7			
			0.8													
			0.6 (GEP)			90	30		60							
			0.4			95	50		80							
			0.2			100	75		100							
0			100													
6	Brede sloot	M10 (veen)	0	200	nvt	0	0	nvt	0	100	0	nvt	2	nvt	nvt	nvt
			0.2	100		10	1		5	75	10		3			
			0.4	50		20	5		10	50	25		4			
			0.6 (GEP)	25		35	10		20	25	50		5			
			0.8	11.8												
			1.0 (MEP)	7.4		70	20		40	10	80		8			
			0.8													
			0.6 (GEP)			75	30		60							
			0.4			80	50		80							
			0.2			90	75		100							
0		100	100													

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
7	(Afvoer)kanaal zonder scheepvaart	M7a	0	184	nvt	0	0	nvt	0	100	0	nvt	2	nvt	nvt	nvt
			0.2	95		5	1		5	85	5		3			
			0.4	46		10			10	65	15		4			
			0.6 (GEP)	23		30	5		20	45	30		5			
			0.8	10.8												
			1.0 (MEP)	6.8		65	10		40	30	45		7			
			0.8													
			0.6 (GEP)			90	30		60							
			0.4			95	50		80							
			0.2			100	75		100							
			0				100									
7	(Afvoer)kanaal met scheepvaart	M7b	0	184	nvt	0	0	nvt	0	100	0	nvt	1	nvt	nvt	nvt
			0.2	95		5	1		5	90	1		2			
			0.4	46		10			10	80	2		3			
			0.6 (GEP)	23		30	5		20	65	5		4			
			0.8	10.8												
			1.0 (MEP)	6.8		65	10		40	50	10		5			
			0.8													
			0.6 (GEP)			90	30		60							
			0.4			95	50		80							
			0.2			100	75		100							
			0				100									

nr.	Watertype	Waterlichaam type	EKR	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>
8	Zwak brakke wateren	M30	0	480	100	0	nvt	0	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
			0.2	240	15 (flab) of 20 (kroos)	10		20								
			0.4	120	10	20		40								
			0.6 (GEP)	60	5	40		60								
			0.8	40	1	50		80								
			1.0 (MEP)	30	0	60		90								
			0.8			70										
			0.6 (GEP)			80										
			0.4			100										
			0.2													
0																

TABEL D1

## INDELING IN GILDEN VAN DE SOORTEN IN KLEINE RIVIEREN (R4, R5, R6, R12, R13, R14, R15, R17, R18, R19, R20)

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Reefiel	Migrerend	Plantminnend
Atlantische zalm	<i>Salmo salar</i>	1	1	
Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	1	1	
Beekdonderpad	<i>Cottus rhenanus</i>	1		
Beekprik	<i>Lampetra planeri</i>	1		
Bermpje	<i>Barbatula barbatula</i>	1		
Bittervoorn	<i>Rhodeus amarus</i>			1
Bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus</i>			1
Bot	<i>Platichthys flesus</i>		1	
Brasem	<i>Abramis brama</i>		1	
Elrits	<i>Phoxinus phoxinus</i>	1		
Forel	<i>Salmo trutta fario</i>	1	1	
Gestippelde Alver	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1		
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>			1
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>			1
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>			1
Kopvoorn	<i>Leuciscus cephalus</i>	1	1	
Kroeskarper	<i>Carassius carassius</i>			1
Kwabaal	<i>Lota lota</i>		1	
Paling	<i>Anguilla anguilla</i>		1	
Rivierdonderpad	<i>Cottus perifretum</i>	1		
Riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	1		
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	1	1	
Ruisvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>			1
Serpeling	<i>Leuciscus leuciscus</i>	1	1	
Sneep	<i>Chondrostoma nasus</i>	1	1	
Snoek	<i>Esox lucius</i>		1	1
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>		1	
Tiendornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>			1
Vetje	<i>Leucaspis delineatus</i>			1
Vlagzalm	<i>Thymallus thymallus</i>	1	1	
Winde	<i>Leuciscus idus</i>	1	1	
Zeelt	<i>Tinca tinca</i>			1
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	1	1	

Bron: STOWA (2020) Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-49

TABEL B7.1 ONDELING VAN VISSOORTEN IN GROEPEN OF ECOLOGISCHE GILDES IN DE SLOTEN EN KANALEN (M1, M3, M4, M6, M7, M8, M10)

taxon	Plantminnend	Zuurstoftolerant	migrerend
<i>Rhodeus amarus</i>	x		
<i>Rhodeus sericeus</i>	x		
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	x		
<i>Pungitius pungitius</i>	x		
<i>Leucaspis delineatus</i>	x		
<i>Carassius gibelio</i>	x		
<i>Cobitis taenia</i>	x		
<i>Esox lucius</i>	x		
<i>Misgurnus fossilis</i>	x	x	
<i>Carassius carassius</i>	x	x	
<i>Tinca tinca</i>	x	x	
<i>Anguilla anguilla</i>			x
<i>Gasterosteus aculeatus</i>			x

Bron: STOWA (2020) Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027, versie juni 2020. STOWA 2018-50

## Bijlage 2 Grenswaarden functionele waterkwaliteit

Functie	Indicator (relatie met gebruikswaarde)	Grenswaarde(n)	Grenswaarde o.b.v. Indicatie/ regelgeving	Bron grenswaarden
Irrigatie voedselgewassen	E. coli bacteriën (-)	Afhankelijk van het type <sup>2</sup> gewas en irrigatie. Excellent: ≤ 10 (cfu/100 ml) Goed ≤100 (cfu/100 ml) Redelijk: ≤1.000 (cfu/100 ml) Laag: ≤10.000 (cfu/100 ml)	Indicatie o.b.v. EU-regelgeving	Afgeleid van grenswaarden voor hergebruik van afvalwater voor irrigatie in de landbouw (EC, 2020). Algemene grenswaarden voor BOD en TSS komen voort uit de eisen voor effluent van afvalwaterzuivering.
	Legionella bacteriën (-)	Algemeen: ≤1,000 cfu/L bij risico op sproeivevel tijdens irrigatie		
	Troebelheid/doorzicht (-)	Excellent: ≤5 NTU Algemeen: geen grenswaarden		
	Biochemisch zuurstofverbruik (BOD) (-)	Excellent: ≤10 mg/l Algemeen: ≤25 mg/l		
	Total suspended solids (TSS) (-)	Excellent: ≤10 mg/l Algemeen: ≤35 mg/l		
	Zoutgehalte (-)	Excellent: ≤100 mg Cl-/l Goed: ≤400 mg Cl-/l Redelijk: ≤875 mg Cl-/l Laag: >875-2.625 mg Cl-/l Ongeschikt: >2.625 mg Cl-/l	Indicatie	Op basis van gemiddelde grenswaarden voor 34 gewassen bepaald door Stuyt et al. (2016).

<sup>2</sup> Grenswaarden afgeleid van klasse A (Excellent) t/m klasse D (Laag)

Klasse A: gewas voor rauwe consumptie en eetbaar deel van gewas is in contact met irrigatiewater

Klasse B: gewas voor rauwe consumptie, eetbaar deel is niet in direct contact met irrigatiewater; andere consumptiegewassen en diervoeder voor zuivel- en vlees-producerende dieren)

Klasse C: zelfde gewassen als Klasse B maar wanneer uitsluitend druppelirrigatie wordt toegepast

Klasse D: gewassen voor industrieel gebruik, energie en zaadproductie

<b>Irrigatie overige vegetatie</b>	E. coli bacteriën (-)	≤200 cfu/100mL	Indicatie o.b.v. buitenlandse richtlijnen	Minst strenge grenswaarden gevonden in nationale richtlijnen voor hergebruik van afvalwater voor irrigatie overige vegetatie van Australië, Spanje, VS, en VK door Zillien (2018).
	Legionella bacteriën (-)	≤1.000 cfu/L bij risico op sproeinevel tijdens irrigatie	Indicatie o.b.v. EU-regelgeving	Waarde komt overeen met EU richtlijn 2020/741 (zie irrigatie voedselgewassen).
	Troebelheid (-)	≤10 NTU	Indicatie o.b.v. buitenlandse richtlijnen	Minst strenge grenswaarden gevonden in nationale richtlijnen voor hergebruik van afvalwater voor irrigatie overige vegetatie van Australië, Spanje, VS, en VK door Zillien (2018).
Biochemisch zuurstofverbruik (BOD) (-)	≤10 mg/l			
	Total suspended solids (TSS) (-)	≤20 mg/l		
	Zoutgehalte (-)	Excellent: : ≤100 mg Cl-/L Goed: ≤225 mg Cl-/L Redelijk: ≤450 mg Cl-/L Laag: 450-2.050 mg Cl-/L Ongeschikt: >2.050 mg Cl-/l	Indicatie	Op basis van gemiddelde grenswaarden voor 5 bomen en niet-voedselgewassen bepaald door Stuyt et al. (2016).
<b>Drinkwater</b>	pH	7,0-9,0	Vertaling regelgeving	Europese Milieukwaliteitseisen voor oppervlaktewater gebruikt voor de bereiding van voor menselijke consumptie bestemd water zoals opgenomen in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 ( <a href="https://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/2022-12-21">https://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/2022-12-21</a> )
	Watertemperatuur (-)	≤25 °C		
	Zoutgehalte (-)	≤150 mg Cl-/L		
	E. coli bacteriën (-)	≤2.000/100mL		
	Overige parameters	Norm per stof. Te veel parameters om hier grenswaarden specificeren.		
<b>Proceswater industrie (onttrekking)</b>	Zoutgehalte (-)	<1.500mg Cl-/l	Indicatie	Grenswaarde uit Willet et al., (2020) voor industriewater.
<b>Koelwater industrie (energie)</b>	Watertemperatuur (-)	<23°C	Indicatie	Temperatuur waar boven beperkingen gelden voor koelwaterlozingen ( <a href="https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/watertemperatuur/">https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/watertemperatuur/</a> ). <a href="#">Helpdesk Water (RWS)</a> .



<b>Aquathermie voor koelen woningen/utiliteitsbouw</b>	Watertemperatuur (-)	Geen duidelijke indicatiewaarde (Kruit et al., 2018). Voor winning uit diepe plassen is ideaal: < 5-10 °C (DANK)	Indicatie	Kruit et al., 2018; Atlas Natuurlijk Kapitaal-factsheet 'Temperatuurbuffering ondergrond en/of diepe plassen' (Deltares, s.a.)
<b>Aquathermie voor verwarmen woningen/utiliteitsbouw</b>	Watertemperatuur (+)	Excellent: ≥15°C Goed: 10-<15°C Redelijk: 5-<10°C Laag: < 5°C	Indicatie	Geschiktheidsindex voor warmtewinning uit stedelijk oppervlaktewater (aquathermie) uit Van der Meulen et al., 2022)
	Doorstroming (+) <sup>3</sup>	Debiet: Excellent: ≥0.3 m <sup>3</sup> /s Goed: 0.03-<0.3 m <sup>3</sup> /s Redelijk: 0.003-<0.03 m <sup>3</sup> /s Laag: <0.003 m <sup>3</sup> /s	Indicatie	Geschiktheidsindex voor warmtewinning uit stedelijk oppervlaktewater (aquathermie) uit Van der Meulen et al., 2022)
<b>Energie o.b.v. osmose</b>	Zoutgradiënt (+)	Geen grenswaarde, hoe groter de zoutgradiënt, hoe beter	Indicatie	Swinkels et al. (2010)
	Debiet (+)	Geen grenswaarde, bv. bij 1:1 menging van zoet en zout water is per MW een aanvoer van 1,42 m <sup>3</sup> zoet water per seconde nodig.	Indicatie	
<b>Klimaatregulering lokaal</b>	Water alleen niet expliciet zo gebruikt en geen waterkwaliteitseisen.			
<b>Waterkwantiteit- en kwaliteitsregulering (aanvoer naar elders)<sup>4</sup></b>	Zoutgehalte (-)	Zoet: < 150 mg Cl/l Matig zoet: 150 - 300 mg Cl/l Licht brak: 300 - 1.000 mg Cl/l Zwak brak: 1.000 - 3.000 mg Cl/l Brak: 3.000 - 10.000 mg Cl/l Sterk brak tot zout > 10.000 mg Cl/l	Indicatie	<a href="#">Zoutgehalte - Rijkswaterstaat Waterinfo (rws.nl)</a> Indeling van RWS van zoet tot zout water.  Belangrijk is dat het inlaatwater geen hogere saliniteit heeft dan het ontvangende water.

<sup>3</sup> Warmte-extractiecapaciteit van het water wordt bepaald door meerdere factoren, waarbij temperatuur en doorstroming de meest bepalende temporeel variabele kenmerken van het water zijn. Een groter oppervlakte kan ongunstige temperatuur en/of doorstroming deels compenseren.

<sup>4</sup> Voorwaarde voor waterinlaat is het voorhanden zijn van een voldoende kwaliteit. (STOWA, <https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/effectiviteit-van-waterinlaat>)

		Voor ontvangend zoet water hanteert RWS: Vanaf 300 mg/l ecologische schade. RWS grijpt in bij > 370 mg/l (NKWK, 2021)			
	Voedselrijkdom water	Inlaatwater mag niet voedselrijker zijn dan ontvangend water.	Indicatie	Expert judgement gebiedsbeheerder en meetgegevens oppervlaktewater (NKWK, 2022)	
<b>Zwemmen (primair contact recreatie)</b>	E. coli bacteriën (-) (Verontreiniging)	Excellent: <500 kve/100ml Goed: 500-<1.000 kve/100ml Redelijk: 1.000-<1.800 kve/100ml Laag: ≥1.800	Vertaling Regelgeving <sup>5</sup>	Geschiktheidsindex zwemmen uit Van der Meulen et al., 2022)	
	Cyanobacteriën / blauwalg (-) (Verontreiniging)	Excellent: <0.5 cyanochlorofyl-a Goed: 0.5-<12.5 µg/l Redelijk: 12.5-<75 µg/l Laag: >75 µg/l	Vertaling Regelgeving <sup>6</sup>		
	pH (optimum 7-8)	Excellent: 7-8 Goed: 6-<7 of >8-9 Redelijk: 5-<6 of >9-9.5 Laag: >9.5 of <5	Indicatie		
	Doorzicht (+)	Excellent: > 4 m of bodem zichtbaar Goed: 2-4 m Redelijk: 1,2-<2 m Laag:<1,2 m	Indicatie/Regelgeving in Canada		
	Temperatuur (+ tot 32°C)	Gezondheidsrisico's bij <15°C of > 32°C <sup>7</sup>	Indicatie		De Jong et al., (2022) op basis van literatuuronderzoek
	Diepte	Excellent: formeel zwemwater Goed: ≥0,75 (diepste punt) en ≤1,4 m (1 m van de kant)	Indicatie		Geschiktheidsindex voor zwemmen uit Van der Meulen et al., 2022. <a href="https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100079">https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100079</a> Diepte i.v.m. veiligheid en fysiek

<sup>5</sup> Criteria zijn gebaseerd op 95<sup>e</sup> percentiel van een meetreeks van meerdere jaren. Voor een formele toetsing aan de Zwemwaterrichtlijn gelden specifieke eisen aan de dataset.

<sup>6</sup> Zie het Blauwalgenprotocol voor het formele toetsingskader.

<sup>7</sup> Dit is met name relevant voor wedstrijden/lange afstand evenementen en extreme vormen van zwemmen zoals winterzwemmen.

		Redelijk: $\geq 0,75$ (diepste punt) $> 1,4$ m (1 m van de kant) Laag: nvt Ongeschikt: $< 0,75$ m (diepste punt)		mogelijkheid om te zwemmen door volwassene
<b>Watersport (secundair contact) bv kano, SUP &amp; Recreatief varen (geen contact met water)</b>	Waterdiepte	SUP: $\geq 0,5$ m	Indicatie	O.b.v. Van der Meulen et al. (2016), gebaseerd op lengte gemiddelde volwassen man en inschatting diepte zwaard.
		Kano: $\geq 0,5$ m	Indicatie	Indicatieve eisen aan de dimensies van een vaarweg voor lokale recreatie (G.Z-h, 2006)
		Kleine recreatievaartuigen: $\geq 1,25$ m	Indicatie	
		Roeiboot: Laag: $< 0,5$ m Redelijk: 0,5-1,0 Goed: 1-2 Excellent: $> 2$	Indicatie	Handboek Roeiaccommodaties Koninklijke Nederlandse Roei Bond (KNRB, 2017).
	Doorvaarthoogte	SUP: $\geq 2,0$ m	Indicatie	O.b.v. Van der Meulen et al. (2016), gebaseerd op lengte gemiddelde volwassen man en inschatting diepte zwaard.
		Kano: $\geq 0,9$ m	Indicatie	Indicatieve eisen aan de dimensies van een vaarweg voor lokale recreatie (G.Z-h, 2006)
		Kleine recreatievaartuigen: $\geq 1,5$ m	Indicatie	
		Roeiboot: Laag: $< 0,8$ m Redelijk: 0,8-1,25 Goed: 1,25-1,65 Excellent: $> 1,65$	Indicatie	Handboek Roeiaccommodaties Koninklijke Nederlandse Roei Bond (KNRB, 2017)
	Waterplanten	SUP: tot $\geq 0,5$ m afwezigheid waterplanten Kano: n.v.t. Kleine recreatievaartuigen: tot $\geq 1,0$ m afwezigheid waterplanten Roeiboot (sport): $> 0,5$ m	Indicatie	Inschatting o.b.v. diepte schroef, roer, vin of zwaard. Voor roeiboot: o.b.v. minimale gewenste waterdiepte (KNRB, 2017)
	<b>Wonen aan water, Recreëren aan water, cultuurhistorie (belevingswaarde)</b>	Stank (-)	Neutraal: niet of nauwelijks Negatief: ja	Indicatie
Doorzicht (+)		Negatief: $< 20$ cm Licht positief: 20-60 cm Sterk positief: $> 60$ cm		
Drijfvuil (-)		Neutraal: niet of nauwelijks		

		Negatief: veel		
	Drijfslaag kroos, flab of wier (-)	Neutraal: 0% bedekking kroos, flab, wier of drijvende waterplanten Negatief: >0-25% <sup>8</sup> Sterk negatief: >25%		
	Drijfplanten-bedekking (+)	Sterk positief: >10%		
	Ondergedoken waterplanten bedekking (+)	Neutraal: 0% Positief: >0-5% Sterk positief: 5-25% Zeer sterk positief: >25%		
	Totaal aantal soorten waterplanten	Neutraal: 0 Sterk positief: 1-3 Zeer sterk positief: > 4		
	Totaal aantal sierlijke soorten waterplanten <sup>9</sup>	Sterk positief: 1 Zeer sterk positief: >2		
<b>Sportvisserij</b>	Aantal vissoorten (+)	Ongunstig: <7 basissoorten stedelijk water Gunstig: alle 7 basissoorten stedelijk water aanwezig Basissoorten stedelijk water: Blankvoorn, Rietvoorn (Ruisvoorn), Brasem, Kolblei, Karper, Snoek, Baars	Indicatie	Persoonlijke communicatie Bert Zoetemeyer (Sportvisserij Nederland, 9 mei 2023); Basisboek Visstandbeheer (Zoetemeyeren Lucas, 2001); Van der Roest en Davids (2017).
	Aantal vissen (+)	Geen kwantitatieve grenswaarde beschikbaar		Van der Roest en Davids (2017); persoonlijke communicatie Bert Zoetemeyer (Sportvisserij Nederland, 9 mei 2023).
	Doorzicht (+)	≥0,40 m		Grenswaarde uit Milieueisen voor ondiep viswater (Zoetemeyer en Lucas (2001); Van der Roest en Davids (2017); <a href="#">Sportvistypen - Sportvisserijonderzoek - Vis &amp; water - Sportvisserij Nederland</a> )

<sup>8</sup> In het document staan alleen eisen voor 0 punten en -2 punten. Tussencategorie is hier zelf uit afgeleid.

<sup>9</sup> STOWA Gebruikershandleiding EBEO STOWA, 2006 bevat een lijst van sierlijke soorten. Zie Bijlage 3.1.a in [Microsoft Word - HANDBOEK.DOC \(wur.nl\)](#)

	Bedekkingspercentage waterplanten	0-10%: Brasem en Snoekbaars 10-20%: Brasem en Blankvoorn 10-60%: Baars en Blankvoorn 60-100%: Ruisvoorn en Snoek		Milieueisen voor ondiep viswatertype (Zoetemeyer en Lucas, 2001). Het gewenste viswatertype hangt af van het type visser.
<b>Goederen- vervoer, personen- vervoer</b>	Waterdiepte (+)	Excellent: $\geq 6,3$ m Goed: $3,1 < 6,3$ m Matig: $1,4 < 3,1$ m Slecht: $0,35 < 1,4$ m Ongeschikt: $< 0,35$ m	Vertaling van richtlijnen voor vaarwegen van RWS	Geschiktheidsindex voor stedelijk transport over water uit Van der Meulen et al., 2022).
	Doorvaarthoogte (+)	Excellent: $\geq 9,1$ m Goed: $4,0 < 9,1$ m Matig: $1,7 < 4,0$ m Slecht: $< 1,7$ m		

## Toelichting

### Irrigatie voedselgewassen

- Grenswaarden zijn afgeleid van grenswaarden voor hergebruik van afvalwater voor irrigatie in de landbouw (EC, 2020). Er zijn geen specifieke richtlijnen beschikbaar voor individueel gebruik in pluk- en moestuinen. Er zijn geen grenswaarden beschikbaar voor gebruik van oppervlaktewater.
- Grenswaarden voor zoutgehalte zijn gebaseerd op de gemiddelde grenswaarden voor 34 gewassen uit Stuyt et al. (2016). Excellent = laagste gemiddelde grenswaarde; Goed = 33<sup>e</sup> percentiel van gemiddelde grenswaarden; Redelijk = 66<sup>e</sup> percentiel van gemiddelde grenswaarden; Laag = hoger dan vorige grenswaarde tot hoogste gemiddelde grenswaarde voor een voedselgewas (tarwe, gerst); Ongeschikt = niet geschikt voor irrigatie. Alle waarden afgerond op 25 naar beneden.

### Irrigatie overige vegetatie

- Grenswaarden voor zoutgehalte zijn gebaseerd op gemiddelde grenswaarden voor 5 bomen en niet-voedselgewassen uit Stuyt et al. (2016). Excellent = geschikt voor alle gewassen; Goed = geschikt voor grasland, bomen en sommige bloemen; Redelijk = geschikt voor grasland, sommige bomen, en tulpen; Laag= alleen geschikt voor grasland; Ongeschikt = niet geschikt voor irrigatie. Alle waarden afgerond op 25 naar beneden.

### Drinkwater

- Overige parameters: de richtlijn bevat ook normen voor: kleurintensiteit, TSS, geleidingsvermogen, sulfaat, fluoride, ammonium, nitraat, fosfaat, opgeloste zuurstof (dissolved oxygen/DO, natrium, ijzer opgelost, mangaan, koper, zink, boor, arseen, cadmium, chroom, lood, seleen, kwik, barium, cyanide, PAKs, gewasbeschermingsmiddelen, enterococci, bacteriën van de coligroep totaal. Norm per stof. Te veel parameters om hier grenswaarden te specificeren.

### Proceswater industrie

- De grenswaarde voor zoutgehalte komt uit Willet et al., (2020), gebaseerd op een classificatie voor de saliniteitsgrens tussen zoet en brakwater (Stuyfzand, 1986). Een hoger zoutgehalte verhoogt de productiekosten omdat er duurdere materialen in de installaties of extra zuiveringsprocessen nodig zijn (van Cleef, 2008; NKWK, 2021).

### Koelwater

- Vanaf een oppervlaktewatertemperatuur van 23°C gelden beperkingen voor lozingen, en dus gebruik als koelwater, ter bescherming van de ecologie (Helpdesk Water RWS <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/watertemperatuur/>). Helpdesk Water (RWS). De norm voor de maximaal toelaatbare watertemperatuur is voor de meeste binnenwateren 28°C en voor de kustwateren 25°C (RIZA, 2005).

### Aquathermie verwarmen

- De grenswaarden in de geschiktheidsindex (Suitability Index Thermal energy extraction) in Van der Meulen et al. (2022) zijn gebaseerd op de invloed van de indicatoren op de warmte-onttrekkingscapaciteit van het water.

### Zwemmen

- De parameters en de grenswaarden in de geschiktheidsindex zwemmen (Suitability Index Recreation) uit Van der Meulen et al., 2022 is gebaseerd op kenmerken van het water die sterk van invloed zijn op veiligheid van zwemmers. Grenswaarden zijn gebaseerd op de Europese Zwemwaterrichtlijn (E. coli), het nationale Blauwalgprotocol
- (cyanobacteriën) en internationale waterkwaliteitsindices voor recreatiewater (pH en doorzicht).

### Watersport roeiboot:

- Grenswaarden voor diepte zijn gebaseerd op de normen voor toerroeien (> 0,5 m) en wedstrijdroeien (minimaal 1 m en optimaal > 2m).
- Grenswaarden voor doorvaarthoogte zijn gebaseerd op de normen voor toerroeien (> 0,8 m) en wedstrijdroeien (minimaal 1,25 m en optimaal > 1,65m).

### Wonen, recreëren aan water

- De grenswaarden zijn een vertaling van indicatoren die de score voor beleving bepalen in de STOWA gebruikershandleiding voor Nederlandse Ecologische Beoordelingssystemen (EBEO) (Franken et al., 2006, Bijlage 6). De STOWA-systematiek bevat een puntensysteem waarbij plus- of minpunten worden toegekend aan verschillende parameters. De onderbouwing van die puntentoekenning wordt in de gebruikershandleiding niet gegeven en zijn destijds als CD-rom geleverd. De vertaling die wij in dit rapport hebben gemaakt: 'positief' en 'negatief' verwijzen naar + of -punten in de berekening van belevingswaarde, 'sterk' positief of negatief verwijst naar 2 punten of meer.

### Sportvisserij

- De genoemde indicatoren zijn de directe eisen die voor vissers de geschiktheid van het watersysteem bepalen. Andere variabelen waarvoor eisen worden genoemd in de gevonden publicaties zijn stuurvariabelen en worden hier daarom niet meegenomen.
- De hoeveelheid vis is belangrijk voor 65-78% van alle typen vissers (Van der Roest en Davids, 2017).
- Diversiteit is voor 61-70% van alle typen vissers (zeevisserij buiten beschouwing) van belang (Van der Roest en Davids, 2017). Hoe groter het aantal soorten, hoe beter (persoonlijke communicatie Bert Zoetemeyer, Sportvisserij Nederland, 9 mei 2023). De genoemde basissoorten zouden moeten kunnen voorkomen in gezond langzaam stromend tot stilstaand ondiep (< 3m water) stedelijk water. Het is gunstig voor visser als ze er allemaal voorkomen; hoe meer, hoe beter (persoonlijke communicatie Bert Zoetemeyer, Sportvisserij Nederland, 9 mei 2023). Deze soorten zijn ook als kenmerkend voor ondiepe wateren beschreven in : Zoetemeyer, R.B. & B.J. Lucas, 2001. Basisboek Visstandbeheer. Hoofdstuk 1.
- Doorzicht ('helderheid van het water') is belangrijk voor 21-50% van alle typen vissers (zeevisserij buiten beschouwing) blijkt uit onderzoek door Van der Roest en Davids (2017). Bovendien is doorzicht van belang voor vliegvisserij omdat zij vissen met imitaties van insecten en vis(larven). Het aas wordt door de vis vooral visueel waargenomen, waardoor deze visteknik het meest effectief is in helder water (Sportvistypen - Sportvisserijonderzoek - Vis & water - Sportvisserij Nederland). De grenswaarde voor doorzicht komt uit Milieueisen voor ondiep viswatertype (Zoetemeyer en Lucas, 2001, hoofdstuk 6). Het bedekkingspercentage waterplanten is afhankelijk van het vistype; de meeste viswatertypen vereisen 10-20%.



Goederen-vervoer, personen-vervoer

- De grenswaarden zijn afkomstig uit de geschiktheidsindex voor stedelijk transport over water uit Van der Meulen et al. (2022). Die geschiktheidsindex bevat ook de parameter breedte; breedte wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat deze niet significant variabel is onder invloed van klimaatverandering.

## Bijlage 3 Effecten klimaatverandering op indicatoren

In deze bijlage zijn de effecten van klimaatverandering op indicatoren samengevat. Het effect is soms duidelijk in één richting. Voor watertemperatuur wordt bijvoorbeeld verwacht dat die stijgt door klimaatverandering. Er zijn ook indicatoren die soms stijgen en soms dalen door klimaatverandering. Doorstroming bijvoorbeeld neemt toe tijdens piekbuien en neemt af tijdens droogte. Beide situaties kunnen door klimaatverandering vaker voorkomen.

In DEEL A is het effect van klimaatverandering op de generieke indicatoren beschreven. Dit zijn de 6 indicatoren die in grote mate de waterkwaliteit bepalen én door klimaatverandering beïnvloed worden.

In DEEL B is het effect van klimaatverandering op de specifieke indicatoren beschreven. Dit zijn indicatoren die de gebruikskwaliteit van het water significant bepalen. Deze indicatoren zijn gekoppeld aan functies in het watersysteem.

In DEEL C is per klimaateffect (hitte, wateroverlast, droogte en waterveiligheid) de richting van het effect bepaald voor elk van de stuurvariabelen. Stuurvariabelen zijn kenmerken van een watersysteem die de toestand van een indicator bepalen én door klimaatverandering beïnvloed worden.

De effecten zijn kort samengevat opgenomen. Voor uitgebreide informatie wordt verwezen naar onderstaande literatuur.

- NKWK, 2022. Stedelijke waterkwaliteit, klimaat en adaptatie - Achtergrondrapportage punt. November 2022.
- NKWK, 2021. Onderzoeksrapport stedelijke waterkwaliteit, klimaat en adaptatie.
- <https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/stedelijke-waterkwaliteit/invloed-klimaatverandering-ecologische-kwaliteit/>

## DEEL A. Indicatoren generiek

Indicator generiek		Effect van klimaatverandering
1	<b>Voedselrijkdom</b>	Bij meer neerslag ( <b>piekbuien</b> ) zullen riooloverstorten vaker in werking treden met een hogere vuilvracht tot gevolg. Ook stromen er meer voedingsstoffen van verhard oppervlak of van het talud naast een watergang af. Denk hierbij aan vogel- en hondenpoep. Door <b>droogte</b> neemt de overstortfrequentie af. Wel is het zo dat als de overstort in werking treedt, de vuilvracht na een periode van droogte zeer groot kan zijn. Ook het inlaatregime kan veranderen. Bij meer neerslag (wateroverlast) is minder inlaatwater nodig. Door droogte is meer inlaatwater nodig, maar dit is niet altijd mogelijk bij watertekort in grote rivieren. Afhankelijk van de kwaliteit van het inlaatwater verandert de belasting op het watersysteem. Bij extreme <b>droogte</b> verliezen bomen eerder hun blad. Dit blad komt dan al in de (na)zomer in de watergang, wanneer de biologische activiteit nog hoog is. Als de <b>watertemperatuur</b> hoger wordt, neemt de biologische activiteit (en daarmee interne belasting) toe.
2	<b>Doorstroming</b>	Bij extreme <b>droogte</b> kunnen watergangen geïsoleerd raken (bijvoorbeeld bij hoog aangelegde duikers of delen van het watersysteem die droogvallen) en de doorstroming afnemen. In warme tijden (hitte) en in droge perioden (droogte) is het vaker nodig om water in te laten ten behoeve van peilhandhaving en behoud van een goede doorstroming (korte verblijftijd). Wanneer rivierwaterstanden laag zijn door droogte of de kwaliteit van het inlaatwater onvoldoende, is het niet altijd mogelijk om water in te laten. Bij meer neerslag ( <b>piekbuien</b> ) vult het systeem met regenwater en neemt de doorstroming toe, tenzij de huidige dimensies van een duiker niet meer toereikend om al het water goed af te voeren.
3	<b>Watertemperatuur</b>	De gemiddelde luchttemperatuur ( <b>hitte</b> ) neemt toe en daarmee ook de watertemperatuur. De diepte van een watergang kan door verdamping ( <b>hitte</b> ) en droge perioden ( <b>droogte</b> ) flink afnemen, wat een toename in watertemperatuur versnelt. Voor wateren die afhankelijk zijn van kwel (en daarbij relatief koud water ontvangen) geldt dat in droge perioden (droogte) de kweldruk afneemt en het watersysteem niet meer profiteert van de koude toevoer.
4	<b>Zuurstofgehalte</b>	Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) zullen riooloverstorten vaker in werking treden. Door <b>droogte</b> neemt de overstortfrequentie af. Wel is het zo dat als de overstort in werking treedt, de vuilvracht na een periode van droogte zeer groot kan zijn. Bij extreme droogte verliezen bomen eerder hun blad. Dit blad komt dan al in de (na)zomer in de watergang, wanneer de biologische activiteit nog hoog is. Een grote vracht van organisch materiaal leidt tot een tijdelijke grote zuurstofvraag met zeer lage concentraties tot gevolg. Dit is nog extra het geval wanneer het oppervlaktewater opwarmt ( <b>hitte</b> ).
5	<b>Zoutgehalte</b>	De zouttong dringt verder het land in door lage waterstanden in rivieren ( <b>waterveiligheid</b> en <b>droogte</b> ). Ook door zeespiegelstijging ( <b>waterveiligheid</b> ) is er meer zoute kwel. Wanneer water verdampt ( <b>hitte</b> en <b>droogte</b> ) neemt het zoutgehalte toe in het oppervlaktewater.
6	<b>Verontreiniging</b>	Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) spoelt aanwezige verontreiniging meer af naar het oppervlaktewater vanaf verhard oppervlak en het talud. Denk hierbij aan vogel- en hondenpoep. Ook zullen riooloverstorten vaker in werking treden. Door droogte neemt de overstortfrequentie af. Wel is het zo dat als de overstort in werking treedt, de vuilvracht na een periode van droogte zeer groot kan zijn. Wanneer water verdampt (hitte en droogte) neemt de concentratie van verontreinigingen toe in het oppervlaktewater.

## DEEL B. Indicatoren specifiek

Indicator specifiek		Effect van klimaatverandering
1	<i>E.coli</i>	<i>E. coli</i> kent meerdere bronnen: riooloverstorten, afvalwaterzuiveringen, zwemmers, dieren in of bij het water en (incidentele) lozingen vanuit recreatievaart. Bij <b>piekbuien</b> zullen riooloverstorten vaker in werking treden en spoelt ontlasting van de waterkant het water in. Door <b>droogte</b> neemt de overstortfrequentie af. Bij warmer weer ( <b>hitte</b> ) verblijven vogels dicht bij het water waarmee de belasting via vogelpoep groter is. Een toename van zwemmers en kan ook leiden tot hogere fecale verontreiniging en <i>E. coli</i> uit sediment vrij laten komen.
2	<b>Legionella</b>	Legionella is een bacterie die van nature voorkomt in oppervlaktewater. Meestal is de hoeveelheid bacteriën zo klein dat deze geen infectie veroorzaakt bij de mens. De bacterie vormt pas een probleem wanneer deze zich heeft kunnen vermenigvuldigen. Dit gebeurt in stilstaand water waarvan de temperatuur tussen de 20° à 50°C is. Wanneer van dit water hele fijne waterdruppeltjes worden ingeademd, kan dit een infectie veroorzaken. Door toenemende watertemperatuur ( <b>hitte</b> ) neemt de concentratie Legionella toe.
3	<b>Cyanobacteriën</b>	Onder invloed van klimaatverandering kunnen meer voedingsstoffen in het water terechtkomen, waardoor de concentratie fosfor en stikstof in het water hoger wordt. Eutrofiëring stimuleert de groei van blauwalg (cyanobacterien), wat versterkt wordt wanneer het water warm is ( <b>hitte</b> ). Blauwalgen groeien vaak beter dan andere vormen van fytoplankton, onder andere doordat ze aan het wateroppervlak dikke drijflagen kunnen vormen. Daarmee geven ze schaduw aan fytoplanktonsoorten die eronder liggen, waardoor die minder goed groeien. Ook kan klimaatverandering leiden tot een langer groeiseizoen. Daardoor kan er in het voorjaar en najaar meer fytoplankton groeien.
4	<b>Troebelheid</b>	Bij een hogere watertemperatuur ( <b>hitte</b> ) neemt de concentratie aan chlorofyl-a (hoeveelheid algen) toe en daarmee de troebelheid van het systeem. Ook na <b>piekbuien</b> neemt vertroebeling (tijdelijk) toe door afspoeling en opwerveling.
5	<b>Doorzicht</b>	
6	<b>Zuurgraad</b>	De pH kan stijgen als gevolg van klimaatverandering door een toename van de fotosynthese (meer <b>instraling</b> ), wat nauw samenhangt met carbonaatevenwichten, de verlenging van het groeiseizoen en een toename van de verwerking en daardoor een toename van de depositie van basische kationen, resulterend in een verhoging van de alkaliniteit. Een hogere pH versnelt de afbraak van organisch materiaal.
7	<b>Waterdiepte</b>	Bij <b>droogte</b> neemt de waterdiepte af wanneer het niet mogelijk is om via het inlaten van water het peil te handhaven. Tijdelijk kan de waterdiepte ook toenemen door <b>piekbuien</b> .
8	<b>Doorvaarhoogte</b>	Door <b>droogte</b> daalt de waterstand wanneer het niet mogelijk is om via het inlaten van water het peil te handhaven. De doorvaarhoogte wordt dan groter. Tijdelijk kan de waterdiepte ook toenemen door piekbuien wat leidt tot een lagere doorvaarhoogte, maar afvoer van water is vaak wel mogelijk.
9	<b>Vrij deel waterkolom</b>	<b>Zachtere winters</b> hebben invloed op de waterplanten in stedelijk water: planten die overwinteren in of op het water profiteren het meest van zachte winters. Er is een afname in ondergedoken soorten door dominantie van drijvende waterplanten.
10	<b>Stank</b>	Er is een toename van vissterfte door zuurstofloosheid en blauwalgenbloei door hogere temperaturen ( <b>hitte</b> ) en eutrofiëring. Deze incidenten leiden voor kortere of langere tijd tot stank.
11	<b>Drijfvuil</b>	In zomers die warmer zijn ( <b>hitte</b> ) verblijven meer mensen op en om het water, met een grotere vuilvracht tot gevolg. Ook bij <b>piekbuien</b> en stormen komt vuil mogelijk in oppervlaktewater terecht.
12	<b>Drijf laag kroos/flab/wier</b>	Onder invloed van klimaatverandering kunnen meer voedingsstoffen in het water terechtkomen, waardoor de concentratie fosfor en stikstof in het water hoger wordt. Eutrofiëring stimuleert de groei van kroos, flab en wieren, wat versterkt wordt wanneer het water warm is ( <b>hitte</b> ). <b>Zachtere winters</b> hebben invloed op de waterplanten in stedelijk water: planten die overwinteren in of op het water profiteren het meest van zachte winters. Zo neemt kroos in kleine stadswateren toe doordat de plant bij zachte winters niet meer afsterft.
13	<b>Drijfplantenbedekking</b>	<b>Zachtere winters</b> hebben invloed op de waterplanten in stedelijk water: planten die overwinteren in of op het water profiteren het meest van zachte winters. Zo neemt kroos in kleine stadswateren toe doordat de plant bij zachte winters niet meer afsterft.
14	<b>Ondergedoken waterplantenbedekking</b>	<b>Zachtere winters</b> hebben invloed op de waterplanten in stedelijk water: planten die overwinteren in of op het water profiteren het meest van zachte winters. Er is een afname in ondergedoken soorten door dominantie van drijvende waterplanten. Anderzijds kunnen ondergedoken waterplanten flink gaan woekeren onder invloed van eutrofiëring in combinatie met warmer ( <b>hitte</b> ) water.
15	<b>Soortenrijkdom waterplanten</b>	Doordat door klimaatverandering de concentratie stikstof en fosfor in het water hoger wordt, neemt de diversiteit aan waterplanten af. Als waterplanten nog nét de concurrentiestrijd om nutriënten winnen van algen kan er een dominante watervegetatie ontstaan. Vaak is het watersysteem al troebeler geworden en valt er weinig licht op de bodem. Woekerende soorten zoals Waterpest en Grof hoornblad hoeven niet of nauwelijks in de bodem te wortelen en hebben weinig lichtinval nodig om te groeien. Daardoor zullen ze soorten die in de bodem wortelen en langzaam groeien wegconcurreren. Dit effect wordt nog versterkt doordat deze woekerende soorten in de winter niet meer afsterven.
16	<b>Soortenrijkdom sierlijke waterplanten</b>	Doordat door klimaatverandering de concentratie stikstof en fosfor in het water hoger wordt, neemt de diversiteit aan waterplanten af. Planten die het beste gebruik kunnen maken van eutrofe omstandigheden gaan woekeren. Dit zijn meestal niet de sierlijke waterplanten, maar bijvoorbeeld waterpest of grof hoornblad.
17	<b>Soortenrijkdom vissen</b>	Klimaatverandering heeft niet alleen invloed op vissterfte, maar ook op de samenstelling van vissoorten. Koudeminnende vissoorten kunnen lokaal verdwijnen. Er zullen meer bentische vissen komen, zoals karper en brasem. Dat zijn vissen die op of bij de bodem leven. Daarnaast leiden hogere temperaturen tot een langere paaitijd, waardoor er langere tijd kleine vissen in het oppervlaktewater zwemmen.
18	<b>Aantal vissen</b>	Door klimaatverandering zal er in de zomer meer vissterfte plaatsvinden en in de winter juist minder. In de zomer neemt de vissterfte toe doordat er bij hoge temperaturen ( <b>hitte</b> ) en in stilstaand water zuurstofloosheid kan optreden. Vissterfte in de winter, als er lange tijd ijs met sneeuw ligt, neemt af omdat lange ijsperiodes steeds minder vaak voorkomen.

DEEL C. Stuurvariabelen

Indicator	Stuurvariabele	Invloed van klimaatverandering op de stuurvariabelen				Verklaring	Literatuur	
		Hitte	Wateroverlast	Droogte	Waterveiligheid			
1	Voedselrijkdom	Voedselrijkdom bodem (type)					Klimaatverandering heeft geen invloed op het aanwezige bodemtype.	
		Riooloverstort		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) zullen riooloverstorten vaker in werking treden. Door <b>droogte</b> neemt de overstortfrequentie af. Wel is het zo dat als de overstort in werking treedt, de vuilvrucht na een periode van droogte zeer groot kan zijn.	
		Inlaat (voedselrijk) water		A	T	A	Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) is minder inlaat nodig. Door <b>droogte</b> is meer inlaat nodig, maar niet altijd mogelijk bij watertekort in grote rivieren ( <b>waterveiligheid</b> ).	
		Voedselrijkdom bodem (slib)		T			Door piekbuien ( <b>wateroverlast</b> ) stroomt meer organisch materiaal af van verhard oppervlak of komt via riooloverstort in het water.	
		Afspoeling hondenpoep		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) spoelt aanwezige hondenpoep meer af naar het oppervlaktewater. Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige hondenpoep minder af naar het oppervlaktewater.	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135416301324">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135416301324</a>
		Instream vogelpoep	T	T	A		Tijdens hete dagen ( <b>hitte</b> ) neemt het aantal vogels dat in of op het water verblijft toe. Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) neemt afspoeling van vogelpoep toe. Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige vogelpoep minder af naar het oppervlaktewater.	
		Bemesting omgeving		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) spoelen toegepaste meststoffen meer af naar het oppervlaktewater. Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige mest minder af naar het oppervlaktewater.	
		Bladinvall			T		Bij extreme <b>droogte</b> verliezen bomen eerder hun blad. Dit blad komt dan al in de (na)zomer in de watergang, wanneer de biologische activiteit nog hoog is	
2	Doorstroming	Doodlopende watergang			T		Bij extreme <b>droogte</b> kunnen watergangen geïsoleerd raken (bijvoorbeeld bij hoog aangelegde duikers of delen van het watersysteem die droogvallen)	
		Inlaat water	T	A	T		In warme tijden ( <b>hitte</b> ) en in droge perioden ( <b>droogte</b> ) is het vaker nodig om water in te laten ten behoeve van peilhandhaving. Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) vult het systeem met regenwater en is inlaat minder nodig.	
		Grondwateraanvoer		T	A	T	In droge perioden ( <b>droogte</b> ) neemt kweldruk af. Tijdens natte winters ( <b>wateroverlast</b> en <b>waterveiligheid</b> ) neemt de kweldruk toe door hoge rivierstanden.	<a href="https://edepot.wur.nl/53002">https://edepot.wur.nl/53002</a>
		Weerstand onderste waterlaag door waterplanten	T				Het groeiseizoen start eerder ( <b>hitte</b> ) en waterplanten kunnen daarmee een grotere biomassa ontwikkelen. Door de zachtere winters is er minder afsterving in de winter.	
		Weerstand bovenste waterlaag door duikerligging	T				Door hogere temperaturen ( <b>hitte</b> ) is meer drijvend organisch materiaal, als kroos en flab, aanwezig dat zich ophoopt bij duikers die te laag liggen.	
		Weerstand door krappe duiker		T			Door meer neerslag en piekbuien ( <b>wateroverlast</b> ) zijn de huidige dimensies van een duiker niet meer toereikend om al het water goed af te voeren.	
3	Watertemperatuur	Diepte	T		A		De diepte van een watergang kan door verdamping ( <b>hitte</b> ) en droge perioden ( <b>droogte</b> ) flink afnemen, voornamelijk in wateren zonder mogelijkheden het peil te handhaven.	
		Inval zonlicht					Klimaatverandering heeft geen invloed op de inval van zonlicht	
		Aanvoer koud kwelwater		T	A	T	In droge perioden ( <b>droogte</b> ) neemt kweldruk af. Tijdens natte winters ( <b>wateroverlast</b> en <b>waterveiligheid</b> ) neemt de kweldruk toe door hoge rivierstanden.	
		Luchttemperatuur	T				De gemiddelde luchttemperatuur ( <b>hitte</b> ) neemt toe	<a href="https://www.klimaatadaptatienederland.nl">Hoeveel warmt de aarde op? - Klimaatadaptatie (klimaatadaptatienederland.nl)</a>
4	Zuurstofgehalte	Organische belasting via riooloverstort		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) zullen riooloverstorten vaker in werking treden. Door <b>droogte</b> neemt de overstortfrequentie af. Wel is het zo dat als de overstort in werking treedt, de vuilvrucht na een periode van droogte zeer groot kan zijn.	
		Organische belasting via bladinvall			T		Bij extreme <b>droogte</b> verliezen bomen eerder hun blad. Dit blad komt dan al in de (na)zomer in de watergang, wanneer de biologische activiteit nog hoog is	
		Organische belasting via vogelpoep	T	T	A		Tijdens hete dagen ( <b>hitte</b> ) neemt het aantal vogels dat in of op het water verblijft toe. Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) neemt afspoeling van vogelpoep toe. Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige vogelpoep minder af naar het oppervlaktewater.	
		Zuurstofverbruik waterplanten	T				Het groeiseizoen start eerder ( <b>hitte</b> ) en waterplanten kunnen daarmee een grotere biomassa ontwikkelen. Door de zachtere winters is er minder afsterving in de winter.	
		Watertemperatuur	T				De gemiddelde luchttemperatuur ( <b>hitte</b> ) neemt toe en oppervlaktewater daarmee ook	

DEEL C. Stuurvariabelen

Indicator	Stuurvariabele	Invloed van klimaatverandering op de stuurvariabelen				Verklaring	Literatuur
		Hitte	Wateroverlast	Droogte	Waterveiligheid		
5	Zoutgehalte			T	T	De zouttong dringt verder het land in door lage waterstanden in rivieren ( <b>waterveiligheid</b> en <b>droogte</b> ).	
	Inlaat oppervlaktewater	T		A	A	Door neerslagtekort in de zomer ( <b>droogte</b> ) met lage rivierwaterstanden ( <b>waterveiligheid</b> ) en snellere verdamping (hitte) is er minder zoet water beschikbaar om in te laten (de zouttong dringt verder het land in).	
	Kwel		T	A	T	In droge perioden ( <b>droogte</b> ) neemt kweldruk af. Tijdens natte winters ( <b>wateroverlast</b> en <b>waterveiligheid</b> ) neemt de kweldruk toe door hoge rivierstanden. Ook door zeespiegelstijging ( <b>waterveiligheid</b> ) is er meer zoute kwel.	<a href="https://edepot.wur.nl/53002">https://edepot.wur.nl/53002</a>
6	Afspoeling van verhard oppervlak		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) spoelt aanwezige verontreiniging meer af naar het oppervlaktewater. Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige verontreiniging minder af naar het oppervlaktewater.	
	Openheid verhard oppervlak					Klimaatverandering heeft geen invloed op de openheid van verhard oppervlak.	
	Riooloverstort		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) zullen riooloverstorten vaker in werking treden. Door <b>droogte</b> neemt de overstortfrequentie af. Wel is het zo dat als de overstort in werking treedt, de vuilvracht na een periode van droogte zeer groot kan zijn.	
	Afspoeling hondenpoep		T	A		Bij meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ) spoelt aanwezige hondenpoep meer af naar het oppervlaktewater. Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige hondenpoep minder af naar het oppervlaktewater.	
	Instroom vogelpoep	T	T	A		Toename van aantal vogels dat in of op het water verblijft tijdens hete dagen ( <b>hitte</b> ) en toename afspoeling vogelpoep door meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ). Door <b>droogte</b> spoelt aanwezige vogelpoep minder af naar het oppervlaktewater.	
	Scheepvaart	T				Recreatievaart neemt toe als gevolg van warme zomers ( <b>hitte</b> ).	
	Onkruidbestrijdingsmiddelen	T	T	A		Een warmer klimaat ( <b>hitte</b> ) is positief voor onkruidsoorten en heeft mogelijk negatief effect op effectiviteit van bepaalde bestrijdingsmiddelen waardoor alternatieven nodig zijn. Er is een toename van afspoeling van bestrijdingsmiddelen door meer neerslag ( <b>wateroverlast</b> ). Door <b>droogte</b> spoelen de bestrijdingsmiddelen minder af naar het oppervlaktewater. Kanttekening: het gebruik van verontreinigende bestrijdingsmiddelen is een beleidskeuze.	<a href="https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00095/full">https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00095/full</a> of <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211315001297">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211315001297</a>
	Lekkage riolering		T	T	T	In gebieden onder invloed van zeespiegelstijging ( <b>waterveiligheid</b> ) leiden hogere grondwaterstanden tot schade aan rioolbuizen. Ook <b>wateroverlast</b> brengt schade met zich mee door toegenomen belasting, vaker blokkades en schade door instromend (storm)afval. Bij <b>droogte</b> kan afvalwater met hogere concentraties afvalstoffen leiden tot toegenomen corrosie en daarmee lekkage.	Hughes et al 2021 ( <a href="https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100262">https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100262</a> )
Zwemmers	T				Het aantal zwemmers neemt toe door warmer weer en hittegolven ( <b>hitte</b> ). Het aantal gezondheidsklachten neemt ook toe.	<a href="https://magazines.rivm.nl/2020/09/infectieziekten-bulletin/gezondheidsklachten-door-waterrecreatie-de-zomers-van-2017-2018-en">https://magazines.rivm.nl/2020/09/infectieziekten-bulletin/gezondheidsklachten-door-waterrecreatie-de-zomers-van-2017-2018-en</a>	

# Bijlage 4 Handreiking Verkenning Klimaat effecten Stedelijk Water

Handreiking Verkenning Klimaat effecten Stedelijk Water

## Inleiding

Binnen het NKWK-KBS onderzoeksprogramma Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat, en Adaptatie (SWKA) wordt onderzoek gedaan naar de invloed van klimaatverandering en klimaatadaptatiemaatregelen op stedelijke waterkwaliteit, en het toegankelijk en bruikbaar maken van deze kennis voor partijen zoals waterschappen en gemeenten. In 2022 is het **Kennisdocument Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Water** (ofwel: Kennisdocument) opgeleverd. Dit is een interactieve tool waarmee de kwetsbaarheid van de waterkwaliteit van stedelijk water voor klimaatverandering en klimaatadaptatie kan worden beoordeeld. In 2023 is informatie over grenswaarden van waterkwaliteitsindicatoren voor verschillende in stedelijk gebied voorkomende watertypen en functies verzameld. Met die informatie is de **Tool Gebruiksfuncties en Grenswaarden Stedelijk Water** (ofwel: Tool Grenswaarden) ontwikkeld. Deze **Handreiking Verkenning Klimaat effecten Stedelijk Water** (ofwel: Handreiking) geeft in stappen aan op welke wijze beide instrumenten kunnen worden toegepast om een beeld te krijgen van de waterkwaliteit in een stedelijk watersysteem.

## Aanpak algemeen

Het hieronder beschreven stappenplan is geen keurslijf. Je kunt bij het doorlopen van de stappen 'uitstapjes' maken, aanvullende informatie zoeken en toevoegen, en onderdelen die je niet relevant vindt overslaan. Aanbevolen wordt om voor elke stap te registreren wat je hebt gedaan en wat het resultaat is. Bij de beschrijving van de stappen staat beschreven welke documenten en experts kunnen worden geraadpleegd voor het uitwerken van de stappen. Voor het zorgvuldig doorlopen van de stappen is gemiddeld één à twee dagen nodig.

## Stappenplan

**Stap 1.** Geef een korte beschrijving van het te onderzoeken watersysteem, geef het weer op kaart.

In stap 1 wordt de hydrologische situatie in beeld gebracht: hoe wordt het systeem gevoed, is het systeem geïsoleerd of is er sprake van doorstroming, etc. Deze factoren hebben direct of indirect invloed op de waterkwaliteit in het te onderzoeken watersysteem. Raadpleeg voor deze stap experts binnen de gemeente of het waterschap op het gebied van waterkwaliteit, hydrologie en/of rioolbeheer. Een voorbeeld van welke informatie nodig is voor de beschrijving van het watersysteem staat in het kader hieronder.

### Voorbeeld casus van de Gemeente Utrecht

Het Wilhelminapark heeft 1,55 hectare aan onder gemeentebeheer vallend oppervlaktewater; de vijver in het Wilhelminapark meet **circa 11.240 m<sup>2</sup>**, de watergangen 'Koningssloot' en de twee naast de 'Wilhelminaparkweg' gelegen 'kommetjes' voegen daar nog 4.270 m<sup>2</sup> aan toe. Het Wilhelminapark valt in peilgebied UKR\_001 met een **flexibel peil** tussen NAP +0,53 m en NAP +0,64 m.

Het maaiveld in het Wilhelminapark loopt af richting de vijver. Het maaiveld in het park ligt veelal op een hoogte variërend tussen NAP +1,50 m en NAP +1,90 m. Rond de vijver is de **maaiveldhoogte** tussen de NAP +1,10 m en NAP +1,30 m.

Door de jaren heen zijn er verschillende **aanvoerroutes** geweest vanuit omliggend water naar het watersysteem in het Wilhelminapark. Voorheen werd water uit de Zilveren Schaats via een persleiding naar de noordelijke kop van de Konings sloot gebracht. Deze aanvoer is in 2013 gewijzigd naar aanvoer vanuit de Minstream met een inlaat in de noordelijke en de zuidelijke kop van de Konings sloot via een persleiding. Tussen 2013 en 2019 werd water vanuit de Minstream ingelaten in het Wilhelminapark. In 2019 is de toevoer vanuit de Minstream stopgezet met als doel een gesloten systeem van de wateren in het Wilhelminapark te maken.

Vanuit de grote vijver stroomt het water onder de brug van het Loolaantje door, hier komt het water in het gedeelte van het watersysteem wat bekend staat als de 'kommetjes'. Onder de straat Wilhelminapark stroomt het water door een duiker. Deze duiker zit frequent verstopt en vormt daarmee een **barrière** tussen de kommetjes en de vijver. Deze duiker is vermoedelijk gezakt en ligt relatief laag, ook dit belemmert een goede **doorstroming**.

De wateren in het Wilhelminapark staan echter in verbinding met de zuidelijk gelegen Minstream, deze **verbinding** betreft een overstort (NAP +0,58 m) met een inkeping van circa 15 cm diep en 60 cm breed. Het water voert overwegend af richting de Minstream, echter als de waterstand in de Minstream hoger is wordt het systeem van het Wilhelminapark **gevoed met (voedselrijk) water** vanuit de Minstream (peilgebied UKR\_001).

## Stap 2. Geef karakterisering van de omgeving.

Geef aan welke functies er in de omgeving zijn, zoals een recreatieve functie (bijvoorbeeld zwemmen, recreatievaart, sportvoorzieningen, evenementen, hondenuitlaatplaatsen), woonfunctie, natuurfunctie en/of cultuur-historische functie.

Geef aan of er mogelijk sprake is van invloed op (onderdelen van) het watersysteem en dan met name op de waterkwaliteit. Zijn er vooraf al bepaalde factoren (stuurvariabelen) bekend die mogelijk bijdragen aan een slechtere waterkwaliteit, zoals bladnval, afspoeling van honden- of vogeluitwerpselen, inlaat van voedselrijk water, etc.? In het **Kennisdocument** staat een overzicht met stuurvariabelen die mogelijk kunnen bijdragen aan de waterkwaliteit (zie ook het overzicht hieronder). Raadpleeg voor deze stap experts binnen de gemeente of het waterschap op het gebied van waterkwaliteit, ecologie, hydrologie en/of rioolbeheer.



NP Voedselrijkdom	Zuurstofgehalte	Verontreiniging	Doorstroming	Watertemperatuur
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Voedselrijkdom bodem (type)</li> <li><input type="checkbox"/> Riooloverstort</li> <li><input type="checkbox"/> Inlaat (voedselrijk) water</li> <li><input type="checkbox"/> Voedselrijkdom bodem (slib)</li> <li><input type="checkbox"/> Afspoeling hondenpoep</li> <li><input type="checkbox"/> Instroom vogelpoep</li> <li><input type="checkbox"/> Bemesting omgeving</li> <li><input type="checkbox"/> Bladinval</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Organische belasting via riooloverstort</li> <li><input type="checkbox"/> Organische belasting via bladinval</li> <li><input type="checkbox"/> Organische belasting via vogelpoep</li> <li><input type="checkbox"/> Zuurstofverbruik waterplanten</li> <li><input type="checkbox"/> Watertemperatuur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Afspoeling van verhard oppervlak</li> <li><input type="checkbox"/> Openheid verhard oppervlak</li> <li><input type="checkbox"/> Riooloverstort</li> <li><input type="checkbox"/> Afspoeling hondenpoep</li> <li><input type="checkbox"/> Instroom vogelpoep</li> <li><input type="checkbox"/> Scheepvaart</li> <li><input type="checkbox"/> Onkruidbestrijdingsmiddelen</li> <li><input type="checkbox"/> Lekkage riolering</li> <li><input type="checkbox"/> Zwemmers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Doodlopende watergang</li> <li><input type="checkbox"/> Inlaat water</li> <li><input type="checkbox"/> Grondwateraanvoer</li> <li><input type="checkbox"/> Weerstand onderste waterlaag door waterplanten</li> <li><input type="checkbox"/> Weerstand bovenste waterlaag door duikerligging</li> <li><input type="checkbox"/> Weerstand door krappe duiker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Diepte</li> <li><input type="checkbox"/> Inval zonlicht</li> <li><input type="checkbox"/> Aanvoer koud kwelwater</li> <li><input type="checkbox"/> Luchttemperatuur</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;"> <p style="text-align: center;">Zoutgehalte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Zouttong</li> <li><input type="checkbox"/> Inlaat oppervlaktewater</li> <li><input type="checkbox"/> Kwel</li> </ul> </div>

Stel voor de relevante stuurvariabelen uit het overzicht het volgende type vragen om inzicht te krijgen in de relatie stuurvariabelen – waterkwaliteit:

- Is er bijvoorbeeld een hondenuitlaatveld in de buurt van een waterlichaam aanwezig en kan afspoeling van hondenpoep mogelijk bijdragen aan een slechtere waterkwaliteit?
- Heeft afgekoppeld regenwater in naburige wijken mogelijk invloed op de waterkwaliteit van het te onderzoeken watersysteem?
- Zijn er veel bomen aanwezig nabij een waterlichaam en is er daardoor sprake van veel bladinval?
- Wordt er in droge perioden water ingelaten in het gebied uit bepaalde waterlichamen waarvan bekend is dat de waterkwaliteit over het algemeen slecht is?
- Is er sprake van beperkte doorstroming waardoor water voor een langere periode stilstaat in het te onderzoeken watersysteem?

Raadpleeg het **Kennisdocument** voor meer informatie over elk van de stuurvariabelen en de mogelijk relatie tussen de stuurvariabelen en de waterkwaliteit in het onderzoeksgebied (zie voor een voorbeeld de figuur hieronder).

## Stuurvariabele: Inlaat (voedselrijk) water

Het inlaten van water vanuit een hoofdwatersysteem is vaak nodig ten behoeve van peilhandhaving. Wanneer het inlaatwater meer nutriënten bevat dan het ontvangende water, vindt (externe) eutrofiëring plaats. Gevolg van eutrofiëring is overlast van bijvoorbeeld kroos, (blauw)alg of woekering van waterplanten.

**Wat is het effect van klimaatverandering op de inlaat van (voedselrijk) water?**

**Welke klimaatadaptatiemaatregelen hebben invloed op de inlaat van voedselrijk water?**

Voor deze stuurvariabele geldt dat er geen directe link met een klimaatadaptatiemaatregel aanwezig is.

**\*Wat zijn kwetsbaarheidsklassen?**

De toestand van een stuurvariabele is bepalend voor de invloed die het heeft op de waterkwaliteit. Deze invloed kan neutraal of positief zijn en de stuurvariabele maakt het systeem dan niet kwetsbaar voor negatieve effecten door klimaatverandering. De invloed kan ook (zeer) negatief zijn en dan maakt de stuurvariabele het systeem (zeer) kwetsbaar voor negatieve effecten door klimaatverandering. De vuistregels in het kader hiernaast helpen de kwetsbaarheid door deze specifieke stuurvariabele te bepalen.

**Deze stuurvariabele bepaalt (mede) de toestand van onderstaande indicatoren**

Klik op één van onderstaande indicatoren voor meer informatie

- NP** Voedselrijkdom
- Doorstroming
- Zoutgehalte

**Welke typen maatregelen kunnen worden getroffen om waterkwaliteitseffecten te verminderen?**

Klik op één van de clusters hieronder voor meer informatie

- Cluster: [Beheer en Onderhoud](#)
- Cluster: [Communicatie en Acceptatie](#)
- Cluster: [Hydrologisch functioneren](#)
- Cluster: [Inrichting](#)
- Cluster: [Waterketen](#)
- Cluster: [Alternatief gebruik](#)

**Wat is de kwetsbaarheid van mijn watersysteem voor deze stuurvariabele?**

Kwetsbaarheidsklassen\* van de stuurvariabele:

<b>zeer kwetsbaar</b>
inlaat van water dat veel voedselrijker is dan ontvangend water
inlaatwater overschrijdt kritische belasting meer dan 1,5 keer
<b>kwetsbaar</b>
inlaat van water dat een beetje voedselrijker is dan ontvangend water
inlaatwater overschrijdt kritische belasting 1-1,5 keer
<b>niet kwetsbaar</b>
inlaat van water dat niet voedselrijker is dan ontvangend water
inlaatwater overschrijdt kritische belasting niet

### Stap 3. Benoem de functies.

In stap 3 worden de functies van het watersysteem in kaart gebracht. Welke functies zijn in de huidige situatie toegekend aan (onderdelen van) het watersysteem (zie overzicht hieronder)? Zijn er wensen voor andere functies? Afhankelijk van het type watersysteem kunnen er ook meerdere functies worden geselecteerd.

Functies watersysteem
Irrigatie voedselgewas
Irrigatie overige vegetatie
Drinkwater
Proceswater industrie (onttrekking)
Koelwater industrie (energie)
Aquathermie koelen
Aquathermie verwarmen
Energie o.b.v osmose

<b>Functies watersysteem</b>
Waterkwantiteits- en kwaliteitsregulering
Zwemmen (primair contact)
Watersport (secundair contact) & varen
Wonen/recreëren aan water, cultuurhistorie
Sportvisserij
Goederen- en personenvervoer

**Stap 4.** Zoek voor de genoemde functies (stap 3) grenswaarden van generieke en specifieke indicatoren op.

Gebruik voor stap 4 de **Tool Grenswaarden**. In de **Tool Grenswaarden** kunnen de genoemde functies (stap 3) en de bijbehorende grenswaarden worden geselecteerd.

**Stap 5.** Zoek voor (de onderdelen van) het watersysteem op welk watertype van toepassing is.

In stap 5 wordt het watertype van het te onderzoeken watersysteem in beeld gebracht. Welk watertype uit de tabel hieronder past het beste bij het watersysteem?

<b>Watertype</b>	<b>KRW-waterlichaam type</b>	<b>Korte omschrijving</b>
Vijver	M11 (zand/klei) of M25 (veen)	Door mens aangelegd, polygone vorm. Ligging vaak in parkachtige omgeving, minder dan 3 m diep.
Plas	M14 (ondiep) of M20 (diep)	Met water aangevulde uitgraving ingericht voor natuur en recreatie. Oppervlakte 0,5 – 100 km <sup>2</sup> . M14-type is ondiep (<3 m) en M20-type is diep (> 3 m)
Gracht/singel	M6	Aangelegde waterweg met (meestal) cultuurhistorische waarde die wordt gebruikt voor afwatering en transport.
Midden-benedenloop	of R5 (zand/klei) of R12 (veen)	Watergang met variatie in stroming en afvoer. Vaak beeldbepalend in een dorp of stad.

Watertype	KRW-waterlichaam type	Korte omschrijving
Smalle sloot	M1 (zand/klei) of M8 (veen)	Een sloot is een ondiep gegraven watergang die dient om overtollig water af te voeren om wateroverlast te voorkomen. Het is een permanente watergang minder dan 8 m breed.
Brede sloot	M3 (zand/klei) of M10 (veen)	Een sloot is een ondiep gegraven watergang die dient om overtollig water af te voeren om wateroverlast te voorkomen. Het is een permanente watergang tussen 8 en 15 m breed.
(Afvoer)kanaal	M7	Een kanaal is een gegraven lijnvormig waterweg voor verkeer, afwatering of bevoeiing en verbindt plaatsen en/of gebieden over grotere afstanden. Meer dan 15 m breed.
Zwak brakke wateren	M30	Vormen en dimensies zijn zeer verschillend: kreekrestanten, inlagen, poelen en welen, plassen, sloten, kanalen, jonge duinplassen en incidenteel door getijdenwater overspoelde dobben en plassen op kwelders.

**Stap 6.** Zoek voor de genoemde watertypen (stap 5) grenswaarden van algemene indicatoren grenswaarden op.

Gebruik voor stap 6 de **Tool Grenswaarden**. In de **Tool Grenswaarden** kunnen de genoemde watertypen (stap 5) en de bijbehorende grenswaarden worden geselecteerd.

**Stap 7.** Inventariseer welke gegevens van (onderdelen van) het watersysteem binnen uw organisatie, bij het waterschap of elders beschikbaar zijn.

Inventariseer welke gegevens er beschikbaar zijn voor de generieke en specifieke indicatoren die zijn weergegeven in het **Kennisdocument** en de **Tool Grenswaarden**. Raadpleeg hiervoor de documenten en de experts zoals weergegeven in de tabel hieronder. Geef in deze stap ook aan welke gegevens ontbreken. Doe zo mogelijk een inschatting op basis van expert judgment. De verzamelde gegevens worden in de volgende stap vergeleken met de grenswaarden van de geselecteerde functies en watertypen.

	Type informatie/ data	Expertise(s)	Data- en informatiebronnen
Indicatoren (generiek)	Data verzamelen over voedselrijkdom (totaal fosfor, totaal stikstof), doorstroming, watertemperatuur, zuurstofgehalten, zoutgehalten.	Waterkwaliteit	<p>Specifiek voor KRW-waterlichamen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KRW factsheets voor informatie over KRW-waterlichamen (Waterkwaliteitsportaal)</li> <li>▪ Nutriëntentrends op <a href="#">KRW-NUtrend</a>.</li> </ul> <p>KRW- en overige waterlichamen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dataportaal gemeente en/of waterschap (informeer zo nodig bij betreffende experts)</li> <li>▪ Viewer Vang de Watermonsters (Natuur &amp; Milieu).</li> </ul>
Indicatoren (specifiek)	<p>Data verzamelen over <i>E. coli</i>, <i>Legionella</i>, troebelheid, doorzicht, zuurgraad, waterdiepte, doorvaarhoogte, vrij deel waterkolom, stank, drijfvuil, drijfslag, drijfplantenbedekking, ondergedoken waterplanten, soortenrijkdom waterplanten, soortenrijkdom sierlijke planten, soortenrijkdom vissen, aantal vissen.</p> <p>NB. Niet alle indicatoren zijn relevant voor alle gebruiksfuncties en watertypen. Selecteer eerst de gebruiksfunctie en/of het watertype voorafgaand aan het verzamelen van de data. In de Tool Grenswaarden staat welke indicatoren relevant zijn voor welke functies en watertypen.</p>	Waterkwaliteit, ecologie	<p>Specifiek voor KRW-waterlichamen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KRW factsheets voor informatie over KRW-waterlichamen (Waterkwaliteitsportaal)</li> </ul> <p>KRW- en overige waterlichamen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Referenties en Maatlatten (STOWA 2018/49)</li> <li>▪ Ecoscans, Quick scans, veldbezoeken.</li> <li>▪ Dataportaal gemeente en/of waterschap.</li> <li>▪ Viewer Vang de Watermonsters (Natuur &amp; Milieu).</li> <li>▪ Zwemwaterprofielen (<a href="#">zwemwater.nl</a>).</li> </ul>

**Stap 8.** Confronteer de gevonden gegevens (stap 7) met de grenswaarden uit stap 4 en stap 6.

Gebruik voor stap 8 de **Tool Grenswaarden**. In de **Tool Grenswaarden** kunnen de verzamelde gegevens worden ingevuld en vervolgens worden vergeleken met de grenswaarden voor de geselecteerde functies en watertype(n). Geef aan in hoeverre de huidige situatie voldoet aan de grenswaarden. Waar kunnen mogelijk knelpunten worden aangewezen die bijdragen aan een slechtere waterkwaliteit?

**Stap 9.** Bepaal of waterkwaliteitsproblemen (waarbij niet wordt voldaan aan grenswaarden) mede kunnen zijn veroorzaakt door klimaatverandering. Worden de effecten door klimaatverandering mogelijk versterkt?

Gebruik voor stap 9 het **Kennisdocument** (invalshoek Klimaatverandering). Klik bijvoorbeeld in het Kennisdocument op *Klik hier voor meer informatie* bij het kopje *Effecten van droogte op waterkwaliteit* (zie de figuur hieronder). In het vervolgscherm is er de mogelijkheid om één stuurvariabele te selecteren om de relatie tussen die specifieke stuurvariabele en droogte te bepalen. Wat is bijvoorbeeld het effect van droogte op bladinvall of de inlaat van voedselrijk water? Is er een toename of afname van het effect te verwachten door klimaatverandering?

## Klimaatverandering

Het klimaat verandert, de temperatuur op aarde stijgt. Dit wordt veroorzaakt door een toename van broeikasgassen in de lucht. In Nederland zien we vier belangrijke veranderingen: het wordt warmer, droger, natter, en de zeespiegel stijgt. Klimaatverandering heeft grote gevolgen voor mens, natuur en milieu. Voor het stedelijk watersysteem zijn naast de directe effecten van de hoge temperatuur de gevolgen van wateroverlast en droogte relevant. Het vierde aspect van klimaatverandering, 'zeespiegelstijging' speelt voor het stedelijk watersysteem geen rol van betekenis. Om de gevolgen van klimaatverandering te verminderen worden klimaatadaptatiemaatregelen genomen (o.a. het Deltaprogramma en de Nationale Adaptatiestrategie). Ook nemen we maatregelen om verdere klimaatverandering te beperken (o.a. het Klimaatakkoord).

©Rijksoverheid

### Effecten van droogte op waterkwaliteit

Door klimaatverandering nemen de extremen in weersituaties toe. Naast perioden van langdurige regenval komen ook steeds vaker langdurige warme en droge perioden voor. Droogte ontstaat als er meer water verdampt dan er neerslag valt. Er is dan een neerslagtekort. Vooral het voorjaar en de zomers worden droger. Langdurige droogte kan ertoe leiden dat de kwaliteit van het oppervlaktewater verslechtert, bijvoorbeeld omdat water van een mindere kwaliteit moet worden aangevoerd om waterstanden op peil te houden.

[Klik hier voor meer informatie](#)

### Effecten van wateroverlast op waterkwaliteit

Als gevolg van klimaatverandering neemt de jaarlijkse neerslaghoeveelheid toe. Wateroverlast kan ontstaan na langdurige en hevige regenval. Extreme regenbuien komen met name in de zomer steeds vaker voor. Zomerse hoosbuien kunnen in de toekomst nog extremer worden. Dit zal vooral in het stedelijk gebied, waar veel verhard oppervlak aanwezig is, voor meer wateroverlast zorgen. Als verontreinigd water direct of indirect via riooloverstorten in het oppervlaktewater terecht komt kan dit problemen met de waterkwaliteit veroorzaken.

[Klik hier voor meer informatie](#)

### Effecten van hitte op waterkwaliteit

Door klimaatverandering stijgt de temperatuur. De gemiddelde temperatuur in Nederland is sinds 1907 met meer dan 2 graden toegenomen. Ook het oppervlaktewater is in deze periode warmer geworden. Het oppervlaktewater staat door een hogere temperatuur onder druk. Voorbeelden van mogelijke gevolgen zijn blauwalgenoverlast en vissterfte. Ook kunnen als gevolg van toenemende verdamping de concentraties van verontreinigende stoffen toenemen. Tegelijkertijd zullen mensen door het warmere weer, en het nemen van blauwe klimaatadaptatiemaatregelen, steeds meer gebruik (willen) maken van het water in de stad.

[Klik hier voor meer informatie](#)

**Stap 10.** Stel vast of er klimaatadaptatiemaatregelen zijn genomen die mogelijk invloed hebben gehad op de waterkwaliteit. Bepaal of waterkwaliteitsproblemen (waarbij niet wordt voldaan aan grenswaarden) mede kunnen zijn veroorzaakt door die klimaatadaptatiemaatregelen.

Gebruik voor stap 10 het **Kennisdocument** (Invalshoek Klimaatadaptatiemaatregelen). Voor elk van de klimaatadaptatiemaatregelen in de clusters *Dakbedekking vervangen door groen*, *Water 'technisch' vasthouden of afkoppelen en dan infiltreren*, *Water 'technisch' vasthouden of afkoppelen en dan afvoeren*, *Oppervlaktewater creëren*, *Verhard oppervlak vervangen of verwijderen* en *Primaire warmte verlagende maatregelen* zijn de effecten van de maatregel op de waterkwaliteit beschreven (zie voor een voorbeeld de figuur hieronder).

Zijn er verbanden te vinden tussen de gevonden knelpunten voor een slechtere waterkwaliteit in stap 8 en de beschreven factoren die bijdragen aan een slechtere waterkwaliteit in stap 10? Zijn nutriëntenconcentraties bijvoorbeeld hoger dan de grenswaarden voor de functie natuur (stap 8), en heeft de maatregel *groene gevel* mogelijk invloed op die nutriëntenconcentraties?

KLIMAATBESTENDIGE STAD | NKWK

## Klimaatadaptatiemaatregel: Groene gevel

Verticale vegetatie kan worden onderverdeeld in twee hoofdgroepen: 1) Groene gevels, waar de planten in de volle grond aan de voet van de gevel wortelen en de gevel met of zonder een klimhulp zijn begroeid met groen. En 2) Living wall systemen, waar de planten in een substraat wortelen dat aan een gevel wordt bevestigd. Deze tweede groep is vaak uitgerust met een irrigatiesysteem.

### Wat is het effect van een groene gevel op de waterkwaliteit?

Het effect van verticale vegetatie op de waterkwaliteit is afhankelijk van de hoeveelheid organisch substraat, de frequentie van bemesting en de kwaliteit van het irrigatiewater.

Discontinue bemesting van living wall systemen heeft weinig invloed op de waterkwaliteit van het effluent. Continue voeding resulteert daarentegen in een verhoging van de conductiviteit, het stikstof-, kalium- en in mindere mate fosforgehalte van het effluentwater. Groene gevels worden niet bemest via een irrigatiesysteem waardoor net zoals bij discontinue bemesting van living wall systemen de afspoeling van nutriënten minimaal is. Daardoor zal de waterkwaliteit van het stedelijke water beperkt worden beïnvloed.

Factoren zoals verdamping, beschaduwing, hoge reflectie van infraroodstraling en isolatie dragen allemaal bij aan de natuurlijke verkoelende capaciteit van groene gevels. Groene gevels hebben dus een positief effect op de waterkwaliteit door het verlagen van de luchttemperatuur.

Gevelbeplanting houdt daarnaast zeer weinig water vast. Groene gevels vragen weinig ruimte maar kunnen toch veel vierkante meters verticaal groen realiseren.

### Op welke stuurvariabelen heeft mijn maatregel invloed? En is een toename/afname van de stuurvariabele negatief of positief voor de waterkwaliteit?


Klik op één van stuurvariabelen hieronder voor meer informatie

Bemesting omgeving


Luchttemperatuur

### Deze maatregel draagt bij aan het tegengaan van wateroverlast en hitte


Klik op één van de icoontjes hiernaast voor meer informatie



WATER OVERLAST



HITTE



© Nanda Sluijsmans

### Legenda

- toename    Toename, positief effect
- toename    Toename, negatief effect
- afname      Afname, positief effect
- afname      Afname, negatief effect

**Stap 11.** Stel vast of er in de nabije toekomst klimaatadaptatiemaatregelen worden overwogen en bekijk of deze mogelijk invloed hebben op de waterkwaliteit.

Gebruik voor stap 11 het **Kennisdocument** (Invalshoek Klimaatadaptatiemaatregelen). Volg dezelfde methode als in stap 10.

## Bijlage 5 Verslagen cases

Notulen werksessie 1 – Spoor 2



Vergadering: Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat.  
Stedelijke waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie, Project 2023, Spoor 2  
Werksessie 1

Datum: 29 augustus 2023

Aanwezig: Consortium  
Bart-Jan Vreman (Arcadis),  
Martin de Haan en Margo Robben (Royal HaskoningDHV)  
Jesse Limaheluw (RIVM)  
Kees Broks (BG, namens STOWA)  
Casuspartners  
Sarah Reijenga (Gemeente Zuthpen)  
Anne Helbig en Nienke Langeveld (Gemeente Groningen)  
Kevin Ochieng en Roswitha van Zon (Gemeente Utrecht)

Locatie: Online



Agenda punt 1. Opening en kennismaking
Doel van de werksessie: bespreken van ontwikkelde tools en mogelijke casussen in deelnemende gemeenten, en toelichting van de opdracht. Terugkoppeling volgt in werksessie 2.
Agenda punt 2. Toelichting van de documenten
<p>Martin en Margo lichten het onderzoek en het i-report toe.</p> <p>Constatering dat grondwaterkwaliteit niet wordt meegenomen, voor mogelijke casussen vanuit Gemeente Groningen ook relevant.</p>
Agenda punt 3. Behandelen van vragen en verkennen van casussen
<p>Gemeente Groningen</p> <p>Mogelijke casusbeschrijving: stadspark met veel water. Rondom veel woonwijken afgekoppeld, regenwater wordt naar het park afgevoerd. Impact op waterkwaliteit nog onbekend. Wens om één van de vijvers in het park geschikt te maken voor zwemmen.</p> <p>Andere vijvers onder invloed van opwarming, inlaat kanaalwater om door te spoelen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactie: afkoppeling als klimaatadaptatiemaatregelen. Positief voor wateroverlast, verminderen overstort, maar onbekende invloed op aanvoer stoffen van verhard oppervlak. Casus stadspark wordt uitgewerkt.</li> </ul> <p>Gemeente Zutphen</p> <p>Mogelijke casusbeschrijving: Binnengracht in Zutphen. Staat in verbinding met rest van het watersysteem. Hele jaar door kroosbedekking. Eerder maatregelen genomen om kroos te verwijderen maar niet succesvol. Vooral belevings-/cultuurhistorische functie. Beheer watergang wordt overgedragen aan waterschap. Vragen voor casus: welke waarden zou het watertype moeten hebben gezien huidige functie en problematiek, en welke maatregelen zijn daarvoor nodig. Zullen genoemde maatregelen in de tool voldoende zijn?</p> <p>Hele watersysteem is Zutphen is afhankelijk van waterinlaat Twentekanaal (via de Berkel). Invloed van IJssel, wegzijging. Steeds meer invloed van klimaatverandering, e.g. mogelijkheid tot inlaten beperkt, vooral een kwantiteitsvraagstuk.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactie: tool niet geschikt voor volledige watersysteemanalyse. Maar wel voor eerste verkenning. Vraag over binnengracht wordt opgepakt, maar inlaatvraagstuk is te ingewikkeld.</li> </ul> <p>Gemeente Utrecht</p> <p>Mogelijke casusbeschrijving: Wilhelminapark, vijver met blauwalg (en kroos) in de zomer. Afstroming vanaf de oever. Verbinding met de middenstroom = grotere watergang. Waterkwaliteit wordt 1x per maand gemeten, nutriënten, zuurstof, temperatuur. Systeemanalyse van gebied uit laten voeren om bronnen van verontreinigingen in kaart te brengen. Vijver heeft vooral een belevings-/cultuurhistorische functie. Klimaatadaptatie: afkoppeling in omliggende wijk.</p>

Opmerking Kees – ook interessant om na te denken over samenhang tussen functies van water en (effecten van) functies in/van de omgeving.

## Notulen werksessie 1 – Spoor 2



Vergadering: Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat.  
Stedelijke waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie, Project 2023, Spoor 2  
Werksessie 2

Datum: 03 oktober 2023

Aanwezig: Consortium  
Martin de Haan en Margo Robben (Royal HaskoningDHV)  
Jesse Limaheluw (RIVM)  
Kees Broks (BG, namens STOWA)  
Casuspartners  
Sarah Reijenga (Gemeente Zuthpen)  
Anne Helbig en Nienke Langeveld (Gemeente Groningen)  
Kevin Ochieng en Roswitha van Zon (Gemeente Utrecht)

Locatie: Kantoor RHDHV Zwolle

### Agenda punt 1. Algemene terugkoppeling

Gemeente Groningen

Capaciteit en tijdsbesteding

Nienke heeft de case study uitgewerkt, in overleg met Anne. De totale besteding voor de case study nam ongeveer 1 werkdag in beslag. Dit was voldoende om het stappenplan te doorlopen.

De gemeente heeft als voorbereiding op de werksessie een presentatie voorbereid met de belangrijkste resultaten van de case study.

#### Gebruik van het stappenplan

Het stappenplan is voornamelijk als leidraad gebruikt voor de invulling van de case study. Stap voor stap is het stappenplan ingevuld.

Opzoeken van gegevens duurde het langst. Uiteindelijk heeft de gemeente wel veel gegevens kunnen vinden in het interactieve portal voor waterkwaliteitsgegevens van het waterschap.

Door de systematische benadering krijg je een beter overzicht van het watersysteem.

#### Gebruik van het i-report en de Excel

Het i-report en de aangeleverde Excel zijn beide gebruikt door de gemeente aan de hand van het stappenplan.

De interactieve tool bevat veel informatie vanuit verschillende invalshoeken, waardoor het overzicht soms verloren raakt. Het navigeren door het document is nog niet helemaal gebruiksvriendelijk.

Verbanden zijn duidelijk in het i-report. Het is een inzichtelijk rapport en laagdrempelig. Zonder veel achtergrondkennis kan je er al wat uithalen.

De eerste paar sheets in Excel met de functies, watertypen en grenswaarden zijn eenvoudig te gebruiken/toe te passen. Bij de grenswaarden stonden alleen niet altijd de eenheden duidelijk vermeld bij de indicatoren/ stuurvariabelen.

De Excel sheet met de visualisaties heeft de gemeente niet gebruikt. Gevoelsmatig zou het redelijk wat tijd kosten om te begrijpen hoe de visualisaties zijn opgebouwd, en om er zelf mee te werken. De gemeente is hier niet aan toe gekomen.

De Excel sheets over de relatie tussen klimaatverandering en waterkwaliteit zijn niet gebruikt voor de case study. Hiervoor is het i-report geraadpleegd.

#### Gemeente Zutphen

##### Capaciteit en tijdsbesteding

Sarah heeft ongeveer één dag besteed aan het uitwerken van het stappenplan.

De gemeente heeft als voorbereiding op de werksessie een document opgesteld met de belangrijkste resultaten van de case study.

##### Gebruik van het stappenplan

- Het stappenplan is goed te gebruiken. Toch staan sommige punten dubbel genoemd in het document, waardoor het stappenplan minder duidelijk wordt.
- Het handelingsperspectief of eventuele vervolgstappen zijn nog niet duidelijk beschreven in het stappenplan. Hoe verder na het volgen van alle stappen in het stappenplan?
- Door zowel het i-report als de Excel te gebruiken wordt het handelingsperspectief duidelijker. Als er bijvoorbeeld de wens is vanuit de gemeente om in een plas een zwemfunctie te creëren en uit de Excel exercitie komt dat de doorstroming voor deze functie nog niet optimaal is, dan kan in het i-report meer informatie worden opgezocht over deze indicator en welke

stuurvariabelen invloed hebben op doorstroming. Door te 'sturen' aan deze variabelen kan de doorstroming worden verbeterd, waardoor de waterkwaliteit beter aansluit bij de functie 'zwemwater'.

#### Gebruik van het i-report en de Excel

- De gemeente Zutphen heeft alleen gebruik gemaakt van de Excel en niet van het i-report. De Excel sheets zijn makkelijk te gebruiken. De gemeente geeft alleen aan dat de waterkwaliteitsgegevens die nodig zijn om alle stappen te doorlopen niet beschikbaar zijn in de gemeente. Het waterschap is niet benaderd voor eventuele waterkwaliteitsgegevens. Een groot deel van het stappenplan is dan ook ingevuld op basis van waarnemingen in plaats van waterkwaliteitsdata.

#### Gemeente Utrecht

##### Capaciteit en tijdsbesteding

- Kevin heeft ongeveer 2 uur besteed aan de uitwerking van het stappenplan.
- Ter voorbereiding op de werksessie is door de gemeente een document opgesteld met de uitwerking van het stappenplan.

#### Gebruik van het i-report en de Excel

- De gemeente heeft gebruik gemaakt van het stappenplan, het i-report en de Excel.
- De Excel heeft erg veel tabbladen, waardoor het lastig is om de informatie te vinden waar je naar opzoek bent.
- Het i-report is overzichtelijk en gebruiksvriendelijk.
- De documenten helpen om alle gegevens op een rij te zetten en goed te kijken naar de grenswaarden en zo meer inzicht te krijgen in het watersysteem. Het i-report is nuttig om vervolgstappen te onderzoeken. Het i-report kan bijvoorbeeld worden gebruikt om oorzaken/bronnen/knelpunten voor een slechte waterkwaliteit te onderzoeken.

#### Agenda punt 2. Nadere bespreking van de casussen

#### Gemeente Groningen

##### Beschrijving van het watersysteem

Voor de casus is de Springervijver en bijbehorende omgeving in stadspark Groningen geselecteerd. Het gaat om een grotendeels open systeem met een aantal duikers. De stuw aan de zuidwest en noordwest kant van het park is regelbaar en kan aan de hand van waterbehoefte omhoog of omlaag worden gezet.

Het doel is echter om het water zo lang mogelijk te laten circuleren in de vijver en omringend watersysteem, zodat er minder voedselrijk water hoeft te worden aangevoerd. Regenwater uit de Grunobuurt zal via het stadspark worden afgevoerd en terechtkomen in het circulatiesysteem. Het water uit de buurt is in principe schoon.

Jaarrond is er een disbalans; een grote watervraag in de zomer en groot wateroverschot in de winter. Dit maakt het lastig om voldoende schoon water naar het park te krijgen.

#### Functies & watertype

Functies: Evenemententerrein, ruimte voor natuur, losloopvelden voor honden, speeltuin, kinderboerderij. Toekomstige functie: zwemmen.

Watype: M11/M25; vijver.

#### Data

Het doorzicht is voor woon- en recreatiefunctie op dit moment prima, maar ruim onvoldoende als een zwemfunctie zou worden toegekend.

Fosfor en stikstof zijn hoger dan de norm. De pH en het zuurstofgehalte zijn ook niet goed. Nienke heeft echter de trend bekeken en normaal vallen deze variabelen redelijk binnen de normen.

De slibdikte is ongeveer 15-45 cm. In het park staan veel bomen, waardoor er veel bladinvall is. Dit kan een bijdrage leveren aan een grotere slibdikte in de vijver.

In ecoscans zijn 7 verschillende waterplanten gevonden in het park.

#### Klimaatadaptieve maatregelen

Klimaatadaptieve maatregelen in Grunobuurt: wadi's, waterbergende bestrating (op de grote weg), grasbetonstenen. Deze maatregelen hebben een positieve invloed op de waterkwaliteit volgens het i-report.

Er kan mogelijk verontreiniging optreden door waterbergende bestrating en grasbetonstenen; wat een negatief effect heeft op de waterkwaliteit.

#### Klimaatadaptieve maatregelen – toekomst

Er is een plan om meer natuurvriendelijke oevers aan te leggen. Deze klimaatadaptatiemaatregel heeft met name positieve effecten, met uitzondering van de mogelijke extra instroom van vogelpoep.

Ook is er de wens voor meer zwemwaterlocaties. Hierdoor kunnen mogelijk verontreinigingen optreden.

#### Bronnen van verontreiniging

Nader te onderzoeken: hoge N- en P-gehalten. Wat kunnen mogelijke bronnen zijn voor de slechtere waterkwaliteit?

Nalevering uit sliblaag;

Bladinvall van bomen;

Inlaat voedselrijk water uit de Friese boezem.

Wat kunnen mogelijk maatregelen zijn om de bronnen aan te pakken?

Baggeren om interne belasting/ nalevering omlaag te brengen uit het slib;

Nutriëntenconcentraties omlaag brengen in de aanvoerroutes van water naar het stadspark door het instellen van maatregelen.

Gemeente Zutphen

Beschrijving van het watersysteem

Voor de casus is de Martinetsingel geselecteerd.

Er is sprake van kroosvorming in de binnengracht, ook al lijkt dit het afgelopen jaar te zijn verbeterd ten opzichte van de jaren ervoor.

De gracht staat in verbinding met de Vispoortgracht. In de vispoortgracht is een handmatige stuw. De stuw is zo ingesteld dat er geen water richting de binnengracht stroomt. Er zit ook nog een gemaaltje aan de westkant van de gracht, waar via een persleiding water op de Vispoorthaven wordt ingelaten en vervolgens naar de IJssel.

Het peil van de IJssel fluctueert; in het systeem is sprake van kwel en wegzijging.

De gracht wordt gevoegd door de Berkel (vast volume/ peil).

Functies

Belangrijkste functie is cultuurhistorisch, er wordt veel langs de singel gelopen.

Data

Voor de Vispoortgracht zijn waterkwaliteitsgegevens beschikbaar via het Waterschap; deze zijn niet opgevraagd voor de casus. Als je de binnengracht gaat doorspoelen met water uit de Vispoortgracht kan het relevant zijn om de gegevens op te vragen. Monitoring zal mogelijk moeten worden gestart in het zomerhalfjaar. Kijken of er echt een nutriëntenprobleem speelt in de Vispoortgracht.

Suggesties voor verbetering

Er is een groot verschil tussen gemeenten; sommige gemeenten hebben meer data beschikbaar dan andere gemeenten. Er zou verschil moeten zijn in benadering van de documenten tussen de gemeenten. Als je geen chemische data hebt, dan moet er toch een stap zijn om de data op een andere manier in te vullen. Bijvoorbeeld door het bevragen van een collega over het systeem, wat betreft doorzicht, groen, etc.

In de Excel zou het handig zijn als de kleuren (voor de toestanden goed, matig, ontoereikend en slecht) en de letters (T, A) op de sheet met de effecten van klimaatverandering worden uitgelegd.

Gemeente Utrecht

Beschrijving van het watersysteem

Voor de casus is de vijver in het Wilhelminapark geselecteerd.

Aan de oostkant van het park is de Konings sloot gelegen. Het peil in de vijver wordt vooral gereguleerd met de twee pompjes vanuit de Konings sloot. Op dit moment is de vijver verbonden met de Minstroom via een overstroomplaats. Als de Minstroom te hoog komt te staan stroomt het water terug het park in.

#### Bronnen van verontreiniging

Het is niet duidelijk wat de voornaamste bronnen voor vervuiling zijn. Er is eerder wel onderzoek gedaan over de jaren heen, maar het blijft een raadsel.

Eerder is geprobeerd om een gesloten systeem te creëren, maar dit heeft niet geholpen om een betere waterkwaliteit te krijgen.

Water stroomt vanuit omliggende gebieden richting het park. Kleine heuvels op de randen van het park beperken echter dat het oppervlakkige water wordt afgevoerd naar het park. Het water infiltreert op de randen van het park.

De rioolleidingen in omgeving zijn best oud. Er is onderzoek gedaan om kapotte leidingen te zoeken; hier is niks gevonden. Over de conclusies van het onderzoek is de gemeente enigszins terughoudend. Het is ingewikkeld om te bepalen of er nergens in het rioolstelsel kapotte leidingen aanwezig zijn.

#### Functies

Evenementenlocatie, hondenuitlaatplaats, sportfunctie, etc.

#### Data

Er zijn een aantal eco-scans en andere metingen beschikbaar voor het park. Ook zijn er waterkwaliteitsgegevens beschikbaar van zowel de grote vijver als de Konings sloot.

De ecologische waterkwaliteit is goed als je kijkt naar ondergedoken waterplanten, sierlijke waterplanten. Het doorzicht is ook meer dan 0,6 m. Er is bijna nooit last van stankoverlast en er is nauwelijks sprake van zwerfafval. Kroos is wel een groot probleem.

De waterkwaliteit van de Konings sloot is nog slechter dan in de vijver. N- en P- normen worden overschreden. Het water uit de Konings sloot wil je dan ook liever niet inlaten in de vijver.

#### Invalshoek

Uit de exercitie in Excel werd duidelijk dat de N- en P-gehalten hoog zijn in de vijver. Voedselrijkdom draagt mogelijk bij aan een slechtere waterkwaliteit. De gemeente heeft als vervolgstap meer informatie opgezocht in het i-report over de kwetsbaarheden in het watersysteem, en ook over de indicator voedselrijkdom en bijbehorende stuurvariabelen. Het gebruik van zowel de Excel en het i-report en de aanvulling die het ene document kan bieden ten opzichte van het andere document, werd duidelijker na het bespreken van de casus van de gemeente Utrecht. Het belang van het gebruik van beide documenten werd benadrukt door de gemeenten.

#### Agenda punt 3. Afronding

De gemeenten ervoeren de werksessie als een leuke en interessante bijeenkomst om ervaringen te delen vanuit verschillende achtergronden.



#### Laatste aanbeveling

Als in de Shiny tool straks iets wordt geconstateerd, zoals een hoog stikstofgehalte of een hoge watertemperatuur (in het oranje/rode spectrum), dan zou het veel inzicht geven als er een link wordt gemaakt met het i-report.

## Bijlage 6 Adviesnotitie Klimaateffectatlas

Opgesteld door: Jesse Limaheluw, Menno van Bijsterveldt, Martin de Haan, Suzanne van der Meulen, Susan Sollie, Bart-Jan Vreman. Met bijdragen van: Joost Delsman, Timo Kroon (Deltares), Arjen Koekoek en Koen Veenenbos (CAS).

Versie 26/6/2023

### Aanleiding

De [Klimaateffectatlas](#) (KEA) is een online platform dat (kaart)informatie bevat over de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland. Via een kaartviewer kan de gebruiker ruimtelijk inzicht krijgen in deze gevolgen van nationale tot lokale schaal. Kaartverhalen bieden aanvullende informatie over de inhoud van een kaart en hoe deze tot stand is gekomen.

Op dit moment bevat de KEA één kaart over waterkwaliteit, namelijk de kaart 'risico opwarming oppervlaktewater'. Deze kaart laat voor het huidige klimaat en voor het worst-case scenario in 2050 (KNMI'14 WH-scenario) de langste reeks dagen zien waarop de temperatuur van het oppervlaktewater boven de 20°C uitkomt. Eind 2023 worden er aanvullend twee kaarten over verzilting opgenomen in de KEA. Deze kaarten laten de verzilting van de riviermonding, en de grondwaterverzilting zien onder verschillende scenario's van zeespiegelstijging en rivierafvoer.

In het project Stedelijk waterkwaliteit, klimaat en adaptatie (SWKA) 2022 is gevraagd aan medewerkers van waterschappen en gemeenten die gebruik maken van de Klimaateffectatlas welke informatie over waterkwaliteit zij graag (aanvullend) zouden terugzien in de KEA. Daarnaast is bepaald of de bestaande kaart over waterkwaliteit toereikend is. Vier onderwerpen zijn door gebruikers aangemerkt als prioritair, omdat zij in hoge mate de waterkwaliteit bepalen en beïnvloed worden door klimaatverandering. Deze lijst is door het consortium tijdens SWKA 2023 aangevuld met het onderwerp voedselrijkdom.

In deze notitie beschrijven we de aandachtspunten en geven we advies over de (door)ontwikkeling van de volgende kaarten voor de KEA:

- Watertemperatuur
- Dimensies van watergangen
- Luwe plekken in het watersysteem
- Zoutgehalte/-indringing
- Voedselrijkdom

Aansluitend op de specifieke adviezen voor deze onderwerpen formuleren we in deze notitie een advies over de verbeterde ontsluiting van relevante data. We adviseren niet of een kaart wel of niet ontwikkeld moet worden, en doen geen uitspraken over de haalbaarheid van het ontwikkelen van deze kaarten. Wel signaleren we belangrijke aandachtspunten ten aanzien van benodigde inhoudelijke vervolgstappen en toegankelijkheid voor gebruikers. Deze notitie kan gebruikt worden als startpunt voor een vervolgtraject waarin daadwerkelijk kaarten ontwikkeld gaan worden. De vormgeving van dit vervolgtraject valt buiten de scope van deze notitie.

## **Aanpak**

Deze notitie is opgesteld op basis van een overleg tussen het SWKA-consortium en beheerders van de KEA bij Stichting CAS. Voor de prioritaire thema's zijn de volgende vragen behandeld:

- Welke data zijn nodig voor het ontwikkelen van een kaart over het betreffende thema?
- Zijn deze data landelijk beschikbaar?
- Is het mogelijk om op basis van beschikbare data, en met beschikbare methoden, een landelijke kaart te maken?
- Welke specifieke eisen er zijn vanuit de KEA, en sluit deze kaart daarop aan?

Op basis van antwoorden op de bovenstaande vragen zijn voor elke kaart adviezen opgesteld over de eventuele ontwikkeling in een toekomstig traject. Daarnaast is op basis van deze bevindingen een advies geformuleerd over de harmonisatie en ontsluiting van relevante gegevens. De inhoud is waar mogelijk afgestemd met betrokken experts bij Deltares.

## **Gebruik van landelijke waterkwaliteitskaarten**

De KEA presenteert informatie op landelijke schaal. Informatie afkomstig uit landelijke modellen is echter niet altijd geschikt voor lokale toepassingen. Ook voor nieuwe waterkwaliteitskaarten zal dit aan de orde zijn; met de output van landelijke modellen kan informatie voor kleine waterlichamen/watergangen gepresenteerd worden. Dit betekent niet dat de data ook tot op dat niveau nauwkeurig zijn.

Ondanks deze kanttekeningen zien wij geen aanleiding om kleine wateren niet op te nemen in nieuwe waterkwaliteitskaarten. We merken op dat de KEA vooral een functie heeft als startpunt van een klimaatstresstest of ander specifiek onderzoek op regionale of lokale schaal. Ook kan de KEA agenderend gebruikt worden door kwantitatief ruimtelijk inzicht te geven in de effecten van klimaatverandering. Daarnaast wordt de KEA niet alleen gebruikt door specialistische gebruikers van gemeenten en waterschappen, maar bijvoorbeeld ook door beleidsmakers op landelijk niveau. Voor hen is nauwkeurigheid op regionaal of lokaal niveau minder belangrijk.

De huidige watertemperatuurkaart bevat een disclaimer waarin het beoogde gebruik van de kaart, bijvoorbeeld voor onderzoek op lokaal niveau, wordt toegelicht. In een toekomstig traject kan onderzocht worden of deze disclaimer voldoende duidelijk maakt wat wel en niet mogelijk is met landelijke data voor het doen van uitspraken op regionaal of lokaal niveau.

Het advies in deze notitie gaat over een beperkt aantal waterkwaliteitskaarten in de KEA. Met deze kaarten kan geen volledig overzicht worden geboden van alle relevante waterkwaliteitsaspecten en de invloed van klimaatverandering. Daarnaast zijn deze kaarten geen vervanging van monitoring van het watersysteem. Het is wenselijk dat in de achtergrondinformatie in de KEA aandacht wordt gegeven aan deze complexiteit. En dat duidelijk wordt gemaakt dat het belangrijk kan zijn om rekening te houden met andere factoren, afhankelijk van de specifieke locatie of vraag, die lokaal in kaart moeten worden gebracht. Om gebruikers hierbij te ondersteunen kan bijvoorbeeld verwezen worden naar het Kennisdossier Stedelijk Water op het Kennisportaal Klimaatadaptatie.

## **Advies**

De adviezen en signalen zijn per onderwerp uitgewerkt en samengevat in Tabel 1.

**Tabel 1** Overzicht van adviezen en signalen voor de geprioriteerde kaarten en de verbeterde ontsluiting van data.

Onderwerp	Adviezen en signalen
Watertemperatuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek of de huidige indicator voldoende aansluit bij behoeften van gebruikers, voor zowel grenswaarden als absolute waarden.</li> <li>• Update de kaart op basis van nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23).</li> <li>• Onderzoek of het gebruikte model en onderliggende data nog actueel zijn, en inventariseer en vergelijk andere mogelijk geschikte modellen.</li> <li>• Laat bijbehorend kaartverhaal beter aansluiten bij behoeften van gebruikers, in het bijzonder de methodebeschrijving.</li> </ul>
Dimensies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppervlak is makkelijk te bepalen, maar exacte (theoretische) diepte kan alleen worden opgehaald uit leggers van waterschappen. Nationale modellen doen aannames over waterdiepte o.b.v. watertype.</li> <li>• Onderzoek mogelijke toepassingen van beschikbare dimensiedata en aansluiting op behoeften van gebruikers.</li> </ul>
Luwe plekken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek welke definitie van een luwe plek het beste aansluit bij behoeften van gebruikers.</li> <li>• Bestaande (nationale) modellen kunnen gebruikt worden om luwe plekken te identificeren.</li> </ul>
Verzilting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met bestaande modellen en data kan verzilting (intern en extern) in kaart worden gebracht. Er worden reeds verziltingskaarten voor de KEA ontwikkeld. Onderzocht kan worden of deze voldoende invulling aan de behoeften van gebruikers.</li> </ul>
Voedselrijkdom	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeten data zijn beperkt beschikbaar (voor het stedelijk gebied), maar bestaande modellen kunnen landelijk voedselrijkdom (stikstof (N) en fosfaat (P)) in kaart brengen.</li> <li>• Onderzoek behoefte aan en wenselijkheid van het ontsluiten van beschikbare gemeten data in de KEA.</li> <li>• Verken mogelijkheden voor ontsluiten bestaande gemodelleerde data in de KEA.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Onderzoek haalbaarheid van landelijke bepaling van verschil tussen huidige/toekomstige N-/P-belasting en kritische belasting inclusief onder klimaatscenario's.</li> </ul>
Verbeterde ontsluiting van data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data ontwikkeld of verzameld door regionale of lokale partijen zoals waterschappen zijn niet altijd geharmoniseerd of openbaar, maar kunnen wel nodig zijn voor het maken van een landelijke kaart.</li> <li>Besteed aandacht aan het harmoniseren van data(ontwikkeling) en het (centraal) beschikbaar stellen van deze data.</li> </ul>

### Watertemperatuur

Watertemperatuur heeft invloed op veel verschillende waterkwaliteitsfactoren. Een watertemperatuurkaart kan helpen om inzicht te krijgen in de (toekomstige) geschiktheid van water voor functies zoals zwemmen of aquathermie, of het vervullen van bepaalde ecologische functies. De bestaande kaart over watertemperatuur schiet volgens gebruikers op verschillend e punten tekort. Maar gebruikers zijn het er ook over eens dat watertemperatuur een belangrijk onderwerp is voor de Klimateffectatlas. Wij adviseren om deze kaart te behouden en door te ontwikkelen. Hierbij signaleren wij het volgende:

Het is niet duidelijk of de indicator die nu op de kaart wordt weergegeven – het langste aantal dagen dat de watertemperatuur boven 20°C uitkomt – voldoende aansluit bij behoeften van gebruikers. Het is voorstelbaar dat een andere indicator relevanter kan zijn. Denk dan bijvoorbeeld aan de maximumtemperatuur of een bepaalde grenswaarde, afhankelijk van een beoogde functie of ecologische doelstelling. Wij adviseren om te verkennen of de huidige indicator voldoende aansluit bij de behoefte van gebruikers. En om daarnaast te kijken wat de mogelijkheden zijn om verschillende indicatoren op de kaart weer te geven. Hierbij kunnen zowel grenswaarden (op basis van gebruiks- of ecologische functies) en absolute waarden zoals een maximumtemperatuur overwogen worden.

In oktober 2023 zijn de KNMI'23 scenario's gepubliceerd. Dit biedt een kans om de watertemperatuurkaart te updaten. De uitkomsten van het model, die de situatie rond 2050 beschrijven, zijn nu gemaakt op basis van het KNMI'14 scenario WH. Dit is het meest extreme (worst-case) scenario. Wij adviseren om de watertemperatuurkaart te updaten op basis van de nieuwe KNMI-klimaatscenario's wanneer deze data beschikbaar komen. Hierbij kan ook worden overwogen of het nog gewenst is om (enkel) het meest extreme klimaatscenario door te rekenen of dat ook andere scenario's bekeken moeten worden.

Wij adviseren om bij de doorontwikkeling van deze kaart ook te onderzoeken of het gebruikte model en de onderliggende data nog voldoende actueel zijn. De Cool Water Tool en onderliggende data zijn meer dan tien jaar oud. Mogelijk zijn er betere modellen en/of betere data beschikbaar. Er lopen op dit moment verschillende trajecten waarnaar gekeken zou kunnen worden, ter inspiratie of als potentiële bron van data. Het [Instrument Wabes](#) biedt informatie over watertemperatuur inclusief projecties onder klimaatscenario's voor 150 locaties in het hoofdwatersysteem. Deze data zijn gegenereerd met het Nationaal Water Model. Het Nationaal Water Model is ook de basis voor een watertemperatuurkaart die binnen het [collectief WarmingUP](#) is gebruikt voor bepaling van de potentie voor aquathermie. De temperatuurkaart is niet gepubliceerd maar is interessant vanwege de ruimtelijke dekking die ook een deel van de stedelijke wateren beslaat. Daarnaast is het mogelijk om met het gebruikte model verandering in watertemperatuur te bepalen onder verschillende klimaatscenario's. Voor stedelijk water zijn er een aantal belangrijke

aandachtspunten. Ten eerste: niet alle stedelijke wateren zijn in het model opgenomen. Ten tweede: de temperatuur is bepaald op basis van onder andere stroming en waterdiepte, maar zonder rekening te houden met schaduw. Tenslotte is geen rekening gehouden met het stedelijke hitte-eilandeffect en de weerstations van het KNMI zijn mogelijk niet representatief voor de lokale weersomstandigheden in stedelijk gebied. Het is daarom belangrijk om te valideren hoe betrouwbaar de inschatting van watertemperatuur is voor met name kleinere stedelijke wateren. We adviseren om een inventarisatie te maken van mogelijk geschikte modellen op basis van lopende trajecten. En daaruit te selecteren welk model het meest geschikt is voor toepassing binnen de KEA.

De informatie in het bijbehorende kaartverhaal is voor veel gebruikers ontoereikend. De methodebeschrijving in het bijzonder biedt onvoldoende inzicht in hoe de kaart tot stand is gekomen. Er is geen toegewijde technische documentatie beschikbaar over het gebruikte model (de Cool Water Tool), maar het originele model waarop de Cool Water Tool gebaseerd is wordt beschreven in Jacobs et al. (2010)<sup>1</sup>. Ongeacht eventuele doorontwikkeling van de kaart met nieuwe data en/of een nieuw model, adviseren we om de methodebeschrijving in het bijbehorende kaartverhaal beter te laten aansluiten bij de wensen van de gebruiker.

### **Dimensies**

De dimensies van een waterlichaam (oppervlakte en diepte) hebben een belangrijk effect op de waterkwaliteit. Gebruikers hebben aangegeven dat er interesse en behoefte is aan deze informatie. Hiermee kan bijvoorbeeld een snelle grove inschatting worden gemaakt van de gevoeligheid van een waterlichaam voor effecten van klimaatverandering zoals opwarming. Het verkrijgen van landelijke data over de dimensies van alle (stedelijke) waterlichamen is naar verwachting erg ingewikkeld.

De oppervlakte van waterlichamen is makkelijk af te leiden en landelijk beschikbaar, bijvoorbeeld vanuit de [Basisregistratie Topografie](#).

Waterdiepte is momenteel op landelijk niveau enkel beschikbaar voor grote wateren. Wel beschikt ieder waterschap over leggers waarin de diepte van alle waterlichamen binnen een specifiek werkgebied gevonden kan worden. Aandachtspunt daarbij is wel dat het gaat om de theoretische diepte. In de praktijk kan de diepte minder zijn, bijvoorbeeld door slibophoping. Voor een landelijke kaart zouden deze data van alle waterschappen verzameld en geharmoniseerd moeten worden. In toepassingen van landelijke modellen, zoals het [Nederlands Hydrologisch Instrumentarium](#) (NHI), wordt nu gewerkt met aannames over de waterdiepte die afhangen van het type water. Op basis van deze aannames kan, in de combinatie met informatie over het oppervlak van een waterlichaam, een eerste indicatie gegeven worden van kwetsbare locaties (t.a.v. dimensies). Deze data zullen niet toereikend zijn voor toepassing op lokaal niveau, maar wel voor de agenderende functie van de KEA. Wij adviseren om te onderzoeken voor welke toepassingen er geschikte data beschikbaar zijn en in hoeverre deze toepassingen aansluiten bij de behoeften van gebruikers. Opgemerkt wordt dat in de nabije toekomst (de komende anderhalf jaar is voorzien) veel aannames in het NHI worden vervangen door actuele metingen van de waterschappen. Hierdoor zal de kwaliteit van deze parameter verbeteren. Aanvullend wordt de toepassing van nieuwe technieken onderzocht, zoals groene LiDAR, die het meten van waterdiepte (van ondiepe wateren) aanzienlijk zouden kunnen vereenvoudigen (STOWA, 2020c). Momenteel werkt deze techniek nog niet goed voor troebele wateren.

### **Luwe plekken**

Een luwe plek in een watersysteem is een plek waar geen of te weinig (voor een bepaalde functie) doorstroming van het water is. Luwe plekken zijn erg gevoelig voor waterkwaliteitsproblemen. Daarom is het voor gebruikers relevant om inzicht te krijgen in de locatie van deze plekken.

We signaleren dat het mogelijk is om met bestaande modellen luwe plekken binnen het watersysteem op landelijk niveau in kaart te brengen. Debiet en stroomsnelheid kunnen bijvoorbeeld gegenereerd worden met het Landelijk Hydrologisch Model in combinatie met het Landelijk Sobek Model, en eventueel aanvullend met de D-Hydro Suite voor meer gedetailleerde berekeningen, waar beschikbaar.

Er zijn verschillende manieren om een luwe plek te definiëren (e.g., plekken waar de doorstroming op enig moment nul is, plekken waar de gemiddelde doorstroming onder een bepaalde grenswaarde uitkomt etc.). Wij adviseren om tijdens de ontwikkeling van deze kaart te onderzoeken welke definitie het beste aansluit bij de behoeften van gebruikers. Hierbij kan ook overwogen worden om luwe plekken op verschillende manieren te definiëren en te visualiseren. Ook kan worden onderzocht of in de ontwikkeling van deze kaart het hele jaar meegenomen moet worden of alleen de zomersituatie. In deze laatste situatie zijn de biologische processen immers maximaal actief. Afhankelijk van de mogelijkheden van het gebruikte model is het wenselijk om inzichtelijk te maken waar luwe plekken ontstaan onder verschillende klimaatscenario's.

### **Verziltting**

Verziltting van het oppervlaktewater kan optreden door zoute kwel (interne verziltting) of via het oppervlaktewater (i.e., een zouttong, externe verziltting). Verziltting is niet overal in Nederland aan de orde. Maar waar het wel speelt kan verziltting grote gevolgen hebben voor de ecologie van het water, of de mogelijkheid het water te gebruiken voor bepaalde functies zoals irrigatie. Volgens gebruikers is het dus nuttig om deze kaart op te nemen in de KEA.

Voor de huidige situatie zijn al data beschikbaar op landelijk niveau. De kaart 'Verziltting Grondwater in de Atlas Natuurlijk Kapitaal' laat de diepte van de grens tussen zoet en brak grondwater zien. Deze kaart is gebaseerd op metingen. Binnen het National Water Model wordt externe verziltting via de Nieuwe Waterweg en de verspreiding van het zout in het Noordelijk Delta Bekken gebied berekend met het [SOBEK-NDB model](#). Voor 2024 staat in het kader van de nieuwe basisprognoses zoetwater berekeningen voor zoutgehalte bij drinkwaterinlaatpunten in oppervlaktewater gepland.

De NHI Toolbox zoet-zout is gebruikt om op landelijk niveau de effecten van zeespiegelstijging onder verschillende scenario's op kwel en de zoutvracht naar oppervlaktewater te modelleren (Delsman et al., 2022). Voor specifieke locaties is in dit onderzoek ook het zoutgehalte in oppervlaktewater berekend. De informatie op landelijk niveau wordt gebruikt voor het ontwikkelen van twee nieuwe kaarten voor de KEA die eind 2023 worden gepubliceerd. De mate waarin verziltting een probleem oplevert hangt samen met de beoogde gebruiks- of ecologische functie van een waterlichaam. Grenswaarden voor het maximale zoutgehalte lopen zeer sterk uiteen (zie ook grenswaardentabel die in het lopende SWKA project wordt ontwikkeld). Wij adviseren daarom om op basis van de al ontwikkelde kaarten na te gaan of deze voldoende invulling geven aan de behoeften van gebruikers.

### **Voedselrijkdom**

Voedselrijkdom, de hoeveelheid nutriënten in een watersysteem, is door het consortium aanvullend als prioritair beoordeeld. Nutriënten zijn voor veel ecologische functies een belangrijke kwaliteitsparameter. Daarnaast kan een te grote hoeveelheid nutriënten ook risico's voor gebruik opleveren, bijvoorbeeld door de groei van schadelijke blauwalgen te stimuleren. Inzicht in de voedselrijkdom van het watersysteem is daarom voor veel gebruikers van belang.

De huidige situatie kan in beeld gebracht worden op basis van meetgegevens. Nutriëntenconcentraties in KRW-waterlichamen worden gemonitord door waterschappen. Deze data zijn beschikbaar. Landelijke data worden ontsloten via [KRW-NUtrend](#). Deze tool biedt inzicht in jaarlijkse of meerjarige gemiddelde stikstof- en fosforconcentraties vanaf 1991. Met deze tool kunnen dus algemene trends worden afgeleid, maar geen

effect van klimaatverandering. Daarnaast bieden gemiddelde waarden over één of meerdere jaren geen inzicht in bijvoorbeeld seizoensgebonden patronen die relevant zijn in het kader van klimaatverandering. Aangezien deze gegevens enkel voor specifieke locaties beschikbaar zijn en alleen KRW-waterlichamen betreffen, is de waarde voor het stedelijk gebied mogelijk beperkt. Waterschappen hebben ook vaak meetpunten in stedelijk gebied (buiten KRW-waterlichamen), maar deze gegevens zijn niet landelijk geregistreerd. Voor de KEA zou aanvullend verkend moeten worden wat de waarde van retrospectieve data over nutriënten in oppervlaktewater is voor gebruikers, en op welke manier deze ontsloten zouden moeten worden in het kader van klimaatadaptatie.

Als alternatief voor metingen en om inzicht te krijgen in de (toekomstige) effecten van klimaatverandering, kan ook gemodelleerde data gebruikt worden. Het Nationaal Water Model bevat sinds 2020 het [Landelijk Waterkwaliteitsmodel](#) dat op landelijke schaal N- en P-concentraties in oppervlaktewater kan genereren, inclusief stedelijk gebied (hoewel deze van beperkte waarde zijn). Het model is ook geschikt voor het doorrekenen van de effecten van klimaatverandering en is in een aantal [regionale pilots](#) getest. We adviseren om te verkennen of deze data opgenomen kunnen worden in de KEA.

De nutriëntenconcentraties in een watersysteem zijn het resultaat van de externe en interne belasting met nutriënten van dat systeem. Met PCLake/PCDitch is het mogelijk om de kritische belasting af te zetten tegen de huidige belasting en klimaatscenario's door te rekenen voor effecten op deze relatie. Het is waardevol om uit te zoeken of dit landelijk berekend kan worden. In de Waterkwaliteitstresstest die door STOWA wordt ontwikkeld zal op grond van een aantal gebiedskenmerken de kritische belasting voor watersystemen met de betreffende eigenschappen worden berekend. We adviseren om te onderzoeken of dit in een landelijke kaart kan worden omgezet.

#### **Verbeterde ontsluiting van data**

Voor alle besproken kaarten zijn data van goede kwaliteit op landelijk niveau vereist. Veel gegevens worden verzameld of gemodelleerd door regionale partijen, zoals de waterschappen. We signaleren dat deze data niet altijd geharmoniseerd zijn of openbaar beschikbaar worden gesteld. Dit kan de ontwikkeling van kaarten voor de KEA, of het anderzijds verkrijgen van inzichten op een niveau hoger dan een enkele regio, in de weg staan. Voor sommige parameters, zoals waterdiepte, zouden landelijke kaarten ontwikkeld kunnen worden door middel van een traject waarbij informatie uit de leggers van alle waterschappen verzameld, geharmoniseerd en samengevoegd moet worden. In veel andere gevallen kan het voor gebruikers waardevol zijn om regionale data op een centrale plek te ontsluiten en te updaten. Dit zou ook het beheer van een kaart op basis van deze informatie makkelijker maken. We adviseren daarom om in een toekomstig traject aandacht te besteden aan het delen van gegevens tussen waterschappen, het beschikbaar maken van data en het ontsluiten van deze data op een centrale locatie. Wellicht kunnen partijen die waterschappen vertegenwoordigen, zoals STOWA of de Unie van Waterschappen hierin een coördinerende rol spelen.



## **Conclusie**

De Klimateffectatlas is een belangrijk platform voor het ontsluiten van informatie over klimaatverandering en klimaatmaatregelen in Nederland. Het thema waterkwaliteit is op dit moment beperkt vertegenwoordigd in de KEA. Mogelijke gebruikers bij gemeenten en waterschappen onderschrijven het belang van de doorontwikkeling van dit thema. Het zal waardevolle informatie opleveren die zij kunnen gebruiken bij het beperken van de gevolgen van klimaatverandering op (stedelijke) waterkwaliteit. Ook zal het helpen om dit onderwerp te agenderen bij relevante partijen. In deze notitie signaleren we dat er voor alle eerder vastgestelde prioritaire kaarten kansen zijn voor (verdere) ontwikkeling. In veel gevallen kan gebruik worden gemaakt van bestaande data en tools. De aandachtspunten en vervolgvragen die in deze notitie zijn geformuleerd kunnen het startpunt zijn voor een nieuw traject waarin deze kaarten ontwikkeld gaan worden.