

BTO 2018.059 - JUNI 2018

DE HIGHLIGHTS UIT HET BTO ONDERZOEK NAAR:

Klimaatbestendige Watersector

KWR

INLEIDING OP HET BTO ONDERZOEK

© KWR | Bridging Science to Practice

INLEIDING RESULTATEN BEDRIJFSTAK ONDERZOEK 2013-2017

In dit rapport presenteren wij de belangrijkste uitkomsten van vijf jaar Bedrijfstakonderzoek.

Het doel van dit onderzoek was om de belangrijkste risico's en kansen van klimaatverandering voor de drinkwatersector in beeld te brengen, en om vervolgens strategieën te formuleren om deze risico's het hoofd te kunnen bieden (adaptatie) en kansen te benutten.

De themagroep is in 2013 gestart met een inventarisatie van alle risico's en kansen. Deze zijn vervolgens geprioriteerd en vertaald in een onderzoeksagenda met focus op zeven thema's:

1. Chemische kwaliteit oppervlaktewater
2. Fysieke kwetsbaarheid leidingnet
3. Biologische stabiliteit distributienet bij opwarming
4. Vegetatie, biodiversiteit en natuurdoelen
5. Verdamping, grondwateraanvulling en –kwaliteit
6. Drinkwaterverbruik
7. Microbiologische kwaliteit oppervlaktewater

KWR is hoofduitvoerder en coördinator van het meerjarige onderzoek voor de Nederlandse waterbedrijven en het Vlaamse De Watergroep: het bedrijfstakonderzoek BTO. Dit programma richt zich op een gezonde, duurzame, efficiënte en vooruitstrevende drinkwatervoorziening, met zorg voor natuur en milieu.

De themagroep bestond naast KWR uit vertegenwoordigers van de volgende waterbedrijven:

Brabant Water,
Dunea, Evides,
PWN, Vitens,
Waterbedrijf Groningen,
Waternet, WMD, WML en
De Watergroep.

Hoofdstuk 1 beschrijft deze waardevolle voorbereidende analyse.

De themagroep heeft, in nauwe samenwerking met een groot aantal onderzoekers van KWR, binnen elk van de zeven onderzoeksthema's verschillende projecten gedefinieerd. De belangrijkste resultaten van deze onderzoeken worden in hoofdstukken 2 tot en met 5 gepresenteerd.

Namens de themagroep Klimaatbestendige watersector wensen wij u veel leesplezier.

Ruud van de Neut (PWN)
Themagroep voorzitter

Edu Dorland (KWR)
Projectcoördinator

KWR

INLEIDING OP HET BTO ONDERZOEK

Opdrachtnummer: 400554
Projectcoördinator: Edu Dorland
Opdrachtgever: BTO – Themagroep Klimaatbestendige watersector
Auteurs: E. Dorland, R. Sjerps, B. Wols, E. Vonk, C. Agudelo-Vera, N. Hartog & J.P.M. Witte
Ontwerp: E. Zeegers (vormgeving.com) Bronvermelding gebruikte foto's zijn afkomstig uit collectie van Flip Witte en Pixabay

© KWR | Bridging Science to Practice

HOOFDSTUK 1

Integrale risicoanalyse

Klimaatverandering heeft grote invloed op ons dagelijks leven, zo ook op de watersector.

- Maar welke potentiële effecten zijn het meest waarschijnlijk en welke risico's zijn het grootst?
- Wat weten we al wel en waarvoor is verder onderzoek noodzakelijk?

Deze vragen lagen ten grondslag aan het onderzoek dat in dit hoofdstuk wordt beschreven.



ONDERZOEKSRESULTATEN: INTEGRALE RISICOANALYSE

© KWR | Bridging Science to Practice

Actualiseren en prioriteren risico's klimaatverandering

Het klimaat in Nederland verandert: de winters worden milder en natter, de zomers warmer en mogelijk veel droger. De invloed op de drinkwater-voorziening is beschreven in eerder BTO-onderzoek. Nieuwe inzichten en recente weersextremen noopten echter tot een actualisatie van deze risicoanalyse van klimaatverandering op de watersector.

- Welke potentiële effecten zijn het meest waarschijnlijk?
- Welke risico's zijn het grootst?
- Wat weten we al en waarvoor is verder onderzoek noodzakelijk?

Deze vragen lagen ten grondslag aan en leiden tot prioritering van onderzoek.



Het doel van dit onderzoek was om een inhoudelijk kader te scheppen voor de BTO Themagroep Klimaatbestendige watersector. Deze gemeenschappelijke basis heeft als vijfjarenplan gediend en geleid tot een gedragen onderzoeksagenda en gefundeerde aanbevelingen voor verdiepend onderzoek.

© KWR | Bridging Science to Practice

Vertaling van de onderzoeksagenda in onderzoeksvragen

Een quick scan van de grootste risico's van klimaatverandering voor de watersector, gebaseerd op literatuuronderzoek, interviews met deskundigen en eigen expertise, heeft zeven onderzoeksthema's geïdentificeerd waarvoor vervolgens verdiepend onderzoek is uitgevoerd.

Deze thema's worden hiernaast genoemd.

1. Chemische kwaliteit oppervlaktewater bij veranderend klimaat en emissies
2. Fysieke kwetsbaarheid van het leidingnet
3. Biologische stabiliteit van het drinkwater in het distributienet bij klimaatverandering / opwarming
4. Vegetatie (successie), biodiversiteit en haalbaarheid natuurdoelen
5. Verdamping (door vegetatie), grondwateraanvulling en grondwaterkwaliteit
6. Drinkwaterverbruik, waaronder piekfactoren
7. Microbiologische kwaliteit oppervlaktewater incl. impacts voor waterzuivering

WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Internationale verkenning

In deze initiële fase is het vergelijkbare Duitse klimaatonderzoeks-programma “KLIMZUG” gebruikt, dat in 2014 werd afgerond.

De overlap tussen beide programma’s bevestigde de adequate invulling van het lopende collectieve klimaatonderzoek van de drinkwatersector. Toch werden ook enkele onderwerpen benoemd waarvoor aanvullende aandacht nodig is. Deze onderwerpen zijn gedeeltelijk in ons onderzoek geadresseerd, zoals het versterken van de zuiverende werking door bodempassage (hoofdstuk 4b). Voor een aantal andere onderwerpen adviseren wij om deze in de onderzoeksprogramma’s van het nieuwe BTO (2018-2022) en/of BTO WiCE op te pakken.

Deze links leiden naar relevante (BTO-) rapporten en websites die horen bij de startfase van het BTO-onderzoek van de themagroep Klimaatbestendige watersector.

- Website TG Klimaatbestendige watersector →
- Vijfjarenplan Themagroep →
- Risico’s van klimaatverandering voor de drinkwatersector →
- Toepasbaarheid van Duits klimaatonderzoek voor de Nederlandse watersector →
- Website KLIMZUG →

© KWR | Bridging Science to Practice

HOOFDSTUK 2

Chemische kwaliteit oppervlakte-water

ONTWIKKELINGEN WATERKWALITEIT INNAMEPUNTEN

VOORBEELD IMPLEMENTATIE ONDERZOEK

ONDERZOEKSRESULTATEN: CHEM. KWALITEIT OPPERVLAKTEWATER

© KWR | Bridging Science to Practice

ONTWIKKELING WATER-KWALITEIT INNAMEPUNTEN

Nederlands drinkwater wordt voor 40% geproduceerd uit oppervlaktewater. Nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen uit de landbouw kunnen in oppervlaktewater terechtkomen, net als medicijnresten en industriële stoffen die via afvalwater-stromen op het oppervlaktewater worden geloosd.

Een veranderd stoffengebruik en klimaatverandering beïnvloeden de toekomstige waterkwaliteit. Binnen het BTO-onderzoek en in aanpalende adviesprojecten zijn projecties gemaakt van de waterkwaliteit van de Rijn en de Maas in 2050 onder de verschillende klimaatscenario's.

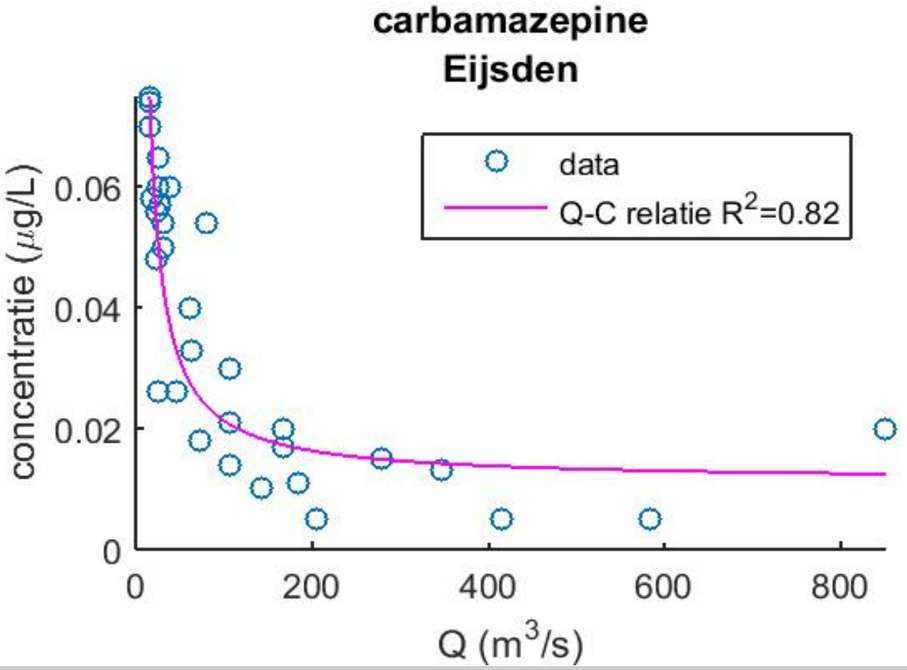
ONDERZOEKSRESULTATEN: ONTW. WATERKWALITEIT INNAMEPUNTEN

© KWR | Bridging Science to Practice

Vergrijzing en klimaatverandering beïnvloeden waterkwaliteit

Door de vergrijzing zal de emissie van geneesmiddelen en röntgencontrastmiddelen naar het oppervlaktewater toenemen.

De effecten van toenemende emissies op de waterkwaliteit worden versterkt bij lage rivierafvoeren, die naar verwachting steeds vaker en langduriger zullen optreden in een veranderend klimaat.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Projecties waterkwaliteit Rijn en Maas in 2050

In deze studie zijn prognoses gemaakt van de toekomstige concentraties van een aantal relevante organische microverontreinigingen in de Rijn en Maas in het jaar 2050. De voorspelde concentraties van diverse geneesmiddelen en röntgencontrastmiddelen in de Rijn en de Maas overschrijden de Europees Rivierenmemorandum -streefwaarden voor oppervlaktewater als bron van drinkwater.



Onze resultaten zijn in een infographic weergegeven

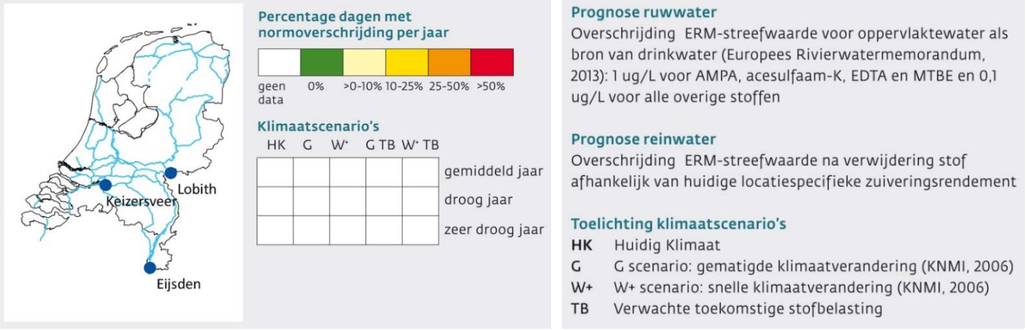
WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Infographic onderzoeksresultaten



Percentage dagen met normoverschrijding per jaar

geen data | 0% | >0-10% | 10-25% | 25-50% | >50%

Klimaatscenario's

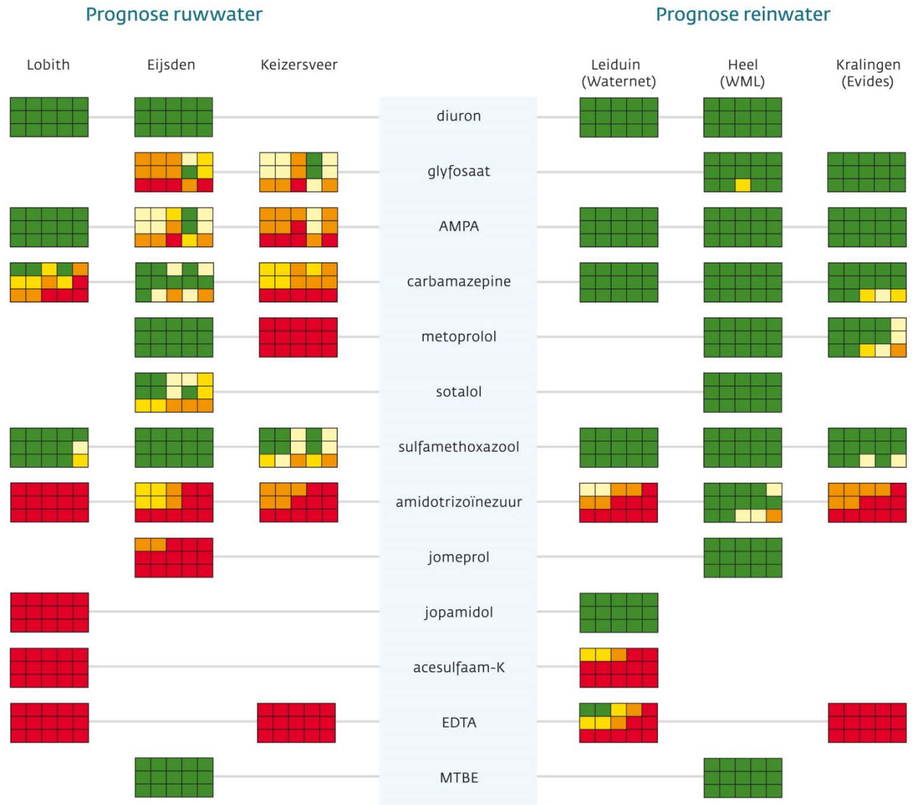
	HK	G	W+	G TB	W+ TB
gemiddeld jaar					
droog jaar					
zeer droog jaar					

Prognose ruwwater
Overschrijding ERM-streefwaarde voor oppervlaktewater als bron van drinkwater (Europees Rivierwatermemorandum, 2013): 1 ug/L voor AMPA, acesulfaam-K, EDTA en MTBE en 0,1 ug/L voor alle overige stoffen

Prognose reinwater
Overschrijding ERM-streefwaarde na verwijdering stof afhankelijk van huidige locatiespecifieke zuiveringsrendement

Toelichting klimaatscenario's

HK Huidig Klimaat
G G scenario: gematigde klimaatverandering (KNMI, 2006)
W+ W+ scenario: snelle klimaatverandering (KNMI, 2006)
TB Verwachte toekomstige stofbelasting



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Projecties geven waterbedrijven en waterbeheerders inzicht in toekomstige waterkwaliteit

De projecties bieden drinkwaterbedrijven en waterbeheerders inzicht in de mate en duur van overschrijdingen van stoffen bij de innamepunten van oppervlaktewater onder de verschillende klimaatscenario's, zodat tijdig maatregelen kunnen worden genomen.

Deze inzichten hebben geleid tot vervolgstudies in samenwerking met Rijkswaterstaat naar de effecten van droogte op de drinkwatersector en naar de effectiviteit van de aanvoer van Waalwater naar de Maas.

Verder lezen?
Deze links leiden naar rapporten en publicaties over dit project.

- Verbetering prognose waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor DW →
- Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor DW-voorziening →
- Projected impact of climate change and chemical emissions on water quality Rhine & Meuse →
- Wat betekenen klimaatverandering en vergrijzing voor de waterkwaliteit? →
- Effect van klimaatverandering en vergrijzing op waterkwaliteit en DW-functie Maas & Rijn →

© KWR | Bridging Science to Practice

IMPLEMENTATIE ONDERZOEK IN DELTAPROGRAMMA ZOETWATER

KWR voerde een verkennende studie uit naar de implementatie van de toegepaste onderzoekmethode bij het maken van waterkwaliteits-projecties in de Maas en de Rijn binnen het Deltaprogramma Zoetwater.

Binnen het Deltaprogramma Zoetwater wordt de mogelijkheid verkend om water van de Waal naar de Maas te leiden om watertekorten tijdens laagwaterperioden te verminderen. Gelet op de onttrekkingen van drinkwaterbedrijven, onderzocht KWR in opdracht van Rijkswaterstaat de effecten van de aanvoer van Waalwater naar de Maas op de waterkwaliteit, zowel in de huidige situatie als in de toekomst.

Daarnaast heeft KWR de gevolgen van zoetwatertekorten voor de drink-watersector in kaart gebracht om een economisch instrumentarium te ontwikkelen voor het ondersteunen van beleidsbeslissingen. Dit laatste onderzoek is hier beschreven.

IMPLEMENTATIE ONDERZOEK IN DELTAPROGRAMMA ZOETWATER

© KWR | Bridging Science to Practice

Kwantificatie droogteschade nodig voor beleidsafwegingen

In het kader van het Deltaprogramma Zoetwater wordt in 2021 een nieuwe deltabeslissing Zoetwater vastgesteld. Hierin worden afspraken over waterbeschikbaarheid gemaakt en wordt de voorkeursstrategie Zoetwater geactualiseerd.

Om goede beleidsafwegingen te kunnen maken, hebben beleidsmakers inzicht nodig in de baten van zoetwatermaatregelen. In 2017 heeft Rijkswaterstaat KWR gevraagd om in samenwerking met Deltares en een economisch adviesbureau de gevolgen van zoetwatertekorten te kwantificeren voor de drinkwater- en industriesector en deze door te vertalen naar economische effecten.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

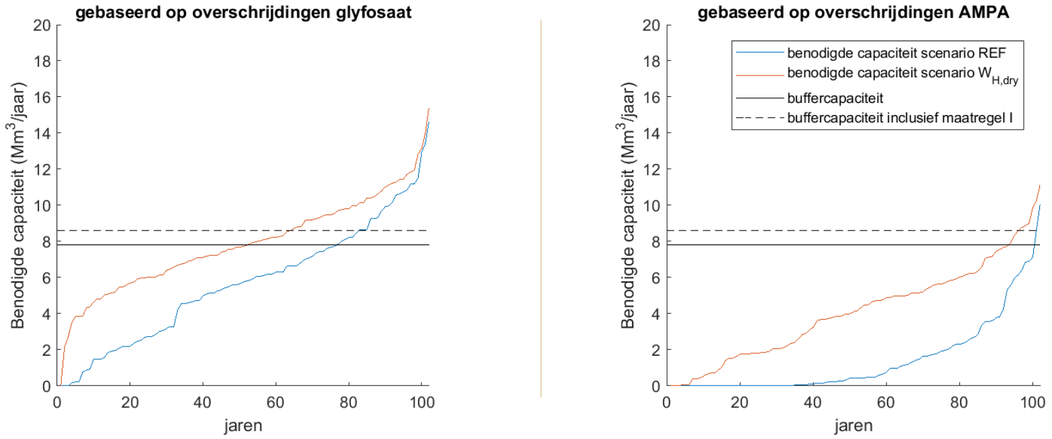
© KWR | Bridging Science to Practice

Gevolgen van zoetwater tekorten in beeld gebracht

De gevolgen van zoetwatertekorten zijn in beeld gebracht voor de geselecteerde waterbedrijven Waternet, Oasen en WML.

Huidige en potentiële toekomstige zoetwatertekorten, aan de hand van de klimaatscenario's, zijn gerelateerd aan de huidige opvangmogelijkheden. De analyse laat zien dat drinkwaterbedrijven zonder aanvullende maatregelen als bronbescherming, genoodzaakt zijn om extra te investeren in maatregelen zodat ze in drinkwaterproductie kunnen blijven voorzien tijdens tekorten aan schoon zoetwater. Een economisch adviesbureau vertaalde de effecten van zoetwatertekorten door in welvaartseffecten.

GERANGSCHIKTE BENODIGDE CAPACITEIT PER JAAR TE HEEL (WML)
bij een overschrijding van de waterkwaliteitseisen van glyfosaat (links) en AMPA (rechts), gedurende de 100-jarige projecties onder de klimaatscenario's.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Beleidsafwegingen voor zoetwaterverdeling

De resultaten van dit onderzoek en het economisch instrumentarium kunnen beleidsmakers gebruiken om goede beleidsafwegingen te maken rond de zoetwaterverdeling.

Verder lezen?
Deze links leiden naar rapporten en publicaties over dit project.

- Wateraanvoer van Waal naar Maas, gunstig voor de waterkwaliteit (H_2O Online 2016) →
- Wateraanvoer van Waal naar Maas, gunstig voor de waterkwaliteit (KWR 2015,095) →
- Gevolgen van zoetwatertekorten voor industrie en drinkwaterproductie (KWR 2017,099) →

WAT IS HET PROBLEEM? >

WAT HEBBEN WE GEDAAN? >

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

HOOFDSTUK 3

Dimensionering en kwetsbaarheid infrastructuur

FYSIEKE KWETSBAARHEID

KLIMAATVERANDERING EN DRINKWATERVRAAG

RESULTATEN: DIMENSIONERING EN KWESTBAARHEID

© KWR | Bridging Science to Practice

FYSIEKE KWETSBAARHEID

Waterbedrijven willen klimaatbestendige saneringsbeslissingen nemen voor het ondergrondse distributienet. Daarvoor hebben zij kennis nodig over oorzaken voor het bezwijken van leidingen van uiteenlopende materialen.

In dit onderzoek zijn de invloeden van zettingen, droogte, temperatuur, wind en drukvariaties op de integriteit van ondergrondse waterleidingen in beeld gebracht.

ONDERZOEKSRESULTATEN:
FYSIEKE KWETSBAARHEID

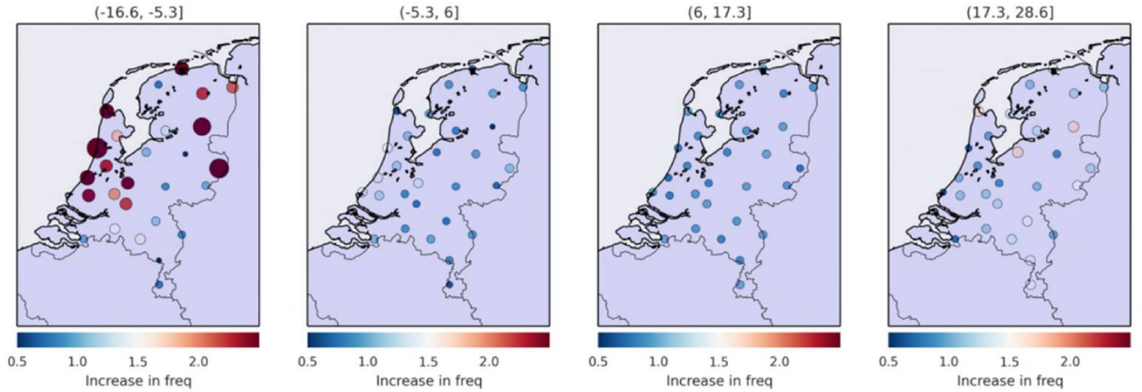
© KWR | Bridging Science to Practice

Invloed van klimaatverandering op leidingbreuk onderzocht

Falende leidingen leveren overlast en kosten op. Klimaatverandering kan mogelijk voor meer leidingstoringen zorgen. Voor het vervangen van leidingen, een proces met een tijdschaal van 100 jaar, is het van belang rekening te houden met klimaatverandering.

- Onderzocht is welke verbanden bestaan tussen het weer en leiding storingen, op basis van diverse bronnen: storingsgegevens (zowel Nederlandse als buitenlandse), leidingnetmodelsimulaties, satellietdata van grondzettingen en KNMI-gegevens. Voor verschillende regio's in Nederland zijn de verbanden in kaart gebracht met behulp van statistiek.

VERANDERING IN LEIDINGSTORINGEN,
regionaal verdeeld bij verschillende temperatuurklassen.



WAT IS HET PROBLEEM?
WAT HEBBEN WE GEDAAN?
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Verwachte aantal storingen bij temperatuurstijging

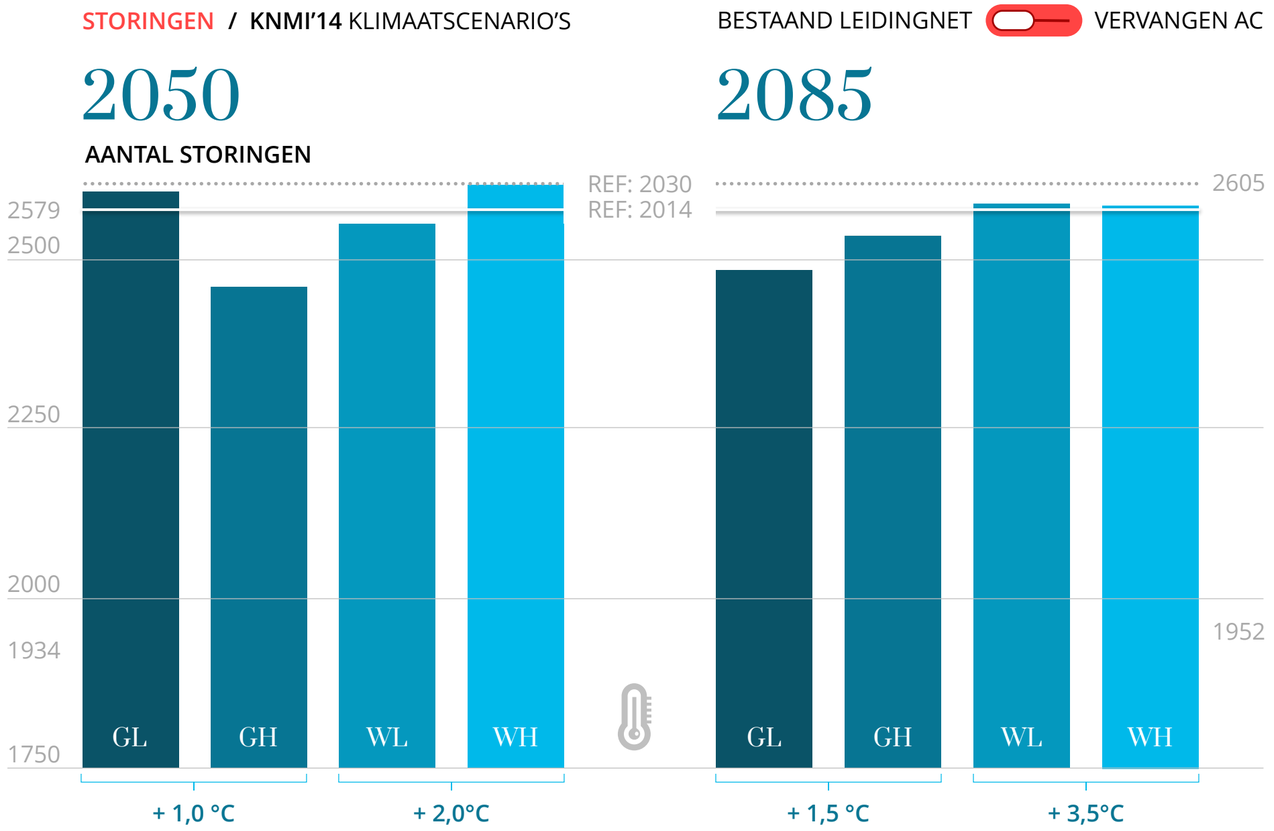
Het onderzoek laat zien dat meer storingen ontstaan bij:

- Storm en hevige rukwinden › kans op omvallende bomen
- Droogte › bodemzetting
- Hitte en strenge vorst

Verwachte klimaateffecten op storingen:

- Aantal winterstormen blijft gelijk › geen effect op storingen
- Meer droogte › meer bodemzetting › meer storingen
- Meer zomerse dagen / minder vorstdagen › zowel stijging als daling aantal storingen mogelijk

Klik op de schuifbalk om te zien hoe het vervangen van leidingen de uitkomsten beïnvloedt.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

www.klimaatscenarios.nl

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Invloed klimaatverandering op leidingbreuk is beperkt

De invloed van klimaatverandering op leidingen lijkt relatief klein, de veranderende samenstelling van het leidingnet en veroudering zal een groter effect hebben. Met name zettingen moeten in de gaten worden gehouden, en een beter begrip van drukschommelingen op leidingfalen is nodig.

Het aspect van veroudering en zettingen is inmiddels opgepakt in het project *Tools kennisopbouw inspectietechnieken*.

Verder lezen? Deze links leiden naar rapporten en publicaties over dit project.

- Fysieke kwetsbaarheid leidingen voor klimaatverandering →
- Impact of climate on pipe failure →
- Impact of weather conditions on pipe failure →
- Modelling the effect of climate change (2014) →
- Modelling the effect of climate change (2015) →
- Effects of climate change on drinking water →

WAT IS HET PROBLEEM? >

WAT HEBBEN WE GEDAAN? >

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

KLIMAATVERANDERING EN DRINKWATERVRAAG

Drinkwaterbedrijven gebruiken de dagpiekfactor als richtlijn bij belangrijke strategische keuzes, zoals bij het plannen van infrastructuur- en productiecapaciteit.

De dagpiekfactor is het gemeten dagverbruik op een extreme verbruiksdag zoals die statistisch gezien eens in de 10 jaar voorkomt. Een accurate schatting van deze piekfactor is daarom van groot belang.

Omdat de watervraag sterk wordt beïnvloed door het weer, is het belangrijk te weten hoe klimaatverandering de piekfactor beïnvloedt.

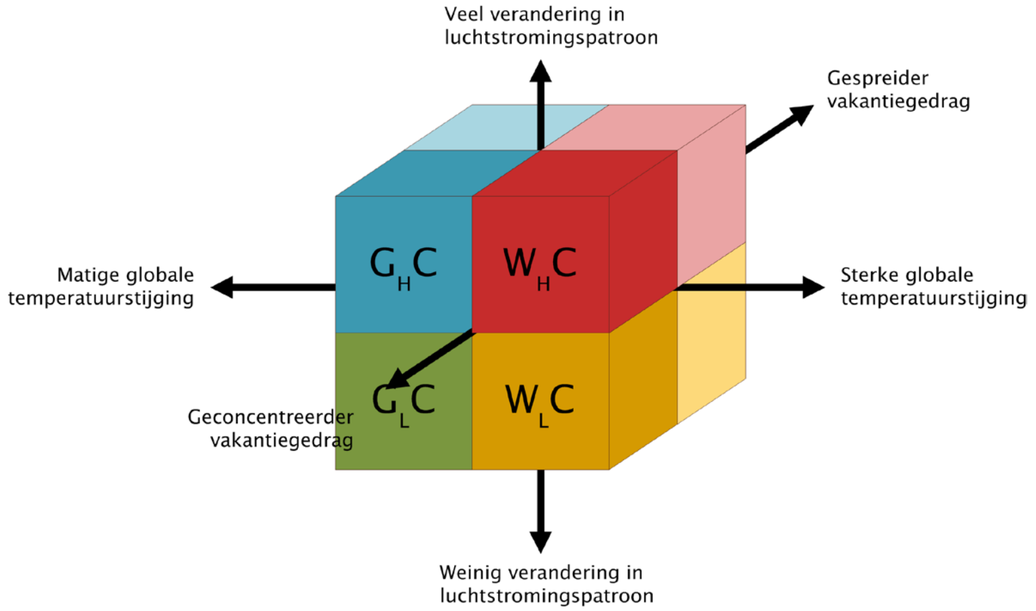
ONDERZOEKSRESULTATEN:
KLIMAATVER. EN WATERVRAAG

© KWR | Bridging Science to Practice

Voorspellen van de watervraag

Voor het plannen van productie- en opslagcapaciteit hebben waterbedrijven behoefte aan gedegen prognoses van de gemiddelde watervraag en variaties hierin. In dit onderzoek is de invloed van diverse klimaat- en vakantiespreidingsscenario's op zowel de gemiddelde watervraag als de extreme watervraag (met een statistische kans van optreden van eens in de 10 jaar) onderzocht voor de zichtjaren 2050 en 2085.

De resultaten van dit onderzoek en de ontwikkelde methodiek maken het voor de drinkwaterbedrijven mogelijk om rekening te houden met effecten van klimaatverandering en veranderingen in vakantiespreiding bij hun plannen voor infrastructurele investeringen.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Statistisch model dagpiekfactor

Om tot een robuuste schatting van de piekfactortoename te komen, is het van belang met een gestandaardiseerde methode verbruiksreeksen van meerdere voorzieningsgebieden te onderzoeken, inclusief vakantiespreidingseffecten en met de nieuwste klimaatscenario's.

In dit onderzoek is voor de jaren 2050 en 2085 bepaald hoe de gemiddelde watervraag en dagpiekfactor veranderen als gevolg van een opwarmend klimaat en mogelijke verandering in vakantiegedrag.

Eerst zijn met een statistisch model relaties gelegd tussen de meteorologische omstandigheden, vakantie-afwezigheid en de watervraag.

Vervolgens is een zogeheten peak-over-threshold extremewaarden-model gebruikt om uit de voorspelde watervraag voor 2050 en 2085 de dagpiekfactor af te leiden.

De gemiddelde watervraag en de dagpiek factor zijn voor elk scenario vergeleken met de referentieperiode 1995-2015.

De onderzochte gebieden zijn:

- Amsterdam,
- Heemstede,
- Haarlemmermeer, Aalsmeer en Uithoorn (HAU),
- Texel,
- Groningen-Stad,
- Groningen-Provincie,
- Sint Niklaas (BE)
- Het Gooi.

WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

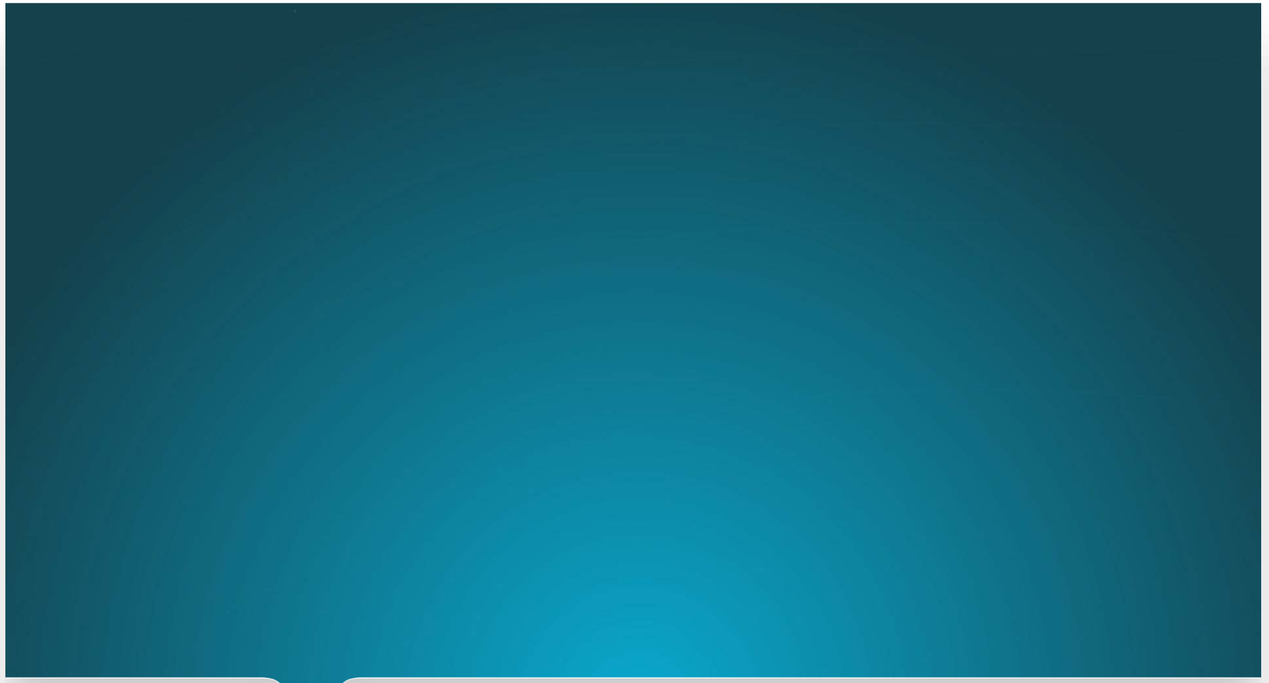
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Animatie waterverbruik

Concreet heeft dit onderzoek geleid tot een statistisch onderbouwde inschatting van de toename in gemiddelde watervraag en dagpiekfactor onder diverse klimaat- en vakantiespreidingsscenario's voor diverse voorzieningsgebieden in Nederland en België.

Rekening houden met enige model-onzekerheid, kunnen de gevonden bandbreedtes door waterbedrijven worden gebruikt om vast te stellen of deze invloed belangrijke gevolgen zal hebben voor hun infrastructuur, watervoorraden en investeringen. Om structurele effecten te bepalen moeten ook aanvullende factoren worden meegenomen, zoals demografische trends (vergrijzing), economische ontwikkeling, waterbesparing en stedelijke ontwikkeling. Deze resultaten zijn verwerkt in de animatie hiernaast.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Vervolg in nieuw BTO-project

Waterbedrijven kunnen met de methodiek uit dit onderzoek voor hun eigen voorzieningsgebieden soortgelijke resultaten afleiden. Bij investeringen in productielocaties kunnen zij vervolgens rekening houden met de toekomstige dagpiekfactor.

Dit BTO-project heeft een vervolg gekregen in de nieuwe BTO themagroep *Bronnen en Omgeving*, met als doel om een eenvoudige methode te ontwikkelen om per voorzieningsgebied de gevolgen van klimaatverandering op de beschikbaarheid van en de vraag naar drinkwater te berekenen en adaptieve maatregelen te verkennen.

Verder lezen?
Klik hieronder voor link naar het BTO rapport.

BTO 2017.043: De gevolgen van klimaatverandering en vakantiespreiding voor de drinkwatervraag. →

BTO Bronnen en Omgeving: Beschikbaarheid van water bij klimaatverandering →

© KWR | Bridging Science to Practice

HOOFDSTUK 4

Microbiologische processen

HOTSPOTS IN HET LEIDINGNET

BODEMPASSAGE NIEUWE STIJL

ONDERZOEKSRESULTATEN:
MICROBIOLOGISCHE PROCESSEN

© KWR | Bridging Science to Practice

HOTSPOTS IN HET LEIDINGNET

Identificeren van oorzaken en kwantificeren van risico's voor de waterkwaliteit in de leidingnet nu en in de toekomst (2050) rekening houdend met klimaatverandering.

Ontwikkeling van tools om mogelijkheden voor adaptatie en maatregelen te analyseren om huidige en toekomstige hotspots in het leidingnet terug te dringen.



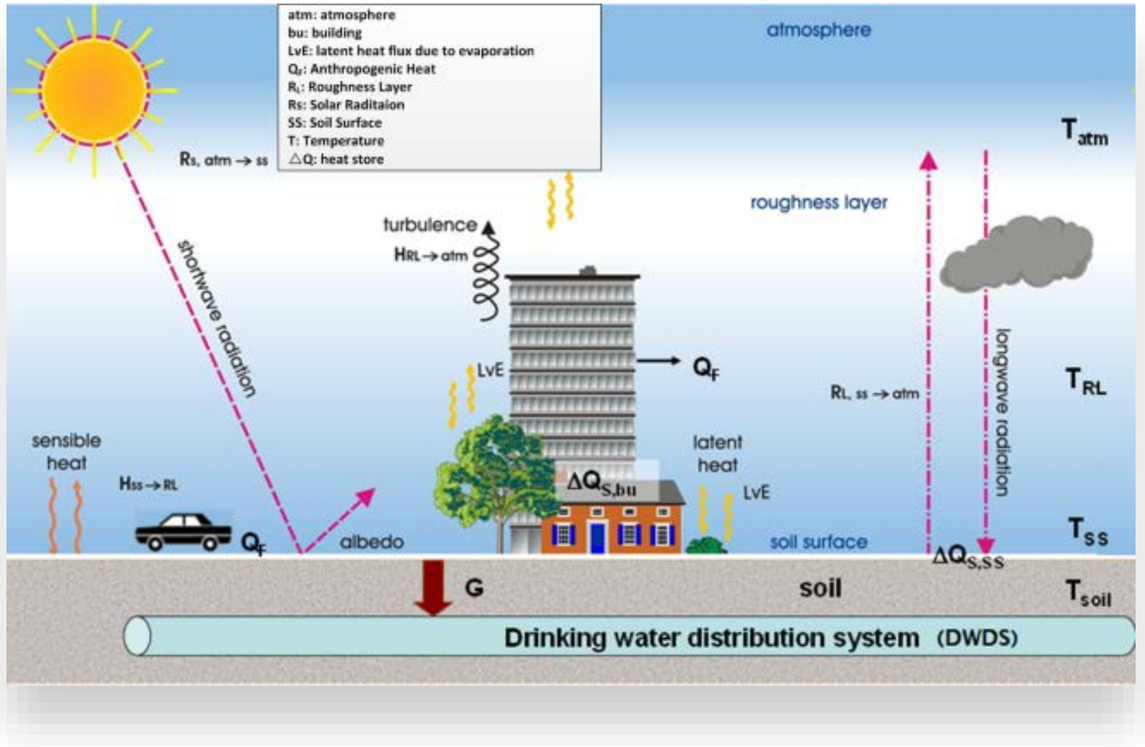
ONDERZOEKSRESULTATEN:
HOTSPOTS IN HET LEIDINGNET

© KWR | Bridging Science to Practice

Oorzaken hotspots

Hotspots zijn plekken in de drinkwaterinfrastructuur waar op enig moment de temperatuur hoger is dan 25°C. Ondergrondse hotspots kunnen incidenteel de oorzaak zijn voor een watertemperatuur aan de tap boven 25°C, boven het maximum vastgelegd in het Drinkwaterbesluit.

Hotspots op 1m diepte treden vooral op bij een combinatie van veel (in)directe zonnestraling, droge zandbodem, tegels als bodembedekking en antropogene warmtebronnen. In warme zomers zoals in 2003 en 2006 kan de bodem rond leidingen gemakkelijk een aantal dagen tot boven 25 °C opwarmen. Antropogene warmtebronnen zullen in de toekomst vaker voorkomen en het effect van klimaatverandering versterken. Dat kan de (toekomstige) drinkwaterkwaliteit negatief beïnvloeden.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Oorzaken hotspots

De drinkwatertemperatuur in het leidingnet wordt vrijwel volledig bepaald door de bodemtemperatuur rond de waterleiding, dat vrijwel altijd op ca. 1m diepte ligt. Hoge bodemtemperaturen rond een drinkwaterleiding kunnen de drinkwatertemperatuur laten oplopen tot boven 25 °C, waardoor het water niet meer voldoet aan de eisen van het Drinkwaterbesluit.

Dit komt incidenteel al plaatselijk voor tijdens warme periodes, maar kan vaker gaan optreden bij een combinatie van droge zandbodem, tegels als bodembedekking en antropogene warmtebronnen. Een langdurig hoge temperatuur beïnvloedt de groei van micro-organismen in het water, vaak met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Hotspots voorkomen

Veranderingen in de antropogene warmtebronnen, zoals meer warmte-distributienetwerken, kunnen lokaal grote gevolgen hebben voor de bodemtemperatuur. Deze veranderingen zijn gekoppeld aan de energie-transitie en daarmee nog zeer onzeker. Indien geen actie wordt onder-nomen, zullen de gevolgen van klimaatverandering en de verwachte toename van antropogene warmtebronnen merkbaar worden binnen een aantal decennia.

Simulaties tonen aan dat hotspots in 2050 enkele weken per jaar drinkwater-temperaturen boven 25°C zullen veroorzaken, waardoor de waterkwaliteit meer onder druk zal komen te staan. Klimaatbestendigheid eist een lange-termijnbeleid. Daarom is het belangrijk dat nu maatregelen worden genomen om een klimaatbestendige stad in 2030 of 2050 te bereiken.

	Tijdens een jaar met een (verwachte) hittegolf in de zomer					
	Aantal dagen Temp. drinkwater >25°			Aantal dagen Temp. drinkwater >28°		
	2012	2050 (G)	2050 (W+)	2012	2050 (G)	2050 (W+)
Peri-urbane wijken	0	0	0	0	0	0
Gemiddeld stad	0	0	7	0	0	0
Hot-spots in de stad	9	49	83	0	0	22

Aantal dagen dat de drinkwatertemperatuur 25°C en 28 °C overschrijdt voor drie stedelijke gebieden in een Nederlandse stad, gebaseerd op bodemtemperatuursimulaties op 1m diepte voor een zomer met een hittegolf in 2012 en volgens klimaatscenario's G en W+ voor 2050.

Op de volgende pagina worden mogelijke oplossingen grafisch in beeld gebracht.

WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

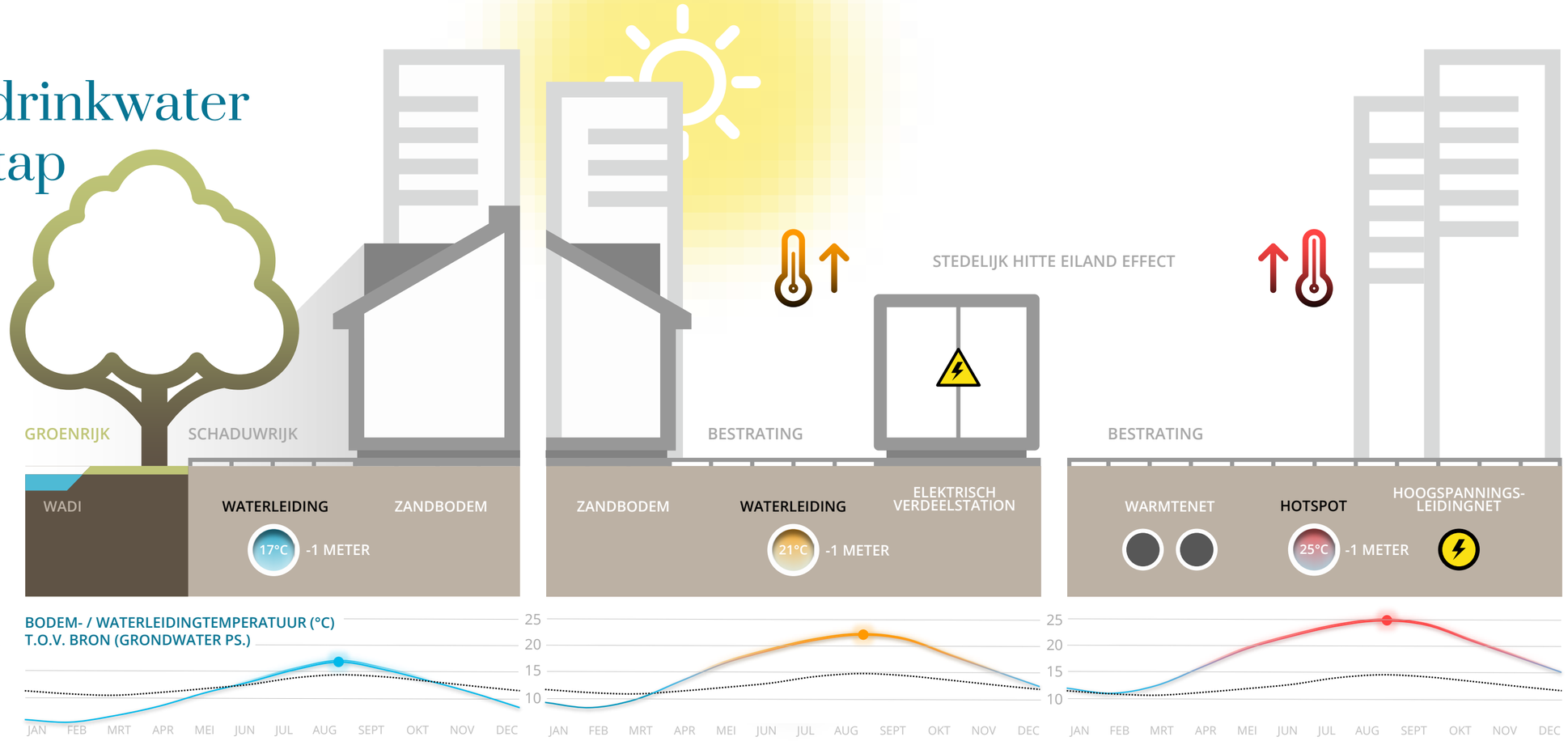
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Opwarming drinkwater van bron tot tap

UITDAGING
Klimaatverandering
Stedelijk hitte eiland
Energietransitie

OPLOSSING
Meer groen en meer water in de stad. Bodembeheer om ongewenste opwarming van drinkwaterleidingen te voorkomen.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Maatregelen zijn nodig

Een combinatie van maatregelen is nodig om de effecten van de stijging van de bodemtemperatuur af te remmen of de stijging van de drinkwatertemperatuur in het net te voorkomen.

Praktische oplossingen zijn: leidingen leggen aan de schaduwkant van de straat, warmtebronnen vermijden of leidingen dieper leggen. **Andere, meer integrale oplossingen zijn:** het vergroenen van steden, meer schaduw creëren en water langer vasthouden in de stad.

De komende jaren moeten er duidelijke richtlijnen komen om het beheer van de ondergrond te stroomlijnen en te zorgen dat alle infrastructuurbeheerders (waaronder water- en energiebedrijven, gemeentes en waterschappen) daaraan intensief samenwerken.

Verder lezen?
Deze links leiden naar rapporten en publicaties over dit project.

- Drinking water temperature in future urban areas →
- Identifying (subsurface) anthropogenic heat sources that influence temperature in DW →
- Hotspots in het leidingnet →
- Lit.onderzoek naar de invloed van temp. op groei van opportunistische pathogenen in DW →
- Aanpak om de hotspots in het leidingnet terug te dringen →

© KWR | Bridging Science to Practice

BODEMPASSAGE NIEUWE STIJL

Klimaatverandering en vergrijzing zullen naar verwachting bijdragen aan hogere concentraties en meer soorten (omzettingsproducten van) geneesmiddelen in oppervlaktewater.

Ook nu al is het verwijderen van geneesmiddelen een belangrijke zuiveringsuitdaging bij de drinkwaterproductie.

Bodempassage wordt gewoonlijk ingezet als voorbehandelingsstap, primair gericht op verwijdering van deeltjes en bacteriën, maar het is bekend dat bodempassage ook kan bijdragen aan de verwijdering van geneesmiddelen. Dit aspect was de focus van ons meerjarig onderzoek.

ONDERZOEKSRESULTATEN:
BODEMPASSAGE NIEUWE STIJL

© KWR | Bridging Science to Practice

Bodempassage helpt bij verwijderen geneesmiddelen

De verwijdering van geneesmiddelen is een belangrijke zuiveringsuitdaging die nog zal groeien door vergrijzing (en daardoor toenemend geneesmiddelengebruik) en door klimaatverandering (met bijvoorbeeld lagere afvoeren tijdens zomer en herfst).

De concentraties van en het scala aan farmaceutica en geneesmiddelen in oppervlaktewater zullen daardoor naar verwachting nog verder toenemen.



Tijdens drinkwaterproductie uit oppervlakte-water is het een uitdaging voor de huidige bovengrondse zuiveringsinstallaties om geneesmiddelen en hun omzettingsproducten uit het water te verwijderen.

Bodempassage kan hierbij helpen, maar hoeveel dit bijdraagt aan de verwijdering van geneesmiddelen uit oppervlaktewater is niet precies bekend en dient nader te worden onderzocht.

WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

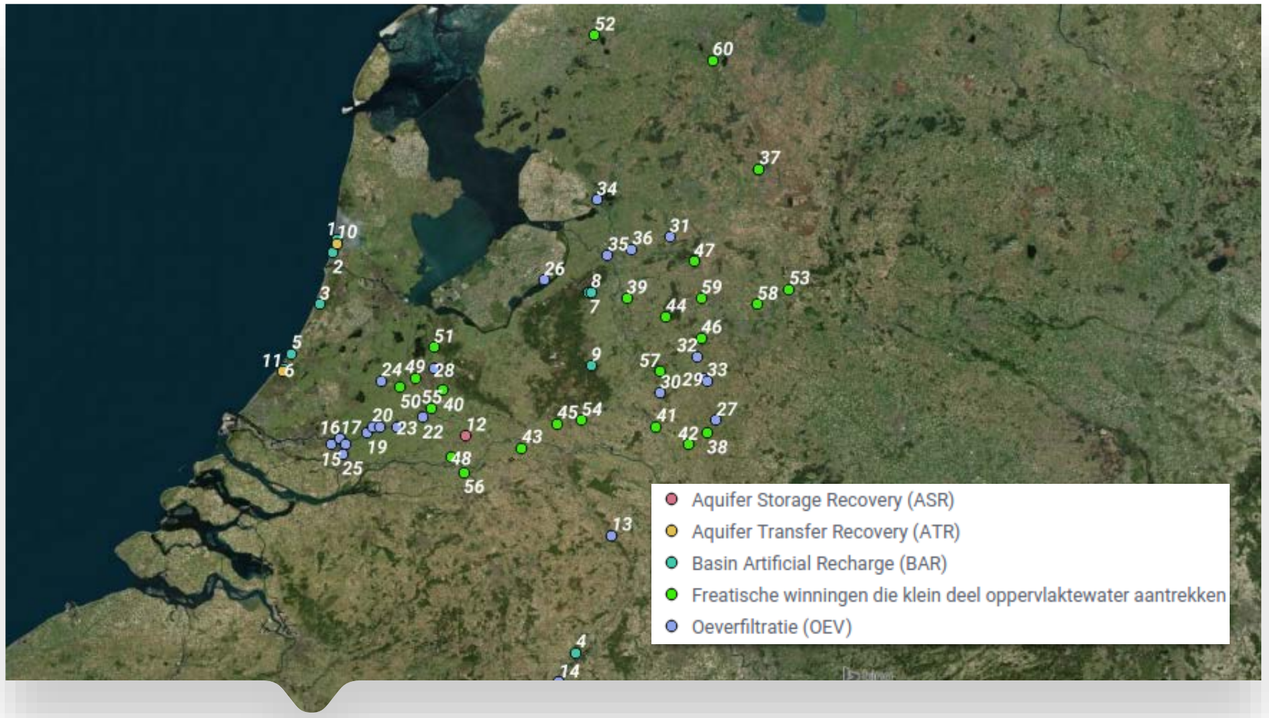
© KWR | Bridging Science to Practice

Bodempassage op de kaart

In dit project is verkend:

- Op welke verschillende wijzen bodempassage bij de Nederlandse drinkwaterproductie wordt toegepast.
- Welke manieren er zijn om de condities bij bodempassage zo aan te passen dat de zuivering tijdens bodempassage wordt vergroot.
- Welke verschillende wijzen van bodempassage kansrijk zijn.

- Vervolgens is bepaald in welke mate de verschillende wijzen van bodempassage praktisch toepasbaar zijn op bestaande winlocaties met bodempassage. Ook zijn de Nederlandse locaties van bodempassagesystemen voor drinkwaterproductie in kaart gebracht, met verwijzingen naar de toegepaste bodempassagesystemen en de oppervlaktewaterbronnen.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Vanuit dit project worden de volgende stappen voorzien:

Actualiseren van eigenschappen
bij veranderingen van
bodempassagecondities

Info updaten bij toepassing van en
inzichten verkregen bij de toepassing van technieken
ter optimalisatie zuivering
tijdens bodempassage

Verder lezen?
Klik hieronder voor link
naar het BTO rapport.

Contribution of soil passage in removing pharmaceutical compounds from infiltr. surface water →

Bodempassage nieuwe stijl →

© KWR | Bridging Science to Practice

HOOFDSTUK 5

Natuur-waarden en grondwater-dynamiek

ONDERZOEKSRESULTATEN:
WAARDEN EN DYNAMIEK

© KWR | Bridging Science to Practice

Klimaatverandering en natuurdoelen

Klimaatverandering en atmosferische aanvoer van stikstof zijn van invloed op natuurdoelen en op de winning van grondwater. Vragen daarbij zijn:

- Wat doen klimaatverandering en de aanvoer van stikstof met de ontwikkeling van de vegetatie op grondwateronafhankelijke duinbodems?
- Welke natuurdoelen kunnen op de lange termijn worden verwacht?
- Hoe verandert door klimaatverandering de grondwateraanvulling en de uitspoeling van nitraat naar het grondwater?

Om deze vragen te beantwoorden is een eendimensionaal ecosysteemmodel ontwikkeld; PROBE-3.



WAT IS HET PROBLEEM?

WAT HEBBEN WE GEDAAN?

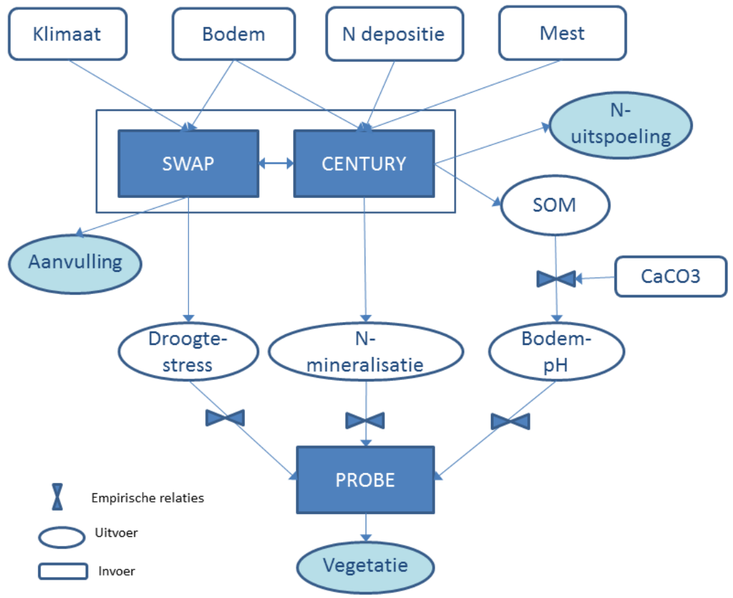
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Modellering ecosysteem

Het ontwikkelde ecosysteemmodel PROBE-3 berekent de droogte op hellingen door rekening te houden met de hoeveelheid ontvangen zonnestraling. De vegetatiesamenstelling in het model is ook afhankelijk van de ouderdom van het duin: de bodem wordt steeds rijker aan organische stof en zuurder. Hoe deze successie verloopt, hangt af van het (micro-)klimaat en de aanvoer van stikstof vanuit de lucht.

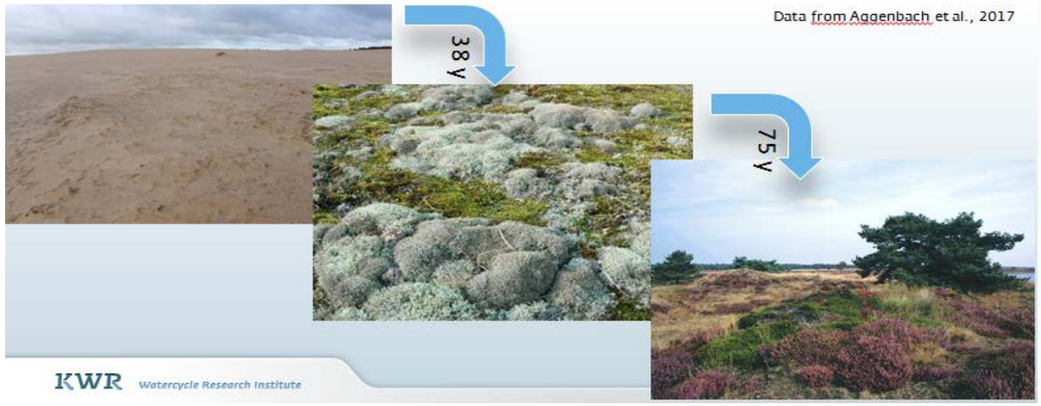
De samenhang tussen water, bodem en vegetatie is gesimuleerd door modellen aan elkaar te koppelen die deze drie compartimenten vertegenwoordigen: respectievelijk SWAP, CENTURY en de vegetatiemodule van PROBE. Dit modellentrio, tezamen PROBE-3 geheten, berekent de dynamische ontwikkeling van het ecosysteem, inclusief de daaraan verbonden diensten (biodiversiteit, grondwateraanvulling, reductie van N-uitspoeling).



WAT IS HET PROBLEEM?
WAT HEBBEN WE GEDAAN?
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

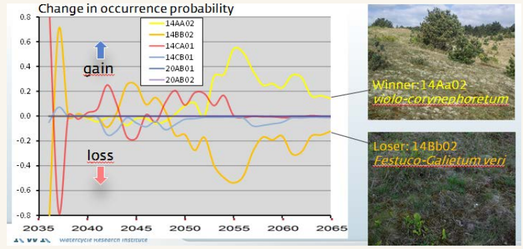
Modellering ecosysteem



Het model is vervolgens gevalideerd aan de hand van gegevens over duinen waarvan we weten wanneer de successie, vanaf een kale bodem, is begonnen.

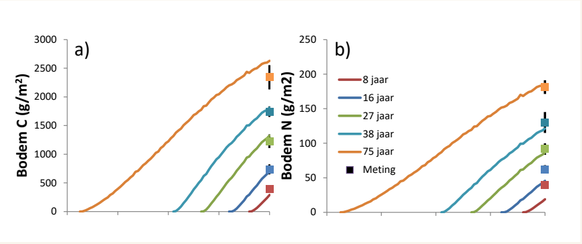
Gesimuleerd effect van klimaatverandering op kalkarme duinen.

Het warme klimaat in 2015 kan leiden tot grote veranderingen in vegetatiesamenstelling. In deze figuur worden een aantal “winnaars” en “verliezers” weergegeven (codes conform De Vegetatie van Nederland)



Gesimuleerde hoeveelheid koolstof (a) en bodemstikstof (b) in kalkrijke duinen (d) op een horizontale duinbodem in de Luchterduinen voor verschillende successieperioden, beginnend met kaal zand: 8, 12, 16, 27, 38 en 75 jaar

De vierkantjes tonen in 2012 gemeten waarden.



WAT IS HET PROBLEEM?
WAT HEBBEN WE GEDAAN?
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Belang en doorontwikkeling model

De huidige versie van PROBE-3 kan door natuurbeheerders (waaronder drinkwaterbedrijven) worden gebruikt om potenties voor vegetatietypen te verkennen en het beheer eventueel aan te passen. De komende jaren wordt het model binnen het BTO verder ontwikkeld zodat het met vertrouwen kan worden ingezet in studies voor het beleid en beheer van hogere zandgronden op de lange termijn.

Het model moet vragen gaan beantwoorden als: Zijn de huidige natuurdoelen van droge duinen haalbaar onder het toekomstig klimaat? Kan met het stimuleren van windsedimentatie van kalkrijk zand de verzuring effectief worden gestopt? Wat wordt de hoeveelheid en kwaliteit van de toekomstige grondwateraanvulling? En, daarvan afgeleid, wat betekent dat voor de drinkwatervoorziening en voor de instandhouding van natte duinvalleien?



WAT IS HET PROBLEEM?
WAT HEBBEN WE GEDAAN?
HOE NU VERDER?

© KWR | Bridging Science to Practice

Vervolg middels Waterwijzer Natuur

De kennis ontwikkeld in dit project is ook van belang voor de Waterwijzer Natuur, waarin momenteel alleen een versie van PROBE is ondergebracht die geen rekening houdt met bodemsuccessie.

De Waterwijzer Natuur is een initiatief van STOWA om te komen tot een wetenschappelijk goed onderbouwd, breed gedragen model voor vegetatiedoelen. De uitvoering ligt bij KWR en WENR.

Verder lezen?
Deze links leiden naar rapporten en publicaties over dit project.

- Inbouw van bodemnutriënten en zuurgraad in PROBE →
- PROBE-3: A succession model for ecosystem services →
- Stowa: de waterwijzers →

© KWR | Bridging Science to Practice