

Auteurs

J. Lu, Brown and Caldwell, San Diego, Californië, Amerika; ing. W.G. van der Schee, Croonwolter&dros, Amersfoort; W.J.H. Scheffer, Lid van TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken

Gevolgen voor infrastructuur door extreme droogte Californië

In de staat Californië kenmerken de laatste de laatste jaren zich door extreme droogte. Dit zet de staat aan tot een beleid om water te besparen. Verschillende instanties werken samen om deze doelstelling te effectueren en men is succesvol met dit beleid getuige de behaalde resultaten. Maar kan men ongestraft water besparen met als gevolg een afnemende volumestroom in de watertoevoer, waterafvoer en rioolwaterzuivering? De door meerdere organisaties opgerichte CUWA heeft een onderzoek uitgevoerd naar de consequenties van waterbesparing in de waterkringloop [1]. Mevrouw Jocely Lu presenteerde de resultaten van dit onderzoek op het congres van de EWTS en IAPMO in Ontario, Californië.

Ook in Californië zijn langdurige droge periodes een terugkerend fenomeen, en deze droge periodes nemen toe in intensiteit en duur vanwege de klimaatverandering. De afgelopen vijf jaar zijn de droogste periode sinds mensenheugenis in Californië terwijl de bevolking van de staat Californië continu groeit waardoor juist de vraag naar drinkwater stijgt. Efficiënt gebruik van drinkwater heeft hierdoor een prominente plek op de duurzaamheidsagenda van de beleidsmakers ingenomen. Afbeelding 1 toont de effecten van de droogte bij de Folsom dam.

De inwoners van Californië zijn doordrongen van het feit dat men zuinig met drinkwater om moet gaan. Gedurende de recente lange droge periodes hebben de inwoners van Californië breed gehoor gegeven aan de noodkreet om water te besparen, wat door de autoriteiten als zeer succesvol is ervaren. Het beleid en de publiciteit rondom dit thema hebben duidelijk hun effect. Echter, de significante reductie van het watergebruik leidt tevens tot onbedoelde neveneffecten in de waterkringloop. De kleinere vraag naar drinkwater heeft tevens consequenties voor de watertoevoer- en afvoersystemen.

Onderzoek impact afname drinkwaterconsumptie

De California Association of Sanitation Agencies (CASA), Water Research Foundation (WRF), WaterReuse California, and California Water Environment Association (CWEA) vormen gezamenlijk de California Water Urban Agencies (CUWA). De CUWA heeft de impact van de afname van de drinkwaterconsumptie onderzocht. De resultaten zijn vastgelegd in het rapport *Adapting to Change: Utility Systems and Declining Flows*. Deze publicatie heeft als doel om beleidsmakers en andere stakeholders te wijzen op de gevolgen van het reduceren van de drinkwaterconsumptie en hoe nutsbedrijven en openbare diensten hun proces aan moeten passen naar deze nieuwe situatie.

De rapportage levert een inkijkje in de onbedoelde neveneffecten van het propageren van een waterbesparing die zelfs tot onder de doelstellingen uitkomt.

De rapportage *Adapting to Change: Utility Systems and Declining Flows* is tot stand gekomen door gebruik te maken van meerdere activiteiten en bronnen:

- Een literatuuronderzoek om informatie te verzamelen en begrip voor de impact die wordt ervaren ten gevolge van de afname van de watervolumestromen;
- Verspreiden van een enquête om vast te stellen wat de invloed van de waterbesparing in Californië is. In totaal zijn 270 reacties ontvangen;
- Interviewen van medewerkers van nutsbedrijven en openbare diensten;
- Beschrijven van case studies ter illustratie van de consequenties bij nutsbedrijven en openbare diensten.

Veel direct betrokkenen gebruiken de term waterconservatie zowel voor de korte als de lange termijn. Het rapport *Adapting to Change: Utility Systems and Declining Flows* heeft de insteek dat de term waterconservatie een antwoord is op de langdurige droogte. De continue afname van de drinkwatervraag moet leiden tot een efficiënt drinkwatergebruik (water use efficiency WUE) als een lange termijn strategie.



Afbeelding 1:
Schrikbeeld van
droogte bij de
Folsom dam

Voordelen efficiënt gebruik drinkwaterbronnen

De CUWA stelt dat efficiënt gebruik van drinkwaterbronnen grote voordelen heeft voor het milieu, de volksgezondheid en economie. De potentiële voordelen zijn:

- Verhoogd incasservermogen bij langdurige droogte;
- Ontwikkelen van duurzame drinkwaterbronnen met een hoge waterkwaliteit;
- Beperken of het zelfs voorkomen van investeringen in nieuwe infrastructuur of aanvullende toevoerleidingssystemen;
- Afname van de energiekosten ten gevolge van beperking transport van afvalwater.

Door waterconservering continu door te voeren verlagen de volumestromen binnen de watercyclus in de bebouwde omgeving. Dit heeft invloed op: de drinkwaterdistributie, het transport van afvalwater, de waterbehandeling van afvalwater en het hergebruik van water. Figuur 1 illustreert deze watercyclus in de bebouwde omgeving. Echter, de continue afname van het watergebruik brengt helaas onbedoelde effecten in de gehele watercyclus met zich mee.

De WRF voerde twee studies uit naar het watergebruik in Noord Amerika, een in 1999 en een in 2016. Gedurende die periode daalde het watergebruik van 261 naar 223 liter per persoon per dag, een reductie van 15%. Figuur 2 toont een vergelijk van het watergebruik in 1999 en 2016.

Invloed op de waterdistributie

Door de afname van de vraag naar drinkwater neemt de volumestroom in het bestaande distributienet af en de verblijfstijd van het drinkwater in de leidingen toe. Dit verhoogt de kans op chemische en biologische vervuiling en dus op potentiële risico's voor de volksgezondheid. Dan gaat het om de vraag of het drinkwater nog aan de eisen voldoet van het Safe Drinking Water Act, in het bijzonder voor de bijproducten van de desinfectiemiddelen, de coliform bacterie, residuen van chloriden en een verhoogd gehalte aan lood en koper.

De drinkwaterbedrijven hebben op grond van deze risico's reeds extra maatregelen genomen. Die maatregelen betreffen het verbeteren van de doorstroming in de waterkelders en het slim doseren van chemicaliën. In de waterkelders zorgen pompen en schotten voor een betere verversing en doorstroming (een zogenaamd baffling system). In tanks houden mixers het water in beweging waardoor dode "hoeken" worden voorkomen en de verblijfstijd van het water zo kort mogelijk wordt gehouden. Drinkwaterbedrijven hebben ook maatregelen getroffen om het distributienet eenvoudig te kunnen spoelen en het water in de reservoirs te verversen.

De afname van de drinkwatervraag brengt dus risico's met zich mee voor het behoud van de drinkwaterkwaliteit en dwingt de drinkwaterbedrijven tot extra investeringen.

Zo verhoogde het drinkwaterbedrijf San Diego County Water Authority de frequentie van het spoelen van water in het ruwwatersysteem. De kosten voor het spoelen en opnieuw behandelen van het water bedragen rond de 1,7 miljoen Euro per jaar. Tevens installeerde de San Diego County Water Authority een beheerssysteem om online de waterkwaliteit te controleren; investering 215.000 Euro.

Om de in het distributiesysteem meest veraf gelegen klanten niet disproportioneel te treffen met een afnemende waterkwaliteit eist het drinkwaterbedrijf Santa Clara Valley Water District een minimale afname bij de overige klanten.

Het drinkwaterbedrijf Alameda County Water District neemt een afname van het gehalte chloor waar in de periferie van het distributienet. Het drinkwaterbedrijf heeft de spoelfrequentie in de uiterste leidingdelen verhoogd waardoor het chloorgehalte tot in de uiteinden van het distributienet gehandhaafd blijft. Dit vraagt extra uren inspanning voor het personeel. (In Nederland wordt aan het drinkwater geen chloor toegevoegd).

Uit de enquêtes bleek dat:

- 49% van de respondenten aanpassingen in de bedrijfsvoering rapporteert ten gevolge van de lage volumestromen.
- 47% van de respondenten een verandering van de waterkwaliteit verwacht ten gevolge van de lage volumestromen.

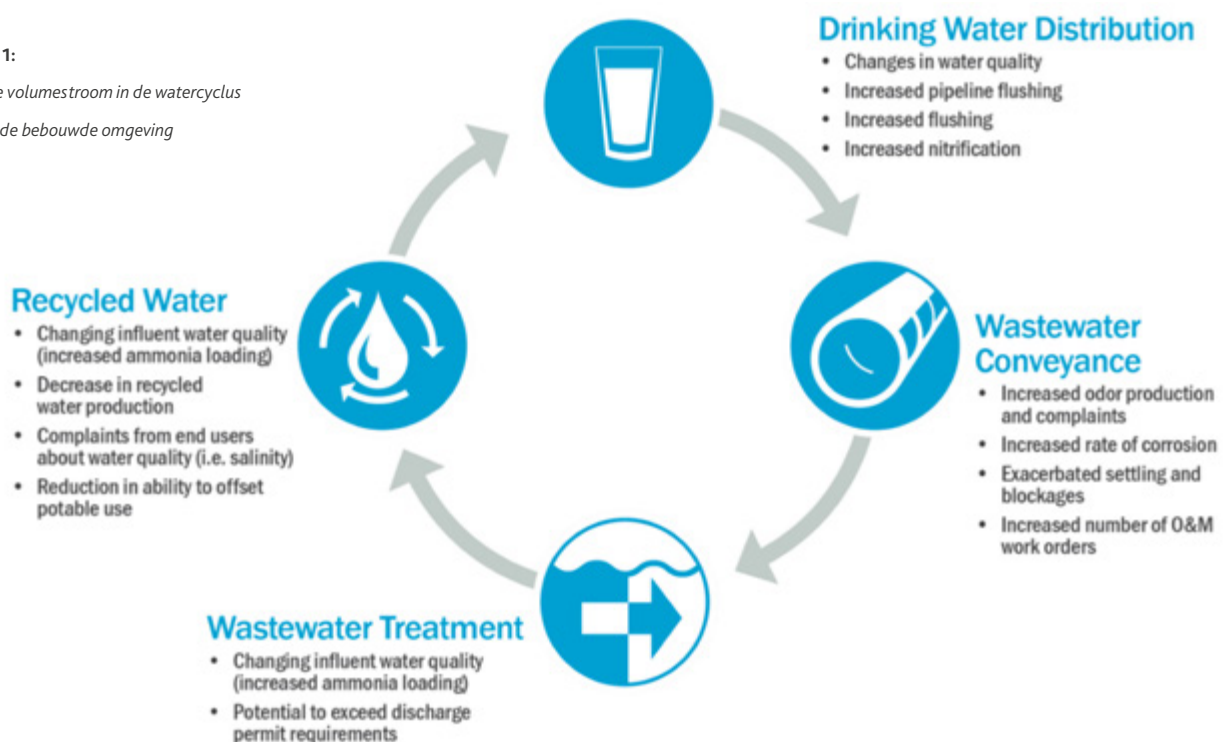
Invloed op transport van afvalwater

Door de afname van het drinkwatergebruik daalt het volume afvalwater waardoor de concentratie van de vervuiling in het afvalwater toeneemt en de afzetting van vaste delen het leidingstelsel stijgt. De gevolgen zijn verstoppingen, stankoverlast en corrosie van het leidingmateriaal. De rioolbeheerders worden geconfronteerd met een verhoging van beheer- en onderhoudskosten, klachten over stankoverlast bij de gebruikers en het aantasten van het leidingmateriaal waardoor een versnelde achteruitgang van de infrastructuur optreedt. Een studie uit Australië toont de correlatie tussen een afname van het drinkwatergebruik en de toename van het aantal verstoppingen in het afvoersysteem.

Een verhoogde concentratie aan biologische afvalproducten en vaste delen kan leiden tot een verhoogde concentratie zwavelwaterstof (H_2S) in het afvalwatersysteem. Naast de stankoverlast, veroorzaakt een hoge concentratie zwavelwaterstof

Figuur 1:

Afname volumestroom in de watercyclus
binnen de bebouwde omgeving



Zwavelcyclus

H₂S vorming (zwavelwaterstof) is inherent aan rioolwater. Met name een lange verblijftijd van het rioolwater in combinatie met zuurstofloze omstandigheden zorgt ervoor dat H₂S zich gaat vormen. Het is het gevolg van een microbiel proces van biologische afbraak van organische verbindingen waarbij sulfaten (SO₄²⁻) vrijkomen in het rioolwater. Deze sulfaten worden gebruikt door sulfaat reducerende bacteriën (SRB's) om onder zuurstof- en nitraatloze omstandigheden organisch materiaal te oxideren.

Tijdens dit proces komen sulfiden (HS⁻, S₂⁻) vrij welke met waterstof reageren tot H₂S. H₂S is een slecht oplosbaar gas dat bij een lage pH van het rioolwater gemakkelijk uitdampst. Indien dit gas weer oplost in een waterfilm die zich op de rioolbuis- of rioolgemaalwand bevindt dan wordt dit H₂S door bepaalde aerobe bacteriën benut en omgezet wordt naar sulfaat. Dit zorgt voor zwavelzuurvorming en aantasting van het beton. Het zwavelzuur kan ook weer in het rioolwater terecht komen waardoor het proces zich blijft herhalen, de zogenaamde zwavelcyclus.

Bron: Ing. Robert Wagenveld, QM Environmental Services Ltd.

via vorming van zwavelzuur aantasting van materialen in de infrastructuur (zie kader). De rioolbeheerders nemen reeds preventieve maatregelen om verstoppingen te verhelpen, zoals: Het gescheiden inzamelen van voedselresten en installeren van vetvangputten en -afscisers. Doch de algemene conclusie van alle betrokkenen blijft: de afname van het drinkwatergebruik verhoogt de kans op verstoppingen in het afvalwatersysteem.

Om de verstoppingen in het afvoerleidingstelsel te voorkomen nemen de nutsbedrijven maatregelen. Zo worden lijsten met probleemlocaties opgesteld die regelmatig door het personeel preventief worden gecontroleerd. Leiding worden inwendig van een liner voorzien waardoor een gladder oppervlak ontstaat en de buis het afvalwater effectiever transporteert. De verhoogde concentratie zwavelzuur tast metalen mangaten aan. De mangaten moeten worden behandeld met een epoxylak, benodigde investering 260.000 Euro over de laatste vijf jaar.

Invloed op bedrijfsvoering afvalwaterzuivering

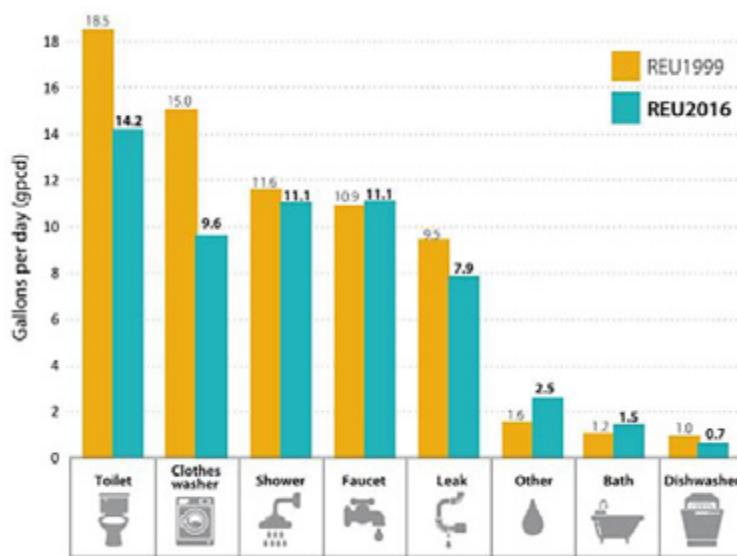
Zoals de voorgaande paragraaf beschrijft beïnvloedt de afname van het huishoudelijk drinkwatergebruik de samenstelling van het afvalwater, inclusief de hoeveelheid en kwaliteit van het influent van de afvalwaterzuiveringsinstallaties. In het afvalwater treft men de laatste jaren verhoogde concentraties zout en ammoniak aan. De concentraties overschrijden zelfs de ontwerputgangspunten van de afvalwaterzuiveringsinstallatie waardoor het waterbehandelingsproces extra wordt belast. De verhoging van de concentratie stoffen in het influent werkt door in

de samenstelling van het effluent. Het effluent van de afvalwaterzuivering moet voldoen aan de normen van de National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES). De NPDES stelt limieten aan stoffen in het effluent zoals bijvoorbeeld ammoniak.

De door de bewoners serieus genomen besparing op het huishoudelijk drinkwatergebruik leidt tot een toename van de concentratie ammoniak in het water dat de afvalwaterzuivering ontvangt. Zo zag het afvalwaterbedrijf Silicon Valley Clean Water een toename van de concentratie ammoniak in het influent, met als gevolg, een toename van de concentratie ammoniak in het effluent. De Victor Valley Water Reclamation Authority ervaart eveneens een verhoging van de concentratie ammoniak in het afvalwater. Voor 2010 was het gemiddelde 20 mg/l en thans variëren de concentraties tussen de 30 en 40 mg/l.

Het kost de afvalwaterzuiveringsbedrijven steeds meer inspanningen om te voldoen aan de eisen van de lozingsvergunning. Om de overschrijding van de vastgestelde maximale concentraties van de stoffen in het afvalwater te voorkomen houden de afvalwaterzuiveringbedrijven rekening met kostbare aanpassingen in de nabije toekomst. Meer dan 40% van de respondenten van de enquête geeft aan dat zij tegen uitdagingen aanlopen om te voldoen aan de vereisten voor de kwaliteit van het effluent.

De verhoging van de concentraties van stoffen in het afvalwater dwingt de afvalwaterbedrijven tot investeringen in technische aanpassingen voor de waterzuivering in een vroeger stadium dan aangenomen, hetgeen resulteert in aanpassingen in de lopende begroting.



**15%
DECREASE
PER CAPITA
DAILY WATER USE
1999 TO 2016**

Figuur 2:

Van 1999 tot 2016 daalde het watergebruik in Californië van 261 naar 223 liter per persoon per dag, een reductie van 15%. 1 Gallon is 3,785 liter.

1 Gallon = 3,785 liter

Het Bureau of Sanitation in Los Angeles ervaart dat de afname van de afvalwaterstroom leidt tot extra reinigingsactiviteiten. De bewoners lozen voedselresten en afval in de riolering die zich door de lage volumestroom in het leidingnet afzetten. Bij een grote regenbui komt dit afval los en wordt meegenomen naar de afvalwaterzuivering waar het verstoppingen veroorzaakt, het controlesysteem genereert dan een melding "Verstopping". Al het afval moet dan met de hand uit de installatie worden gevist en bij zeer grote hoeveelheden wordt een kleine bulldozer ingezet.

Invloed op projecten hergebruik van water

De afname van de volumestroom drinkwater heeft ook invloed op de behandeling van het afvalwater voor hergebruik. Dit heeft eveneens gevolgen voor de financiële haalbaarheid voor het hergebruik van afvalwater. De wens om het gebruik van drinkwater zoveel mogelijk te beperken stimuleert de drinkwaterbedrijven in Californië om afvalwater te hergebruiken. Men hanteert twee principes; (1) Het afvalwater wordt beperkt behandeld waardoor het bruikbaar is voor niet consumptieve doeleinden zoals irrigatie, fontein en koeltorens; (2) Infiltratie in de bodem waardoor het water langs natuurlijke weg wordt gezuiverd en uiteindelijk geschikt is voor consumptie.

Califonia Utilities in de staat Californië realiseert op dit moment een nieuwe infrastructuur om

recycled en/of gezuiverd water te distribueren. Doch als het huishoudelijk drinkwatergebruik slinkt, is er ook minder afvalwater beschikbaar voor recycledoeleinden. Zie afbeelding 2. Door de afname van de volumestroom drinkwater neemt de concentratie van ongewenste stoffen toe in het afvalwater bestemd voor recycling.

De Orange County Water District (OCWD) and Orange County Sanitation District (OCSd) werken gezamenlijk aan een project om het effluent van de afvalwaterzuivering te infiltreren in de grond. Na een natuurlijke zuivering is het water dan weer geschikt voor consumptie. Dit maakt het drinkwaterbedrijf minder afhankelijk van water uit neerslag. De hoeveelheid influent naar de waterzuiveringsinstallatie is van 1,1 miljoen m³ per dag in 2000 gedaald naar 0,8 miljoen m³ per dag in 2017, een afname van 25%! Deze afname werkt ook door in de hoeveelheid effluent beoogt voor hergebruik. Dit trekt een zware wissel op de plannen en rentabiliteit van investeringen in infrastructuur voor collectieve grijswatersystemen.

Conclusie

De publiciteitscampagne om de burgers in Californië aan te zetten tot het besparen van drinkwater is niet tegen dovemansoren gezegd. In de periode van 1999 tot 2016



Afbeelding 2: Waarschuwing voor het gebruik van gerecycled water

daalde het watergebruik met 15% van 261 naar 223 liter per persoon per dag. De CUWA heeft de consequenties van deze waterbesparing in kaart gebracht. Men constateert ongewenste effecten op meerdere terreinen:

- De drinkwaterbedrijven zijn gedwongen hun bedrijfsvoering aan te passen.
- Het openbare rioleringsnet verwerkt minder water met als gevolg verstoppingen, het ontstaan van stankoverlast en een toename van de beheer- en onderhoudskosten.
- De afvalwaterzuiveringsbedrijven ontvangen minder influent met verhoogde concentraties zout en ammoniak.
- Door de afname van de hoeveelheid afvalwater staan projecten voor het hergebruik van effluent onder druk.

De CUWA heeft deze consequenties geïnventariseerd en helder op een rijtje gezet. De rapportage biedt beleidsmakers handvatten om plannen voor de toekomst te heroverwegen en eventueel aan te passen.



J. Lu, Brown and Caldwell, San Diego, Californië, Amerika;
ing. W.G. van der Schee, Croonwolter&dros, Amersfoort;
W.J.H. Scheffer, Lid van TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken

Veranderend drinkwaterverbruik Nederlandse huishoudens

De Nederlandse watersector houdt zich al decennia lang bezig met het in kaart brengen van de mogelijke gevolgen van waterbesparing voor de waterinfrastructuur. De bewustwording rondom milieu, maar ook van de gevolgen van klimaatverandering, zorgde ervoor dat in de jaren '90 van de vorige eeuw verschillende initiatieven plaatsvonden op het gebied van alternatieve bronnen (zoals regenwater of grijswater) voor huishoudwatertoepassingen zoals toiletspoeling. Levering van huishoudwater via infrastructurele voorzieningen bleek echter geen succes en werd verboden. Het 10-jarenplan van de Nederlandse overheid uit 1991 bevatte een aantal actiepunten die betrekking hadden op het drinkwaterverbruik waaronder het voorschrijven van waterbesparende toepassingen bij nieuwbouwwoningen en bemetering van alle huishoudens.

De introductie van waterbesparende toepassingen na 1995 kan gezien worden als een gevolg van veranderende wetgeving op nationaal en Europees niveau. Het drinkwatergebruik thuis nam af van 137,1 liter per persoon per dag in 1995 tot 119,2 liter in 2016 (een reductie van 13%). Medio het eerste decennium van deze eeuw werden de eerste pilotprojecten van nieuwe sanitatie in uitvoering genomen met onder andere toepassing van vacuümclosets die slechts 1 liter water per spoelbeurt gebruiken. Bij deze projecten gaat het ook om het terugwinnen van grondstoffen. Dergelijke ontwikkelingen op het gebied van waterbesparing kunnen veel effect hebben op het drinkwatergebruik. Warme zomers kunnen echter het

waterverbruik ineens belangrijk doen stijgen. Wanneer door de klimaatverandering warme tot zeer warme zomers vaker gaan voorkomen heeft ook dat gevolgen voor infrastructuur.

De toekomst is dus ongewis. Afhankelijk van het toekomstscenario neemt de watervraag toe of af. Voor bestaande leidingnetten of –installaties is het mogelijk om met een stress-test te bekijken wat het effect is van veranderende watervraag en of een aanpassing in de infrastructuur nodig is. Voor nieuwbouw is het aan te raden om in het ontwerp zo goed mogelijk rekening te houden met de technische specificaties van de waterverbruikende apparaten, met name als nieuwe concepten zoals ander-watersystemen of vacuümclosets worden geïntroduceerd. Veranderingen in gebruikersgedrag zijn minder goed te voorspellen, maar hebben ook een kleinere invloed. De ontwerpregels voor woongebouwen en utiliteitsbouw zouden eens per 10 jaar moeten worden geëvalueerd. Op dat moment kunnen veranderingen in zowel technische specificaties als samenstelling van huishoudens en waterverbruikend gedrag worden meegenomen. In het TVVL-boek "Waterstromen boven- en beneden strooms sanitair" (2018) staat onder meer uitgebreide informatie over de drinkwatervraag in de toekomst, de gevolgen van de klimaatverandering voor de drinkwatervoorzieningen en de toepassing van nieuwe sanitatie. Het boek is te bestellen via www.tvvl.nl/boeken.

Referenties

1. Adapting to Change: Utility Systems and Declining Flow; november 2017

2. Adapting to change: Declining flows and utility systems; Confedence EWTS; May 15-16, 2018; J. Lu; Senior Staff engineer, Brown and Caldwell (On behalf of California Urban Water Agencies); Ontario, Californië.