

Ontwerp van grijs- en hemelwatersystemen met Simdeum

Huidige richtlijnen voor het ontwerp van grijs- en hemelwatersystemen zijn gebaseerd op gemiddeld dagelijks watervraag. Zij maken geen onderscheid tussen type gebouw en gebruikers en focussen alleen op gebouwniveau (perceelgrens). Daardoor wordt de benodigde buffercapaciteit niet goed ingeschat. Vraag- en aanbodpatronen kunnen met Simdeum op kleine tijdschaal worden gegenereerd en vervolgens geaggregeerd om het drinkverbruik van flats, wijken of steden te genereren. Deze patronen maken het mogelijk om de opslagbehoefte en opbrengsten specifiek, realistischer en nauwkeuriger te kwantificeren om de optimale schaal van implementatie van grijs- en hemelwatersystemen te bepalen. Deze systemen vereisen nog steeds een conventioneel centraal drinkwaterdistributiesysteem en dus is een integrale afweging nodig.

Dr.ir. C.M. (Claudia) Agudelo-Vera, Onderzoeker en dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker, Principal Scientist, Waterinfrastructuur (KWR)

Simdeum is een softwaretool waarmee drinkwaterverbruik op zeer kleine tijdschaal (1 seconde) en kleine ruimtelijke schaal (op het niveau van de kraan) kan worden gesimuleerd; voor woningen én voor utiliteitsbouw. Door de data te aggregeren kan het drinkwaterverbruik per uur of per dag en per woning of per wijk worden verkregen. Simdeum maakt hierbij geen gebruik van metingen van waterverbruik, maar van allerlei externe databronnen, zoals data van het CBS, enquêtedata over waterverbruik in huishoudens, enquêtedata over tijdsbesteding over de dag en technische gegevens van kranen en waterverbruikende apparaten. Simdeum is daarmee gebaseerd op inzicht in waterverbruik en heeft een fysische basis. Simdeum is op verscheidene manieren gevalideerd, namelijk middels metingen

van waterverbruik van zowel koud als warm water, en met metingen van volumestromen en verblijftijden in het drinkwaternet. De unieke eigenschappen van Simdeum zorgen voor een grote verscheidenheid aan toepassingen [1]. In een serie van 6 artikelen lichten we deze mogelijkheden toe. In dit artikel gaan we in op de toepassing van Simdeum voor het afstemmen van aanbod van grijs water en hemelwater en de vraag naar water dat niet van drinkwaterkwaliteit hoeft te zijn, zoals water voor toiletspoelingen, de tuin en voor de wasmachine (figuur 1).

■ STATUS 2016

Grijs water, afkomstig van de douche en het bad, en hemelwater kunnen (her)gebruikt worden om te voorzien in de behoefte aan

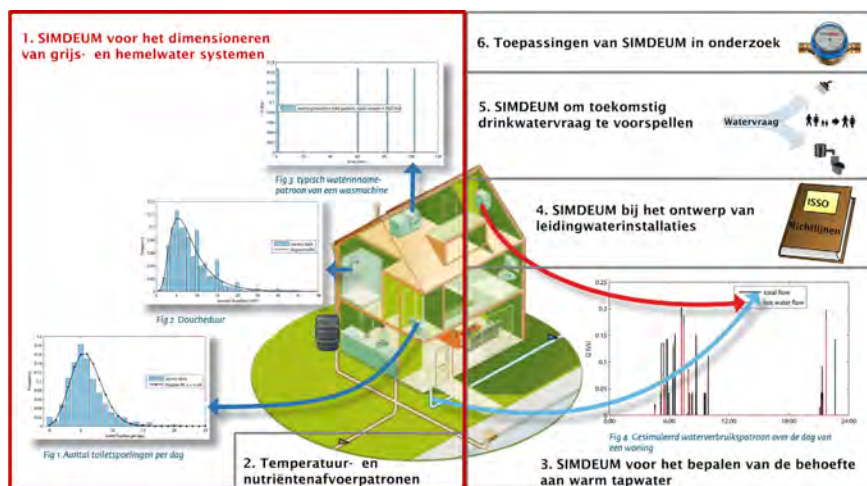
huishoudelijk water, zoals voor de toiletspoeling en voor de wasmachine. Hierdoor wordt zorgvuldig omgegaan met drinkwater, wordt (afval)water hergebruikt, wordt er minder afvalwater geproduceerd en wordt nuttig gebruik gemaakt van hemelwater, wat de duurzaamheid in de waterketen kan bevorderen. Wereldwijd wordt veel aandacht besteed aan 'multi-sourcing', het (her)gebruik van verschillende bronnen om meer robuuste voorziening te bereiken bv. in het geval van droogte en/of verontreiniging van grondwater. Onduidelijk is nog of grijs- en hemelwatersystemen in Nederland dé oplossing zijn en deel worden van het watersysteem van de toekomst.

In Nederland is het gebruik van hemelwater en gezuiverd grijs water heel beperkt. In de

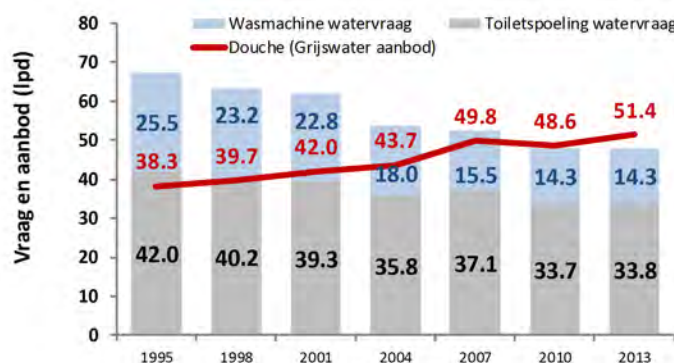
Vierde nota waterhuishouding (NW4) legde de Nederlandse regering in 1998 haar belangrijkste beleidsdoelstellingen met betrekking tot het waterbeheer vast voor de periode 1998-2006. Aandachtspunten waren het benutten van grijs- en hemelwater binnen de perceel-grens. Drie publicaties zijn toen voorbereid: ISSO-publicatie 70.1 t/m 70.3: Omgaan met hemelwater binnen de perceelgrens, Individuele behandeling van afvalwater (IBA) en Grijs water binnen de perceel-grens. Deze publicaties zijn deels gebaseerd op resultaten van de studie 'Waterverbruik thuis 1998' uitgevoerd door TNS-NIPO. Hergebruik van grijs water werd begin jaren negentiennegentig ingevoerd als milieumaatregel. Toen zijn zes proefprojecten met gescheiden grijswatersysteem ('huishoudwater') geïmplementeerd in nieuwe woonwijken met als doel grondwater te besparen. Het aanvankelijke enthousiasme voor huishoudwater is door incidenten danig getemperd, zoals het incident met besmet drinkwater in december 2001 in de woonwijk Leidsche Rijn. In augustus 2003 werd een verbod op grootschalige levering van grijs water afgekondigd.

PROBLEEM

Ondanks dat de publicatie van de richtlijnen een grote stap was, zijn er weinig 'drivers' om dit soort systemen te implementeren. Dit geldt specifiek in Nederland waar het drinkwatersysteem betaalbaar, heel robuust en efficiënt is. Bovendien zijn de richtlijnen zeer algemeen en gebaseerd op gemiddeld dagelijks verbruik. In de laatste twee decennia is het drinkwaterverbruik sterk veranderd, zie figuur 2. Het aanbod van grijs water is toegenomen, terwijl de watervraag van toilet en wasmachine sterk is verminderd [2]. Dus de efficiëntie van opslag en opbrengst van de systemen is toegenomen ten opzichte van 20 jaar geleden. In 1998 was het gemiddelde aanbod van grijs water van douche en bad 38 liter per persoon per dag (lpd) en de vraag van toilet en wasmachine 42 lpd en 26 lpd respectievelijk. In de laatste enquête in 2013 is de watervraag voor douche toegenomen met ca. 30%, terwijl de watervraag afnam voor toilet met 16% en voor de wasmachine met 38%. Voor nieuwbouw met de nieuwste apparatuur gelden andere kengetallen. Een waterbesparende WC verbruikt 21 lpd, de wasmachine 12,6 lpd en een waterbesparende douche 13 lpd of een comfortdouche 20 lpd. De richtlijnen zijn gebaseerd op gemiddeld verbruik per persoon, maar in werkelijkheid is er geen lineaire relatie. Een huishouden van twee mensen verbruikt niet de helft van het verbruik van een huishouden van vier mensen. Verder zijn er niet alleen verschillen in het totale verbruik, maar ook in



-Figuur 1- Overzicht van de applicaties van Simdeum. In rood de focus van dit artikel.



-Figuur 2- Overzicht van vraag-aanbod gebaseerd op gemiddelde dagelijkse verbruik per persoon in Nederland

de piekvraag. Als hemelwater nu zou worden gebruikt voor de wasmachine en het toilet, is ongeveer minimaal een oppervlakte van 80 m² per persoon nodig, rekening houdend met 800 mm/jaar regenval (gemiddeld over het tijdvak 1981-2010) en 75% efficiëntie van het systeem. Hemelwater is niet gelijk over het jaar verdeeld, dus met de aanname van een droge periode van 6 weken is een opslag van 2m³ per persoon nodig.

Dimensionering van grijs- en hemelwatersystemen vereist het begrijpen van watervraag en -aanbod. Die zijn afhankelijk van het gedrag van gebruikers en specificaties van waterverbruikende apparaten. Verder is een belangrijke randvoorwaarde het type gebouw en de beschikbare ruimte voor opslag. Bijvoorbeeld in één enkel appartement kan een dergelijk systeem niet geïnstalleerd worden, maar dit moet centraal geregeld worden voor de hele flat.

Ondanks dat op dagelijkse schaal kan worden gesteld dat grijs water continu wordt geproduceerd, is dat niet waar op kleinere tijdschaal. In Nederland doucht men meestal in de ochtend, gemiddeld 8 minuten. De productie van grijs water is niet continu en het systeem moet in korte tijd het geproduceerde watervolume kunnen opslaan. Daarmee leidt de beschouwing van kleinere tijdstappen dan een dag tot realistischere opslag- en

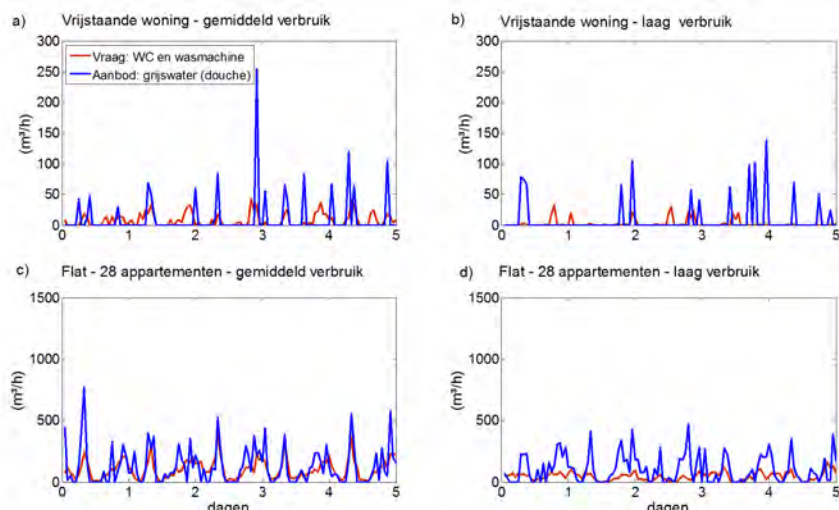
opbrengstberekeningen. Het is vanzelfsprekend dat een appartement waarin een stel tweeverdieners zonder kinderen leeft een ander waterverbruikspatroon heeft dan een huis met tuin waarin een gezin met kinderen woont. Daarnaast treedt elke dag een ander patroon op. Er zijn dagelijkse variaties in het gebruik en de watervraag van de douche, toilet en wasmachine. De verbruiksfrequentie van de wasmachine is afhankelijk van gezinsgrootte en het type wasmachine. In het geval van hemelwatersystemen hebben seizoensverschillen invloed op de prestatie en dimensionering van de systemen. Door deze variaties in de tijd matchen het aanbod van grijs water en hemelwater niet met de vraag naar grijs water en zijn opslagvaten nodig om het aanbod en de vraag af te kunnen stemmen. Door het gebruik van gemiddelde waarden worden de systemen over of onder gedimensioneerd. In 1998 was het niet mogelijk om deze variaties te kwantificeren/simuleren. Met de ontwikkeling van tools zoals Simdeum kunnen de variaties die optreden in aanbod en vraag van die systemen wel meegenomen worden in het ontwerp om systemen op maat te dimensioneren.

OPLOSSING

Watervraagpatronen op huishoudelijk niveau worden bepaald door het aantal en type bewoners (bv. kinderen, volwassenen of senioren),



-Figuur 3- Schematische representatie van grijs- en hemelwatersystemen voor huishoudens



-Figuur 4- Overzicht van uur-patronen voor 5 random dagen gegenereerd met Simdeum voor een vrijstaande woning (4 inwoners) en een flat met 28 appartementen (elke appartement met 2 inwoners) met gemiddeld en laag verbruik

de tijd die zij thuis doorbrengen, het type apparatuur (bv. waterbesparende toiletten) en het watergerelateerde gedrag (bv. kort of lang douchen). Simdeum berekent het afnamepatroon op elk tappunt. Simdeum kan dus ook de (grijs)watervraag voor het toilet en de wasmachine voorspellen. Verder kan Simdeum ook het aanbod van grijs water (als afvoer van de douche) en de bijbehorende variatie over de dag voorspellen. Hierdoor kan Simdeum de ontbrekende kennis in het ontwerp van grijs- en hemelwatersystemen aanvullen. Door een dynamische, continue simulatie van het vullen en leeglopen van de opslagvaten van grijs water en hemelwater op basis van gegevens van regenval en gesimuleerde afnamepatronen, kunnen de opslagvaten gedimensioneerd worden. In verschillende casestudies, zoals in een vrijstaande woning met een gezin en in een appartementsgebouw, is Simdeum ingezet om opslagvaten te dimensioneren en de mogelijkheden tot waterhergebruik te onderzoeken, zie [3]. Een grijswatersysteem vereist een opslag van grijs water, een zuiveringseenheid en opslag van het gezuiverde water. De benodigde opslagcapaciteit wordt ook beïnvloed door de

snelheid en capaciteit van de zuiveringsinstallatie, zie figuur 3.

Figuur 4 toont voorbeelden van de dagelijkse variatie en de verschillen tussen het gemiddelde en waterbesparende apparatuur voor 5 random dagen gegenereerd met Simdeum voor een vrijstaande woning (4 inwoners) en een flat met 28 appartementen (elk appartement met twee bewoners) met gemiddeld en laag verbruik. De figuren van vraag en aanbod tonen de beste 'match' voor de flat met 28 appartementen met gemiddeld verbruik (figuur 4c). In het scenario van de flat met laag verbruik wordt minder grijs water geproduceerd, maar er is meer dan genoeg grijs water beschikbaar voor toilet en wasmachine, zodat het ook kan worden gebruikt voor andere activiteiten zoals autowassen. Het kan ook geloosd worden op het gescheiden regenwaterriool. Voor de vrijstaande woning is de vraag-aanbod relatie minder gunstig en daar is behoefte aan een relatief groot opslagvat. Met Simdeum is het niet alleen mogelijk om de systemen te dimensioneren, maar ook verschillende scenario's te vergelijken, bv. de implementatie van het grijswatersysteem

of het vervangen van een ouder toilet door een waterbesparend toilet. In haar promotieonderzoek berekende Agudelo-Vera [3] de opslagcurves voor de vier scenario's uit figuur 4. Voor de vrijstaande woning met conventioneel verbruik is een opslag van 1 m³ nodig om een vraag van 60 m³/jaar (164 l/dag) met grijs water af te dekken, terwijl de helft van de opslag nodig is voor het scenario met waterbesparende apparatuur. Een huis met een dakoppervlak van 60 m² en een opslag van 1 m³, zou met grijs water slechts in de helft van de vraag van toilet en wasmachine met conventionele waterverbruikende apparatuur kunnen voorzien, maar de hele watervraag met waterbesparende apparatuur. Voor de flat is een systeem van 6 m³ nodig voor de conventionele watervraag om met grijs water de watervraag af te dekken en een opslag van 4 m³ voor het waterbesparende scenario. Om deze mogelijkheden te benutten, zijn andere systeemspecificaties, gerelateerd aan het gebouwtype, nodig. Welke systeem geschikt is voor een specifiek gebouwtype kan met behulp van Simdeum worden berekend. Verdere aggregatie van patronen tot wijk- of tot stadsniveau is mogelijk om de optimale schaal per situatie te berekenen [4]. Belangrijk is om de maatregelen in een bredere context te plaatsen, d.w.z. het (stedelijk) watersysteem, en ook de lokale omstandigheden mee te nemen, bv. of er een gemengd of gescheiden rioolstelsel is. Voor de Nederlandse situatie zijn grijswatersystemen meer geschikt voor het voorzien van toilet en of wasmachinevraag dan hemelwatersystemen, gezien de seizoensvariaties in de regenval en de redelijke overeenkomst in gemiddelde vraag en aanbod van grijs water.

■ HOE VERDER?

In het kader van verduurzaming van steden (minder gaan verbruiken en minder afval produceren door bv. hergebruik) en klimaatbestendigheid van steden (het oogsten van hemelwater) is het belangrijk om up-to-date kennis en tools te gebruiken om een optimaal en robuust systeem te ontwerpen. Bij het streven naar slimme steden is het belangrijk om richtlijnen te herzien. De keuzes voor grijs- en hemelwatersystemen zijn sterk afhankelijk van de gebruikers en hun verbruik op gebouwniveau. Hoewel het totale drinkwaterverbruik niet veel veranderd is, zijn er daarbinnen wel verschuivingen geweest. Dat betekent dat grijs water nu een veel haalbare optie is dan 20 jaar geleden. Hoe de komende 20 jaar het watervraag zich zal ontwikkelen staat niet vast. Simdeum geeft inzicht in de specifieke consumptie op gebouwniveau, en kan ook worden gebruikt om toekomstige verandering

in de watervraag te voorspellen om tot een op maat gesneden, efficiënt en robuust ontwerp te komen. Voor het ontwerp van grijs- en hemelwatersystemen wordt een gebruiksduur van 20 jaar redelijk geacht gezien de veranderingen in de watervraag. Dit betekent ook dat onderhoud beperkt kan zijn, waardoor de haalbaarheid van implementatie groter wordt. Technisch is het mogelijk om water uit vervuilde bronnen op te werken tot de gewenste kwaliteit voor de meest uiteenlopende toepassingen. Zuiveringstechnieken worden meer en meer toegankelijk en robuust, tegelijkertijd ontwikkelt waterbesparende apparatuur zich snel. Dit betekent dat meer afvoerstromen dan alleen van de douche zich lenen voor grijs water, én dat meer soorten watervraag dan alleen toilet en wasmachine gevoed kunnen worden met grijs water, terwijl ondertussen de totale watervraag afneemt. Daarom blijft het nodig om specifieke afwegingen te kunnen maken voor de implementatie van grijs- en hemelwatersystemen. Wij voorzien dat het leidingnet van de drinkwaterbedrijven nodig blijft om in een deel van de watervraag te

voorzien en als back-up in het geval van falen van het alternatieve of aanvullende systeem. Duurzaamheid gaat niet alleen over het besparen van water, maar vereist een integrale analyse nodig om de additionele eisen in kaart te brengen. Zoals aangegeven in figuur 3, vereisen deze systemen extra energiegebruik voor zuivering en eventueel pompen van water en materiaalverbruik door additionele leidingen, zuiveringsinstallatie en evt. chemicaliën voor de behandeling. Met Simdeum is het ook mogelijk het energiegebruik en afvoeren van nutriënten te bepalen. Deze thema's komen aan bod in toekomstige artikelen in onze serie. Kortom, steden vereisen een portfolio van maatregelen - op verschillende schaalniveaus - om drink-, hemel- en afvalwater duurzaam te beheren op basis van hun stedelijke kenmerken en hun inwoners. Bij het ontwerp van deze opties moet rekening worden gehouden met de stochastisch gedreven dynamiek van de stedelijke watercyclus, daarvoor kan Simdeum worden gebruikt om oplossingen op maat te ontwerpen.

Claudia Agudelo-Vera



Mirjam Blokker



LITERATUUR

1. Blokker, E.J.M., Stochastic Water Demand Modelling: Hydraulics in Water Distribution Networks. 2010, London, UK: IWA publisher.
2. van Thiel, L., Watergebruik Thuis 2013, 2014, TNS Nipo: Amsterdam.
3. Agudelo-Vera, C.M., et al., Evaluating the potential of improving residential water balance at building scale. Water Research, 2013. 47(20): p. 7287-7299.
4. Agudelo-Vera, C.M., Dynamic water resource management for achieving self-sufficiency of cities of tomorrow, in Environmental Technology. 2012, PhD. Thesis Wageningen University.

COLLEGA'S GEZOCHT



Inteco maakt klimaatplafonds en plafond inductie-units voor kantoren, vliegvelden en ziekenhuizen in Nederland, Europa en soms zelfs daarbuiten. We zijn er trots op dat topspelers zoals Microsoft, Rabobank en Shell al meer dan 20 jaar op onze kennis en systemen vertrouwen. We ontwerpen, calculeren, modelleren, produceren en monteren onze eigen producten van A tot Z.

Voor het hoofdkantoor in Boxtel zijn wij op zoek naar een:

Account Manager

Project Engineer

BIM – Modelleur

Ga naar www.inteco.nl/vacatures en ontdek wat wij jou kunnen bieden!