

Warmwaterverbruik utiliteitsbouw getoetst met metingen

Voor de dimensionering van waterleidinginstallaties en de keuze van warmwaterinstallaties bestaan verschillende richtlijnen. Deze leiden vaak tot overdimensionering met mogelijk negatieve energetische en hygiënische gevolgen. Ontwerpkentallen kunnen beter afgeleid worden uit realistische afnamepatronen van het waterverbruik over een dag. Het simulatiemodel Simdeum kan het waterverbruik voor verschillende woningtypen en verschillende typologieën in de utiliteitsbouw modelleren. Dit is vergeleken met metingen op secondebasis. Simdeum geeft inzicht in het warmwaterverbruik van verschillende gebouwen. Hierdoor vormen de gesimuleerde patronen een zeer betrouwbare basis voor nieuwe ontwerprichtlijnen.

Dr.ir. E.J. (Ilse) Pieterse-Quirijns, ing. H. (Hendrik) Beverloo en dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker; KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Voor het dimensioneren van waterleidinginstallaties en warmwaterinstallaties is informatie nodig over het te verwachten koud- en warmwaterverbruik in een woongebouw of utiliteitsgebouw. In ISSO 30 en ISSO 55 zijn ontwerprichtlijnen opgenomen voor woningen, woongebouwen en utiliteitsgebouwen. Deze voorspellen de te verwachten maximum moment volumestroom (MMV in l/s), waarmee de leidingdiameter van de binneninstallatie wordt gekozen. Voor woningen zijn deze richtlijnen gebaseerd op de $q\sqrt{n}$ -methode, afkomstig uit 1954. Voor de utiliteitsbouw zijn ze gebaseerd op metingen uit de jaren tachtig. De MMV die met deze ontwerpregels worden berekend zijn aan de ruime kant [6]. Dit leidt tot het gevaar van overdimensionering, met mogelijk nadelige invloed op de waterkwaliteit en materiaalkosten. Voor de keuze van de warmwaterbereider en de dimensionering van het leidingnet voor

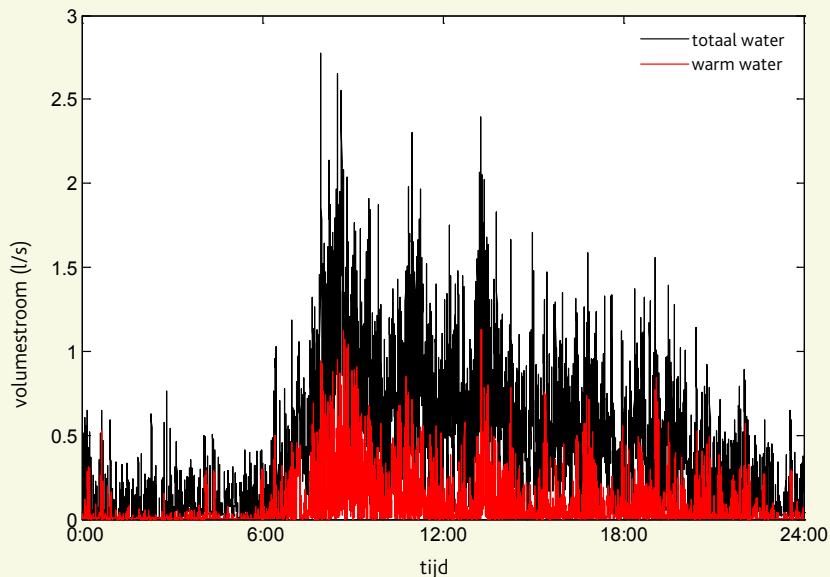
warm water zijn nodig de maximum moment volumestroom voor warm water (MMV_{warm} in l/s) en informatie over de hoeveelheid warm tapwater dat op een dag gedurende een bepaalde tijdsperiode wordt gebruikt. Voor de dimensionering van de warmtapwaterbereider is deze volumevraag van warm water namelijk een belangrijke parameter. Zo wordt de inhoud van een warmtapwatervoorraadtoestel afgestemd op de maximumhoeveelheid warm tapwater die men in een bepaalde tijd nodig heeft. Deze parameter wordt uitgedrukt als maximum warmwatervolume in 10 minuten (MWW_{10}), in 60 minuten (MWW_{60}), in 120 minuten (MWW_{120}) en in een dag (MWW_{dag}). De gewenste parameter kan voor andere type warmwaterbereiders anders zijn, oftewel de berekeningsmethodiek is afhankelijk van het type warmwaterbereider dat toegepast wordt. Voor het warmwaterverbruik in woongebouwen en utiliteitsgebouwen bestaan geen

duidelijke of eenvoudige richtlijnen. Elke fabrikant heeft een bedrijfseigen methode om de gewenste kentallen te berekenen voor een bepaald gebouw. Deze zijn nooit getoetst aan de huidige praktijk.

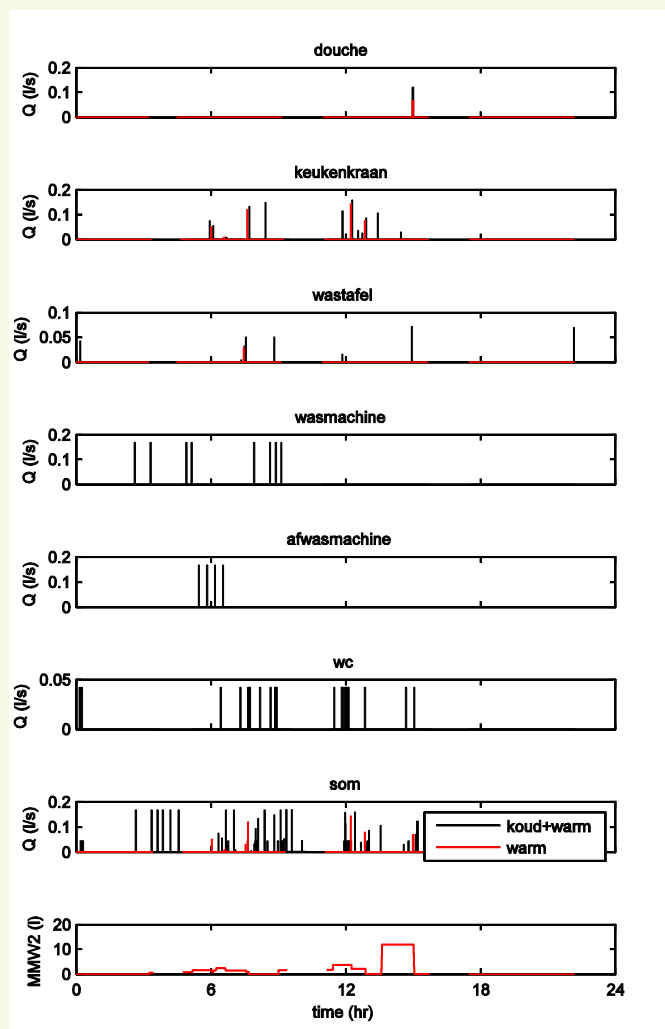
Nieuwe inzichten in het koud- en warmwaterverbruik in gebouwen zijn dus gewenst. Kennis van afnamepatronen kan hieraan een belangrijke bijdrage leveren. Afnamepatronen geven aan hoeveel koud en warm water in de loop van een dag gebruikt wordt in liter per seconde in bijvoorbeeld een utiliteitsgebouw. Een voorbeeld van een gemeten afnamepatroon voor koud- en warmwatergebruik in een zorginstelling is weergegeven in figuur 1.

Uit een reeks afnamepatronen van een gebouw kunnen alle parameters die nodig zijn in de dimensionering bepaald worden:

- MMV voor koud en warm water voor de dimensionering van leidingwaterinstallaties



-Figuur 1- Een voorbeeld van een gemeten afnamepatroon van koud (totaal water) en warm water van een zorginstelling (verpleeghuis)



-Figuur 2- Afnamepatroon van totaal water en warm water van verschillende tappunten in een woning: douche, keukenkraan, wastafel, wasmachine, afwasmachine en wc. De som van de patronen geeft het afnamepatroon van de gehele woning.

door de maxima van de koude (= totale) en warme volumestroom te bepalen in l/s;
 - MWW in verschillende tijdsperiodes voor de dimensionering van de warmwaterbereider door in 10, 60 en 120 minuten of in 1 dag de maximale hoeveelheid warm water dat gebruikt is, te bepalen in liters.

SIMULATIEMODEL

Een methode om inzicht te krijgen in het afnamepatroon van koud en warm water van een gebouw is om elke seconde het waterverbruik te meten. Wanneer gemeten afnamepatronen als basis worden ingezet voor het ontwikkelen van ontwerprichtlijnen, is een zeer omvangrijke meetcampagne noodzakelijk. Afnamepatronen zijn dan nodig voor elk type gebouw, voor verschillende grootte van gebouwen binnen elk type en ook voor verschillende dagen. Bovendien zijn metingen op secondebasis nodig, om op die manier het echte maximale verbruik te meten. De vereiste meetcampagne zal arbeidsintensief en duur zijn.

Een goed alternatief is om deze afnamepatronen te berekenen met behulp van een model. Simdeum is een simulatiemodel, ontwikkeld door KWR, waarmee afnamepatronen van verschillende type woningen, woongebouwen en utiliteitsgebouwen berekend kunnen worden [5]. Afgelopen jaren is Simdeum ingezet voor de simulatie van het waterverbruik van gestandaardiseerde gebouwen. Voorbeelden zijn woontorens die bestaan uit een aantal specifieke woontypologieën of hotels, variërend tussen zakelijke en toeristische hotels al dan niet met conferentie- of theatergasten en ingericht op basis van het aantal hotelkamers. Een ander voorbeeld zijn verschillende typen zorginstellingen, zoals verpleeghuizen en woon-zorgcombinaties, die ingericht worden op basis van het aantal bedden. Op basis van deze standaardgebouwen zijn rekenregels ontwikkeld voor het waterverbruik van woontorens en voor de utiliteitsbouw [1, 2, 3, en 4]. In dit artikel worden de met Simdeum berekende afnamepatronen voor koud en warm water van de standaardgebouwen vergeleken met gemeten afnamepatronen. Elke seconde werd hiertoe het koud en het warm waterverbruik gemeten. Nog nooit eerder is het warmwaterverbruik van gebouwen op zo'n korte tijdschaal gemeten. De vergelijking van de berekende met de gemeten afnamepatronen geeft inzicht of de basis van de ontwikkelde rekenregels betrouwbaar is. De focus zal vooral liggen op de voorspelling van het warmwaterverbruik.

WARM WATER

Simdeum staat voor 'SIMulation of water

Demand, an End-Use Model'. De methode houdt in dat het gedrag van mensen met betrekking tot hun waterverbruik wordt gemodelleerd, rekeninghoudend met de verschillen in installatie en waterverbruikende apparaten. In elk gebouw, of dat nu een woning is of een kantoor, hotel of zorginstelling, wordt gekeken naar de kenmerken van de aanwezige waterverbruikende apparaten of tappunten en naar het waterverbruikend gedrag van de aanwezige personen. Van elk persoon wordt gemodelleerd wanneer deze aanwezig is en wanneer de persoon water verbruikt. Bij elk tappunt wordt ingevoerd wat de kenmerken van dit tappunt zijn, zoals volumestroom, tijdsduur van gebruik en frequentie van gebruik. De duur en frequentie kunnen afhankelijk zijn van de gebruikers: een tiener gaat vaker en langer onder de douche dan een ouder iemand. In een zakelijk hotel staat iemand korter onder de douche dan in een toeristisch hotel. In een toeristisch hotel zullen de gasten vaker in bad gaan dan in een zakelijk hotel. Wanneer het totaal aan waterverbruikende apparatuur bekend is en de aanwezigheid van de gebruikers en de tijdstippen van verbruik, kan het model het waterverbruik simuleren. Voor elk tappunt wordt een afnamepatroon (een volumestroom in l/s op elke seconde van de dag) berekend. Door de afnamepatronen bij elkaar op te tellen kan een afnamepatroon van een woning, kantoor, hotel of zorginstelling geconstrueerd worden. Vorig jaar verscheen een artikel over Simdeum in TVVL Magazine [5]. Hierin staat de werking van Simdeum voor woningen en utiliteitsbouw uitgebreid beschreven.

Omdat in dit themanummer het warmwaterverbruik centraal staat, wordt de berekening van het afnamepatroon van warm water door Simdeum eruit gelicht. In de simulaties wordt uitgegaan van 10 °C voor het koude tapwater en 60 °C voor het warme water aan de tap (overeenkomstig ISSO). Daarnaast houdt het model rekening met de gewenste gelijktijdigheidsklasse van warm tapwater, zoals dit is gedefinieerd in de ISSO-publicaties. Bij gelijktijdigheidsklasse I kan er slechts één warmwatertappunt naar keuze gebruikt worden, zonder eis van gelijktijdigheid. Stel dat men op een bepaald tijdstip twee warmwatertappunten tegelijkertijd wil gebruiken, dan kan dat binnen deze gelijktijdigheidsklasse dus niet en wordt de volgende prioritering aangebracht: eerst de douchekraan, dan de keukenkraan en tot slot de badkamerkraan. Bij gelijktijdigheidsklasse II kunnen twee warmwatertappunten tegelijkertijd gebruikt worden, namelijk de keuken- en douchemengkraan of de keuken- en badmengkraan. Bij gelijktijdigheidsklasse III is er geen beperking in gelijktijdigheid: de warmwatertappunten kunnen tegelijkertijd

gebruikt worden.

Voor elk tappunt wordt naast de tijdsduur, de frequentie en volumestroom ook de gewenste temperatuur opgegeven. Per tappunt komen verschillende subtypen voor. Een subtype kan een bepaald type wasmachine zijn, bijvoorbeeld een energiezuinige wasmachine of een ouder type. Daarnaast kan een subtype ook een bepaalde toepassing zijn. Een keukenkraan kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor het wassen van de handen met koud water of de afwas doen, waarbij warm water wordt gebruikt. Per subtype verschillen de tijdsduur, de frequentie, de volumestroom en de gewenste temperatuur. Een badkamerkraan (0,083 l/s) wordt bijvoorbeeld 1x per dag voor wassen met een gewenste temperatuur van 38 °C gebruikt gedurende 40 s, of 2x per dag voor tandenpoetsen met koud water (10 °C) gedurende 15 s. De keukenkraan kan voor consumptie gebruikt worden (15 s, 0,167 l/s voor 10 °C), voor de afwas (45 s, 0,25 l/s, 55 °C) of voor handen wassen (13 s, 0,167 l/s, 10 °C). De gewenste temperatuur voor de douche is 38 °C, voor een kraan in een zorginstelling voor wassen 60 °C of voor schoonmaak 60 °C, etc. De temperatuur kan dus variëren per tappunt en per toepassing van dit tappunt. Simdeum berekent dan op welk tijdstip het tappunt wordt gebruikt, door welke persoon (tiener, bejaarde of personeel) en hoeveel warm water nodig is om bij die volumestroom de gewenste temperatuur te bereiken. Zo kan het afnamepatroon van koud en warm water berekend worden per tappunt, en door het optellen van alle afnamepatronen voor een heel gebouw. Een voorbeeld is te zien in figuur 2, op de vorige pagina.

■ METEN WATERVERBRUIK

Voor het meten van het koud- en warmwaterverbruik is een ultrasone volumestroommeter gebruikt, de Proline Prosonic Flow meter. De Prosonic Flowmeter is een ultrasone meter in clamp-on uitvoering. De flowmeter wordt aan de buitenkant van de leiding bevestigd. Dit betekent dat er geen ingrepen hoeven te worden gedaan in installaties. Bovendien wordt de watertoevoer niet verstoord of beïnvloed.

Om er absoluut zeker van te zijn dat het maximale waterverbruik wordt gemeten en geregistreerd, wordt elke seconde de volumestroom gemeten met een nauwkeurigheid van 0,5%. Dit is voor het eerst dat op zo'n kleine tijdschaal het waterverbruik van zowel het koude water (direct achter de watermeter) en het warme water zijn gemeten. De metingen vonden plaats gedurende minimaal 20 wekdagen voor woontorens, hotels en zorginstellingen en gedurende 30 werkdagen

voor kantoren.

In de praktijk blijkt het erg moeilijk om geschikte meetlocaties te vinden. Hiervoor zijn verschillende redenen. Het is niet eenvoudig om toestemming te krijgen om te meten of om de geschikte contactpersonen te vinden. Daarnaast voldoen aangeboden gebouwen soms niet aan de voorwaarden: ze hebben bijvoorbeeld geen collectieve warmwatervoorziening of ze passen niet binnen de gewenste typologie (bijvoorbeeld een woon-zorgcombinatie i.p.v. een verpleeghuis). Als ten slotte de meetlocatie op papier geschikt lijkt, blijkt er nog een groot aantal haken en ogen mogelijk te zijn voor de meting met de volumestroommeters: de binneninstallatie is te krap waardoor er niet voldoende ruimte is om de meters te installeren; er is niet voldoende rechte leiding om de volumestroommeter met een gewenste minimale afstand van appendages als bocht of afsluiter te kunnen installeren; de waterleiding gaat direct een schacht in waardoor installatie van de meters niet mogelijk is; in het circulatiesysteem van warm water zijn buffers aanwezig, waardoor het warmwaterverbruik niet gemeten kan worden.

Het is jammer dat het vinden van meetlocaties zo moeilijk is. De metingen geven namelijk niet alleen inzicht in het koud- en warmwaterverbruik, maar ook in de kwaliteit van de binneninstallatie. Bij de metingen van het waterverbruik in een kantoor bleek er een onverwacht continu verbruik te zijn, bestaande uit zeer korte pulsen. Dit viel alleen maar op doordat de metingen per seconde plaatsvonden. Oplossen van het probleem zal leiden tot een aanzienlijke besparing op water en zo ook tot een kostenreductie.

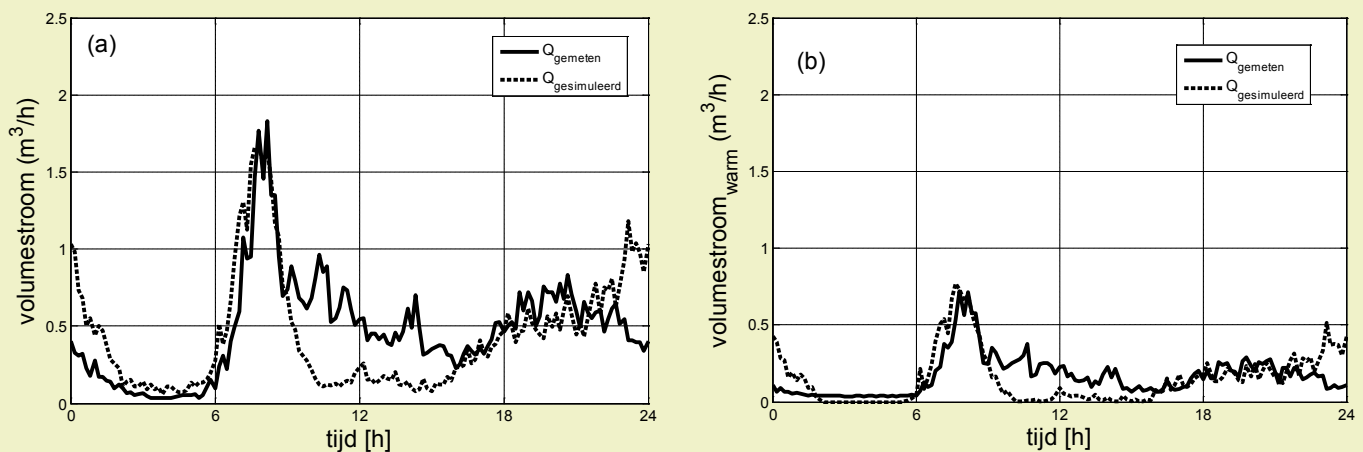
■ WOONTORENS

Voor het simuleren van het waterverbruik in een gebouw met Simdeum, moet er zowel informatie beschikbaar zijn over de binneninstallatie als over de aanwezige gebruikers. Voor woontorens zijn zes woningtypologieën vastgesteld. De woningtypologieën verschillen in bewonersklasse (gezinsamenstelling en mate van arbeidsparticipatie), in oppervlakte, in aantal kamers en in de binneninstallatie (aantal wc's, aanwezigheid van een bad, afwasmachine, etc.). In tabel 1 zijn de woningtypologieën te zien. Voor de simulatie van het waterverbruik met Simdeum zijn alleen de gezinsamenstelling en de gegevens over de binneninstallatie van belang. De oppervlakte van het appartement en het aantal kamers zijn toegevoegd om een vollediger beeld te krijgen van het type appartement.

In een woontoren met 213 appartementen met een bezetting van 85% is het waterverbruik gemeten. In dit geval stonden dus

type appartement	gezins-samenstelling	opp. [m ²]	aantal kamers	binneninstallatie						
				toilet	douche	bad	was-tafel	keuken	afwas-mach.	was-mach.
<i>studio</i>	student of één werkende	50	1	1	1 standaard	-	1	1	< gem.	1
<i>luxe tweekamer appartement</i>	één persoon of tweeverdieners 1.7 werkend	100	2	2	50% comfort 50% spaar	1	2	1	>gem.	1
<i>driekamer appartement 120 m²</i>	gezin + evt. klein kind 1.2 werkend	120	3	2	1 standaard	1	2	1	gem.	1
<i>driekamer appartement 160 m²</i>	twee verdieners + evt. ouder kind 1.6 werkend	160	3	2	1 comfort 1 standaard	1	3	1	>gem.	1
<i>luxe vierkamer appartement</i>	gezin met tieners 1.3 werkend	250-300	4	3	1 comfort 1 standaard	groot bad	3	1	>gem.	1
<i>senioren appartement</i>	één of twee senioren	120	3	1	1 standaard	-	2	1	gem.	1

-Tabel 1- Gedefinieerde woningtypologieën voor een woontoren: gezinsamenstelling, woonoppervlak, aantal kamers en binneninstallatie



-Figuur 3- Het gemeten (—) en gesimuleerde (---) afnamepatroon van 59 appartementen in een woontoren voor a) koud water (=totaal water) en b) warm water.

ongeveer 32 appartementen leeg. In deze woontoren kon van 24 en 213 appartementen het koud (= totaal) waterverbruik gemeten worden; van 59, 68 en 86 appartementen kon zowel het koud- als het warmwaterverbruik gemeten worden. Op basis van de binneninstallatie en het karakter van de woontoren (luxe woontoren met voornamelijk werkende mensen) zijn de aanwezige appartementen onderverdeeld in de gedefinieerde typologieën (van tabel 1): 203 luxe tweekamerappartementen en 10 luxe vierkamerappartementen. De gesimuleerde afnamepatronen zijn vergeleken met de gemeten afnamepatronen voor 59 appartementen. In figuur 3 zijn in figuur a de gemiddelde afnamepatronen van het koude water te zien, in figuur b de gemiddelde afnamepatronen van het warme water. De figuur laat duidelijk zien dat de gesimuleerde

woontoren, bestaande uit de gestandaardiseerde woningtypologieën, een hele goede voorspelling geeft van zowel het koud- als het warmwaterverbruik. De pieken vinden op hetzelfde tijdstip plaats en zijn even hoog. Alleen het nachtverbruik is in de simulatie hoger. Daarnaast wordt gedurende de dag in werkelijkheid meer water verbruikt dan gesimuleerd. Waarschijnlijk zijn er gedurende de dag meer mensen aanwezig dan aangenomen in de simulatie. Uit de figuur blijkt dus duidelijk dat met het model goed inzicht wordt verkregen in het warmwaterverbruik in een woontoren, niet alleen in het piekverbruik, maar ook in het verloop van het verbruik gedurende de dag. Tot nu toe was er nog niet veel bekend over het warmwaterverbruik. Dit is dus een grote winst van het model. Op basis van de standaard woningtypologieën

zijn de rekenregels voor de kentallen van koud- en warmwaterverbruik ontwikkeld [1 en 4]. De overeenkomst tussen de metingen en de berekende afnamepatronen toont aan dat deze basis zeer betrouwbaar is en waarschijnlijk zullen de kentallen uit de rekenregels het waterverbruik hierdoor goed beschrijven.

■ UTILITEITSBOUW

Ook voor de utiliteitsbouw is een aantal standaardtypologieën gedefinieerd voor drie gekozen categorieën: kantoren, hotels en zorginstellingen. De standaardtypologieën staan weergegeven in tabel 2. Om het waterverbruik in een gebouw met Simdeum te kunnen berekenen, moet zowel de binneninstallatie bekend zijn als de aanwezige gebruikers en hun gedrag. De standaardisatie van de typologieën houdt dan in dat op basis

van het aantal kantoormedewerkers voor een kantoor, het aantal hotelkamers voor een hotel en het aantal bedden voor een zorginstelling een heel gebouw wordt geconstrueerd dat bestaat uit een aantal waterverbruikende apparaten en een aantal gebruikers dat hiervan gebruik maakt. Wanneer de gebruikers en alle apparaten bekend zijn, kan Simdeum het waterverbruik berekenen. Voor een zakelijk hotel betekent dit dat voor bijvoorbeeld 180 hotelkamers wordt berekend hoeveel kamers met 1 of met 2 personen bezet zijn, hoe laat ze opstaan, hoe vaak en wanneer deze personen onder de douche gaan van een gekozen douchetype, wanneer en hoe vaak ze naar het toilet gaan en wanneer ze niet op hun hotelkamer aanwezig zijn. Daarnaast wordt berekend hoeveel medewerkers een zakelijk hotel met 180 hotelkamers heeft en hoeveel dames- en herentoiletten en urinoirs daarvoor in de pantry aanwezig zijn als ook het aantal koffieautomaten. Voor de keuken/restaurant wordt berekend hoeveel keukenkranen, spoelkranen, afwasmachines aanwezig zijn en hoeveel keukenpersoneel in de keuken werkt tijdens ontbijt, lunch en diner in een zakelijk hotel met 180 kamers. Daarnaast wordt berekend hoe groot het schoonmaakteam is en hoeveel emmers koud en warm water zij gebruiken voor de schoonmaak. Tot slot wordt bepaald hoeveel medewerkers gebruik maken van de douche en hoeveel douches aanwezig zijn. De standaardisatie van de gebouwtypologieën is heel ingewikkeld. Er is maar weinig bekend van de standaard inrichting van kantoren, hotels en zorginstellingen. Daarnaast is er ook maar weinig bekend van het gedrag van de gebruikers. Hoe vaak draait een medewerker in de keuken de keukenkraan open en hoelang? In verschillende gebouwen is elke seconde het koud- en warmwaterverbruik gemeten. Voor kantoren is alleen het koud water meegenomen omdat er in Nederland nauwelijks kantoren zijn met een collectieve warmwatervoorziening en omdat het warmwaterverbruik per kantoor zo specifiek is dat het niet gestandaardiseerd kan worden. Bovendien is het aandeel van de energie dat voor warm water gebruikt wordt zeer klein ten opzichte van het totale energiegebruik van een kantoor. Van elke categorie in de utiliteitsbouw wordt één voorbeeld in dit artikel weergegeven: een kantoor met 250 medewerkers, een zakelijk hotel met 192 hotelkamers en een verpleeghuis met 260 bedden (212 voor warm water). De gestandaardiseerde gebouwen zijn gesimuleerd met overeenkomstige aantallen: 250 medewerkers, 200 hotelkamers en 250 bedden (220 voor warm water). De gemeten en gesimuleerde afnamepatronen zijn te zien in figuur 4.

categorie utiliteitsbouw			
	kantoor	hotel	zorginstellingen
typologie binnen elke categorie	kantoor met toiletstortbak	zakelijk (+ conferentie) met keuze uit 7 douchetypes	verpleeghuis met eenpersoonskamers
	kantoor met toiletspoelkraan	toeristisch (+theater) met keuze uit 7 douchetypes	verpleeghuis met vier- persoonskamers
			verpleeghuis met combinatie een- en vier- persoonskamers
			woon-zorgcombinatie

-Tabel 2- Gedefinieerde standaardtypologieën voor drie categorieën binnen de utiliteitsbouw

Ook voor de utiliteitsbouw geeft Simdeum een goede voorspelling van zowel het koud- als warmwaterverbruik. De gesimuleerde afnamepatronen voor de gestandaardiseerde gebouwen beschrijven het gemeten waterverbruik goed. In het zakelijk hotel is de berekende piek in de ochtend wat breder en later in de ochtend, ook het avondverbruik wordt overschat. Het gesimuleerde en gemeten waterverbruik van het kantoor en het verpleeghuis komen heel goed met elkaar overeen. We benadrukken nogmaals dat de invoer van het model alleen het aantal medewerkers, het aantal hotelkamers of het aantal bedden is. Het model berekent de constructie van de gebouwen en vervolgens het koud- en warmwaterverbruik. Deze resultaten laten duidelijk zien dat het model goed inzicht geeft in het totaal, maar bovenal ook in het warmwaterverbruik van een willekeurig gebouw, dat valt binnen de typologieën van tabel 2. Ook voor de utiliteitsbouw zijn op basis van de gestandaardiseerde gebouwen (tabel 2) rekenregels voor de kentallen van koud- en warmwaterverbruik ontwikkeld [2 en 3]. De overeenkomst tussen de metingen en de berekende afnamepatronen toont aan dat deze basis zeer betrouwbaar is en de kentallen uit de rekenregels een goede inschatting zullen geven van het waterverbruik.

CONCLUSIE

Het koud- en warmwaterverbruik is gemeten in een woontoren en in enkele gebouwen in de utiliteitsbouw op secondebasis. Met Simdeum is het mogelijk om zowel het koud- als het warmwaterverbruik in die gebouwen goed te voorspellen. Zowel het piekverbruik als het patroon over de dag komt overeen met de metingen. Dit geeft aan dat Simdeum een betrouwbaar inzicht geeft in het warmwaterverbruik van verschillende gebouwen. Dit

is een duidelijke winst van dit model, omdat tot nu toe het warmwaterverbruik niet goed bekend was. Daarnaast toont de overeenkomst tussen de metingen en de simulaties aan dat Simdeum een solide basis is voor de ontwikkeling van nieuwe ontwerprichtlijnen.

VERVOLGSTAPPEN

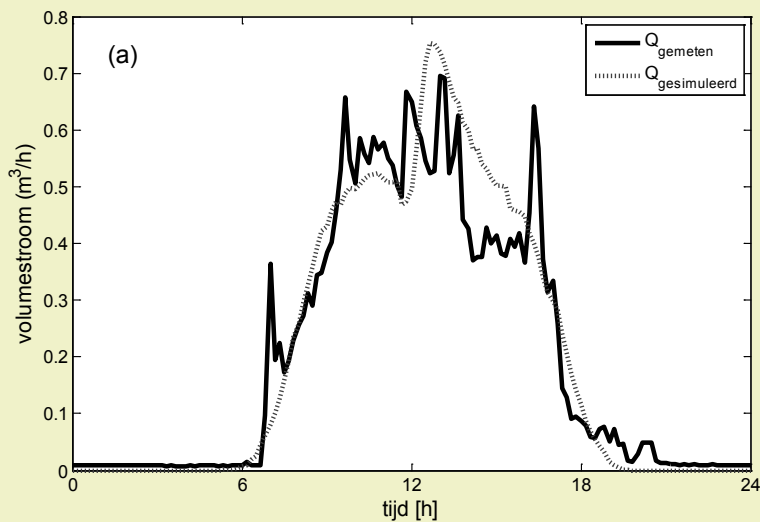
Momenteel worden de ontwikkelde rekenregels voor woontorens en utiliteitsbouw getoetst, niet alleen met metingen, maar ook met enquêtes, om zo de betrouwbaarheid van de rekenregels vast te stellen. Uit de eerste analyses blijkt dat de kentallen van gemeten en gesimuleerd warmwaterverbruik ver liggen onder de gebruikte kentallen door fabrikanten. De nieuwe rekenregels zullen daarom een bijdrage leveren aan het optimaliseren van het energiegebruik en het ontwerp van hygiënische installaties. Om de validatieprocedure te completeren zijn nog twee metingen in twee gebouwen nodig, een woontoren en een verpleeghuis.

Voor gebouwbeheerders en installateurs geeft het uitvoeren van metingen van het waterverbruik veel inzicht:

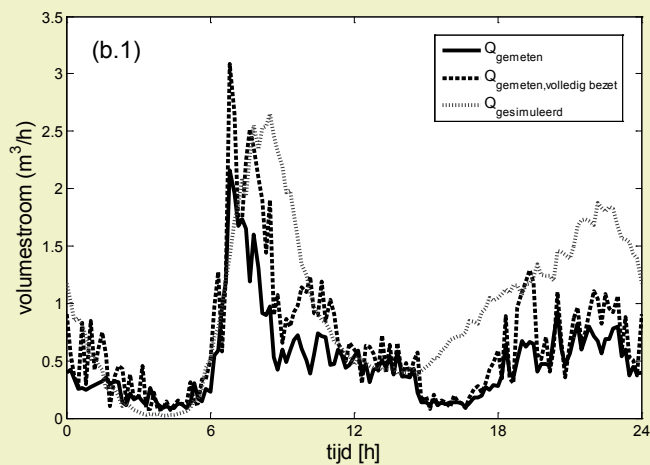
- in het functioneren van de binneninstallatie. Is er iets vreemds aan de hand? Tevens kunnen eventuele problemen kwantitatief in beeld worden gebracht;
- in het warmwaterverbruik. Dit inzicht helpt om energiegebruik te optimaliseren. In de toekomst zal een steeds groter aandeel in het energiegebruik afkomstig zijn van het warmwaterverbruik. Als het ontwerp verbeterd wordt zal dit een grote verbetering in energiegebruik geven.

REFERENTIES

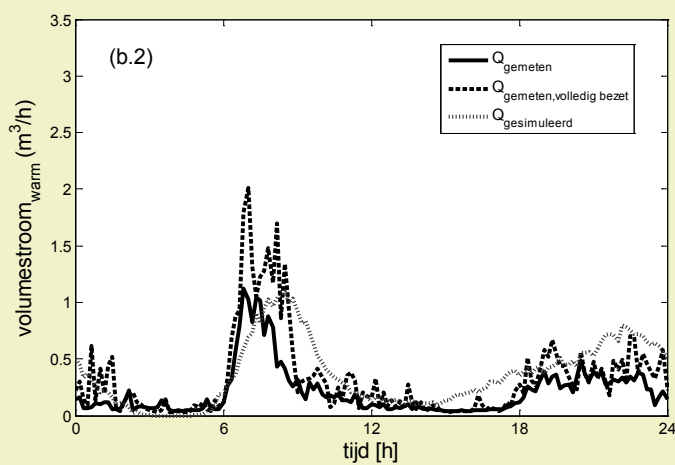
1. Pieterse-Quirijns, E.J. en E.J.M. Blokker (2009). Nieuwe rekenregels voor waterverbruik. Alternatief voor de q/vn-methode



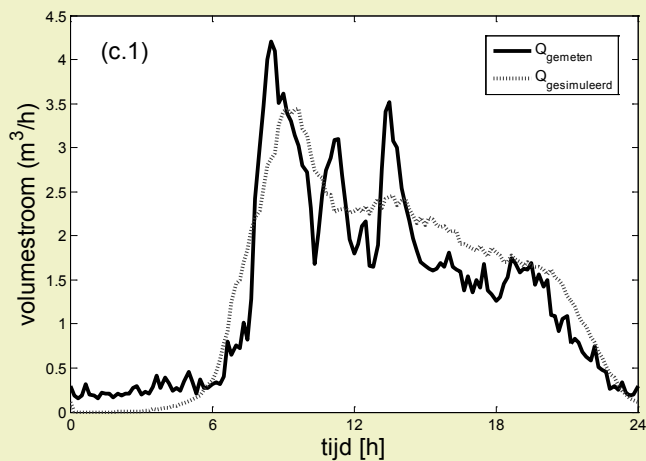
4a



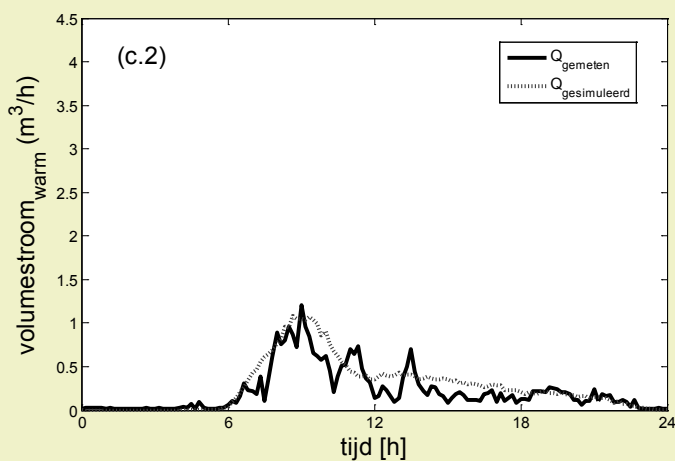
4b.1



4b.2



4c.1



4c.2

-Figuur 4- Vergelijking van het gemiddelde gemeten en gesimuleerde afnamepatroon van koud water van een kantoor (a), van koud water (b.1) en warm water (b.2) van een zakelijk hotel op weekdays en van koud water (c.1) en warm water (c.2) van een verpleeghuis op weekdays

als ontwerprichtlijn. VV+ (Verwarming en Installatie: Vakblad voor installatietechniek, energie en milieu), vol. 66, (7/8 (juli/augustus)), p. 424-429

2. Pieterse-Quirijns, E.J. (2010). Rekenregels voor waterverbruik in utiliteitsbouw. Nieuwegein: KWR, KWR 2010.072

3. Pieterse-Quirijns, E.J. en E.J.M. Blokker (2010). Rekenregels voor waterverbruik in utiliteitsbouw. Hotels als voorbeeld. TVVL Magazine, 10, 14-19

4. Pieterse-Quirijns, E.J. (2008). Rekenregels voor waterverbruik in woontorens. Nieuwegein: KWR, KWR 08-089

5. Pieterse-Quirijns, E. J. en E. J. M. Blokker. (2010). Waterverbruikspatronen voor woningen en utiliteitsbouw. TVVL Magazine, 02, 28-33

6. Scheffer, W. (2004). Kennis van tap- en afnamepatronen noodzakelijk. Intech K&S, maart, p. 64-67