

# Nauwkeuriger en zuiniger alternatief voor de $q\sqrt{n}$ -methode

ISSO en KWR hebben nieuwe rekenregels geformuleerd waarvan de uitkomsten veel dichterbij de gemeten waterverbruiken liggen dan die van de bestaande ( $q\sqrt{n}$ -)methode. Deze regels zijn het resultaat van diverse onderzoeken die TVVL in de afgelopen jaren liet uitvoeren, onder meer door KWR-Watercycle Research Institute. Met de nieuwe rekenregels is het voor het eerst ook mogelijk om een realistische inschatting te maken van het warmwaterverbruik. Simdeum heet het simulatieprogramma dat KWR daarbij gebruikt. De herziene uitgave van ISSO-publicatie 55 'Ontwerpen van collectieve leidingwaterinstallaties', gebruikt de nieuwe rekenregels en licht deze met voorbeelden toe.

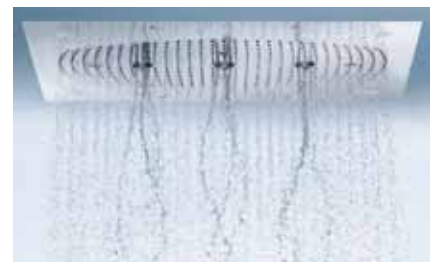
Ing. O.W.W. (Oscar) Nuijten, projectcoördinator ISSO, lid van de expertgroep ST van TVVL en de redactieraad van TVVL Magazine, en docent aan de post-bachelor opleiding HIT-W van Avans+

De  $q\sqrt{n}$ -methode voor het bepalen van de maximum-moment-volumestroom ( $q_{v,mm}$ ) is inmiddels meer dan zestig jaar oud. De meest eenvoudige vorm houdt alleen rekening met de aanwezige tappunten en geeft per tappunt een standaard volumestroom. Er is in de tussentijd veel veranderd. De samenstelling van de huishoudens is gewijzigd. Rond 1950 hadden woningen slechts drie tappunten, nu zijn dat er circa tien. Het aantal bewoners per  $m^2$  gebruiksoppervlak was in die tijd vrij hoog. Dit is nu veel kleiner. Het gebruikersgedrag is sterk veranderd en ook afhankelijk van het soort bewoners/gebruikers, jong, oud, tweeverdiener, gezin, samenwonend, alleenstaand, student, allochtoon, enzovoorts. Ook is er een groot aantal verschillende bad- en douchevoorzieningen op de markt verschenen waarvan het watergebruik erg verschillend kan zijn. Het soort douchevoorziening heeft erg veel invloed op de waterafname, zowel per

dag als per seconde. Vergelijk bijvoorbeeld de spaardouche en de regendouche.

## ■ BETER ONDERBOUWD

De  $q\sqrt{n}$ -methode wordt – bij gebrek aan beter – ook veelvuldig toegepast in utiliteitsbouw met aanpassingen voor de aanwezigheid van brandslanghaspels, nooddouches en continue volumestromen. In de periode 1976-1980 voerde Kiwa WR (nu KWR), voor het bepalen van de diameter van aansluitleidingen (dienstleidingen van de drinkwaterbedrijven), op beperkte schaal metingen uit van de maximum-moment-volumestroom (MMV) van woongebouwen, scholen, gezondheidsinstellingen, kantoorgebouwen en sporthallen. De daarvan afgeleide rekenregels zijn vermeld in de huidige ISSO-publicatie 55 en zijn alleen geschikt voor het dimensioneren van aansluitleidingen. Bij deze rekenregels kunnen zich ook afvragen of ze de waterafname in



-Figuur 1- Luxe douche (bron: Grohe) en spaardouche (bron: Milieu Centraal)

de huidige situatie nog wel goed beschrijven. De drinkwaterbedrijven en de installatiesector gaven tien jaar geleden aan behoefte te hebben aan beter onderbouwde rekenregels voor het dimensioneren van leidingsystemen. Zij wilden dit mede vanuit het besef dat er waarschijnlijk sprake is van structurele overschatting van de volumestroom, met als gevolg te lage stroomsnelheden en meer kans op het achterblijven van vuil en afzettingen in de leiding. Daaruit ontstond het initiatief om meer nauwkeurige rekenregels te ontwikkelen. Nu in 2012, na een reeks van onderzoeken, simulaties, validatiemetingen, controleberekeningen voor verschillende soorten gebouwen, is het zover dat de herziene ISSO-publicatie 55 de nieuwe rekenregels kan publiceren.

### ■ SIMULEREN AFNAME

Voor de ontwikkeling van die nieuwe rekenregels speelt de kennis van tap- en afnamepatronen van het huishoudelijk waterverbruik een belangrijke rol. Er zijn echter onnoemelijk veel metingen nodig om van alle tappunten en van verschillende soorten woningen en gebouwen voldoende informatie te krijgen om een betrouwbaar gemiddeld afnamepatroon vast te stellen. Daarom startte KWR in 2003, in opdracht van de drinkwaterbedrijven en de installatiesector (TVVL/Uneto-VNI), een onderzoek naar de mogelijkheid om afnamepatronen te simuleren. Naast een inventarisatie van beschikbare technische gegevens van waterverbruikende toestellen en statistische gegevens over de aanwezigheid ervan, keek zij ook naar de aanwezige personen en hun waterverbruikend gedrag thuis. Op basis van deze kennis is voor woninginstallaties een stochastisch simulatiemodel ontwikkeld genaamd: Simdeum (stochastisch = op basis van kansberekening).

Het gepatenteerde Simdeum berekent tap- en afnamepatronen van zowel koud- als warmwater. De afnamepatronen van koud water zijn gevalideerd met praktijkmetingen in vijf woningen. Om niet voor iedere nieuwe situatie het model Simdeum te hoeven gebruiken is een aantal specifieke woonsituaties gedefinieerd waarvoor rekenregels zijn opgesteld op basis van de uitkomsten van Simdeum. Aan de hand van het simulatiemodel zijn in 2007 twintig woonsituaties (woninginstallaties) doorgerekend, die kunnen variëren in gezinssamenstelling en luxe. Vervolgens zijn van woongebouwen, bestaande uit slechts één type woonsituatie, collectieve leidinginstallaties van de woongebouwen doorgerekend. De uitkomsten van de simulaties zijn de maximum moment volumestroom ( $q_{v,mm} - k_{oud}$ ,  $q_{v,mm} - warm$ ) en het warmwaterverbruik in 10, 60 en 120 minuten en in 24 uur. In een spreadsheet-pro-

gramma zijn de uitkomsten van de simulaties tot maximaal 150 woningen eenvoudig te bepalen. Deze praktische tool bevat een mogelijkheid om de verschillende keuzes in te voeren, en toont vervolgens de uitkomsten. In 2008 stelde KWR op vergelijkbare manier rekenregels op voor woontorens, waarvoor zij zes verschillende type appartementen definiëerde. Een woontoren kan verschillende type appartementen bevatten. Ook voor woontorens zijn de rekenregels op te zoeken in een spreadsheet-programma.

### ■ AFNAME UTILITEIT

Na de eerste onderzoeken voor de categorie woningen volgde een reeks van onderzoeken in opdracht van Uneto-VNI en TVVL voor de categorie utiliteit. KWR heeft Simdeum in 2009 uitgebreid en aangepast voor verschillende belangrijke categorieën in de utiliteitsbouw. Ook voor deze toepassing is gekeken naar de aanwezige tappunten en naar het waterverbruikend gedrag van de aanwezige personen. Men splitst het gebouw op in functionele ruimten, die worden gekarakteriseerd door hun waterverbruik en de aanwezigheid van een bepaald type gebruiker. Niet het patroon van opstaan, weggaan en slapen, zoals bij huishoudelijk verbruik, bepaalt het waterverbruik. In een kantoor, hotel, verpleeghuis en dergelijke gedragen gebruikers zich anders dan thuis. Belangrijk voor het waterverbruik in de utiliteitsbouw zijn de tijden van aanwezigheid en de tijden van verhoogd verbruik. Het gedrag wordt gekoppeld aan bepaalde bloktijden. KWR ontwikkelde op basis van het aangepaste simulatiemodel rekenregels voor categorieën kantoren, hotels en zorginstellingen, waarvan men de resultaten eveneens kan opzoeken in een Excel-bestand. Basis voor de rekenregels zijn afnamepatronen van een aantal 'typologieën' binnen elke categorie, die met Simdeum zijn gesimuleerd (een typologie is in het algemeen een onderverdeling van een groep personen, beschrijvingen, objecten op basis van een aantal kenmerken). Deze typologieën zijn zodanig gestandaardiseerd dat de gebruiker op basis van de dominante variabele (aantal kantoormedewerkers, aantal hotelkamers en aantal bedden in zorginstellingen) zowel de inrichting van het gebouw als het aantal verbruikers kan berekenen en vervolgens het waterverbruik voorspellen.

### ■ VALIDATIE METINGEN

KWR verrichtte in de periode 2010-2012 in een aantal specifieke woon- en utiliteitsgebouwen, ter validatie, uitgebreide metingen. Dit was een noodzakelijke actie om de nieuwe rekenregels algemeen te kunnen invoeren en daarmee de bestaande richtlijnen, zoals



-Figuur 2- Na metingen in woontorens zijn ook hiervoor specifieke rekenregels opgesteld

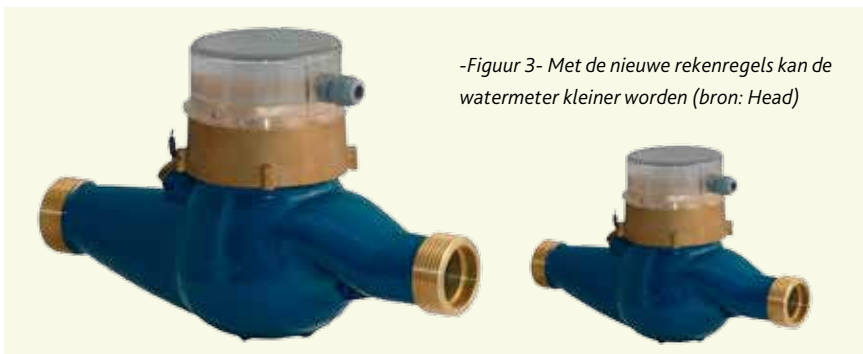
de  $q\sqrt{n}$ -methode, voor de grotere delen van collectieve leidingwaterinstallaties te gaan vervangen. Om er absoluut zeker van te zijn dat men het maximale waterverbruik zou meten en registreren, is elke seconde de volumestroom gemeten met een nauwkeurigheid van 0,5%. Dit is voor het eerst dat op zo'n kleine tijdschaal het waterverbruik van zowel het koude als het warme water is gemeten. De metingen vonden plaats gedurende minimaal 20 wekdagen voor woontorens, hotels en zorginstellingen en gedurende 30 werkdagen voor kantoren. De resultaten van die metingen bevestigen de betrouwbaarheid van de nieuwe rekenregels. De uitkomsten van de rekenregels liggen voor koud water veel dichter bij het gemeten waterverbruik dan de uitkomsten van bestaande ( $q\sqrt{n}$ -)richtlijnen. Ook het warmwaterverbruik (zowel het piekverbruik, als het verbruik tijdens verschillende perioden) voorspellen de rekenregels goed. Voor dit verbruik bestonden nog geen richtlijnen.

### ■ OUDE VS NIEUWE REKENREGELS

Menig ontwerper zal zich achter de oren krabben bij het vergelijken van de nieuwe

functionele ruimte	tappunt	D (s)	Q (l/s)	freq. (dag <sup>-1</sup> )	temp (°C)	opmerkingen
hotelkamer	wc	144	0,042	4	10	Waterbesparende toiletten: 30% volledige tapduur, 70% halve tapduura
	douche	300-420 <sup>c</sup>	variabel: 0,07 tot 0,5	1,2 <sup>d</sup>	38	keuze in douchekop mogelijk
	wassen	40	0,083	1,2	38	
	tandenpoetsen	15	0,083	2,4	10	
	overig	45	0,083	2,4	10	
	bad standaard	600	0,2	0,2-0,4 <sup>e</sup>	40	
bijeenkomst-ruimte/pantry	wc dames	144	0,042	4 <sup>f</sup>	10	Waterbesparende toiletten: 40% volledige tapduur, 60% halve tapduur
	wc heren	144	0,042	1	10	
	urinoir	9	0,167	3	10	
	wastafel	16	0,083	4,5	10	
	koffie/thee	4,8	0,042	5	10	
	water drinken	4,8	0,042	3	10	
keuken	keukenkraan koud1	15	0,167	varieert: gemiddeld laag	10	frequentie is afhankelijk van aantal couverts én aantal keukenpersoneel
	keukenkraan koud2	45	0,25			
	keukenkraan warm1	15	0,083	varieert: gemiddeld laag	55	
keukenkraan warm2	45	0,25				
	vaatwas machine patroon	15	0,2	varieert	10	frequentie is afhankelijk van aantal couverts én aantal keukenpersoneelg
schoonmaak	koud water	40	0,25	varieert (laag)	10	h
	warm water	40	0,25	varieert (hoog)	40	
douche	douche	480	0,12	0,7	38	

-Tabel 1- Specificatie van tappunten, gebruikstijden, volumestroom, frequentie en temperatuur van een hotel. (bron: Rekenregels voor waterverbruik in utiliteitsbouw, KWR)



-Figuur 3- Met de nieuwe rekenregels kan de watermeter kleiner worden (bron: Head)

rekenregels met de uitkomsten van de bestaande (q/n-) richtlijnen. De  $q_{v,mm} - koud$  van collectieve drinkwaterinstallaties in woongebouwen, die zijn berekend met de q/n-methode, zijn een factor 1,2 tot 1,6 overschat ten opzichte van Simdeum. Ook de oude

ontwerpformules voor de utiliteitsgebouwen geven ten opzichte van de simulaties in de meeste situaties een aanzienlijke overschatting van de maximum volumestroom voor zowel koud als warm water. Dit wordt alleen maar groter wanneer men bij de q/n-methode

een toeslagfactor 1,4 of 1,7 gebruikt, in verband met een te verwachten hoge gebruiksin-tensiteit in bepaalde tijdsperiodes, zoals in hotels. De nieuwe rekenregels leiden veelal tot kleinere leidingdiameters, kleinere waterme-ters, drukverhogingsinstallaties met een lager vermogen en kleinere waterbehandelingsap-paratuur.

#### ■ WARMTAPWATERVOORZIENING

Misschien nog veel belangrijker is dat we nu voor het eerst het warmwaterverbruik in woningen en utiliteitsbouw goed (en snel) kunnen berekenen. Toepassing van de nieuwe rekenregels leidt in de meeste gevallen tot kleinere leidingdiameters, kleinere warmwa-terinstallaties en, in combinatie met een juiste leidingconfiguratie, tot hygiënisch en ener-

getisch efficiëntere leidingwaterinstallaties. In een aantal gevallen gaat dit niet op, maar daarvoor moeten we dan bedenken dat de uitkomsten in ieder geval veel betrouwbaarder zijn. Voor de warmtapwaterbereiders kunnen de nieuwe rekenregels leiden tot een kleinere inhoud/vermogen-combinatie. De oorzaak van te grote warmtapwatervoorzieningen in de huidige praktijk ligt vooral bij veilige aannames en de grote veiligheidsfactoren, omdat men het gebruik en gebruikspatroon van tevoren niet kent. Met de nieuwe rekenregels kan men offertes van leveranciers van warmtapwatervoorzieningen beter met elkaar vergelijken. De 'black box'-berekeningen van de leveranciers kunnen in de prullenbak, in elk geval voor de gebouwen waarvoor de rekenregels beschikbaar zijn.

### ■ BEPERKTE TOEPASSING

De rekenregels hebben hun nauwkeurigheid bewezen tot een minimum aantal aangesloten eenheden. Voor de categorie woningen is dat één woning. Voor hotels is dat een gebouw met twintig kamers, voor verpleeghuizen is dat een omvang van twintig bedden en voor kantoren is dat een gebouw met twintig werkplekken. Bij het ontwerpen van de drinkwaterinstallatie moet men dus goed kijken naar het aantal eenheden dat op een leidingdeel is aangesloten.

Is het aantal eenheden op een leidingdeel kleiner dan moet men de  $q\sqrt{n}$ -methode gebruiken, omdat we daarvoor niets beters hebben.

De  $q\sqrt{n}$ -methode voor de leidingdelen na het



(bron: Nibe)

-Figuur 4- De warmtapwatervoorraadtoestellen kunnen in veel gevallen kleiner worden uitgevoerd.

overgangspunt moet men wel aanpassen op de uitkomst van de rekenregel op het overgangspunt, om een naadloze overgang te verkrijgen. De formule ziet er dan als volgt uit:

$$q_{v,mm} = 0,083 \cdot f \cdot \sqrt{n}$$

### ■ PRESENTATIE

Eind vorig jaar zijn de nieuwe rekenregels op een congres gepresenteerd aan een publiek van circa 170 specialisten op het gebied van het ontwerpen van leidingwaterinstallaties. Begin dit jaar is de nieuwe ISSO-publicatie 55 verschenen, waarin iedereen kan kennismaken met de rekenregels, de uitgebreide beschrijving en de toelichting met voorbeelden.

### ■ LITERATUUR

1. Pieterse-Quirijns, E. J. (2007). Rekenregels

voor het watergebruik in woontorens, TVVL-ST18, KWR-08.089

2. Pieterse-Quirijns, E. J. (2010). Rekenregels voor het waterverbruik in utiliteitsbouw, TVVL-ST23, KWR-2010.072.
3. Van Bruggen, M. (2007) Water- en energiebesparing bij leidingwaterinstallatie, Een inventarisatie van de mogelijkheden, TVVL-ST-20.
4. ISSO (2001). Ontwerpen van tapwaterinstallaties voor woon- en utiliteitsgebouwen. ISSO-publicatie 55.
5. <http://www.infobladen-huishoudelijk-warmwatergebruik.nl/index.cfm?act=esite.tonen&pagina=30>

# Alles voor een gezond binnenklimaat

Solid Air levert alles op het gebied van klimaatbeheersing en luchttechniek, van roosters en luchtbehandelingkasten tot en met koelconvectoren en klimaatplafonds. Producten van Solid Air onderscheiden zich door efficiënt warmte-/koude transport, laagtemperatuurverwarming, hogere lekdichtheidsklassen en het gebruik van duurzame materialen.

tel +31 (0)20 696 69 95  
mail@solid-air.nl  
www.solid-air.nl

Luchtbehandeling

Luchtverdeeltechniek

Klimaatplafonds

Good climate, better performance!