

Bepaling maximum momentvolumestroom

De tijd dat voor het berekenen van de maximum momentvolumestroom (MMV) in waterleidingen alleen de aantallen van verschillende tappunten maatgevend was, ligt ver achter ons. Er kwamen aangepaste methoden waarvoor al meer rekenwerk moest worden verricht. Maar met de introductie van de nieuwe rekenregels in ISSO-publicatie 55 is de bepalingmethode van de uiteindelijke MMV wel heel complex geworden.

W. (Will) Scheffer, Rehva Fellow, TVVL Expertgroep ST

De maximum momentvolumestroom (MMV) in een waterleiding is niet de som van de maximale volumestromen van alle op die leiding aangesloten tappunten. De MMV is de maximum te verwachten volumestroom bij onttrekking van water in 1 seconde. Voor de berekening ervan wordt sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw standaard de $q\sqrt{n}$ -methode gebruikt. De q staat voor de volumestroom van een tappunt en de n voor het aantal tappunten met die volumestroom. Als norm is gekozen voor een tappunt met een volumestroom $q = 0,083$ l/s en die stellen we gelijk aan 1 tapeenheid (TE). Is de volumestroom van een tappunt kleiner of groter dan 1 TE, dan wordt het aantal tapeenheden van dat tappunt berekend met: $(q_{\text{v,tappunt}}/0,083)^2$. Voor een leiding waarop meerdere tappunten staan aangesloten bepalen we de MMV met $q\sqrt{\sum TE}$, dan wel met $0,083\sqrt{\sum TE}$. Bij de $q\sqrt{\sum TE}$ -methode speelt alleen het aantal (verschillende) tappunten een rol.

■ GELIJKTIJDIGHEIDSKLASSEN

De toenemende vraag naar sanitair gebruikscomfort heeft in woningen in de jaren negentig geleid tot de introductie van gelijktijdigheidsklassen voor warmtapwater: klasse I voor één tappunt, bijvoorbeeld keukenmengkraan, dus zonder eis van gelijktijdigheid; klasse IIa voor gelijktijdig gebruik van keukenmengkraan en

douchemengkraan; klasse IIb voor gelijktijdig gebruik van keukenmengkraan en badmengkraan; klasse III voor gelijktijdig gebruik van keukenmengkraan, douchemengkraan en badmengkraan. Het rekening houden met gelijktijdigheidsklassen warmtapwater houdt in dat ondanks het tappen van koud water, elders in de woning, tevens voldaan moet worden aan de gehanteerde gelijktijdigheidsklasse voor de warmtapwatertappunten. Maar het, gemakshalve, sommeren van MMV_{KW} berekend volgens $q\sqrt{\sum TE}$ -methode en MMV_{WW} volgend uit de gelijktijdigheidsklasse, leidt tot overdimensionering van de leidingwaterinstallatie. Om dat tegen te gaan zijn aangepaste

methoden (A of B) voor woninginstallaties bedacht. Bij methode A zijn van de geselecteerde mengkranen voor het gelijktijdig gebruik de volumestromen koud en warm het uitgangspunt, voor methode B de maximale mengwatervolumestromen. Bij methode B zijn de maximale mengwatervolumestromen afgestemd op bijvoorbeeld: drukonafhankelijke volumestroombegrenzers; de maximale volumestroom van een (spaar)douche; de vultijd van een bad. Bij methode B worden de volumestromen koud water gelijkgesteld aan die van mengwater en omgezet in TE_{KW} . Vervolgens worden de temperaturen vastgesteld van het koude water, warme water nabij de mengkra-

Voorwaarde: MMV_{koud} en MMV_{warm} mogen niet lager zijn dan die berekend met de standaard $q\sqrt{\sum TE}$ methode

GELIJKTIJDIGHEIDSKLASSE	MENGWATER			KOUDE WATER			WARMWATER* [65°]			T_{koud} [°C]	T_{warm} [°C]	
	I	II a	II b	III	I	II a	II b	III	I			II a
Tappunt code												
	q_{mww} [l/s]			tapeenheden [TE]			$q_{\text{v,warm}}$ [l/s]					
gootsteenmengkraan			0,167			4			0,122	10	50	
douchemengkraan			0,087			1			0,044	10	38	
badmengkraan			0,251			9			0,127	10	38	
TOTAAL			0,504			14			0,292			
** OMREKENEN NAAR TE_{KW}			37						12,5		OMREKENEN NAAR TE_{warm}	
KOUDE WATER $\sum TE_{\text{kwd}}$			-14									
BIJTELLING $TE_{\text{a,kw}}$			23									

* $q_{\text{v,warm}} = \frac{q_{\text{v,warm}} (T_{\text{mww}} - T_{\text{kw}})}{T_{\text{mww}} - T_{\text{kw}}}$
 ** $TE = (q_{\text{v}} / 0,083)^2$

-Figuur 1- Voorbeeld van methode B voor bijtelling tapeenheden (TE) in woninginstallatie bij toepassing van een gelijktijdigheidsklasse warmtapwater

nen en het mengwater, zodat de warmwater-volumestromen kunnen worden berekend. De mengwater volumestromen van de bij de gelijktijdigheidsklasse betrokken mengkranen worden gesommeerd (geclusterd). De dan verkregen totaal mengwater volumestroom wordt omgezet in TE_{MW} . Op dit aantal TE_{MW} wordt in mindering gebracht de som van de afzonderlijke TE_{KW} van de betrokken mengkranen. Het verschil in TE wordt opgeteld bij het aantal TE volgens de standaard $q\sqrt{\sum TE}$ -methode (zie voorbeeld in figuur 1).

Deze bijtelling geldt voor de drinkwaterinstallatie (koud water) vanaf het leveringspunt tot aan de splitsing van de leidingen naar de badkamer of het warmwatertoestel. Vanaf de splitsing naar het warmwatertoestel wordt de koudwaterleiding belast met de som volumestromen warm water van de mengkranen behorende tot gekozen gelijktijdigheidsklasse vermeerderd met $\sum TE_{KW}$ van de op die leiding aangesloten koudwatertappunten. In ISSO-publicatie 30 zijn de standaard $q\sqrt{\sum TE}$ -methode en de aangepaste methoden A en B voor woninginstallaties uitgebreid beschreven met voorbeelden.

NIEUWE REKENREGELS

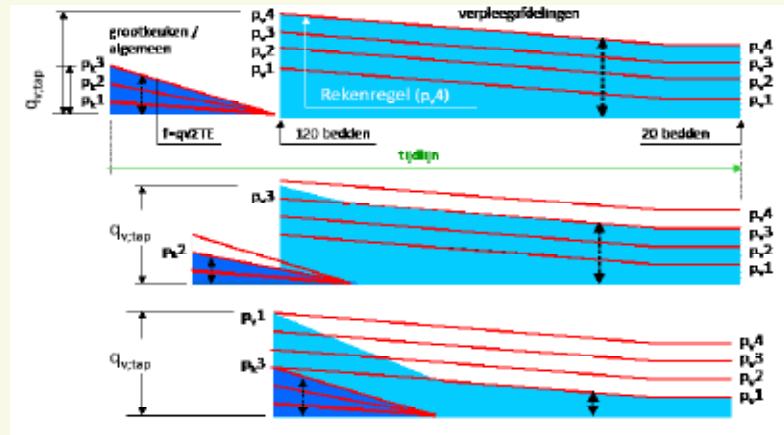
In de herziene versie 2013 van ISSO-publicatie 55 zijn voor bepaalde gebouwtypen nieuwe rekenregels opgenomen die verkregen zijn met het door KWR ontwikkelde simulatieprogramma Simdeum® (SIMulation of water Demand, an End Use Model). Naast de aanwezige sanitaire faciliteiten houden deze rekenregels vooral ook rekening met het aantal en het gedrag van bewoners/gebruikers en daarmee ook met de gelijktijdigheid van het gebruik. De rekenregels zijn toepasbaar bij minimale waarden voor de variabelen n:

- wooneenheden (n) in appartementsgebouwen ($n > 1$);
- medewerkers (n) in kantoren ($n > 20$);
- kamers (n) in hotels ($n > 20$);
- bedden (n) in zorginstellingen ($n > 20$).

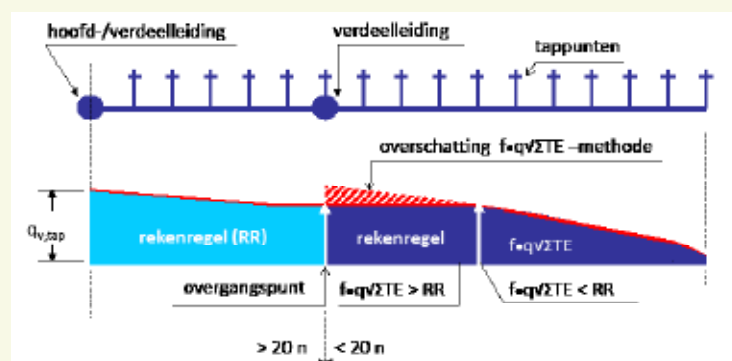
De rekenregels voor appartementsgebouwen zijn er voor zes appartementstypen (grote appartement, samenstelling huishouden, omvang en uitvoering sanitaire voorzieningen). Voor de appartementen gaan de rekenregels uit van de hoogst mogelijke gelijktijdigheidsklasse warmtapwater binnen het type appartement.

Bij kantoren zijn de rekenregels alleen geschikt voor het bepalen van MMV_{KW} , niet voor MMV_{MW} .

Onderscheid wordt gemaakt in vier typologieën van kantoren op basis van type toilet en aanwezigheid van urinoirs. De typologieën van hotels zijn zakelijk en toeristisch. De capaciteit van de douche speelt bij hotels een belangrijke



-Figuur 2- Verpleeghuis: $q_{v,tap}$ van verpleegafdelingen en $q_{v,tap}$ van grootkeuken/algemeen treden niet gelijktijdig op, situatie boven. Kleinere pieken van $q_{v,tap}$ van verpleegafdelingen en $q_{v,tap}$ van grootkeuken/algemeen kunnen gedeeltelijk of geheel gelijktijdige optreden, doch de som van beiden is niet groter dan de rekenregel ($q_{v,tap}$ van verpleegafdelingen), de situatie midden en onder.



-Figuur 3- Als de $f \cdot q\sqrt{\sum TE}$ -methode op het overgangspunt groter is dan de MMV ($q_{v,tap}$) op basis van de rekenregel dan wordt de MMV begrensd op de waarde van de rekenregel

rol. De rekenregels voor hotels zijn afgestemd op zeven volumestroomklassen van douches. De typologieën voor de zorginstellingen zijn er op basis van type verzorging: woonzorgcombinatie en volledige verzorging op kamers. Bij dit laatste type speelt het gebruik van bedpanspoelers een belangrijke rol (geen, gemiddeld of intensief). In de rekenregels van hotels en zorginstellingen valt het piekverbruik van leidingwater voor bijvoorbeeld een grootkeuken (TE_{IRR}) niet samen met die van de hotelkamers of afdelingen met bedden (zie figuur 2). Buiten de rekenregels vallen de verbruiken van bijzondere voorzieningen (TE_{BR} voor bijvoorbeeld wassen bedlinnen), noodvoorzieningen, brandslanghaspels, koel- en bevochtgingssystemen, spoelmaatregelen ten behoeve van legionellapreventie, en bepaalde continu verbruiken.

AANSLUITING OP REKENREGELS

Het bepalen van de $MMV_{sanitair}$ e.d. ($q_{v,max,tap}$), al dan niet te samen met alle andere verbruiken ($q_{v,max,LW}$), na het leveringspunt of na een bepaald knooppunt, is vrij gecompliceerd geworden. Dit omdat:

- de nieuwe rekenregels alleen kunnen worden gebruikt vanaf een minimale waarde voor de variabele n;

- de splitsingen van leidingen naar de collectieve warmwaterbereider en grootkeuken verderop in de leidingwaterinstallatie gelegen kunnen zijn; en
- op de leidingwaterinstallatie tappunten (kunnen) zijn aangesloten die niet in de rekenregels zijn opgenomen.

Stroomafwaarts het knooppunt of overgangspunt van een leiding waar de rekenregels niet geldig zijn, zoals een verpleegafdeling met minder dan 20 bedden, kan $q_{v,tap}$ worden bepaald met de $f \cdot q\sqrt{\sum TE}$ -methode, al dan niet met aanpassingen. Een aanpassing kan betrekking hebben op (de eis van) een gelijktijdig gebruik van enkele (dicht bij elkaar gelegen) tappunten. De volumestromen van die tappunten kunnen dan worden geclusterd (gesommeerd) tot één tappunt, waarvan dan het aantal TE wordt berekend. Met of zonder aanpassingen moet ervan uit worden gegaan dat $q_{v,tap}$ stroomafwaarts nooit groter kan worden. Is de $q_{v,tap}$ na het overgangspunt op basis van de $f \cdot q\sqrt{\sum TE}$ -methode groter dan die op het overgangspunt op basis van rekenregels, dan wordt $q_{v,tap}$ na het overgangspunt begrensd op de waarde van de rekenregel tot dat deze op basis van $f \cdot q\sqrt{\sum TE}$ -methode kleiner wordt (zie figuur 3).

Is $q_{v,tap}$ na het overgangspunt op basis van de

$f \cdot q \sqrt{\sum TE}$ -methode kleiner dan die op het overgangspunt op basis van rekenregels, dan wordt $q_{v,tap}$ na het overgangspunt gecorrigeerd met een aangepaste factor f_x . Factor $f_x = q_{v,tap, rekenregel} / q_{v,tap, f \cdot q \sqrt{\sum TE}}$ (zie figuur 4).

MMV LEIDINGWATER

Op een leidingwaterinstallatie kunnen naast tappunten van sanitair (inclusief drankautomaten, vaatwasmachines e.d.) ook apparaten en voorzieningen zijn aangesloten met een dermate lange gebruiksduur ($q_{v,CV}$), zoals luchtbevochtiging of koeltoren, dat deze niet in de $q_{v,max,tap}$ betrokken kunnen worden. Ook de MMV van brandslanghaspels ($q_{v,BSH} =$ maximaal twee gelijktijdig) en nooddouches ($q_{v,NV}$) worden buiten de $q_{v,max,tap}$ gehouden. De uiteindelijk MMV van een leidingwaterinstallatie of verdeelleiding ($q_{v,max,LW}$) wordt bepaald door de grootste waarde van:

- A) $q_{v,max,tap} + q_{v,CV}$
- B) $q_{v,CV} + q_{v,BSH}$, of
- C) $F \times q_{v,max,tap} + q_{v,CV} + q_{v,NV} + q_{v,BSH}$

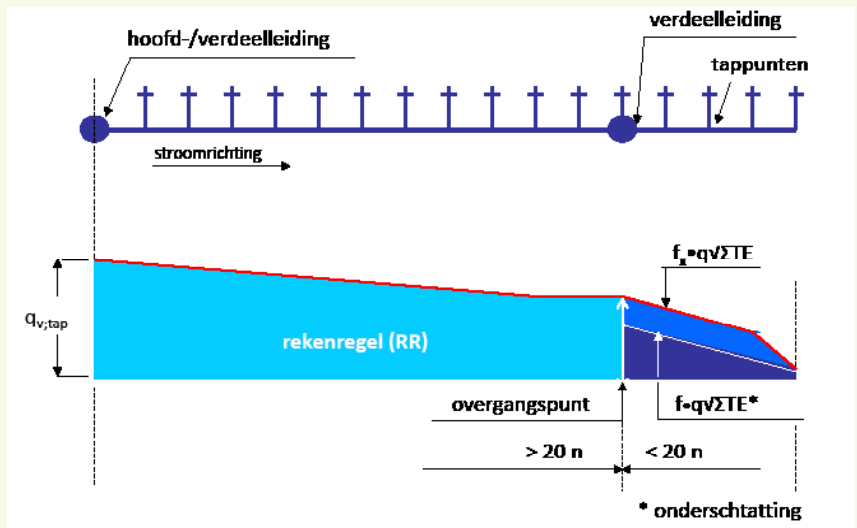
Reductie factor F , voor het gelijktijdig gebruik van $q_{v,max,tap}$ met de som van MMV van continu verbruiken, nooddouches en brandslanghaspels, wordt in overleg met de opdrachtgever/exploitant bepaald aan de hand van een risicoanalyse. Bij het ontbreken van een risicoanalyse wordt $F = 0,25$ aangehouden.

Het dimensioneren van het leidingnet geschiedt op basis van maximale stroomsnelheid (v_{max}) en het bepalen van het drukverlies (Δp) in het leidingnet. Bij het gebruik van brandslanghaspels en nooddouches mag v_{max} worden overschreden. De MMV wordt per leidingsectie bepaald (van knooppunt tot knooppunt). Het dimensioneren met A) geschiedt op basis van v_{max} en Δp , met B) op basis van Δp , en met C) op basis van v_{max} en/of Δp .

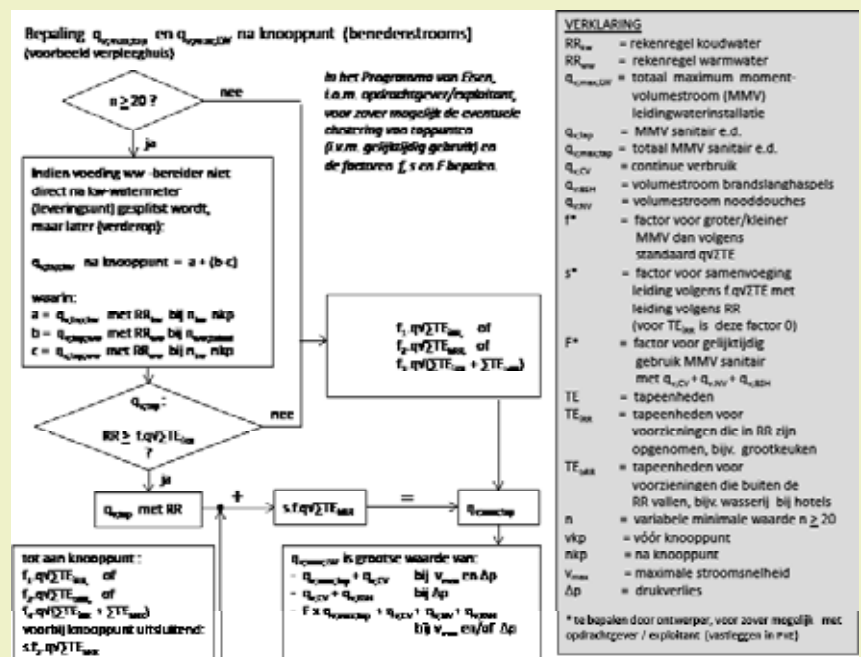
Als de MMV van een (verdeel)leiding met tappunten die buiten de rekenregel (RR) vallen, dus MMV op basis van $f \cdot q \sqrt{\sum TE_{bRR}}$, wordt samengevoegd met de MMV op basis van de rekenregel, dan kan een reductiefactor s worden toegepast; $s \cdot f \cdot q \sqrt{\sum TE_{bRR}}$. Het uiteindelijke schema voor het bepalen van $q_{v,max,tap}$ en $q_{v,max,LW}$ is er met de introductie van de nieuwe rekenregels niet eenvoudiger op geworden. Een voorbeeld van zo'n schema is gegeven in figuur 5.

VOORBEELD VERPLEEGHUIS

Een verpleeghuis heeft 120 bedden, verdeeld over drie vleugels met ieder vijf verpleegafdelingen voor acht bedden. Er is sprake van een volledige verzorging op de kamers. Voor de bedpanspoelers wordt rekening gehouden met een gemiddelde intensiteit in het gebruik. Voor $q_{v,tap,kw}$ (MMV_{KW}) is in ISSO-55 voor deze typologie als rekenregel opgenomen



-Figuur 4- Als de MMV op basis van de $f \cdot q \sqrt{\sum TE}$ -methode op het overgangspunt kleiner is dan de MMV op basis van de rekenregel dan wordt de MMV op basis van $f \cdot q \sqrt{\sum TE}$ -methode gecorrigeerd met een aangepaste factor f_x .



-Figuur 5- Voorbeeld schema op hoofdlijnen voor bepaling $q_{v,max,tap}$ en $q_{v,max,LW}$

de formule: $1,001+0,00737 \cdot n$ en voor $q_{v,tap,ww}$ (MMV_{ww}) de formule $0,604+0,00339 \cdot n$. In deze formules staat 'n' voor het aantal bedden. MMV_{kw} is tevens MMV_{TOTAAL} (koud + warm). Hierin is dus MMV_{ww} al opgenomen. De rekenregels leveren dus het piekverbruik van het totaal aan leidingwater (MMV_{kw}) en het piekverbruik van warm water van 60°C aan het tappunt (MMV_{ww}). MMV_{kw} en MMV_{ww} mogen niet van elkaar afgetrokken worden. Deze volumestromen hoeven namelijk niet gelijktijdig plaats te vinden en ook is de verhouding ervan afhankelijk van de uitgangstemperaturen (10 en 60°C). Stel dat de temperaturen veranderen, dan kan de verhouding veranderen. Ook kan door omstandigheden (ander toestel, ander persoon), de gewenste temperatuur veranderen. De totale behoefte aan leidingwater blijft dan wel vergelijkbaar. Met andere

woorden: de koudwaterleiding moet de totale vraag kunnen leveren. Vindt de splitsing naar de centrale warmtapwaterbereider verderop in de installatie plaats dan kan het wel nodig zijn om een deel van MMV_{ww} op te tellen bij MMV_{kw}. Dat blijkt dan uit de vergelijking die kan worden toegepast na het knooppunt (nkp) bovenstrooms deze splitsing: $q_{v,tap,kw} = a + (b-c)$ waarin: $a = q_{v,tap,kw}$ bepaald met RR_{kw} bij n_{kw} nkp, $b = q_{v,tap,ww}$ bepaald met RR_{ww} bij n_{ww,totaal}, $c = q_{v,tap,ww}$ bepaald met RR_{ww} bij n_{kw} nkp. n_{kw} is het aantal bedden in de rekenregel (RR) voor koud water en n_{ww} is het aantal bedden in de rekenregel voor warm water. In overleg met de opdrachtgever is voor de bepaling van MMV grootkeuken, de factor f in de formule $f \cdot q \sqrt{\sum TE}$ vastgelegd op 1,2 en voor de wasserette op 1,4. In de grootkeuken komt

een nooddouche (lichaamsdouche type I_{KW}). Voor het gelijktijdig gebruik van MMV sanitair e.d. met de som van de volumestromen van continu gebruik (q_{v,CV}), nooddouches (q_{v,NV}) en brandslanghaspels (q_{v,BSH}) is gekozen voor factor F = 0,25.

■ VOORBEELDEN

Koudwaterleidingen

In figuur 6 is de hoofdverdeeldeiding koud water weergegeven waarvan de q_{v,max;tap,KW} wordt bepaald. De volgorde van de knooppunten is tegenstrooms. Stroomafwaarts knooppunt 1 zijn twee verdeeldeiding aangesloten: grootkeuken (64 TE_{KW;RR}) en een verpleegvleugel (n_{KW} = 40). De MMV-en zijn bepaald op respectievelijk 0,8 l/s en 1,3 l/s. Omdat in de rekenregel de MMV grootkeuken niet samenvalt met de MMV verpleegvleugel, is voor het leidingdeel stroomafwaarts knooppunt 2 tot knooppunt 1 de grootste waarde van MMV van toepassing, dus 1,3 l/s. Stroomafwaarts knooppunt 2 richting warmtapwaterbereiding, is op basis van RR_{WW} voor n=120 de MMV bepaald op 1,01 l/s. Stroomafwaarts knooppunt 3 tot knooppunt 2 voorziet de hoofdverdeeldeiding in koud water voor 40 bedden (a) en voeding warm water voor 120 (b) - 40 (c) bedden.

De MMV van dit leidingdeel wordt bepaald door a + (b-c) = RR_{KW40} + (RR_{WW120} - RR_{WW40}) = 1,3 + (1,01 - 0,74) = 1,57 l/s. Zie verder de uitwerking in figuur 6. In dit voorbeeld zijn geen tappunten opgenomen die buiten de rekenregels vallen (TE_{RR}).

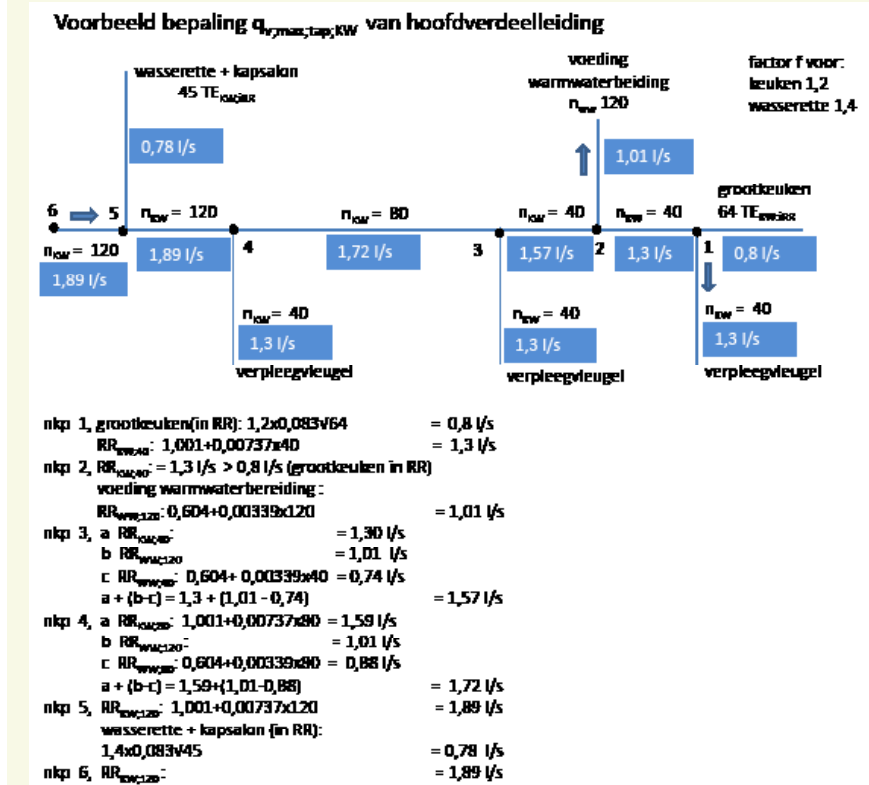
In figuur 7 is de uitwerking gegeven van de bepaling van q_{v,tap,KW} van verdeeldeidingen water in de verpleegvleugel en verpleegafdeling. Na knooppunt 1-3 is de RR niet meer geldig (n < 20). Voorbij dit knooppunt is op basis van de standaard f·q√ΣTE-methode MMV gelijk aan 0,87 l/s. Op basis van de rekenregel met n = 20 (RR_{KW,20}) is MMV gelijk aan 1,15 l/s. Na knooppunt 1-3 (het overgangspunt in figuur 4) wordt factor f in de standaardformule aangepast: f_x = q_{v,tap;RR;KW,20} / q_{v,tap;f;q√ΣTE} = 1,15 / 0,87 = 1,32. De MMV van de groepsleiding personeel/bezoekers wordt niet opgeteld bij de MVV van de RR_{KW} omdat dit verbruik in de rekenregel is begrepen (TE_{RR}). Zie verder de uitwerking in figuur 7.

Warmwaterleidingen

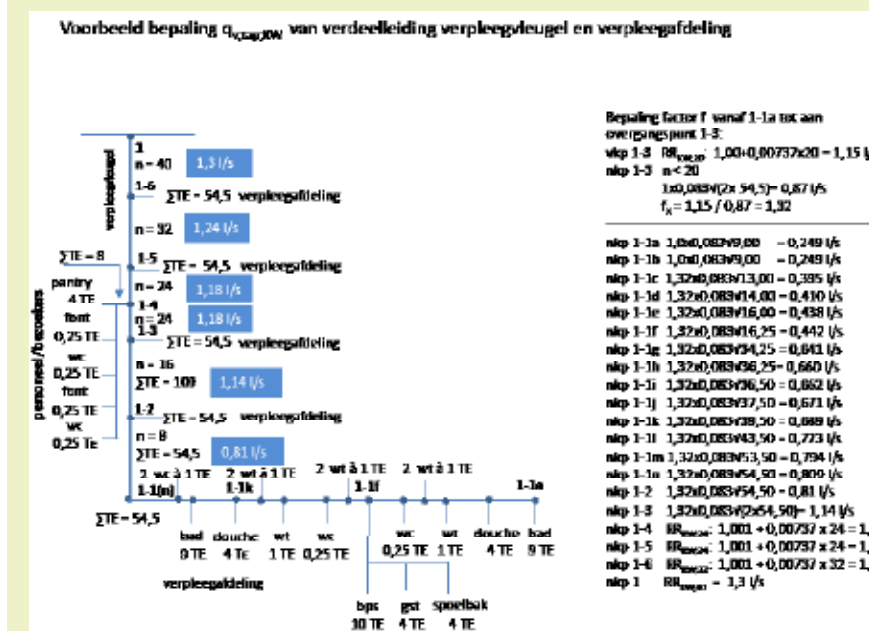
In de figuren 8 en 9 (op de volgende pagina) zijn de uitwerkingen gegeven van de bepaling van q_{v,max;tap;WW} van de hoofdverdeeldeiding en q_{v,tap;WW} van de verdeeldeidingen in een verpleegvleugel en verpleegafdeling.

Leidingwaterinstallaties

Na het bepalen van MMV sanitair e.d. (q_{v,max;tap}) wordt de uiteindelijke MMV van de leiding-



-Figuur 6- Bepaling q_{v,max;tap,KW} van hoofdverdeeldeiding koud water



-Figuur 7- Bepaling q_{v,tap,KW} van verdeeldeidingen in verpleegvleugel en verpleegafdeling

waterinstallatie of verdeeldeiding (q_{v,max;LW}) bepaald. Op de leidingwaterinstallatie staan brandslanghaspels (q_{v,BSH}) aangesloten, alsmede een nooddouche (q_{v,NV}) in de keuken en een voorziening met continu verbruik (q_{v,CV}) in de technische ruimte. Niet al deze verbruiken vallen (volledig) samen met q_{v,max;tap} maar kunnen groter en dus maatgevend zijn voor q_{v,max;LW}. Stroomafwaarts knooppunt 1, richting grootkeuken, is q_{v,max;tap} van de verdeeldeiding gelijk

aan 0,8 l/s, is q_{v,NV} gelijk aan 0,5 l/s en van één brandslanghaspel q_{v,BSH} gelijk aan 0,361 l/s. q_{v,max;LW} = F x q_{v,max;tap} + q_{v,CV} + q_{v,NV} + q_{v,BSH} = 0,25 x 0,8 + 0 + 0,5 + 0,361 = 1,06 l/s. q_{v,max;LW} is groter dan q_{v,max;tap} en dus maatgevend. Zie verder de uitwerking in figuur 10.

■ APPARTEMENTEN

Binnen een appartement worden de MMV-en van de woninginstallatie in principe berekend op basis van de q√ΣTE-methode, al dan niet

met het systeem van bijtelling van TE voor een bepaalde gelijktijdigheidsklasse warmtapwater. De rekenregels zijn van toepassing op de collectieve leidingnetten tot de aansluitleiding van het appartement, immers 'n' is > 1. Dat is ook het geval wanneer de appartementen over een eigen warmtapwaterbereider beschikken, en er dus alleen een collectief leidingnet voor koud water aanwezig is. Als de MMV van een appartement bij de aansluiting op het collectieve leidingnet op basis van de $q\sqrt{\Sigma TE}$ -methode groter is dan de MMV op basis van de rekenregel, wordt in het appartement de MMV van de rekenregel aangehouden tot aan het leidingdeel waar de MMV op basis van de $q\sqrt{\Sigma TE}$ -methode lager wordt dan van de rekenregel. Als de MMV van een appartement bij de aansluiting op het collectieve leidingnet op basis van de $q\sqrt{\Sigma TE}$ -methode kleiner is dan de MMV op basis van de rekenregel, wordt de MMV van de verdeelleiding in het appartement op basis van de $q\sqrt{\Sigma TE}$ -methode in het appartement gecorrigeerd met de factor

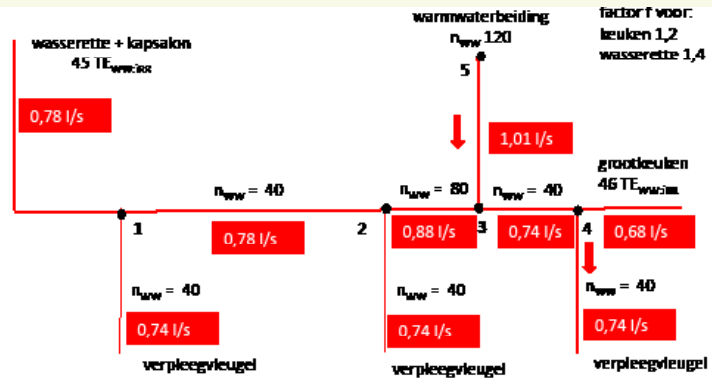
$$f = \frac{q_{v, tap, rekenregel}}{q_{v, tap, q\sqrt{\Sigma TE}}}$$

De rekenregels voor appartementsgebouwen zijn er voor zes appartements typen (grootte appartement, samenstelling huishouden, omvang en uitvoering sanitaire voorzieningen). Indien een appartementsgebouw opgebouwd is uit meerdere typologieën, kan niet zonder meer de MMV per woningtype (op basis van het aantal appartementen van dat type) opgeteld worden om tot de totale MMV te komen. Dit zou tot een overschatting van de MMV leiden. Ook in dit geval moet er een correctiefactor gebruikt worden. De berekening daarvan is met een voorbeeld beschreven in ISSO-55. Voor deze berekening en alle andere met Simdeum verkregen rekenregels heeft ISSO rekenprogramma's beschikbaar.

ANDERE GEBOUWEN

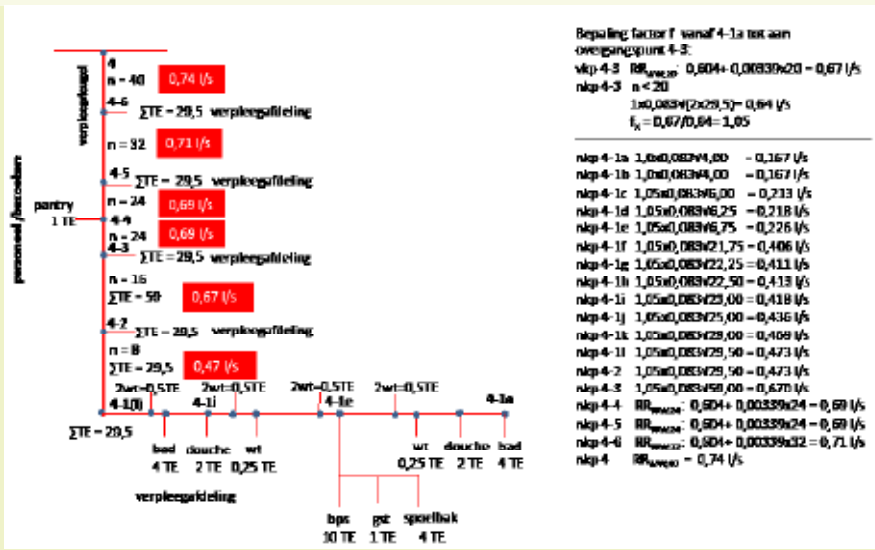
Van gebouwen waarvoor geen rekenregels beschikbaar zijn moeten de MMV_{KW} en MMV_{WW} op een andere manier worden bepaald. De mogelijkheden zijn:

- de $f \cdot q\sqrt{\Sigma TE}$ -methode;
- een berekening op maat met Simdeum;
- het gebruik van empirische formules voor de MMV_{KW} van scholen, sporthallen en sportvelden, zoals opgenomen in par. 5.6.4 van ISSO-55;
- een inschatting op basis van gegevens van de opdrachtgever of kennis van bestaande projecten (- de gelijktijdigheid van het gebruik; - de gelijkmatigheid van het gebruik, of de verdeling van het gebruik door de tijd; - de kans op overschrijding van een maximale afname).

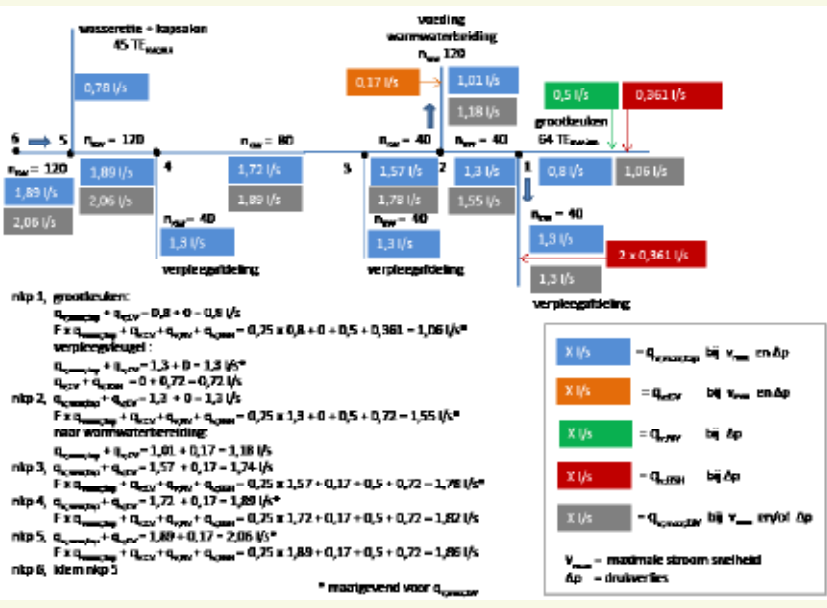


- nkp 1, wasserte + kapsalon (in RR): $1,4 \times 0,083 \times 45 = 0,78 \text{ l/s}$
 $RR_{wast} = 0,604 + 0,00339 \times 40 = 0,74 \text{ l/s}$
- nkp 2, $RR_{wast} = 0,74 \text{ l/s} < 0,78 \text{ l/s}$ (wasserte + kapsalon in RR)
- nkp 3, richting nkp 2
 $RR_{wast} = 0,604 + 0,00339 \times 80 = 0,88 \text{ l/s}$
 $RR_{wast} = 0,88 \text{ l/s} > 0,78 \text{ l/s}$ (wasserte + kapsalon in RR)
- nkp 4, grootkeuken (in RR): $1,2 \times 0,083 \times 46 = 0,68 \text{ l/s}$
 $RR_{wast} = 0,74 \text{ l/s}$
- nkp 3, richting nkp 4
 $RR_{wast} = 0,74 \text{ l/s} > 0,68 \text{ l/s}$ (grootkeuken in RR)
- nkp 5, $RR_{wast} = 0,604 + 0,00339 \times 120 = 1,01 \text{ l/s}$

oeping
n
leiding



-Figuur 9- Bepaling $q_{v, tap, WW}$ van verdeelings in verpleegvleugel en verpleegafdeling



-Figuur 10- Bepaling $q_{v, max, LW}$ van hoofdverdeelleiding koud water