



Ontwerprichtlijnen voor zelfreinigende netten bij de duinwaterbedrijven

MIRJAM BLOKKER, KIWA WATER RESEARCH

JAN VREEBURG, KIWA WATER RESEARCH / TU DELFT

LOET ROSENTHAL, PWN

De meeste Nederlandse waterleidingbedrijven leggen hun drinkwaterdistributienetten aan volgens het zelfreinigende principe. Dat wil zeggen dat de distributienetten vertakt worden aangelegd met een frequent optredende ontwerpsnelheid, zodat sediment niet accumuleert in de leidingen. De 'frequent optredende' volumestroom wordt geschat met de zogeheten $q\sqrt{n}$ -methode en als ontwerpsnelheid wordt 0,4 m/s aangenomen. In samenwerking met de duinwaterbedrijven DZH, PWN en Waternet is de methode tegen het licht gehouden. Het door Kiwa ontwikkelde simulatiemodel voor afnamepatronen van huishoudens (SIMDEUM) is ingezet voor een beter inzicht in de werkelijk optredende volumestromen. Dit leidt nu tot een aanscherping van de ontwerpparameters voor zelfreinigende netten en uiteindelijk tot (nog) kleinere diameters. Een neveneffect is dat ook de inpassing van bluswater aanpassing behoeft. Nieuwe metingen die dit jaar zullen plaatsvinden, valideren de ontwerpparameters verder.

Distributienetten worden sinds 1999 aangelegd volgens het zelfreinigende principe¹². Dit betekent dat de maximale diameter van de leiding wordt bepaald door te ontwerpen op een snelheid van 0,4 m/s bij een volumestroom die bepaald wordt met de $q\sqrt{n}$ -methode. Hierin is q een nominale volumestroom van 0,083 l/s en n is het aantal tappunten vermenigvuldigd met het aantal woningen dat door een leiding wordt gevoed; één woning heeft 10,5 tot 22,5 tapeenheden. In 2001 en 2002 zijn metingen verricht in netten die volgens dit principe zijn ontworpen^{9),10),11}. Deze metingen lieten zien dat sprake was van een zelfreinigende werking in de leidingen met een diameter tot 75 mm. De ontwerpsnelheid van 0,4 m/s werd echter bijna nergens gemeten. Eén van de verklaringen voor het optreden van de lagere maximumsnelheid is dat de $q\sqrt{n}$ -methode de optredende volumestromen overschat. De kans dat in een periode van twee weken de absolute maximum volumestroom, welke eens per jaar optreedt, gemeten wordt is klein. De metingen leidden onder andere tot de aanbeveling om meer inzicht te verkrijgen in afnamepatronen van huishoudens. In 2004-2005 is in het bedrijfstakonderzoek een simulatiemodel ontwikkeld voor afnamepatronen

van huishoudens (SIMDEUM)³. Dit model is ingezet bij het onderzoek naar optredende volumestromen.

De ontwerpparameters

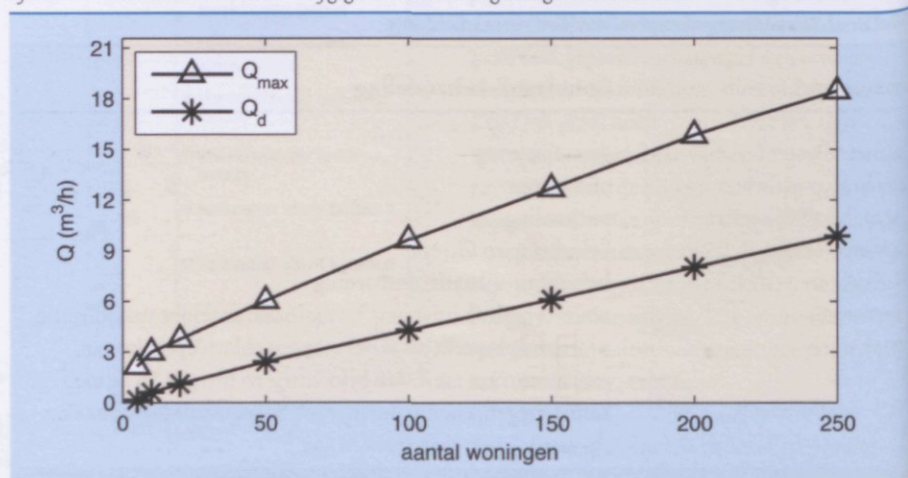
Het onderzoek voor DZH, PWN en Waternet was specifiek gericht op de dimensionering van de leidingdiameters in vertakte drinkwaternetten, waarbij in eerste instantie nog geen rekening wordt gehouden met een even-

tuele bluswatervraag³. Voor Waternet en DZH gaat het om secties tot 150 woningen, PWN ontwerpt secties van maximaal 250 woningen. In deze secties kan een maximale drukval van 3 mwk respectievelijk 5 mwk optreden.

De eerste ontwerpparameter is de maximale volumestroom ($Q_{\max}$) die geleverd moet kunnen worden door het leidingnet. Met een goede voorspelling van de maximum volumestromen en de randvoorwaarde aan de drukval kan een minimale diameter worden vastgesteld met behulp van de Darcy-Weisbach vergelijking. In de keuze van $Q_{\max}$ is enige flexibiliteit. De maximale volumestroom kan bijvoorbeeld eens in de 100 dagen, eens per jaar of eens in de tien jaar optreden. Voor het onderzoek is gekozen voor een maximale volumestroom die eens per honderd dagen voorkomt. Dit betekent dat $Q_{\max}$ door het 99-percentiel van een verzameling van maximaal optredende volumestromen wordt bepaald. Hierbij moet voldoende druk geleverd kunnen worden. Voor een aantal soorten waterverbruik geldt dat ook met minder druk kan worden volstaan (bijvoorbeeld het vullen van een stortbak) en dus extremen als massale toiletspoeling in de pauze van een WK-voetbalfinale niet tot problemen zullen leiden.

De verdere ontwerpparameters zijn Q_d en v_d ; deze parameters hangen samen met de frequent optredende volumestroom die het zelfreinigende vermogen van de leiding bepaalt. Bij het ontwerpen op zelfreiniging wordt een maximale diameter vastgesteld met behulp van een frequent of dagelijks optredende volumestroom (Q_d) en een bijbehorende dagelijkse ontwerpsnelheid (v_d). Om de grootte en frequentie van optreden van v_d te bepalen is een (literatuur)onderzoek gedaan. Metingen die uitgevoerd zijn in laboratoria^{1),5}) en in zelfreinigende netten (in Saendelft, Blixembosch en Raalte^{8),9),10)}), zijn opnieuw geanalyseerd. Uit de beperkt beschikbare metingen bleek dat een

Afb. 1: Verwachte volumestromen bij gegeven aantal woningen volgens simulatie.



snelheid van 0,3 m/s die gedurende circa 30 minuten per dag optreedt een zelfreinigende werking garandeert. Dit correspondeert met een voldoende grote afstand waarover eventueel aanwezig sediment getransporteerd wordt en zodoende wordt afgevoerd.

Voorspellen van optredende volumestromen

SIMDEUM is gebruikt om inzicht te krijgen in de dagelijks optredende volumestroom gedurende minstens 30 minuten en de maximale volumestroom die eens per 100 dagen optreedt in een sectie van twee tot 250 woningen.

In een nieuwbouwwijk zijn meer waterbesparende apparaten geïnstalleerd dan gemiddeld in Nederland en er wonen gemiddeld meer gezinnen met kinderen. Bij het verouderen van de wijk zal door de verandering van leeftijdsopbouw het waterverbruik afnemen. Een toename van apparaten die juist meer water verbruiken (zoals de comfortdouche) is nu nog niet goed te voorspellen⁶⁾. Dat betekent dat een nieuwbouwwijk het best de situatie vertegenwoordigt waarin het meeste water wordt verbruikt en daardoor is ook de kans op gelijktijdig waterverbruik groter. Voor de bevolkingsopbouw van de simulatiewijk is gebruik gemaakt van de CBS-gegevens van de Almeerse wijk Oostvaarders uit 2004⁴⁾. Voor het waterverbruik is gebruik gemaakt van de gegevens uit het onderzoek ‘Watergebruik thuis

2004⁷⁾. In afbeelding 1 zijn Q_{max} en Q_d van de gesimuleerde dagpatronen weergegeven.

Ontwerpen met nieuwe inzichten

Met de gevonden relaties tussen het aantal woningen en Q_d en Q_{max} kunnen de diameters worden bepaald voor het ontwerp van een zelfreinigend drinkwaternet. De gevonden relaties vervangen hier de $q/\sqrt{n}$ -methode. De volgende stappen worden doorlopen voor het dimensioneren van de leidingdiameter:

- Bepaal de maximale diameter op basis van Q_d (afbeelding 1) en v_d (0,3 m/s);
- Kies uit de beschikbare set leidingen de best passende diameter;
- Controleer de drukval bij de gekozen diameter en Q_{max} ;
- Wanneer de drukval te groot is, kies dan een grotere diameter en ga terug naar stap 3;
- Pas de bluswatervraag in.

In tabel 1 zijn de gevolgen van de nieuwe schatting van de verbruiken weergegeven samen met de schattingen die nu door de bedrijven gemaakt worden op basis van de $q/\sqrt{n}$ -methode. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat op basis van de dagelijks optredende volumestroom 50 aansluitingen moeten worden gemaakt achter een PVC met een diameter van 63, terwijl Waternet daar minimaal 16 woningen achter zal aansluiten, PWN twaalf en DZH acht.

In de derde stap wordt de drukval getoetst.

Voor een eindtak tot 24 woningen leiden de eerste twee stappen tot een ZPE 40-leiding (zie tabel 1). Dit geeft echter een zeer grote drukval bij Q_{max} ; bij een gemiddelde perceelbreedte van zeven meter treedt een drukval van 3 mwk op bij ongeveer 16 woningen en een drukval van 5 mwk bij ongeveer 22 woningen. Volgens de ontwerprichtlijnen is de voordruk in dit geval dus te gering om tot een zelfreinigende leiding te komen. Om deze grote drukval te voorkomen zal reeds vanaf ongeveer tien woningen een grotere diameter gekozen moeten worden dan op basis van de eerste stap (ZPE 50 in plaats van ZPE 40). Hier zullen dan snelheden optreden die lager zijn dan 0,3 m/s of minder frequent voorkomen dan gedurende 30 minuten per dag. Een oplossing kan ook zijn de voordruk te verhogen.

Metingen in het veld^{9),10)} laten echter zien dat in leidingen met een diameter van 50 mm en tien tot 15 achterliggende woningen wel sprake is van zelfreinigende werking. In dit geval is de v_d 0,1 tot 0,15 m/s, hetgeen in deze kleinere leidingen voldoende lijkt te zijn. Bij kleinere secties heeft de keuze van een grotere diameter een beperkt nadelig effect op de zelfreinigende werking. Dezelfde metingen laten ook zien dat bij leidingen van 75 mm (tot 30 achterliggende woningen) geen zelfreinigende werking optreedt. De v_d is in dit geval kleiner dan 0,14 m/s.

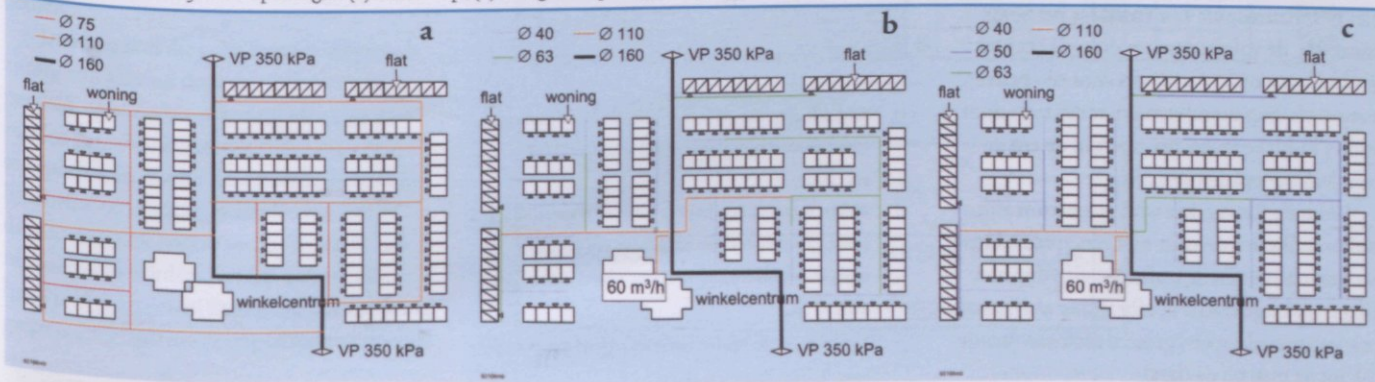
Voorbeeldwijk

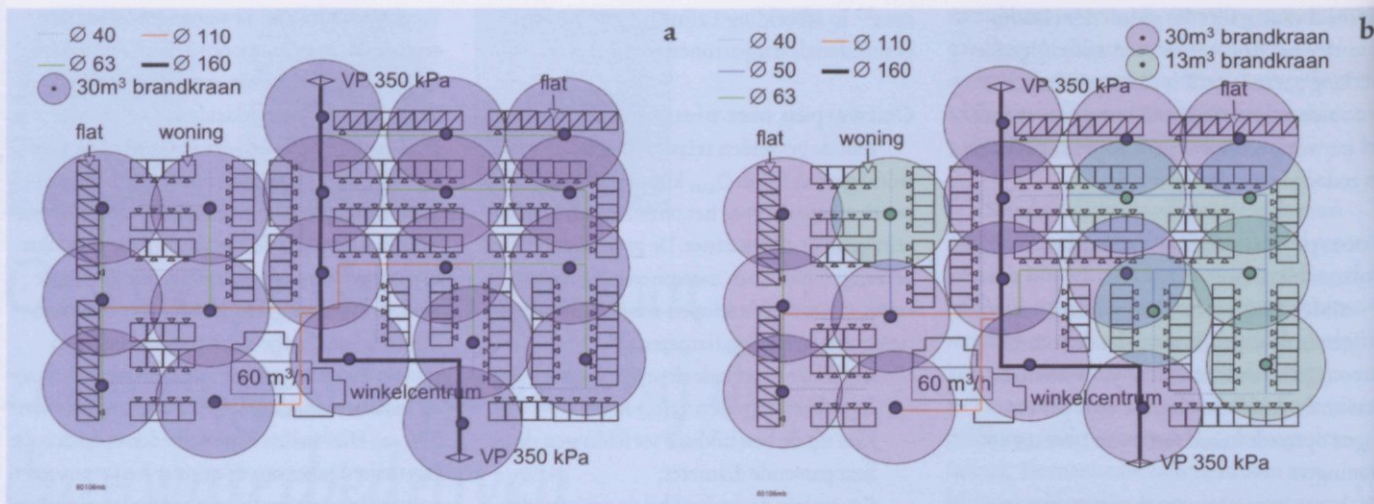
In afbeelding 2 is een voorbeeld gegeven voor het ontwerpen van een wijk; deze voorbeeldwijk is eerder gebruikt voor het demonstreren van de nieuwe ontwerpconcepten¹²⁾. De eerste situatie laat de wijk zien zoals deze vóór 1999 ontworpen werd. De middelste situatie is het ontwerp met de huidige (1999) ontwerpconcepten, waarbij het verbruik is gebaseerd op de $q/\sqrt{n}$ -methode en een aantal tapeenheden van 22. De laatste situatie geeft weer hoe het ontwerp eruit zou zien met de methode zoals deze in dit artikel wordt geïntroduceerd. Hierbij is de maximum drukval van 3 mwk aangehouden. In deze wijk is nog geen rekening gehouden met de bluswatervraag.

Tabel 1: Aantal achterliggende woningen op leidingdiameter in verschillende ontwerpmethoden.

leiding	aantal achterliggende woningen			
	Q_d uit simulatie, $v_d = 0,3$ m/s	$q/\sqrt{n}$, $v = 0,4$ m/s		
		Waternet: TE = 10,5	PWN: TE = 15	DZH: TE = 22,5
ZPE 40	1	1	1	1
PVC 50	24	4	4	2
PVC 63	50	16	12	8
PVC 90	116	62	46	30
PVC 110	180	156	100	72

Afb. 2: Voorbeeldwijk ontworpen volgens (a) oude concept, (b) huidige concept en (c) concept op basis van de nieuwste inzichten.





Afb. 3: Inpassen van bluswater: (a) ontwerp van 1999, capaciteit van brandkranen 30 kubieke meter per uur en (b) het aangepaste ontwerp met bluscapaciteit van 13 kubieke meter per uur voor de woningen en 30 kubieke meter per uur voor de flats en winkelcentrum.

Wat opvalt in het nieuwe ontwerp is dat het basisidee niet wordt aangepast ten opzichte van de ontwerpregels van 1999, maar dat wel kleinere diameters worden toegepast. In het voorbeeld zijn bijna alle leidingen van 63 mm vervangen door leidingen van 50 mm.

De laatste stap in het ontwerp is het toetsen van de hoeveelheid bluswater die kan worden geleverd. Als vuistregel geldt dat een leiding van 63 mm nog net voldoende bluswater kan leveren (30 kubieke meter per uur). De druk mag dan bij het uitstroompunt teruglopen naar atmosferisch, wat betekent dat de druk in het leidingnet ongeveer 4 tot 5 mwk zal zijn. In afbeelding 3(a) is aangegeven waar met de ontwerpconcepten van 1999 nog brandkranen geplaatst kunnen worden met een 'dekingscirkel' met een diameter van 40 meter. Het ontwerp van afbeelding 2(b) is aangepast om de bluswatervraag in te passen; de leidingen voor de flats en het winkelcentrum zijn doorgetrokken. Het verplaatsen van de aansluitleidingen van deze gebouwen zorgt ervoor dat er geen doodlopende stukken leiding zijn.

Als wordt geaccepteerd dat een brandkraan 13 kubieke meter per uur levert, dan bestaan meer mogelijkheden, zoals in afbeelding 3(b) is getoond. Een volumestroom van 13 kubieke meter per uur is gebaseerd op de capaciteit van een brandautospuiter van 1500 liter per zeven minuten, de volumestroom die praktisch gezien kan worden verwerkt door één brandautospuiter. Een brandkraan met een capaciteit van 13 kubieke meter per uur kan op een 50 mm leiding worden geplaatst.

Voor de flats en het winkelcentrum zijn wel brandkranen vereist met een grotere bluswatercapaciteit en de leidingen zijn dus niet alleen verlengd (zoals in afbeelding 3(a)), maar ook verwaard tot een grotere diameter (namelijk tot 63 mm bij de flats).

Conclusies en aanbevelingen

Uit het onderzoek blijkt dat het gebruiken van de nieuwe ontwerpparameters Q_d , v_d en Q_{max} leidt tot nog kleinere leidingnetten waarin de zelfreiniging beter is gewaarborgd. Het blijkt ook dat de bluswatervraag niet meer geheel kan worden geleverd. Een mogelijk alternatief is het aanleggen van een aparte droge bluswaterleiding. Deze leiding moet fysiek gescheiden zijn van het drinkwaternet en kan alleen voor gebruik tijdelijk aangesloten worden op het drinkwaternet. Een andere oplossing is het spuien van het leidingnet.

Voorlopig worden de huidige ontwerpregels gehandhaafd door de duinwaterbedrijven, maar dit jaar wordt nader onderzoek gedaan naar de zelfreiniging van nieuwe leidingnetten (ontworpen volgens de huidige regels) en de ontwerpparameters Q_d , v_d en Q_{max} . De aanbeveling is om met metingen meer inzicht te verkrijgen in v_d : wat is de frequentie waarmee deze snelheid moet optreden voor een zelfreinigende werking en wat is de juiste waarde in leidingen met verschillende diameters? Daarnaast wordt aanbevolen om metingen in secties met 50 tot 250 woningen te doen ter verificatie van Q_d . Het simulatiemodel is nog niet volledig geijkt voor leidingen met meer dan 46 en minder dan 512 achterliggende woningen.

LITERATUUR

- 1) Beuken R. en P. Schaap (2002). Validatie van de ontwerp-snelheid voor zelfreinigende distributienetten. *H₂O* nr. 5, pag. 25-27.
- 2) Blokker E. (2005). Bepaling capaciteit drinkwaterleidingnetten op wijkniveau. Een aanpassing van de $q/\sqrt{n}$ -methode voor het ontwerp van zelfreinigende netten. *Kiwa*. KWR 05.072.
- 3) Blokker E. (2006). Modelleren van waterverbruik in huishoudens. *H₂O* nr. 6, pag. 48-51.

- 4) CBS. statline.cbs.nl, 2005/11.
- 5) Grainger C., J. Wu, B. Nguyen, G. Ryan, A. Jayaratne en P. Mathes (2003). Particles in water distribution systems - 5th progress report, part I: settling, re-suspension and transport. CSIRO-BCE. CRC for Water Quality and Treatment Project nr. 4.3.6.
- 6) Hummelen A., P. Baggelaar en P. Geudens (2006). Toekomstig drinkwatergebruik: minder of wordt het meer? *H₂O* nr. 6, pag. 45-47.
- 7) Kanne P. (2005). Watergebruik thuis 2004, deelrapportage Waterleidingbedrijf Amsterdam. TNS NIPO.
- 8) Koning M. de en R. Beuken (2001). Validatie nieuwe ontwerp-richtlijnen voor distributienetten. Onderzoek in distributienet Saendelft. *Kiwa*. BTO 2001.211 (c).
- 9) Kreukniet A., G. Holterman, L. Bannink en M. van den Boomen (2003). Hoe zelfreinigend zijn zelfreinigende netten? *H₂O* nr. 13, pag. 23-25.
- 10) Mul P., M. van den Boomen en M. de Koning (2002). Een eerste evaluatie van een zelfreinigend net. *H₂O* nr. 8, pag. 28-30.
- 11) Trietsch E. en L. Bannink (2003). Landelijke evaluatie zelfreinigende leidingnetten. *H₂O* nr. 13, pag. 18-19.
- 12) Vreeburg J., R. Beuken en P. Mul (2002). Nieuwe ontwerp-richtlijnen voor distributiesystemen: de stand van zaken. *H₂O* nr. 5, pag. 28-30.