

KWR 07.053
28 juni 2007

Effecten levering warm tapwater door derden

KWR 07.053
28 juni 2007

Effecten levering warm tapwater door derden

© 2007 Kiwa Water
Research
Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag
worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een
geautomatiseerd
gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch,
mechanisch, door
fotokopieën, opnamen, of
enig andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke
toestemming van de
uitgever.

Kiwa Water Research

Groningehaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Tel. 030 606 95 11
Fax 030 606 11 65
www.kiwawaterresearch.eu

Colofon

Titel

Effecten levering warm tapwater door derden

Projectnummer

30.7418.100

Projectmanager

P.G. Slaats

Opdrachtgever

Oasen

Kwaliteitsborger(s)

G.A.M. Mesman

Auteur(en)

E.J.M. Blokker, K. Poortema (Kiwa C&K)

Verzonden aan

Arie Haasnoot, Huib Glerum

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het Contractonderzoekproject/adviesproject. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

Inhoud

	Inhoud	1
1	Inleiding	3
2	Beoordeling door Nuon gehanteerde normen	5
2.1	Warmtapwaterproductie en -distributie	5
2.1.1	Materialen	5
2.1.2	Ligging	6
2.2	Meetinrichting	6
2.3	Warmtapwaterinstallatie	7
3	Frontbeveiliging en mengkranen	9
3.1	Frontbeveiliging centrale leveringspunt	9
3.2	Frontbeveiliging individuele woningen	9
3.3	Mengkranen	9
4	Aanvullende eisen/vragen	11
4.1	Legionella-risico's	11
4.1.1	Opwarming koudwaterleidingen buitenhuis	11
4.1.2	Stilstaand water	11
4.2	Verbrandingsrisico's	11
4.3	Waterkwaliteit aan de tap	12
5	Ontwerp en onderhoud distributienet	13
5.1	Inleiding	13
5.2	Aanpak	13
5.3	Simulaties met SIMDEUM	14
5.3.1	Invoer	14
5.3.2	Simulaties – validatie model	15
5.3.3	Simulaties – dimensionering leidingnet	17
5.3.4	Overwegingen	18
5.4	Conclusies	19
6	Referenties	21

1 Inleiding

Oasen is door Nuon benaderd, dat een nieuwe woonwijk (Weideveld) in Bodegraven van ca. 750 huizen centraal van warm tapwater wil voorzien. Oasen heeft Kiwa Water Research verzocht een notitie te schrijven over de technologische aspecten van de aparte levering van warm tapwater en de effecten daarvan op de levering van drinkwater.

De notitie bevat de volgende onderdelen:

- A. Beoordeling van de geldigheid en volledigheid van de door Nuon gehanteerde normen voor de oplevering van warmtapwaterleidingen. (aangeleverd door Oasen) – hoofdstuk 2.
- B. Inventarisatie van de benodigde frontbeveiliging (bij het centrale leveringspunt en de individuele woning), gegeven de maximale druk van 600 kPa in het tapwaternet en de daaruit voortvloeiende risicoklasse – hoofdstuk 3.
- C. Inventarisatie van aanvullende eisen aan de levering van warm tapwater uit het oogpunt van volksgezondheid – hoofdstuk 4.
- D. Beschrijving van de gevolgen voor de dimensionering van het drinkwaternet bij aparte levering van warm tapwater, inclusief de vertaling naar investerings- en beheerskosten en de vergelijking daarvan met een 'normaal' leidingnet – hoofdstuk 5.

Voor de onderdelen A-C zijn geraadpleegd de brief van Nuon aan Oasen van 13 maart 2007, met de daarin beschreven bijlagen 1 t/m 6, zie referentielijst. De bijlagen zullen in hoofdstuk 2-4 worden aangehaald als (b.v.) “bijlage 1 van de Nuon-brief”. In hoofdstuk 2-4 zijn ook een aantal Vewin-Werkbladen genoemd; de volledige titel hiervan is opgenomen in de referentielijst. Voor zover van toepassing zijn de Vewin-werkbladen geciteerd in kaders in de tekst.

Voor onderdeel D is gebruik gemaakt van het binnen het BTO ontwikkelde model voor afnamepatronen SIMDEUM®.

2 Beoordeling door Nuon gehanteerde normen

Zowel in bijlage 1, 3, 4 als 5 van de Nuon-brief worden normen, voorschriften, voorwaarden en vereisten genoemd. Deze zijn in onderstaande alleen op waterleidingtechnische aspecten beoordeeld.

Het warmtapwatersysteem is daarbij op te splitsen in:

- warmtapwaterproductie en –distributie, inclusief de leidingen van de woningaansluitingen;
- meetinrichting: meterkast, inclusief meetapparatuur;
- warmtapwaterinstallatie: leidingen en toestellen in een perceel/woning na de meetinrichting.

Vooraf is het van belang op te merken dat in Waterleidingwet en –besluit warm tapwater onder de definitie van leidingwater valt en dat warmtapwatersystemen onder de definitie van collectieve watervoorziening vallen. Eigenaren van collectieve watervoorzieningen moeten bij winning, bereiding, opslag, transport en distributie van leidingwater aan dezelfde eisen met betrekking tot toe te passen materialen en chemicaliën voldoen als eigenaren van waterleidingbedrijven (en collectieve leidingnetten). Deze eisen staan beschreven in artikel 17g en –h van het Waterleidingbesluit. Wanneer vervolgens Kiwa op basis van die eisen een aanvraag krijgt voor het afgeven van een kwaliteitsverklaring voor een product dat bedoeld is voor (onder meer) transport van warm drinkwater, zal Kiwa dat product op basis van de in de praktijk daarbij geldende condities testen.

2.1 Warmtapwaterproductie en -distributie

2.1.1 Materialen

Voor het warmtapwatersysteem zoals Nuon het wil toepassen bestaan geen specifieke (inter)nationale normen. Nuon hanteert een bedrijfseigen concept. In het productie- en distributiedeel worden, voor zover beschikbaar, materialen toegepast die zijn voorzien van een Kiwa-productcertificaat met ATA en daarmee geschikt zijn voor de beoogde warmwatertoepassing. Bij de distributieleidingen gaat het bijvoorbeeld om fabrikaat Thermaflex, type Flexalen 600 (PB-mediumbuis grijs met PE-isolatie en HDPE-mantel”ribbenbuis”), dan wel Thermaflex, type PB met ”losse” isolatie en bijbehorende fittingen:

- BRL-K17401, deel A: “Flexibele leidingsystemen met kunststof binnenbuis voor het transport van verwarmd drinkwater” (binnenbuis, isolatiemateriaal en mantelbuis),
- BRL-K536/03 deel C: “Kunststof leidingsystemen van PB, bestemd voor het transport van koud en verwarmd drinkwater” (buizen en fittingen).

Met name in het productiedeel komt een aantal producten voor waarvoor op dit moment geen Kiwa-productcertificaat met ATA aanwezig is; voor al deze producten geldt dat er nog geen variant op de markt is die dat wel heeft. In

een aantal gevallen gaat het om producten van RVS of messing waarvan tot nu toe wordt aangenomen dat zij geen nadelige invloed op de drinkwaterkwaliteit hebben. In een aantal andere gevallen gaat het om producten die al wel een Duits certificaat (KTW) voor toxicologie hebben. In een enkel geval loopt momenteel bij Kiwa een certificatietraject. De in bijlage 2 bij de NUON-brief opgenomen "Tabel gebruikte materialen" biedt onvoldoende informatie om te kunnen beoordelen om welk materiaal/product het exact gaat en in welke mate eventueel risico's worden gelopen (b.v. samenstelling, contactoppervlak).

2.1.2 Ligging

Dat voor het distributienet niet wordt verwezen naar NEN 1738 resp. NEN 1739 (Plaats van leidingen en kabels in wegen buiten resp. binnen de bebouwde kom) ligt voor de hand daar deze normen uit 1964 dateren en niet handelen over toevoerleidingen voor warm tapwater (herziening van de normen is overigens in voorbereiding).

In bijlage 3 van de NUON-brief m.b.t. het distributienet wordt in paragraaf 2.1.1 verwezen naar het uit te voeren (grond)leidingwerk conform tekening(en). De tekeningen zijn niet beschikbaar gesteld en over de geplande ligging t.o.v. de drinkwaterdistributieleidingen kunnen daarom geen uitspraken worden gedaan. Ook is daarmee niet gecontroleerd of aan de afstanden, genoemd in Vewin-Werkblad 3.5, artikel 2.4, wordt voldaan: ten minste 200 mm, soms groter.

Vewin -Werkblad 3.5, artikel 2.4

De afstand tussen een ondergrondse drink- of huishoudwaterleiding en een andere leiding moet - gemeten tussen de buitenzijde c.q. de buitenmantels - ten minste 200 mm zijn. Indien de temperatuur van het buitenoppervlak (inclusief isolatie) van de andere leiding hoger is dan 30 °C, dan moet de afstand zodanig worden vergroot, dat de temperatuur van het water in de drink- of huishoudwaterleiding als gevolg van deze andere leiding niet boven de 20 °C kan oplopen. Als een waterleidingbedrijf water aanlevert met een temperatuur tussen de 20 en 25 °C, wordt dit gezien als een niet beïnvloedbaar gegeven. Als richtwaarde kan per graad Celsius boven de 30 °C een afstand van 10 mm worden aangehouden

2.2 Meetinrichting

Zie bijlage 4, paragraaf 2.2, en bijlage 5 (Aansluitvoorwaarden, artikel 2, lid 2) van de Nuon-brief, waarin van toepassing wordt verklaard NEN 2768, met erbij behorende richtlijnen voor meterkasten in laagbouwwooningen met warmtelevering.

De norm komt mogelijk ter discussie n.a.v. conclusies en aanbevelingen uit het VROM-onderzoek naar "Opwarmen leidingwater in woningen t.g.v. stadsverwarming"; de TNO-rapportage daarover bevindt zich (begin juni 2007) in de afrondende fase (zie ook punt 8 van de Nuon-brief). In bijlage 6 bij de Nuon-brief stelt Nuon in paragraaf 5.2.3.1 dat uit eigen metingen is gebleken dat de omgevingstemperatuur in de meterkast maximaal 1 à 2 °C boven die buiten de meterkast ligt. Niet bekend is in hoeverre die metingen

bij het VROM-onderzoek zijn betrokken. Van belang is ook Vewin-Werkblad 1.4G, artikel 12 over “Meterkasten met warmtelevering”, waar aan voldaan moet worden. Het artikel bevat voorschriften over ventilatie, isolatie en installatie.

Vewin-Werkblad 1.4G, artikel 12

Meterkasten met warmtelevering

Bij meterkasten met warmtelevering (bij grondgebonden gebouwen) moet het volgende worden gecontroleerd:

- Ventilatie:
De grootte van de (niet-afsluitbare) ventilatieopeningen onder en boven in de kast/deur moet ten minste 0,02 m² (= 200 cm²) zijn (netto doorlaat). In de meterkast mogen geen obstakels, zoals bergplanken etc., aanwezig zijn die verstoring van de luchtstroming veroorzaken.
- Isolatie:
De aanvoer- en retourleiding alsmede de afleverset van het stadsverwarmingssysteem moet zodanig zijn geïsoleerd dat de oppervlaktetemperatuur van de isolatie altijd onder de 25 °C ligt.
Warmtapwaterleiding(en) en cv-leidingen mogen niet geïsoleerd zijn (i.v.m. de benodigde opwekking van enige thermische trek).
- Installatie:
De geplaatste verwarmingselementen nabij de meterkast mogen niet leiden tot een extra verhoging van de temperatuur in de meterkast. De in de meterkast aanwezige drink- en/of huishoudwaterleiding mag niet als stijgleiding zijn uitgevoerd.

Op dit moment is er nog geen mogelijkheid *warmwater* meters onder Kiwa-productcertificaat (inclusief ATA) te leveren; de wijziging van de betreffende Beoordelingsrichtlijn voor koudwater meters om dit in de nabije toekomst mogelijk te maken is in behandeling bij het College van Deskundigen Watermeters.

2.3 Warmtapwaterinstallatie

Op de warmtapwaterinstallatie in de woningen zijn de gebruikelijke eisen van toepassing, niet anders dan bij individuele warmtapwaterlevering; e.e.a. is geregeld in de NEN 1006 en Vewin-Werkblad 4.4.A en -B en Vewin-Werkblad 3.1, artikel 5.1.

Vewin-Werkblad 3.1, artikel 5.1

De afstand van drink-, warmtap- en huishoudwaterleidingen tot leidingen voor verwarming, warm tapwater en andere leidingen moet zo zijn dat het leidingwater niet onbedoeld kan worden opgewarmd tot boven de 25 °C of worden afgekoeld tot beneden de 2 °C.

In vloeren en wanden waarin delen van de leidingwaterinstallatie aanwezig zijn, moet de afstand tot daarin aanwezige (vloer)verwarmingsleidingen zodanig zijn, dat de watertemperatuur niet onbedoeld boven de 25 °C komt, zie ISSO-publicatie 55.1.

De warmtapwaterleiding komt via een warmtapwatermeter met energiemeting de woningen binnen. Het te leveren warm tapwater moet daarbij een temperatuur op het tappunt en in de retourleiding bereiken zoals

omschreven Vewin-Werkblad 4.4A, artikel 8.4, dat verwijst naar artikel 8.2 en 8.3 en voor dit geval meer specifiek artikel 8.3.2.

Vewin-Werkblad 4.4A, artikel 8.3.2 (1e deel)

Collectieve leidingnetten met circulatie

De temperatuur aan de tappunten en in de retourleidingen direct voor het warmtapwatertoestel moet ten minste een waarde van 60 °C bereiken.

In figuur

Het afdekken van het verbrandingsrisico bij het eventueel wegvallen van de koudwaterdruk is geregeld in Vewin-Werkblad 4.4 B, artikel 11. Toe te passen leidingmaterialen staan vermeld in Vewin-Werkblad 2.2, waaronder BRL-K623, BRL-K639 en BRL-K760 voor koperen buizen, hulpstukken en verbindingen.

Vewin-Werkblad 4.4B, artikel 11 (1e deel)

Beveiliging bij collectieve levering van warm tapwater

Als warm tapwater collectief wordt geleverd, kan bij het wegvallen van de druk in de koudwatertoevoerleiding een te hoge temperatuur bij het tappunt aanwezig zijn met als gevolg gevaar voor verbranding. De mate van gevaar kan per situatie verschillen.

Indien warm tapwater buiten het gebouw of perceel collectief wordt aangeleverd, moet in de koudwaterleiding nabij het leveringspunt van het waterleidingbedrijf een voorziening zijn getroffen dat bij het wegvallen van de druk in of bij reparatie aan deze leiding automatisch de toevoer van het warm tapwater wordt afgesloten.

In onderstaande

In bijlage 1 bij de Nuon-brief is ook NEN-EN 806 -1, met aanvullingsblad A1, genoemd maar deze vervult op dit moment geen rol naast de NEN 1006.

2.3 Conclusies

- a. Nuon heeft bij het onderhavige concept voor het warmtapwaterdeel nagenoeg alle relevante en actuele normen betrokken;
- b. niet alle toe te passen materialen/producten zijn momenteel voorzien van Kiwa-productcertificatie met eventueel ATA; voor die materialen/producten bestaan, voor zover bij Kiwa bekend, nog geen varianten op de markt die dat wel hebben;
- c. op basis van de daarover (summer) beschikbare informatie kan in de meeste gevallen niet worden beoordeeld in welke mate de materialen/producten zonder Kiwa-productcertificaat/ATA een risico voor de drinkwaterkwaliteit kunnen vormen;
- d. voor een aantal materialen/producten zonder Kiwa-productcertificaat/ATA mag op basis van bekende samenstelling dan wel verwachte samenstelling (RVS, koper, messing) worden aangenomen dat zij geen risico zullen vormen;
- e. geen informatie is beschikbaar gesteld waaruit kan worden afgeleid of Nuon zich aan de minimale onderlinge afstand tussen drinkwater- en warmtapwaterleidingen buitenshuis zal gaan houden (200 mm) en of er factoren aanwezig zijn om die afstand te vergroten.

3 Frontbeveiliging en mengkranen

3.1 Frontbeveiliging centrale leveringspunt

Bij het bepalen van de frontbeveiliging op het leveringspunt van Oasen is van belang dat:

- de beide warmtewisselaars (TSA 's) voldoen aan Vewin-Werkblad 4.4 B, artikel 10 en daarmee zijn voorzien van een dubbele scheiding, zoals omschreven in BRL-K656/02, artikel 2.2.3;
- de aansluiting van de drukverhogingsinstallatie voldoet aan Vewin-Werkblad 4.3, artikel 3 in het algemeen en, indien van toepassing, artikel 3.2 in het bijzonder.

Als aan deze twee voorwaarden wordt voldaan kan als frontbeveiliging op het leveringspunt van Oasen worden volstaan met een in de watermeter geïntegreerde keerklep (EB) of een controleerbare keerklep (EA), conform Werkblad 3.1, artikel 2.2. Deze kleppen zijn bestand tegen een druk(verschil) van 1000 kPa. Onderdeel van de tweede voorwaarde vormt overigens dat het waterleidingbedrijf bepaalt of een drukverhogingsinstallatie rechtstreeks of onderbroken op haar leidingnet moet worden aangesloten (zie Vewin-Werkblad 4.3, artikel 3.1).

3.2 Frontbeveiliging individuele woningen

Het drinkwateraansluitpunt in de woningen moet voldoen aan Werkblad 3.1, artikel 2.2.

Vewin-Werkblad 3.1, artikel 2.2 (laatste deel)

..... Ter beveiliging tegen terugstroming moet bij het leveringspunt een controleerbare keerklep (EA) worden geplaatst..... Dit geldt niet als watermeters met geïntegreerde keerklep (EB) door het waterleidingbedrijf zijn of worden aangebracht.

3.3 Mengkranen

Thermostatische mengkranen zijn voorzien van een keerklep in zowel de koud- als warmwatertoevoer; daar kan geen warm water in de koudwaterleiding stromen. Bij tweeknopsmengkranen en instelbare mengkranen bestaat die mogelijkheid wel, maar dit is te ondervangen door in de koudwatertoevoerleiding een keerklep in te bouwen.

4 Aanvullende eisen/vragen

4.1 Legionella-risico's

4.1.1 **Opwarming koudwaterleidingen buitenhuis**

In Vewin-Werkblad 3.5, artikel 2.4, zijn minimale onderlinge afstanden tussen koudwater- en warmtapwaterleidingen in de grond buitenhuis voorgeschreven (zie paragraaf 2.1).

Bij Nuon dient te worden nagegaan:

- *of de specificaties van de aan te leggen leidingen overeenkomen met de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het opstellen van voornoemd artikel;*
- *of factoren aanwezig zijn die aanleiding geven om de minimumafstand (200 mm) te vergroten, bijv. de temperatuur van het buitenoppervlak van de isolatie;*
- *of de grondwaterstand daarbij een rol speelt;*
- *hoe eventuele lekkages worden getraceerd;*
- *wat de achtergrond is van de eis in bijlage 5 van de Nuon-brief (Aansluitvoorwaarden), artikel. 3, lid 3, waarin wordt gesteld dat hoofd- en aansluitleidingen in de kruipruimte boven het (grond)waterniveau moeten liggen*

4.1.2 **Stilstaand water**

Zie bijlage 4, paragraaf 2.4, lid h van de Nuon-brief: “er dienen maatregelen te worden getroffen dat zich in het stilstaande warme water in de warmtapwateraansluiting/-installatie geen Legionellabacteriën kunnen ontwikkelen”.

Bij Nuon dient te worden nagegaan welke maatregelen zij op het oog heeft en wie die uit zou moeten voeren. Van belang daarbij is of de leidinglengte/-inhoud in het Nuon-concept significant groter is dan bij individuele warmtapwaterlevering bij woningen. In bijlage 6, paragraaf 5.2.2, punt 9 van de Nuon-brief wordt b.v. aangegeven dat wordt uitgegaan van een maximale lengte van 3 meter voor de aansluitleiding, met uitzonderingen tot 5 meter. Kloppen deze lengtes en wat betekent dit voor de totale afstand van de circulatieleiding tot het belangrijkste aërosolvormende toestel, de douche op de 1^e etage?

4.2 Verbrandingsrisico's

Voorzieningen om verbranding bij het wegvallen van de koudwaterdruk te voorkomen (“thermal shut-off”) zullen bij toepassing van centrale warmtapwatersystemen op grote schaal standaard in woningen moeten worden toegepast; zie ook bijlage 4 bij Nuon-brief, paragraaf 2.4, lid j. Er zijn momenteel geen voorzieningen met Kiwa-productcertificaat met ATA. Er is daarmee onvoldoende zicht op betrouwbare werking van de voorzieningen en hun effecten op de waterkwaliteit. Er is een ontwikkeling gaande van nu veel geïnstalleerde mechanische voorzieningen naar elektronische, mede ingegeven door de Legionella-gevoeligheid van de mechanische

voorzieningen. In het licht van toenemende toepassing zal binnenkort bij Kiwa Certificatie en Keuringen met marktpartijen een inventarisatie starten om te bezien of certificering haalbaar is. Een aspect dat daarbij meegenomen zal worden is het bestand zijn tegen onoordeelkundig gebruik.

Nagegaan dient te worden of de momenteel beschikbare voorzieningen met voldoende zekerheid werken, of de gebruikte materialen een risico voor de waterkwaliteit kunnen vormen en of de voorzieningen voldoende robuust zijn.

4.3 Waterkwaliteit aan de tap

Zie Waterleidingbesluit, artikel. 6, lid 1 en 2: de verplichting tot het opstellen van een meetprogramma (overeenkomstig bijlage B, tabel I en II van het Waterleidingbesluit) geldt NIET voor eigenaren “...van een collectieve watervoorziening voor warm tapwater, uitsluitend voor zover daarmee, berekend over een kalenderjaar, per dag gemiddeld minder dan 100 m³ drinkwater, onderscheidelijk minder dan 30 m³ warm tapwater, wordt gedistribueerd.”

In project Weideveld ligt de afname per drinkwateraansluiting volgens de Nuon-brief ruimschoots onder de 30 m³ per dag (het gaat om vijf clusters van 150 woningen, totaal 750 woningen). Als die vijf clusters als afzonderlijke collectieve watervoorzieningen gezien worden, heeft Nuon geen meetverplichting m.b.t. de kwaliteit van het afgeleverde warm tapwater.

Als bij verdere uitrol van het Nuon-concept standaard onder de 30m³-grens wordt gebleven is de vraag aan de wetgever actueel of het niet hebben van een meetverplichting als standaard of als uitzondering bedoeld is.

[als er wel een meetverplichting zou bestaan, geldt Model 4 van de Modelmeetprogramma's van VROM waarbij 8 parameters jaarlijks (en soms halfjaarlijks /per kwartaal) bemonsterd moeten worden: koper, DOC/TOC, geleidingsvermogen, temperatuur, zuurgraad, geur, kleur en troebelingsgraad. Wanneer de temperatuur aan de tap niet lager dan 60 °C is, is er geen reden tot zorg met betrekking tot microbiologische parameters. Bij een temperatuur aan de tap lager dan 60 °C is aan te bevelen om het koloniegetal bij 37 °C en Legionella te meten.]

5 Ontwerp en onderhoud distributienet

5.1 Inleiding

Oasen dimensioneert haar distributienet op basis van de zogenaamde 'nieuwe ontwerprichtlijnen'. Door een distributienet vertakt aan te leggen en de leidingdiameter te dimensioneren op een ontwerpsnelheid van 0,4 m/s (bij een verwachte maximum volumestroom bepaald met de q_vn-methode) wordt voorkomen dat sediment accumuleert in de leiding en is het net dus zelfreinigend. Dit zelfreinigende net heeft lagere investeringskosten dan een traditioneel vermaasd net (door kortere lengtes leidingen en kleinere diameters) en lagere beheerkosten (onnodig om zelfreinigend net te spuien).

Levering van warm tapwater door derden betekent dat het waterleidingbedrijf alleen het koude water via het distributienet aan de klant levert. Het waterleidingbedrijf levert het water (de grondstof) dat na verwarming als warm tapwater aan de klant wordt geleverd via een separaat transportsysteem aan de warmwaterleverancier; deze levert vervolgens warm tapwater aan de klant via een eigen distributienet.

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de gevolgen van de dimensionering en de investerings- en beheerkosten van een distributienet voor slechts koud water in vergelijking met een normaal distributienet (i.e. een distributienet voor koud + warm water).

5.2 Aanpak

De maximum leidingdiameter in een zelfreinigend net wordt bepaald op basis van de verwachte maximum volumestroom (bepaald met de q_vn-methode) en een ontwerpsnelheid van 0,4 m/s. De minimum leidingdiameter wordt bepaald op basis van de maximum toegestane drukval en de benodigde bluswatercapaciteit. De berekende minimum diameter prevaleert boven de berekende maximum diameter (ingeval de berekende minimum leidingdiameter groter is dan de berekende maximum diameter).

De q_vn-methode blijkt de maximum volumestroom niet erg goed te voorspellen (zie o.a. Blokker e.a., 2007) en bovendien lijkt deze methode niet geschikt om de maximum volumestroom voor een deel van de watervraag (namelijk het koudwatergedeelte) te voorspellen. Het in het BTO ontwikkelde model SIMDEUM® is beter geschikt om de maximum volumestroom te voorspellen en bovendien maakt het model onderscheid in koud en warmwater en dus kan ook de maximum volumestroom voor slechts het koudwaterdeel worden bepaald.

Wanneer de maximum volumestroom beter wordt voorspeld (met SIMDEUM) lijkt het mogelijk om de snelheid waarbij een leidingnet zelfreinigend is minder conservatief te kiezen en uit te gaan van een ontwerpsnelheid van 0,25 m/s (Blokker e.a., 2007).

In §5.3 wordt op basis van de simulaties met SIMDEUM bepaald wat de maximum volumestroom is in de twee type leidingnetten (het normale net en het net dat slechts koud water levert). In §5.4 wordt het gevolg van de veranderende maximum volumestroom voor de dimensionering van het leidingnet besproken en wordt het gevolg voor de investerings- en beheerkosten beschreven.

5.3 Simulaties met SIMDEUM

5.3.1 Invoer

De optredende volumestromen kunnen voorspeld worden met behulp van SIMDEUM®. Invoergegevens zijn CBS-gegevens van een nieuwbouwwijk en informatie over de binneninstallatie:

- de beschouwde nieuwbouwwijk is de wijk Floriande (zie onderstaande tabel voor de CBS-gegevens); deze wijk is in 2002 opgeleverd;
- verondersteld wordt dat hier een nieuwe en dus zuiniger dan de gemiddelde binneninstallatie aanwezig is. Dit betekent dat wc's 6 liter stortbakken hebben met spoelonderbreking en douches een spaarkop.

Deze wijk is eerder beschouwd in een gezamenlijk DZH/PWN/Waternet-onderzoek van 2006 (zie Blokker e.a., 2007). Er zijn toen metingen¹ gedaan van een wijk van 157 (gebied 1) en een wijk van 373 woningen (gebied 2) waarmee de simulaties met SIMDEUM gevalideerd kunnen worden. In een eerder DPW-onderzoek (Blokker e.a. 2006) is gevonden dat het grootste waterverbruik plaatsvindt in het begin van de levensduur van een wijk, met de bevolkingssamenstelling van een nieuwbouwwijk.

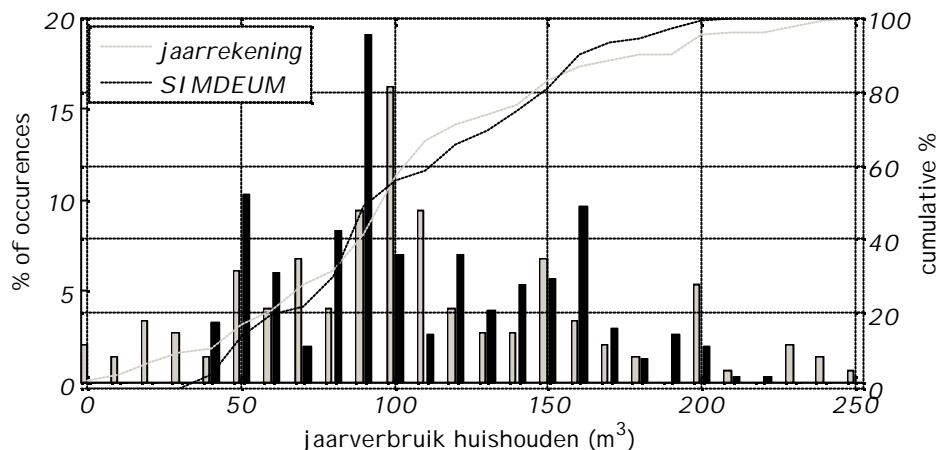
Tabel 1 CBS-gegevens 2005

		Floriande West
Huis- houdens	Aantal huishoudens	3000
	Eenpersoonshuishoudens	18 %
	Huishoudens zonder kinderen	30 %
	Huishoudens met kinderen	52%
	Gemiddelde huishoudensgrootte	2,6
Leeftijds- verdeling	0 tot 15 jaar	27 %
	15 tot 25 jaar	8 %
	25 tot 45 jaar	50 %
	45 tot 65 jaar	14 %
	65 jaar en ouder	2 %

In figuur 5-1 zijn de jaarverbruiken van gebied 1 (via de jaarafrekeningen) en van de gesimuleerde woningen (op basis van de CBS-gegevens en veronderstelde binneninstallatie van Floriande West) in SIMDEUM® uitgezet. Het gemiddelde van gebied 1 is 107 m³, het gemiddelde van de simulatie is

¹ De metingen vonden plaats in juni 2006; er is elke minuut gelogd gedurende 11 dagen per meetgebied.

108 m³. Wat opvalt, is dat in de simulatie minder lage verbruiken (< 35 m³ per jaar) en hoge verbruiken (> 200 m³ per jaar) voorkomen. Ook is in de simulaties het grootste aandeel in de klasse 85-95 m³ per jaar te vinden, terwijl in de gemeten jaarverbruiken het grootste aandeel tussen 95 en 105 m³ per jaar gevonden wordt. Met een betrouwbaarheid van 95% kan echter statistisch worden aangetoond dat de twee verdelingen niet van elkaar verschillen. De Wilcoxon rank sum test geeft aan dat het verschil in medianen niet aangetoond kan worden en de Kolmogorov-Smirnov test geeft aan dat de twee datasets uit dezelfde (continue) verdeling komen.



figuur 5-1 Jaarverbruik huishoudens uit jaarafrekening en gesimuleerd met SIMDEUM® (gebied 1).

Het gemiddelde jaarverbruik van de gesimuleerde woningen is dus gelijk aan dat van de echte woningen; dit geeft vertrouwen in de geldigheid van de invoerparameters. In de volgende paragraaf worden de resultaten van de simulaties getoond en worden de dagpatronen van de gesimuleerde en echte woningen met elkaar vergeleken.

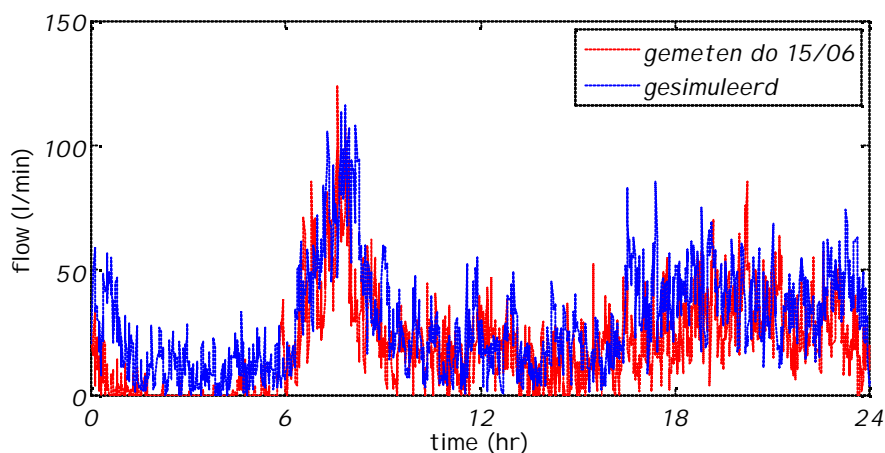
5.3.2 Simulaties - validatie model

Op basis van de CBS-gegevens en veronderstelde binneninstallatie van Floriande West zijn 300 verschillende woningen gesimuleerd; voor elke woning zijn 20 verschillende dagpatronen gesimuleerd. Vervolgens zijn op basis van deze 6.000 patronen 50 sompatronen van een set van 157 woningen en 50 sompatronen van 373 woningen samengesteld. Deze gesimuleerde sompatronen zijn gebruikt om de simulaties te toetsen aan de metingen.

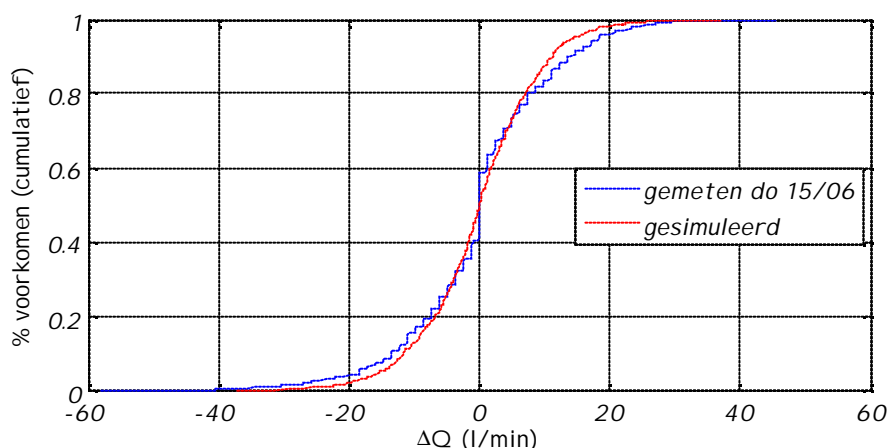
De patronen van metingen en simulaties zijn met elkaar vergeleken, zie bijvoorbeeld figuur 5-2. Het is niet goed mogelijk om de patronen kwantitatief (statistisch) met elkaar te vergelijken, omdat er slechts enkele volledige dagpatronen gemeten zijn. Kwalitatief (door naar de verschillende patronen te kijken) kunnen de patronen wel worden vergeleken:

- De simulaties overschatten het nachtverbruik.
- De ochtendpieken vallen goed samen, zowel in tijd als in hoogte.
- De piekerigheid van de patronen is vrijwel gelijk, zie figuur 5-3. Het gesimuleerde patroon heeft iets minder grote uitschieters wat mede

veroorzaakt wordt doordat het totale waterverbruik van deze gesimuleerde dag ca. 40% hoger was dan van deze gemeten dag.



figuur 5-2 Gemeten (donderdag 15 juni 2006) en gesimuleerde afnamepatronen voor gebied 1 (157 woningen).



figuur 5-3 De piekerigheid van de gemeten en gesimuleerde volumestroom in beeld gebracht. De cumulatieve verdeling van het verschil tussen de volumestroom op een bepaald tijdstip en het tijdstip ervoor is uitgezet.

Voor de dimensionering van het leidingnet is met name de maximale volumestroom van belang. De gemeten maximale volumestromen van gebied 1 (157 woningen) en gebied 2 (373 woningen) zijn vergeleken met de maxima op basis van de q_{vn}-methode en met de gesimuleerde (met SIMDEUM bepaalde) maxima:

- De q_{vn}-methode met 15 tapeenheden per woning resulteert voor gebied 1 (157 woningen) in 242 l/min, en voor gebied 2 (373 woningen) in 373 l/min. Dit is een overschatting ten opzichte van de metingen van 82% respectievelijk 34%. N.B. hier is de maximum volumestroom per minuut verkregen door de maximum volumestroom per seconde (zoals deze volgt uit de q_{vn}-methode) met 60 te vermenigvuldigen.

- De met SIMDEUM gesimuleerde maxima zijn ca. 20% hoger dan de gemeten maxima.

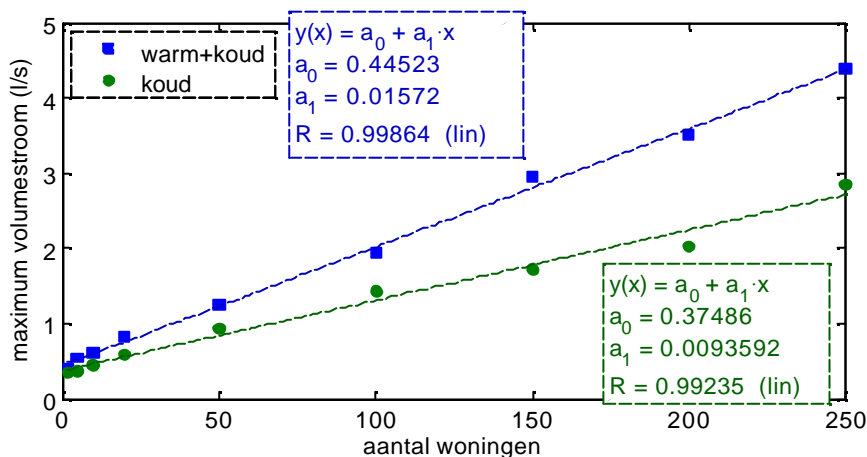
Een mogelijke verklaring voor de lagere uitkomsten van de metingen is dat kans zeer gering is om de maximale volumestroom te meten in een meetperiode van slechts 11 dagen. Door het warme weer is wel meer water afgenomen, maar de maximale volumestromen zijn nauwelijks toegenomen. Dit komt doordat normaal gesproken de maxima vooral 's ochtends optreden en in de meetperiode het extra volume vooral 's avonds is verbruikt.

Geconcludeerd wordt dat SIMDEUM in staat is betrouwbare simulaties van verbruik te genereren. Met SIMDEUM kan de maximale volumestroom beter worden voorspeld dan met de q_vn-methode.

5.3.3 Simulaties - dimensionering leidingnet

Op basis van de 300*20 verschillende patronen uit de vorige paragraaf zijn 20 sompatronen samengesteld van sets van 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200 en 250 woningen. De sompatronen bestaan uit patronen van koud+warm water en van alleen koud water (het verschil is dus het warmwaterverbruik); de patronen zijn op secondebasis bepaald en bevatten dus 86.400 waarden voor de volumestroom op een dag.

Per set patronen is de maximum volumestroom bepaald door per dag de maximum volumestroom te bepalen en van deze 20 waarden het 99-percentiel te nemen. In Figuur 5-4 is de maximum volumestroom uitgezet tegen het aantal woningen; ook is in deze figuur een gefitte (lineaire) lijn ingetekend.



Figuur 5-4 Maximum volumestroom afhankelijk van het aantal achterliggende woningen voor koud+warm en alleen koud water.

De gesimuleerde data kan heel goed met een rechte lijn worden beschreven zoals blijkt uit een correlatiefactor **R** van meer dan 99% (Figuur 5-4). Dat betekent dat de maximale volumestromen kunnen worden beschreven met de volgende formules (waarin *n* het aantal achterliggende woningen)

$$Q_{\text{koud+warm_max}} = 0.44523 + 0.01572 \cdot n$$

$$Q_{\text{koud_max}} = 0.37486 + 0.00936 \cdot n$$

Het verschil tussen de beide varianten, gedefinieerd als de ratio van beide, volgt uit:

$$0,60 = Q_{\text{koud_max}} / Q_{\text{koud+warm_max}} = 0,83$$

waarbij de ondergrens van 0,6 geldt bij een groot aantal woningen en de bovengrens van 0,83 bij een enkele woning.

5.3.4 Overwegingen

Een aantal zaken kan minder goed worden gekwantificeerd, maar zijn wel het overwegen waard:

- De (dagelijkse) maximum volumestroom in nieuwbouwwijken wordt met name bepaald door de ochtendpiek en deze ochtendpiek wordt voornamelijk veroorzaakt door gelijktijdig waterverbruik van de douche. Douchen duurt immers 10 tot 15 minuten waardoor de kans op gelijktijdig gebruik groot is. Dat betekent dat het wegvallen van de levering van warm water een duidelijk effect heeft op de maximum volumestroom in het distributienet (douchewater van 38 °C wordt bereikt door 56% warm water van 60 °C bij te mengen bij koud water van 10 °C). Een mogelijke toekomstige ontwikkeling in de installatie van luxe douches zal het verschil tussen de maximum volumestromen van koud+warm en alleen koud water nog bevestigen, omdat de maximum volumestroom dan nog meer door de douche wordt bepaald dan momenteel het geval is.
- Wanneer warm tapwater relatief goedkoop wordt geleverd kan het voor de bewoners aantrekkelijk worden om een zogenaamde hotfill was- en afwasmachine te installeren. Dit betekent een extra reductie in de koudwaterafname en mogelijk ook een effect op de maximum volumestroom. Op dit moment worden hotfill-apparaten nauwelijks toegepast in Nederland. Het aansluiten van de afwasmachine op een warmwaterleiding is relatief eenvoudig, omdat de afwasmachine vaak vlak bij de keukenkraan en dus een warmwaterpunt is geplaatst.
- Verondersteld is dat er maximaal 30 m³ warm water per dag wordt verbruikt per cluster van 150 woningen (zie pagina 9). Gemiddeld wordt er volgens het model SIMDEUM 15 m³ warm water verbruikt (Tabel 2). Wanneer hotfill was- en afwasmachines grootschalig worden geïnstalleerd kan het warmwaterverbruik toenemen tot 22 m³/dag. Wanneer ook luxe douches (met een tweemaal zo grote volumestroom) grootschalig worden geïnstalleerd kan het totale warmwaterverbruik toenemen tot 33 m³/dag.

Tabel 2 Gemiddeld waterverbruik in nieuwbouwwijk

	Waterverbruik (l/persoon-dag)	Waarvan warm water (60 °C)	Hotfill (af) wasmachine	Power shower
Douche	49,3	27,6		55,2
Bad	4,1	2,5		
Wastafel	4,0	2,4		
Wc	23,2			
Keukenkraan	13,0	6,0		
Vaatwasser	1,9		1,9	
Wasmachine	14,2		14,2	
Buitenkraan	5,2			
totaal	114,9			
150 woningen (bez.gr. 2,6)	45 m ³	15 m ³	7 m ³	11 m ³ extra

- De wachttijd tot warm water uit de kraan stroomt, is niet in beschouwing genomen. In de situatie van separate warmwaterlevering ten opzichte van de situatie van individueel verwarmd water moet de lengte van de aansluitleiding extra worden overbrugd en daarmee neemt de wachttijd (en de verspilling van water) toe.

5.4 Conclusies

Met de gevonden relaties tussen het aantal woningen en de maximum volumestroom kan een zogenaamde leidingtabel worden opgesteld. In Tabel 3 is voor verschillende leidingdiameters opgenomen wat het minimum aantal achterliggende woningen is bij verschillende sets van ontwerpparameters

1. huidige ontwerpparameters Oasen: de qvn-methode met 15 tapeenheden en een ontwerpsnelheid van 0,4 m/s;
2. ontwerpparameters op basis van SIMDEUM voor een normaal distributienet: $Q_{koud+warm_max}$ en een ontwerpsnelheid van 0,25 m/s;
3. ontwerpparameters op basis van SIMDEUM voor een distributienet dat slechts koud water levert: Q_{koud_max} en een ontwerpsnelheid van 0,25 m/s;
4. als 3. met een correctie voor maximum drukval en levering van bluswater. Deze correctie is niet nodig voor 1. en 2.

Tabel 3 Minimum aantal achterliggende woningen bij gegeven leidingdiameter

Leidingdiameter (mm)	q _{vn} , TE=15, v = 0,4 m/s	$Q_{koud+warm_max}$	Q_{koud_max}	Correctie druk en bluswater
		v = 0,25 m/s	v = 0,25 m/s	
40 (35.2)	1	x	x	x
50 (44)	3	1	1	1
63 (58.2)	10	13	31	13
75 (69)	21	31	59	59
90 (83.4)	46	58	105	105
110 (101.6)	101	100	176*	176

* volgens opgave van Oasen maximaal 150 woningen per cluster

De investeringskosten 'koud' ten opzichte van 'koud+warm' distributienet zijn gelijk. De lengte van de leidingen is gelijk in beide situaties (beide situaties vertakt aangelegd). In de situatie van 'koud' distributienet is het mogelijk om kleinere diameters aan te leggen bij een groter aantal achterliggende woningen (namelijk bij meer dan 31 en minder dan 150 woningen). De aanleg van Ø75 mm (of een Ø90 mm) zal vrijwel niet goedkoper zijn dan een Ø90 mm (of een Ø110 mm) leiding.

De beheerkosten 'koud' ten opzichte van 'koud+warm' distributienet zijn iets hoger. Het 'koud' distributienet is niet werkelijk zelfreinigend door de correctie voor druk en bluswater; het leidingnet zal dus af en toe gereinigd moeten worden. De noodzakelijke spui-frequentie is afhankelijk van de ingaande waterkwaliteit. Daarnaast moeten er extra spui-punten worden gemaakt om een vertakt net te kunnen spuien (namelijk aan het eind van de takken). Dat betekent een extra kostenpost bij het spuien: eenmalig het maken van de spui-punten en bij alle volgende spui-acties het gebruiken van de spui-punten.

6 Referenties

- Blokker, E. J. M. (2006). *Beleid doorlevering bij centrale warmwatervoorzieningen*, Kiwa N.V., Nieuwegein, KWR 06.021, in opdracht van PWN.
- Blokker, E. J. M. (2006). *Modelleren van afnamepatronen; beschrijving en evaluatie van simulatiemodel SIMDEUM*, Kiwa N.V., Nieuwegein, BTO 2006.010.
- Blokker, E. J. M. (2006). *Bijlage bij rapport BTO 2006.010; invoervariabelen voor het model SIMDEUM*, Kiwa N.V., Nieuwegein, BTO 2006.011.
- Blokker, M., J. Vreeburg en L. Rosenthal (2006), "Ontwerprichtlijnen voor zelfreinigende netten bij de duinwaterbedrijven", *H2O*, **2006-8**, 34-36.
- Blokker, M., J. Vreeburg, P. Schaap en P. Horst (2007), "Evaluatie bevestigt effectiviteit ontwerpconcepten zelfreinigende netten", *H2O*, **2007-8**, 41-43.

De bijlagen 1 t/m 6 van de brief van Nuon aan Oasen van 13 maart 2007:

- Bijlage 1: Normen en voorschriften;
- Bijlage 2: Principeschema;
- Bijlage 3: Centrale prefab warmtepompinstallatie. Technische omschrijving: levering, montage en bedrijfsvaardig opleveren distributienet;
- Bijlage 4: Centrale prefab warmtepompinstallatie. Technische omschrijving: meetinrichting
- Bijlage 5: Aansluitvoorwaarden warmte of warmte en warm tapwater, dd. 1 januari 2002, Nuon, en Algemene voorwaarden voor de levering van warmte of warmte en warm tapwater aan huishoudelijke verbruikers, dd. 1 januari 2002, Nuon;
- Bijlage 6: Risicoanalyse Legionella voor het collectief warmtapwatersysteem van Nieuw Schoonoord te Velp dd. 5 maart 2003.

Vewin-Werkbladen:

- Werkblad 1.4G: Beheer van Leidingwaterinstallaties (november 2005);
- Werkblad 2.2: Leidingmaterialen/ overzicht en toepassingen (juni 2004);
- Werkblad 3.1: Aanleg van leidingwaterinstallaties/ Algemeen (juni 2004);
- Werkblad 3.5: Aanleg van leidingwaterinstallaties/ leidingen in de grond buitenshuis (juni 2004)
- Werkblad 4.3: Drukverhogingsinstallaties/ Algemeen (juni 2004);
- Werkblad 4.4 A: Warmtapwaterinstallaties/ Leidingontwerp, wachttijden, toestellen en temperatuurregeling (juni 2004);
- Werkblad 4.4 B: Warmtapwaterinstallaties/ Beveiligingen (juni 2004).