

Nieuw concept tertiair drinkwaternet Brabant Water: een eerste verkenning

N. Slaats, M. Blokker, I. Pieterse-Quirijns (KWR) en F. Smits (Brabant Water)

Brabant Water heeft een visie ontwikkeld op het 'tertiaire net van de toekomst', het TNT. Het TNT maakt gebruik van ingebouwde sensoring, is duurzaam, wordt zo klein mogelijk gedimensioneerd en wordt op 60 cm diep aan weerszijden van de straat gelegd. Aansluitingen worden via het principe van Gardena®-koppelingen gemaakt. KWR heeft een aantal aspecten van het TNT-concept getoetst op haalbaarheid. Dit artikel gaat voornamelijk in op de consequenties van minimale dimensionering van het leidingnet en een andere diepteligging.

Brabant Water verwacht een significante toename van het jaarlijks aantal te saneren kilometers leiding [1]. Het gaat gedeeltelijk om het grofmazige (secundaire) distributienet, maar het zijn vooral de leidingen van het tertiaire net – die het water bij de klant voor de deur brengen – die vervangen moeten worden. Het opnieuw aanleggen van het tertiaire net biedt mogelijkheden voor innovatie. Brabant Water schetst een beeld voor het tertiaire net van de toekomst, het TNT, als volgt [2]:

“...Door moderne blustechnieken is er geen behoefte meer aan een bluswatervoorziening geleverd vanuit het distributienet. Het nieuwe net wordt brandkraanloos ontworpen. De waterleiding in de woonwijken is niet veel dikker dan een tuinslang en van geheel nieuw materiaal (isolerend, Gardena®-aansluitingen, zelfdetectie). Snelle aanlegtechnieken zorgen voor een minimum aan overlast voor de burger. De flexibele waterleiding wordt twee schoppen diep aan weerszijden van de straat aangelegd. Het drinkwaternet is 'groen' en 'slim': geen onderhoud en van recyclebare materialen, geen graafschade door zelfdetectie. Ingebouwde sensoren voor druk- en volumemeting zorgen voor snelle detectie van lekkages.”

Het niet hoeven leveren van bluswater vergt een beduidend lagere maximale leveringscapaciteit van het net. Door de geringe diameter van de leidingen worden dagelijks voldoende hoge stroomsnelheden bereikt om het leidingnet schoon te houden. Een ander aspect is het ondieper leggen van de leidingen, waardoor beheer en onderhoud sneller en gemakkelijker worden. Bevriezingsgevaar in koude winters en opwarming in de zomer kan worden voorkomen door de leidingen te isoleren. Zowel de ondiepe ligging als de aanwezigheid van koppelpunten kan het toevoegen van aansluitingen sneller, eenvoudiger en goedkoper maken.

KWR heeft een aantal aspecten van het TNT concept nader verkend, met name de effecten van een minimale dimensionering en een andere ligging. Overige aspecten, zoals alternatieve aanleg- en detectietechnieken, worden kort aangestipt.

Consequenties minimaal gedimensioneerd en aan weerszijden van de straat

Brandkraanloos

Tegenwoordig worden in woonwijken leidingnetten vertakt aangelegd waar dat mogelijk is [3]. Uitgangspunt hierbij is dat door het toepassen van een eenduidige stromingsrichting en kleinere diameters voldoende hoge stroomsnelheden behaald worden, zodat het net zelfreinigend wordt. Er hoeft dan niet meer gespuid te worden en door de korte verblijftijd is een goede waterkwaliteit gewaarborgd.

Sinds de introductie van het zelfreinigende net is het voor waterbedrijven steeds belangrijker de watervraag in wijken nauwkeurig te kennen om te voorkomen dat overdimensionering het zelfreinigend vermogen teniet doet. De bluswatervraag kan een struikelblok vormen: doordat rekening gehouden moet worden met een afnamevolume dat zelden of nooit optreedt, kan in de normale situatie (wanneer er geen blusactiviteiten plaatsvinden) de voor zelfreiniging benodigde stroomsnelheid niet worden bereikt.

In nieuwbouw- en renovatiewijken wordt de bluswaterbehoefte in overleg met de brandweer steeds vaker voldaan vanuit het secundaire net, waardoor het tertiaire net volledig zelfreinigend kan worden ontworpen.

In het ontwerp van het TNT is het uitgangspunt dat Brabant Water bluswater levert vanuit het secundaire net. Om dat te realiseren, is een aantal stappen nodig:

- Momenteel moet binnen 80-100 meter een brandkraan beschikbaar zijn (de 'reikwijdte'). Met bluswater alleen vanuit het secundaire net kan dit niet langer. Met de brandweer moet afgestemd worden wat een acceptabele reikwijdte is;
- Het secundaire net moet voortaan voldoen aan eisen voor bluswaterlevering. De vereiste bluswatercapaciteit (30–60 m³/h) kan meestal zonder probleem worden geleverd door het secundaire net. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat de brandkranen in het secundaire net het hele gebied van het tertiaire net moeten kunnen bereiken.

Aanleg aan weerszijden van de straat (dubbelzijdig)

Het aan weerszijden van de straat leggen van leidingen geeft minder overlast voor de consument bij werkzaamheden aan de waterleiding doordat alleen het trottoir open hoeft, niet de weg. Ook zijn de eisen aan de toe te passen materialen minder hoog door de beperkte verkeersbelasting in het trottoir (zie ook kopje externe belasting). Te verwachten is dat de materiaal- en aanlegkosten ongeveer gelijk blijven, want hoewel de totale lengte van het tertiaire net toeneemt, worden de kosten waarschijnlijk gecompenseerd door lagere kosten voor kortere aansluitleidingen. Grotere leidinglengte kan wel tot gevolg hebben dat het aantal schadegevallen (bijvoorbeeld door boomwortels of graafschade) toeneemt. De aansluitingsdichtheid speelt hierbij een rol, evenals de beschikbare ruimte in de ondergrond. Later dit jaar wordt een businesscase opgesteld. Die zal rekening houden met de kosten van materiaal, aanleg en onderhoud en de kosten van reparaties.

Effecten ligging 'twee schoppen diep'

Opwarming en vorstindringing

De diepteligging van leidingen in het TNT-concept is 60 cm in plaats van de huidige normdiepte van 1 m. Bij een minder diepe ligging is de leiding gevoeliger voor temperatuurinvloeden. Volgens scenarioberekeningen van het KNMI wordt ons klimaat geleidelijk warmer, met meer neerslag in de winter en meer verdamping in de zomer. De omgevingstemperatuur en de bodemvochtigheid beïnvloeden de temperatuur in het leidingnet en daarmee samenhangende nagroei van micro-organismen in de leidingen. Door nagroei verslechtert de kwaliteit van het drinkwater. Nagroei kan onder andere worden tegengegaan door de verblijftijd en de temperatuur in het net te beperken. In Nederland mag de temperatuur in het leidingnet volgens de Drinkwaterwet niet boven de 25°C mag komen.

De verwachte opwarming is sterker als de leidingen op 60 cm gelegd worden ten opzichte van de huidige ligging van 1 meter. In 2050 zal de maximale temperatuur op 60 cm diepte circa 31 °C zijn. Op deze diepte zal de temperatuur naar schatting 70 dagen boven 25°C komen, tegenover 45 dagen op 1 meter

diepte. Dit is een toename van ca. 60 %. De vorstindringing is op 1 meter diepte nul keer in de 100 jaar. De verwachting is dat dit op 60 cm diepte 8 keer per 100 jaar gebeurt. Isolatie zal dus nodig zijn om opwarming en bevroering te voorkomen.

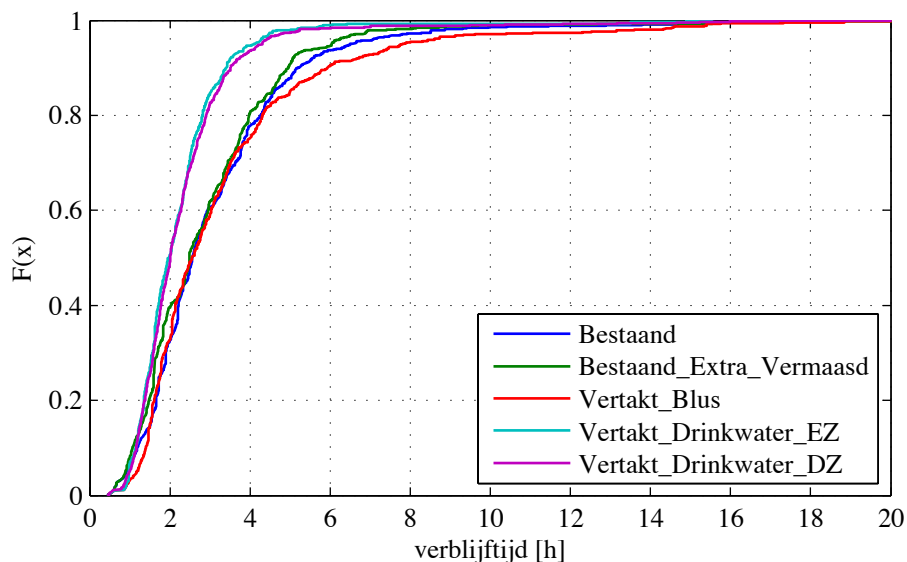
Opwarming in de praktijk

Met modelberekeningen zijn de gevolgen van de toename van de bodemtemperatuur op de temperatuur van het drinkwater voorspeld. Er zijn vijf ontwerpen van een tertiair net doorgerekend:

- A. bestaande situatie, vermaasd net (anno 2012)
- B. bestaande situatie, extra vermaasd (oorspronkelijk ontwerp)
- C. vertakt net met bluscapaciteit;
- D. vertakt net zonder bluscapaciteit, enkelzijdige ligging
- E. vertakt net zonder bluscapaciteit, dubbelzijdige ligging (weerszijden van de straat).

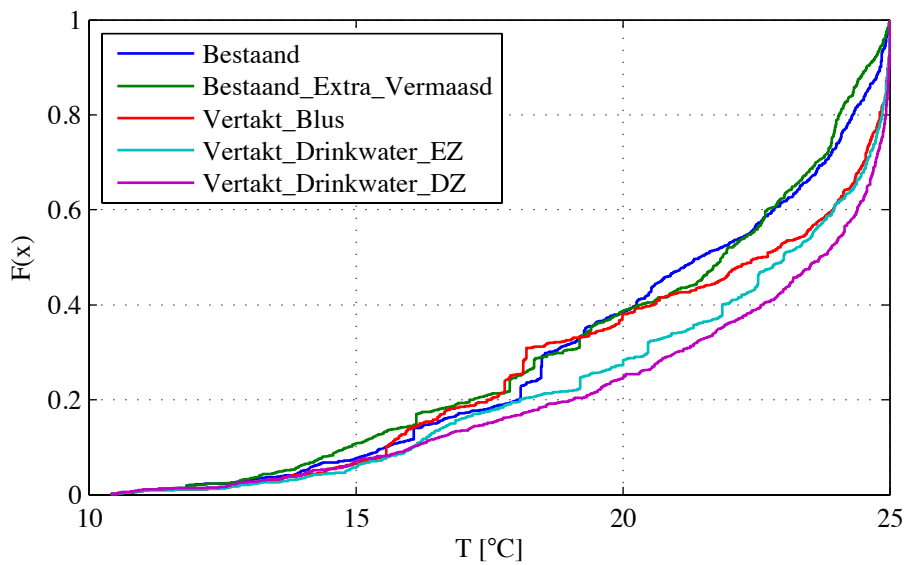
De alternatieven kunnen ook op verschillende dieptes worden doorgerekend (1 m of 60 cm).

Voor de verschillende ontwerpen is de maximale verblijftijd bepaald. Afbeelding 1 laat de cumulatieve frequentieverdeling zien van de verblijftijden op aansluitpunten in het leidingmodel. Duidelijk te zien is dat de verblijftijden in de vertakte netten zonder bluscapaciteit het kortst zijn; de verblijftijden in het vertakte net met bluscapaciteit zijn vergelijkbaar met de verblijftijden in de vermaasde ontwerpen.



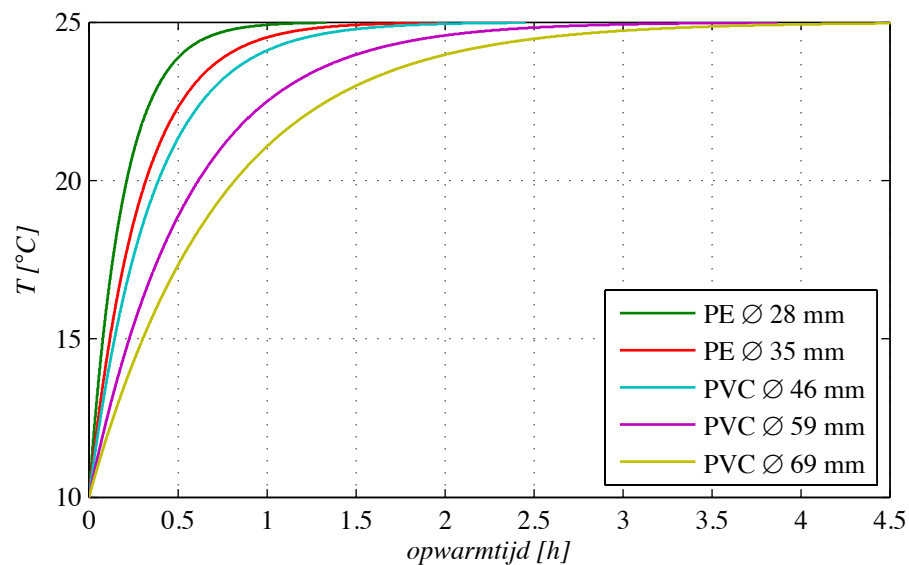
Afbeelding 1. Cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de verblijftijd op aansluitpunten in het leidingmodel met huishoudelijk verbruik in de verschillende netontwerpen

Voor berekening van de temperatuur in het tertiaire net is verondersteld dat de temperatuur vanaf de voedende (secundaire) leiding 10 °C is en de bodemtemperatuur 25 °C bedraagt. Afbeelding 2 laat de cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de resultaten van de berekening zien wanneer de aanvoerleiding van PVC (primair en secundair net in het model) is en dus de temperatuur van de bodem rond het tertiaire net wel degelijk van invloed is. De temperaturen zijn in de vermaasde netten het laagst en in het vertakte net met leidingen aan weerszijde van de straat zijn de temperaturen het hoogst, ondanks de kortere verblijftijden. Dat komt doordat in kleine diameters het volume kleiner is en dus sneller opwarmt dan een groter volume.



Afbeelding 2. Cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de temperatuur op de knopen met huishoudelijk verbruik in de verschillende netontwerpen

Als de tertiaire leidingen minder diep liggen, worden ze door een andere bodemtemperatuur omgeven dan het secundaire net. Dat is van belang voor het ontwerp. De bepalende elementen zijn verblijftijd, (die bepaald wordt door leidinglengte en verbruik) en de thermische overdrachtscoëfficiënt van de leiding (die afhangt van het leidingmateriaal, de diameter van de leiding en de wanddikte). Bij isolerende materialen als PE en PVC is de stroomsnelheid nauwelijks van invloed op de opwarming (of afkoeling) van het water. Voor kleine leidingdiameters is voor een temperatuurstijging van 10 naar 25 °C de opwarmtijd maximaal 1 tot 3 uur is (afbeelding 3). Dit is een verblijftijd die geregeld voorkomt in het tertiaire net (afbeelding 1). De maximale temperatuur zal dus bij het ontwerp met de kleinste diameters (het vertakte drinkwaternet, aan weerszijden van de straat) het vaakst gelijk zijn aan de bodemtemperatuur (afbeelding 2), ondanks dat daar de verblijftijd korter is.



Afbeelding 3. Opwarmtijd, afhankelijk van leidingmateriaal en -diameter

Wanddikte van PVC is circa 1/15 van de diameter; wanddikte van PE is circa 1/10 van de diameter. Gerekend is met een stroomsnelheid van 0,002 m/s en 0,2 m/s.

In een vermaasde configuratie met grotere diameters neemt de temperatuur iets geleidelijker toe, maar ook daar zijn verblijftijden niet veel korter dan de opwarmtijden. Het leggen van een tertiair net met kleine diameters op twee schoppen diep leidt tot maximale temperaturen die gelijk zijn aan de temperatuur op deze diepte. Op 60 cm diepte in zandgrond betekent dat zomerse temperaturen van circa 31 °C. Om grote opwarming in de laatste tientallen meters van de leiding te voorkomen is dus een materiaal met een veel grotere thermische isolatiewaarde nodig.

Verandering van externe belastingen

De belasting op een leiding is op 60 cm diepte anders dan op 1 m diepte. De bovenbelasting door de grond als gevolg van de diepteligging neemt af, de bovenbelasting van de in rekening te brengen verkeerslast neemt toe omdat spreiding van de verkeerslast minder wordt. Een en ander resulteert in een hogere belasting op de leiding. De optredende wandspanningen in de leiding zijn afhankelijk van deze belastingen, de diameter en de gekozen wanddikte (drukklasse leiding). Voor zowel PVC als PE volgt uit de globale berekeningen dat bij een verkeerslast de wandspanningen de toelaatbare wandspanning ruim overschrijdt voor regulier toegepaste drukklassen (1MPa). Op plaatsen waar veel verkeer voorkomt is zowel PVC als PE geen geschikt leidingmateriaal. Indien de leidingen op plaatsen worden gelegd zonder verkeersbelasting (fietspaden, trottoir, bermen) wordt de bovenbelasting lager en kan zowel PVC als PE op een diepte van 60 cm toegepast worden. Voor de plaatsen waar verkeersbelasting optreedt, moet een ander materiaal gekozen worden of beschermende maatregelen worden genomen zoals mantelbuizen.

In het concept TNT is het uitgangspunt dat leidingen onder het trottoir gelegd worden en dat aantal wegonderdoorgangen beperkt wordt. Hiermee zijn dus besparingen in materiaalkosten te realiseren. Voor de plaatsen waar een verkeersbelasting plaats vindt, moeten beschermende maatregelen worden genomen.

Beschadiging door graafwerkzaamheden

De kans op graafschade neemt toe bij een diepteligging van 60 cm. Uit het uniforme storingsregistratiesysteem van de drinkwaterbedrijven USTORE registratie van waterleidingbedrijven volgt dat een ondiepere ligging tot een forse toename van de kans op schade door graafwerkzaamheden leidt. Door de onnauwkeurigheden in de grove registratie van de diepteligging in USTORE kan hier geen getalwaarde aan gekoppeld worden. Gegevens over de raakfrequentie voor gasleidingen laten zien dat een diepteligging van 60 cm leidt tot een relatieve toename van de kans op schade door derden van circa 160 % ten opzichte van de kans op schade door derden bij de normdiepte van 1 m [4]. Deze relatieve toename in de kans op schade bij gasleidingen is ook indicatief voor waterleidingen. Anderzijds vermindert de graafschade doordat het TNT aan weerszijden van de weg ligt, er zijn geen wegoversteken meer nodig.

Aanleg- en beheerskosten

De aanleg- en beheerskosten nemen af bij een kleinere diepteligging, deze dalen met ten minste 20 % wanneer de diepteligging in grondwater 60 cm is in plaats van 1 m. Ligt de leiding op 60 cm niet in grondwater dan wordt zelfs een daling in de kosten van circa 40 % verwacht ten opzichte van 1 m en in grondwater.

Overige aspecten

Snelle aanlegtechniek

Leidingen met kleine diameters, zoals PE, kunnen op een haspel aangevoerd worden. Dit biedt alternatieve mogelijkheden voor het aanbrengen van de leidingen in de grond. Noodzaak tot isolatie (grotere wanddikte) vermindert echter de flexibiliteit. Overleg met fabrikanten en leveranciers is nodig om ook in dit opzicht geschikte materialen en geschikte aanlegtechnieken te realiseren.

Detectie van ondergrondse leidingen

Eén apparaat waarmee alle ondergrondse infra te detecteren is, bestaat nog niet. Zonder sturende invloed van partijen die actief zijn in de ondergrond is een dergelijk apparaat ook niet binnen afzienbare termijn te verwachten. Mogelijkheden kunnen ook liggen in een goede registratie van aanleg van nieuwe leidingen en door gebruik te maken van augmented reality [5]. Relatief goedkope oplossingen zoals detectiestrips kunnen zinvol zijn om schade te voorkomen. Het is dan wel van belang dat andere partijen die in de ondergrond actief zijn apparatuur bezitten om deze detectiestrips waar te nemen.

Aandachtspunten en vervolgonderzoek

Om opwarming en bevrozing te voorkomen is het nodig om de benodigde thermische isolatiewaarde te bepalen, en te inventariseren welke opties er zijn om die isolatiewaarde te bereiken. Pas dan kan worden bepaald in hoeverre de voor- en nadelen van verminderde diepteligging tegen elkaar opwegen.

Bij een ondiepere ligging is de invloed van externe belasting groter en is dus steviger materiaal nodig. Verkeersbelasting heeft hierin een groot aandeel en het reduceren van wegonderdoorgangen kan dus besparingen opleveren in materiaalkosten. Voor de plaatsen waar het passeren van verkeer mogelijk is, moeten wel beschermende maatregelen worden genomen. Ook hier is nader onderzoek naar effecten van verschillende belastingen is nodig.

Een verminderde diepteligging leidt tot een toename in de kans op graafschade. Om dit zoveel mogelijk te voorkomen, wordt aanbevolen om de diepteligging te registreren en bij KLIC aan te geven. Andere partijen in de ondergrond verwachten geen waterleiding op 60 cm, dus juist bij variatie in de diepteligging is goede registratie onontbeerlijk.

De bevindingen in de haalbaarheidstudie laten het niet toe om al op korte termijn over te stappen naar het leggen van leidingen op een diepte van 60 cm. Om dit op langere termijn te realiseren zal een nieuw materiaal ontwikkeld moeten worden dat voldoende isolatiewaarde en mechanische sterkte bezit. Daarnaast is de flexibiliteit en recyclebaarheid van het materiaal van belang. In praktisch opzicht zijn het maken van aansluitingen op dit materiaal, de aanlegtechniek en het onderhoud van belang. In een lopend vervolgproject wordt in de eerste instantie het benodigde isolerend vermogen en sterkte nader onderzocht. Vervolgens wordt gekeken naar de praktische aspecten van een eventueel nieuw materiaal.

Literatuur

1. Vogelaar, A., T Haaijer, M Blokker en E Zaadstra (2012). Toekomstig optimaal drinkwaterleidingnet in Helmond H₂O 25/26, p 50-52.
2. Immink T, N van Houtum, D Poelstra, B Scheepers, E van Berlo, V Sperber, R Cooman en R Oerlemans (2011) Met de saneringstrein naar het distributienet van de toekomst. Adviesrapport Brabant Water.
3. Blokker EJM en AJ Vogelaar (2011) Ontwerpen secundair leidingnet, BTO 2011.025, KWR Nieuwegein

4. Boog JJ, MMM Linssen, SC Oudmaijer en JF Suyver (2007) Nulmeting Grondroerdersregeling – Graafschades aan kabels en leidingen en hun oorzaken, voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Wet, EIM, Zoetermeer.
5. Daal van K, B Raterman en M Zijderlaan (2012) De toekomst voor drinkwaterbedrijven? Augmented reality GIS magazine 8 p 6-7