

## Memo

### Aan

Drinkwaterbedrijven, energiebedrijven , adviesbureaus

### Datum

30 augustus 2017

### Kenmerk

11200634-001-GEO-0003

### Aantal pagina's

6

### Van

Gert Greeuw, Mirjam  
Blokker, Ivo Pothof

### Doorkiesnummer

+31(0)88335 7427

### E-mail

Ivo.Pothof@deltares.nl

### Onderwerp

TKI 2017 Warmteoverdracht leidingen

---

## Onderzoeksvoorstel warmteoverdracht drinkwaterleidingen

### Inleiding

Door opwarming van de bodem rond een drinkwaterleiding kan de temperatuur van het drinkwater oplopen tot boven de 25 °C, waardoor het water niet meer voldoet aan de eisen van het Drinkwaterbesluit. Dit komt incidenteel plaatselijk voor tijdens een hittegolf, maar kan mogelijk eerder optreden als er een warmteleiding in de buurt van de waterleiding ligt. De combinatie van een langere periode met warm weer en naburige warme leiding kan kritisch zijn in dit verband.

De verwachting is dat de aanleg van warmteleidingen in de ondergrond sterk zal toenemen in verband met geplande stadsverwarmingsprojecten en met de sterke groei van Warmte-koude opslag (WKO) in Nederland.

De grootste opwarmrisico's kan men verwachten bij leidingen met relatief grote verblijftijd van drinkwater, dus bij de distributieleidingen naar de eindgebruikers.

De bijeenkomst met geïnteresseerde water- en energiebedrijven heeft geleid tot aanscherpingen van het oorspronkelijke voorstel (dd 3 februari 2017), die zijn opgenomen in deze versie van het onderzoeksvoorstel.

### Hoofddoel

*Doel van het project is de ontwikkeling van een ontwerp-rekenmodel om ongewenste opwarming van drinkwaterleidingen te beheersen onder invloed van hittegolven, warmteleidingen en hoogspanningskabels; opwarming ten gevolge van andere ondergrondse constructies blijft buiten beschouwing. Voor nieuwe situaties leidt deze methodiek tot aanbevolen afstanden tussen waterleidingen en warmteleidingen of hoogspanningskabels. Voor bestaande situaties wordt het rekenmodel zodanig opgezet dat het in een vervolgotraject ook operationeel gebruikt kan worden in een (early-warning) voorspellingsstelsel om de drinkwatertemperatuur en –kwaliteit te beheersen en tijdig maatregelen te kunnen nemen om te hoge temperaturen te voorkomen.*

Hiertoe ontwikkelen Deltares en KWR een gevalideerd rekenmodel, dat opwarming van een drinkwaterleiding in de buurt van een warmteleiding of hoogspanningskabel en een opgewarmd maaiveld betrouwbaar simuleert.

### **Stand der techniek**

Er zijn tot nu toe diverse studies verricht naar soortgelijke problemen, zie bijvoorbeeld [1-6]. Voor zover bekend is er wel gekeken naar effecten van hittegolven [1] en naar lokale overdracht op een grote WRK leiding [2], maar nog onvoldoende naar warmteoverdracht via de (vochtige) bodem tussen een warmteleiding en een parallelle waterleiding met langere verblijftijd. Waternet heeft in de periode 2010 – 2013 metingen uitgevoerd in Diemen-Noord op 4 locaties met temperatuursensoren in de bodem en de waterleiding [5]. KWR heeft in samenwerking met Evides recent een grote meetcampagne opgezet met 45 meetlocaties [7].

Het in 2013/2014 uitgevoerde Calorics project olv KWR [4] bevat een goede basis voor dit project. Er zijn in het verleden diverse modellen gebruikt, waarbij vooral de koppeling van warmte- en watertransport in de leiding is bekeken. De warmte- en koude overdracht naar de bodem is minder goed belicht. Vaak wordt de bodemtemperatuur constant verondersteld vanaf een zekere diepte [4] tot aan de leidingwand; deze aanname wordt niet door metingen ondersteund. Verder wordt het effect van grondwaterstroming op de opwarming of afkoeling van de waterleiding meestal verwaarloosd. Tenslotte hoeft de bodem ook niet volledig verzadigd te zijn rond de leiding. Er valt daarom nog veel te winnen met een betere modellering van de bodemeigenschappen.

### **Aanpak op hoofdlijnen**

Dit toegepaste onderzoeksproject zal worden uitgevoerd door Deltares en KWR, waarbij vooral beschikbare veldmetingen, uitgevoerd bij betrokken waterbedrijven (Waternet en Evides), gebruikt worden voor validatie. Deltares heeft haar expertise onder andere opgebouwd met de thermische modellering van de bodem rond offshore hoogspanningskabels en met thermodynamische modellering van warmtenetten. Deltares heeft bovendien experimentele faciliteiten om thermische processen in de bodem gecontroleerd te simuleren. KWR heeft het Calorics project uitgevoerd en recent een uitgebreide meetcampagne bij Evides opgezet en geanalyseerd. Deze gezamenlijk kennis en expertise is een goed startpunt voor dit vervolgproject op het Calorics project.

In de aanloophase hebben de betrokken water- en energiebedrijven aangegeven dat ze zich over en weer committeren aan de resultaten van dit onderzoek, opdat de aanleg van warmteleidingen niet vertraagd wordt door discussies over onderlinge afstanden. Een dergelijk commitment zal opgenomen worden in de deelname overeenkomsten en bovendien zal een concept Nederlandse Technische Afspraak (NTA) opgesteld worden om de resultaten landelijk te borgen.

De aanpak op hoofdlijnen bestaat uit de volgende werkpakketten:

- 1 **2D modellering** van de bodem rondom een drinkwaterleiding met warmtebelasting vanaf het maaiveld en vanuit een naburige parallelle warmteleiding (of electriciteitskabel). Modellering met Plaxis2D Thermal en/of FlexPDE. De warmtebelasting vlak onder het maaiveld is afkomstig van het 1D bodem-opwarm-model, dat in het Calorics project ontwikkeld is. De resultaten van het 1D Calorics model en het 2D model worden vergeleken.

- 2 **Validatie en gevoeligheid model.** Het 2D model wordt gevalideerd tegen beschikbare veldmetingen van de bodemtemperatuur (van 0 tot 2 m onder maaiveld) buiten de invloedssfeer van de waterleiding. Met het 2D model worden gevoeligheidsanalyses uitgevoerd voor de relevante modelparameters w.o. de leidingdiameter, het temperatuurverschil met de warmtebronnen, de afstand tot de warmtebronnen, de grondwaterstand, grondsoorteigenschappen en doorlatendheid van de bodem rond de leidingen. Dit werkpakket leidt onder andere tot een inschatting van de bodemschildikte rond de waterleiding, die door de waterleiding beïnvloed wordt; daarbuiten wordt de bodemtemperatuur niet meer door de waterleiding beïnvloed.
- 3 **WANDA Heat uitbreiding.** Het WANDA Heat model wordt uitgebreid met een dynamische modellering van de bodemschil in 2, 3 of 4 delen, waardoor de dynamische opwarming en afkoeling van deze bodemschil rond de waterleiding correct gemodelleerd kan worden onder invloed van warmtefluxen vanaf het maaiveld en een zijdelingse warmteflux vanuit een warmteleiding of hoogspanningskabel.
- 4 **Validatie tegen veldmetingen.** De beschikbare veldmetingen worden gebruikt om de verbeterde modellering te toetsen. Indien nodig zal een beperkte en gerichte meetcampagne opgezet worden. Op basis van de gevalideerde modellen worden aanbevelingen gedaan voor verbetering van de ontwerpmethodiek mbt minimaal aanbevolen afstanden tussen drinkwaterleidingen en warmteleidingen danwel hoogspanningskabels. De hoofdresultaten van het project zullen ook in de vorm van een journal paper in een internationaal toonaangevend wetenschappelijk tijdschrift gepubliceerd worden.
- 5 Er zal een concept Nederlandse Technische Afspraak (NTA) opgesteld worden om de resultaten van dit onderzoek landelijk te borgen. Voor een aantal standaard situaties worden de resultaten voor toelaatbare minimale afstanden tussen warmte- en waterleidingen doorgerekend met de gevalideerde modellen en samengevat in tabellen, wat de basis zal vormen voor een concept NTA.
- 6 Een optionele activiteit bestaat uit de opzet en uitvoering van een uitgebreide lab- of veldmeting met een warmteleiding of hoogspanningskabel, die parallel loopt aan de waterleiding. De noodzaak en begroting voor een dergelijke meting worden na afronding van werkpakket 4 vastgesteld.

Ad 1) In Plaxis kunnen alle relevante bodemprocessen gesimuleerd worden, waaronder ook grondwaterstroming; dit kan een bron van warmteconvectie zijn. Daarnaast kan de grondwaterstand gevarieerd worden en kan het bodemprofiel eenvoudig aangepast worden..

Ad 3) In de huidige WANDA Heat versie geeft de gebruiker op welke wanddikte en bodemschildikte gehanteerd moeten worden voor de radiale energieflexen. De warmte-overdracht met de omringende bodem wordt vervolgens quasi-stationair gemodelleerd en de warmte-opslag in de bodemlaag wordt hierdoor verwaarloosd. Op basis van de 2D modellering kan de correcte warmte-overdracht met bijbehorende bodemschildikte bepaald worden (als

functie van de relevante grondparameters). In een doorsnede kunnen dan radiale warmtefluxen berekend worden. Combinatie van beide modellen zal dan de opwarming van de drinkwaterleiding moeten leveren.

### Beoogde eindprodukten

De volgende eindprodukten worden voorzien:

- 1 Tabellen Vuistregels over toe te passen minimale afstanden tussen waterleidingen en parallelle warmtebronnen als functie van de relevante parameters; waarschijnlijk een eenvoudig rekenmodel in de vorm van een Excel Spreadsheet.
- 2 Powerpoint presentatie, die de betrokken participanten bij hun achterban kunnen verspreiden.
- 3 De WANDA Heat uitbreiding komt gratis beschikbaar voor WANDA Heat gebruikers en is ook beschikbaar voor de participanten voor een testperiode van 1 jaar.
- 4 Artikel in internationaal tijdschrift (met vertaling in Water Matters) over de hoofdresultaten van dit onderzoeksproject en implicaties voor de praktijk.
- 5 Artikel (in H2O of Water Matters) over het gecombineerde gebruik van het 1D Calorics model en de 2D modellen met conclusies over de gevoeligheidsanalyse en aanbevelingen over de minimale afstand tussen waterleidingen en parallelle warmtebronnen, zoals warmteleidingen en hoogspanningskabels.
- 6 Een concept NTA over toelaatbare minimale afstanden tussen water- en warmteleidingen.

Hiernaast zal na afronding van WP2 een voortgangsoverleg met alle participerende waterbedrijven georganiseerd worden. Na afronding van WP5 zal een eindbijeenkomst georganiseerd worden.

### Begroting

De begroting is opgebouwd uit een cash budget en in-kind bijdragen van de deelnemende water- en energiebedrijven.

Tabel.1 : Overzicht van cash begroting met verdeling tussen Deltares en KWR

	Deltares[k€]	KWR [k€]
Management	20	5
WP 1, 2D-analyse	20	14
WP 2 validatie/gevoeligheid/scenarios	35	25
WP 3 WANDA Heat uitbreiding	24	0
WP 4 Veldmetingen en validatie	19	19
WP 5 Rapportage en concept NTA	19	19
Onvoorzien (9%)	13	8
Subtotaal	150	90

Voor de eventuele uitvoering van een gerichte veldmeting bij één van de waterbedrijven wordt een in-kind bijdrage begroot van 10 k€. Voor de voorbereiding en aanwezigheid van de deelnemende bedrijven aan voortgangsbijeenkomsten wordt een in-kind bijdrage gevraagd van

25 uur per deelnemende organisatie. Uitgaande van het standaard RVO tarief (€ 60,-/uur) heeft deze in-kind bijdrage een waarde van 1,5 k€/deelnemende organisatie. Uitgaande van minimaal 8 deelnemende organisaties wordt 12 k€ in de begroting opgenomen voor deze in-kind bijdragen.

Hiermee komt de totale begroting op 252 k€ (240 + 12) of 262 k€ inclusief de eventuele aanvullende veldmeting.

## Financiering

Uitgangspunt is dat de financiering gedragen wordt door een groep van waterbedrijven, enkele energiebedrijven of adviesbureaus en een toekenning vanuit TKI Waternet van maximaal 50% van de totale projectsom, te weten 120 k€. Naar aanleiding van gesprekken met water- en energiebedrijven worden de volgende cash bijdragen gevraagd voor de uitvoering van dit gezamenlijke onderzoeksproject.

*Tabel.2 : Financieringssleutel voor water- en energiebedrijven*

	Eenmalige bijdrage [k€]
Groot waterbedrijf (omzet > 80 M€)	20
Klein waterbedrijf	10
Energiebedrijf	7

Volgens bovenstaand criterium worden Waterbedrijf Groningen, Oasen en Waterbedrijf Drente aangemerkt als klein waterbedrijf. De overige (7) waterbedrijven vallen in de categorie van grote waterbedrijven. Het inwisselen van een cash bijdrage voor een in-kind bijdrage is alleen mogelijk na overleg en afstemming met Deltares/KWR, omdat de in-kind invulling moet passen in het totale onderzoeksplan.

De huidige status (per 30/08/2017) van intenties en toezeggingen is als volgt:

*Tabel.3 : Overzicht van intenties en toezeggingen van stakeholders*

Stakeholder	Cash bijdrage [k€]	In-kind bijdrage [k€]	Opmerkingen
Waternet	20	1,5	Nog in gesprek over aanvullende voorwaarde (review van NTA door TNO)
Evides	20	1,5	
PWN	20	1,5	
Dunea	20	1,5	
Oasen	10	11,5	
WMD	10	1,5	
Alliander Strategie	7	1,5	
Energie Nederland	25	1,5	
Totaal	132	22	

Met dit overzicht van cash en in-kind bijdragen en een aanvraag voor TKI toeslag bij TKI Watertechnologie van 120 k€ wordt de begroting volledig gedekt.

## Referenties

- [1] G. Mulder (2012). Modelling temperatuurverloop in de WRK-leiding na een warmtelozing bij Schiphol. Stagerapport TU Delft
- [2] B. van der Molen et al., Warmte-indringing in de bodem. 2008, KWR.
- [3] S. van der Zwan. Temperature distributions in the drinking water network of Diemen Noord (West). 2012, Deltares.
- [4] M. Blokker et al. Haalbaarheid van maatregelen tegen ongewenste opwarming van drinkwater in het leidingnet.2014, KWR.
- [5] M. Dignum, B. Bouckaert, Temperatuurmetingen Diemen-Noord, TOP Waternet, project 7325/001, rapport 13.019771, 2013.
- [6] De Pasquale, A., Giostri, A., Romano, M., Chiesa, P., Demeco, T. and Tani, S. (2017). "District heating by drinking water heat pump: Modelling and energy analysis of a case study in the city of Milan." Energy, 118, 246-263.
- [7] Agudelo-Vera, C. M. and Blokker, E. J. M. (2016). "Finding (subsurface) anthropogenic heat sources that influence temperature in the drinking water distribution system." CCWI, Amsterdam.