

A young girl with long brown hair is drinking water from a public fountain. She is leaning over the fountain, and water is spraying from the spout into her mouth. The background is a blurred green landscape.

12 oktober 2022



Resultaten TKI Engine

Mirjam Blokker, John van Esch

KWR

Bridging Science to Practice

Deltares

Drinkwater warmt op door de omliggende bodem – de bodem warmt op door:

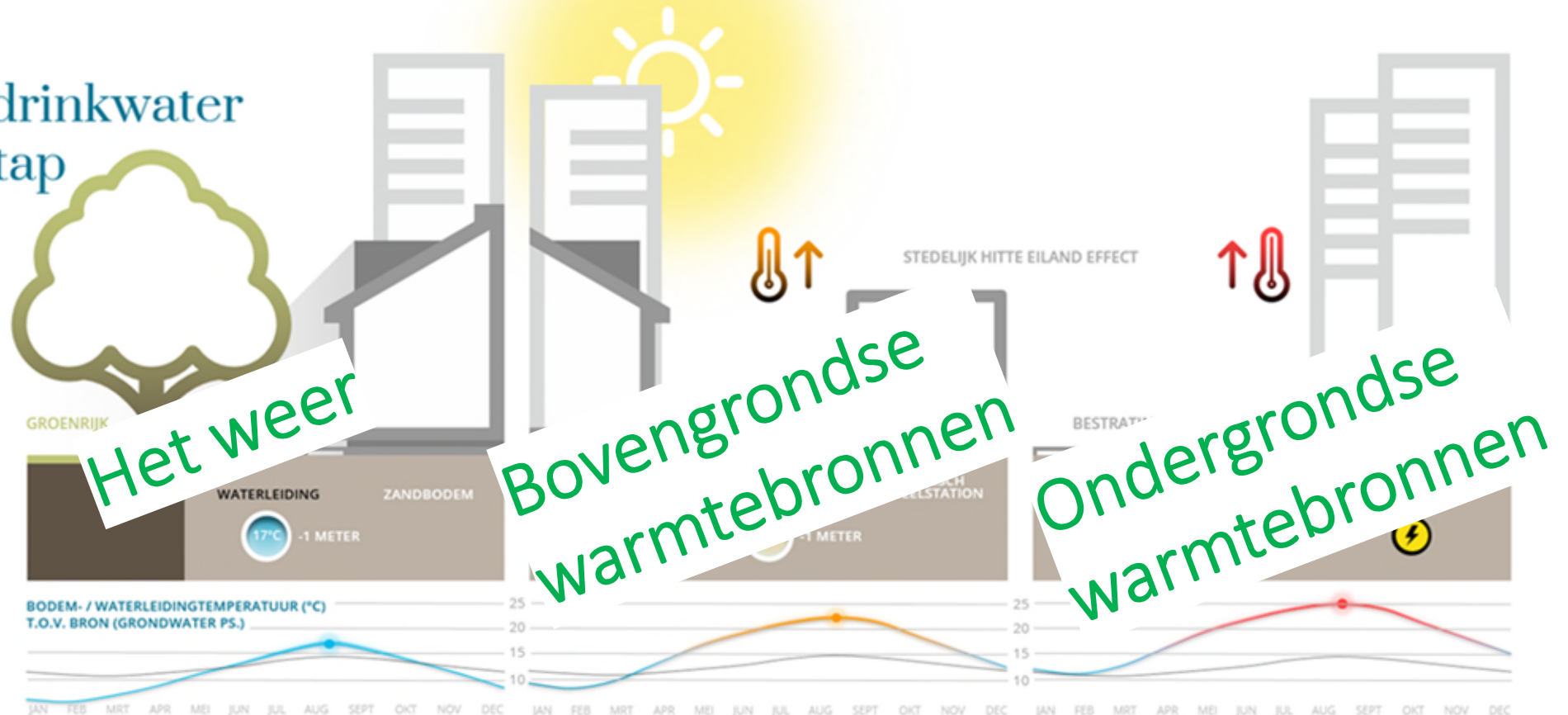
Opwarming drinkwater van bron tot tap

UITDAGING

Klimaatverandering
Stedelijk hitte eiland
Energie transitie

OPLOSSING

Meer groen en meer water in de stad.
Bodembeheer om ongewenste opwarming van drinkwaterleidingen te voorkomen.



De wettelijke grens van 25 graden voor de temperatuur van drinkwater komt in gevaar

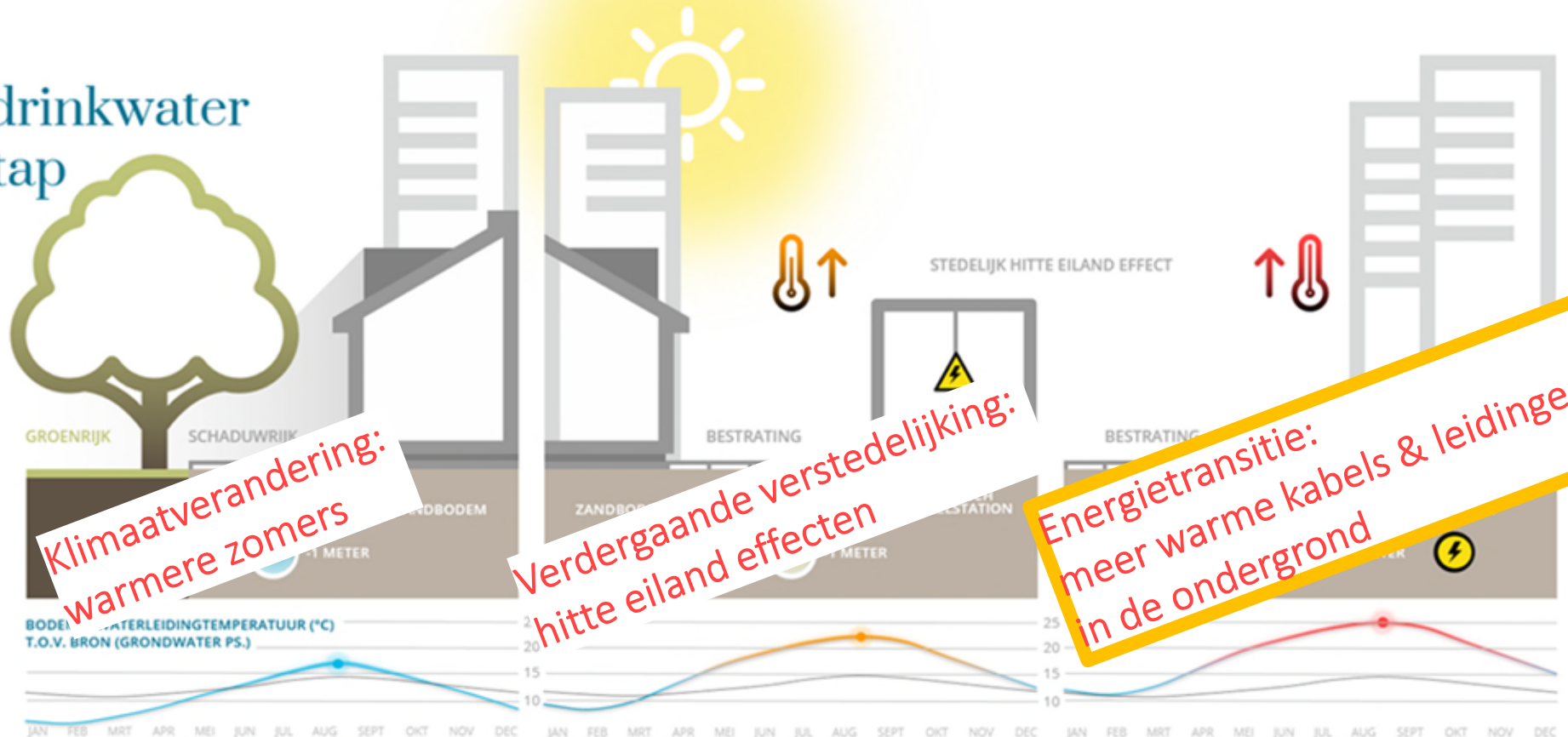
Opwarming drinkwater van bron tot tap

UITDAGING

Klimaatverandering
Stedelijk hitte eiland
Energietransitie

OPLOSSING

Meer groen en meer water in de stad.
Bodembeheer om ongewenste opwarming van drinkwaterleidingen te voorkomen.



TKI Engine, werkpakketten

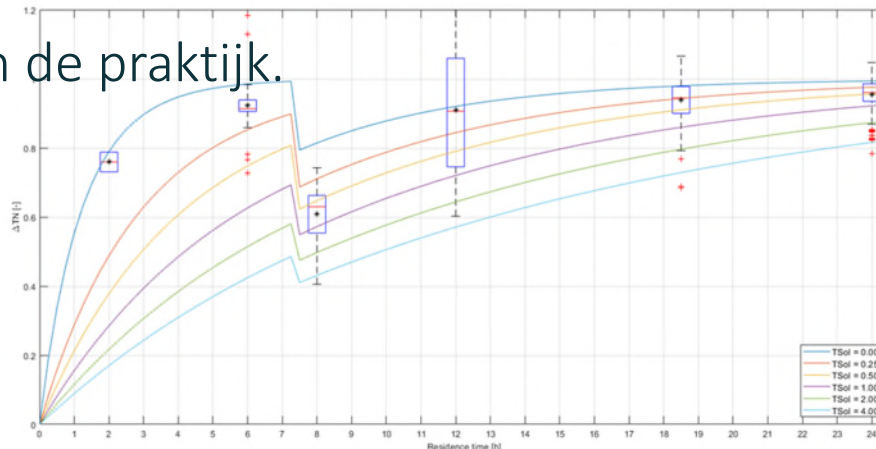
- 1) Modelbouw bodemtemperatuur (BTM+)
- 2) Validatie BTM+ (Kralingen, lab Sheffield)
- 3) Modelbouw drinkwatertemperatuur (WTM+)
- 4) Validatie WTM+ (Kralingen, Almere)
- 5) Scenario's doorrekenen met BTM+
 - Afstanden, dieptes, diameters, klimaat, ...
- 6) Scenario's doorrekenen met WTM+
 - Per wijk, variatie in scenario's van BTM+

Doel: inzichten in effect van warmtenetten op drinkwatertemperatuur, zodat bepaald kan worden welke afstand tussen warmtenet en drinkwaterleiding moet worden aangehouden

Complex project

Wat hadden we eerst niet, nu wel?

- Modellen waarmee de wederzijdse beïnvloeding van de temperatuur van drinkwater en bodem wordt bepaald.
- Meer begrip van de complexe processen in de ondergrond
- Vertrouwen in de modellen door validatie in de praktijk.



Waar zijn we allemaal tegen aan gelopen?

- Koppeling BTM+ en WTM+ is praktisch eenvoudig, conceptueel complex
- Validatie modellen complex door vele onzekerheden in de parameterwaardes
- Een aantal parameters kon alleen op basis van de praktijk worden bepaald (overgang laminair-turbulent, de grootte van het bodemlaagje rond de leiding dat van belang is)



Uitgangspunten TKI Engine

We beoordelen alleen temperaturen aan de tap, en niet de temperatuur drinkwater / drinkwaterleiding onderweg (bijv. ter plekke van een kruising).

We kijken naar de opwarming van drinkwater t.g.v. een warmtenet. Daarom is een verschiltemperatuur gerapporteerd.

Betrouwbaarheid modellen (BTM+ & WTM+)

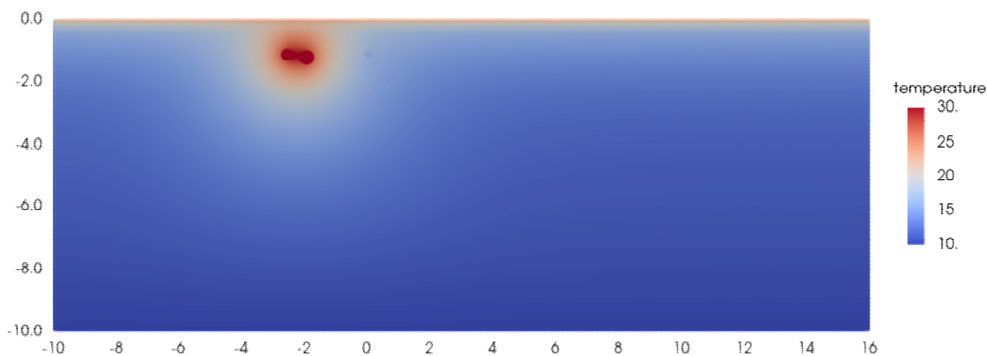
- Absolute afwijking ca. 1,0 – 2,0 °C
- Relatieve afwijking kleiner.

Onzekerheden zitten zowel in basis-scenario als scenario met warmtenet (bijv. eigenschappen van de bodem); voor het verschil tussen de scenario's vallen veel van de onzekerheden weg.

Opbrengsten TKI Engine: twee gevalideerde tools

BTM+

Bodemtemperatuurmodel waarmee de bodemtemperatuur wordt berekend onder invloed van weer, bovengrondse inrichting, bodemsoort en ondergrondse inrichting (warmtenet en elektriciteitskabels)



WTM+

Watertemperatuurmodel waarmee de temperatuur van het drinkwater in het leidingnet, per locatie en tijdstip wordt berekend

Base, Temperature at 15 o'clock



Opbrengsten TKI Engine: inzichten

BTM+ - scenario's (experttool)

Berekende scenario's voor invloed van weer (2016, toekomst), bovengrondse inrichting (tegels/gras, gemiddelde stad), bodemsoort (zand / klei) en ondergrondse inrichting (warmtenet op verschillende afstanden, variatie in diameters)

#	SOILCOVER + SOIL	WEATHER	DEPTH-W (M)	DEPTH-D (M)	DIST-D-W (M)	BEREKENDE TBOUNDARY (°C), ZONDER EN MET WARMTENET BEREKENING (STILSTAAND WATER)		
						ZONDER	MET	
S0	TMDz	sun	1.00	1.00	0.75		23.9	24.7
S1	TMDz	sun	1.00	1.00	0.75		23.5	24.2
S2	GMDz	sun	1.00	1.00	0.75		20.7	21.5
S3	GMDz	sun	1.00	1.00	0.75		20.2	21.0
S4	TMDz	shadow	1.00	1.00	0.75		23.1	23.9
S5	TMDz	future	1.00	1.00	0.75		27.5	28.2
S6	TMDz	sun	1.00	1.00	0.25		23.9	25.2
S7	TMDz	sun	1.00	1.00	0.50		23.9	24.9
S8	TMDz	sun	1.00	1.00	1.00		23.9	24.6
S9	TMDz	sun	1.00	1.00	1.50		23.9	24.4
S10	TMDz	sun	1.00	1.00	2.00		23.9	24.2
S11	TMDz	sun	1.00	1.00	2.50		23.9	24.2
S12	TMDz	sun	1.00	0.75	0.75		24.9	25.6
S13	TMDz	sun	1.00	1.25	0.75		22.9	23.8
S14	TMDz	sun	1.00	1.50	0.75		22.1	22.9
S15	TMDz	sun	1.00	1.75	0.75		21.3	22.2
S16	TMDz	sun	1.00	2.00	0.75		20.7	21.5
S17	TMDz	sun	0.75	1.00	0.75		23.9	24.6
S18	TMDz	sun	1.25	1.00	0.75		23.9	24.8
S19	TMDz	sun	1.50	1.00	0.75		23.9	24.8
S20	TMDz	sun	1.75	1.00	0.75		23.9	24.8
S21	TMDz	sun	2.00	1.00	0.75		23.9	24.8

WTM+ - scenario's

Combinatie van BTM+ scenario's en hydraulisch leidingnetmodel met verschillende scenario's van warmteleidingen in de buurt van drinkwaterleidingen (parallel, kruisend, hele net, deel van het net), > 200 scenario's

	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
≥ 0 °C	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
≥ 0.25 °C	99.5	99.2	99.1	98.5	97.6	96.3	95.9
≥ 0.5 °C	97.7	96.6	96.1	94.0	87.5	38.9	29.3
≥ 0.75 °C	94.6	92.1	89.5	45.5	24.7	10.6	6.7
≥ 1 °C	87.5	72.3	42.3	19.3	5.7	1.6	1.3
≥ 1.25 °C	74.5	29.0	23.7	6.9	0.6	0.3	0.2
≥ 1.5 °C	32.4	14.6	12.8	1.9	0.1	0.1	0.1
≥ 1.75 °C	19.8	7.6	6.9	0.1	0.0	0.0	0.0
≥ 2 °C	11.8	3.9	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0

~
Uitkomsten BTM+
John van Esch

Bodemtemperatuurmodel en Expert tool

Engine

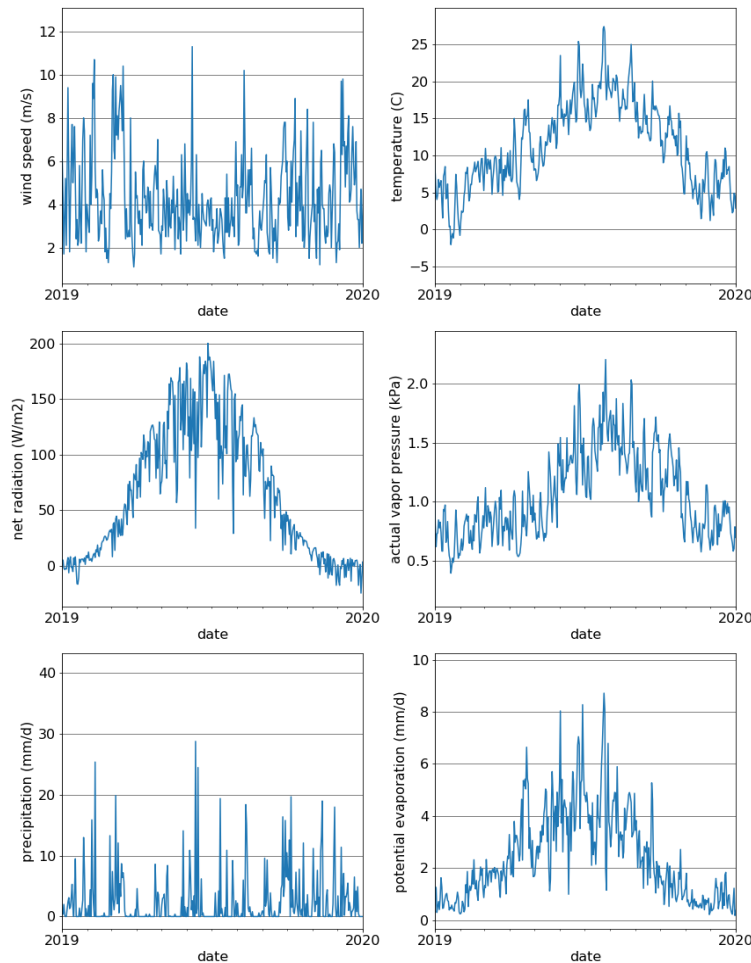
John van Esch

12 oktober 2022

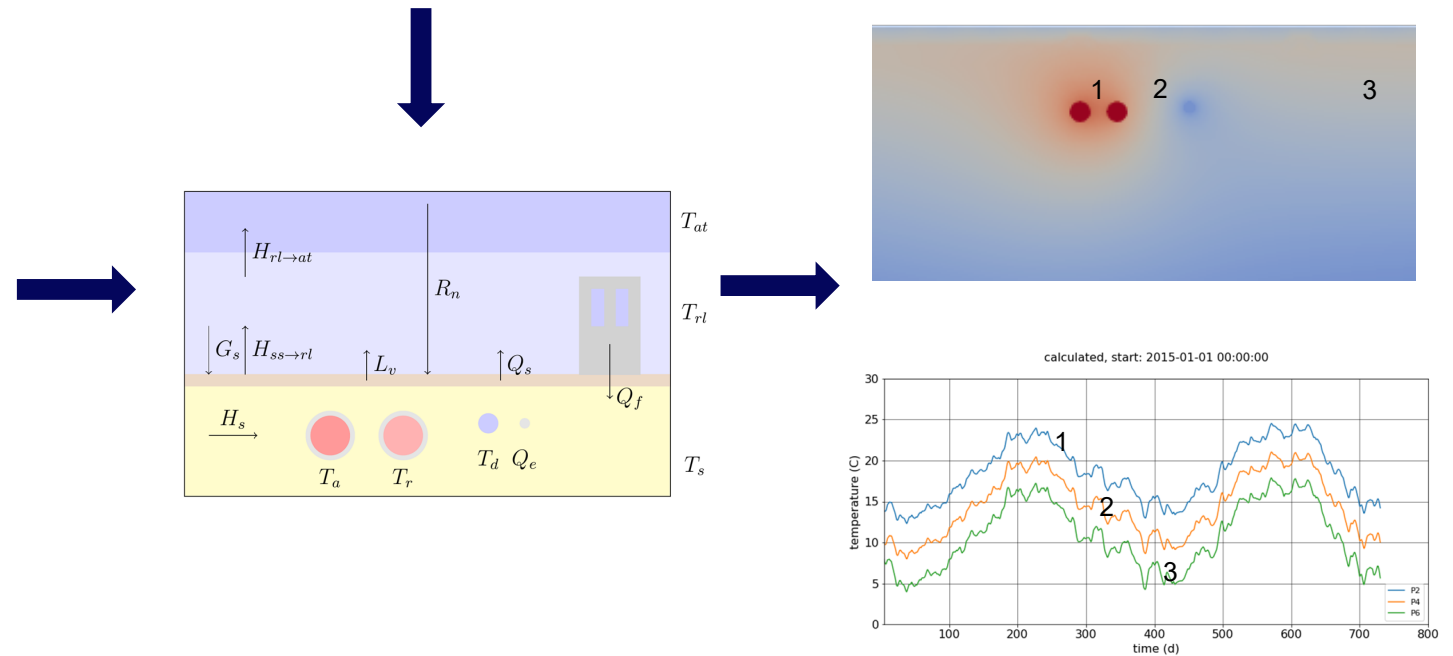
Inhoudsopgave

- Bodemtemperatuurmodel
- Expert tool
- Conclusies

Bodem temperatuurmodel BTM+

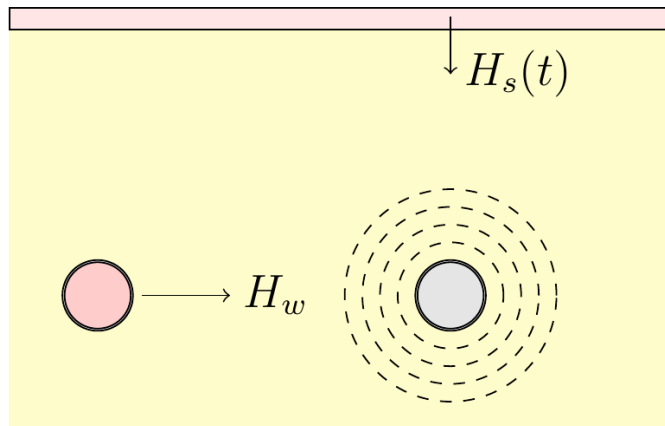


- Eigenschappen ondergrond
- Type bodembedekking
- Mate van verstedelijking
- Leidingen en kabels

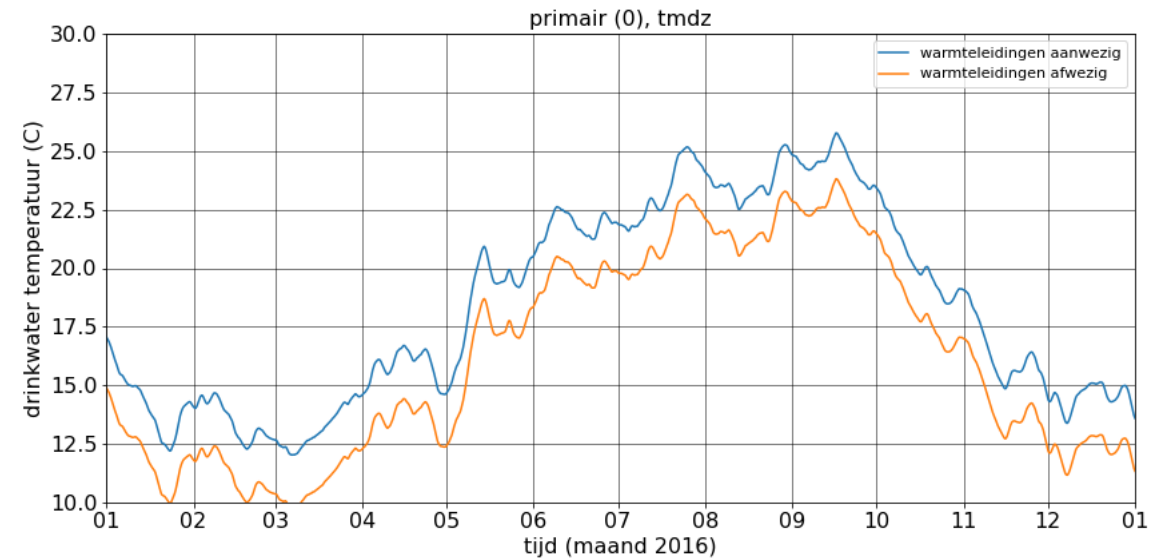


Bodem temperatuurmodel BTM+

Warmteverloop drinkwater zonder doorstroming



twee passieve BTM+ berekeningen



Expert tool



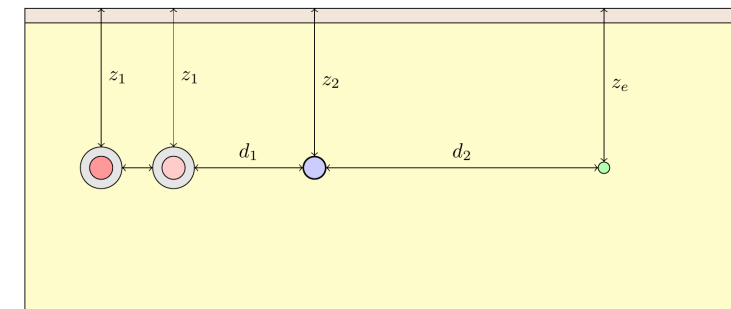
Database met gemaakte berekeningen

Netwerkberekeningen

- 3 x Transport
- 4 x Primair
- 4 x Secondair

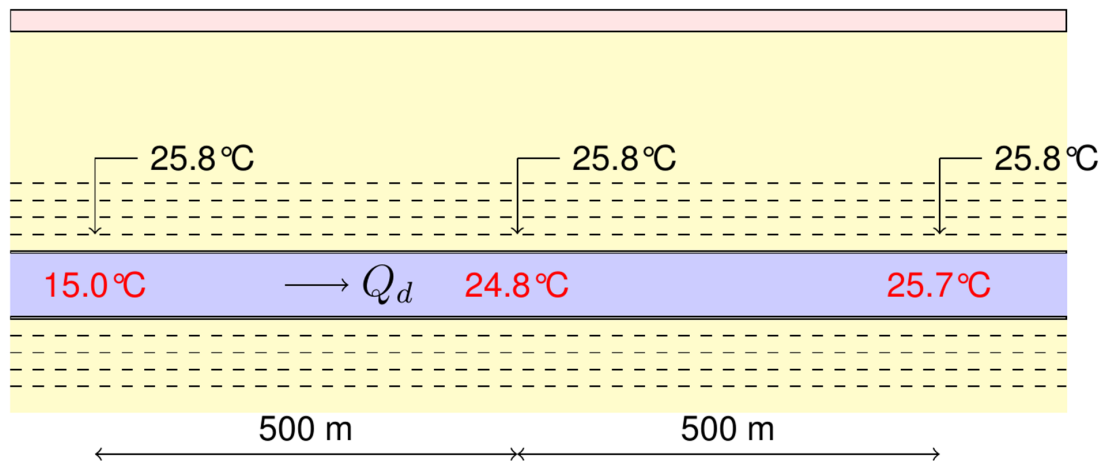
Gevoeligheidsonderzoek

- Gronddekking warmteleidingen
- Afstand drinkwater tot retourleiding
- Gronddekking drinkwaterleiding
- Type ondergrond
- Weersconditie

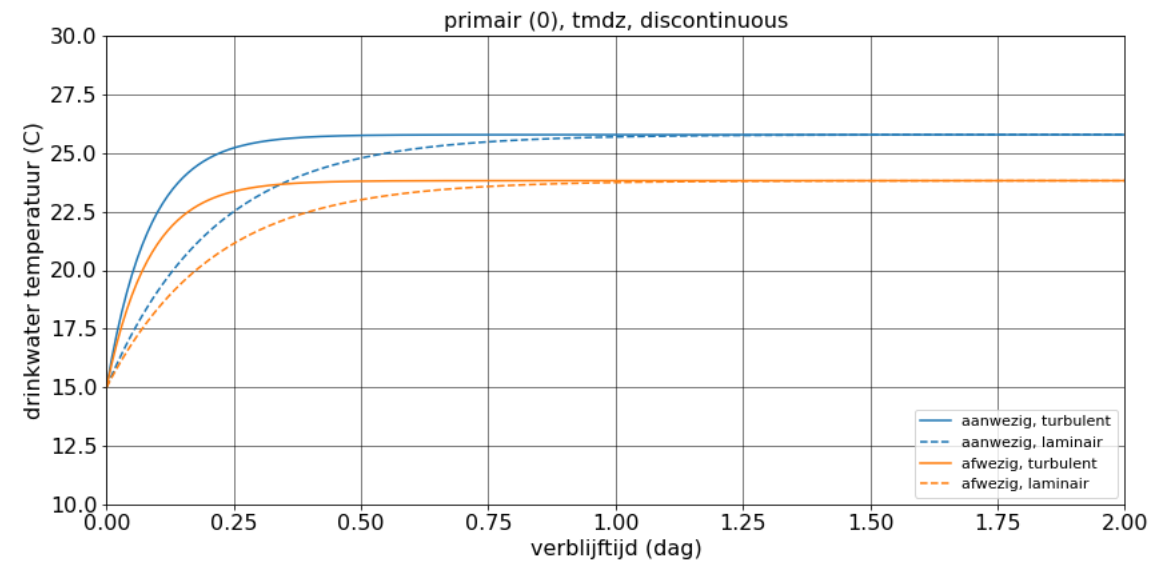


Expert tool

Warmteverloop drinkwater bij beperkte doorstroming (**zonder** invloed van drinkwater op ondergrond)



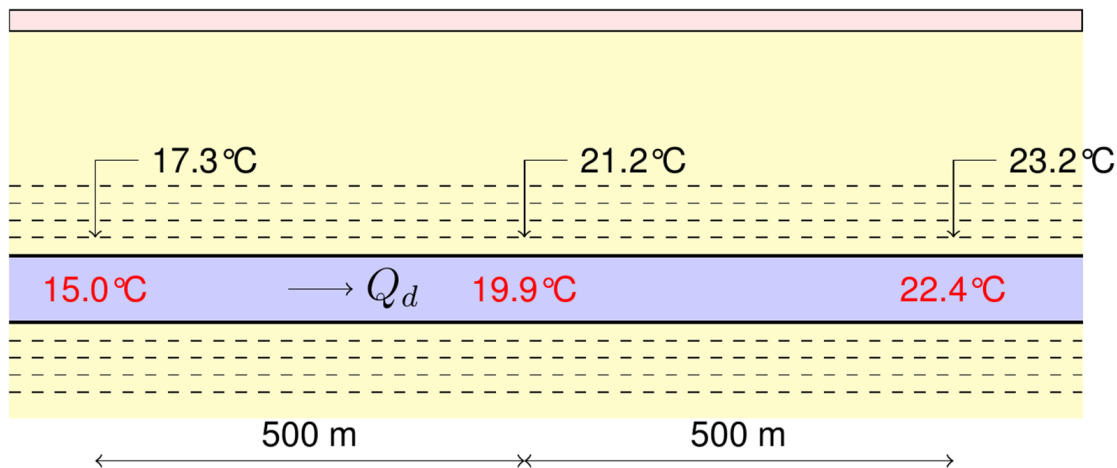
vier passieve BTM+ berekening



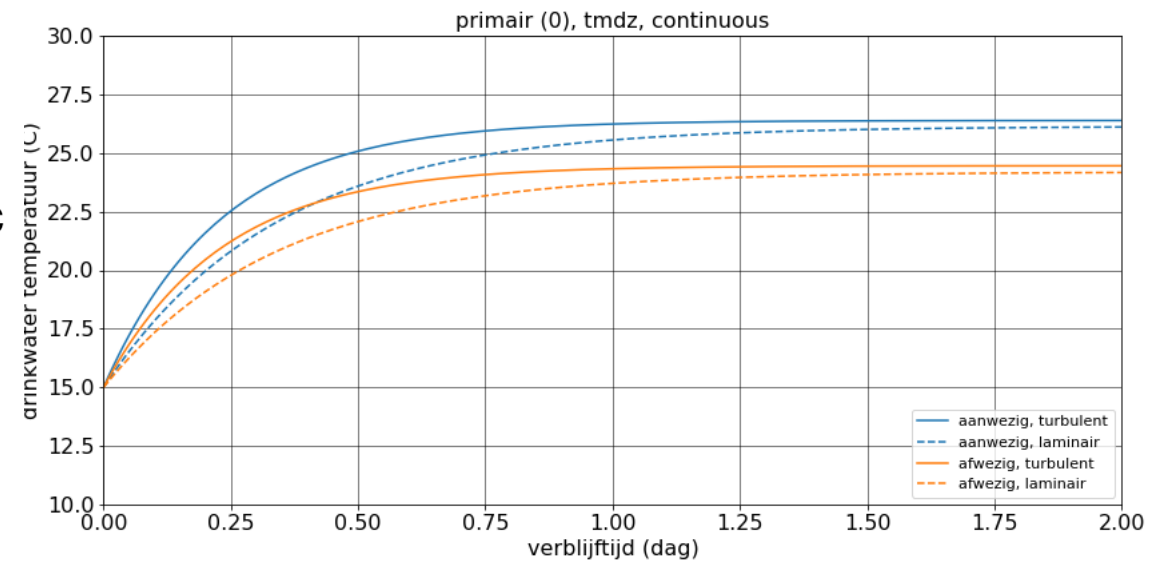
vier WTM berekeningen

Expert tool

Warmteverloop drinkwater bij beperkte doorstroming (**met** invloed van drinkwater op ondergrond)



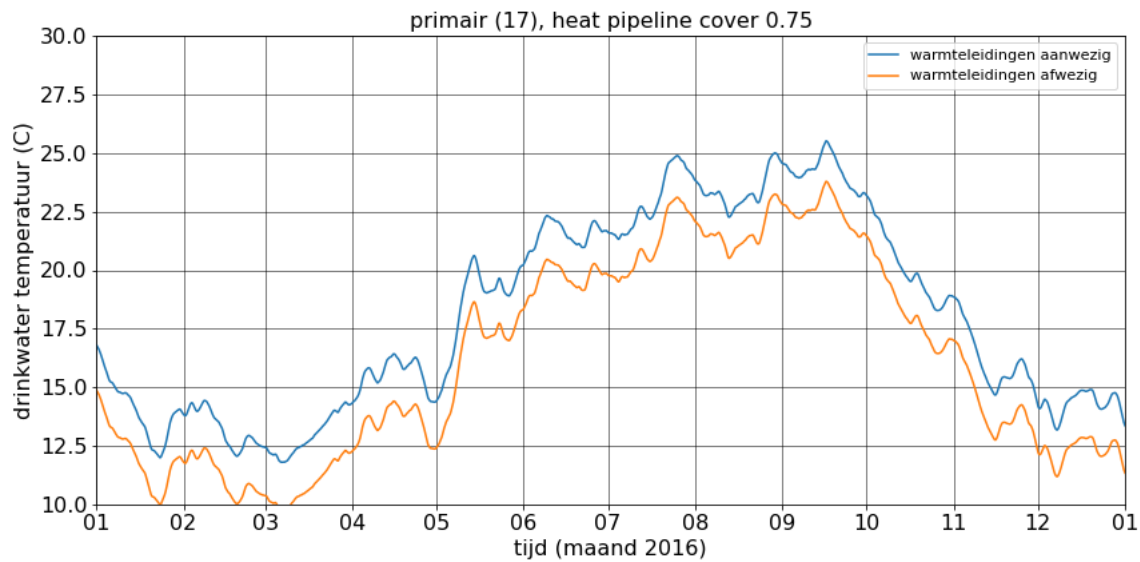
acht actieve BTM+ berekeningen



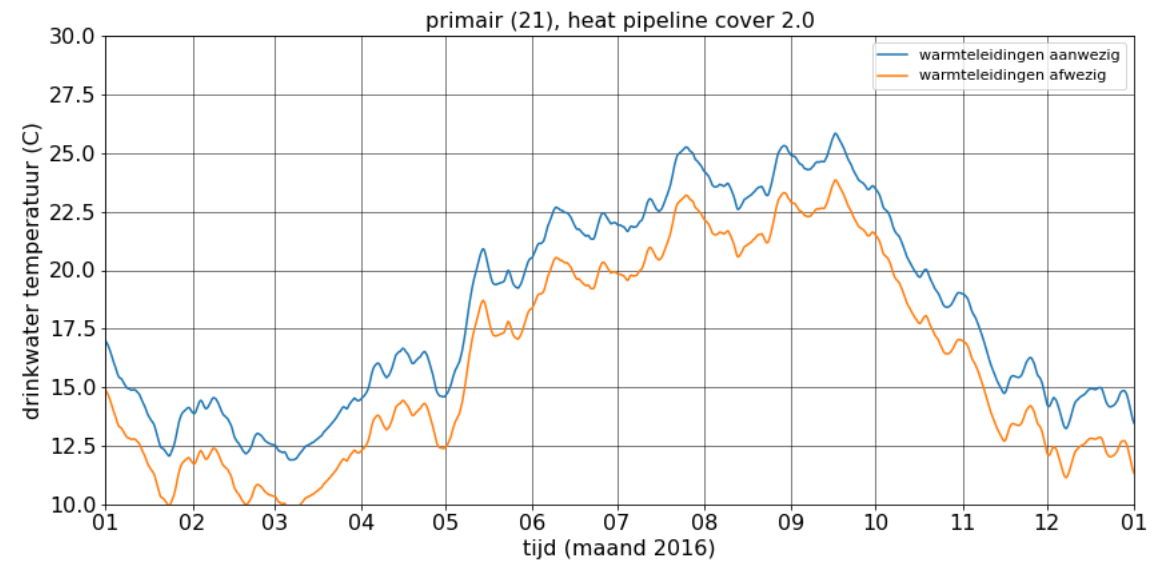
vier WTM berekeningen

Expert tool

Gronddekking warmteleidingen



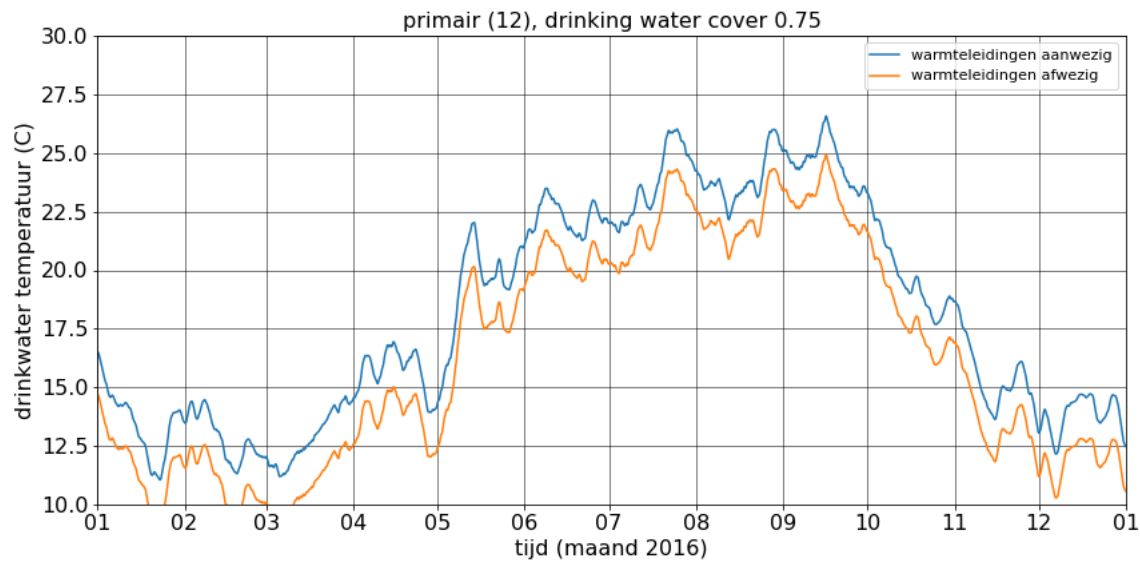
gronddekking 75 cm



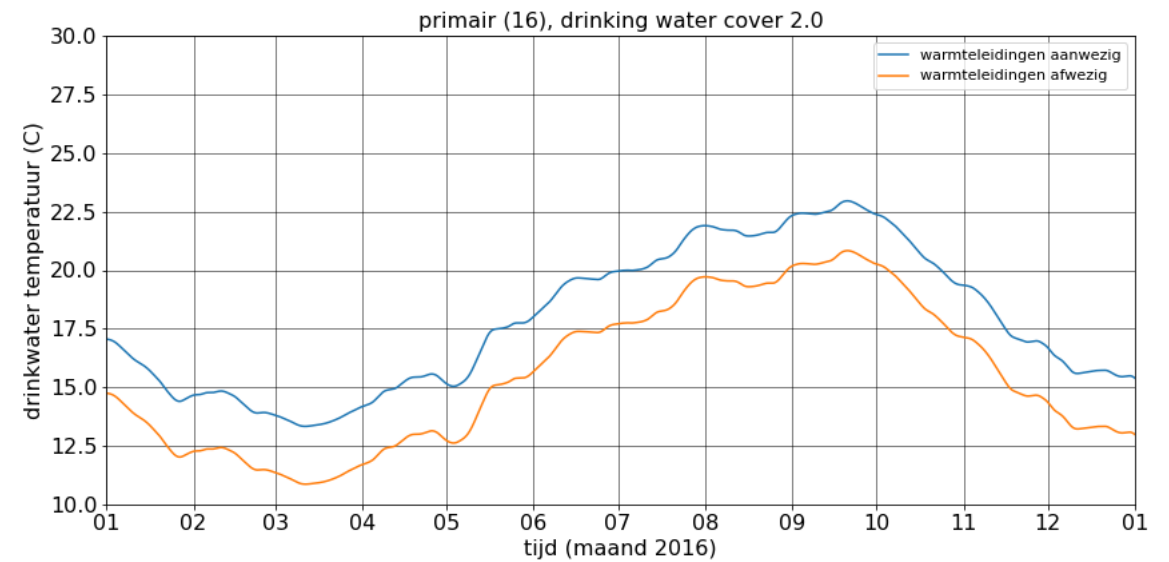
gronddekking 2 m

Expert tool

Gronddekking waterleiding



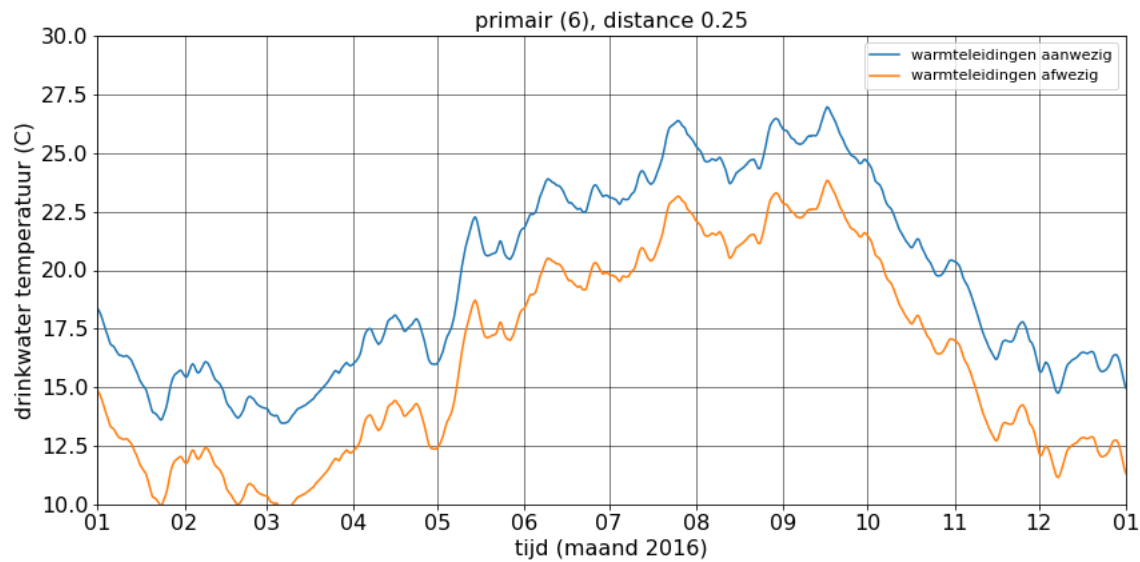
Gronddekking 75 cm



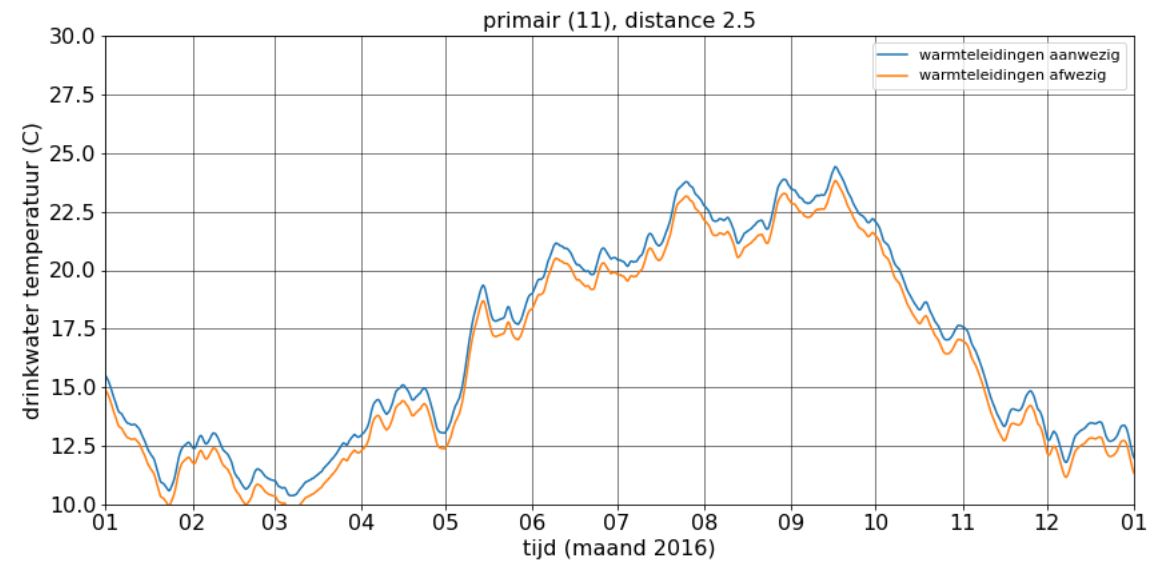
gronddekking 2 m

Expert tool

Afstand retourleiding - drinkwaterleiding



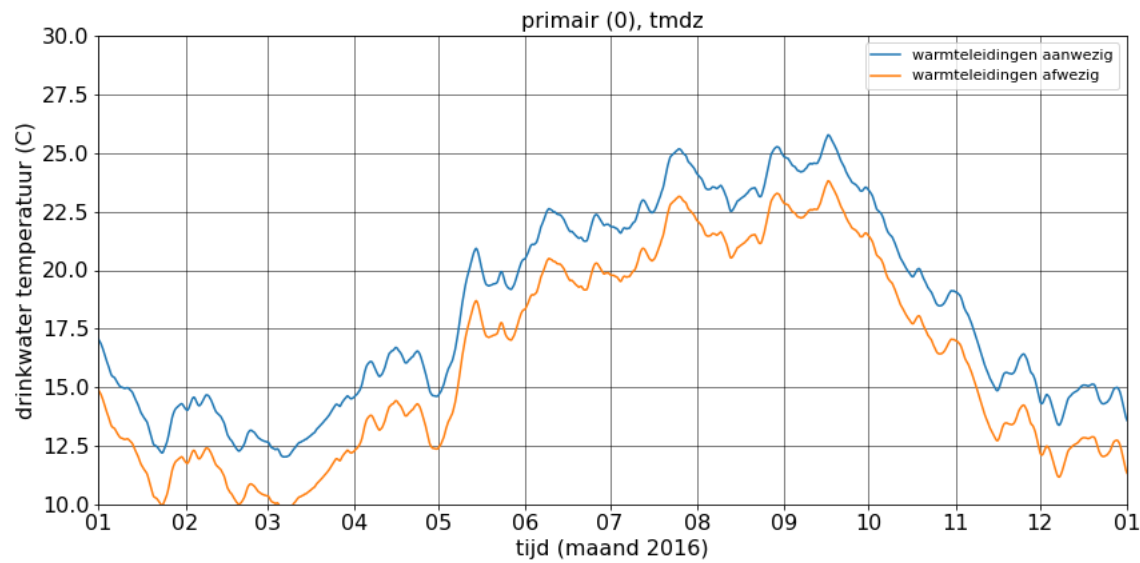
afstand 25 cm



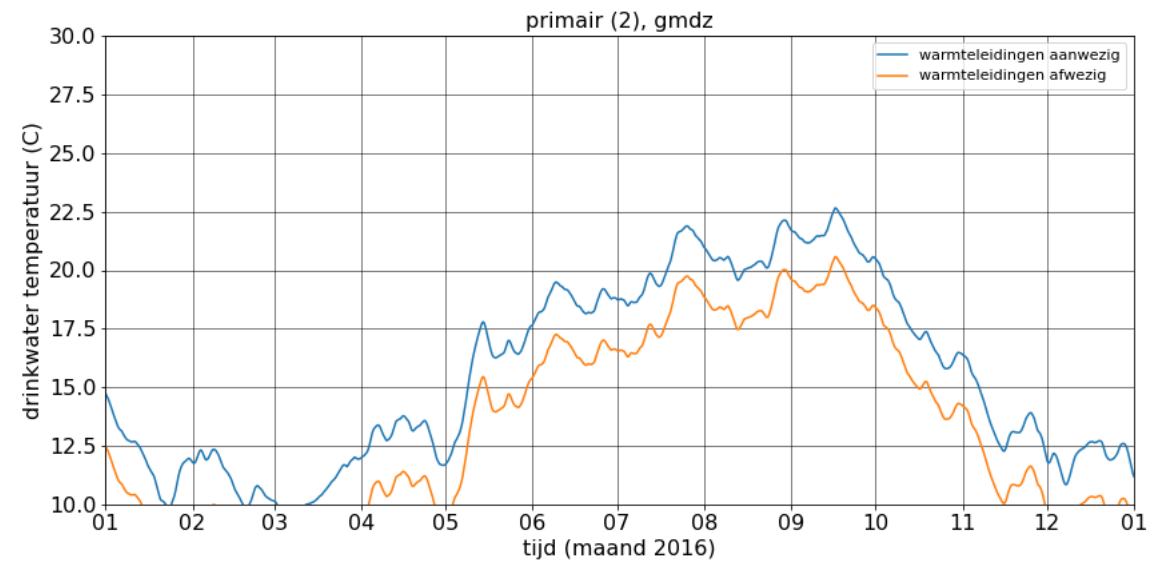
afstand 2,5 m

Expert tool

Bodembedekking



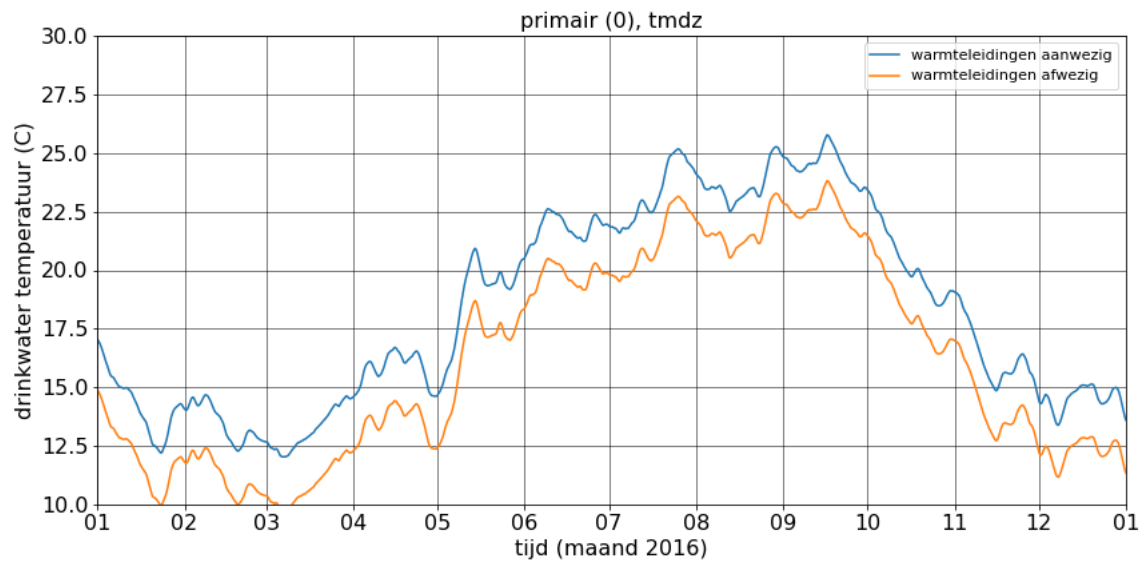
tegels



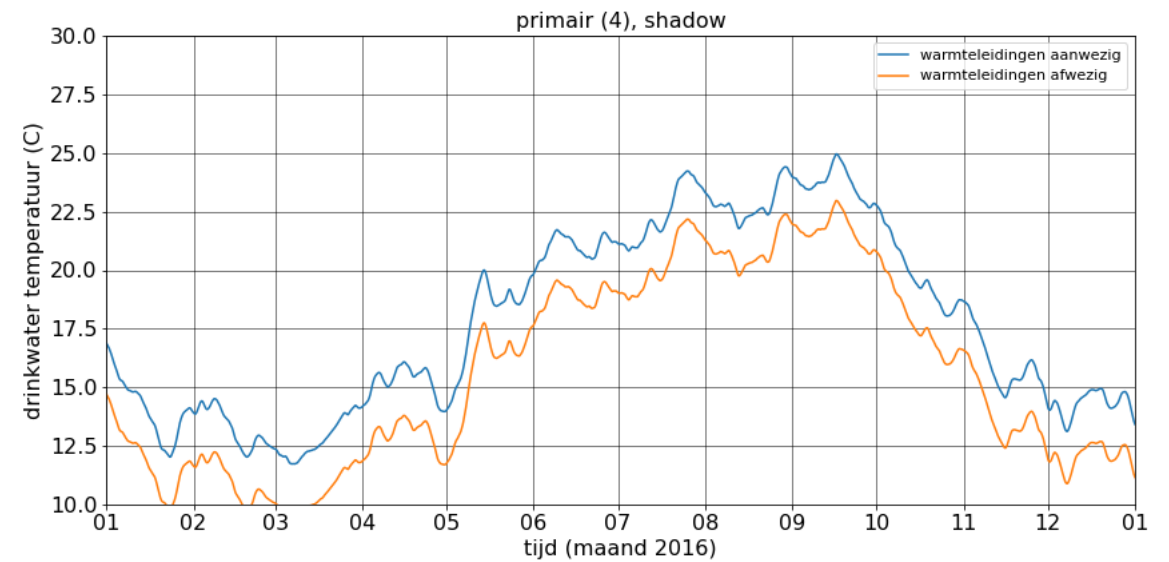
gras

Expert tool

Weersconditie



zonnig



schaduw

Conclusie

- Drinkwater warmt sneller op bij turbulente stroming dan bij laminaire stroming
- Bij continue doorstroming warmt drinkwater minder snel op dan bij beperkte doorstroming
- De drinkwatertemperatuur is ongevoelig voor de diepteligging van de warmteleidingen
- Een kleinere afstand tussen drinkwaterleiding en de warmteleiding geeft een hogere drinkwatertemperatuur (verschil 25 cm – 2,5 m: 2C)
- De dekking op de drinkwaterleiding is van grote invloed op de drinkwatertemperatuur (verschil 0.75 m – 2.0 m: 4C)
- Een bodemafdekking met gras geeft een reductie in de drinkwatertemperatuur van ten opzichte van tegels (verschil gras – tegels: 3C)
- Een ligging van het leidingtracé in de schaduw geeft een verlaging van de drinkwatertemperatuur tov een ligging in de zon (verschil zon – schaduw: 1C)
- De atmosferische condities hebben een groot effect op de drinkwatertemperatuur (verschil zomer – winter: 14C)

Contact

- | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|
|  | www.deltares.nl |  | @deltares |  | linkedin.com/company/deltares |
|  | info@deltares.nl |  | @deltares |  | facebook.com/deltaresNL |



A young girl with long brown hair is drinking water from a public fountain. She is leaning over the fountain, and water is spraying from the spout into her mouth. The background is a blurred outdoor setting with green foliage.

Mirjam Blokker, Pan Quan, Joost van Summeren



Uitkomsten WTM+

KWR

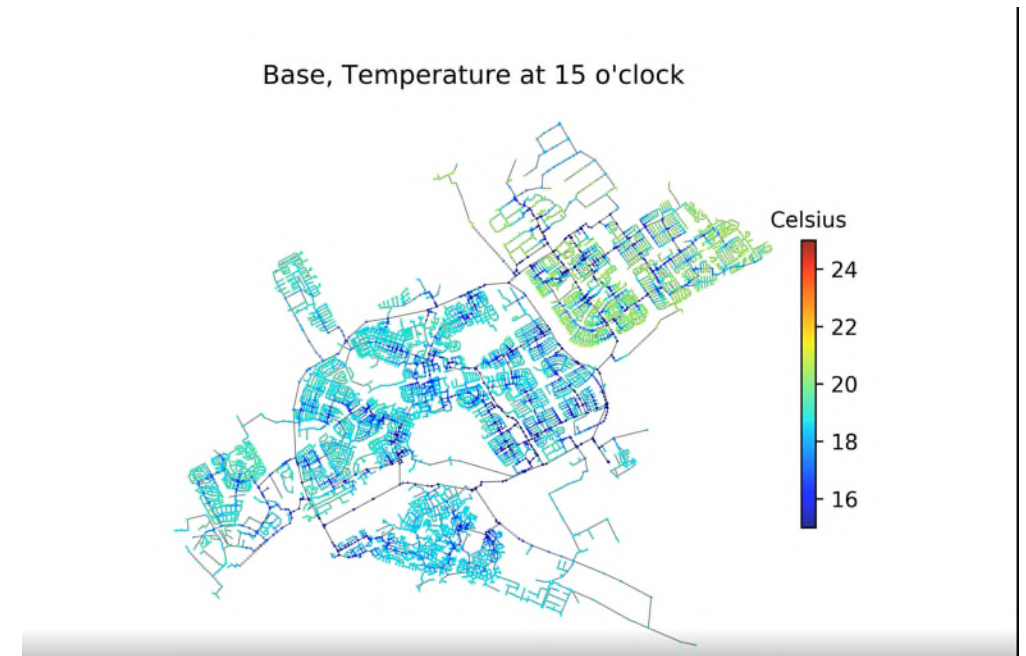
Bridging Science to Practice



WTM+

Watertemperatuurmodel waarmee de temperatuur van het drinkwater in het leidingnet, per locatie en tijdstip wordt berekend:

Animatie WTM+



Uitkomsten WTM+: tabel met overschrijdingskansen

Percentage van de drinkwaterklanten dat een bepaalde extra opwarming (verticaal) ondervindt door een warmtenet op bepaalde afstand (horizontaal) van drinkwaterleidingen
Bijv. bij afstand van 2,5 m heeft 29,3% van de klanten 0,5 °C of meer warmer water

	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
≥ 0 °C	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
≥ 0.25 °C	99.5	99.2	99.1	98.5	97.6	96.3	95.9
≥ 0.5 °C	97.7	96.6	96.1	94.0	87.5	38.9	29.3
≥ 0.75 °C	94.6	92.1	89.5	45.5	24.7	10.6	6.7
≥ 1 °C	87.5	72.3	42.3	19.3	5.7	1.6	1.3
≥ 1.25 °C	74.5	29.0	23.7	6.9	0.6	0.3	0.2
≥ 1.5 °C	32.4	14.6	12.8	1.9	0.1	0.1	0.1
≥ 1.75 °C	19.8	7.6	6.9	0.1	0.0	0.0	0.0
≥ 2 °C	11.8	3.9	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Referentiescenario: (scenario 1)

- Bodemtemperatuur (BTM+): op 1 m diepte, onder tegels, droog zand, zonder warmtenet, 16 september 2016 om 14.00 u. Verschillend per diameterklasse drinkwaterleiding.
- Hydraulisch model: Almere, alles PVC verondersteld, verbruik zoals op 31 aug 2020. Temperatuur af PS 15 °C.
- Rapportage: temperatuur op alle knopen met verbruik, om 8.00 u 's ochtends (met voldoende inlooptijd van het model). Aanname dat iedere knoop zelfde aantal woningen representeert.
- Verschiltemperatuur in stapjes van 0,25 °C

Resultaten WTM+ scenario's – kruisingen (scen 2)

Samenvatting:

Effect op de drinkwatertemperatuur aan de tap is minimaal.

De verklaring is dat drinkwater kan opwarmen ter plekke van de kruising, maar daarna ook weer afkoelt.

Toelichting:

Minder dan 1% van de aansluitingen heeft 0.25 °C hogere drinkwatertemperatuur als gevolg van kruisende warmteleidingen.

Scenario: 5-15% van de leidingen hebben kruisingen met warmteleidingen op 25 cm afstand. Er is geen parallelle ligging. Er is niet gekeken naar aansluitleidingen.

Resultaten WTM+ scenario's – parallelle ligging (scen 3, 4, 5, 6)

Samenvatting:

Als alle drinkwaterleidingen (transport-, en distributie-) parallel liggen is het effect van onderlinge afstand tot 2,5 m

“meetbaar”. Wanneer slechts een deel van de drinkwaterleidingen parallel liggen (in 50% van de wijken) of variatie in afstanden (grotere afstanden bij grotere diameters) wordt toegepast lijkt er meer ruimte voor de energietransitie

Toelichting:

Alle leidingen op 2,5 meter leidt tot 0,5 °C of meer opwarming t.g.v. warmtenet bij 30% van de aansluitingen. Dit is meetbaar.

	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
≥ 0 °C	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
≥ 0.25 °C	99.5	99.2	99.1	98.5	97.6	96.3	95.9
≥ 0.5 °C	97.7	96.6	96.1	94.0	87.5	38.9	29.3
≥ 0.75 °C	94.6	92.1	89.5	45.5	24.7	10.6	6.7
≥ 1 °C	87.5	72.3	42.3	19.3	5.7	1.6	1.3
≥ 1.25 °C	74.5	29.0	23.7	6.9	0.6	0.3	0.2
≥ 1.5 °C	32.4	14.6	12.8	1.9	0.1	0.1	0.1
≥ 1.75 °C	19.8	7.6	6.9	0.1	0.0	0.0	0.0
≥ 2 °C	11.8	3.9	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Scenario 3 – resultaten per wijk

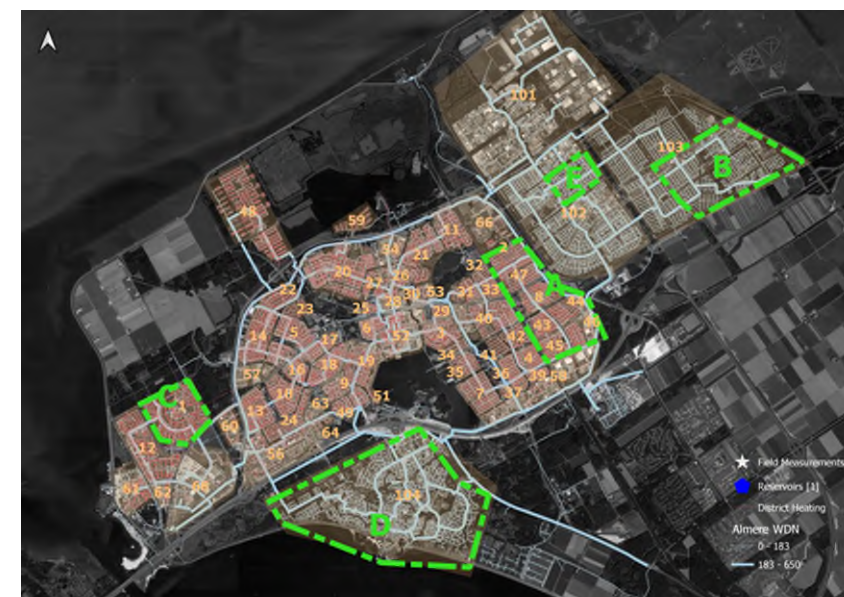
	heel Almere						
	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
$\geq 0^\circ\text{C}$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
$\geq 0.25^\circ\text{C}$	99.5	99.2	99.1	98.5	97.6	96.3	95.9
$\geq 0.5^\circ\text{C}$	97.7	96.6	96.1	94.0	87.5	38.9	29.3
$\geq 0.75^\circ\text{C}$	94.6	92.1	89.5	45.5	24.7	10.6	6.7
$\geq 1^\circ\text{C}$	87.5	72.3	42.3	19.1	5.7	1.6	1.3
$\geq 1.25^\circ\text{C}$	74.5	29.0	23.7	6.9	0.3	0.3	0.2
$\geq 1.5^\circ\text{C}$	32.4	14.6	12.8	1.9	0.1	0.1	0.1
$\geq 1.75^\circ\text{C}$	19.8	7.6	6.9	0.1	0.0	0.0	0.0
$\geq 2^\circ\text{C}$	11.8	3.9	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0

	area D						
	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
$\geq 0^\circ\text{C}$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
$\geq 0.25^\circ\text{C}$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
$\geq 0.5^\circ\text{C}$	99.2	98.6	98.2	95.6	88.9	36.6	29.0
$\geq 0.75^\circ\text{C}$	95.8	92.3	89.7	49.9	28.9	16.2	10.9
$\geq 1^\circ\text{C}$	89.1	79.0	49.1	24.1	12.4	5.0	3.8
$\geq 1.25^\circ\text{C}$	82.2	36.7	28.9	12.9	2.0	2.0	1.1
$\geq 1.5^\circ\text{C}$	41.5	20.5	18.3	6.0	0.8	0.5	0.4
$\geq 1.75^\circ\text{C}$	25.6	13.6	12.0	0.7	0.1	0.0	0.0
$\geq 2^\circ\text{C}$	16.8	7.2	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0

	area E						
	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
$\geq 0^\circ\text{C}$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
$\geq 0.25^\circ\text{C}$	91.6	88.3	86.0	77.1	66.5	53.6	50.3
$\geq 0.5^\circ\text{C}$	72.1	62.6	56.4	46.9	15.6	0.6	0.0
$\geq 0.75^\circ\text{C}$	55.3	46.4	34.1	0.0	0.0	0.0	0.0
$\geq 1^\circ\text{C}$	43.0	7.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
$\geq 1.25^\circ\text{C}$	19.6	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
$\geq 1.5^\circ\text{C}$	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\geq 1.75^\circ\text{C}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\geq 2^\circ\text{C}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Wijk E ligt dichtbij pompstation, en is relatief klein →
korte verblijftijden → invloed is beperkt

Wijk D ligt verder van pompstation en is relatief groot →
lange verblijftijden → invloed is relatief groot



Resultaten WTM+ scenario's – parallelle ligging (scen 3, 4, 5, 6)

Samenvatting:

Als alle drinkwaterleidingen (transport- (TL), en distributie- (DL) parallel liggen is het effect van onderlinge afstand tot 2,5 m “meetbaar”. Wanneer variatie in afstanden (grotere afstanden bij grotere diameters) wordt toegepast of slechts een deel van de drinkwaterleidingen parallel ligt (in 50% van de wijken) lijkt er meer ruimte voor de energietransitie

Toelichting:

TL liggen ver genoeg dat opwarming < 0,25 °C; als DL_{groot} (130-300mm) op grotere afstand liggen dan DL_{klein} (≤130 mm) lijkt er voor DL_{klein} meer ruimte om dichterbij te liggen.

	3b	4a	4b	4c		3c	4d	4e	4f		3d	4g	4h		3e	4i	4j
D ≤ 130 mm	0.50	0.50	0.50	0.50		0.75	0.75	0.75	0.75		1.00	1.00	1.00		1.50	1.50	1.50
130 ≤ D ≤ 300 mm	0.50	1.00	1.50	2.00		0.75	1.00	1.50	2.00		1.00	1.50	2.00		1.50	1.00	2.00
D > 300 mm	0.50	>>	>>	>>		0.75	>>	>>	>>		1.00	>>	>>		1.50	>>	>>
≥ 0 °C	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
≥ 0.25 °C	99.2	93.4	91.0	88.7		99.1	92.1	89.3	86.7		98.5	86.7	83.4		97.6	88.5	81.0
≥ 0.5 °C	96.6	80.7	76.1	71.3		96.1	77.4	71.8	66.3		94.0	64.6	56.9		87.5	62.2	38.3
≥ 0.75 °C	92.1	66.9	58.2	48.8		89.5	59.0	46.8	33.2		45.5	9.8	1.3		24.7	20.4	1.2
≥ 1 °C	72.3	35.5	13.0	7.0		42.3	12.9	1.8	0.0		19.3	1.5	0.0		5.7	8.8	0.0
≥ 1.25 °C	29.0	5.8	0.0	0.0		23.7	4.5	0.0	0.0		6.9	0.0	0.0		0.6	3.8	0.0
≥ 1.5 °C	14.6	1.1	0.0	0.0		12.8	1.1	0.0	0.0		1.9	0.0	0.0		0.1	1.0	0.0
≥ 1.75 °C	7.6	0.0	0.0	0.0		6.9	0.0	0.0	0.0		0.1	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
≥ 2 °C	3.9	0.0	0.0	0.0		3.7	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0

Resultaten WTM+ scenario's – parallelle ligging (scen 3, 4, 5, 6)

Samenvatting:

Als alle drinkwaterleidingen (transport-, en distributie-) parallel liggen is het effect van onderlinge afstand tot 2,5 m “meetbaar”. Wanneer slechts een deel van de drinkwaterleidingen parallel liggen (in 50% van de wijken) of variatie in afstanden (grotere afstanden bij grotere diameters) wordt toegepast lijkt er meer ruimte voor de energietransitie

Toelichting:

Als alleen 50% van de wijken (random verdeeld) een warmtenet heeft, dan kan water opwarmen en weer afkoelen, en is er dus uiteindelijk een beperktere invloed op veel locaties.

	(3) - heel Almere								(5) - alleen wijken met warmtenet						
	0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m		0.25 m	0.5 m	0.75 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m
≥ 0 °C	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
≥ 0.25 °C	99.5	99.2	99.1	98.5	97.6	96.3	95.9		93.5	90.6	88.0	83.6	77.0	61.1	57.3
≥ 0.5 °C	97.7	96.6	96.1	94.0	87.5	38.9	29.3		82.5	75.1	68.0	56.9	33.9	7.3	3.6
≥ 0.75 °C	94.6	92.1	89.5	45.5	24.7	10.6	6.7		69.1	58.3	46.1	13.3	4.5	0.3	0.0
≥ 1 °C	87.5	72.3	42.3	19.3	5.7	1.6	1.3		55.8	29.0	11.5	4.9	0.4	0.0	0.0
≥ 1.25 °C	74.5	29.0	23.7	6.9	0.6	0.3	0.2		40.6	10.6	4.5	1.7	0.0	0.0	0.0
≥ 1.5 °C	32.4	14.6	12.8	1.9	0.1	0.1	0.1		12.7	4.5	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0
≥ 1.75 °C	19.8	7.6	6.9	0.1	0.0	0.0	0.0		7.5	2.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
≥ 2 °C	11.8	3.9	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0		4.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Resultaten WTM+ scenario's – parallelle ligging (scen 3, 4, 5, 6)

Samenvatting:

Als alle drinkwaterleidingen (transport-, en distributie-) parallel liggen is het effect van onderlinge afstand tot 2,5 m

“meetbaar”. Wanneer slechts een deel van de drinkwaterleidingen parallel liggen (in 50% van de wijken) of variatie in afstanden (grotere afstanden bij grotere diameters) wordt toegepast lijkt er meer ruimte voor de energietransitie

Toelichting:

Wanneer korte stukken leidinglengte dichterbij liggen is er merkbare invloed als > 10% van de leidingen op 25 cm afstand ligt, of $\geq 35\%$ op 50 cm afstand.

	3c	(6-I (50 cm)) - heel Almere				(6-II (25 cm)) - heel Almere			
	0.75 m	35%	15%	10%	5%	35%	15%	10%	5%
$\geq 0^\circ\text{C}$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
$\geq 0.25^\circ\text{C}$	99.1	99.2	99.1	99.1	99.1	99.2	99.2	99.2	99.1
$\geq 0.5^\circ\text{C}$	96.1	96.2	96.1	96.1	96.1	96.8	96.3	96.3	96.2
$\geq 0.75^\circ\text{C}$	89.5	90.0	89.9	89.9	89.7	92.3	90.9	90.6	90.0
$\geq 1^\circ\text{C}$	42.3	48.3	44.7	43.7	43.1	63.0	50.0	47.5	44.9
$\geq 1.25^\circ\text{C}$	22.5	25.2	24.4	24.2	23.9	36.3	28.5	26.6	25.0
$\geq 1.5^\circ\text{C}$	12.8	13.3	13.1	12.9	12.9	18.3	15.2	14.3	13.4
$\geq 1.75^\circ\text{C}$	6.9	7.1	6.9	6.9	6.9	10.6	8.5	7.8	7.2
$\geq 2^\circ\text{C}$	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	6.0	4.7	4.2	4.0

Resultaten WTM+ scenario's – diepteligging drinkwater (scen 7)

Samenvatting:

Diepteligging van drinkwaterleidingen heeft groot effect. Minder diep (75 cm) leggen leidt tot sterke opwarming, dieper (1,25 m) leidt tot minder sterke opwarming, en in delen van het leidingnet tot afkoeling (t.o.v. ligging op 1,0 m diepte zonder warmtenet).

Diepteligging van warmtenetten variëren heeft niet zo'n groot effect.

Toelichting:

100% van de leidingen parallel op 75 cm afstand van warmtenetten; variatie in diepte. Kijk vooral naar het verschil.

N.B. diepteligging warmtenetten is alleen in BTM+ doorgerekend, niet met WTM+

	0.75m	1 m (3c)	1.25 m	1.5 m	1.75 m	2.0 m
≥ 0 °C	100.0	100.0	75.6	35.9	15.8	10.6
≥ 0.25 °C	99.5	99.1	54.1	22.5	8.8	5.8
≥ 0.5 °C	98.0	96.1	34.4	8.6	4.1	2.1
≥ 0.75 °C	95.1	89.5	16.7	2.8	1.0	0.6
≥ 1 °C	89.2	42.3	6.2	0.7	0.3	0.1
≥ 1.25 °C	80.6	23.7	0.5	0.1	0.0	0.0
≥ 1.5 °C	67.3	12.8	0.1	0.0	0.0	0.0
≥ 1.75 °C	25.4	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
≥ 2 °C	10.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Resultaten WTM+ scenario's – externe factoren (scen 8)

Samenvatting:

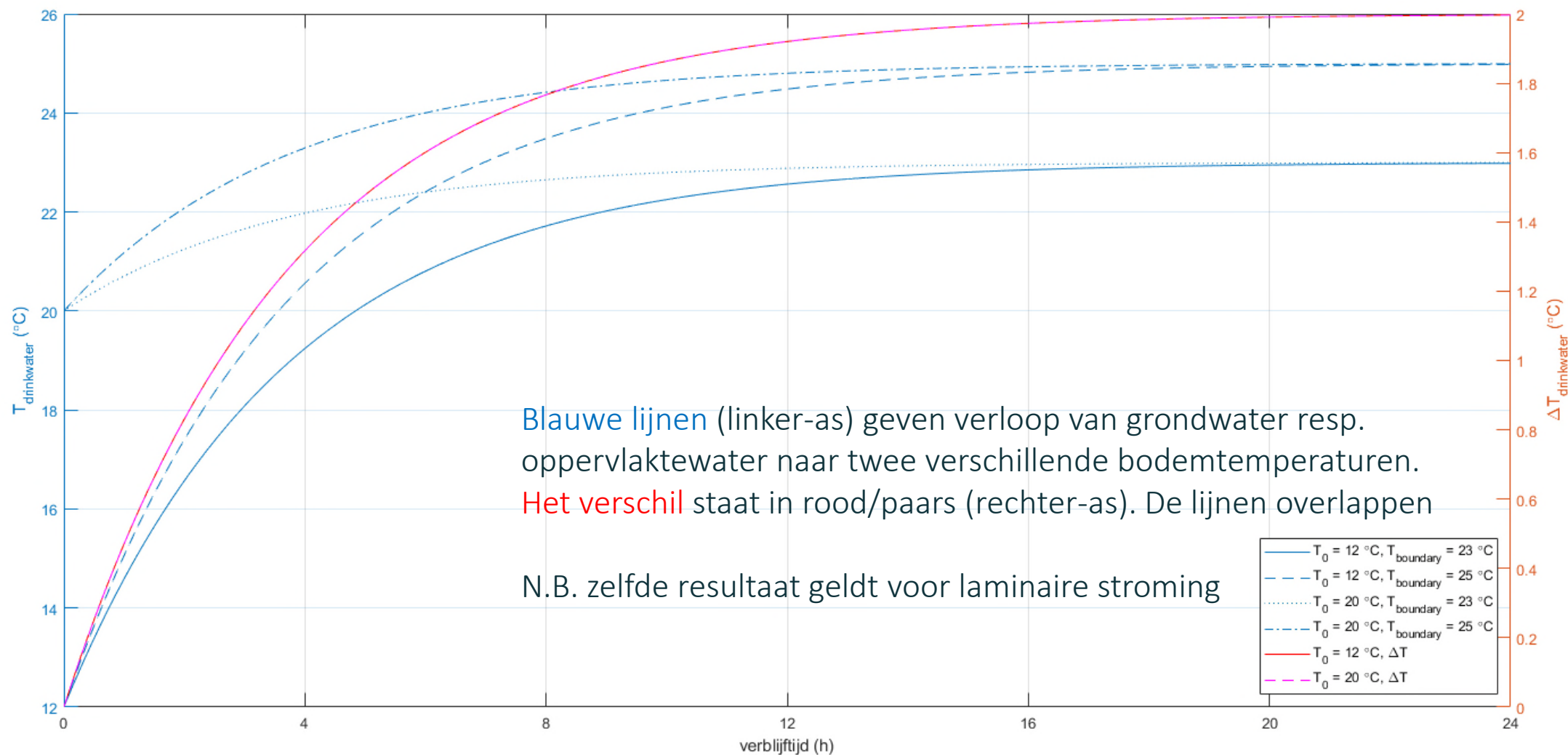
Aan-afvoer van warmtenet omdraaien leidt tot iets hogere temperaturen. Een warmtenet op lagere temperatuur leidt tot minder opwarming van drinkwater. Zorgen voor schaduw of gras boven de drinkwaterleidingen (overal) leidt tot lagere drinkwatertemperaturen. Toekomstscenario's leiden tot veel hogere temperaturen.

Toelichting:

Verschil is ook hier t.o.v. de referentie – 16 sept 2016, geen extra schaduw, onder tegels, geen warmtenet.

	3c	DHN omgedraaid	DHN lage temperatuur	schaduw	onder gras	toekomst
≥ 0 °C	100.0	100.0	100.0	99.9	10.2	100.0
≥ 0.25 °C	99.1	99.2	98.2	57.7	5.6	99.8
≥ 0.5 °C	96.1	96.1	66.3	35.1	2.0	99.4
≥ 0.75 °C	89.5	90.0	42.0	15.5	0.6	98.6
≥ 1 °C	42.3	43.5	23.7	4.5	0.1	97.1
≥ 1.25 °C	23.7	25.3	12.2	0.4	0.0	94.8
≥ 1.5 °C	12.8	14.1	6.0	0.1	0.0	91.7
≥ 1.75 °C	6.9	7.9	2.7	0.0	0.0	88.6
≥ 2 °C	3.7	4.4	0.3	0.0	0.0	85.0

Effect van T_0 – af pompstation: geen effect





Conclusies

Er is ruimte voor warmtenetten in de energietransitie wanneer

- Er van uitgegaan kan worden dat niet alle drinkwaterleidingen een warmtenet dichtbij hebben liggen.
- Er lijkt dan ook ruimte voor korte stukken leiding om dichterbij te liggen. Hiervoor wordt aanbevolen om dit per geval te bekijken.
- De invloed van klimaat, bodemsoort, bodembedekking (incl. diepte) is zeer groot, en moet worden beschouwd.
- We beoordelen alleen temperaturen aan de tap, en niet de temperatuur drinkwater / drinkwaterleiding onderweg (bijv. ter plekke van een kruising). Hier moet wel aandacht voor komen.

KWR

**DANK AAN
ALLE
COLLEGA'S
BIJ KWR**

Wie heeft waar aan bijgedragen:

Mirjam Blokker –
verantwoordelijk onderzoeker.
WTM+ validatie Kralingen en
Almere

Petra Holzhaus –
projectmanager

Quan Pan – WTM+ en
scenario's doorrekenen

Joost van Summeren – BTM+
en validatie Sheffield-tests

Peter van Thienen en Karel
van Laarhoven –
kwaliteitsborging

Luuk de Waal, Claudia
Agudelo-Vera, Jip van Steen –
metingen en analyse Kralingen

Nellie Slaats – oud PM, Claudia
Quintiliani – opzetten WTM+
scenario's



Groningenhaven 7
3433 PE Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



@KWR_Water



KWR



KWR_Water



~
Mirjam Blokker

Mirjam.blokker@kwrwater.nl



~
Quan Pan

Quan.pan@kwrwater.nl



~
Joost van Summeren

Joost.van.Summeren@kwrwater.nl