

Berekening potentieel TED

Achtergronden en uitgangspunten

KWR 2021.053

door

Andreas Moerman (KWR)

Bernard Raterman (KWR)

Anton Voets (Brabant Water/ Netwerk Aquathermie)

10 mei 2021



Auteurs: Andreas Moerman (KWR), Bernard Raterman (KWR), Anton Voets (Brabant Water/
Netwerk Aquathermie)
10 mei 2021

Kwaliteitsborger: Mirjam Blokker (KWR)

KWR 2021.053
Versie 1

Dit project is uitgevoerd als onderdeel van het Innovatieplan WarmingUP. Dit is mede mogelijk gemaakt door subsidie van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in het kader van de subsidieregeling Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP), bij RVO bekend onder projectnummer TEUE819001. WarmingUP geeft invulling aan MMIP-4 – Duurzame warmte en koude in gebouwde omgeving en levert daarmee een bijdrage aan Missie B – Een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050.

[Projectnummer](#)
403185/003

[Keywords](#)
TED, thermische energie, potentieel

[Jaar van publicatie](#)
2021

[Meer informatie](#)
Andreas Moerman
T 030 6069 605
E andreas.moerman@kwrwater.nl

Mei 2021 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, 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.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel document	4
1.3	Begripsbepaling TED	4
1.4	Samenhang met andere WarmingUP-rapporten	5
2	Doel en status TED-kaart in Aquathermieweviewer	6
2.1	Doel TED-kaart	6
2.2	Status TED-gegevens	6
3	Achtergrond drinkwater	7
3.1	Productie en distributie van (drink)water	7
3.2	Temperatuur van drinkwater	8
3.3	TED in relatie tot ongewenste opwarming van drinkwater	9
4	Gegevens en methode	10
4.1	Gebruikte gegevens	10
4.2	Methode	10
5	Uitgangspunten berekening	11
5.1	Warmtebuffer	11
5.2	Volumestroom	11
5.3	Temperatuur	12
5.4	Bedrijfsuren	13
5.5	Ondergrens	13
6	Discussie en lopend onderzoek	14
6.1	Representatie potentieel	14
6.2	Temperatuur	14
6.3	Bedrijfsuren	14
6.4	Informatie lopend onderzoek	15
7	Referenties	16

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen project 3A van het WarmingUP-programma is een (zoveel mogelijk) landsdekkende kaart van het potentieel van aquathermie ontwikkeld; de [Aquathermieviewer](#). Onderdeel van deze kaart is het potentieel van Thermische Energie uit Drinkwater (TED).

1.2 Doel document

Het doel van dit document is inzicht te geven hoe de uitkomsten van het potentieel van TED, zoals weergegeven in de Aquathermieviewer tot stand gekomen zijn en welke uitgangspunten hieraan ten grondslag liggen. Daarnaast geeft het document beknopt de context van distributie van (drink)water weer, waarbinnen TED plaats heeft.

1.3 Begripsbepaling TED

Onder het begrip TED (Thermische Energie uit Drinkwater) wordt thermische energie verstaan waarvan drinkwaterbedrijven (Figuur 1) bronhouder zijn. TED is daarbij onder te verdelen in de volgende brontypen:

- thermische energie uit drinkwater (reservoirs, transportleidingen, distributieleidingen);
- thermische energie uit ruwwater (transportleidingen voor voorgezuiverd ruwwater).



Figuur 1 – Drinkwaterbedrijven in Nederland. Bron: Vewin Drinkwaterstatistieken 2017.

1.4 Samenhang met andere WarmingUP-rapporten

Dit rapport beschrijft alleen de methode en uitgangspunten voor de bepaling van het potentieel van TED. Voor de beschrijving van de techniek van TED-systemen (Rapport “Overzicht en techniek van TED-systemen”) wordt verwezen naar de opbrengsten van project 3C, te vinden [via deze link](#).

WarmingUP-publicaties die nog in ontwikkeling zijn over bijvoorbeeld de effecten van TED en de praktijkprestaties van TED zullen te zijner tijd ook via bovenstaande link toegankelijk zijn.

2 Doel en status TED-kaart in Aquathermieweviewer

2.1 Doel TED-kaart

De kaart heeft als doel om mogelijke lokale kansen voor TED in beeld te brengen en te komen tot een eerste globale inschatting in hoeverre vraag en aanbod van warmte samenvallen. Met dit resultaat kunnen de vragende partij en bronhouder in gesprek gaan over de mogelijkheden en randvoorwaarden van het leveren van warmte of koelcapaciteit vanuit het drinkwater.

2.2 Status TED-gegevens

Er is bewust voor gekozen om het aanbod van TED niet in hoge mate van (geografisch) detail te kwantificeren. Dit om de volgende redenen:

- Technisch: er is nog geen snelle methode om, rekening houdend met bijvoorbeeld seizoenseffecten, de (lokale) drinkwatertemperatuur voor alle drinkwaterleidingen in Nederland representatief weer te geven.
- Maatschappelijk: Vanuit het oogmerk van drinkwaterveiligheid is het niet gewenst om individuele drinkwaterleidingen op een openbare kaart weer te geven.

De kaart beoogt dus een algemeen beeld te geven dat verder aangescherpt kan worden wanneer de vrager in gesprek gaat met het drinkwaterbedrijf.

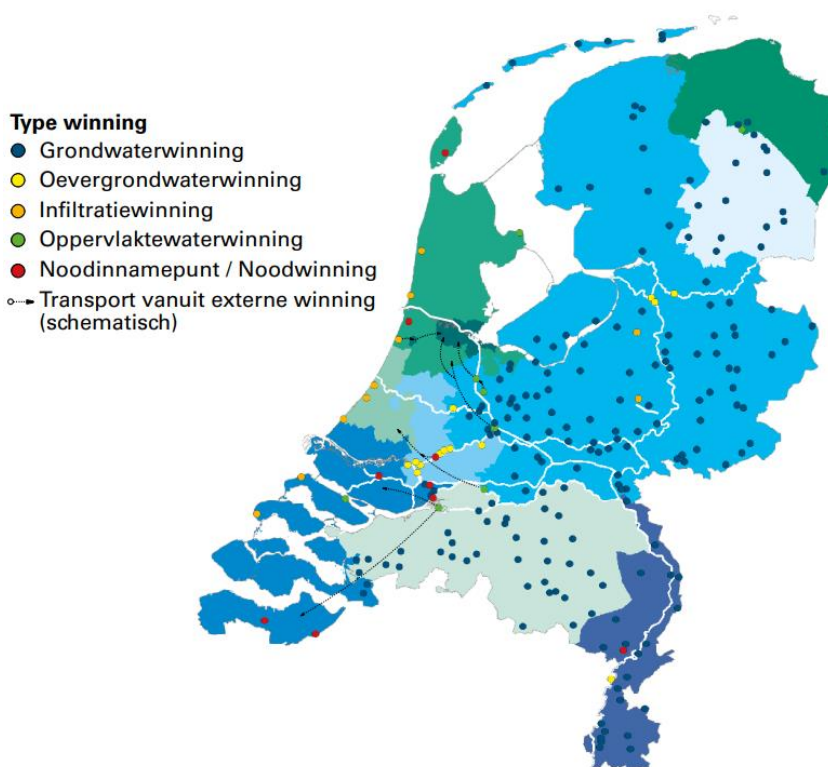
Het feit dat drinkwaterbedrijven als bronhouder gegevens weergeven op de kaart wil niet zeggen dat dit potentieel ook in alle gevallen daadwerkelijk beschikbaar is. De werkelijke beschikbaarheid van thermische energie (in de tijd) is afhankelijk van lokale omstandigheden. De weergegeven waarden moeten daarom niet gezien worden als een gegarandeerd aanbod van warmte vanuit de drinkwatersector, maar als een kans voor levering van duurzame warmte uit drinkwater.

3 Achtergrond drinkwater

3.1 Productie en distributie van (drink)water

Drinkwater wordt in Nederland gemaakt uit grondwater of (geïnfiltreerd) oppervlaktewater (Figuur 2). Na het zuiveringsproces vindt distributie van het drinkwater plaats via een leidingstelsel, bestaand uit transportleidingen (300 – 1500 mm)¹ die het drinkwater transporteren naar een ringstructuur van secundaire leidingen (160 – 300 mm). Deze leidingen voeden weer zogenaamde tertiaire leidingen (< 160 mm) die het water distribueren naar aansluitleidingen naar de klanten. Dit leidingstelsel heeft een totale lengte van ca. 120.000 km in Nederland. In 2019 werd 1.187 Mm³ drinkwater geproduceerd en gedistribueerd (Vewin, 2020).

Al dit water bevat thermische energie die middels een warmtewisselaar uit het water gewonnen kan worden, voordat het water bij de klant aankomt.



Figuur 2 – Overzicht van waterwinningen ten behoeve van drinkwaterproductie. Bron: Vewin Statistiek 2017.

Bij zogenaamde infiltratiewinningen (Figuur 2) is sprake van transport van voorgezuiverd ruwwater vanuit een oppervlaktewaterwinning naar een infiltratiepunt, zoals de Waterleidingduinen bij Amsterdam. Dit gebeurt doorgaans middels grote leidingen en in grote hoeveelheden.

¹ De genoemde spreiding van diameters is een indicatie. Het onderscheid dat wordt beschreven is een functioneel onderscheid, en valt alleen grofweg samen met onderscheid in diameter.

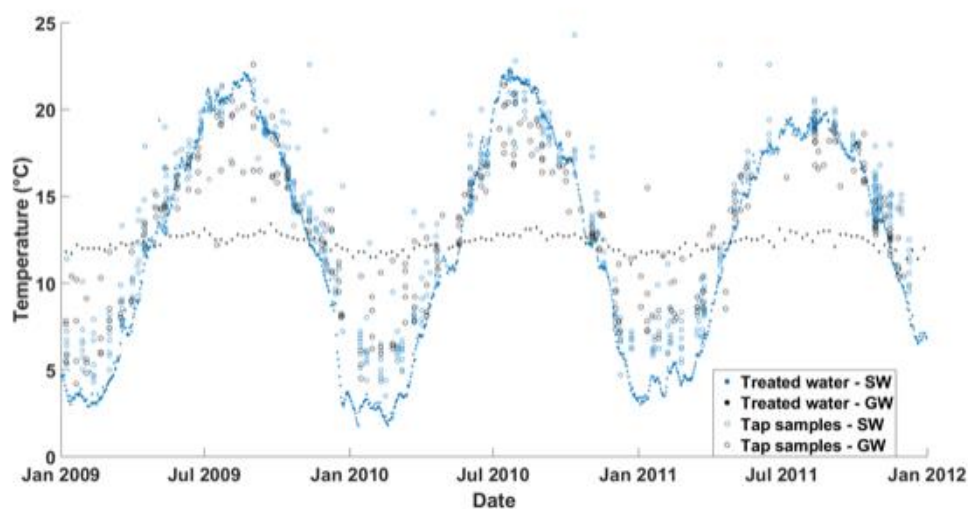
Voor de meeste leidingen geldt dat de volumestromen van drinkwater in het leidingnet gedurende een etmaal sterk fluctueren. Dit komt doordat het drinkwaterverbruik bij de klant de stroming in het leidingnet bepaalt en het drinkwaterverbruik fluctueert sterk over de dag. Voor de meeste leidingen geldt daarom dat er 's nachts bijna geen water door de leiding stroomt, terwijl er 's morgens tussen 7.00 en 8.00 uur en 's avonds tussen 17.00 en 19.00 pieken in volumestromen optreden. Met name de avondpiek is in de zomer nog hoger vanwege o.a. het beregenen van tuinen met drinkwater.

Wanneer zich benedenstrooms van een waterleiding een buffer (reinwaterreservoir genoemd) bevindt, zal deze leiding een meer constante volumestroom hebben omdat het reservoir de fluctuaties benedenstrooms van het buffer opvangt. Een dergelijk constante bedrijfsvoering is doorgaans alleen het geval bij (zeer) grote transportleidingen, bijvoorbeeld voor het transport van grondwater of voorgezuiverd ruwwater naar een zuivering. Reinwaterreservoirs zijn doorgaans op locatie van een drinkwaterzuivering te vinden om een zuiveringsproces zo constant mogelijk te kunnen bedrijven. Op sommige locaties zijn ook reservoirs benedenstrooms van de zuivering te vinden.

3.2 Temperatuur van drinkwater

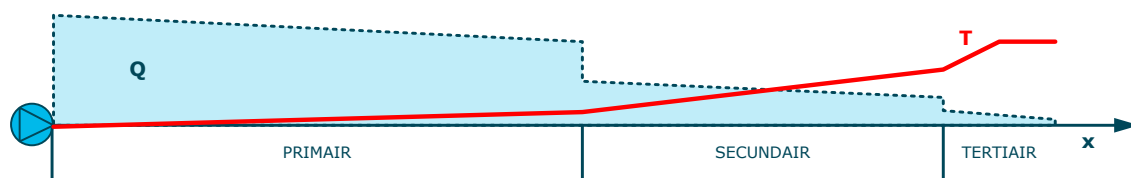
Om de mogelijkheden van TED goed te begrijpen is het allereerst van belang om begrip te hebben van de temperatuur van het drinkwater in het leidingnet tussen bron en klant. De temperatuur van het drinkwater is gedurende het transport in het drinkwaterleidingnet niet constant. Uit onderzoek is gebleken dat het drinkwater de bodemtemperatuur aangenomen heeft wanneer het de klant bereikt. Dit komt door de warmte-uitwisseling met de bodem tijdens het verblijf in het drinkwaterleidingnet. De invloed van de bodem op de drinkwatertemperatuur is het kleinst in grote transportleidingen en het grootst in de kleinere diameter leidingen in het distributienet. Afhankelijk van de bron (grondwater, oppervlaktewater) en het seizoen warmt het drinkwater dus op of koelt het af gedurende het verblijf in het drinkwaterleidingnet. Vanuit het perspectief van warmtelevering betekent dit dat het drinkwaterleidingnet in de zomer fungeert als een 'collector voor bodemenergie', en TED eigenlijk een manier is om bodemenergie te winnen.

Over het algemeen kan worden aangenomen dat het drinkwater dat aankomt bij de klant de bodemtemperatuur rondom de distributieleiding heeft aangenomen. Dit blijkt ook uit vergelijkingen tussen temperatuurmetingen aan de tap, voor zowel drinkwater gemaakt uit oppervlaktewater, als drinkwater gemaakt uit grondwater (Figuur 3, volgende pagina).



Figuur 3 – Resultaat van temperatuurmetingen aan de tap gedurende een jaar. De lijnen geven de brontemperatuur aan gedurende het jaar. Voor grondwaterbronnen (GW) is deze temperatuur redelijk constant, voor oppervlaktewaterbronnen (SW) fluctueert deze temperatuur met de seizoenen. De figuur laat goed zien dat de brontemperatuurverschillen bij de klant (“tap samples”) niet meer merkbaar zijn; de temperatuur van het water dat geleverd wordt aan de klant heeft de temperatuur van de bodem aangenomen (Agudelo Vera *et al.*, 2020).

Voor tertiaire drinkwaterleidingen kan dus aangenomen worden dat het drinkwater de bodemtemperatuur aangenomen heeft. Voor transportleidingen is de temperatuur afhankelijk van de bron (grondwater, oppervlaktewater) en de verblijftijd in het transportnet. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4 – Schematische weergave verloop volumestroom (Q) en temperatuur (T) in het leidingnet tussen (bovenstrooms) het pompstation en (benedenstrooms) de klant uitgaande van een zomerse dag waarbij het drinkwater opwarmt in het leidingnet.

3.3 TED in relatie tot ongewenste opwarming van drinkwater

Zoals uitgelegd in §3.2 is de temperatuur van de bodem bepalend voor de temperatuur waarmee het drinkwater aankomt bij de klant. Door klimaatverandering neemt de gemiddelde temperatuur toe. Als de zomers warmer worden, dan wordt ook de bodem in die zomers warmer. Studies van KWR hebben laten zien dat er in het distributienet hotspots aan te wijzen zijn; locaties waar het warmer is dan gemiddeld. Dit zijn bijvoorbeeld locaties die altijd in de volle zon liggen, onder asfalt of in de buurt van warmtebronnen, zoals warmtenetten. In deze hotspots is er een risico dat de temperatuur van het drinkwater af en toe hoger is dan de wettelijke eis van 25 °C. Door de warme bodem is een eventueel positief koelend effect van een TED-installatie op temperatuur van het drinkwater in de zomer slechts lokaal en tijdelijk. TED is dus geen systematische “bron-tot-kraan-oplossing” voor ongewenste opwarming van drinkwater door enerzijds klimaatverandering en anderzijds bronnen die warmte uitstralen in de bodem zoals (hogetemperatuur)warmtenetten.

4 Gegevens en methode

4.1 Gebruikte gegevens

Om het potentieel van TED te berekenen is gebruik gemaakt van volumestroomgegevens van drinkwaterbedrijven op het niveau van individuele leidingen. Deze vertrouwelijke gegevens zijn door KWR bewerkt om op buurniveau (conform CBS-definitie, 2020) een beeld te geven van het potentieel van TED. Niet alle drinkwaterbedrijven hebben gegevens aangeleverd. Voor de leveringsgebieden van deze bedrijven zijn daarom geen resultaten beschikbaar. Van een enkel drinkwaterbedrijf wordt – op moment van schrijven van dit rapport – nog gegevens verwacht. De resultaten hiervan zullen meegenomen worden in een eerste update van de viewer.

4.2 Methode

Het thermisch vermogen wordt bepaald door de volumestroom en de temperatuur van het drinkwater op een bepaalde locatie en kan als volgt berekend worden:

$$P_{th} = Q_w \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$$

waarin:

P_{th} = het thermisch vermogen in Joule per seconde (Watt);

Q_w = het volumestroom in de waterleiding in kuub per seconde (m³/s);

ρ = het soortelijk gewicht van water; 1000 kg/m³;

c_p = de soortelijke warmte van water; 4186 J/kg.K;

ΔT = het temperatuurverschil dat gerealiseerd kan worden.

Het thermisch vermogen wordt vervolgens omgerekend naar energie per jaar volgens de volgende formule:

$$E_{jaar} = \frac{P_{th} \cdot t \cdot 3600}{1 \cdot 10^9}$$

waarin:

E_{jaar} = energie per jaar (GJ);

t = realiseerbare vollast in uren per jaar.

Bovenstaande berekening is uitgevoerd voor alle individuele leidingen waarvan KWR volumestroomgegevens ontvangen heeft. Om het potentieel op de kaart te zetten en tegelijkertijd recht te doen aan de vertrouwelijkheid van locatiegegevens van drinkwaterleidingen is een GIS-analyse uitgevoerd waarbij voor elke buurt uit de CBS-kaart 2020 bepaald is wat de leiding is met de grootste volumestroom/ potentieel voor thermische energie in die buurt. De waarde van die leiding is vervolgens gekoppeld aan de betreffende buurt.

Met de TED-kaart wordt beoogd een globaal beeld te geven van het TED-potentieel. Daarom zijn de uitkomsten van de berekening (thermische energie) afgerond op hoeveelheden van 100 GJ.

5 Uitgangspunten berekening

5.1 Warmtebuffer

Bij het berekenen van het potentieel van TED is de aanname gedaan dat TED toegepast wordt in combinatie met opslag van warmte. In de meeste gevallen zal dat seizoensopslag zijn in de vorm van een WKO-installatie. Zonder toepassing van een warmtebuffer kan TED alleen warmte leveren wanneer vraag en aanbod van warmte over de dag en in het seizoen samenvallen. Dit ligt om twee redenen in de meeste gevallen niet voor de hand:

- In de meeste situaties geldt dat in de zomer aanzienlijk meer warmte beschikbaar is vanuit TED dan in de winter. Juist in de winter (en het voor- en najaar) is er behoefte aan warmte.
- De volumestromen van drinkwater in het leidingnet fluctueren sterk gedurende de dag (zie §3.1 voor toelichting). Door toepassing van een warmtebuffer kan op elk moment warmte geleverd worden, ook als er geen vraag is. Er moet dus tenminste sprake zijn van een dagbuffer om TED-systemen goed te laten functioneren, tenzij het drinkwatersysteem zelf deze buffer kan leveren in de vorm van een reinwaterreservoir, zoals het geval is bij bestaande TED-systemen in Culemborg (Vitens en ThermoBello, wijk EVA-Lanxmeer) en Hoogeveen (WMD en Equa).

5.2 Volumestroom

Representatieve waarde over de dag

Als representatieve waarde voor de volumestroom over de dag is gekozen voor de gemiddelde volumestroom. Dit is enerzijds een opportune keuze, omdat deze gegevens bij vrijwel elk drinkwaterbedrijf beschikbaar zijn. Tegelijkertijd leidt ontwerpen op basis van deze waarde, in combinatie met toepassing van een warmtebuffer, tot een hoger aantal vollasturen² (en dus een effectievere businesscase) dan wanneer bijvoorbeeld ontworpen zou worden op de maximale volumestroom over de dag³.

Volumestromen op basis van hydraulische modellen

Uitgaande van de aanwezigheid van seizoensopslag van warmte (§5.1) is gekozen voor de gemiddelde volumestroom over de dag op een gemiddelde dag in het jaar⁴ als meest representatieve waarde voor leidingen waarvan geen meetgegevens aangeleverd zijn. Dit zijn in de meeste gevallen leidingen waarvan de volumestroom over de dag bepaald wordt door de benedenstroomse drinkwatervraag bij de klant. De volumestromen in deze leidingen zijn waarden die met een hydraulisch model (zoals EPANET, InfoWorks, Synergi of WaterGems) bepaald zijn.

² Geredeneerd vanuit het aanbod van TED, zonder rekening te houden met systeemkeuzes die het aantal vollasturen negatief kunnen beïnvloeden.

³ De maximale volumestroom op een dag treedt slechts kortstondig op, meestal tijdens de ochtendpiek, maar bijvoorbeeld tijdens de zomer, ook wel tijdens de avondpiek.

⁴ In terminologie van een hydraulisch model betekent dit dat zowel de uurfactor als de dagfactor gelijk zijn aan 1.

Volumestromen op basis van meetgegevens

In geval er meetgegevens van leidingen beschikbaar gesteld zijn is per leiding de gemiddelde volumestroom berekend gedurende de laatst bekende twee jaar uit de meetreeks. Dit blijken doorgaans grote transportleidingen te zijn waarvan de bedrijfsvoering vrij constant is over de dag. Fluctuaties over de dag spelen bij deze leidingen dus (vrijwel) geen rol.

5.3 Temperatuur

De daadwerkelijk winbare temperatuur (ΔT) is afhankelijk van de temperatuur van (1) het drinkwater ter plaatse, (2) de wijze waarop warmte uit het drinkwater gewonnen wordt (systeemkeuze)⁵ en (3) randvoorwaarden aan de maximale en minimale drinkwatertemperatuur.

- 1 *Temperatuur drinkwater.* Deze temperatuur is afhankelijk van de locatie. Hoe verder benedenstrooms (richting de klant) hoe meer deze temperatuur gelijk is aan de temperatuur van de bodem (zie ook toelichting in §3.2). Ter plaatse van de zuivering en in een deel van het transportnet is juist de temperatuur waarmee het drinkwater het leidingnet ingaat meer bepalend en is de invloed van de bodem kleiner.
- 2 *De temperatuur van de tegenstroom, die bepaald wordt door de kenmerken van de gebouwinstallatie (energiecentrale).* Warmte wordt bij een TED-systeem uit het drinkwater gewonnen door gebruik te maken van een dubbelwandige platenwarmtewisselaar (ook wel tegenstroomapparaat of TSA genoemd). De temperatuur van de tegenstroom bepaalt in combinatie met de specificaties van de warmtewisselaar de temperatuurverandering (ΔT) van het drinkwater. De temperatuur van deze tegenstroom wordt bepaald door de kenmerken van de energiecentrale van het gebouw waaraan warmte geleverd wordt. Wanneer de TED-bron zonder tussenkomst van een warmtepomp warmte levert aan de WKO-installatie (regeneratie) kan er gestuurd worden, maar zal de temperatuur van het drinkwater nooit lager dan 1 à 2 °C boven de temperatuur van de koudebron van de WKO worden.
- 3 *Randvoorwaarden drinkwatertemperatuur.* Vanuit het oogmerk van drinkwaterkwaliteit zullen drinkwaterbedrijven randvoorwaarden stellen aan het afkoelen en opwarmen van drinkwater ten behoeve van het leveren van warmte- en koelcapaciteit.

Bovengenoemde punten kunnen niet veralgemeniseerd worden. Als (enigszins conservatieve) waarde voor het temperatuurverschil (ΔT) is, op basis van de huidige praktijk, gekozen voor 2 °C, gemeten over de volledige volumestroom in de leiding.

In praktijk zal een deel van de volumestroom (hierna “deelstroom”) om verschillende redenen via een bypass door de warmtewisselaar stromen, waarbij het temperatuurverschil over deze deelstroom groter zal zijn dan 2 °C. Het verband tussen de deelstroom en de hoofdstroom is daarbij lineair; wanneer 50% van het water door de bypass stroomt en daar bijvoorbeeld 4 °C afkoelt zal de resulterende temperatuur na menging van de deelstroom en de hoofdstroom 2 °C lager zijn dan bovenstrooms van de TED-installatie.

⁵ Dit is een vereenvoudigde weergave, in praktijk is bijvoorbeeld ook de efficiëntie van de warmtewisselaar een factor. Deze wordt verondersteld groot te zijn omdat bij TED zonder voorzuivering gebruik gemaakt kan worden van efficiënte platenwarmtewisselaars.

5.4 Bedrijfsuren

Het aantal bedrijfsuren bepaalt de thermische energie die uiteindelijk geleverd wordt (§4.2). Meestal wordt dit uitgedrukt als “vollasturen”, een representatief getal bij volledige inzet van de capaciteit van de installatie. In praktijk draait een installatie meestal op een deel van de capaciteit.

Het aantal vollasturen wordt in praktijk sterk bepaald door de systeemkeuzes van de TED-installatie en mate waarin de TED-bron fluctueert. Wanneer TED bijvoorbeeld gezien wordt als regeneratie voor een WKO en die WKO de primaire warmtevoorziening is, zal de capaciteit van de TED-installatie (en het daarbij komende aantal vollasturen) sterk afhankelijk van broncapaciteit van die WKO en van het feit wanneer de TED-installatie warmte mag leveren aan de WKO. Dit zijn systeemkeuzes die tijdens het ontwerpproces gemaakt worden en die lastig te veralgemeniseren zijn.

Op basis de huidige TED-systemen (al dan niet met WKO) wordt bedrijfsinzet gedurende één seizoen plus één maand voor/na aangehouden (3+1+1). Uitgaande van de situatie dat er fluctuaties over de dag plaatsvinden in het leidingnet wordt een inzet van 24 uur per etmaal aangenomen. Dit leidt tot $5/12 \times 365 \text{ (dagen)} \times 24 \text{ (uur)} = 3.650 \text{ uur inzet per jaar}$.

5.5 Ondergrens

Voor weergave van het TED-potentieel per CBS-buurt is een ondergrens aangenomen gelijk aan een volumestroom van $10 \text{ m}^3/\text{h}$. Deze ondergrens is gebaseerd op de kleinste TED-installatie waarvan bekend is dat er nog een businesscase mogelijk is. Gecombineerd met de aannames over temperatuur (§5.3) en bedrijfsuren (§5.4) leidt dit tot een ondergrens voor de thermische energie van ong. 300 GJ per jaar. Uitgaande van een jaarlijkse warmtevraag van 40 GJ per woning (bestaande bouw) zijn dit 7-8 woningen.

6 Discussie en lopend onderzoek

6.1 Representatie potentieel

Voor het ontwikkelen van de TED-kaart in de Aquathermieweviewer is, gezien de aard en het doel van de kaart (§2.1), gekozen voor een eenvoudige methode om het potentieel te berekenen (§4.2). Deze methode sluit tevens aan bij de berekening van het TEA-potentieel in de Aquathermieweviewer. Bij deze methode wordt het potentieel bepaald voor elk leidingelement zonder het gehele tracé te beschouwen waarvan dat element een onderdeel is. Er wordt in deze methode geen rekening gehouden met het feit het potentieel over een bepaald leidingtracé eindig is. In de praktijk zal het potentieel over een leidingtracé (afhankelijk van de kenmerken van die leiding) benedenstrooms afnemen, naar mate er bovenstrooms meer warmte gewonnen wordt. Echter, zo lang er geen sprake is van een warmte-onttrekking op enige plek op een bepaald leidingtracé is het potentieel feitelijk overal over dat leidingtracé beschikbaar. Gezien het huidige beperkte aantal TED-systemen leidt deze aanpak op moment van oplevering van de Aquathermieweviewer niet tot grote fouten. Eventuele onjuistheden die in de komende jaren op gaan treden als gevolg van realisatie van nieuwe TED-systemen kunnen voorkomen worden door een tijdige actualisering van de kaart.

6.2 Temperatuur

Het beschikbaar potentieel wordt sterk bepaald door het temperatuurverschil dat gerealiseerd kan worden ter plaatse van een TED-installatie. Bij de ontwikkeling van de TED-kaart in de Aquathermieweviewer is uitgegaan van een winbaar temperatuurverschil van 2 °C (§5.3). In de praktijk is dit temperatuurverschil sterk afhankelijk van lokale parameters én uitgangspunten hoe koud of warm het drinkwater precies mag worden op een bepaalde plek als gevolg van een TED-installatie. KWR heeft een methode ontwikkeld om voor een beperkt gebied een zeer gedetailleerde analyse te maken van het beschikbare potentieel. Binnen WarmingUP wordt gewerkt aan een validatie van deze methode. De methode vergt veel rekenkracht. Binnen WarmingUP wordt daarom ook onderzocht of er eenvoudiger rekenregels op te stellen zijn waarmee sneller een gedetailleerder beeld van het beschikbaar potentieel gemaakt kan worden, met nadruk op de temperatuurverschillen in het leidingnet in de zomer en het effect daarvan op het winbare temperatuurverschil.

Verder vindt er in WarmingUP onderzoek in labomgeving en proeftuin plaats om te bepalen wat effecten van TED-systemen zijn op de microbiologische kwaliteit van het drinkwater. Het is de bedoeling dat op basis van uitkomsten van dit onderzoek beter bepaald kan worden welke systeemkeuzes acceptabel zijn voor toepassing van TED in drinkwatersystemen.

6.3 Bedrijfsuren

Het aantal bedrijfsuren, gevat in een representatief aantal vollasturen (§5.4), is ingeschat op basis van de huidige praktijk. De weergegeven waarden zijn aannames. Zoals uitgelegd in §5.4 kan de werkelijke hoeveelheid uren in de praktijk hoger of lager uitvallen afhankelijk van systeemkeuzes. Afhankelijk van het type leiding (wel/geen volumestroom fluctuaties) is het aangenomen aantal bedrijfsuren mogelijk een relatief hoog aantal. Echter, in combinatie met de conservatief gekozen

waarde voor het temperatuurverschil (§5.3) leidt deze keuze naar verwachting niet tot overschatting van het potentieel. Op basis van de aangeleverde gegevens was het landsdekkend nog niet mogelijk om een onderscheid te maken tussen leidingen waarbij naar verwachting meer of minder bedrijfsuren gemaakt kunnen worden.

Binnen het WarmingUP-programma thema Aquathermie loopt een pilotproject waarin praktijkcijfers van verschillende typen TED-systemen onderzocht worden. Dit heeft mede als doel om de invloed van systeemkeuzes op het realiseerbaar aantal bedrijfsuren te bepalen. De uitkomsten van dit project zijn bruikbaar bij een actualisatie van de TED-kaart in de Aquathermieviewer.

6.4 Informatie lopend onderzoek

Meer informatie over het lopende onderzoek van KWR over Aquathermie binnen het WarmingUP-programma is [hier te vinden](#).

7 Referenties

Agudelo-Vera, C.; Avvedimento, S.; Boxall, J.; Creaco, E.; de Kater, H.; Di Nardo, A.; Djukic, A.; Douterelo, I.; Fish, K.E.; Iglesias Rey, P.L.; Jacimovic, N.; Jacobs, H.E.; Kapelan, Z.; Martinez Solano, J.; Montoya Pachongo, C.; Piller, O.; Quintiliani, C.; Ručka, J.; Tuhovčák, L.; Blokker, M. (2020), *Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities*. Water 2020, 12, 1049. <https://doi.org/10.3390/w12041049>

Geudens, P.J.J.G; van Grootveld, J. (2017). *Drinkwaterstatistieken 2017*. Vewin, Den Haag.

Vewin (2019). *Kerngegevens Drinkwater 2020*. Vewin, Den Haag.

Adres

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht

Postadres

Postbus 80015
3508 TA Utrecht

Telefoon

088 866 42 56

E-mail

contact@warmingup.info

Website

www.warmingup.info