

**Operationele
ontwerphandleiding
Thermische Energie uit
Drinkwater (TED)**

KWR 2022.002



Frank Oesterholt, Andreas Moerman

2 februari 2022

Kwaliteitsborger: Mirjam Blokker

KWR 2022.002

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
KWR 403185/003

Keywords
Aquathermie, TED, ontwerprichtlijnen

Jaar van publicatie
2022

Meer informatie
Frank Oesterholt
T 030 60 69 575
E frank.oesterholt@kwrwater.nl

Februari/2022 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, 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.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Context	4
1.2	Doelgroep	4
1.3	Status	4
1.4	Leeswijzer	4
1.5	Begripsbepaling TED	5
1.6	Samenhang met andere WarmingUP-publicaties	5
2	Achtergrond TED	6
2.1	Generiek beeld TED-systeem	6
2.2	TED-configuraties	7
3	Operationele ontwerphandleiding TED	8
3.1	Algemene ontwerprichtlijnen	8
3.2	Ontwerprichtlijnen bypass drinkwaterzijdig	9
3.3	Ontwerprichtlijnen warmtewisselaar	11
3.4	Ontwerprichtlijnen leveringszekerheid	12
3.5	Ontwerprichtlijnen voor toetsing benedenstroomse temperatureffecten van TED-systemen	13
3.6	Opschalen van TED-systemen	14
3.7	Onderhoudsrichtlijnen	15
4	Referenties	17

1 Inleiding

1.1 Context

TED (Thermische Energie uit Drinkwater) wordt al sinds ongeveer 15 jaar toegepast in Nederland. Met de toenemende aandacht voor TED (en aquathermie in het algemeen) komt er meer behoefte aan kennis over opschaling van TED in combinatie met de primaire taak van drinkwaterbedrijven; het leveren van drinkwater met onberispelijke kwaliteit. In het [WarmingUP-programma](#) werkt KWR samen met andere partijen aan kennisontwikkeling over aquathermie. Naast kennisontwikkeling is er ook behoefte aan het bundelen van bestaande kennis.

Dit document is opgesteld binnen het kader van [project 3C in het WarmingUP-programma](#) en geeft een overzicht van de belangrijkste ontwerprichtlijnen voor TED systemen.

1.2 Doelgroep

TED-aquathermiesystemen worden in opdracht van drinkwaterbedrijven ontworpen en gebouwd door derden (adviesbureaus, installateurs). De drinkwaterbedrijven moeten tijdens het realisatieproces controle houden op een juiste uitvoering. Dit document is daarom bedoeld als een operationele handreiking gemaakt voor zowel partijen die TED-aquathermiesystemen ontwerpen en aanleggen (adviesbureaus, installateurs) alsook voor opdrachtgevers (drinkwaterbedrijven).

1.3 Status

Dit document is opgesteld door KWR en geborgd door leden van de [Begeleidingsgroep Aquathermie](#) uit de drinkwatersector. Dit document moet gezien worden als een startdocument en heeft niet de status van een Praktijkcode Drinkwater (PCD).

1.4 Leeswijzer

Om de lezer zicht te geven op de achtergrond van TED is allereerst een korte inleiding over TED-systemen opgenomen (hoofdstuk 2) waarna in hoofdstuk 3 ontwerprichtlijnen opgenomen zijn. Toepassing van TED zal op geen enkele manier de drinkwaterkwaliteit negatief mogen beïnvloeden. Dit betekent dat sommige ontwerprichtlijnen moeten worden beschouwd als harde voorwaarden voor toepassing van TED. Dit is in de tekst duidelijk gemaakt door achter een richtlijn op te nemen dat het gaat om een "harde eis". Andere richtlijnen moeten opgevat worden als advies. In dit document is zoveel mogelijk verwezen naar bestaande codes, richtlijnen of normen zoals de [Praktijkcodes drinkwater \(PCD\)](#) en de [Waterwerkbladen](#).

1.5 Begripsbepaling TED

Onder het begrip TED wordt thermische energie verstaan waarvan drinkwaterbedrijven bronhouder zijn. TED is daarbij onder te verdelen in de volgende brontypen:

- a) Thermische energie uit drinkwater (transport- en distributieleidingen, reinwaterreservoirs);
- b) Thermische energie uit transportleidingen voor voorgezuiverd ruwwater.

1.6 Samenhang met andere WarmingUP-publicaties

Dit rapport beschrijft de ontwerprichtlijnen voor TED-systemen.

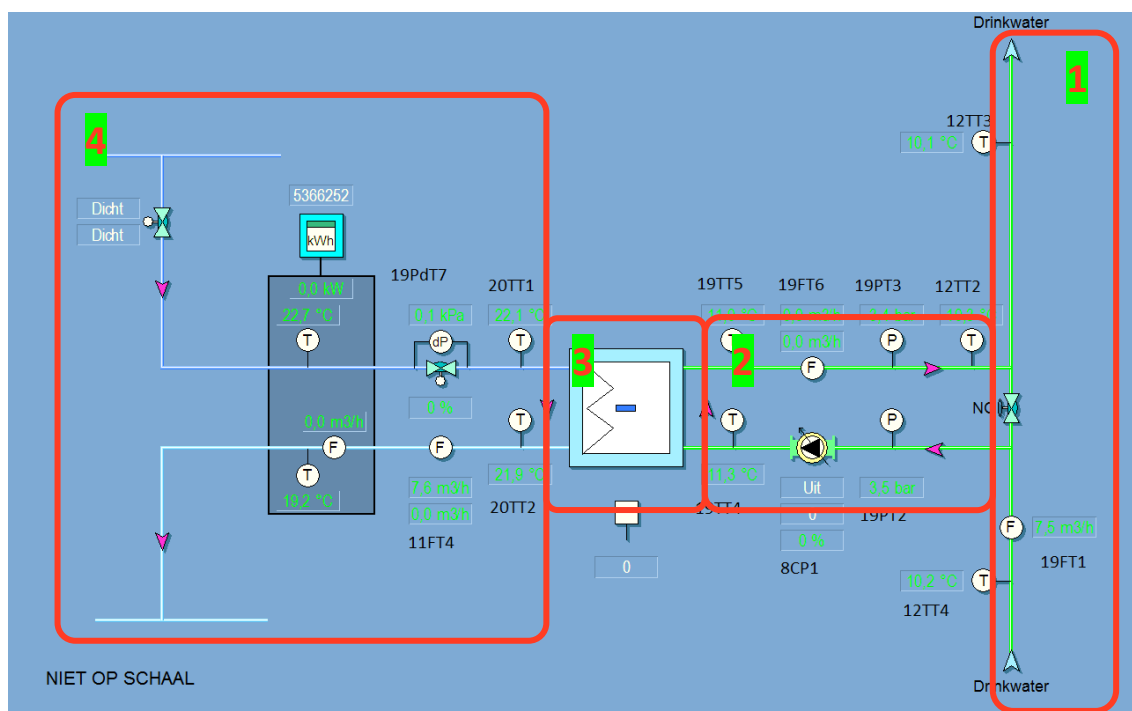
- Voor de bepaling van het potentieel van TED wordt verwezen naar het rapport 'Berekening potentieel TED; Achtergronden en uitgangspunten' op de [WarmingUP-website](#).
- Voor een beschrijving van TED-systemen en -configuraties en -kentallen wordt verwezen naar het rapport 'Aquathermie configuraties' op de [WarmingUP-website](#).
- Voor alle veel gestelde vragen en antwoorden over TED zie de Q&A Aquathermie en Thermische Energie uit Drinkwater (TED) op de [KWR-website](#).

2 Achtergrond TED

2.1 Generiek beeld TED-systeem

De belangrijkste bouwstenen voor een TED-systeem zijn (zie ook Figuur 1):

1. De TED-bron;
2. De toevoer en afvoer van drinkwater naar de warmtewisselaar (primair circuit);
3. De warmtewisselaar in het drinkwatersysteem;
4. De koppeling met een warmtenet of een WKO-systeem (secundair circuit).



Figuur 1 – Principeschema van een TED-systeem in praktijk waarbij de bron een drinkwaterleiding is. De nummers corresponderen met de opsomming boven de figuur. Bron: Moerman, A. *et al.* (2019).

Er zijn verschillende potentiële thermische bronnen in het drinkwatersysteem. De belangrijkste bronnen qua omvang van het thermisch potentieel zijn reinwaterreservoirs, transportleidingen en ruwwatertransportleidingen (vooral leidingen die voorbehandeld oppervlaktewater transporteren, bijvoorbeeld naar de duinen).

Voor een bredere achtergrond van TED en drinkwaterdistributie in Nederland zie het rapport 'Berekening potentieel TED; Achtergronden en uitgangspunten' op de [WarmingUP-website](#).

De koppeling met een thermische bron in het drinkwatersysteem wordt in de praktijk gerealiseerd met een bypass (Figuur 1). De belangrijkste reden hiervoor is om onderhoud te kunnen doen aan het TED-systeem, zonder dat dit invloed heeft op de bedrijfsvoering van het drinkwaterleidingnet (primaire taak drinkwaterbedrijf). Via deze bypass passeert een deel van de volumestroom uit de leiding de warmtewisselaar, waarbij het water afkoelt (warmtelevering) of opwarmt (levering van

koelcapaciteit). Na passage van de bypass mengt de deelstroom weer met de hoofdstroom waarbij de (in de bypass opgelegde) temperatuurverandering kleiner wordt door menging van water uit de deelstroom en de hoofdstroom. De temperatuurveranderingen (ΔT) ter plaatse van de warmtewisselaar (deelstroom) en na menging van de deelstroom (uit de bypass) met de hoofdstroom zullen door het drinkwaterbedrijf worden gelimiteerd vanuit het oogpunt van drinkwaterkwaliteit.

Door de schone drinkwatermatrix is voorzuivering voor de warmtewisselaar (bijvoorbeeld door middel van filtratie) niet nodig. Dit in tegenstelling tot andere aquathermie-soorten; Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) en Thermische Energie uit Afvalwater (TEA). Dit geldt ook voor ruwwaterleidingen die voorbehandeld oppervlaktewater transporteren (bijvoorbeeld naar de duinen). Die voorbehandeling is veelal fysisch-chemisch van aard en richt zich vooral op de verwijdering van niet opgeloste bestanddelen uit het oppervlaktewater. Het water is door deze voorbehandeling biologisch wel minder stabiel dan drinkwater wat mogelijk kan leiden tot meer biofilmvorming in de warmtewisselaar en meer frequent onderhoud in ruwwaterleidingen dan in drinkwaterleidingen

2.2 TED-configuraties

De mogelijke configuraties voor een TED-systeem zijn weergegeven in Tabel 1. In theorie zijn er 12 unieke configuraties mogelijk (3 bronnen x 4 secundaire koppelingen). In algemene zin geldt dat er voor kleine drinkwaterdistributieleidingen (< 160 mm) geen businesscase mogelijk is omdat de volumestromen in deze leidingen relatief klein zijn en daarnaast sterk fluctueren over de dag.

Tabel 1 – Overzicht meest generieke TED-configuraties (totaal 12 mogelijkheden).

Bron	Primaire koppeling	Warmtewisselaar	Secundaire koppeling
Transportleiding drinkwater	Bypass	Platenwarmte-wisselaar (dubbelwandig)	warmtenet
Distributieleiding drinkwater			koudenet
Transportleiding ruwwater (voorbehandeld (oppervlakte)water)			warmtenet + WKO
			koudenet + WKO

Voor een breder overzicht van bestaande TED-systemen en –configuraties wordt verwezen naar het rapport ‘Aquathermie configuraties’ op de [WarmingUP-website](#).

3 Operationele ontwerphandleiding TED

3.1 Algemene ontwerprichtlijnen

1. *Waarborgen integriteit drinkwaterlevering en drinkwaterkwaliteit (harde eis)*
2. *Hydraulische eenvoud staat voorop met sturing op uitgaande temperatuur drinkwater primaire zijde (harde eis).*
3. *Alle toegepaste materialen (drinkwaterzijdig) moeten zijn voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring (harde eis).*
4. *In ontwerp rekening houden met toegankelijkheid van de onderdelen.*

Integriteit drinkwaterlevering

De aanleg en het gebruik van een TED-systeem mag onder geen beding de levering van drinkwater 24/7 in gevaar brengen. Daarnaast mag de aanleg en het gebruik van een TED-systeem de drinkwaterkwaliteit niet zodanig beïnvloeden dat niet meer aan de eisen uit het Drinkwaterbesluit kan worden. Deze richtlijn heeft consequenties voor de contractvorm en de afspraken die gemaakt worden in het contract tussen bronhouder (drinkwaterbedrijf) en afnemer van warmte- of koelcapaciteit; het leveren van warmte- of koelcapaciteit mag contractueel niet leidend zijn boven de primaire taak van het drinkwaterbedrijf, zoals verwoord in de Drinkwaterwet.

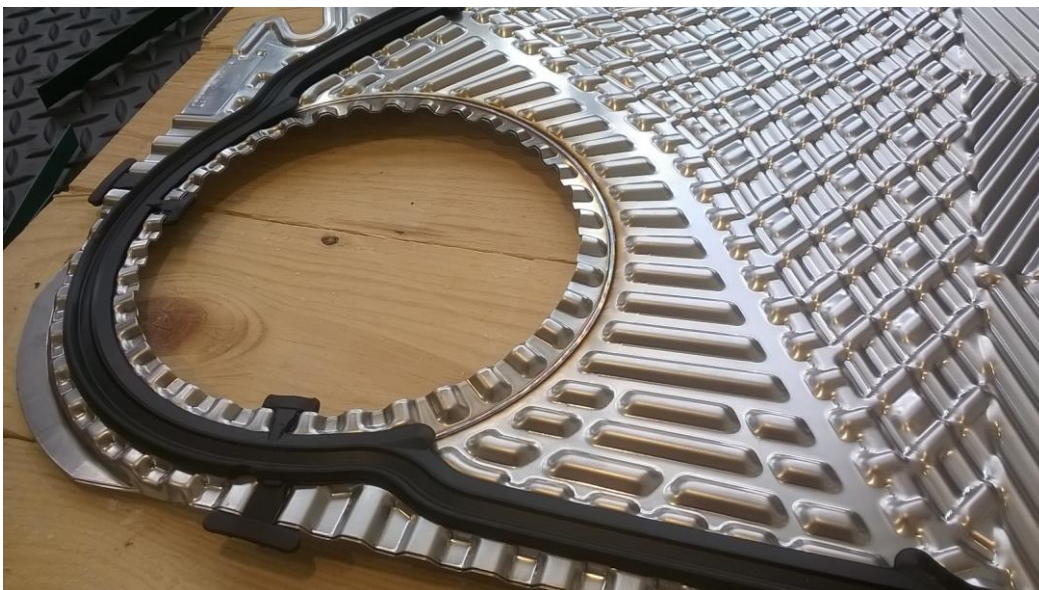
Hydraulische eenvoud

In algemene zin is het belangrijk om een TED-systeem zo simpel mogelijk uit te voeren waarbij hydraulische eenvoud¹ voorop moet staan en waarbij standaard wordt gestuurd/gemonitord op uitgaande temperatuur van het drinkwater aan de primaire zijde (drinkwaterleidingnet).

Gebruik van materialen in contact met drinkwater

Alle materialen voor leidingelementen, inclusief afdichtingen, die in contact (kunnen) komen met drinkwater moeten zijn voorzien van een door de wetgever erkende kwaliteitsverklaring zoals voorgeschreven in de *Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (PCD-3)*, bijvoorbeeld een Kiwa Water Mark (voorheen Kiwa-ATA; Attest Toxicologische Aspecten).

¹ Hydraulische eenvoud wil zeggen zo weinig mogelijk bochten, koppelingen, kleppen, pompen en diameterovergangen.



Figuur 2 – Alle materialen die drinkwaterzijdig worden toegepast in een TED-systeem moeten zijn voorzien van een door de Wetgever erkende kwaliteitsverklaring. Ter illustratie is hier een foto opgenomen van een (nog niet gebruikte) plaat uit een warmtewisselaar van een bestaand TED-systeem waarin verschillende materialen, zoals RVS-platen en EPDM-pakkingen zijn toegepast.

Toegankelijkheid

Bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met de ergonomie van de installatie. Dat betekent dat alle onderdelen goed toegankelijk moeten zijn voor inspectie en onderhoud en dat vooral voor het openen en onderhouden van de warmtewisselaar voor voldoende ruimte moet worden gezorgd. Dit is niet alleen van belang voor het eenvoudiger en doelmatiger kunnen uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden maar ook voor de veiligheid, in het geval de ruimte moet worden geëvacueerd. Op basis van de ervaringen met de TED-installatie van Waternet bij Sanquin in Amsterdam is concreet aanbevolen om rond de apparatuur een vrije bewegingsruimte aan te houden van ten minste 800 mm (City-Zen rapport, 2019). Verder moet bij het ontwerp van de ruimte worden overwogen om te voorzien in een takelmogelijkheid zodat (op termijn) onderdelen eenvoudig zijn weg te takelen.

3.2 Ontwerprichtlijnen bypass drinkwaterzijdig

1. *Voorzie de bypass van afsluiters. Zorg dat het systeem volledig kan worden gedraind. Het af te sluiten deel van de bypass moet kunnen worden gespoeld met drinkwater en/of met een reinigings- of desinfectiemiddel. Verder moeten voorzieningen voor monsterneming zijn opgenomen (harde eis).*
2. *Houd leidinglengtes van de bypass drinkwaterzijdig zo kort mogelijk.*
3. *Bouw voorzieningen in om lange stilstand van water in de bypass en warmtewisselaar te voorkomen (harde eis).*
4. *Automatiseer het spuien en spoelen van leidingen en warmtewisselaar na bepaalde periode van stilstand.*
5. *Stuur de pomp in de bypass op de temperatuur in de hoofdstroom. De netto temperatuurverlaging- of verhoging van het drinkwater in de hoofdstroom blijft hierdoor (zoveel mogelijk) constant.*

6. *Houd rekening met de maximaal toegestane druk in de bronleiding en vermijd drukstoten en – schommelingen.*

Benodigde appendages in bypass

De bypass dient te worden voorzien van afsluiters zodat de thermische koppeling (warmtewisselaar) buiten het drinkwaternet gesloten kan worden wanneer dit, om welke reden dan ook, noodzakelijk zou zijn. Het afgesloten deel moet volledig kunnen worden gedraind. Er moeten voorzieningen worden getroffen zodat het afgesloten deel kan worden gespoeld met drinkwater, met een reinigingsmiddel of een desinfectiemiddel. In de bypass moeten voorzieningen worden aangebracht waarmee het water in de bypass kan worden bemonsterd; zowel voor als na de warmtewisselaar.

Bij de aanleg, bij het in bedrijf nemen én bij het onderhoud van TED-systemen moeten de algemene richtlijnen voor de beheersing van de veiligheid van drinkwater in acht worden genomen. Deze richtlijnen zijn opgenomen in de *Hygiëncode Drinkwater (deel 1 Algemeen)*, [PCD 1-1](#) uit november 2020. Deze richtlijnen hebben onder andere betrekking op persoonlijke hygiëne tijdens de werkzaamheden, algemene hygiënerichtlijnen voor toepassing van (leiding)materialen, gereedschap, materieel en andere middelen bij werkzaamheden, richtlijnen voor het desinfecteren van gereedschap en/of onderdelen en de daarvoor geschikte desinfectiemiddelen, richtlijnen voor monsterneming en kwaliteitsbeoordeling en opleidingseisen voor medewerkers. Voor TED-systemen die worden aangelegd op drinkwaterproductielocaties of in het distributienet bestaan aanvullende richtlijnen die zijn vastgelegd in de *Hygiëncode drinkwater – Drinkwaterbereiding (PCD 1-3)* respectievelijk de *Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (PCD 3)*.



Figuur 3 – De bypass moet worden voorzien van een afsluiter. Bij de aanleg moet hygiënisch worden gewerkt.

Lengte bypass

Vanuit het perspectief van drinkwaterkwaliteit moeten de leidinglengtes van de bypass zoveel mogelijk beperkt worden door de warmtewisselaar te plaatsen nabij de drinkwaterproductielocatie of de ruwwater- of drinkwaterleiding. De warmte wordt vervolgens verder getransporteerd via een secundair leidingnet (warmtenet met aanvoer- en retourleiding) dat door de warmtewisselaar fysiek gescheiden is van het drinkwaterleidingnet.

Voorkomen en mitigeren stilstand

Een belangrijk risico is stilstand in de warmtewisselaar bij het ontbreken van een thermische vraag. In algemene zin is stilstand van water ongewenst. Bij stilstand in een warme omgeving, denk aan een technische ruimte, kan drinkwater in het TED-systeem lokaal opwarmen tot ongewenste hoge temperaturen die de groei van opportunistische pathogenen zou kunnen bevorderen. In algemene zin zou als voorwaarde moeten worden gesteld dat de inhoud van dat deel van het systeem dat bij stilstand niet wordt doorstroomd ten minste elke 24 uur wordt gespuid en ververs. Bij hoge ruimtetemperaturen (>25 °C) zou dat moeten worden verkort tot ten minste eens per 12 uur. Het is in de praktijk wenselijk dat hier automatisch op wordt gestuurd door middel van realtime control (RTC).

Monitoren temperatuur en sturing pomp

De pomp in de bypass kan aangestuurd worden door te monitoren op de temperatuur van het drinkwater in de hoofdstroom. Dit is de stroming in de drinkwaterleiding die als bron fungeert (onderdeel 1 in Figuur 1). De ΔT in de hoofdstroom kan gehandhaafd worden door (a) zachter te pompen wanneer de volumestroom in de voedende leiding afneemt en (b) harder te pompen wanneer de volumestroom in de voedende leiding toeneemt. Kortsluitstroming (het rondpompen van water in de bypass) wordt hiermee automatisch voorkomen. In geval van een kortsluitstroming zal de temperatuur voor de warmtewisselaar nagenoeg gelijk zijn aan de temperatuur na de warmtewisselaar; de thermische uitwisseling komt in dat geval tot stilstand. Dit betekent dat bij een zeer lage volumestroom in de voedende leiding (bijvoorbeeld 's nachts) de levering van warmte of koude automatisch tot stilstand zal komen.

Drukeis bypass

Voor het ontwerp van de (circulatie)pomp in de bypass drinkwaterzijdig is de maximaal toegestane druk ter hoogte van de bronleiding van belang. Daarnaast moeten drukstoten en drukschommelingen worden vermeden, bijvoorbeeld door afsluiters of kleppen niet te snel te laten sluiten, zoals voorgeschreven in de Praktijkcode Drinkwater 'Afsluiterbeheer' ([PCD-15](#)).

3.3 Ontwerprichtlijnen warmtewisselaar

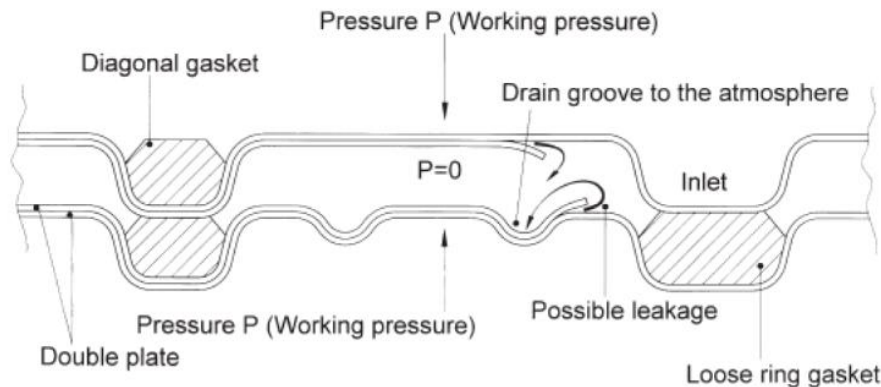
1. *Pas dubbelwandige warmtewisselaars toe (harde eis).*
2. *Pas een opvangbak met lekdetectie toe onder de warmtewisselaar (harde eis).*
3. *Pas een hogere druk toe in het primaire circuit (harde eis).*
4. *Zorg voor drukmeters voor en na de warmtewisselaar in zowel het primaire en secundaire circuit.*

Warmtewisselaar

Een generieke voorwaarde voor TED is de toepassing van dubbelwandige platenwarmtewisselaars. Dit betreft een voorschrift uit [Waterwerkblad 4.4B](#) (Artikel 10) dat, gezien de generieke vorm, ook van toepassing is op TED-systemen. Bij een dubbelwandige platenwarmtewisselaar bestaat elke plaat uit een geheel van twee dicht opeen samengeperste (RVS-)platen die een zeer smalle luchtopening hebben naar de buitenzijde, zie Figuur 4. Zodra er lekkage ontstaat in één van de platen zal er water waargenomen kunnen worden aan de buitenzijde van de warmtewisselaar. Aangezien er sprake is van een dubbelwandige platenwisselaar is er in een dergelijk geval nog geen sprake van contaminatie van het drinkwater.

Omdat toegang tot het inwendige van de warmtewisselaar voor onderhoud, reiniging en visuele inspectie wenselijk is, wordt geadviseerd om 'plate-and-frame' platenwarmtewisselaars te gebruiken met pakkingen en geen hardgesoldeerde platenwarmtewisselaars of andere gesloten typen wisselaars.

N.B. ook vanwege de efficiëntie van warmteoverdracht zijn platenwarmtewisselaars te prefereren boven andere typen warmtewisselaars, zoals 'buis-in-buis'.



Figuur 4 – Schematische weergave (doorsnede) van twee dubbelwandige platen. Bron: <https://www.spiralex.nl/wp-content/uploads/2018/02/Datasheet-Safeplate-dubbelwandig.pdf>

Lekdetectie

Door middel van een opvangbak (incl. afvoer) met lekdetectie kan een automatisch signaal gegeven worden naar het systeem dat de TED aanstuurt. Door een koppeling tussen de lekdetectie en de aansturing van de circulatiepomp kan het systeem worden uitgeschakeld wanneer er sprake zou zijn van een lekkage in de warmtewisselaar.

Hogere druk in primaire circuit

Dit betreft een extra beveiliging die moet voorkomen dat bij lekkage aan beide zijden van de warmtewisselaar water vanuit het secundaire circuit in het drinkwaterdeel wordt gedrukt. In verband met deze eis van overdruk drinkwaterzijdig kan het nodig zijn om de installatieruimte ten opzichte van het maaiveld verlaagd aan te leggen.

Drukmonitoring

Om toename van weerstand (met als uiterste gevolg verstopping) in de warmtewisselaar te kunnen meten dienen drukopnemers te worden aangebracht voor en na de warmtewisselaar in zowel het primaire als secundaire circuit. Hiermee kan de noodzaak voor onderhoud van de warmtewisselaar vastgesteld worden.

3.4 Ontwerprichtlijnen leveringszekerheid

1. Tref back-up voorzieningen in eerste instantie aan de secundaire zijde.
2. Maak indien mogelijk een koppeling met een seizoen buffer.

Een volledige back-upvoorziening bij drinkwater als thermische bron zou betekenen dat de warmtewisselaar dubbel wordt uitgevoerd. Buiten het feit dat dit tot een hoge investering leidt, brengt een extra bypass met warmtewisselaar ook weer extra risico's met zich mee ten aanzien van

drinkwaterkwaliteit (langere stilstand, noodzaak van schakelingen, meer onderhoud). Hoewel dit niet wordt beschouwd als een harde eis (een back-up voorziening drinkwaterzijdig kan in principe veilig worden uitgevoerd), ligt het meer voor de hand om back-upvoorzieningen te treffen aan de secundaire zijde. Het koppelen van een TED-systeem aan een seizoen buffer, bijvoorbeeld in de vorm van een WKO, geeft in dat opzicht belangrijke voordelen als het gaat om redundantie en leveringszekerheid van thermische energie. Concreet zorgt een dergelijke buffer ervoor dat het drinkwaterbedrijf niet momentaan een minimaal vermogen hoeft te leveren, maar dat dit vermogen mag variëren over de tijd (bijvoorbeeld als gevolg van de fluctuerende drinkwatervraag).

3.5 Ontwerprichtlijnen voor toetsing benedenstroomse temperatureffecten van TED-systemen

1. *Controleer tijdens de ontwerpfase van TED-systemen de nivellering van de opgelegde temperatuurverandering benedenstrooms van het TED-systeem en eventuele gevolgen daarvan voor CO₂-emissies.*
2. *Controleer tijdens de ontwerpfase – wanneer sprake is van meerdere TED-systemen in serie – in hoeverre deze systemen elkaar kunnen beïnvloeden.*

Toetsing van toename CO₂-emissie

Door warmtewinning neemt de temperatuur van het drinkwater af. Deze temperatuurverandering wordt benedenstrooms van een TED-systeem langzaam opgeheven (nivellering) door de invloed van warmte in de bodem op het drinkwater in de leiding. Deze nivellering is voor een punt x benedenstrooms van het TED-systeem afhankelijk van:

- De verblijftijd tussen het TED-systeem en punt x (afhankelijk van afstand tot punt x, diameter en volumestroom als gevolg van de drinkwatervraag);
- De thermische invloed van de leiding op de bodem en andersom (afhankelijk van veel factoren, waaronder de diameter, volumestroom (in de tijd), bodemsoort, etc.).

In het rapport 'Berekening potentieel TED; Achtergronden en uitgangspunten' (beschikbaar op de [WarmingUP-website](#)) is een uitgebreidere toelichting van dit proces gegeven.

Een lagere drinkwatertemperatuur bij een klant benedenstrooms van een TED-systeem zou tot extra CO₂-emissie kunnen leiden voor het deel van drinkwater dat opgewarmd wordt voor warmtapwaterbereiding (ongeveer 60% van het huishoudelijk drinkwaterverbruik). Hoewel deze extra emissie per huishouden marginaal is (zie ook de Q&A op de [KWR-website](#)) kan de totale extra emissie (van alle huishoudens benedenstrooms van het TED-systeem samen) oplopen tot enkele procenten van de totale CO₂-besparing. Het wordt aanbevolen om de eventuele toename van CO₂-emissie te toetsen tijdens het ontwerp van een TED-systeem. Hiervoor zijn bij KWR-tools beschikbaar.

TED-systemen in serie op hetzelfde tracé

De mate waarin TED-systemen in serie toegepast kunnen worden is afhankelijk van de mate waarin de opgelegde temperatuurverandering na een TED-systeem genivelleerd wordt in het leidingnet benedenstrooms van het TED-systeem, voordat het drinkwater de volgende installatie bereikt. Deze nivellering is afhankelijk van de punten genoemd in de paragraaf hierboven. Inmiddels zijn er bij KWR-tools beschikbaar waarmee de nivellering van de opgelegde temperatuurverandering berekend kan worden.

TED-systemen in serie op hetzelfde leidingtracé kunnen elkaar ook positief beïnvloeden wanneer sprake is van zowel winning van warmte als koude.

3.6 Opschalen van TED-systemen

1. *De thermische capaciteit van de bron in combinatie met de toegestane ΔT is bepalend voor de te realiseren schaal.*
2. *De schaal voor TED-systemen varieert van 50 kW_{th} voor leidingen in de straat tot 10.000 kW_{th} voor de grote ruwwater transportleidingen naar de duinen (infiltratiewater), dit komt overeen met een thermisch jaarverbruik (GJ) van ongeveer 15 – 3.500 woningen (uitgaande van 35 – 40 GJ/woning/jaar).*

Wat begrenst de schaal van een TED-systeem?

De omvang van een TED-systeem wordt begrensd door de thermische capaciteit van de bron in combinatie met de toegestane temperatuurstijging (of -daling). In het WarmingUP-programma onderzoekt KWR de toelaatbaarheid van TED bij temperaturen tussen 15 en 25 °C (zie [deze link](#)). Hogere temperaturen zijn conform het Drinkwaterbesluit (en omwille van de drinkwaterkwaliteit) niet toegestaan. Wanneer er sprake is van meerdere TED-systemen in serie is de schaal van een TED-systeem ook afhankelijk van de afstand tot het naastliggende (bovenstroomse) TED-systeem in dezelfde leiding en de systeemeigenschappen van dat TED-systeem. De beschikbaarheid van technologie vormt geen begrenzing voor een grootschalige toepassing van TED.

Wat bepaalt de maximale omvang van TED-systemen?

De maximale omvang van een TED-systeem wordt uiteindelijk gelimiteerd door de toegestane temperatuurverandering in de hoofdstroom als gevolg van de winning van thermische energie in de bypass. Ongetwijfeld kunnen de grootste TED-systemen worden aangelegd als ze gekoppeld zijn aan ruwwaterleidingen die voorbehandeld oppervlaktewater transporteren naar de duinen voor infiltratie of naar een drinkwaterproductielocatie. Bij ruwwaterleidingen komt daarbij dat een grotere ΔT acceptabel is als bij drinkwatertransportleidingen in het geval het water eerst nog een duininfiltratie ondergaat.

Voor een gedetailleerd en zoveel mogelijk land dekkend overzicht wordt verwezen naar de TED-potentieelkaart in [Aquathermieviewer](#).

Wat zijn de schaalgroottes voor TED?

Uitgaande van een conservatieve aanname voor een temperatuursverandering van 2 °C kunnen de volgende schaalgroottes worden onderscheiden (uitgedrukt in kW_{th}):

- Ruwwatertransportleidingen voor duininfiltratie (1.000 – 5.000 m³/uur); capaciteit TED: 5.000 tot 10.000 kW_{th} (1.750 – 3.500 woningen).
- Transportleidingen voor drinkwater (primaire net; 100 – 500 m³/uur); capaciteit TED: 500 – 2.000 kW_{th} (175 – 700 woningen).
- Voedende distributieleidingen in woonwijken (secundaire net; 10 – 50 m³/uur); capaciteit TED: 50 – 200 kW_{th} (15 – 70 woningen).
- Leidingen in de straat (tertiaire net) capaciteit TED: < 50 kW_{th} (< 15 woningen).

3.7 Onderhoudsrichtlijnen

1. Voer een drukverschilmeting voor vaststellen noodzaak onderhoud warmtewisselaar.
2. Houd rekening met de voorkeur om het systeem gesloten te reinigen.
3. Werk hygiënisch bij het openen en onderhouden van een warmtewisselaar.
4. Werk conform de Hygiëncode drinkwater – Drinkwaterbereiding bij aanleg en bedrijfsvoering van een TED-systeem op een drinkwaterproductielocatie.
5. Werk de richtlijnen in praktijkcode 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer' bij aanleg en bedrijfsvoering van een TED-systeem in het distributienet.

Noodzaak drukverschilmeting over de warmtewisselaar in het primaire en secundaire circuit voor vaststellen noodzaak onderhoud

Bij TED wordt meestal gebruik gemaakt van een platenwarmtewisselaar die wordt gekenmerkt door nauwe doorstroomopeningen. Op den duur zal door verstopping door deeltjes, minerale afzettingen of biofilm de drukval over de warmtewisselaar langzaam gaan oplopen waardoor recirculatie in het circuit steeds meer energie gaat kosten. Dit kan worden gemonitord door over de warmtewisselaar op zowel het primaire als secundaire circuit de druk te meten en de data te verzamelen over een langere periode (orde van grootte maanden tot jaren). Boven een nader door de leverancier aan te geven drukverlies moet de warmtewisselaar uit bedrijf worden genomen en worden gereinigd.

Richtlijnen voor reiniging van de warmtewisselaar

Bij voorkeur wordt het systeem om hygiënische redenen gesloten gehouden en worden de platen door chemische reiniging schoongemaakt. Indien mogelijk vindt de reiniging preventief plaats in een periode waarin geen thermische energie geleverd hoeft te worden. Er zijn verschillende reinigingsmethoden mogelijk. De meest geschikte reinigingsmethode moet worden afgestemd met de leverancier en wordt bij voorkeur door een gecertificeerd bedrijf uitgevoerd.

Hoewel daar bij bestaande TED-systemen nog beperkt ervaring mee is, zal na meerdere jaren het systeem ook open moeten worden gemaakt waarbij de afzonderlijke platen mechanisch worden gereinigd en geïnspecteerd op corrosie, afzettingen, biofilm en eventuele lekkages. Hierbij moet hygiënisch worden gewerkt en moet het systeem na sluiting worden gedesinfecteerd en gespoeld.

Hygiënische aspecten bij TED-systeem op drinkwaterproductielocatie

Voor hygiënische aspecten bij de behandeling van drinkwater wordt verwezen naar de

- *Hygiëncode drinkwater – Drinkwaterbereiding* ([PCD 1-3](#)) en bijbehorende werkboekje ([PCD 1-6](#)).

Hygiënische aspecten bij TED-systeem in het distributienet

De hygiënische aspecten bij de aanleg en de bedrijfsvoering van leidingen voor het transport en de distributie van drinkwater is beschreven in hoofdstuk 12 'Desinfectie' van de praktijkcode:

- '*Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*' ([PCD 3](#)). Het gaat om een hoofdstuk van relatief beperkte omvang, waarin vooral wordt verwezen naar de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' ([PCD 1-4](#)) met de 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' ([PCD 1-1](#)) en het bijbehorende werkboekje ([PCD 1-7](#)).

Voor alle reinigings- en desinfectiemiddelen die gebruikt worden in het primaire deel van de warmtewisselaar te reinigen en desinfecteren geldt dat deze voorzien moeten zijn van een certificaat. Zie voor een actueel overzicht van gecertificeerde chemicaliën en middelen:

<https://www.praktijkcodesdrinkwater.nl/certificatie/gecertificeerde-producten-en-processen/overzicht/> .

Bestaande onderhoudservaringen

Over het onderhoud van warmtewisselaars en TED-systemen is nog weinig bekend, omdat de meeste systemen nog niet lang actief zijn. Over het algemeen kan worden vastgesteld dat reiniging van de warmtewisselaar niet nodig is of alleen met een heel lage frequentie (minder dan eens per twee jaar). Voorbeelden van praktische onderhoudservaringen:

- Van één warmtewisselaar is bekend dat die eens in de twee jaar preventief wordt gespoeld met een milde zuuroplossing om lichte afzettingen van kalksteen te verwijderen.
- Van een andere warmtewisselaar op ruw water is bekend dat deze na 10 jaar nog geen onderhoud heeft gehad.
- In een derde warmtewisselaar is sprake geweest van invang van ijzeroxide deeltjes wat heeft geleid tot galvanische corrosie van het materiaal. Dat heeft geleid tot de vraag of RVS AISI 316L voldoende weerstand biedt tegen corrosie of dat moet worden overgegaan op titanium.

Verder is er nog maar weinig ervaring met reiniging en onderhoud van warmtewisselaars. Drinkwaterbedrijven willen bij voorkeur de warmtewisselaar zoveel mogelijk gesloten houden om hygiënische redenen.

4 Referenties

City-Zen - Innovation for a smart future - Heating and cooling demonstration monitoring, drinking water cooling , efficiency upgrade. Deliverable D7.3. 2019.

De Fockert, A. *et. al.* (2021), Aquathermie configuraties; Overzicht TEO, TED en TEA door middel van factsheets, kostenkennallen en beslisbomen. WarmingUP, Utrecht.

<https://www.warmingup.info/documenten/aquathermie-configuraties.pdf>

Moerman, A., Raterman, B., Voets, A. (2021), Berekening potentieel TED; Achtergronden en uitgangspunten, KWR 2021.053, KWR, Nieuwegein.

https://warmingup.geoapps.nl/upload/Handleiding_TED.pdf

PCD 1-1 (2020) Hygiëncode Drinkwater *Deel 1. Algemeen.*

<https://library.kwrwater.nl/publication/61885864/>

PCD 1-3 (2018) Hygiëncode Drinkwater; *Drinkwaterbereiding.*

<https://library.kwrwater.nl/publication/59070875/>

PCD 1-4 (2021) Hygiëncode Drinkwater; *Deel 4: Opslag, transport en distributie.*

<https://library.kwrwater.nl/publication/62655099/>

PCD 1-6 (2018) Hygiëne bij werkzaamheden in de zuivering; *Werkboekje bij de 'Hygiëncode Drinkwater; Drinkwaterbereiding*

<https://library.kwrwater.nl/publication/59071347/>

PCD 1-7 (2016) Hygiëne bij werkzaamheden aan het leidingnet; *Deel 7: Werkboekje bij de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'*

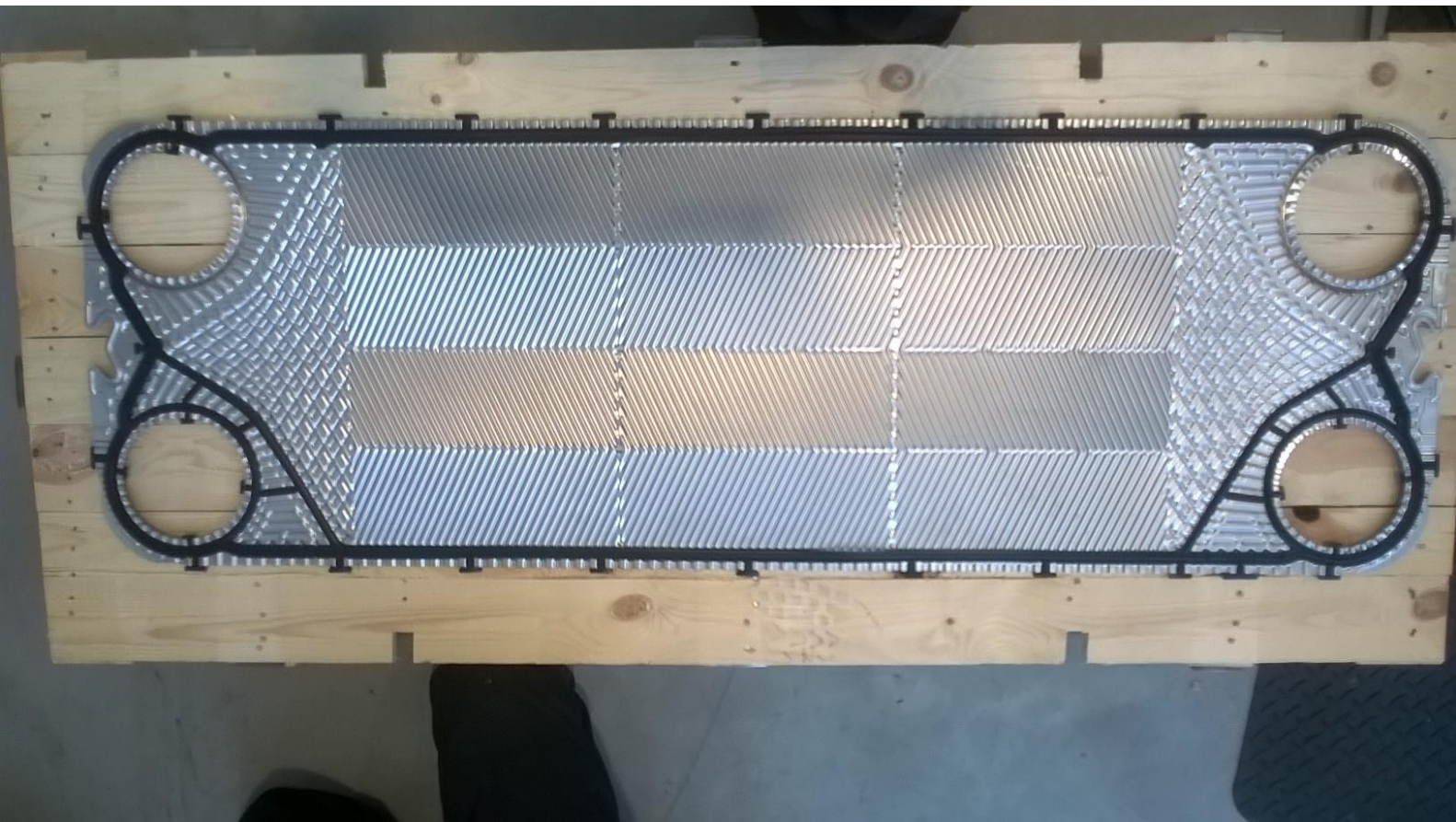
<https://library.kwrwater.nl/publication/54583880/>

PCD 3 (2020) Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*

<https://library.kwrwater.nl/publication/61885473/>

PCD 15 (2020) Afsluiterbeheer

<https://library.kwrwater.nl/publication/61867632/>

**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