

OPEN AQUATHERMIE: BALANS TUSSEN ONTWERP EN ECOLOGIE

Naast goed functionerende warmtewisselaars is het schoonhouden van filters de grootste uitdaging bij open aquathermie-systemen in kleine wateren (als sloten, beken en plassen). Daarvoor kunnen hydraulische of mechanische filters worden gebruikt. Uiteindelijk komt het erop aan een balans tussen een goed ontwerp en dito uitvoering te vinden, met zo min mogelijk effecten op de aquatische omgeving.

Tekst: Tseard Zoethout

Fotografie: iStock, Callic, Netwerk Aquathermie

Systemen voor aquathermie uit oppervlaktewater (TEO) zijn niet nieuw. Woonboten, schepen en woningen die aan het water liggen maken al tijden gebruik van gesloten TEO voor warmtewinning. De werking is te vergelijken met bodemenergie, zij het dan dat de energie niet uit de bodem komt, maar van warmtewisselaars onder water waarvan

de thermische energie met behulp van een warmtepomp wordt opgekrikt.

Van meer recente datum zijn open TEO-systemen, vaak in combinatie met wko (warmte/koude-opslag). Volgens een eerdere studie van CE Delft en Deltares (2018) hebben dergelijke systemen een potentieel om 43 procent van de gebouwde omgeving in 2050 van thermische energie te voorzien (terzijde: het potentieel uit afval- of drinkwater ligt aanzienlijk lager, respectievelijk 16 en 1 procent). In tegenstelling tot gesloten TEO-systemen moeten ze wel van meerdere filters gebruik maken, hetzij hydraulisch, hetzij mechanisch. Tegenwoordig zijn bijna honderd TEO-systemen operationeel. In aantal en grootte groeien die sterk.

Gesloten of open?

Anton de Fockert, senior researcher waterbouwkunde bij Deltares en betrokken bij het inmiddels afgesloten WarmingUP-programma, licht de ontwikkelingen in aquathermie toe. 'Wij richten ons op wat er aan TEO-systemen wordt gebouwd, geven handreikingen voor het ontwerp en brengen de kosten voor verschillende soorten filters en warmtewisselaars in kaart. De simpelste vorm is een gesloten systeem: een buis, platenpakket of een aantal slangen dat in het water wordt gehangen. Dat kan bij een damwand zijn, een woonboot of



Net geplaatste prefab inlaatconstructie in (toekomstig) grastalud.

'FILTERS EN WARMTEWISSELAARS ZIJN CRUCIALE COMPONENTEN IN OPEN TEO'

een of meerdere woningen aan rivier, sloot of plas. De warmtewisselaar dient voldoende groot te zijn en in het water te staan voor voldoende energie, afhankelijk van de stroming. Filters zijn in gesloten TEO-systemen afwezig, de energie komt na de warmtewisselaar direct bij de eindgebruiker aan (het opkrikken van de temperatuur met warmtepompen is in dit artikel buiten beschouwing gelaten). Zij transporteren alleen warmte, zijn energiezuinig, robuust en zorgen amper voor ecologische effecten. Aan de andere kant hebben ze een lage efficiency met veel materiaalverbruik.'

Open TEO-systemen zijn uitgebreider: ze bestaan uit een inlaatpunt met grofzeef of zeefkorf onder het wateroppervlak en een pomp, gevolgd door een fijne, compacte filter en warmtewisselaar. 'De pomp zorgt ervoor dat ze sneller en effectiever werken dan gesloten systemen', vervolgt De Fockert. 'Het water heeft een hogere stroomsnelheid en turbulentie, waardoor de warmte-uitwisseling hoger is. Drijfvuil en aquatische organismen kunnen de zeven verstoppen. Ook kunnen organismen – denk aan bacteriën en mosselen – zich vestigen in de installatie. Dit kan drukverlies, hinder op de watertoevoer en mogelijke aantasting van materialen tot gevolg hebben. De ecologische effecten zijn minder bekend en locatie-afhankelijk. TEO-installaties langs de rivieren hebben minder effect op het waterleven dan installaties aan wateren met een kleiner volume (sloten en plassen). Daarnaast wordt nu onderzoek uitgevoerd, bijvoorbeeld bij de Sloterplas in Amsterdam.'

Hydraulisch of mechanisch?

Na het zeven bij het onttrekkingspunt om drijfvuil en vissen tegen te houden, voert een pomp het water naar een fijner filter, in feite het hart van een open TEO-installatie (naast natuurlijk de warmtewisselaar). Er zijn twee soorten filters: hydraulische en mechanische. Onder de eerste soort vallen discfilters en drukfilters.

'Discfilters hebben hun waarde als fijne filters inmiddels bewezen', legt De Fockert uit. 'Ze worden veel toegepast in onder meer de scheepvaart en de drinkwaterzuivering. Het water stroomt door een groot aantal schijfjes (of discs) naar de schone kant. De groeven daarin zorgen voor een optimale ruimte tussen de schijven waarmee de vervuiling wordt afgevangen. Als de vervuiling zich heeft opgehoopt, keert het proces zich om en worden de vuile schijfjes schoon geblazen. Drukfilters functioneren vergelijkbaar. Normaliter stroomt het water van binnen naar buiten, maar bij een te grote weerstand over het filter worden de kleppen omgedraaid, zodat ze de vervuiling van buiten naar binnen wegspoelen. Bij schijffilters en drukfilters is hoge druk nodig, anders worden ze niet schoon. Voor het spoelproces gebruiken ze meer water dan mechanische filters.'

Mechanische filters functioneren net iets anders. Daarin kan je twee typen onderscheiden die op elkaar lijken: Bernoulli-filters en suction scanners. De Fockert licht de werking van beide typen toe: 'In een Bernoulli-filter zit een zuiger die langs het filter gaat. Die neemt de vervuiling mee en voert het af. Een suction scanner maakt gebruik van een draaiende rasp. Naast het schoonschrappen wordt er bij mechanische filters ook spoelwater gebruikt om vuil af te voeren naar de terugspoelleiding. Die mag wegens het drukverschil niet te klein zijn. Ook de verwachte grootte van de vervuiling speelt in ontwerp en uitvoering een grote rol.'

Kosten en ROI

Om warmte voor ruimteverwarming of warm tapwater te kunnen leveren hebben TEO-systemen warmtepompen

en een warmtenet nodig. Volgens de onderzoekers vallen de kosten van filters en warmtewisselaars in het niet bij de rest. 'Vergeleken met warmtepompen voor afgifte aan een warmtenet bedragen die niet eens 10 procent', zegt De Fockert. 'Filters en warmtewisselaars zijn cruciale componenten in open TEO. In toepassing van hydraulische en mechanische filters zit weinig verschil. Wel zien we nu meer discfilters op de markt.'

Ruben Cardose licht de financiële haalbaarheid van open TEO-systemen toe. Cardose is specialist warmte en koude opwekking bij Techniplan, een adviesbureau dat ook bij het WarmingUP-programma betrokken was. 'In de praktijk blijken dergelijke systemen een interessante optie bij voldoende schaalgrootte en hoge warmtedichtheid. De investeringskosten worden in acht tot tien jaar terugverdiend. De afstand van het oppervlaktewater tot afnamepunt blijkt belangrijk. Het langere leidingwerk voor het water- c.q. warmtetransport leidt tot hogere investeringskosten. Toch hoeft de afstand – bij voldoende schaalgrootte – geen onoverkomelijk struikelblok te zijn.'

→> 'HET GEDRAG VAN VERGUNNINGVERLENERS GAAT ALLE KANTEN OP'

Integratie

Debiet, vermogen, temperatuurverschil en jaarlijkse warmtevracht van een open TEO-installatie hangen met elkaar samen. Hans Biemond weet dat als geen ander. Biemond, voordien bijna tien jaar werkzaam als senior energie concept ontwikkelaar bij IF Technology, is sinds 2021 de directeur van Callic. Callic ontwikkelt en realiseert open TEO-systemen op basis van voorfiltratie en discfilters die, volledig bedraad, in een prefab installatie in één week op locatie worden neergezet.

'Inlaatconstructies zijn cruciaal', zegt hij. 'De eerste stap, voorfiltratie, heeft een lage stroomsnelheid van circa 0,1 meter per seconde en houdt vissen, kroos en zwerfvuil tegen. Daarna is het zaak om het water, met weinig debietvariaties, zo snel mogelijk door de ringen te halen. Zacht, organisch materiaal wordt met bijzonder weinig water weggevoerd. De installatie is modulair zodat die makkelijk valt uit te breiden. Door alle componenten – pompen, filters en warmtewisselaars – in één installatie te integreren, is het systeem eenvoudiger in onderhoud.'

Na plaatsing test en onderhoudt Callic de installatie minimaal twee jaar, zodat onwelgevallige configuraties eruit kunnen worden gezeefd. Periodiek onderhoud is daarna vereist, maar het grootste deel van de monitoring vindt dan op afstand plaats. 'Een belangrijk verschil met een Bernoulli-filter is dat we in ons systeem nauwkeurig de

drukhuishouding regelen', verduidelijkt Biemond. 'Op die manier krijgen we grip op drukverschillen die van invloed zijn op de mortaliteit van zoöplankton.'

Hoewel de meeste TEO-componenten standaard zijn, blijft afstemming maatwerk. 'Het inpanidige deel is grotendeels gestandaardiseerd', vervolgt hij. 'Inlaatconstructies zijn vaak maatwerk. Die verschillen per locatie en worden onder meer bepaald door de waterdiepte, peilfluctuaties en de toegankelijkheid van de installatie. Zowel het inpanidige deel als de inlaat worden vooraf in onze werkplaats opgebouwd en getest. Dat reduceert de kosten van transport en faalkosten. Ook de keuze van de materialen is belangrijk om vervuiling en corrosie tegen te gaan. Waar nodig passen we titanium legeringen toe. Dat hangt af van waar de installatie komt en het soort water: zoet, zout of brak.'

Compact en robuust

De onderneming groeit de laatste tijd sterk, vooral in het stedelijk gebied. Volgend jaar zitten vijf tot tien installaties in de pijplijn, goed voor circa 20 MWth. Hun grootste project tot nu toe is in opdracht van Roodenburg, een open TEO-installatie van 2,3 MWth voor project Hyde Park (Hoofddorp). Op termijn zal die installatie, geschakeld aan grootschalig wko en vier tot vijf warmtepompcentrales, ruim vierduizend woningen op het gesloopte kantorenpark Beukenhorst-West van thermische energie gaan voorzien. Volgens Biemond is het nu de grote uitdaging om de TEO-installaties in het stedelijk gebied niet alleen compact, maar ook robuust uit te voeren. 'Dat kan conflicteren, omdat je rekening dient te houden met vervanging en onderhoud terwijl de prestaties natuurlijk geborgd moeten blijven', aldus de directeur.

Vergunningen

Op bestuurlijk niveau zit TEO, de belangrijkste vorm van aquathermie, sterk in de lift. Gemeenten zijn enthousiast over deze nieuwe, duurzame energiebron. De praktijk is echter weerbarstig: waterschappen en RWS zijn verdeeld of terughoudend, bij vergunningaanvragen kijken overheden door een juridische bril. Welstandcommissies, roeiverenigingen en andere partijen gooien soms dusdanige obstakels op dat aquathermieprojecten met jaren worden vertraagd of zelfs worden gestaakt.

Biemond maakt zich er druk over: 'Het gedrag van vergunningverleners gaat alle kanten op', stelt hij. 'Soms bestaat een vergunning uit twee kantjes, andere keren wordt het een boekwerk en verplicht het bevoegd gezag om maandelijks monsters te nemen. Ten opzichte van de vaak kleine installaties is dat disproportioneel: vergaande eisen voor de monitoring zet de financiële haalbaarheid onder druk, doordat het de operationele kosten sterk laat stijgen terwijl een complete installatie twee tot drie ton kost. In plaats van micro-management kan het bevoegd gezag beter een integrale afweging maken met als vraag 'wat is, als we willen verwarmen, de minst belastende methode?' Dan kan aquathermie heel interessant zijn.'



Momenteel zijn bijna honderd TEO-systemen operationeel.



Prefab TEO in pandige installatie met onder andere besturingstechniek, filtratie, pneumatiek en warmtewisselaar.

Kinderschoenen

Maarten Bruijs, aquatisch ecooloog en zelfstandig, onafhankelijk expert, houdt zich al meer dan twintig jaar wereldwijd bezig met de effecten van industriële onttrekkingen en lozingen van oppervlaktewater, vooral voor grootschalige systemen. Bruijs, eerder werkzaam bij KEMA (nu DNV) geeft tegenwoordig adviezen aan zowel overheden als de industrie over gebruik van oppervlaktewater (onttrekking en lozing). Sinds 2002 werkte hij mee aan de beoordelings-systematieken voor koelwateronttrekkingen en warmtelozingen voor RWS.

'Open TEO is mini, als je ze met grootschalige systemen vergelijkt', zegt hij. 'Daar gaat het om debieten van 20 tot 50 kuub per seconde, bij TEO om pakweg 200 kuub per uur. Maar de basisprincipes zijn gelijk. Waar en hoe vindt de onttrekking plaats, en waar en hoe raak je het opgewarmde, of in geval van TEO, het afgekoelde water kwijt? En in welke mate kun je de koudepluim toelaten in het watersysteem? De huidige literatuur over de effecten van een 'koudeschok' citeert vooral onderzoeken op labschaal: metingen in koudwaterbaden. In open water wordt die situatie anders. De vraag is: hoe gedraagt die begrensde koudepluim zich in de praktijk en wat is het effect op het waterleven? Planten blijven natuurlijk staan, maar vissen

zwemmen weg bij een niet optimale omgevingstemperatuur. In welke mate aquatische organismen in contact komen met de koudepluim, hangt van het ontwerp en de locatie af. Vooral voor installaties in kleine watersystemen is het een uitdaging om dat op basis van modellen vooraf zorgvuldig te beoordelen.'

Bruijs maant tot voorzichtigheid. 'Warmteonttrekkingen aan het oppervlaktewater zijn handig', zegt hij, 'maar tijdens de planningsfase zal je toch een locatie moeten vinden die recht doet aan zowel de eisen voor de plaatselijke ecologie als aan die voor onttrekking en lozing. Biologische processen bij de inlaatconstructie, zoals aangroei door algen en invasieve mosselen, leiden tot verminderd bedrijfsresultaat. In het ontwerp zal je, vooral voor vis in de eerste levensstadia, ook de aanzuigsnelheid en de spleetwijdte van de zeefkorf moeten meenemen. En wat doet scaling en aangroei van micro-organismen op de warmtewisselaar? Ter bestrijding daarvan worden, in de regel, oxidatieve chemische middelen gebruikt. Daarvoor moet worden gezocht naar efficiënte alternatieven die biologisch afbreekbaar zijn.' Volgens Bruijs zitten er niet alleen kennislacunes in de jonge technologie, maar kunnen er in de praktijk gemakkelijk fouten worden gemaakt. Als voorbeeld geeft hij het meten van de watertemperatuur. 'Heb je daarvoor de juiste instrumenten? Hoe vaak en op welke diepte ga je meten, op de bodem of halverwege? Welke temperatuur hou je als referentie aan, en op welke locatie? Hoe ga je om met een (verwachte) graduele toename van die referentie door klimaatverandering? Is de waargenomen 'afkoeling' een gemiddelde over een dag, een jaar of de diepte? En hoe worden die gegevens verwerkt? Vervolgens is de vraag hoe je die gegevens toetst aan de richtlijnen. Momenteel ontbreekt het aan inzicht over de effecten van zowel onttrekking als lozing op bewegende organismen, van plankton tot vissen, die je kan toeschrijven aan de bedrijfsvoering van een TEO-installatie. Monitoring zal over meerdere seizoenen moeten plaatsvinden om die te bepalen. Treden er significant negatieve effecten op, dan moet je dat uitsluiten door goed ontwerp of beheersen door een aangepaste bedrijfsvoering', besluit hij. <<

Bronnen

- Zoethout T., 'Ecologische effecten van aquathermie', VV+, Techniek Nederland, Woerden, 2022.
- WarmingUP-programma, Utrecht, <https://www.warmingup.info>.
- 'Langjarig onderzoek Sloterplas gaat kennislacunes aquathermie onderzoeken', Stichting Warmtenetwerk, Naarden 2023, <https://warmtenetwerk.nl/nieuws/item/langjarig-onderzoek-sloterplas-gaat-kennislacunes-aquathermie-invullen/>.
- Schepers B., Kruit K., Roosjen R., Boderie P., 'Nationaal potentieel van aquathermie, CE Delft/Deltares, Delft, 2018.