

Riothermie, ook voor warmtapwater

Geen gas, wel warmte? Er kan al veel meer

In Nederland is de vraag naar warmte circa 40% van de totale energievraag, meer dan tweemaal de elektriciteitsvraag. Daarnaast wordt circa 15 tot 20% van het totale huishoudelijke energiegebruik in de vorm van warmte via het riool afgevoerd. Terugwinnen en weer benutten van deze warmte is technisch niet heel ingewikkeld en met de nationale opgave om onze gasconsumptie te reduceren, is het dan ook niet verwonderlijk dat er steeds meer aandacht komt voor het benutten van het warmtepotentieel in afvalwater. De onderliggende techniek hiervoor heet riothermie.

S. (Simon) Bos, business leader, H. (Harry) de Brauw, adviseur, B. (Barry) Meddeler, senior adviseur; Tauw bv

Om ons klimaat leefbaar te houden moeten we bestaande energiebronnen efficiënter benutten en versneld inzetten op duurzame bronnen. Technieken om elektriciteit op te wekken uit duurzame bronnen zijn al jaren beschikbaar. Elektra uit water, wind en zon wordt steeds grootschaliger uitgerold, de ontwikkelingen op dit gebied gaan snel. Voor energie in de vorm van warmte ligt dat anders. Jarenlang hebben we gedacht dat er voldoende gas zou zijn en dat we daar onze warmtebehoefte in voldoende mate mee zouden kunnen invullen. Inmiddels weten we dat aardgas ook eindig is en willen we onze CO₂-uitstoot drastischer minderen. Ook hebben we ondervonden dat het winnen van gas niet zonder gevolgen is. De noodzaak om naar een gasloze maatschappij te gaan, is groot en urgent. Maar hoe voorzien we in onze warmtebehoefte als we geen aardgas meer willen of mogen gebruiken?

MEER WARMTEBRONNEN

Een oplossing zou zijn de warmte volledig op te wekken met elektriciteit, dus elektrische

kachels, vloerverwarming en boilers. Ervan uitgaande dat in een gemiddeld huishouden 40% van de energie uit warmte (gas) bestaat, betekent dit een drastische verhoging van de elektriciteitsvraag. Met als gevolg dat het elektriciteitsnetwerk in Nederland door capaciteitsverhoging bijna volledig zou moeten worden vervangen. Dit zal als gevolg hebben dat de netwerkkosten voor elektriciteit onbetaalbaar worden. Logischer zou zijn om een groot deel van de warmtevraag uit de directe omgeving op te wekken en deze warmte in de juiste temperatuur te brengen met bijvoorbeeld warmtepompen. Warmtepompen gebruiken ook elektriciteit maar in verhouding ongeveer vier keer minder dan directe elektrische warmte. Er zijn meer warmtebronnen in onze directe omgeving aanwezig dan we op het eerste moment vermoeden. Alleen al de warmte in het riool is een substantiële bron die we kunnen benutten. De techniek hiervoor is riothermie, een methodiek waarmee thermische energie uit het afvalwater kan worden teruggewonnen. Deze energie kan gebruikt

worden voor het verwarmen of koelen van gebouwen of installaties die in de omgeving van het riool staan.

MAATSCHAPPELIJKE KANT

In Nederland kennen we een forse warmtevraag, circa 40% van de totale energievraag. Daarnaast raakt zowel de politiek als de maatschappij er steeds meer van overtuigd dat we voor onze warmtebehoefte andere energiebronnen moeten vinden dan de traditionele bronnen, met name gas. Nederland wil in 2050 de warmtevoorziening regelen zonder gebruik te maken van (aard)gas. Andere vormen van verwarmen worden dus steeds belangrijker en interessanter. Naast het verwarmen van onze woningen, gebruiken we ook een forse hoeveelheid energie om andere zaken te verwarmen. In figuur 1 is aangegeven waar we ons drinkwater voor gebruiken. Opvallend is dat het douchewaterverbruik toeneemt en het spoelwater- en waswaterverbruik afneemt. Als gevolg hiervan neemt het aandeel van het tapwater dat verwarmd wordt toe, van 60% in

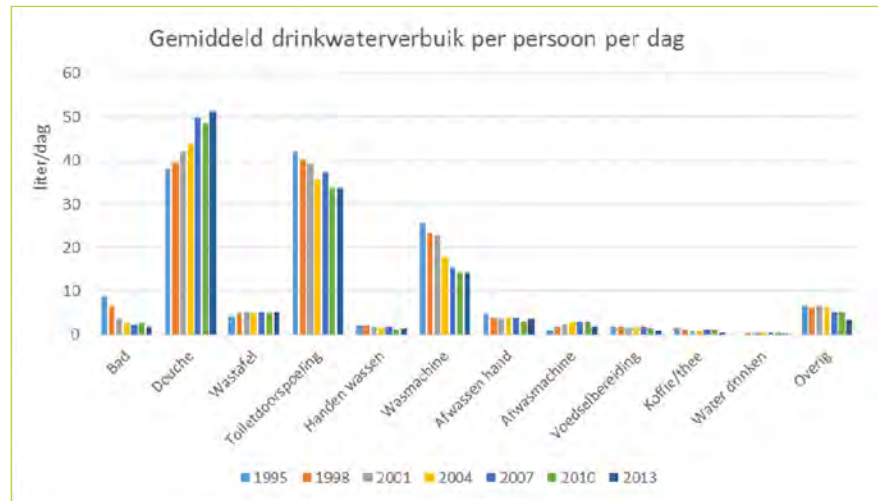
1995 tot 63% in 2013.

Een belangrijk maatschappelijk aspect is dat riothermie zich onderscheidt omdat het een duurzame vorm van energie betreft, die geen negatieve ruimtelijke consequenties met zich meebrengt. De gebruiker ziet het systeem eigenlijk niet, in tegenstelling tot zonnepanelen en windmolens, waar in een bepaalde mate sprake kan zijn van vandalismegevoeligheid of horizonvervuiling. Daarnaast kan een riothermiesysteem altijd gebruikt worden, zowel in de winter als in de zomer, omdat er altijd sprake zal zijn van afvoer van water door het riool. In tegenstelling tot zonnepanelen waar zon voor nodig is of windmolens, die alleen energie opwekken als de wind waait.

Doordat riothermie gebruik maakt van een miljarden infrastructuur die nu alleen gebruikt wordt voor het inzamelen en transporteren van afvalwater slaan we twee vliegen in één klap. Het riool is feitelijk ook een warmtenet. Ten slotte beseffen we steeds meer dat vermindering van het huidige gasverbruik steeds noodzakelijker wordt. Een recent onderzoek van de Nederlandse Vereniging voor Duurzame Energie [1] uitgevoerd onder ruim 1.000 Nederlanders van 18 jaar en ouder laat zien dat twee derde van deze groep zeer positief is over 'gasloos leven'. Bijna 65% is positief als huizen in de toekomst geen aardgas aansluiting meer zouden hebben. Wel willen de geënuqueterden graag dat de kosten voor koken en verwarmen hetzelfde blijven.

HOE WERKT HET?

Het principe van riothermie is heel eenvoudig. Het water in het riool heeft een bepaalde temperatuur die benut kan worden. Dat hoeft niet perse een hoge temperatuur te zijn. Uiteraard geldt dat hoe warmer het water in het riool is, hoe hoger het rendement. Om warmte te winnen wordt een warmtewisselaar in contact gebracht met het afvalwater in het riool. Zo'n warmtewisselaar kan in het riool zijn aangebracht of er omheen zijn gemonteerd. Transportvloeistof in deze wisselaar neemt de warmte op en transporteert de warmte via een leiding naar een verzamelpunt. De temperaturen zijn dan nog relatief laag. Afhankelijk van het seizoen tussen ongeveer 4 en 12 °C en meestal nog niet direct bruikbaar voor verwarming. Met behulp van een warmtepomp wordt de temperatuur naar een bruikbaar niveau van ongeveer 45 °C gebracht. Dat is een relatief lage temperatuur die geschikt is om de hedendaagse vloerverwarmingssystemen mee te voeden. Oudere huizen en gebouwen met traditionele radiatoren hebben een hogere temperatuur nodig om voldoende warm te blijven. Hier zijn additionele maatregelen voor nodig. Dus zeker in gebouwen waar al een zogenaamd



-Figuur 1- Onderverdeling van het gebruik van ons drinkwater

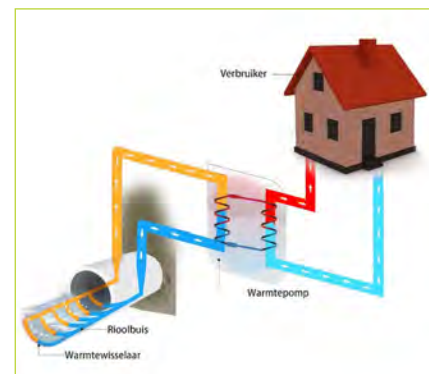
lage temperatuurverwarmingssysteem aanwezig is of wordt aangebracht, is riothermie een optie die nu al toegepast kan worden. Missen we dan niet een groot deel van onze bebouwde omgeving waar het verwarmingssysteem de komende jaren niet vervangen wordt? Want om van een hoge temperatuurverwarming naar een lage temperatuurverwarming te gaan, vergt een forse investering. Dat laatste is waar, maar de ontwikkelingen rond de warmtepompen om ook hogere temperaturen dan 45 graden te bereiken gaan erg snel. Dus ook die gebouwen komen over niet al te lange tijd in aanmerking om op een andere manier te verwarmen dan we nu doen met fossiel gestookte gasketels. In figuur 2 is schematisch de werking van riothermie weergegeven.

WARMTAPWATERBEREIDING

Een ander voordeel van de snelle ontwikkelingen rond de warmtepompen is dat er steeds efficiëntere warmtepompen op de markt beschikbaar komen, die uit een lage aanvoertemperatuur een hoge warmtetemperatuur zelfs van 80 graden kunnen leveren. Daarmee is het technisch dus ook goed haalbaar om middels de techniek van riothermie tapwater te leveren op een temperatuur die daarvoor gewenst is. En ook voor douchewater is deze techniek beschikbaar. Hier kunnen we met iets lagere temperaturen toe, maar is het noodzakelijk om met enige regelmaat de temperatuur van het water dermate te verwarmen dat de kansen op legionella en dergelijke worden uitgesloten.

RIOOLWATERZUIVERING

Voor de waterschappen is het van belang dat de temperatuur van het aangevoerde afvalwater op de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) niet te koud is. Dit kan negatieve effecten hebben op het zuiveringsrendement van de RWZI. Wanneer warmte uit het afvalwater gewonnen wordt, heeft dit effect op

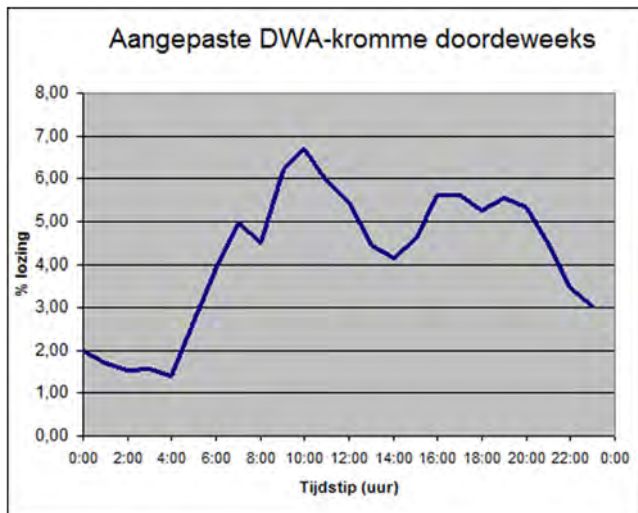


-Figuur 2- Principeschema van de werking van riothermie

de temperatuur van het afvalwater; deze zal iets afkoelen. Doordat er grote hoeveelheden afvalwater door de riolering stromen is het effect van riothermie op de temperatuur van het afvalwater echter beperkt. Meestal is de temperatuurdaling van het afvalwater minder dan 0,5 °C. Daarnaast zal de temperatuur van het afvalwater zich vervolgens snel weer aanpassen aan de omgeving, deze wordt onder andere beïnvloed door de bodem, de buitenlucht en andere afvalwaterstromen. Om deze reden zijn er geen problemen te verwachten bij het toepassen van riothermie.

THERMISCHE ENERGIE

Het aanbod van thermische energie uit het afvalwater is afhankelijk van twee variabele factoren: het debiet en de mogelijke temperatuurverlaging van het afvalwater. Hoewel het soms anders aanvoelt, regent het in Nederland ongeveer 8% van de tijd. Wanneer het regent, levert het afstromende hemelwater een aanzienlijk aandeel van de totale afvalwaterstroom in de gemengde riolering. Gezien de relatief beperkte periode waarin neerslag plaatsvindt, is deze hoeveelheid water minder interessant om te benutten voor de winning van thermische energie. De meest interessante waterstroom in het riool is de zogenaamde



-Figuur 3- DWA-curve voor een willekeurige woonwijk met op de verticale as de verhouding van het debiet

droog-weer-afvoer, het DWA-water dat voornamelijk afkomstig is vanuit de huishoudens. In figuur 3 is een DWA-curve van een dag weergegeven van een willekeurige woonwijk. Hieruit valt af te leiden dat de aanvoer van afvalwater over de dag verschilt. Dit is uiteraard logisch en gebaseerd op het leefpatroon van mensen.

MET ANDERE TECHNIEKEN

Riothermie is niet de enige oplossing voor het warmteprobleem. Riothermie is goed te combineren met andere 'thermische technieken'. In Nederland vindt bijvoorbeeld veel warmte/koudeopslag (WKO) in de bodem plaats. Bij zo'n WKO wordt 's zomers warmte in de bodem opgeslagen die er 's winters weer uit wordt gehaald. En ook andersom; 's zomers wordt koude uit de bodem benut voor koeling. Er moet wel sprake zijn van een evenwicht in de hoeveelheid warmte en koude die wordt opgeslagen en benut, anders raakt het ondergrondse systeem uit balans. De praktijk leert dat veel WKO's, mogelijk tot 80% niet in balans zijn. Deze onbalans in vraag en aanbod is een veel voorkomend probleem. Tot heden lossen we dat op door in tijden van onbalans de gaskachel aan te zetten en op die manier warmte bij te stoken. Dat vergt echter weer fossiele brandstof, waarvan we het gebruik juist willen verminderen. Bij een WKO kan riothermie heel goed toegepast worden om een eventuele onbalans in de ondergrond te herstellen. Als er een tekort aan koude of aan warmte ontstaat, kan deze middels riothermie aangevuld worden en wordt de WKO weer in balans gebracht.

Een andere, opkomende techniek is om energie uit oppervlaktewater te winnen. De techniek is grotendeels vergelijkbaar met die van riothermie. Een warmtewisselaar wordt benut om warmte uit het oppervlaktewater te halen. En ook hier geldt weer dat deze techniek samen warmtewinning uit bijvoorbeeld het riool een hele goede en efficiënte manier van verwar-

men kan zijn.

Ten slotte komen er in Nederland ook steeds meer initiatieven rond geothermie. Hierbij wordt warmte van hoge temperatuur (vaak rond de 80 graden of hoger) van grotere diepte gewonnen en benut voor verwarming. Een perspectiefrijke techniek, zeker voor de hoge temperatuurverwarmingssystemen.

OOK KOELEN

Naast verwarmen in koude periodes hebben we ook steeds meer behoefte aan koeling van onze huizen en gebouwen in warme periodes. Door klimaatverandering zullen langdurige warme periodes steeds vaker voorkomen. We kennen allemaal de airco's, energievretende apparaten met ronkende motoren die voor een sterk geforceerde luchtkoeling zorgen. De techniek van riothermie leent zich ook uitermate goed om koude te winnen. Het water in het riool, de bodem of het oppervlaktewater wordt in warme periodes uiteraard ook warmer, maar veel hoger dan 20 - 22 graden zal de temperatuur niet worden. En dit is een zeer goede bron om bijvoorbeeld onze vloerverwarming mee te voeden. Een koele vloer zal zorgen voor afkoeling van de binnenlucht. Als deze temperatuur dan ook nog eens gebruikt kan worden om luchtbehandelingssystemen (anders dan airco's) van koele lucht te voorzien, hebben we het over echte koeling van onze gebouwde omgeving. Dus naast verwarmen biedt de techniek van riothermie ook hele goede mogelijkheden om te koelen.

WAT ALLEMAAL KAN

Riothermie kan toegepast worden op locaties waar voldoende aanbod en vraag is naar thermische energie. Dat kan dus warmte en koude zijn. Met name in een stedelijke omgeving zijn veel gebouwen aanwezig met een interessante warmte- en koudevraag. Denk aan zwembaden, (stads)kantoren, (zorg)appartementen, hotels en dergelijke. Maar ook hele andere toe-

passingen bieden goede perspectieven. Denk bijvoorbeeld aan onze rioolwaterzuiveringen. Met de gewonnen warmte uit het effluent kan bijvoorbeeld slib gedroogd worden, het vergistingsproces op gang gebracht worden of het influent weer verwarmd worden. Daarnaast is het mogelijk om wegen en bruggen te verwarmen en koelen. Het voordeel hiervan is dat de levensduur van het asfalt en de bruggen wordt verlengd en dat (onverwachte) gladheid in winterse perioden kan worden voorkomen. Om te weten of riothermie een interessante optie is om te benutten, biedt een kanskaart uitkomst. Met een dergelijke kaart wordt in één oogopslag duidelijk welke rollen een interessante potentie aan thermische energie bevatten (het aanbod), maar ook waar eventuele afnemers van deze energie gevonden kunnen worden (de vraag). Waar aanbod en vraag bij elkaar in de buurt liggen, zijn er kansen voor riothermie. De maximale afstand wordt bepaald door de (financiële) mogelijkheden om een leiding voor de transportvloeistof tussen aanbod en afnemer te plaatsen. De afnemers van thermische energie zullen in eerste instantie met name afnemers zijn die een grotere warmte- of koudevraag hebben. In principe is de techniek voor elke individuele woning geschikt, maar de investering in relatie tot de hoeveelheid benutte warmte of koude bepaalt de terugverdientijd. Bij een grotere benutting wordt de terugverdientijd kleiner. Een eerste indicatie voor de afzet van warmte en koude kan worden gedaan met openbare data uit bijvoorbeeld de BAG. Hiermee komt de ligging van buurthuizen, hotels, gemeentelijke gebouwen, scholen, zorginstellingen, grote kantoren, eigendom woningcorporaties en supermarkten snel inzichtelijk. Naast dergelijke afnemers zijn ook de WKO's en de RWZI's interessante potentiële afnemers. Ook deze zijn eenvoudig met een kanskaart in beeld te brengen. Met behulp van een dergelijke kanskaart kan een gemeente meer bekendheid geven aan de potenties van deze duurzame energiebron. Ook worden deze kaarten veel gebruikt als communicatiemiddel naar gebouwgeïnteresseren. Zij kunnen hiermee immers inzien of hun gebouw dicht bij een riool staat waarmee het gebouw potentieel duurzaam verwarmd en/of gekoeld kan worden. Wanneer uit de kanskaart een geschikte locatie naar voren komt, kunnen de vervolgstappen gezet worden om riothermie te verwezenlijken. De investeringskosten, de terugverdientijd en de CO₂-balans zijn hierbij maatgevende onderdelen. Inmiddels hebben we voor meer dan 80 gemeenten een gratis kanskaart beschikbaar.

ERVARINGEN IN BUITENLAND

Op diverse plaatsen in de wereld wordt al jaren thermische energie uit de riolering gewonnen. Zwitserland is hierin koploper met meer dan 25 jaar aan ervaring. In de afgelopen 20 jaar heeft riothermie zich doorontwikkeld tot een volwaardig product, dat aanzienlijke voordelen biedt als het gaat om energieconsumptie, kosten en milieu. Twee interessante buitenlandse voorbeelden waar al verschillende jaren riothermie wordt toegepast zijn een wooncomplex in Wipkingen in Zwitserland (hier bespaart men jaarlijks 1.500 ton CO₂) en het postcentrum van Mullingen in Duitsland, waar de CO₂-reductie oploopt tot 3.400 ton per jaar. De energiebesparingen bedragen in deze projecten zo'n 150 MWh en 6.500 MWh per jaar. Investeringskosten worden met de huidige stijgende energieprijzen steeds sneller terugverdiend.

VOORBEELDPROJECTEN

Vellesan College in Velsen

Nieuwe bronnen van energie en efficiënter gebruik van bestaande bronnen zijn nodig om ons economisch te kunnen blijven ontwikkelen. In Velsen zijn veel mogelijkheden om in deze energietransitie voorop te lopen. Met het klimaatprogramma 'Velsen, stad van zon, zee en wind' speelt de gemeente in op deze veranderingen. Andere vormen van verwarmen zijn in dit kader belangrijk, omdat verwarmen een grote energiebehoefte vergt. Voor de gemeente Velsen is naast de potentiële warmte in het riool, gekeken naar potentiële afnemers van deze thermische energie. Hierbij is ook schatting gemaakt van de hoeveelheid CO₂-reductie. Het Vellesan College aan de Briniostraat kan goed verwarmd én gekoeld

worden middels riothermie. Het geheel is technisch uitgewerkt en doorgerekend en blijkt (technisch en financieel) haalbaar. Daarom hebben alle betrokken partijen dit project gerealiseerd. Monitoring van het geheel moet het verminderde gasverbruik en de CO₂-reductie laten zien en levert uiteraard ook kennis en ervaring op, die weer benut kan worden bij andere projecten. Er vindt maar een beperkt aantal activiteiten plaats. Om de warmte te kunnen winnen, is een deel van de riolering in de Briniostraat voorzien van een geïntegreerde warmtewisselaar. De warmte wordt via speciale leidingen naar het Vellesan College getransporteerd, waar het middels een warmtepomp, bijbehorende buffervaten en regelapparatuur wordt aangesloten op het bestaande verwarmings- en koelingsstelsel van de nieuwbouw. Het tastbare resultaat is een verwarmd en gekoeld schoolgebouw, waarbij de voeding van de installatie (de warmte en de koude) wordt gehaald uit het riool. Het technische resultaat is dat we met dit project willen laten zien dat er op lokaal niveau substantiële energiebronnen voorhanden zijn, die in onze vraag naar warmte en koude kan voorzien. Het financiële resultaat is dat deze techniek een zeer acceptabel terugverdientijd heeft, die voor veel meer partijen binnen handbereik ligt. Het Vellesan College bespaart op deze manier jaarlijks 13.000 m³ gas en reduceert daarmee tevens 23 ton CO₂.

Gemeente Urk, Zwembad het Bun

Een ander voorbeeld is de gemeente Urk, die in 2016 een vernieuwd zwembad heeft gerealiseerd. Na de (ver)bouw beschikt het zwembad over een nieuw wedstrijd- en doel-

groepenbad, beide voorzien van een beweegbare bodem, een vergrote natte speeltuin en een belevenisglijbaan. Het zwembad is goed geïsoleerd zodat weinig warmte verloren gaat via muren en ramen. Ook is het zwembad voorzien van vloerverwarming. Dat is niet alleen comfortabel, maar ook energiezuinig en goed te combineren met riothermie. Er is gekozen voor een combinatie van innovatieve technieken om het zwembad gasloos te verwarmen. Warmte wordt gewonnen uit een nabij gelegen rioolpersleiding van Waterschap Zuiderzeeland middels riothermie. Overtollige warmte in de zomer wordt in de bodem middels een WKO opgeslagen als reserve voor de winter. Alle technieken zijn los van elkaar al eerder beproefd, maar nog niet eerder in deze samenstelling. De business case is positief: de investering van ongeveer een half miljoen euro zal naar verwachting binnen negen jaar terugverdiend zijn (het project krijgt geen subsidie). Daarnaast is de CO₂-besparing circa 125 ton per jaar oftewel 67.500 m³ aardgas, evenveel als het verbruik van 45 huishoudens. We benutten 'maar' 40% van de warmtecapaciteit. Als er nog meer afzet mogelijk is, kan de CO₂ besparing oplopen tot circa 310 ton per jaar oftewel 165.000 m³ aardgas, evenveel als het verbruik van 110 huishoudens.



Simon Bos



Harry de Brauw



Barry Meddeler

BRON

1. <https://www.energieleveranciers.nl/nieuws/nederlanders-kunnen-zonder-aardgas>



-Figuur 4- Aanleg riolering voorzien van een geïntegreerde warmtewisselaar



-Figuur 5- In Urk wordt warmte gewonnen uit een nabij gelegen rioolpersleiding van het waterschap middels riothermie