

# Een verkenning van de warmtehuishouding in de afvalwaterketen

**Energie, klimaatontwikkeling en duurzaamheid staan in de belangstelling. De waterschappen nemen deel aan de meerjarenafspraken energie, waarin energiebesparing en verduurzaming in de afvalwaterketen belangrijke elementen zijn. Een deel van de energiebesparing kunnen de waterschappen realiseren op de zuivering. De waterschappen werken ook volop aan het zelf opwekken van duurzame energie (biogas). Daarnaast bieden chemische en thermische energie een goede kans om energie terug te winnen. Er is weinig bekend over het verloop van de temperatuur van afvalwater in de riolering. In Zwolle zijn de eerste verkennende metingen verricht.**

Voor de wijken Dieze Oost en Berkum is de warmtehuishouding in de afvalwaterketen in kaart gebracht door ruim zes maanden continue de temperatuur van het afvalwater te meten. Het doel daarvan is de beste locaties te bepalen voor de terugwinning van warmte uit de waterketen in de zuiveringskring Hessenpoort, de mogelijke effecten van de terugwinning van warmte op het functioneren van een rioolwaterzuiveringsinstallatie te analyseren en de mogelijke technieken voor de terugwinning van warmte uit de afvalwaterketen te verkennen.

In afbeelding 1 wordt de hoeveelheid warmte (thermische energie) die jaarlijks op het riool geloosd wordt, vergeleken met de andere vormen van energie in de waterketen (chemische en operationele energie). Operationele energie wordt gebruikt voor de productie, het transport en de behandeling van water. De chemische energie vertegenwoordigt de verbrandingswaarde van de

afvalstoffen die aan het afvalwater worden toegevoegd.

In de zuiveringskring van de rwzi Hessenpoort te Zwolle, met onder meer de jaren '70-wijken Dieze Oost en Berkum en het bedrijventerrein Hessenpoort, zijn op 23 locaties metingen uitgevoerd (druk, temperaturen) gedurende ruim een half jaar. Met de selectie van deze locaties is getracht om een representatief beeld te schetsen van de warmte in het rioolstelsel onder verschillende omstandigheden en op verschillende locaties. Zo is bijvoorbeeld gemeten in de buurt van een verpleeghuis, industrieterrein Lombok, een kantorencomplex en een sportvereniging. Daarnaast waren er meetpunten in drie typen rioolstelsels: het gemengd rioolstelsel, het regenwaterstelsel en het verbeterd gescheiden stelsel. Op de rwzi Hessenpoort zijn de temperaturen van het influent, het effluent, de buitenlucht en de omvang van de neerslag gemeten. Gegevens over de grondwatertemperatuur zijn door het

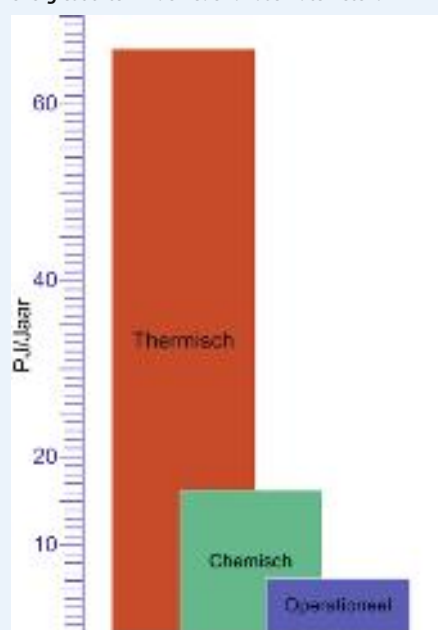
In Nederland hebben de overheid en het bedrijfsleven afspraken gemaakt over het effectief en efficiënt inzetten van energie. Die afspraken zijn vastgelegd in meerjarenafspraken (MJA3 en MEE) en richten zich vooral op energie-intensieve sectoren. Met resultaat: de energie-efficiency verbeterde sinds 1992 jaarlijks gemiddeld met 2,4 procent. Wie deelneemt aan de meerjarenafspraken, kan gerichte hulp ontvangen. Het MJA-programma wordt uitgevoerd door Agentschap NL.

waterschap beschikbaar gesteld. De debieten op de rioolgemalen zijn bepaald aan de hand van de draaiuren van de pompen. Op de andere meetpunten zijn de debieten globaal bepaald aan de hand van inwonersaantallen en kengetallen voor watergebruik.

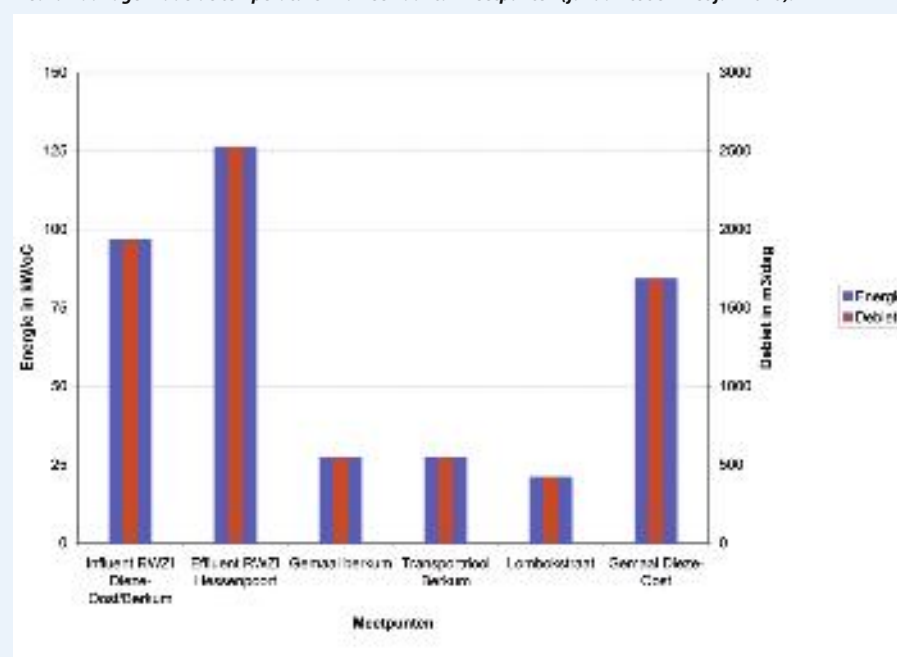
## Resultaten

In de relatief strenge winter van 2010 zijn

**Afb. 1: De omvang van de belangrijkste energiesoorten in de Nederlandse waterketen.**



**Afb. 2: Maandgemiddelde temperaturen van een aantal meetpunten (januari tot en met juli 2010).**



daggemiddelde temperaturen gemeten in het rioelstelsel van 6,6°C tot 8,3°C. In de zomer bedroegen de gemiddelde dagtemperaturen 16,4°C tot 19,4°C. De influenttemperatuur van de rwzi bedroeg in de winter 5,7 tot 8,2°C en in de zomer 17,5 tot 20,9°C. Opvallend is verder dat de gemeten temperaturen in de winter nauwelijks onder de grondwatertemperatuur zakten. Dat doet vermoeden dat het grondwater een belangrijke rol speelt in het reguleren van de temperatuur van het afvalwater, althans dat deel dat in zich in relatief diepe riolen bevindt.

Het afvalwater van verbeterd gescheiden stelsels, het verzorgingshuis en industrieterrein Lombok is gemiddeld warmer dan het afvalwater op de overige meetpunten. Direct bij de lozing van huishoudens bedraagt de temperatuur van het afvalwater ongeveer 20°C. Binnen een afstand van 50 tot 100 meter koelt het huishoudelijke afvalwater af tot rond de 10°C. Bij grotere debieten is een afkoeling geconstateerd van 0,4 tot 0,9°C binnen een afstand van 600 meter in een vrijverval rioel.

### Beste locaties voor terugwinning warmte

De beste locaties voor de terugwinning van thermische energie uit de afvalwaterketen is die waar de grootste debieten en de hoogste temperatuur voorkomen. Uit de meetresultaten blijken dat de locaties direct bij het lozingspunt van warm water (huishoudens en bedrijven) te zijn – voordat het water afkoelt en de energie naar de omgeving verloren gaat – en de locaties waar grote debieten worden afgevoerd (effluent van de rwzi, de gemalen Berkum en Dieze-Oost en het industrieterrein Lombok).

Voor huishoudens is de douchewarmtewisselaar een voorbeeld van een effectief middel om warmte terug te winnen. Door de warmte direct uit het douchewater terug te winnen en dit te gebruiken om nieuw douchewater voor te verwarmen, kan het gasverbruik voor de verwarming van douchewater flink gereduceerd worden. Dit principe geldt ook voor de directe terugwinning van warmte uit het afvalwater van ziekenhuizen, zwembaden, hotels, verzorgingshuizen en andere gebouwen met een hoog warmwaterverbruik. De warmte wordt teruggewonnen uit het afvalwater door middel van een warmtewisselaar, eventueel geïntegreerd het rioelstelsel.

### De omvang van de beschikbare energie

Aan de hand van de gemeten temperaturen en het bijbehorende debiet is de hoeveelheid beschikbare energie op de verschillende meetpunten bepaald. Afbeelding 3 toont de hoeveelheid warmte die beschikbaar is (in kW per graad Celsius afkoeling) bij het gemeten gemiddelde debiet op enkele meetpunten. Het onttrekken van thermische energie aan afvalwater is mogelijk mits het effect van de onttrekking op de temperatuur van het influent van de rwzi beperkt blijft. Dit wordt gerealiseerd door voldoende afstand tussen de onttrekking en de rwzi te garanderen.



Warmtewisselaar geïntegreerd in rioelbuis (bron: Rabtherm).

Uit afbeelding 3 blijkt dat het effluent de grootste bron van energie is met 125 kW per graad Celcius. Ter vergelijking; een huishouden gebruikt gemiddeld 2 kW voor verwarming en warm water (in de winterperiode 5 kW). Uitgaande hiervan kan gesteld worden dat het gemaal Dieze-Oost (80 kW) beschikt over voldoende energie voor 16 huishoudens per graad afkoeling. Bij terugwinning van 5 graden (80 X 5) is de beschikbare energie uit rioelstelsels net zo groot als de benodigde energie (verwarming en warm water) voor 80 huishoudens. Bij de onttrekking van warmte uit rioelstelsels moet rekening worden gehouden met de benodigde elektriciteit voor het aandrijven van een warmtepomp. De warmtepomp is nodig voor het verhogen van de teruggewonnen warmte tot de gewenste temperatuur.

Het rendement van een warmtepomp wordt uitgedrukt in de Coëfficiënt of Performance

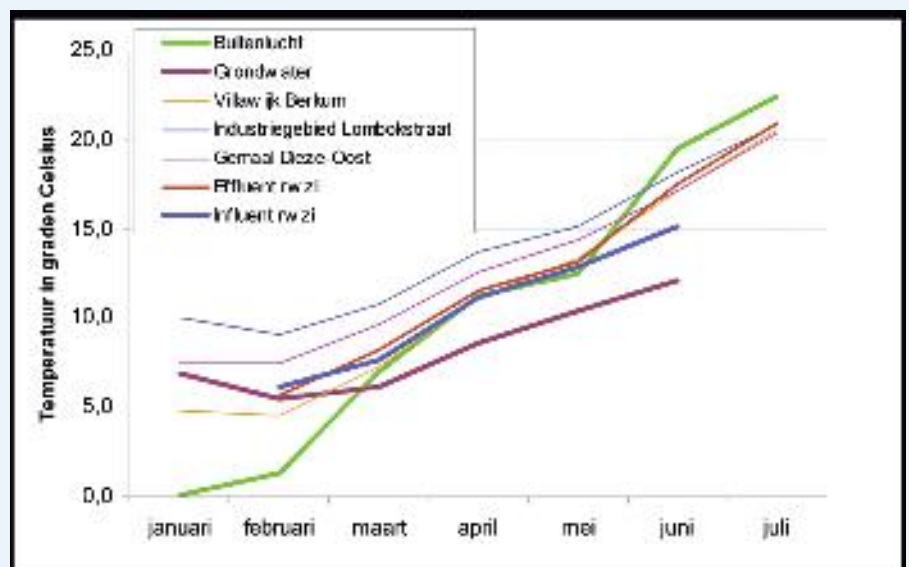
(COP). Deze geeft de eenheden warmte aan die per verbruikte eenheid elektriciteit aan een warmtestroom toegevoegd worden. Bij een COP van 4 is de benodigde elektriciteit (voor het verkrijgen van 80 kW uit rioelstelsel) bijvoorbeeld 20 kW. Naast het gebruik van de terugwonnen warmte voor de verwarming van woonwijken kan deze ook ingezet worden in zwembaden, industrie, warmte/koude-opslag of bij het drogen van slib.

De energetische en financiële haalbaarheid van de winning van thermische energie uit afvalwater is afhankelijk van meerdere factoren, zoals de omvang van de warmtevraag, de afstand tussen de warmtebron en de warmtevraag, de aanwezigheid van warmte- en koudeopslag en de vraag naar koude.

### Het effect op de rwzi

Door op grote schaal warmte terug te winnen uit afvalwater, zal het afvalwater afkoelen. Dit

Afb. 3: Thermische energie op verschillende meetpunten.



kan schadelijk zijn voor het zuiveringsproces. Bij een voldoende afstand tussen de terugwinlocatie in het rioolstelsel en de rwzi kan dit effect vermeden worden. Vermoedelijk treedt, onder invloed van grondwater, een opwarmingproces op waardoor per saldo een beperkt effect overblijft. Tauw werkt momenteel aan een model dat het effect op de rwzi inzichtelijk maakt.

Het terugwinnen van energie direct uit het influent ligt niet voor de hand. Doordat de meeste rwzi's net buiten het bebouwde gebied liggen, zijn de afstanden tot de vraagzijde (bijvoorbeeld woningen, kantoorgebouwen) te groot. Daarnaast is het, in een dergelijke situatie, voor de hand liggend om het effluent te gebruiken in plaats van het influent omdat hiermee eventuele nadelige effecten op de rwzi worden uitgesloten.

De influent- en effluenttemperatuur van de rwzi Hessenpoort is ongeveer 7°C in de winter en 20°C in de zomer. In de rwzi wordt de temperatuur beïnvloed door de interactie

met de omgeving (lucht, bodem, materialen). Ook wordt warmte geproduceerd in het zuiveringsproces door biologische activiteiten. Zonne-energie warmt het afvalwater in de actiefslibtank en de nabezinktank op met 0,3 in de winter en 3°C in de zomer. Een (theoretische) temperatuurdaling van één graad gedurende de gehele winter veroorzaakt een verhoging van de nitraatconcentratie: van 6,3 naar 7,4 mg/l. Dat gebeurt 's winters. Dan heeft die lozing niet veel effect op de waterkwaliteit. Als we het toch lastig vinden, zetten we de warmtepomp uit.

### Conclusies

- De afvalwaterketen Hessenpoort beschikt over een groot potentieel aan thermische energie. Op meerdere locaties in de afvalwaterketen kan deze energie teruggewonnen worden;
- Het negatieve effect van de terugwinning van energie op het functioneren van de rwzi is beperkt bij terugwinning op

voldoende afstand van de rwzi. Het regulerende effect van het grondwater speelt daarbij vermoedelijk een belangrijke rol;

- Om de haalbaarheid van terugwinning van warmte uit de (afval)waterketen in de praktijk te demonstreren, dienen enkele pilots te worden uitgevoerd. Hierin moeten uitgebreidere metingen worden uitgevoerd in andere rioleringsstelsels om een meer representatief beeld te ontwikkelen van de warmtehuishouding in de Nederlandse (afval)waterketen, de effecten van terugwinningprojecten op de temperatuur van het influent in beeld te brengen én mogelijke organisatorische vormen en de verdeling van verantwoordelijkheden bij terugwinningprojecten van thermische energie te verkennen.

**Rada Sukkar (Tauw)**  
**Bert Palsma (STOWA)**  
**Arné Boswinkel (Agentschap NL)**

## Willem-Alexander stelt sanitatieproject Waterschoon in gebruik

Prins Willem-Alexander heeft op 18 november het duurzame en innovatieve sanitatiesysteem Waterschoon in de Sneker wijk Noorderhoek officieel in gebruik gesteld. Hij deed dit tijdens een symposium, waaraan ongeveer 350 gasten deelnamen. Waterschoon is wereldwijd het eerste sanitatieproject dat op deze schaal wordt ingevoerd.

Het nieuwe sanitatiesysteem zorgt voor het inzamelen van het organisch afval in de afzonderlijke woningen via een keukenvermaler en voert het samen met toiletwater af door middel van een vacuümsysteem. De afvoer van het huishoudelijke afvalwater gebeurt apart. Deze reststromen worden los van elkaar in een lokale zuiveringsinstallatie midden in de wijk schoongemaakt. Het woningbouwproject in Sneek voorziet in de sloop van 282 woningen in de komende tien jaar en de bouw van ruim 200 huizen. Alle nieuwe woningen krijgen een aansluiting op het nieuwe sanitatiesysteem.

De kroonprins kreeg een rondleiding in woonzorgcentrum Noorderhoek, waar hem de werking van Waterschoon werd uitgelegd. Aan de bijeenkomst namen professor Michael Braungart (medebedenker van het 'cradle-to-cradle'-concept), emeritus hoogleraar Lucas Reijnders en Ivo Opstelten deel. Aan het einde werd een cheque ter waarde van 1000 euro overhandigd voor het project Water for Life, dat geld inzamelt voor het realiseren van sanitaire voorzieningen en schoon drinkwater op plekken waar die ontbreken.

**Burgemeester Hayo Apotheker van de gemeente Súdwest-Fryslân gaat prins Willem-Alexander voor (foto: gemeente Súdwest-Fryslân).**

