

B

C

D

E

F

HOE ENERGIEZUINIG IS DE WATERSECTOR?

6 SLIMME TECHNIEKEN UIT DE PRAKTIJK

Tekst Charlotte Leenaers

Pompstation
Plasmolen
(WML) is
niet alleen
energie-
gebruiker,
maar nu ook
energie-
leverancier

Zorgen voor droge voeten, schoon drinkwater en gezuiverd afvalwater: het kost allemaal energie en gaat gepaard met de uitstoot van CO₂. De watersector neemt haar maatschappelijk taak serieus en zet nieuwe technische snuffjes in die energie besparen en bijdragen aan verduurzaming. Welke technieken zijn dat en wat zijn de resultaten? Een overzicht aan de hand van zes veelbelovende projecten.

LEIDINGTURBINE IN LIMBURGSE HEUVELS

Op de relatief hooggelegen Limburgse Mookerheide bij Nijmegen pompt drinkwaterbedrijf WML grondwater op voor de productie van drinkwater. Het vijftig meter lager gelegen pompstation Plasmolen zuivert het water. Sinds 2012 zet een turbine de wateroverdruk in de transportleiding om in energie.

De transportleiding vanaf de Mookerheide naar pompstation Plasmolen heeft een lengte van tweeëneenhalve kilometer. Door het hoogteverschil van 50 meter tussen winplaats en pompstation ontstaat er nabij het inlaatpunt van het pompstation een overdruk van 5 bar. Voorheen stroomde het water vanuit de transportleiding door een aantal parallelle, dunne leidingen het pompstation binnen. Door de verhoogde wrijving in deze leidingen werd de overdruk teniet gedaan.

Tijdens de renovatie van het pompstation in 2012 zijn de besturing, de pompen en het leidingwerk vervangen. Dat was nodig om de levensduur van de installatie met twintig jaar te verlengen. WML zag hier ook een uitgelezen kans om voorzieningen te treffen om de wateroverdruk om te zetten in energie en niet langer te 'vernietigen'. De dunne leidingen zijn om

die reden verwijderd uit de transportleiding om ruimte te maken voor de turbine. Gekozen is voor een *Etanorm* waterpomp. Deze krachtpatser – 300 kilo schoon aan de haak – zet waterdruk met behulp van een elektromotor om in elektriciteit, die weer direct via de verdeler in het pomphuis wordt ingezet voor eigen gebruik.

De turbine produceert 50 MWh per jaar, waarmee de distributiepompen in het pompstation van energie worden voorzien. 's Nachts is sprake van een overproductie en levert WML het overschot terug aan het elektriciteitsbedrijf. Zo is pompstation Plasmolen niet alleen energieverbruiker maar nu ook energieleverancier.

WARMTELEK IN DOUCHE EENVOUDIG TE DICHTEN

Moderne huizen zijn tegenwoordig uitstekend geïsoleerd. Daken, muren en vloeren: aan alle kanten wordt de warmte heel efficiënt vastgehouden. Maar in veel huizen verdwijnen via het afvoerputje van de douche grote hoeveelheden warm water. Een enorm warmtelek waar een goede remedie voor lijkt te zijn.



De inbouw in de douchevloer, zoals toegepast in de pilot

Het verwarmen van water vergt in een gemiddeld gezin evenveel gas als nodig is voor het stoken van de hele woning. Als het lukt om warmte uit douchewater terug te winnen, leidt dat tot een forse besparing op de energierekening. En dat kan verrassend eenvoudig. Sinds enkele jaren is er namelijk douche-warmterugwinning-apparatuur (douche-wtw) op de markt. De kosten voor aanschaf en installatie bedragen ongeveer vijfhonderd euro per woning. Het meest toegepaste exemplaar bestaat uit twee concentrische buizen met een lengte van circa twee meter. Een verdieping lager dan de douche maakt dit slimme

stukje leiding deel uit van de afvoerbuis naar het riool. Het warme douchewater stroomt vanaf het doucheputje via de afvoerleiding door de binnenpijp van de douche-wtw naar het riool terwijl het koude leidingwater door de ruimte tussen de beide pijpen naar de ketel of mengkraan stroomt. Fabrikanten claimen dat op deze manier ruim de helft van de warmte uit het douchewater terug te winnen is. Warmte waarmee koud leidingwater wordt voorverwarmd, zodat de combiketel of boiler met minder energie toekan.

Studentenhuisvester DUWO heeft onlangs in de nieuwbouw op Campus Uilenstede in Amstelveen honderd wooneenheden voorzien van douche-wtw's. Een mooie kans voor Waternet om de proef op de som te nemen. Het bedrijf gaat in tien van deze woningen het warmte- en waterverbruik intensief en langjarig monitoren. De studenten hebben begin september hun intrek genomen en op datzelfde moment is het vijf jaar durende monitoringsprogramma van start gegaan. De komende jaren houdt Waternet zo een flinke vinger aan de pols. Als de inschattingen kloppen dan zou de stad Amsterdam haar water-footprint volledig kunnen compenseren door alle huizen uit te rusten met een douche-wtw. Een veelbelovend vooruitzicht. >





Silo voor ontwaterd slib



De energie-inhoud van afvalwater is vele malen groter dan de energie die nodig is voor de zuivering

SLIB KOKEN IN ENERGIEFABRIEK VENLO

De energie-inhoud van afvalwater is vele malen groter dan de energie die nodig is voor de zuivering. Het lukt steeds beter om deze energie terug te winnen. Waterschappen werken samen en brengen innovaties in de praktijk. Dat resulteert in de zogeheten Energiefabrieken: rioolwaterzuiveringen (RWZI's) die deels of geheel voorzien in hun eigen energiebehoefte.

Een van die Energiefabrieken is de RWZI in Venlo. De voorbehandelingsmethode voor slib die hier wordt toegepast, thermische drukhydrolyse, heeft wel iets van het koken in een hogedrukpan. In een *Turbo Tec* reactorvat, ontwikkeld door Sustec in Wageningen, worden slibdeeltjes namelijk onder hoge druk en bij een temperatuur ver boven het kookpunt ontsloten. Dat wil zeggen dat het organisch materiaal voor bacteriën beter afbreekbaar wordt gemaakt. Om deze techniek toe te passen, moet het hogedrukvat in de slibverwerkingsketen vóór de vergistingsinstallatie geplaatst worden. De productie van biogas tijdens het vergisten zal door de aanwezigheid van ontsloten slibdeeltjes flink toenemen. Tegelijkertijd leidt de verbeterde vergisting tot een afname van de hoeveelheid reststof.

De RWZI in Venlo is na een periode van uittesten en onderzoek, in 2012 overgegaan tot de aanleg van de allereerste praktijkinstallatie voor thermische drukhydrolyse in Nederland. Niet het vaker toegepaste, stapsgewijze proces waar telkens een portie slib ontsloten wordt; er is juist gekozen voor een efficiënt en energiezuinig continu proces. Dit proces kent geen wachttijden, zodat kleinere pompen en randapparatuur volstaan. Bovendien lukt de warmterugwinning binnen dit continue proces beter.

Na een verbouwing in maart 2014 is de installatie nu alweer enige maanden in gebruik. Het blijkt dat de biogasproductie tijdens het vergisten met 30 procent is toegenomen. Dat is genoeg om te voorzien in een derde van de energiebehoefte van deze rioolwaterzuiveringsinstallatie. Mooi meegenomen is bovendien dat het aantal vrachtwagenkilometers voor de afvoer van droge reststof is gehalveerd.



ENERGIEZUINIG POMPEN IN GEMAAL ALTENA

Bij het waterbeheer zijn pompen en gemalen de grootste energieverbruikers. Reden voor waterschap Rivierenland om de aanbevelingen van de TU Eindhoven voor een betere regeling van de pompen in het gemaal Altena, in de praktijk uit te testen. Het leverde een mooi resultaat op: een energiebesparing van maar liefst 20 procent is mogelijk.

In 2012 is door de TU Eindhoven een nauwkeurige analyse uitgevoerd van alle data uit de logboeken van de drie identieke pompen van het gemaal Altena, een veelgebruikt poldergemaal in de Alm en Biesbosch. Uit het onderzoek bleek dat het niet nodig is om bij hevige regenval op vol vermogen te draaien. Hoewel waterbeheerders geneigd zijn om tijdens een plensbui het water zo snel mogelijk met alle pompen tegelijk af te voeren, blijkt dat een dergelijke maatregel bij het Altenagemaal niet nodig is. Met een geleidelijke verlaging van het waterpeil, door met bijvoorbeeld twee en niet met in drie pompen te draaien, lukt het prima om het polderpeil te handhaven.

Verder leert het onderzoek dat energie kan worden bespaard door pompen met een lager toerental en dus lagere capaciteit te laten draaien. Het is dan wel zaak om in natte periodes 's nachts meer uren te pompen om het aantal dure draaiuren overdag te beperken.

Naar aanleiding van deze resultaten is begin vorig jaar besloten te starten met een aangepaste regeling van gemaal Altena: meer nachtelijke draaiuren en een efficiëntere inregeling van de pompen. In de periode maart-december 2013 is zo aantoonbaar 6,8 procent bespaard op het energieverbruik. Als het weer niet zo had tegengezeten – oktober en november 2013 waren twee extreem natte maanden waardoor toch op vol vermogen gepompt is – zou een energiebesparing van 20 procent gehaald zijn.

Opgepompt
grondwater
bevat
winbare
hoeveelheden
thermische
energie

GRONDWATER VERWARMT KANTOORGEBOUWEN

Opgepompt grondwater bevat winbare hoeveelheden thermische energie. In Eindhoven draait een pilot waarbij drinkwaterbedrijf Brabant Water warmte en koude onttrekt aan ruw water om daarmee acht kantoorpanden in Waalre te verwarmen en te koelen.

Omdat Brabant Water geen concessies wil doen aan de leveringszekerheid en de kwaliteit van het drinkwater, zijn in 2009 samen met de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) richtlijnen opgesteld voor een veilige verkenning van *Warmte Koude uit Drinkwater* (WKD).

In 2010 is de pilot vervolgens van start gegaan. Vanuit een puttenveld ten zuiden van Eindhoven pompt Brabant Water grondwater op voor de drinkwaterbereiding. Via een ruwwaterleiding stroomt dit water met een stabiele temperatuur van elf graden, naar het energie-uitwisselingsstation in Eindhoven.

In dit gebouw staat een belangrijk onderdeel van de WKD-installatie: een dubbelwandige warmtewisselaar. In dit apparaat vindt voorafgaand aan de drinkwaterbereiding, energie-uitwisseling plaats tussen het ruwe, opgepompte grondwater en het water in het energiesysteem van de kantoorgebouwen in Waalre. De beide waterstromen blijven daarbij volledig gescheiden. 's Winters stroomt warmte vanuit het ruwe water naar het water in het verwarmingscircuit; het ruwe water koelt daarbij maximaal een halve graad af. 's Zomers werkt de warmte-uitwisseling precies andersom. Het verwarmingswater koelt af terwijl het ruwe water maximaal een halve graad warmer wordt.

Een warmtepomp in de kantoren verhoogt de temperatuur van het verwarmingscircuit nog verder. Dit andere belangrijke onderdeel van de WKD-installatie zet 's winters elektriciteit efficiënt om in warmte: een eenheid elektriciteit levert vier eenheden warmte. 's Zomers >



De dubbelwandige warmtewisselaar

als de kantoorgebouwen gekoeld moeten worden, loopt het rendement nog veel verder op. Het koelsysteem is dan wel twintig keer zuiniger dan een airco-installatie. In totaal levert het in Waalre een reductie in CO₂-uitstoot op die gelijk is aan de uitstoot van ruim veertig huishoudens. Genoeg reden

voor Brabant Water om te onderzoeken of WKD vaker toegepast kan worden in het eigen leidingnet.

HOOG BEZOEK VOOR BLUE ENERGY-INSTALLATIE

Op 26 november stelt koning Willem-Alexander bij de afslag Breezanddijk op de Afsluitdijk de eerste Nederlandse Blue Energy proefinstallatie in gebruik. Deze testfaciliteit wint energie uit het gecontroleerd mengen van zoet en zout water. Locaties langs de Nederlandse kust, zoals de Afsluitdijk, de zeehavens en de delta van Zeeland zijn zeer geschikt voor deze vorm van energie uit water.

Blue Energy is gebaseerd op een bekend natuurkundig fenomeen: de onbedwingbare neiging van de natuur om opgeloste stoffen gelijkmatig door een vloeistof te verdelen. Zodra zout en zoet water elkaar ontmoeten, beginnen zowel de chloorionen als de natriumionen te bewegen. In een Blue Energycentrale worden hieruit met de Reverse Electro Dialysis (RED) technologie elektrisch geladen membranen, twee deelstromen opgewekt: een stroom met positieve natriumionen en een met negatief geladen chloorionen. Het

WATERSECTOR KAN UITGROEIEN TOT GROTE ENERGIELEVERANCIER

De watersector gaat gemiddeld zeer zuinig om met energie. Minder bekend is dat de sector kan uitgroeien tot een energieproducent van formaat. Dat zit zo.

De waterschappen stellen zich ten doel om in 2020 40 procent van het eigen energieverbruik duurzaam op te wekken.

De terugwinning van energie en grondstoffen uit afvalwater biedt daarvoor belangrijke aanknopingspunten.

Steeds meer rioolwaterzuiveringen (RWZI's) produceren inmiddels zelf energie en het einde van die ontwikkeling is nog lang niet in zicht. Drinkwaterbedrijven gebruiken sinds 2011 alleen nog maar duurzaam opgewekte energie.

In de afgelopen jaren is door slimme en scherpe regeling van pompen, met name voor de watermeter energie bespaard. Achter de watermeter is een wereld te winnen door energie te bezuinigen bij het verwarmen van water.

Verder zijn de Nederlandse wateren een enorme bron voor hernieuwbare energie. Het is technisch haalbaar en maatschappelijk verantwoord om een substantieel deel van de totale Nederlandse energiebehoefte te winnen uit water.

Dat blijkt uit de tabel op de pagina hiernaast.

Energieverbruik kan worden uitgedrukt in joules (de energie die nodig is om een object te verplaatsen met een kracht van 1 newton over een afstand van 1 meter). De watersector is verantwoordelijk voor een jaarlijks energieverbruik van 62 petajoule (een petajoule is een joule¹⁵). Dat is 2 procent van het jaarlijkse nationale energieverbruik (3.200 petajoule). In de eerste kolom van de tabel staan de kentallen voor het **energieverbruik** van de watercyclus en van het waterbeheer bij elkaar. Wat opvalt is dat het verwarmen van huishoudelijk water verreweg de meeste energie opslorpt (48 petajoule). Veel meer nog dan de zuivering van afvalwater (8 petajoule). Het waterbeheer is in vergelijking daarmee maar een zeer bescheiden energiegebruiker (1 petajoule).

In de tweede kolom staan de kentallen voor de potentiële **energieopbrengst** onder elkaar. Belangrijke vormen van energieretrieving binnen de watercyclus zijn de behandeling van RWZI-effluent (43 petajoule, 14 petajoule) en de douchewarmtewisselaars (16 petajoule).

Het Nederlandse watersysteem is een – in potentie – indrukwekkende leverancier van energie; aardwarmte (960 petajoule) en thermische energie (300 petajoule) spannen hier duidelijk de kroon.



Bouw van de proefinstallatie voor 'blue energy' op de Afsluitdijk

verschil in elektrische lading van beide stromen resulteert in een potentiaalverschil – vergelijkbaar met de polen van

een accu – en is de energiebron die vervolgens geoogst kan worden. Dit theoretisch concept is op laboratoriumschaal succesvol getest. De proefinstallatie op de Afsluitdijk is nodig om deze technologie op te schalen naar praktijkcondities. De Afsluitdijk is een ideale locatie omdat hier zoet IJsselmeerwater en zout Waddenzee water in grote hoeveelheden beschikbaar zijn. Via buizen boven de weg stroomt tweehonderd kubieke meter zout water per uur naar de installatie; eenzelfde hoeveelheid zoet water wordt vanuit het IJsselmeer ingelaten. Het restproduct – vierhonderd kubieke meter brak water per uur – wordt teruggevoerd naar de Waddenzee.

In de proefinstallatie gaan onderzoekers van de bedrijven REDstack en Fujifilm en kennisinstituut Wetsus de hele procesketen van waterinname, filtratie en gecontroleerde menging tot en met de wateruitlaat en de elektriciteitsproductie testen en doormeten. De installatie gaat antwoord geven op technische ontwerpvragestukken, zoals de ideale membraandikte en -samenstelling en de optimale stroomsnelheid van het zoete en zoute water door de installatie. Kennis die nodig is om de bouw van een grote duurzame Blue Energycentrale een stap dichterbij te brengen. |

Energieverbruik en potentiële energieopbrengst watersector

(in petajoule per jaar)

ENERGIEVERBRUIK		POTENTIËLE ENERGIEOPBRENGST	
Watercyclus		Watercyclus	
• Drinkwaterproductie en –distributie	3	• Douchewarmtewisselaars	16
• Verwarmen huishoudelijk water	48	• Warmte uit RWZI-effluent	43
• Verpompen rioolwater	2	• Organische stof in RWZI-effluent	14
• Afvalwaterzuivering	8	• Warmte uit waterleidingen	3
Waterbeheer		Waterbeheer	
• Pompen, gemalen en sluizen	1	• Aardwarmte	960
		• Thermische energie (WKO)	300
		• Zoet-zout-gradiënt	22
		• Getijdeturbines	7

Deze tabel is samengesteld op basis van de volgende bronnen:

- De watercyclus als energiebron, KWR, 2010 • Informatie van dr ir J.A.M.H. (Jan) Hofman, KWR, 2014
- Energieverbruik van het Nederlandse waterbeheer, Deltares/Grontmij, H₂O 17, 2010 • Bosatlas van de Energie, Noordhoff Atlasproducties, 2012