

# Energie in de waterketen in Leeuwarden

**De stedelijke waterketen is naast gebruiker tevens een bron van energie. De hoeveelheid energie die nodig is voor het laten functioneren van de waterketen (operationeel verbruik), is vele malen kleiner dan de potentiële energie die in de waterketen aanwezig is in de vorm van thermische en chemische energie. Met name het benutten van de thermische energie in de waterketen trekt de aandacht.**

Het opdrogen van bronnen van fossiele energie vormt één van de belangrijkste bedreigingen van deze eeuw. De menselijke behoefte aan een goed functionerende waterketen is dermate belangrijk dat het nodig is om de energieaspecten van de waterketen te onderzoeken. Uit een studie die Tauw, Vitens en de gemeente Leeuwarden uitvoerden in opdracht van het ministerie van VROM, STOWA en Wetterskip Fryslân, blijkt dat vooral thermische energie een belangrijke bijdrage kan leveren aan energiebesparing.

Onderzocht is het operationele verbruik van energie, de hoeveelheid thermische energie en het afvalwater als bron voor energie. Het onderzoek betrof de waterketen van Leeuwarden.

## Het operationele energieverbruik

Het operationele energieverbruik van de waterketen is relatief klein vergeleken met veel andere sectoren, zoals de chemische industrie, en met het totale energiegebruik van huishoudens. Per persoon bedraagt het energieverbruik circa 0,2 kWh per dag. Deze energie wordt gebruikt voor het bereiden en distribueren van drinkwater, voor het inzamelen en verpompen van afvalwater naar de rwzi en voor het behandelen van het afvalwater. Bij het bereiden van drinkwater en het zuiveren van afvalwater wordt de meeste energie verbruikt. Het transport van drinkwater en de inzameling en transport van afvalwater is veel minder van belang voor het energiegebruik. De tabel geeft ter vergelijking het energieverbruik van een aantal activiteiten binnen het huishouden.

Voor de waterketen Leeuwarden zijn enkele scenario's doorgerekend voor hun effecten op de operationele energie. De resultaten zijn als volgt:

- Het afkoppelen van hemelwater of rioolvreemd water (parasitaire waterstromen) van het rioolstelsel heeft niet zoveel effect op het operationele energieverbruik in de waterketen. Dat valt te verklaren door het lage energieverbruik voor het transport en afvoer van water. Verder wordt het energiegebruik op de rwzi vooral beïnvloed door de vuilvracht en niet door de volumestroom;
- Het verminderen van drinkwatergebruik beperkt vooral het energieverbruik in het eerste deel van de waterketen (zie afbeelding 1).

Omdat bij de bereiding van drinkwater en de zuivering van afvalwater veel energie wordt gebruikt, is het zinvol om te kijken naar energiebesparing en optimalisatie van de processen die hier worden toegepast.

Een mogelijkheid is het anaeroob zuiveren van afvalwater. Bij aerobe zuivering is veel energie nodig voor het beluchten (in de huidige situatie ongeveer 65 procent van het totale energieverbruik voor behandeling van afvalwater). Anaeroob zuiveren stelt echter specifieke eisen aan het afvalwater. Het moet voldoende 'dik' zijn. Dit betekent in de praktijk dat het afvalwater van toiletten gescheiden moet worden ingezameld en behandeld zoals dit bij nieuwe sanitatie gebeurt.

## Thermische energie

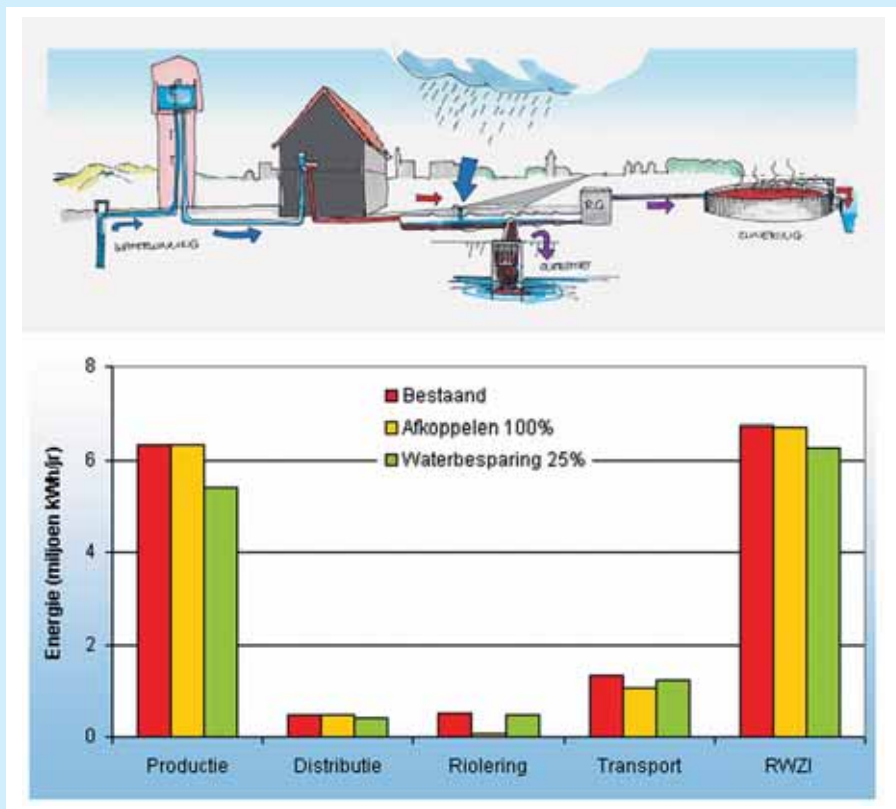
Drinkwater heeft in Leeuwarden een temperatuur van 10 tot 12°C. In huishoudens wordt een groot deel van het leidingwater echter verwarmd. De hoeveelheid thermische energie die huishoudens aan de waterketen toevoegen, is een factor 10

tot 20 groter dan de operationele energie in de waterketen. Door uitwisseling van warmte met de wanden van het rioolstelsel en de menging met koudere waterstromen, zoals regenwater en grondwater, wordt de temperatuur echter uitgemiddeld. Het terugwinnen van een belangrijk deel van de thermische energie kan eenvoudig worden gerealiseerd met een relatief goedkope techniek. Zo kan met een warmtewisselaar in het huishouden warmte uit afvalwater worden teruggewonnen. Een voorbeeld is de douchewarmtewisselaar. De kosten hiervan verdienen zich binnen drie tot zes jaar terug. Afbeelding 2 geeft de relatieve behouding weer van de verschillende gebruiksdoelen voor energie in een huishouden en de potentie van de terugwinning van thermische energie uit het afvalwater.

### Energieverbruik van huishoudelijke activiteiten.

soort activiteit	energieverbruik
elektraverbruik (gemiddeld)	4 kWh/inwoner/dag
gasverbruik (gemiddeld)	20 kWh/inwoner/dag
waterketen	0,2 kWh/inwoner/dag
computer één uur aan	0,2 kWh
opwarmen van 1 liter water tot 100°C	0,17 kWh

Afb. 1: Operationele energiegebruik in de waterketen van Leeuwarden en de mogelijke besparingsscenario's.



Om de mogelijkheden voor het verlagen van het energiegebruik beter te kunnen beoordelen, is een aantal onderzoeken noodzakelijk, namelijk het meten van de thermische energiehuishouding in de waterketen, het bepalen van de meest geschikte locatie voor de terugwinning van thermische energie op basis van potentie, techniek, beheer en onderhoud én het vergroten van inzichten in de invloed van energieverliezen/besparingen op het functioneren van de rwzi.

### Afvalwater als energiebron

In organische stoffen in het afvalwater is energie opgeslagen. Deze energie wordt nu slechts ten dele benut door de vergisting van het zuiveringsslib. Voor de waterketen van Leeuwarden zijn twee sporen beschouwd om de energieopbrengst te vergroten. Ten eerste is gekeken naar het vrijmaken van een grotere hoeveelheid energie uit het zuiveringsslib. Hierbij is gespiegeld aan de Energiefabriek. Met deze aanpak lijkt het mogelijk om een energieoverschot te creëren in de afvalwaterketen. Uitgangspunt is dan wel volledige benutting van al het biogas.

Als het biogas met de brandstofcel wordt omgezet in elektrische energie, vermindert het energiegebruik van de waterketen met 40 procent. Deze optie is voor Leeuwarden ambitieus. De rwzi zou uitgebreid moeten worden met een voorbezinking om het energierijke primair slib af te scheiden en een brandstofcel is een techniek die nog volop in ontwikkeling is.

Een nog ingrijpendere aanpak is de toepassing van nieuwe sanitatie voor heel Leeuwarden. Dit betekent dat geconcentreerd afvalwater (urine en feces) gescheiden wordt ingezameld en behandeld. Volgens het beschouwde concept (inzameling van zwart water en vergisting) levert dit een aanzienlijke reductie van het totale energiegebruik van de waterketen op, namelijk 45 procent (op basis van omzetting van biogas in een conventionele warmtekrachtkoppelinginstallatie). Belangrijke aspecten hierbij zijn de vermindering van het energiegebruik bij de drinkwaterproductie en vergroting van de energieopbrengst bij de zuivering van zwart afvalwater. Hier staat tegenover dat het inzamelen van afvalwater meer energie kost.

### Conclusie

Uit het bovenstaande blijkt dat de optimalisatie van de waterketen op energieaspecten een onmisbaar onderdeel vormt van toekomstige optimalisaties van de waterketen. In afbeelding 3 zijn de onderzochte scenario's in Leeuwarden en de potentie van terugwinning van thermische energie weergegeven.

### Landelijke relevantie

De analyse van het energiegebruik van de waterketen van Leeuwarden heeft een aantal inzichten opgeleverd die ook landelijk van toepassing kunnen zijn. Eén van de belangrijkste is misschien wel dat thermische energie een grote component vormt in het totale energiegebruik. De samenwerking in de waterketen versterkt de kansen op een versnelde realisatie van energiedoelstellingen door bijvoorbeeld het investeren in de terugwinning van thermische energie in huishoudens en in het rioolstelsel.

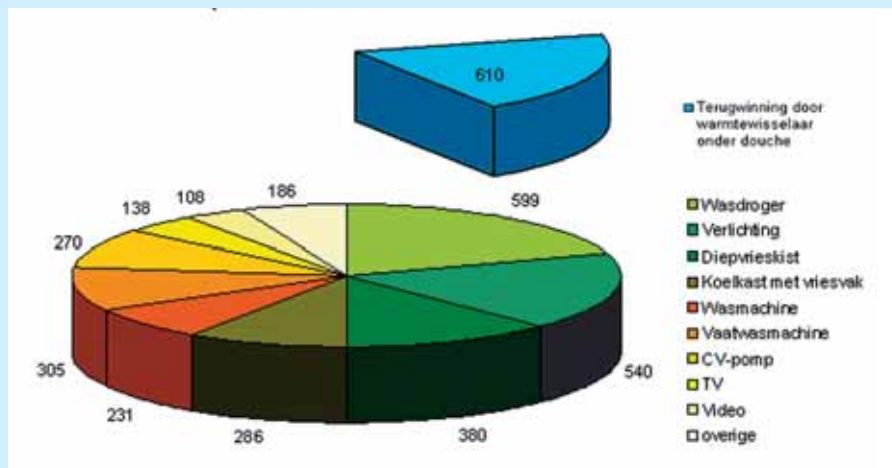
Het ligt voor de hand om de thermische energie in de huishoudens direct na de lozing van het afvalwater terug te winnen. De potentie van deze besparing is veel groter dan het operationele energiegebruik in de waterketen. Er moet gekeken worden naar het effect van 'koudere' afvalwater op de werking van de rioolwaterzuiveringsinstallatie en de rol die het riool hier in speelt. De uitwisseling van warmte in het riool is waarschijnlijk zo groot dat het effect van terugwinning van thermische energie op veel plekken verwaarloosbaar klein zou kunnen zijn.

Momenteel worden voorstellen voorbereid voor het meten in de praktijk van de thermische huishouding in Zwolle en Apeldoorn om de openstaande onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. STOWA, SenterNovem, Waterschap Groot Salland en de provincies Overijssel en Gelderland zijn hierbij betrokken. Tauw fungeert als projectleider en uitvoerder.

Voor de lange termijn zouden de krachten gebundeld moeten worden in een programma voor de verduurzaming van de waterketen en de toekomstige stad. Daarbij beogen de betrokken partijen een harmonieuze omschakeling van de huidige waterketen naar een duurzame waterketen, rekening houdend met de actuele stand van zaken met betrekking tot woonwensen, de gevolgen van een opwarmende aarde, milieuaspecten, technische innovatie en maatschappelijk draagvlak.

**Rada Sukkar, Jeroen Kluck en Johan Blom (Tauw)**

Afb. 2: Energieverbruik per huishouden per jaar in vergelijking met de terug te winnen energie via een warmtewisselaar onder de douche.



Afb. 3: Overzicht van de energie-invoer en -terugwinning voor verschillende alternatieven in de waterketen van Leeuwarden.

