



Marthe de Graaff, KWR Watercycle Research Institute

Enna Klaversma, Waternet

Sebastiaan Vliegen, Waterleiding Maatschappij Limburg

Ad de Man, Waterschapsbedrijf Limburg

# Energieverbruik in watercyclus in Amstelveen en Wijre

In H<sub>2</sub>O 25/26 uit 2010 lieten Roest e.a.<sup>1)</sup> al zien dat de Nederlandse watercyclus energie kan opleveren. Nu zijn twee lokale studies uitgevoerd naar het energieverbruik van de watercyclus: in Amstelveen en Wijre<sup>2)</sup>. Het grootste aandeel in het totale energieverbruik door de watercyclus wordt gevormd door de thermische energie (warmte) die huishoudens in het water brengen - dit maakt warmteterugwinning interessant. Per jaar gaat zo 48 PJ<sub>primaire</sub> (oftewel 94 W<sub>primaire</sub> per persoon<sup>3)</sup>) aan warmte verloren in het riool, veel meer dan de 13 PJ<sub>primaire</sub>/jaar (oftewel 26 W<sub>primaire</sub> per persoon) die nodig is voor productie en distributie van drinkwater en transport en zuivering van afvalwater. Binnen de watercyclus wordt bovendien voldoende organische energie toegevoegd (onder andere in de vorm van feces) om de hele watercyclus van de benodigde energie te voorzien. Tevens blijkt dat energie als factor moet worden meegewogen bij de keuze van drinkwaterbronnen. Ook is vastgesteld dat rioolvreemd water leidt tot verhoging van het energieverbruik van de rwzi. Rioolvreemd water is water dat niet in het riool thuishoort, zoals grond-, regen- en oppervlaktewater. Door de herkomst van het rioolvreemd water te inventariseren en waar mogelijk maatregelen te nemen, kan het energieverbruik worden verlaagd.

De Nederlandse watersector wil de energieconsumptie verlagen - of zelfs een netto energieproducent worden - en de emissie van broeikasgassen verminderen. Daarvoor zijn in het Klimaatakkoord van de waterschappen de volgende doelstellingen geformuleerd:

- vermindering van de energieconsumptie met 30 procent door het verbeteren van de efficiëntie (tussen 2005 en 2020);
- voor 40 procent zelfvoorzienend zijn door eigen energieproductie (voor 2020);
- vermindering van broeikasgasemissies met 30 procent (tussen 1990 en 2020);
- 100 procent energie-inkoop van duurzame bronnen (voor 2020).

De verandering die nodig is om deze doelstellingen te halen, moet voortkomen uit technologische maatregelen en benutting van potentiële energiebronnen. Daarvoor zijn water- en energiebalansen nodig op landelijk en lokaal niveau, waarin elektrische energie, thermische, organische en mechanische energie worden meegenomen. Deze energiebalansen helpen om de grote energieverbruikers te identificeren en mogelijkheden te vinden om energie te besparen. Naast de studie van de Nederlandse communale watercyclus<sup>1)</sup> zijn daarom twee

lokale casussen onderzocht, in Amstelveen en Wijre.

## Berekeningen energieverbruik

Voor Amstelveen en Wijre is het energieverbruik in de watercyclus vastgesteld. De analyse heeft betrekking op het verzorgingsgebied (afstromingsgebied, zuiveringskring) van de betreffende rwzi. Vrijwel alle gegevens zijn door Waternet, Waterleiding Maatschappij Limburg en Waterschapsbedrijf Limburg aangeleverd (zie de afbeeldingen 1a en 2a). In de berekeningen zijn meegenomen de inname van grond- of oppervlaktewater of inkoop van water, de voorbehandeling, het transport, de drinkwaterbehandeling, distributie, warmte in huishoudens, riolering en afvalwaterbehandeling. Voor de watercyclus van Amstelveen is ook gekeken naar de pompenergie die gebruikt wordt in de polders.

Ook de energie die nodig is voor de productie van in de watercyclus gebruikte chemicaliën, is meegenomen, ervan uitgaande dat alle energie die nodig is voor de productie van chemicaliën bestaat uit elektriciteit. Op basis van de CO<sub>2</sub>-equivalenten (kg CO<sub>2</sub>/kg chemicaliën) is het energieverbruik berekend op basis van 0,59 kg CO<sub>2</sub>/kWh<sup>3)</sup>.

## Gebruikte omrekeningen

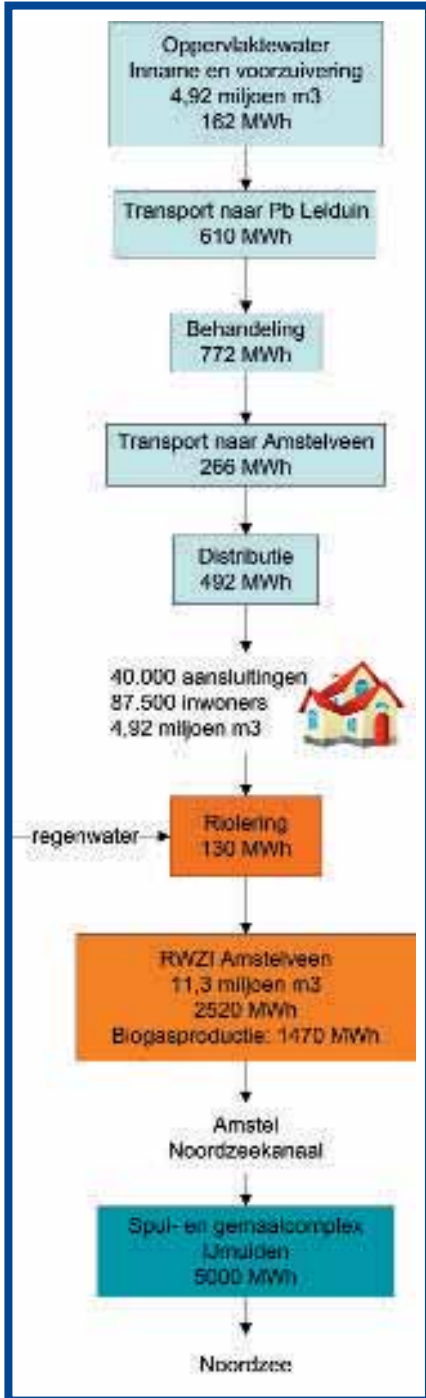
Om de verschillende onderdelen in de watercyclus en de verschillende studies met elkaar te vergelijken, is het energieverbruik uitgedrukt per kubieke meter (afval/drink)water. Dit is wellicht niet logisch in de afvalwatercyclus, aangezien daar voornamelijk in eenheden per inwoner-equivalent wordt gerekend.

Het elektriciteitsverbruik is omgerekend naar primaire energie op de energiecentrale, zodat de energiestromen kunnen worden vergeleken. Dit verwijst dus niet noodzakelijk naar de hoeveelheid fossiele brandstoffen, aangezien de bron ook een 'groene' bron kan zijn.

Als conversiefactoren zijn gebruikt: brandstof 100 procent en elektriciteit 40 procent.

In deze conversiefactoren is geen rekening gehouden met efficiëntie van de installaties die de desbetreffende voorziening leveren<sup>4)</sup>. De energie-inhoud van aardgas bedraagt 32 MJ/Nm<sup>3</sup> en van biogas 23 MJ/Nm<sup>3 5)</sup>.

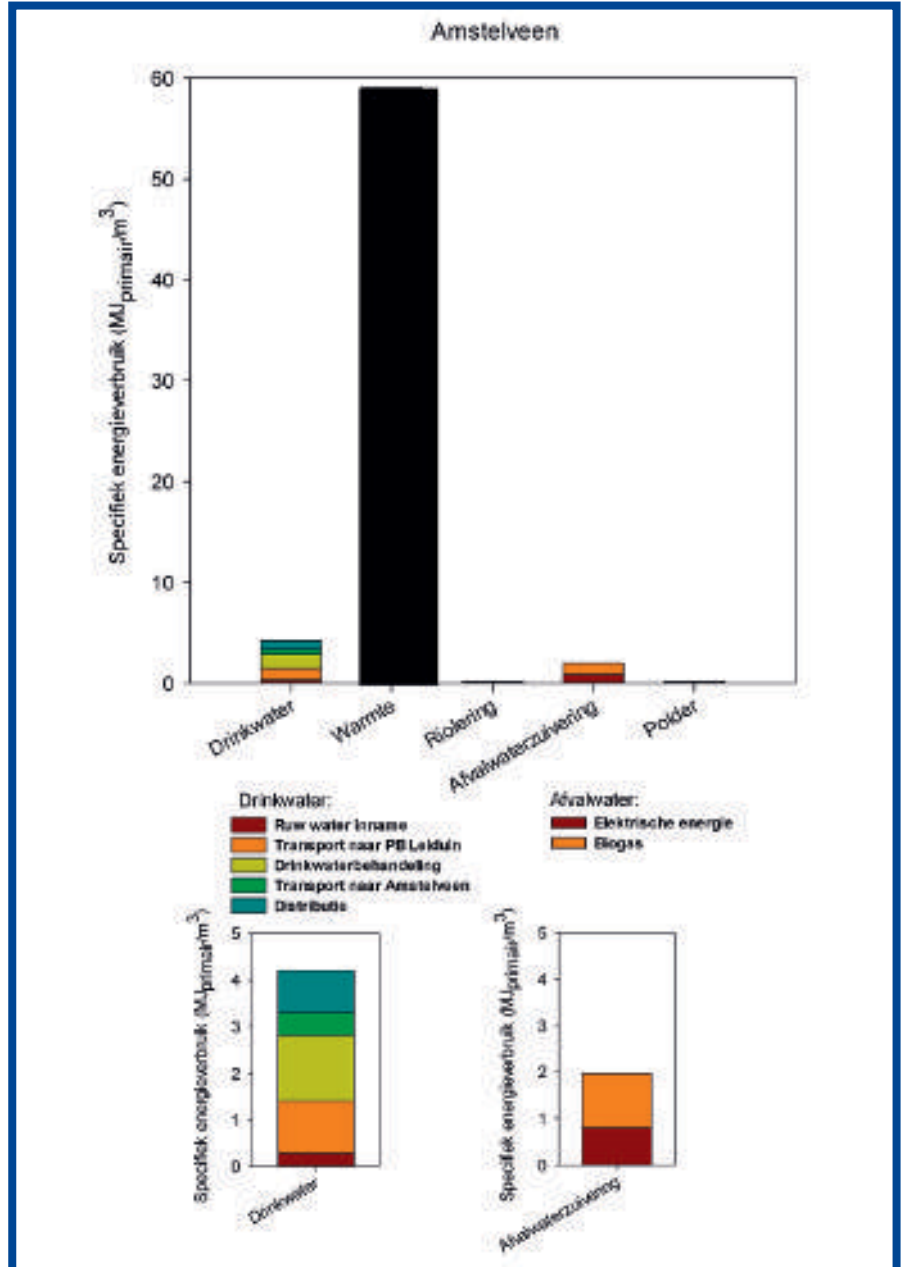
De hoeveelheid thermische energie is berekend op basis van de volgende gegevens: een gemiddelde temperatuur van het drinkwater bij aankomst in het huis van 12,5°C<sup>5)</sup> en van 27°C bij het verlaten van het huis<sup>6)</sup>.



Afb. 1a: Schematische weergave van de watercyclus van Amstelveen (met getallen uit 2008).

### Resultaten Wijre en Amstelveen

De resultaten van deze berekeningen leveren een beeld op van het energieverbruik in Amstelveen en Wijre. Ze zijn uitgebreid weergegeven in de afbeeldingen 1b en 2b. Daarin is te zien hoe de toegevoegde warmte vanuit de huishoudens in beide casussen vele malen groter is dan de andere energieverbruiken in de watercyclus. Het energieverbruik in de riolering en poldergemalen is relatief klein ten opzichte van de andere onderdelen in de watercyclus. Opvallend zijn de verschillen in energieverbruik voor drinkwaterproductie en distributie tussen Amstelveen en Wijre. Zo kost bijvoorbeeld drinkwater uit Duitsland (TWA Roetgen) relatief weinig energie en is in Amstelveen relatief veel energie nodig voor transport en distributie van drinkwater.



Afb. 1b: Specifiek energieverbruik (MJ<sub>primair</sub>/m<sup>3</sup>) in Amstelveen.

### Indirect energieverbruik

De analyse van het indirecte energieverbruik door chemicaliën laat zien dat dit in dezelfde orde van grootte ligt als het energieverbruik voor drinkwaterproductie en afvalwaterzuivering (data niet weergegeven). Vooral chemicaliën voor coagulatie en ontharding zijn bepalend. Omdat de gebruikte kengetallen grotendeels zijn gebaseerd op schattingen, is het nodig om ze in de toekomst te onderbouwen en verifiëren.

### Conclusies

- Uit zowel de landelijke studie als de twee lokale studies blijkt dat het thermische energieverbruik in huishoudens ongeveer vier maal hoger ligt dan het energieverbruik voor de productie van drinkwater en het zuiveren van afvalwater;
- Het huishoudelijk afvalwater bevat voldoende organische energie om de productie van drinkwater en het zuiveren van afvalwater zelfvoorzienend te maken;
- Het energieverbruik van drinkwater wordt grotendeels toegeschreven aan

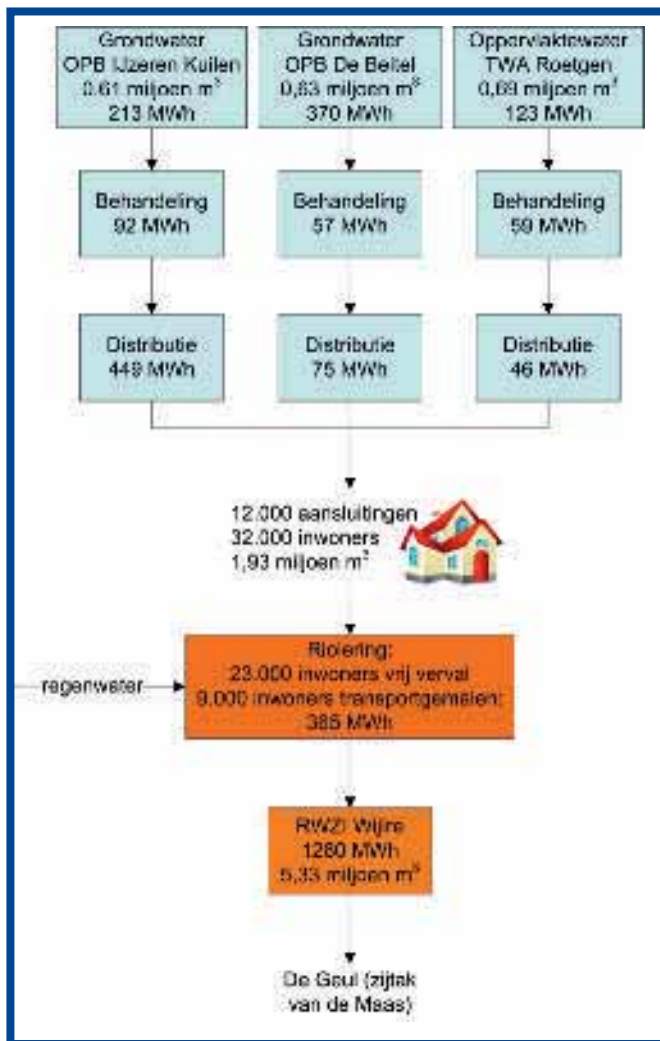
het verpompen van water voor winning, transport en distributie. Grote transportafstanden of hoogteverschillen kosten relatief veel energie;

- Uit de lokale studies blijkt dat een groot deel van het rioolwater een onbekende oorsprong heeft. Dit resulteert in extra energieverbruik in het afvalwatertransport.

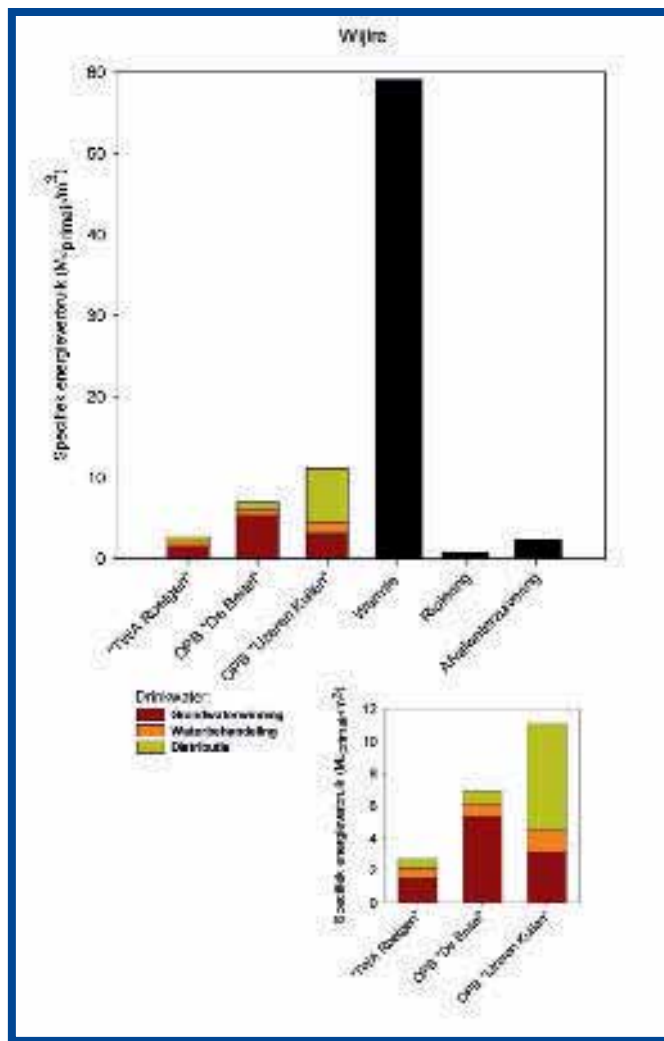
### Aanbevelingen

Er zijn drie mogelijkheden van warmterugwinning die kunnen bijdragen aan een energieproducerende watercyclus. In huishoudens is op korte termijn warmterugwinning mogelijk door het installeren van een douchewarmtewisselaar. Voor industrieën met een warmteoverschot is het nodig om aanbod en vraag naar warmte in te kaart brengen. In de riolering gaat warmte verloren naar de bodem. Metingen in het riool zijn nodig om verliezen en mogelijkheden tot terugwinning in kaart te brengen.

Daarnaast is het aan te bevelen om bij de keuze van drinkwaterbronnen ook het



Afb. 2a: Schematische weergave van de watercyclus van Wijre (met gemiddelde getallen van 2008 en 2009).



Afb. 2b: Specifiek energieverbruik (MJ<sub>primair</sub>/m<sup>3</sup>) in Wijre.

energieverbruik voor transport mee te wegen. Een andere inrichting van de afvalwaterzuivering kan het mogelijk maken zoveel mogelijk organische stof te verzamelen en daarna efficiënt om te zetten in bruikbare energie. Van groot belang is een goede systeemkeuze, die rekening houdt met energieverbruik, chemicaliën, broeikasgasemissies en restproducten. Waterschapsbedrijf Limburg houdt bij de geplande aanpassing van de zuivering Wijre nadrukkelijk rekening met deze aspecten. Ook is het raadzaam de oorsprong van rioolvreemd water nauwkeurig vast te stellen om adequate maatregelen te kunnen nemen tegen het binnendringen in het riool. Dit kan energie besparen in de watercyclus.

### Hoe verder

Waternet heeft diverse initiatieven lopen op het gebied van warmte in het riool. Eerste metingen van temperatuur in het rioolstelsel zijn al uitgevoerd en dit wordt onder andere in het BTO-speerpuntenonderzoek voortgezet.

Waterleiding Maatschappij Limburg heeft energiereductie sinds 2006 op de agenda staan. Dit heeft onder meer geleid tot energiebesparingen in het distributienet (drukverlaging en vervanging lagedruk-pompen) en de aanleg van een zonnecel-park bij Waterproductiebedrijf Heel. Dit jaar verricht WML een duurzaamheidsscan

om inzicht te krijgen in de eigen klimaatvoetafdruk. Daarnaast oriënteert het drinkwaterbedrijf zich op mogelijkheden om energie in de watercyclus te besparen. WBL zal de rwzi Wijre uitbreiden en aanpassen zodat die voldoet aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water voor stikstof en fosfaat. In de technologische systeemkeuze-studie is nadrukkelijk aandacht besteed aan energieverbruik, chemicaliëngebruik, broeikasgassen en restproducten. Door realisatie van een warmtekraftkoppeling zal de rwzi voor ongeveer driekwart zelfvoorzienend gaan worden en zal het verbruik aan primaire energie voor het zuiveringsdeel ook met driekwart dalen.

### NOTEN

\* Primaire energie is de hoeveelheid energie die nodig is om een bepaalde hoeveelheid gebruikte energie op te wekken. Bijvoorbeeld: 1 kWh (3,6 MJ) elektriciteit kost 9 MJ primaire energie (0,28 m<sup>3</sup> aardgas).

### LITERATUUR

- 1) Roest K., J. Hofman en M. van Loosdrecht (2010). De Nederlandse watercyclus kan energie opleveren. H<sub>2</sub>O nr. 25/26, pag. 47-51.
- 2) Van Leerdam R. K. Roest, M. de Graaff en J. Hofman (2010). de watercyclus als energiebron. KWR 2010. 082.
- 3) STOWA (2008). Op weg naar een klimaatneutrale waterketen. Rapport 2008-17.

- 4) Vleeming, H., van der Pol, E., Varwijk, J. en Hinderink, P., (2009). Evaluatierapport: mogelijkheden tot energiebesparing in de Nederlandse energie-intensieve industrie. Agentschap NL.
- 5) SenterNovem (2007). Cijfers en tabellen 2007. Kompas energiebewust wonen en werken.
- 6) Blokker M. en I. Pieterse-Quirijns (2010). Temperatuur in het leidingnet hangt samen met het klimaat. H<sub>2</sub>O nr. 23, pag. 46-49.