

Water en energie

Feiten over energieverbruik in het stedelijk waterbeheer



Colofon

Copyright © 2012

Stichting RIONED

Postbus 133, 6710 BC Ede, 0318-631111

info@rioned.org

Voor professionals: www.riool.net. Voor het publiek: www.riool.info

Deze publicatie is gebaseerd op een onderzoek van Stowa, Agentschap NL en Stichting RIONED.



Opstellers Harry de Brauw (Tauw), Jeroen Kluck (Tauw), Wouter Stapel (DHV) en Martijn Tilma (DHV)

Begeleiding Ton Beenen (Stichting RIONED), Arné Boswinkel (Agentschap NL), Jos Frijns (KWR), Eric Oosterom (Stichting RIONED) en Bert Palsma (Stowa)

Tekstadvies Karlijn Kunst

Illustraties Anne Floor Timan, DHV

Ontwerp GAW ontwerp+communicatie, Wageningen

Druk Modern, Bennekom

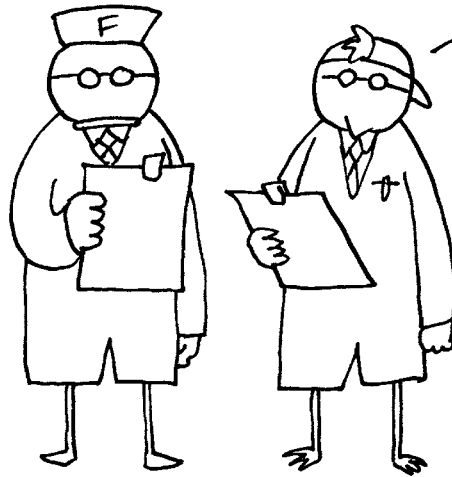
ISBN 978 90 73645 32 5

FOKKE & SUKKE

HALEN DE KLIMAATDOELSTELLINGEN NIET

DE NORM VOOR
GEBAKKEN LUCHT,...

IS IN NEDERLAND
NU AL OVERSCHREDEN!!!



RRGUT

Inhoud

1. Toelichting op methodiek en begrippen 6
2. Appels en peren 8
3. Energieverbruik in de waterketen 10
4. Energieverbruik in huis 12
5. Keuze type rioolstelsel 14
6. Keuze invulling hemelwaterzorgplicht 16
7. Keuze invulling zorgplicht buitengebied 18
8. Keuze buismateriaal 20
9. Energieverbruik afvalwaterzuivering 22
10. Kansen terugwinnen waterketenenergie 24
11. Energieverbruik in het dagelijks leven 26

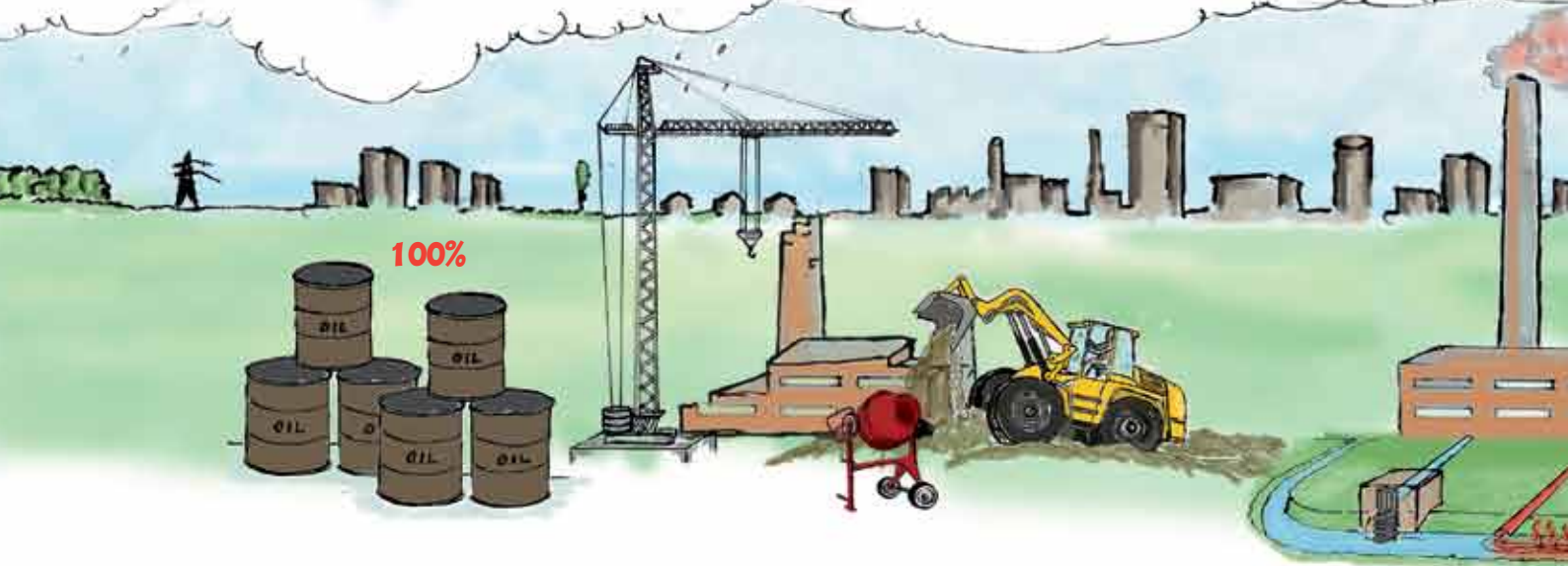
Feiten

Bij de keuzes voor verbetermaatregelen in het stedelijk waterbeheer spelen vele aspecten een rol. Energie is er één van. Als we energie bij onze keuzes laten meewegen, moeten we dat doen op basis van feiten. Dit boekje geeft inzicht in energiecijfers met betrekking tot keuzes in stedelijk waterbeheer. Daarbij ligt de focus vooral op de gevolgen voor het afvalwatersysteem.

We hebben van enkele veelvoorkomende situaties en maatregelen de benodigde energie berekend. Naast de 'gebruiksenergie' uit het stopcontact of de gasaansluiting, hebben we bepaald hoeveel energie nodig is voor het traject van de winning van ruwe grondstoffen tot en met de aanleg van onderdelen van de infrastructuur voor stedelijk waterbeheer. Dat leidt tot bevestiging van sommige beelden, maar ook tot nieuwe inzichten, zoals:

- afkoppelen leidt niet altijd tot energiebesparing;
- de pompenergie die de gemeente bespaart met een verbeterd gescheiden stelsel in plaats van een gemengd stelsel, valt weg tegen de energie die nodig is om twee leidingstelsels in de grond te leggen;
- drinkwaterbesparing is vaak effectiever om energieverbruik te verminderen dan afkoppelen van verhard oppervlak. Vooral besparing op gebruik van warm water is van belang;
- een IBA vraagt veel minder energie dan drukriolering.

Dit boekje bevat de eindresultaten van enkele gedetailleerde analyses. De basisgegevens hiervan en aanvullende vergelijkingen komen later in 2012 in een uitgebreid rapport beschikbaar. Met de cijfers in dit boekje kunt u een aantal keuzes verantwoorden op basis van energiefeiten. Bij de berekening van de cijfers is uitgegaan van gemiddelde situaties. De aanpak is geïnspireerd door het vrij op internet verkrijgbare *Sustainable energy – without the hot air* van David MacKay.



1. Toelichting op methodiek en begrippen

Primaire energie en elektriciteit

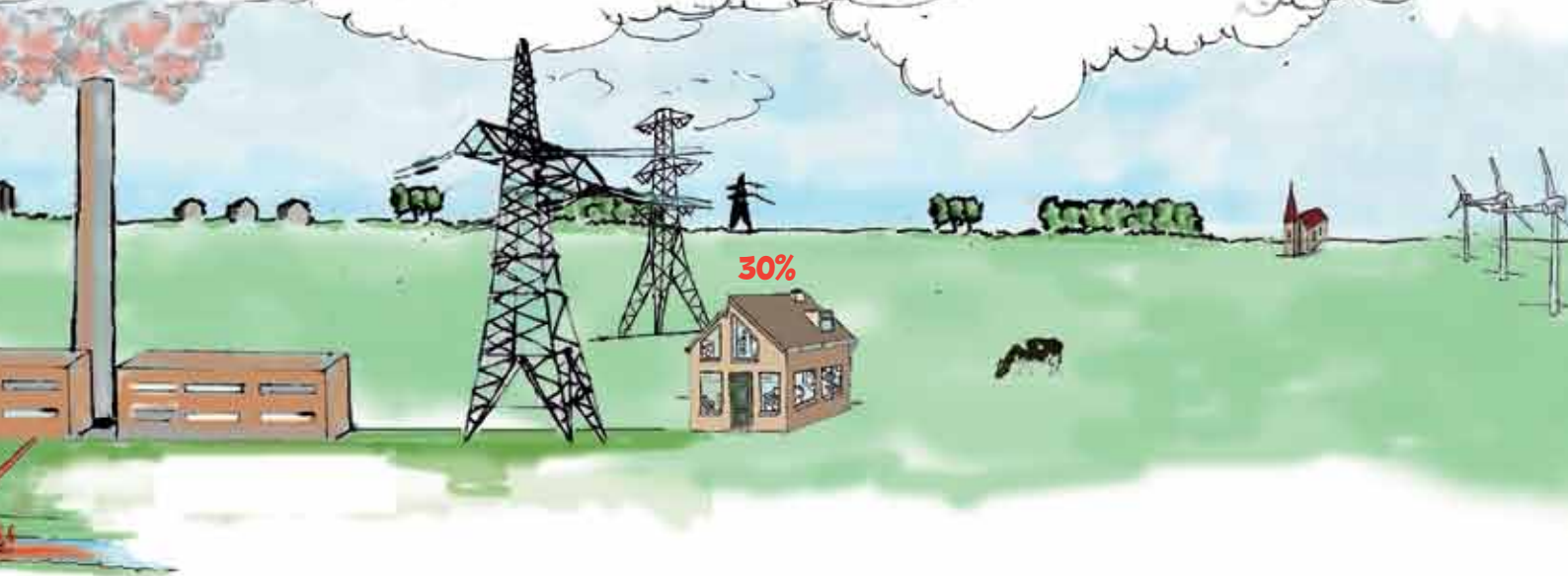
Het vergelijken van energieverbruikers moet eerlijk gaan. Daarom rekenen we alles terug tot benodigde primaire energie. Primaire energie is bijvoorbeeld de energie in kolen, gas of olie. Bij de productie van elektriciteit uit die primaire energie gaat veel energie verloren, doordat:

- het bouwen van de centrale en het transportnet energie kost;
- koelwater en rookgassen circa 60% van de verbrandingsenergie afvoeren;
- de elektriciteitskabels en -draden weerstand hebben, waardoor ook energie verloren gaat.

Dat moeten we ook meenemen als we materialen of activiteiten met elkaar vergelijken.

Qua energie-inhoud staat 1 kilowattuur (kWh) elektriciteit gelijk aan 3,6 Megajoules (MJ).

Eén Watt is 1 Joule per seconde, dus 1 kWh is 1.000 Watt gedurende 3.600 seconden.



Maar om die kWh te produceren, is 11,8 MJ aan primaire energie nodig. Van 11,8 MJ primaire energie naar 3,6 MJ elektriciteit uit het stopcontact treedt dus een verlies op van bijna 70%!

Watt primaire energie

Bij energieanalyses wordt vaak gerekend met Megajoules: MJ (energie-inhoud) of MJ/jaar (energie-verbruik). Maar dat zijn abstracte termen; bij Watt kunnen we ons vaak meer voorstellen. Daarom presenteren we de energieverbruiken in *Wpp*: Watt primaire energie per persoon. Het energieverbruik uitgedrukt in *Wpp* is het gemiddelde, continue verbruik van één persoon om (een bepaald onderdeel in) de waterketen te realiseren (aanleg), in stand te houden (onderhoud) of te laten functioneren (gebruik). Een Watt primaire energie per persoon (1 *Wpp*) is als volgt om te rekenen naar Megajoule per jaar:

1 *Wpp* is 1 Joule per seconde per persoon.

Als 1 persoon een heel jaar 1 *Wpp* gebruikt is dat:
 $365 \text{ dagen} \times 24 \text{ uur} \times 3600 \text{ seconden} \times 1 \text{ J} = 31,5 \text{ MJ/jaar}$.

Wpp geeft dus aan hoeveel primaire energie een persoon gemiddeld per seconde gebruikt. Omdat we daarbij rekening houden met circa 70% energieverlies voor elektriciteitsproductie is 1 Watt uit het stopcontact gelijk aan 3,3 *Wpp*.

> 1 *Wpp* = 31,5 Megajoules/jaar



2. Appels en peren

GER-waarden

Hoe vergelijken we bijvoorbeeld de benodigde energie voor het verpompen van afvalwater met die voor de aanleg van een betonnen riool? Daarvoor gebruiken we GER-waarden (*Gross Energy Requirement*). GER-waarden geven per materiaal en handeling aan hoeveel primaire energie nodig is. Deze waarden zijn bepaald met een LCA-methode (LevensCyclus Analyse). Zo kunnen we bijvoorbeeld voor een heel rioolstelsel de benodigde energie bepalen. Door rekening te houden met periodieke vervanging en sloop kunnen we het resultaat uitdrukken in benodigde energie per inwoner per jaar. Daarbij gaan we voor de lengte van de riolering, het aantal inwoners en verder benodigde kengetallen uit van de fictieve standaardstelsels uit module D1100 van de Leidraad riolering.



Voorbeeld 1:

Betonnen buis, Ø 400mm: 0,13 Wpp/m

Om een betonnen buis met een diameter van 400 mm te kunnen gebruiken moet deze worden gemaakt, aangelegd en te zijner tijd weer worden verwijderd.

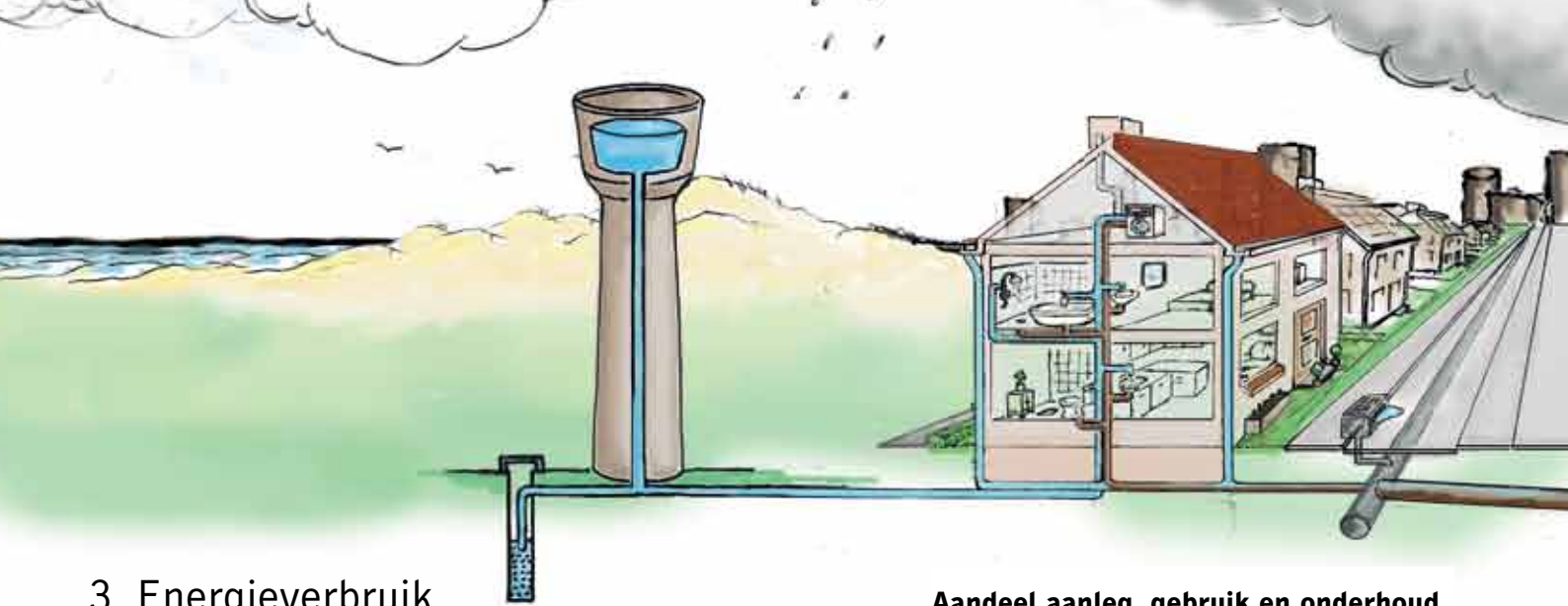
- De GER-waarde van beton inclusief transport is 0,9 MJ per kg.
- Een buis met een diameter van 400 mm weegt 235 kg per meter.
- Grondverzet vraagt 8 MJ per m³.
- De aanleg van de betonnen buis vraagt daarmee 255 MJ per meter.
- Uitgaande van een vervangingstermijn van 60 jaar en de energie die dan nodig is voor verwijdering en verwerking, vraagt een betonnen buis gemiddeld 4,25 MJ per meter per jaar.
- Dat komt overeen met een continu gemiddeld energieverbruik van 0,13 Wpp per meter buis.

Voorbeeld 2:

Water 30m opvoeren: 0,045 Wpp/m³

Stel dat we water in een rioolstelsel in totaal 30 m willen opvoeren.

- Om 1 m³ water 30 meter 'op te tillen', is netto circa 0,3 MJ nodig.
- Met een gemaalrendement van 70% kost dat 0,43 MJ.
- Voor een elektrisch aangedreven pomp is dat 0,12 kWh.
- De GER-waarde van elektriciteit is 11,8 MJ/kWh.
- Dus aan primaire energie kost het 1,4 MJ/m³ om water 30 meter op te pompen.
- Dit komt overeen met een energieverbruik van 0,045 Wpp per m³.



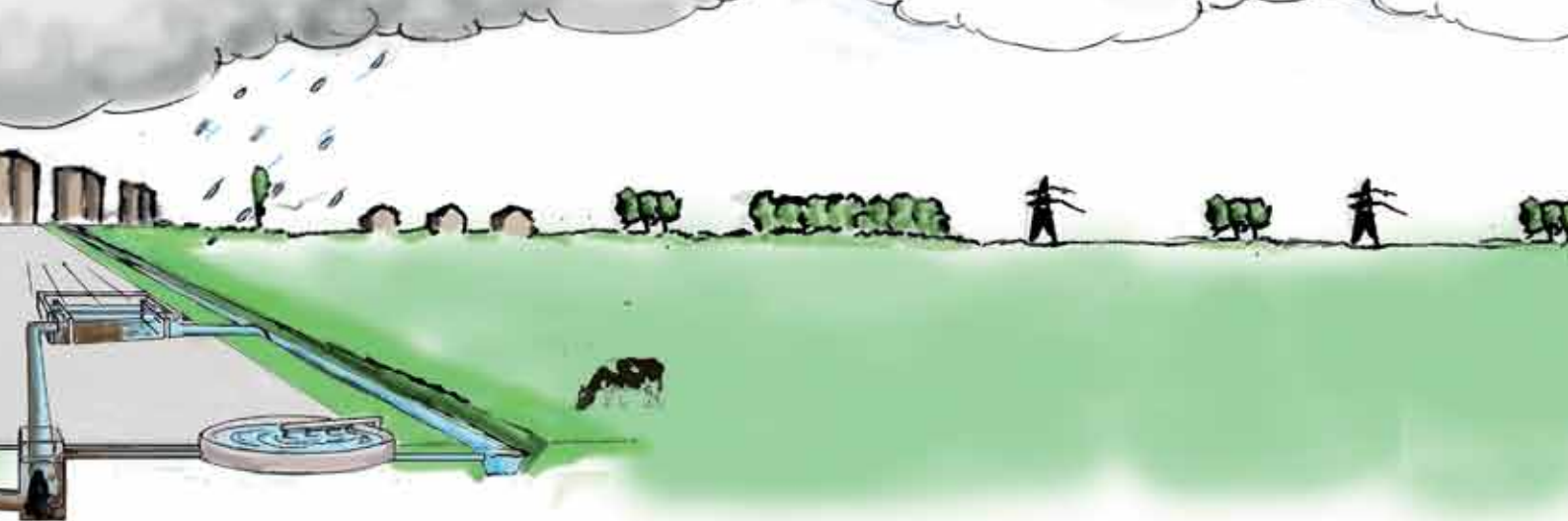
3. Energieverbruik in de waterketen

Aandeel aanleg, gebruik en onderhoud

Aanlegenergie is de energie die nodig is voor het maken, aanbrengen en weer verwijderen van de onderdelen in de waterinfrastructuur. Om de energie voor gebruik (b.v. pompenergie) en onderhoud (b.v. reiniging en inspectie) te kunnen vergelijken met de energie benodigd voor de aanleg, wordt de aanlegenergie gedeeld door de gemiddelde levensduur.

Voor de waterketen zien we dan dat:

- het dagelijks energieverbruik voor drinkwater en afvalwaterzuivering vele malen groter is dan de over de tijd gemiddelde aanlegenergie.
- de aanlegenergie voor riolering wél substantieel is. Bij een verbeterd gemengd stelsel is de totaal benodigde energie voor inzameling en transport ongeveer gelijk verdeeld over aanleg en gebruik. Voor een gescheiden stelsel vraagt aanleg zelfs

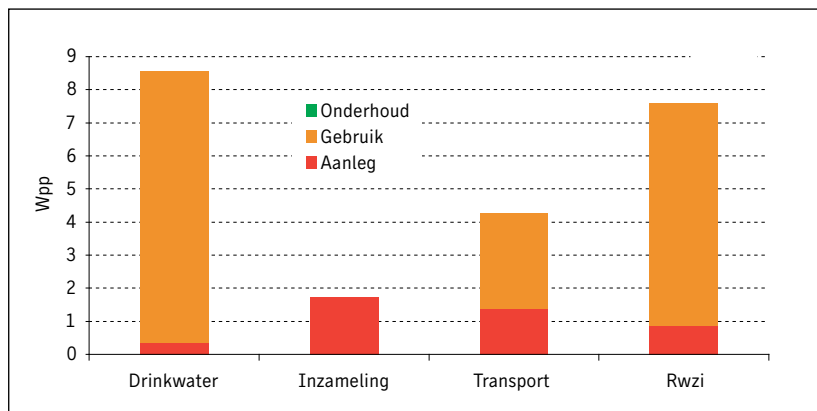


meer dan tweemaal zo veel energie als het verpompen van het afvalwater. In het diagram is uitgegaan van een verbeterd gemengd stelsel.

- onderhoudsenergie in de hele waterketen verwaarloosbaar is. Energieverbruik kan dus nooit een reden zijn om meer of minder intensief onderhoud te plegen.

Drinkwaterproductie en -transport vergen ca. 40% van de energie in de waterketen. Het besparen van drinkwater is dus zeer doeltreffend vergeleken met bijvoorbeeld afkoppelen van verhard oppervlak, wat lang niet altijd tot energiebesparing leidt. Het gebruik van hemelwater en hergebruik van douchewater als toiletspoelwater zijn uit energie-oogpunt interessant. Het binnenshuis oppompen van gebufferd hemel- of douchewater kost veel minder energie dan de productie en distributie van drinkwater. Overigens gaat bij hergebruik van hemelwater evenveel afvalwater naar de rwzi.

> Gebruik van de waterketen kost meeste energie
> Onderhoud verwaarloosbaar





4. Energieverbruik in huis

Opwarmen

Een doorsnee huishouden gebruikt circa 1000 Wpp aan gas en elektriciteit in de woning. Het grootste deel is voor de verwarming van het huis. Circa 200 Wpp is gerelateerd aan de waterketen en voornamelijk voor het opwarmen van water (douchen, wassen etc). Waterbesparing in huis levert dus vooral ook veel energiebesparing op door minder warm water te verbruiken door bijvoorbeeld korter te douchen. Het opwarmen van water kost namelijk een veelvoud van de productie en distributie van drinkwater.

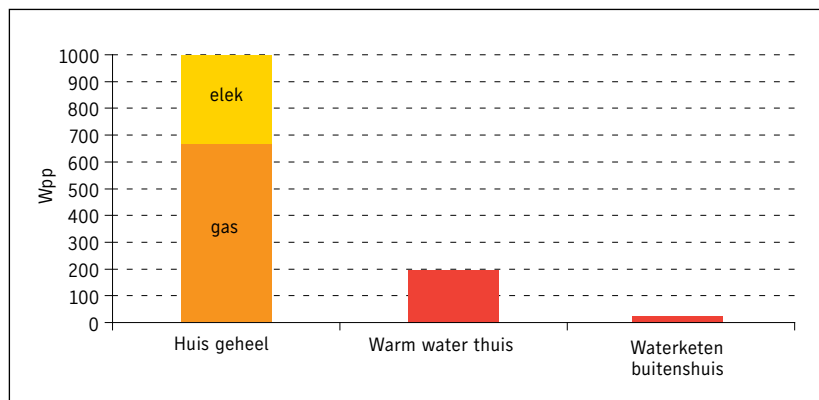
Voor het laten functioneren van de waterketen buitenshuis door drinkwaterbedrijf, gemeente en waterschap is slechts circa 22 Wpp nodig (2% van het gemiddeld energiegebruik in een huishouden).

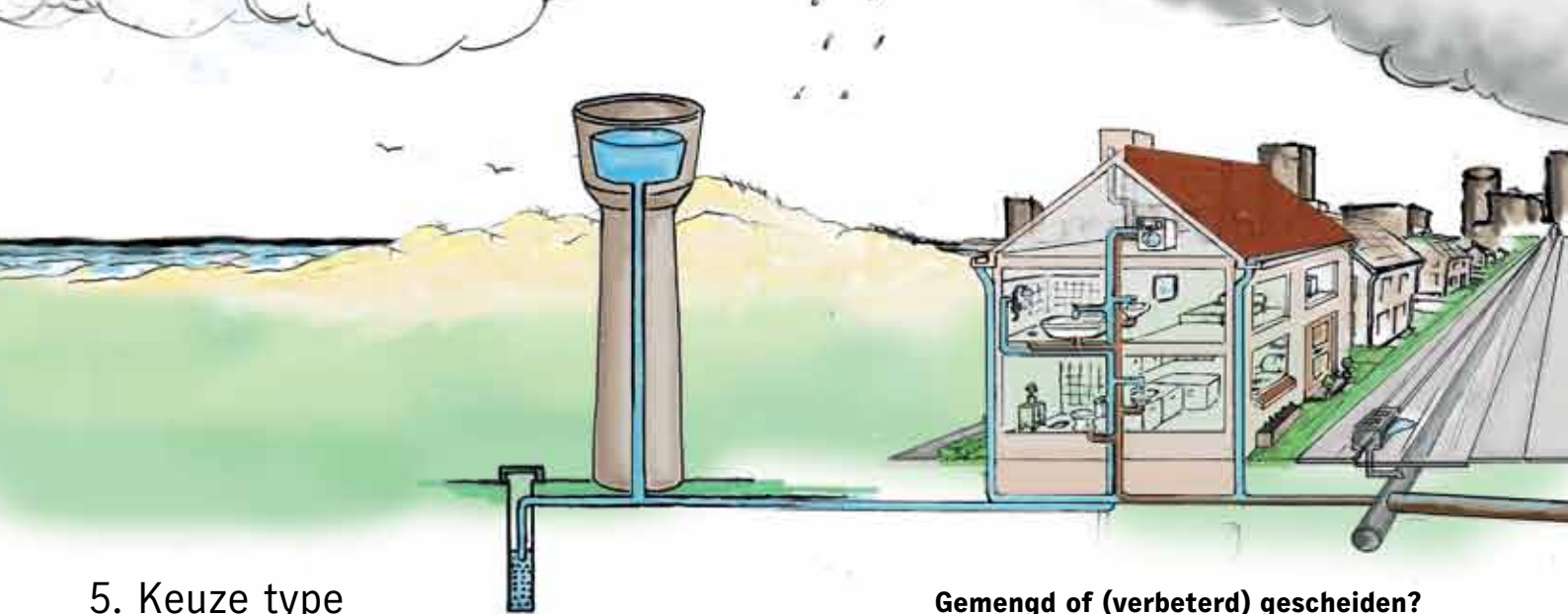


Betekent dit dat we ons niet met waterketen-energie moeten bezighouden? Nee, maar dit inzicht kan wel helpen bij het maken van bredere afwegingen:

- Besparen op warmwatergebruik levert (veel) meer op dan efficiënter pompen.
- Soms moeten we niet schromen om wat meer energie te gebruiken als we daarmee de waterkwaliteit beter borgen.

> Warm water kost veel energie





5. Keuze type rioolstelsel

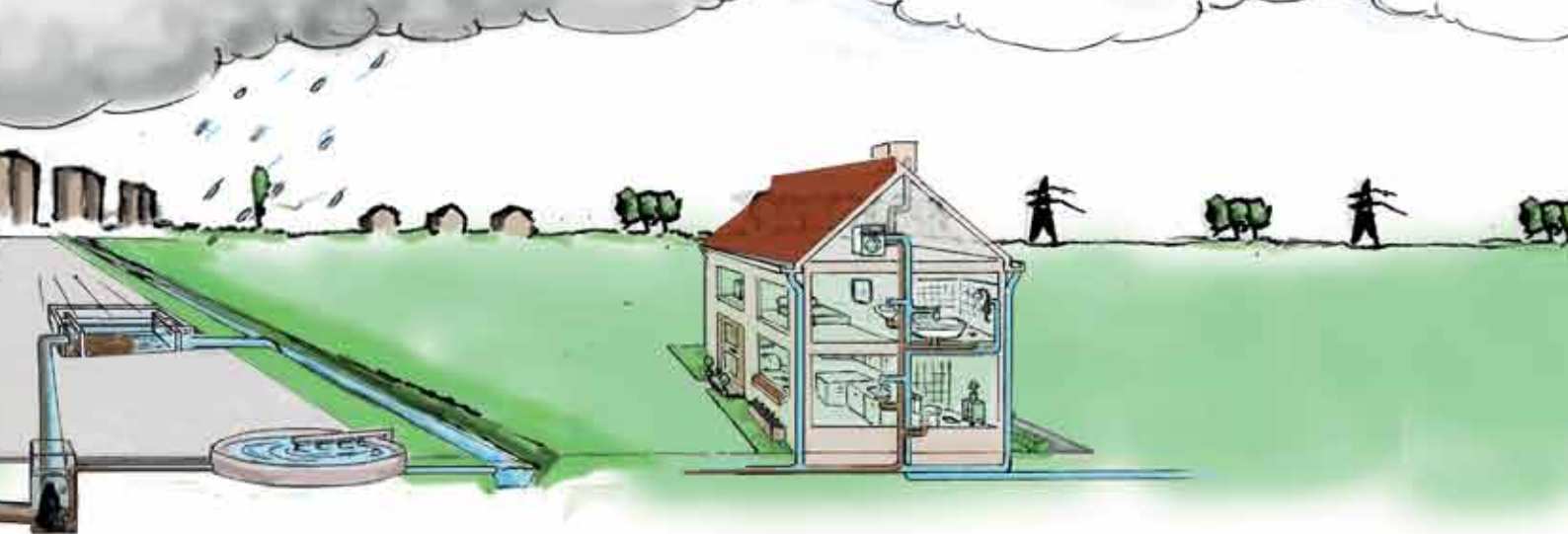
Gemengd of (verbeterd) gescheiden?

Een gemengd stelsel en een verbeterd gescheiden stelsel vragen in totaal ongeveer evenveel energie. Minder materiaalgebruik compenseert de extra pompenergie die voor een gemengd stelsel nodig is.

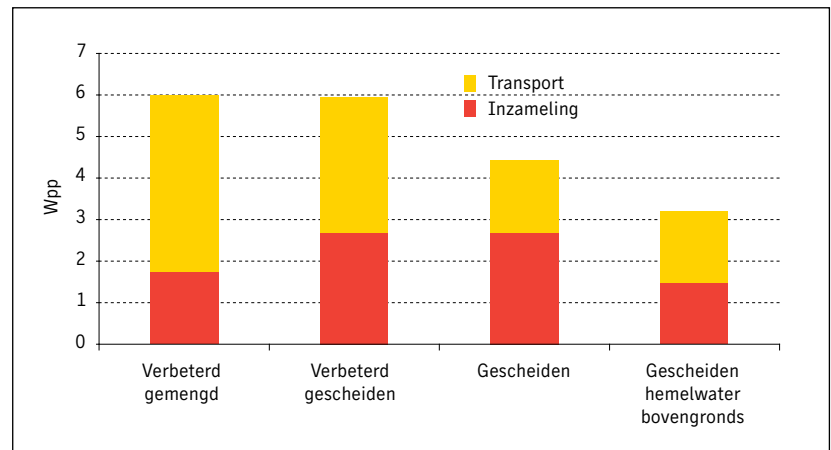
Een gescheiden stelsel vergt ongeveer evenveel materiaal als een verbeterd gescheiden stelsel. Als de gemeente het hemelwater bovengronds verwerkt, is echter minder materiaal nodig.

Gescheiden stelsels gebruiken minder energie voor het transport van het afvalwater naar de rwzi.

Stelselkeuzes in de riolering hebben weinig invloed op het energiegebruik van de rwzi (zie pagina 22).



- > Verbeterd gemengd en verbeterd gescheiden gebruiken evenveel energie
- > Voordeel bovengrondse afvoer: minder energie





6. Keuze invulling hemelwaterzorgplicht

Buizen, kratten, koffers

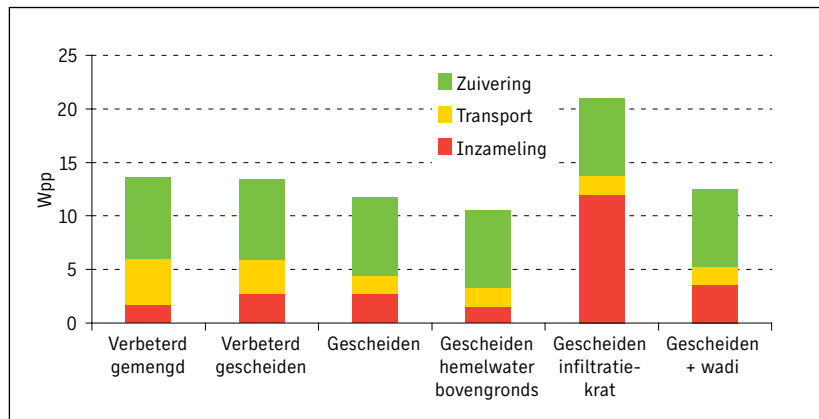
Gescheiden inzameling van afval- en hemelwater is niet altijd energie-efficiënt. Bij bovengrondse hemelwaterafvoer zijn wel veel minder buizen nodig, dus dat bespaart energie voor het materiaalgebruik. Maar als het hemelwater vervolgens via kunststof kratten infiltreert, doet de productie van plastic de besparing teniet. Een wadi met daaronder een grindkoffer is veel energie-efficiënter dan een wadi waarbij het water via plastic kratten infiltreert. In het diagram is uitgegaan van een wadi met grindkoffer.

De gepresenteerde feiten betreffen de vergelijking van stelsels die als geheel op verschillende manieren zijn ingericht. Bij aanpassingen aan een deelgebied/woning verschuift het beeld. De buizen in de straat blijven gewoon in gebruik, maar er komt wel materiaal bij. Een betonnen molgootje



naar een zakput vraagt minder energie dan een kunststof pijp naar een infiltratiekrat. Bij deze laatste optie kan het decennia duren voordat de voor het plastic benodigde energie is gecompenseerd door jaarlijks minder te pompen.

> Bij afkoppelen is de energie voor het materiaal doorslaggevend





7. Keuze invulling zorgplicht buitengebied

Grote afstanden

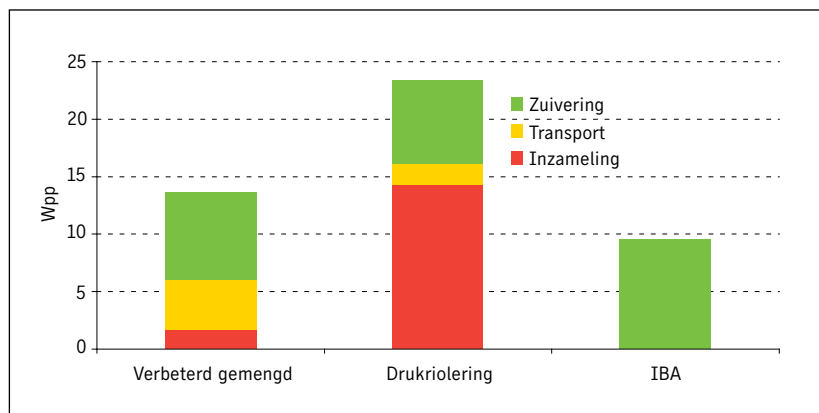
Ook in het buitengebied kan het energieverbruik meewegen bij de systeemkeuze. Als we een IBA klasse 2 energetisch vergelijken met drukriolering, wint de IBA ruimschoots. Hoe komt dat?

- Het materiaal van drukriolering met pompunits en vele kilometers HDPE-leiding vraagt veel meer energie dan het IBA-materiaal.
- Een IBA vraagt weliswaar meer elektrische energie dan de drukrioleringspompen. Maar dat is onvoldoende om de grotere aanlegenergie van drukriolering te compenseren.
- Nadat de drukriolering het afvalwater naar het ontvangende rioolstelsel heeft gevoerd, moet het rioolstelsel het water nog naar de rwzi pompen en de rwzi het vervolgens nog zuiveren.



Daarnaast kost zuivering met een IBA relatief minder energie dan centrale zuivering in de rwzi. Maar een standaard-IBA zuivert het afvalwater wel minder vergaand dan een standaard-rwzi.

- > **Materiaalgebruik drukriolering vraagt veel energie**
- > **IBA energetisch gunstig**





8. Keuze buismateriaal

Beton, PVC, gres, HDPE

Het materiaalgebruik heeft grote invloed op de aanlegenergie. Het energieverbruik voor 1 kg pvc is circa 45 keer zo hoog als dat voor 1 kg beton. Ook al is een betonnen buis veel zwaarder dan een pvc-buis, de betonnen buis vraagt toch minder energie. Het gebruik van HDPE is nog ongunstiger. Dat combineert een hoog energieverbruik per kg met een grote wanddikte en dus een relatief groot gewicht per meter buis. Bij de vergelijking van buismaterialen is de vervangingstermijn van belang. In het diagram is deze voor alle materialen gelijk verondersteld.

In de praktijk is het materiaal niet altijd vrij te kiezen. Zo is beton niet geschikt voor een drukrioolleiding.

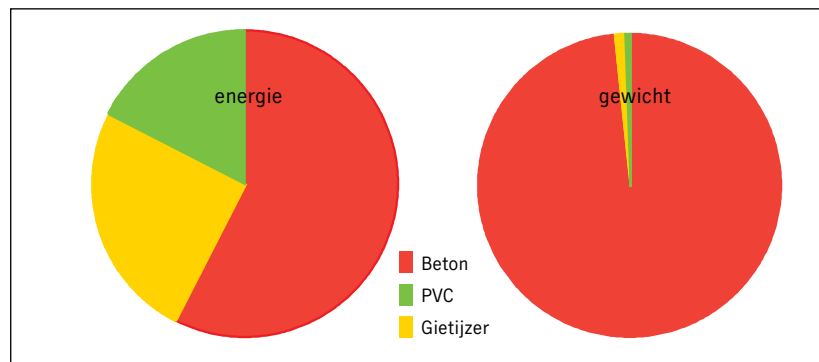
materiaal	diameter (mm)	energieverbruik (Wpp/m)
Beton	400	0,11
PVC	400	0,24
Gres	400	0,39
HDPE	500	2,52

Energieverbruik voor productie van buizen bij gebruiksduur van 60 jaar.



Het verschil in energieverbruik tussen materialen valt ook op als we naar een volledig rioolstelsel kijken. In een verbeterd gemengd stelsel vormen pvc en staal/gietijzer slechts een fractie van het gewicht (totaal 1640 kg/persoon), maar zijn ze goed voor bijna 50% van de aanlegenergie. Vooral de huisaansluitingen (pvc) en putdeksels (gietijzer) dragen flink bij.

> PVC en gietijzer relatief hoog energieverbruik



Links de verhouding in aanlegenergie en rechts de gewichtsverdeling van materialen in een verbeterd gemengd stelsel.



9. Energieverbruik afvalwaterzuivering

Opmerking:

De zuiveringbeheerders hebben veel aandacht voor vermindering van het netto energieverbruik van de rwzi, zij streven naar minimaal energieneutrale afvalwaterzuivering.

Afkoppelen om energie te besparen?

Een gemiddelde rwzi gebruikt ruim de helft van de energie voor de beluchting van het afvalwater om de bacteriën hun werk te laten doen. De energie die nodig is om extra hemelwater, rioolvreemd water of drinkwater door de rwzi te voeren, vormt maar een klein deel. Het kost in het algemeen meer energie om dit extra water náár de rwzi te pompen dan om het ín de rwzi te verwerken. Omdat dit water 'schoon' is, zijn extra beluchting en slibverwerking immers niet nodig. Het energiegebruik op de rwzi is vooral gerelateerd aan de hoeveelheid verontreinigingen (vuileenheden) en minder aan de hoeveelheid water.

De hoeveelheid water of beter het maximum debiet naar de zuivering, bepaalt wel de vereiste hydraulische capaciteit van de zuivering en daarmee aantal en omvang van de nabezinktanks.



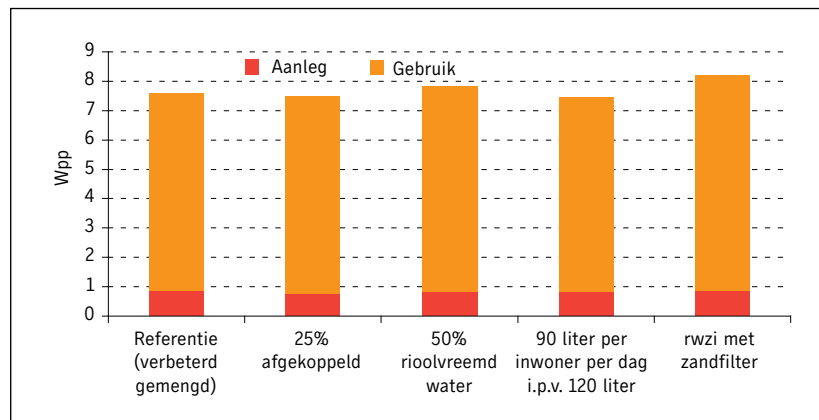
Als de gemeente veel afkoppelt, kan het waterschap bij vervanging van de rwzi dus besparen op investeringen in nabezinktanks. Omdat de aanlegenergie slechts 10% is van het totaal, is de energiebesparing op de rwzi echter klein.

Energiebesparing op de rwzi is dus geen goed argument om:

- verhard oppervlak af te koppelen;
- het rioolvreemd water te verminderen;
- het drinkwatergebruik te beperken.

Een zandfilter als extra zuiveringsstap voor een betere effluentkwaliteit vraagt een toename van de gebruiksenergie met circa 10%. Dus ook bij de keuze om een zandfilter al dan niet continu te laten draaien, zou het energieverbruik slechts een kleine rol mogen spelen.

> **Energieverbruik afvalwaterzuivering ongevoelig voor hoeveelheid schoon water**



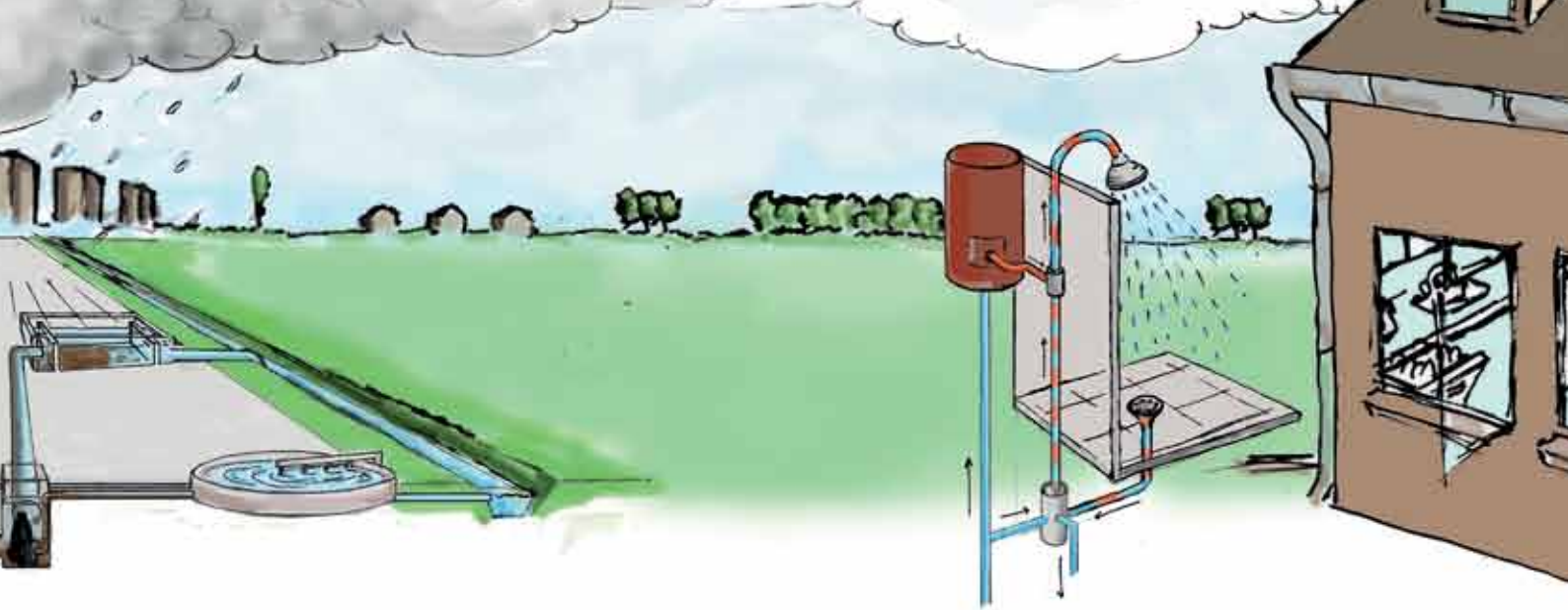


10. Kansen terugwinnen waterketenenergie **In plaats van energie 'lozen'**

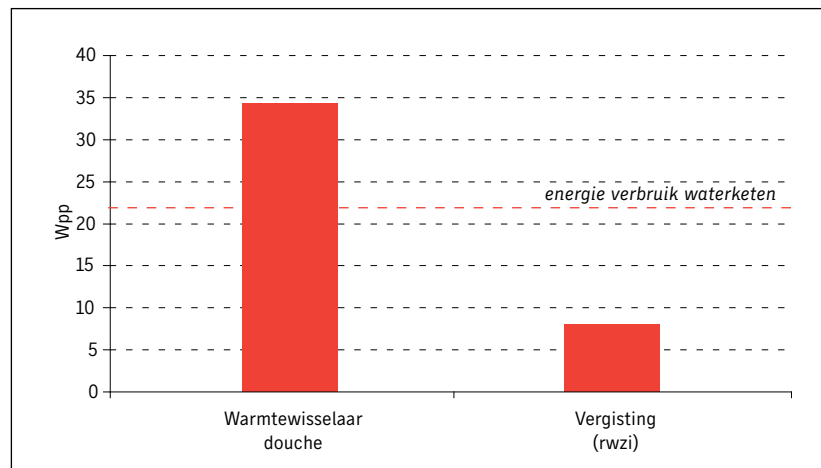
Behalve energie besparen met slimme maatregelen in de keten, kunnen we ook energie terugwinnen. Dat laatste blijkt een interessante optie. We zagen al dat de hoeveelheid energie om water warm te maken een veelvoud is van de energie die de waterketen buitenshuis verbruikt. Een groot deel van deze warmte lozen we via het afvalwater. Ook de geloosde chemische energie (biomassa die door vergisting gas kan produceren) is substantieel.

Een deel van die energie kunnen we benutten, bijvoorbeeld door:

- via een warmtewisselaar de douchewaterwarmte terug te winnen (rendement ca. 50%);
- via slibvergisting op de rwzi chemische energie terug te winnen.



> **Terugwinnen warmte bij de bron is het meest effectief**





11. Energieverbruik in het dagelijks leven

Zoals gezegd vergt de waterketen slechts een klein deel van ons totale energieverbruik: 2% van wat we in huis gebruiken. Om dit meer in perspectief te plaatsen, hebben we de waterketenenergie vergeleken met andere energiegebruikers in ons dagelijks leven. Dan zien we dat:

- vooral het opwarmen van water energie kost;
- een douchewarmtewisselaar veel energie kan besparen;
- de hele waterketen per persoon nauwelijks meer energie verbruikt dan het elke dag koken van een liter water;
- de waterketen ongeveer evenveel energie gebruikt als dagelijks een kilometer autorijden;
- een gemiddeld huishouden de waterketenenergie kan compenseren door dagelijks een minuut korter te douchen.

Ook thuis kunt u dus aardig wat steentjes bijdragen.



> De waterketen vraagt weinig energie

