



Martijn van Leusden, Royal Haskoning

Mathijs Oosterhuis, Waterschap Regge en Dinkel

Dick de Vente, Waterschap Regge en Dinkel

Effect deelstroombehandeling en biogasopwerking op energieverbruik rwzi

'Water en energie' is door veel waterschappen als een belangrijk thema benoemd. Sinds het ondertekenen van het convenant MJA-3 (Meer Jaren Afspraak energie-efficiëntie) zijn tal van activiteiten ondernomen die de energie-efficiëntie van rioolwaterzuiveringen moeten verbeteren. De doelstellingen vanuit het MJA-3 zijn geconcretiseerd in de eerste lichte Energie Efficiëntie Plannen (EEP), waarin landelijk met twaalf procent verbetering voor de periode 2009-2012 fors hoger wordt ingezet dan de in het convenant beschreven twee procent per jaar. Waterschap Regge en Dinkel heeft samen met Royal Haskoning de in het EEP opgenomen maatregelen op het gebied van deelstroombehandeling en benutting van biogas nader onderzocht. Daaruit blijkt dat de energiebesparing voor deelstroombehandeling lager uitvalt dan verwacht en sterk locatie-afhankelijk is. Biogasbenutting heeft daarentegen meer potentie. De financiële haalbaarheid van de maatregelen hangt sterk af van lokale factoren. Tevens blijkt een spanningsveld te bestaan vanwege het afgesloten klimaatakkoord.

Begin jaren '90 begon het ministerie van Economische Zaken met het maken van afspraken met het bedrijfsleven met als doel de energie-efficiëntie te verbeteren. Volgend op de eerdere versies is in juli 2008 het convenant MJA-3 ondertekend. Op initiatief van de Vereniging van Zuiveringsbeheer heeft de Unie van Waterschappen zich geconformeerd aan de vrijwillige, doch zeker niet vrijblijvende, meerjarenafspraken.

In 2009 heeft ieder waterschap een Energie Efficiëntie Plan (EEP) opgesteld en ingediend bij het betreffende bevoegd gezag. In het EEP staat naast de omschrijving van de energie-efficiëntie in het referentiejaar 2005 tevens het verloop van de energie-efficiëntie van de eerste vier (passieve) jaren weergegeven. Wellicht het meest interessante deel van het EEP beschrijft de plannen in termen van zekere, voorwaardelijke en onzekere maatregelen voor de jaren 2009-2012.

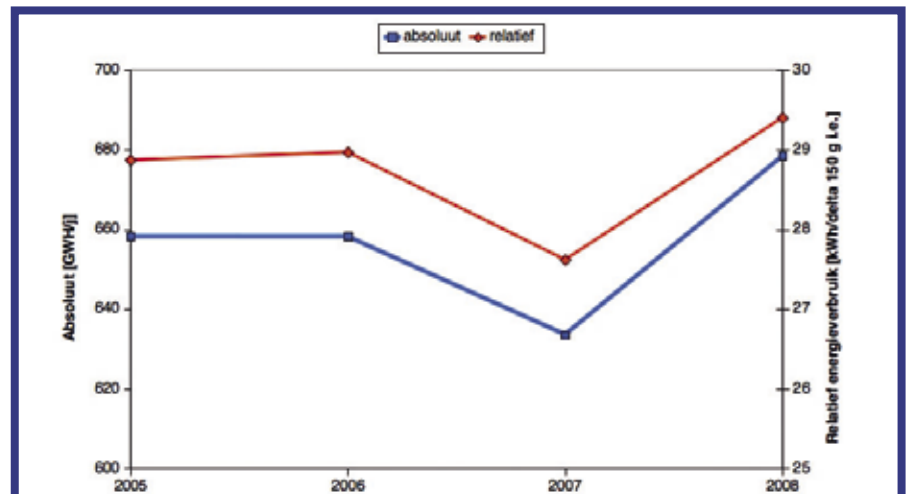
In dit artikel wordt inzicht gegeven in de plannen die de waterschappen gezamenlijk hebben gemaakt. Tevens wordt voor Waterschap Regge en Dinkel aangegeven hoe het de eerste stappen nam om de doelen van MJA-3 in 2020 te bereiken.

Wat verbruikt de rwzi?

Het energieverbruik voor het zuiveren van rioolwater is tussen 1980 en heden verdubbeld van 300 naar 600 GWh. Hierbij moet worden opgemerkt dat de behandeling van afvalwater in deze periode ook toenam van 18 naar 25 miljoen i.e.'s en de rendementen (op stikstof) van 45 naar

80 procent¹⁾. Stijgende energieprijzen en aandacht voor klimaatverandering gaven aanleiding tot afspraken over energie-efficiëntie. Binnen MJA-3 is deze gerelateerd aan drie parameters: afvalwatertransport, zuivering en slibontwatering. Afbeelding 1 geeft zowel het absolute als het relatieve energieverbruik van de afvalwater-

Afb. 1: Gemiddeld energieverbruik voor de zuivering van het afvalwater op communale rwzi's in de periode 2005-2008.



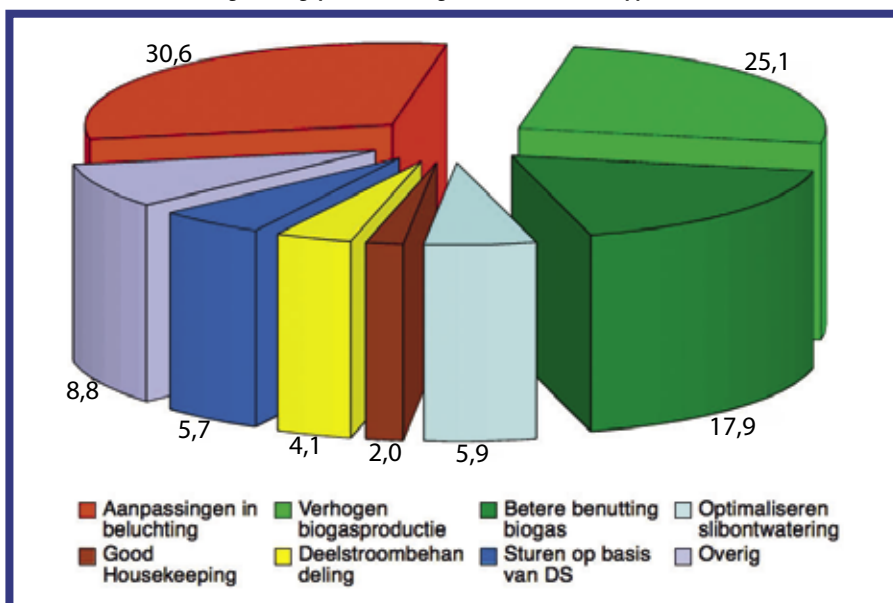
zuivering weer, zoals deze geïnventariseerd is voor de EEP's van alle waterschappen over de periode 2005-2008. De grafiek laat het huidige niveau van energieverbruik zien. Het zou kunnen dat de knik in de figuur veroorzaakt wordt doordat 2007 een jaar is geweest met een hoger totaal influentdebiet (+ tien procent t.o.v. 2006).

Wat zijn de plannen?

Naar de letter van het convenant geldt een afspraak om twee procent energie-efficiëntie per jaar te behalen. In het eerste EEP hebben de waterschappen gezamenlijk een ambitieuzer plan verwoord. Het totaal van de zekere en voorwaardelijke maatregelen bedraagt twaalf procent energie-efficiëntieverbetering. Van deze twaalf procent bestaat 70 procent uit zekere maatregelen. Dat wil dus zeggen dat de EEP's 2009-2012 meer dan dekkend zijn voor de in deze periode benodigde efficiëntieverbetering. De verschillen tussen de waterschappen voor deze periode zijn echter groot en lopen uiteen van 2,3 tot 27 procent. Voordat de EEP's opgesteld waren, is voorspeld dat de plannen om tot 30 procent efficiëntieverbetering te komen, enerzijds zouden bestaan uit direct uitvoerbare optimalisaties en maatregelen waarbij enige voorstudie noodzakelijk is. Anderzijds zijn grootschalige aanpassing van de procesconfiguratie en nieuwe concepten noodzakelijk²⁾. Zoals te verwachten zijn grootschalige aanpassingen nauwelijks opgenomen in het eerste EEP, aangezien de doorlooptijd hiervoor ontoereikend is. Dit wil echter niet zeggen dat op dit vlak momenteel geen interessante onderzoeksprojecten gaande zijn³⁾.

In afbeelding 2 is de verdeling van de maatregelen weergegeven. De meeste maatregelen zijn voorzien bij de beluchting, wat logisch is omdat de beluchting de grootste energieverbruiker is op een rwzi. Het verhogen van de biogasproductie en een betere benutting van biogas zijn samen goed voor 43 procent. Ook voor deze verdeling geldt dat grote verschillen bestaan tussen de waterschappen.

Afb. 2: Procentuele verdeling van de geplande maatregelen van de waterschappen.



techniek	nitrificatie - denitrificatie	nitritatie - anammox	SHARON	BABE
O ₂ -vraag voor oxidatie	4,57	1,94	3,43	4,57
BZV-afbraak door denitrificatie	-2,86	0	0	0
netto O ₂ -behoefte voor beluchting	1,71	1,94	3,43	4,57
externe C-bron	0	0	1,71	2,86

Vergelijking zuurstof- en BZV-vraag per techniek. Alle getallen zijn uitgedrukt in kg O₂/kg N.

Waterschap Regge en Dinkel

Samen met Royal Haskoning onderzocht Waterschap Regge en Dinkel de maatregelen deelstroombehandeling en benutting biogas.

Deelstroombehandeling

Het toepassen van een deelstroombehandeling voor stikstofverwijdering in de vorm van een nitritatie-anammoxcombinatie wordt in een nieuw te bouwen situatie, die bovendien groot genoeg is om slibgisting te rechtvaardigen, beschouwd als een zinnige techniek^{4),5)}. Dat geldt in nieuwbouwsituaties voornamelijk voor de financiële kant. Er kan aanzienlijk worden bespaard op reactorruimte door de hogere omzettingnelheden. Energetisch is deelstroombehandeling namelijk niet per definitie interessant. In de tabel is de theoretische zuurstof- en BZV-vraag per techniek weergegeven.

Uit de tabel wordt duidelijk dat stikstofverwijdering met een nitritatie-anammoxstap minder BZV vraagt. Per saldo kan dus meer BZV (primair of secundair slib) vergist worden of hoeft geen externe C-bron gebruikt te worden. In de praktijk hangt het erg af van de afvalwatersamenstelling of het mogelijk is om meer BZV te vergisten. Vandaar dat de afweging voor het al dan niet toepassen van een deelstroomtechniek locatiespecifiek is. Voor Waterschap Regge en Dinkel is deelstroombehandeling onderzocht voor de rwzi's Enschede en Hengelo. Bij de bereke-

ningen zijn de effecten op het totale systeem berekend. Dit is inclusief de verandering van de BZV/N-verhouding, het effect op de nu nog benodigde bypass van primair slib op de rwzi Hengelo, verlaging van het slibgehalte, de productie van primair en secundair slib en de daarmee samenhangende biogasproductie.

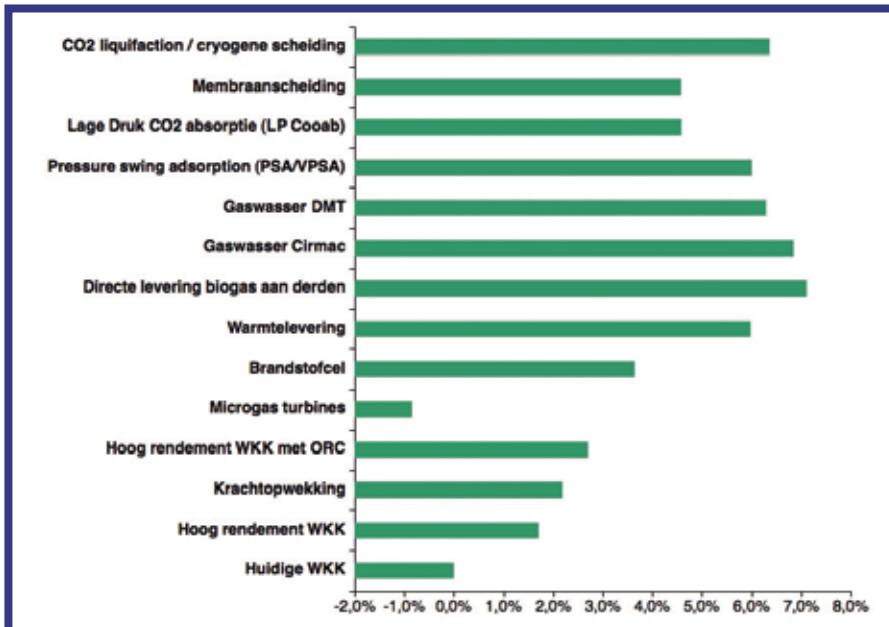
Enschede versus Hengelo

De rwzi Enschede kent met een gemiddelde effluentkwaliteit van 5,2 mg N _{totaal}/l over de jaren 2006-2008 geen noodzaak tot verbetering van de effluentkwaliteit door toepassing van deelstroombehandeling. Het perspectief ligt hier duidelijk in het kunnen verlagen van het slibgehalte. Voor de rwzi Hengelo is dosering van primair slib in het actiefslibstelsysteem noodzakelijk om de benodigde effluentkwaliteit te kunnen bereiken. Met een dosering van circa eenderde van het primair slib is een effluentkwaliteit van 10,7 mg N _{totaal}/l over de jaren 2006-2008 behaald. Voor de rwzi Hengelo is het perspectief een verlaging van de primairslibdosering, waarbij uitgegaan is van een gelijkblijvende effluentkwaliteit. Voor beide rwzi's zijn alle eerder genoemde deelstroomtechnieken berekend. De maximale energiebesparing voor de rwzi Enschede op de beluchtingsenergie bedraagt acht procent bij het toepassen van een nitritatie-anammoxstelsysteem. Deze winst wordt grotendeels veroorzaakt door het verlagen van het slibgehalte. Er zou zelfs een actiefslibreactor buiten bedrijf gesteld mogen worden. Dat is hydraulisch echter slecht inpasbaar. Voor de rwzi Hengelo geldt dat de dosering van primair slib grotendeels kan komen te vervallen bij toepassing van een nitritatie-anammoxstelsysteem. De energiewinst zit hier voornamelijk in de vergisting van dit primaire slib.

Uit de haalbaarheidstudie van het deelstroomonderzoek blijkt dat alleen voor de rwzi Hengelo vooralsnog een haalbare energiereductie in het verschieft ligt die jaarlijks 3.100 GJ bedraagt. De exploitatiekosten nemen naar verwachting met 50.000 euro per jaar toe.

Benutting biogas

De waterschappen benutten het in de gisting vrijgekomen biogas nagenoeg altijd in een WKK-installatie, zodat elektriciteit wordt geproduceerd. Een nuttig bijproduct is de warmte die vrijkomt en primair ingezet wordt voor het op temperatuur houden van de slibgisting. Secundaire toepassingen



Afb. 3: Effect van de inzet van verschillende technieken op de totale MJA-3-score van het waterschap in procentpunten voor de rwzi Enschede. De huidige WKK is als referentie genomen.

van deze warmte betreffen een levering aan derden (bijvoorbeeld rwzi's Apeldoorn, Leeuwarden), het opwekken van elektriciteit uit warmte of het benutten van deze warmte voor thermische hydrolyse van het te vergisten materiaal.

Er zijn echter tal van alternatieven voor de benutting van het biogas. Een veel besproken alternatief is de brandstofcel, die lonkt vanwege de aanzienlijk hogere elektrische rendementen die hiermee haalbaar zijn (circa 60 procent). Andere toepassingen vereisen een samenwerking met een derde partij om energie-efficiënt het biogas te benutten. Zo kan het biogas met een aanzienlijk hoger rendement (meer dan 90 procent) volledig worden omgezet in warmte, mits een nuttige toepassing van deze warmte zich in de nabijheid bevindt. Bij grotere transportafstanden zal het biogas al dan niet na opwerking naar een hogere kwaliteit geleverd kunnen worden in de vorm van biogas, aardgas of autogas. Hierbij blijft het noodzakelijk om een deel van het biogas zelf te verbranden ten behoeve van het op temperatuur houden van de slibgisting, tenzij een warmtebron (effluent, derden) aanwezig is. De financiële haalbaarheid en energie-efficiëntie van bovenstaande methoden (behalve thermische hydrolyse) zijn voor de rwzi's met slibgisting van Waterschap Regge en Dinkel afgewogen. Hierbij is rekening gehouden met het methaanverlies van opwerkingstechnieken en de CO₂- en NO_x-emissie bij de omzetting van de brandstof.

Uit een eerste inschatting van de financiële haalbaarheid blijkt dat voor alle locaties de brandstofcel op alle schaalgrootten het slechtste scoort. Voor de opwerkings-technieken van biogas naar een hogere kwaliteit geldt dat een zekere schaalgrootte noodzakelijk is, voordat de vergelijkende exploitatiekosten ten opzicht van de huidige WKK-installaties positief uitvallen. Qua

energie-efficiëntie scoort de opwerking van biogas naar aardgas of autogas goed. Een kanttekening die hierbij gemaakt moet worden, is dat de CO₂-emissie-equivalenten toenemen vanwege de verhoogde methaanemissie die met de opwerking gepaard gaat. Methaan is een 25 keer sterker⁶⁾ broeikasgas dan CO₂. Aangezien het primaire doel van de meerjarenafspraken de reductie van broeikasgassen betreft, is de huidige maatstaf van energie-efficiëntie niet volledig dekkend. In het afgesloten klimaatakkoord wordt daarentegen wel rekening gehouden met de overige broeikasgasemissies.

Waterschap Regge en Dinkel heeft in zijn EEP voor twee procent ingezet op energie-efficiëntieverbetering door betere benutting van het biogas. Dit komt overeen met circa 6.000 GJ per jaar. Uit de studie naar de biogasbenutting blijkt dat het inzetten van hoger rendement warmtekrachtkoppelingen voldoende is om deze plannen waar te maken. Indien een levering van biogas of het aansluiten op het nabijgelegen warmtenet in de toekomst op een rwzi mogelijk is, wordt ruimschoots voldaan aan de doelstelling. Afbeelding 3 geeft het effect op de MJA-3-score weer voor de rwzi Enschede. De situatie voor de rwzi Hengelo is gelijkwaardig. Voor de rwzi Goor ligt vanwege de beperkte schaalgrootte alleen de inzet van een hoog rendement WKK voor de hand. Interessant is dat in Hengelo waarschijnlijk een warmte- of biogasnet aangelegd wordt. Betere benutting van biogas is hier dus eerder aan de orde dan in Enschede.

Conclusies

De eerste lichting van de EEP's laat een hoge inzet zien van de waterschappen bij de plannen ter verbetering van de energie-efficiëntie. Met twaalf procent in de periode 2009-2012, waarvan 70 procent als zekere maatregel is betiteld en de overige 30 procent als voorwaardelijk, wordt landelijk aanzienlijk hoger ingezet dan de in de MJA-3 genoemde twee procent per jaar.

De studie naar het effect van deelstroombehandeling en biogasbenutting heeft uitgewezen dat het effect van deelstroombehandeling op de energie-efficiëntie tegenvalt. Biogasbenutting levert potentieel meer op maar is sterk afhankelijk van lokale factoren zoals een warmtevraag.

Voor Waterschap Regge en Dinkel zijn de volgende maatregelen op basis van de uitgevoerde studie het meest kansrijk:

- een deelstroombehandeling op rwzi Hengelo (1,2 procent energie-efficiëntieverbetering),
- een hoogrendement warmtekrachtkoppeling op de rwzi's Enschede, Hengelo en Goor (3,5 procent energie-efficiëntieverbetering) en
- warmtelevering aan derden op rwzi Hengelo (circa 5 procent energie-efficiëntieverbetering).

De nadruk op energie-efficiëntie in de meerjarenafspraken dient verbreed te worden naar emissies van overige broeikasgassen (methaan, N₂O). Daar waar opwerking van biogas positief scoort ten aanzien van de energie-efficiëntie, scoort deze techniek slecht ten aanzien van de totale emissie van broeikasgassen. Of de emissie van broeikasgassen bij het toepassen van deelstroomtechnieken aanzienlijk verschilt van de conventionele nitrificatie - denitrificatie, wordt momenteel onderzocht.

Het is van groot belang om maatregelen in het kader van MJA-3, integraal af te wegen in het proces en de afvalwaterketen. Tevens is een beschouwing van de emissie van andere broeikasgassen dan CO₂ van groot belang, zodat de doelstellingen van het ondertekende klimaatakkoord niet in gevaar worden gebracht.

LITERATUUR

- 1) CBS. Zuivering van stedelijk water.
- 2) Leusden M. en A. Visser (2009). Waterzuivering streeft naar 30 procent energiebesparing. Land+Water nr. 4, pag. 16-17.
- 3) STOWA (2010). Op weg naar de rwzi 2030. Rapport 11.
- 4) STOWA (2008). Sharon Anammox systemen. Rapport 18.
- 5) Wiegant W. et al. (2009). Duurzame deelstroombehandeling voor stikstofverwijdering op rwzi heeft de toekomst. H₂O nr. 10, pag. 40-43.
- 6) IPCC/TEAP (2005). Special report on safeguarding the ozone layer and the global climate system: issues related to hydrofluorocarbons and perfluorocarbons (Metz B. et al.). Cambridge University Press. et al.). Cambridge University Press.

Waterschap Regge en Dinkel en Twence Afvalverwerking hebben inmiddels een intentieverklaring ondertekend waarin is overeengekomen dat beide partijen willen samenwerken op het gebied van de productie en levering van duurzame energie. Rwnz Hengelo krijgt hierin een sleutelrol.