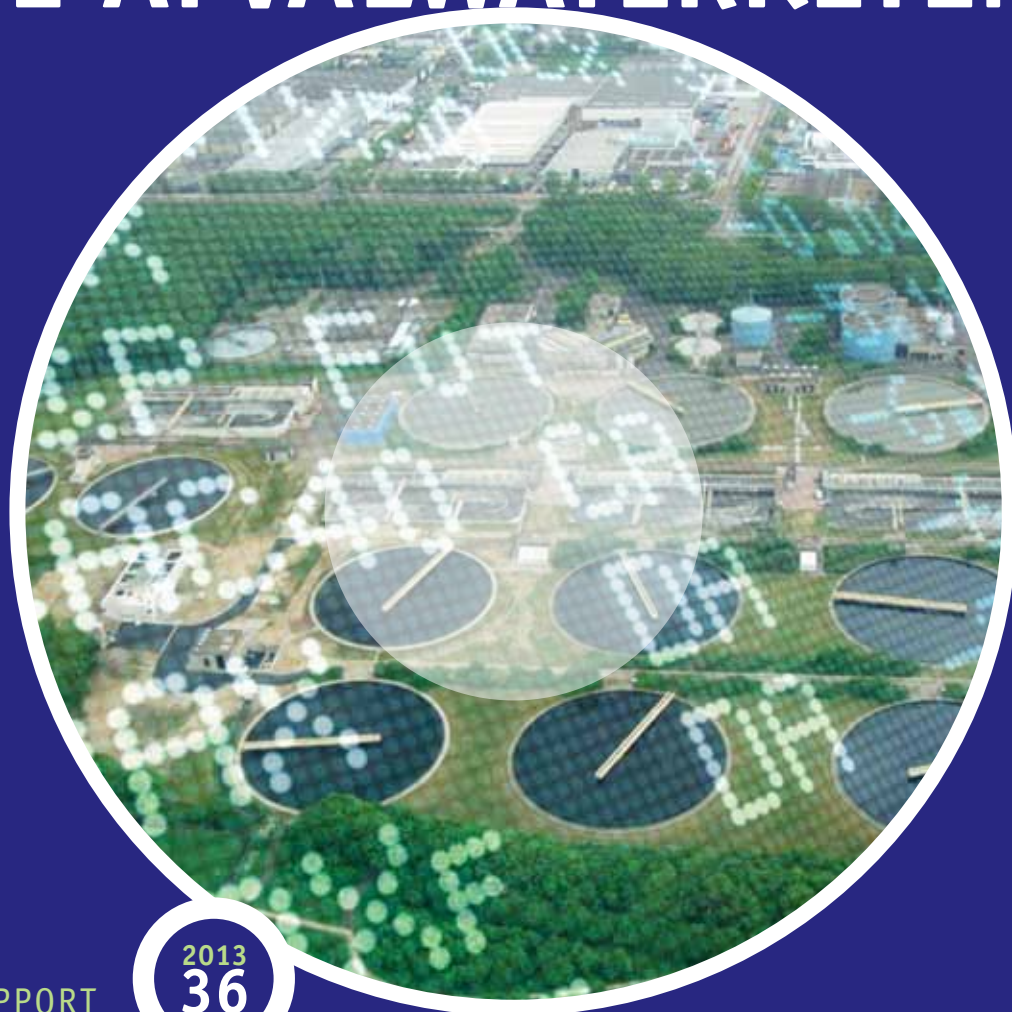


OPTIMALISATIE ENERGIEKOSTEN IN DE AFVALWATERKETEN



RAPPORT

2013
36

OPTIMALISATIE ENERGIEKOSTEN
IN DE AFVALWATERKETEN

RAPPORT

2013

36

ISBN 978.90.5773.621.6



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

PROJECTUITVOERING

Ir. E.J.H. van Dijk, Royal HaskoningDHV
Ir. A.G.N. van Bentem, Royal HaskoningDHV
Ir. N.W. Heijkoop, Royal HaskoningDHV

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Ir. H. van der Spoel, Waterschap Rivierenland
J. Vijlbrief, Waterschap Scheldestromen
E. Buwalda, Waterschap Hunze en Aa's
D.R. Philo, Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard
Ing. D. de Vente, Waterschap Regge en Dinkel
Ing. E.F.H. de Valk, Waterschap Vallei en Veluwe
Ir. K.F. de Korte, Waternet
Ir. W. Malda, Eneco
Ir. C.A. Uijterlinde, STOWA

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2013-36
ISBN 978.90.5773.621.6

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

OPTIMALISATIE ENERGIEKOSTEN IN DE AFVALWATERKETEN

INHOUD

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Aanpak	2
2	ACHTERGRONDEN EN OPZET VAN HET ONDERZOEK	3
2.1	De waterketen als energiebuffer	3
2.2	De opbouw van de energienota	3
2.3	Variabele elektriciteitsprijzen met de APX	5
2.4	Teruglevering van stroom vaak ongunstig	7
2.5	Mogelijkheden voor inzet APX-sturing	9
3	HAALBAARHEID VOOR RWZI NIJMEGEN	10
3.1	Beschrijving RWZI Nijmegen	10
3.2	Beschouwde periode	11
3.3	Elektriciteitsgebruik gedurende de dag	12
3.4	Toepassing 1: DWA-buffering	13
3.5	Toepassing 2: Biogas buffering	15
3.5.1	Toepassing 2a: Voorkomen van teruglevering	15
3.5.2	Toepassing 2b: Optimale teruglevering van elektriciteit	16
3.5.3	Toepassing 2c: Verlaging piekvermogen	16
3.6	Toepassing 3: Slibontwatering in de nacht	16
3.7	Toepassing 4: Centraatbehandeling in de nacht	17
3.8	Toepassing 5: Sturen op effluentkwaliteit	17
3.9	Toepassing 6: Voeding goed afbreekbaar substraat	18
4	HAALBAARHEID VOOR RWZI GIETEN	19
4.1	Beschrijving RWZI Gieten	19
4.2	Beschouwde periode	19
4.3	Energiegebruik gedurende de dag	20
4.4	Toepassing DWA-buffering	20

5	EVALUATIE	23
5.1	Technologische gevolgen	23
5.2	Financiële gevolgen	24
5.3	Vergelijking Nijmegen en Gieten	24
6	CONCLUSIES	25
6.1	Hoog/laag versus APX-prijs	25
6.2	Overzicht resultaten APX-sturing	25
	Case Nijmegen	26
	Case Gieten	27
6.3	Discontinuïteit is belangrijk voor APX-sturing	27
7	AANBEVELINGEN	28
	REFERENTIES	30
	BIJLAGE: literatuurstudie influenzafvlakking	31

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Kostenbesparing is een belangrijk onderwerp binnen de waterschappen. Elektriciteit is een belangrijke kostenpost voor waterschappen, omdat RWZI's grootverbruikers van elektriciteit zijn. Verlaging van de elektriciteitskosten, kan daarom een grote kostenbesparing zijn voor de waterschappen.

De elektriciteitsmarkt is de laatste jaren sterk in ontwikkeling geweest. Dit heeft er onder andere toe geleid dat elektriciteit verhandeld wordt op een beurs en dat de prijs van elektriciteit gedurende de dag fluctueert ten gevolge van variaties in vraag en aanbod. Deze beurs heet de APX-ENDEX¹ en is uit een fusie tussen West-Europese beurzen ontstaan.

Waterschappen betalen vaste tarieven voor de elektriciteit. Deze prijzen komen tot stand door het "vastklikken" van prijzen op de Endex markt. Deze prijzen gelden voor een kwartaal of een jaar. Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft in samenwerking met Eneco en Royal HaskoningDHV echter een businesscase opgezet, waarbij gemalen in het watersysteem direct gestuurd werden op de actuele prijs van elektriciteit (zie bron [1]). Uit de businesscase bleek dat het Hoogheemraadschap hierdoor circa 20% kon besparen op het variabele deel van de elektriciteitskosten van polder- en boezemgemalen.

Dezelfde methodiek zou ook kunnen worden toegepast binnen de afvalwaterketen. Door de elektriciteitsvraag te verplaatsen naar goedkope uren of elektriciteitsproductie te verplaatsen naar de dure uren, kan bespaard en verdiend worden op de energiekosten voor waterzuivering. Om de mogelijkheden en onmogelijkheden hiervan in beeld te brengen was er behoefte aan een businesscase voor de waterketen.

1.2 DOELSTELLING

Doel van de businesscase was om in beeld te brengen wat de besparing is voor een RWZI als sturing op basis van de APX koers wordt toegepast binnen de waterketen. De volgende onderwerpen zijn onderzocht:

- 1 De totale energiekosten binnen de waterketen worden verlaagd.
- 2 De effluentkwaliteit van de waterzuivering wordt verbeterd.

De energiekostenbesparing ligt voor de hand: als afvalwater tegen een gunstiger tarief wordt ingezameld, getransporteerd en gezuiverd dan zullen de totale energiekosten lager zijn, mits de totale energiebehoefte gelijk blijft of lager is.

Afvlakken van het DWA patroon is één van de mogelijke manieren om te besparen op energiekosten. Als afvalwater wordt gezuiverd in goedkope nachtelijke uren, dan levert dit een

1 Ontstaan uit een samenvoeging van de Amsterdam Power Exchange en European Energy Derivatives Exchange in 2008

kostenbesparing op. Dit levert ook een mogelijk milieuvoordeel op, aangezien een vlakke aanvoer in theorie een gemiddeld betere effluentkwaliteit geeft.

1.3 AANPAK

Binnen deze studie heeft de focus vooral gelegen op het in beeld brengen van het eerste doel: het verlagen van de energiekosten binnen de waterketen. Hiervoor hebben we samen met de begeleidingscommissie de mogelijkheden in beeld gebracht om de energiebehoefte en energieproductie binnen de waterketen te verplaatsen naar kosteneffectievere uren. Deze ideeën hebben we uitgewerkt voor twee cases:

- RWZI Nijmegen (grote RWZI met gisting)
- RWZI Gieten (kleine RWZI)

De verbetering van de effluentkwaliteit hebben we op basis van een literatuurstudie opgepakt. Het resultaat hiervan is te vinden in de bijlage.

2

ACHTERGRONDEN EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

2.1 DE WATERKETEN ALS ENERGIEBUFFER

Elektriciteit wordt opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen, maar ook uit windkracht, biomassa en zonlicht. Energievragers (huishoudens, bedrijven) nemen deze elektrische energie af via het elektriciteitsnet. Deze vraag naar elektriciteit is variabel. Doordat opslag van elektriciteit in het elektriciteitsnet niet mogelijk is, moet de inzet van de elektrische productiemiddelen zoveel mogelijk de vraag naar elektriciteit volgen. Dit kan door bijvoorbeeld gascentrales op- en af te schakelen. Een andere, meer brongerichte manier, is om de vraag aan te passen aan het aanbod van elektriciteit.

Waterschappen zijn grootgebruikers van elektriciteit. Zuivering van afvalwater kost ongeveer 29,9 kWh/i.e./jaar (bron: [2]). Voor een RWZI van 100.000 i.e. houdt dit in dat jaarlijks 2,99 miljoen kWh gebruikt wordt om het afvalwater te zuiveren, wat ongeveer neerkomt op ruim 300.000 aan elektriciteitskosten, ofwel circa 3 per i.e..

Door de zuivering van afvalwater af te stemmen op het aanbod van elektriciteit wordt de RWZI een soort energiebuffer: de energiebehoefte wordt opgespaard, totdat het aanbod van elektriciteit groot is (en de prijs laag). Dit heeft tot gevolg dat er minder kosten gemaakt worden en de totale energierekening lager zal worden.

De meeste waterschappen zijn tegenwoordig niet alleen grootverbruiker van elektriciteit, maar ook producent van elektriciteit. Door middel van vergisting van zuiveringsslib wordt biogas geproduceerd dat met een WKK installatie wordt omgezet in elektriciteit (en warmte). Ook hierin kan de RWZI als energiebuffer optreden: door alleen dan elektriciteit te produceren, wanneer de vraag naar elektriciteit het hoogst is.

2.2 DE OPBOUW VAN DE ENERGIENOTA

De energienota is ruwweg opgebouwd uit verschillende onderdelen

- **Levering:** kosten voor de geleverde elektriciteit (prijs per kWh)
- **Netbeheer:** kosten voor de aansluiting, vergoeding transport, gecontracteerd transportvermogen, maximale belasting, transportdiensten en systeemdiensten. Het betreft hier gedeeltelijk vaste jaarlijkse tarieven en gedeeltelijk gebruiksfhankelijke tarieven
- **Meetdiensten:** meting van gebruik en eventueel eigenproductie. Het betreft hier vaste kosten.
- **Belastingen:** energiebelasting en BTW. Beide belastingen zijn gebruiksfhankelijk.

De variabele kosten zijn onderwerp van deze studie. Deze kosten zijn namelijk beïnvloedbaar door te sturen op de RWZI.

De tarieven voor levering en netbeheer zijn afhankelijk van de leverancier en de netbeheerder. Het tarief voor levering is onder andere afhankelijk van het gebruiksprofiel van de afnemer en uiteindelijk gerelateerd aan de kWh prijs die verkregen wordt via de APX. Dit tarief ligt rond de € 0,05 per kWh².

De tarieven voor netbeheer worden vastgesteld door de netbeheerder onder toezicht van de NMa (energiekamer). Er zijn verschillende onderdelen die de prijs hierbij bepalen. De belangrijkste kostenbepalende factoren zijn:

- Gecontracteerd transportvermogen (circa 35%)
- Maximale piekbelasting (circa 20%)
- Verbruiksafhankelijke transportkosten (circa 45%)

Voor een RWZI zijn deze kosten circa 20-25% van de totale kosten voor elektriciteit.

Er zijn twee soorten belastingen die in de prijs van elektriciteit zitten: energiebelasting en Btw. De energiebelasting is afhankelijk van de omvang van het gebruik (zie tabel 1). De belasting is gestaffeld en geldt per aansluiting (afzonderlijke RWZI's met eventueel aanvoergemalen).

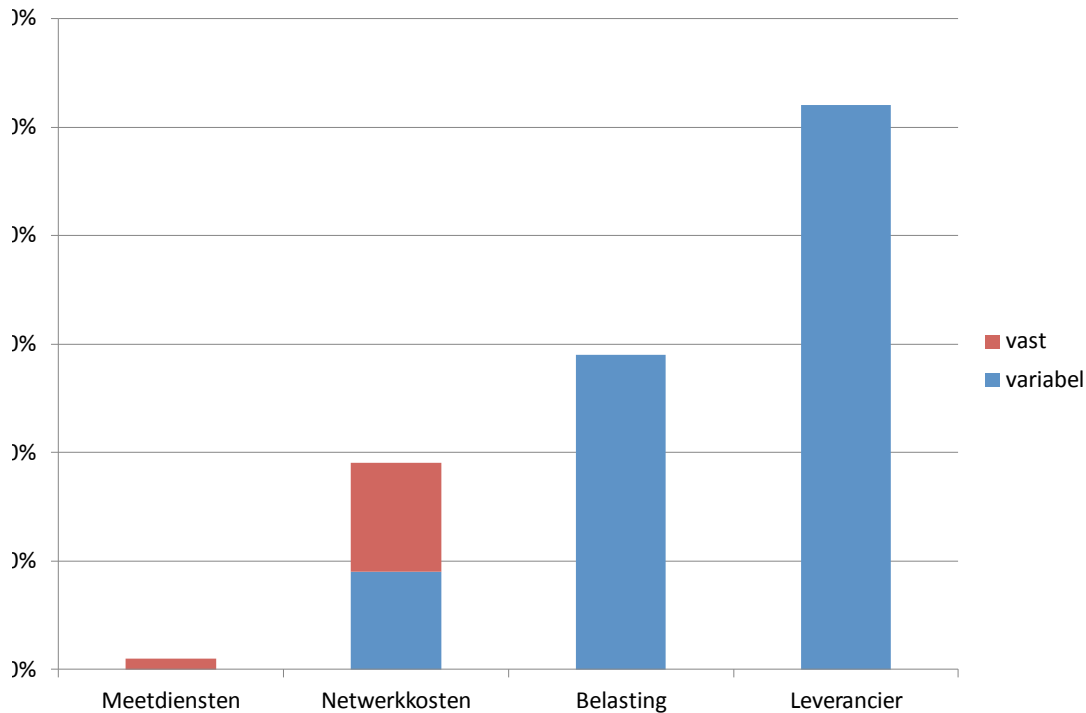
TABEL 1 ENERGIEBELASTING PER SCHIJF IN 2012 (BRON: WWW.RIJKSOVERHEID.NL)

Elektriciteitsverbruik (in kWh/jaar)	Tarief in 2012 exclusief BTW
0 t/m 10.000	€ 0,1140
10.001 t/m 50.000	€ 0,0415
50.001 t/m 10 mln	€ 0,0111
boven 10 mln niet-zakelijk	€ 0,0010
boven 10 mln zakelijk	€ 0,0005

Onderstaande figuur toont het aandeel in de kosten per categorie voor waterschap Scheldestromen voor 2012. Het beeld kan per waterschap en per jaar verschillen, maar het figuur geeft een aardig beeld van de kostenopbouw.

2 Dit is een gemiddelde marktprijs anno 2013. Deze prijs kan echter sterk fluctueren.

FIGUUR 1 AANDEEL VERSCHILLENDE KOSTEN ELEKTRICITEITSNOTA (BRON: WS SCHELDESTROMEN 2012)

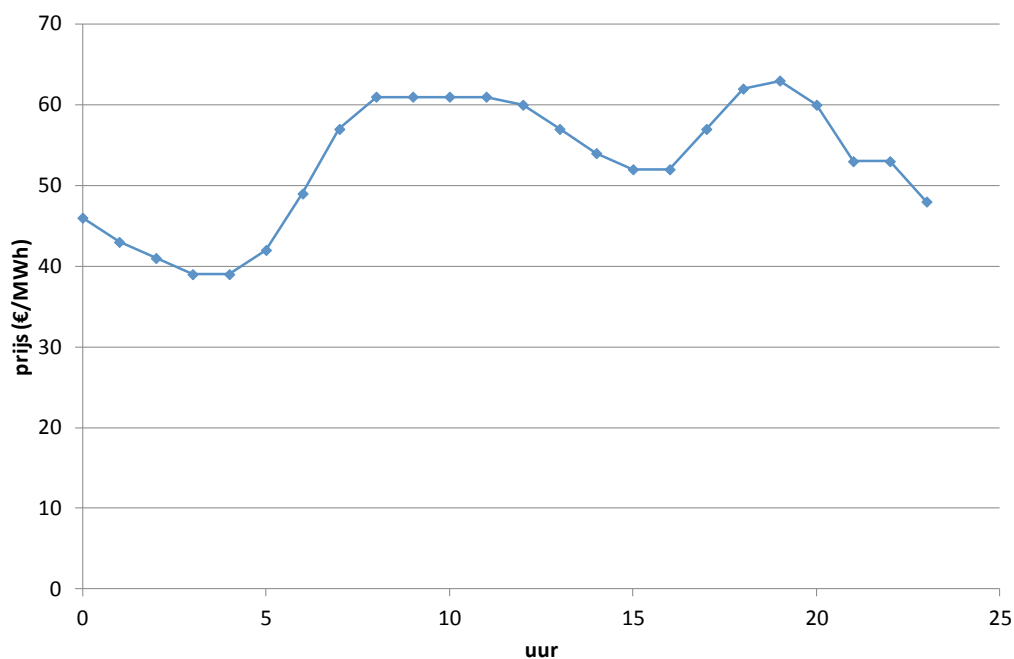


2.3 VARIABELE ELEKTRICITEITSPRIJZEN MET DE APX

Elektriciteit wordt verhandeld via de beurs. Deze beurs heet APX-ENDEX. De APX is een spotmarkt: er wordt gehandeld in uurprijzen. Voor elke dag wordt voor elk uur van de dag een aparte prijs vastgesteld. De beurs heeft ook de APX-prijs ontwikkeld, uitgedrukt in Euro/MWh van elektriciteit die de volgende dag geleverd wordt. Elke dag publiceert APX-ENDEX deze prijs op haar website (<http://www.apxendex.com>).

Onderstaande figuur toont een voorbeeld van deze APX-prijs. Hierin is het prijsverloop van elektriciteit gedurende de dag weergegeven voor de gemiddelde koers van 2011.

FIGUUR 2 GEMIDDELTE APX-PRIJS IN 2011



De APX-prijs varieert in het gemiddelde patroon tussen de € 40 per MWh en € 70 per MWh (oftewel € 0,04 per kWh en € 0,07 per kWh). Deze gegevens kunnen in de volgende tabel worden vertaald:

TABEL 2

GEMIDDELTE APX-PRIJS 2011

Scenario	APX-prijs per MWh
Daggemiddelde waarde	€ 52,04
Goedkoopste 16 uren	€ 46,91
Goedkoopste 12 uren	€ 43,95
Goedkoopste 8 uren	€ 40,51
Duurste 16 uren	€ 57,81
Duurste 12 uren	€ 60,13
Duurste 8 uren	€ 62,31

Deze APX-prijs vermeerderd met de winstmarge van het energiebedrijf bepaalt de gemiddelde prijs die een afnemer betaalt aan de leverancier voor de elektriciteit. Als relatief meer elektriciteit wordt afgenomen in de goedkope uren, dan verminderen de kosten van de leverancier en kunnen de gemiddelde kosten van de afnemer omlaag.

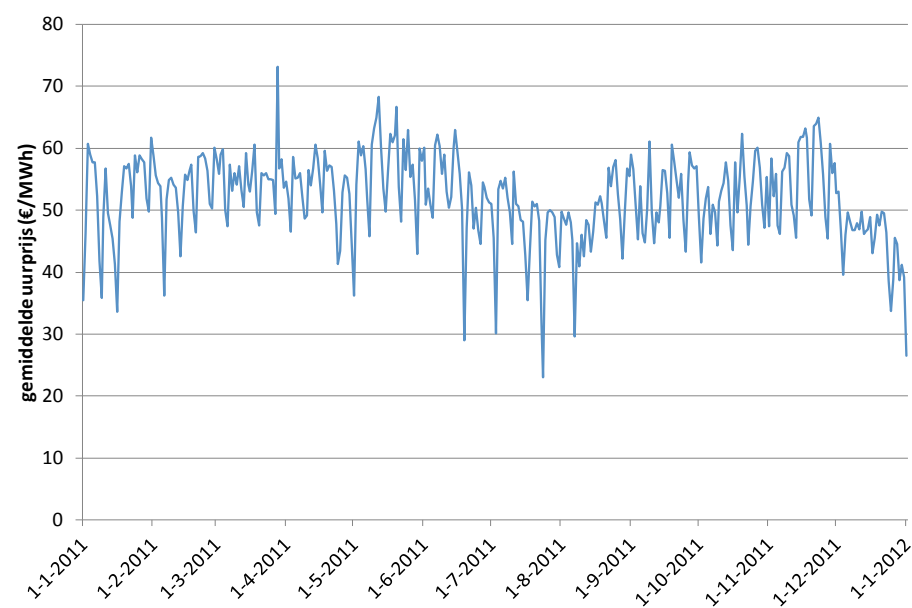
De variaties zoals deze in Figuur 2 worden getoond zijn het onderwerp van deze studie. Slim omgaan met de variaties kan de kosten voor elektriciteit voor de waterschappen verlagen.

Het hoog/laag tarief dat de waterschappen kennen, is afgeleid van deze dagelijkse fluctuaties in de APX-prijs. Hiermee bestaat het mechanisme om kosten te besparen door in te spelen op prijsfluctuaties eigenlijk al. Door direct met de APX-prijs te werken, zijn echter grotere besparingen te behalen.

Overigens varieert niet alleen de prijs gedurende de dag. Ook de gemiddelde dagprijs van de APX-prijs kan sterk variëren. Onderstaande figuur toont de gemiddelde dagprijs in 2011. De figuur laat zien dat de gemiddelde dagprijs varieert tussen 23 €/MWh en 73 €/MWh. De dagen met een lage koers zijn vaak weekenddagen.

FIGUUR 3

DAGGEMIDDELTE APX-PRIJS VOOR 2011



2.4 TERUGLEVERING VAN STROOM VAAK ONGUNSTIG

Een waterschap dat stroom produceert op een RWZI, kan dit terugleveren aan het net. De prijs die het waterschap krijgt voor deze stroom kan verschillen van de prijs die betaald wordt voor de inname van stroom.

Voor consumenten is wettelijk geregeld dat energieleveranciers moeten salderen (kWh voor kWh) tot 5.000 kWh per jaar. Dat houdt in dat ze dezelfde prijs krijgen voor terug geleverde elektriciteit als voor afgenomen elektriciteit. Dit heet salderen en betreft alle kosten, inclusief belastingen en transportkosten. Ditzelfde geldt voor de kleinverbruiksaansluitingen van waterschappen.

Voor grootgebruikers als RWZI's geldt dit niet. Hierover moeten waterschappen afspraken maken met de elektriciteitleveranciers. Sommige waterschappen mogen verrekenen op het leveranciersdeel van de kosten, andere waterschappen krijgen een lager tarief voor terug geleverde elektriciteit. Kosten zoals de transportkosten worden niet verrekend op terug geleverde elektriciteit.

Onderstaande tabel laat dit voor enkele waterschappen zien:

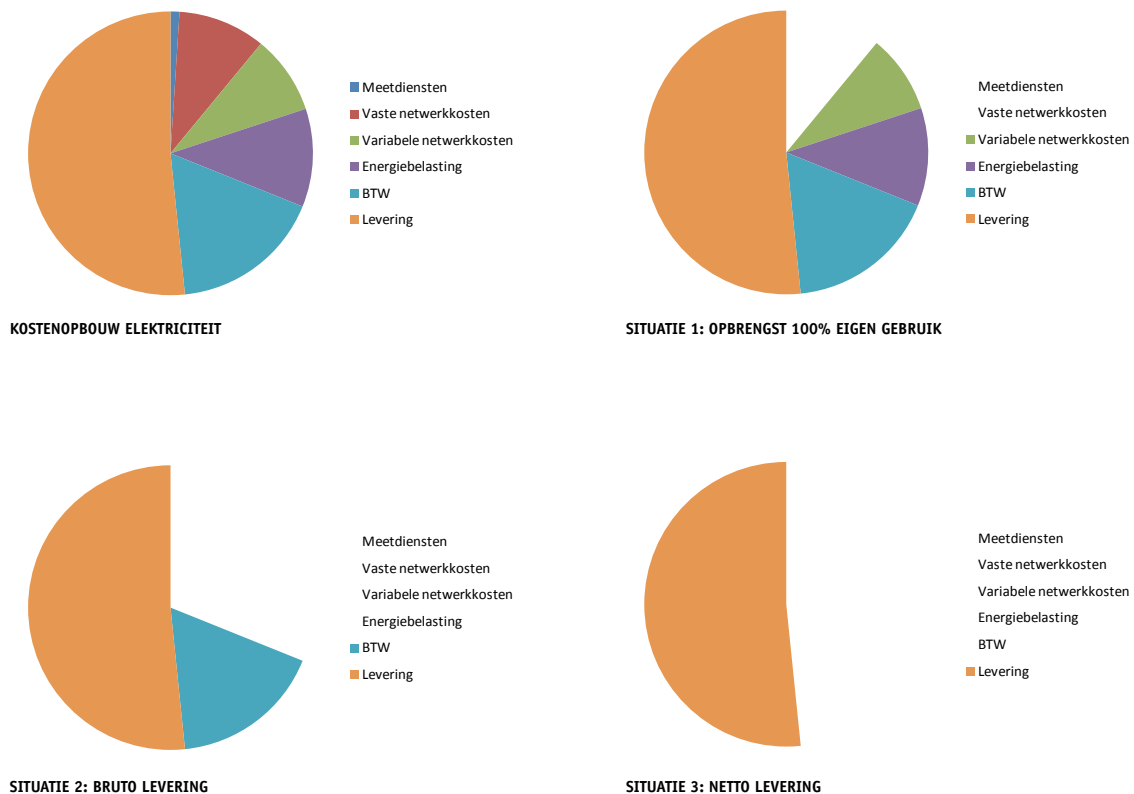
TABEL 3 PRIJS TERUGLEVERING ELEKTRICITEIT (LEVERANCIERSDEEL, ANNO 2012)

Waterschap	Leverancier	Prijs teruglevering t.o.v. inkoop
Scheldestromen		100%
Waternet	Nuon	100%
Rivierenland	Nuon	100%
Schieland	HVC	n.v.t.
Rijn en IJssel	Delta	75%
Vallei en Veluwe	Nuon	100%
Hunze en Aa's	Delta	75%

Bij teruglevering vindt geen verrekening plaats met de kosten van de netbeheerder (variabel en vast). Ook vindt niet altijd verrekening van BTW plaats. Effectief houdt dit in dat waterschappen minder terugkrijgen voor de terug geleverde elektriciteit dan wat betaald wordt voor inkoop.

Onderstaand figuur laat dit schematisch zien. Het figuur toont de waarde die een geproduceerd kilowattuur vertegenwoordigt voor een waterschap voor verschillende productiesituaties.

FIGUUR 4 OPBRENGST BIJ EIGEN PRODUCTIE VAN ELEKTRICITEIT



In het figuur worden 3 situaties onderscheiden:

- 1 het totale elektriciteitsgebruik van de RWZI is altijd lager dan de eigen productie. In deze situatie wordt inkoop van elektriciteit voorkomen door eigen productie. Alle variabele kosten (transport, belasting en leverantie) worden voorkomen en de elektriciteit vertegenwoordigt een hoge waarde voor het waterschap.
- 2 er is een bruto overschot van elektriciteit. Op sommige momenten van de dag wordt meer geproduceerd dan voor eigen gebruik nodig is, terwijl op andere momenten alsnog elektriciteit wordt ingekocht. Het overschot wordt geleverd aan het net. De waarde van de elektriciteit voor het waterschap is lager dan onder 1, omdat deze elektriciteit geen vermindering van variabele transportkosten oplevert. Wel kan verrekening plaatsvinden met de leverancier en met de belastingen.
- 3 er is een netto overschot van elektriciteit. Er wordt meer geproduceerd dan gebruikt, waardoor de RWZI een netto leverancier wordt. De waarde voor het waterschap bestaat nu slechts uit de vergoeding van de leverancier betaald voor de elektriciteit.

In deze rapportage wordt onderscheid gemaakt tussen twee optimalisatiemogelijkheden:

- Maximaal gebruik van eigen stroom (= voorkomen van bruto levering)
- Maximaal uitnutten van variaties in de energieprijis (= maximale waarde van netto levering)

In de eerste variant wordt de totale inkoop van elektriciteit geminimaliseerd en wordt bespaard op leverancierskosten, maar ook op belasting en variabele transportkosten. In de tweede variant wordt de maximale prijs voor de stroom verkregen.

2.5 MOGELIJKHEDEN VOOR INZET APX-STURING

Tijdens de eerste begeleidingscommissie vergadering hebben we gebrainstormd over de mogelijkheden van APX-sturing op RWZI's. Dit resulteerde in lijst met mogelijkheden. Deze mogelijkheden zijn vervolgens onderzocht op basis van de gegevens van RWZI Nijmegen en (zover van toepassing) op basis van de gegevens van RWZI Gieten. Het gaat om de volgende mogelijkheden:

- 1 **Bufferen van de droogweerafvoer (DWA):** door tijdens uren met een hoge APX-prijs afvalwater te bufferen en tijdens uren met een lage APX-prijs afvalwater te zuiveren wordt netto het afvalwater gezuiverd voor lagere kosten.
- 2 **Optimale inzet van biogas:** biogas bufferen om het optimaal in te zetten. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen (optie 1) maximaal opwekken van stroom voor het eigen proces en (optie 2) maximaal leveren bij hoge APX-prijs.
- 3 **Slibontwatering in de nacht:** als de slibontwatering alleen ingezet wordt tijdens uren met een lage APX-prijs kunnen de energiekosten voor ontwatering worden verminderd.
- 4 **Centraatbehandeling in de nacht:** teruglevering van centraat tijdens goedkope uren, waardoor de energiekosten voor centraatbehandeling minder worden. Centraat wordt gebufferd gedurende de dag, of combinatie met slibontwatering in de nacht vindt plaats.
- 5 **Sturen op effluentkwaliteit:** tijdens goedkope uren verdergaand zuiveren en tijdens dure uren minder goed zuiveren, waarbij gemiddeld op dagbasis dezelfde effluentkwaliteit wordt gehaald, maar tegen minder energiekosten.
- 6 **Inzet goed afbreekbaar substraat:** de toevoer van eenvoudig afbreekbare reststoffen naar de slibgisting wordt zodanig geregeld, dat de extra gasproductie alleen in de dagen met een hoge APX-prijs plaatsvindt.

3

HAALBAARHEID VOOR RWZI NIJMEGEN

3.1 BESCHRIJVING RWZI NIJMEGEN

RWZI Nijmegen is een RWZI van het type Phoredox. De RWZI heeft een ontwerpcapaciteit van 400.000 i.e. (à 150 g TZV/dag). De huidige belasting ligt rond de 282.000 i.e.. De hydraulische capaciteit is 16.000 m³/h.

De voorbehandeling bestaat uit roosters, zandvang en drie voorbezinktanks. Een bijzonderheid is dat de afloop van de voorbezinktanks wordt opgewarmd met restwarmte van een nabij gelegen afvalenergiecentrale van de ARN.

De waterlijn bestaat verder uit 4 straten met elk een selector, voordennitrificatieruimte, beluchtingstank en twee nabezinktanks. Fosfaat wordt aanvullend verwijderd door dosering van metaalzout. Een deel van het effluent (800 - 1.400 m³/h) wordt over een zandfilter geleid voor extra verwijdering van zwevende stof.

RWZI Nijmegen heeft een eigen slibverwerking. Deze bestaat uit voorindikers, voorontwatering, gistingstanks, na-indikers, en slibontwatering. De kamerfilterpersen zijn recentelijk vervangen door centrifuges.

Er zijn twee gashouders aanwezig: één van 1.500 m³ en één van 50 m³. Elektriciteit wordt opgewerkt met een WKK-installatie. Er zijn twee gasmotoren. Deze hebben een capaciteit van 650 kW en 950 kW. Hiermee wordt de RWZI voorzien van circa 93% van de benodigde elektriciteit. In onderstaande tabel wordt de elektriciteitsbalans voor 2011 getoond:

TABEL 4

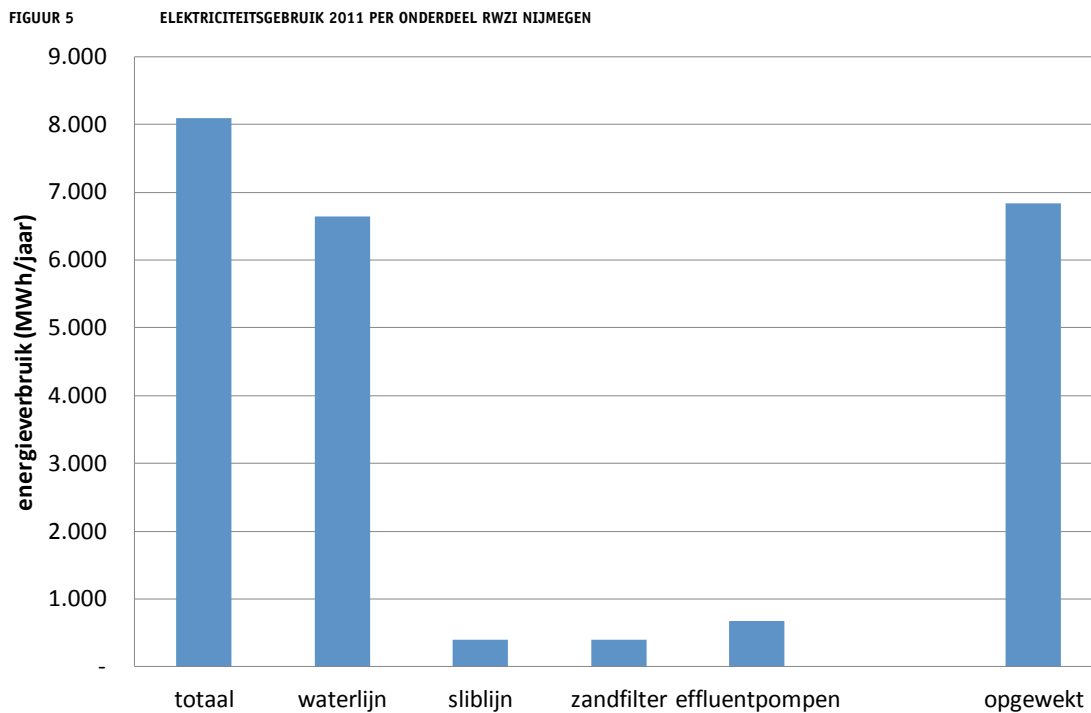
ELEKTRICITEITSBALANS 2011 RWZI NIJMEGEN

totaal elektriciteitverbruik	7.362 MWh
totale elektriciteitproductie	6.873 MWh
inkoop van elektriciteit	1.158 MWh
levering van elektriciteit	669 MWh
netto inkoop van elektriciteit	489 MWh

Het totale elektriciteitverbruik vertegenwoordigt een waarde van € 736.000 (à € 100 per MWh³), waarvan ongeveer de helft (€ 368.000 de kosten zijn die gerelateerd zijn aan de APX-prijs.

3 dit is een 'gemiddelde' prijs, inclusief meetdiensten, transport, belastingen en leverantie. Ongeveer de helft bestaat uit leverancierskosten.

Het elektriciteitsgebruik per onderdeel van de RWZI is weergegeven in onderstaande figuur:



Uit de getallen blijkt dat RWZI Nijmegen bijna geheel (93%) zelfvoorzienend is wat betreft elektriciteit. In principe beperkt dit de mogelijkheden voor APX-sturing, aangezien de interactie met het elektriciteitsnet gering is. De case Nijmegen is echter goed bruikbaar voor de analyse, als we bij sommige analyses de eigen elektriciteitsproductie buiten beschouwing laten.

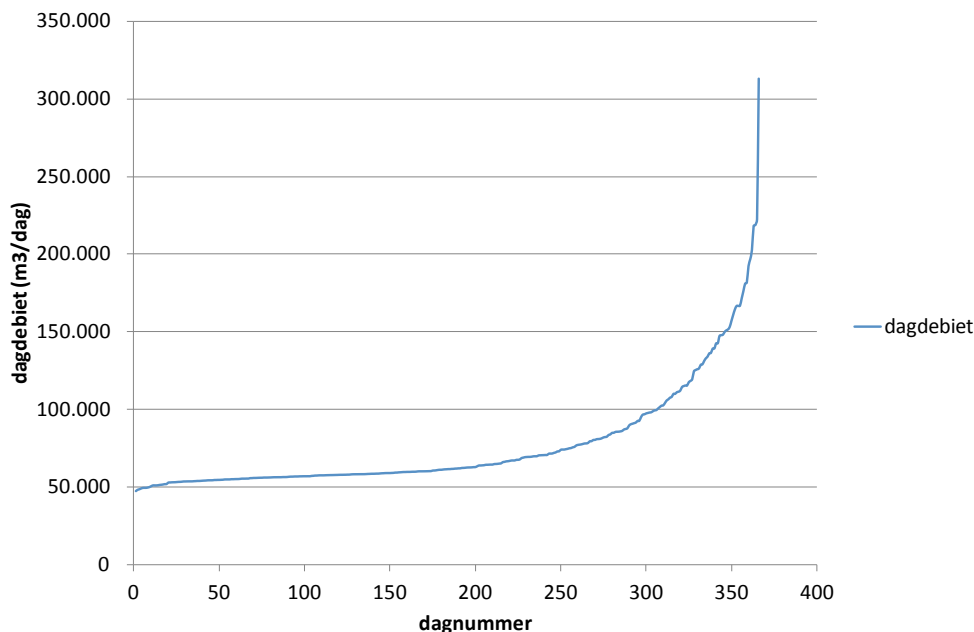
3.2 BESCHOUWDE PERIODE

Voor de analyse van RWZI Nijmegen zijn de gedetailleerde trendgegevens van de RWZI gebruikt. Het gaat hierbij over technologische gegevens en over de elektriciteitsgegevens. Deze gegevens waren beschikbaar voor de periode van 25 februari 2012 tot 25 februari 2013.

In deze periode werd 28 miljoen m³ afvalwater gezuiverd. Hiervoor werd 7.770 MWh aan elektriciteit gebruikt. Tegelijkertijd werd in deze periode 6.929 MWh aan energie opgewekt door de gasmotoren.

In de navolgende figuur zijn de gesorteerde daghoeveelheden afvalwater weergegeven. Gemiddeld wordt 60.000 m³/d afgevoerd naar de RWZI. De piek ligt op 313.000 m³/d.

FIGUUR 6 DAGDEBIET GEANALYSEERDE PERIODE RWZI NIJMEGEN

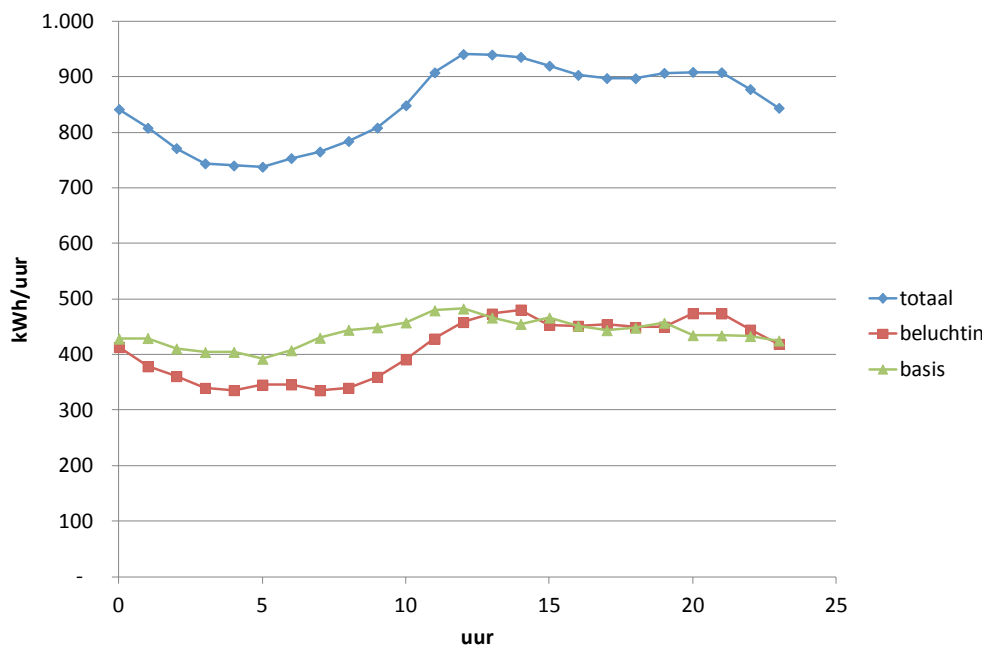


3.3 ELEKTRICITEITSGEBRUIK GEDURENDE DE DAG

We hebben een analyse gemaakt van het elektriciteitsgebruik van RWZI Nijmegen. In onderstaande figuur is het resultaat hiervan weergegeven. Onderscheid is gemaakt tussen het totale gebruik, het gebruik voor beluchting (en effluentpompen) en het basisgebruik. Het energiegebruik van de effluentpompen hebben we bij de beluchting opgeteld omdat dit een grote post is die direct debiet gerelateerd is. In de figuur is voor deze parameters het gemiddelde energiepatroon gedurende de dag over de beschouwde periode weergegeven.

Te zien valt dat het gemiddelde energiegebruik fluctueert tussen 750 kWh per uur en 950 kWh per uur. Het basisenergiegebruik fluctueert tussen 400 en 500 kWh per uur en de energie voor beluchting fluctueert tussen 300 en de 500 kWh per uur.

FIGUUR 7 ELEKTRICITEITSGEBRUIK RWZI NIJMEGEN

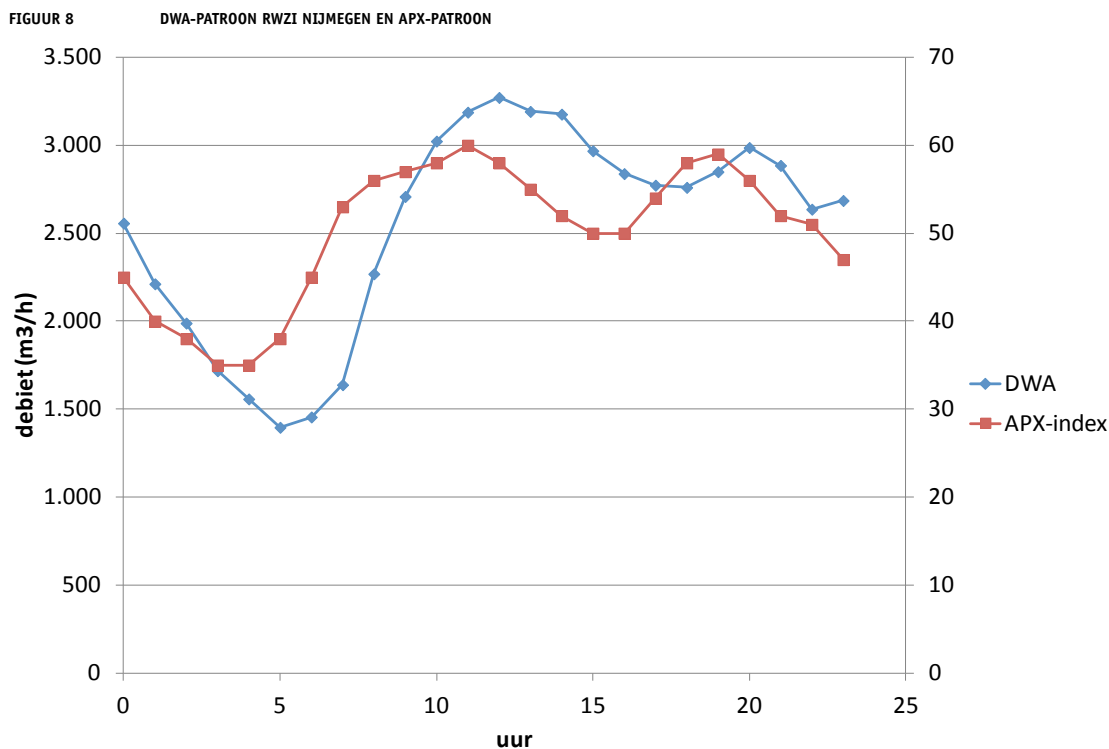


In de analyse zijn we er vanuit gegaan de het beluchtingsdeel van het energiegebruik de speelruimte is voor de analyse van APX-sturing.

3.4 TOEPASSING 1: DWA-BUFFERING

Buffering van DWA is een manier om energiegebruik te verplaatsen naar goedkope uren. Hierbij wordt het influentpatroon van de RWZI aangepast.

In een normale situatie hebben de APX-prijs en de DWA min of meer gelijklopende fluctuaties. Dit is logisch, want zowel de energieprijs als de afvalwaterproductie zijn afhankelijk van menselijke activiteit. In Figuur 8 zijn een gemiddeld DWA-patroon en een gemiddeld APX-patroon weergegeven.



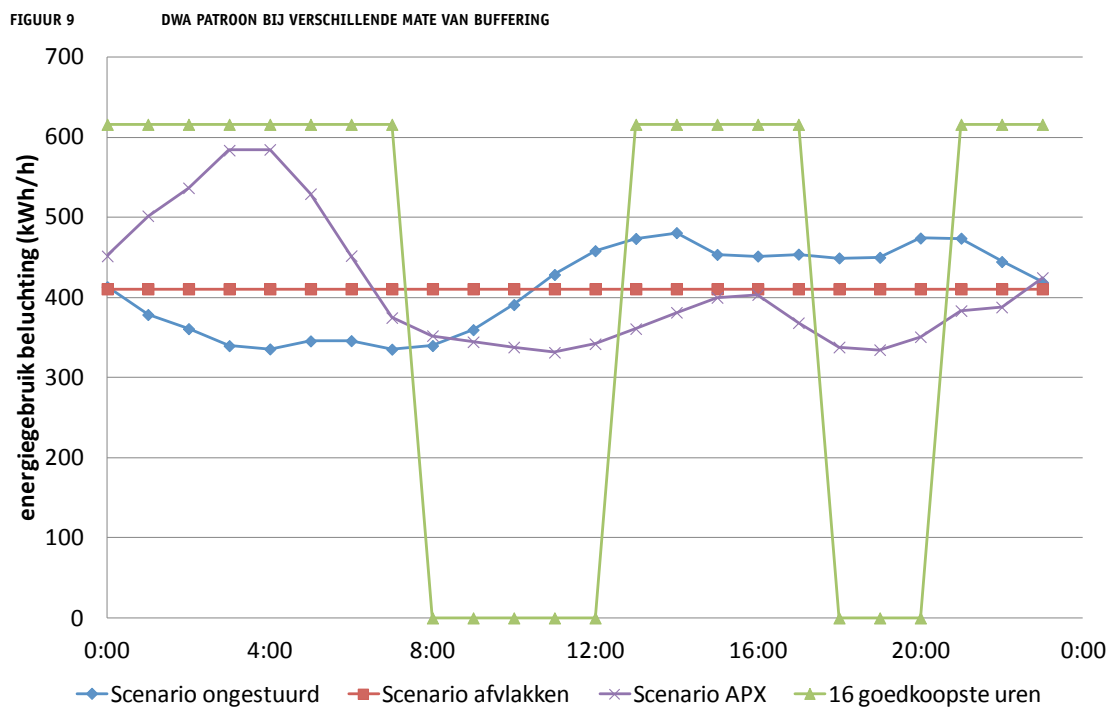
DWA-buffering kan op verschillende manieren gebeuren. De eenvoudigste wijze is buffering in de riolering door de influentpompen uit te zetten of op een lager debiet te sturen. Als alternatief zou gebufferd kunnen worden op de RWZI. Sommige RWZI's hebben al de beschikking over buffertanks, die meestal gebruikt worden voor buffering van RWA. Ook kan gedacht worden aan het (gedeeltelijk) leegpompen van voorbezinktanks in de nachtelijke uren.

Bij deze analyse is onderzocht, wat het effect is op de energiekosten zonder rekening te houden met de eigen elektriciteitsproductie.

Hierbij is gekeken naar verschillende maten van buffering:

- Ongebufferd: afvalwater wordt verwerkt als het wordt aangevoerd
- Volledige afvlakking van het DWA-patroon
- Een omkering van het DWA-patroon, waarbij 's nachts meer wordt verwerkt dan overdag, gericht op de APX prijs
- Zuivering, alleen in de 16 goedkoopste uren

Onderstaande figuur toont de verschillende patronen:



Het effect hiervan is weergegeven in tabel 5.

TABEL 5 RESULTATEN DWA-BUFFERING NIJMEGEN

scenario	kosten beluchting	kosten beluchting t.o.v. basis	benodigde buffer (m ³)	jaarlijkse besparing
ongestuurd	€ 500	100%	0	€ 0
afvlakken	€ 494	99%	6.012	€ 1.072
APX	€ 480	96%	10.217	€ 3.984
16 goedkoopste uren	€ 456	91%	23.058	€ 8.729

In de meest extreme variant wordt op dagbasis circa 23.000 m³ gebufferd. De energiekosten voor beluchting worden bijna 10% verlaagd van € 500 per dag tot € 456 per dag. Dit zijn alleen de kosten die direct gerelateerd worden aan de APX-prijs, dus exclusief toeslagen, belastingen et cetera.

Op jaarbasis levert dit, uitgaande van 200 DWA dagen per jaar (zie Figuur 6), circa € 8.800 op.

Naast buffering in de riolering is het ook mogelijk om te bufferen op of nabij het terrein van de RWZI. Voorbeelden hiervan zijn:

- Buffering in een randvoorziening in de riolering
- Buffering in de voorbezinktanks (door voorbezinktanks leeg te pompen)
- Buffering in een regenwaterbuffer

Los van de investeringskosten die wellicht noodzakelijk zijn om zo iets mogelijk te maken, zal in de meeste gevallen ook extra energie gebruikt worden om water in of uit de buffer te pompen. Deze extra energie(kosten) kan berekend worden volgens:

$$EK = V \times \rho \times g \times h / \eta \times p$$

Met

EK: energiekosten (€)

V: verpompt volume (m³)

ρ : dichtheid water (kg/m³)

g: zwaartversnelling (m/s²)

h: opvoerhoogte (m)

η : pomp rendement (-)

p: prijs per kWh (€/kWh)

In het geval van het bufferen van 23.000 m³ zijn de extra energiekosten € 8 per dag per m opgevoerd. In het geval van lediging van voorbezinktanks (2 meter diep) zijn de kosten ongeveer € 3.080 per jaar. Dit is een fors aandeel van de besparing van € 8.800 per jaar.

3.5 TOEPASSING 2: BIOGAS BUFFERING

De buffering van biogas is ook een manier om gebruik te maken van de APX. Hierbij wordt gedacht aan drie mogelijkheden:

- voorkomen van teruglevering door maximale inzet voor eigen gebruik
- optimale teruglevering tijdens uren met hoge APX-prijs
- verlaging van het maximale piekvermogen

Opgemerkt wordt dat de opbrengsten die voor de toepassingen worden berekend niet zondermeer bij elkaar opgeteld kunnen worden.

3.5.1 TOEPASSING 2A: VOORKOMEN VAN TERUGLEVERING

RWZI Nijmegen is een bruto leverancier van elektriciteit: gedurende sommige delen van de dag wordt elektriciteit geleverd aan het net, terwijl op andere momenten wordt ingekocht. Maximale inzet van eigen energie voorkomt onnodige teruglevering. Hierdoor wordt de maximale waarde van de eigen elektriciteit verkregen.

Op RWZI Nijmegen is in 2011 1.158 MWh aan energie ingekocht en 669 MWh aan energie teruggeleverd aan het net. Netto werd dus 489 MWh ingekocht.

In de navolgende tabel wordt berekend dat door maximale inzet van eigen elektriciteit jaarlijks € 33.000 bespaard zou kunnen worden.

TABEL 6 MAXIMALE INZET EIGEN ELEKTRICITEIT RWZI NIJMEGEN

	energie (MWh per jaar)	energieprijs (per MWh)	jaarlijkse kosten
<i>huidige situatie</i>			
inkoop	1.158	€ 100	€ 115.800
teruglevering	669	€ 50	€ 33.450-
totaal			€ 82.350
<i>maximale inzet</i>			
netto inkoop	489	€ 100	€ 48.900
teruglevering	0		0
totaal			€ 48.900
besparing			€ 33.450

De besparing van € 33.450 kan verschillen per waterschap. Sommige waterschappen krijgen slechts 75% van de inkoopprijs terug voor de geleverde elektriciteit. De besparing zou dan hoger uitkomen (op zo'n € 42.000). In dit rekenvoorbeeld is geen rekening gehouden met BTW verrekening tussen ingekochte en geleverde elektriciteit. Enkele waterschappen hebben dit geregeld. De besparing komt dan lager uit (op ongeveer € 20.000 per jaar).

Het benodigde volume van de gasbuffer is ongeveer 3000 m³, terwijl 1500 m³ aanwezig is.

3.5.2 TOEPASSING 2B: OPTIMALE TERUGLEVERING VAN ELEKTRICITEIT

Teruglevering van elektriciteit zou alleen moeten plaatsvinden als de maximale waarde wordt verkregen. De gemiddelde APX prijs varieert tussen € 35 per MWh en € 60 per MWh. Voor een RWZI die een netto elektriciteitsleverancier is kan dit zeer interessant zijn. Door hier slim mee om te gaan kan de waarde van elke kWh sterk worden vergroot.

Ter illustratie kan RWZI Nijmegen beschouwd worden als netto leverancier. Als voor RWZI Nijmegen de maximale capaciteit aan gasmotoren wordt ingezet (1.600 kW) gedurende de uren van de dag met de hoogste APX-prijs, dan heeft dit op basis van tabel 2 een waarde van € 1.205 per dag (alleen het APX deel). Als dezelfde hoeveelheid energie wordt geleverd tegen een dag-gemiddelde capaciteit (835 kW) dan heeft dit een waarde van € 1.043 (alleen het APX deel). Dit levert op jaarbasis $365 \times (1.205 - 1.043) = € 59.130$ op. De waarde per MWh wordt op deze manier vergroot van € 47 per MWh naar € 55 per MWh.

Het benodigde volume van de gasbuffer is ongeveer 4500 m³, terwijl 1500 m³ aanwezig is.

3.5.3 TOEPASSING 2C: VERLAGING PIEKVERMOGEN

Het gecontracteerde transportvermogen en de vergoeding voor de piekbelasting zijn kosten die aan de netbeheerder worden betaald. Deze kosten zijn tussen de 5% en de 10% van de energierekening. Een RWZI die grotendeels zelfvoorzienend is wat betreft elektriciteit, kan besparen op deze kosten. Dit gaat al snel over enkele tienduizenden euro's.

Door zoveel mogelijk eigen elektriciteit te gebruiken, kan op deze kosten bespaard worden. Voorwaarde is wel een hoge bedrijfszekerheid van de eigen elektriciteitsproductie. Bij overschrijding van het gecontracteerde transportvermogen wordt door de netbeheerder automatisch het gecontracteerde vermogen naar boven bijgesteld en kan dit gedurende één jaar niet meer worden bijgesteld.

3.6 TOEPASSING 3: SLIBONTWATERING IN DE NACHT

De slibontwatering op RWZI Nijmegen heeft in 2011 ongeveer 227 MWh aan elektriciteit gebruikt. Het APX deel van de kosten hiervoor bedraagt € 11.813. Onderzocht is wat de kostenbesparing is als de slibontwatering in de uren met de laagste APX-prijs wordt uitgevoerd.

Om dit toe te passen is overcapaciteit nodig in de slibontwatering. Als ontwaterd wordt in de 16 goedkoopste uren is 50% overcapaciteit nodig, oplopend tot 200% in geval van de 8 goedkoopste uren. In veel gevallen zal deze overcapaciteit (gedeeltelijk) aanwezig zijn, aangezien slibontwatering meestal redundant wordt uitgevoerd.

De kostenbesparing is hieronder weergegeven:

TABEL 7 **BESPARING BIJ SLIBONTWATERING IN GOEDKOPE UREN**

Scenario	Jaarlijkse besparing (€)
Daggemiddelde waarde	-
Goedkoopste 16 uren	1.165
Goedkoopste 12 uren	1.836
Goedkoopste 8 uren	2.617

De maximale potentiële besparing is dus € 2.617 op € 11.812 per jaar.

3.7 TOEPASSING 4: CENTRAATBEHANDELING IN DE NACHT

Centraat wordt in principe 24 uur per dag teruggevoerd naar de waterlijn. Als het centraat gebufferd zou worden en vervolgens behandeld in uren met een lage APX-prijs, dan kan dit een besparing opleveren.

Op RWZI Nijmegen werd in 2011 ongeveer 400 kg/d stikstof via het centraat afgevoerd. Uitgaande van 2,2 kWh/kg N verwijdert (4,57 kgO₂/kg N, OC = 4 kg O₂/kWh, $\alpha = 0,7$ en deficietfactor = 0,75), geeft dit een energieverbruik van circa 321 MWh per jaar. De APX deel van de kosten hiervoor bedraagt € 16.704. Als hierop dezelfde methodiek wordt toegepast als in de vorige paragraaf levert dit het volgende beeld:

TABEL 8 **BESPARING BIJ CENTRAATBEHANDELING IN GOEDKOPE UREN**

Scenario	Jaarlijkse besparing (€)
Daggemiddelde waarde	0
Goedkoopste 16 uren	1.647
Goedkoopste 12 uren	2.597
Goedkoopste 8 uren	3.701

De maximale potentiële besparing is dus € 3.701 op € 16.704 per jaar.

3.8 TOEPASSING 5: STUREN OP EFFLUENTKWALITEIT

De gedachte achter sturen op effluentkwaliteit is dat 's nachts verdergaand gezuiverd wordt tegen lagere energiekosten, en overdag minder ver gezuiverd wordt, zodat netto minder energiekosten worden gemaakt. Dit zou mogelijk gemaakt kunnen worden door middel van een slimme beluchtingregeling.

Uitgangspunten hierbij zijn:

- Gemiddelde effluentkwaliteit 2,0 g NH₄-N/m³
- Nachtelijke effluentkwaliteit 0,5 g NH₄-N/m³

Dit levert op basis van tabel 9 overdag een maximale effluentkwaliteit van 2,4 g NH₄-N/m³.

TABEL 9 UITGANGSPUNTEN STURING OP EFFLUENTKWALITEIT

	Duur (h)	APX-prijs (per MWh)	Behandeld volume (m ³)	NH ₄ -N in effluent (g/m ³)
nacht	8	€ 40,51	15.019	0,5
Dag	16	€ 57,81	56.407	2,4

Dit houdt in dat er 's nachts $15.019 \times (2,0 - 0,5) = 23$ kg NH₄-N moet worden behandeld. Dit geeft een verplaatsing van elektriciteitsgebruik (bij 2,2 kWh/kg N) van ongeveer 51 kWh per dag. Dit levert ongeveer $51 \times (57,81 - 40,51) / 1.000 = € 0,88$ per dag op. Dit is gelijk aan een besparing van € 321 per jaar.

3.9 TOEPASSING 6: VOEDING GOED AFBREEKBAAR SUBSTRAAT

Indien de slibgisting gevoed wordt met goed afbreekbare organische reststoffen, zoals vetten, dan kan de gasproductie enigszins geregeld worden. Uitgaande van een reactietijd van 3-24 uur, is regelen binnen de tijdsspanne (24 uur) van de APX lastig. Er bestaat echter wel de mogelijkheid om gebruik te maken van de dagelijkse wisselingen in APX-prijs. In het weekend is de APX-prijs altijd lager dan op werkdagen. Onderstaande tabel laat dit zien:

TABEL 10 GEMIDDELTE APX-PRIJS PER DAG VAN DE WEEK IN 2011

zondag	maandag	dinsdag	Woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
€ 43,38	€ 54,30	€ 54,55	€ 55,25	€ 54,60	€ 54,06	€ 48,22

We gaan in dit rekenvoorbeeld uit van:

- 100 m³ vetten per week
- Drogestof gehalte 9%, waarvan 90% organische stof
- Afbraakrendement van 85% op organische droge stof
- Specifieke gasproductie van 1.100 l / kg organische droge stof
- Verbrandingsenergie biogas van 23,3 MJ/m³ gas
- 33% rendement voor elektriciteitsopwekking

Dit levert ongeveer 1.200 m³/dag aan extra gas. Dit is ongeveer 2,5 MWh/d. Als dit zeven dagen per week wordt geleverd, dan is de waarde hiervan $2,5 \text{ MWh/d} \times 7 \text{ d/week} \times 52,04 \text{ euro/MWh} = € 910$ per week.

Als dit gas alleen tijdens werkdagen wordt geproduceerd, dan wordt er op deze dagen $7/5 \times 2,5 \text{ MWh/d} = 3,5 \text{ MWh/d}$ geleverd. De gemiddelde APX-prijs voor werkdagen in 2011 was € 54,55 (tabel 10). Dit levert $3,5 \text{ MWh/d} \times 5 \text{ d/week} \times € 54,55 = € 955$ per week.

De opbrengst is € 45 per week, dus ongeveer € 2.300 per jaar.

4

HAALBAARHEID VOOR RWZI GIETEN

4.1 BESCHRIJVING RWZI GIETEN

RWZI Gieten is een RWZI van het type BCFS. De RWZI heeft een ontwerpcapaciteit van 50.338 i.e. (à 150 g TZV). De huidige belasting is ongeveer 39.666 i.e.. De maximale hydraulische belasting is 1.970 m³/h.

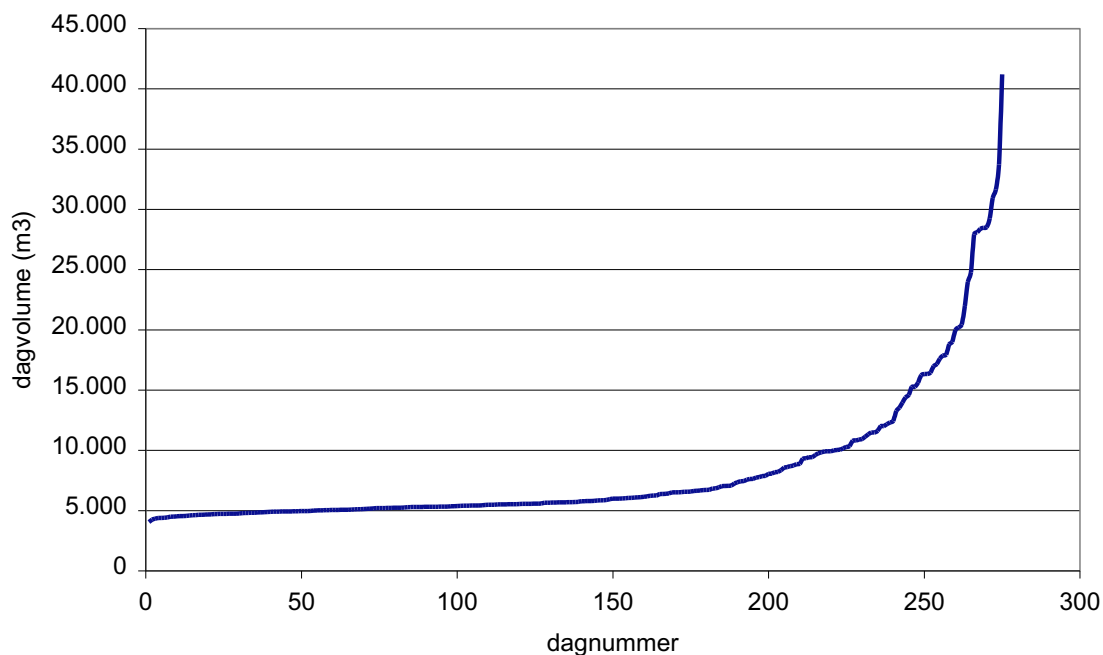
De voorbehandeling bestaat uit een stappenrooster en een zandvang. De waterlijn bestaat uit één straat met een anaerobe tank, anoxische selector, anoxische reactor, wisselreactor, aerobe tank en een nabezinktank.

De sliblijn bestaat uit een slibindikker en een slibbuffer. Het geproduceerde slib wordt verder behandeld in een externe slibverwerking.

4.2 BESCHOUWDE PERIODE

Voor de analyse hebben we de data ontvangen van 1 januari 2012 tot 1 oktober 2012. In deze periode was de droogweerafvoer circa 5.000 m³/d en werd bij RWA tot ruim 40.000 m³ per dag afgevoerd. Dit is in onderstaand figuur weergegeven:

FIGUUR 10 GESORTEERDE AFVOER PER DAG VOOR RWZI GIETEN

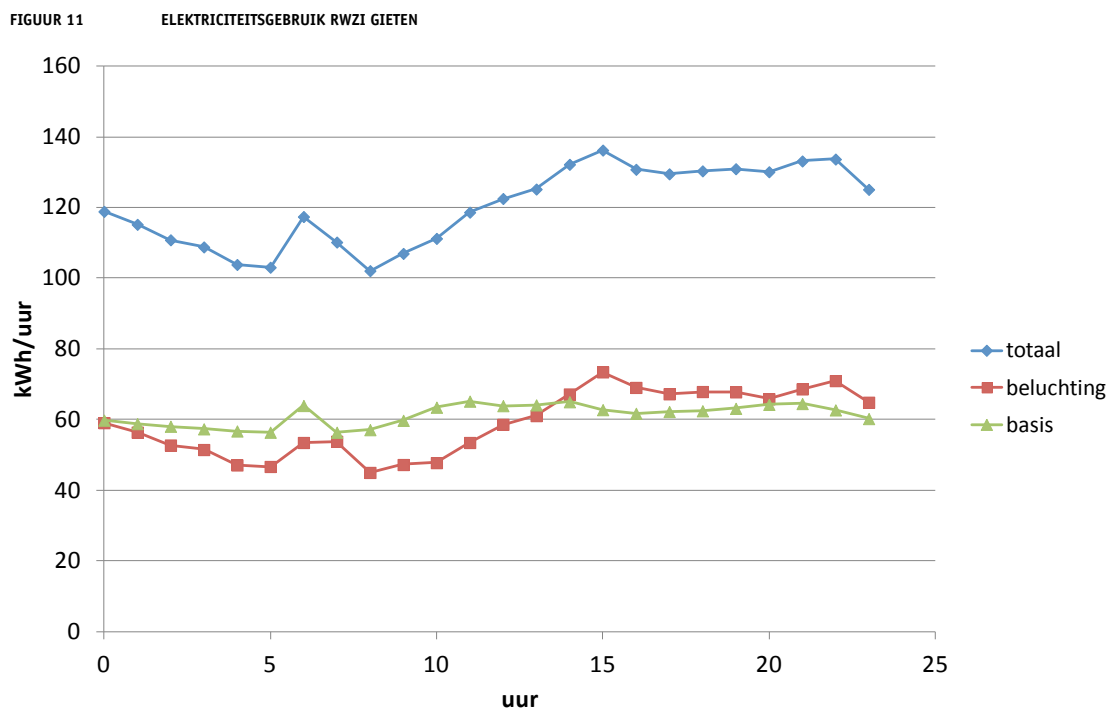


In deze periode van 9 maanden werd 786 MWh aan energie gebruikt. Op jaarbasis is dit ongeveer 1.048 MWh. Dit energiegebruik vertegenwoordigt een waarde van € 105.000 (à € 100 per MWh), waarvan ongeveer de helft (€ 52.500) de kosten zijn die gerelateerd zijn aan de APX-prijs.

4.3 ENERGIEGEBRUIK GEDURENDE DE DAG

We hebben een analyse gemaakt van het energiegebruik van RWZI Gieten. In onderstaande figuur is het resultaat hiervan weergegeven. Onderscheid is gemaakt tussen het totale energiegebruik, het energiegebruik voor beluchting en het basisenergiegebruik. In de figuur is voor deze parameters het gemiddelde energiepatroon gedurende de dag over de beschouwde periode weergegeven.

Te zien valt dat het totale energiegebruik fluctueert tussen 100 kWh per uur en 130 kWh per uur. De basislast fluctueert rond 60 kWh per uur en de energie voor beluchting fluctueert tussen 40 en de 70 kWh per uur.



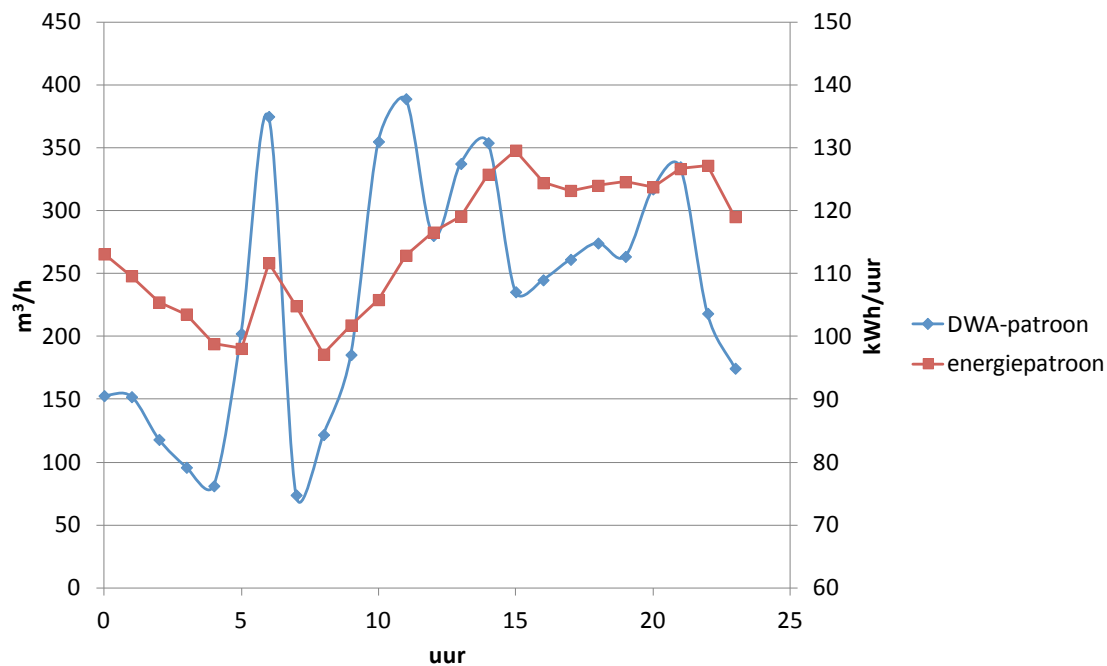
In de analyse zijn we er vanuit gegaan dat het beluchtingsdeel van het energiegebruik de speelruimte is voor de analyse van APX-sturing.

4.4 TOEPASSING DWA-BUFFERING

Voor de analyse van het effect van afvlakken van DWA hebben we voor RWZI Gieten dezelfde analyse gemaakt als voor RWZI Nijmegen. Hierbij hebben we verschillende varianten van buffering in de riolering vergeleken wat betreft de kosten voor de beluchting.

In onderstaande figuur hebben we het DWA-patroon en het energiepatroon van RWZI Gieten weergegeven.

FIGUUR 12 DWA-PATROON EN ENERGIEPATROON GIETEN

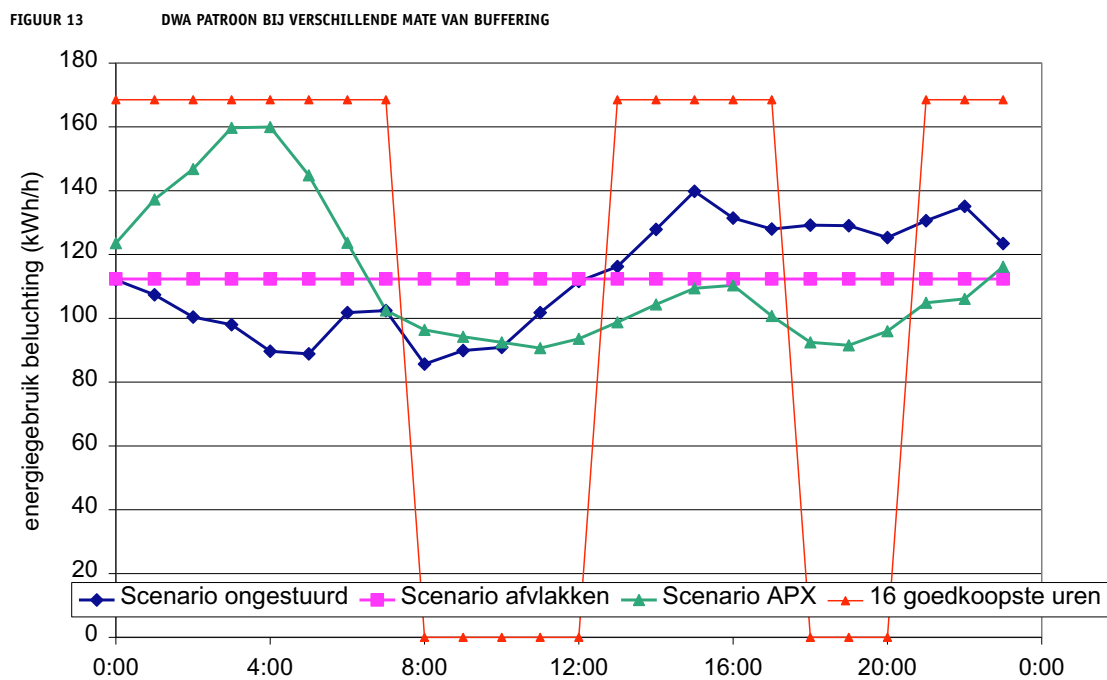


Wat opvalt in de figuur is de piek in het DWA-patroon rond 5 uur 's nachts. In een rioolstelsel in het verzorgingsgebied van de RWZI wordt overdag afvalwater gebufferd en 's nachts verpompt om de vuilpiek naar de RWZI af te vlakken. Dit resulteert in een piek in het debiet én in een piek in het energiegebruik van de RWZI rond 5 uur 's nachts.

Bij de analyse hebben we gekeken naar verschillende maten van buffering:

- Ongebufferd: afvalwater wordt verwerkt als het wordt aangevoerd
- Volledige afvlakking van het DWA-patroon
- Een omkering van het DWA-patroon, waarbij 's nachts meer wordt verwerkt dan overdag, gericht op de APX prijs
- Zuivering, alleen in de 16 goedkoopste uren

Onderstaande figuur toont de verschillende patronen:



Het effect hiervan is weergegeven in onderstaande tabel:

TABEL 11 RESULTATEN DWA-BUFFERING GIETEN

scenario	kosten beluchting	kosten beluchting	benodigde buffer	jaarlijkse besparing
		t.o.v. basis	(m ³)	
ongestuurd	€ 68	100%	-	€ 0
afvlakken	€ 68	99%	990	€ 94
APX	€ 66	96%	1.305	€ 492
16 goedkoopste uren	€ 62	92%	2.217	€ 1.142

In de meest extreme variant wordt op dagbasis circa 2.200 m³ gebufferd. De energiekosten voor beluchting worden bijna 10% verlaagd van € 68 per dag tot € 62 per dag. Dit zijn alleen de kosten die direct gerelateerd worden aan de APX-prijs, dus exclusief toeslagen, belastingen et cetera.

Op jaarbasis levert dit, uitgaande van 200 DWA (zie Figuur 10) dagen per jaar, ruim € 1.100 op.

5

EVALUATIE

5.1 TECHNOLOGISCHE GEVOLGEN

In de analyse van de cases is vooral gekeken naar de mogelijke financiële gevolgen van APX sturing. De verschillende toepassingen hebben echter ook technologische gevolgen. Deze gevolgen worden hieronder kwalitatief besproken:

Toepassing 1: DWA-buffering. Buffering in de riolering kan bezinking en anaerobe afbraak in de riolering tot gevolg hebben. Er is echter weinig bekend over de omvang van deze problematiek. We hebben contact gezocht met Waterschap Hollandse Delta, aangezien zij ervaring hebben met buffering bij RWZI Dokhaven. Zij hebben hierover afstemming met de gemeente, maar van nadelige gevolgen voor het beheer en onderhoud van de riolering is (nog) niets bekend. DWA-buffering middels APX sturing zou nog minder problemen met zich mee moeten brengen aangezien te allen tijde water wordt afgenomen, waardoor het rioolwater wel in beweging blijft en bezinking naar verwachting mee zal vallen.

Toepassing 2: Biogas buffering. Buffering van biogas heeft naar verwachting geen nadelige technologische gevolgen. Wel moet opgelet worden dat de gasmotoren in hun optimale werkpunt blijven functioneren, zodat voorkomen wordt dat de voordelen van APX-sturing worden teniet gedaan door een verminderde elektriciteitsopbrengst door inefficiëntie van de gasmotoren. Andersom kunnen door buffering van biogas de gasmotoren wel beter in hun werkpunt draaien, met een efficiency verbetering tot gevolg.

Toepassing 3: Slibontwatering in de nacht. In principe zijn er geen technologische gevolgen van slibontwatering in de nacht te verwachten. Indien de overcapaciteit benut wordt om 's nachts te ontwateren, dan houdt dit niet in dat de redundantie minder wordt. Er kan immers altijd weer overgeschakeld worden naar ontwatering gedurende de dag. Wel moet opgemerkt worden dat de besparing snel teniet zal worden gedaan, als dit leidt tot lagere drogestofgehaltes door gebrek aan nachtelijk toezicht.

Toepassing 4: Centraatbehandeling in de nacht. Als het centraat in de nacht wordt teruggevoerd naar de waterlijn, wordt de CZV/N verhouding van de aanvoer verlaagd. Dit kan er toe leiden dat er een verminderd stikstofverwijderingsrendement optreedt. Of dit het geval is en problemen geeft, is afhankelijk van de specifieke omstandigheden op een RWZI.

Toepassing 5: Sturen op effluentkwaliteit. 's Nachts verdergaand zuiveren en overdag minder zuiveren kan naar verwachting worden toegepast zonder belangrijke technologische gevolgen.

5.2 FINANCIËLE GEVOLGEN

Voor alle toepassingen is een investering nodig om de APX-sturing mogelijk te maken. Minimaal moet de besturing van de RWZI worden aangepast, maar er kan ook gedacht worden aan het vergroten van de gashouder, of een andere constructieve maatregel. De omvang van de investering zal per geval verschillen.

Ook personele gevolgen moeten in de analyse meegenomen worden. Als verplaatsing van stappen in het zuiveringsproces naar de nacht inhoudt dat er meer gebruik gemaakt moet worden van de storingsdienst, dan kan het financiële voordeel snel omslaan naar een financieel nadeel. Ook een gecompliceerdere bedrijfsvoering kan leiden tot een hogere personele inzet en dus meer kosten.

5.3 VERGELIJKING NIJMEGEN EN GIETEN

De case Gieten is uitgewerkt om in beeld te krijgen of er verschil zit in de mogelijkheden voor APX-sturing tussen een grote RWZI als Nijmegen en een wat kleinere RWZI als Gieten. Het idee hierachter was dat een kleine RWZI met een klein verzorgingsgebied grotere variaties in het influentdebiet bij DWA heeft, waardoor een groter effect bereikt wordt bij buffering van DWA.

De procentuele besparingen zijn in beide cases echter vrijwel gelijk. Dit heeft voornamelijk te maken met:

- Het feit dat op RWZI Gieten in de nacht een grote hydraulische piek binnenkomt door de dagelijkse lediging van een rioolstelsel. Hierdoor is het DWA-patroon minder vlak dan verwacht.
- De variaties in energiegebruik gedurende de nacht op RWZI Gieten kleiner zijn dan op RWZI Nijmegen. Het energiegebruik is 's nachts slechts 20% lager dan in de pieksituatie overdag. De basis energielast ten gevolge van endogene ademhaling, voorstuwens, en men-gers is op RWZI Gieten klaarblijkelijk relatief hoog ten opzichte van RWZI Nijmegen.

6

CONCLUSIES

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor sturing op basis van de APX-prijs hebben we voor twee RWZI's een analyse gemaakt. Voor RWZI Nijmegen hebben we een uitgebreide analyse gemaakt, waarbij we naar verschillende aspecten hebben gekeken binnen de waterlijn en binnen de sliblijn. Voor RWZI Gieten hebben we gekeken naar de mogelijkheden voor DWA-buffering, om te onderzoeken of er verschil bestaat tussen een grote RWZI als Nijmegen en een kleinere RWZI als Gieten.

RWZI Nijmegen is een RWZI, die bijna volledig zelfvoorzienend is wat betreft gebruikte elektriciteit. Daarmee is de uitgevoerde analyse grotendeels hypothetisch, maar daarmee niet minder relevant.

6.1 HOOG/LAAG VERSUS APX-PRIJS

In een deel van de analyse is uitgegaan van de 8 goedkoopste uren van de APX om te bepalen welke besparingen mogelijk zijn. Dit is vergelijkbaar met het hoog/laag tarief dat de waterschappen kennen. Het laag tarief loopt meestal van 11 uur 's avonds tot 7 uur 's ochtends (en in het weekend). Hierom zijn de betreffende conclusies over de inzet van de APX ook van toepassing bij hoog/laag tarieven. Interactie met de APX is dan in principe niet nodig.

6.2 OVERZICHT RESULTATEN APX-STURING

In de onderstaande tabel hebben we een overzicht weergegeven van de uitgevoerde analyse. In de navolgende paragrafen worden deze resultaten verder beschreven.

TABEL 12 RESULTATEN APX-STURING IN JAARLIJKSE KOSTEN

Toepassing		Besparing [%] ten opzichte van APX deel totale kosten		
case Nijmegen				
	APX deel totale kosten		€ 383.000	
1	besparing door DWA-buffering	€ 1.134	- € 7.905	0,3 – 2,1
2a*	besparing door maximale inzet eigen biogas		€ 33.450	10,8
2b*	besparing door maximale teruglevering		€ 59.130	15,4
3	besparing door slibontwatering in de nacht	€ 1.165	- € 2.617	0,3 – 0,7
4	besparing door centraat behandeling in de nacht	€ 1.647	- € 3.701	0,4 – 1,0
5	besparing door sturing op effluentkwaliteit		€ 321	< 0,1
6	winst door slimme voeding slibverwerking		€ 2.300	0,6
case Gieten				
	APX deel totale kosten		€ 50.000	
1	besparing door DWA-buffering	€ 93	- € 1.142	0,3 – 3,0

* De besparingen van de toepassingen 2a en 2b mogen niet bij elkaar opgeteld worden.

Voor RWZI Nijmegen geldt dat de besparing maximaal ca. € 75.000 per jaar (€ 0,25 per i.e.) bedraagt, als verschillende opties (bijv. 1, 2b, 3, 4 en 6) worden gecombineerd. Voor RWZI Gieten geldt een maximale besparing van € 0,05 per ie.

Combineren van verschillende maatregelen kan interessant zijn. Door de aanvoer naar de RWZI af te vlakken, kan de eigen elektriciteitsproductie beter afgestemd worden op de elektriciteitsvraag. Tegelijkertijd wordt dan mogelijk bespaard op de vergoeding voor het benodigde piekvermogen. Een integrale analyse per RWZI is hierom aan te bevelen.

Tegenover de besparingen staan ook investeringen. In veel gevallen zal het alleen gaan om een uitbreiding van de procesautomatisering, waarbij bijvoorbeeld de gasmotoren slimmer worden aangestuurd. Voor de case Nijmegen zijn in een dergelijk geval aanpassingen met een terugverdientijd van 1 à 2 jaar haalbaar.

Als constructieve aanpassingen nodig zijn, zoals het vergroten van de gasbuffer, dan zijn de besparingen naar verwachting voldoende om een investering te kunnen verantwoorden.

CASE NIJMEGEN

Om in beeld te brengen welke elektriciteitskostenbesparing bereikt kan worden door gebruik te maken van de variaties in de APX-prijs hebben we een aantal varianten beschouwd.

Het totale energiegebruik van de RWZI Nijmegen was in 2011 7.362 MWh. Het APX deel van de kosten van dit elektriciteitsgebruik is ongeveer € 383.000, wat de scope was voor de analyse.

DWA-buffering levert maximaal een besparing op van ongeveer € 8.000 per jaar. Dit is relatief weinig, omdat

- We ervan zijn uitgegaan dat dit alleen effect heeft op de energie die de beluchting gebruikt. Dit is ongeveer 40% van het totale energiegebruik van RWZI Nijmegen. Dit beperkt de mogelijkheden.
- RWZI Nijmegen door de omvang van het verzorgingsgebied een relatief vlak DWA-patroon heeft en er dus weinig effect is van afvlakken.

Voorkomen van teruglevering aan het net is belangrijk, omdat teruglevering vaak geschiedt tegen een lager tarief dan voor inkoop gerekend wordt. In het geval van RWZI Nijmegen levert dit een theoretisch 'verlies' van € 33.450 per jaar.

Maximale teruglevering in de uren met de hoogste APX-prijs is interessant als de teruggeleverd wordt tegen inkoopsprijs (salderen). Dit levert dan € 59.130 per jaar op.

Slibontwatering in de goedkope uren levert naast een hoge investering voor extra capaciteit een kleine besparing van zo'n € 2.600 per jaar op. Een soortgelijke bedrag is berekend voor centraatbehandeling in de nacht, namelijk € 3.700 per jaar. Beide bedragen lijken te laag om een investering mogelijk te maken.

De laagste besparing wordt behaald met sturing op effluentkwaliteit: € 321 per jaar.

CASE GIETEN

In de beschouwde periode van 9 maanden was het energiegebruik op RWZI Gieten 786 MWh, wat neerkomt op 1.048 MWh per jaar. Het APX deel van dit elektriciteitsgebruik is € 52.500, wat de scope was voor de analyse.

Buffering van DWA levert in de maximale variant € 1.148 op. Hiervoor moet op dagbasis ongeveer 2.200 m³ gebufferd worden. Het verzorgingsgebied van RWZI Gieten bestaat uit een groot aantal kernen. Alleen al in de kern Gieten is 6.400 m³ berging beschikbaar. Het bufferen van 2400 m³ moet dus als haalbaar worden beschouwd.

6.3 DISCONTINUÏTEIT IS BELANGRIJK VOOR APX-STURING

Het verschil tussen APX-sturing op een RWZI en sturing van oppervlaktewater in een polder (zoals in de Delfland-case), is dat het RWZI proces continu doorloopt en er relatief weinig discontinue processen zijn. De variaties gedurende de dag in het energiegebruik zijn relatief klein, waardoor het kosteneffect van verschuiven van energiegebruik door maatregelen op de RWZI relatief klein zijn.

De belangrijkste winst is te behalen door processen op de RWZI sterk discontinu te maken. De belangrijkste kansen zijn:

- Bufferen van DWA, zodat een substantieel groter deel van het afvalwater in de goedkope uren wordt gezuiverd
- Bufferen van biogas, zodat eigen elektriciteit in de duurste uren wordt ingezet
- Bufferen van biogas om maximaal terug te leveren in de duurste uren.

Verschillende maatregelen kunnen gecombineerd worden. Hiermee kan het kostenvoordeel oplopen tot circa 10% van de elektriciteitsrekening. In individuele cases moet dan de afweging worden gemaakt of dit opweegt tegen de kosten die gemaakt moeten worden, zoals een eventuele vergroting van de gasbuffer en aanpassing van regelingen.

7

AANBEVELINGEN

Deze studie heeft aangetoond dat er een potentiële besparing is als waterschappen anders om gaan met inkoop en inzet van energie. Om deze besparingen te bereiken is nog een aantal stappen nodig.

ONDERZOEKEN VAN DE MOGELIJKHEDEN PER RWZI

De mogelijkheden voor APX-sturing verschillen per RWZI. Vooral RWZI's met een (gedeeltelijke) eigen elektriciteitsproductie hebben veel potentie. Maar ook op installaties zonder WKK kan winst behaald worden. Denk hierbij aan batchprocess zoals Nereda en industriële plants.

AFSPRAKEN MAKEN MET DE ELEKTRICITEITSLIVERANCIER

De meeste waterschappen hebben meerjarige contracten met de elektriciteitsleverancier. Hierin zal veelal geen ruimte zijn voor APX-sturing, omdat voor een langere termijn de elektriciteitsprijs is vastgelegd. Deze prijs wordt mede bepaald door het gebruiksprofiel van een RWZI. Door APX-sturing toe te passen verandert het profiel en zou in de toekomst een lagere prijs bedongen kunnen worden.

Het is echter wenselijk bij de toepassing van APX-sturing, dat de baten voor een waterschap direct beschikbaar komen, zeker als hier een investering van het waterschap tegenover staat. Hiervoor is het nodig om in overleg te treden met de elektriciteitsleverancier.

Als alternatief kan gebruik gemaakt worden van de hoog/laag tarieven binnen de huidige contracten. Er zit voldoende verschil in deze tarieven om besparingen te kunnen behalen.

AFSPRAKEN OVER BTW VERREKENING

Waterschappen betalen BTW over de ingekochte elektriciteit. Bij teruglevering van elektriciteit wordt deze BTW niet vanzelf verrekend. Er zijn echter waterschappen die hierover afspraken gemaakt hebben met de energieleverancier, zodat de opbrengst van terug geleverde elektriciteit weer groter is.

OPTIMALISATIE VAN DE WAARDE VAN ELEKTRICITEIT

Als gekeken wordt naar de waarde die elektriciteit vertegenwoordigt voor een waterschap, dan blijkt dat een waterschap het meeste geld verdient met de eerste kWh's die worden opgewekt. De kosten van inkoop van elektriciteit tegen hoog tarief worden voorkomen en daarmee heeft deze elektriciteit een waarde van circa 12 cent per kWh.

Naar mate een RWZI meer zelfvoorzienend wordt, neemt de waarde per kWh af. Op enig moment wordt een RWZI een bruto leverancier van elektriciteit: gedurende een deel van de dag wordt elektriciteit terug geleverd aan het net, terwijl netto elektriciteit wordt ingekocht. De waarde van de geproduceerde elektriciteit neemt af, doordat inkoop duurder is dan met

teruglevering verdiend wordt. Weliswaar kan BTW verrekening plaatsvinden, maar de netwerkkosten worden niet meer voorkomen door de teruglevering.

Voor een RWZI die netto energie gaat produceren, neemt de waarde van de geproduceerde kWh's verder af. Alleen de opbrengst voor verkoop van elektriciteit resteert. Ongeveer de helft van de waarde resteert.

Om de optimale waarde van de opgewekte elektriciteit te verkrijgen kunnen de volgende punten worden doorlopen:

- Gebruik de eigen elektriciteit zoveel mogelijk voor het eigen proces in dure uren (hoog tarief)
- Zuiver zoveel mogelijk tijdens goedkope uren (laag tarief). Dit geldt ook voor activiteiten in de sliblijn.
- Teruglevering van elektriciteit aan het net moet zoveel mogelijk gebeuren tijdens de dure uren (hoog tarief)
- Probeer het proces zoveel mogelijk af te vlakken. Dit heeft twee voordelen: het is eenvoudiger om eigen elektriciteit in te zetten en er kan bespaard worden op het gecontracteerde transportvermogen.
- Zorg dat gasmotoren zo veel mogelijk in hun maximale rendement draaien.

REFERENTIES

- 1 *Watersysteem als energiebuffer*, Hoogheemraadschap van Delfland, 2010.
- 2 *Bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2009*, Unie van Waterschappen, 2009.

BIJLAGE 1

LITERATUURSTUDIE INFLUENTAFVLAKKING

INLEIDING

- Het afvlakken van het influentdebiet bij DWA heeft invloed op het zuiveringsproces. Door middel van een korte literatuurstudie is nagegaan hoe groot dit effect is. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:
 - Proefschrift “Interactions within wastewater systems”;
 - STOWA-rapport 2008-14 – Het effect van afkoppelen van hemelwater op de rwzi;
- Enkele modelstudies over influentafvlakking.

PROEFSCHRIFT “INTERACTIONS WITHIN WASTEWATER SYSTEMS”

In 2004 is Jeroen Langeveld aan de Technische Universiteit Delft gepromoveerd op onderzoek naar de interacties binnen het afvalwatersysteem [ref.1]. Het doel van het onderzoek was om bij de optimalisatie van het afvalwatersysteem niet alleen naar de debieten te kijken maar om dit uit te breiden met de waterkwaliteitsaspecten. Het onderzoek richtte zich daarom niet specifiek op DWA-afvlakking maar op de interacties binnen het afvalwatersysteem en de relaties tussen riolering en rwzi.

Uit het proefschrift valt op te maken dat de gevoeligheid van het functioneren van een afvalwaterzuivering voor fluctuaties in het influent varieert per parameter. De parameters CZV, BZV en zwevendestof zijn ongevoelig voor fluctuaties in belasting en debiet. Het Voor fosfaat geldt dat deze parameter gevoelig is maar dat deze gevoeligheid lastig te kwantificeren is. Voor ammonium geldt dat deze parameter zeer gevoelig is voor influentfluctuaties, met name bij RWA (first flush).

Over het algemeen kan worden gesteld dat DWA-afvlakking een positief effect heeft op de effluentkwaliteit. Het effect is over het algemeen echter gering (verbetering effluentkwaliteit < 1 mg NH₄-N/l). Verder kan worden gesteld dat het effect groter is bij hoogbelaste systemen en bij propstroomsystemen.

STOWA ONDERZOEK “ HET EFFECT VAN AFKOPPELEN VAN HEMELWATER OP DE RWZI”

Door de STOWA is in 2008 een modelstudie uitgevoerd naar de invloed van het aanvoerpatroon op de lozingsvrachten uit de rwzi en via overstorten. Hierbij is gebruik gemaakt van een model van de riolering en van de rwzi. De aandachtsstoffen in de modellering waren stikstof en zware metalen. Verschillende aanvoerpatronen zijn met deze modellen doorgerekend, waaronder DWA-afvlakking. DWA-afvlakking leidde tot een geringe afname (2%) van de N _{totaal}-emissie van de rwzi. De emissie van zware metalen daalde met circa 5%.

MODELSTUDIES

- Door DHV zijn in de afgelopen decennia verschillende modelstudies uitgevoerd waarbij DWA-afvlakking is onderzocht. De belangrijkste resultaten zijn hieronder puntsgewijs weergegeven:
- Voor de rwzi Dokhaven (AB-systeem) zijn verschillende scenario's doorgerekend [ref. 3]. De conclusie was dat DWA-buffering leidt tot een afname van de NH₄-effluentvracht van de rwzi, maar dat het geen significant effect heeft op de N _{totaal}-vracht.
- Voor de rwzi Garmerwolde (AB-systeem) is onderzocht op welke wijze twee influent-

bergingsstanks het best kunnen worden benut. Hiervoor zijn verschillende opties doorge-rekend waaronder een optie met DWA-afvlakking. Op basis van de modelresultaten kan worden geconcludeerd dat DWA-buffering een geringe invloed op effluentkwaliteit van de rwzi.

Voor de rwzi Kralingseveer is in een modelstudie het effect van DWA-afvlakking onderzocht [ref.5]. Het effect hiervan is positief maar relatief klein ($< 1 \text{ mg N}_{\text{totaal}}/\text{l}$)

CONCLUSIES

Op basis van bovengenoemde onderzoeken en studies kan worden vastgesteld dat het effect van DWA-afvlakking op de effluentkwaliteit gering is. Er wordt wel altijd een geringe verbetering van de stikstofverwijdering geconstateerd. Over de invloed op de (biologische) fosfaatverwijdering is geen informatie gevonden. Over de invloed van DWA-afvlakking op het energie-verbruik van de rwzi is ook geen informatie gevonden.

REFERENTIES

- 1 Interactions within wastewater systems
Jeroen Langeveld, proefschrift Technische Universiteit Delft, 2004
ISBN: 90-77595-72-4
- 2 Het effect van afkoppelen van hemelwater op de rwzi. Een eerste evaluatie van het effect op de rwzi van maatregelen in de riolering
STOWA, rapport 2008-14
ISBN 978.90.5773.414.4
- 3 Waterplan Rotterdam – Effect van DWA-sturing en voorkomen van verdunning van de DWA op de totale vuiluitworp uit de afvalwaterketen. Interactie riolering – AWZI Dokhaven
DHV Water BV, Gemeente Rotterdam, april 1999
- 4 Aanpassing rwzi Garmerwolde. Deelstudie 1 – Benuttingsgraad influentbergingsstanks
DHV Water BV, Waterschap Noorderzijlvest, maart 2003
- 5 Effecten van verschillende DWA-regimes op de werking van de awzi Kralingseveer
DHV Water BV, Hoogheemraadschap van Schieland, 4 maart 1994