



Helle van der Roest, Royal HaskoningDHV

Bart de Bruin, Royal HaskoningDHV

Ruud van Dalen, Waterschap Vallei en Veluwe i.o.

Cora Uijterlinde, STOWA

Maakt Nereda-installatie Epe hooggespannen verwachtingen waar?

Op 8 mei jl. opende prins Willem-Alexander op de rwzi Epe de eerste huishoudelijke praktijkinstallatie met Nereda-technologie in de wereld. Deze wordt sindsdien veelvuldig bezocht door geïnteresseerde partijen uit binnen- en buitenland. De innovatieve Nederlandse technologie kan een toekomstige standaard voor aerob biologisch zuiveren worden. In Nederland zijn inmiddels bij vier waterkwaliteitsbeheerders installaties in aanbouw. Waterschapsbedrijf Limburg kondigde onlangs aan de Nereda-technologie te gaan toepassen. In H₂O nr. 9 zijn de resultaten van de opstartfase van de Nereda-installatie in Epe in termen van korrelvorming en effluentkwaliteit beschreven. In dit artikel wordt ingegaan op de KRW-onderzoeken die in het kader van het Nationaal Nereda OnderzoeksProgramma (NNOP) op de installatie Epe zijn uitgevoerd. Tevens zijn de resultaten van de verificatietesten weergegeven, waaraan de installatie het afgelopen jaar is onderworpen. Ten slotte wordt ingegaan op lessen uit het gezamenlijk door Waterschap Vallei en Veluwe i.o. en Royal HaskoningDHV uitgevoerde beheer en onderhoud. Dit laatste resulteerde in enkele optimalisaties.

Dat de Nereda-technologie ten opzichte van een traditionele actiefslibinstallatie minder ruimte inneemt en daarnaast significant minder investeringen vergt, was met de realisatie van de rwzi Epe al duidelijk gemaakt. Op de schouders van de rwzi Epe en de watersector ligt echter ook de 'last' om verwachtingen en geclaimde potenties op het gebied van duurzaamheid en effluentkwaliteit waar te maken. Uitdagingen aan te behalen effluenteisen, chemicaliën- en energieverbruik en eisen aan de slibverwerking

zijn voor de Nederlandse situatie groot te noemen. In tabel 1 is hiervan een samenvatting gepresenteerd.

KRW-onderzoek

Afgelopen jaar vond op de rwzi Epe met steun van AgentschapNL KRW-onderzoek plaats, onder meer met de bedoeling om opschalingsaspecten te verifiëren en optimalisaties mogelijk te maken. Verschillende onderzoeken konden namelijk niet representatief worden uitgevoerd in de eerder gebruikte pilotinstallaties. Met een

inhoud van 1,5 kubieke meter per reactor op pilotschaal en 4.500 kubieke meter per Nereda- reactor op praktijschaal is sprake van een opschaling met een factor 3.000.

Tijdens de KRW-onderzoeken is gekeken naar de korrelvorming in een praktijsituatie. Op pilotschaal waren de juiste procesomstandigheden met het afvalwater van Epe getest en is in samenhang met de resultaten op de Nereda-demonstratie-installaties in Portugal en Zuid-Afrika, het korrelvormingsproces in Epe vormgegeven.

Het is de bedoeling om de Nereda-installaties in Dinxperlo, Vroomshoop, Utrecht en Garmerwolde (zie H₂O nr. 22) vanuit de rwzi Epe met korrelslib te enten.

Naast korrelvorming is tijdens de KRW-onderzoeken en tijdens activiteiten in het kader van de verificatietesten en het B&O-contract uitgebreid aandacht besteed aan de resultaten op het gebied van effluentkwaliteit, energie- en chemicaliënverbruik en luchtkwaliteit. Daarnaast deed zich voor het eerst de mogelijkheid voor om op praktijschaal indicaties te verkrijgen van de slib-

Tabel 1. Eisen verificatietesten rwzi Epe.

parameter	eis
effluent • N _{totaal} effluent • P _{totaal} effluent	5-8 mg/l, afhankelijk van influentbelasting ≤ 0,3 mg/l
energie • totale installatie	≤ 22,7 kWh/(v.e.jaar) (150g TZV _{verwijderd})
slib • drogestof ingedikt slib • PE-verbruik	≥ 5% ≤ 5 gPE _{actief} /kg DS



De Nereda-installatie op rwzi Epe.

productie en -verwerkbaarheid, alsmede van de hydraulische werking. Ten slotte is tijdens de KRW-onderzoeken indicatief gekeken naar de werking van de voorbehandeling, zijn in samenwerking met Veolia Water Systems en Bosman twee andere vormen van nabehandeling onderzocht (doek- en fuzzy-filtratie) en is samen met GEA oriënterend gekeken naar slibontwatering met een Westfalia decanteercentrifuge. Omdat de evaluatie van deze resultaten nog niet is afgerond, zal hierop slechts globaal worden ingegaan.

Punten ter lering

De leerpunten uit bovenstaande activiteiten zijn talrijk en hebben het afgelopen jaar tot diverse optimalisaties geleid. Eén van de belangrijkste punten betreft het hydraulische ontwerp van het systeem voor de gelijktijdige influenttoevoer en effluentaflaat, waarbij moet worden voorkomen dat influent de effluentkwaliteit nadelig beïnvloedt. Een kenmerkende ontwerpparameter is hierbij de 'exchange ratio', die de influenthoeveelheid per cyclus ten opzichte van de reactorinhoud aangeeft. Daar waar deze in de eerste Nereda-ontwerpen 30 tot 40 procent bedroeg, is nu vastgesteld dat in een geoptimaliseerd technisch ontwerp waarden van 50 tot meer dan 60 procent kunnen worden aangehouden. In de recentere ontwerpen wordt met dit resultaat rekening gehouden en kunnen systemen nadrukkelijk kleiner worden gedimensioneerd, zeker daar waar sprake is van hoge RWA/DWA-verhoudingen en/of hogere procestemperaturen (buitenland).

In het ontwerp van het prototype voor de Nereda-installatie in Utrecht, die begin 2013 in bedrijf wordt gesteld, zal op representatieve schaal verder optimalisatieonderzoek naar dit belangrijke aspect worden verricht. Dit is uitermate relevant voor een installatie van een dergelijke grootte. Inmiddels kan een Nereda-ontwerp voor grootschalige installaties zoals Garmerwolde (140.000 v.e. à 150 gTZV) worden gedimensioneerd met twee in plaats van drie reactoren (Epe 53.500 v.e. à 150 gTZV) aangevuld met een buffertank. Hierdoor wordt de installatie

parameter	influent (mg/l)	effluent (mg/l)	rendement (%)
CZV	879	27	96,9
BZV	333	< 2*	> 99,4
Nkj	77	1,4	98,1
NH ₄ -N	54	0,1	99,8
NO _x -N	-	2,6	
N _{totaal}	-	4,0	94,7
PO ₄ -P	5,8	0,26	95,6
P _{totaal}	9,3	0,41	95,6
OB	341	< 5 *	> 98,4

* onder analyse grenswaarde

Tabel 2. Resultaten verificatietesten Nereda-installatie Epe (debietgewogen).

kostentechnisch aantrekkelijker en vindt bovendien een optimalisatie van de procescyclus plaats.

Een tweede belangrijk punt is het gevolg van de verbetering van de procesvoering in het kader van de gezamenlijke B&O-verantwoordelijkheid (tot eind 2012) van Waterschap Vallei & Veluwe i.o. en Royal HaskoningDHV. Om het duurzame karakter van de technologie te benadrukken, is in dit kader onder meer het energieverbruik geoptimaliseerd.

Niet alle punten kunnen direct op de rwzi Epe worden geëffectueerd. Naast de tot stand gebrachte optimalisatie van de procesvoering zijn uit de KRW-onderzoeken ook optimalisatiemogelijkheden naar voren gekomen die een technische aanpassing vragen. Deze hebben onder meer betrekking op de verdere korrelvorming, een verbeterde zuurstofinbreng en een hogere (hydraulische) belastbaarheid van het systeem. Op afzienbare termijn zullen enkele eenvoudige technische aanpassingen op de rwzi Epe worden uitgevoerd.

De Nereda-installatie Epe is ontworpen voor het zuiveren van 53.500 v.e. (à 150 gTZV) en een maximale hydraulische belasting van

1.500 kubieke meter per uur. De formele effluenteisen voor stikstof en fosfaat zijn vanwege de lozing op gevoelig oppervlaktewater voor zomer en winter respectievelijk 5 tot 8 mg N/l en 0,3 tot 0,5 mg P/l. In verband met enkele industriële lozers is de rwzi in de waterlijn uitgevoerd met een perforatierooster (3 mm) en een zand/vetvang. De installatie is uitgerust met drie Nereda-reactoren van 4.500 kubieke meter elk (9,15 meter hoog en een doorsnede van 25 meter) een nageschakelde zandfiltratie. Deze heeft een additionele chemicaliëndosering voor fosfaatverwijdering tot zeer lage concentraties. Het overtollige slib en het spoelwater van de zandfilters wordt met twee bandindikers mechanisch ingedikt, voordat transport naar de centrale slibverwerking op de rwzi Apeldoorn plaatsvindt.

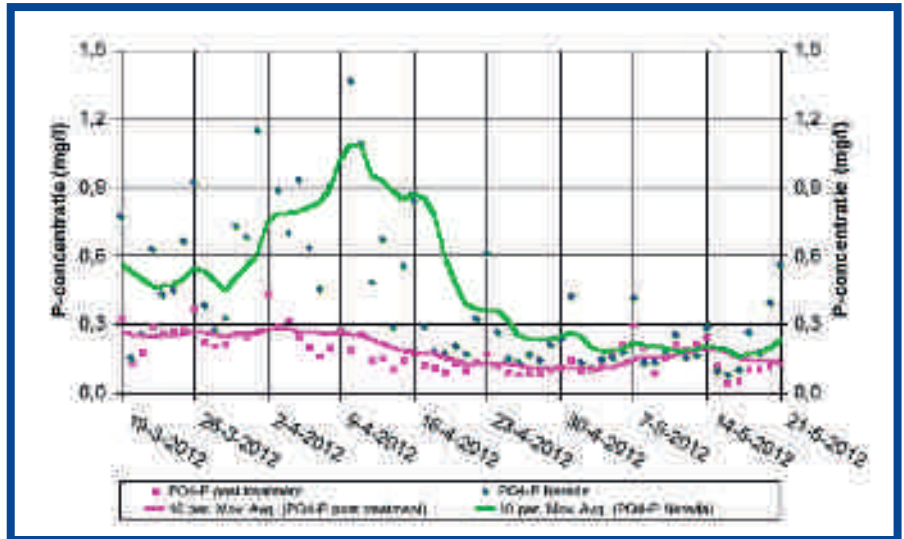
In H₂O nr. 9 werd melding gemaakt van het feit dat de korrelvorming en het zuiveringsproces goed op gang waren gekomen. Zonder procesoptimalisatie bleek vanaf begin dit jaar bij procestemperaturen van 9 tot 13°C de eis van 8 mg N/l en 0,5 mg P/l te worden behaald. Meer dan 90 procent van het fosfaat werd biologisch in de Nereda-installatie verwijderd.

Verificatietesten

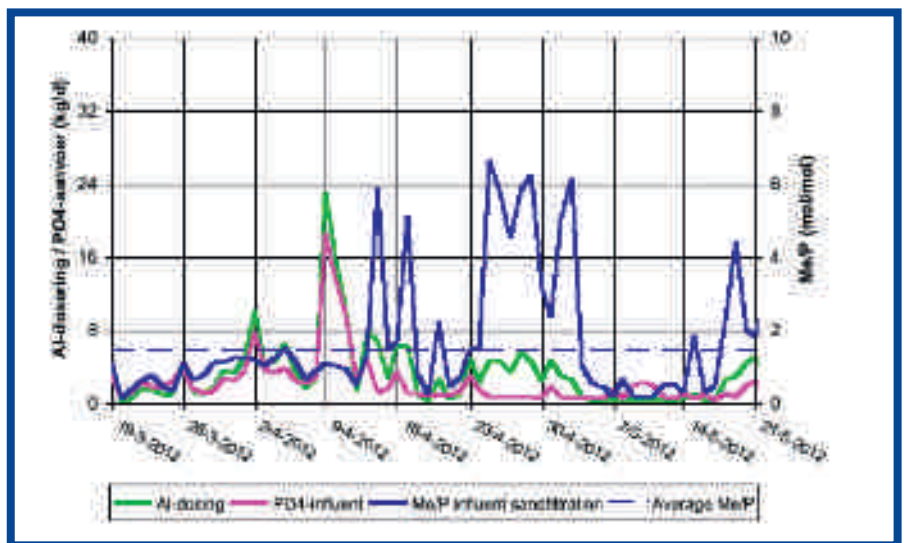
De verificatietesten zijn net voor de officiële opening van de rwzi Epe uitgevoerd, van 19 maart tot 29 april. Deze testen werden voor een belangrijk deel gecombineerd met de uitvoering van de KRW-onderzoeken om de resultaten ook in hun onderlinge verband(en) te kunnen beoordelen. Tabel 2 geeft de analysewaarden van influent en effluent weer, afkomstig van het laboratorium van Groot Salland. Tevens staan de gemiddelde rendementen vermeld.

Uitgaande van een gemeten influent-belasting van 70 procent van de ontwerp-belasting, een proces temperatuur van 14 °C en een korrelslibgehalte van 4,3 g/l (ontwerp 8,0 g/l) blijkt uit tabel 2 dat de gestelde eisen met betrekking tot de stikstofverwijdering ruimschoots overeenkomen met de strengste (zomer)eis. Ook de andere effluentresultaten zijn conform verwachting, met uitzondering van de fosfaatverwijdering, die met 0,4 mg P _{totaal}/l hoger is dan de beoogde concentratie van 0,3 mg/l.

In afbeelding 1 is te zien waarom deze eis tijdens de verificatieperiode niet werd bereikt. Tijdens de eerste fase van die test bleek de processturing voor de aanvullende chemicaliëndosering niet juist te zijn ingesteld. Met een vertraging in de ontvangst van de desbetreffende analyse-resultaten werd pas na enkele weken de instelling aangepast. Omdat het waterschap en Royal HaskoningDHV een periode van zes weken hadden afgesproken waarin de werking moest worden aangetoond, werd de oorspronkelijke verificatietest met een periode van drie weken tot 21 mei verlengd. De resultaten daarvan leverden de beoogde P _{totaal}-effluentconcentratie en zijn recent nogmaals bevestigd in een tweede testperiode, waarin een P _{ortho}-effluentconcentratie van minder dan 0,05 mg/l werd bereikt. In dit kader is het ook van belang aan te geven dat tijdens de verificatietesten in de Nereda-reactoren 95% van de P-influenthoeveelheid biologisch is gebonden en dat voor de restverwijdering van de PO₄-P op het zandfilter een relatief lage Al/P-verhouding van 1,4 kon worden gehanteerd (zie afbeelding 2). In relatie tot de P-influ-



Afb. 1: Fosfaatverwijdering verificatietest rwzi Epe.



Afb. 2: Chemicaliënverbruik fosfaatverwijdering zandfilter rwzi Epe.

entvracht komt dit overeen met een Al/P-verhouding < 0,1. Conform de ervaring op pilotschaal zal de additionele chemicaliëndosering afnemen c.q. overbodig worden naarmate de korrelgroei vordert.

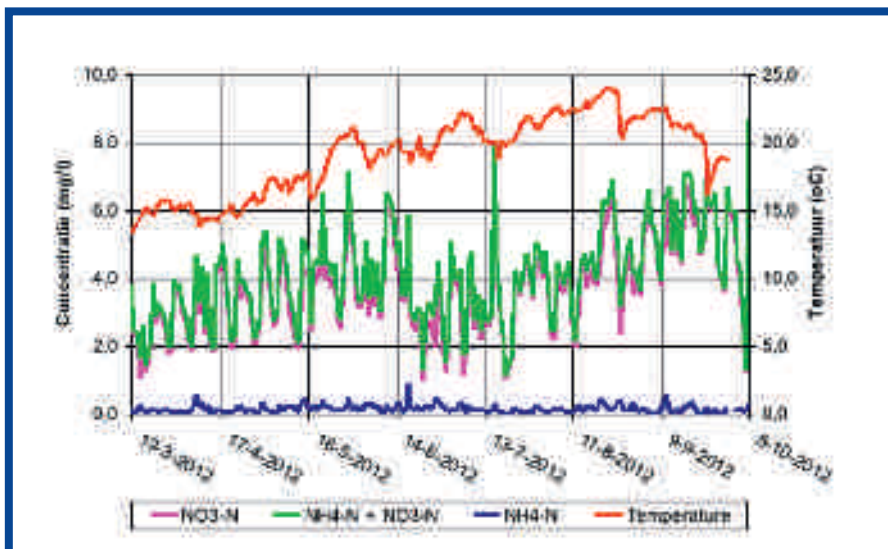
Afbeelding 3 toont dat de stikstofver-

wijdering ook na de verificatieperiode onverminderd goed verliep. De gemiddelde NH₄-N + NO₂-N Nereda-effluentconcentratie over de periode 19 maart t/m 8 oktober is vergelijkbaar met die uit de verificatietest. Hierbij wordt opgemerkt dat de technische mogelijkheden om de stikstofverwijdering c.q. voor- en na-denitrificatie te optimaliseren door inschakeling van mengers en/of externe recirculatie, nog niet zijn gebruikt. In een later stadium zal in overleg met het waterschap worden getracht om met gebruik van deze mogelijkheden de MTR-kwaliteit (N = 2,2 mg/l en P = 0,15 mg/l) te bereiken.

Belangrijk bij de beoordeling van bovenstaand cijfermateriaal zijn ook de omstandigheden waaronder de prestaties werden bereikt. In dit verband worden twee aspecten, de werking van de voorbehandeling en de zuurgraad van het influent, kort belicht.

Zoals eerder aangegeven bestaat de voorbehandeling van de installatie uit een perforatierooster van drie millimeter en een zand/vetvang. Tijdens de KRW-onderzoeken is de werking van de voorbehandeling bestudeerd. De gemiddelde verwijderingsrendementen van het rooster zijn

Afb. 3: Stikstofverwijdering rwzi Epe.



parameter	rendement (%)
CZV	16
BZV	13
Nkj	11
Ptotaal	9
OB	27

Tabel 3. Resultaten roostergoedinstallatie rwzi Epe (debietgewogen).

aangegeven in tabel 3. Deze komen overeen met de verwachting op basis van resultaten uit onderzoek op andere rwzi's.

Tijdens de ontwerpfase is rekening gehouden met de toepassing van een zand/vetvanger vanwege de aangevoerde hoeveelheid vet van de aangesloten bedrijven op rwzi Epe. Ervaringen gedurende de pilotfase lieten zien dat vooral tijdens de 'schoonmaak' in deze bedrijven grote hoeveelheden vet konden worden aangevoerd. Deze gingen gepaard met de lozing van zuur afvalwater, resulterend in daggemiddelde waarden tot zelfs pH = 3. Na structurele maatregelen door het waterschap is de situatie drastisch gewijzigd en is tegenwoordig sprake van juist hoge pH-waarden. Zoals te zien is in afbeelding 4 werd tijdens de opening op 8 mei een record van pH = 10,5 gemeten.

Overigens blijkt uit alle ervaring met korrelslib in de praktijk dat korrelslib op pilot- en laboratoriumschaal minder gevoelig is voor toxiciteit en extreme procescondities dan actiefslib. Dit is ook vastgesteld op de rwzi Epe toen zowel de oude actiefslibinstallatie als de Nereda-pilotinstallatie periodiek zuur afvalwater kregen te verwerken.

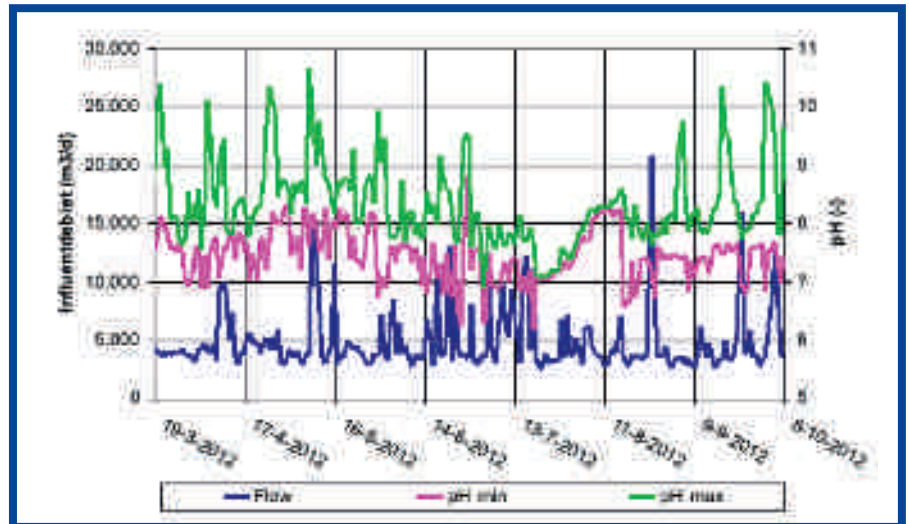
In tegenstelling tot lage pH-waarden hebben hoge pH-waarden wel effect op het korrelslib en ook op de werking van de voorbehandeling. Zo wordt bij pH-waarden > 10 een deel van het biopolymeer opgelost dat een belangrijke rol speelt bij de korrelvorming. Bij dergelijke hoge pH-waarden neemt ook de oplosbaarheid van vet toe en dus het verwijderingsrendement van de voorbehandeling-installatie drastisch af. Dit is duidelijk te zien aan de hoeveelheid 'vetbolletjes' die zich na een dergelijke lozing in de Nereda-reactoren bevindt. Dit vet neemt een deel van het fijnere korrelslib mee en wordt vervolgens in het zandfilter verwijderd.

Tijdens de verificatietesten is tweemaal gedurende meerdere dagen sprake geweest van een dergelijke vetlozing met hoge pH-waarden. Ondanks deze afwijkende influentsamenstelling bleef het zuiveringsrendement op peil, wat illustreert dat de korrelslibtechnologie uitstekend in staat is met dergelijke situaties om te gaan.

Met het oog op de strenge effluenteisen is de rwzi Epe destijds ontworpen met een zandfilterinstallatie. Omdat tijdens de

parameter (eenheid)	rendement
drogestofconcentratie	
• spuislib (g/l)	0,3
• ingedikd slib (%)	5,2
• filtraat (mg/l)	47
PE-verbruik (g/kg DS)	1,2
drogestof-afscheidingsgraad (%)	> 98

Tabel 4. Resultaten mechanische slibindikking rwzi Epe.



Afb. 4: Influentdebiet en pH rwzi Epe.

beginperiode nog geen sprake is van grote korrels, is rekening gehouden met een geringe aanvullende chemicaliëndosering om de rest-P te verwijderen. De keuze voor toepassing van zandfiltratie werd gedaan op twee gronden. Allereerst waren de uitdagingen rondom Nereda destijds al groot genoeg. Daarnaast was de praktijkervaring met chemische nabehandeling onvoldoende, met een uitzondering voor zandfiltratie. Intussen is zowel met disk- als 'fuzzy' filtratie meer ervaring opgedaan. Met het effluent van de rwzi Epe is met beide technieken een kortdurende test op representatieve schaal uitgevoerd. Hieruit komt naar voren dat beide systemen mogelijk concurrerende alternatieven kunnen zijn voor zandfiltratie. Omdat op dit moment de resultaten nog niet volledig zijn geëvalueerd, zal hierover later meer informatie worden gegeven.

Op de rwzi Epe wordt het spuislib samen met het spoelwater van de zandfilters mechanisch ingedikd. Tijdens de ontwerpfase is er daarom vanuit gegaan dat de concentratie van het ingaande slib beduidend lager is dan van een conventioneel systeem en werd gekozen voor verlengde indikbanden. De praktijkervaring leert dat het gemengde slib zich buitengewoon goed laat indikken tot drogestofpercentages van 8% en hoger. Dit gaf zelfs technische problemen bij het verpompen van het ingedikte slib, omdat bij de pompkeuze rekening was gehouden met een lagere maximale indikkingsgraad. Tijdens de verificatietest is getracht de eis van 5% te benaderen en zijn de in tabel 4 weergegeven resultaten geboekt. Naast een hoge afscheidingsgraad valt hierbij vooral het buitengewoon lage PE-verbruik op.

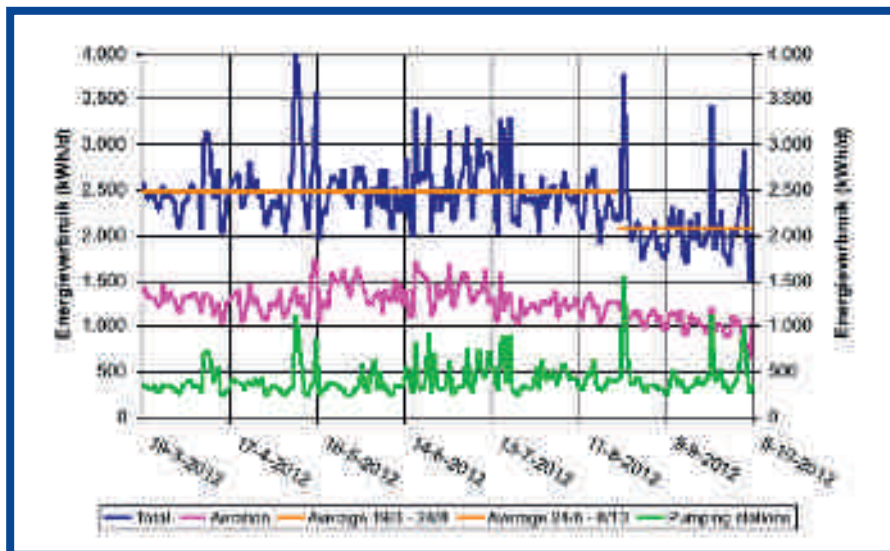
Oriënterend is met een Westfalia decantercentrifuge het spuislib rechtstreeks ontwaterd. Vanzelfsprekend speelt de lage concentratie van de ingaande stroom hier een belangrijke rol, aangezien de capaciteit van de machine daardoor volledig hydraulisch bepaald is. Toch zijn drogestofpercentages van meer dan 20 procent bereikt bij een specifiek PE-verbruik van 7 g/kg DS. Ofschoon testen met een cascade zeefbandpers nog niet zijn uitgevoerd, zijn op grond van de eerder vermelde resultaten van de mechanische indikinstallatie de verwachtingen op dit vlak hoog gespannen. Over de periode 19 maart t/m 8 oktober bedroeg de gemiddelde slibproductie 1.527 kg/d. Met de eerder genoemde geringe Al-zoutdosering kan een biologische slibproductie worden berekend van 1.512 kg/d, wat overeenkomt met een specifieke slibproductie van 0,4 kg DS/kg CZVverwijderd.

Nadat op de pilotinstallatie in Epe verschillende meetsessies zijn uitgevoerd naar de luchtkwaliteit van de Nereda-reactoren, is dat van 18 tot 22 juni ook op de praktijkinstallatie gebeurd. Deze metingen zijn in vergelijking tot een traditionele actiefslibinstallatie relatief eenvoudig uit te voeren, omdat alleen de 'beluchtingstank' hoeft te worden afgedekt en bemeten. De gedetailleerde resultaten zullen in een STOWA-rapportage, samen met alle andere verkregen resultaten worden gerapporteerd. Hier wordt volstaan met de belangrijkste meetresultaten. Op zowel pilot- als praktijkschaal blijken de resultaten eensluidend en wordt een N₂O-emissie gemeten van 0,7 procent van de N_g-influentvracht. Deze waarde ligt volledig binnen de (grote) marge van de resultaten

van metingen die in STOWA-verband zijn uitgevoerd op andere Nederlandse rwzi's. Tijdens de metingen op praktisch schaal is ook het CH₄-gehalte van de afgassen gemeten. Uitgedrukt in de specifieke hoeveelheid per kg CZV_{inluent} wordt een gemiddelde emissie van de Nereda-reactoren gevonden van 0,0009 kg. De emissie laat zich het best vergelijken met de som van de emissies van de selector, anaerobe tank, voordentrificatie- en beluchtingstank bij continue actiefslibsystemen. In het kader van het reeds genoemde STOWA-onderzoek werden op de rwzi's Papendrecht en Kortenoord waarden gemeten van 0,0043 en 0,0025 kg CZV_{inluent}.

Tijdens de verificatietesten is een energieverbruik bij gemiddelde en bij volbelasting gemeten van respectievelijk 24,9 en 18,3 kWh/(v.e.150_{verwijderd}-jaar). Ofschoon bij volbelasting het energieverbruik al lager was dan de eis van 22,7 kWh/(v.e.150_{verwijderd}-jaar), zijn door Waterschap Vallei en Veluwe i.o. en Royal HaskoningDHV diverse optimalisaties doorgevoerd, bijvoorbeeld op de processturing van de blowers en de pompen van het tussengemaal. Op de rwzi Epe heeft dit sinds 24 augustus geleid tot een verdere energiereductie (zie afbeelding 5). Het specifieke verbruik ligt daarmee voor de actuele en de volbelasting op respectievelijk 22,2 en 16,3 kWh/(v.e.150_{verwijderd}-jaar). Bij deze energie-efficiëntie dient in ogenschouw te worden genomen dat op de rwzi Epe al het afvalwater twee meter additioneel wordt opgepompt, vanwege het feit dat in het oorspronkelijke ontwerp rekening was gehouden met de realisatie van een nabezinktank en ombouw tot een conventioneel actiefslibstelsysteem, indien de korreltechnologie onverhoopt niet zou functioneren. Met enkele technische en technologische aanpassingen wordt op de rwzi Epe een verdere reductie verwacht, met name voor het energieverbruik van de beluchting.

Het energieverbruik van de rwzi Epe kan met dat van een traditionele actiefslibinstallatie worden vergeleken door gebruik te maken van het overzicht dat in 2009



Afb. 5: Energieconsumptie rwzi Epe.

door de STOWA is gemaakt. Het energieverbruik van moderne installaties met bellenbeluchting en aanvullende zandfiltratie (vaak zonder mechanische slibindikking) bedraagt gemiddeld 37,5 kWh/(v.e.150_{verwijderd}-jaar).

Conclusies

De opstart van 's werelds eerste huishoudelijke Nereda-praktijkinstallatie in Epe is uitstekend en snel verlopen. Ofschoon de resultaten van alle onderzoeken nog definitief moeten worden vastgesteld, is de belangstelling voor de Nereda-technologie in binnen- en buitenland zo groot dat besloten is om in dit artikel het functioneren van de rwzi Epe alvast breed kenbaar te maken. In een uitgebreide STOWA-rapportage zullen begin 2013 alle resultaten van de rwzi Epe en belangrijke Nereda-ontwerpaspecten aan de orde komen.

De verificatietesten die dit jaar op de rwzi Epe zijn uitgevoerd, laten zien dat alle eisen met betrekking tot effluentkwaliteit, slibbehandeling, chemicaliën- en energieverbruik ruimschoots zijn gehaald. Uit de procesvoering van de rwzi Epe is naar voren

gekomen dat reële mogelijkheden bestaan voor het bereiken van de MTR-effluentkwaliteit, er hooggespannen verwachtingen mogen zijn ten aanzien van de (toekomstige) slibverwerking en dat het duurzame karakter van de technologie met een extreem laag chemicaliën- en energieverbruik meer dan bewezen is.

Uit de KRW-onderzoeken zijn bovendien technische optimalisaties naar voren gekomen die het onderscheidende vermogen van de technologie verder vergroten. Met deze optimalisaties is al rekening gehouden bij de ontwerpen voor de nieuwe Nereda-installaties in Dinxperlo, Vroomshoop, Garmerwolde en Utrecht (prototype). Op de rwzi Epe zullen deze technische optimalisaties de komende maanden worden doorgevoerd.

Samen met STOWA en de waterschappen, TU Delft en Royal HaskoningDHV worden nu de potenties en de mogelijkheden van de Nereda-technologie verder uitgewerkt. De komende tijd staat ook een verkenning op het programma van de mogelijkheden om biopolymeren uit korrelslib te winnen.

advertentie

SCHMIDT WATERTECHNIEK B.V.
Telefoon: 0187-605200 - www.schmidt.nl

EWE-watermeterput

al meer dan 20 jaar succesvol in gebruik



...tot in het detail!

- Kunststof (PE) compacte watermeterput
- 100% vorstvrij en waterdicht
- Ideaal voor tappunten, woonboten, parken, bijzondere aansluitingen etc.
- Voor watermeters QN 1,5/ 2,5 / 3,5 / 6
- Binnenwerk uitneembaar door flexibele siliconenslangen
- Afsluitbaar gietijzeren deksel, verkeersklasse A
- Optioneel gietijzeren putrand, verkeersklasse B
- Meer dan 100.000 stuks in EU geplaatst

