

Hybride Nereda®: anderhalf jaar ervaring met verrassend resultaat

Mathijs Oosterhuis, Meinard Eekhof (waterschap Vechtstromen), André van Bentem en Helle van der Roest (Royal HaskoningDHV)

De rioolwaterzuiveringsinstallatie in Vroomshoop had uitbreiding nodig. Vanwege de relatief hoge regenwaterafvoer ten opzichte van de droogweerafvoer was vervanging door een Nereda®-installatie destijds geen efficiënte oplossing. Het bouwen van een hybride systeem – een combinatie van een conventioneel actiefslibstelsysteem (CAS) met een Nereda®-reactor – bleek een goed besluit. Boven op de ruimtebesparing was er het voordeel van de verbeterde slibbezinking in het CAS, waardoor er extra ruimte ontstaat in de hydraulische capaciteit. Ook daalde het energieverbruik.

De Nereda®-technologie is ontwikkeld door de TU Delft, Royal HaskoningDHV en de waterschappen en wordt inmiddels succesvol toegepast op een aantal rioolwaterzuiveringen (rwzi's) in binnen- en buitenland (o.a. Epe, Garmerwolde, Dinxperlo, Vroomshoop, Gansbaai (Zuid-Afrika) en Frielas (Portugal)). Nereda® kenmerkt zich door snel bezinkend korrelslib dat het mogelijk maakt om afvalwaterbehandeling en scheiding van slib en water in één tank plaats te laten vinden [1,2,3]. Dit heeft als voordeel dat een rwzi compact kan worden gebouwd. Er zijn namelijk geen nabezinktanks meer nodig, die doorgaans het grootste deel van het oppervlak van een rwzi beslaan. Nereda® is eveneens energiezuinig omdat er geen energie nodig is voor recirculatie ten behoeve van slibretentie en stikstofverwijdering.

De Nereda®-installatie op rwzi Vroomshoop wijkt behoorlijk af van andere installaties, aangezien het een hybride systeem betreft: Het afvalwater wordt behandeld in een combinatie van een Nereda® en een conventioneel actiefslibstelsysteem (CAS) – zie afbeelding 1. Op rwzi Vroomshoop is de verhouding tussen regenwaterafvoer en droogweerafvoer (rwa/dwa) hoog. Dat maakte een 100% Nereda-ontwerp destijds ongunstig – reden waarom is gekozen voor een hybride variant. Door de realisatie van een hybride systeem kon waterschap Regge en Dinkel (thans waterschap Vechtstromen) bovendien bijdragen aan de verdere ontwikkeling van de Nereda®-technologie en kon compacter gebouwd worden, wat voordelig was gezien de beperkt beschikbare ruimte naast de oude bestaande rwzi.

Tot op heden is rwzi Vroomshoop de enige plek waar de Nereda®-technologie in een hybride vorm wordt toegepast. In dit artikel worden de resultaten besproken die met de rwzi Vroomshoop zijn behaald en wordt ingegaan op de vraag welke meerwaarde de uitbreiding van een CAS met een hybride Nereda® te bieden heeft.

Hybride Nereda® installatie Vroomshoop

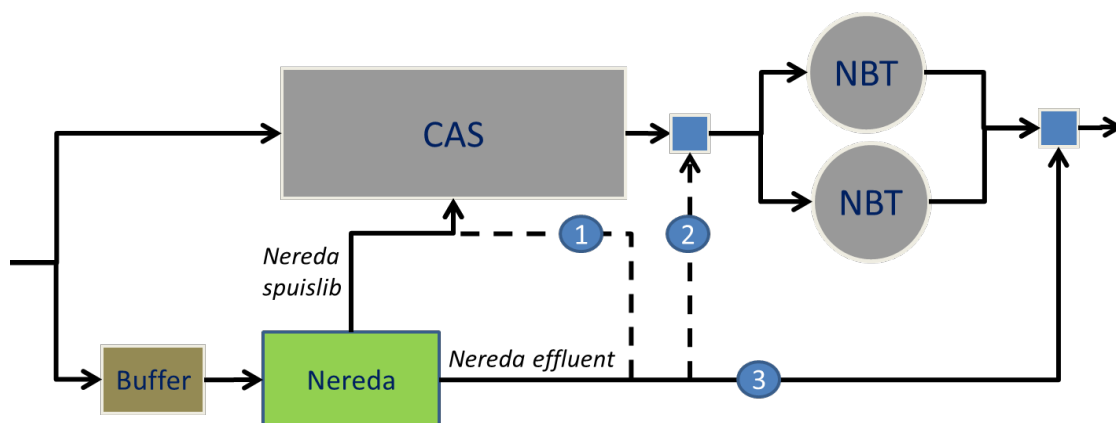
Rwzi Vroomshoop is ontworpen voor een biologische belasting van 22.600 inwonerequivalent (ie₁₅₀) en een dwa en rwa van respectievelijk 156 en 1.000 m³/hr. De rwa/dwa-verhouding is met een factor 6 behoorlijk hoog te noemen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de dwa-



Afbeelding 1. De hybride Nereda-installatie in Vroomshoop (links: Nereda, rechts: CAS)

aanvoer een berekende waarde is voor 16 uur/dag en niet een 10-uurs dwa, wat gebruikelijk is bij het ontwerp van veel rwzi's. Eveneens is vastgehouden aan een pompovercapaciteit van 0,7 mm/uur.

Vanwege de hoge rwa/dwa-verhouding is gekozen voor een combinatie van een Nereda® en een conventioneel actiefslibstelsysteem (CAS), zie het processchema in afbeelding 2. Bij droog weer wordt circa 50% van het afvalwater behandeld in de Nereda®-straat en 50% in de conventionele straat. Bij rwa is de hydraulische verdeling ongeveer 30% / 70%.



Afbeelding 2. Flowschema van het zuiveringsproces op rwzi Vroomshoop

In het ontwerp van de rwzi Vroomshoop zijn twee bijzondere keuzes gemaakt:

1. Zwevendestof-reductie in een hybride systeem

Tijdens de ontwerpfase in 2010 bestond het vermoeden dat effluent uit Nereda®-installaties een verhoogd gehalte zwevende stof kan bevatten. Bij de Nereda®-installaties in Epe en Dinxperlo is dit ondervangen met een nageschakeld zandfilter, waarmee tegelijkertijd ook aan de strenge fosfaateis kon worden voldaan. In dit kader is er op rwzi Vroomshoop voor gekozen

om het Nereda®-effluent te lozen in de nabezinktanks van de conventionele straat. Omdat ten tijde van het ontwerpen onzeker was of dit goed zou functioneren, is eveneens de mogelijkheid ingebouwd om het effluent van de Nereda® af te voeren naar het actiefslibstelsysteem. Zo kan de zwevende stof in het Nereda®-effluent wellicht beter in de slibvlok worden ingevangen. Tenslotte is binnen het ontwerp van de rwzi Vroomshoop eveneens rekening gehouden met de mogelijkheid van een directe lozing vanuit de Nereda®-installatie op het oppervlaktewater.

2. Spuislib Nereda® naar conventionele straat

Een Nereda®-reactor laat binnen elke cyclus het slechtst bezinkende slib af (dat nog steeds erg snel bezinkt in vergelijking met normaal actief slib). Op deze wijze wordt geselecteerd op snel bezinkend korrelslib. In Vroomshoop is de slibaflaat van de Nereda®-reactor aangesloten op het conventionele actiefslib-gedeelte. Vanuit het conventionele systeem wordt spuislib afgevoerd naar een bandindikker. Door spuislib uit de Nereda® af te voeren naar het actiefslibstelsysteem, wordt het actiefslib continu geënt met korrelslib. De verwachting is dat daardoor het slib in het CAS beter gaat bezinken en mogelijk positieve eigenschappen van het korrelslib, zoals biologische P-verwijderingscapaciteit, kan overnemen.

Resultaten

De installatie in Vroomshoop is opgestart in de zomer van 2013 en werd gedurende de eerste 6 maanden op ongeveer 2/3 van de ontwerpbelasting bedreven. Vanaf januari 2014 is de rwzi vol belast door de aansluiting van afvalwater uit de kern Westerhaar. De Nereda®-installatie is opgestart met spuislib uit rwzi Epe dat zich kenmerkte door een lage slibvolume-index (SVI) en de aanwezigheid van kleine korrels.

Effluentkwaliteit

In tabel 1 zijn de gemiddelde effluentconcentraties in 2014 weergegeven. Uit de tabel blijkt duidelijk dat er ruimschoots aan de eisen uit de lozingsvergunning is voldaan. Hierbij moet worden opgemerkt dat er geen chemicaliën worden gedoseerd voor de fosfaatverwijdering. Het gehalte van alle weergegeven componenten ligt in het Nereda®-effluent en in het totale effluent van de rwzi in dezelfde orde van grootte, behalve voor zwevende stof. Op rwzi Vroomshoop blijft het zwevendestof-gehalte van de Nereda®-installatie nog ruim binnen de norm van 30 mg/l, het gezamenlijke effluent komt uit op 10 mg/l zwevende stof.

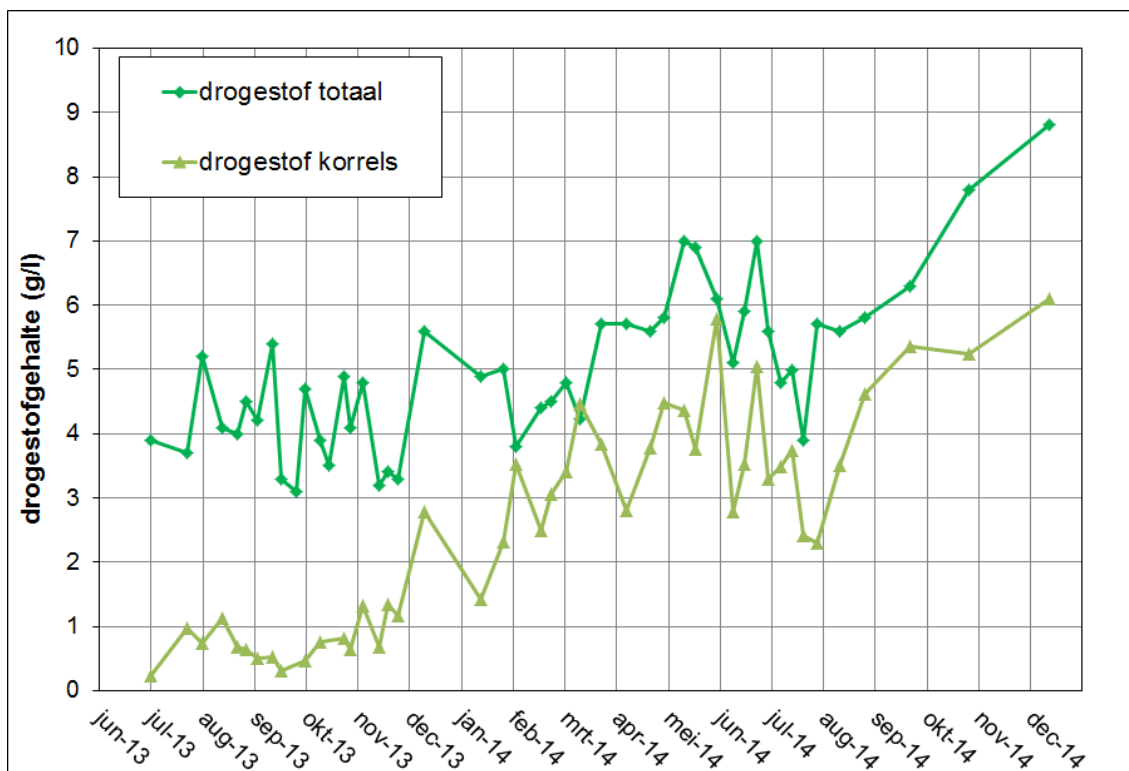
Tabel 1. Afvoer Nereda® en rwzi totaal in 2014 (26 bemonsteringen)

Parameter (mg/l)	Afvoer Nereda®	Effluent rwzi ¹⁾	Lozingseis
N-tot	7,3	7,2	10
N-kj	5,6	5,2	-
NH ₄ -N zomer	1,6	1,4	2
NH ₄ -N winter	2,8	3,0	4
NO ₃ -N	1,7	2,0	-
P-tot	1,1	0,9	2
PO ₄ -P	0,51	0,56	-
Zwevende stof	19,7	10,3	30

¹⁾Nereda® + CAS

Korrelgroei en SVI

De korrelvorming in de Nereda®-reactor op rwzi Vroomshoop is weergegeven in afbeelding 3. De korrelvorming verliep gedurende de eerste maanden vrij traag, waarschijnlijk als gevolg van een verkeerde procesinstelling. Vanaf januari 2014 echter zette de korrelgroei gestaag door om uit te komen op een korrelpercentage van circa 70%. Een volledige biologische belasting van de Nereda®reactor in combinatie met een voorzichtige stapsgewijze verhoging van de selectiedruk bleek een goed recept voor de vorming van het gewenste korrelslib met korrels van 0,6 – 2,0 mm.



Afbeelding 3. Korrelgroei Nereda®

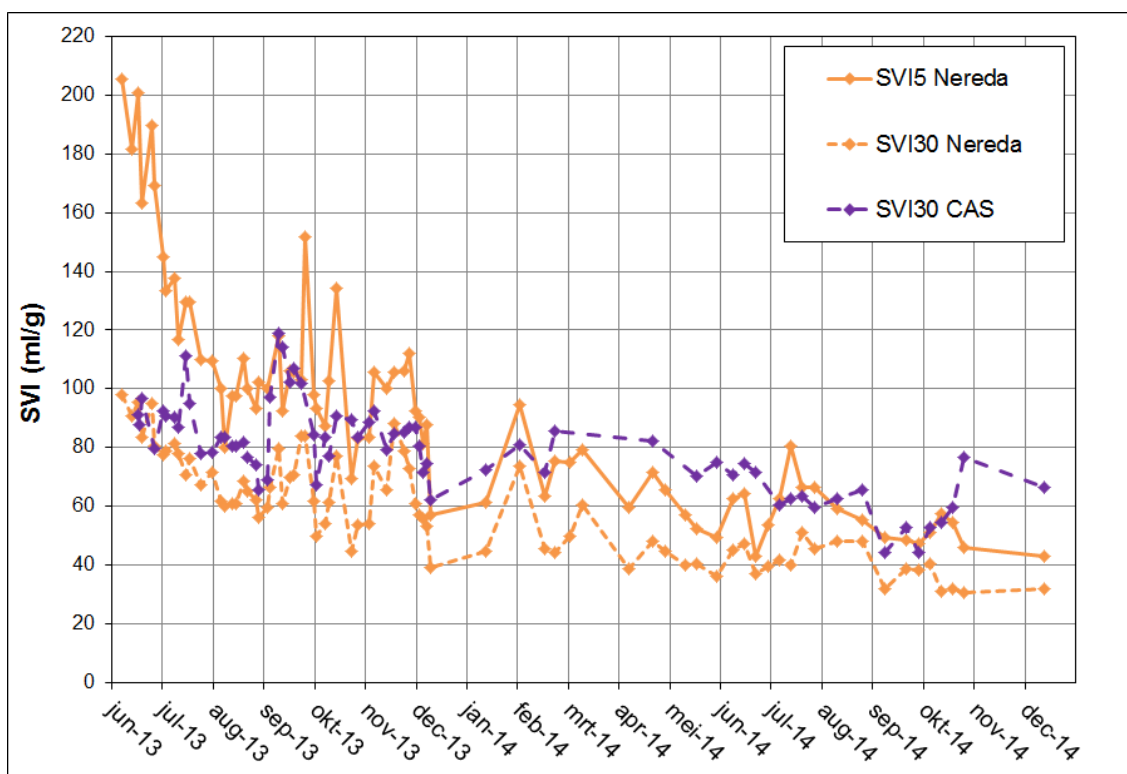
De vorming van korrelslib ging gepaard met een daling van de slibvolume-index (SVI). In afbeelding 4 zijn de SVI5 (slibvolume index na 5 minuten) en SVI30 (idem na 30 minuten) in de Nereda®reactor weergegeven, alsmede de SVI30 in het actiefslib-systeem. Duidelijk is te zien dat SVI5 en SVI30 van het korrelslib dicht bij elkaar liggen en uitkomen rond de 40 ml/g ds.

NB: korrelslib is gedefinieerd als slib waarvan de SVI30 en SVI5 dicht bij elkaar liggen [4]. De afvoer van spuislib uit de Nereda®-installatie naar het conventionele systeem blijkt te leiden tot een significante daling van de SVI30 van het actief slib tot waarden van circa 60-80 ml/g ds. Ter vergelijking: normaal actief slib heeft een SVI30 van circa 100-125 ml/g ds.

Energie

Doordat rwzi Vroomshoop een hybride systeem is, is de energiebesparing minder groot dan bij een 100% Nereda®uitvoering. Toch is de rwzi als geheel energiezuinig te noemen, met een totaal energieverbruik van 23,1 kWh/ie₁₅₀ verwijderd. Ter vergelijking: de bedrijfsvergelijking

zuiveringsbeheer 2012 laat een gemiddeld energieverbruik zien van 32 kWh/ie₁₅₀ verwijderd [5].



Afbeelding 4. Het verloop van de slibvolume-index (SVI) in de Nereda® en in het conventionele actiefslibstelsysteem (CAS)

Op Vroomshoop is het ook mogelijk om een vergelijking te maken tussen het CAS-systeem en de Nereda® reactor. Hieruit blijkt dat het energieverbruik van de Nereda®-installatie ongeveer 35% lager ligt dan het energieverbruik van het CAS-systeem. Hierbij is een representatieve vergelijking gemaakt op basis van dwa-omstandigheden, aangezien het CAS een groter deel van de rwa voor haar rekening neemt. En het energieverbruik kan nog verder naar beneden. Op dit moment wordt nog te veel mengenergie ingebracht in de influentbuffer van de Nereda®-installatie en is de zuurstofoverdracht in het omloopsysteem te laag als gevolg van een te lage omloopsnelheid. Dat betekent dat er voor beide systemen nog verdere energie-optimalisatie mogelijk is.

Discussie

De aanleiding om de Nereda®-technologie op rwzi Vroomshoop toe te passen ligt in de landelijke afspraken die zijn gemaakt op het gebied van energiebesparing (MJA-3) en kostenbeheersing (Bestuursakkoord Water). De hoge rwa/dwa verhouding op Vroomshoop maakte destijds een 100% Nereda®-ontwerp echter ongunstig. Dit heeft ondermeer te maken met de zogenaamde Exchange Ratio.

De Exchange Ratio (ER) is het deel van de Nereda[®]reactor dat gevuld wordt met ruw afvalwater. Een te hoge ER kan leiden tot doorslag van influent naar het effluent, hetgeen ongewenst is met het oog op de effluentkwaliteit. Bij regenweer moet er vanzelfsprekend meer (relatief schoon) water verwerkt worden in de Nereda[®]reactor en kan – afhankelijk van de gekozen ER - het reactorvolume bij een hoge rwa/dwa verhouding aanzienlijk toenemen. Het volume is dan groter dan op basis van de biologische belasting nodig is. In zo'n situatie kan het voordeel van Nereda[®] als compacte technologie deels verdwijnen.

In tabel 2 zijn de rwa- en dwa-capaciteiten van de verschillende Nederlandse Nereda[®]-installaties weergegeven en wordt duidelijk dat Vroomshoop een beduidend hogere rwa/dwa verhouding heeft dan de andere installaties.

Tabel 2 Hydraulische capaciteit Nereda's Nederland

Rwzi	rwa	dwa	rwa/dwa
	m ³ /h	m ³ /h	-
Epe	1.500	560	2,7
Dinxperlo	570	200	2,9
Vroomshoop	1.000	156	6,4
Garmerwolde	4.200	1.312	3,2

Als echter een vergelijking gemaakt wordt met andere rwzi's in het beheergebied van voormalig waterschap Regge en Dinkel dan valt op dat de meeste rwzi's een rwa/dwa verhouding hebben van circa 6. De situatie in Vroomshoop is dus voor dit gebied niet heel erg afwijkend. Dat de rwzi's van Regge en Dinkel op een relatief hoge pompcapaciteit zijn uitgelegd heeft onder meer te maken met de lozing van effluent op veelal klein oppervlaktewater met weinig verdunning. Riooloverstorten worden zoveel mogelijk voorkomen door een voldoende hoge pomp-overcapaciteit (POC) toe te passen.

Gezien de benodigde hydraulische capaciteit was een 100% Nereda[®] in Vroomshoop met de in 2010 opgedane ervaring dus geen reële optie. Een hybride Nereda[®] bleek voor de uitbreiding van de bestaande rwzi Vroomshoop interessanter te zijn. De rwzi moest echter bijna helemaal nieuw worden gebouwd, op één her te gebruiken nabezinktank na. Er konden geen grote besparingen worden gehaald op bouwkosten in vergelijking met conventionele bouw. Met een subsidie van de provincie Overijssel bleek een hybride Nereda[®] toch financieel haalbaar en kon er met dit project worden bijgedragen aan de verdere ontwikkeling van duurzame zuiveringstechnologie.

De vraag mag nu gesteld worden of een hybride configuratie meerwaarde heeft bij uitbreiding van bestaande installaties. Op grond van de betere slibbezinking in het CAS-systeem, lijkt een hybride configuratie zeker meerwaarde te hebben. Hieronder wordt dit nader toegelicht.

De afvoer van het Nereda[®]-spuislib naar het CAS-systeem heeft geleid tot een aanzienlijk lagere SVI (60-80 ml/g ds) in vergelijking met gangbaar actiefslib (100-125 ml/g ds). De slibbezinking is een belangrijke parameter bij het ontwerp van een nabezinktank. Hoe lager de SVI, hoe hoger een nabezinktank belast kan worden. Uitgaande van de Stora-richtlijn voor het ontwerp van nabezinktanks [6] kan de oppervlaktebelasting van de nabezinktank(s) stijgen van 0,8 naar 1,2 m/uur als de SVI uitkomt op 60-80 ml/g, uitgaande van een standaard slibgehalte van 4 g/l. Uitbreiding van de biologische capaciteit van een rwzi met een Nereda[®] reactor geeft dus ook ruimte in de hydraulische capaciteit omdat het actief slib betere bezinkeigenschappen krijgt.

Onderstaande tabel geeft een vergelijking weer van een conventionele en een hybride uitbreiding van een rwzi, wanneer de biologische capaciteit toeneemt van 100.000 i.e. naar 150.000 i.e., en de hydraulische capaciteit van 8.000 naar 12.000 m³/h.

Tabel 3 Uitbreiding van een standaard rwzi met alleen een conventioneel systeem of in combinatie met Nereda[®] (hybride)

	Bestaande rwzi	Standaard CAS-uitbreiding	Hybride Nereda [®] uitbreiding
Biologische belasting (i.e.)	100.000	+ 50.000	+ 50.000
dwa (m ³ /h)	2.000	+ 1.000	+ 1.000
rwa (m ³ /h)	8.000	+ 4.000	+ 4.000
AT-volume (m ³)	42.000	+ 21.000	-
Nereda + buffer volume (m ³)	-	-	+ 13.000
SVI (ml/g)	125	125	60-80
oppervlak nabezinktank (m ²)	10.000	+ 5.000	-

Uit de tabel wordt duidelijk dat bij een conventionele uitbreiding naar rato extra actiefslibvolume en nabezinktankoppervlak bijgebouwd moet worden. Bij een hybride variant is in dit voorbeeld geen extra nabezinktank nodig en kan worden volstaan met een Nereda[®]-systeem dat, vanwege een slibgehalte van 8 g/l, slechts 60% van het volume nodig heeft in vergelijking met het extra actiefslibvolume bij een conventionele uitbreiding. Met een hybride Nereda[®] kan dus aanzienlijk bespaard worden op bouwkosten als een bestaande rwzi moet worden uitgebreid.

NB: de daling van de SVI op Vroomshoop is bereikt in een configuratie waarbij gemiddeld 50% van het afvalwater wordt verwerkt in een Nereda[®]-systeem. In bovenstaand voorbeeld wordt 30% van het afvalwater verwerkt in een Nereda[®] reactor en kan het effect op de SVI wellicht minder groot zijn dan op rwzi Vroomshoop.

Conclusies

Op basis van anderhalf jaar ervaring met de hybride Nereda[®]-installatie op rwzi Vroomshoop worden de volgende conclusies getrokken:

- De benodigde pompoevercapaciteit is een belangrijk aandachtspunt als de toepassing van Nereda wordt overwogen.
- De hybride Nereda®-installatie op Vroomshoop is volbelast, voldoet ruimschoots aan de lozingseisen en heeft een laag energieverbruik.
- In een hybride systeem kan het effluent van de Nereda® over een nabezinktank geleid worden om het gehalte zwevende stof en totaal fosfaat verder te reduceren.
- Slibaflaat vanuit een Nereda® naar een CAS-systeem leidt op Vroomshoop tot een aanzienlijke daling van de slibvolume-index tot waarden van circa 60-80 ml/g.
- Bij de uitbreiding van een bestaande rwzi kan de hybride Nereda® een aantrekkelijke variant zijn omdat er aanzienlijk kan worden bespaard op bij te bouwen volume en oppervlak.

Referenties

1. STOWA 2010-29 (2010) Nereda pilotonderzoeken 2003 – 2010, ISBN 978.90.5773.493.9
2. STOWA 2011-W-08 (2011) Toepassingsmogelijkheden en ontwerpgrondslagen Nereda® technologie
3. STOWA 2013-29 (2013) Nereda® praktijkonderzoeken 2010-2012, ISBN 978.90.5778.604.9
4. Aerobic Granular Sludge - Scaling-up a new technology (proefschrift) M.K. de Kreuk (2006), Delft University of Technology, The Netherlands. 199p. ISBN 90-9020767-8
5. Unie van Waterschappen (2013). Zuiver afvalwater - Landelijke rapportage Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer
6. Stora 1981, Hydraulische en technologische aspecten van het nabezinkproces, Rijswijk, 1981