



Rapport datum: 28 juli 2017

# Openbare eindrapportage

**UNAS®**

**Innovatieve kostprijsverlagende  
technologie voor extra GroenGas uit  
afvalwater**

**TEHE115053**



Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.  
Kreekzoom 3, 4561 GX Hulst, The Netherlands

Tel.: +31 (0) 114 311 548

Fax.: +31 (0) 114 316 011

[info@colsen.nl](mailto:info@colsen.nl)

[www.colsen.nl](http://www.colsen.nl)

H.R.: Terneuzen 22050688

B.T.W.: NL810885207B01

---

Rapport titel : UNAS® eindrapportage  
Project nummer : 000455  
Rapport datum : 28 juli 2017

Uitgevoerd door: : **Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.**  
Adres : Kreekzoom 3, 4561 GX Hulst, NL  
Website : [www.colsen.nl](http://www.colsen.nl)  
Contact persoon : Bert Bundervoet  
Tel. : +31 (0) 114 - 311 548  
Mobiel : +31 (0) 614 - 455 130  
Email : [b.bundervoet@colsen.nl](mailto:b.bundervoet@colsen.nl)

Auteur: Bert Bundervoet / J. Klok Goedgekeurd door: Jurgen Brekelmans

Handtekening:

.....

Handtekening:

.....

---

*Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.*

## Inhoud

1	UITGANGSPUNTEN EN DOELSTELLINGEN VAN HET PROJECT.....	4
2	RESULTATEN, KNELPUNTEN EN PERSPECTIEF VAN UNAS® .....	7
3	IMPACT VAN HET PROJECT OP DE DEI DOELSTELLINGEN.....	13
4	SPIN OFF VAN HET PROJECT.....	15
5	OPENBARE PUBLICATIES VAN HET PROJECT.....	17
6	MEER INFORMATIE & CONTACT NODIG? .....	20
7	SUBSIDIEBRON(NEN) .....	21

# 1 UITGANGSPUNTEN EN DOELSTELLINGEN VAN HET PROJECT

## Achtergrond

Nederland heeft zich in het Nationaal Energieakkoord onder andere vastgelegd om:

1. 14% duurzame energieopwekking te realiseren in 2020, oplopend naar 16% in 2023
2. hiermee in 2030 een top-10 positie in de mondiale CleanTech ranking te verwerven.

Ook de Nederlandse waterschappen hebben zich aan deze doelstellingen gecommitteerd en willen in 2020 minstens 40% van hun energieverbruik zelf opwekken. In de Meerjarenaafspraken energie efficiency (2008), Klimaatakkoord (2010), Lokale Klimaatagenda (2011), Green Deal (2011), Ketenakkoord Fosfaat en meer recente nog het SER Energieakkoord (2013) zijn beleidsmatige afspraken gemaakt over energie- en fosfaatterugwinning. Naast het maken van duurzame energie zijn grondstofterugwinning en kostenbesparing belangrijke uitdagingen voor de toekomst.

In het kader van deze afspraken en om internationaal voorop te blijven lopen op het gebied van duurzaam watergebruik en -beheer hebben 15 Nederlandse waterschappen de handen ineen geslagen en het **concept van de “Energiefabriek”** gelanceerd. Het Energiefabriek-concept is gebaseerd op een slimme combinatie van bestaande en nieuw te ontwikkelen technieken, die het voor rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) mogelijk maakt energie te winnen uit afvalwater en deze vervolgens in te zetten om de eigen installaties van energie te voorzien.

**Waterschappen kunnen de grootste producent van groene energie worden** in Nederland. Door alle zuiveringen om te bouwen naar Energiefabrieken kunnen de waterschappen in theorie uiteindelijk zo'n 100.000 huishoudens van biogas voorzien of 200.000 auto's een jaar lang op biogas laten rijden. Op deze manier wordt niet alleen afvalwater gezuiverd, maar wordt ook de uitstoot CO<sub>2</sub> gereduceerd.

Biogasproductie door middel van vergisting van zuiveringsslib is een mogelijkheid om de doelstellingen te bereiken. Op veel grotere RWZI's in Nederland wordt zuiveringsslib vergist om biogas te produceren voor elektriciteitsproductie en om de hoeveelheid af te zetten slib en daarmee ook de kosten te verlagen. Op dit moment wordt ca. 60% van het zuiveringsslib van Nederlandse RWZI's vergist. Het omzettingsrendement (van slib naar biogas) van deze installaties ligt tussen de 30 en 40% en levert anno 2013 circa 100 - 120 miljoen Nm<sup>3</sup> biogas per jaar op.

## Het UNAS® project

De Nederlandse Waterschappen zoeken dus naarstig naar kosten effectiever manieren om goede effluent kwaliteit bij rioolwaterzuivering te bereiken. Hierbij heeft men zich ten doel gesteld zo veel mogelijk energie én grondstoffen terug te winnen uit afvalwater. Veel van de bestaande installaties lenen zich voor een technologische upgrade, waarbij **koude anammox** een sleutelrol vervult. Colsen en Waterschap Brabantse Delta hebben samen in Nieuwveer bij Breda een proefinstallatie gebouwd, waarin deze technologie is beproefd.

In de periode van 20 juli 2015 tot en met 30 april 2017 hebben de **project partners Colsen**, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., Kreekzoom 3, 4561 GX Hulst en **Waterschap Brabantse Delta**, Bouvignelaan 5, 4836 AA Breda samen het UNAS® project uitgevoerd. Colsen fungeerde hierbij als project penvoerder en het Waterschap verkeerde in de rol van gastheer van de pilot en als launching customer voor de technologie. Andere partijen die een belangrijke rol hadden zijn SieTec b.v. (besturingssysteem) en Avecom en CMET.

Het UNAS® project bij RWZI Nieuwveer betrof een proefproject om de nieuwe koude anammox technologie als efficiënte methode van stikstofomzetting te testen. Als bijkomend voordeel maakt deze nieuwe technologie het mogelijk om de maximale hoeveelheid energie (biogas) uit afvalwater te halen. Het project past tevens in het kader van het programma **Energiefabriek** Nieuwveer. De Energiefabriek heeft tot doel zo veel mogelijk energie uit afvalwater te halen om te gebruiken voor het zuiveringsproces en dat bij overproductie bijvoorbeeld ook kan dienen als stadsverwarming. Met deze aanpak kunnen aanzienlijke besparingen worden gerealiseerd.

Met de technieken die ons vandaag de dag ter beschikking staan kan slechts een fractie van de energie, die in huishoudelijk afvalwater aanwezig is, teruggewonnen worden. De meest kansrijke route voor energiewinning is zoveel mogelijk van de organische stoffen te “vergisten”. Momenteel heeft de conventionele afvalwaterzuivering juist die organische fractie nodig voor stikstofverwijdering. Het UNAS® project ontwikkelt een **stikstofverwijderingstechnologie** die veel minder beslag legt op de organische fractie. Dit betekent dat **meer organische verbindingen omgezet worden in biogas** en dat de energieverslindende beluchtingsstap van de installaties van vandaag, niet meer nodig zijn. Hierdoor wordt direct een bijdrage geleverd kostenefficiëntie en komt de **duurzaamheidsdoelstelling** van 14% duurzame energieopwekking in 2020, oplopend naar 16% in 2023, binnen bereik!

Het ontwikkelen van anammox technologie, die bij lage temperatuur voor stikstofverwijdering zorgt, betekent een doorbraak voor de Energiefabriek. Om dit te kunnen bereiken is er gewerkt aan de het

verkrijgen van de juiste procesomstandigheden. Daarbij moeten een aantal uitdagingen overwonnen worden:

- Het creëren van ideale omstandigheden voor de groei en het functioneren van Ammonium Oxiderende Bacteriën en Anammox;
- Het aanbrengen van een selectiedruk zodat de Anammox bacteriën preferentieel groeien en zich ontwikkelen;
- Het onderdrukken en elimineren van groei van ongewenste bacteriesoorten, met name de nitriet oxiderende bacteriën.

Colsen is de technologie-ontwikkelaar en Waterschap Brabantse Delta heeft bijgedragen aan de ontwikkeling met kennis van haar eigen bedrijfsvoering en een locatie voor het pilotonderzoek. Binnen het project wordt nauw samen gewerkt met de Universiteiten van Gent (CMET) en de Universiteit van Antwerpen (Onderzoeksgroep “Sustainable Energy, Air and Water Technology”) voor de laatste wetenschappelijke inzichten en het ondersteunen bij laboratorium onderzoeken. Uit het onderzoek is duidelijk naar voor gekomen dat het onderdrukken van ongewenste bacteriesoorten het meest kritiek is. Door slimme procesvoering kan dit bereikt worden. Met een uitgekende verblijftijd van het slib in de reactor en enige speciale hardware aanpassingen om de groei van anammox te versterken werd succesvol gedemonstreerd dat stikstof verwijderd kon worden, terwijl de organische fractie gespaard werd voor energieproductie.

Het onderzoek is nog niet afgerond en lange termijn testen buiten de testomgeving moeten nog uitgevoerd worden onder de full scale procesomstandigheden en condities. Verder moet de beluchting nog geoptimaliseerd worden om voldoende residuele ammonium over te houden en de procesvoering robuust te maken.

## 2 RESULTATEN, KNELPUNTEN EN PERSPECTIEF VAN UNAS®

Hieronder worden de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing van de technologie nader omschreven. Het ontwikkelen van anammox technologie, welke bij lage temperatuur (tot onder 15°C) voor stikstofverwijdering zorgt, betekent een doorbraak voor het Energiefabriek-concept. Om dit doel te kunnen bereiken wordt er in dit project gewerkt aan het creëren van de gewenste en stabiele procesomstandigheden. Dit werd planmatig bestudeerd, waarbij de volgende strategieën werden beproefd:

- Het creëren van de ideale omstandigheden voor de groei en het functioneren van Ammonium Oxideren Bacteriën en anammox;
- Het creëren van een ideale opstroomsnelheid voor selectie van anammox-rijke agglomeraten;
- Het aanleggen van positieve selectiedruk, zodat anammox bacteriën zich kunnen ontwikkelen;
- Het aanleggen van negatieve selectiedruk, zodat de groei van ongewenste bacteriesoorten, (m.n. nitriet oxiderende bacteriën) wordt geremd;
- Het zoeken en testen van drager materiaal waarop specifiek AOB/Anammox kan groeien.

### Pilotreactor

In 2013 werd door Colsen een pilootreactor gebouwd op RWZI Nieuwveer (Breda). Deze zuivering is uitermate geschikt voor de ontwikkeling van UNAS®, met name door de erg goede voorafscheiding van de organische fractie. De verhouding van organische en stikstof verbindingen in het zuiveringsproces leiden tot condities die geschikt zijn voor de ontwikkeling van koude anammox. De installatie werd gedurende een eerste projectjaar bedreven, maar uit de resultaten werd duidelijk dat een ombouw van de hardware noodzakelijk was.

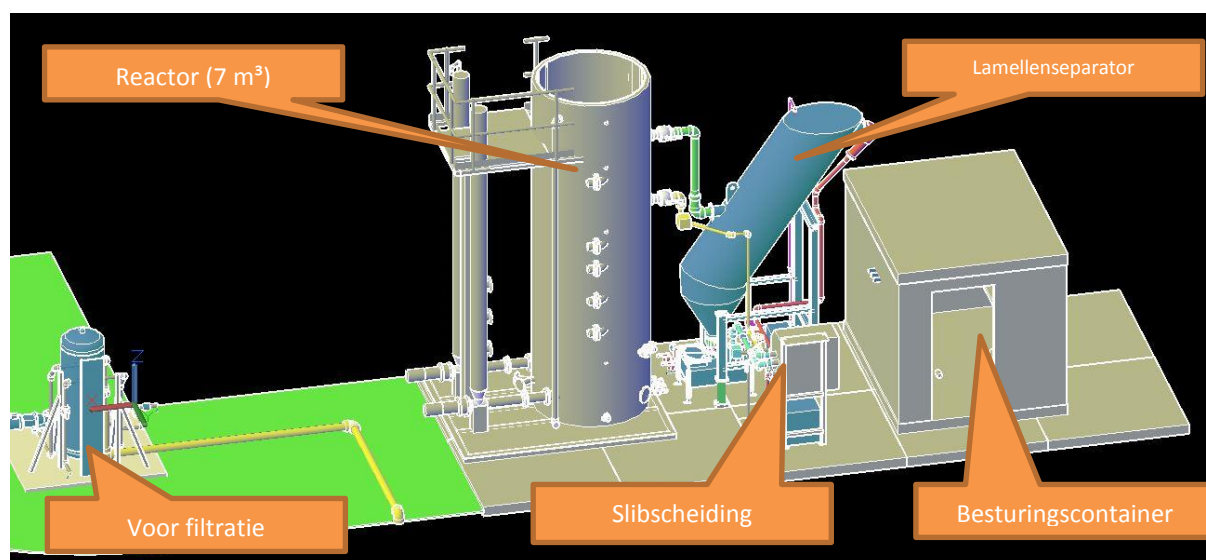
## Resultaten & uitdagingen:

In 2013 werd door Colsen een pilootreactor gebouwd op rwzi Nieuwveer (Breda). Deze zuivering is uitermate geschikt voor de ontwikkeling van UNAS®, met name door de erg goede voorafscheiding van CZV in de A-trap. De lage CZV/N verhouding van het effluent van deze A-trap leiden tot goede condities voor de ontwikkeling van koude anammox.

De installatie werd gedurende het eerste jaar van het project verder bedreven maar uit de resultaten werd duidelijk dat een ombouw noodzakelijk was.

In een eerste ombouw werd de aflat aangepast van een gat in de wand naar het aflaten met een drijvende aflat. De drijvende aflat werd verder ontwikkeld en uitgerust met aflatsschotten en zeefgaas om het uitspoelen van de granulaire fractie te beperken. Evenwel bleek een drijvende aflat technisch voor problemen zorgen waardoor de reactor vaak stil gezet moest worden. De voortgang van het project viel op deze manier stil.

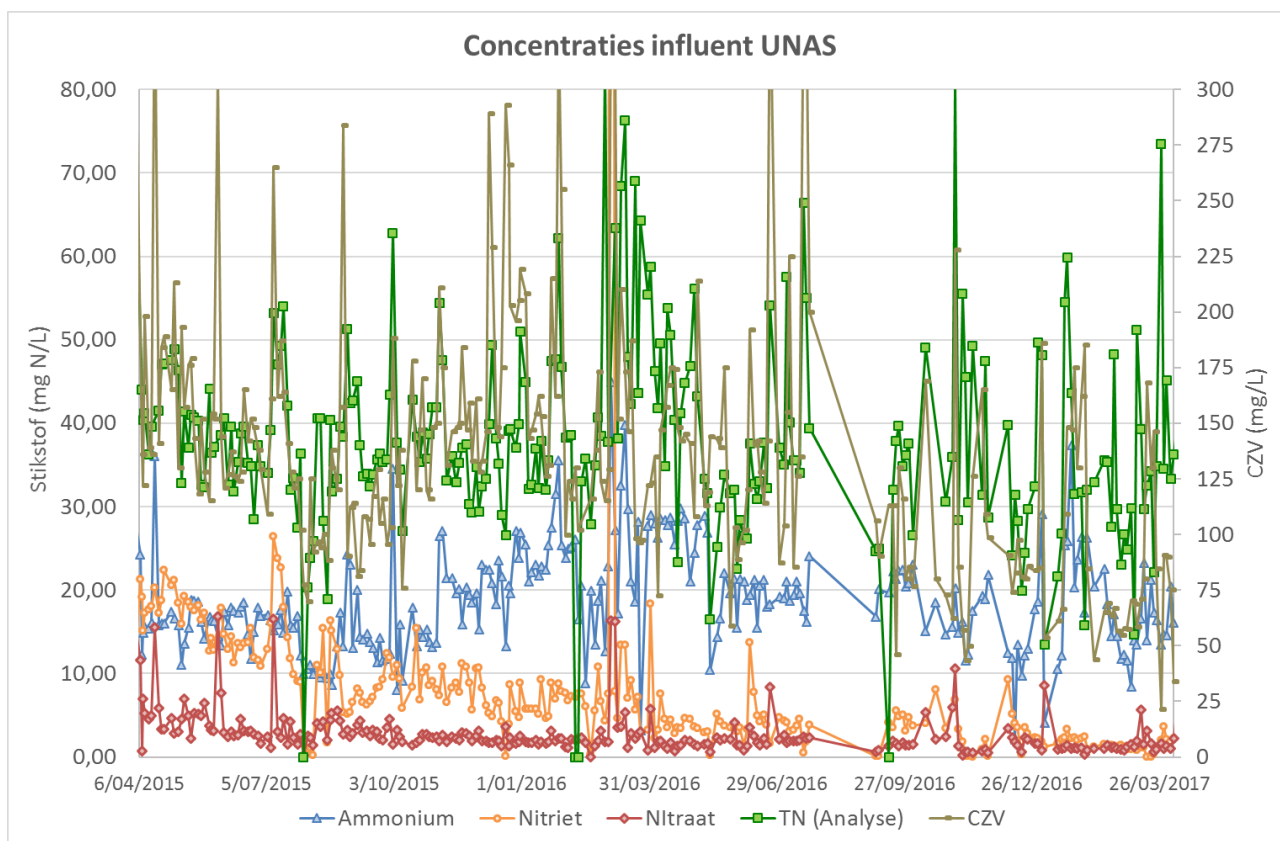
Omdat beslist werd om af te stappen van de drijvende aflat, werd ook beslist om de UNAS installatie op een continue wijze te bedrijven wat beter aansluit bij de filosofie van de Waterschappen. Tot op dit moment werd de installatie weliswaar zo goed als continu gevoed maar was de aflat batch-gewijs wat mogelijk leidt tot de noodzaak voor effluent buffers of het realiseren van de technologie in meerdere straten. Door het installeren van een lamellenscheider werd de slibretentie onafhankelijk van de voeding en kan er continu gevoed en effluent geproduceerd worden. De lamellenscheider ontvangt het effluent van de reactor en heeft als doel om alle slib, ongeacht de deeltjesgrootte, in het systeem te houden. Voor de lamellenscheider wordt met een vrij verval gewerkt voor ontgassing van het aangevoerde slib. Het bezonken slib gaat retour naar de reactor, het effluent wordt geloosd. De installatie die gerealiseerd werd na ombouw tot een continu systeem wordt hieronder afgebeeld.



Figuur 1. 3D tekening van de UNAS® pilootreactor na ombouw met lamellenscheider en slibseparator.



Gedurende de verschillende deelonderzoeken, werd de UNAS reactor wel stabiel bedreven en op bijna dagelijkse basis data verzameld. In de grafiek hieronder worden de influent gegevens weergegeven, gemeten gedurende dit project. Uit vertrouwelijkheid worden de overige resultaten en grafieken niet openbaar gemaakt.



**Figuur 2** Influent concentraties naar de UNAS, na de dosering van eventuele stoffen

Door de vele deelonderzoeken die gevoerd zijn, zowel op laboratoriumschaal als pilotschaal, is er veel inzicht verkregen in verschillende besturingsparameters. Het belangrijkste resultaat is dat een combinatie van besturingsparameters moet gerealiseerd worden. Van zodra één van de elementen ontbreekt, wordt het systeem gevoeliger en kunnen de ongewenste bacteriën verder tot ontwikkeling komen, met name dan de nitriet oxiderende bacteriën (NOB), of de goede bacteriën te snel uitspoelen, met name dan anammox. In voorgaand onderzoek werd voornamelijk onderzoek gevoerd naar de belangrijkste elementen om tot een stabiel systeem te komen. Tot op heden was het niet mogelijk om alle elementen succesvol gecombineerd te bedrijven, dit zal uitgevoerd worden in een vervolgtraject.

Ondanks dat de installatie niet voor lange tijd met een goede combinatie van onderstaande elementen bedreven werd, kon wel aangetoond worden dat anammox in het systeem werd gehouden voor langere periodes met goede activiteiten, belastingen en verwijderingsrendementen. Het is uniek dat dergelijke activiteiten en verwijderingsrendementen behaald worden op pilotschaal voor anammox

voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater. Bovendien behaalde de reactor frequent gehalten in het effluent onder de lozingseisen van RWZI Nieuwveer voor totaal stikstof, CZV en TSS. Een gerapporteerde periode waarbij goede resultaten behaald werden, werd gekarakteriseerd als volgt:

- Volumetrische N-belasting: 100 mg N/m<sup>3</sup>.d (gelijk aan huidige B-trap)
- N-verwijdering 60 - 80 % N (gedurende 3 weken)
- Volumetrische N-verwijdering 60 g N/m<sup>3</sup>.d (20 % hoger dan de huidige B-trap)
- CZV/N influent 3 – 5 (huidige B-trap: 6 – 7)
- CZV/N verwijderd 2 - 4 (huidige B-trap: 8,6)
- TSS gehalte effluent < 20 mg/L (lozingseis is 30 mg/L)

Het is duidelijk dat het potentieel van de UNAS aanwezig is. Bij extrapolatie van bovenstaande parameters naar een full-scale installatie, wordt een reactor technologie verkregen die met minder beschikbare koolstof een gelijkaardig of zelfs beter zuiveringsrendement behaald dan het huidige standaard technologie met reactorgroottes die vergelijkbaar of zelfs kleiner zijn dan de huidige technologie.

De verschillende elementen die uit het onderzoek naar voor komen als belangrijk voor de beheersing van koude anammox in de hoofdstroom, worden hieronder overlopen en beschreven met de belangrijkste deel conclusies. Wegens de vertrouwelijkheid van de behaalde resultaten wordt maar een beperkte hoeveelheid informatie openbaar gemaakt. Voor meer informatie wordt verwezen naar Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek bv.

### **Beheersen van influent samenstelling**

Tijdens het project is duidelijk dat de UNAS technologie enkel kan werken bij voldoende lage CZV/N verhoudingen, lager dan 3 tot 4. Bij hoge verhoudingen is de competitie tussen anammox en heterotrofe denitrificatie voor nitriet te groot waardoor anammox zal verdwijnen. Daarnaast zorgde plotse inspoel van CZV door een slecht werkende A-trap voor slechter bezinkbaar slib waardoor het sneller uitspoelt. Beide hebben een slechte invloed op de werking van de UNAS op korte maar ook lange termijn.

Tijdens het project werd duidelijk dat er te weinig kennis is van de huidige A-trap om een goede werking te allen tijde te garanderen. Optimalisatie van de A-trap behoorde niet tot één van de projectdoelstellingen binnen dit project. Hoewel recentelijk meer onderzoek uitgevoerd wordt naar

optimalisatie van deze technologie, werd door het projectteam beslist om een zandfilter te installeren om het effluent van de A-trap na te behandelen en zo doende een goede kwaliteit van water te garanderen richting de UNAS met CZV/N verhoudingen gegarandeerd onder 3. Deze actie kwam ten goede aan de beheersbaarheid van het proces in de UNAS-pilot. Evenwel is het niet de verwachting dat de zandfilter in full-scale noodzakelijk is. Verdere inzichten in de werking van een A-trap zullen daar tot stabielere verwijderingen leiden met lage CZV/N verhoudingen zoals ook op andere locaties reeds is aangetoond.

### **Beluchting strategie**

Een slimme beluchting strategie is in staat om AOB's activiteit te onderhouden maar ontwikkeling van NOB te onderdrukken. Binnen het project werd hiervoor een geneste sturing en succesvol getest die op basis van meerdere parameters de beluchtingshoeveelheid controleerde. De beluchting bleek in staat om de nitraat productie te beperken maar evenwel met een goede N-verwijdering.

### **SRT controle**

Het is belangrijk om het slib voldoende in het systeem te houden. De UNAS-pilot was initieel gestoeld op batch-gewijs aflaten waarbij het slib in de reactor bezonk en het bovenstaande heldere water werd afgelaten. Deze werking was gevoelig aan storingen vanuit het influent van de UNAS (verhoogde CZV/N) zodat er vaak slibverlies optrad en een onvoldoende lange SRT aangehouden werd. Het werken met een drijvende aflat met drijfschot en zeefgaas gaf een betere werking waarbij het slib maximaal in het systeem gehouden werd. Door deze aanpassing kon er gewerkt worden bij slibgehaltenes tot 6g/L wat tot potentieel hoge volumetrische belastingen kan leiden.

Uit alle onderzoeken komt ook duidelijk naar voor dat, ondanks een goede beluchting strategie, NOB op lange termijn moeilijk onderdrukt kan worden als de SRT te hoog is. Om deze reden werden flush-discharges getest waarbij periodiek te snel afgelaten werd en slib uitspoelde. Omdat het belangrijk is dat anammox wel voldoende lang in het systeem blijft, moeten op AOB/NOB en anammox een verschillende SRT opgelegd worden. Alle resultaten van eigen activiteit testen als laboratoriumonderzoeken bevestigen de hypothese dat anammox zich meer in granulaire fractie nestelt en AOB/NOB meer in de vlokkige fractie. Dit schept mogelijkheden voor selectie.

De hypothese dat bij een flush discharge enkel het vlokkige slib zou uitspoelen omdat het granulair slib beter kan bezinken, werd niet bevestigd door labo- en pilotonderzoeken. Via bezinking bleek het moeilijk om een verschillende SRT's op te leggen. Er werd wel succesvol een selector ontwikkeld die

bij opstroom snelheden van 2,8 m/h een goede scheiding kon maken tussen de verschillende fracties zodat de granulaire SRT tot 14 keer langer werd dan de vlokkige SRT. Echter, het ontwerp van de reactor werd dermate groot dat dit niet full scale toepasbaar werd.

Er werd verder onderzoek gedaan naar slibscheidingstechnieken. Er werd een techniek gevonden die voldoende in staat was om de vlokkige fractie uit te spoelen terwijl meer dan 93 % van de granulaire fractie tegen werd gehouden. Deze techniek werd dan ook op pilot schaal aangewend om de slibverblijftijd op de vlokkige fractie terug te dringen. Een start in het onderzoek hiernaartoe op pilotschaal is ingezet. Dit onderzoek liep evenwel onvoldoende lang om hiervan duidelijke conclusies te rapporteren.

Verder onderzoek naar het gebruik van Anammox in de hoofdstroom van een rioolwaterzuiveringsinstallatie is aanbevolen. Hierbij moet de focus liggen op:

1. bevestigen van de stikstofverwijderingsefficiëntie gedurende kortere periodes van > 75% constant.
2. Stabiël en gecombineerd bedrijven van de eerder genoemde kernelementen voor goede NOB onderdrukking en anammox-stimulatie
3. Testen van invloed van koude temperatuur op de werking
4. Ontwikkelen van een continu en gecompartmenteerd systeem op basis van de eerder vermelde ervaringen met UNAS®, om op die manier het marktpotentieel te vergroten omdat het goedkoper en beter toepasbaar is.

### 3 IMPACT VAN HET PROJECT OP DE DEI DOELSTELLINGEN

De strategie van de Energiefabriek is om de organische fractie (aangeduid als CZV) af te vangen en maximaal om te zetten in biogas en om de energieconsumptie van het (beluchtings-)proces te minimaliseren. Door zoveel mogelijk CZV rechtstreeks naar de vergister te sturen stijgt de efficiëntie van de vergister aanzienlijk en wordt substantieel bespaard op de energie-intensieve beluchtingsstap.

Er wordt dus tegelijk meer biogas geproduceerd en energie bespaard.

Echter is CZV essentieel bij de stikstofverwijdering op RWZI's. Het is dus tot op heden niet zondermeer mogelijk alle CZV af te vangen, zonder het proces van stikstofverwijdering te verstoren. Het doel van dit project is het ontwikkelen van Upflow New Activated Sludge of UNAS®-technologie, een technologie op basis van anammox bacteriën die het mogelijk maakt stikstof te verwijderen zonder CZV. Hierdoor wordt de weg geopend om zoveel mogelijk CZV rechtsreeks naar de vergister te sturen.

De ontwikkeling van de innovatieve technologie UNAS® leidt tot:

- Substantieel hogere biogasproductie op een RWZI;
- Substantieel lager energieverbruik van een RWZI;
- Substantiële kostenbesparingen bij beheerders van RWZI's;
- Substantiële besparing op toekomstige uitgaven van de overheid aan de SDE+.

Biogasproductie door vergisting van zuiveringsslib is een mogelijkheid om de doelstellingen invulling te geven. Op veel grotere RWZI's in Nederland wordt zuiveringsslib vergist om biogas te produceren voor elektriciteitsproductie en om de hoeveelheid af te zetten slib en daarmee ook de kosten te verlagen. Op dit moment wordt ca. 60% van het zuiveringsslib van Nederlandse RWZI's vergist. Het omzettingsrendement (van slib naar biogas) van deze installaties ligt tussen de 30 en 40% en levert anno 2013 circa 100 - 120 miljoen Nm<sup>3</sup> per jaar aan biogas op.

***Er ligt dus nog een enorme potentie om Biogas op te wekken bij de RWZI's in Nederland:***

- Door nog eens 30 - 40% van het slib te vergisten wat nu nog niet vergist wordt.
- Door een verhoging van de efficiëntie van de huidige vergistingsinstallaties.

***Er ligt tegelijk een enorme uitdaging om het energieverbruik van Waterschappen te verlagen:***

- Bij de traditionele zuivering wordt veel energie gebruikt voor de beluchting van de reactoren (> 70 % van totale elektriciteitsbehoefte).
- Het totaalverbruik van de Nederlandse Waterschappen is 750 GWh.

In dit project uit te voeren lab-en pilotonderzoek zullen leiden tot een ontwerp en businesscase voor de eerste full-scale toepassing van UNAS® op RWZI Nieuwveer. Op basis van de resultaten van vooronderzoek zijn de verwachte resultaten voor de toepassing van UNAS® op RWZI Nieuwveer:

- 4.315.448 kWh/jr extra energie uit biogas;
- 3.968.197 kWh/jr besparing op energieverbruik in de beluchting (=30-40% besparing)

## 4 SPIN OFF VAN HET PROJECT

De resultaten van het UNAS®-onderzoek tot op vandaag zijn veelbelovend. Ten eerste heeft samenwerking tussen UAntwerpen, Waterschap Brabantse Delta en Colsen heel goed gewerkt. Daarnaast wordt in de UNAS®-reactor meer dan de helft van de inkomende stikstof reeds verwijderd via het anammox-proces bij een realistische stikstofbelasting. Het onderzoek heeft ook nieuwe kennis opgeleverd die nog niet eerder beschikbaar was:

1. anammox-bacteriën groeien veel trager dan andere bacteriën.
2. anammox bacteriën hechten zich sneller op een drager dan op de korrels
3. korrels bezinken niet allemaal beter dan vlokken
4. nitriet oxiderende bacteriën vormen een ernstige concurrentie voor anammox

Deze inzichten hebben er toe geleid dat de technologie aangepast moet worden. Het komt er op aan om anammox in de reactor te houden terwijl de andere bacteriën samengebracht en gespuid worden. Omdat anammox en de ongewenste bacteriën in verschillende verschijningsvormen (agglomeraties) groeien was de verwachting dat scheiding mogelijk zou zijn op basis van bezinksnelheid. Echter:

1. De beide agglomeraties bleke nauwelijks verschillen in bezinking;
2. Beide agglomeraten bleken samen mee uit te spoelen.
3. Anammox groeit alleen op en bacteriën die nitriet omzetten naar nitraat bleken niet van elkaar te scheiden.

Uit het UNAS®-onderzoek is ook gebleken dat een batch-proces minder goed inpasbaar is in de RWZI en dat ombouw van een bestaande RWZI naar een UNAS®-systeem meer gebaat is bij een procesvoering van een continu systeem. Hiertoe werd de bestaande UNAS®-pilotinstallatie reeds omgebouwd naar een continu systeem, waarbij de slib/waterscheiding plaatsvindt in een slimme afscheider. Tevens werd het principe van slibselectie op basis van bezinksnelheid verlaten. In plaats daarvan worden de agglomeraten via andere principes van elkaar gescheiden.

Uit het ondersteunend laboratoriumonderzoek door de Universiteit Gent kwam naar voren dat de nitrietoxideerders onderdrukt kunnen worden door middel van een tijdelijke blootstelling aan verhoogde concentraties van sommige stoffen. Het UNAS®-onderzoek heeft dus geleid tot nieuwe inzichten die de technologische uitvoering veranderen:

- Het proces kan als een continu systeem worden uitgevoerd in plaats van als een batch-systeem.


- Doordat het proces niet langer als een batch-systeem hoeft te werken hoeven de verschillende omzettingen niet langer in dezelfde tank te gebeuren, gescheiden in de tijd. Voortaan gebeuren de verschillende omzettingen in hun eigen compartiment (en dus gescheiden) plaats.




## 5 OPENBARE PUBLICATIES VAN HET PROJECT


Hieronder wordt een overzicht gegeven van de van openbare publicaties over het project en waar deze te vinden of te verkrijgen zijn:


De UNAS®-pilotreactor is voorzien van een **informatiebord** zodat de bezoekers van de zuivering (RWZI locatie Nieuwveer bij Breda) informatie ter beschikking hebben over het UNAS®-project.



water, energy & environment







# UNAS®

## Duurzame rioolwaterzuivering met intelligente besturing voor kosten- & energie-efficiënte procesvoering

**Achtergrond en procesbeschrijving**

In het kader van de **Energiefabriek** zijn waterschappen op zoek naar nieuwe efficiënte technologieën voor afvalwaterzuivering. Het zuiveringsconcept met UNAS® kan hierbij een sleutelrol vervullen. De UNAS®-technologie wordt nader onderzocht in de proefinstallatie bij de RWZI Nieuwveer door Colsen en SieTec in samenwerking met het Waterschap Brabantse Delta en de Universiteit Gent (Lab. voor Microbiële Ecologie & Technologie (LabMET)).

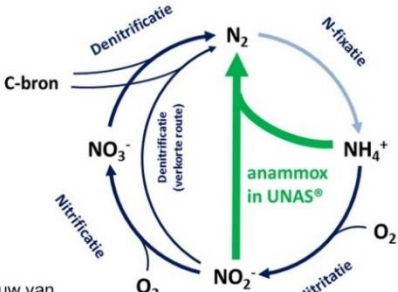
Binnen het UNAS®-concept wordt gebruik gemaakt van anaerobe ammonium oxidatie. Deze efficiënte stikstofverwijdering bespaart beluchtingsenergie en behoeft geen koolstofbron. Tot op heden worden de lage en sterk wisselende temperatuur, de lage stikstofconcentraties en de hoge bCOD/N verhouding in combinatie met het traag groeiend slib als problematisch beschouwd voor de doorontwikkeling van deze technologie. De UNAS® technologie maakt daarom gebruik van de laatste wetenschappelijke inzichten en combineert uiterst gevoelige sensoren met een intuïtief monitorings- en besturingssysteem.

**Sleutelementen van UNAS**

- Slimme beluchtingsstrategie
- Selectie naar specifieke slibkorrels en bezinksnelheid
- Intelligente volautomatische procesbesturing met online metingen van de belangrijkste parameters

**Voordelen**

- Besparing tot 55% in beluchtingsenergie
- Geen CZV-bron nodig voor stikstofverwijdering
- Kleinere footprint van de hele waterzuiveringsinstallatie
- Vermindering van operationele kosten
- In combinatie met geoptimaliseerde voorafschieding ombouw van een RWZI naar een energetisch zelfvoorzienende waterzuivering mogelijk



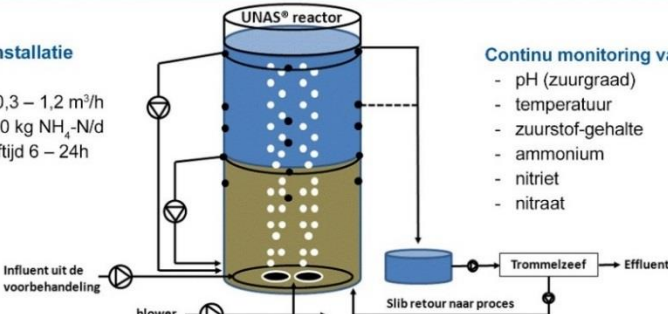
The diagram illustrates the nitrogen cycle in the UNAS reactor. It shows the conversion of ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) to nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) and then to nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) via nitrification. The reverse process, denitrification, converts nitrate back to nitrogen gas (N<sub>2</sub>). The anammox process (anaerobic ammonium oxidation) is highlighted in green, showing the direct conversion of ammonium and nitrite to nitrogen gas. The cycle is supported by carbon (C-bron) and oxygen (O<sub>2</sub>) inputs.

**Specificatie van de installatie**

- processtank 7 m<sup>3</sup>
- verwerkingsdebiet 0,3 – 1,2 m<sup>3</sup>/h
- N-belasting 0,3 – 1,0 kg NH<sub>4</sub>-N/d
- hydraulische verblijftijd 6 – 24h


**Continu monitoring van**


- pH (zuurgraad)
- temperatuur
- zuurstof-gehalte
- ammonium
- nitriet
- nitraat





The schematic shows the UNAS reactor system. Influent from pre-treatment enters the reactor, which is equipped with a blower. The reactor output goes to a drum filter (Trommelzeef) and then to the effluent. Sludge is returned to the process (Slib retour naar proces).

Dit project wordt mede mogelijk gemaakt door een bijdrage uit het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling in het kader van OP-Zuid (Operationeel Programma voor Zuid Nederland), het Ministerie van Economische zaken en de Provincie Zeeland en een subsidie via de Regeling Nationale EZ-subsidies & Hernieuwbare Energie.












Tevens is een **banner** ontworpen (in een Nederlands- & een Engelstalige versie), die op beurzen en symposia gebruikt kan worden om aandacht te vestigen op de nieuw ontwikkelde technologie.



water, energy & environment



Industrial Automation  
Waterschap  
Brabantse Delta



UNIVERSITEIT  
GENT

## UNAS® Sustainable waste water treatment with intelligent process control for energy & cost effective operation

### Background and process

Within the framework of the Energy-factory the Dutch water boards are looking for new and efficient technologies for waste water treatment. The introduction of the UNAS® purification concept could play a key role. The UNAS® technology is further studied and applied in a pilot installation at the WWTP in Nieuwveer (2,5 km North of Breda, NL). The UNAS® concept applies *anoxic ammonia oxidation*. This very efficient nitrogen removal mechanism results in a reduction of the aeration energy and does not need a carbon source. Until today the combination of the low and fluctuating temperatures, the low nitrogen concentrations, the high bCOD/N ratios and the slow growing bacteria are considered a bottle neck for further development of this technology. The UNAS® technology concept however makes use of the latest scientific insights and combines very sensitive sensors with intuitive monitoring and process control.


### UNAS® pilot installation

**Monitoring**

- pH (acidity)
- temperature
- dissolved oxygen
- ammonia
- nitrite
- nitrate
- suspended solids

**Specifications pilot**

process tank	7 m <sup>3</sup>
pilot capacity	1.2 m <sup>3</sup> /h
nitrogen - load	1,1 kg NH <sub>4</sub> -N/h
hydraulic residence	6 h

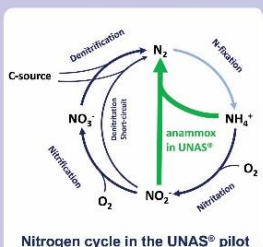


### Key elements

- Smart aeration strategy
- Selection of specific sludge granules and sedimentation speed
- Intelligent & fully automated process control with on-line monitoring of all relevant parameters


### Advantages

- Savings up to 55% in aeration energy
- No COD source required for nitrogen removal
- Smaller footprint of the complete water purification plant
- Reduction of operational costs
- Revamp of existing WWTP is possible when combined with optimized pre-separation resulting in an energy neutral waste water treatment plant




Nitrogen cycle in the UNAS® pilot


This project is financially supported with contributions from the European Fund for Regional Development within the framework of OP-Zuid (Operational Program for the South of The Netherlands), the NL Ministry of Economic Affairs and the Province of Zeeland and a subsidy by the NL Ministry of Economic Affairs based on the Regeling Nationale EZ-subsidies & Hernieuwbare Energie.




Provincie Zeeland



OP-Zuid  
Regionaal Operationeel Programma



Ministerie van Economische Zaken



Europese Unie

Colsen

Kreekzoom 3  
4561 GX Hulst (NL)

Tel: +31(0)114-311.548  
Fax: +31(0)114-316.011

url: www.colsen.nl  
e-mail: info@colsen.nl

Voorts is er op basis van de resultaten van het onderzoek een wetenschappelijke publicatie verschenen in : **Water Science & Technology**, 73-9 (2016) getiteld: *“Energy efficient treatment of A-stage effluent: pilot-scale experiences with shortcut nitrogen removal”*, auteurs : D. Seuntjens, B. L. M. Bundervoet, H. Mollen, C. De Mulder, E. Wypkema, A. Verliefde, I. Nopens, J. G. M. Colsen and S. E. Vlaeminck.

Er zijn daarnaast nog 3 artikels ingediend die onder review zijn voor publicatie. Van zodra deze geaccepteerd zijn voor publicatie worden deze hieraan toegevoegd.

## 6 MEER INFORMATIE & CONTACT NODIG?

Het publieke verslag over het UNAS® project is verkrijgbaar via Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., Kreekzoom 3, 4561 GX Hulst, NL. Het rapport is wordt gratis ter beschikking gesteld en kan worden aangevraagd via [info@colsen.nl](mailto:info@colsen.nl).

Tevens kunt u voor verdere vragen contact opnemen met onze technologen. Dat verloopt eveneens via het algemene informatie e-mail adres : [info@colsen.nl](mailto:info@colsen.nl).

## **7 SUBSIDIEBRON(NEN)**

Het UNAS®project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.