

Pilotonderzoek Themista - Ephyra combinatie op RWZI Nieuwgraaf



Openbare samenvatting

Referentienummer: TEHE116357

Uitvoerder: Royal HaskoningDHV in samenwerking met Waterschap Rijn & IJssel, Logisticon Water Treatment B.V. en de Technische Universiteit Delft

Amersfoort, januari 2020

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, subsidieregeling Top Sector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Inhoud

1	Gegevens Project.....	3
1.1	Projecttitel	3
1.2	Projectnummer	3
1.3	Partners.....	3
1.4	Projectperiode.....	3
2	Inhoudelijk eindrapport	4
2.1	Samenvatting.....	4
2.2	Inleiding: 1+1 = 3?	4
2.3	Doelstelling	6
2.4	Werkwijze	6
2.5	Resultaten	6
2.5.1	Labonderzoek	6
2.5.2	Pilotonderzoek.....	7
2.6	Financiële vergelijking.....	7
2.7	Conclusies	8
2.8	Vervolg.....	8
3	Uitvoering van het project.....	9
3.1	Ondervonden problemen	9
3.2	Wijzigingen ten opzichte van het projectplan	9
3.3	Toelichting op verschillen tussen begroting en werkelijk gemaakte kosten	9
3.4	Kennisverspreiding.....	9
3.5	PR project en verdere PR mogelijkheden.....	9

1 Gegevens Project

1.1 Projecttitel

Pilotonderzoek Themista-Ephyra combinatie op RWZI Nieuwgraaf.

1.2 Projectnummer

Projectnummer: TEHE116357

1.3 Partners

Naam deelnemer	Type organisatie	Rol in project
Royal HaskoningDHV	Groot bedrijf	Technologieontwikkelaar en penvoerder
Logisticon Water Treatment B.V.	MKB	Technologieontwikkelaar/ /systemintegrator
Waterschap Rijn en IJssel	Overheid	Launching customer T/E-combinatie
Technische Universiteit Delft	Universiteit	Flankerend laboratorium en literair onderzoek, additionele metingen op locatie

1.4 Projectperiode

De initiële projectperiode liep van 22 februari 2017 tot en met 31 maart 2019. In de voortgangsrapportage is aangegeven dat het pilotonderzoek later dan gepland van start ging, waardoor de eindperiode van het project is verlengd tot 31 september 2019.

2 Inhoudelijk eindrapport

2.1 Samenvatting

De Themista-Ephyra combinatie is ontstaan door de meerwaarde van de technologieën Themista® en Ephyra® te combineren.

Door toepassing van de Themista-Ephyra combinatie zullen bestaande slib, mest of industriële gistingen circa 48% meer biogas produceren dan conventionele installaties door een toegenomen capaciteit van de installatie (25%) en biogasproductie per eenheid slib (23%), tegen een relatief lage meerinvestering. De kostprijs van het produceren van duurzame energie uit deze biomassa wordt hierdoor significant lager, waardoor de (inter)nationale marktkansen voor deze technologie interessant zijn.

In dit project is de Themista-Ephyra combinatie op pilotschaal (20 m³) vergeleken met een referentiegisting met één gemengde reactor. Voorafgaand en parallel hieraan vindt labonderzoek plaats om verbeteringen op het Themista-Ephyra procedé inzichtelijk te maken en om meer kennis van het functioneren van de technologie te verkrijgen. Kennis uit het labonderzoek wordt ingebracht in het pilotonderzoek. Dit project resulteert in het volgende:

- De meerwaarde van de Themista-Ephyra combinatie op extra biogasproductie, CO₂ reductie en slibreductie is aangetoond.
- Ontwerpparameters en de business case voor de eerst volle schaal toepassing in Nieuwgraaf zijn degelijk onderbouwd en dienen als basis voor het bestuursbesluit tot realisatie van deze installatie.

Kennis wordt verspreid via rapportages en het onderzoeksplatform van de waterschappen. Door intensieve samenwerking met de projecten Ephyra® Tollebeek en Themista® Kralingseveer wordt een optimaal onderzoeksresultaat verkregen.

In afvalwaterzuiveringsslib en andere natte biomassa zoals mest zit een grote potentiële energie inhoud van **150 PJ**. Vergisting van biomassa levert biogas op. Echter, doordat de huidige methodiek van vergisting van natte stromen (mesofiele gemengde tank) niet optimaal is, wordt de volledige energiepotentie van de biomassa niet benut. Hierdoor is biogasproductie uit biomassa middels vergisting niet kosteneffectief. De Nederlandse Rijksoverheid en de Nederlandse waterbeheerders willen juist extra biogas produceren tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten.

Themista® bereikt haar positieve effect door een thermische voorbehandeling op relatief lage temperatuur. Ephyra® is een uitgekiend ontwerp op basis van scheiding van vergistingsfasen in compartimenten. De innovaties van zowel Ephyra® en Themista® zijn vastgelegd in patenten zodat het Nederlandse bedrijfsleven de technologieën ook internationaal kan vermarkten.

Het project werd uitgevoerd door een sterk consortium van ondernemingen en een waterschappen kennisinstelling, te weten Royal HaskoningDHV, Logisticon Water Treatment, Waterschap Rijn en IJssel en de Technische Universiteit Delft.

2.2 Inleiding: 1+1 = 3?

Voor lange tijd heeft het slibgistingsproces in de Nederlandse situatie een lagere prioriteit gekend aangaande de ontwikkeling en toepassing van innovatieve oplossingen. Vanaf 2010 hebben echter meerdere ontwikkelingen gezorgd voor een nieuwe impuls in de ontwikkeling van het slibgistingsproces.

- Vanuit het kader van de Meerjarenaafspraken Energie (MJA3) heeft slibgisting meer aandacht gekregen als procesonderdeel voor het verhogen van de energie-efficiency op een rwzi.
- De waterschappen hebben met elkaar het gedachtegoed van de Energiefabriek ontwikkeld en daarin heeft de slibgisting een prominente positie.
- Meerdere waterschappen hebben besloten de slibverwerking te centraliseren met als resultaat een stijging in het aantal projecten voor de optimalisatie en/of uitbreiding van de slibgisting.

Royal HaskoningDHV is een paar jaar geleden eveneens begonnen met de ontwikkeling van twee nieuwe slibinnovaties, zijnde Ephyra® en Themista®. Beide technologieën beogen meer slibafbraak en meer biogasproductie als opstap naar een energie-efficiënte of energieneutrale afvalwaterzuivering. Momenteel draait op de eerste full scale Ephyra® op de RWZI Tollebeek en wordt is de eerste full scale Themista® op de RWZI Kralingseveer in januari 2020 opgestart. Naar aanleiding van de succesvolle onderzoeken met de Ephyra® en de Themista® rees de vraag welke meerwaarde een combinatie van de technologieën kan brengen. In dit rapport wordt verslag gedaan van het uitgevoerde onderzoek.

Ephyra® technologie

Het technologisch principe van het concept bestaat uit een aantal (2 tot 4) in serie geschakelde reactoren. Een belangrijke eigenschap van Ephyra® is dat het bedeven kan worden bij korte verblijftijden zodat met eenzelfde volume meer slib kan worden verwerkt. Verder is het door serieschakeling het mogelijk de verschillende stappen van het gistingproces gescheiden van elkaar te laten plaatsvinden. Bij de traditionele volledig gemengde gisting verlopen de deelprocessen gelijktijdig en is er sprake van suboptimale condities voor elk deelproces. Met de gekozen propstroomconfiguratie bij de Ephyra® treedt de onderlinge beïnvloeding van processen minder op en is het mogelijk de deelprocessen onafhankelijk van elkaar te optimaliseren. Dit resulteert in een hogere slibafbraak en biogasproductie.

Themista® technologie

Bij het Themista® concept wordt het secundaire slib voorbehandeld om de afbreekbaarheid van het slib te verbeteren. De voorbehandeling is een gecombineerde thermische en chemische behandeling. Naast een direct effect op de afbreekbaarheid is het Themista® concept tevens gericht op een positieve beïnvloeding van de procesomstandigheden. Viscositeit van zuiveringsslib is bijvoorbeeld een parameter die lang onderschat is bij de procesvoering van slibgistingprocessen. Met Themista® wordt de viscositeit verbeterd met een gunstig effect op onder meer de mengprocessen in de gistingstank. De combinatie aan effecten resulteert in een hogere slibafbraak en biogasproductie.

Combinatie Themista – Ephyra

De pilot op Nieuwgraaf combineert de Ephyra® en Themista® technologie. Voor Themista® is de situatie gelijk aan de te realiseren installatie en het pilot onderzoek op awzi Kralingseveer. Voor Ephyra® is wordt uitgegaan van een aantal in serie geschakelde gistingstanks.. Dit betekent dus dat slib behandeld met Themista® technologie wordt vergist in een Ephyra® systeem.

2.3 Doelstelling

De hoofddoelstellingen van dit project zijn:

- Onomstotelijk aantonen wat de meerwaarde is van de Themista-Ephyra combinatie op de biogasproductie, biomassareductie en CO₂ reductie.
- Vaststellen van ontwerpparameters en onderbouwing van de business case Nieuwgraaf.

2.4 Werkwijze

Het onderzoek bestond uit twee fases: (I) labonderzoek en (II) pilotonderzoek.

Het labonderzoek behelsde batchtesten, waarbij onder andere is gekeken naar de optimale instellingen van de Themista[®] pilot. Hiertoe zijn op het lab van de TU Delft verschillende batch experimenten uitgevoerd waarbij spuislib van Nieuwgraaf bij verschillende temperaturen gedurende verschillende tijdsduren werd behandeld waarna de afbraak en biogasproductie werd bepaald. Voor de beste temperatuur-tijd combinatie werd via dezelfde batchtesten gekeken naar het effect van de chemische dosering.

Het pilotonderzoek omvatte vergelijkend onderzoek waarbij de prestaties van Ephyra[®] -Themista[®]-(T/E) combinatie zijn vergeleken met een referentiereactor. De schaalgrootte van het pilotonderzoek bedroeg circa 20 m³. Het pilotonderzoek heeft als doel om de meerwaarde van de combinatie in vergelijking met een conventionele gisting in termen van slibafbraak, biogasproductie, en slibontwatering aan te tonen. Het pilotonderzoek is opgedeeld in een aantal fasen. Ten eerste is ervoor gekozen om, ten behoeve van het opstellen van een business case, de referentiereactor af te stemmen op de huidige situatie en de T / E-combinatie af te stemmen op de toekomstige situatie. Omdat hierdoor de samenstelling van de slibstromen niet identiek is en een 1 op 1 vergelijking hierdoor lastig te maken is, is aansluitend getest met een situatie waarin de slibstromen naar de referentie en de T/E-combinatie identiek was. Tot slot is er getest met verhoogde aanvoer zoals ook in de praktijk kan worden verwacht (piekbedrijf). Voordeel van het pilotonderzoek was dat vanwege de gehanteerde schaalgrootte het mogelijk is geweest om representatieve ontwateringstesten uit te voeren met een mobiele centrifuge op praktijkschaal.

2.5 Resultaten

2.5.1 Labonderzoek

Voorafgaand aan de opstart van de pilotinstallatie is labonderzoek verricht om de instellingen van de Themista[®] pilot (temperatuur, duur, chemicaliën dosering) te bepalen. Hiertoe zijn op het lab van de TU Delft verschillende batch experimenten uitgevoerd waarbij spuislib van Nieuwgraaf bij verschillende temperaturen gedurende verschillende tijdsduren werd behandeld waarna de afbraak en biogasproductie werd bepaald. Voor de best temperatuur-tijd combinatie werd via dezelfde batchtesten gekeken naar het effect van aanvullende chemicaliën dosering.

Tijdens het labonderzoek is verder nader onderzoek gedaan om inzicht te krijgen in de afbraakprocessen van de TE-combinatie.

2.5.2 Pilotonderzoek

Het pilotonderzoek heeft als doel om de meerwaarde van de combinatie in vergelijking met een conventionele gisting in termen van slibafbraak, biogasproductie, en slibontwatering aan te tonen. Zoals eerder aangeven bestond het onderzoek uit drie verschillende fasen.

Tijdens fase I werd de referentie gevoed met een slibmengsel gelijk aan dat van de praktijkinstallatie op Nieuwgraaf.

Tabel 1 Kentallen bedrijfsvoering pilot installatie Nieuwgraaf gedurende Fase I

Parameter	Eenheid	Referentie	T/E-combinatie
Verblijftijd	Dag	17,2	14,1
Aandeel primair slib voeding gisting	% op basis van kg DS	50,5	35,1

In de Themista® /Ephyra® pilotreactor werd een gelijk percentage droge stof afgebroken als in de referentie. Deze gelijke afbraak trad op ondanks de kortere verblijftijd, een hogere droge-stofbelasting, en een aanzienlijk lager aandeel primair slib in de voeding van de Themista® /Ephyra® pilotreactor.

In fase II is zijn de referentie en de Themista® /Ephyra® gevoed met dezelfde samenstelling van slibstromen. De absolute meerafbraak van de combinatie ten opzichte van de referentie was gemiddeld meer dan 8% (absoluut).

Gedurende Fase III is getest of de T/E combinatie een hogere belasting aankon. Tijdens piekaanvoer werd de verblijftijd verlaagd van 14 naar lager dan 10 dagen. Uit onderzoek naar piekbelastingen bleek dat de combinatie tijdens een piekaanvoer stabiel functioneerde.

Het effect van de T/E-combinatie op het ontwateringsresultaat van het uitgegiste slib is een belangrijk onderdeel van de business case. Afzetkosten van de eindverwerking van slib worden bepaald per ton ontwaterd slib. Betere ontwatering zorgt voor minder af te zetten slib. Daarom zijn gedurende Fase II van het onderzoek wekelijks lab testen gedaan om de ontwaterbaarheid van het slib te monitoren. De testen op lab schaal zijn gezien de opzet niet geschikt om het absolute effect in te schatten. Daarom is aansluitend aan Fase II de ontwaterbaarheid getest met een mobiele ontwateringsinstallatie op de locatie Nieuwgraaf. Bij deze proeven is getest met het slib uit de referentie en uit de T/E-combinatie. De hoeveelheid slib was limiterend, waardoor de variatie in instellingen waarmee getest kon worden beperkt was. De uitgevoerde ontwateringstesten suggereren een beter ontwateringsresultaat van uitgegist slib na behandeling in de Themista® / Ephyra®-combinatie. Ook bleek dat de PE dosering voor Themista® behandeld slib gelijk is aan die voor de referentiereactor. Er zijn ook testen met aanvullende dosering van ijzer uitgevoerd. Deze lieten een positief resultaat zijn op de ontwateringsresultaten.

2.6 Financiële vergelijking

De optie voor toepassing van de Themista®/Ephyra® is als voorbeeld uitgewerkt voor een rwzi met een capaciteit van 485.000 i.e. à 150 gr. TZV / dag met een actief slibstelsel met voorbezinking en slibgisting. De bedrijfsvoeringskosten voor de slibgisting en -ontwatering zijn gegeven in onderstaande tabel. Kosten voor spuien en indikken van slib zijn voor beide opties gelijk en daarom niet meegenomen.

Tabel 2. Bedrijfsvoeringskosten slibgisting en slibontwatering.

Parameter	Referentie	Themista®/Ephyra® combinatie	Eenheid
Extra Onderhoud	0	30.000	€/j
E-verbruik	32.000	56.000	€/j
E-opwekking	-429.000	-481.000	€/j
PE-verbruik	310.000	283.000	€/j
H ₂ O ₂ -verbruik	0	41.000	€/j
Slib afzet	2.910.000	2.657.000	€/j
Totaal	2.823.000	2.586.000	€/j
Voordeel		237.000	€/j

Het jaarlijks voordeel voor toepassen van Themista®/Ephyra® bedraagt bijna ¼ miljoen euro per jaar. Het berekende voordeel is nog exclusief eventuele subsidies. Om een eenvoudige terugverdientijd van 5 en 10 jaar te hebben zou de investering lager moeten zijn dan 1,25 en 2,5 miljoen Euro. Investeringskosten vielen buiten de scope van deze business case.

2.7 Conclusies

Het project is succesvol afgesloten. Uit het lab en pilot onderzoek blijkt:

- Toepassen van T-E-combinatie leidt tot meer slibafbraak en meer biogasproductie dan vergisten in een referentievergister. Er zijn twee verschillende situaties getest:
 - Met de Themista®/Ephyra® combinatie installatie was een vergelijkbare afbraak haalbaar ondanks een fors lagere verblijftijd en ongunstigere slibsamenvatting. Het aandeel secundair slib in de T/E reactor was met 65% veel hoger dan in de referentiereactor (45%).
 - Met de Themista®/Ephyra® combinatie installatie was een grotere afbraak (>10%) haalbaar ondanks een fors lagere verblijftijd en met een vergelijkbare slibsamenvatting.
- Slib vergist met Themista®/Ephyra® combinatie ontwatert beter dan slib vergist in een conventionele gisting. Themista®/Ephyra® combinatie functioneert goed en robuust tijdens piekbelastingen. Er is getest op een lagere verblijftijd dan 10 dagen. De T/E combinatie heeft geen problemen ondervonden met het verwerken van deze grotere hoeveelheid slib bij een lagere verblijftijd
- Het financiële voordeel van Themista®/Ephyra® combinatie in de bedrijfsvoeringskosten voor een installatie van 485.000 i.e. inclusief vergisting van extern spuislib bedraagt 237.000 €/j.

2.8 Vervolg

Dit project heeft tot meer inzicht in de Themista® - Ephyra® combinatie geleid. Er zijn natuurlijk ook nog vragen en/of onduidelijkheden, met name over de minimale haalbare verblijftijd en hoe de installatie draait in het geval de Themista® langere tijd uit bedrijf is.

De resultaten van het pilot onderzoek, het eerder uitgevoerde labonderzoek en de opgestelde business case voor rwzi Nieuwgraaf, laten zien dat de capaciteit van de bestaande slibgisting op Nieuwgraaf significant toeneemt. Er wordt nu bekeken of toepassing op Nieuwgraaf op praktisch schaal definitief wordt doorgezet.

RHDHV onderzoekt momenteel of de Themista / Ephyra combinatie al geschikt is om in openbare tenderprocedures (inclusief garanties en boeteclausules) voor renovaties van sliblijnen mee te nemen.

Tenslotte zijn de eerste gesprekken over internationale toepassing van Ephyra / Themista gevoerd.

3 Uitvoering van het project

3.1 Ondervonden problemen

Tijdens het project zijn inhoudelijk en technisch geen grote problemen ondervonden. Door een goede evaluatie van eerder uitgevoerde pilotonderzoeken is de installatie op een aantal kritische punten aangepast. Hierdoor heeft de installatie grotendeels storingsvrij gedraaid.

Om de opstart van het pilotonderzoek niet samen te laten vallen met de vorstperiode / winter, is deze met een aantal maanden uitgesteld. Dit is ook gemeld in de eerste voortgangsrapportage. Het project heeft wel kleinere technische problemen gekend. Met name verstopping van leidingen is iets wat regelmatig terugkomt. Gezien de samenstelling van het te verwerken slib en de pilotschaal waarop getest wordt, is dit ook lastig oplosbaar. Voor een full scale installatie speelt dit aspect niet. Een en ander heeft er toe geleid dat het project een half jaar langer doorliep dan vooraf verwacht. Hiervoor is een projectverlenging aangevraagd en verkregen.

In organisatorisch opzicht hebben de partners goed samengewerkt en zijn geen bijzondere problemen ondervonden. De succesvolle projectuitvoering heeft er bij het waterschap toe geleid dat voldoende vertrouwen bestaat dat ook een full scale demonstratieproject succesvol kan verlopen.

3.2 Wijzigingen ten opzichte van het projectplan

Er zijn geen inhoudelijke wijzigingen ten opzichte van het projectplan opgetreden. Omdat Werkpakket 3 niet voor subsidie in aanmerking is gekomen, is dit niet verder opgenomen in deze eindrapportage. Wel is de doorlooptijd van het project met een half jaar verlengd.

3.3 Toelichting op verschillen tussen begroting en werkelijk gemaakte kosten

De totale kosten zijn voor het grootste deel redelijk in lijn met de begroting. Bij het inschatten van de werkzaamheden van WP2 (pilot) is rekening gehouden met de ervaringen uit eerdere pilotonderzoeken. Doordat de pilot grotendeels storingsvrij gedraaid heeft, was minder tijd nodig voor beheer.

3.4 Kennisverspreiding

Het project heeft actief aandacht aan kennisverspreiding gegeven. Gedurende de looptijd van het project hebben vertegenwoordigers namens het project presentaties gegeven aan waterschappen en heeft er rapportage van (tussentijdse) resultaten plaatsgevonden.

3.5 PR project en verdere PR mogelijkheden

Het project heeft een goede PR gehad tijdens de uitvoering. De resultaten zijn zowel intern als extern gedeeld. De pilot heeft ook aandacht gekregen tijdens een open dag van de rwzi.

Er is veel aandacht besteed aan het inzichtelijk maken van de haalbaarheid van een full scale installatie op AWZI Nieuwgraaf. Waterschap Rijn en IJssel en Royal HaskoningDHV voeren momenteel gesprekken over een mogelijke vervolg toepassing op volle schaal van AWZI Nieuwgraaf. De technologie heeft conform de partijen haar beoogde meerwaarde bewezen. Indien de gesprekken succesvol verlopen, dat kan het ontwerptraject starten in 2020 en is realisatie voorzien in 2021/2022.