



Eindrapport, 17 juni 2016

Projectnummer: TEG0314003

Projecttitel: Innovatie demonstratie slibgisting Schiphol met Ephyra technologie

Penvoerder en medeaanvragers: Evides Afvalwater B.V. (penvoerder), Royal Haskoning DHV Nederland B.V. en Logisticon Water Treatment B.V.

Projectperiode: 1 juli 2014 – 31 december 2017

Contactpersonen:

Evides Afvalwater B.V.: Marthe de Graaff, m.degraaff@evides.nl

Royal Haskoning DHV Nederland B.V.: Dennis Heijkoop, dennis.heijkoop@rhdhv.com

Samenvatting

Ephyra is een innovatieve technologie die met een beperkte investering het bestaande gistingproces efficiënter maakt, resulterend in:

- Circa 30% extra biogasproductie en navenante verlaging van de CO₂-footprint
- 15 – 20 % minder afvalproductie (slib) per afvalwaterzuivering
- Circa 20% kostenverlaging

In dit project is de implementatie van Ephyra op de afvalwaterzuivering (AWZI) Schiphol uitgezocht met als doel demonstratie in een kleinschalige slibvergisting en het rendement van de afvalwaterzuivering te verbeteren om te voldoen aan de strengere effluenteis. Partners in het project zijn Evides Afvalwater B.V., Royal HaskoningDHV en Logisticon Water Treatment.

Het project bestond uit twee fases:

- Fase 1: Labonderzoek, ontwerp en voorbereiding; uitwerken investeringsaanvraag voor awzi Schiphol (go / no go)
- Fase 2: Realisatie, opstart, bedrijfsvoering en monitoring

Fase 1 heeft voor Evides geleid tot een beslissing om te stoppen met het project. De reden hiervoor is dat de lopende lozingsvergunning (looptijd t/m 31 december 2015) in juni 2015 is omgezet naar een vergunning voor onbepaalde tijd. Vanwege deze laatste ontwikkeling zal op korte termijn geen aanpassing van de sliblijn en de waterlijn nodig zijn en wordt de toepassing van Ephyra relatief gezien veel duurder. Het project Ephyra Schiphol is te klein (ca. 50.000 ve) om een investering voor Ephyra en de bijbehorende benodigde voorzieningen (WKK, leidingwerk, buffers) binnen 10 jaar terug te verdienen. Hierdoor heeft het bestuur van Evides moeten besluiten het project te stoppen.

De ontwikkeling van een nieuwe innovatieve technologie in samenwerking met eindgebruikers vergt creativiteit, lange adem, doorzettingsvermogen en commitment. Royal HaskoningDHV levert dit en heeft, toen het besluit van Evides bekend werd, aan RVO een nieuw project (Themista-Ephyra combinatie Nieuwgraaf) aangedragen. Om verschillende redenen heeft RVO dit wijzigingsverzoek afgekeurd (zie brief van 2 juni 2016).

Desalniettemin hebben de werkzaamheden binnen dit project bijgedragen aan de ontwikkeling van Ephyra. De belangrijkste bijdragen zijn:

- Het inbouwen van Ephyra in bestaande gistingstanks zal in veel gevallen kostentechnisch niet interessant zijn.
- Het kleinschalig voorbouwen van Ephyra voor bestaande gistingstanks heeft wel voordelen.
- Het Ephyra ontwerp is nader ingevuld, met name op de onderdelen compartimentering, menging, schuim/drijf laag bestrijding, recirculatie en onderaflaat.

In dit document wordt dit verder toegelicht en onderbouwd.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Inleiding en achtergrond	4
2 Doelstelling	5
3 Werkwijze, uitgevoerde activiteiten en resultaten	6
3.1.1 <i>Werkpakket 1: Labonderzoek</i>	6
3.1.2 <i>Werkpakket 2: Ontwerp en voorbereiding</i>	6
3.1.3 <i>Werkpakket 3 en 4: Realisatie, opstart en bedrijfsvoering</i>	8
3.1.4 <i>Werkpakket 5: Projectmanagement</i>	8
4 Uitvoering van het project en financiële verantwoording	10
5 Conclusie en aanbevelingen	12
5.1 Ephyra Schiphol	12
5.2 Ephyra technologie	12
Bijlage 1 Samenvatting labresultaten (WP1)	13
Bijlage 2 Ontwikkeling Ephyra	15
Bijlage 3 Inspectierapport gisting awzi Schiphol	19
Bijlage 4 Rapport menging slibgisting Schiphol en inpassing Ephyra	20
Bijlage 5 Samenvatting variantenstudie	21

1 Inleiding en achtergrond

In 2011 is Royal HaskoningDHV gestart met de ontwikkeling van Ephyra en Themista, twee gistingstechnologieën waarmee uit afvalwaterzuiveringsslib meer biogas kan worden verkregen. Ephyra was met name bedoeld voor uitbreidingen van bestaande installaties, terwijl Themista met name gericht was op verbetering van bestaande installaties. Beide technologieën zijn op labschaal getest voor diverse waterschappen en de positieve resultaten hebben geleid tot een TKI subsidie aanvraag voor pilotonderzoek welke eind 2013 door RVO is goedgekeurd (TEG0113010). Dit pilotonderzoek is van begin 2014 tot medio 2016 uitgevoerd met positieve resultaten. De interesse voor Ephyra was (en is) groot waardoor begin 2014 Evides Afvalwater B.V. de ambitie heeft uitgesproken om Ephyra te willen toepassen op haar slibgisting op de AWZI Schiphol. Hiervoor is maart 2014 TKI subsidie aangevraagd en deze is 8 oktober 2014 door RVO toegekend onder projectnummer TEG0314003. Binnen de ontwikkeling van Ephyra had dit project de volgende aanvullende betekenis ten opzichte van het pilotonderzoek (TEG0113010):

- Uitbreiding van het toepassingsgebied
- Industriële klant in plaats van waterschap
- Specifieke aandacht voor inbouw van Ephyra
- Specifieke aandacht voor haalbaarheid Ephyra bij kleinschalige gistingen
- Eerste demonstratie installatie op full scale

Later is ook nog een subsidieaanvraag voor het project Ephyra Harderwijk gedaan en door RVO goedgekeurd (TEG0414013).

Ieder van de genoemde projecten heeft zijn eigen samenwerkingspartners, randvoorwaarden en dynamiek. Royal HaskoningDHV en Logisticon Water Treatment zijn de continue factor binnen deze trajecten en zorgen ervoor dat de input van alle drie de projecten op elkaar wordt afgestemd en bijdraagt aan de totale doorontwikkeling van Ephyra wat uiteindelijk moet leiden tot full-scale toepassingen. Helaas heeft het bestuur van Evides moeten besluiten om het project Ephyra Schiphol te stoppen.

De ontwikkeling van een nieuwe innovatieve technologie in samenwerking met eindgebruikers vergt creativiteit, lange adem, doorzettingsvermogen en commitment. Royal HaskoningDHV levert dit en heeft, toen het besluit van Evides bekend werd, aan RVO een nieuw project (Themista-Ephyra combinatie Nieuwgraaf) aangedragen. Om verschillende redenen heeft RVO dit wijzigingsverzoek afgekeurd (zie brief van 2 juni 2016). Desalniettemin zijn wij positief gestemd dat de ontwikkeling van Ephyra en Themista zal leiden tot een significante extra biogasopbrengsten en tot internationaal vermarktbare producten om de volgende redenen:

- Diverse kosten calculaties en business cases laten zien dat Ephyra ca. 20-30% goedkoper is dan andere technologieën.
- Er zijn diverse technische en technologische mogelijkheden om de prestaties van zowel Ephyra als Themista verder verbeteren.
- Waterschap Zuiderzeeland heeft op 31 mei 2016 ingestemd om Ephyra op volle schaal als demonstratie installatie te gaan realiseren op de RWZI Tollebeek.
- Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard gaat eind juni 2016 een zelfde besluit nemen aangaande de volle schaal demonstratie installatie Themista op de RWZI Kralingseveer.
- Zowel nationaal als internationaal blijft er voldoende belangstelling voor zowel Ephyra als Themista.

In dit document wordt aan RVO de inhoudelijke en financiële toelichting ten behoeve van de vaststelling van de subsidie op het project TEG0314003 gegeven. Er wordt een toelichting gegeven op het besluit van Evides voor Schiphol en tevens wordt onderbouwd wat de binnen dit project uitgevoerde activiteiten hebben bijgedragen aan het besluit en aan de ontwikkeling van Ephyra.

2 Doelstelling

De oorspronkelijke doelstelling van dit project was een succesvolle demonstratie van Ephyra in een kleinschalige slibvergisting onder representatieve omstandigheden. De demonstratie is succesvol als na projecteinde is aangetoond dat Ephyra:

- In technologisch opzicht functioneert conform de labtesten (robuust, geen technische storingen)
- Bijdraagt aan verduurzamen van de Nederlandse energieproductie
- Bijdraagt aan kostprijsverlaging van de biogasproductie via gisting

Omdat het project na fase 1 is gestopt, zijn de bovengenoemde doelstellingen niet gehaald. Desalniettemin hebben de uitgevoerde werkzaamheden geleid tot beter inzicht in het Ephyra proces en optimalisaties daarvan. De verkregen informatie geldt met name voor kleinschalige gistingen. Ten behoeve van de verantwoording van de bestede tijd en kosten wordt in het volgende hoofdstuk per werkpakket het volgende toegelicht:

- Beoogde doelen conform subsidieaanvraag
- Activiteiten conform subsidieaanvraag
- Uitgevoerde activiteiten
- Verkregen resultaten

3 Werkwijze, uitgevoerde activiteiten en resultaten

Het project bestond uit twee fases en vijf werkpakketten:

- Fase 1: Labonderzoek, ontwerp en voorbereiding; uitwerken investeringsaanvraag voor awzi Schiphol (go / no go) (werkpakket 1 en 2)
- Fase 2: Realisatie, opstart, bedrijfsvoering en monitoring (werkpakket 3 en 4)
- Werkpakket 5: Projectmanagement en kennisverspreiding (parallel aan beide fases)

3.1.1 Werkpakket 1: Labonderzoek

Beoogde doelen conform subsidieaanvraag

- Inzicht verkrijgen in slibeigenschappen AWZI Schiphol
- Inzicht in algemene slib- en overige biomassa-biologische eigenschappen van het slib en de Ephyra
- Ontwerpparameters vaststellen

Activiteiten conform subsidieaanvraag

- a. Uitvoeren laboratorium onderzoeken op het slib van Schiphol
- b. Uitvoeren biologische laboratorium onderzoeken naar het specifiek functioneren van Ephyra

Uitgevoerde activiteiten

Ad a.: Dit onderzoek is niet uitgevoerd. Gedurende het project is ervoor gekozen om eerst de verschillende varianten en business cases inzichtelijk te maken en op basis daarvan labtesten uit te voeren. Naar aanleiding van de wijziging in vergunningseisen (zie inleiding) was de business case voor de maatregelen op awzi Schiphol niet voldoende en heeft het bestuur van Evides besloten om het project te stoppen

Ad b.: Dit onderzoek is gedeeltelijk uitgevoerd. In het lab is Ephyra per compartiment gemonitord en geanalyseerd.

Verkregen resultaten

In bijlage 1 staan de resultaten gepresenteerd. Samengevat laten de resultaten zien dat:

- Door Ephyra (6+14 dagen) een hogere slibafbraak en dus biogasproductie realiseert dan de referentie gisting (20 dagen)
- De viscositeit van het slib verbetert waardoor het slib beter te verpompen en te mengen is
- Het slib verschillende pH's in de compartimenten van Ephyra heeft. Dit is een zeer sterke aanwijzing dat de fasescheiding in Ephyra, conform op basis van de theorie gedacht, voor een belangrijk deel zorgt voor de extra biogasproductie.

3.1.2 Werkpakket 2: Ontwerp en voorbereiding

Beoogde doelen conform subsidie aanvraag

De daadwerkelijke implementatie van Ephyra in een bestaande vergister verder uitwerken.

Activiteiten conform subsidie aanvraag

- a. Uitwerking ontwerpparameters
- b. Ontwerp Ephyra deel
- c. Aanvragen revisievergunningen

Uitgevoerde activiteiten

Ad a. Uitwerking ontwerpparameters

Op basis van de labtesten zijn ontwerpparameters uitgewerkt. De uitgewerkte ontwerpparameters zijn in de volgende categorieën samen te vatten:

- Parameters ten behoeve van de inpassing van Ephyra in de bestaande zuivering/gisting. Te denken valt aan: inspectie van de gisting en uitwerken inpassing, uitwerken varianten in investeringen voor betere effluentkwaliteit op awzi Schiphol (variantenstudie)

- Parameters ten behoeve van de detaillering van Ephyra. Te denken valt aan mengcapaciteit, aantal compartimenten, tankhoogte, volume, dimensionering onderaflaat, etc.

Ad b. Ontwerp Ephyra deel

- Op basis van de parameters is het Ephyra deel verder uitgewerkt. In de in bijlage 2 bijgevoegde PPT presentatie staan de overwegingen verder uitgewerkt. Ten behoeve van de voorbereiding van de go/no go beslissing zijn de resultaten van de bovenstaande onderzoeken samengevat en zijn gesprekken gevoerd tussen technologen, techneuten en op managementniveau.
- Inpassing Ephyra op awzi Schiphol:
 - Voorbereiding gisting voor inpassing Ephyra: inspectie van de gisting en uitwerken inpassing
 - Uitwerken varianten in investeringen voor betere effluentkwaliteit op awzi Schiphol (variantenstudie)
- Voorbereiden bestuursbesluit Evides Afvalwater

Ad c. Aanvragen revisievergunningen

Gezien de No go beslissing is deze activiteit niet uitgevoerd

Verkregen resultaten

Detaillering en ontwerp Ephyra

Voor de toepassing van Ephyra op kleinschalige gistingen is gekeken naar de mogelijkheden van inbouw van Ephyra in bestaande gistingsvolumes. Diverse brainstormen en ontwerpessies hebben geleid tot de volgende conclusies:

- Het inbouwen van Ephyra in bestaande gistingstanks leidt over het algemeen tot concessies in de technologie. Zo zijn de vorm van bestaande gistingen die omgebouwd worden alsmede ondersteuningskolommen ten behoeve van het dak niet ideaal voor menging. Voor de gisting Schiphol was dit het geval.
- Het inbouwen van Ephyra in bestaande gistingsinstallaties is alleen interessant wanneer de bestaande gisting toch al leeggezet moet worden in verband met onderhoud. Indien alleen voor de ombouw naar Ephyra de gisting moet worden leeggezet drukken deze kosten zwaar op de meerinvestering en is over het algemeen het bijbouwen van gistingsvolume even duur, maar technologisch interessanter. Door bijbouwen van Ephyra, kan deze technisch/technologisch optimaal worden ontworpen en wordt de verblijftijd van de totale installatie (Ephyra + Nagisting) groter waardoor de biogasproductie zal toenemen.
- Ook wanneer een kleinschalige gisting al moet worden leeggezet vanwege onderhoud, is de kans groot dat de aanvullende maatregelen in de bestaande gistingstank duurder zijn dan het bijbouwen van extra gistingsvolume.

Het voorbouwen van Ephyra is wel interessant in verband met langere verblijftijd, hogere biogasopbrengsten en meer robuustheid. In bijlage 2 staan de uitgangspunten van het ontwerp van Ephyra weergegeven. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op labonderzoek, pilotonderzoek en diverse ontwerpessies. Samengevat zijn de volgende besluiten genomen:

- Externe slibverwarming
 - Bekende techniek
 - Onafhankelijk van mengtijden
 - Flexibel, eenvoudig kunnen alle compartimenten verwarmd worden
- Mengers met verticale as
 - Propeller of hyperboloïde
- Compartimenten zijn gas technisch geen aparte ruimtes
 - Dus geen gasdebietmeter per compartiment
 - Compartimenten kunnen niet apart leeg gezet worden
- Zand- en struvietverwijdering door buizen stelsel op de vloer

- Door regelmatig aftappen blijft het vloeibaar
- Drijfslag en schuim niet eruit halen en afvoeren, maar kapot maken

Inpassing Ephyra op awzi Schiphol:

Als voorbereiding op de implementatie van Ephyra is de bestaande gisting geïnspecteerd en zijn er door de afdeling operations van Evides Afvalwater op awzi Schiphol werkzaamheden uitgevoerd zodat implementatie verder uitgevoerd kon worden. De bestaande gisting is schoongemaakt en de menging is verbeterd. Uit de inspectie en de voorbereiding zijn de kosten voor implementatie duidelijk geworden. Deze zijn meegenomen in de variantenstudie. In bijlage 3 is het inspectierapport opgenomen. In bijlage 4 de studie uitgevoerd door RHDHV over de menging in de huidige gisting Schiphol.

De resultaten van de variantenstudie (zie bijlage 5 voor een meer uitgebreide samenvatting) laten zien dat variant 4a (Ephyra in combinatie met voorbezinktank) economisch en wat betreft duurzaamheid de beste optie is. Deze variant levert extra biogas op waardoor het netto energieverbruik daalt met 30%. Bovendien kan de AWZI met deze aanpassingen in alleen de sliblijn en deelstroom voldoen aan de strengere effluenteis. Er zijn geen dure investeringen (uitbreiden volume) nodig in het hoofdproces.

Toelichting op bestuursbesluit Evides Afvalwater 'no go project Ephyra'; juni 2015

De awzi Schiphol voldoet op dit moment aan de effluenteis die door bevoegd gezag gesteld is. De lopende lozingsvergunning (looptijd t/m 31 december 2015) is recent omgezet naar een vergunning voor onbepaalde tijd. De verwachting is nog steeds dat op korte termijn de stikstofeis in de lozingsvergunning aangescherpt gaat worden van 15 mg/l naar 10 mg/l. De laatste ontwikkeling is dat dit niet eerder dan 1 januari 2017 wordt verwacht, met nog een overgangsregeling. Hierdoor zal op korte termijn geen aanpassing van de sliblijn en de waterlijn nodig zijn en wordt de toepassing van Ephyra relatief gezien veel duurder. Het project Ephyra Schiphol is te klein (ca. 50.000 ve) om een investering voor Ephyra en de bijbehorende benodigde voorzieningen (WKK, leidingwerk, buffers) binnen 10 jaar terug te verdienen. Hierdoor heeft het bestuur van Evides moeten besluiten het project te stoppen.

3.1.3 Werkpakket 3 en 4: Realisatie, opstart en bedrijfsvoering

Gezien het No go besluit zijn deze werkzaamheden niet uitgevoerd.

3.1.4 Werkpakket 5: Projectmanagement

Beoogde doelen conform subsidie aanvraag

- Aansturing project, grip op planning, financiën en kwaliteit
- Effectief risicomanagement
- Goede kennisuitwisseling binnen het project en breed uitdragen van ontwikkelde kennis en resultaten teneinde een effectieve uitrol naar andere installaties in Nederland en buitenland te verkrijgen.
-

Activiteiten conform subsidie aanvraag

Het project wordt geleid door een ervaren projectmanager. Een stuurgroep stuurt het project op hoofdlijnen aan en neemt besluiten over inhoudelijke of financiële wijzigingen in het project. De stuurgroep bestaat uit vertegenwoordigers van Evides Afvalwater, Royal HaskoningDHV en Logisticon Water Treatment. De stuurgroep komt gedurende het project ca. vier keer bij elkaar. Resultaten worden verspreid door publicaties en bijdragen aan symposia/congressen. Er zal parallel worden gewerkt aan het opbouwen van een portefeuille om deze Nederlandse vindingen te kunnen laten ontkiemen tot een succesvolle innovatie en de binnenlandse markt alswel export te bevorderen.

Uitgevoerde activiteiten

- Projectmanagement: inhoudelijk en financieel
- Startbijeenkomst met stuurgroep op 18-11-2014

- Overleggen tussen Evides Afvalwater, Royal HaskoningDHV en Logisticon Water Treatment
- Communicatie met RVO

Verkregen resultaten

Aangezien dit project heeft geleid tot een no go in fase 1 zijn er geen resultaten om te verspreiden. Toen het duidelijk werd dat Evides Afvalwater niet verder kon met het project is er telefonisch en per email met RVO besproken wat de opties zouden kunnen zijn. In juni 2015 is er besloten om te stoppen met het project en het penvoerderschap over te dragen aan Royal HaskoningDHV. Evides Afvalwater en Royal HaskoningDHV hebben dit mondeling aan Jos Reijnders van RVO toegelicht op 16 september 2015. Royal HaskoningDHV heeft toen aan RVO een nieuw project (Themista-Ephyra combinatie Nieuwgraaf) aangedragen. Om verschillende redenen heeft RVO dit wijzigingsverzoek afgekeurd (zie brief van 2 juni 2016).

4 Uitvoering van het project en financiële verantwoording

Fase I is goed verlopen; er was een goede samenwerking en de communicatie onderling was goed. Technische en technologische problemen staan in hoofdstuk 3 beschreven.

De uitvoering van het project is op een aantal punten gewijzigd ten opzichte van het projectplan; dit staat uitgebreid beschreven in hoofdstuk 3. Samengevat is het project op de volgende punten gewijzigd:

- Labonderzoek op specifieke slib van Schiphol pas uitvoeren als uit variantenstudie is gebleken dat er een positieve business case is.
- Vanwege verwachte kostenimplicaties voor renovatie huidige gisting is de inspectie eerder uitgevoerd dan in het projectplan was aangegeven.
- Vanwege de op dat moment relatieve onbekendheid van de prijs van Ephyra is de eerste fase van het ontwikkelen en het ontwerp van de technologie eerder uitgevoerd dan in het projectplan was aangegeven.

Financiële verantwoording:

In onderstaande tabellen staat weergegeven welke subsidiebedragen zijn beschikt en welke zijn uitgevoerd.

Tabel 1 Gerealiseerde kosten en subsidie

Werkpakket	Beschikte subsidie				Gemaakte uren				Gerealiseerde subsidiabele kosten op basis van bestede tijd			
	Evides	Logisticon	RHDHV	Totaal	Evides	Logisticon	RHDHV	Totaal	Evides	Logisticon	RHDHV	Totaal
1	€ 8.991	€ 96.000	€ 43.183	€ 148.174			287	287	€ -	€ -	€ 25.040	€ 25.040
2a					321	80	100	501	€ 20.759	€ 4.800	€ 11.256	€ 36.815
2b	€ 18.519	€ 47.160	€ 23.963	€ 89.642			292	292	€ -	€ -	€ 29.651	€ 29.651
3			€ 16.547	€ 16.547			182	182	€ -	€ -	€ 19.698	€ 19.698
4	€ 48.750	€ 3.984	€ 44.484	€ 97.218			0	0	€ -	€ -	€ -	€ -
5	€ 44.559	€ 6.000	€ 15.048	€ 65.607	18		0	18	€ 1.376	€ -	€ -	€ 1.376
Demo	€ 249.500	€ -	€ -	€ 249.500					€ -	€ -	€ -	€ -
Totaal	€ 370.319	€ 153.144	€ 143.225	€ 666.688	339	80	859	1.278	€ 22.135	€ 4.800	€ 85.646	€ 112.582

Werkpakket	Gerealiseerde subsidiabele kosten op basis van bestede kosten				Gerealiseerde subsidiabele kosten totaal				Subsidie perc.			Gerealiseerde subsidie totaal			
	Evides	Logisticon	RHDHV	Totaal	Evides	Logisticon	RHDHV	Totaal	Evides	Logisticon	RHDHV	Evides	Logisticon	RHDHV	Totaal
1				€ -	€ -	€ -	€ 25.040	€ 25.040	50%	60%	50%	€ -	€ -	€ 12.520	€ 12.520
2a				€ -	€ 20.759	€ 4.800	€ 11.256	€ 36.815	50%	60%	50%	€ 10.380	€ 2.880	€ 5.628	€ 18.888
2b				€ -	€ -	€ -	€ 29.651	€ 29.651	30%	40%	30%	€ -	€ -	€ 8.895	€ 8.895
3				€ -	€ -	€ -	€ 19.698	€ 19.698	30%	40%	30%	€ -	€ -	€ 5.909	€ 5.909
4				€ -	€ -	€ -	€ -	€ -				€ -	€ -	€ -	€ -
5				€ -	€ 1.376	€ -	€ -	€ 1.376	50%			€ 688	€ -	€ -	€ 688
Demo	€ 28.846			€ 28.846	€ 28.846	€ -	€ -	€ 28.846	40%			€ 11.539			€ 11.539
Totaal	€ 28.846	€ -	€ -	€ 28.846	€ 50.982	€ 4.800	€ 85.646	€ 141.428				€ 22.606	€ 2.880	€ 32.953	€ 58.439

Tabel 2 Samenvattende financiële verantwoording

Partner	uren	kosten uren	directe kosten	totaal	subsidie gegenereerd
Evides Afvalwater	339	€ 22.135	€ 28.846	€ 50.982	€ 22.606
Royal HaskoningDHV	859	€ 85.646		€ 85.646	€ 32.953
Logisticon Water Treatment	80	€ 4.800		€ 4.800	€ 2.880
totaal	1278	€ 112.582	€ 28.846	€ 141.428	€ 58.439

Te zien is dat minder dan 10% van de beschikte subsidie is benut.

Dit project Schiphol kent met Royal HaskoningDHV en Logisticon dezelfde partners als het Pilotonderzoek Ephyra Tollebeek en Themista Kralingseveer (TEG0113010). De kennis opgedaan in

het traject Schiphol is daardoor als vanzelf geïntegreerd in het genoemde pilotonderzoek en andersom. Gezien de uiteindelijke No Go beslissing is er geen projectspecifieke PR uitgevoerd.

5 Conclusie en aanbevelingen

De conclusies en aanbevelingen zijn hieronder specifiek voor het project Schiphol benoemt en daarna voor de Ephyra technologie.

5.1 Ephyra Schiphol

De oorspronkelijke business case Ephyra Schiphol was gebaseerd op twee pijlers:

1. Extra biogasproductie en CO₂ reductie door Ephyra technologie
2. Noodzaak voor aanvullende afvalwaterzuiveringsstap door verscherpte effluent eisen vanuit vergunning

Doordat de effluent eisen vanuit de vergunning uiteindelijk niet verscherpt worden, hoeft niet geïnvesteerd te worden in een aanvullende afvalwaterzuiveringsstap en wordt de toepassing van Ephyra relatief gezien veel duurder. Het project Ephyra Schiphol is te klein (ca. 50.000 ve) om een investering voor Ephyra en de bijbehorende benodigde voorzieningen (WKK, leidingwerk, buffers) binnen 10 jaar terug te verdienen. Hierdoor heeft het bestuur van Evides moeten besluiten het project te stoppen.

Indien de effluent eisen in de toekomst mogelijk scherper worden, zal de toepassing van Ephyra worden heroverwogen.

5.2 Ephyra technologie

Het labonderzoek heeft laten zien dat:

- Ephyra een significante meerafbraak heeft en ca. 20% extra biogas oplevert dan een conventionele vergisting.
- De viscositeit van door Ephyra behandeld slib lager is waardoor het slib makkelijker te verpompen is.
- Er op basis van een meetprogramma per compartiment duidelijke verschillen zijn waargenomen in pH en COD in de verschillende processtappen van Ephyra.

Het onderzoek rondom de gisting Schiphol heeft het volgende opgeleverd ten bate van de (door)ontwikkeling van Ephyra:

- Ook op kleinschalige gistingen is Ephyra concurrerend ten opzichte van concurrerende technologieën.
- Eerste schetsontwerp Ephyra
- Inzicht in de haalbaarheid van Ephyra voor kleinschalige gistingen en de benodigde verbeteringsstappen

Om ook voor kleinschalige gistingen interessante business cases te kunnen realiseren zal Ephyra doorontwikkeld moeten worden op de volgende fronten:

- De kostprijs moet verder gereduceerd worden door:
 - o Standaardisatie
 - o Alternatieve materialen
 - o Minder compartimenten
- De opbrengsten (en het inzicht daarin) moeten vergroot worden door
 - o Optimalisatie van de controller
 - o Realisatie van een full scale demo installatie waarin inzicht verkregen wordt en diverse optimalisatie gedachten getest kunnen worden.

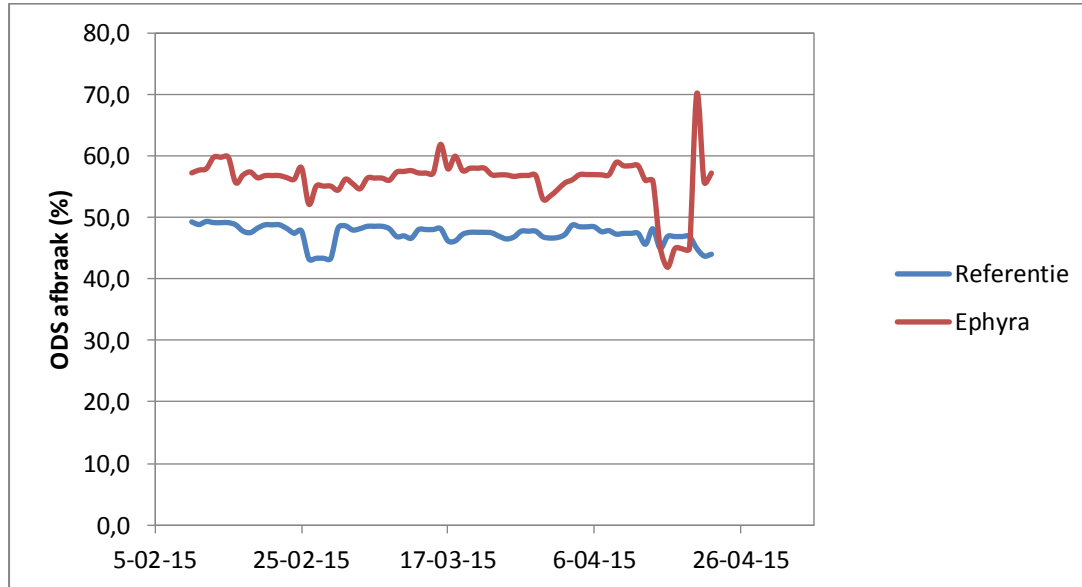
Bijlage 1 Samenvatting labresultaten (WP1)

Gedurende een periode van ca. 3 maanden zijn er continu gistingsproeven uitgevoerd met 20L reactoren. Er zijn twee systemen vergeleken:

1. Referentie (gemengde gisting, 20 dgn verblijftijd)
2. Ephyra (Ephyra 7 dgn, nageschakelde gisting, 13 dgn verblijftijd)

Resultaten Organisch Droge Stof (ODS) verwijderingsrendement

Onderstaande figuur geeft het ODS verwijderingsrendement in de referentie-reactor en Ephyra[®] gedurende de onderzoeksperiode, waarbij beide systemen met het zelfde slib gevoed werden.

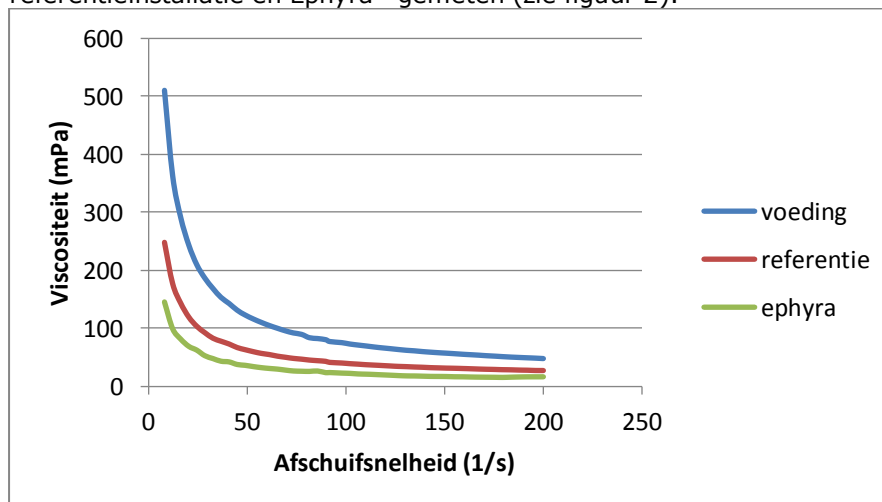


Figuur 1 ODS-verwijderingsrendement (%) in de referentie en Ephyra[®]

De absolute verbetering van de Ephyra[®] ten opzichte van de referentie komt neer op gemiddeld 8,83%, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 1,00%. Relatief is de verbetering van Ephyra dus ca. 20%. Dit betekent dat er bij eenzelfde verblijftijd ongeveer 20% extra biogas wordt gevormd in het Ephyra systeem.

Resultaten Viscositeit

Aan het eind van de onderzoeksperiode is de viscositeit van het influent en effluent van de referentieinstallatie en Ephyra[®] gemeten (zie figuur 2).

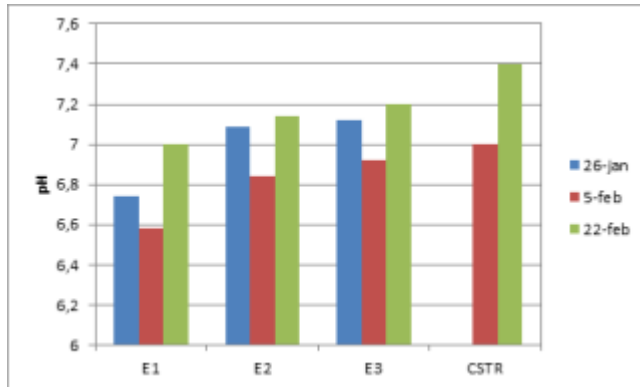


Figuur 2; Slibviscositeit 15-4-2015 van de voeding en effluent referentie en Ephyra[®]

Figuur 2 is een voorbeeld waarin het effect van Ephyra® op de slibviscositeit te zien is. Slibgisting verlaagt de viscositeit. Slib dat in het Ephyra®-systeem vergist is heeft een lagere viscositeit dan slib dat in de referentie-reactor vergist is. Dit patroon is meerdere malen gemeten.

Resultaten compartimenten

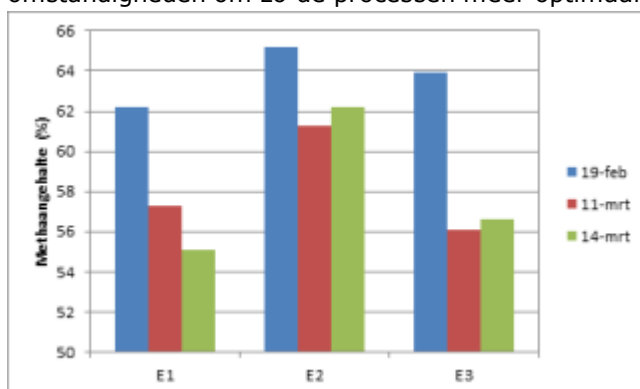
Naast de ODS afbraak is steekproefsgewijs de pH in de Ephyra® compartimenten gemeten. Figuur 3 geeft een aantal van deze metingen weer. Zoals te zien loopt de pH in de compartimenten op. Dit is een indicatie dat de microbiële populatie in de compartimenten van elkaar verschilt.



Figuur 3: pH in de compartimenten E1 t/m E3 van Ephyra® en nageschakelde gemengde gisting (CSTR)

Figuur 4 laat zien dat gedurende de onderzoeksperiode de methaangehaltes van het biogas fluctueerde. Het ODS verwijderingsrendement van Ephyra® ten opzichte van de referentie-installatie was in de maand maart lager dan in de voorgaande periode, gelijker tijd is te zien dat de methaangehaltes lager zijn.

Tijdens beide periodes (het stabiele februari en de minder stabiele maand maart) is er een duidelijk verschil in methaangehalte tussen de verschillende compartimenten. Ook dit is een indicatie dat in de compartimenten verschillende processen plaatsvinden. Een verschillend methaangehalte duidt op een andere microbiële populatie, welke zich aan kunnen passen aan de specifieke omstandigheden om zo de processen meer optimaal te laten verlopen.



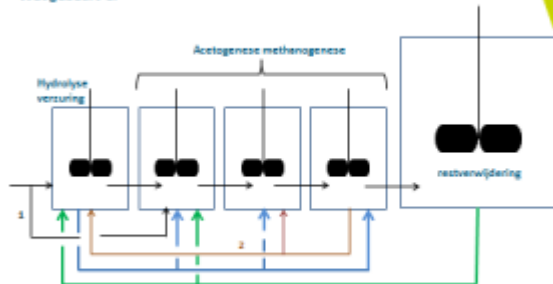
Figuur 4: Methaangehalte van het biogas geproduceerd in de verschillende compartimenten van Ephyra®

Bijlage 2 Ontwikkeling Ephyra

Ontwikkeling Ephyra

Wat is Ephyra - basis

Wat gebeurt er



2 | 400000 | april 2015

Ephyra - aandachtspunten

1. Oppervlaktebelasting gasproductie $m^3/h/m^2$
 - Bepaalt hoogte tank
 - Bepaalt tankconfiguratie
 - Schuimvorming is risico
 - Per compartiment verschillende gasproducties
2. Variabel volume eerste compartiment?
 - Bepaalt tankconfiguratie
 - Ontwerpverblijftijd 6 of 8 dagen heeft hierop impact
 - Is Schiphol een onderzoeksproject?
3. Continu mengen of discontinu?
 - Bepalend voor keuze menger
4. Keuze tankconfiguratie (ontwerpmogelijkheden, zie ook onderbouwing full scale ontwerp)

2 | 400000 | april 2015

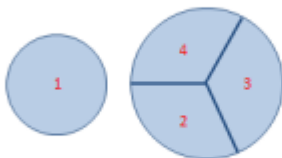
Ephyra - ontwerpmogelijkheden



5 40000 | 10/11/2018

Royal
HaskoningDHV

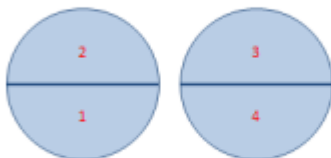
Ephyra - ontwerpmogelijkheden



5 40000 | 10/11/2018

Royal
HaskoningDHV

Ephyra - ontwerpmogelijkheden



5 40000 | 10/11/2018

Royal
HaskoningDHV

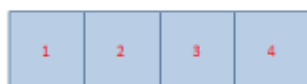
Ephyra - ontwerpmogelijkheden



7 400000 | 10/11/2018



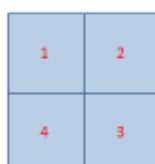
Ephyra - ontwerpmogelijkheden



8 400000 | 10/11/2018



Ephyra - ontwerpmogelijkheden



9 400000 | 10/11/2018



Ephyra - genomen besluiten

1. Externe slijbverwarming
 - Bekende techniek
 - Onafhankelijk van mengtijden
 - Flexibel, eenvoudig kunnen alle compartimenten verwarmd worden
2. Mengers met verticale as
 - Propeller of hyperboloïde
3. Compartimenten zijn gas technisch geen aparte ruimtes
 - Dus geen gasdebietmeter per compartiment
 - Compartimenten kunnen niet apart leeg gezet worden
4. Zand- en struvietverwijdering door buizen stelsel op de vloer
 - Door regelmatig aftappen blijft het vloeibaar
5. Drijfslaag en schuim niet eruit halen en afvoeren maar kapot maken

10 | 100000 | april 2015



Ephyra - materiaal keuzes

1. Tank
 - Gewoonlijk beton
 - Alternatief geëmailleerde stalen tanks
2. Tussenwanden tank
 - Gewoonlijk beton
 - Ombouw in bestaande tank zeildoek (vrachtwagen)
3. Dak tank
 - Gewoonlijk beton, geschikt voor mengers
 - Zeildoek, constructie voor mengers aanbrengen

11 | 100000 | april 2015



Bijlage 3 Inspectierapport gisting awzi Schiphol

Opnamerapportage betonwerk slibgistingstank AWZI Schiphol; zie na bijlage 5.

Bijlage 4 Rapport menging slibgisting Schiphol en inpassing Ephyra

Notitie Mengsysteem slibgistingstank AWZI Schiphol met bijlagen, zie na bijlage 5.

Bijlage 5 Samenvatting variantenstudie

De varianten betreffen maatregelen in de water- en/of de sliblijn. Aangezien deze beide lijnen met elkaar in verbinding staan is het mogelijk dat een maatregel in de sliblijn er uiteindelijk voor zorgt dat zonder verdere investeringen in de waterlijn de aangescherpte effluenteisen worden gehaald. Alle geformuleerde varianten zijn ruimtelijk inpasbaar. Daarnaast is gebleken dat de huidige gisting in de toekomst kan volstaan met een beperkte menging.

De varianten waarin gistingvolume wordt bijgebouwd zijn ook doorgerekend voor de innovatieve vergistingstechnologie Ephyra®. Zie Tabel 1 voor een overzicht van de varianten.

De algemene gedachte bij het tot stand komen van de varianten is dat slibgisting leidt tot een gunstiger exploitatie: het omzetten van slib in biogas en vervolgens in elektriciteit middels een WKK levert geld op. Een ander positief effect is dat het vergisten van slib de resterende hoeveelheden slibkoek reduceert waardoor er minder slib extern hoeft te worden afgezet.

Er is daarom voor gekozen in variant 0 de bestaande gisting te renoveren. Omdat de reststroom vanuit het gistingsproces hoge concentraties stikstof bevat zal deze deelstroom behandeld moeten worden om de stikstof in het effluent te reduceren. Dit geldt overigens voor alle varianten met gisting. Variant 1 is de enige variant waarin de huidige gistingsinstallatie wordt afgebroken en het slib van de AWZI Schiphol wordt afgevoerd per vrachtwagen.

De varianten 2 – 5 zijn in verschillende combinaties gericht op het vergroten van de slibaanvoer (fecaliënleiding en/of voorbezinking) zodat meer vergisting van droge stof plaatsvindt. De installatie produceert daardoor een groter volume biogas waardoor het plaatsen van een warmtekrachtkoppeling (WKK) eerder rendabel wordt. Tevens kan het rendement van de vergisting vergroot worden door het toepassen van de Ephyra®-technologie. Variant 2 gaat uit van het bijbouwen van extra gistingvolume. Gezien de geringe hoeveelheid gisting die bijgebouwd wordt zijn de uitkomsten voor variant 2 nagenoeg gelijk aan die van variant 0. De uitkomsten van de sliblijn voor variant 0 en 2 zijn daarom aan elkaar gelijkgesteld.

In de onderstaande tabel is een overzicht van de varianten gegeven.

Tabel 1 Overzicht van de varianten

Variant	Gisting inclusief WKK	Stikstofverwijdering in deelstroom	Bijbouwen gistingvolume	Fecaliënleiding	Voorbezinking
0	ja	ja	nee	nee	nee
1	nee	nee	nee	nee	nee
2	ja	ja	ja	nee	nee
3	ja	ja	ja	ja	nee
4	ja	ja	ja	nee	ja
5	ja	ja	ja	ja	ja

De resultaten van de variantenstudie zijn weergegeven in de volgende tabellen.

Tabel 2 geeft de resultaten van de NCW berekeningen over 6 jaar. Naast de netto contante kosten zijn de relatieve kosten ten opzichte van Variant 0 ook weergegeven (zowel in euro's als procentueel).

Tabel 1 Resultaten NCW berekeningen (laag naar hoog)

Variant		NCW 6	NCW6-rel *)	
		€	€	%
4a	Ephyra (met subsidie)	-3.854.746	99.430	2,5
1	1 Opheffen gistinginstallatie	-3.855.031	99.144	2,5
4b	Conventioneel	-3.935.765	18.411	0,5
0	Huidige situatie met renovatie bestaande gisting	-3.954.175	-	0,0
2	Bijbouwen extra gistingvolume	-3.959.323	-5.147	-0,1
5a	Ephyra (met subsidie)	-4.016.339	-62.164	-1,6
5b	Conventioneel	-4.049.128	-94.952	-2,4
4a	Ephyra (zonder subsidie)	-4.075.949	-121.774	-3,1
3a	Ephyra (met subsidie)	-4.152.398	-198.223	-5,0
3b	Conventioneel	-4.165.992	-211.816	-5,4
5a	Ephyra (zonder subsidie)	-4.258.800	-304.624	-7,7
3a	Ephyra (zonder subsidie)	-4.313.073	-358.898	-9,1

*) NCW ten opzichte van variant 0. Positief is lagere NCW, negatief is hogere NCW

Verder geeft Tabel 3 een vergelijking van de varianten voor een aantal duurzaamheidsaspecten. Dit overzicht geeft een overzicht van het energieverbruik en chemicaliënverbruik voor de verschillende varianten.

Tabel 3 Overzicht van varianten Business Case AWZI Schiphol

Variant		Netto E-verbruik	Chemicaliënverbruik		
			Fe-zout	PE	C bron
		MWh/j	ton/j	ton/j	ton BZV/j
	0	1.586	46	29	548
	1	1.611	48	35	548
	2	1.508	46	29	548
3	a. Ephyra®	1.330	9	26	548
	b. Conv.	1.429	9	28	548
4	a. Ephyra®	1.113	46	27	548
	b. Conv.	1.217	46	29	548
5	a. Ephyra®	788	38	22	182,5
	b. Conv.	807	38	22	182,5

De resultaten van de variantenstudie laten zien dat variant 4a (Ephyra in combinatie met voorbezinktank) economisch en wat betreft duurzaamheid de beste optie is.

Deze variant levert extra biogas op waardoor het netto energieverbruik daalt met 30%. Bovendien kan de AWZI met deze aanpassingen in alleen de sliblijn en deelstroom voldoen aan de strengere effluenteis. Er zijn geen dure investeringen (uitbreiden volume) nodig in het hoofdproces.