

SBIR Energietransitie Vaarwegen

Fase 2 Warmtewisselingssystemen geïntegreerd in oeverbescherming



Wij maken infrastructuur intelligent



IF Technology **Creating energy**





Wij maken infrastructuur intelligent



IF Technology Creating energy

Datum 1 december 2020

Referentie 68422/BG/20201201

Betreft Rapport fase 2 SBIR Energietransitie Vaarwegen

Behandeld door Marthijn de Goeij (Vialis)
Hans Biemond (IF Technology)
Bas Godschalk (IF Technology)

Gecontroleerd door Hans Biemond

Versienummer 0.1

CONTACTPERSONEN

Hans Biemond
h.biemond@iftechnology.nl
T 06 25574069

Marthijn de Goeij
marthijn.de.goeij@vialis.nl
T 06 50224266

OPDRACHTGEVER

Provincie Zuid-Holland
Rob Weeda
Postbus 90602
2509 LP Den Haag
T 06 25763761
r.weeda@pzh.nl

SBIR projectnummer SB1EV18002

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Vialis bv & IF Technology bv.

INHOUDSOPGAVE

1 Managementsamenvatting	4
2 Uitvoering van het Project	6
2.1 Projectorganisatie	6
2.2 Fasering	7
2.2.1 Ontwerp	7
2.2.2 Realisatie ondergronds	8
2.2.3 Realisatie bovengronds	9
2.2.4 Testen en inbedrijfstellen	10
3 Inhoudelijke bevindingen	12
3.1 Bijdrage aan het maatschappelijk vraagstuk	12
3.2 Technisch perspectief	12
3.2.1 Technische eisen	13
3.3 Economisch perspectief	14
3.4 Toezicht, wet.- en regelgeving en bescherming van intellectueel eigendom	15
3.4.1 Toezicht wet- en regelgeving	15
4 Conclusies en commerciële vooruitzichten	17
4.1 Commerciële vooruitzichten	17
4.2 Technische belemmeringen	17
4.2.1 Laswerk van de Klief	17
4.2.2 Fixatie op de plank	18
4.2.3 Leidingwerk	18
4.3 Economische belemmeringen:	18
4.4 Organisatorische belemmeringen:	19
5 Financiën	20
5.1 Begroting Fase 2	20
Format Openbare samenvatting SBIR project	21
Formulier SBIR Fase 2 eindrapport	22

1 Managementsamenvatting

De provincie Zuid-Holland heeft zich ten doel gesteld om de infrastructuur die zij beheren CO₂ neutraal te maken. Een onderdeel van deze infrastructuur is ook de kade en oeverbescherming, die aan vervanging toe zijn. Deze probleemstelling is op de markt gezet in de vorm van een SBIR uitvraag, waarbij naar oplossingen wordt gezocht die bijdragen aan de CO₂-emissie van de vaarwegen.

De doelstelling van de laatste fase (2) van dit traject was om een werkend prototype te bouwen waarmee we kunnen aantonen dat CO₂-reductie middels een bodemwarmtesysteem aan de damwandplanken van een kademuur, een werkend en uitvoerbaar concept is.

Gedurende de achterliggende realisatie en testperiode is succesvol een operationele testopstelling gebouwd. Het systeem is op verschillende manieren getest en functioneert naar verwachting. Gezien de korte testperiode en het startende winterseizoen is het van belang langer te blijven testen en zodoende representatieve data te verkrijgen. Het streven is deze nog circa 1 jaar voort te zetten. Dit is dus na het beëindigen van de SBIR-opdracht, in de zogenaamde fase 3. Hiervoor is overleg gaande met de Provincie Zuid Holland.

Bij het testen zijn er geen problemen of risico's opgetreden op de van toepassing zijn wet- of regelgeving. Al in fase 1 van dit project zijn de eventueel risico's in kaart gebracht en zijn er maatregelen bedacht om deze tot een minimum te beperken. Het betrof met name risico's bij het inbrengen van het leidingwerk, in de vorm van de bodemlussen. De risico's die hierbij zouden kunnen optreden zijn:

1. Het lekken van glycol (antivries) in de bodem.
 - a. Om dit risico te ondervangen is gekozen de testopstelling te vullen met leidingwater. Tevens is de gehele installatie op sterkte beproeft middels een druktest.
2. Het doorboren van een waterkerende grondlaag.
 - a. Dit risico is ondervangen door een studie naar de ondergrond in samenwerking met de aannemer (De Vries Werkendam). Hieruit is gebleken dat bij de gehanteerde diepte en lokale bodemopbouw dit risico is uitgesloten.

De huidige testlocatie in Waddinxveen is beschikbaar gesteld door de Provincie Zuid-Holland (PZH). PZH heeft zich reeds halverwege de testperiode positief uitgelaten voor een vervolg van de testperiode binnen SBIR. Naast dat de PZH ruim 250 km kade gaat vervangen, zijn er tal van andere locaties in Nederland die soortgelijke kade (re)constructies op de agenda hebben staan. In Amsterdam gaat het om 800 km kade, in de provincie Noord-Holland om 150 km. Gedurende achterliggende testperiode is vanuit meerdere partijen interesse getoond in het concept. Zo wordt dit concept ook ingediend bij een tender van een dubbele ophaalbrug, waarbij dit systeem moet gaan zorgen voor de conditionering van de technische brugkelders en het lokale bedienhuis. Ook wordt er op dit moment gekeken waar we kunnen aansluiten met de lopende kade renovatieprojecten in Amsterdam. Meer in het algemeen onderzoeken we de toepasbaarheid in commerciële projecten. Een van de consortiumpartners heeft ook al vragen van een Duits onderzoeksbureau ontvangen die belangstelling hebben om dit concept uit te werken voor hun overheidsklanten.

De verwachte bijdrage aan CO² reductie van dit systeem is ongewijzigd ten opzichte van de gerapporteerde verwachtingen in fase 0 en 1.

Een kilometer kade zorgt (onder de condities op de testlocatie) voor een reductie van circa 10 ton CO₂ per jaar. Vergeleken met een gasgestookte installatie is dat equivalent aan circa 20.000 m³. Voor uitgebreide validatie hiervan is meer data nodig, dit volgt naar verwachting in fase 3.

Naast het analyseren van de testresultaten in de derde fase zijn er nog een aantal punten die we willen optimaliseren bij de aanleg van het systeem. Dit betreft dan met name de manier waarop de bodempluggen aan de dam-wanplanken kunnen bevestigen. In deze fase hebben we de 'klief' steeds op de damwandplank gelast (Hierin is de bodemplug verankerd en dit zorgt ervoor dat deze onbeschadigd blijft bij het trillen). Wij willen echter naar een sneller systeem en denken aan een bevestiging middels pistoolbouten. Hierbij kan men nog sneller en veiliger het systeem aan de plank bevestigen. Hetzelfde geldt voor de bevestiging van de buis aan de plank. Daar hebben we nu strips voor gebruikt, maar ook daar willen we in optimaliseren, omdat dit laswerk tijd kost. Ook het afrollen van de bodempluggen vraagt, met name bij koud weer, om ontwikkeling van een afrolhaspel.

Zoals eerder benoemd willen we het systeem gaan toepassen bij het conditioneringssysteem van een ophaalbare brug. Voor de renovatie van de brug is er een duurzaamheidsvraag met een daarbij behorend budget beschikbaar gesteld. Het voordeel hiervan is dat het systeem bij het kunstwerk hoort en daarmee is er geen derde partijen benodigd voor de exploitatie van het systeem, hetgeen in de eerste fase van de markintroductie nog niet als wenselijk wordt gezien. Door de systemen op dit soort kunstwerken als eerste in de markt te zetten, kunnen we het zeer snel implementeren en meer kennis van het systeem uit de praktijk halen. Daarna zal een introductie op grotere schaal plaatsvinden. Hiervoor wordt reeds naar mogelijkheden gezocht.

Gedurende de afgelopen fase is gebleken dat we alle kennis in de vorm van de huidige partners aan boord hebben. Dus de samenwerking tussen IF Technology en Vialis en de onderaannemer DUBO-techniek. Maar ook de samenwerking met de aannemer die ons was toegewezen, De Vries Werkendam, is zeer voorspoedig verlopen. Binnen het Volker-Wessels concern zijn eveneens partners betrokken welke dergelijke werkzaamheden reeds in fase 1 hebben uitgevoerd. Dit betreft o.a. Volker Staal en Funderingen.

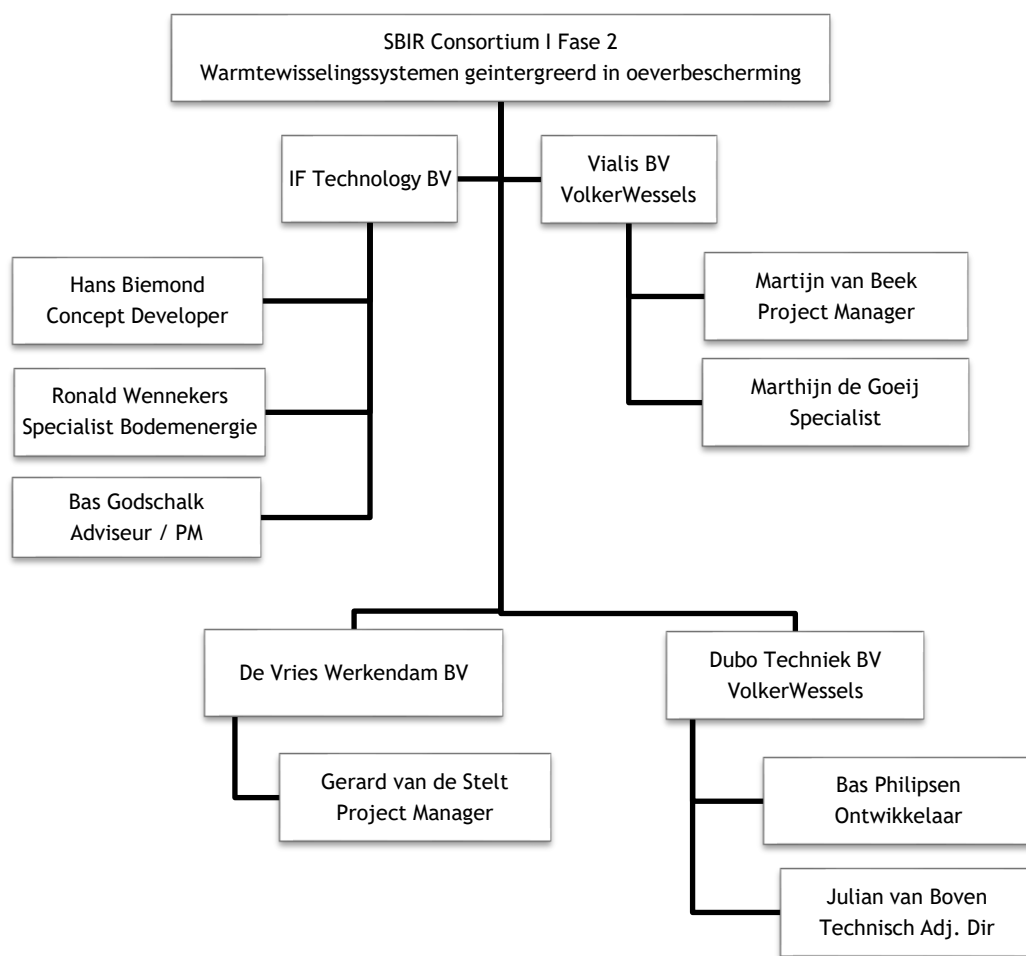
De wet en regelgeving voor het plaatsen en in bedrijf hebben van gesloten bodemenergiesystemen is grotendeels toereikend. Al zijn bepalingen omtrent boorgatafdichting niet uitvoerbaar gezien de verdringende methode die bij het intrillen wordt gebruikt. Mogelijk is hier in de toekomst een aanvulling op het wettelijk kader nodig.

In voorliggend document is een chronologisch verslag van de werkzaamheden opgenomen.

2 Uitvoering van het Project

2.1 PROJECTORGANISATIE

De projectorganisatie is weergegeven in Figuur 2.1. Daarnaast is medewerking verleend door meerdere partijen, zie onderstaande opsomming.



Figuur 2.1 organigram

- Vialis [Partner in dit project] is verantwoordelijk voor het projectmanagement en de organisatie van de (fysieke) realisatie van het prototype. Vialis is het eerste aanspreekpunt voor de opdrachtgever, en verantwoordelijk voor de coördinatie van alle werkzaamheden, inclusief die van de projectpartners en eventuele onderaannemers.
- IF Technology, [Partner in dit project], is ingenieursbureau en de kennisdrager op het gebied van het ontwerp van bodemenergiesystemen. IF heeft het systeem gedimensioneerd, en voert metingen uit en toont de prestaties van het systeem aan.

- Dubo installatietechniek [onderaannemer] heeft het fysieke systeem van leidingen, warmtepomp, afgifte-units en bijbehorende apparatuur geïnstalleerd.
- De Vries Werkendam [Uitvoerder]. Uitvoerder van de kaderrenovatie op de testlocatie in Waddinxveen.
- Gemeente Waddinxveen [Stakeholder]: Verlenen van een omgevingsvergunning voor het plaatsen van de testlocatie (Xavier Leenheer).
- Provincie Zuid-Holland; [SBIR-opdrachtgever] Rob Weeda, algehele coördinatie, Raymond van Gernerden

2.2 FASERING

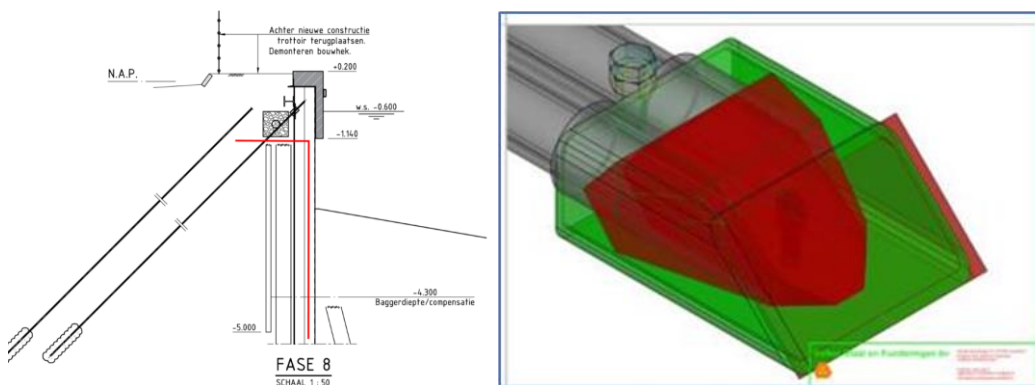
De uitvoering van fase 2 is te verdelen in een viertal processtappen:

1. **Voorbereiding**, ontwerp, afstemming, aanvraag vergunningen
2. **Realisatie ondergronds**, aanbrengen verticaal en horizontaal leidingwerk
3. **Realisatie bovengronds**, testopstelling
4. **Testen en inbedrijfstellen**, inregelen testlocatie start van de testperiode

2.2.1 Ontwerp

Het begin van fase twee is gestart met de voorbereiding van testopstelling, deze periode heeft van november 2019 tot januari 2020 geduurd. Naast dit ontwerp hebben we nog een extra test uitgevoerd met het inbrengen van een bodem lus.

Tijdens de start van het ontwerp heeft de PZH aangegeven welke locatie zij ter beschikking konden stellen om de proefopstelling te kunnen realiseren. Deze locatie zou zich bevinden naast de Hefbrug in het centrum van Waddinxveen. Deze locatie was onder andere gekozen omdat er werkzaamheden in het traject Boskoop/Waddinxveen gedurende het jaar 2020 gerealiseerd zouden worden door de uitvoerder (De Vries Werkendam) en dat zou mooi aansluiten met de realisatieperiode van SBIR. Er is er voor gekozen om aan de Zuid-West kant van de brug de opstelling te plaatsen.



Figuur 2.2 detail kademuur en de 'klief'/'schoen' met daarin de bodemlus.

Nadat de locatie bekend was, zijn er vooral gesprekken gevoerd met de uitvoerder, waarbij de nadruk lag op het aanbrengen van het leidingwerk. Niet alleen omdat het team moest 'meeliften' op hun werkzaamheden, maar ook vanwege de kennis en expertise van deze partij. De aannemer had al een groot stuk kademuuren gerenoveerd ter hoogte van Boskoop en kon het team adviseren in

de wijze waarop de bodemplussen in de kademuren konden passen. Omdat de locatie vastgelegd was, betekende dit ook een zeer nauwkeurige afstemming in planning realisatie en uitvoering; de aannemer zou slechts drie dagen bezig zijn met damwanden aan te brengen op de locatie die het team was toegewezen.

Tegelijkertijd is IF Technology begonnen met een studie naar de bodemopbouw op de locatie, hierbij zijn eerdere aannames van de voorgaande fases getoetst. Ook andere ontwerp gerelateerde zaken zoals vergunningen en KLIC-meldingen zijn aangevraagd en meegenomen in het ontwerp

Voor het aanbrengen van de leidingen was er maar een klein tijdsvenster beschikbaar. Dat betekende concreet dat de leidingen in 1 keer goed geplaatst moesten worden. Dit was cruciaal voor verdere uitvoerbaarheid van Fase 2. Hoewel er in de vorige fase 1 van SBIR reeds testen met damwandplanken en leidingen succesvol waren uitgevoerd, hebben we nog een set tests uitgevoerd in november 2019. Deze testen zijn uitgevoerd in Boskoop waar we een viertal lussen met verschillende montagethoden succesvol hebben getest.

Eind december was het ontwerp van de testlocatie gereed. Met de informatie van IF technology heeft Dubo techniek een ontwerp gemaakt in een testlocatie die door Vialis was ontworpen. Hierbij is een 3d render gemaakt de testlocatie zodat deze gebruikt zou kunnen worden voor een omgevingsvergunning aanvraag bij de Gemeente Waddinxveen.

2.2.2 Realisatie ondergronds

Deze fase vond plaats van januari tot april. In deze fase is er naast de voorbereidingen van de testlocatie ook al stuk realisatie uitgevoerd. Het ging hier om het aanbrengen van de bodem-lussen en het verbindende leidingwerk.

Eind december zijn de gesprekken gestart inzake de vergunningen. Het systeem was ontworpen en we hadden alle informatie om te komen tot vergunningaanvraag. Voor het leidingwerk aan de waterkant is de aanvraag afgehandeld via de PZH in overleg met het waterschap door IF technology. Omdat het hier een klein gesloten bodemenergiesysteem betreft, was een vergunningaanvraag hiervoor niet nodig.

Voor de plaatsing van de testlocatie was dit wat anders, zeker omdat de beoogde locatie op een prominente plek in Waddinxveen was voorzien. De gemeente gaf aan graag de innovatie te willen faciliteren, maar stelde wel een extra eis aan de uitvoering van de testopstelling. Vanwege de locatie stelde men dat de testlocatie (de test unit) een duidelijk duurzame uitstraling moest hebben en moest opgaan in zijn omgeving. In samenwerking met de PZH heeft Vialis een voorstel gedaan waar de gemeente mee akkoord ging. Er is een omgevingsvergunning verleend voor half jaar, met de mogelijkheid tot verlening.

Hier zit dan ook het raakvlak met de prolongatie van de test in SBIR-Fase 3; de PZH heeft aangegeven dat zij dat graag willen, echter we hebben daar ook nog toestemming voor nodig van de gemeente. Deze verlenging hebben we nog niet bevestigd gekregen.

Na het verlenen van de omgevingsvergunning is Dubo techniek begonnen met het ombouwen van de testcabine in hun werkplaats. Hiertoe zijn alle componenten van de warmtepompregeling geïnstalleerd.

Volgens het schema van de aannemer zijn de damwandplanken eind februari langs de kade ter hoogte van de testlocatie geplaatst. Omdat de damwandplanken vlak bij brughoofd moesten komen en er nog fundamenteën van een eerdere brug en kade op de bodem lagen, zorgde dit voor extra complicaties en duurde het plaatsen van de planken uiteindelijk 3 dagen langer. Van tevoren zijn de gevaren van dit puin besproken met de uitvoerder en vandaar dat we de maximale hoeveelheid leidingen binnen ons toegewezen stuk mee de grond in hebben getrild.

De damwandplanken zijn vanaf een werkschip in de kade getrild. De planken het dichtst bij de brug zijn geperst omdat zo de trillingen voor de omgeving tot een minimum te beperken. De damwandplanken (17 meter lang) lagen opgestapeld in het ruim van het werkschip. Voordat een plank aangepikt werd, werden de klief op de plank gelast en de leiding werd met een paar strips gefixeerd. Tijdens deze werkzaamheden was er steeds iemand van het consortium aanwezig.



Figuur 2.3 Voorbereiden en plaatsen van de damwandplanken

IF Technology had berekend dat we met een set van werkende 12 leidingen voldoende capaciteit hadden om een functionele testopstelling te realiseren. Uiteindelijk zijn er van de 16 ingebrachte lussen, 15 bruikbaar gebleven.

Eind mei is er door de aannemer, namens de PZH, een aanvraag gedaan bij Stedin voor een energieaansluiting. Een eerder idee om de energie aansluiting te realiseren vanuit de hefbrug werd als te risico vol gezien. Hierdoor is de start van de testperiode vertraagd.

2.2.3 Realisatie bovengronds

Deze periode heeft betrekking op de maanden mei tot aan juli 2020. In deze periode werden de lussen getest de testcabine geplaatst en beiden systemen werden aangesloten.

Nadat de damwandplanken met lussen waren ingetrild bleken 15 van de in totaal 16 lussen intact. Naast deze fysieke controle moest er ook nog een druktest worden uitgevoerd om te kijken of de bodemlussen inderdaad over de gehele lengte lekvrij waren en van voldoende sterkte. Deze druktest is voor elke lus afzonderlijk uitgevoerd. Bij deze test wordt de ene zijde van de lus afgesloten terwijl er op de andere zijde middels een compressor druk op gezet. Deze druk (8 bar) wordt gedurende een bepaalde tijd vastgehouden en gemeten via een manometer.

Begin juni heeft Dubo de testcabine met daarin de warmtepompopstelling in Waddinxveen geplaatst. In dezelfde week is de buitenkant van de testcabine zoals was afgesproken met de gemeente Waddinxveen verder aangekleed met gerecycled steigerhout. Later in de maand zijn de leidingen boven de grond verbonden en het gehele systeem is nog een keer een druktest ondergaan.



Figuur 2.4 druktest leidingwerk en transport testunit

Eind juni was de kade afgewerkt, de deksloof lag weer terug op de kademuur en de stoep was weer bestraat. In die tijd heeft Vialis de binnenzijde van de cabine verder ingericht zodat er ook publiek kan worden ontvangen voor de eindpresentatie van het SBIR-project. In de tussentijd zijn er verschillende geïnteresseerde buurtbewoners langs geweest voor een kop koffie en uitleg. Uiteraard met inachtneming van de COVID-19 regels.

2.2.4 Testen en inbedrijfstellen

Deze periode was gepland om in te gaan na de plaatsing van de testcabine in juli 2020. Echter, Stedin gaf aan de eerder afgesproken planning niet na te kunnen komen. Er is vanuit de kant van de aannemer, PZH en Vialis meerdere pogingen gedaan om de datum zo kort mogelijk op de eerste te houden, maar uiteindelijk was de stroomaansluiting pas op 25 augustus gerealiseerd. In de eerste week van september was de cabine pas voorzien van elektriciteit. Hierdoor is de start van de testperiode 2 maanden vertraagd. Helaas waren dit ook twee extreme maanden qua weer (hittegolf), hetgeen een ideale situatie zou zijn om koudelevering met het systeem grondig te testen.

Er is nog nagedacht over een tijdelijke oplossing in de vorm van een aggregaat, echter die optie viel af omdat de buurtbewoners blij waren dat ze van de herrie van de kaderrenovatie af waren en daarnaast past een diesel aggregaat niet echt in het kader van de renovatie. De zonnepanelen op het dak konden helaas ook niet worden gebruikt, omdat deze op basis van saldering waren ontworpen; die bufferen dus op het elektriciteitsnet. We hebben nog even overwogen om er dan accu's te plaatsen, maar volgens de wetgeving mogen deze niet in dezelfde ruimte opgesteld worden, onder andere vanwege de vorming van waterstof bij het laden van accu's.

Nadat de elektra was aangesloten is het systeem gevuld met 600 liter water. Nadat het systeem was opgestart bleek al snel dat het systeem functioneerde, te goed zelfs. De cabine werd dusdanig snel gekoeld en verwarmd dat het systeem bijna continu uitstond. Hierop zijn we gestart met experimenteren in deellastbedrijf (de warmtepomp is regelbaar) en met een deel van de bodemlussen. Wat kleine opstartproblemen zijn uit het systeem gehaald en eind september zijn de eerste tests gestart.



Figuur 2.5 Testopstelling en interieur testunit

Voor een goede duur test echter is het noodzakelijk om ook aankomend jaar de testen door te laten gaan, zodat we kunnen zien wat er gebeurt met de bodem. Sinds week 48 zijn de eerste duurtesten opgestart. Deze zullen als het goed gaat doorlopen tot minimaal juli 2021.

In juli is er een interview gegeven door PZH en Vialis en verwerkt tot een tussentijdse promotiefilm. Deze film is o.a. gedeeld op de site van PZH en Youtube¹.

¹ https://www.youtube.com/watch?v=1L_f5-YGAYw

3 Inhoudelijke bevindingen

Door gebrek aan een langdurige testperiode heeft dit hoofdstuk niet de volledigheid die we aanvankelijk hoopten te kunnen delen. De volledige data-analyse van het energiesysteem komt mogelijk op een later moment beschikbaar als de test langer heeft kunnen draaien.

3.1 BIJDRAGE AAN HET MAATSCHAPPELIJK VRAAGSTUK

Het onderzoek heeft zich gericht op het onderzoeken van de haalbaarheid van het combineren van bodemlussen met de aanleg van stalen damwanden. En hiermee een nieuwe fossielvrije warmtebron voor de omgeving beschikbaar te maken. De komende jaren worden honderden kilometers kademuur vervangen, vaak in bebouwd gebied. Hierdoor liggen er veel kansen voor verduurzaming.

Uit het onderzoek blijkt dat het technisch mogelijk is om bodemlussen aan damwanden te bevestigen en ze met een hoge succesratio te kunnen plaatsen. De maatschappelijke wens is om zoveel als mogelijk CO² te besparen. Deze werkwijze kan hieraan een bijdrage leveren.

3.2 TECHNISCH PERSPECTIEF

Zo ver we het systeem nu hebben kunnen testen is gebleken dat het systeem zich naar verwachting gedraagt. Omdat de lussen een relatief groot aandeel horizontaal leidingwerk hebben én deels blootgesteld worden aan het oppervlaktewater verwachten we relatief sterke seizoensinvloeden. Hierbij moet blijken in hoeverre een watergevuul systeem (zonder glycol toevoeging) betrouwbaar kan functioneren.

Buiten het ‘proof of concept’ dat de installatie kan werken en de testunit kan koelen en verwarmen is er nog maar weinig betrouwbare data beschikbaar over de rendementen. De eerste resultaten zijn positief maar eenvoudigweg te kortstondig gemeten om conclusies aan te verbinden. Hierover hopen we in de nabije toekomst meer te weten te komen.

Het systeem is feitelijk een samenstel van twee systemen, namelijk een warmtepomp gedeelte en het bodemlussensysteem. Het warmtepompconcept bestaat al geruime tijd, wordt veelvuldig toegepast en kan beschouwd worden als een ‘proven technology’. Het innovatieve onderdeel van de installatie is het bodemlussensysteem in combinatie met een damwand. Het gaat dan niet om de eigenschappen van het bodemlussensysteem, dit is standaard materiaal dat gebruikt wordt in reguliere gesloten bodemenergiesystemen.

Het innovatieve gedeelte van het concept is dus terug te voeren op de wijze waarmee het lus systeem in de grond wordt gebracht en diens locatie.

Om bij dat laatste te beginnen; een oeverbescherming is een gebied waar je normaal niet zomaar een leiding in mag aanbrengen, vanwege de waterkerende eigenschap van de oeverbescherming. Dit argument vervalt als men tijdens de renovatie de leiding mee de grond in brengt, op dat moment zijn er geen extra grondroerende activiteiten die de constructie zouden kunnen verzwakken. Doordat de bodemwarmtewisselaar en kademuur een integraal geheel zijn en gelijktijdig worden aangelegd. Het enige (technische) risico waar de bodemlus aan wordt blootgesteld is dat deze zelf bij het aanbrengen van de damwandplank beschadigd. Dit risico is te ondervangen door een aantal reserve leidingen mee te trillen en daar rekening mee te houden in het ontwerp. Daarnaast kunnen beschermende maatregelen worden ontwikkeld wanneer teveel

leidingen beschadigd raken. Op de testlocatie was veel puin aanwezig, desondanks bleven bijna alle leidingen intact. De leiding die uiteindelijk onbruikbaar bleek beschadigde door de stalen montagebeugels en niet door het intrillen an sich.

Alle hoofdcomponenten van systeem zijn 'off the shelf' producten of eenvoudig te produceren. Hierdoor is expertise en materieel beschikbaar dat reeds wordt ingezet bij andere warmtepompsystemen. Wij gaan er vanuit dat het wettelijk kader voor gesloten bodemenergiesystemen ook hiervoor geldt. En evenals bij de aanleg van een bodemenergiesysteem bij een woonhuis, zullen er vooraf eerst een aantal zaken moeten worden bestudeerd. Wel dient men bij waterkeringen en dus bij de studie van de bodem (samenstelling bodempakket) zich er zeker van te zijn dat er geen lekkage kan ontstaan door het doorboren van scheidende lagen tussen aquifers. Echter, dit kan vrij eenvoudig meegenomen worden in de bodemstudie en is voor een geoloog geen moeilijk te beantwoorden vraag, zoals ook tijdens onze fase is gebleken. Samengevat zijn er tijdens de aanleg geen nieuwe zaken naar boven gekomen ten aanzien van het rapport dat hebben opgesteld aan het eind van Fase 1.

3.2.1 Technische eisen

Alle technische eisen aan het prototype die opgesomd zijn in het 'WGO-projectplan' paragraaf 2.3.1 kunnen positief beantwoord worden:

- ✓ Het prototype moet gebruik maken van standaard damwandprofielen.
- ✓ Het prototype moet een ruimte kunnen verwarmen en koelen door warmte uit de bodem te onttrekken en terug te leveren gedurende een periode van tenminste een jaar.
 - Om dit aan te tonen is een langer testperiode nodig. Echter zijn er momenteel geen aanwijzingen die langdurig functioneren belemmeren.
- ✓ Het prototype moet voldoen aan de Nederlandse wetgeving met betrekking tot het onttrekken en leveren van warmte aan de bodem.
- ✓ Het prototype moet hiervoor temperatuursondes ter beschikking hebben om te kunnen valideren dat er aan deze wetgeving wordt voldaan.
- ✓ Het prototype met bijbehorend testplan moet binnen het aanbiedingsbedrag te realiseren en uit te voeren zijn.
- ✓ Het prototype moet uitgerust zijn met een omkeerbare warmtepomp.
- ✓ Vanwege het testplan zal de warmtepomp van het modulerende type moeten zijn, zodat er verschillende lusconfiguraties kunnen worden getest.
- ✓ Alle warmtelussen kunnen afzonderlijk aan het systeem worden gekoppeld.
- ✓ Het systeem als een geheel én elke lus afzonderlijk moet getest kunnen worden op lekkage.

3.3 ECONOMISCH PERSPECTIEF

Aan het eind van fase 1 van dit project hebben wij de volgende stelling gerapporteerd: “dit systeem concurreert niet met bestaande warmtebronsystemen vanwege zijn locatie”. De kademuur of de oeverbescherming is een gebied dat normaal niet benut kan worden. Daardoor zien wij deze techniek als complementair aan bestaande technieken, ook combinaties zijn goed mogelijk.

Bestaande technieken zoals open WKO systemen en gesloten bodemwarmtewisselaars zijn beproefd en worden breed ingezet. Met name open systemen zijn zeer geschikt voor grote installaties en in stedelijke nieuwbouw een populaire keuze. Echter hebben deze systemen ook een forse omgevingsimpact en is een behoorlijke schaalgrootte vereist om economisch haalbaar te zijn.

Daar staat tegenover dat de wijze waarop de lussen de grond in worden gebracht tegen zeer lage kosten mogelijk zijn. Dit maakt het ook mogelijk kleinere installaties aan te leggen, denk bijvoorbeeld aan het gasloos maken van bestaande lintbebouwing langs vaarwegen. Daarnaast is maar een fractie van de energie en uitstoot benodigd ten opzicht van reguliere boortechnieken.

In voorkomende gevallen zijn reguliere bodemlussen wel interessant maar zijn er technische of juridische belemmeringen om deze te installeren. Bijvoorbeeld bij compacte bebouwing aan de waterzijde (dorp, stad) en bescherming van de kademuur, ankers en funderingen. Hiermee concurreert dit nieuwe concept dan ook niet met bestaande systemen, het is juist een aanvulling op het reeds bestaande assortiment door gebruik te maken van ruimte die voorheen niet benut werd (of kon worden). Wij zien hier kansen voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw.

In stedelijk gebied zijn vaak al veel open bodemenergiesystemen (WKO) aanwezig, deze benutten de diepe ondergrond (vaak 50>m-mv). Deze techniek kan juist de ondiepe ondergrond benutten in combinatie met het oppervlaktewater.

Met het realiseren van dit eerste prototype is nog geen betrouwbare informatie beschikbaar over een marktprijs van een dergelijk systeem. De testopstelling is binnen budget aangelegd zonder bijkomende onverwachte kosten. Echter zijn er nog veel optimalisaties denkbaar en was de test zeer beperkt in omvang. Bovendien is de spreiding van eenheidsprijzen voor de alternatieve technieken groot en is er geen eenduidig referentiekade dat hanteerbaar is voor een economisch vergelijk.

3.4 TOEZICHT, WET.- EN REGELGEVING EN BESCHERMING VAN INTELLECTUEEL EIGENDOM

3.4.1 Toezicht wet- en regelgeving

Zie ook paragraaf 2.2.2. Hiering zijn zaken benoemd met betrekking tot het aanvragen van vergunningen en andere aan wetgeving gerelateerde zaken. Verdere raakvlakken met wetgeving en bevoegd gezag die gedurende de test periode naar voren zijn gekomen betreffen:

- Beheerder van de waterweg; melding van de activiteiten.
- Gemeente Waddinxveen; aanvraag van een tijdelijk omgevingsvergunning voor het plaatsen van de proefopstelling.
- Kadaster; KLIC-aanvraag.
- Stedin; aanvraag voor een elektra aansluiting.

Gesloten bodemenergiesystemen 70> kW zijn meldingsplichtig. De testinstallatie heeft een maximaal vermogen van circa 6 kW.

“Indien het totale systeem een groter vermogen heeft dan 70 kW, en/of binnen een interferentiegebied ligt, dan dient een omgevingsvergunning beperkte milieutoets te worden uitgevoerd.”

Omwonenden

Er is tijdens het project contact met Vialis opgenomen door de gemeente Waddinxveen. De projectleider openbare ruimte vroeg weken nadat de testcontainer geplaatst was, op welke wijze wij de omwonende hebben geïnformeerd over het SBIR-project. Er is geantwoord dat er op de kopse kant van de keet een groot informatie bord is geplaatst voor het publiek dat zichtbaar is vanaf de weg. Tevens is gemeld dat we geïnteresseerde mensen ook hebben ontvangen met een korte mondelinge toelichting op het project.



Figuur 3.1 Informatiebord op de testunit

3.4.2 Bescherming van intellectueel eigendom

In de eerste fase is aangegeven dat er wordt afgezien van een octrooi aanvraag voor het concept. Er zijn meerdere redenen om hiervan af te zien. De meest voor de hand liggende reden kan worden beschreven met deze SBIR-uitvraag. Van de 10 inschrijvers was er nog een partij, Crux, die ook bodemwarmte gebruikt voor een conditioneringssysteem. Het feit dat twee verschillende bedrijven met een bodemwarmtewisselingssysteem in een wedstrijd naar voren komen is niet verwonderlijk.

De beperking voor het toepassen van een warmtewisselingssysteem in een druk bevolkt land als Nederland komt steeds vaker naar voren. Een dergelijk systeem heeft ook onder de grond een bepaalde minimale ruimte nodig met voldoende afstand tot andere soortgelijke systemen. Die is er niet altijd en daarom is het begrijpelijk dat men gaat zoeken naar de nog niet gebruikte ruimtes, zoals kademuren en oeverbescherming. Wel is het zo dat ons concept wezenlijk verschilt met dat van Crux.

Ons concept is ingestoken vanuit de maximale eenvoud en een minimale impact van het bestaande installatie proces van de damwandplanken. Dit is ook direct het manco als men dit ziet door de bril van product bescherming; zodra iemand het een keer ziet, kan men het zelf reproduceren. Toch denken wij daar een technische voorsprong in te hebben ten opzichte van partijen die dit concept zouden gaan willen kopiëren. Er zijn haast twee jaar verstreken sinds dat dit concept bedacht is en met name de exacte wijze waarop de slangen de grond in worden geleid, dit hebben we ontwikkeld door al heel vroeg te gaan testen, zelfs in fase 0 van SBIR hebben we al de eerste tests gedaan. Een belangrijk deel zit in de wijze waarop de klief ontworpen is, de locatie op de plank in combinatie met het type slang. Deze informatie is niet duidelijk door ernaar te kijken. Bij publicaties naar de buitenwereld zorgen wij ervoor dat dit principe niet in beeld komt.

In fase drie gaat de test in Waddinxveen door, hierdoor kan IF Technology binnen een jaar de empirische data van het systeem staven aan de bestaande modellen, waardoor de systeemeigenschappen exacter te voorspellen zijn. Daarnaast zijn komende projecten zoals de conditionering van de technische ruimtes bij een beweegbare brug, een unieke kans om kennis van het systeem op te doen. Hierbij liften we mee om de ambities die (lokale) overheden die mee willen financieren in de ontwikkeling van deze innovatie.

Binnen het Volker-Wessels concern is een flink marktaandeel t.a.v. oeverbescherming in handen. Zowel wat betreft ontwerp als realisatie. Hierdoor heeft dit consortium een goede start als het gaat om de integratie en ontwikkeling van de techniek zonder dat deze informatie vrijelijk toegankelijk is.

Met deze factoren gezamenlijk hopen wij een voorsprong te behouden op eventuele concurrerende partijen.

4 Conclusies en commerciële vooruitzichten

4.1 COMMERCËLE VOORUITZICHTEN

Nu bodemlussen aan damwanden succesvol zijn aangebracht, is het belangrijk om het systeem goed te testen in zowel een koude, als een warme periode. Hierdoor kan het totaalrendement van het systeem worden bepaald. Het feit dat het technisch succesvol mogelijk is om bodemlussen op deze bijzondere locatie, zonder grote extra inspanning in te brengen, geeft mogelijkheden in de bouwsector om verder te verduurzamen. Een kwantificering van de stikstofreductie kan mogelijk bijdragen om de haalbaarheid verbeteren, nu bouwprojecten aan strenge stikstofeisen moeten voldoen.

We schatten de commerciële vooruitzichten daarom positief in. Zeker als het concept door grote uitvoerders wordt omarmd. Belangrijk zal zijn om de voordelen van CO₂-besparing en stikstofreductie af te zetten tegen de extra inspanning die geleverd moet worden.

Bovendien is het van belang om in ons netwerk partijen te vinden die een project hebben dat geschikt is voor toepassing van deze techniek én die de durf hebben om met een nieuw concept in zee te gaan.

4.2 TECHNISCHE BELEMMERINGEN

De eerste praktijk testen van het bodemlussensysteem zijn al in fase 0 van de SBIR-opdracht gestart. Bij deze testen is de aandacht direct uitgegaan naar de wijze waarop de leidingen op een zo eenvoudig mogelijke manier de grond in te krijgen zijn. Sinds die tijd zijn er heel veel concepten getest en hebben er veel optimalisaties plaatsgevonden. Toch zijn er nog een aantal punten die verbeterd kunnen worden.

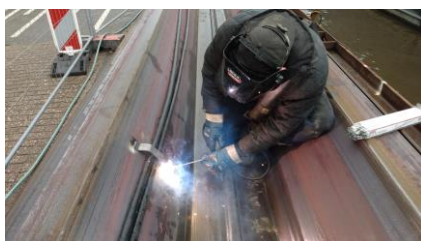
4.2.1 Laswerk van de Klief

Bij alle testen is de klief steeds op de damwandplank gelast. Omdat de damwandplanken gestapeld aangevoerd worden, kunnen deze klieven niet al in de fabriek op de damwandplank gemonteerd worden. Daarom moet dit laswerk op locatie gebeuren. In het geval van de test in Waddinxveen, gebeurde dit in de boot die de planken aanvoerde en monteerde. Dit laswerk neemt ongeveer 3 minuten in beslag, daarnaast moet het geheel ook nog twee minuten koelen voordat de leiding erin gestoken kan worden.

Hoewel 5 minuten niet echt lang klinkt, moet er toch gekeken worden of deze handeling sneller kan. Het proces van de damwandplanken inbrengen op de boot verloopt volgens een vast patroon. De lasser heeft daarbij ook de taak om vanuit de boot het trilproces van de vorige plank te bewaken. Ieder minuut dat hij iets anders moet doen, stagneert het proces in zeker mate. In het vervolg willen we de mogelijkheid bekeken om de klief aan te brengen via zogenaamde pistoolbouten. Dit zijn stalen pen verbindingen die door een speciaal pistool dwars door ijzer heen geschoten worden.

4.2.2 Fixatie op de plank

De leidingen die grond in gaan hebben niet meer dan de klief zelf nodig. De leiding wordt in de klief vastgezet en de plank trekt hem met het trillen mee de grond in. De leiding hoeft geen contact te maken met de damwandplank, maar moet wel bij het intrillen met de plank mee naar beneden bewegen. Anders gezegd, het werkt niet door een haspel leidingwerk naast de plank te leggen en dat deze zichzelf afwikkelt. Vooraf hadden wij bedacht dat de slang door een extra persoon met de plank de grond in 'gevoerd' kan worden. Dit heeft echter als nadeel dat er iemand in de buurt van het trilblok staat, hetgeen niet gaat in verband met de veiligheid. Daarom zijn de leidingen bij de laatste tests steeds gefixeerd op 3 à 4 punten op de plank middels een stalen strip. Ook hier kan het laswerk worden voorkomen door pistoolbouten toe te passen. Bovendien dient het ontwerp van de beugels verbeterd te worden zodat de kans op beschadiging van de leidingen afneemt.



Figuur 4.1 laswerk aan de beugels, tijdrovend en risico op hittede schade aan de leidingen.

4.2.3 Leidingwerk

Op dit moment is er gebruik gemaakt van speciaal voorbereide warmtesondes, waarbij de twee leidingen aan het eind met een gietstuk aan elkaar bevestigd zijn. Dit gietstuk zorg ervoor dat de leiding versterkt wordt aan de kant waar hij de grond in gaat. Deze oplossing is duur; een lussenleiding kost €222 per stuk en ze worden geleverd in standaardlengten van 50 meter. Omdat het leidingwerk maximaal 20 meter hoeft te zijn en de kosten €0,50 per meter is, zouden de kosten van 1 bodemlus niet meer dan €10 plus €6 voor een koppelstuk moeten kosten. De klief is zo ontworpen dat er geen sterke voorkant van de leiding nodig. In de test bij Boskoop is er een dergelijke leiding succesvol de grond in getrild. Deze testen willen we herhalen om zo de kosten van de lussen minimaal te houden. Daarnaast kunnen de lussen bij meer schaalgrootte op maat besteld worden, daarmee voorkomen we transport, resten en kosten.

4.3 ECONOMISCHE BELEMMERINGEN:

Als dit systeem wordt vergeleken met een standaard warmtepomp/bodemlus combinatie dat bij een woonhuis geplaatst wordt, dan kunnen de investeringskosten vrij eenvoudig berekend worden. De kosten van de warmtepompinstallatie zullen gelijk zijn, omdat dit component voor beiden oplossingen gelijk is. Het verschil in de installatie is uiteraard het bodemlussensysteem. Bij een standaard warmtepomp kost het aanbrengen van een individueel bodemlus systeem 3-5 duizend euro. De kosten van dit concept zijn met name afhankelijk van de hoeveelheid en complexiteit van de horizontale leidingen. Het plaatsen van de lussen kost naar schatting slechts 1/3^e van de boorkosten van een regulier systeem.

In sommige gevallen zal deze installatie zeker kosteneffectief zijn, in andere gevallen zullen de totale installatie kosten van een standaard systeem en dit nieuwe concept elkaar niet ver ontlopen.

Het systeem moet echter niet als concurrent worden gezien ten aanzien van bestaande warmtepomp systemen. Immers, er wordt een ruimte benut die doorgaans niet benut kan worden. Deze systemen zullen dan ook in een aantal gevallen worden toegepast als er helemaal geen keuze mogelijk is, omdat het te conditioneren gebouw geen andere mogelijkheid heeft om een bodemlussensysteem aan te leggen.

4.4 ORGANISATORISCHE BELEMMERINGEN:

Gedurende het SBIR project is er geen noodzaak geweest om expertise van buitenaf in te huren. De samenwerking met De Vries Werkendam als externe aannemer heeft wel bijgedragen aan specifieke kennis van de omgeving. Echter, binnen de werkmaatschappij van Volker-Wessels zijn er ook aannemers die soortgelijk werk uitvoeren. Een aantal daarvan hebben in een eerder stadium ook al meegeholpen aan het uitvoeren van de eerste tril testen.

Belangrijk aandachtspunt om het concept succesvol te introduceren is om te zorgen dat de potentie van energie die geleverd kan worden vanuit de damwanden op nuttige wijze wordt aangewend richting gebruikers van warmte en/of koude. Daarbij is het van belang partijen die belast zijn met het beheer van kademuren te attenderen op deze techniek. Het herstel van kademuren is in de regel niet gecombineerd met een energieopgaaf. Hierbij zullen opdrachtgevers vanuit een integrale visie hun werk in de markt moeten zetten en moeten zorgen dat de warmte ook afgenomen kan worden.

5 Financiën

Reeds in Fase 1 is Fase 2 begroot. Op basis hiervan zijn de budgetten binnen het consortium verdeeld.

In Fase 2 hebben we de geraamde werkzaamheden conform begroting kunnen uitvoeren. Aanvullende inspanningen ten gevolge van vertraging, COVID 19, media en troubleshooting resulteren in een aanvullende in kind bijdragen van de betrokkenen in het project en worden niet verrekend.

5.1 BEGROTING FASE 2

	Totaal in euro	Totaal uren
Kosten van arbeid	€ 57.359	575
Verbruikte materialen	€ 70.131	
Machines en apparatuur	€ 2.108	
Kosten van arbeid van projectpartners	€ 65.164	525
Kosten Derden	€ 6.866	
Kosten leges en vergunningen	€ 7.000	
Offertekosten	€ 17.000	
Risico en onvoorzien	€ 18.514	
Totaal exclusief btw	€ 244.142	
Omzetbelasting (laag)		
Omzetbelasting (hoog)	€ 51.270	
Omzetbelasting (0%)		
Totaal inclusief btw	€ 295.412	

Format Openbare samenvatting SBIR project



Format openbare samenvatting SBIR project

Algemene Gegevens

SBIR oproep	SBIR Energietransitie Vaarwegen	
Projecttitel (gebruik volledige titel)	Warmtewisselingssystemen geïntegreerd in oeverbescherming	
SBIR-projectnummer	SB1EV18002	
Onderneming	Vialis	IF Technology
Postcode van het bezoekadres	Loodsboot 15 3990 DD Houten	Arnhem
Postcode of GIS data van projectlocatie	Zuidkade 1 4741 JA, Waddinxveen Aan de zuid oost kant van de hefbrug	
Contactpersoon	Marthijn de Goeij marthijn.de.goeij@vialis.nl	Hans Biemond h.biemond@iftechnology.nl
In samenwerking met (projectpartners)	Dubo techniek	

Het project

Vialis en IF Technology slaan de handen ineen voor verduurzaming van de aanleg en renovatie van vaarwegen in de provincie Zuid-Holland. Door bodemenergie nabij stalen damwanden te benutten voor huishoudens en industrie ontstaat een nieuwe duurzame energiebron en kan aardgas worden bespaard. Dit levert per kilometer damwand jaarlijks zo'n tien ton CO₂-reductie op. Het systeem is goedkoop in aanleg en nagenoeg onderhoudsvrij. Het is compatibel met bestaande hernieuwbare bronnen én kan worden aangelegd op plekken waar dat voorheen onmogelijk was. Zo dragen de honderden kilometers kade in de Provincie Zuid-Holland straks bij aan een fossielvrije en comfortabel geklimatiseerd Nederland.

Het R&D traject van de testfase

Met het uitvoeren van dit testproject hebben we aangetoond dat het concept werkt. Daarnaast zijn er talloze optimalisaties aan het licht gekomen waar toekomstige toepassingen van kunnen profiteren.

Uitvoerders

Dit project wordt uitgevoerd door een samenwerkingsverband van Vialis bv (onderdeel van VolkerWessels) en ingenieursbureau IF Technology bv. Vialis bv heeft de elektrotechnische kennis binnen de infra- en mobiliteitssector. IF Technology vult dit, als marktleider van Nederland, aan met kennis van bodemenergieopslag en duurzame thermische energietechnieken.

Formulier SBIR Fase 2 eindrapport



BIJLAGE 1 BIJ FORMAT SBIR EINDRAPPORT FASE 2

Om de voortgang en effectiviteit van het instrument SBIR te kunnen monitoren voor de opdrachtgevers heeft RVO.nl de volgende vragen opgesteld. Deze vragen zijn gemakshalve gekoppeld aan het eindrapport en zijn daar een integraal onderdeel van.

SBIR-projectnummer: ...SB1EV18002

1. Het directe effect van de SBIR opdracht: Zonder SBIR opdracht was dit project:

- ☐ Ongewijzigd uitgevoerd ☐ Later uitgevoerd
- ☒ Niet gestart ☐ Uitgevoerd zonder partners
- ☐ Kleiner geweest ☐ Uitgevoerd met andere partners

2. Samenwerking en netwerkvorming

2.1 Vul hieronder voor elk van uw samenwerkingspartners de gevraagde kenmerken in.

Naam samenwerkingspartner	Gevestigd in (land)	Deze partner is bekend / nieuw voor mij	Soort bedrijf (MKB met < 250 werknemers of GRB ≥ 250 werknemers)	Soort kennisinstelling (universiteit, TNO, HBO, MBO of anders)
Vialis (inschrijver)	☐ Nederland ☐ ...	☒ Bekend ☐ Nieuw	☐ MKB ☒ GRB	
IF Technology (inschrijver)	☐ Nederland ☐ ...	☒ Bekend ☐ Nieuw	☒ MKB ☐ GRB	
Dubo intsallatietechniek	☐ Nederland ☐ ...	☒ Bekend ☐ Nieuw	☒ MKB ☐ GRB	
De Vries Werkendam	☐ Nederland ☐ ...	☐ Bekend ☒ Nieuw	☐ MKB ☒ GRB	
Provincie Zuid Holland	☐ Nederland ☐ ...	☐ Bekend ☒ Nieuw	☐ MKB ☒ GRB	

2.2 Verwacht u in de toekomst nog vaker met de in het project betrokken organisaties te werken?

- ☒ Ja, met ☐ bedrijven en/of ☐ kennisinstellingen
- ☐ Nee

3. Bescherming intellectueel eigendom

3.1 Heeft u tijdens het fase 1 of 2 onderzoek het intellectueel eigendom van uw product of dienst beschermd ?

- ☒ nee
- ☐ ja, ik heb patent aangevraagd
- ☐ ja, ik heb kennis geheim gehouden
- ☐ ja, op een andere wijze



3.2 Verwacht u dat u in de toekomst het intellectueel eigendom van uw in fase 2 ontwikkelde product of dienst zal beschermen?

- ☐ nee
- ☐ ja, door het aanvragen van een patent
- ☒ ja, door kennis geheim te houden
- ☐ ja, op een andere wijze

4. Het instrument SBIR.

4.1 Wat vindt u sterke punten van het SBIR instrument?

Het feit dat er naast een onderzoeksfase ook een test fase in de praktijk wordt gefaciliteerd.

4.2 Heeft u nog suggesties voor ons hoe wij SBIR in fase 1 of fase 2 als instrument kunnen verbeteren?

Geen

Vragen over FASE 2

5. Commerciële aspecten en bescherming intellectueel eigendom

5.1 Welke jaaromzet in het ontwikkelde product of de dienst (kunnen ook licentie-inkomsten zijn) verwacht u te realiseren ?

- a. Binnen 1 jaar verwacht ik € .? jaaromzet te realiseren (u kunt ook 'onbekend' invullen)
- b. Binnen 3 jaar verwacht ik € .? jaaromzet te realiseren (u kunt ook 'onbekend' invullen)

5.2 Welk deel van de jaaromzet verwacht u hierbij via export te realiseren?

- ☐ 0%
- ☐ 1-10%
- ☐ 10-40%
- ☐ Meer dan 40%
- ☒ Weet niet

IF Technology **Creating energy**



Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**