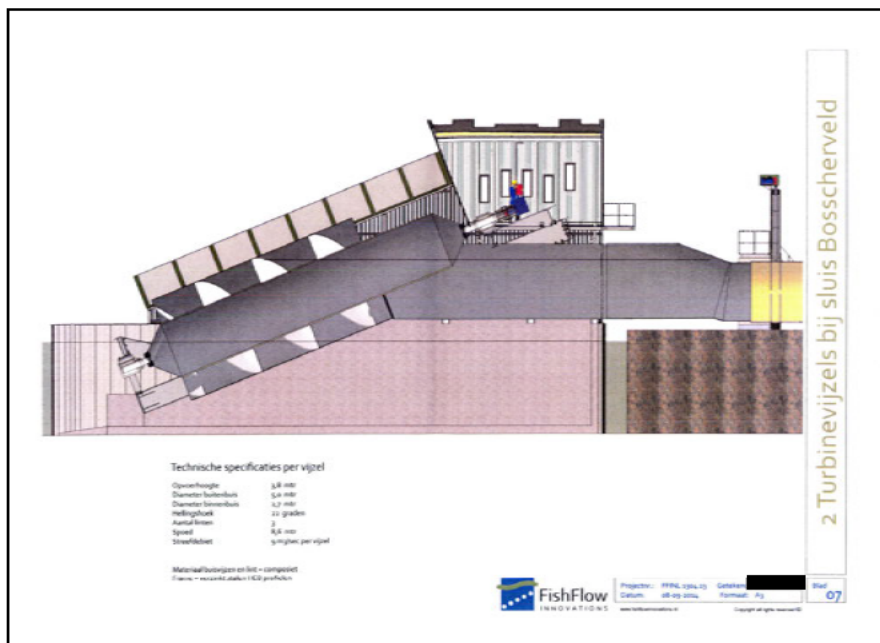


Demonstratieproject

Hoogrendement Visveilige Vijzelturbine van Composiet



een aanvraag in het kader van
de regeling Demonstratie energie-innovatie (DEI)

Ingediend: 4 november 2014

Aangepast: 26 januari 2015

Aanvrager:

Fishflow Innovations BV
Dissel 4
1671 NG Medemblik

Inhoud

1	Managementsamenvatting	4
2	Deelnemers en derden	6
2.1	Deelnemer: Fishflow Innovations BV	6
2.2	Derden: Waterpotentieel, Witteveen + Bos en REOS partners	7
3	Achtergrond.....	8
3.1	Aanleiding en probleemstelling:	8
3.2	Stand van zaken.....	10
4	Doelstelling en resultaat.....	14
5	Projectaanpak en daaraan gekoppeld werkplan.....	15
5.1	Werkpakketen	15
5.2	Risicobeheersing:	16
5.3	Samenvatting werkpakketten	17
5.4	Begroting	17
5.4.1	Totale projectkosten	18
6	Bijdrage aan de Nederlandse economie	19
7	Bijdrage aan verduurzaming van de energiehuishouding en maatschappelijke relevantie	21
8	Mate van vernieuwing en versterking van de Nederlandse kennispositie	22
9	Kennisoverdracht en intellectueel eigendom	22
10	Financiering van het eigen aandeel in de projectkosten	23

0. Openbare samenvatting (1/2-1 pag. max) (o.a. voor publicatie op de website van RVO.NL)

In dit project wordt de werking van een Hoogrendement Visveilige Vijzelturbine van Composiet gedemonstreerd. Plaats van demonstratie is bij de sluis Bosscherveld in de Maas bij Maastricht. De onderscheidende aspecten van deze vijzelturbine:

1. Duurzame opwek uit waterkracht en ecologisch verantwoord, geen CO2 uitstoot
2. Hogere rendementen van 20% of meer dan de reguliere WKC's. De terugverdientijd is daarmee ook 20% sneller;
3. Levensduur van > 50 jaar;
4. Ook bij laag debiet wordt energie opgewekt
5. 100% visveilig
6. Geruisloos zodat geen geluidsoverlast optreedt en geen predatie van de vissen die willen passeren
7. Weinig kosten voor het civiele werk en weinig onderhoudskosten

De vijzelturbine is ontwikkeld door Fishflow Innovations BV uit Medemblik en wordt door haar in samenwerking met Waterpotentieel uit Maastricht en Witteveen + Bos geïnstalleerd en gedemonstreerd.

1 Managementsamenvatting

Achtergrond:

In de markt is ook een veelheid aan kleine waterkrachtcentrales ontwikkeld die parallel aan de rivier bij stuwen en dammen geplaatst kunnen worden. De rendementen zijn echter laag en de benodigde aanpassingen in rivier en landschap zijn toch nog relatief fors. Dit geldt ook voor de aantasting en sterfte van vissen. Daardoor levert plaatsing vaak bij natuur- en milieuorganisaties weerstand op.

Fishflow Innovations BV is gespecialiseerd in visveilige voorzieningen van composiet voor de passage en wering van vis, zoals visveilige gemalen, visveilige axiaalpompen en visveilige koelwaterinlaten. Vanuit deze expertise heeft het bedrijf in de afgelopen jaren een kleine en effectieve composieten waterkrachtcentrale ontwikkeld met zeer goede eigenschappen.

Het betrof een visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet op een schaalmodel voor de opwek van duurzame en volledig ecologisch verantwoorde energie uit waterkracht. Samen met de TU Delft is dit schaalmodel ontwikkeld en getest. De behaalde rendementen waren zeer hoog, meer dan 85% bij het streefdebiet en tenminste 80% bij variabele debieten. Tevens was de turbine 100% visveilig en geruisloos. Er zijn twee patenten aangevraagd en verkregen.

Probleemstelling en doelstelling

Nu staat Fishflow Innovations BV voor de uitdaging om deze composieten vijzelturbine van schaalmodel op ware grootte in een werkelijke situatie te testen en te demonstreren. Doel is om vast te stellen of de nieuwe composieten waterkrachtcentrale de belofte waarmaakt: hoge rendementen, 100% visveilig, ecologisch en duurzaam verantwoord te installeren.

Op die manier kan Fishflow Innovations BV testen en demonstreren dat er een nieuwe innovatieve WKC op de markt is: de visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet die eenvoudig in te installeren en al bij kleine debieten rendabel is. Daardoor kunnen kleine gemeenschappen met deze turbine volledig duurzaam en ecologisch verantwoord in hun energiebehoefte voorzien.

Inhoudelijke aanpak, deelnemers en projectorganisatie

Fishflow Innovations BV zal op basis van bevindingen bij het testen van het schaalmodel de eerste versie van het vijzelturbine daadwerkelijk gaan fabriceren. Tijdens fabricage zullen de strikte procedures voor fabricage van composietonderdelen worden toegepast. De tussentijdse half-fabrikaten zullen beproefd worden om vast te stellen of deze voldoen aan de specificaties.

Tegelijkertijd worden op de locatie van de sluis Bosscherveld alle voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd. Onder hoofdaannemerschap van Fishflow Innovations en begeleid door Ir. Pot van Waterpotentieel en door Witteveen + Bos zal een aantal geselecteerde contractors het benodigde civiele werk uitvoeren.

Zodra alle onderdelen zijn gefabriceerd en goed bevonden, worden deze op transport gezet naar de sluis Bosscherveld. Daar zijn alle voorbereidingen afgerond en worden de onderdelen geassembleerd tot de visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet.

In de laatste fase wordt de werking van de vijzelturbine gedemonstreerd. Testen worden uitgevoerd op:

1. De verwachte hoge rendementen
2. De visveiligheid van 100%
3. De geruisloosheid opdat geen geluidsoverlast optreedt en geen predatie van de vissen die willen passeren

Na afloop van de tests wordt het gehele geëvalueerd op:

1. De benodigde kosten voor de fabricage van de vijzelturbine en voor het civiele werk
2. De mate waarin voldaan is aan de specificaties (rendementen, duurzaamheid, visveiligheid en geruisloosheid)
3. De relatie tussen de opgewekte rendementen en de overige specificatie enerzijds met het totaal aan benodigde investeringen en operationele kosten anderzijds om zo de rendabele businesscase voor kleine communities op te kunnen stellen

De doorlooptijd van het project bedraagt de periode van 1 april 2015 tot en met 31 december 2017.

Fabricage en installatie vindt plaats van 1 april 2015 – 1 oktober 2016

Toetsing en demonstratie vindt plaats van 1 oktober 2016 – 31 december 2017.

Tijdens de gehele fase van demonstratie zullen potentiële klanten uit Nederland, Europa en de rest van de wereld worden uitgenodigd om deze de visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet te schouwen. Verwacht wordt dat reeds in 2017 tenminste drie orders genoteerd zullen kunnen worden.

Kosten

De totale projectkosten voor Fishflow Innovations BV bedragen daarmee € 3,2 miljoen euro.

Aangevraagde subsidie in het kader van de Tender Demonstratie Energie Innovatie bedraagt 1,6 miljoen euro.

2 Deelnemers en derden

2.1 Deelnemer: Fishflow Innovations BV

Naam deelnemer	Type organisatie	Rol in project
Fishflow Innovations BV www.fishflowinnovations.nl	Klein MKB	Ontwikkelaar van de demonstratie en fabrikant van visveilige waterinstallaties

Fishflow Innovations BV ontwikkelt innovatieve en duurzame systemen voor toepassing in water op basis van vezelversterkte kunststoffen. Haar productportfolio bestaat uit visveilige vijzelgemalen en axiaalpompen, viswering en hevelvistrappen. Fishflow Innovations BV heeft hiervoor verschillende patenten, waarbij visveiligheid, rendement, efficiëntie en robuustheid voorop staan. Een ander expertisegebied betreft het opwaarderen van het zuurstofniveau en het mengen van plassen en meren. Hiervoor is een energie-efficiënte Airlift ontwikkeld, die in korte tijd het gewenste zuurstofniveau in het water kan terugbrengen. Hiermee kan onder meer blauwalg worden bestreden. Een andere markt waar Fishflow Innovations BV actief is, betreft het ontwikkelen van koelwaterinstallaties voor elektriciteitscentrales. Ook deze scheiden door een innovatieve trommelvijzelzeef de vis en vuil van het koelwater, zonder tussenkomst van personeel. Bovenstaand productenportfolio geeft aan dat Fishflow Innovation zowel in nationale als internationale projecten ervaring heeft, waarbij energie en water terugkerende thema's zijn.

Eén van de composiettoepassingen die Fishflow Innovations BV op dit moment ontwikkelt, is de hoogrendements visveilige vijzelturbine voor de opwekking van energie uit afstromend water. Hierbij wordt de vijzel zo opgesteld dat de bovenzijde van de vijzel lager staat dan het waterpeil waardoor het water de vijzel instroomt en deze door de waterdruk aangedreven wordt.

Fishflow Innovations BV voert het demonstratieproject uit om de werking van de vijzelturbine te demonstreren. Het bedrijf is ervan overtuigd dat deze turbine energie uit waterkracht kan opwekken met een zeer hoog rendement zonder daarbij schade te berokkenen aan de vissen en wil dert graag aantonen.

Rijkswaterstaat heeft in het afgelopen decennium meegedacht met deze plannen van Waterpotentieel, Fishflow Innovations en Witteveen + Bos. Het heeft in 2012 de benodigde vergunningen afgegeven. REOS partners ondersteunt bij het ontwikkelen van de financieringconstructies met de maatschappelijk betrokken instellingen voor het aandeel in de projectkosten dat de partners zelf bijdragen.

2.2 Derden: Waterpotentieel, Witteveen + Bos en REOS partners

Naam derde	Type organisatie	Rol in project
Waterpotentieel	Klein MKB	Ingenieursbureau waterkrachtcentrales, geestelijk vader voor kleine waterkrachtcentrale bij Sluis Bosscherveld
Witteveen + Bos	Middelgroot MKB	Witteveen+Bos levert adviezen en ontwerpen op het gebied van water, infrastructuur, milieu en bouw.
Stichting REOS Foundation Europe	Stichting	De stichting is een social enterprise gericht op het ondersteunen van bedrijven, overheden en organisaties bij complexe sociale uitdagingen

Waterpotentieel

Waterpotentieel is het bedrijf van ██████████, gepensioneerd ambtenaar van Rijkswaterstaat. Hij is degene die al in 2005 het plan heeft opgevat om een kleinschalige waterkrachtcentrale in Nederland te plaatsen. In plaats van barrières dwars in de rivier te plaatsen, werd gebrainstormd over kleine centrales parallel met de rivier te plaatsen. Rijkswaterstaat is daar na 2010 akkoord gegaan en heeft in 2012 de benodigde vergunning afgegeven. ██████████ is de adviseur in het project voor alle watervraagstukken en energievraagstukken.

Witteveen + Bos

Witteveen+Bos levert adviezen en ontwerpen op het gebied van water, infrastructuur, milieu en bouw. Het bedrijf is betrokken sinds de start van de plannen om een kleinschalige waterkrachtcentrale in Nederland te plaatsen. Tijdens het project zal het bedrijf als adviseur optreden voor alle watervraagstukken en energievraagstukken

Stichting Reos Foundation Europe

De stichting Reos Foundation Europe richt zich op sociale innovatie en duurzaamheid. De stichting maakt onderdeel uit van de internationale organisatie Reos Partners. De stichting is deels betrokken om kennis en ervaring in te brengen om - vergelijkbaar met windmolens en andere energie initiatieven - te zorgen dat de waterkrachtcentrale meer wordt van de omgeving en van de bewoners van het gebied. Dit zou in de vorm van een coöperatief model kunnen, cq in de vorm van certificaat houders. Daarnaast ondersteunt Reos Partners in de realisatie onder meer door de verschillende partijen (waaronder financiers, gemeente, provincie, Rijkswaterstaat, etc) integraal te betrekken en de brug te slaan naar exploitatie, als ook door dicht tegen directie-voering, bouwmanagement en toezicht te zitten op het project.

3 Achtergrond

3.1 Aanleiding en probleemstelling:

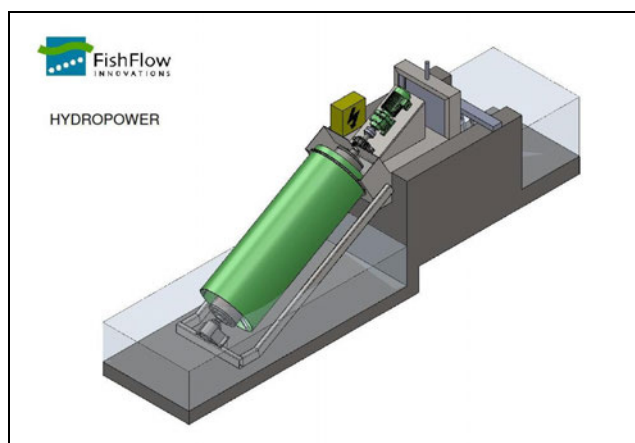
Aanleiding:

Het potentieel aan energie dat uit afstromend water opgewekt kan worden, wordt voor het Nederlandse rivierennetwerk geschat op 11 PJ per jaar (3 TWh)¹. Het benutten van deze waterkracht voor energieopwekking heeft grote milieuvordelen: geen luchtverontreiniging, geen afvalstoffen, geen brandstofverbruik. De twee grootste waterkrachtcentrales zijn die in de Maas bij Linne en Lith, elk met 4 Kaplan-turbines die goed zijn voor een vermogen van respectievelijk 11,5MW en 14MW. Hierbij zijn zeer grote ingrepen gedaan in de rivier en omliggend landschap voor het realiseren van de benodigde functies voor de watervoorziening voor deze waterkrachtcentrales, de scheepvaart, de vismigratie, de ecologie en de recreatie zijn zeer grote ingrepen gedaan in de rivier en omliggend landschap.

In de markt is ook een veelheid aan kleine waterkrachtcentrales ontwikkeld die parallel aan de rivier bij stuwen en dammen geplaatst kunnen worden. Voordelen zijn de duurzame opwekking vanuit hernieuwbare bronnen en volstrekt ecologisch verantwoord want zonder schadelijke uitstoot. De rendementen zijn echter laag en de benodigde aanpassingen in rivier en landschap zijn toch nog relatief fors. Dit geldt ook voor de aantasting en sterfte van vissen. Daardoor levert plaatsing vaak bij natuur- en milieuorganisaties weerstand op.

Fishflow Innovations BV is gespecialiseerd in visveilige voorzieningen van composiet voor de passage en wering van vis, zoals visveilige gemalen, visveilige axiaalpompen en visveilige koelwaterinlaten. Vanuit deze expertise heeft het bedrijf in de afgelopen jaren een kleine en effectieve composieten waterkrachtcentrale ontwikkeld met zeer goede eigenschappen.

Het betrof een visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet op een schaalmodel voor de opwek van duurzame en ecologisch verantwoord energie uit waterkracht. Samen met de TU Delft is dit schaalmodel ontwikkeld van composiet en getest. De behaalde rendementen waren zeer hoog, meer dan 85% bij het streefdebiet en tenminste 80% bij variabele debieten en 100% visveilig. Er zijn twee patenten aangevraagd en verkregen².



Figuur 1: Tekening van de gesloten visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet

¹ Bron STOWA, 2014: http://waterenergie.stowa.nl/Achtergronden/Kinetische_energie.aspx?pld=35

² patentnummer 1029915: Visvriendelijke Vijzelpomp en patentnummer 1034232 Kunststof Pomp en Generator

Nu staat Fishflow Innovations BV voor de uitdaging om deze composieten vijzelturbine van schaalmodel op te schalen naar een grote composieten vijzelturbine met een maximaal vermogen van 400/500 kWh en deze in een werkelijke situatie te testen en te demonstreren. Doel is om vast te stellen of de nieuwe composieten waterkrachtcentrale de belofte waarmaakt: hoge rendementen, 100% visveilig, ecologisch en duurzaam verantwoord te installeren. Op die manier kan Fishflow Innovations BV testen en demonstreren dat er een nieuwe innovatieve WKC op de markt is: de visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet.

Probleemstelling:

De werking en het rendement van de hoogrendement visveilige vijzelturbine van kunststof is samen met de TU Delft aangetoond en bekrachtigd met twee patenten. Nu moet de werking op een real life schaal met een vermogen van ca 0,5MW gedemonstreerd worden.

De vraag naar kleine waterkrachtcentrales die op veel plaatsen in het rivierenlandschap ingezet kunnen worden is de laatste jaren sterk groeiende. De interesse voor de vijzelturbine van Fishflow Innovations BV vanuit de markt is groot. Veel partijen hebben het ontwikkelde schaalmodel bestudeerd en hebben aangegeven vele belangstelling te hebben voor visveilige vijzelturbine zodra deze ergens is geïnstalleerd en zij deze kunnen aanschouwen. Wanneer de werking van deze vijzelturbine is gedemonstreerd en de verwachte rendementen van deze turbine op ware schaal zijn aangetoond zal de getoonde interesse omgezet worden in veel orders.

De probleemstelling behelst dan ook het demonstreren van de effectieve en efficiënte werking van deze vijzelturbine.

In samenwerking met het bedrijven Waterpotentieel en Witteveen + Bos en in overleg met de provincie Limburg, Maastricht en Rijkswaterstaat is een locatie gevonden om de vijzelturbine op ware grootte en in een werkelijke omgeving te toetsen. Vergunningen zijn afgegeven aan Waterpotentieel en Witteveen + Bos voor de bouw van een waterkrachtcentrale bij de sluis Bosscherveld in het Zuid Willemskanaal bij Maastricht en Waterpotentieel heeft al SDE + subsidie aangevraagd voor 2016 en verder voor de opgewekte kW's.

Aan Fishflow Innovations BV is gevraagd haar turbine op ware schaal uitontwikkelen en installeren bij de sluis Bosscherveld. Op die manier kan getoetst worden:

1. Hoe het systeem zich gedraagt bij werkelijke hoeveelheden water (bij een buisdiameter van 5m) zal op elk moment minstens 100 m³ water in vijzelturbine aanwezig zijn);
2. Hoe de verbindingen in het ontwerp zich gedragen en hoe het kunststof zich gedraagt;
3. Of de geprognosticeerde vermogens gerealiseerd worden zowel bij het streefdebiet als bij de variabele debieten;
4. Of de geprognosticeerde rendementen gerealiseerd worden zowel bij het streefdebiet als bij de variabele debieten;
5. Of de geprognosticeerde kostprijs gerealiseerd wordt om zo de kostprijs / kWh te kunnen bepalen

Fishflow Innovations BV wil graag aan deze uitnodiging gehoor geven om haar vijzelturbine te demonstreren.

3.2 Stand van zaken

Kaplanturbines:

De reguliere waterturbines die nu wereldwijd in gebruik zijn, zijn de Kaplanturbines. Deze stalen axiale turbines laten vermogenopwekking toe in situaties met lage valhoogtes. Ze worden veel gebruikt in situaties met hoge debieten en lage valhoogtes, dus met veel stroming maar met weinig kracht erachter. Voordeel van deze turbine is het hoge rendement van ca 90%. Nadelen zijn dat deze erg duur zijn en dat zij slechts een technische levensduur hebben van 15-20 jaar.

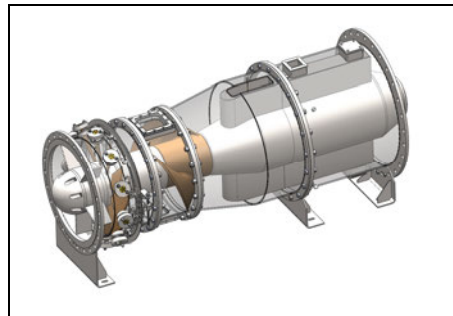


Figuur 2: een Kaplanturbine



Figuur 3: de grote waterkrachtcentrale bij Linne waarin 4 Kaplanturbines

Andere waterturbines die recent ontwikkeld zijn, zijn de visvriendelijke lagedruk waterturbines van Pentair Fairbanks Nijhuis die deze samen met Fishflow Innovations BV heeft ontwikkeld en levert. Deze leveren vermogens tot 5MW. Bij de waterkrachtcentrale van Linne zijn 4 Kaplanturbines van elk 100kW max. vermogen geïnstalleerd



Open vijzelturbines:

Wat betreft de vijzelturbines heeft Landustrie Sneek een stalen open vijzel in haar portfolio evenals Spaans Babcock uit Balk. Deze vijzels kunnen bij een gering waterverval al worden toegepast als generator. In Nederland heeft Landustrie Sneek de langste open vijzel in Nederland geïnstalleerd bij de Sluis III in het Wilhelminakanaal te Tilburg. Deze vijzel levert een vermogen van 355 kW. De lengte van de buizen zijn 20,5 meter lang. De diameter bedraagt 3,4 meter en de opvoerhoogte 7,4 m. Pompcapaciteit is minimaal 3,2 m³/sec. In turbinefunctie is dit min. 4 m³/sec. Andere open vijzels zijn door Landustrie Sneek geplaatst in:

- Linton Lock in North Yorkshire in Engeland met een max. vermogen van 100 kW
- Windsor Castle in Engeland met een max. vermogen van 150kW
- Hirsch Tal in Zwitserland met een max. vermogen van 110 kW.



Figuur 4: de vijzel van Landustrie Sneek in het Wilhelminakanaal

Ook in het Albertkanaal in België zijn waterkrachtinstallaties geplaatst met open vijzels. Deze zijn aangebracht bij twee sluizencomplexen in het Albertkanaal (Olen en Ham) en staan gepland om ook bij Wijegem, Hasselt, Diepenbeek en Genk geplaatst te worden. De installatie bij Ham is tot nu toe de grootste met een maximaal vermogen van 400 kW bij een waterpeil van 10 meter en een streefdebiet van 5m³/seconde. De installatie bestaat uit een buis met een diameter van 4,5 meter en een lengte van 24 meter, weegt 85 ton en kost € 7 miljoen



Figuur 5: De plaatsing van de vijzel bij Olen in het Albertkanaal België

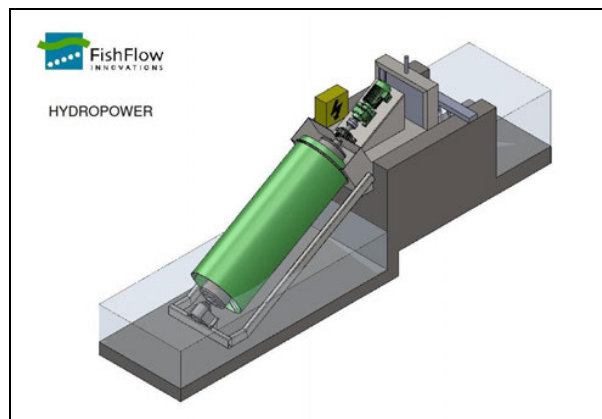
Visveilige Hoogrendement Vijzelturbine van Fishflow Innovations BV

De vijzelturbine van Fishflow Innovations BV is een doorontwikkeling van het bekende Hollandse poldergemaal maar draait in omgekeerde richting. In het ontwerp is een koker om de vijzel aangebracht zodat er geen lekkage optreedt tussen de vijzel en de goot waarin deze draait. Zowel de vijzel als de koker zijn op een milieuvriendelijke manier geproduceerd uit een kunststofcomposiet. Een duurzaam materiaal dat ook geen onderhoud vraagt.

Het voor waterkracht benodigde debiet en de benodigde bemalingscapaciteit kan eenvoudig worden afgestemd met het wateraanbod bovenstrooms en met de waterbehoefte benedenstrooms. De vijzelturbine kan met weinig tot geen ingrepen ingepast naast de bestaande stuwen en sluizen in rivieren. Het ontwerp van de vijzelturbine vormt, in combinatie met de leiding, tevens een peil regulerend kunstwerk. Tegelijkertijd kan deze vijzelturbine ook ingezet worden als gemaal.

Het voordeel van deze vijzelturbine ten opzichte van de Kaplanturbine en de open vijzel is, naast het hogere rendement en lagere kosten, dat deze turbine bij lage waterstanden en lage debieten energie blijft opwekken en dat het rendement dan zelfs hoger wordt. Kaplanturbines vallen stillen bij lage

debieten en het rendement bij open vijzels loopt dramatisch achteruit vanwege de lekverliezen. De gesloten vijzelturbine die in dit project wordt gedemonstreerd blijft niet alleen energie opwekken bij lage debieten, het rendement wordt zelfs hoger door de verlaagde weerstanden.



Figuur 6: Tekening van de visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet

De composieten vijzelturbine die in dit project gedemonstreerd wordt, is naar verwachting op alle fronten beter dan de Kaplan turbines en de open vijzels, zowel wat betreft rendement, debietcapaciteit en kosten. Innovaties zijn er op de volgende onderwerpen:

1. **Hoog rendement en geen lekverliezen:** de eerste innovatie in deze vijzelturbine is dat de vijzel over de gehele lengte omhuld wordt. Deze omhulling draait mee in de goot, waardoor er geen ruimte meer bestaat tussen de vijzel en de wand. De omhulling en de aangepaste vijzelbladen zorgen ervoor dat de vijzel niet langer door het water slaat en de vis niet meer beschadigd of beklemd kan raken. Dankzij de omhulling treden er geen lekverliezen op zodat de vijzelturbine een hoger rendement heeft dan conventionele waterturbines. Zoals boven reeds beschreven blijft de turbine bij lage debieten energie opwekken met hoger rendement, waar de Kaplan turbine stilvalt en het rendement van de open vijzel sterk terugloopt.
2. **Visveiligheid:** bij conventionele vijzels loopt de schroef over de volle breedte door tot aan het uiteinde van de vijzel, waardoor de eerste windingen bij elke draai door het water slaan. Een tik van de eerste windingen kan vissen ernstig verwonden. In het visveilige vijzelgemaal neemt de breedte van de vijzelbladen gedurende de laatste windingen af, zodat de bladen teruglopen naar de buitenkant van de vijzel tot ze uiteindelijk op lijken te gaan in de buis rond de vijzel. Tevens is het geheel ontwikkeld van kunststof waardoor hoge mate van gladheid gerealiseerd kan worden. Het is de verwachting dat gegarandeerde visveiligheid voor de vispassage een steeds sterkere rol gaat spelen. Deze eis wordt door steeds meer klanten gesteld. In Europa heeft Denemarken dit al als voorwaarde opgelegd voor elke vergunningsaanvraag voor lokale opwek uit waterkracht, ook in de overige landen worden de vergunningseisen aangescherpt en het zal niet lang meer duren voordat 100% visveiligheid overal als voorwaarde wordt opgelegd.
3. **Geruisloos:** dezelfde vorm zorgt ervoor dat 'het water' vlijmscherp en geruisloos wordt aangesneden en aan de achterzijde weer wordt losgelaten. Stille turbines wordt een steeds belangrijker eis. In de UK worden turbines die niet geruisloos zijn 's nachts al stopgezet. Tevens heeft geruisloosheid ook een sterk positief effect op visveiligheid. De reguliere huidige turbines produceren geluid en dat schrikt de vissen af tijdens hun passage. Daardoor ontstaat een opeenhoping van vissen voor de turbine. Dit trekt predatoren aan die de vissen als gemakkelijke prooi kunnen vangen. De vijzelturbine van Fishflow is geruisloos zodat de vissen niet afgeschrikt worden tijdens hun passage. Er ontstaat geen opeenhoping en geen predatie zodat alle vissen kunnen passeren en alle vissen 100% visveilig de andere kant bereiken.

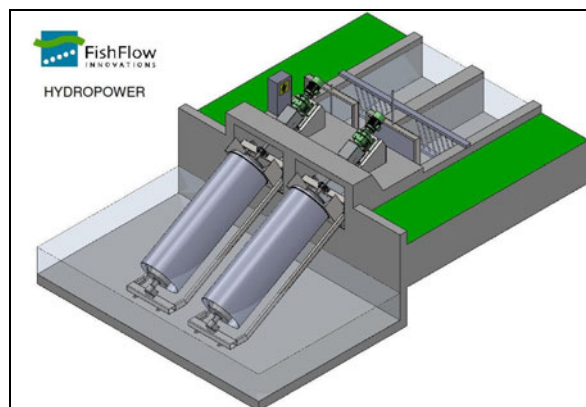
4. **Onderhoudsvriendelijk en weinig civiel werk noodzakelijk:** uitgangspunt bij de ontwikkeling is om het aantal bewegende delen te minimaliseren en met de vormgeving en verdere beschermingsmaatregelen te voorkomen dat de turbine veel onderhoud nodig heeft of zelfs stil komt te liggen. Tevens worden de delen in composiet uitgevoerd. De kosten voor het civiele werk dat tijdens de installatie bij de rivieren uitgevoerd dienen te worden, zijn slechts 20% van de kosten die nu benodigd zijn voor installatie van reguliere WKC's;
5. **Dubbelwerkend:** de vijzelturbine kan zowel ingezet worden voor energieopwekking als gemaal.

4 Doelstelling en resultaat

De doelstelling van het demonstratieproject is om de geprognosticeerde eigenschappen van de vijzelturbine op ware schaal te toetsten. Het betreft de toetsing:

1. Hoe het systeem zich gedraagt bij werkelijke hoeveelheden water (bij doorsnedes van 5m zal op elk moment minstens 100 m³ water in vijzelturbine aanwezig zijn);
2. Hoe de verbindingen in het ontwerp zich gedragen en hoe het kunststof zich gedraagt;
3. Of de geprognosticeerde vermogens gerealiseerd worden zowel bij het streefdebiet als bij de variabele debieten;
4. Of de geprognosticeerde rendementen gerealiseerd worden zowel bij het streefdebiet als bij de variabele debieten;
5. Of de geprognosticeerde kostprijs gerealiseerd wordt om zo de kostprijs / kWh te kunnen bepalen

bij de sluis Bosscherveld in het Zuid Willemskanaal bij Maastricht. De demonstratie wordt uitgevoerd met twee vijzelturbines die bij deze sluis geplaatst worden. Elk met een streefdebiet van 9m³/sec. Reden is de eis om bij deze sluis een streefdebiet van 18m³/sec te realiseren. Met twee vijzelturbines kan effectief geleverd worden en kan efficiënt omgegaan worden met benodigde debiet en de gewenste capaciteit stroomopwaarts en stroomafwaarts.



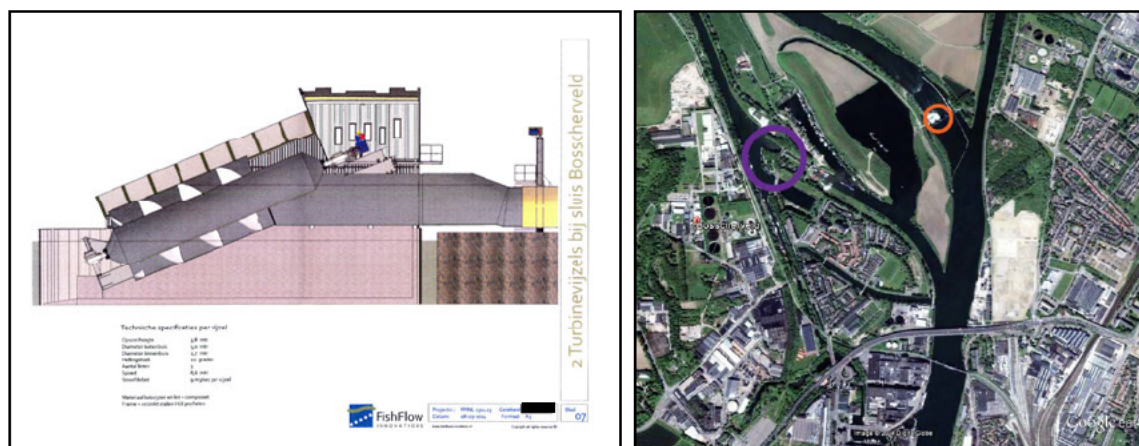
Figuur 7: de demonstratie op basis van een dubbele vijzelturbine

5 Projectaanpak en daaraan gekoppeld werkplan

5.1 Werkpakketen

Het project wordt uitgevoerd in 4 werkpakketen

1. Werkpakket 1: Productie van de onderdelen van 2 vijzelturbines in Medemblik
2. Werkpakket 2: Uitvoering civiele werkzaamheden ter plaatste
3. Werkpakket 3: Installatie 2 vijzelturbines ter plaatste
4. Werkpakket 4: Demonstratie van de werking en opbrengsten van de vijzelturbine



Figuur 8: De vijzelturbine en de locatie van de demonstratie: sluis Bosscherveld in de Maas bij Maastricht

Werkpakket 1: Fabricage vijzelturbine

De productie van de vijzelturbines vindt plaats bij Fishflow Innovations BV in Medemblik. Het ontwerp van elke vijzelturbine is gebaseerd op de volgende specificaties:

- Maximaal vermogen: 500 kW per vijzelturbine
- Aantal linten: 3
- Binnenstraal: 1,34m
- Spoed: 8,62 m (bij 3 linten)
- Volume per omwenteling: 45,65m³
- Nat oppervlak per spoed: 89,18 m²
- Max toerental: 0,32 omw/sec
- Max debiet: 14,39m³/sec
- Max vermogen: 536,51 kW

De normen die gegarandeerd worden zijn:

- Visveiligheid van 100%
- Rendement bij streefdebiet van 9m³: 89%; bij 10m³: 86%; bij 12 m³:80%

Gestart wordt met de vervaardiging in composiet van de binnenbuizen en conussen. De benodigde mallen worden ontwikkeld, getoetst en daarna ingezet. De assen worden ingezet en het geheel wordt gelamineerd. Daarna worden de buitenbuizen en middenbuizen gefabriceerd, 100% rond. Daarna wordt de beschoeping gefabriceerd en ingebracht en wordt het frame ontwikkeld. Daarna is het geheel klaar voor transport naar de sluis bij Bosscherveld. Per schip worden de onderdelen naar Maastricht getransporteerd.

- Uitvoering: Fishflow Innovations BV
- Periode: 1 april 2015- 1 april 2016

Werkpakket 2: Voorbereiding sluis Bosscherveld en het leggen van de buizen

Parallel aan de fabricage in Medemblik wordt het voorbereidende civiele werk uitgevoerd bij de sluis Bosscherveld. Ook worden de buizen geplaatst die daarna gekoppeld worden aan de vijzelturbines.

- Uitvoering: Fishflow Innovations, Waterpotentieel, Witteveen + Bos, REOS partners
- Periode: 1 sept 2015- 1 april 2016

Werkpakket 3: Installatie ter plekke

Begin 2016 worden alle onderdelen geassembleerd en worden de beide vijzelturbines geïnstalleerd.

- Uitvoering: Fishflow Innovations BV, Waterpotentieel, Witteveen + Bos, REOS partners.
- Periode: 1 april 2016 – 1 okt 2016

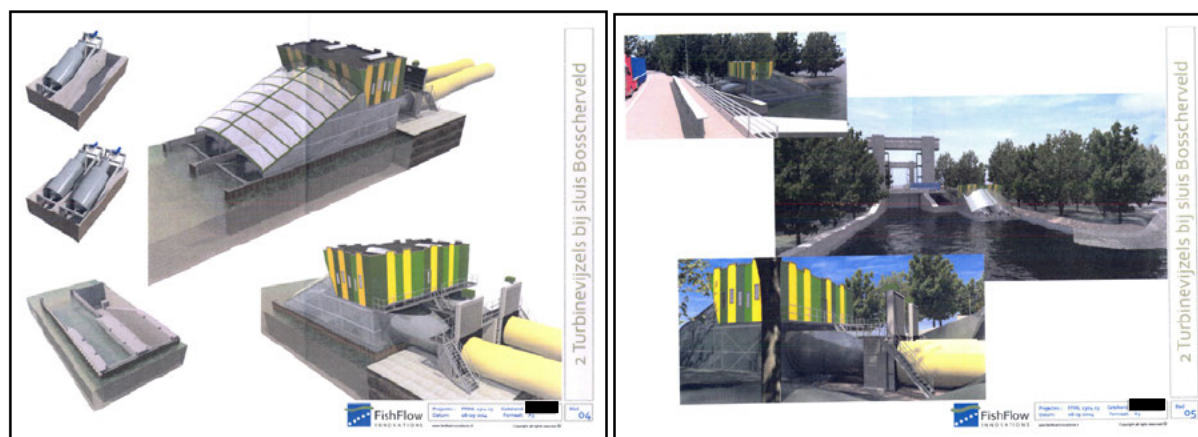
Werkpakket 4: demonstratie en toetsing van de werking

Vanaf mei 2016 wordt de installatie in gebruik genomen en worden de specificaties getoetst.

- Uitvoering: Fishflow Innovations BV, Waterpotentieel, Witteveen + Bos.
- Periode: 1 okt 2016 – 31 dec 2017

5.2 Risicobeheersing:

De risicobeheersing wordt uitgevoerd door Fishflow Innovations en door de ingenieursbureaus Waterpotentieel en Witteveen + Bos. In de fabriek van Fishflow Innovations BV zijn de processen en werkinstructies voor de vervaardiging van de onderdelen nauwgezet vastgelegd. Vanuit de samenwerking met TU Delft en met Kenniscentrum WMC uit Wieringerwerf zijn testprotocollen voor composieten ontwikkeld en worden de onderdelen daaraan onderworpen voordat deze worden vrijgegeven voor verdere verwerking. De werkzaamheden worden gemanaged door de ingenieurs van Waterpotentieel en Witteveen + Bos en geschouwd door REOS partners en Fishflow Innovations.



Figuur 9: werktekeningen voor de installatie van de vijzelturbine bij Sluis Bosscherveld

5.3 Samenvatting werkpakketten

WP of Fase	Korte beschrijving	Categorie: IO/Ontw./demo	Uitvoerders (met namen)	Resultaat	Geplande begin- en einddatum
1	Productie vijzelturbine	Demo	Fishflow Innovations BV	Alle onderdelen zijn geproduceerd en getransporteerd naar sluis Bosscherveld	1 april 2015 – 1 april 2016
2	Vorbereiding sluis Bosscherveld	Demo	Fishflow Innovations BV, Waterpotentieel, Witteveen + Bos, REOS partners	Uitvoering civiele werken ter plaatse en het plaatsen van de buizen	1 sept 2015 – 1 april 2016
3	Installatie	Demo	Fishflow Innovations BV, Waterpotentieel, Witteveen + Bos, REOS partners	Plaatsing vijzelturbines	1 april 2016 – 1 okt 2016
4	Demonstratie en toetsing	Demo	Fishflow Innovations BV, Waterpotentieel, Witteveen +Bos	Getoetste en gedemonstreerde specificaties vijzelturbine	1 okt 2016 – 31 dec 2017

Tabel 2: de werkpakketten en fasering

5.4 Begroting

In onderstaande tabel wordt het totaal aan kosten voor de demonstratie van de hoogrendement vijzelturbine getoond. Uitsluitend de materiaalkosten en de kosten derden zijn opgenomen. De uurinzet van Fishflow Innovations BV tijdens de fabricage, installatie en demonstratie zijn niet subsidiabel en worden derhalve niet getoond.

Kosten	Fishflow Innovations		
Onderdelen	Materiaalkosten	Derden	Totaal
2 visveilige buisvijzels 5 m diameter van composiet	€ 1.300.000		
Vijzelbak, stalen damwand, onderwater beton, vijzels	€ 360.000		
14 schroefankers 3m	€ 21.000		
Huis	€ 115.000		
Bypass	€ 60.000		
2 x 40 m stalen damwand en oeverbescherming	€ 189.000		
2 schuiven DNA 2500 Auma bediend	€ 55.000		
Graafwerkzaamheden buis		€ 65.000	
Afgraven + transport benedenstrooms		€ 50.000	
Leges en vergunningen		€ 250.000	
Extern inhoudelijk advies		€ 200.000	
Externe monitoring		€ 35.000	
Totaal demonstratie	€ 2.100.000	€ 600.000	€ 2.700.000

Tabel 1: de projectbegroting om de visveilige hoogrendement vijzelturbine van composiet te demonstreren

Voor de opstelling zijn prijsopgave gevraagd bij:

- [REDACTED] uit Schaijk voor de dijkpersingen;
- [REDACTED] uit Middenmeer voor de waterbouwkundige werkzaamheden, de damwanden en het betonwerk.

5.4.1 Totale projectkosten

Het totaal van de projectkosten voor Fishflow Innovations BV bedraagt **€ 2.7 miljoen**

Totale projectkosten Fishflow Innovations BV: €2.700.000

Gevraagde subsidie DEI: € 1.350.000

Eigen Bijdrage: € 1.350.000

6 Bijdrage aan de Nederlandse economie

Markt in Nederland, Europa en mondiaal

De hoogrendement visveilige vijzelturbine van composiet is een toevoeging aan het productenpakket van Fishflow Innovations BV en zij versterkt daarmee haar aanbod op het huidige marktgebied van visveilige turbines en gemalen en turbines, zowel in Nederland, Europa en wereldwijd.

Fishflow Innovations BV verwacht dat haar vijzelturbine, bij een geslaagde demonstratie, de standaard is de markt zal worden. De huidige WKC's die voor deze vermogens opgesteld worden, kampen immers allen met problemen die de nieuwe vijzelturbine niet heeft: problemen met de visveiligheid waardoor dure omleidingen voor vispassage nodig zijn, hoge kosten zowel voor ontwikkeling, installatie en onderhoud, een beperkte levensduur.

De potentiële markt in Nederland, Europa en mondiaal voor de vijzelturbine is hoog. Door de relatief lage kosten en de hoge rendementen van de vijzelturbine kan deze ook bij lage vervallen en/of kleine debieten rendabel ingezet worden. Bij installaties met maximale vermogens van 1 MW kunnen bij 9m³ en 18m³ debiet al ca. 1.300- 1.625 huishoudens van energie voorzien worden zodat bij plaatsing van één of meerdere vijzelturbines bij een stuw of dam de opgewekte energie lokaal al significant kan bijdragen. De Nederlandse rivieren beschikken over honderden stuw- en sluiscomplexen. Geschat wordt dat zeker tientallen hiervan geschikt zijn voor de vijzelturbine van Fishflow Innovations BV. Hetzelfde geldt voor het rivierennetwerk in de rest van Europa en de rest van de wereld.

Onderscheidende aspecten van de vijzelturbine van Fishflow Innovations BV

De onderscheidende aspecten van de vijzelturbine van Fishflow Innovations BV zijn:

1. Hogere rendementen van 20% of meer dan de reguliere WKC's zoals de Kaplanturbines en de open vijzels. De terugverdiëntijd is daarmee ook 20% sneller.
2. Levensduur van > 50 jaar terwijl de reguliere WKC's een levensduur van 15-20 jaar hebben.
3. Ook bij laag debiet wordt energie opgewekt, terwijl de reguliere WKC's of stilvallen (Kaplan) of in rendement sterk achteruit gaan (open vijzels).
4. Geen predatie voor de turbine en 100% visveilig tijdens passage, terwijl de reguliere WKC's al vissen verliezen voordat zij de WKC passeren en vissen aantasten tijdens de WKC passage
5. Geruisloos

Grote winst valt ook te behalen in het benodigde civiele werk dat uitgevoerd dient te worden. Het is de verwachting dat de kosten voor het civiele werk om de vijzelturbine van Fishflow Innovations BV te installeren slechts 20% zal bedragen van de kosten om bijvoorbeeld een Kaplanturbine of een Kaplanturbine te plaatsen. Voor opdrachtgevers zal dit grote verschil in kosten een belangrijke overweging zijn in het besluit vijzelturbines van Fishflow Innovations BV aan te schaffen.

De vijzelturbine van Fishflow Innovations BV werkt als kleine WKC speciaal goed voor lage vervallen en kleine debieten (0-18 m³/sec). Omdat de financieel technische specificaties zoveel gunstiger zijn dan de reguliere kleine WKC's, is deze vijzelturbine al gauw rendabel en kan deze goed ingezet worden voor lokale energievoorziening. De vraag naar centrales voor lokale opwek is groeiende en daarmee komt de vijzelturbine al gauw in beeld bij potentiële opdrachtgevers. Tevens zet de vijzelturbine de standaard in de markt op het gebied van visveiligheid en geruisloosheid.

Ontsluiten marktpotentieel niet alleen door Fishflow Innovations BV maar ook door anderen

Als de demonstratie succesvol verloopt, dan zal de vijzelturbine als standaard in de markt gaan fungeren en zullen de concurrenten van Fishflow Innovations BV deze vijzelturbines ook in portfolio gaan opnemen. Deze concurrenten zijn bijvoorbeeld:

1. Landustrie Sneek uit Sneek
2. Spaans Babcock uit Balk
3. Vandezande uit België
4. Ritz-Atro Pumpwerksbau uit Duitsland

De markt is zeker de eerstkomende 10 jaar veel te groot voor Fishflow Innovations BV om deze in haar eentje te ontsluiten en te bedienen. De effort van de concurrenten zal daarom hard nodig zijn om het volledige potentieel te ontsluiten; 'de koek kan veel en veel groter worden als iedereen zich daarvoor inspant. Zo krijgen we allemaal meer te eten'.

Export

De markt van waterkrachtcentrales is beslaat de gehele wereld. Fishflow Innovations BV heeft daarom klanten over de gehele wereld. Veel klanten in Europa (Nederland, Engeland, Schotland, Duitsland, Roemenie), maar ook in Zuid Oost Azie (Indonesie, Filipijnen en China) en USA en Zuid Amerika. Op dit moment heeft Fishflow Innovations BV al verzoeken van 7 opdrachtgevers uit Engeland en Schotland binnen die de vijzelturbine willen bestellen zodra de demonstratie succesvol is afgerond.

Omzetverwachtingen 2017-2020

De omzetverwachtingen voor Fishflow Innovations BV worden niet gemaximeerd door de vraag vanuit de markt (want die zal hoog zijn) maar door capaciteit van het bedrijf en de filosofie om gecontroleerd te groeien. Verwacht wordt dat de capaciteit in 2017 voldoende zal zijn voor productie, levering en installering van 3 vijzelturbines reël zal zijn. Deze capaciteit zal elk jaar groeien met 2 extra vijzelturbine naar in totaal 9 vijzelturbines per jaar in 2020. De opbrengsten en kosten daarvan zijn in onderstaande tabel benoemd. Ook zullen opbrengsten uit licenties en uit de beide patenten gerealiseerd worden, maar de verwachtingen daarvan zullen pas berekend worden nadat de uitkomsten van de demonstratie bekend zijn.

<i>Economisch perspectief voor te ontwikkelen of demonstreren product/proces/dienst</i>					
Projectkosten	€ 3.200.000				
Kosten commercialisatie	€ 0				
Totaal kosten	€ 3.200.000				
Jaar	2017	2018	2018	2019	2020
Verwachte omzet (€)	3.300.000,-	6.600.000,-	7.700.000,-	8.800.000,-	9.900.000,-
- waarvan export (€)	2.200.000,-	3.300.000,-	4.400.000,-	5.500.000,-	6.600.000,-
Verwachte brutowinstmarge (€)	1.050.000	1.400.000	1.750.000	2.100.000	2.450.000
Verwachte kostenbesparingen (€)					
Extra werkgelegenheid (fte)	20	28	32	35	35
Netto opbrengsten (€)	50.000	250.000	500.000	700.000	950.000
Netto opbrengsten (€) (cumulatief)	50.000	300.000	800.000	1.500.000	2.450.000

Tabel 3: Overzicht omzet, kosten en netto opbrengsten uit eigenstandige verkoop

7 Bijdrage aan verduurzaming van de energiehuishouding en maatschappelijke relevantie

Bijdrage aan verduurzaming energiehuishouding

Met de ontwikkeling en demonstratie van de Visveilige Hoogrendement Vijzelturbine van composiet wordt een innovatieve kleinschalige waterkrachtcentrale op de markt gebracht waarmee lokale opwek rendabel, duurzaam en ecologisch verantwoord gerealiseerd kan worden. Groene energie voor de huishoudens in Nederland komt hiermee veel eenvoudiger binnen handbereik.

Als tussen nu en 10 jaar, na succesvolle demonstratie, de vijzelturbines door Fishflow Innovations BV en door andere leveranciers op de Nederlandse markt geïnstalleerd worden, dan kan een significant aantal huishoudens volledig duurzaam, ecologisch verantwoord en zonder enige CO₂ uitstoot van energie voorzien worden. In onderstaande tabel wordt getoond dat bij 100 MW geïnstalleerd vermogen bij een debiet van 9m³ 130 huishoudens per jaar van elektriciteit voorzien kunnen worden en als bij een debiet van 18m³ loopt dat op naar 162.500 huishoudens.

Geïnstalleerd aantal MW (bij 3 linten)	aantal huishoudens bij 9m ³ debiet (en verbruik van 3.385kW/jaar/huishouden)	aantal huishoudens bij 18m ³ debiet (en verbruik van 3.385kW/jaar/huishouden)
1	1.300	1.625
5	6.500	8.125
10	13.000	16.250
20	26.000	32.500
30	39.000	48.750
40	52.000	65.000
50	65.000	81.250
60	78.000	97.500
70	91.000	113.750
80	104.000	130.000
90	117.000	146.250
100	130.000	162.500

Tabel 4: opwek voor aantal huishoudens bij 9m³ debiet en bij 18m³ debiet

Deze opwek wordt gerealiseerd zonder CO₂ uitstoot, zonder afvalstoffen en zonder brandstofverbruik tegen kosten die in jaar 1 ca. 30% lager zijn en in jaar 10 door ervaring en stroomlijning van productie en installatie ca. 45% lager zijn dan de huidige technologieën.

Bijdrage aan energietransitie

De productie van elektriciteit uit afstromend water is afhankelijk van het verval en de hoeveelheid water dat door de rivier wordt afgevoerd. Gegeven het gemiddelde debiet dat door Rijn, Maas en overige rivieren wordt afgevoerd, en gegeven het verval dat het afstromende water overbrugt, is de potentiële voorraad 11 PJ (3 TWh) per jaar. In totaal bedraagt de huidige gemiddelde jaarlijkse energieproductie 100 GWh. Door toepassing van de vijzelturbine, als kleine waterkrachtcentrales, wordt het mogelijk om op veel plaatsen in het rivierenennetwerk rendabel energie op te wekken. Deze kunnen geplaatst worden bij de bestaande sluizen en stuwen.

Geïnstalleerd aantal MW (bij 3 linten)	Opgewekt aantal MW/jaar bij 9m ³ debiet	Opgewekt aantal MW/jaar bij 18m ³ debiet
1	4.400	5.500
5	22.000	27.500
10	44.000	55.000
20	88.000	110.000
30	132.000	165.000
40	176.000	220.000
50	220.000	275.000
60	264.000	330.000
70	308.000	385.000
80	352.000	440.000
90	396.000	495.000
100	440.000	550.000

Tabel 5: opgewekt vermogen (MW/jaar) bij 9m³ debiet en 18m³ debiet

8 Mate van vernieuwing en versterking van de Nederlandse kennispositie

De innovaties van de visveilige hoogrendement vijzelturbine betreffen:

1. De gunstige functionele aspecten
 - al rendabel en effectief bij lage debieten, 100% visveilig, geruisloos
2. de gunstige financieel/technische aspecten van de vijzelturbine
 - hoog rendement, lange levensduur, snelle terugverdientijd
3. de gunstige civiel technische aspecten
 - weinig/geen ingrepen in rivier en landschap, zeer lage kosten voor civiel werk

Deze innovaties zijn gerealiseerd door het ontwerp. Hierop zijn twee patenten afgegeven³. Het betreft een bijzonder schoepenontwerp, een uitgekiend direct-drive mechanisme voor de overbrenging en de uitvoering in composiet.

Tijdens de demonstratie wordt het productieproces sterk gemonitord, met name hoe de verbindingen zich houden en hoe de assemblage ter plekke verloopt. Daarna wordt de vijzelturbine getest op de specificaties. Fishflow Innovations BV verwacht overigens dat de geprognosticeerde rendementen niet onderschreden worden, maar juist overschreden.

De Nederlandse kennispositie wordt versterkt juist doordat ervaring wordt opgedaan met kleine waterkrachtcentrales van composiet en het toepassing van deze centrales in de mondiale ontwikkeling van kleinschalige lokale opwek ten behoeve van lokale communities.

9 Kennisoverdracht en intellectueel eigendom

Fishflow Innovations BV zal tijdens de projectperiode zorgdragen voor de fabricage van de 2 vijzelturbines en zal alle werkzaamheden managen voor installatie van de 2 vijzelturbines bij de sluis Bosscherveld. Tijdens deze bouwwerkzaamheden zal Fishflow Innovations BV regelmatig met potentiële klanten rondleiden. Zij kunnen hierdoor met eigen ogen zien welke relatief beperkte hoeveelheid civiel werk noodzakelijk is. De turbines worden in de fabriek van Fishflow Innovations BV gefabriceerd. Vanuit TU Delft en Kenniscentrum WMC zullen regelmatig inspecties uitgevoerd worden om vast te stellen welke normen behaald worden.

Een belangrijke rol wordt ingenomen door Waterpotentieel en Witteveen + Bos. Beide bedrijven zal alle werkzaamheden ter plaatse begeleiden en monitoren: zowel de fabricageprocessen, de voorbereidende civiele werkzaamheden, de installatie en de demonstratie van de vijzelturbines. Zij zal elk half jaar hierover rapporteren en indien nodig, bijsturingsacties initiëren.

Het intellectuele eigendom van het ontwerp en fabricage van de vijzelturbines ligt geheel bij Fishflow Innovations BV.

³ patentnummer 1029915: Visvriendelijke Vijzelpomp en patentnummer 1034232 Kunststof Pomp en Generator

10 Financiering van het eigen aandeel in de projectkosten

Totale projectkosten voor Fishflow Innovations BV:	€ 3.200.000	
Eigen Bijdrage:		€1.600.000
Gevraagde subsidie DEI:		€ 1.600.000

Fishflow Innovations BV, Waterpotentieel en Witteveen + Bos zijn al sinds 2005 actief om bij de sluis Bosscherveld een hoogrendements waterkrachtcentrale te plaatsen. Nu zijn zij zover dat Rijkswaterstaat alle benodigde vergunningen heeft afgegeven en Fishflow Innovations BV een hoogrendement WKC heeft ontwikkeld en getest. De tijd is rijp voor de demonstratie.

Fishflow Innovations BV en Waterpotentieel en overige derden zullen samen garant staan voor de resterende € 1.600.000.

Op dit moment zijn Waterpotentieel, het LEF en Triodos betrokken als financiers voor het project. Waterpotentieel draagt de financiering van de ontwikkelkosten voor de Waterkrachtcentrale. Deze zijn begroot op een bedrag van rond de 750.000 euro, waarin ook de kosten voor leges, vergunningen, etc. zijn meegenomen. Het Limburgs Energie Fonds (LEF) heeft aangegeven een financiering te willen verstrekken van 1.000.000 euro in de vorm van preferent eigen vermogen dan wel een winstdelende of achtergestelde lening. Voor het overige deel van de kosten is zowel met Triodos als met de BNG gesproken over de financiering. Met Triodos is gekeken om middels certificaathouders te werken, waarbij klanten een soort van aandeelhouder zijn. Dit model is verder in uitwerking. Als achtervang is gesproken met de BNG als financier om het tekort te financieren.