

## F4 Energie uit water

### Missie

In 2030 is energie uit water integraal onderdeel van het energie- en klimaatbeleid. Nederland zet daarbij haar oppervlaktewateren in als bron van duurzame energie (alsook van warmte), als opslagmedium en om ruimte te bieden voor infrastructuur voor duurzame energie. Het waterbeheer is energetisch efficiënt ingeregeld en levert met haar waterpeilbeheer een bijdrage aan klimaatmitigatie door het tegengaan van de uitstoot van broeikasgassen. Waar mogelijk worden energiestrategieën en -oplossingen verbonden aan andere (gebieds)opgaven.

### Wat beoogt het MMIP?

Het oppervlaktewater in de Nederlandse delta biedt diverse mogelijkheden voor duurzame opwek, opslag en transport van energie (inclusief warmte). Typisch gaat het hierbij om de omzetting van potentiële of bewegingsenergie van water (golven, getijstrooming, (laag verval) hydropower) of van verschillen in osmotische waarden (concentratieverschillen) naar elektriciteit of groene waterstof, het gebruik van de warmte (- en koude)capaciteit van water in warmte-koude systemen of OTEC systemen in het Caribisch gebied. Daarnaast biedt de ruimte die het oppervlaktewater inneemt mogelijkheden voor win, opwek en opslag van energie (bijvoorbeeld energie-opslag in osmotische verschillen, zonnecellen, kweken van biomassa). Ook is er nog veel energie te winnen en te besparen door innovatieve waterzuivering en slimmer waterbeheer, bijvoorbeeld door op de waterzuivering de stikstofcyclus te verkorten (huidige situatie: ammonium afbreken tot stikstof kost veel energie, terwijl ammonium maken uit stikstof ten behoeve van kunstmest ook veel energie kost), door direct elektriciteit of waterstof of andere energiedragers te produceren uit afvalwater (met (bio)elektrochemische systemen), of door pompen en gemalen efficiënter in te zetten.

Vanwege de grote diversiteit aan functies van ons watersysteem is steeds een locatie-specifieke afweging nodig waarin (maatschappelijke) kosten en baten en belangen gekoppeld aan functionele of gebruikswaarden (zoals waterveiligheid, zoetwatervoorziening, sociaaleconomische waarden) en intrinsieke waarden (bijvoorbeeld belevingswaarden gekoppeld aan landschap, cultuurhistorie, natuur) zorgvuldig worden afgewogen. Er zal daarbij gestreefd moeten worden naar oplossingen die optimaal passen bij de diverse sets aan multidisciplinaire eisen. Juist ook de grootschaligere effecten en mogelijke interferentie tussen diverse technieken vragen gedegen integrale afwegingen en planning op niveaus van gemeenten, waterschappen, provincies tot aan complete (inter)nationale stroomgebieden. In combinatie met de bedrijven die investeren in duurzame technieken en deze implementeren zijn er daarmee veel diverse belanghebbenden bij een goede invulling van dit MMIP.

Besluitvorming over investeringen en bewegingen richting een maximale implementatie in de praktijk vragen verdere ontwikkeling en het breed beschikbaar maken van kennis, concepten en ondersteunende technologie. Dit MMIP richt zich daarom op:

- Versnelling van implementatie en verlaging van operationele kosten inclusief onderhoudskosten, verhogen van de betrouwbaarheid en efficiency van de systemen en verlaging van de mogelijke negatieve effecten op de omgeving

- De ontwikkeling van tools die gedegen inzichten kunnen verschaffen over reëel te verwachten energieopbrengsten van diverse technologieën en kosten-baten analyses voor heldere sets van toekomstscenario's;
- Heldere kaders, richtlijnen en regelgeving omtrent pilots en verdere uitrol naar de markt en de praktijk;
- Het testen van technologieën in testomgevingen en praktijk in de vorm van grootschalige demonstratieprojecten.
- Nederland is onderdeel van de Europese onderzoeks- en testinfrastructuur voor energie uit water en aantrekkelijk voor buitenlandse ontwikkelaars om innovaties hier te testen, valideren en certificeren.

### Doelstellingen MMIP:

De ambities voor dit MMIP voor 2030 zijn:

- Aquathermie (uit zowel oppervlaktewater als afval- en drinkwater) is een volwaardig inzetbaar alternatief voor verwarming van de bebouwde omgeving en is ingezet op invulling van tenminste 10% van de warmtevraag;
- Diverse innovatieve, goed voorspelbare, vormen van energie uit water (zowel aquathermie als bijv. getijdenenergie, zoet-zout energie, golfslagenergie, etc.) zijn getoetst op haalbaarheid (papier & praktijk technisch op demoschaal, ecologisch en socio-economisch) en zijn grootschalig geïmplementeerd daar waar de haalbaarheid is aangetoond;
- De opslagpotentie van oppervlaktewater is volledig in beeld gebracht en klaar om te gaan benutten. Water kan dan een belangrijke bijdrage leveren aan de eis van leveringszekerheid;
- Energie uit water is integraal onderdeel van het energie- en klimaatbeleid.

### Deelprogramma's en fasering

<b>MMIP LWV F4.1: warmte en koude uit oppervlakte water (TEO)</b>			
<p>De doelstelling van dit deelprogramma is ervoor te zorgen dat het plannen, ontwerpen, bouwen en onderhoud van het interface tussen het oppervlaktewater en het warmtenet geen bottleneck vormen voor grootschalig gebruik van Thermische Energie uit Oppervlaktewater, en dat de inpassing van TEO in de watersystemen zoveel mogelijk positief bijdraagt aan overige functies van het watersysteem en negatieve effecten verwaarloosbaar zijn.</p> <p>Dit deelprogramma heeft sterke raakvlakken (mogelijk overlap) met het Thema Energietransitie &amp; Duurzaamheid – Missie B Gebouwde omgeving: MMIP 4: Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (inclusief glastuinbouw)- deelprogramma's 4.4 en 4.5.</p>			
Onderzoeksfase	Ontwikkelfase	Demonstratiefase	Implementatiefase
<p>-robuuste inlaat en uitlaatsystemen inclusief filters en warmtewisselaars die minder gevoelig zijn voor fouling en slib, met minimale impacts op de omgeving</p> <p>-mogelijkheid inzet van de Noordzee als aanvullend potentieel</p> <p>-potentie van kleinere wateren</p>	<p>-inpassingsmogelijkheden van het interface tussen oppervlaktewater en warmte-koude net al dan niet als onderdeel van bestaande of te vervangen waterbouwkundige constructies (bijvoorbeeld stuwen, gemalen) en oevers.</p> <p>-aanbevelingen voor landelijke regelgeving rondom aquathermie (lozingen, onttrekking etc.)</p> <p>-inzicht in de kosten en opbouw daarvan door generieke kostenparameters tbv transparante</p>	<p>-grootschalige warmte-opslag in de bodem (bijv. HEATSTORE project) of op een andere manier</p> <p>-technische en economische haalbaarheid van nieuwe systeemcomponenten</p> <p>-integrale haalbaarheid van combinaties van warmte-koude winning met andere functies zoals natuurbeheer, waterbeheer, recreatie, ecologie</p>	<p>-nieuwe regelgeving voor koudelozingen</p> <p>-verlagen van projectrisico's</p> <p>-monitoren van omgevingseffecten, opbrengsten en kosten</p> <p>-prijsmodellen voor koude levering</p>

	haalbaarheidsberekeningen en opname in beleidsanalyses.		
<b>MMIP LWV F4.2: Voorspelbaar (itt zon en wind) elektriciteit opwekken met water als energiebron</b> De doelstellingen van dit deelprogramma zijn om de haalbaarheid van water gebaseerde innovatieve duurzame energiewinning (laag-verval, getijdestroming, getijdelaagunes, golven (als enige minder goed voorspelbaar), Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) en osmotische verschillen (zoet/zout)) te vergroten en te toetsen in de relevante fasen van ontwikkeling.			
<b>Onderzoeksfase</b>	<b>Ontwikkelfase</b>	<b>Demonstratiefase</b>	<b>Implementatiefase</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-verbeteren van de beschikbaarheid, betrouwbaarheid en levensduur van concepten voor het oogsten van energie uit water.</li> <li>-een open database waarop relevante onderzoeks- en monitoringsgegevens worden gedeeld.</li> <li>-datacollectie van interactie van micro, meso en macro aquatisch leven met concepten voor duurzame energiewinning uit water.</li> <li>-gebruiken van watertechnologie gebaseerde elektrochemische processen voor efficiënte Carbon Capture and Storage/Use (CCS/CCU)</li> <li>-Nederland is onderdeel van de Europese onder-zoeks- en testinfrastructuur voor marine energie (bijv via Marenerg-i)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-verbeteringen van energie uit water technologie, robuuste inlaat- en uitlaatsystemen, filtratie en membranen die minder gevoelig zijn voor biofouling en slib, met minimale impacts op het milieu (vastzuigen en inname van aquatisch leven), zonder chlorineren, met name voor Blue Energy toepassingen</li> <li>-heldere planning en adviestools die ontwikkelaars helpen met locatiekeuzes, komen tot realistische locatie-specifieke kosten-batenanalyses, en het voldoen aan wettelijke voorschriften en reguleringen voor ruimtelijk inrichting</li> <li>-inpassingsmogelijkheden van innovatieve concepten al dan niet als onderdeel van bestaande of te vervangen waterbouwkundige constructies(bijvoorbeeld keringen, stuwen, gemalen).</li> <li>- heldere methode(s) en tools om innovatieve concepten te kunnen toetsen op prestatie en betrouwbaarheid (Technology Readiness) en commercieel succes (Commercial Readiness)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Handreikingen en aanbevelingen voor het opstellen van (MER)studies inclusief effecten op habitats, soorten, incl. vis(migratie) en selectie van projectlocaties waarmee de sector pro-actief kan inzetten op naleving van de wet- en regelgeving en vergunningen vlot verstrekt kunnen worden.</li> <li>-realiseren van kostenreducties leidend tot 10 cEUR/kWh voor getijdenergie en Blue Energy (zoet/zout), 15 cEUR/kWh voor golfenergiegewinning.</li> <li>-onderzoeken van politiek en maatschappelijk draagvlak van de technologieën: identificatie van (perceptie van) voor- en nadelen bij implementatie in of nabij de gebouwde omgeving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ontwikkeling van innovatieve financieringsinstrumenten tbv support van implementatieprojecten en het aantrekken van private investeerders</li> <li>-mitigatie recirculatie brak water naar zoutinnamepunt bij opschaling Blue Energy (zoet/zout) op grote demonstratieschaal</li> <li>-opname van energie uit water in RES en gebiedsagenda's</li> </ul>
<b>MMIP LWV F4.3: Oppervlaktewater biedt ruimte voor duurzame energiewinning en opslag in osmotische waarden (opslag), PV systemen (Opwek), en biomassa</b> De doelstelling van dit deelprogramma is om de haalbaarheid van het gebruik van de ruimte die oppervlaktewater biedt voor duurzame energiewinning te toetsen op technische, economische, ecologische en sociologische gronden.			
<b>Onderzoeksfase</b>	<b>Ontwikkelfase</b>	<b>Demonstratiefase</b>	<b>Implementatiefase</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-vergroten van energiedichtheid van electriciteitsopslag in water tot &gt;5 kWh/m<sup>3</sup> met een round-trip efficiency &gt;60% door toepassing van nieuwe membranen en beter procesontwerp</li> <li>-haalbaarheidstoets van valmeer- of andere concepten voor energieopslag en de bijdrage daarvan aan leveringszekerheid.</li> <li>-effecten op waterkwaliteit en ecologie helder in kaart en beschikbaar voor ontwikkelaars drijvende systemen</li> <li>-ruimtelijke impact verkleinen door slimme combinaties van energiesystemen en andere gebruiksfuncties op het water</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ontwikkelen van robuuste drijvende systemen voor PV of biomassa voor extreme omstandigheden (op zee)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-realiseren van kostenreducties tot &lt;10 cEUR/kWh cyclus voor energieopslag in osmotische verschillen.</li> <li>-Technische en economische haalbaarheid van drijvende PV systemen (zie ET&amp;D – Missie A: MMIP2 -deelprog. 2.2)</li> <li>-identificatie van potentiële socio-economische voor- en nadelen voor gemeenschappen op diverse niveaus tbv politiek en maatschappelijk draagvlak.</li> <li>-testen van drijvende systemen voor PV of biomassa</li> <li>-haalbaarheid met voor- en nadelen van kweek van biomassa bij verschillende watersystemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-schaalvergroting van energieopslag in osmotische verschillen)</li> <li>-opschalen van drijvende zonnevelden met minimale impact op de omgeving, zoals op waterreservoirs</li> </ul>

<b>MMIP LWV F4.4: Terugwinning van energie en energiebesparing in de waterzuivering en in waterbeheer</b>			
De doelstelling van dit deelprogramma is om op duurzame wijze energie te winnen of te besparen in de waterketen (van drinkwater tot afvalwater) en in slim waterbeheer.			
<b>Onderzoeksfase</b>	<b>Ontwikkelfase</b>	<b>Demonstratiefase</b>	<b>Implementatiefase</b>
- onderzoeken van de mogelijkheden van nieuwe (bio)(elektro)chemische technologie voor het kortsluiten van de stikstofcyclus en/of het produceren van duurzame elektriciteit of energiedragers (waterstof, ammoniak, acetaat, ...)	- potentie en risicobeheersing van Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) en Thermische Energie uit Drinkwater (TED) aantonen  - ontwikkelen van elektro-chemische systemen voor efficiëntere (afval)waterzuivering  - terugdringen van energieverbruik van pompen en gemalen door slimme sturing en verbetering van onderhoud strategieën door gebruikmaking van innovatieve monitoringstechnieken, kunstmatige intelligentie, voorspellingsmodellen en analyse tools.	-technische en economische haalbaarheid aantonen van energiewinning –en besparing van decentrale zuiveringsconcepten  - demonstreren energetische voordelen van nieuw concept van centraal zuiveren: concentreren van (communaal ) afvalwater alvorens biologisch te zuiveren (bijv. CoRe project)	-realiseren van schaalvergroting van decentrale zuiveringsconcepten (bijv. op basis ervaringen in Noorderhoek in Sneek)

### Positionering MMIP

Een grote verscheidenheid aan partijen spelen een rol in deze sector die vooral gekenmerkt wordt door (vooralsnog) relatieve kleinschalige projecten die lokaal oplossingen bieden en globaal een bijdrage leveren aan de energietransitie. Overheden spelen een belangrijke rol en zijn tegelijkertijd stakeholder: Rijkswaterstaat, waterschappen en havens hebben duurzaamheidsdoelstellingen, bezitten en beheren arealen en kunstwerken met potentieel voor energie uit water toepassingen, en verstrekken vergunningen waarbij brede belangen afgewogen worden. Gemeenten en de Gebouwde Omgeving zijn (mede)ontwikkelaars en gebruikers van duurzame warmte en energie. Zij zijn op hun beurt afhankelijk van de ontwikkelaars van en investeerders in energie uit water technologie, waaronder warmte- en energiebedrijven en MKB. De bouw-, offshore- en installatiesector heeft evident een rol bij de aanleg. Dit MMIP heeft interactie met:

- Thema Energie & Duurzaamheid: Missie A (een volledig CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem in 2050) – MMIPs 1 en 2 (Hernieuwbare Energie op zee en op land); en Missie B (Gebouwde omgeving): MMIP 4: Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (inclusief glastuinbouw)- deelprogramma's 4.4 en 4.5
- Thema Landbouw, Water & Voedsel – Missie E: Duurzame Noordzee, oceanen en binnenwateren, subthema's Noordzee en Rivieren, meren en intergetijdgebieden

### Sterktes en zwaktes kennispositie en positie bedrijfsleven

Projecten hebben een doorgaans uniek karakter en risico's zullen mede daardoor door investeerders als vrij hoog worden ingeschat. Het opwekken van elektriciteit met water als energiebron is voorlopig (in Nederland) nog niet financieel haalbaar zonder subsidie: de prijzen per kilowattuur zijn niet concurrerend ten opzichte van elektriciteit opgewekt met wind en conventionele centrales. Omdat het doorgaans lokale initiatieven betreft kan de investeringsbereidheid van (delen van) lokale gemeenschappen wel groter zijn.

Bij deze prijsvergelijking mag niet worden vergeten dat wind en zon/PV back-up capaciteit vereisen, die met de continu (365/24/7) levering van energie uit water niet of veel minder

nodig is. Deze back-up kosten behoren dus – bij vergelijking - onderdeel te zijn van de kosten van wind en zon/PV bovenop de “kale” productiekosten daarvan. Door deze zeer goede voorspelbaarheid van energie uit water zijn continuïteit, leveringszekerheid en daarmee netstabiliteit grote voordelen van energie uit water. Het is dus belangrijk dat deze schone, CO2-vrije technologieën ontwikkeld worden en gaan bijdragen aan de duurzame energievoorziening in te toekomst.

Samenhang met (bestaande) nationale en internationale agenda's

Green deals; Kansen voor West; Klimaatakkoord; Aardgasvrije wijken; EU kennisagenda's voor ontwikkeling en implementatie van marine energie streven soortgelijke doelen na.

### **Strategie internationaal**

Op stuwdamcentrales en riviercentrales na wordt ook internationaal de duurzame warmte- en energiepotentie van water nog nauwelijks benut. Er wordt ook internationaal een toename van maatschappelijke en politieke interesse in de inzet van energie uit water verwacht, en het streven van dit MMIP is om Nederland, mede gebruik makend van haar sterke reputatie op het gebied van watermanagement, een gidsrol te gaan laten spelen, en wereldwijd exporteur te worden van kennis, diensten en technologie op dit gebied. Sterke internationale positionering vereist aansprekende demonstratieprojecten en bredere uitrol in Nederland op de verschillende technologieën in dit MMIP. Een sterke internationale positionering vereist extra marketing inspanningen waarin gemeenschappelijkheid in deze relatieve fragmentarische sector gezocht en benut moet worden, en de partijen uit de goeden driehoek intensief moeten samenwerken bijvoorbeeld via Dutch Marine Energy Centre (DMEC) en Netherlands Water Partnership (NWP).

### **Innovatiesysteem en consortiumvorming**

Via diverse samenwerkingsverbanden wordt al effectief aan innovaties gewerkt, ook in internationaal verband. Implementatie vraagt een brede combinatie van disciplines en cross-sectorale verbanden. De TKI Watertechnologie en de watercampus Leeuwarden zijn voorbeelden van innovatiesystemen. Ook de Greendeal tussen de Waterschappen en het Rijk is een sterke stimulans voor initiatieven. Er is een duidelijk link met TKI Urban Energy voor de winning van warmte- en koude uit oppervlaktewater en de electriciteitsopslag in de gebouwde omgeving in concentratieverschillen en de electriciteitsopslag in de gebouwde omgeving in concentratieverschillen (pilot Blue Battery op de The Green Village), en een belangrijke relatie met Deltatechnologie voor duurzame opwekmogelijkheden. Ontwikkelaars en investeerders hebben subsidieregelingen nodig om voor verdere ontwikkeling en implementatie van de innovaties. Overheden spelen een belangrijke rol door het stroomlijnen en inzichtelijk maken van vergunningsverleningstrajecten en regelgeving voor demonstratieprojecten en uitrol. In de ontwikkelingsfase van deze sector is een brede uitwisseling van data, kennis en ervaring van cruciaal belang, niet alleen technisch, maar juist ook op de cruciale organisatorische, sociale, economische, en juridische aspecten.