



# ROADMAP HERNIEUWBARE ENERGIE

Versie november '20

## LCOE REDUCTIE WINDPARKEN Horizon 2020-2030

## KADER HERNIEUWBARE ENERGIE

## ONTLUIKENDE TECHNOLOGIEËN & DIENSTEN Horizon 2020-2040

Operationele expertise (OPEX - AEP)	Valorisatie (CAPEX - DEPEX)	Directe Omgeving	Schaarste	Regelgeving & diensten	Energiemanagement (grid balancing, Power to 'X', opslag)	Ontluikende productie technologieën
<p><i>Optimaliseren van levensduur, werking, onderhoud en energieproductie van bestaande installaties, met behulp van ondersteunende technologische processen en beslissingsmodellen en het minimaliseren van menselijke interventie met behulp van logistieke processen en modellen ondersteund door digitalisatie, automatisatie, drones en robotica.</i></p>	<p><i>Ontwikkelingen die de ganse leveringsketen bij het bouwen van een nieuw windpark afdekken: het geïntegreerd ontwerp, rekening gehouden wordt met huidige en toekomstige tendensen, inclusief het optimaliseren van de industrialisatie, de fundatiewerken, de installatie technieken en de logistieke keten van decommissioning (einde levensduur)</i></p>	<p><i>Initiatieven die het meervoudig gebruik van de ruimte ingenomen door de windparken stimuleren en bijdragen tot een efficiënte en veilige benutting voor zowel nog nieuw te bouwen concessies alsook het gebruik van bestaande ingenomen ruimtes door verlenging levensduur miv nieuwe business modellen. Onderzoek en innovaties betreffende de interactie met het marine ecosysteem.</i></p>	<p><i>Innovatieve initiatieven die personeels schaarste helpen ondersteunen in het aanbieden van adequate gerichte training van personeel en de transitie van personeel vanuit andere domeinen. Initiatieven met betrekking tot de logistieke keten voor het gebruik van hernieuwbare materialen (ecologisch, biodegradable) worden gestimuleerd.</i></p>	<p><i>Inzetten op de internationalisatie strategie voor het uitdragen van de Vlaamse know-how bij het bouwen van windparken wereldwijd. Voor het Belgisch deel van de Noordzee en in het kader van de ontwikkeling van nieuwe technologieën de noodzakelijke regelgeving om deze tendensen aan te pakken en een draagvlak te creëren.</i></p>	<p><i>Nieuwe noodzakelijke concepten voor energietransport, gridbalancing, opslag en systeem integratie ten behoeve van de stabiliteit van het offshore net op lange termijn en mogelijk maken van inter connecties.</i></p> <p><i>Offshore energie naar "X": offshore productie, opslag en transport van H2 (en/of na conversie als feedstock, inclusief CO2 captatie op zee) en zoetwaterproductie</i></p>	<p><i>Ontluikende productie technologieën zoals drijvende energieproductie (wind, fotovoltaïsche (PV), ...). De ontwikkeling van golf- en getijden energieomvormers en andere ontwikkelingen die nog in de kinderschoenen staan (airborne, OTEC, salinity gradient, algen).</i></p>
<p>SMART - GBF</p> <p>BOPTIC</p> <p>Supersized 4.0</p> <p>Rainbow</p>	<p>SOILTWIN</p>	<p>MFiland</p> <p>D4PV@Sea</p>		<p>MetCertified</p>	<p>Cordoba</p> <p>Neptune</p> <p>Promotion</p>	<p>SWEET H2(O)</p> <p>H2-MYTHIC</p> <p>Fresh4CS</p> <p>MPVAQUA</p> <p>BluERA</p> <p>Alpheus</p>

## ROADMAP HERNIEUWBARE ENERGIE & ZOETWATERPRODUCTIE

### 1. Wat is het belang van de roadmap?

Per innovatiedomein van de Blauwe Cluster is een roadmap ontwikkeld die de prioriteiten voor de komende werkingsjaren vastlegt. In de roadmaps worden de relevante bouwstenen geformuleerd. Voor elk van deze bouwstenen zijn, met horizon 2030, het nodige onderzoek, haalbaarheidsstudies, piloot & demoprojecten en de nodige kennisdeling geformuleerd.

Op die manier wordt voor alle betrokkenen een helder overzicht gecreëerd van de ambities, de nodige inspanningen en de onderlinge relaties tussen de verschillende innovatiesporen. De roadmaps dienen daarbij als kader om projecten die aangemeld worden te evalueren op hun relevantie voor de cluster.

De roadmap is een dynamisch instrument en zal jaarlijks bijgestuurd worden op basis van voortschrijdende inzicht en de Task Forces van de Blauwe Cluster. Dit laat toe om nieuwe opportuniteiten voor de blauwe economie op te nemen in de roadmaps.

### 2. Hoe is de roadmap opgebouwd en hoe lees ik die?

De roadmap is opgebouwd in verschillende lagen en wordt best van boven naar onder gelezen. Het betreft een schematische weergave van complementaire activiteiten die nodig zijn om de doelstelling te bereiken.

**Focusgebieden:** deze vind je terug onder de algemene doelstelling en groeperen twee of meerdere bouwstenen rond eenzelfde oplossingsrichting die kunnen bewandeld worden om activiteiten in te ontplooiën.

**Bouwstenen:** deze beschrijven het tweede niveau van de roadmap en zijn de thematische onderwerpen (al dan niet onderdelen van een waardenketen, technologie of uitdagingen) binnen het domein waarop de cluster wil inzetten om vooruitgang te realiseren.

**Thematische doelstelling:** deze vind je terug op het derde niveau - net onder de bouwstenen - en beschrijft de doelstelling die verbonden is aan één specifieke bouwsteen en die bijdraagt tot het realiseren van de algemene doelstelling.

**Innovatieprojecten:** indien een activiteit uit de themalijst reeds concreet gestart is via een project (al dan niet via de clusterwerking) dan is dit aangeduid onderaan de themalijst met vermelding van de naam van het project. Meer informatie over dit project kan gevonden worden via de website van de cluster in de rubriek "projecten".

### 3. Welke prioriteiten legt de roadmap in dit domein?

Hoewel de nieuwe technologieën die de energie van de oceaan in elektrische energie kunnen transformeren een groot potentieel hebben, zijn er veel nog in ontwikkeling. De missie van het BC is om synergiën te verkennen om de productie en opslag van energie op zee te verhogen. Meer in het bijzonder richt de cluster zich op de ontwikkeling van een belangrijke energieproductiefaciliteit in het nabije kustgebied van het Belgisch deel van de Noordzee. Om deze ontwikkeling te ondersteunen door de Blauwe Cluster zijn drie assen voor onderzoeks- en innovatieprojecten gedefinieerd:

#### 1. LCOE (levelised cost of energy) reductie voor bottom fixed offshore windparken

Ondanks het gegeven dat de ontwikkeling van nieuwe offshore windparken een zekere maturiteit hebben bereikt, blijft de kostenreductie door innovatie ook voor bestaande en toekomstig te bouwen windparken belangrijk. Hierbij dient gewerkt te worden op optimalisatie van de operationele expertise en valorisatie ter ondersteuning van een optimaal rendement (reliability en robustness) en minimale LCOE. Deze innovaties hebben eerder een incrementeel innovatie karakter en spelen zich af op de korte tot middellange termijn. (Horizon 2020 – 2030)

##### Operationele expertise (OPEX - AEP)

Om de kostprijs van de uitbating (OPEX) te drukken zal ingezet worden op het **optimaliseren van levensduur, werking, onderhoud en energieproductie** van de bestaande installaties, waarbij ondersteunende technologische processen en beslissingsmodellen worden ontwikkeld. Tevens wordt ook ingezet op innovaties die gericht zijn op het vergroten van de onafhankelijkheid en het minimaliseren van menselijke interventie met behulp van logistieke processen en beslissingsmodellen ondersteund door **digitalisatie, automatisatie en robotica**.

##### Valorisatie (CAPEX - DEPEX)

Bij het ontwikkelen en implementeren van nieuwe windparken zal er ook aandacht zijn voor ontwikkelingen die de ganse leveringsketen bij het bouwen van een nieuw windpark afdekken en de **kostprijs van nieuwe windparken** kunnen drukken. Dit start bij de plannings fase vanuit het geïntegreerd ontwerp, waarbij rekening gehouden wordt met huidige en toekomstige tendensen, inclusief de logistieke keten van decommissioning (einde levensduur) van de windparken. Verder worden innovaties aangemoedigd die betrekking hebben op het optimaliseren van de industrialisatie, de fundatiewerken en de installatie technieken.

#### 2. Ontluikende technologieën en diensten

De oceanen zijn wereldwijd een belangrijke bron van energie. Dit betekent dat de ontwikkeling van hernieuwbare energie niet hoeft te stoppen bij de ontwikkeling van offshore windparken zoals we die nu kennen. Een aantal ontluikende productietechnologieën en hieraan gekoppelde diensten zijn volop in ontwikkeling. Ook hierin wenst de Blauwe Cluster de innovatie projecten te ondersteunen. Deze innovaties hebben eerder een disruptief innovatie karakter, spelen zich af op de middellange tot lange termijn en zijn eerder internationaal en export gericht. (Horizon 2020 – 2040)

### Energiemanagement

De toenemende productie van hernieuwbare energie opent nieuwe mogelijkheden wat **sectorkoppeling** betreft.

Eenzijds is het de missie van de Blauwe Cluster om samen met de ontwikkeling van mariene hernieuwbare energiebronnen nieuwe noodzakelijke concepten voor **energietransport, gridbalancing, opslag en systeemintegratie** te ontwikkelen, dit om de stabiliteit van het offshore net op lange termijn te garanderen en inter-connecties mogelijk te maken. Deze productie- en opslagcapaciteit zal infrastructuur nodig hebben die gedeeld zullen worden met andere domeinen waar de Blauwe Cluster aan werkt.

Anderzijds zal een **diversifiëring van offshore energie naar "X"** opgenomen worden met betrekking tot productie, transport en opslag op zee. Hernieuwbare waterstof (en/of na conversie in andere moleculen, in combinatie met CO<sub>2</sub> captatie uit zeewater, eventueel in combinatie met ontzilting) kan als energiedrager of als feedstock in tal van sectoren ingezet worden. Verder wordt de productie van zoet water in droge gebieden en wereldwijd steeds belangrijker, ook in onze meer gematigde streken. De missie van de Blauwe Cluster is om bij te dragen aan het veilig stellen van de zoetwaterveiligheid met een offshore installatie in combinatie met de productie van hernieuwbare energie. De Blauwe Cluster zal daarom onderzoeken hoe en onder welke voorwaarden de **productie van zoet water** langs onze kust kan plaatsvinden.

### Ontluikende productietechnologieën

De oceanen zijn een belangrijke bron van energie. Om deze verder te exploreren zal naast de meer mature bottom fixed offshore windparken hiervoor prioritair ingezet worden **ontluikende productietechnologieën** zoals drijvende energieproductie (wind, fotovoltaïsche (PV), ...). Daarnaast wil de Blauwe Cluster ook de ontwikkeling van golf- en getijdenenergieomvormers stimuleren en andere ontwikkelingen die nog in de kinderschoenen staan (airborne, thermal salinity, algen,...).

## **3. Kader Hernieuwbare Energie**

De bouw van windparken op zee heeft ook impact op de directe en indirecte omgeving en is niet los te zien van een overkoepelend kader, die niet direct gelinkt is aan een specifieke technologie zoals hierboven omschreven, maar toch hun maatschappelijk, financieel en regelgevend belang hebben. Het is de bedoeling van de Blauwe Cluster om ook voor deze aspecten innovatieprojecten te ondersteunen en de interactie tussen de offshore hernieuwbare technologie en deze aspecten mee te nemen. Deze aspecten vereisen een nauwe samenwerking met alle lagen van de bevolking, vereisen een groot draagvlak en spelen zich af op zowel korte, middellange als lange termijn en is een continu gegeven.

### Directe omgeving

De bouw van windparken heeft een direct invloed op het ruimtegebruik. Initiatieven die het **meervoudig gebruik van de ruimte** ingenomen door de windpark stimuleren en bijdragen tot een efficiënte en veilige benutting worden dan ook door de Blauwe Cluster ondersteunt. Dit betreft niet enkel de nog nieuw te bouwen concessies in het Belgisch deel van de Noordzee, maar ook het gebruik van **bestaande ingenomen ruimtes**. Dit behelst onder andere het uitbreiden van de levensduur van de bestaande concessies waarvoor ook mogelijk nieuwe business modellen zich opdringen. Onderzoek en innovaties betreffende de **interactie met het marine ecosysteem** worden tevens ondersteund.

### **Schaarste grondstoffen en middelen**

De nog nieuw te ontwikkelen ontwikkeling van de offshore hernieuwbare energie zal zowel op het gebied van materialen als aan mensen bij de voorziene schaalgrootte schaarste creëren. Daarom steunt de Blauwe Cluster enerzijds innovatieve initiatieven die enerzijds op het gebied van **personeel** helpen ondersteunen in het aanbieden van adequate gerichte training van personeel en de transitie van personeel vanuit andere domeinen naar het domein offshore hernieuwbare energie. Anderzijds worden ook initiatieven ondersteunt die de **ganse logistieke keten voor de decommissioning** na de levensduur van de windmolenparken ondersteunen, waarbij ook het **gebruik van hernieuwbare materialen** (ecologisch, biodegradable) en het **vermijden van zeldzame materialen** worden gestimuleerd.

### **Regelgeving en diensten**

Gezien de maturiteit van met name offshore bottom fixed offshore energie en het brede draagvlak bij de leden van de Blauwe Cluster wordt tenslotte ook ingezet op de **internationalisatie strategie** voor het uitdragen van onze know-how bij het bouwen van windparken wereldwijd.

Verder zullen ook voor het Belgisch deel van de Noordzee en in het kader van de ontwikkeling van nieuwe technologieën het noodzakelijk zijn, rekening houdend met de tendenzen, om de **regelgeving om op een duurzame manier aan te pakken en een draagvlak te creëren**.

### **Doelstellingen Hernieuwbare Energie & Zoetwaterproductie**

*De missie van de Blue Cluster is om synergiën te verkennen om het aandeel van de productie, transport en opslag van energie op zee te verhogen. Meer specifiek beoogt de Blue Cluster een belangrijke energieproductie in het nearshore-gebied van het BNZ te ontwikkelen, zonder de kansen en uitdagingen in farshore-projecten uit het oog te verliezen. Het heeft als missie om 100% duurzame elektriciteitsproductie op zee te ontwikkelen met behulp van een breed scala aan verschillende technologieën, waarbij wind en drijvende PV de eerste zijn. Het doel is om een geïnstalleerd vermogen van enkele GW en een opslagcapaciteit van enkele duizenden MWh te realiseren. De ontwikkeling van zoetwaterproductie, een activiteit die zeer energie-intensief is, is hier een van de mogelijke transitiemogelijkheden en zal tevens bijdragen tot het veilig stellen van de zoetwatervoorziening. De productie- en opslagcapaciteit zal infrastructuren nodig hebben die gedeeld zullen worden met andere domeinen waar de Blue Cluster aan werkt.*

## **4. Welke activiteiten zijn opgenomen in de roadmap?**

Hieronder vind je meer duiding bij de activiteiten die opgenomen zijn in de roadmap. Rond één bepaalde activiteit kunnen meerdere projecten ontwikkeld worden. Deze lijst is niet limitatief en kan worden aangevuld aan de hand van de noden van de sector, wanneer deze vallen onder een van de 3 assen zoals omschreven in hoofdstuk 3. Prioriteiten in het domein Hernieuwbare energie en zoetwaterproductie.

---

*LCOE reductive windparken*

---

**Operationele expertise (OPEX)*****Digitalisatie, automatisatie en robotica***

**Digitalisatie en automatisatie:** door gebruik te maken van remote sensing data, dronetechnologie, robotica, augmented en virtual reality, 5G, etc. kunnen het aantal vaarbewegingen en menselijke interventies aan de offshore windparken zoveel mogelijk gereduceerd worden. Er is een trend naar ontzorging waarbij diensten in plaats van goederen aangekocht worden.

**Innovatiekavel:** er is nood aan een aparte juridische entiteit binnen de windmolenparken om innovatieprojecten uit te voeren. In dit flexibel kader zou het eenvoudiger moeten zijn om nieuwe technologie of integratie met andere activiteiten uit te testen.

***Optimaliseren van levensduur, werking & onderhoud***

**Onderhoud & levensduur:** het monitoren en analyseren van data is cruciaal om de performantie van de offshore infrastructuur te optimaliseren. Met real-time data kan men evolueren naar prescriptief onderhoud en de veiligheid verhogen. Strategieën voor het verlengen van de levensduur en ontmantelen van sites kunnen verder uitgewerkt worden.

**Valorisatie (CAPEX)*****Design, industrialisatie en logistiek***

**Optimalisatie logistiek:** aanpassen van oudere schepen of optimaliseren design van nieuwe schepen voor installatie van de windmolens. Voor het onderhoud van windparken kan het potentieel van autonoom varen/swarm technologie bekeken worden.

**Kennisopbouw nieuwe zone:** de nieuwe in gebruik te nemen zone voor windmolenparken op zee is onbekend terrein. Data over de bodem, biologie, wind, etc. moeten verzameld worden met het oog op een aangepast design en installatie van de windmolens.

**Decomissioning:** de levensduur van een windmolenpark is eindig en decomissioning wordt meer en meer een belangrijk aspect, ook bij de nieuwe tenders, ook internationaal. Het in kaart brengen van gebruikte materialen en (materiaalpaspoort) en het definiëren van decommissioning strategieën dringt zich op, rekening houdend met circulariteit en dit reeds bij het ontwerp van de nieuwe parken.

---

## Ontluikende technologieën en diensten

---

### Energiemanagement

#### **Grid, opslag en systeemintegratie**

**Griduitbouw:** om de offshore energie op een efficiënte manier te integreren in het elektriciteitsnet is er nood aan het versterken van het bestaande grid (op land en zee) en verder uit te bouwen tot een transmissienetwerk (incl. ontwerp bekabeling) dat toelaat om offshore elektriciteit te verdelen. Lange afstandstransport van hernieuwbare energie via grid connectie enerzijds en de lokale opslag van energie anderzijds moeten op een technisch-economische basis vergeleken worden.

**Energieopslag en flexibiliteit:** de pieken die geproduceerd worden door de offshore windmolenparken kunnen opgevangen worden door op momenten van lage energievraag de elektriciteit op te slaan via pumped hydro of batterijen. Daarnaast kan ook bekeken worden hoe de flexibiliteit in het energiesysteem kan verbreed worden naar andere vormen van energie (vb warmte) of energiedragers (vb. H<sub>2</sub>). Ook hier is een techno-economische afweging tussen de verschillende opties en met griduitbouw nodig.

#### **Offshore elektriciteit naar H<sub>2</sub>(O) of 'X'**

**Ontzilting van zeewater:** omwille van toenemende droogteperiodes en een groeiende bevolking, zal deze technologie in de toekomst een belangrijk onderdeel worden van kwalitatieve drinkwatervoorziening. De uitdagingen bestaan erin oplossingen te ontwikkelen die een laag energieverbruik hebben (al dan niet geïntegreerd met hernieuwbare energieproductie) en waarin restproducten (o.a. brine) hergebruikt of gerecycleerd worden om negatieve impact op het ecosysteem te vermijden.

**CO<sub>2</sub> captatie uit zeewater:** CO<sub>2</sub> concentraties in zeewater zijn zo'n 140 keer hoger dan in de atmosfeer. Membraantechnologie kan gebruikt worden om CO<sub>2</sub> uit het zeewater te halen. De technologie lijkt sterk op deze voor ontzilting, maar er vindt nog slechts beperkt onderzoek plaats om CO<sub>2</sub> captatie te combineren met ontzilting. Eerste analyses tonen aan dat kosten aanzienlijk lager kunnen zijn dan 'direct-air-capture'.

**Waterstof en Power-to-X:** Bij verdere grootschalige uitbouw van offshore windenergie kan lokale productie van waterstof en synthetische energiedragers (methanol, ammoniak, ...) of als feedstock bijdragen aan de energietransitie. Techno-economische analyse van de verschillende opties is daarbij belangrijk.

### Ontluikende productietechnologieën

#### **Ontluikende productietechnologieën**

**Floating wind:** deze technologie is vooral interessant voor grootschalige toepassing in farshore gebieden en daarom voor de Noordzee met zijn ondiepe wateren commercieel minder interessant in de nabije toekomst. Vlaanderen kan echter een actieve rol spelen in het ontwikkelen van deze markt in een vroeg stadium en expertise in de installatie van offshore wind versterken.

**Floating solar:** de relatief rustige condities en lage temperatuur van de Noordzee zijn gunstige voorwaarden voor nearshore energieproductie. Uitdagingen liggen in het ontwikkelen van panelen die bestand zijn tegen de ruwe condities op zee en het hoge zoutgehalte. Daarnaast kan ook gekeken worden hoe het design van het systeem kan aangepast worden zodat synergieën met andere functies (vb aquacultuur) mogelijk zijn en de impact op het ecosysteem minimaal is.

**Wave & tidal energie:** grootschalige productie van energie via wave/tidal technologie is op zich niet de doelstelling omdat de condities in de Noordzee (gedempte golfslag en beperkte getijdenwerking) niet ideaal zijn. De grootste opportuniteit ligt in het verder ontwikkelen en testen van de toestellen om de **betrouwbaarheid**, robuustheid en kostprijs te verbeteren. Alsook het aanpakken van barrières in markt en infrastructuur is een noodzakelijke stap.

**Mobiele systemen:** de mogelijkheden van mobiele units (vb. omgebouwd schip) voor de productie of opslag van energie (vb. waterstoftank, stoomboten op gas, gasoverslag, floating STEG, floating OVS, ...) bekijken als onderdeel van de offshore energiestrategie.

**Omgekeerde elektrolyse:** naast het gebruik van mechanische energie (wind, golven en getijden) kan op plaatsen waar zoet en zout water elkaar ontmoeten elektriciteit worden opgewekt. Membraantechnologie verbetert jaarlijks en biedt mogelijkheden, maar het omgaan met vervuiling door in het water aanwezige algen en partikels moet nog verder verbeterd worden. Roadmap doelstelling: elektriciteitsproductie moet toenemen tot 3 W/m<sup>2</sup>. Opschalen van labo condities en het bouwen van een demonstrator zijn volgende stappen in de ontwikkeling.

---

### *Waardeketen hernieuwbare energie*

---

## Directe omgeving

### Ruimtegebruik

**Integratie met andere functies:** windmolenparken bieden heel wat opportuniteiten om te combineren met andere activiteiten zoals aquacultuur, visserij, waterstofproductie, etc. De uitdagingen op dit vlak zijn zowel technologisch (o.a. verankeringsystemen), organisatorisch (gezamenlijk onderhoud), juridisch (aansprakelijkheid) als economisch (ownership) van aard. Nieuwe business en financieringsmodellen dringen zich op.

**Uitbreiding levensduur concessies:** nieuwe tendensen naar almaar grotere windmolens zouden het ruimtegebruik van de huidige concessies kunnen optimaliseren.

### Interactie met het marine ecosysteem

## Schaarste

### Personeel

**Training:** het onderhoud van windmolenparken vraagt de ondersteuning van zeer technologisch opgeleid personeel, waar momenteel al veel schaarste is. Ook voor de bestaande workforce dient een specifieke training zich op.

**Transitie workforce:** de technologische omgeving van een windmolenpark vraagt de omslag naar specifiek opgeleide werknemers met inbegrip van werknemers uit andere domeinen.

### Materialen

**Hernieuwbare materialen:** in het kader van het bouwen van nieuwe windmolenparken op een duurzame manier dienen zoveel als mogelijk materialen te worden gebruikt die een zo klein als mogelijke footprint bewerkstelligen en dit reeds bij het ontwerp van de nieuwe parken.

## Regelgeving en diensten

### Internationalisatie

### Grensoverschrijdende activiteiten