

## Argumentendocument Nearshore Wind Nederland

- Vertrouwelijk -

# Argumentendocument Nearshore Wind Nederland

- Vertrouwelijk -

**Door: Valentijn van Gastel en Bob Prinsen**

**Datum: 04 februari 2014**

**Projectnummer: WIENL14527**

Goedgekeurd door: Pim Rooijmans

Documentnaam: 20140115\_Argumentendocument Nearshore Windenergie Nederland\_V2.0

Pagina's: 44

Status: Definitief rapport

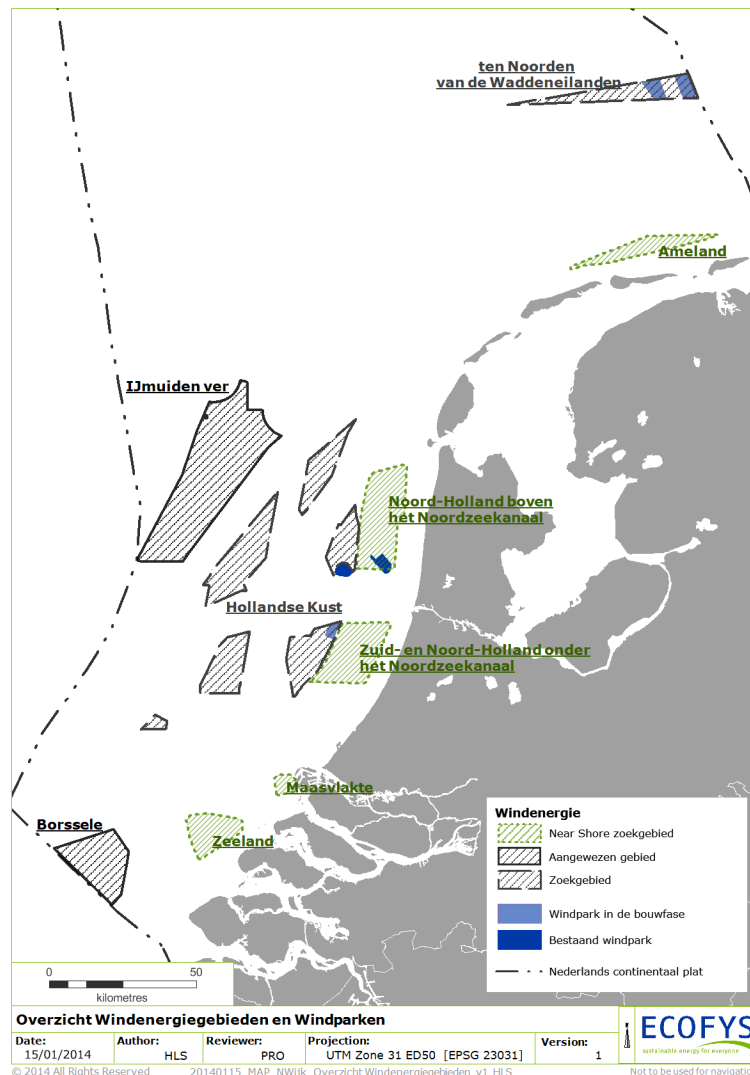
<b>Versie</b>	<b>Auteurs</b>	<b>Datum</b>	<b>Opmerking/aanpassingen</b>
1.1	<b>Valentijn van Gastel, Bob Prinsen</b>	15/01/2014	Concept rapport
1.3	<b>Valentijn van Gastel, Bob Prinsen</b>	03/02/2014	Tweede concept
2.0	<b>Valentijn van Gastel, Bob Prinsen</b>	04/02/2014	Eindversie

© Ecofys 2014 in opdracht van: Gemeente Noordwijk

## Samenvatting

De Nederlandse overheid heeft als doelstelling 14% duurzame energie op te wekken in 2020 en 16% duurzame energie in 2023. Om aan deze doelstelling te voldoen is een aanbesteding van 3450 MW windenergie op zee voor 2020 voorzien.

De overheid heeft vier gebieden aangewezen voor het ontwikkelen van windenergie op zee: Borssele, IJmuiden Ver, Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden (zie onderstaande figuur). Daarnaast voert de overheid een haalbaarheidsstudie uit naar het ontwikkelen van windenergie nearshore: binnen de 12-mijlszone.



**Overzicht windenergiegebieden en windparken (bestaand en in aanbouw)**

Ecofys heeft een beknopte studie gedaan naar de mogelijkheden voor ruimtelijke inpassing van nearshore windenergie en de mogelijke kostenbesparing die dit met zich mee kan brengen. De belangrijkste uitgangspunten in deze studie zijn:

- De scenario's die onderzocht worden bevatten een opgesteld vermogen van 3000 MW.
- Nearshore scenario's worden vergeleken met scenario's verder op zee waar windturbines niet of nauwelijks zichtbaar zijn.
- De kostenberekeningen zijn uitgevoerd met het Ecofys Offshore Wind Cost Model, dat gebaseerd is op recente marktgegevens.
- In de kostenberekeningen is alleen gekeken naar de directe investerings- en beheerskosten (CAPEX en OPEX) en naar de inkomsten vanuit opgewekte stroom.
- In de analyse zijn expliciet niet meegenomen:
  - te verwachten kostenreducties zoals die bijvoorbeeld in het Energieakkoord beschreven zijn;
  - indirecte kosten en baten (bijvoorbeeld werkgelegenheid, vermeden CO<sub>2</sub> uitstoot).

In deze studie zijn de volgende vragen beantwoord:

#### Zijn de nearshore zoekgebieden nodig om de 2020 doelstelling van het kabinet te halen?

Om deze vraag te beantwoorden is een inschatting gemaakt van de ruimtelijke belemmeringen binnen de vier aangewezen windenergiegebieden op basis van: scheepsvaartroutes, militaire zones, zandwin- en zandstortgebieden, beschermde natuurgebieden, olie en gasplatforms, buisleidingen en kabels (gedefinieerd als "harde belemmeringen").

Uit de analyse blijkt dat de extra ruimte die de nearshore zoekgebieden biedt, niet nodig is om de korte-termijn doelstelling van het kabinet te halen: 3450 MW windenergie op zee aanbesteed voor 2020. Binnen de reeds aangewezen windenergiegebieden is het mogelijk dit vermogen te ontwikkelen.

#### Hoeveel windenergie past er in de voorlopige nearshore zoekgebieden?

Deze vraag is in deze studie in meer detail onderzocht. Naast bovenstaande "harde belemmeringen" zijn hier ook minder gemakkelijk te kwantificeren belemmeringen meegenomen: gebieden met bijzondere ecologische waarde, aanloopgebieden voor de scheepvaart, zandwin- en zandstortgebieden buiten gebruik, toekomstige buisleidingen en toekomstige kabels (gedefinieerd als "zachte belemmeringen").

Uit de analyse blijkt dat het ontwikkelen van in totaal 3000 MW aan nearshore windparken van acceptabel formaat (minimaal 300 MW opgesteld vermogen per windpark) mogelijk is wanneer alle zachte belemmeringen worden weggenomen. Mochten zachte belemmeringen wel een beperking vormen, dan zal nearshore windenergie slechts beperkt haalbaar zijn (240 MW in één zoekgebied, onvoldoende ruimte in de overige gebieden).

Welke kostenreductie voor de BV Nederland is mogelijk door nearshore windenergie te ontwikkelen in plaats van de windenergie verder weg van de kust?

Om deze vraag te beantwoorden is een scenario-analyse gedaan. Daarbij zijn twee nearshore scenario's vergeleken met drie andere scenario's verder uit de kust. Alle scenario's hebben een totaal opgesteld vermogen van 3000 MW. Het uitgangspunt van de andere scenario's is dat de windturbines niet of nauwelijks zichtbaar zijn vanaf het strand. De scenario's zijn als volgt gedefinieerd:

- Scenario 1: Nearshore zonder gebruik van offshore hoogspanningsstation (OHVS)
- Scenario 2: Nearshore met gebruik van offshore hoogspanningsstation (OHVS)
- Scenario 3: Hollandse kust met een individuele netaansluiting
- Scenario 4: IJmuiden Ver met een individuele netaansluiting
- Scenario 5: IJmuiden Ver met een geclusterde netaansluiting

Voor de geclusterde netaansluiting is de huidige stand van de techniek gebruikt. Hiervoor zijn technische en kostengegevens van geclusterde opstellingen in de Duitse Noordzee gebruikt. De kostenberekeningen zijn uitgevoerd met het Ecofys Offshore Wind Cost Model, dat gebaseerd is op recente marktgegevens. Onderstaande tabel geeft de resultaten weer van de berekeningen.

**Genormaliseerde totale subsidie uitgaven per scenario (in grijs: nearshore scenario's)**

Resultaten	Scenario				
	1	2	3	4	5
SDE tarief (grijsprijs+subsidie) [€/MWh]	163	170 (+ 4%)	178 (+ 9%)	184 (+ 13%)	187 (+ 15%)
Genormaliseerde totale subsidie uitgaven over de levensduur (15 jaar) voor 3000 MW [miljard €]	17,9	19,2 (+ 7%)	20,5 (+ 15%)	21,5 (+ 20%)	22,1 (+ 24%)

Bij het beantwoorden van deze vraag is alleen gekeken naar de directe investerings- en beheerskosten (CAPEX en OPEX) en naar de inkomsten vanuit opgewekte stroom. In de analyse zijn expliciet niet meegenomen: te verwachten kostenreductie zoals die bijvoorbeeld in het Energieakkoord beschreven zijn, noch indirecte kosten en baten (werkgelegenheid, vermeden CO<sub>2</sub> uitstoot).

Wanneer de nearshore scenario's vergeleken worden met het goedkoopste alternatief (het Hollandse Kust scenario) blijkt nearshore tussen de 85 en 174 miljoen euro per jaar goedkoper te zijn (zie onderstaande tabel).

**Verschillen in jaarlijkse subsidie uitgaven tussen nearshore en goedkoopste alternatief verder op zee bij een opgesteld vermogen van 3000MW**

	Nearshore zonder OHVS (scenario 1)	Nearshore met OHVS (scenario 2)
Hollandse Kust (scenario 3)	-174 M€/jr.	-85 M€/jr.

Wanneer de helft van de nearshore parken met, en de andere helft zonder OHVS zou worden gebouwd middelt dit tot 130 miljoen euro per jaar. Een uitgebreide analyse van het percentage nearshore windparken dat met of zonder OHVS gebouwd zal worden behoorde niet tot de opdracht.

## Inhoudsopgave

### Samenvatting

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel van het rapport	1
1.3	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Wind op Zee</b>	<b>3</b>
2.1	Doelstellingen wind op zee	3
2.2	Plaatsingsmogelijkheden aangewezen windenergiegebieden	5
<b>3</b>	<b>Nearshore windenergie</b>	<b>6</b>
3.1	Belemmeringen nearshore windenergie	6
3.2	Plaatsingsmogelijkheden nearshore windenergie	7
<b>4</b>	<b>Kostenverschillen nearshore en far-offshore windenergie</b>	<b>8</b>
4.1	Input scenario's	10
4.1.1	Windparkdimensies	10
4.1.2	Elektrische infrastructuur	10
4.2	Resultaten nearshore zonder OHVS	12
4.3	Resultaten nearshore met OHVS	13
4.4	Resultaten Hollandse kust	14
4.5	Resultaten far-offshore met individuele netaansluiting	15
4.6	Resultaten far-offshore met geclusterde netaansluiting	16
4.7	Vergelijking scenario's	17
<b>5</b>	<b>Samenvatting en conclusies</b>	<b>19</b>
	<b>Appendix 1: Windenergiegebieden</b>	<b>21</b>
	<b>Appendix 2: Plaatsingsmogelijkheden nearshore</b>	<b>23</b>
	<b>Appendix 3: Opbouw kostenmodel</b>	<b>28</b>
	<b>Appendix 4: Locatie en elektrische infrastructuur scenario's</b>	<b>29</b>
	<b>Appendix 5: Definitie deelgebieden Hollandse Kust</b>	<b>35</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Om de doelstellingen van de overheid op het gebied van duurzame energie te voldoen, is in het Energieakkoord een opschaling van wind op zee voorzien. Begin van de zomer 2013 heeft het huidige kabinet (Rutte II) aangegeven de mogelijkheden te willen onderzoeken voor het ontwikkelen van 'nearshore' windenergie: windparken binnen de 12 mijlszone voor de kust. De gemeente Noordwijk wil graag actief over het onderwerp meedenken vanwege hun prominente locatie aan de kust. Samen met andere kustgemeenten zoeken zij naar een oplossing waarbij de te ontwikkelen windparken zo min mogelijk visuele hinder veroorzaken en de toeristische en economische belangen niet worden geschaad.

## 1.2 Doel van het rapport

Op 28 november 2013 heeft een rondetafelgesprek plaatsgevonden met een aantal kustgemeenten die zorgen hebben geuit over de nearshore initiatieven van de overheid. Als input voor het rondetafelgesprek heeft Ecofys een document opgesteld om de betrokkenen met de nodige achtergrond kennis van nearshore en overige vormen van offshore windenergie te voorzien. Ecofys was zelf ook aanwezig bij het rondetafelgesprek. Het gesprek heeft tot een stuurgroep geleid die dit onderwerp verder zal uitdiepen namens de kustgemeenten.

De stuurgroep streeft de kostenreductie van nearshore windenergie te kwantificeren en dit af te zetten tegen de negatieve van nearshore windenergie op toerisme.

Dit rapport geeft input voor deze analyse door plaatsingsmogelijkheden en kosten van nearshore windenergie te kwantificeren. De kosten van nearshore windenergie worden afgezet tegen verschillende alternatieve vormen van windenergie verder op zee.

Overige punten van de analyse door de stuurgroep, bijvoorbeeld de kwantificatie van eventuele negatieve effecten voor toerisme, worden door andere consultants of de stuurgroep zelf opgepakt en niet in dit document behandeld.



### 1.3 Leeswijzer

De indeling en structuur van dit rapport is als volgt:

Hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving van de Nederlandse doelstellingen voor wind op zee. Dit hoofdstuk geeft de benodigde achtergrond informatie voor de daaropvolgende hoofdstukken.

Hoofdstuk 3 bestudeert de zoekgebieden voor nearshore windenergie in meer detail. Hierin wordt het gedeelte van het oppervlak gedefinieerd geschikt voor de ontwikkeling van windenergie.

Hoofdstuk 4 berekent de kostenverschillen tussen scenario's van nearshore en alternatieve vormen van offshore windenergie. De kostenverschillen worden gekwantificeerd voor de BV Nederland.

Hoofdstuk 5 presenteert de eindresultaten en conclusies van het rapport.

## 2 Wind op Zee

### 2.1 Doelstellingen wind op zee

De Nederlandse overheid heeft als doelstelling aangenomen 14% duurzame energie op te wekken in 2020 en 16% duurzame energie in 2023 (Energieakkoord<sup>1</sup>). Om deze doelstelling te halen is in het Energieakkoord een opschaling van wind op zee naar 4450 MW operationeel vermogen in 2023 voorzien. Bestaande windparken en windparken in ontwikkeling tellen op tot circa 1000 MW. Voor 2020 moet dus nog 3450 MW aan windenergie worden aanbesteed om aan de totale doelstelling van 2023 te voldoen (vanwege de realisatietermijn van windparken van 4 jaar).

Om zeker te zijn dat de doelstelling van het kabinet kan worden behaald gaat zij uit van een totaal benodigd gebied voor windenergie van 1000 km<sup>2</sup>. Er zijn door de overheid enkele zoekgebieden aangewezen voor het ontwikkelen van windenergie op zee (zie figuur 1, kaarten van de overheid zijn ook bijgevoegd in Appendix 1):

- In het Nationaal Waterplan<sup>2</sup> wijst de overheid twee concrete windenergiegebieden aan: 'Borsele' en 'IJmuiden Ver' van respectievelijk 344 km<sup>2</sup> en 1170 km<sup>2</sup>.
- December 2013 heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu de "Ontwerp-Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee"<sup>3</sup> gepubliceerd. Hierin worden twee additionele windenergiezoekgebieden 'Hollandse Kust' en 'Ten Noorden van de Waddeneilanden' aangewezen als partiële herziening van het Nationaal Waterplan voor het onderdeel Windenergie op Zee.
- Daarnaast doet de overheid een haalbaarheidsstudie naar windenergie binnen de 12-mijlszone (nearshore). Hiermee wil het kabinet inzicht krijgen in de ruimtelijke (on)mogelijkheden en het draagvlak van windenergie binnen de 12-mijlszone. De Minister van I&M heeft toegezegd de Tweede Kamer begin 2014 te informeren over de uitkomsten van deze studie. In een quickscan zijn door EZ en I&M vijf nearshore zoekgebieden geïdentificeerd<sup>4</sup>.

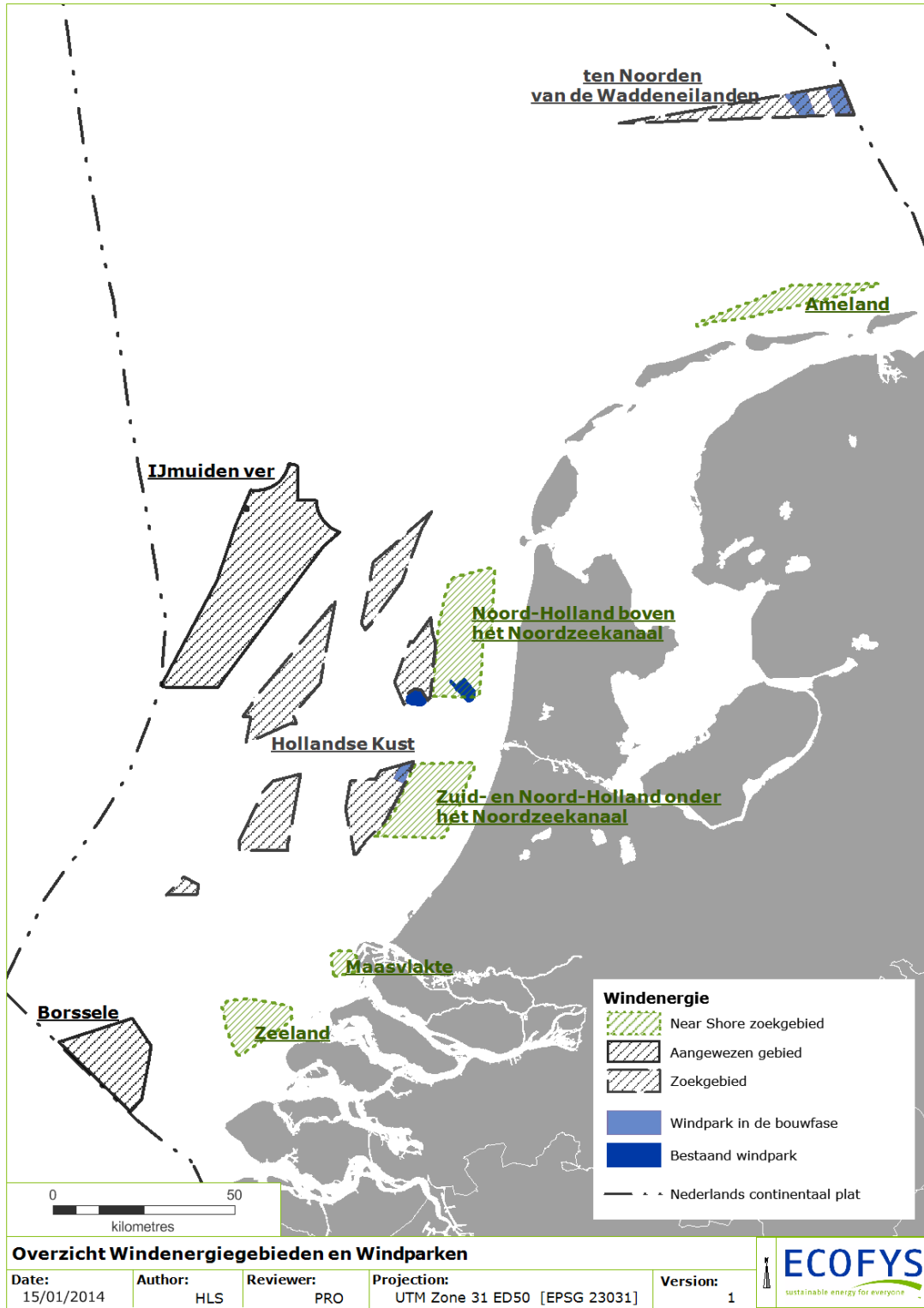
Op het eerste gezicht lijken de aangewezen gebieden gemakkelijk aan het ingeschatte benodigde gebied te voldoen. Er zijn echter overige gebruikersfuncties binnen deze gebieden die een belemmering kunnen vormen voor het plaatsen van windenergie. In de volgende paragraaf bekijken we de plaatsingsmogelijkheden voor de gebieden welke zijn vastgelegd in het Nationaal Waterplan: Borsele, IJmuiden Ver, Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden. In het hoofdstuk daarna wordt in meer detail gekeken naar de plaatsingsmogelijkheden binnen de nearshore zoekgebieden.

<sup>1</sup> [http://www.ser.nl/~media/files/internet/publicaties/overige/2010\\_2019/2013/energieakkoord-duurzame-groei/energieakkoord-duurzame-groei.ashx](http://www.ser.nl/~media/files/internet/publicaties/overige/2010_2019/2013/energieakkoord-duurzame-groei/energieakkoord-duurzame-groei.ashx)

<sup>2</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/brochures/2011/03/28/nationaal-waterplan.html>

<sup>3</sup> [http://www.centrumpp.nl/Images/ontwerp-rijksstructuurvisie-windenergie-op-zee\\_tcm318-348403.pdf](http://www.centrumpp.nl/Images/ontwerp-rijksstructuurvisie-windenergie-op-zee_tcm318-348403.pdf)

<sup>4</sup> [http://www.noordzeeloket.nl/images/Quickscan%20Haalbaarheidsstudie%20windparken%20binnen%2012-mijlszone\\_1216.pdf](http://www.noordzeeloket.nl/images/Quickscan%20Haalbaarheidsstudie%20windparken%20binnen%2012-mijlszone_1216.pdf)



**Figuur 1: overzicht van windenergiegebieden, bestaande windparken en windparken in ontwikkeling**

## 2.2 Plaatsingsmogelijkheden aangewezen windenergiegebieden

Ecofys heeft op basis van een quickscan de totale plaatsingsmogelijkheden bepaald voor de verschillende aangewezen windenergiegebieden uit het Nationaal Waterplan. Daartoe zijn enkele 'harde belemmeringen' gedefinieerd die worden gebruikt voor het schatten van het totaal opstelbaar vermogen in de verschillende windenergiegebieden, zie onderstaande tabel. Een analyse van overige belemmeringen voor de aangewezen windenergiegebieden ligt niet binnen de scope van deze opdracht. Een eerste inschatting van de plaatsingsmogelijkheden is echter toch nodig om een onderzoek naar de (on)mogelijkheden van nearshore zoekgebieden mogelijk te maken en is hieronder dan ook gedaan.

**Tabel 1: Harde belemmeringen aangenomen voor offshore windenergie**

Harde belemmeringen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navigatie (scheepsvaartroutes) + een buffer van 500m</li> <li>• Bestaande windparken en Windparken met SDE vergunning (incl. 500m veiligheidszone volgens RWS data)</li> <li>• Militaire zones</li> <li>• Zandwin- en zandstortgebieden in gebruik</li> <li>• Beschermde natuurgebieden (Natura2000, Rustgebieden voordelta, Soil conservation)</li> <li>• Olie en gasplatforms met helikoptertoeegang + een buffer van 2 NM</li> <li>• Buisleidingen in gebruik + een buffer van 500 m</li> <li>• Kabel in gebruik + een buffer van 250m</li> </ul>

De totale km<sup>2</sup> beschikbaar voor windenergie zijn bepaald door bovengenoemde belemmeringen af te trekken van het totale zoekgebied. Er is aangenomen dat 6 MW aan windenergie kan worden ontwikkeld per beschikbare km<sup>2</sup>. Voor elk van de vastgelegde zoekgebieden zijn in onderstaande tabel de geschatte plaatsingsmogelijkheden weergegeven.

**Tabel 2: Plaatsingsmogelijkheden per aangewezen windenergiegebied (in MW)**

Borsele	IJmuiden Ver	Hollandse Kust	Ten Noorden van de Waddeneilanden	Totaal
1.674	6.606	5.046	1.014	14.340

Zoals we in bovenstaande tabel kunnen zien zijn er in de aangewezen windenergiegebieden genoeg mogelijkheden om aan de doelstellingen voor windenergie te voldoen, ook wanneer minder kwantificeerbare belemmeringen zouden worden meegenomen. Eén van de hoofdargumenten om toch naar de haalbaarheid van nearshore windenergie te kijken is dan ook de verwachte kostenreductie. In de Ontwerp-Structuurvisie Windenergie op Zee is de volgende passage opgenomen: *'Windparken binnen de 12-mijlszone kunnen goedkoper zijn, maar zijn lang niet overal mogelijk'*.

In de volgende hoofdstukken worden bovenstaande punten in meer detail beschouwd: Ecofys onderzoekt de plaatsingsmogelijkheden in de nearshore zoekgebieden en maakt een vergelijking van de kosten voor nearshore en overige vormen van offshore windenergie.

### 3 Nearshore windenergie

De zoekgebieden voor nearshore windenergie zijn in meer detail dan bovenstaande gebieden bestudeerd op plaatsingsmogelijkheden. Ecofys heeft voor dit onderzoek een gevoeligheidsanalyse gedaan door "harde" en "zachte" belemmeringen te definiëren.

#### 3.1 Belemmeringen nearshore windenergie

In harde belemmeringen kan zeker geen windenergie worden geplaatst, zie ook Paragraaf 2.2. Zachte belemmeringen zijn meegenomen om een gevoeligheidsanalyse op nearshore plaatsingsmogelijkheden mogelijk te maken. Onderstaande tabel geeft de harde en zachte belemmeringen voor nearshore windenergie weer.

**Tabel 3: Harde en zachte belemmeringen voor nearshore windenergie**

Harde belemmeringen	Zachte belemmeringen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navigatie (scheepsvaartroutes) + een buffer van 500m</li> <li>• Bestaande windparken en windparken met SDE vergunning (incl. 500m veiligheidszone volgens RWS data)</li> <li>• Militaire zones</li> <li>• Zandwin- en zandstortgebieden in gebruik</li> <li>• Beschermde natuurgebieden (Natura2000, Rustgebieden voordelta, Soil conservation)</li> <li>• Olie en gasplatforms met helikoptertoegang + een buffer van 2 NM</li> <li>• Buisleidingen in gebruik + een buffer van 500 m</li> <li>• Kabel in gebruik + een buffer van 250m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navigatie (scheepvaartroutes) + een buffer van 2nmi, aanloopgebieden nautisch beheer</li> <li>• Beschermde natuurgebieden (Bijzondere ecologische gebieden, indicatie gebieden van ecologische waarde)</li> <li>• Zandwin- en zandstortgebieden niet in gebruik</li> <li>• Buffer rond olie en gasplatforms met helikoptertoegang van 5 nmi</li> <li>• Buffer rond buisleidingen en kabels in gebruik 1 nmi en rond toekomstige (500m)</li> <li>• Buffer rond windparken van 2000m</li> </ul>

De verschillende belemmeringen en de afweging of een belemmering hard of zacht is, is gedaan op basis van Ecofys' expertise in de ontwikkeling van offshore windparken. Appendix 2 geeft een uitgebreide uitleg per belemmering.

In de quickscan nearshore windenergie is onder andere aangegeven dat er *'wordt bekeken wat de extra kosten voor zandwinning zijn en of mitigerende maatregelen voor andere functies nodig zijn zoals natuur en defensie'*. Ecofys concludeert hieruit dat, mocht de haalbaarheidsstudie daartoe aanleiding geven, de overheid zal overwegen harde belemmeringen voor zandwinning, natuur en of defensie voor nearshore windenergie op te heffen. Daaruit volgt een additioneel scenario voor plaatsingsmogelijkheden van nearshore windenergie: een scenario met harde belemmeringen, maar met uitzondering van belemmeringen rond zandwinning, natuur en defensie. Ook voor dit scenario bekijkt Ecofys de plaatsingsmogelijkheden.

### 3.2 Plaatsingsmogelijkheden nearshore windenergie

Er zijn vier verschillende scenario's gedefinieerd waarvoor de plaatsingsmogelijkheden binnen de vijf nearshore zoekgebieden worden bekeken:

1. Het totale zoekgebied
2. Het totale zoekgebied, met uitsluiting van harde belemmeringen
3. Het totale zoekgebied, met uitsluiting van harde belemmeringen en zachte belemmeringen
4. Het totale zoekgebied, met uitsluiting van harde belemmeringen, met uitzondering van zandwinning, natuur en defensie

De analyse is gevisualiseerd op kaarten, bijgevoegd in Appendix 2. Onderstaande tabel geeft het opstelbaar vermogen per nearshore gebied weer voor de verschillende scenario's, uitgaande van 6 MW opstelbaar vermogen per km<sup>2</sup>.

**Tabel 4: Opstelbaar vermogen (MW) na aftrek van verschillende belemmeringen**

Scenario	Ameland	Noord-Holland boven Noorzee-kanaal	Noord-Holland onder Noordzee-kanaal	Maasvlakte	Zeeland	Totaal
1.	1.020	2.718	2.106	252	1.152	7.248
2.	474	246	1.734	0	564	3.018
3.	84	0	240	0	0	324
4.	816	2.076	1.776	216	1.128	6.012

Uit de analyse blijkt dat het ontwikkelen van windenergie in nearshore zoekgebieden slechts beperkt haalbaar is wanneer harde en zachte belemmeringen worden meegenomen. Als enkel wordt gekeken naar harde belemmeringen lijken windparken van redelijk formaat mogelijk in alle gebieden behalve Maasvlakte. Mochten belemmeringen m.b.t. zandwinning, natuur en defensie worden weggenomen, dan lijkt ontwikkeling van alle nearshore zoekgebieden mogelijk.

## 4 Kostenverschillen nearshore en far-offshore windenergie

Zoals in hoofdstuk 2 al is aangegeven is één van de hoofdargumenten om naar de haalbaarheid van nearshore windenergie te kijken de verwachte kostenreductie. De algemene verwachting is dat het ontwikkelen van windparken in de nearshore gebieden goedkoper is dan ontwikkelen in gebieden verder op zee. In dit hoofdstuk worden de kostenverschillen tussen nearshore parken met mogelijke alternatieven uitgewerkt op basis van het Ecofys Offshore Wind Kostenmodel, zie Appendix 3 voor een beknopte beschrijving.

Omdat de kustgemeenten liever helemaal geen horizonvervuiling aan zee willen, zijn de gekozen alternatieven het ontwikkelen van parken in het zoekgebied Hollandse kust (maar ver buiten de 12-mijlszone) en far-offshore in het zoekgebied IJmuiden Ver. Een schematische weergave van deze scenario's wordt gegeven in Appendix 4. In dit hoofdstuk worden de kostprijverschillen tussen deze zoekgebieden uitgewerkt.

Om de verschillen inzichtelijk te maken zijn er vijf scenario's gedefinieerd:

- Scenario 1: Nearshore windparken zonder offshore hoogspanningsstation
- Scenario 2: Nearshore windparken met offshore hoogspanningsstation
- Scenario 3: Hollandse kust
- Scenario 4: Far-offshore met een individuele netaansluiting
- Scenario 5: Far-offshore met een geclusterde netaansluiting

Er zijn twee verschillende nearshore scenario's opgesteld: met en zonder offshore hoogspanningsstation (OHVS). In het scenario zonder OHVS wordt de opgewekte elektriciteit direct via de infield kabels naar een onshore transformatorstation getransporteerd. In het tweede scenario worden de infield kabels offshore aangesloten op een OHVS en de elektriciteit via een exportkabel naar de kust getransporteerd (in dit rapport de "klassieke" netaansluiting). Het is de verwachting dat het eerste scenario het meest kosteneffectief is. Echter, het is zeer waarschijnlijk technisch niet haalbaar om de grote hoeveelheid infield kabels die nodig zijn voor 3000MW nearshore windparken aan land te krijgen.

Voor far-offshore zijn ook twee scenario's opgesteld: één waarin gebruik wordt gemaakt van de "klassieke" individuele netaansluiting, en één waarin gebruik wordt gemaakt van een geclusterde (DC) verbinding (ook wel "stopcontact op zee" genoemd). De argumentatie voor het laatste scenario is dat er in geval van een gedeelde transmissiekabel (of exportkabel) mogelijk een kostenbesparing realiseerbaar is.

Voor ieder van de scenario's is gekozen voor een totale capaciteit van ongeveer 3000 MW. Daartoe zijn scenario's 1 t/m 4 opgedeeld in 10 windparken van 300MW. Scenario 5 is opgedeeld in 3 x 3 geclusterde windparken van elk 335 MW (met 3 geclusterde verbindingen van elk 1005 MW). De reden voor het laatste scenario is dat 1005 MW met de huidige techniek de maximale capaciteit is die met één DC clusterverbinding te transporteren is: voor dit scenario is dat kosten optimaal. Het to-

taalvermogen tussen de scenario's is gelijk gehouden ten behoeve van de vergelijking tussen alle scenario's.

Voor ieder van de scenario's gelden de volgende algemene parameters:

**Tabel 5: Algemene parameters scenario's**

Parameter	Scenario 1 t/m 4	Scenario 5
Totaal capaciteit	3000 MW	3015 MW
Aantal parken	10	9
Capaciteit per park	300 MW	335 MW
Type windturbines	5 MW	5 MW
Aantal windturbines per park	60	67
Funderingstype	Monopile	Monopile
Elektriciteitsprijs	60 €/MWh	60 €/MWh
Type financiering	Balansfinanciering	Balansfinanciering
Termijn subsidie	15 jaar	15 jaar

Voor ieder van de scenario's wordt er per park het SDE tarief (uitgedrukt in €/MWh) en de totale subsidiebijdrage (genormaliseerd naar de energieproductie van Scenario 1) berekend<sup>5</sup>.

In paragraaf 4.1 worden de scenario specifieke windparkdimensies uiteengezet. Paragraaf 4.2 tot en met 4.6 doen verslag van de doorrekening van de scenario's, hierin worden kort de belangrijkste resultaten van de doorrekening gepresenteerd. In paragraaf 4.7 wordt ten slotte de vergelijking gemaakt tussen de verschillende scenario's.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het Ecofys Offshore Wind Cost Model, dat gebaseerd is op recente marktgegevens (zie Appendix 3). In deze analyse is geen rekening gehouden met kostreductieprojecties zoals die bijvoorbeeld in het Energieakkoord beschreven zijn. Ecofys heeft verschillende studies uitgevoerd naar de mogelijke kostprijsreductie van wind op zee in Nederland. Hierdoor heeft Ecofys goed zicht op de kostcomponenten waar winst te behalen is. Echter, gezien de onzekerheid die gepaard gaat met kostprijsprojecties, is voor deze berekeningen gekozen om bestaande marktgegevens te gebruiken.

<sup>5</sup> Het SDE tarief is een weergave van de kosteneffectiviteit van een windpark. Het totaal aan subsidiebijdrage (over het SDE termijn) is afhankelijk van het SDE tarief en de totale energieproductie. Voor de BV Nederland is het van belang dat de subsidiebijdrage op een zo effectief mogelijke wijze besteed wordt. Daarom wordt de vergelijking van subsidiebijdragen gedaan op basis van genormaliseerde energieproductie.



## 4.1 Input scenario's

### 4.1.1 Windparkdimensies

De belangrijkste parameters van windparkdimensies zijn gelijk gehouden voor de verschillende windparken in de scenario's nearshore en far-offshore, omdat deze binnen het scenario als vergelijkbaar kunnen worden beschouwd. De waarden staan in de onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 6: inputparameters windparkdimensies van verschillende scenario's (in grijs: nearshore scenario's)**

Parameter	Eenheid	Nearshore	Far offshore
Afstand tot de kust	[km]	10	70
Waterdiepte	[m]	15	30
Gemiddelde windsnelheid (gondelhoogte)	[m/s]	9,0	9,7
Lengte onshore tracé	[km]	10	10
Park beschikbaarheid	[%]	94,5%	92,6%

De belangrijkste parameters van windparkdimensies variëren bij het gebied Hollandse kust, vanwege de locatie van de verschillende deelgebieden, zie Appendix 5. De parameters zijn in onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 7: Parameters deelgebieden Hollandse Kust**

Parameter	Eenheid	Hollandse kust		
		Zuid	Midden	Noord
Windparken		4	5	1
Afstand tot de kust	[km]	32	36	51
Waterdiepte	[m]	27	28	29
Gemiddelde windsnelheid (gondelhoogte)	[m/s]	9,5	9,6	9,6
Lengte onshore tracé	[km]	10	10	10
Park beschikbaarheid	[%]	94,1	93,4	94,0

### 4.1.2 Elektrische infrastructuur

#### Scenario 1: Nearshore zonder OHVS

Het ontwerp van de elektrische infrastructuur nearshore zonder OHVS volgt dat van OWEZ, het bestaande windpark binnen de 12-mijlszone:

- De windparken kennen geen offshore transformator stations
- Er is geen hoogspanningstransmissiekabel
- De opgewekte elektriciteit wordt via de infield kabels naar het onshore transformatorstation getransporteerd<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Doordat er geen offshore transformator station wordt gebruikt moeten er in totaal 50 infield kabels naar land. Het is waarschijnlijk dat het aantal beschikbare aanlandingspunten hier een belemmering vormt. Wanneer er wel gebruik wordt gemaakt van een offshore transformatorstation gaan de kosten voor dit scenario omhoog (SDE tarief 167 €/MWh, totaal subsidie uitgaven 3 parken 6.266 miljoen €).

- In het onshore transformator station wordt de spanning omhoog getransformeerd en wordt de opgewekte elektriciteit getransporteerd over het hoogspanningsnet
- Deze opzet is schematisch weergegeven in Appendix 4.

#### Scenario 2 t/m 4: Nearshore met OHVS, Hollandse Kust en Far offshore individuele netaansluiting

Deze scenario's kennen een klassiek ontwerp van de elektrische infrastructuur:

- Ieder windpark heeft een offshore transformator station
- De offshore transformatorstations zijn met transmissiekabels verbonden met een onshore transformatorstation.
- In het onshore transformator station wordt de spanning omhoog getransformeerd en wordt de opgewekte elektriciteit getransporteerd over het hoogspanningsnet

De opzet is schematisch weergegeven in Appendix 4.

#### Scenario 5: Far-offshore met geclusterde netaansluiting

In dit scenario zijn de parken op dezelfde locatie gelegen als het eerdere far offshore scenario. Het verschil met dit scenario is dat er gebruik wordt gemaakt van een geclusterde netaansluiting. Dit scenario is gebaseerd op de Duitse systematiek:

- Ieder park heeft een offshore transformatorstation, welke de lagere outputspanning van de wind turbines omhoog transformeert
- De offshore transformatorstations zijn met (relatief korte) transmissiekabels verbonden met een offshore DC cluster station
- In het DC cluster station wordt het vermogen van verschillende parken gebundeld en wordt de wisselspanning omgezet naar gelijkspanning
- Tussen het DC cluster station en het onderstation op land loopt een DC transmissiekabel.
- In het onderstation op land wordt de gelijkspanning omgezet naar wisselspanning. Vervolgens wordt de opgewekte elektriciteit getransporteerd over het hoogspanningsnet

Deze opzet is schematisch weergegeven in Appendix 4.

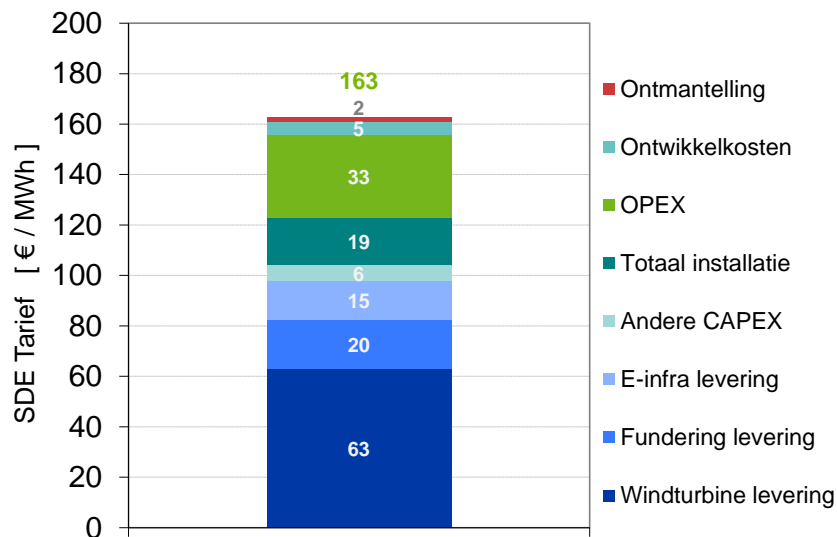
## 4.2 Resultaten nearshore zonder OHVS

De resultaten van de berekeningen voor Scenario 1 staan in de volgende tabel samengevat.

**Tabel 8: Resultaten Scenario 1**

Resultaten Scenario 1	Eenheid	Waarde
Totaal investeringskosten (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	9,0
Jaarlijkse energieopbrengst (10 parken van 300 MW)	[TWh/jaar]	11,6
SDE tarief	[€/MWh]	163
Subsidie aandeel	[€/MWh]	103
Totaal uitgaven subsidie over levensduur (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	17,9

Figuur 2 geeft een onderverdeling van het SDE tarief in de verschillende kostencomponenten weer.



**Figuur 2: Onderverdeling SDE tarief nearshore zonder OHVS**

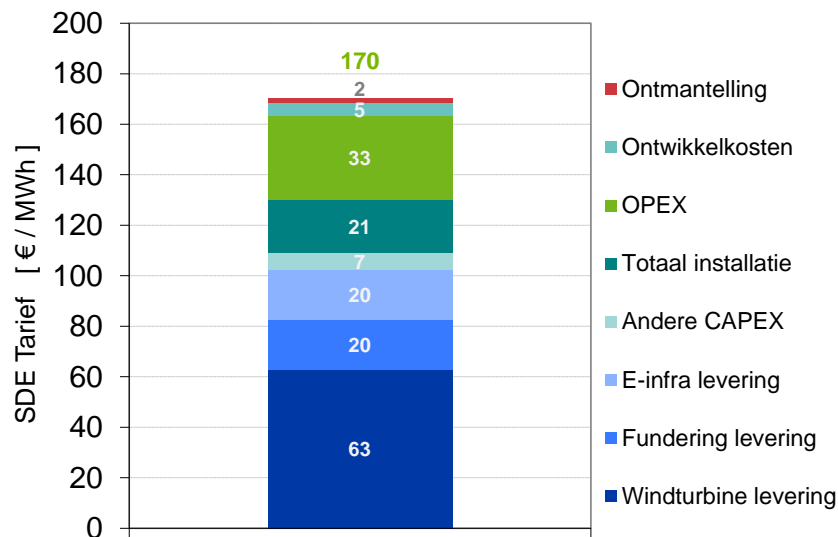
### 4.3 Resultaten nearshore met OHVS

De resultaten van de berekeningen voor Scenario 2 staan in de volgende tabel samengevat.

**Tabel 9: Resultaten Scenario 2**

Resultaten Scenario 1	Eenheid	Waarde
Totaal investeringskosten (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	9,6
Jaarlijkse energieopbrengst (10 parken van 300 MW)	[TWh/jaar]	11,6
SDE tarief	[€/MWh]	170
Subsidie aandeel	[€/MWh]	110
Totaal uitgaven subsidie over levensduur (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	19,3

Figuur 3 geeft een onderverdeling van het SDE tarief in de verschillende kostencomponenten weer.



**Figuur 3: Onderverdeling SDE tarief Scenario 2**

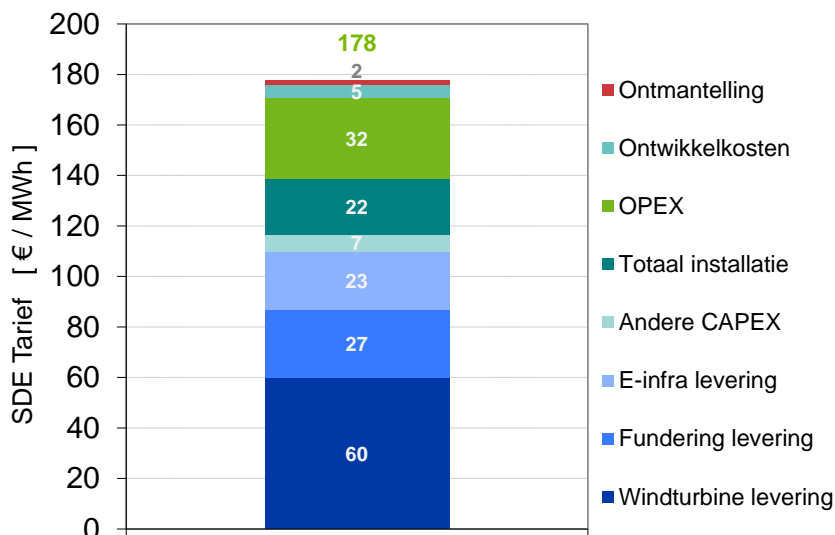
## 4.4 Resultaten Hollandse kust

De resultaten van de berekeningen voor Scenario 3 staan in de volgende tabel samengevat.

**Tabel 10: Resultaten deelgebieden en totaal scenario 3**

Resultaten Scenario 2	Eenheid	Zuid	Midden	Noord	Totaal
Totaal investeringskosten (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	4,2	5,4	1,1	<b>10,6</b>
Jaarlijkse energieopbrengst (10 parken van 300 MW)	[TWh/jaar]	4,9	6,1	1,2	<b>12,2</b>
SDE tarief	[€/MWh]	176	180	176	<b>178</b>
Subsidie aandeel	[€/MWh]	116	120	116	<b>118</b>
Totaal uitgaven subsidie over levensduur (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	8,5	11,0	2,1	<b>21,6</b>

Figuur 4 geeft een onderverdeling van het SDE tarief in de verschillende kostencomponenten weer.



**Figuur 4: Onderverdeling SDE tarief Scenario 3**

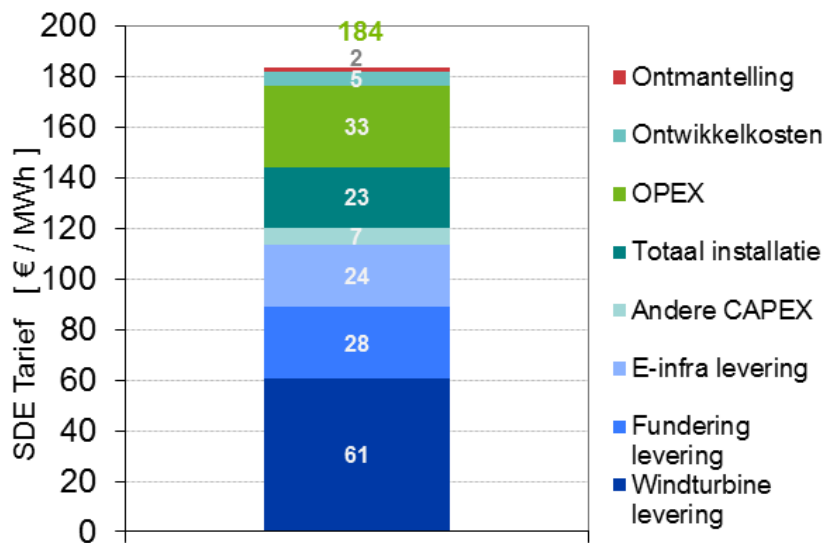
## 4.5 Resultaten far-offshore met individuele netaansluiting

De resultaten van de berekeningen voor Scenario 4 staan in de volgende tabel samengevat.

**Tabel 11: Resultaten Scenario 4**

Resultaten Scenario 2	Eenheid	Waarde
Totaal investeringskosten (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	10,9
Jaarlijkse energieopbrengst (10 parken van 300 MW)	[TWh/jaar]	12,1
SDE tarief (grijsprijs+subsidie)	[€/MWh]	184
Subsidie aandeel	[€/MWh]	124
Totaal uitgaven subsidie over levensduur (10 parken van 300 MW)	[miljard €]	22,5

Figuur 5 geeft een onderverdeling van het SDE tarief in de verschillende kostencomponenten weer.



**Figuur 5: Onderverdeling SDE tarief Scenario 4**

## 4.6 Resultaten far-offshore met geclusterde netaansluiting

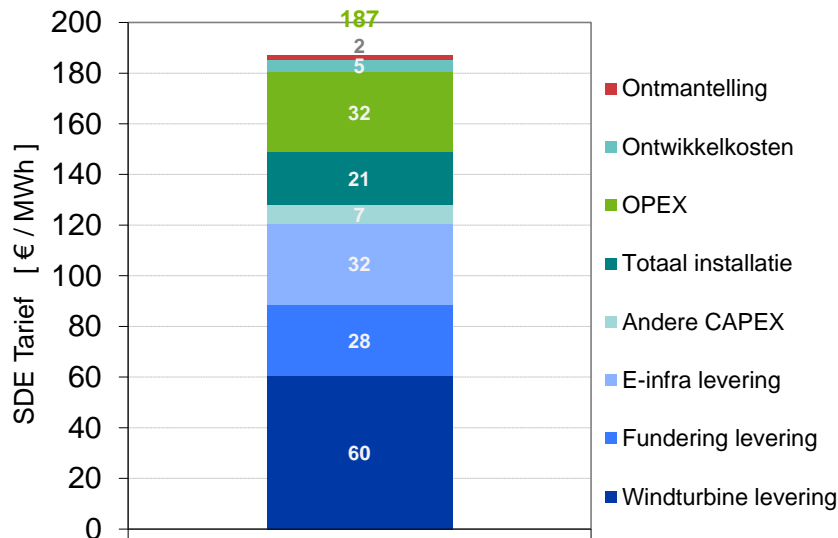
De kosten van de DC clusterverbinding zijn gebaseerd op publieke kostendata van het Duitse project Borwin2<sup>7</sup>. Met behulp van deze gegevens zijn de kosten van de converter stations voor scenario 3 bepaald. Dit gedaan door middel van extrapolatie van de converter stations kosten van Borwin2 naar de totaal capaciteit van scenario 3. De kosten van de transmissiekabels zijn berekend met behulp van het Ecofys Cost Model.

De resultaten van de berekeningen voor Scenario 3 staan in de volgende tabel samengevat.

**Tabel 12: Resultaten Scenario 5**

Resultaten Scenario 3	Eenheid	Waarde
Totaal investeringskosten (9 parken van 335 MW)	[miljard €]	11,4
Jaarlijkse energieopbrengst (9 parken van 335 MW)	[TWh/jaar]	12,3
SDE tarief (grijsprijs+subsidie)	[€/MWh]	187
Subsidie aandeel	[€/MWh]	127
Totaal uitgaven subsidie over levensduur (9 parken van 335 MW)	[miljard €]	23,4

Figuur 6 geeft een onderverdeling van het SDE tarief in de verschillende kostencomponenten weer. De kosten voor de DC cluster verbinding zijn in Figuur 6 opgenomen in de "Electrical Supply" kostenpost.



**Figuur 6: Onderverdeling SDE tarief Scenario 5**

<sup>7</sup> Borwin2 kent een capaciteit van 800MW. De kosten van de converter stations zijn ~300 miljoen €, de kosten van de transmissiekabels ~200 miljoen €.

## 4.7 Vergelijking scenario's

Om de scenario's met elkaar te vergelijken wordt gebruik gemaakt van percentages waarbij Scenario 1 op 100% is gesteld. De resultaten voor alle scenario's staan in Tabel 13 uiteengezet.

**Tabel 13: Vergelijking resultaten scenario's (in grijs: nearshore scenario's)**

Resultaten	Scenario				
	1	2	3	4	5
Totaal investeringskosten (3000 MW) [miljard €]	9,0	+ 6%	+ 18%	+ 21%	+ 26%
Jaarlijkse energieopbrengst (3000 MW) [TWh/jaar]	11,6	+ 0%	+ 5%	+ 5%	+ 6%
SDE tarief (grijsprijs+subsidie) [€/MWh]	163	+ 4%	+ 9%	+ 13%	+ 15%
Subsidie aandeel [€/MWh]	103	+ 7%	+ 15%	+ 20%	+ 23%
<b>Genormaliseerde totaal uitgaven subsidie over levensduur voor 3000 MW [miljard €]</b>	<b>17,9</b>	<b>19,2 (+ 7%)</b>	<b>20,5 (+ 15%)</b>	<b>21,5 (+ 20%)</b>	<b>22,1 (+ 24%)</b>

De resultaten tonen de volgende belangrijkste verschillen:

- De alternatieven voor nearshore windenergie kennen significant hogere investeringskosten
- Het verschil in de in de investeringskosten wordt deels teniet gedaan door een hogere energieopbrengst van de alternatieven
- Dit resulteert in een verschil in SDE tarief van +9% (Scenario 3) tot +15% (Scenario 5); uitgedrukt in de genormaliseerde subsidiekosten is het verschil +15% (Scenario 3) tot +24% (Scenario 5)
- De resultaten van het SDE tarief voor Scenario 4 en 5 ontkrachten de hypothese dat de geclusterde netaansluiting kostenvoordeel met zich meebrengt
- Het gebruik van een OHVS in combinatie met een export kabel levert een 6% hogere investeringskosten op voor nearshore windenergie

De belangrijkste verschillen tussen nearshore en de alternatieven op componentniveau zijn als volgt:

- Lagere kosten voor de levering van funderingen als gevolg van een kleinere waterdiepte
- Lagere kosten voor de levering van de elektrische infrastructuur als gevolg van een kleinere afstand tot de kust en het ontbreken van een offshore transformatorstation (bij nearshore zonder OHVS)
- Lagere kosten voor installatie als gevolg van minder belemmering door niet werkbare weersomstandigheden voor onderhoud en installatie
- Hogere beschikbaarheid als gevolg van een kortere afstand tussen haven en windpark, alsmede betere weersomstandigheden
- Lagere energieopbrengst als gevolg van een lagere windsnelheid dichterbij de kust



Samengevat ligt het verwachte SDE tarief voor de offshore en far-offshore alternatieven maximaal 9% tot 15% hoger dan nearshore.

## 5 Samenvatting en conclusies

De Nederlandse overheid heeft als doelstelling 14% duurzame energie op te wekken in 2020 en 16% duurzame energie in 2023. Om aan deze doelstelling te voldoen wordt ingezet om voor 2020 nog 3450 MW aan windenergie aan te besteden.

Deze studie toont aan dat (een combinatie van) de aangewezen windenergiegebieden Borsele, IJmuiden Ver, Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden voldoende fysieke ruimte bieden om aan deze doelstelling te voldoen.

Uit Ecofys' analyse van de voorlopige nearshore zoekgebieden blijkt dat het ontwikkelen van windenergie slechts beperkt haalbaar is wanneer harde en zachte belemmeringen worden meegenomen. Wanneer alleen harde belemmeringen worden beschouwd lijken windparken van acceptabel formaat mogelijk in alle gebieden behalve Maasvlakte. Mochten harde belemmeringen m.b.t. zandwinning, natuur en defensie worden weggenomen, dan lijkt ontwikkeling in alle nearshore zoekgebieden mogelijk.

Ecofys vergelijkt in dit rapport de genormaliseerde totale subsidie voor de volgende scenario's:

- Scenario 1: Nearshore zonder offshore hoogspanningsstation
- Scenario 2: Nearshore met offshore hoogspanningsstation
- Scenario 3: Hollandse kust
- Scenario 4: Far-offshore met een individuele netaansluiting
- Scenario 5: Far-offshore met een geclusterde netaansluiting

Resultaten	Scenario				
	1	2	3	4	5
SDE tarief (grijsprijs+subsidie) [€/MWh]	163 (100%)	170 (+ 4%)	178 (+ 9%)	184 (+ 13%)	187 (+ 15%)
<b>Genormaliseerde totale subsidie uitgaven over de levensduur voor 3000 MW [miljard €]</b>	<b>17,9 (100%)</b>	<b>19,2 (+ 7%)</b>	<b>20,5 (+ 15%)</b>	<b>21,5 (+ 20%)</b>	<b>22,1 (+ 24%)</b>

### Energiekosten:

- De verwachte energiekosten van de alternatieven liggen per geproduceerde MWh (uitgedrukt in het SDE tarief) 9% tot 15% hoger dan het nearshore scenario zonder OHVS
- De verwachte energiekosten van de alternatieven liggen per geproduceerde MWh (uitgedrukt in het SDE tarief) 5% tot 10% hoger dan het nearshore scenario met OHVS

### Totale subsidie uitgaven:

- Het totaal aan subsidie uitgaven, genormaliseerd naar energieopbrengst, ligt voor de alternatieven 15% tot 24% hoger dan het nearshore scenario zonder OHVS
- Het totaal aan subsidie uitgaven, genormaliseerd naar energieopbrengst, ligt voor de alternatieven 7% tot 15% hoger dan het nearshore scenario met OHVS

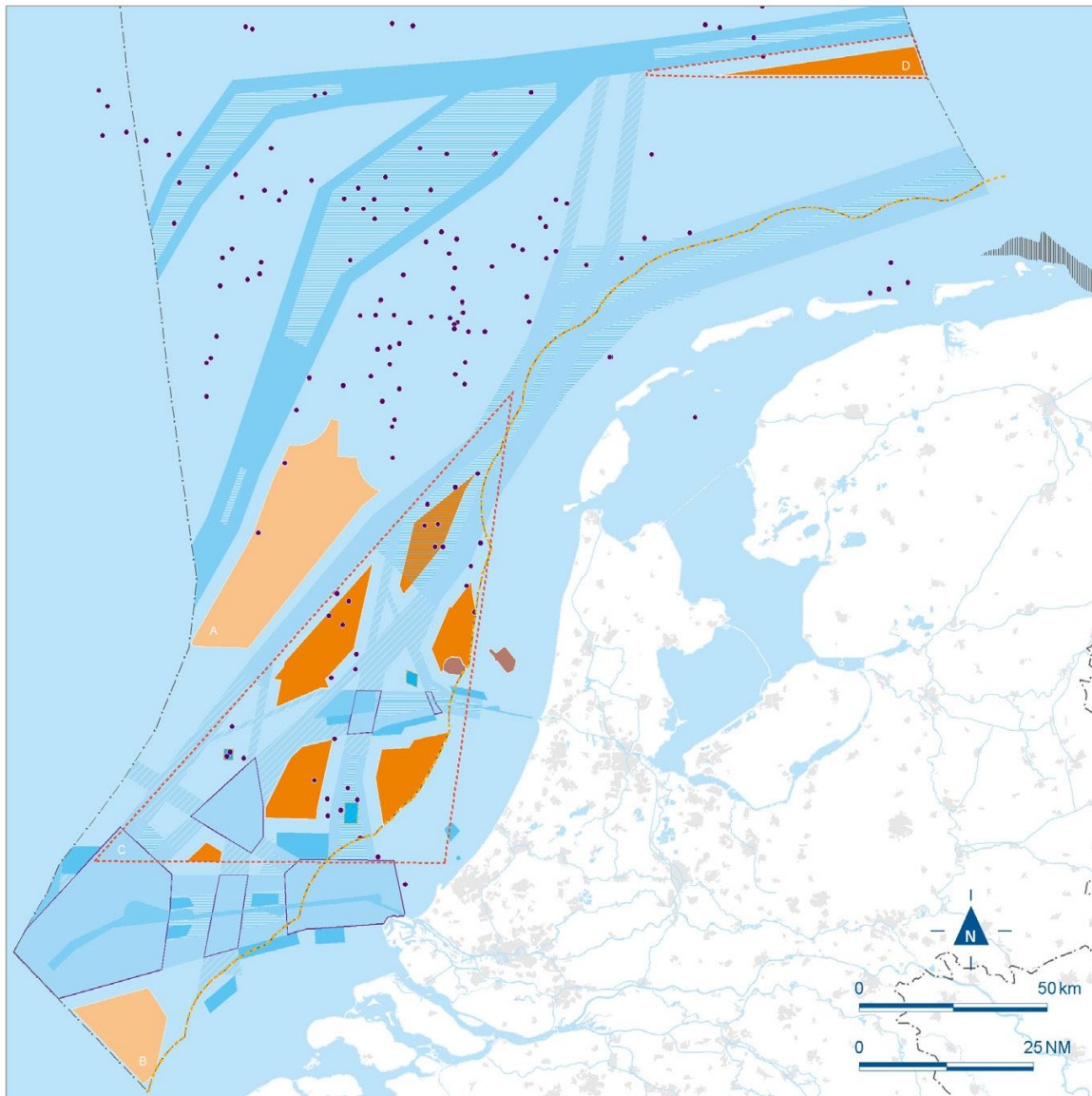
Op basis van bovenstaande scenario's kan de volgende conclusie worden getrokken voor de jaarlijkse subsidie uitgaven voor 3000 MW aan operationeel vermogen. Hierbij wordt uitgegaan van een totale subsidieduur van 15 jaar.

	Nearshore zonder OHVS (scenario 1)	Nearshore met OHVS (scenario 2)
Hollandse Kust (scenario 3)	-174 M€/jr.	-85 M€/jr.
Far offshore individuele netaansluiting (scenario 4)	-242 M€/jr.	-154 M€/jr.
Far offshore geclusterde netaansluiting (scenario 5)	-280 M€/jr.	-193 M€/jr.

Wanneer we de nearshore scenario's vergelijken met het goedkoopste alternatief (het Hollandse Kust scenario) blijkt nearshore 85 tot 174 miljoen euro per jaar goedkoper te zijn. Middelen we deze uitkomsten dan volgt een bedrag van 130 miljoen euro per jaar. Een uitgebreide analyse van het percentage nearshore windparken dat met of zonder OHVS gebouwd zal worden behoort niet tot de opdracht.

## Appendix 1: Windenergiegebieden

Aangewezen windenergiegebieden (uit: Ontwerp-Rijksstructuurvisie Wind op Zee)



### Aangewezen windenergiegebied

- A IJmuiden Ver
- B Borssele
- C Hollandse Kust
- D Ten Noorden van de Waddeneilanden

### Bestaande windparken

- Bestaande windparken

### Scheepvaart

- Scheepvaartroute
- Separatiezone scheepvaart
- Clearways
- Te vermijden gebieden
- Voorzorgsgebied
- Ankergebied
- Diepwaterroute

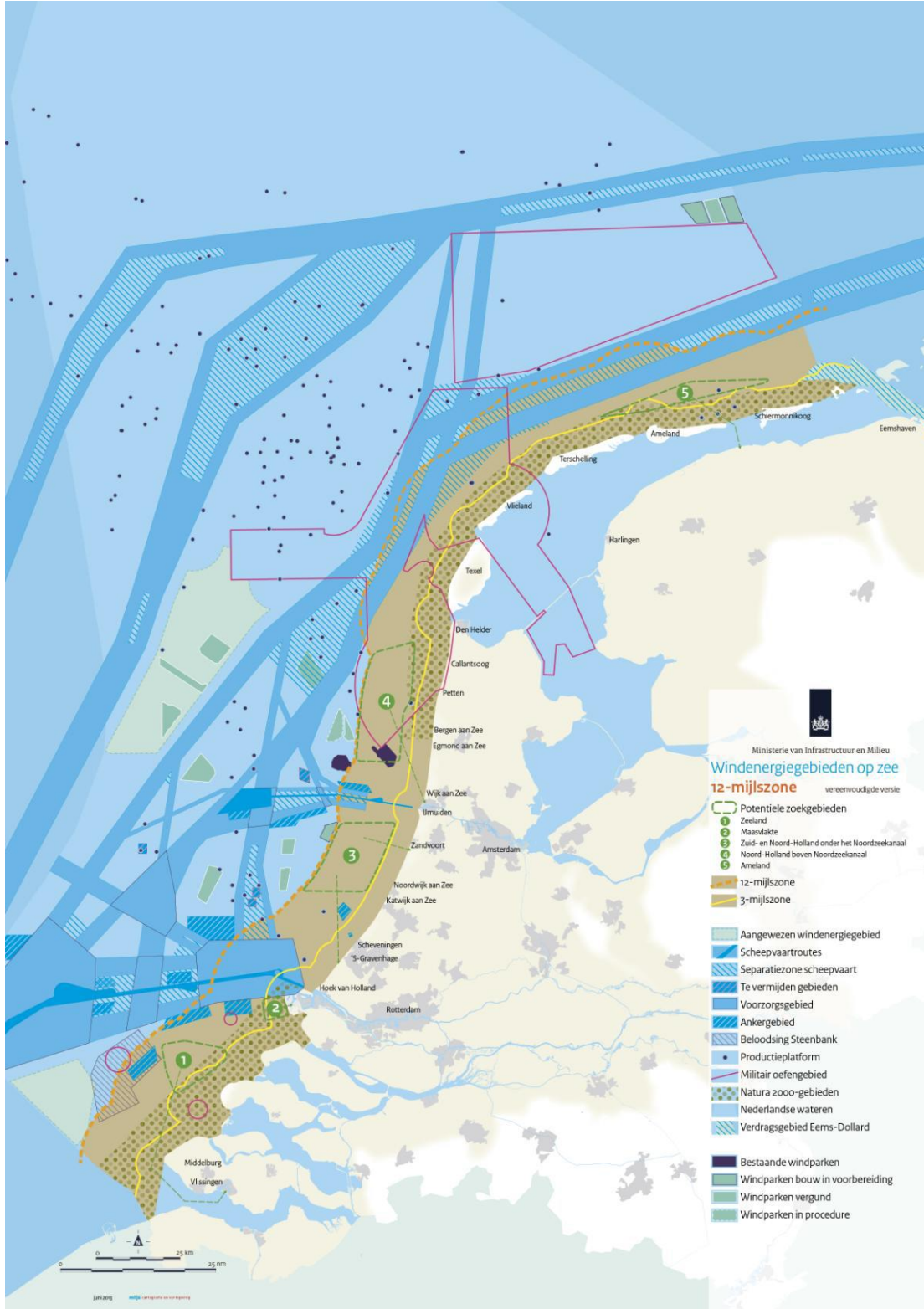
### Olie- en gaswinning

- Productieplatform

### Begrenzing

- Nederlandse wateren / EEZ
- Grens territoriale zee (12-mijlszone)
- Verdragsgebied Eems-Dollard

Nearshore zoekgebieden (uit: Quickscan Haalbaarheidsstudie Windparken binnen 12-mijlszone)



## Appendix 2: Plaatsingsmogelijkheden nearshore

In onderstaande tabellen worden de verschillende belemmeringen in detail behandeld. Daaronder volgen detailkaarten per nearshore zoekgebied.

### Belemmeringen met betrekking tot offshore windparken

Beschrijving	Belemmering	Buffer	Opmerkingen
Operationeel	Hard	Hard: 500 m Soft: 2 km	500 m veiligheidszone uit vergunning; 2 km zachte belemmering om zogeeffecten tussen windparken mee te nemen
Bouwfase	Hard	Hard: 500 m Soft: 2 km	
Vergund / concept	/	Zacht: 2 km	Niet beschouwd als harde belemmering; er wordt wel een zachte belemmering van 2 km aangehouden

### Belemmeringen met betrekking tot natuur

Beschrijving	Belemmering	Buffer	Opmerkingen
Natura 2000 gebieden	Hard	/	EU netwerk van beschermde natuurgebieden
Beschermd grondgebied	Hard	/	Binnen Natura 2000 gebieden
Gebieden van ecologische waarde	Zacht	/	Nationaal aangewezen, "nog geen" Natura 2000. Een bestaand windpark (OWEZ) is in een van deze gebieden gebouwd.
Indicatieve nieuwe gebieden van ecologische waarde	Zacht	/	

### Belemmeringen met betrekking tot navigatie

Beschrijving	Belemmering	Buffer	Opmerkingen
IMO verkeersscheidingsstelsel - scheepvaartroutes - speciale gebieden	Hard	Hard: 500 m Zacht: 2 nm	Enkele vergunde windparken liggen op 500 m afstand, de veiligheidsafstand kan echter tot op 2 nm komen te liggen (onderwerp van onderhandeling met de scheepvaart industrie en overheid)
Ankergebieden		Hard: 500 m Zacht: 2 nm	
Vaarroutes		Hard: 500 m Zacht: 2 nm	
IMO verkeersschema - scheidingszones	/	/	Windparken worden toegestaan binnen deze zones, waar geen scheepvaart wordt toegestaan – mits voldoende buffer wordt aangehouden van de omliggende scheepvaartroutes.
Clearways	Hard	Hard: 500 m Zacht: 2 nm	Clearways sluiten aan op de IMO scheepvaartroutes, ook al is hun status minder – dit kan buffers mogelijk maken < 2 nm
Te vermijden gebieden	Hard	/	Geen buffers tussen deze gebieden en scheepvaartroutes

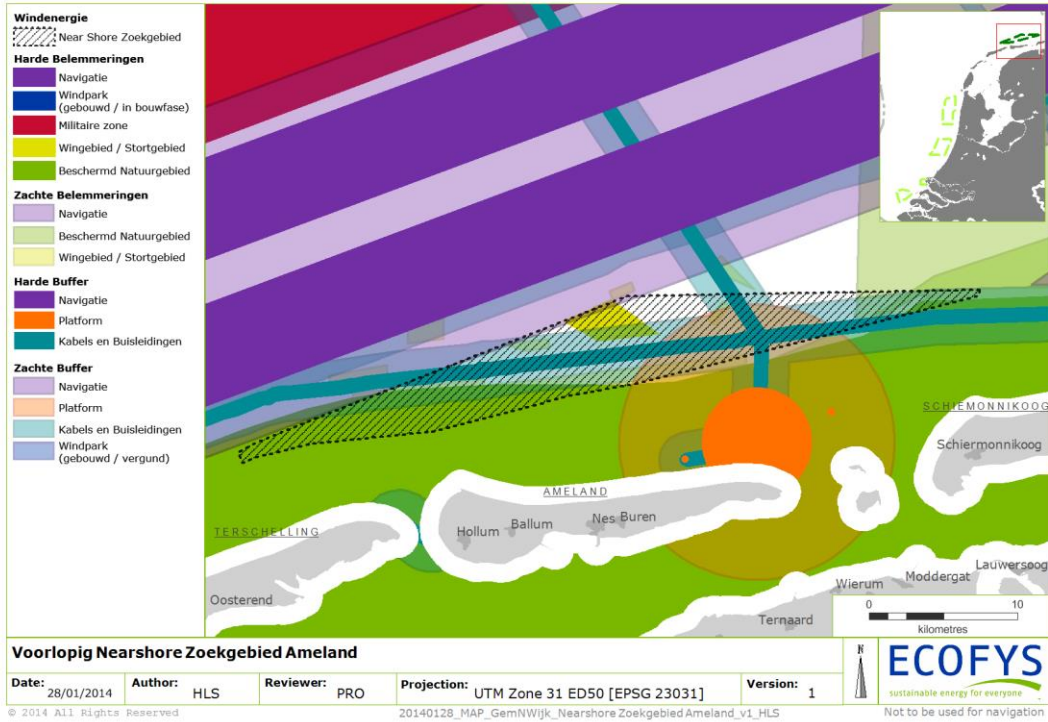
## Belemmeringen met betrekking tot andere gebruikers

Beschrijving	Belemmering	Buffer	Opmerkingen
Alle militaire gebieden	Hard	/	Bestaande windparken (OWEZ) is gebouwd naast een militair gebied, er is zodoende geen buffer gebruikt
Actieve zandwingebieden	Hard	/	Zou onderwerp kunnen zijn van discussie
Inactieve zandwingebieden	Zacht	/	Inactief, maar er wordt niet genoemd of deze verlaten is of nog zal worden gebruikt in de toekomst
Zandstortgebieden	Hard	/	
Bemande platforms	/	Hard: 2 nm Zacht: 5 nm	Een onderscheid wordt gemaakt tussen bemande en onbemande platforms op basis van Ecofys' expertise (in de toekomst zouden deze echter van status kunnen veranderen). Bemande platforms behoeven een grotere buffer voor veilige helikoptertoegang. Exacte afstand is echter onderhandelbaar.
Onbemande platforms	/	Hard: 250 m	
Kabels in gebruik	/	Hard: 250 m Zacht: 1 nm	Te onderhandelen met kabeleigenaren <sup>8</sup>
Toekomstige kabels	/	Zacht: 500 m	
Pijpleidingen in gebruik	/	Hard: 500 m Zacht: 1 nm	Te onderhandelen met Pijpleidingeigenaren
Toekomstige pijpleidingen	/	Zacht: 500 m	
Visserijen	/	/	Er worden geen specifieke gebieden aangewezen om te vissen en tot op heden zijn geen windparken op dit onderwerp geweigerd.

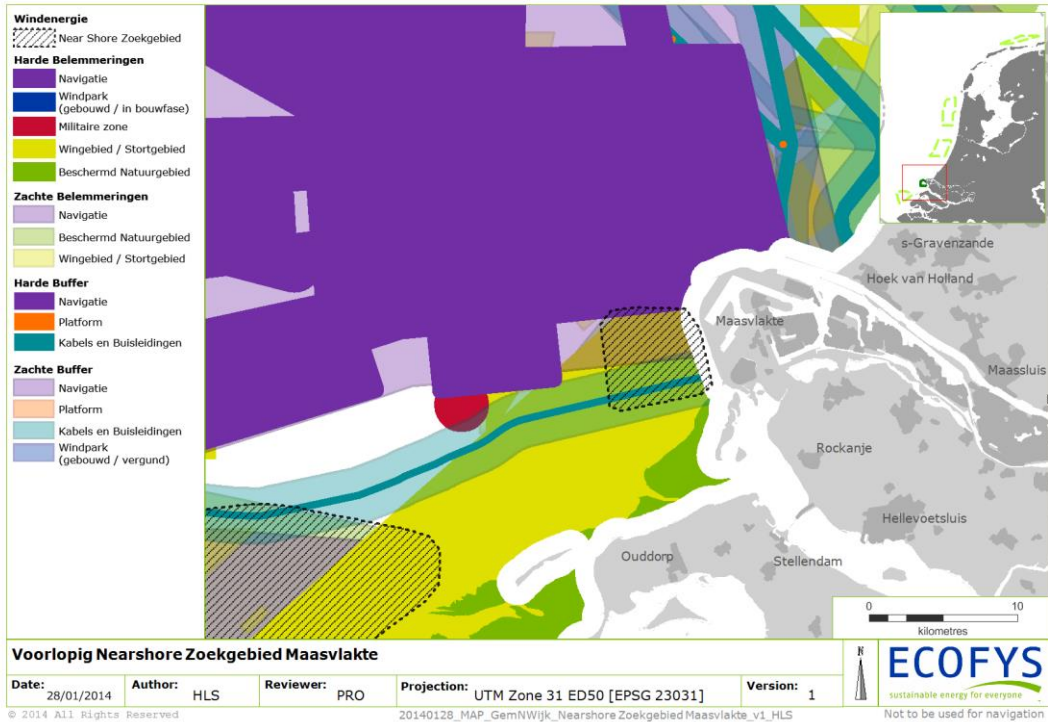
<sup>8</sup> International Cable Protection Committee (ICPC), 26 Nov 2013, "ICPC Recommendation 13, Issue 2, The Proximity of Offshore Renewable Wind Energy Installations and Submarine Cable Infrastructure in National Waters"



Ameland:

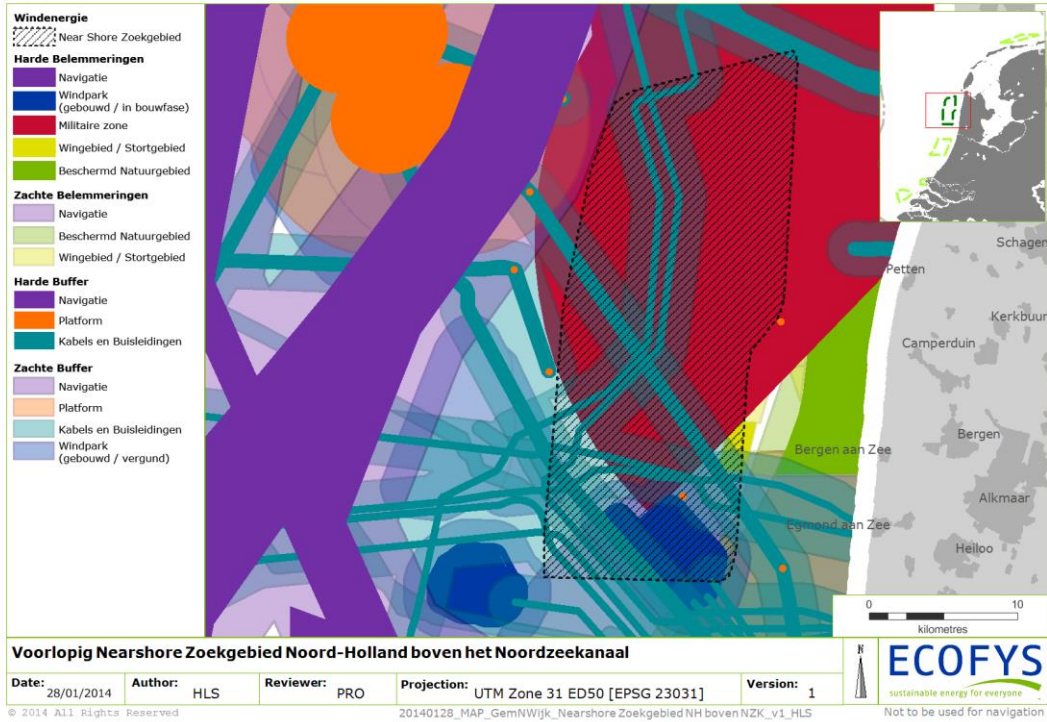


Maasvlakte:

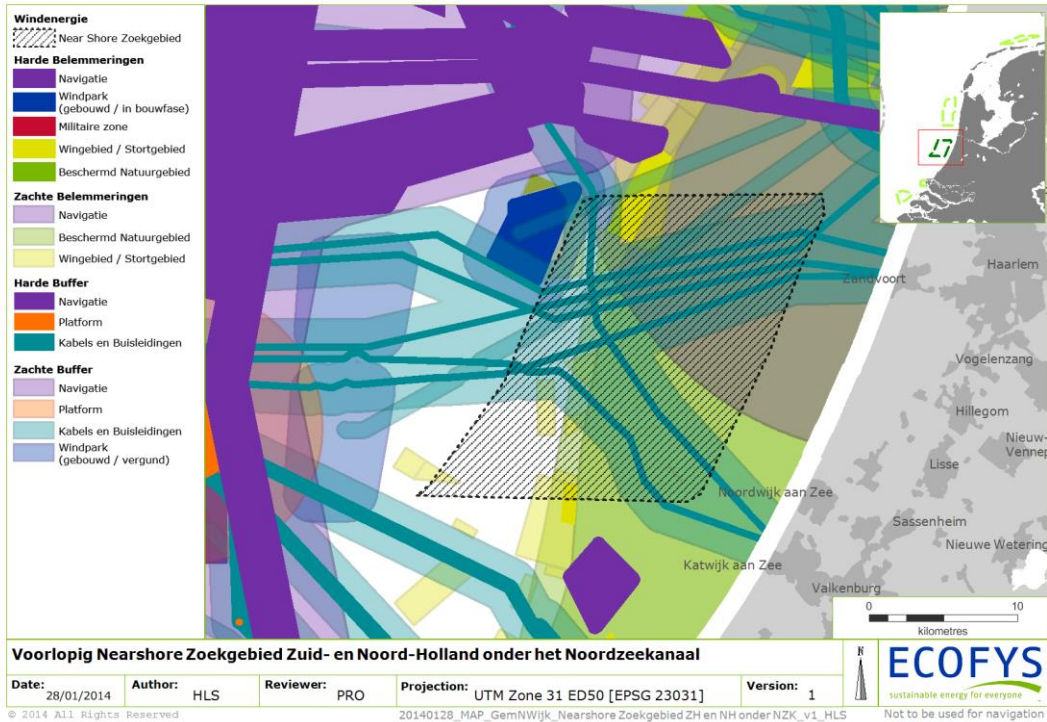




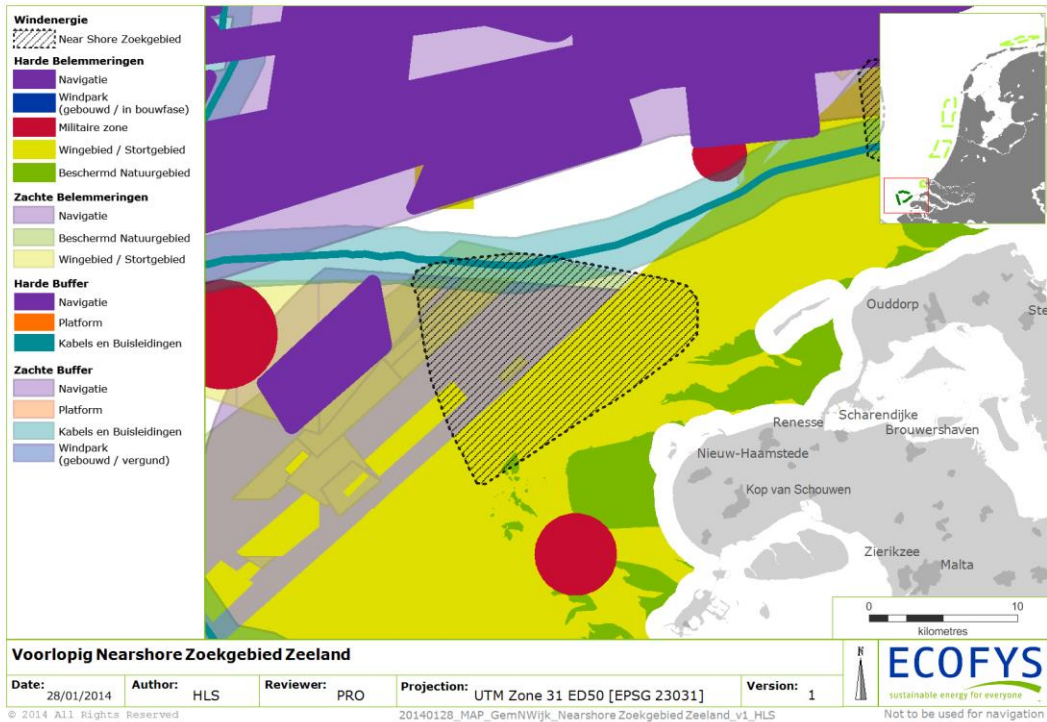
## Noord Holland boven Noordzeekanaal:



## Noord Holland onder Noordzeekanaal:

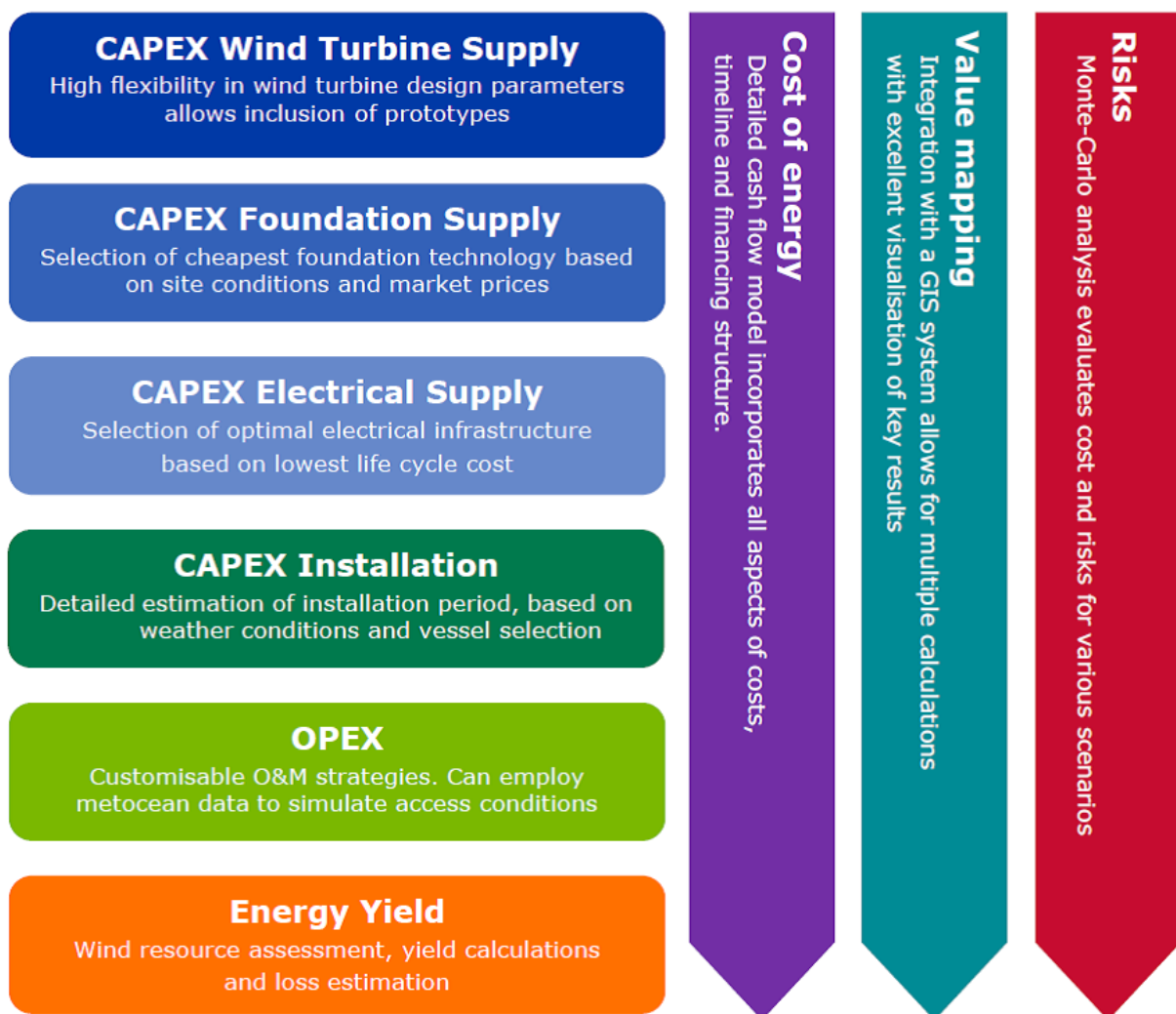


Zeeland:



## Appendix 3: Opbouw kostenmodel

Onderstaande figuur laat de verschillende componenten zien die in het Ecofys kostenmodel worden meegenomen. De *Capital Expenditure* (CAPEX) wordt opgedeeld in vier stukken (windturbine, fundatie, elektrische infrastructuur en installatiekosten). Alle vier deze bouwstenen worden in detail gemodelleerd en leveren samen met de *Operational Expenditure* (OPEX), een gedetailleerd financieel model en de energieopbrengst een *Cost of Energy* waarde op in EUR / MWh.



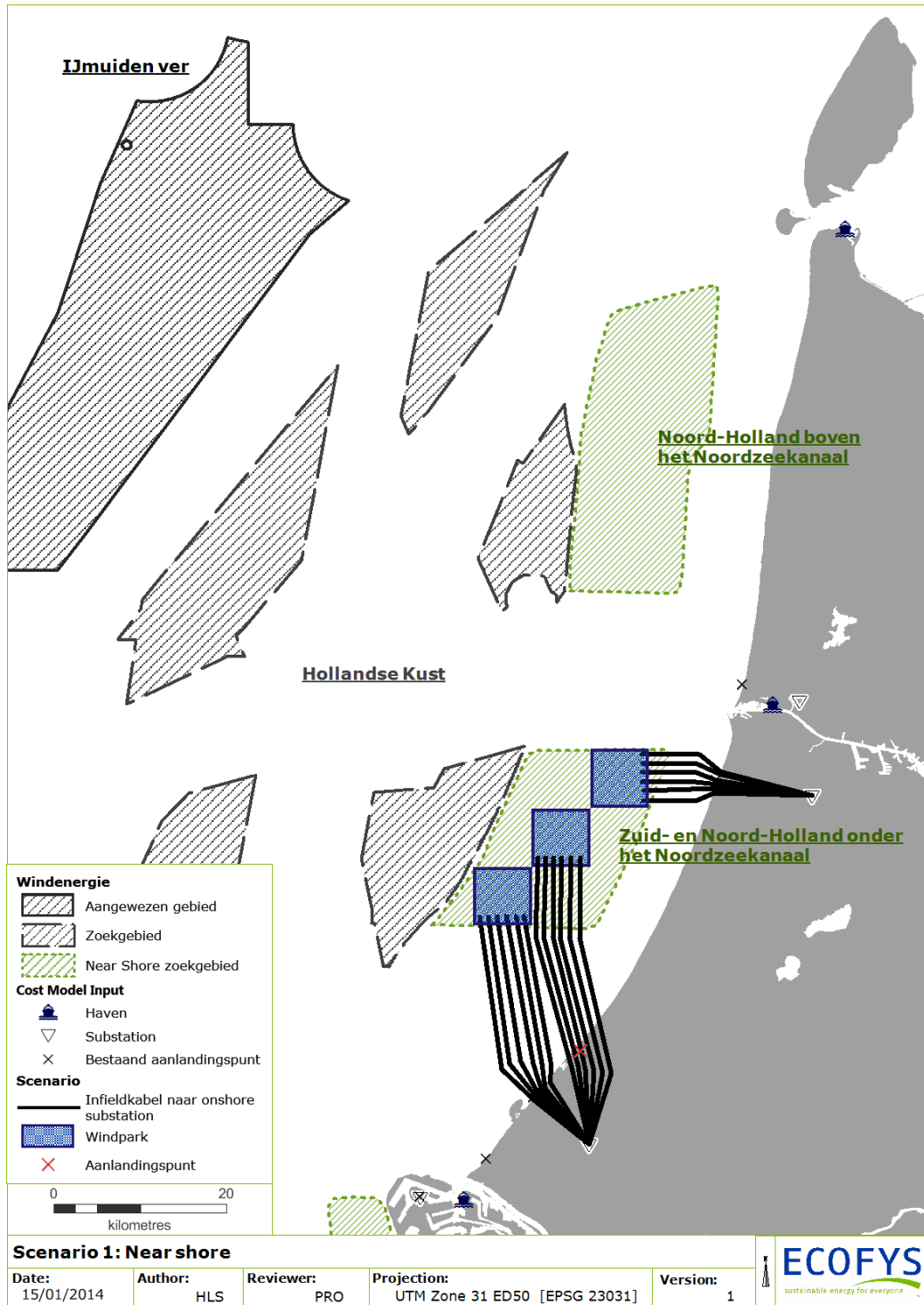
Figuur 7 Opbouw en modules van het Ecofys offshore wind kostenmodel

## Appendix 4: Locatie en elektrische infrastructuur scenario's

De volgende drie figuren geven een schematische weergave van de scenario's. De locaties en verschillen in elektrische infrastructuur worden geïllustreerd.

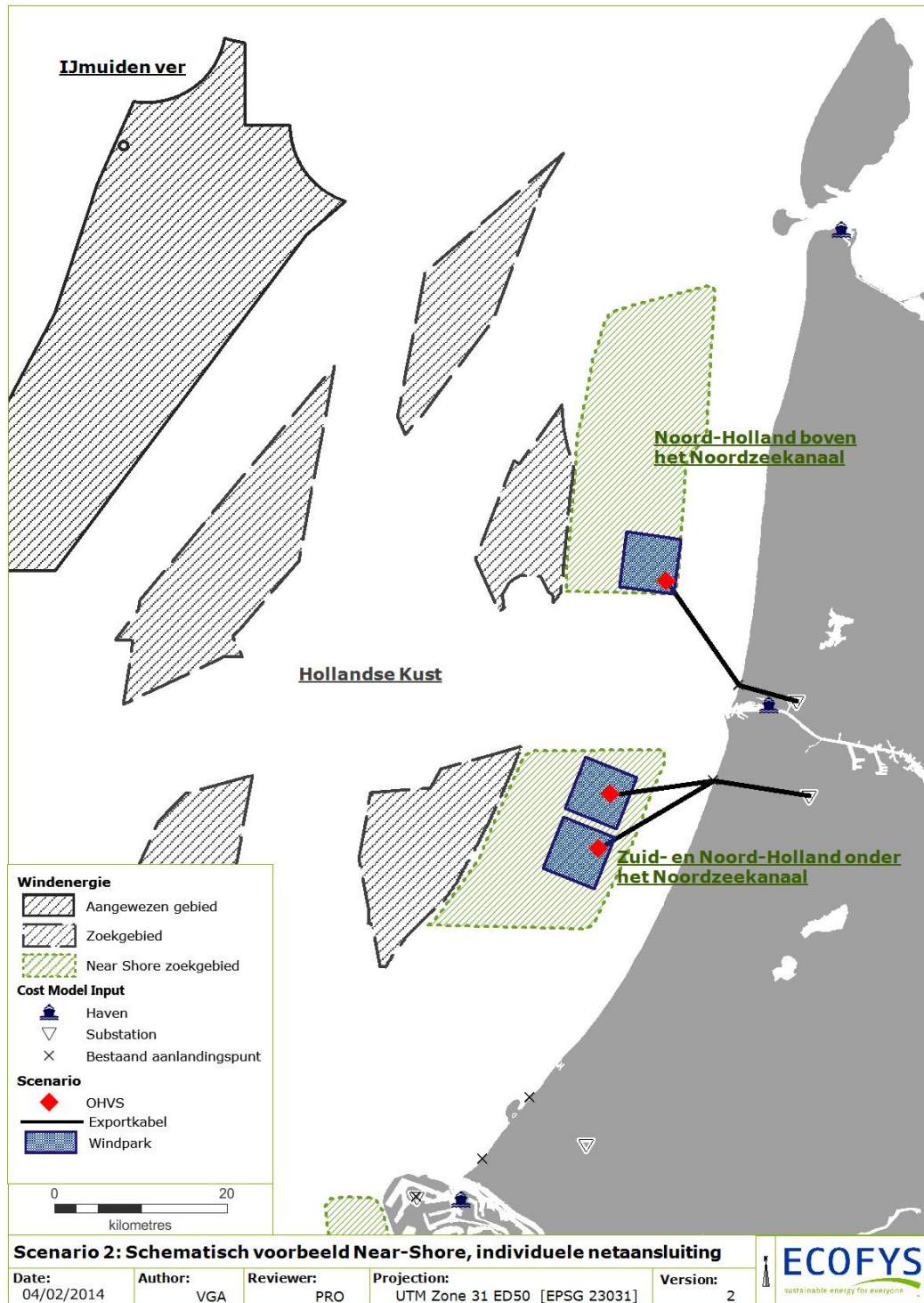
Omdat het een schematische weergave betreft wordt geen rekening gehouden met harde of zachte belemmeringen. Ook wordt er middels deze figuren geen verwachte windpark lay-outs geschetst, noch aanbevelingen gedaan voor kabelroutes, aanlandingspunten, etc. De figuren zijn enkel illustraties ter ondersteuning van het inzichtelijk maken van de scenario's.

## Schematische weergave van een deel van Scenario 1

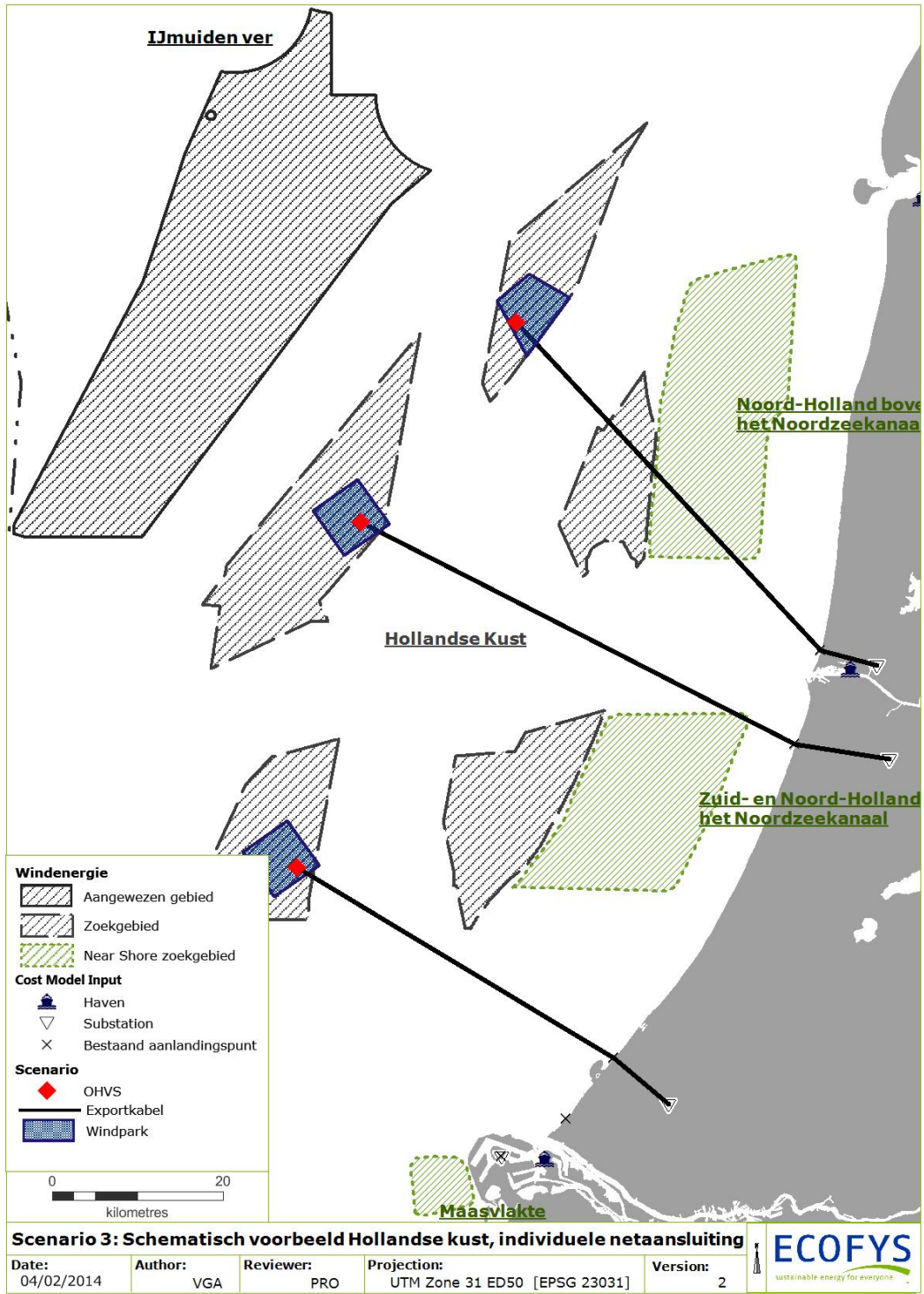




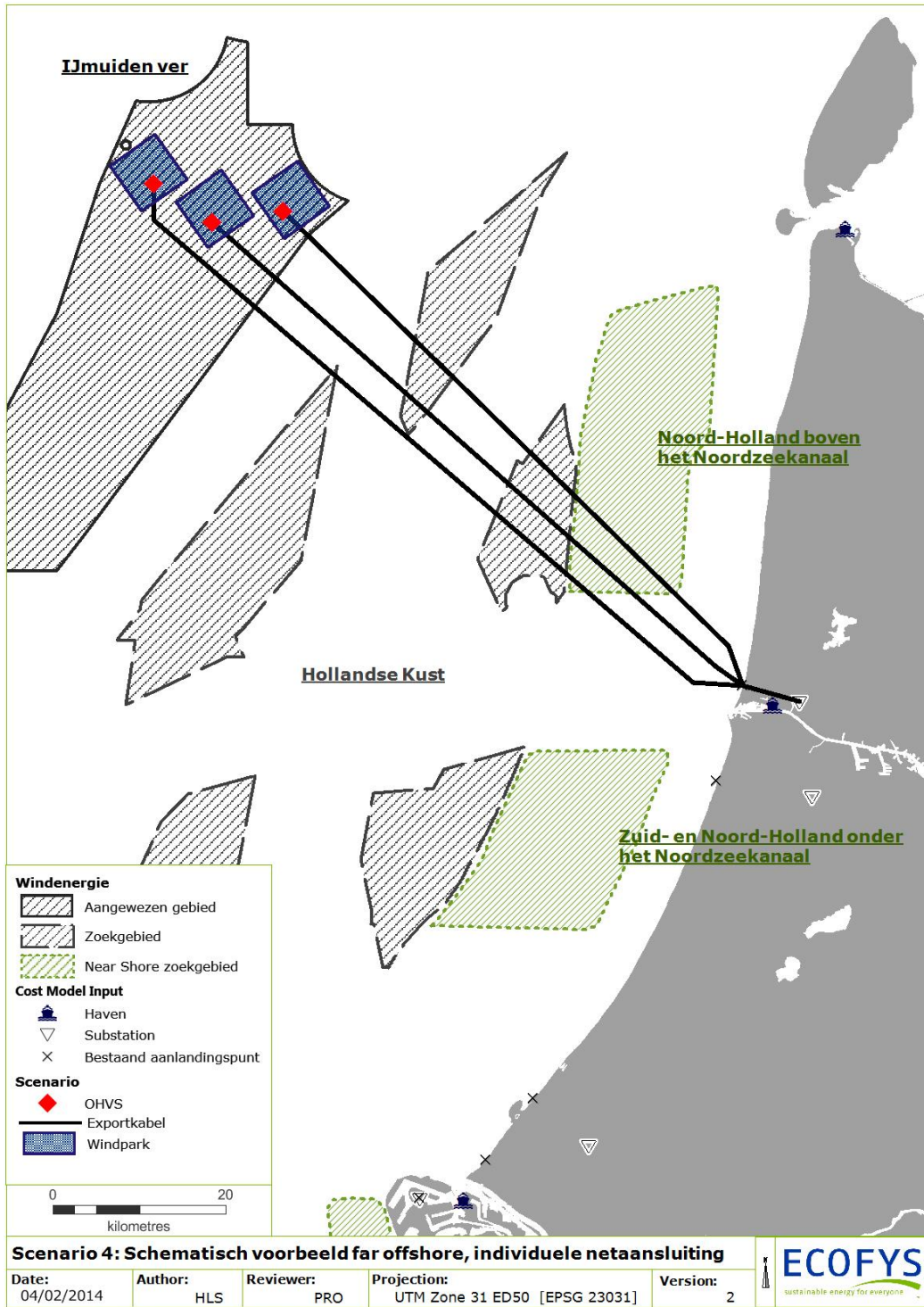
## Schematische weergave van een deel van Scenario 2



## Schematische weergave van een deel van Scenario 3

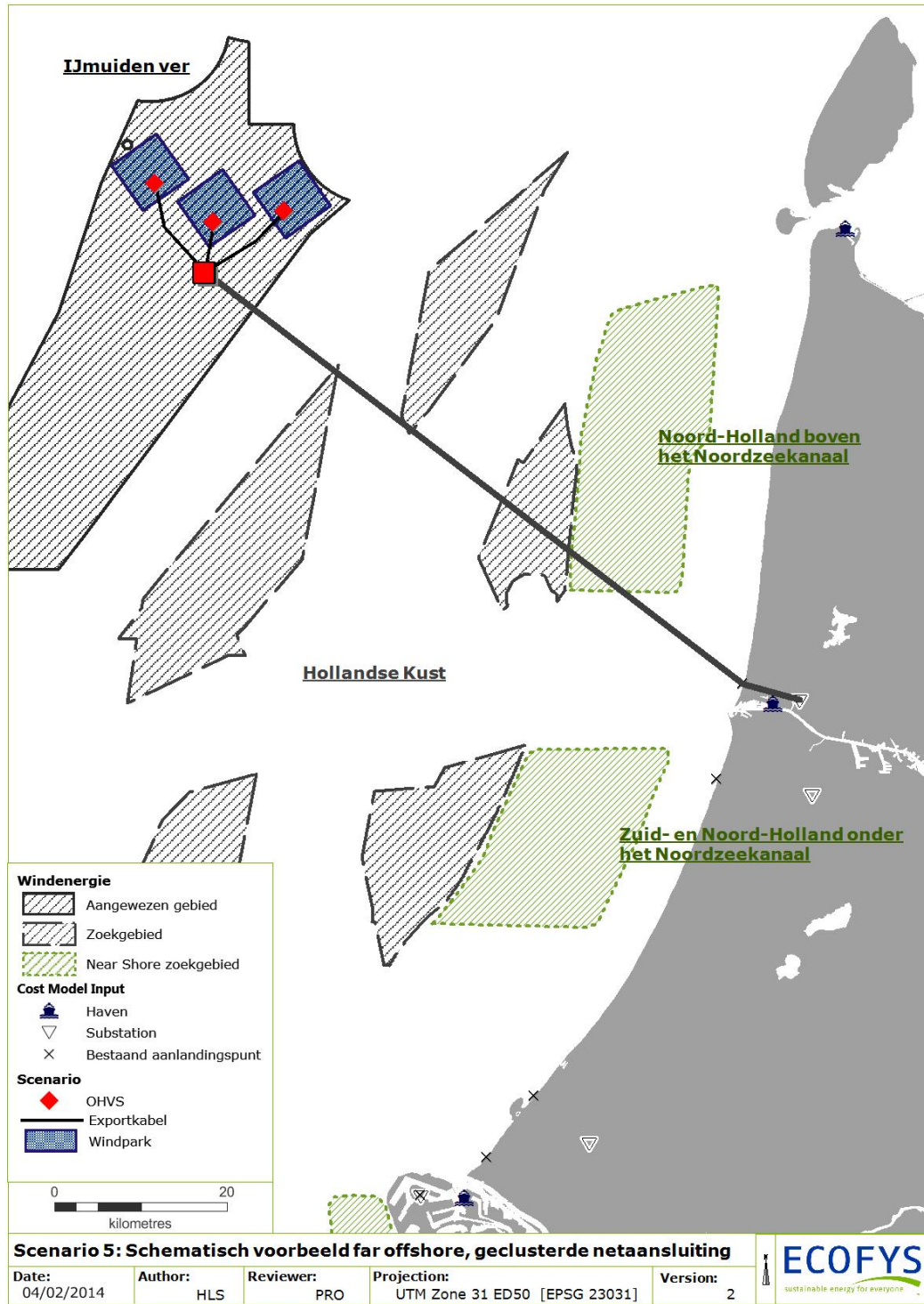


## Schematische weergave van een deel van Scenario 4

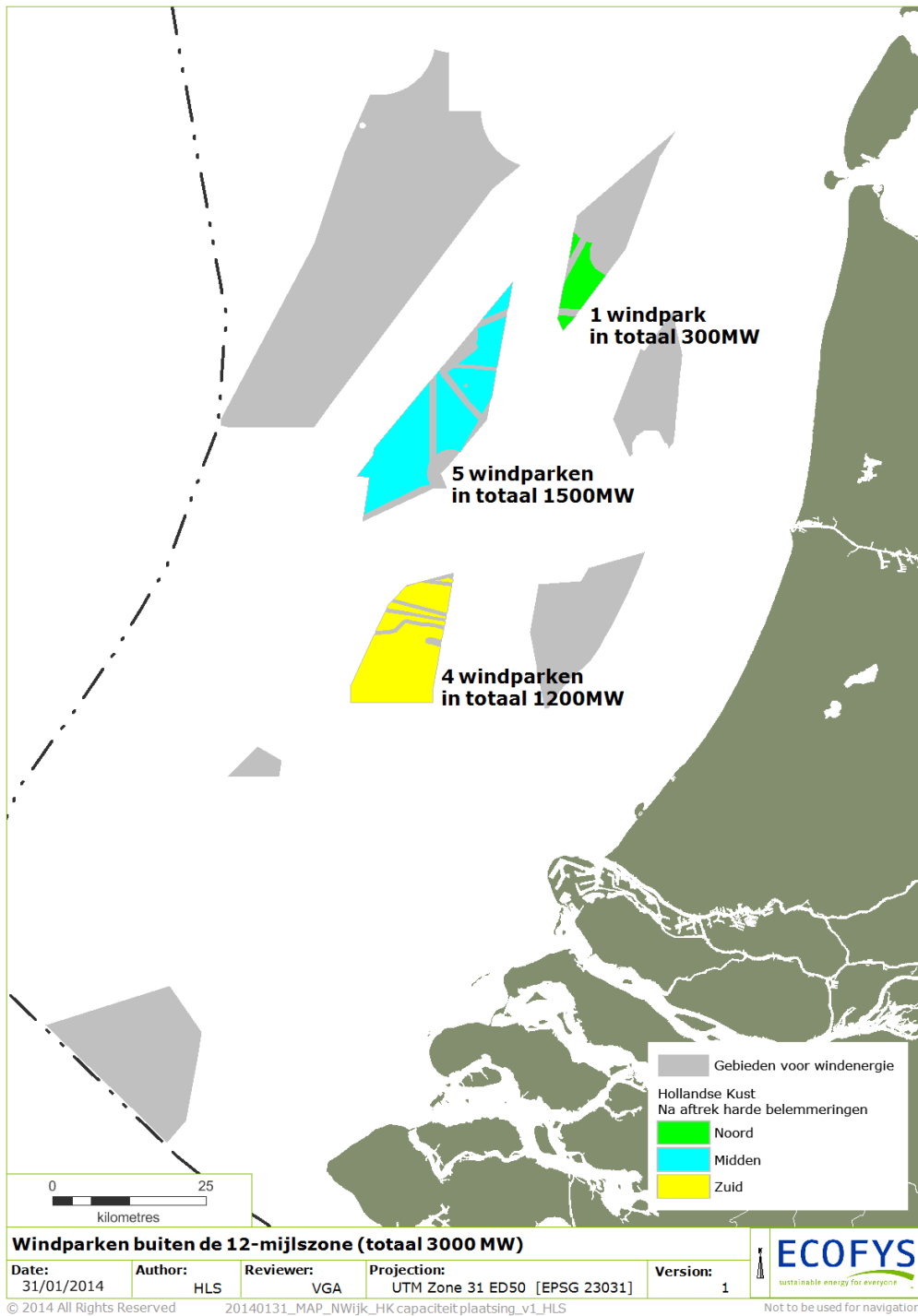




## Schematische weergave van een deel van Scenario 5



## Appendix 5: Definitie deelgebieden Hollandse Kust



# ECOFYS

sustainable energy for everyone

# ECOFYS

sustainable energy for everyone



**ECOFYS Netherlands B.V.**

Kanaalweg 15G  
3526 KL Utrecht

T: +31 (0) 30 662-3300

F: +31 (0) 30 662-3301

E: [info@ecofys.com](mailto:info@ecofys.com)

I: [www.ecofys.com](http://www.ecofys.com)