



# DEME

Dredging, Environmental  
& Marine Engineering

Far shore windmolenpark  
Thorntonbank, België



# 300 MW windmolenpark op de Thorntonbank

Het produceert voldoende elektriciteit voor de behoeften van 600 000 inwoners.

Dit is vandaag het grootste windmolenpark op zee in zijn soort, een wereldpremière waarmee België de komende jaren echt in de kijker staat.

Het bouwen op grote afstand buiten de kust is enorm weersafhankelijk. De tijdspanne waarin er op volle zee kan worden gewerkt, is hierdoor beperkt tot enkele maanden per jaar. Het is een project waarin verschillende maritieme disciplines aan bod komen, uitgevoerd met sterk gespecialiseerd materieel en personeel.

Hierbij kan C-Power rekenen op de kennis en ervaring van de DEME Group of Companies (Dredging International, Baggerwerken Decloedt, GeoSea, Tideway, DEC, DBM, Scaldis, e.a.) die ook voor dit project een totaaloplossing biedt. Verschillende van de DEME bedrijven hebben in het recente verleden meegewerkt aan de bouw van meerdere windmolenparken op zee.

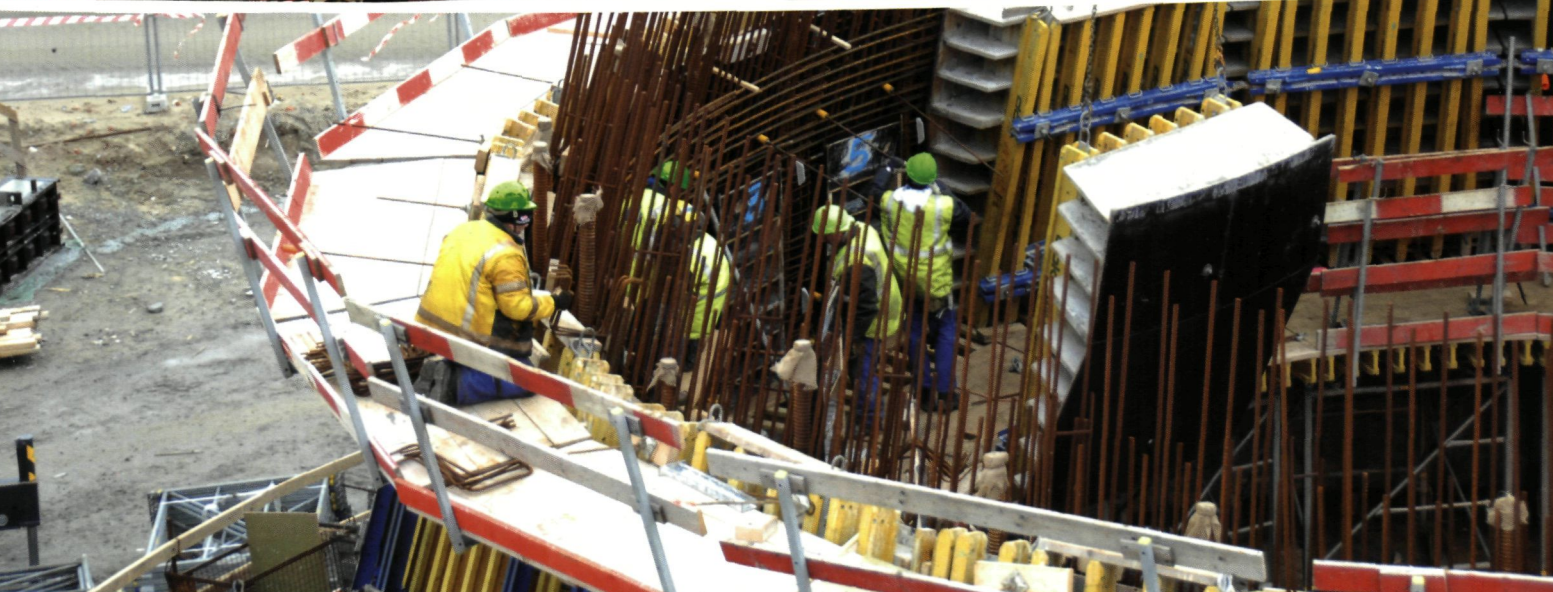
## De Opdrachtgever

C-Power is een private maatschappij actief als project-ontwikkelaar en tevens opdrachtgever van het windmolenpark op de Thorntonbank. Zijn partners zijn DEME, ECOTECH FINANCE, SOCOFE, NUHMA en EDF Energies Nouvelles.

## Bouwen van betonnen funderingen (GBF)

Op de site “Halve Maan” in de haven van Oostende wordt door MBG (CFE) onder leiding van Dredging International gebouwd aan geprefabriceerde betonnen funderingen (Gravity Based Foundations of GBF’s) waarop later in volle zee de windmolens gemonteerd zullen worden. Deze GBF’s zijn holle betonnen torens volgens een gepatenteerd concept gemaakt in de vorm van een “Erlenmeyer”. Gezien de offshore toepassing wordt de constructie van deze GBF’s onderworpen aan zeer strenge kwaliteitscontroles. Op de beperkte oppervlakte van de site “Halve Maan” worden de GBF’s in 6 maanden tijd gebouwd en zullen tegen half april klaar zijn om tijdig naar de Thorntonbank te worden vervoerd.



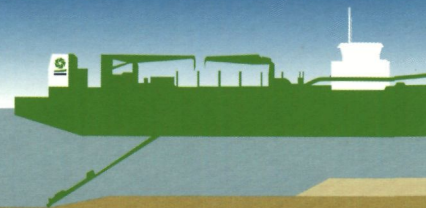


# Baggeren van de funderingsputten op de Thorntonbank

De bodem van de Thorntonbank bestaat uit een toplaag van los zand met daaronder consistentere materiaal.

Om de windmolens op vaste bodem te funderen, zal eerst het zand worden weggebaggerd tot in de consis-

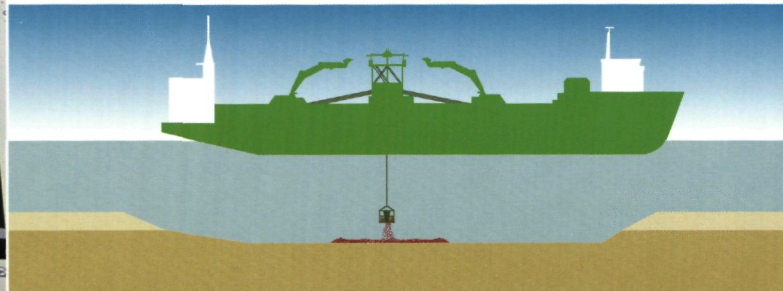
tente laag. Het verwijderde zand wordt vlakbij op de zandbank tussengestockeerd om nadien te worden hergebruikt voor het heraanvullen van de funderingsputten. Dredging International zal deze putten binnen de opgelegde nauwkeurigheid op diepte afwerken.





## Plaatsen van een steenslagfundering

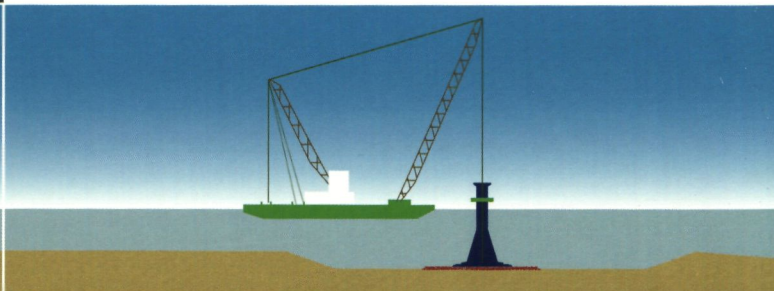
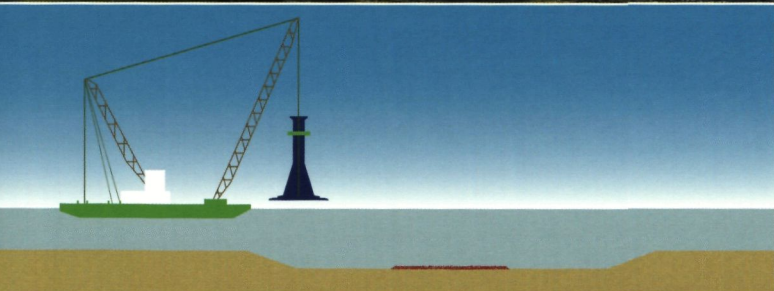
Tideway krijgt de opdracht om met haar valpijpschip "Seahorse" een steenslagfundering in twee gescheiden lagen aan te brengen op de bodem van de funderingsput. De steenslag wordt onder strikt gecontroleerde omstandigheden op de bodem aangebracht. De toplaag moet worden afgewerkt met een punctuele nauwkeurigheid van  $\pm 5$  cm teneinde de horizontaliteit van het funderingsbed te verzekeren. Op deze steenslagfundering worden nadien de GBF's gepositioneerd.

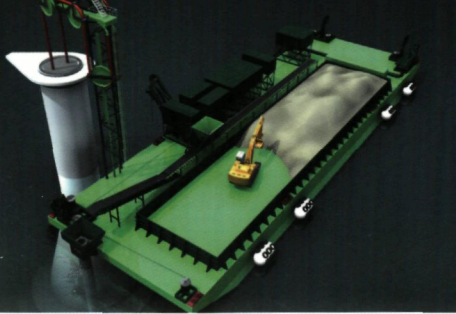




## Hijzen, vervoeren en plaatsen van de GBF's

De GBF's worden één voor één aan land verreden naar de kaai. Daar neemt het kraanschip "Rambiz", met een hijscapaciteit van 3 300 ton, de GBF's op en vervoert ze naar de Thorntonbank. Met behulp van een zeer nauwkeurig plaatsbepalingssysteem worden de GBF's afgezonken op de voorziene locaties. De cyclus van één operatie duurt bij goede weersomstandigheden ongeveer twee dagen. Dank zij een speciaal ontworpen hijsframe kan de "Rambiz" een GBF zonder schade hijsen, vervoeren en afzinken.





# Heraanvullen van de funderingsput, opvullen (ballasten) van de GBF's en aanbrengen van de erosiebescherming

door Dredging International, Baggerwerken Decloedt en DEME Building Materials

## Heraanvullen van de funderingsput

Speciaal voor deze toepassingen werd het multifunctioneel ponton "Thornton I" door DEME ontworpen en gebouwd. Dit ponton wordt gestuurd en gepositioneerd op DP-DT systeem (Dynamic Positioning – Dynamic Tracking) en is uitgerust met een sproei-pijp voor het heraanvullen van de put. De sleephopperzuiger "Jade River" baggert het gestockeerde zand op en verpompt het via een drijvende leiding naar de sproei-pijp.

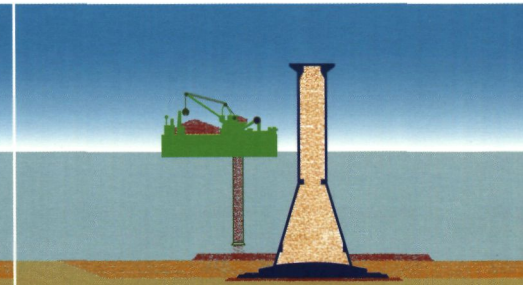
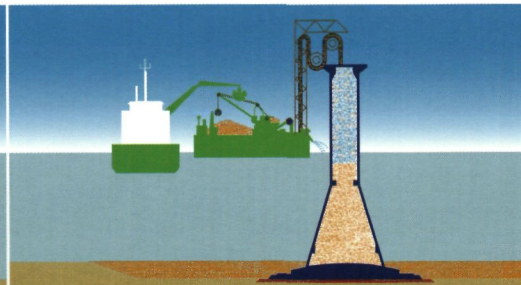
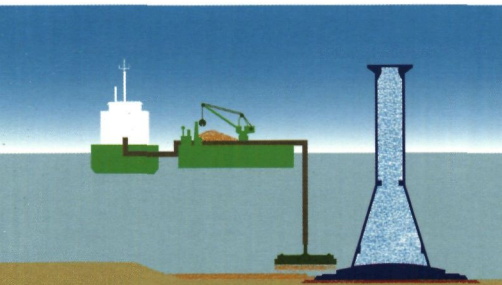
## Opvullen (ballasten) van de GBF's

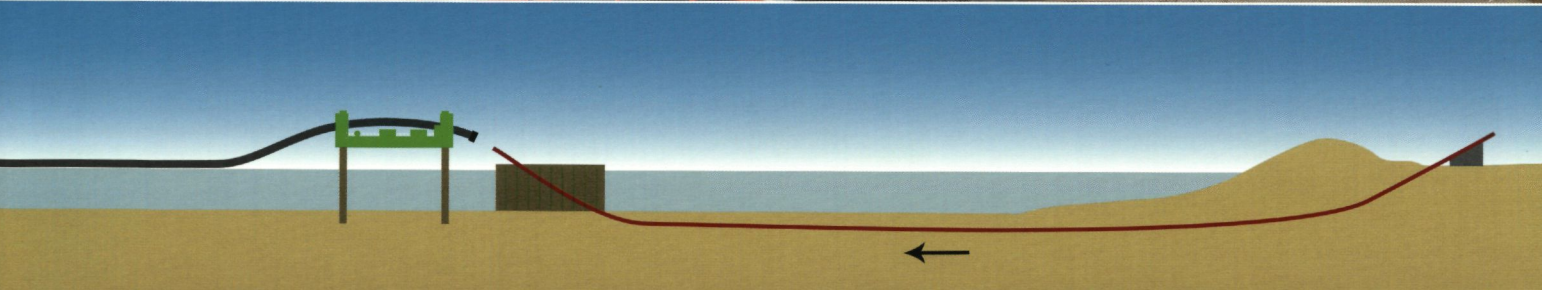
De sleephopperzuiger "Vlaanderen XXI" baggert het gestockeerde zand op en lost het droog met haar overslagkraan op de "Thornton I". Op dit ponton wordt het zand opnieuw vermengd met water zodat het hydraulisch kan worden verpompt tot binnen in de GBF.

Hiervoor is de "Thornton I" met een speciale vultoren uitgerust. Het zand bezinkt en het overtollige water wordt afgepompt.

## Aanbrengen van de erosiebescherming

De derde toepassing van de "Thornton I" is het gelijkmatig aanbrengen van de erosiebescherming met een valpijpsysteem. De breuksteen wordt aangevoerd door de "Vlaanderen XXI" en wordt in twee gescheiden lagen van verschillende afmetingen accuraat rond de GBF aangebracht.



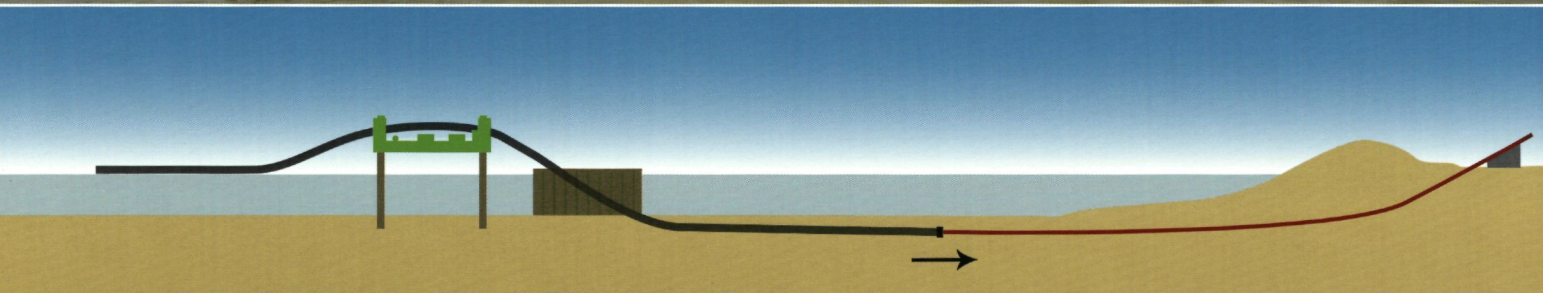




## Gestuurde boring onder de duinen



In de zomer van 2007 heeft GeoSea met een gestuurde boring vanop het hefeiland "Tijl II" een wachtbuis getrokken onder de duinen door ter hoogte van Bredene. Aan de zeezijde zal de wachtbuis in een kofferdamstructuur worden vrijgegraven om er de hoogspanningskabel door te trekken.



# De 5 MW windmolens van REpower

De windmolens worden in losse delen aangevoerd, deels over het water, deels per vrachtwagen.

Alle delen worden netjes volgens plan aan wal gestockeerd zodat ze in volgorde te manipuleren zijn op hun respectievelijke belading aan boord van het transportponton. De omvang en het gewicht van de verschillende delen zijn indrukwekkend. De wieken zijn elk 61,5 m lang en de 5 MW gondel weegt 316 ton. De torens bestaan uit twee stukken van 37,5 m en er is er nog de rotor waarmee de wieken aan de gondel worden bevestigd. De geassembleerde wieken aan de rotor hebben een diameter van 126 m.





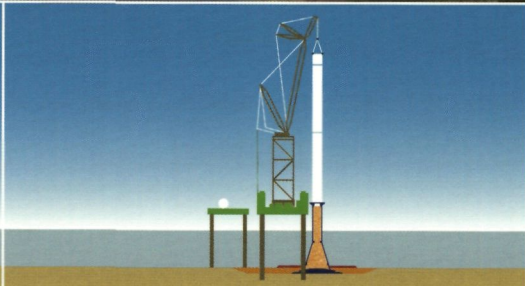
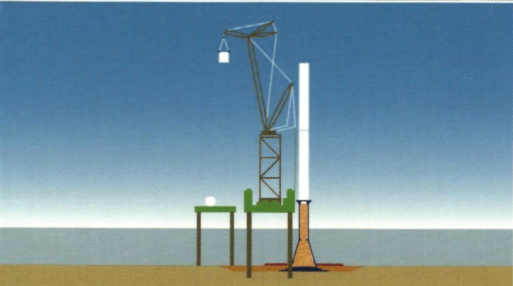
# Het vervoeren naar de Thorntonbank en het monteren op zee van de windmolens op de GBF's

Dit is werk voor GeoSea's hefeilanden. Het hefeiland "Vagant" wordt gebruikt als transportmiddel. Alle onderdelen voor één windmolen worden in één transportoperatie vervoerd. De manier waarop de onderdelen op het hefeiland worden geplaatst is uiterst belangrijk voor het evenwicht. Het hefeiland "Buzzard" staat in als stabiel montageplatform. Een speciale kraanconstructie, die doet denken aan een giraf, wordt op het dek gemonteerd om de windmolens te assembleren. Eerst worden de twee torens op de GBF geplaatst. Dan komt het zwaarste stuk, het hijsen van de gondel tot op een hoogte van 120 m boven de zeebodem. Nadien worden de wieken en de

rotor op het ponton geassembleerd en vanuit horizontale positie gehesen naar een bijna verticale stand, gedraaid en gepositioneerd zodat ze vastgemaakt kunnen worden op de as van de gondel. 7 dagen op 7 en 24 uur per dag wordt er vervoerd en gemonteerd.

Voor het transport en de montage is permanent 60 man aanwezig. Aan boord van de twee hefeilanden is voldoende accommodatie voorzien om iedereen te huisvesten. Ook een kok maakt deel uit van de bemanning.





# Baggeren van een sleuf door de Vaargeul 1 (vlakbij het Scheur)

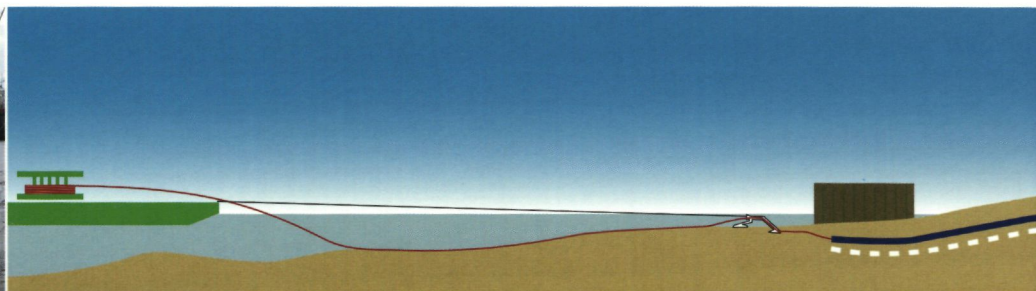
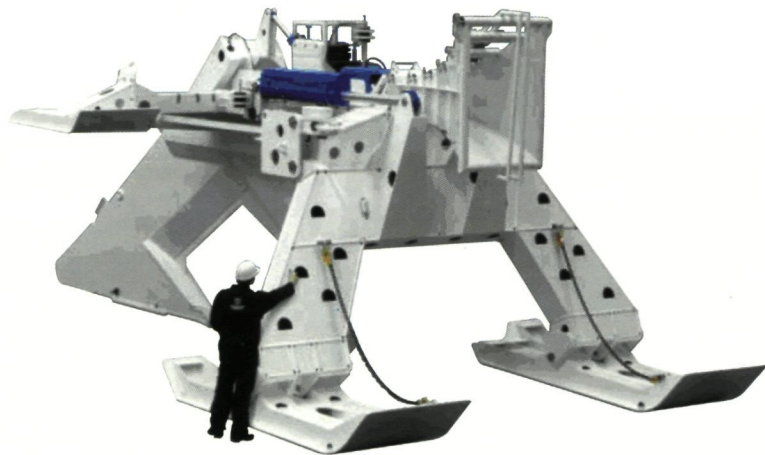
Voor het leggen van de hoogspanningskabel wordt door Dredging International met haar gloednieuwe sleephopperzuiger "Breydel" een sleuf uitgebaggerd. Delicaat werk in één van de drukste vaargeulen ter wereld. Er dient dwars op de vaar- richting gebaggerd worden. Gezien het intense scheepvaartverkeer zal nauwgezet overleg gepleegd worden met de Dienst Scheepvaartbegeleiding.

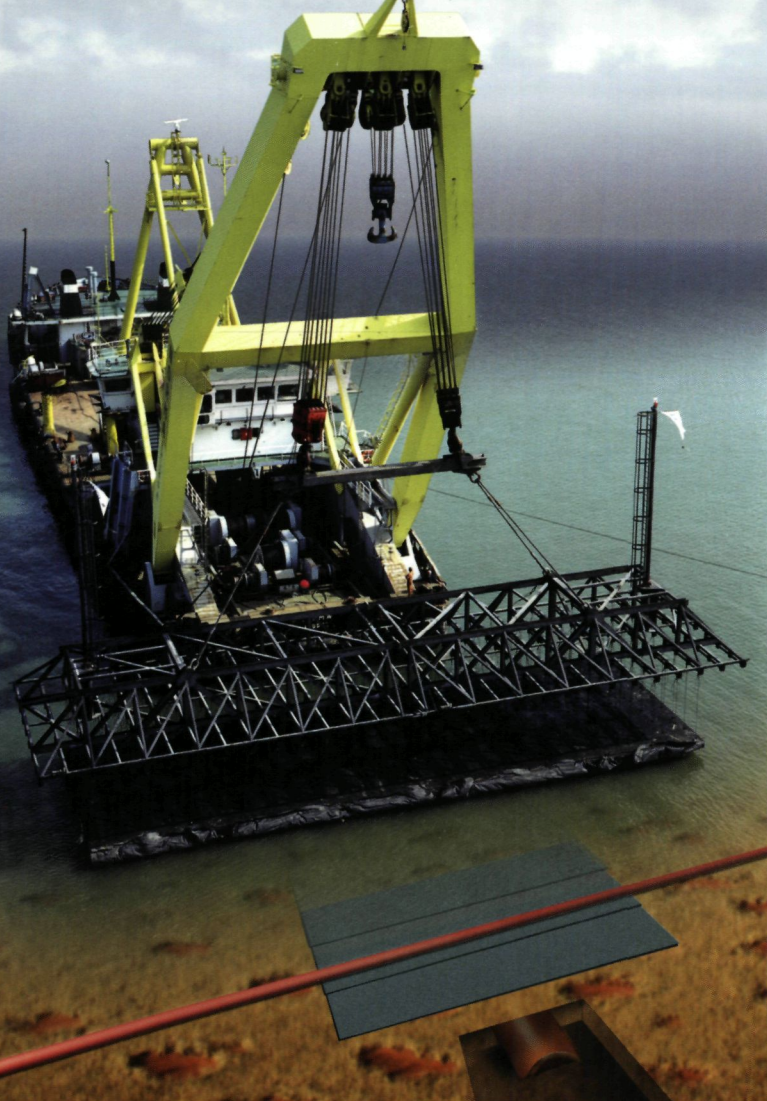


## 150 kV zee kabel leggen en ingraven

Een 150 kV zee kabel brengt de geproduceerde electriciteit van de windturbines onder hoogspanning naar het bestaande netwerk aan land. Deze kabel weegt 81 kg per lopende meter. Er wordt van land naar zee gewerkt. Tideway trekt de kabel eerst door de aangelegde wachtbuis onder de duinen. Dan volgt een traject van 38,7 km vanaf de kustlijn naar het windmolenpark. Het leggen en ingraven gebeurt in één beweging. De kabellegger trekt een gigantische zeeploeg achter zich mee, waarbij de ploeg de hoogspanningskabel ingraaft tot een diepte van ca 2 m. Zo blijft de kabel beschermd tegen schade van onder meer scheepsankers en visnetten. In het kabeltraject worden enkele hindernissen overbrugd. De hoogspanningskabel moet namelijk de PEC telecom lijn kruisen en moet in de gebaggerde sleuf de Vaargeul 1 dwarsen.

De windmolens worden onderling verbonden met een 33 kV kabel. Bij de bouw werden de GBF's van uitsparingen en wachtbuizen voorzien om die kabels vanaf de zeebodem tot in de windmolens te trekken.





## Kruising PEC Telecom kabel

GeoSea zal met haar hefeiland "Buzzard" de PEC telecomkabel beschermen door op de kruising GOSA® (Gevezeld Open Steen Asfalt) matten, een systeem onder licentie van DEC, te plaatsen. Zo komen de kabels onderling nooit in aanraking met elkaar.

## Overzicht bouwfasen DEME

Gestuurde boring (GeoSea) en plaatsing wachtbuis	juni '07 - augustus '07
Bouwen van de GBF op de site "Halve Maan" te Oostende	augustus '07 - april '08
Uitbaggeren funderingsputten	maart - april '08
Steenlag fundering aanbrengen op de bodem van de putten	april '08
Ophalen GBF, vervoeren naar en afzinken op de Thorntonbank	april '08 - mei '08
Heropvullen funderingsput	april '08 - mei '08
Ballasten GBF met zand	april '08 - mei '08
Erosiebescherming aanbrengen	mei '08 - juni '08
Baggeren sleuf dwars door Vaargeul 1	april '08 - juni '08
Beschermende GOSA® matten over PEC telecom kabel	mei '08 - juli '08
Hoogspanningskabel (150 kV) trekken ingraven in de zeebodem	juni '08
Trekken en ingraven van de kabels (33 kV) tussen de windmolens	juli '08
Laden en vervoeren windmolens met transporthefeiland	juli '08 - augustus '08
Assembleren op zee van de windmolen op de GBF	juli '08 - augustus '08
Start elektriciteitsproductie en levering op het bestaand netwerk	01/10/2008



Kerncijfers		
Windmolenpark		
Geïnstalleerd vermogen park	300	MW
Jaarlijkse elektriciteitsproductie	1 000	GWuur
Afstand tussen de windmolens	500 à 700	m
Afstand vanaf de kustlijn	30	km
Totale investering	ca. 850 000 000	euro
Windmolens		
Capaciteit turbines	5	MW/turbine
Hoogte van de totale constructie	184	m
Gemiddelde diepte op de Thorntonbank	16	m
Diameter wieken	126	m
Omwenteling per minuut	7 à 12	omwentelingen
Omwentelingssnelheid uiteinde wieken	165 à 285	km/uur
Gewicht gondel	316	ton
Windenergie productie	vanaf 2 t.e.m. 11	Beaufort
Hoogspanningskabels		
Lengte zeekabel	38,7	km
Diameter zeekabel	22	cm
Capaciteit zeekabel	150	kV
Capaciteit kabels tussen de windmolens	33	kV

Betonconstructie (GBF)		
Hoogte GBF	38,5 à 44	m
Diameter basis	26	m
Diameter top	6,5	m
Dikte wanden	50	cm
Volume zandvulling	2 082 à 2 213	m <sup>3</sup>
Erosiebescherming 0/120 mm en 5/200 kg	opp. 1 850 à 3 000	m <sup>2</sup>
Diepte GBF in de vaste bodem	± 4,5	m
Bouw GBF	135	werkdagen
Aantal m <sup>3</sup> beton per GBF	1 085	m <sup>3</sup>
Aantal ton wapening per GBF	217	ton
Totaal gewicht GBF	2 800 à 3 000	ton
Betondekking	5	cm
Betonsamenstelling (GBF)		
Drukweerstand	C45/55	
Omgeving	ES4	
Consistentie	S3	
Korrel diameter	22	mm
Water/Cement factor	0,36	
Cementgehalte	450	kg/m <sup>3</sup>
Cementsoort	Cem III HSR 42,5 LA	

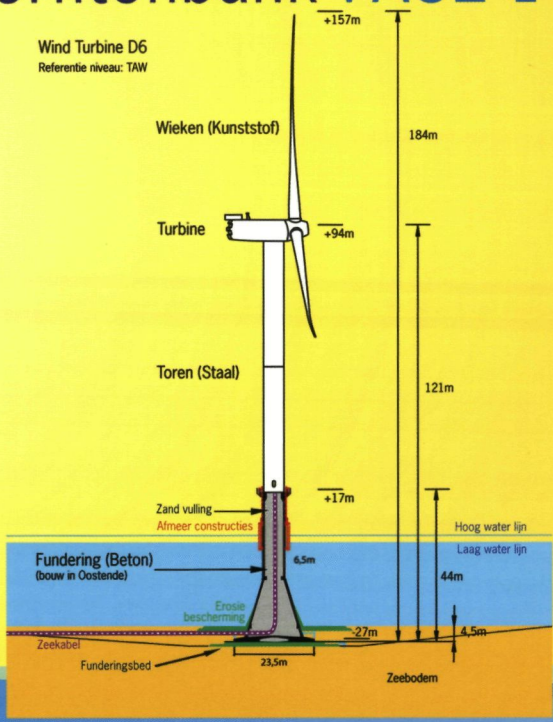
## Hoofdrospelers

De bouw van het hele windmolenpark op de Thorntonbank wordt door drie grote bedrijven uitgevoerd. REpower als leverancier van de 5 MW windmolens, ABB als leverancier van de 150 kV maritieme hoogspanningskabel en THV Seawind als aannemer. Deze tijdelijke handelsvereniging heeft twee leden; enerzijds Fabricom-GTI die instaat voor de werken op het land en anderzijds Dredging International (DEME) voor al de maritieme werken. De DEME Group of Companies realiseert hier het op heden grootste windmolenproject op zee ter wereld en biedt hiermee haar opdrachtgever C-Power een totaaloplossing aan.

## Offshore Windmolens



# park op de Thorntonbank FASE 1



**Bouwheer**  
C-Power nv  
Scheldepark 30  
2070 Zwijndrecht



**Studiebureau**  
Technum-IMDC – Gistelsesteenweg 1 – 8400 Oostende



**Certificatiebureau**  
Det Norske Veritas – Veritasveien 1 – 1322 Høvik – Noorwegen



**Controle organisme**  
SECO – Aarlenstraat 53 – 1040 Brussel



**Veiligheidscoördinator**  
VISI bvba – Ernest Freysplein 15 – 8400 Oostende



## MARITIEME WERKEN, FUNDERINGSTORENS EN LANDKABEL

**Aannemer**  
THV Seawind – Scheldepark 30 – 2070 Zwijndrecht:



- Dredging International nv – Scheldepark 30 – 2070 Zwijndrecht
- Fabricom-GTI – Kontichsesteenweg 25 – 2630 Aartselaar



## WIND TURBINES

**Aannemer**  
REpower AG  
Alsterkrugchausee 378  
D-22335 Hamburg - Duitsland



## ZEEKABELS

**Aannemer**  
ABB BV  
Marten Meesweg 5  
3068 AV Rotterdam - Nederland





# DEME

**Dredging, Environmental  
& Marine Engineering**

**D.E.M.E. nv**

Haven 1025 - Schelvedijk 30  
B-2070 Zwijndrecht, Belgium  
T +32 3 250 52 11  
F +32 3 250 56 50  
info@deme.be  
www.deme.be



**Dredging  
International**

Marine & Waterway Contractor



**Baggerwerken  
Decloedt & Zn**

Baggerwerken & Waterbouw



**GeoSea**

Geotechnical Offshore Contractor



**Tideway**

Offshore Contractors



**DEC**

Environmental Contractor



**DBM**

Building Materials



Creating land for the future