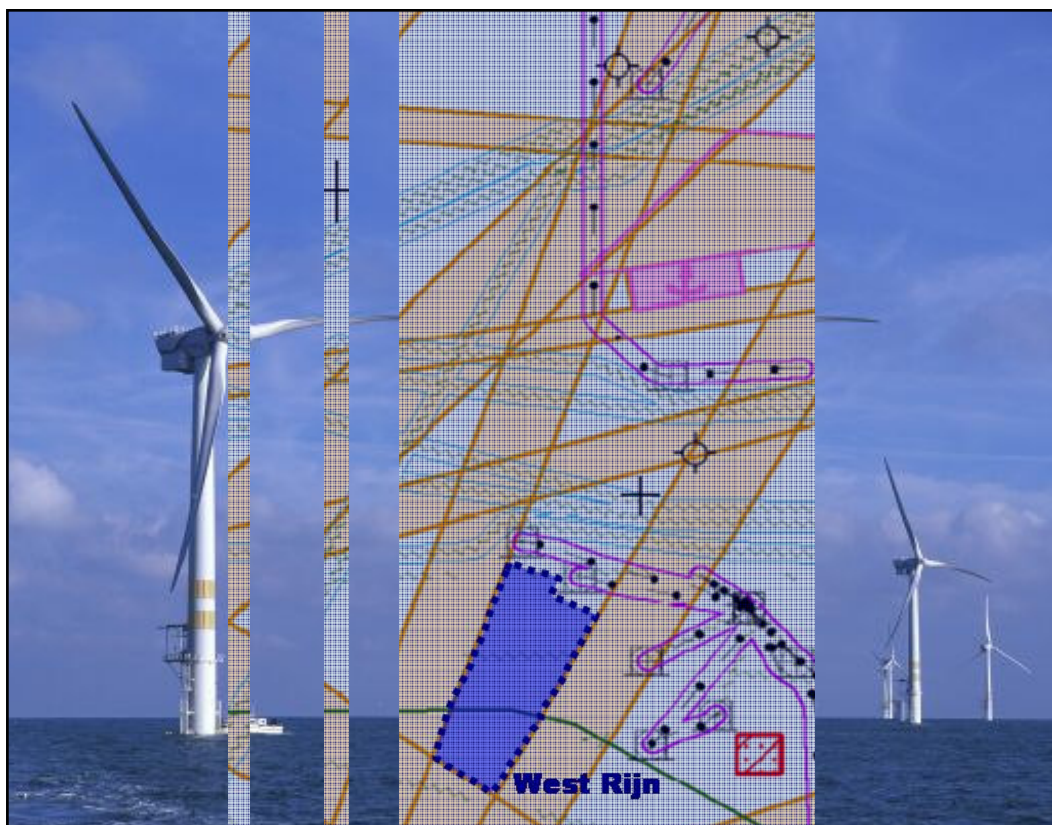
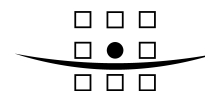




Offshore Windpark “West Rijn” Vergunning Wet beheer rijkswaterstaatswerken



20 april 2006
Definitief rapport
9R8394.06



ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND B.V.
MILIEU

Barbarossastraat 35

Postbus 151

6500 AD Nijmegen

+31 (0)24 328 42 84 Telefoon

+ 31 (0)24 322 81 70 Fax

info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail

www.royalhaskoning.com Internet

Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	Offshore Windpark "West Rijn"
	Vergunning Wet beheer rijkswaterstaatswerken
Verkorte documenttitel	Wbr locatie "West Rijn"
Status	Definitief rapport
Datum	20 april 2006
Projectnaam	Ontwikkeling windparken op zee
Projectnummer	9R8394.06
Opdrachtgever	Airtricity
Referentie	9R8394.06/R0001/HRIJ/Nijm

Auteur Drs. J.F.W. Rijntalder

Collegiale toets Dhr. Ir. Arno Verbeek (Airtricity)

Datum/paraaf 20 april 2006

Vrijgegeven door Drs. J.F.W. Rijntalder

Datum/paraaf 20 april 2006

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Algemeen	1
1.2 Wbr-vergunning	1
1.3 Stand der techniek	2
1.4 Airtricity	2
1.5 Planning	2
1.6 Tenaamstelling	2
1.7 Leeswijzer	2
2 AARD EN ONTWERP	3
2.1 Algemeen	3
2.2 Layout	3
2.3 Ligging	3
2.4 Turbines	3
2.4.1 Basis-ontwerp	3
2.4.2 Componenten	3
2.5 Fundaties	3
2.5.1 Geotechnische gegevens	3
2.5.2 Schetsontwerp	3
2.6 Transformatorstation	3
2.7 Elektrische infrastructuur	3
2.8 Kabeltracé	3
2.9 Certificatie ontwerp	3
3 OPRICHTINGS- EN CONSTRUCTIEPLAN	3
3.1 Inleiding	3
3.2 Planning	3
3.3 Detailontwerp	3
3.3.1 Onderzoek na verkrijgen Wbr-beschikking	3
3.3.2 Kabelkruisingen	3
3.3.3 Detailontwerp en keuzen	3
3.4 Constructiewijze	3
3.4.1 Bouwplaats	3
3.4.2 Fundatie en erosiebescherming	3
3.4.3 Turbines	3
3.4.4 Elektrische infrastructuur	3
3.4.5 Transformatorstation	3
3.4.6 Kabeltracé	3
3.5 Ingebruikname	3
4 ONDERHOUDSPLAN	3
4.1 Inleiding	3
4.2 Doel	3
4.3 Regulier onderhoud	3
4.3.1 Onderhoud aan de fundering	3
4.3.2 Onderhoud aan kabels	3

4.3.3	Onderhoud aan windturbines	3
4.3.4	Onderhoud aan transformatorstation	3
4.3.5	HSE-aspecten	3
4.3.6	Wijze van rapportage van uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden	3
4.4	Reparaties	3
4.4.1	Reparatie bij inspectie	3
4.4.2	Vervanging van kleine onderdelen (<1000 kg)	3
4.4.3	Vervanging van grote onderdelen (>1000 kg)	3
4.5	Onderhoudsschepen	3
5	VERLICHTINGSPLAN	3
5.1	Inleiding	3
5.2	IALA richtlijn	3
5.3	Navigatie verlichting	3
5.4	Luchtvaartverlichting	3
5.5	Markering	3
5.6	Geluidssignalen en radarreflectoren	3
5.7	Obstakelmarkering tijdens bouw	3
6	CALAMITEITENPLAN	3
6.1	Inleiding	3
6.2	Personeel tijdens bouw en operatie	3
6.2.1	Man overboord	3
6.2.2	Brand	3
6.2.3	(bijna) Ongeval	3
6.2.4	Acute ziekte	3
6.2.5	Onweersbuien	3
6.2.6	Opkomend slecht weer	3
6.2.7	Bommelding, gijzeling of sabotage	3
6.3	Scheepvaart en visserij	3
6.3.1	Schip op drift	3
6.3.2	Aanvaring	3
6.4	Milieu	3
6.5	Bereikbaarheidsschema	3
7	VERWIJDERINGSPLAN	3
7.1	Inleiding	3
7.2	Te verwijderen onderdelen	3
7.3	Vorbereiding	3
7.4	Verwijdering turbines	3
7.5	Verwijdering fundaties	3
7.6	Verwijdering transformatiestation	3
7.7	Verwijdering bekabeling	3
7.8	Erosiebescherming	3
7.9	Opleveringscontrole	3

BIJLAGEN:

Bijlage 1	MER
Bijlage 2	Schetsontwerp (rapportage) Rambøll
Bijlage 3	Certificaat DNV
Bijlage 4	Tekening
Bijlage 5	Coördinaten windturbinepark en kabels

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Eén van de doelstellingen van het nationale en internationale milieubeleid is het beperken van de uitstoot van broeikasgassen, waarvan de CO₂-emissie de belangrijkste is. Volgens het verdrag van Kyoto heeft Nederland zich verplicht tot een emissiereductie van 6 procent in de periode 2008 tot 2012 ten opzichte van 1990-1995. Dit komt neer op een reductie van 50 Megaton per jaar, waarvan volgens het verdrag tenminste 50 procent gerealiseerd moet worden door projecten binnen Nederland. In het verlengde van het Kyotoverdrag heeft het kabinet in opeenvolgende beleidsnota's doelstellingen geformuleerd om duurzame energie in te zetten als instrument om de CO₂-emissie te reduceren. Ook in het Energierapport van het Ministerie van Economische Zaken (2005) wordt gestreefd naar meer duurzame energie, onder andere door in te zetten op windenergie in zee.

In 2020 moet duurzame energie een bijdrage van 10 procent leveren aan de totale energievoorziening. Conform de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (Ministerie van VROM, 1999) zal dit aandeel na 2020 verder moeten stijgen. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid wordt nog een tweede reden genoemd om duurzame energie in te zetten. Dit is de wens om de kwetsbaarheid van de Nederlandse energievoorziening te beperken door deze minder afhankelijk te maken van fossiele brandstoffen. Naast andere bronnen voor duurzame energie is windenergie één van de opties om beide doelen te dienen. Voor 2020 is een doelstelling geformuleerd van in totaal tenminste 7500 MW geïnstalleerd windturbinevermogen, waarvan tenminste 1500 MW op land en 6000 MW op zee. Dit is tevens uitgangspunt van de Nota Ruimte en uitgewerkt in Integraal beheersplan Noordzee.

Met de goedkeuring van de 'Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de Exclusieve Economische Zone (EEZ)', die op 31 december 2004 van kracht werden (hierna kortweg aangeduid als de Beleidsregels), is in Nederland een belangrijke stap genomen om nu ook voortvarend de realisatie van de Nederlandse doelstelling mogelijk te maken om 6.000 MW windenergie op zee te realiseren.

1.2 Wbr-vergunning

Met het besluit over de nieuwe beleidsregels is het eerdere moratorium op vergunningverlening voor windturbines op zee opgeheven. De beleidsregels geven aan hoe en onder welke voorwaarden een Wbr-vergunning voor windturbineparken op zee kan worden verkregen. De onderhavige vergunningaanvraag omvat in dat kader: de turbines, de aanlandingskabel(s) en andere onderdelen, waaronder een transformatorstation. De vergunning heeft betrekking op het windpark én het kabeltracé binnen de EEZ als ook op het kabeltracé binnen de Nederlandse territoriale wateren, binnen de 12-mijlszone. Voor realisering van het kabeltracé op land zijn milieu- en aanlegvergunningen van provincie en gemeente(n) noodzakelijk. Bovendien zal voor het tracé op land wellicht een bestemmingsplanwijziging moeten worden doorgevoerd. Omdat de oprichting van installaties in de EEZ significante gevolgen kan hebben voor het milieu, is in de Beleidsregels vastgelegd dat de vergunningaanvraag gepaard dient te gaan met een milieueffectrapport (MER). De MER is als bijlage aan deze vergunningaanvraag opgenomen.

1.3 Stand der techniek

De technische ontwikkelingen in relatie tot windenergieopwekking gaan onder invloed van de aanleg van meerdere windturbineparken snel. In onderhavige vergunningaanvraag is uitgegaan van windturbines met een vermogen van 3.6 MW die zich reeds hebben bewezen en gecertificeerd zijn. De turbines van de GE 3,6s zijn op het moment dat de Wbr-beschikking verleend is, voor toepassing voor offshore gebruik gecertificeerd. Het valt niet uit te sluiten dat in de periode tussen verkrijgen van de Wbr-vergunning en het daadwerkelijk installeren van het windturbinepark gebruik gemaakt zal worden van windturbines met een hoger vermogen. Momenteel komen de eerste windturbines op de markt met een vermogen van 5 tot 6 MW.

1.4 Airtricity

Airtricity beschikt over waardevolle ervaring op het gebied van on- en offshore windenergie. Zij ontwikkelt windparken, financiert deze en is eigenaar. Airtricity is betrokken bij offshore windparken in Ierland (Arklow Bank) en Engeland (Greater Gabbard) en bij onshore windparken in Ierland, Noord-Ierland, Engeland, Schotland en de Verenigde Staten. Met deze ervaring zien zij als initiatiefnemer mogelijkheden om in het Nederlandse deel van de Exclusieve Economische Zone een serieuze bijdrage te leveren aan de realisatie van de Nederlandse doelstelling. Eén van de eerste stappen voor een dergelijke bijdrage is het indienen van een Wbr-aanvraag voor windpark "West Rijn".

1.5 Planning

Indien de MER-tender wordt geactiveerd op het moment dat de Wbr-beschikking is verleend zal het windpark binnen twee bouwseizoenen na het verkrijgen van de deze Wbr-beschikking worden aangelegd. Na afloop van de gebruiksperiode (20 jaar) zullen de turbines en de funderingen onder de zeebodem tot een diepte volgens de op dat moment geldende normen worden verwijderd, tenzij de turbines kunnen worden vervangen door nieuwere turbines (re-powering).

1.6 Tenaamstelling

Naam aanvrager:	Airtricity
Contactpersoon:	De heer Arno Verbeek
Functie:	Dutch Offshore Manager
Adres:	Airtricity House Block B, Ravenscourt Office Park
Postcode en plaats:	Sandyford DUBLIN 18 Ireland
Telefoon:	+353 (1) 213 04 60
Fax:	+353 (1) 215 04 44

1.7 Leeswijzer

De vergunningaanvraag in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken die voorligt, is opgebouwd aan de hand van de vereisten die in Artikel 4 van de 'Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de

exclusieve economische zone' staan beschreven. In tabel 1.1 staan de verschillende vereisten opgesomd met daarachter de informatie waar de vereisten zijn te vinden. Aangegeven wordt of het in het MER of in deze aanvraag is terug te vinden en indien de vereisten worden behandeld in deze aanvraag, ook waar in de aanvraag.

Tabel 1.1: Verwijzingen vereisten Wbr vergunningaanvraag

Artikel	Vereisten Wbr Vergunningaanvraag	In MER of aanvraag?	Indien in aanvraag, verwijzing naar:
4.1.a	De door middel van coördinaten aangegeven beoogde buitengrens van de installatie.	aanvraag	Hoofdstuk 2
4.1.b	De aard en ontwerp van de installatie	aanvraag	Hoofdstuk 2
4.1.c	Gegevens over nut en noodzaak van de installatie in de exclusieve economische zone	MER	
4.1.d	Gegevens over de gevolgen voor rechtmatig gebruik van de zee door derden	MER	
4.1.e	Gegevens over de gevolgen voor het milieu	MER	
4.1.f	Een oprichtings- en constructieplan	aanvraag	Hoofdstuk 3
4.1.g	Een onderhoudsplan	aanvraag	Hoofdstuk 4
4.1.h	Een veiligheidsplan	MER	
4.1.i	Een verlichtingsplan	aanvraag	Hoofdstuk 5
4.1.j	Een calamiteitenplan	aanvraag	Hoofdstuk 6
4.1.k	De beoogde gebruiksduur	aanvraag	Hoofdstuk 1
4.1.l	Een verwijderingsplan	aanvraag	Hoofdstuk 7

Uit bovenstaande tabel blijkt dat een aantal vereisten voor de vergunningaanvraag zijn terug te vinden in het MER. Voor de betreffende vereisten wordt dan ook verwezen naar dit MER, dat in bijlage 1 is opgenomen. Deze vergunningaanvraag behelst die onderdelen die nog niet door dit MER zijn behandeld.

In hoofdstuk 2 van deze aanvraag komen de aard en het ontwerp van de installatie aan bod. Hierin staan onder andere de coördinaten aangegeven van de beoogde buitengrens van de installatie. In hoofdstuk 3 is het oprichtings- en constructieplan te vinden. Hoofdstuk 4, 5, 6 en 7 behelzen respectievelijk het onderhoudsplan, verlichtingsplan, calamiteitenplan en verwijderingsplan. De beoogde gebruiksduur is in dit hoofdstuk reeds aan de orde geweest.

2 AARD EN ONTWERP

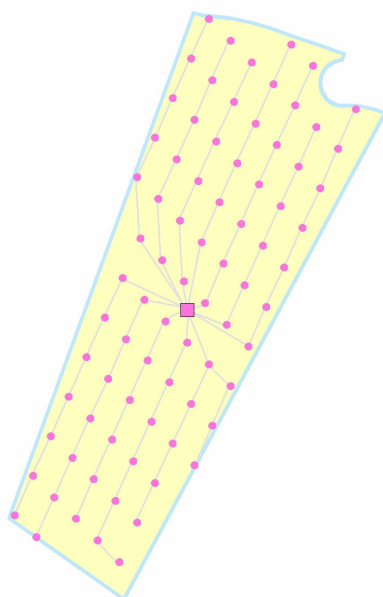
2.1 Algemeen

Windpark “West Rijn” zal worden gebouwd op een locatie, op 37 tot 46 kilometer uit de kust, ter hoogte van Scheveningen. Het park van circa 47 km² zal, uitgaande van de GE 3.6s turbine, een permanent geïnstalleerd vermogen hebben van minimaal ca. 200 en maximaal circa 300 MW. De keuze voor deze locatie is onder andere gebaseerd op de hoeveelheid beschikbare ruimte op deze plek van de EEZ. Op deze locatie worden op dit moment namelijk geen claims gelegd door andere ‘rechtmatige gebruikers’ van de Noordzee. De locatie is dan ook als ‘geschikt’ aangegeven volgens kaartmateriaal van Directie Noordzee. Windpark “West Rijn” zal in principe worden uitgevoerd met turbines met een vermogen van 3,6 MW. De turbines van de GE 3.6s zijn op het moment dat de Wbr-beschikking verleend is, voor toepassing voor offshore gebruik gecertificeerd. Voor transport van de opgewekte elektriciteit naar een aansluitpunt op het landelijke elektriciteitsnet, zullen kabels tussen de turbines, en van het windpark naar een aanlandingspunt op de kust bij Hoek van Holland worden aangelegd.

Het windpark, inclusief de veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark, zal gesloten worden voor alle scheepvaart, visserij en recreatievaart inbegrepen. Dit geldt niet voor vaartuigen bestemd voor onderhoud van het windpark en schepen van de overheid of schepen die varen in opdracht van de overheid, zoals Safety and Rescue (SAR) vaartuigen. Het windpark zal binnen twee bouwseizoenen na verkrijgen van de definitieve Wbr-beschikking worden aangelegd binnen voornoemd gebied, er vanuit gaande dat de MER tender wordt geactiveerd op het moment dat de Wbr-beschikking is verleend. Na afloop van de gebruiksperiode (20 jaar) zullen de turbines en de funderingen onder de zeebodem tot een diepte volgens de op dat moment geldende normen worden verwijderd. Indien de turbines kunnen worden vervangen door nieuwere, dan is de genoemde verwijdering niet van toepassing. De kabels zullen waarschijnlijk niet worden verwijderd.

2.2 Layout

De layout van het park ziet er uit zoals in figuur 2.1 staat aangegeven. De turbines staan in rijen opgesteld, met in de rijen die van zuidwest naar noordoost lopen een onderlinge turbine afstand van ongeveer 8 x de rotordiameter = 950 m. Tussen de rijen wordt een afstand bewaard van ongeveer 6 x de rotordiameter = 870 m. Het gaat in totaal om 79 turbines en één transformatorstation in het midden van het windturbinepark. Om het park wordt een veiligheidszone ingesteld van 500 meter, waarin een vaarverbod geldt dat ook van kracht is in het windpark zelf.



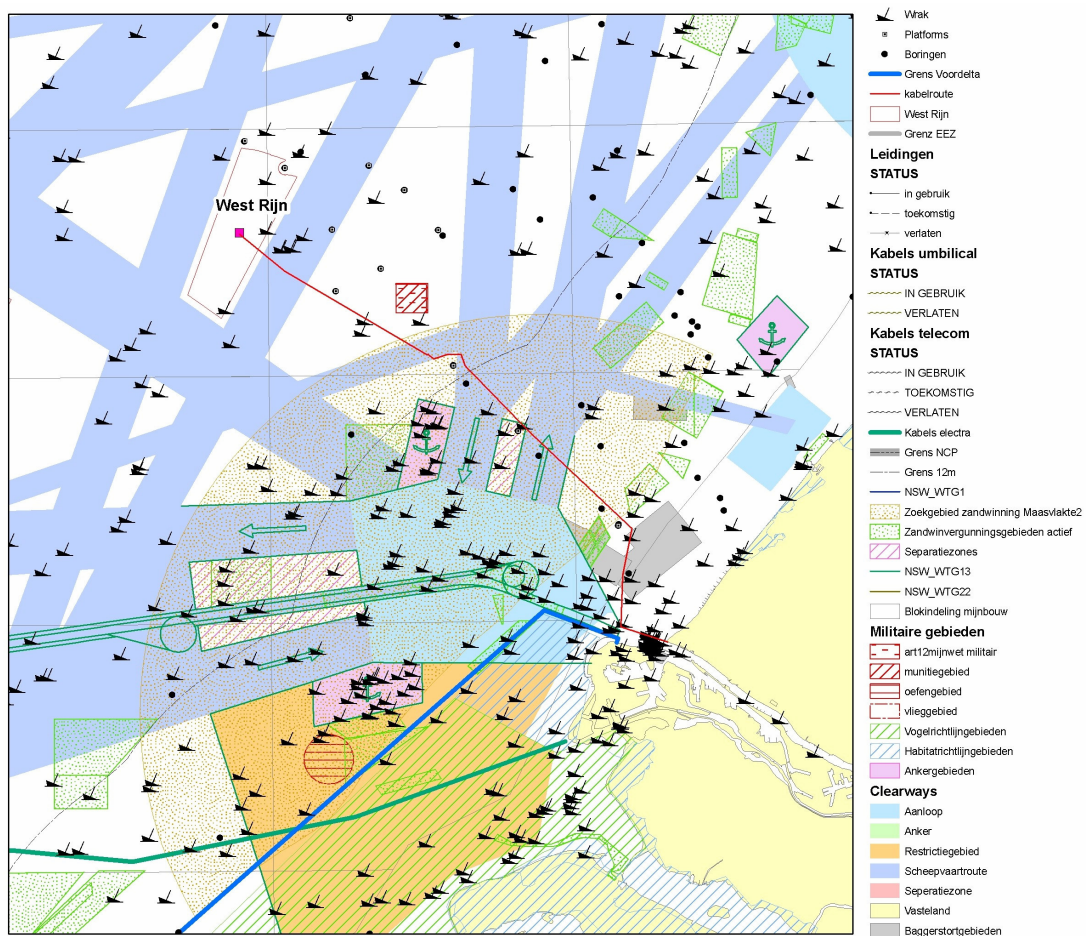
Figuur 2.1: De layout van het windturbinepark West Rijn (Airtricity, 2006)

2.3 Ligging

In de tabel 1 in bijlage 5 zijn de coördinaten van de hoekpunten van het windpark weergegeven in het ED50 stelsel (Europese datum 1950), in UTM projectie zone 31 en in het WGS84 stelsel (World Geodetic System 1984), UTM projectie zone 31. Deze begrenzing is exclusief de veiligheidszone van 500 meter.

In bijlage 5 worden respectievelijk de coördinaten gegeven van de aparte turbines van 3.6 MW (tabel 2) en van het transformatorstation (tabel 3).

In figuur 2.2 is de ligging aangegeven van het windpark West Rijn.



Figuur 2.2: Ligging windpark West Rijn (Royal Haskoning)

2.4

Turbines

Verskillende factoren bepalen de keuze van het windturbinetype: de aanschaffkosten, het feit of het type is gecertificeerd of niet, de beschikbaarheid, de maximale windsnelheid, de gemiddelde windsnelheid en de locatiespecifieke turbulentie intensiteit. Op basis van de locatiespecifieke omstandigheden op West Rijn is vooralsnog gekozen voor het turbintype in figuur 2.3.

GE Wind Energy 3,6s Offshore

3,6 MW windturbine



De 3,6 MW windturbine voor een offshore windpark kan sinds 2002 worden geleverd door GE Energy. De turbine is recent toegepast in Ierland's eerste, mede door Airtricity ontwikkelde offshore windpark 'Arklow Bank'. De eerste 7 turbines van het type 'GE 3,6s Offshore' staan 10 km uit de kust van Arklow. De turbine is ontworpen voor locaties met hogere windsnelheden en is daarmee uitermate geschikt voor offshore gebruik. Met een rotordiameter van circa 111 meter en een totale hoogte van circa 130 meter zijn de turbines in 'Arklow Bank' op een onderlinge afstand geplaatst van ongeveer 600 meter.

Technische gegevens

Vermogen:	3,6 MW
Ashoogte:	74,6 m.
Diameter mast:	5 m. (voet), 3 m. (top)
Rotordiameter:	111 m.
Totale hoogte:	130 m.
Rotaties per minuut:	8,5 - 15
Swept area:	8.495 m ²

Figuur 2.3: Gegevens GE Wind Energy 3.6s Offshore (Bron: Airtricity, 2005)

2.4.1 Basis-ontwerp

De windturbines leveren bij windsnelheden tussen 3.5 – 25 m/s. Boven 25 m/s worden de turbines uit de wind gedraaid om schade aan de turbine te voorkomen. Het geluidsniveau van de turbine op ashoogte is 109 dB(A) volgens DIN IEC. De windturbines zijn operationeel bij buitentemperaturen tussen -15°C en +40°C.

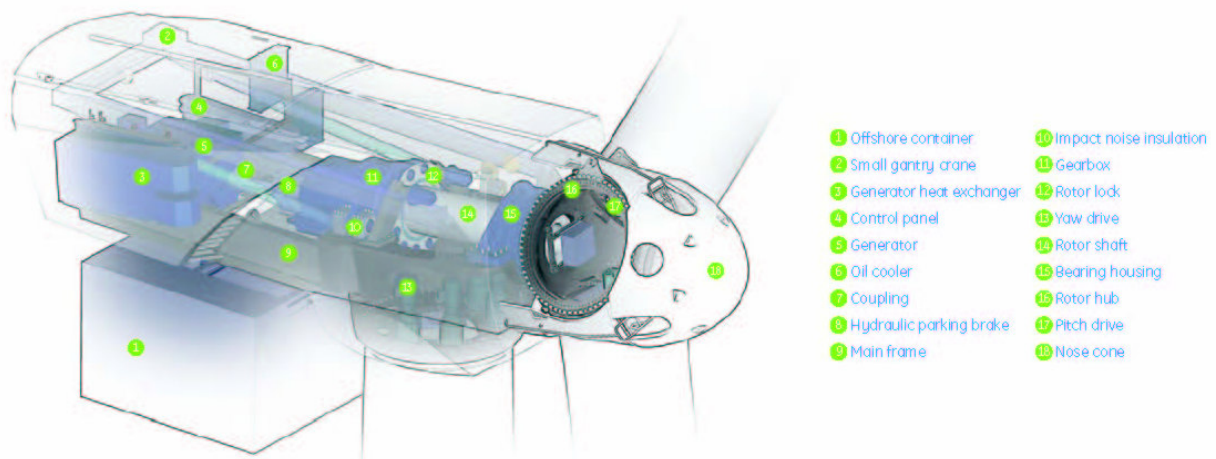
De windturbine betreft een installatie met 3-bladen en een horizontale as en een rotordiameter van 111 meter.

De naaf hoogte is afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden als gemiddelde wind, windschering, waterdiepte, golfhoogte en getijde. De windturbine is uitgerust met een actief gierend-systeem die de oriëntatie ten opzichte van de windrichting regelt. Door toepassing van actieve toerentalregeling van de rotorbladen en een generator/converter-systeem maakt het mogelijk de windturbine te bedienen bij variabele snelheden.

Het aparte aandrijfwerk met hoofddragende constructie, versnellingskast, koppeling en generator zitten geïntegreerd in het topgedeelte van het basisskelet. Het onderste deel van het basisskelet ontvangt het gierend-systeem. Door het basisframe te splitsen in verschillende onderdelen zijn de afzonderlijke onderdelen makkelijker te hanteren en wordt de handling van de onderdelen tijdens de bouw van de windturbine vergemakkelijkt.

Een deel van de elektrische componenten is geplaatst in de container onder de motorgondel.

Voor een overzicht van de verschillende onderdelen in de motorgondel wordt verwezen naar figuur 2.4.



Figuur 2.4: Onderdelen in de motorgondel (GE Wind Energy, 2003)

2.4.2 Componenten

Rotor

De windturbine is ontwikkeld als een bovenwindse machine. De rotor bestaat uit drie bladen die zijn geplaatst via een bladdragende constructie aan een naaf gemaakt van gegoten en vervormbaar materiaal. De rotordiameter is 111 meter en het bereik van de rotor bedraagt 9677 m². De rotorsnelheid ligt tussen de 8,5 en 15 omwentelingen per minuut en beweegt kloksgewijs.

Bladen

De bladen zijn gemaakt van composiet welke bestaat uit glasvezel en epoxyhars. Dit materiaal heeft de beste eigenschappen waar het gaat om extreme krachten en levensduur. Op dit basismateriaal is een dunne laag aangebracht welke het onderliggende materiaal beschermt tegen erosie en UV-licht. De bladen worden geleverd in een licht grijze tint.

De bladen zijn in de bladdragende constructie vastgemaakt middels een speciale boutconstructie. Het betreft een T-boutverbinding welke hoge betrouwbaarheid en laag onderhoud geeft.

De bladen zijn ontworpen op een levensduur van ten minste 20 jaar.

Actieve toerentalregeling

De windturbine beschikt over een drie toerentalregelsystemen welke allen onafhankelijk van elkaar functioneren. De hellinghoek van de rotor ligt tussen de 0° en 90°. Gedurende normale omstandigheden staan de bladen in een hoek van 0° (frontaal) op de wind. Bij buitengebruikstelling is deze hoek 90°. De actieve toerenregeling maakt het mogelijk om het toerental van de rotor te controleren. Dit kan enerzijds door variatie in het torsiakoppel van de generator en frequentie omvormer en de stand van de bladen ten opzichte van de wind.

Naaf

De naaf is gemaakt van gegoten en vervormbaar materiaal. Het verbindt de drie rotorbladen met het rechte middenstuk van de mechanische draaiende constructie.

Mechanische aandrijving

Draaghuis

Het draaghuis omklemd de naaf en is zodanig opgebouwd dat het radiale en axiale krachten kan compenseren/opvangen en is gemaakt van gegoten en vervormbaar materiaal. Het draaghuis wordt gesmeerd.

Versnellingsbak

De versnellingsbak converteert de energie van de rotor met hoge snelheid en laag torsiakoppel naar lage snelheid en hoog torsiakoppel. Het betreft een 3-versnellingbak. De versnellingsbak is uitgerust met een hybride smeringsysteem en heeft een mechanische en elektrische pomp.

Twee koelers om de olie te koelen zijn gemonteerd aan de buitenkant van de motorgondel. De gebruikte oliefilters hebben een levensduur van tenminste 1 jaar. Het totaal gebruikte olievolume is 670 l. Daarnaast is een intelligent sensorsysteem geïnstalleerd. Er zullen meer sensoren worden aangebracht dan strikt noodzakelijk om calamiteiten te voorkomen. De volgende posities worden gemonitord en doorgegeven aan het op afstand bediende monitoringsysteem met behulp van het controle systeem "supervisory control and data acquisition" system (SCADA):

- Oliereservoir temperatuur;
- Olieniveau;
- Oliedruk;
- Differentiële druk om de oliefilters te monitoren;
- Temperaturen van het draaghuis van de hoge snelheid drijfas.

Remsysteem

Naast de eerder beschreven mogelijkheden van het uit de wind draaien van de wieken en door verhoging van het torsiakoppel van de generator en frequentie omvormer beschikt de windturbine over een 3^e remsysteem. Het betreft een dubbele schijfrem die is gemonteerd op de hoge snelheid drijfas van de versnellingsbak. Dit laatste remsysteem wordt alleen gebruikt in geval van:

- noodstop;
- om de machine manueel te stoppen;
- om het geheel te stoppen voor handelingen in verband met onderhoud.

Rotorvergrendeling

Voor bepaalde onderhoudswerkzaamheden aan de installatie is het noodzakelijk dat de rotor vergrendeld wordt. De rotorvergrendeling zit geïntegreerd in de flens die de hoofddrijfas met de versnellingsbak koppelt.

Motorgondel

Het basisskelet bestaat uit een top en bodemdeel welke met bouten aan elkaar zijn verbonden.

Giering-systeem

Het giering-systeem is uitgerust als 4 puntsondersteuning met intern aanwezig een getande loopring. Deze ondersteuning is geïnstalleerd tussen de motorgondel en de top van de toren. Hiermee is het mogelijk om de gehele motorgondel te laten draaien om de as van de toren zodat de rotororiëntatie ten opzichte van de wind kan worden ingesteld.

Het giering-systeem wordt in werking gesteld via het interne controle systeem van de windturbine. Twee windvanen zijn gemonteerd op de top van de motorgondel en zenden de signalen van de windrichting door naar het interne controle systeem.

Het giering-systeem bevat een borging dat de motorgondel niet meer dan 90° draait ten opzichte van de 0° positie om te voorkomen dat de elektriciteitskabels teveel in elkaar grijpen. Bij de 90° positie wordt de motorgondel teruggedraaid naar de 0° positie.

Afgescheiden onderdeel motorgondel

Het afgescheiden deel van de motorgondel is gemaakt van met glasfiber versterkt plastic en de binnenruimte is gevoerd met geluidwerend (foam) isolatiemateriaal of de geluidsemisatie van de machine te dempen. In de ruimte bevinden zich elektrische installaties voor (interne) verlichting en aanvullend bevinden zich in het dak transparante luiken die toegang verstrekken tot de anemometer en windvaan en tot naaf en rotorbladen.

Het afgescheiden deel beschermt de motorgondel tegen penetratie van water. Windtunnels zijn gesitueerd aan de buitenzijde van de motorgondel als koelingsysteem voor de versnellingsbak en de generator.

In de vloer van de motorgondel bevinden zich twee luiken. Een van deze luiken bevindt zich onder de versnellingsbak en kan worden weggeschoven in het geval de versnellingsbak vervangen moet worden. Daarnaast bevindt zich een luik onder de ondersteunende systemen voor de generator en de generator zelf. Het luik met de beschreven systemen wordt in geval van vervanging/reparatie verwijderd.

Anemometer en windvaan

Een ondersteunend systeem waarop de anemometer, windvaan en luchtvaart waarschuwingsslampen zijn gemonteerd bevindt zich bovenop het achterste gedeelte van de motorgondel. Tevens wordt het systeem gebruikt als bliksemafleider. Voor de zekerheid zijn de anemometer en de windvaan dubbel uitgevoerd.

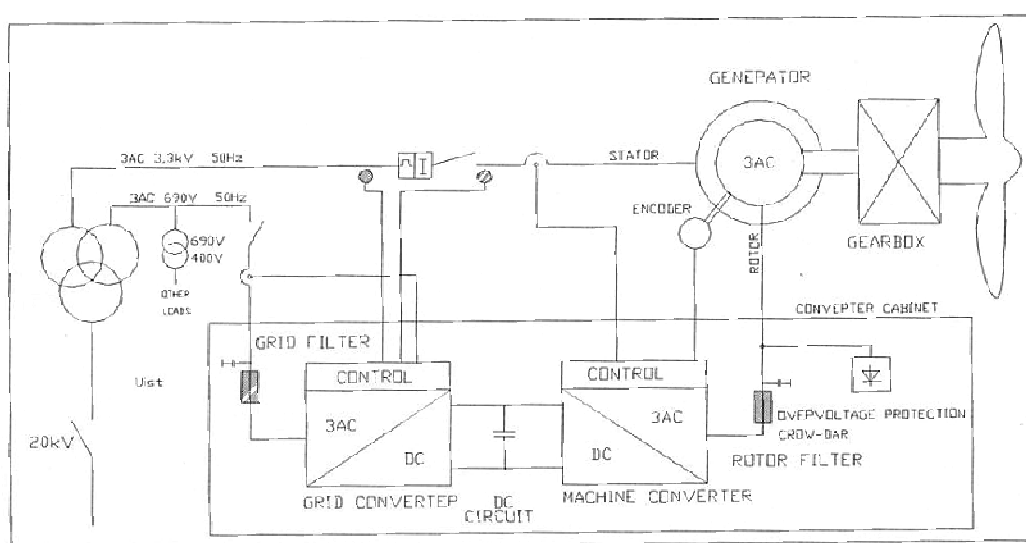
Waarschuwingssignalen -en markeringen

Naast aeronautische lampen zijn ook lampen benodigd als waarschuwing voor de scheepvaart. Voor de specifiek gebruikte lampen en verlichtingsplan wordt verwezen naar hoofdstuk 5 "verlichtingsplan".

Daarnaast worden visuele gele band markeringen aangebracht geplaatst tussen hoogwaterniveau en laagste kant van de rotorboog. Op of direct boven het torenplatform worden 2 radar reflectie pakketten aangebracht.

Elektrisch systeem

De elektrische configuratie van de windturbine is in onderstaande figuur weergegeven:



Figuur 2.5: Elektrische configuratie (GE Wind Energy, 2003)

Voor het offshore gebruik van de windturbines is onderhoudsgemak en beschikbaarheid van de turbine uiterst belangrijk. Daarom bevinden alle elektrische componenten zich in een container systeem die onder de motorgondel geplaatst is.

Generator/omvormer

De generator bevindt zich in de motorgondel en is via de koppeling verbonden met de mechanische aandrijving. De windingen in de generator zijn uitgerust met temperatuur sensoren die hun informatie sturen naar het windturbine controle systeem waar de data wordt gemonitord. Als de toegestane temperatuurlimieten in de generator worden overschreden, schakelt de windturbine zich automatisch uit (draait uit de wind).

De generator is luchtgekoeld. Deze luchtkoeler is gemonteerd in een luchtkanaal aan de buitenkant van de motorgondel.

De omvormer is geplaatst in geschikte beschermde kast (veiligheidsglas IP54) binnenin de container en wordt gekoeld met een water-glycol-koelunit met een warmtewisselaar aan de achterzijde van de container.

De generator garandeert een continue stroomleverantie met constant voltage en constante frequentie relatief onafhankelijk van rotorsnelheid.

Middelstroom (medium voltage) schakeltoestel

Het schakeltoestel maakt het mogelijk om de windturbine van het grid (waaraan ook de andere windturbines gezamenlijk zijn verbonden) af te schakelen. Deze schakeling bevindt zich onderin de toren van de windturbine.

Veiligheidsketen

De veiligheidsketen monitoring keten betreft een elektronisch circuit, waarbij de functies en operaties worden bepaald door de fysische constructie in plaats van de programmering. Deze keten is dominant over het gecomputeriseerde controlesysteem. De ketting-sensor-breek-contacten zijn seriegeschakeld. De sensoren reageren op de volgende voorvallen:

- de snelheid van de rotor is te hoog: $1.15 \times$ nominale snelheid;
- vibratie;
- het “trippen” van de hoofd-powerschakelaar;
- een toerentalstoring (remtijd rotorbladen 1 tot 3 * te hoog;
- het ongecontroleerd veranderen van de stand van de bladen;
- het op slot staan van de rotor;
- falen van gecomputeriseerde controlesysteem.

Als een van deze sensoren wordt aangesproken, wordt de veiligheidsketen verbroken. Een onderbreking van de keten leidt tot het in werking stellen van de remsystemen, de bladen worden in 90° positie ten opzichte van de wind(richting) gedraaid.

Daarnaast kan een noodknop worden ingedrukt. Vervolgens zullen de systemen op dezelfde wijze in werking treden als in geval van een onderbreking van de veiligheidsketen (als hierboven beschreven).

Windturbine controlesysteem

De windturbine kan automatisch of handmatig worden bediend.

Elektrische grid-aansluiting en specificatie

De windturbine kan worden gebruikt op een inductieve of capacitieve manier met een vermogen factor van +/- 0.95. Dit wordt mogelijk gemaakt door het systeem met een dubbel-gevoede inductie-generator met slipring-motor en een elektronische AC-DC-AC vermogenomvormer.

Windturbine offshore generator data zijn:

Geschat vermogen	3.700	KW
Aantal polen	4	
Synchronistische snelheid	1500	rpm
Geschatte snelheid bij geschat effectief vermogen	1800	rpm
Maximale snelheid	2100	rpm
Geschatte stator voltage	3300	V
Rotor "standstill voltage"	1850	V
Geschat stator stroom bij Un; vermogensfactor 1.0	540	A
Geschat rotor stroom bij Un: Vermogensfactor :	Circa	
Standaard = 0.95 / 1 / 0.95	1000/ 1000 / 1130	
Optioneel = 0.90 / 1 / 0.90	1010/ 1000/ 1280	A

Conditie voor de grid-aansluiting zijn:

Parameter	Waarde
Geschat grid voltage	38.000 V
Geschat voltage aan de rotor kant	Tot 750 V
Geschat voltage aan de omzet zijde	690 V +/- 10%
Geschat voltage aan de stator kant	3300 V
Geschatte grid frequentie	50 Hz
Toelaatbare tolerantie van grid frequentie	+ 1-5 Hz/-2.5 Hz
Tolerantie van grid voltage	Continu +/- 10%
Impedantie van de transformator voor gridaansluiting	6%
Transformatoraansluiting	Dynn5 of Dynn11
Aarding van gemiddeld voltage transformator	Neutrale punt is geaard.

Gemiddeld voltage transformator

Deze transformator bevindt zich in de container onder de motorgondel. Deze wordt gebruikt om de twee verschillende voltages van de generator (rotor binnenkant 690 V, stator zijde 33.3 kV) naar het benodigde voltage niveau van het omliggende grid aan de gemiddelde voltage-zijde (22 kV tot 38 kV). De transformator-output is 4000 kVA.

Er is geen additionele warmtewisselaar nodig. De transformator koelt zichzelf.

Interne kraan systeem

Om de operatiekosten en servicekosten te reduceren en vanwege de grootte en gewicht van de dragende delen, reserveonderdelen en gereedschappen, is de windturbine uitgerust met een interne kraan.

Kleine portaal kraan

De kleine portaal kraan bevindt zich in de motorgondel en heeft een capaciteit van 2 ton (hefvermogen) en is aangedreven door een elektrische lier. De kraan ligt onder normale omstandigheden horizontaal in de motorgondel. De kraan wordt gebruikt om onderdelen door de toren of buiten de toren in de motorgondel omhoog te halen.

Bliksemafleider en aarding

Bliksemafleiding en aarding vinden plaats met behulp van het aardingssysteem. Het aardingssysteem is een onderdeel van de fundatie van de windturbine. De bliksemafleiders zelf zitten gemonteerd op de tip van de rotorbladen en bovenop de motorgondel.

Corrosiebescherming

Alle componenten van de windturbine zijn beschermd tegen corrosie. De gradaties in categorieën van corrosie is uitgevoerd conform DIN 12944-2. De buitenkantoppervlakken zijn behandeld als hoogste corrosiecategorie (C5-M). De binnenkantoppervlakken zijn behandeld als categorie C4. De behandelingen zijn gebaseerd op DIN 12944-2. De coating bestaat uit een grondlaag van zink, een tussen(grond)laag en een dek-coating.

Alle elektrische en mechanische componenten die mogelijk beschadigd kunnen raken als gevolg van corrosie zijn beschermd tegen atmosferische invloeden door de toren, naaf, afgeschermd deel in de motorgondel of de container onder de motorgondel.

2.5 Fundaties

2.5.1 Geotechnische gegevens

Ten aanzien van de geotechnische gegevens worden onderstaand de volgende onderdelen besproken:

- waterdiepte;
- getijden en getijdenstroming;
- golfslag;
- geologie zeebed;
- morfologie zeebed;
- obstakels zeebed.

Waterdiepte

De waterdiepte op de locatie West Rijn varieert van 19 tot 21 meter onder LLWS (Low lowwater system). LLWS is het gemiddelde niveau tot waar het water wegzakt bij het

laagste springtijlaagwater iedere maand. Het wordt aangegeven t.o.v. het NAP (Normaal Amsterdams Peil).

Getijden en getijdenstroming

De getijdenniveaus worden verkregen door berekeningen met het zogenaamde ZUNOWAQ model van Rijkswaterstaat. Gedurende een representatief getijde is de volgende getijdenstroming en waterhoogte berekend voor West Rijn. Het gemiddelde hoogwatergetij is 0.99 meter boven NAP, het gemiddelde laagwatergetij 0.66 meter beneden NAP en de maximale getijdenstroming is 0.86 meter per seconde.

Golfslag

Op basis van berekeningen en metingen kan worden achterhaald hoe hoog de golfslag is op bepaalde locaties in de Noordzee (zie voor meer details Svasek, 2005). Op twee locaties worden sinds 1997 gegevens verzameld over golfhoogtes. Het betreft een locatie bij Hoek van Holland (52 graden noorderbreedte en 3.75 graden oosterlengte) en een locatie iets ten noorden bij Schiermonnikoog (54 graden noorderbreedte en 6.25 graden oosterlengte). De gemiddelde significante golfhoogte bij Hoek van Holland is 1.06 meter en bij Schiermonnikoog 1.47 meter. Wat betreft de extreme golfslag (eens per 50 jaar) kunnen gegevens worden berekend en worden vertaald naar de locatie West Rijn. De extreme hoogwatergolf die gemiddeld eens per 50 jaar voorkomt is 7,2 meter (Svasek, 2005).

Geologie zeebed

Gebaseerd op informatie van de Nederlandse Rijks Geologische dienst en het Brits Geologisch Onderzoek wordt de geologie van het zeebed verdeeld in Holocene toplagen en Pleistocene diepere lagen.

De Holocene top laag op de locatie West Rijn is 5 tot 20 meter dik. Deze laag bestaat uit de 'Bligh Bank Formatie' van 5 tot 15 meter dikte en de daaronder liggende 'Elbow Formatie' met dikte van 0 tot 5 meter. De 'Bligh Bank Formatie' bestaat uit marien schoon geelbruin zand met een middelgrote of fijn tot middelgrote korrelgrootte. De 'Elbow Formatie' bestaat uit blauwgrijs modderig zand met klei met fijne tot zeer fijne korrelgrootte.

Onder de Holocene toplagen bevinden zich de Pleistocene diepere lagen. De belangrijkste Pleistocene lagen in de bovenste 60 meter van de zeebodem van de Noordzee bestaan uit de 'Eem Formatie', de 'Brown Bank Formatie' en de 'Twente Formatie'. Onder deze formaties kunnen zich de 'Yarmouth Roads Formatie' en daaronder weer de 'Winterton Shoal Formatie' bevinden. De 'Eem Formatie' is tot 30 meter dik en bestaat uit strandzand, (inter tidal and shallow sands) getijdezand en ondiep marien zand met een fijne tot middelgrote korrelgrootte met dunne lagen en tussenlagen van klei. De 'Brown Bank Formatie' is gemiddeld 5 tot 10 meter dik en bestaat uit brakmarien, grijsbruin modderige klei met dunne tussenlagen van zand. De 'Twente Formatie' is vaak minder dan een meter dik en bestaat uit fijn zand. De hoofdzakelijk fluviatiele sedimenten van de 'Yarmouth Roads Formatie' hebben een maximale dikte van 200 meter van kalkloos fijn tot middelfijn zand met verschillende kleilagen. De 'Winterton Shoal Formatie' heeft een maximale dikte van 130 meter en bestaat uit fijn tot middelfijn zand met kleine kleilagen.

Op de locatie West Rijn komt de 'Eem Formatie' voor met een dikte van ongeveer 10 meter, de 'Yarmouth Roads Formatie' met ook een dikte van ongeveer 10 meter en de 'Winterton Shoal Formatie' met een dikte van 20 tot 35 meter. De 'Brown Bank Formatie' en de 'Twente Formatie' komen niet in West Rijn voor. Figuur 2.6 geeft de opbouw van de bodem van West Rijn weer.



Figuur 2.6: Opbouw van de bodem van West Rijn (Svasek 2005)

Morfologie zeebed

Op de zeebodem van de Noordzee komen zandrimpels, mega zandrimpels en zandduinen voor die worden gevormd door waterstromen. Daar zandrimpels en ook mega zandrimpels geen significante invloed hebben op fundaties en kabelroutes worden deze zandvormen nu buiten beschouwing gelaten. Voor gegevens over hoogte en lengte van zandvormen wordt verwezen naar tabel 2.1.

Tabel 2.1: Hoogte en lengte zandvormen op de bodem van de Noordzee

Zandvormen	Hoogte in meters	Lengte in meters
Zandrimpel	< 0.06	< 1
Mega rimpel	0.06 tot 2	1 tot 20
Zandduin	1 tot 7	20 tot 500

Op de locatie West Rijn komen zandduinen voor met een maximale hoogte van 7 meter. Recent onderzoek in een gebied ten westen van de Haringvlietsluizen geeft aan dat duinen zich 3 tot 4 meter per jaar kunnen verplaatsen. Er dient terdege rekening gehouden te worden met deze duinen bij de aanleg van het windpark. Zo kunnen wellicht kabels bloot komen te liggen door duinverplaatsing als de kabels door een gebied lopen waar zandduinen voorkomen.

Obstakels zeebed

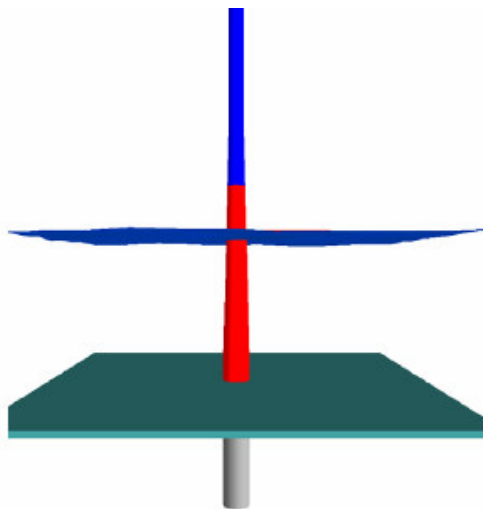
Voor een windpark zou de zeebodem op de Noordzee idealiter geheel vlak moeten zijn. Zoals uit het vorige blijkt is dit in de praktijk allerm minst het geval. Hierbij komt nog het gegeven dat zich ook obstakels op de zeebodem bevinden, zoals scheepswrakken. Ook met deze obstakels dient rekening gehouden te worden. Op de locatie West Rijn komen ook enkele scheepswrakken voor. Bij de inrichting van het park wordt rekening gehouden met deze wrakken. Voordat met het installeren van fundatiepalen wordt gestart, zal een geotechnisch en geofysisch bodemonderzoek plaatsvinden. Uit een dergelijk onderzoek blijkt of er obstakels aanwezig zijn en hoe de bodem is opgebouwd. Aan de hand van de gegevens uit een dergelijk onderzoek kan dan ingeschat worden of en op welke wijze gestart kan worden met de installatie. Indien een scheepswrak op de zeebodem ligt, waar een turbine is geprojecteerd, dan zal deze turbine naar aanleiding van het bodemonderzoek op een andere plaats worden geïnstalleerd. In dit kader dienen ook explosieven op de zeebodem te worden vermeld. Voordat met de daadwerkelijke installatie van fundaties wordt begonnen, zal ook onderzoek gedaan worden naar eventuele explosieven. Eventueel aanwezige explosieven zullen worden opgeruimd volgens de geldende regels.

2.5.2 Schetsontwerp

Drie typen fundaties worden hier besproken: monopile, gravity bases en tripod. De uiteindelijk te installeren fundatie wordt gekozen op basis van het geotechnische onderzoek dat ter plekke zal worden uitgevoerd, nadat de Wbr-vergunning is verkregen. De monopile is reeds de meest gebruikte fundatie in verband met de waterdiepte. Voor de geïnteresseerde lezer is in bijlage 1 een Engelstalig rapport bijgevoegd, waarin uitgebreider op het schetsontwerp wordt ingegaan. De hoofdlijnen van dit rapport worden hieronder weergegeven.

Monopile

Dit fundatietype is over het algemeen geschikt voor ondiep water tot middelgrote waterdiepten. Het bestaat uit één enkele stalen paal die met een hydraulische hamer in de grond wordt gedreven (zie figuur 2.7). De dikte en de diameter van de paal zullen in het algemeen toenemen met de waterdiepte waarin deze geplaatst wordt. Hierbij kan bij relatief grotere waterdiepten de paal dusdanig lang en zwaar worden dat deze moeilijk door beschikbare bouwinstallaties kunnen worden geïnstalleerd. Dit geldt voor waterdiepten groter dan 25 - 30 meter. De fundatie van de monopile is niet bijzonder gevoelig voor erosie of mobiliteit van het zeebed.



Figuur 2.7: Monopile: fundatie en turbine (RAMBØLL, 2005)

Bij een monopile is ook een transitiestuk nodig die tussen de monopile en de turbinetoren wordt geplaatst. Dit transitiestuk dient meerdere doelen. Het corrigeert de verticale afwijking van de fundatie, het standaardiseert de hoogte van de gehele turbine en het draagt het platform, J-tubes, toegangsladder en kathodisch beschermings-systeem ter voorkoming van roestvorming.

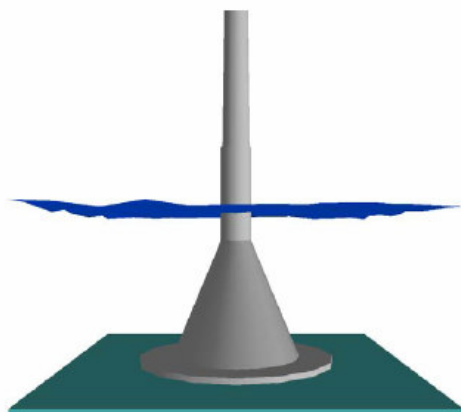
In tabel 2.2 is een overzicht te vinden van gegevens betreffende de monopile.

Tabel 2.2: Monopile: fundatie en turbine (RAMBØLL, 2005)

Buiten diameter paal / maximale dikte (in bodem)	7500 mm / 60 mm
Buiten diameter paal / maximale dikte (aan de top van de paal)	7461 mm / 50 mm
Gewicht van de paal	452 t
Paalindringing	32 m
Buiten diameter transitiestuk top/onderkant	4800 mm / 7700 mm
Lengte transitiestuk / max dikte	37.1 m
Gewicht transitiestuk	288 t

Gravity bases

Dit fundatietype is geschikt voor plaatsen met een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. De fundatie heeft een basis van beton of van een staalconstructie die met stenen, zand of water wordt gevuld (zie figuur 2.8). Voorafgaand aan de plaatsing van de basis op de zeebodem kan een laag van rotsen/stenen worden aangebracht, waarop deze basis geplaatst wordt. Waar de waterdiepte of de geologie monopiles ongeschikt maken, zijn “gravity based” fundaties een goed alternatief.



Figuur 2.8: Gravity bases (RAMBØLL, 2005)

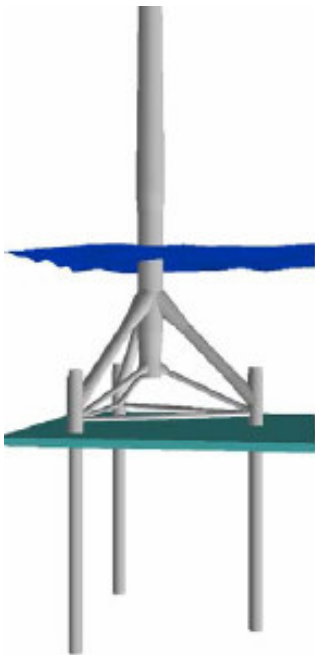
In tabel 2.3 zijn de geometrische gegevens weergegeven.

Tabel 2.3: Geometrische gegevens gravity bases (RAMBØLL, 2005)

Bodemplaat OD	Bodemplaat hoogte	Schacht OD	Kegel hoogte / bodembreedte	Rok indringing (skirt penetration?)
35 m	1 m	5500 mm	21 m / 23 m	1 m
Concreet volume	Concrete massa	Zandvolume	Zandmassa	Rok massa Skirt mass?
1586 m ³	3886 ton	3519 m ³	6686 ton	13 ton

Tripod

Dit fundatietype bestaat enerzijds uit een stalen jacket waarop de toren wordt vastgemaakt en anderzijds uit drie fundatiepalen die dit stalen jacket dragen. Dit type fundatie is vooral geschikt voor diep water. De toren wordt gedragen door het jacket met behulp van twee verbindingen per fundatiepaal die bevestigd zijn aan in totaal drie fundatiepalen (zie figuur 2.9). De fundatiepalen zijn ook weer met elkaar verbonden met stalen buizen.



Figuur 2.9: Tripod (RAMBØLL, 2005)

De geometrische gegevens betreffende de tripod staan in tabel 2.4.

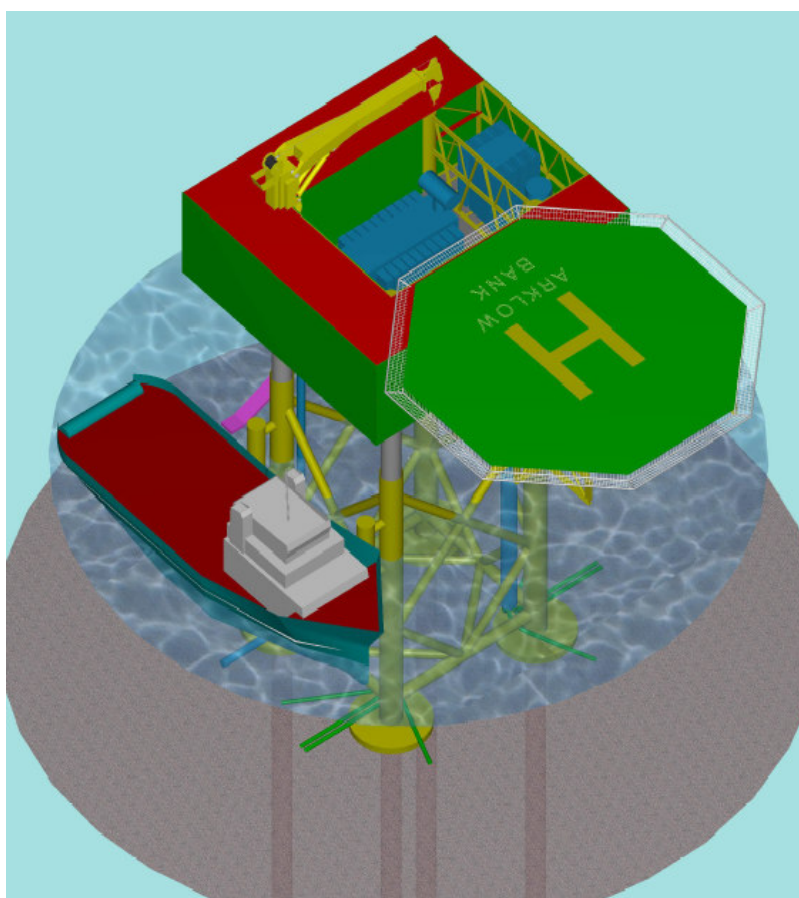
Tabel 2.4: Geometrische gegevens tripod (RAMBØLL, 2005)

Breedte basis	Paaldiameter	Paalindringing	Gewicht (excl. palen)	Gewicht palen (totaal)
30 m	84"	39 m	725 ton	244 ton

2.6 Transformatorstation

Voor transformatie van de opgewekte elektriciteit afkomstig van de windturbines naar 150 KV voor transport naar land, wordt een transformatorstation op zee gebouwd. Transformatie van de opgewekte elektriciteit is nodig, omdat het voltageniveau van de elektrische infrastructuur tussen de turbines te laag is om op een efficiënte en rendabele manier op land te kunnen worden aangesloten. Het transformatorstation transformeert het voltageniveau, zodat wel op een rendabele en efficiënte manier het vasteland kan worden bereikt.

Het station bestaat kortweg uit twee gedeelten: een bovenbouw bestaande uit een stalen gesloten constructie, waarin de transformator, schakelapparatuur en beveiligingsapparatuur is ondergebracht en een ondersteuningsconstructie of jacket. De bovenbouw wordt boven op het jacket gemonteerd.



Figuur 2.10: Transformatorstation (ontwerp voor het windpark Arklow Bank (Rambøll, 2002)



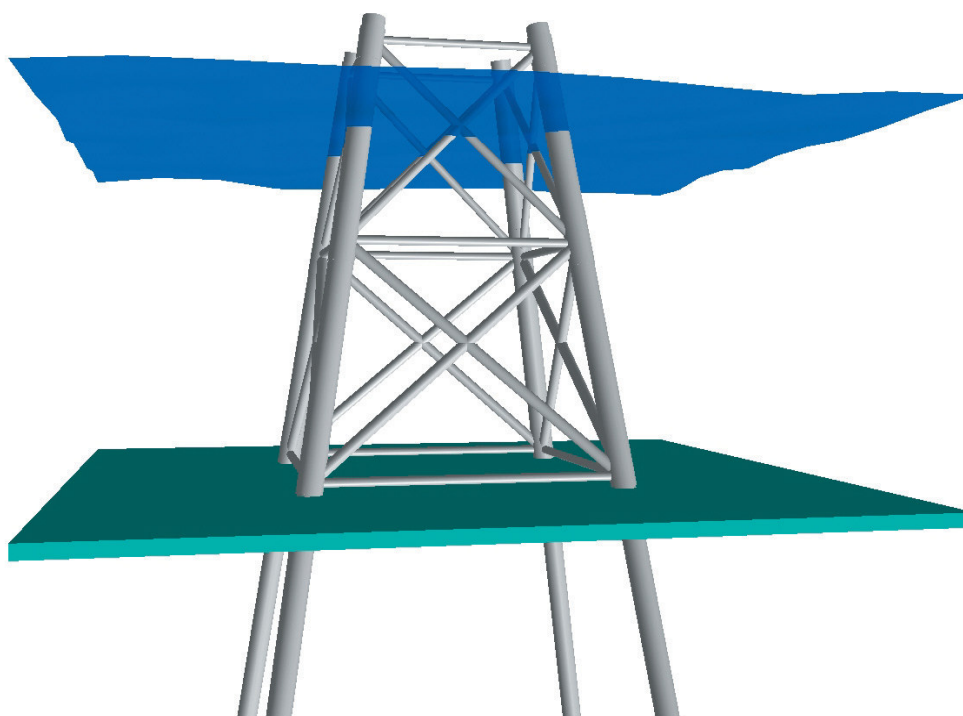
Figuur 2.11: Transformer Station, Horns Rev (courtesy Gunnar Britse)

Jacket

Het jacket of de ondersteuningsconstructie draagt het eigenlijke transformatorstation ongeveer 15 meter boven HAT-niveau, zodat zeewater geen schade kan veroorzaken aan de aanwezige apparatuur. Het jacket wordt vastgezet op de zeebodem door palen op de hoekpunten van het jacket de bodem in te heien.

De volgende onderdelen worden ter hoogte van het jacket bevestigd:

- kokers waarin zich 4 J-tubes bevinden voor energiekabels die naar de generator lopen;
- 1 J-tube voor energiekabels die naar de kust lopen;
- 2 verticale aanlandingspunten voor onderhoudsboten van 250 ton aan één kant van het station;
- 1 hangende trap voor toegang tot de onderhoudsboot;
- 1 gekooide ladder naar zee;
- anoden voor corrosiebescherming.



Figuur 2.12: Transformer Support Structure Concept

Bovenbouw

De bovenbouw wordt uitgerust met de volgende onderdelen:

- een transformator;
- een reactor;
- L.V. Distributie panelen;
- een lokale transformator;

- een High Voltage GIS (Gas Insulated Switch);
- een communicatie relaispaneel;
- elektrisch paneel;
- een schakelaar;
- een magazijn;
- een werkplaats;
- een kleine accommodatie (met slaapvoorziening en overlevingspakket);
- een dieselgenerator;
- een dieseltank;
- een olieseparator;
- 2 reddingsboten;
- een MOB (Man Over Board) boot;
- een hijskraan;
- een helikopterplatform met een diameter van 21 meter.

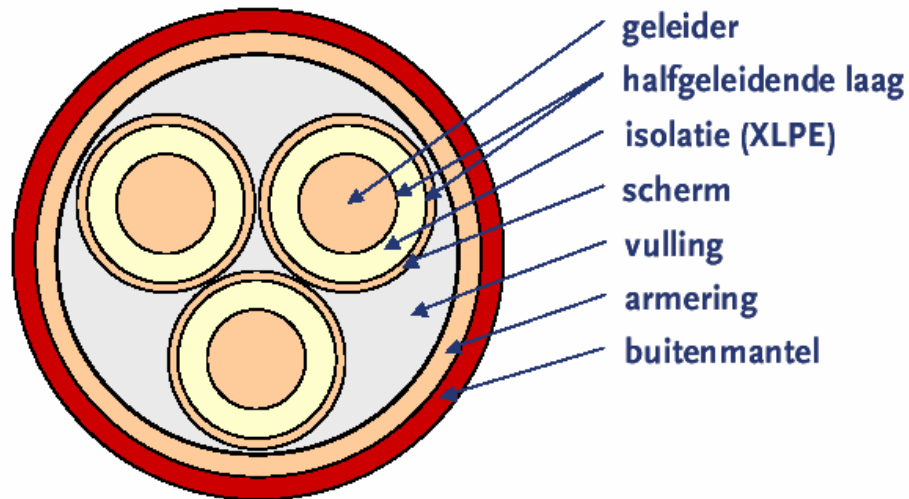
2.7 Elektrische infrastructuur

De kabels tussen de turbines onderling en tussen de turbines en het transformatorstation vormen samen met het transformatorstation de elektrische infrastructuur. In figuur 2.1 is in de layout van het windturbinepark West Rijn tevens de elektrische infrastructuur ingetekend. De turbines staan zoveel als mogelijk in rijen achter elkaar opgesteld en verbonden door middel van een kabel, zogenaamde ketens. In het midden van het park komen de verschillende ketens bij elkaar bij het transformatorstation, dat het voltage transformeert naar een hoger voltageniveau voor het transport naar land. Vanaf dit transformatorstation begint het kabeltracé.

Technische specificaties kabel

De kabels binnen het windmolenpark bestaan uit 3 aderige XLPE 33KV kabels. De kabels tussen het transformatorstation en het aansluiting op het hoogspanningsnet op het land bestaan uit 3 aderige XLPE 150 KV kabels.

De drie-aderige XLPE kabel bevat drie kernen. Elke kern heeft een eigen geleider, isolatie en scherm. Deze drie kernen liggen in een vulling met daar omheen meestal een koperdraadscherm en de buitenmantel.



Onderstaand is aangegeven waaruit de verschillende onderdelen zijn opgebouwd of wat hun functie is bij het beperken van de risico's:

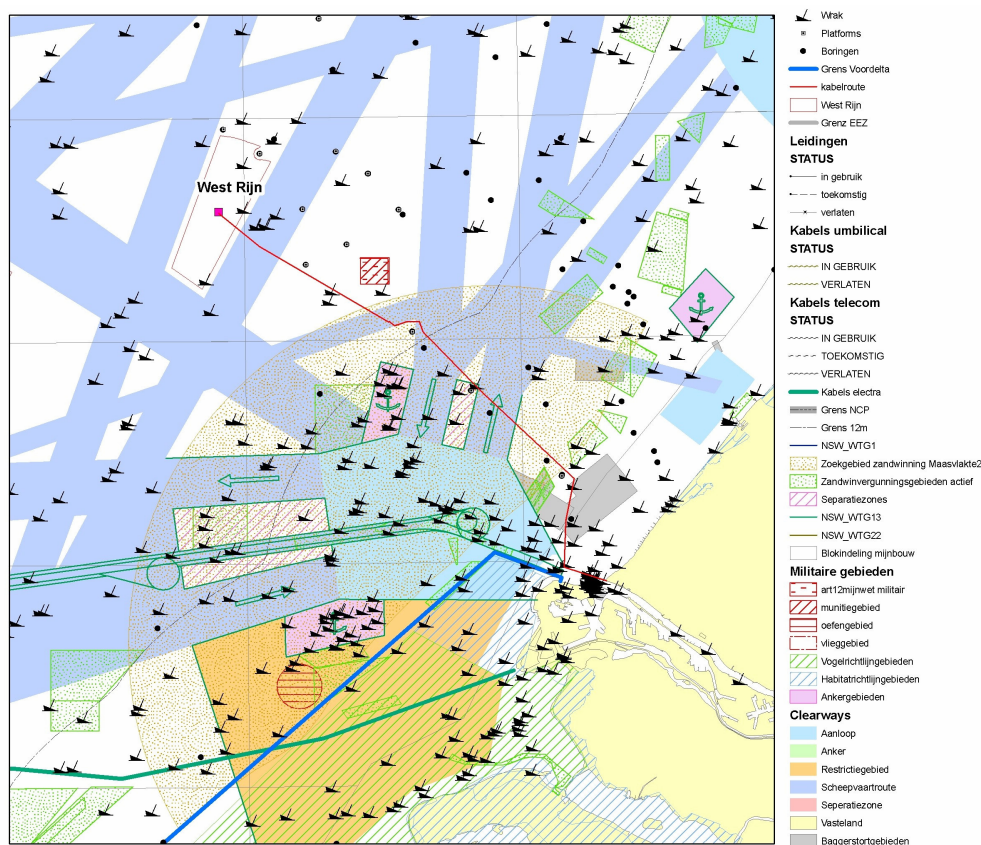
- Geleider is van koper of aluminium. Er kunnen zich oneffenheden voordoen in de geleideromtrek, waardoor het elektrische veld zich niet netjes rond de geleider verdeelt. Dit kan kleine ontladingen veroorzaken, waardoor de kabel snel verouderd. Om die oneffenheden op te heffen wordt een halfgeleidende laag om de geleider aangebracht, zodat het veld zich in de isolatie homogeen zal verdelen.
- Isolatiemateriaal van XLPE. Er kunnen zich eveneens oneffenheden voordoen in het binnenoppervlak van de afscherming, zodat ook tussen de afscherming en de isolatie een halfgeleidende laag is aangebracht.
- Afscherming. Deze sluit het elektrische veld binnen de kabel op en zorgt ervoor dat geen spanningen in de geleider kunnen worden geïnduceerd ten gevolge van naburige kabels.
- Optioneel: armering. Tussen de afscherming en de armering bevindt zich dan de bedding. De bedding geeft een scheiding tussen de afscherming en de armering. De armering zorgt voor stevigheid van de kabel en beschermt de kabel tegen mechanische invloeden.
- De buitenmantel beschermt de kabel tenslotte tegen invloeden van buitenaf, zoals vocht.

(Informatie afkomstig uit: Belastbaarheid van kabels; [Phase to Phase BV, rapportnr. 06-056 pmo](#); 5 april 2006)

2.8 Kabeltracé

De windparken op zee moeten worden aangesloten op het elektriciteitsnet op het vaste land. Er zijn een aantal aansluitpunten voor kabels vanuit zee die voor de locatie West Rijn interessant kunnen zijn. Dit zijn de Maasvlakte (380 kV), Hoek van Holland (150 kV), IJmuiden (150 kV) en Den Helder (150 kV). Omdat de kabels tussen het windpark en het aansluitpunt op land kostbaar zijn om aan te leggen, wordt de afstand zo klein mogelijk gehouden. Natuurlijk worden wel de geldende regels van de Nederlandse overheid voor het kabeltracé in acht genomen. De aansluitpunten bij Hoek van Holland en bij de Maasvlakte ligt het dichtst bij het windpark West Rijn. De afstand tussen het

transformatorstation in het midden van het windpark en het aanlandingspunt bedraagt ongeveer 49 kilometer. In figuur 2.14 wordt het kabeltracé met een rode lijn weergegeven.



Figuur 2.14: Kabeltracé van locatie West Rijn tot het aanlandingspunt voor de Maasvlakte

De kabels volgen het voorgestelde noordelijke alternatief voor de BritNed kabel. De knikpunten van het kabeltracé hebben de coördinatoren zoals weergegeven in bijlage 5.

Zoals uit figuur 2.14 valt af te lezen, worden een viertal kabels of pijpleidingen gekruist. Met de eigenaren van deze kabels of pijpleidingen dienen contracten te worden opgesteld.

De kabels van het windpark naar het aanlandingspunt worden ingegraven op een diepte van 1 meter onder zeebedniveau. In de brandingszone wordt de kabel echter op minimaal 3 meter onder zeebedniveau gelegd. Bij kabelkruisingen dient idealiter een verticaal verschil van 300 millimeter aangehouden te worden tussen de windparkkabel en de te kruisen kabel of pijpleiding. Wanneer dit verschil van 300 millimeter niet mogelijk is, omdat de te kruisen kabel of pijpleiding niet diep genoeg ligt, dan kan de windparkkabel met andere maatregelen op voldoende afstand worden gelegd. Te denken valt dan aan een brug over de te kruisen kabel of pijpleiding, bestaande uit rotsen. Wanneer de vereiste diepte niet kan worden verkregen door ingraven, dan zal de kabel door middel van rotsen beschermd dienen te worden. Als een te kruisen kabel buiten dienst is, dan kan overwogen worden om in overeenstemming met de kabeleigenaar de te kruisen kabel door te snijden voor een doorgang voor de kabel van het windpark.

Het kabeltracé kruist een zandduinengebied. Deze verschillen in hoogte van het zeebed kan voor veel schepen die de kabels in de zeebodem brengen moeilijkheden met zich meebrengen. Het is dan noodzakelijk om de zandduinen af te vlakken, zodat de kabels alsnog kunnen worden ingegraven.

De verplaatsing van zandduinen is de belangrijkste oorzaak dat kabels die zijn ingegraven bloot komen te liggen. Om er voor te zorgen dat dit zo min mogelijk voorkomt, zullen regelmatig surveys uitgevoerd moeten worden om te bepalen of de kabels wel op de gewenste diepte liggen.

2.9 Certificatie ontwerp

Het ontwerp van de fundatie is gecertificeerd door DNV. Voor het certificaat wordt verwezen naar bijlage 3. De certificatie van de GE 3.6s windturbine wordt in augustus 2006 verwacht. Door GE is aangegeven dat de acceptatie testen beginnen gedurende juni 2006 en zullen waarschijnlijk 2 maanden duren (zie bijlage 3)

Eventuele wijzigingen in de constructie, bijvoorbeeld naar aanleiding van nader onderzoek naar bodemgesteldheid, kunnen te zijner tijd ook worden gecertificeerd.

3 OPRICHTINGS- EN CONSTRUCTIEPLAN

3.1 Inleiding

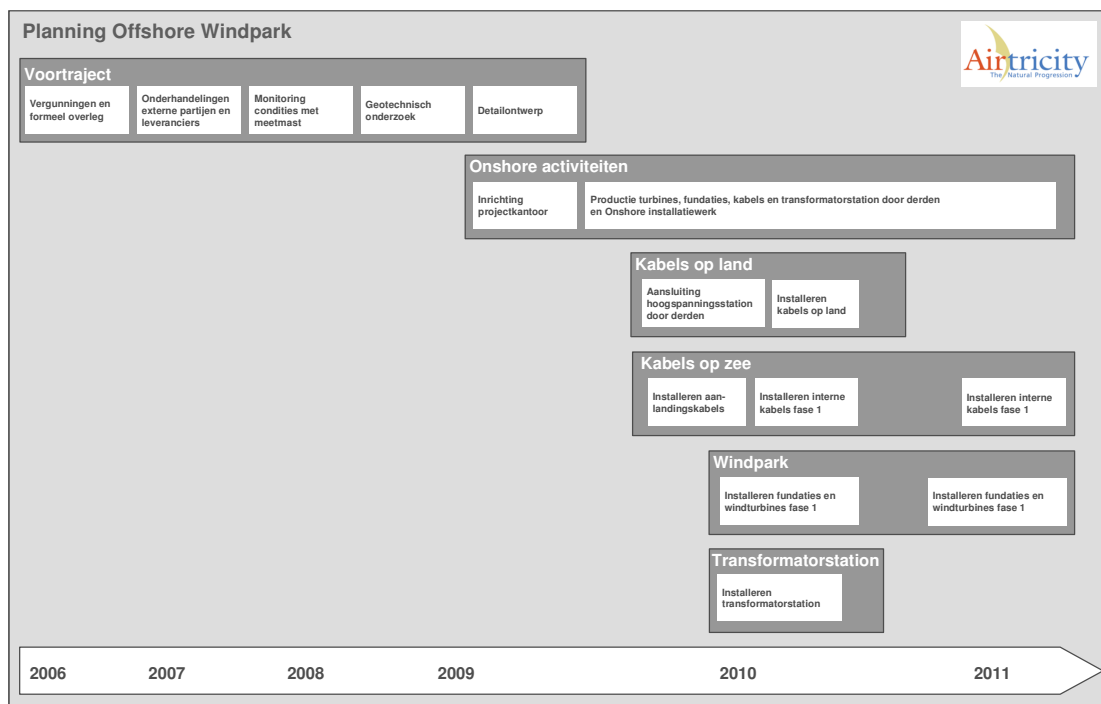
Om de deugdelijkheid van het windturbinepark te kunnen beoordelen is inzicht vereist in de constructie van het werk alsmede in de technische specificaties van de verschillende onderdelen van het werk. In onderhavig oprichtings- en constructieplan wordt dan ook achtereenvolgens ingegaan op de planning, het detailontwerp, de constructiewijze van de verschillende onderdelen van het windpark en tot slot de ingebruikname.

3.2 Planning

In de planning van de oprichtingsactiviteiten komen de verschillende onderdelen van de aanleg van het windpark naar voren, evenals de geschatte duur van de activiteiten. Dit geeft een goed overzicht van de te verrichten oprichtingsactiviteiten. De planning ziet er globaal uit zoals in tabel 3.1 en figuur 3.1 is aangegeven.

Tabel 3.1: Doorlooptijd van activiteiten tijdens de aanleg van het windpark

Activiteit	Tijdsduur
Opzetten projectkantoor (haven)	2 weken
Levering van windturbines	18 maanden
Levering van fundaties en transitiestukken	5-6 maanden
Bevestiging order voor kabels	5 maanden
Bevestiging order voor installatieschepen	Directe actie
Uitvoering van de onshore installatiewerken voor de kabels	12 maanden
Mobilisering naar kustplaats	Actie
Installeren van fundaties	5 maanden
Installeren van windturbines	3-4 maanden
Installeren van exportkabels	3 weken
Installeren van interne kabels	2-3 maanden
Oplevering van windpark	2-3 maanden



Figuur 3.1: Globale planning van de aanleg van het windpark

Voordat met bovenstaande activiteiten kan worden begonnen, is een aantal vergunningen vereist. Ten eerste is een Wbr-vergunning nodig. Dit oprichtings- en constructieplan maakt onderdeel uit van de aanvraag voor deze vergunning. Daarnaast zijn vergunningen nodig voor de aansluiting op het grid op land.

3.3 Detailontwerp

3.3.1 Onderzoek na verkrijgen Wbr-beschikking

Nadat de Wbr-vergunning is verkregen (definitieve beschikking) zal men voor het detailontwerp nader geotechnisch onderzoek moeten verrichten. Dit heeft tot doel om het ontwerp verder te detailleren. Met behulp van een schip worden grondmonsters genomen op de locaties waar de fundaties van de turbines en het transformatorstation komen te staan. Deze grondmonsters worden onderzocht en de gegevens van dit geotechnische onderzoek worden vervolgens gebruikt voor het detailontwerp en voor de heianalyses.

Tevens zal een meetmast in het turbinepark worden geïnstalleerd. Deze mast fungeert als meteorologisch station, maar kan ook uitgerust worden om andere gegevens te meten, waaronder golfslag. De mast wordt zo snel mogelijk nadat de Wbr-vergunning verkregen is geplaatst in het toekomstige windpark. Voor de plaatsing van deze meetmast wordt een aparte Wbr-vergunning aangevraagd. De meetmast is essentieel voor het detailontwerp van het windpark. De mast meet namelijk de windsterkte gedurende een jaar. Hierdoor kan inzicht worden verschaft over de te verwachte energieopbrengsten. Eventueel kan een dergelijke mast ook worden uitgevoerd zodat ook golfslag kan worden gemeten.

3.3.2 Kabelkruisingen

De kabels die van het windpark naar de kust lopen kruisen andere kabels en pijpleidingen. Voordat de kabels die van het windpark naar de kust lopen worden aangelegd, zullen de eigenaren van de te kruisen kabels en pijpleidingen benaderd worden om een contract op te stellen voor deze kruising. Er dient onder andere afgesproken te worden hoe de nieuwe kabel wordt aangelegd, hoe en met welke frequentie onderhoud gepleegd wordt. Dit om de veiligheid te garanderen van zowel de kabel of pijpleiding die gekruist wordt als de kabel van het windpark. De volgende vier kabels/pijpleidingen worden gekruist:

- 1 Telecomkabel
- 2 Elektriciteitskabels;
- 1 Olie- of gasleiding.

3.3.3 Detailontwerp en keuzen

Uit paragraaf 2.1 “Onderzoek na verkrijgen Wbr-beschikking ” is af te leiden dat onderzoek verricht gaat worden nadat de Wbr-beschikking is verkregen en dat een dergelijk onderzoek consequenties heeft voor het detailontwerp. Het geotechnisch en geofysisch onderzoek en de meetmast werden genoemd. Voor de aanvraag van de Wbr-vergunning is het zinvol aan te geven in welke mate en op welke onderdelen het detailontwerp kan afwijken naar aanleiding van dit onderzoek.

De exacte locaties van de individuele windturbines kunnen veranderen, indien uit windberekeningen blijkt dat een andere lay-out van het park efficiënter is. Ook uit geotechnisch en geofysisch onderzoek kan blijken dat een locatie niet of minder geschikt is om een installatie op te richten. Denk hierbij bijvoorbeeld aan scheepswrakken die zich bevinden op de geplande locaties om turbines te installeren. Om dezelfde redenen kan ook de locatie van het transformatorstation veranderen.

Ook het aantal transformatorstations kan verschillen. Wordt er op dit moment vanuit gegaan dat één station voldoende is, door toenemend vermogen van het windpark kan wellicht niet worden volstaan met een enkel transformatorstation.

Voordat met de aanleg van de kabels tussen de turbines en tussen de turbines en het transformatorstation (elektrische infrastructuur) wordt begonnen, zal een geotechnisch en geofysisch onderzoek worden uitgevoerd. Uit dit onderzoek kan blijken dat andere locaties geschikter zijn om kabels in te graven. Indien de lay-out van het park verandert, dan verandert diens gevolg ook de ligging van de elektrische infrastructuur. Hierbij geldt wel dat de buitengrenzen van het windpark ongewijzigd blijven. Alleen de lay-out binnen deze “buitengrenzen” kan wijzigen.

Ook het kabeltracé, dus de kabels van het windpark richting kust, kan worden gewijzigd. Indien uit het geotechnisch onderzoek of anderszins blijkt dat het voorziene kabeltracé voor het leggen van de kabel tot problemen leidt, dan zal worden gekeken naar een andere locatie. Het tracé zal hierdoor echter nauwelijks veranderen. Indien gekozen wordt voor een andere aanlandlocatie zal dit wel het geval zijn. Dit kan te maken hebben met de mogelijkheden of onmogelijkheden van de betreffende aansluitpunten op het grid en van eventuele andere parken die ook worden aangesloten. Ook het aantal

kabels kan wijzigen naar aanleiding van een groter vermogen van het park en de risicoberekeningen van kabelbreuk.

Op basis van de huidige bewezen stand der techniek worden turbines met een vermogen van 3.6 MW geïnstalleerd. De technische vooruitgang van windturbines gaat de laatste jaren echter snel. Op het moment dat het windturbinepark kan worden gerealiseerd bestaan er wellicht betrouwbare turbines met een groter vermogen. Momenteel is een turbine beschikbaar met een vermogen van 5 MW en op termijn is 6 of 7 MW zelfs mogelijk. Het uiteindelijk te installeren vermogen is dus afhankelijk van de beschikbare en betrouwbare turbines ten tijde van de realisatiefase. Als besloten wordt dat een andere windturbine aantrekkelijker is, zal vanzelfsprekend overleg plaatsvinden met het bevoegd gezag over de vergunningtechnische consequenties.

In de detailfase wordt ook onderzoek gedaan naar de geschiktheid van de mogelijke fundatietypes (de monopile, de gravity bases en de tripod) voor de betreffende locatie. Afhankelijk van de diepteligging, geschiktheid van de grond voor fundering en de stabiliteit van de zeebodem in termen van erosie en mobiliteit van het zeebed wordt een type gekozen.

Uit het bovenstaande valt af te leiden dat naar aanleiding van nader onderzoek in de detailfase het ontwerp op onderdelen zal kunnen afwijken. Het voorgaande geeft aan vanuit welk perspectief naar het ontwerp gekeken dient te worden.

3.4 Constructiewijze

De wijze waarop het windpark wordt geconstrueerd kan worden onderverdeeld in een aantal delen. Deze delen worden hierna besproken, te beginnen bij de bouwplaats. Daarna volgen de fundaties, turbines, elektrische infrastructuur, transformatorstation en het kabeltracé.

3.4.1 Bouwplaats

De benodigde constructies worden zoveel mogelijk en zo compleet mogelijk aan land gebouwd. Het gaat hierbij om:

- componenten van de windturbines
- fundaties, transitiestukken, kabels en overige onderdelen.

De verschillende onderdelen worden door verschillende fabrikanten vervaardigd en geleverd. De onderdelen worden naar een locatie aan zee gebracht en opgeslagen (de zogenaamde bouwplaats). Onderdelen worden zonodig voorbereid voor installatie, bijv. door een deel van de turbine te schilderen in de juiste kleur. Vanuit deze bouwplaats worden op het gewenste tijdstip onderdelen naar de locatie West Rijn gebracht om daar geïnstalleerd te worden.

Mogelijke bouwplaatsen/havens moeten in kaart worden gebracht. Bij het kiezen van een geschikte haven/bouwplaats spelen de volgende criteria een rol:

- Bouwlocatie aanwezig bij haven;
- Grootte van haven in verband met de ligging en diepgang van onderhoudsschepen;
- Grootte van bouwplaats in verband met de grootte van de onderdelen van de turbines en de mogelijkheden om onderdelen te hijsen;
- Afstand tot West Rijn.

De havens die in aanmerking komen zijn die van Rotterdam, Den Helder en IJmuiden.

De bouwplaats zal van alle faciliteiten zijn voorzien die noodzakelijk zijn voor de serviceteams. Zo zullen kantoren, kantine, slaapruimten, sanitaire voorzieningen, magazijn en werkplaats aanwezig zijn. De monitoring, supervisie en planning van het dagelijkse onderhoud zal worden uitgevoerd vanuit een gebouw bij de bouwplaats/haven.

3.4.2 Fundatie en erosiebescherming

Er zijn drie verschillende fundatietypes die kunnen worden gebruikt: de monopile, de tripod en de gravity bases. De keuze van fundatietype wordt gemaakt aan de hand van de volgende criteria:

- waterdiepte;
- geschiktheid van de grond voor fundering;
- stabiliteit van de zeebodem in termen van erosie en mobiliteit van het zeebed;
- turbine type;
- metocean condities;
- life-cycle kosten.

Monopile

Dit fundatietype is over het algemeen geschikt voor ondiep water tot middelgrote waterdiepten. Het bestaat uit één enkele stalen paal die in de grond wordt gedreven. De dikte en de diameter van de paal zullen over het algemeen toenemen, aangezien de waterdiepte dusdanig stijgt dat in diep water de palen te lang en te zwaar worden om door gemakkelijke en beschikbare bouwinstallaties te worden geïnstalleerd. De fundatie van de Monopile is niet bijzonder gevoelig voor erosie of mobiliteit van het zeebed.

De constructiewijze van de monopile ziet er als volgt uit. De fundaties worden door de fabrikant geleverd en naar de bouwplaats op land gebracht. Ze worden opgeslagen of gelijk getransporteerd voor installatie op de locatie West Rijn. Ze zullen genummerd en gemarkeerd worden met de juiste kleuren (zie verlichtingsplan). Deze nummering maakt identificatie van de fundaties makkelijker.

De fundaties worden dan naar de locatie West Rijn gebracht met behulp van een schip en ter plekke door een jack-up platform met een hijscapaciteit van ongeveer 500 tot 1000 ton in de zeebodem geheid, danwel geheid in combinatie met ingraven. Dit heien gebeurt met een heihamer op de volgende wijze:

- een geleidingsframe voor de fundatiepaal wordt met een kraan op de zeebodem getild;
- het geleidingsframe zal hydraulisch op het juiste niveau worden gesteld;

- de paal wordt in het geleidingsframe gehesen en zal door het eigen gewicht enkele meters de bodem in zakken;
- het opzetstuk voor de heihamer en de heihamer zelf worden op de funderingspaal geplaatst en vervolgens wordt de paal op de gewenste diepte geheid.

De fundering zal binnen 0,5 meter zijwaarts van de beoogde plek worden geplaatst en met maximaal 1° in verticale richting mogen afwijken. De plaatsing van de fundering kan enkele uren tot enkele dagen duren, afhankelijk van de zeebodemcondities en de hoeveelheid graafwerkzaamheden. De gegevens van de zeebodem worden verkregen door middel van het geotechnische onderzoek dat voor de installatie wordt uitgevoerd. Wanneer een fundatie is geïnstalleerd wordt er een tijdelijk platform bovenop gezet, dat is uitgerust met zelf aangedreven navigatieverlichting. Het jack-up schip kan dan naar de volgende locatie om de volgende fundering te installeren.

Bij een monopile is ook een transitiestuk nodig die tussen de monopile en de turbinetoren wordt geplaatst. Dit transitiestuk dient meerdere doelen. Het corrigeert de verticale afwijking van de fundatie, het standaardiseert de hoogte van de gehele turbine en het draagt het platform, J-tubes, toegangsladder en kathodisch beschermings-systeem ter voorkoming van roestvorming (zie figuur 3.2).



Figuur 3.2: Transitiestuk bij monopile

Het transitiestuk wordt door de fabrikant geleverd en naar de bouwplaats gebracht. Daar wordt het voorzien van de toegangsladder, platform, etc. Vervolgens wordt het transitiestuk naar de locatie West Rijn gebracht en geïnstalleerd met behulp van een jack-up platform of barge. Het transitiestuk wordt over de betreffende fundering geplaatst en er wordt een sterke grout in de ruimte tussen het transitiestuk en de fundering aangebracht. Alle reeds aanwezige onderdelen zijn veilig, maar extra belading van het transitiestuk moet wachten tot het grout volledig is uitgehard, gedurende ongeveer 3 tot 7 dagen. Het jack-up platform kan naar de volgende fundering varen en het volgende transitiestuk plaatsen.

Gravity bases

Dit fundatietype is over het algemeen geschikt voor plaatsen met een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. Het bestaat uit een basis van beton of staalconstructie die met rots of zand wordt gevuld. De basis zit direct op een laag van rots die op de zeebedding als nivellerende laag wordt geplaatst. Waar de waterdiepte of geologie monopiles ongeschikt maken, kunnen gravity bases een goed alternatief zijn.

De constructiewijze van gravity bases ziet er als volgt uit. De basis van beton of staal die met zand, rots of water wordt gevuld kan variëren in grootte, afhankelijk van de zeebodemcondities en de paal die er aan vast wordt gemonteerd. Allereerst wordt de zeebodem op de betreffende locatie klaargemaakt om de fundatie te kunnen neerzetten. Dit betekent dat zacht materiaal moet worden verwijderd en dit kan worden uitgevoerd door baggerschepen die ook worden ingezet om havens van baggerslib te ontdoen. De veronderstelling is dat er geen bestortingen zullen moeten worden verwijderd. Vervolgens wordt een bed van rots/gravel aangelegd, om erosie te voorkomen. Dit gebeurt met behulp van een stortschip. Als de zeebodem is aangepast, kan de gravity basis van beton of staal worden geplaatst. Deze wordt gevuld met zand/gravel/water om zo een sterke fundering te vormen.

Tripod

Dit fundatietype bestaat enerzijds uit een stalen jacket waarop de toren wordt vastgemaakt en anderzijds uit drie fundatiepalen die dit stalen jacket dragen. Dit type fundatie is vooral geschikt voor diep water.

De constructiewijze van het type tripod gebeurt op de volgende manier. Een schip of barge, waarop het jacket staat, meert af op de juiste locatie. Het jacket is uitgerust met tijdelijke palen, die ervoor zorgen dat het jacket op de juiste hoogte wordt gepositioneerd. Het jacket wordt op de zeebodem gezet en de tijdelijke palen kunnen zo worden ingesteld dat het jacket op de juiste hoogte wordt gezet. Vervolgens worden de fundatiepalen in het jacket afgelaten op de hoekpunten, dieper geheid en verder geïnstalleerd. De ruimte tussen het jacket en de fundatiepalen wordt gevuld met grout en de tijdelijke palen worden gedemonteerd voor hergebruik.

Erosiebescherming

Wanneer de funderingen zijn geplaatst wordt de erosiebescherming aangebracht rondom de funderingspaal. Deze bescherming bestaat uit een filterlaag met stenen van een kleine diameter en een laag van stenen die daar bovenop wordt gestort met een grotere diameter. Deze bovenste laag zorgt voor de uiteindelijke bescherming tegen erosie. Om deze bescherming aan te brengen voert een schip met de benodigde hoeveelheid stenen naar de locatie en meert daar af. Vervolgens wordt de filterlaag aangebracht, waarna de tweede laag stenen er op wordt gestort. Het schip kan dan naar de volgende fundering varen of een nieuwe lading stenen halen. Nadat de erosiebescherming is aangebracht wordt een inspectie uitgevoerd. Er wordt bekeken of de bescherming goed is aangebracht en in de juiste laagdiktes.

Installatieschepen

Hiervoor werd gesproken over schepen die de funderingen installeerden. Oudere typen installatieschepen kunnen worden gebruikt, zoals de “Muhibbah MEB-JB1”, maar ook nieuwe typen die speciaal voor de installatie van windturbines zijn ontwikkeld, zoals “Jumping Jack”, “Resolution”, “A2SEA”. Als over een jack-up wordt gesproken, dan bedoelt men het type schip dat indicatief op figuur 3.4 is afgebeeld, oftewel een installatieschip dat zichzelf met een soort poten (spudpalen) stevig vast kan zetten op de zeebodem.

In onderstaande figuur zijn de typen installaties aangegeven die gebruikt zullen worden voor de aanleg van het windturbinepark en de kabels.

Task	Likely Type of Construction Vessel	Comments
Pile Installation	Jack-up barge	Potential for support barge, tug(s) and work boats as support craft.
Gravity Base Installation	Floating Barge (eg Shear Leg)	Potential for support barge, tug(s) and work boats as support craft.
Wind Turbines and Anemometry Masts	Jack-up barge	Such vessels now able to carry multiple units in one trip.
Scour Protection	Construction barge or dedicated rock dumping vessel	
Cable Installation	Dedicated cable lay vessel (anchored barge or Dynamic Positioned vessel)	
Offshore Sub-Station Platform	Floating Barge (eg Shear Leg)	Potential for support barge, tug(s) and work boats as support craft.
Crew transfer, wind farm commissioning	Workboat	To conform to the MCA Workboat Code

Figuur 3.3: Type installaties voor aanleggen windturbinepark en kabels

Om fundaties de zeebodem in te krijgen zijn installaties ontwikkeld om te boren en te heien. IHC of Menck bezitten hei-installaties, Seacore Ltd. boorinstallaties.



Figuur 3.4: Installatieschip de “Jumping Jack” bij Arklow Bank als indicatie (Airtricity)

3.4.3 Turbines

De 3.6 MW turbines worden door de fabrikant geleverd en naar de bouwplaats op land gebracht. Idealiter worden ze direct, just-in-time, naar West Rijn getransporteerd, anders worden ze opgeslagen totdat ze worden geïnstalleerd op zee. Op de bouwplaats wordt de interne ladder en de controlemechanismen in de turbine geïnstalleerd en wordt de motorgondel compleet geassembleerd.

De installatie van de turbines zal pas van start gaan als het grout van het transitiestuk (bij een monopile) volledig is uitgehard. De turbines worden op het transitiestuk geplaatst met behulp van een jack-up platform. De turbines worden ieder geïnstalleerd in fasen: de toren waarschijnlijk in twee delen, de motorgondel (mogelijk met twee bladen voorgeïnstalleerd) en daarna de bladen (of bij voorinstallatie van twee bladen het laatste blad). Een transportponton met de onderdelen van vier turbines en een jack-up schip, dat ook voor de installatie van de funderingen zorgt, varen naar de betreffende locatie. Tussen de jack-up en de funderingspaal wordt een verbinding gelegd, zodat personeel makkelijk toegang kan krijgen en de turbine van energie kan worden voorzien. Het jack-up schip hijst vervolgens de toren op de fundering. Deze wordt daar vastgemaakt en verdere onderdelen worden geïnstalleerd, te beginnen met de motorgondel (met mogelijk al twee bladen voorgeïnstalleerd). Teamleden die de turbines gaan installeren zijn afkomstig van de fabrikant van de turbines, zodat deze mensen de specificaties kennen. Wanneer de motorgondel is geïnstalleerd, wordt de rotor verticaal van het transportponton gehesen en geïnstalleerd aan de motorgondel. Een andere optie is om de motorgondel al met twee geïnstalleerde bladen te monteren aan de turbine, om vervolgens het derde blad te installeren.

Naast de 3.6 MW turbines, kunnen in de nabije toekomst ook 5 MW turbines worden gebruikt. Deze grotere turbines zullen op een zelfde wijze worden geïnstalleerd als de 3.6 MW turbines. Zo heeft de toren een grotere omtrek en een grotere lengte en hebben de bladen ook een grotere lengte. Aangezien de turbines groter zijn, zullen waarschijnlijk ook andere schepen (met een groter hijsvermogen) ingezet moeten worden om deze turbines te plaatsen.

3.4.4 Elektrische infrastructuur

De elektrische infrastructuur bestaat uit een onshore en een offshore gedeelte. In dit oprichtings- en constructieplan wordt voornamelijk ingegaan op het offshore gedeelte, oftewel op de kabels tussen de turbines en de kabels van de turbines naar het transformatorstation. Dit is vanwege het feit dat in de Wbr-vergunningaanvraag de elektrische infrastructuur onshore niet wordt meegenomen en in andere wettelijke procedures is verankerd.

Onshore

In globale zin bestaat de on-shore infrastructuur uit de volgende elementen:

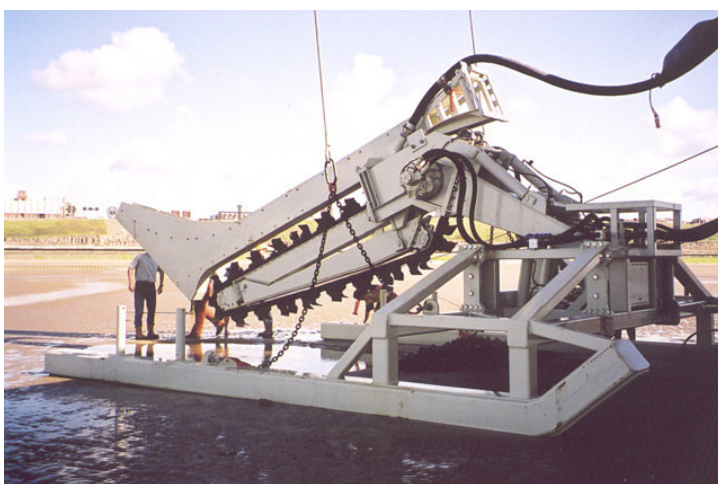
- onderstation;
- schakelaar;
- transformator(en) (indien noodzakelijk);
- ondergrondse (of bovengrondse) kabels.

Het is de verantwoordelijkheid van de netwerkbeheerder (op het land) om de infrastructuur te installeren en de netverbinding op de afgesproken datum te activeren. Zodra de netverbinding tot stand is gebracht, kunnen de turbines gaan werken.

Offshore

De kabels tussen de turbines en tussen de turbines en het transformatiestation worden ingegraven op een diepte van 1 meter onder het zeebed. Dit wordt gedaan om het risico van kabelbreuk te verkleinen. Het is verboden voor schepen om het park in te varen, uitgezonderd voor schepen van de Kustwacht en schepen voor onderhoudswerkzaamheden. Omdat het ook fysiek mogelijk blijft het windpark binnen te varen voor onbevoegden, is het van belang deze kabels dus in te graven.

De kabels tussen de turbines en van de turbines naar het transformatorstation worden ingegraven, evenals de kabels die van het park richting kust lopen. Voor het ingraven van de kabels zijn speciaal ontwikkelde schepen beschikbaar. Voorbeelden van deze schepen zijn “Coastal Spider” en “Coastal Bigfoot”. Door deze schepen wordt de kabelingraver over de zeebodem gesleept (ter indicatie: zie figuren 3.5 en 3.6).



Figuur 3.5: Kabelgraver (Smarttrencher – Dutch Sea Cable)



Figuur 3.6: Kabellegschip (courtesy Global Marine)

3.4.5 Transformatorstation

Het transformatorstation bestaat uit twee delen: een ondersteuningsconstructie (jacket) en een bovenbouw bestaande uit een stalen gesloten constructie, waarin de transformator, schakelapparatuur en beveiligingsapparatuur is ondergebracht.

Het jacket, met een gewicht van ongeveer 350 tot 450 ton, wordt samen met de benodigde heipalen door een ponton naar de betreffende locatie gebracht. Daar wordt het jacket met behulp van een jack-up schip op de gewenste plek neergezet. Hetzelfde schip dat de fundaties en turbines installeert kan bij de installatie van het transformatorstation worden gebruikt. Aan de hoekpunten van het jacket zitten geleidingsframes waar de heipalen in kunnen worden geheid. De palen dienen van het ponton te worden getild en in de geleidingsframes te worden geplaatst. Daarna kunnen met een opzetstuk en een heihamer de heipalen de zeebodem in worden geheid tot op de juiste diepte. Vervolgens het jacket horizontaal uitgelijnd. Met behulp van duikers worden de heipalen vastgemaakt aan het jacket.

Nadat het jacket is geïnstalleerd kan de bovenbouw er bovenop worden geplaatst. De bovenbouw wordt onshore gereedgemaakt en de onderdelen (de transformator, de schakelapparatuur en de beveiligingsapparatuur) zijn dus al geïnstalleerd. De bovenbouw wordt in zijn geheel naar de locatie op zee vervoerd. Evenals bij het jacket is de bovenbouw voorzien van hijsogen. Deze worden gebruikt als de bovenbouw, met een gewicht van ongeveer 750 tot 850 ton, op het al geplaatste jacket wordt gehesen. Indien dit is gebeurd wordt de bovenbouw vastgemaakt op het jacket met behulp van bouten. Ook hier wordt na afloop een inspectie uitgevoerd of de bovenbouw goed is geïnstalleerd.

Het is de bedoeling dat zeewater de bovenbouw niet kan bereiken. Daarom wordt de bovenbouw op ongeveer 15 meter boven HAT niveau geplaatst.

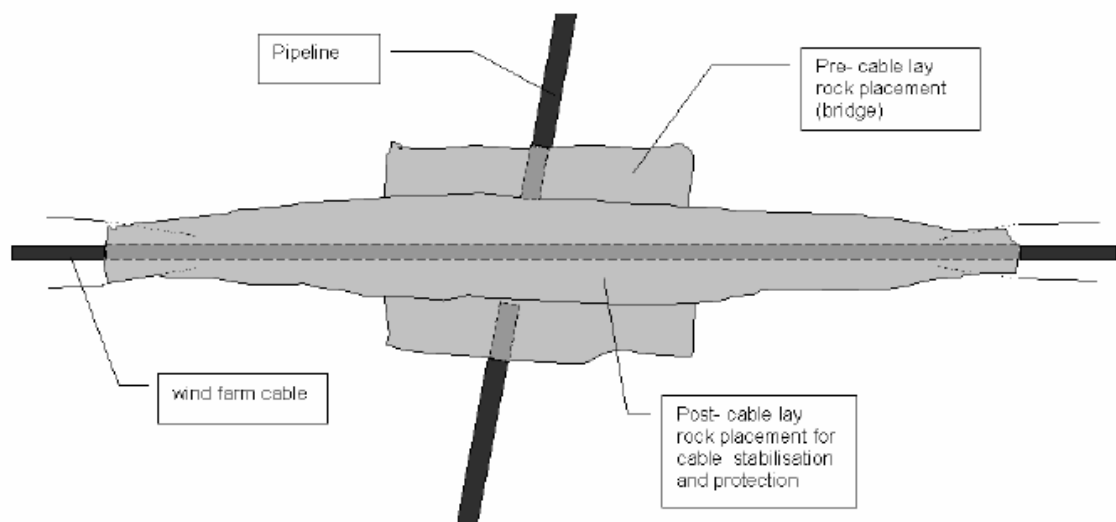
3.4.6 Kabeltracé

De kabels die van het windpark richting kust lopen worden in paragraaf 2.8 aangegeven met behulp van coördinaten van knikpunten in het ED50 stelsel (Europese datum 1950), in UTM projectie zone 31 en in het WGS84 stelsel (World Geodetic System 1984), in UTM projectie zone 31.

Bij het vaststellen van het kabeltracé zijn de richtlijnen die Rijkswaterstaat Noordzee heeft verstrekt voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute maatgevend geweest. Het kabeltracé is zo gekozen om zoveel mogelijk liggende infrastructuur, zoals andere kabels, leidingen en vaargeulen te vermijden en actieve zandwingebieden en ankergebieden te vermijden waarbij een marge van 1.000 meter is aangehouden. Offshore-installaties dienen vermeden te worden met inachtneming van een veiligheidszone van 500 meter. Alleen in overeenstemming met de operator mag binnen deze afstand een kabel worden gelegd.

Indien kruising met bestaande infrastructuur noodzakelijk is, dan wordt dit bij voorkeur haaks gedaan. De kabels worden op een diepte van minimaal 1 meter beneden zeebedniveau gelegd, waarbij de bodemdekking ten allen tijden gewaarborgd wordt. Indien er zandgolven voorkomen, dan wordt het zeeboderniveau opgevat als het diepste niveau tussen deze zandgolven. In de brandingszone wordt de kabel op 3 meter beneden zeeboderniveau gelegd, vanwege het feit dat hier waterbewegingen meer effect sorteren op de zeebodem. Bij de kruising van vaargeulen dient de kabel dieper dan 1 meter te worden gelegd, om baggerwerkzaamheden mogelijk te houden. Om het onderhoud aan de kabels te vergemakkelijken wordt een onderhoudszone ingesteld van 500 tot 1.000 meter aan beide zijden van de kabel.

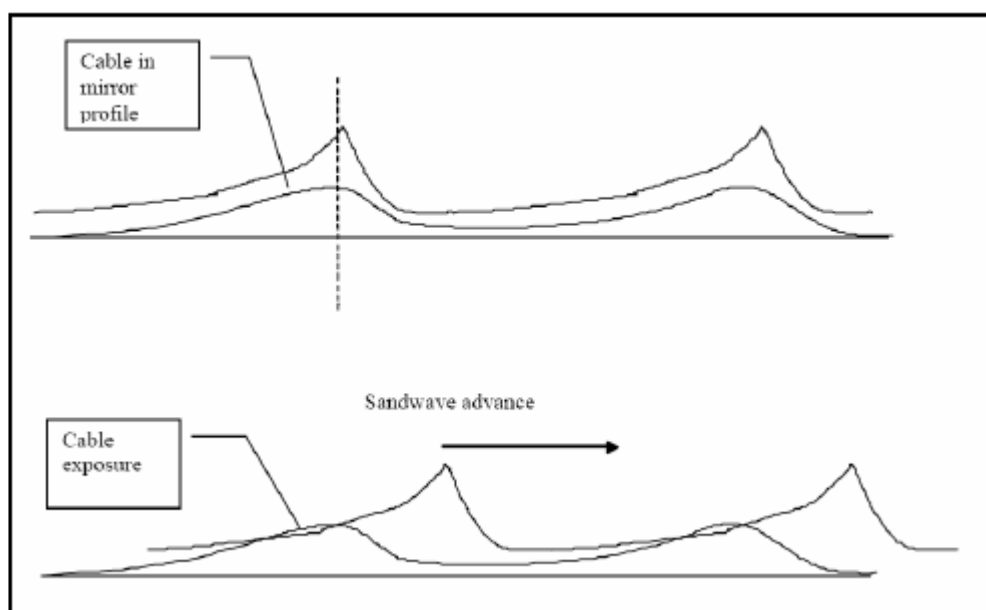
Bij kabelkruisingen dient idealiter een verticaal verschil van 300 millimeter aangehouden te worden tussen de windparkkabel en de te kruisen kabel of pijpleiding. Wanneer dit verschil van 300 millimeter niet mogelijk is, omdat de te kruisen kabel of pijpleiding niet diep genoeg ligt, dan kan de windparkkabel met andere maatregelen op voldoende afstand worden gelegd. Te denken valt dan aan een brug over de te kruisen kabel of pijpleiding, bestaande uit stortsteen (zie figuur 3.7). Wanneer de vereiste diepte niet kan worden verkregen door ingraven, dan zal de kabel door middel van stortsteen beschermd dienen te worden. Als een te kruisen kabel buiten dienst is, dan kan overwogen worden om in overeenstemming met de kabeleigenaar de te kruisen kabel door te snijden voor een doorgang voor de kabel van het windpark.



Figuur 3.7: Kabel- of pijpleidingkruising (Svasek, 2005)

De kabels zullen bij aankomst op de bouwplaats direct met een schip richting West Rijn worden gevaren. De eerste kabel die zal worden gelegd zal de exportkabel zijn. Wanneer de turbines aan het einde van de exportkabel zijn geïnstalleerd, wordt de kabel richting kust gelegd en daar door de zeewering gelegd en veilig vastgemaakt. De kabel wordt vervolgens neergelaten en ingegraven in de richting van het windpark volgens de overeengekomen kabelroute en aangesloten op de geplande plaats. Hier wordt de kabel door de J-tube getrokken en aangesloten op het transformatorstation. Voor het ingraven van de kabels wordt hetzelfde type schip gebruikt als bij de aanleg van de elektrische infrastructuur (zie paragraaf 2.3.4).

Het kabeltracé vanuit West Rijn kruist een zandgolvengebied. Dit kan voor conventionele schepen moeilijkheden veroorzaken bij het ingraven van de kabels. Zandduinen die zich bevinden op het kabeltracé worden dan ook eerst afgevlakt, zodat de kabels alsnog kunnen worden ingegraven. Wel dient rekening te worden gehouden met de verplaatsing van deze zandduinen. Deze verplaatsing is de belangrijkste oorzaak dat kabels die zijn ingegraven bloot komen te liggen (zie figuur 3.8). Om dit te voorkomen zullen regelmatig inspecties worden uitgevoerd aan het kabeltracé, om te waarborgen dat de kabels op de gewenste dieptes blijven liggen.



Figuur 3.8: Visuele weergave van de verplaatsing van zandduinen en het effect op het kabeltracé (Svasek, 2005)

Afhankelijk van het totale vermogen van het windpark en van uitkomsten van risicoberekeningen van kabelbreuk worden twee of drie kabels gebruikt. Een kabel kan namelijk maar een deel van het vermogen verwerken en ook bestaat er een risico van totale uitval van het park, indien er maar één kabel wordt gelegd vanuit het windpark. De kabels vanuit het park worden op enkele meter uit elkaar gelegd. Deze afstand is een afweging tussen zoveel mogelijk bundelen en het aanhouden van minimale afstanden tussen de kabels in verband met warmtestraling.

3.5 Ingebruikname

Nadat de eerdergenoemde oprichtingsactiviteiten voltooid zijn, de kabels zijn gelegd en het park aangesloten is op het energienetwerk op land, kan het windpark in bedrijf worden gesteld en is hiermee opgeleverd.

4 ONDERHOUDSPLAN

4.1 Inleiding

Om inzicht te verschaffen in het onderhoud van het windpark West Rijn wordt in dit onderhoudsplan ingegaan op de manier waarop het onderhoud wordt uitgevoerd. In het navolgende komt eerst regulier onderhoud aan bod, waarin de verschillende onderdelen van het park de revue passeren. Daarna wordt inzicht geboden in de manier waarop reparaties worden uitgevoerd en welke type onderhoudsschepen kunnen worden ingezet.

4.2 Doel

De wijze waarop onderhoud gepleegd wordt aan het gehele werk, dus van fundering tot en met transformatiestation, dient in de vergunningaanvraag inzichtelijk te worden gemaakt. Voorliggend onderhoudsplan heeft tot doel deze inzichtelijkheid te verschaffen. Het plan maakt onderscheid tussen regulier onderhoud en reparaties. Regulier onderhoud betekent hier onderhoud dat van tijd tot tijd terugkomt, zoals de verwijdering van aangroei op de funderingspalen. Ook inspecties vallen onder regulier onderhoud. Reparaties zijn acties die vooraf niet bekend zijn.

4.3 Regulier onderhoud

Om de continuïteit van stroomleverantie door een windturbine zoveel mogelijk te garanderen, is regulier onderhoud noodzakelijk. Dit behelst onderhoud aan de fundering, aan de kabels, aan het transformatorstation en aan de windturbines. Van belang is ook inzicht te verkrijgen in de wijze van rapporteren over de onderhoudswerkzaamheden. Ook komen HSE (Health, Safety and Environment) aspecten tijdens het onderhoud aan bod. Aan de hand van de inspectierapporten die opgemaakt worden na iedere uitgevoerde inspectieronde, wordt het uit te voeren onderhoud in kaart gebracht. Hier wordt dan een serviceplan van gemaakt met daarin een checklist waarmee het onderhoudsteam haar taken kan uitvoeren. De inspectieronde en de onderhoudswerkzaamheden zullen eens per jaar plaatsvinden.

De beoogde uitvoerder van het onderhoud is de fabrikant van de turbines voor de eerste 5 jaar vanaf de oplevering van het windpark. Daarna wordt een contract opgesteld voor de rest van de levensduur van het windpark (nog zo'n resterende 15 jaar), waarbij het contract met de fabrikant verlengd kan worden of met een andere uitvoerder voor het onderhoud in zee kan worden gegaan.

Voor alle inspectiewerkzaamheden is een geschikte boot beschikbaar. Hierop kunnen in ieder geval twee of drie personen met de benodigde gereedschappen en onderdelen mee naar de locatie worden gebracht. Voor de onderhoudswerkzaamheden is een andere boot vereist. Deze boot moet in ieder geval twee serviceteams en de bemanning van de boot kunnen vervoeren, evenals plek bieden aan alle benodigdheden om te kunnen overnachten. Een werkplaats en een magazijn met onderdelen is aanwezig. Tevens is deze boot uitgerust met een kraan om onderdelen naar het werkbord op de turbine te kunnen hijsen. Voor een aantal onderhoudswerkzaamheden worden andere schepen gebruikt, zoals een jack-up schip om grotere onderdelen te kunnen hijsen.

Het is belangrijk om snel toegang te hebben tot het windpark. Daarvoor wordt een werkplaats ingericht bij de haven, van waaruit inspectie- en onderhoudswerkzaamheden worden verricht. Deze werkplaats bestaat uit kantoorruimte, kantine, slaappleatsen, sanitair, werkplaats en een magazijn met onderdelen. Ook kan gekozen worden voor een permanente verblijfplaats in het transformatorstation in het windpark, zodat reistijden aanzienlijk korter worden. In het detailontwerp wordt de keuze tussen het wel of niet realiseren van een dergelijke verblijfplaats op zee gemaakt.

Om het functioneren van het windpark te kunnen controleren vanuit de kust, zijn een aantal controlesystemen aanwezig. Deze systemen geven informatie over het functioneren van de turbines en het transformatiestation. Een gegevensnetwerk wordt gebruikt om een aantal technische parameters te kunnen monitoren. Airtricity maakt gebruik van SCADA, oftewel Supervisory Control and Data Acquisition. Dit systeem maakt veel inzichtelijk, zoals de productietijd van een turbine en het al dan niet goed functioneren van controlesystemen. Ook komen automatisch meldingen binnen als de verlichting defect is of andere defecten zijn geconstateerd. Zo kan men snel reageren op defecten en krijgt men inzicht in welke onderhouds- of reparatiewerkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Inspecties blijven natuurlijk noodzakelijk, het systeem helpt alleen bij het zo goed mogelijk functioneren van het windpark. SCADA is wereldwijd een geaccepteerd systeem dat wordt gebruikt in alle huidige offshore windparken, waaronder Arklow Bank.

4.3.1 Onderhoud aan de fundering

De fundering bevindt zich gedeeltelijk onder en boven de waterspiegel. De inspecties die boven en onder de waterspiegel worden uitgevoerd, zijn:

Onder de waterspiegel:

- Inspectie van de funderingspaal vanaf de zeebodem tot zeeniveau;
- Inspectie van de J-tube;
- Inspectie van de verbindingen;
- Inspectie van de aangroei op de paal;
- Inspectie van de (eventuele) bodembescherming;
- Inspectie van mogelijk optredende ontgroning langs de paal of langs de bodembescherming;
- Inspectie van de kabels;
- Inspectie van het corrosie beschermingssysteem.

Boven de waterspiegel:

- Inspectie van het coatingsysteem op het transitiestuk (indien van toepassing);
- Inspectie van de verbindingen van het stootkussen;
- Inspectie van de verbindingen van de J-tube aan het transitiestuk;
- Inspectie van de ladder;
- Inspectie van het platform;
- Inspectie van de funderingspaal tot 7 m. boven LAT-niveau.

Mocht uit inspecties blijken dat reparatie nodig is, dan dient dit mogelijk meteen te worden uitgevoerd. Dus blijkt bijvoorbeeld dat verbindingen niet goed vast zitten, dan kunnen deze ter plekke worden vastgemaakt. Typisch onderhoudswerk is het verwijderen van aangroei op de paal. Dit gebeurt waarschijnlijk elke twee à drie jaar.

4.3.2 Onderhoud aan kabels

Voor het onderhoud aan de zeekabels wordt een specifiek onderhoudsprogramma ontwikkeld. Dit onderhoudsprogramma zal minimaal aan de volgende eisen voldoen:

- borgen dat de kabels beschikbaar zijn gedurende de levensduur van het windpark (20 jaar);
- Indien één van de hoofdonderdelen uitvalt, moeten er procedures en middelen beschikbaar zijn om dit te verhelpen;
- regulier onderhoud zal tijdens de lage productieperiode worden uitgevoerd.

In het onderhoudsprogramma zullen voorzieningen worden opgenomen om de gevolgen van uitval te beperken en eventuele schade zo snel mogelijk te herstellen. Slepende ankers of visnetten vormen de belangrijkste oorzaken van kabelbreuk (53 % van de kabelbreuken is veroorzaakt door visnetten of slepende ankers volgens CIGRÉ, 1985).

De kabels in het windpark, dus tussen de windturbines en van de windturbines naar het transformatorstation, lopen een minder groot risico voor kabelbreuk dan de kabels die vanaf het park richting kust lopen. In het park geldt namelijk een vaarverbod. Alleen schepen van de overheid en onderhoudsschepen kunnen toegang krijgen tot het windpark. Omdat het fysiek toch mogelijk is het windturbinepark in te varen, zullen de kabels ook in het park gewapend zijn met staaldraad en ook worden ingegraven net als bij de kabels die naar de kust lopen. Hierdoor worden de risico's aanzienlijk beperkt. Omdat er wel schepen varen over de kabels vanaf het windturbinepark in de richting van de kust, zullen twee of drie aparte kabels van het windturbinepark naar de kust worden aangelegd. Bij één kabelbreuk zullen de gevolgen minder drastisch zijn, indien er nog een (of twee) kabel(s) intact zijn. De kabels zullen op een dusdanige onderlinge afstand komen te liggen dat een slepend anker hooguit aan één kabel schade zou kunnen toebrengen.

Als onderdeel van het onderhoudsprogramma zullen geregeld metingen worden uitgevoerd om de diepteligging van de kabels te bepalen. Indien noodzakelijk dienen de kabels weer op diepte te worden gebracht. Hiertoe zal gelijkwaardig materieel worden gemobiliseerd waarmee de kabels worden geïnstalleerd.

4.3.3 Onderhoud aan windturbines

Het reguliere onderhoud aan de windturbines wordt uitgevoerd door een serviceteam, bestaande uit twee monteurs. Drie maanden na installatie is er een eerste onderhoudsronde. Vervolgens zal ieder jaar een dergelijke ronde plaatsvinden. Het onderhoud kan opgedeeld worden in:

- inspecteren;
- natrekken van boutverbindingen;
- testen;
- smeren van lagers;
- vervangen van filters;
- nemen van monsters (olie in tandwielkast en hydraulische olie).

In het serviceplan met bijbehorende checklist wordt vermeld wanneer welke activiteiten worden uitgevoerd. Ook wordt vermeld welke gereedschappen, smeermiddelen etc. dienen te worden gebruikt.

Voor het onderhoud, maar ook voor reparaties, zal men de windturbines moeten kunnen bereiken. Dit kan op verschillende manieren: per helikopter en per boot. Gemiddeld zal men de turbines bereiken per boot, maar mocht haast geboden zijn en de weersomstandigheden het toelaten, dan kan ook gebruik van de helikopter worden gemaakt. Indien voor vervoer per helikopter wordt gekozen, dan zullen de onderhoudsmonteurs met een lier afgehesen worden naar het hijsplatform bovenop de motorgondel (zie figuur 4.1). Vanaf dit hijsplatform kan het personeel de gondel in. Bij vervoer per boot wordt naast de turbine aangemeerd en per ladder kunnen de onderhoudsmonteurs het platform op de turbine bereiken (zie figuur 4.2). Op dit platform bevindt zich de toegang tot de binnenzijde van de toren en via een ladder aan de binnenzijde van de toren kan de gondel worden bereikt.



Figuur 4.1: Boven op de turbine, op de motorgondel, is een hijsplatform aanwezig



Figuur 4.2: Toegang turbine per boot (© Vestas) (BWEA, 2005)

De windturbines bestaan uit verschillende onderdelen. Per onderdeel zal worden aangegeven hoe het onderhoud ervan eruit ziet.

Rotor en lager

Nagegaan moet worden of de lager nog goed gesmeerd loopt. Waarschijnlijk wordt dit automatisch gedaan. Eens per jaar vindt de inspectie plaats. Vanwege de veiligheid worden bij de inspectie van de rotor en de lagers de bladen mechanisch stilgezet.

Motorgondel

De motorgondel wordt zo ontworpen dat onderhoud veilig kan plaatsvinden en dat eventuele lekkage van olie beperkt wordt en wordt opgevangen. De olie wordt dan verwijderd en naar de kust gebracht om daar verwerkt te worden.

Versnellingsbak

De versnellingsbak wordt zo ontworpen dat onderhoud zo gemakkelijk mogelijk kan worden uitgevoerd, zonder dat de versnellingsbak hoeft te worden gedemonteerd. Lagers kunnen worden vervangen met behulp van de interne kraan.

Oliesysteem

Uit inspecties, die minimaal eens per jaar worden uitgevoerd, zal blijken hoe vaak de olie moet worden verversd. Verversen wordt altijd op een veilige manier uitgevoerd, doordat met kleine vaten wordt gewerkt en dat mogelijke lekkage wordt opgevangen.

Generator

De generator wordt eens per jaar geïnspecteerd. De lagers in de generator worden automatisch gesmeerd en de generator kan indien nodig met behulp van de interne kraan worden vervangen.

Koppeling

Als er een koppeling aanwezig is tussen generator en versnellingsbak, dan is deze 'onderhoudsvrij' ontwikkeld. Bij verwijdering van de koppeling hoeven geen andere onderdelen te worden verwijderd.

Hydraulisch systeem

Het is noodzakelijk om de olie in het hydraulische systeem vrij te houden van welke vervuiling dan ook. Speciale procedures zullen worden ontwikkeld om met het hydraulische systeem te werken.

Giering-systeem

Inspectie wordt eens per jaar uitgevoerd. Bewegende delen worden automatisch gesmeerd. Wanneer aan het systeem wordt gewerkt, kan het systeem worden vergrendeld.

Schakelaar

Minimaal eens per jaar worden de schakelaars geïnspecteerd. Hoog voltage schakelaars zijn simpel te onderhouden, vanwege het beperkte aantal onderdelen. Laag voltage schakelaars zijn echter moeilijker te onderhouden, vanwege het groter aantal onderdelen. Beide schakelaars zijn voorzien van controlemechanismen.

Hijskraan

De hijskraan die aanwezig is in elke turbine kan onderdelen vanaf het werkbordes naar de motorgondel tillen. Ook kan deze kraan worden uitgevoerd met een extra kraan, om grote onderdelen te hijsen. Een extra kraan kan worden aangeleverd vanuit de werkplaats aan de kust en kan worden geïnstalleerd op de motorgondel.

4.3.4 Onderhoud aan transformatorstation

In de constructie- en startfase, dus gedurende de bouwphase en de eerste 5 jaar vanaf de oplevering van het windpark, zal men vaker dan 1 maal per jaar onderhoud verrichten aan het transformatorstation. Na deze fase kan worden volstaan met een onderhoudsinterval van een jaar. Concrete activiteiten die worden uitgevoerd tijdens een dergelijke onderhoudsbeurt zijn onder andere:

- infraroodinspectie van verbindingen;
- temperatuurmetingen rond kabels;
- metingen van oliepeilen.

De onderhoudswerkzaamheden zullen worden uitgevoerd door 3 of 4 onderhoudsmonteurs. Zij zullen 3 maal 8 werkuren op het station zijn. Overnachting is mogelijk op het transformatorstation.

4.3.5 HSE-aspecten

In deze paragraaf wordt gekeken naar health, safety en environment (HSE) aspecten, oftewel naar gezondheids-, veiligheids- en milieuaspecten. HSE-aspecten spelen in verschillende fases van het windpark. Bij het onderhoud van het windpark zijn ook HSE-aspecten aan de orde.

In de detailfase zal een uitgebreid HSE plan worden opgesteld door de initiatiefnemer. Er dient dan een veiligheidssysteem te worden ontworpen, HSE-aspecten dienen uitvoerig beschreven te worden en activiteiten met een groot risico voor gezondheid, veiligheid en/of milieu krijgen extra aandacht. De volgende onderwerpen zijn bij een dergelijk HSE plan van belang.

Designfase en uitgangspunten

- Het is de verantwoordelijkheid van de fabrikant van de verschillende onderdelen van het windpark dat deze onderdelen zo weinig mogelijk risico's veroorzaken;
- Onderhoudsmonteurs worden liefst al bij de constructiefase betrokken;
- In het detailontwerp dient rekening te worden gehouden met HSE aspecten gedurende oprichting- en constructiefase, onderhoudsfase en verwijderingsfase. Het gaat hierbij om HSE aspecten bij normale operaties en bij voorziene abnormale situaties en restrisico's;
- Werken op zee dient beperkt te worden, dus zoveel als mogelijk wordt op land gewerkt;
- Personeel moet op de hoogte zijn van de HSE-aspecten.

Procedures

Voor een aantal zaken dienen procedures te worden opgesteld:

- Alle voorziene calamiteiten wat betreft windturbines en scheepvaart (met evacuatie en vluchtroutes voor scheepvaart);
- Veilig transport en opslag (in werkplaats) van milieuvervuilende stoffen, zoals smeerolie;
- Veilig vervoer van personeel van en naar werken en veilige toegang tot werken;
- Risicovolle activiteiten als het aansluiten van kabels en werken op grote hoogte;
- Monitoring van werkgebieden (bijvoorbeeld platform) voor het garanderen van een goede standaard;
- Abnormale weercondities;
- Abnormale zeecondities.

Voorzieningen

Voorzieningen die in de installaties worden aangebracht zijn:

- Voorzieningen vanwege brandveiligheid wat betreft:
 - alarm slaan;
 - vluchtroutes;
 - draagbare blusapparatuur;
 - opslag van afval;
 - branddetectie en blussysteem.
- Veilige toegangsmogelijkheden;
- Eerste hulp faciliteiten als reddingsboeien;
- Communicatieverbindingen van het windpark naar land als radio's en telefoons;
- Voorzieningen voor veilige opslag van materialen;
- Reddingsprogramma's voor het redden van personen die te water zijn geraakt;
- Veiligheidsvoorzieningen wat betreft elektriciteit.

Weerscondities

Er dient een beleid ontwikkeld te worden waarin het volgende wordt opgenomen:

- Effecten van windsnelheden op werkzaamheden;
- Slecht zicht;
- Werken met of op metalen delen tijdens onweer;
- Duidelijke definitie wanneer wel en wanneer geen activiteiten bij verschillende weerscondities;
- Bestendigheid hijskranen (op schepen en windturbines) tegen verschillende weerscondities.

Communicatie

- Er dient regelmatig overleg te zijn tussen de operationele staf en management;
- Individueel werken moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Er moet uitgegaan worden van teams van minimaal twee personen;
- Iedereen dient instructies en informatie te kunnen begrijpen ongeacht hun moedertaal;
- Er dient een passend communicatiesysteem te worden ontwikkeld tussen enerzijds het windpark en boten en anderzijds het kantoor aan de kust en de kustwacht in geval van nood. Te denken valt aan een telefoon in de turbine en een radio die is afgestemd op dezelfde frequentie die aan boord van de boot of helikopter wordt gebruikt;
- Indien meerdere nationaliteiten zijn betrokken is Engels de voertaal;
- Ongelukken dienen te worden genoteerd in een ongelukkenboek;
- Bijna ongelukken dienen ook vermeld te worden en altijd dient onderzocht te worden wat de oorzaak was.

Training personeel

- Vanwege veiligheidsredenen is het belangrijk dat alleen getraind, opgeleid en ervaren personeel wordt ingezet;
- Al het personeel dat offshore wordt ingezet, wordt getraind in het geven van eerste hulp, inclusief beademing, hartmassage, evacuatie met boot en helikopter, alsmede het gebruik van de veiligheidsuitrusting;

- De veiligheidsuitrusting behelst de zekeringen tijdens werken op hoogte, brandblussers en evacuatie-uitrusting (zie ook hierna bij 'Persoonlijke uitrusting');
- Ieder jaar wordt het personeel getraind op de windturbines en transformatorstations. Ervaren en gekwalificeerde mensen zullen deze trainingen verzorgen.

Persoonlijke uitrusting

De persoonlijke uitrusting van personeel offshore bestaat uit:

- Ter bescherming van het personeel dienen tijdens bouwactiviteiten veiligheidshelmen gedragen te worden ter voorkoming van hoofdletsel;
- Werkkleden die worden gedragen dienen ten alle tijden geschikt te zijn voor de uit te voeren werkzaamheden;
- Als tijdens de bouw een geluidsniveau van boven de 90 dB (of 85 of 83 dB: checken) wordt bereikt, zal ter voorkoming van hoorschade oorbescherming gedragen moeten worden;
- Handschoenen en stevige schoenen beschermen handen en voeten tijdens de werkzaamheden;
- Een veiligheidsbril moet gedragen indien er gevaar bestaat voor ogen;
- Indien er gevaar bestaat voor het naar beneden vallen, dient een veiligheidsuitrusting gedragen te worden, waarmee men zich zekert en het naar beneden vallen voorkomt.

Daarnaast zijn de volgende (veiligheids-)middelen aanwezig:

- Een EHBO-kist voor bij persoonlijke ongevallen;
- Reddingsvesten en -boeien om mensen te kunnen redden indien deze in zee terechtkomen;
- Wanneer personeel wordt vervoerd per helikopter of per boot, dan zullen reddingsvesten worden gedragen. Deze mogen alleen uit worden gedaan als men zich in de turbine begeeft. Ook voor de overstap van windturbine naar boot of andersom dient een reddingsvest gedragen te worden;
- Indien om wat voor reden dan ook personeel langer in de turbine moet blijven, kan gebruik worden gemaakt van een overlevingspakket. Dit pakket behelst medische middelen, slaapzak, eten, water, benodigdheden om te kunnen koken en speciale kleding.

Zijn er aanvullende eisen wat betreft veiligheid voor personeel opgesteld door onderaannemers, dan dienen deze strengere gerespecteerd te worden.

Bovenstaande HSE-aspecten beslaan alle fases van het windpark, dus zowel oprichtings-, onderhouds- als verwijderingsfase. Specifiek voor het onderhoud kan nog het volgende worden gezegd.

Het personeel dat betrokken wordt bij het reguliere onderhoud bestaat uit de volgende functies:

Service Area Manager	1 persoon
Site Manager	1 persoon
Schipper	1 persoon
Technische ondersteuning	4 personen (2 mecaniciens and 2 elektriciens)

Technische dienst	6-12 personen, afhankelijk van de omvang van het onderhoudswerk
Opslag	1 persoon
Administratie	1 persoon

Onderhoudsmonteurs functioneren normaal gesproken in teams van twee personen, waarbij één getraind is in mechanisch onderhoud en de ander in elektrisch onderhoud. Een supervisor zorgt voor de eindverantwoordelijkheid en heeft een training genoten als supervisor en heeft een technische achtergrond. Aanvullend kunnen nog mecaniciens en elektriciens worden ingehuurd, om het team te complementeren. Ze zijn VCA gecertificeerd en getraind in het omgaan met noodgevallen op zee.

De onderhoudsteams voldoen minimaal aan de kwalificaties gesteld in onderstaand kader.

- Elektrisch onderhoud: het vinden van fouten en repareren bij hoge en lage voltageniveaus, inclusief LV-schakelkasten, generators, transformatorstations, hoofd schakelaar, aarden etc.
- Communicatie materiaal: installatie, het vinden van fouten en aanpassing van het datanetwerk.
- Hydraulische installatie: service, het vinden van fouten en reparatie
- Mechanische materiaal: service, het vinden van fouten and reparatie van delen van hoofdcomponenten.
- Certificaten voor het hijsen met kranen en ander hijsmateriaal
- Versterkt glasvezel: inspectie, het vinden van fouten en reparatie
- Oppervlaktebehandeling en corrosiebescherming: schilderen, inspectie en reparatie
- Veiligheid: geïntegreerde veiligheidsuitrusting van de turbine, eerste hulp en beademing, hartmassage, noodreddingen, brandbestrijding etc.
- Milieuvoorzorgsmaatregelen: het omgaan met materiaal van de turbines (voornamelijk olieproducten, gebruikte olie en vetproducten).
- Het omgaan, gebruiken en begrijpen van handboeken en documentatie.

Omdat het werken op zee extra risico's met zich meebrengt, is het van belang veiligheidseisen te stellen. Voor het voorkomen van ongevallen of de beperking van de gevolgen hiervan voor personeel zijn allerlei procedures en voorzieningen getroffen. Deze zijn in paragraaf 2.5.1 weergegeven.

De milieuaspecten betreffen het gebruik van gevaarlijke stoffen ten behoeve van onderhoud of reparatie. Het transport en het gebruik van deze stoffen zal geschieden volgens de geldende regelgeving en interne richtlijnen. Dit geldt tevens voor de behandeling en verwijdering van afval als gevolg van onderhoud of reparatie.

Een voorbeeld van hoe men omgaat met een milieubelastende stof is het volgende. Na ongeveer 5 jaar zal de olie in de tandwielkast vervangen moeten worden tijdens een reguliere onderhoudsbeurt. Om te voorkomen dat olie in zee terecht komt:

- wordt gewerkt met vaten van 20 liter die goed hanteerbaar zijn;
- wordt gewerkt met een kraan die op het bordes staat, waarmee olievaten met behulp van een hijsnet vanuit het schip op het bordes worden gehesen;
- worden de olievaten met de lift inwendig in de turbinetoren naar de gondel gehesen;

- wordt de olie overgepompt vanuit het vat in de betreffende machine.

Andere milieuaspecten zijn het verlies van afval van personeel op boten, het terugvinden van verloren items (zoals gereedschappen) en de beheersing van geluid.

Voor uitgebreide informatie over milieuaspecten wordt verwezen naar het MER.

4.3.6 Wijze van rapportage van uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden

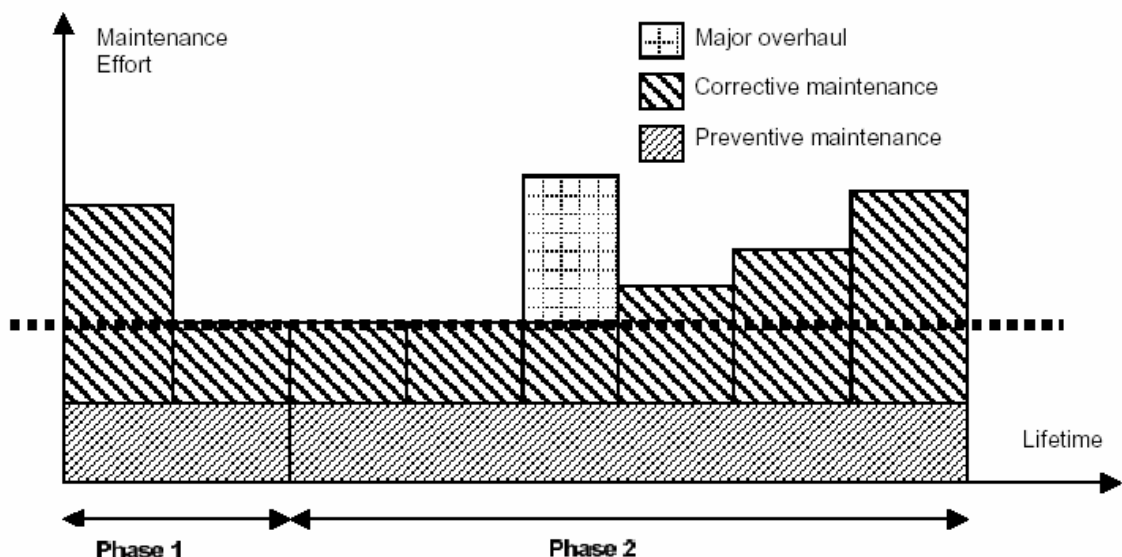
Rapportage van uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden gebeurt als volgt:

- Aftekenen van de onderhoudschecklist;
- Rapporteren van eventuele grote afwijkingen door middel van het schrijven van een afwijkingsrapport;
- Opstellen van een serviceraapport per bezoek, waarin staat wat er is gedaan en welke onderdelen zijn gebruikt;
- Vermelden van onderhoudsbezoek met reden van bezoek in het logboek van de turbine/transformatorstation.

Defecte onderdelen worden teruggenomen naar het servicecenter (werkplaats op land) en worden voorzien van een defectlabel, waarop staat aangegeven wat er kapot is.

4.4 Reparaties

In figuur 4.3 is te zien dat in de eerste fase, de constructiefase, er meer dan gemiddeld (over de gehele levensduur van de windturbine) reparatiewerkzaamheden nodig zijn aan de turbines (de geïndiceerde tijdsblokken hebben een tijdsduur van circa 2,5 jaar). Te denken valt aan kleine productiefouten of software-instellingen. Het is aannemelijk dat na ongeveer 10 jaar een grote revisie nodig is. Preventief onderhoud is gedurende de gehele levensduur van de windturbine nodig.



Figuur 4.3: Schematisch overzicht van de onderhoudswerkzaamheden gedurende de levensduur van een windturbine. (Curvers en Rademakers, 2004) De geblokte arcering geeft de belangrijke revisie weer (major overhaul). Corrective maintenance betekent reparatie, preventive maintenance betekent onderhoud.

Uit inspectie, regulier onderhoud en ad hoc bezoek kan blijken dat reparatie noodzakelijk is. Het kan gaan om kleine reparaties bij inspectie in de turbine en aan de buitenzijde van de turbine, vervanging van kleine (<1000 kg) onderdelen en grote (>1000 kg) onderdelen. Hieronder zullen de betreffende categorieën, vervanging kleine en grote onderdelen, worden beschreven.

In het algemeen gelden de volgende zaken voor onderhouds- of reparatiewerkzaamheden (zie O&M):

1. Vanuit de bouwplaats op land worden onderhoudsteams uitgezonden naar het windpark. De bouwplaats zal van alle faciliteiten zijn voorzien die noodzakelijk zijn voor de serviceteams. Zo zullen kantoren, kantine, slaapruimten, sanitaire voorzieningen, magazijn en werkplaats aanwezig zijn. De monitoring, supervisie en planning van het dagelijkse onderhoud zal worden uitgevoerd vanuit een gebouw bij de bouwplaats/haven. Indien permanent monteurs aanwezig zijn in het park is een boot met onderdelen en 8 onderhoudsmonteurs permanent aanwezig in het windturbinepark. De monteurs zijn dan gevestigd op een verblijfplaats in het transformatorstation. Reistijd van en naar een windturbine is dan gelimiteerd tot ongeveer een half uur.
2. Een helikopterplatform is beschikbaar op het transformatorstation. Zo kan snel worden ingegrepen bij storingen in het station. Zulke storingen leiden doorgaans tot uitval van meerdere turbines.
3. Turbines kunnen worden uitgerust met mobiele kranen voor het hijsen van grote onderdelen, zoals een versnellingsbak.
4. Turbines zijn altijd uitgerust met een interne kraan voor het hijsen van kleine onderdelen (<1000 kg)
5. Turbines zijn uitgerust met een platform op een hoogte van 15 boven HAT-niveau, waarop reserveonderdelen kunnen worden gelegd.
6. Een externe kraan is noodzakelijk om een gehele motor of gondel te vervangen. Waarschijnlijk is een jack-up platform hiervoor het meest geschikt.

4.4.1 Reparatie bij inspectie

Bij inspectie kan men gelijk een reparatie uitvoeren. In deze categorie gaat het om onderdelen die door monteurs gedragen kunnen worden. Een team van tenminste twee onderhoudsmonteurs zullen de reparaties uitvoeren met behulp van gereedschap in een kist. Het kan hierbij gaan om reparaties aan de binnenkant of aan de buitenkant van de turbine.

Het transport van de monteurs kan op verschillende manieren geschieden.

- Supplier met OAS (offshore access system)
 - 2 monteurs worden met de boot naar de turbine gebracht;
 - Uitvoeren van reparaties;
 - Personeel van turbine terug naar de boot via de daarvoor bestemde uitgang;
 - Aan boord gaan;
 - Vervoer van personen kan met een max. windsnelheid van 12 m/s en golfhoogte van 2,0 m.
- Vervoer door middel van helikopter indien er hoge prioriteit is en slechte weersomstandigheden

- 2 monteurs worden vanaf de kust naar de turbine gebracht (50 km is ongeveer 1 uur reistijd);
 - Ze worden op de turbine gehesen;
 - Helikopter landt op het helikopterplatform van het transformatiestation;
 - Uitvoeren van reparaties;
 - Helikopter haalt monteurs op;
 - Helikopter vliegt terug naar de kust;
 - Vervoer van personen kan met een max. windsnelheid van 15 m/s.
- Supplier met een Catamaran type boot (zie Arklow Bank)
 - 2 monteurs worden vanuit de supplier naar de turbine gebracht met de catamaran;
 - Onderhoud wordt uitgevoerd;
 - Personeel gaat van de turbine af en met de catamaran terug naar de supplier;
 - Aan boord van supplier;
 - Vervoer van personen kan met een max. windsnelheid van 10 m/s en een golfhoogte van 0,5 tot 1,0 m.

4.4.2 Vervanging van kleine onderdelen (<1000 kg)

Deze categorie beslaat alle onderhoud en reparatie van onderdelen die niet door personeel gedragen kan worden en zodoende een permanente interne kraan vereist is. Een kenmerkende onderhoudsactie kan er als volgt uitzien:

1. 2 monteurs worden met een supplier met OAS naar turbine gebracht en voeren inspectie uit en keren terug naar de basis;
2. 2 monteurs keren terug met de benodigde onderdelen met de supplier met OAS;
3. Het defecte onderdeel wordt gedemonteerd;
4. Defect onderdeel wordt naar een lager platform gehesen;
5. Defect onderdeel wordt naar supplier gehesen (wellicht kan dit later als er meerdere onderdelen eerst op het platform kunnen blijven liggen);
6. Reserveonderdelen worden van supplier naar platform gehesen;
7. Onderdelen worden in de motorgondel gehesen;
8. Onderdelen worden gemonteerd;
9. Personeel gaat vanuit de turbine via de uitgang aan boord van de supplier.

Vervoer van personeel kan geschieden met een max. windsnelheid van 12 m/s en een golfhoogte van max. 2,0 m. Het overbrengen van onderdelen van supplier naar platform en vice versa kan tot een windsnelheid van 15 m/s en een golfhoogte van 2,0 m. Het hijsen van onderdelen van het platform naar de motorgondel kan tot een windsnelheid van max. 6 m/s. Aangenomen wordt dat deze gehele operatie ongeveer 10 uur in beslag zal nemen. De defecte onderdelen worden voorzien van een defectlabel en teruggestuurd naar de serviceafdeling.

4.4.3 Vervanging van grote onderdelen (>1000 kg)

Deze categorie behelst de vervanging van grote onderdelen, zoals een generator of blad. Blikseminslag kan de oorzaak zijn van een defecte windturbine (zie figuur 4.4). De windturbines worden dan ook uitgerust met een protectiesysteem, dat ervoor zorgt dat het elektrische systeem, het controlesysteem, sensoren en de bladen worden

beschermd tegen blikseminslag. Ongeveer 10 % van de blikseminslag zal dan nog leiden tot schade (ECN, 2002).



Figuur 4.4: Schade door blikseminslag bij Blyth Harbour (UK) (ECN, 2002)

Twee scenario's zijn denkbaar om grote onderdelen te vervangen:

1. Een interne kraan zal moeten worden opgebouwd;
2. Een externe kraan moet worden gebruikt.

Ad 1). Een kenmerkende onderhoudsactie met interne kraan ziet er als volgt uit (bijv. vervanging generator, blad):

1. 2 monteurs worden met een supplier met OAS naar turbine gebracht en voeren inspectie uit en keren terug naar de basis;
2. 2 monteurs en een expert gaan naar de turbine met een supplier met OAS, voeren een inspectie uit en keren terug naar de haven;
3. Onderdelen, personeel, tussenhijskraan, 50 MT kraan en kraanschip moeten geregeld worden. Dit duurt minimaal een week;
4. 4 monteurs worden met een supplier met OAS naar turbine gebracht om defecte onderdelen te demonteren;
5. Het kraanschip vervoert de onderdelen naar de turbine;
6. De tussenkraan, 50 MT kraan en onderdelen worden op het platform gehesen;
7. Kraanschip gaat terug naar haven;
8. De tussenkraan wordt naar de motorgondel gehesen en erbovenop gemonteerd;
9. De 50 MT kraan wordt naar de motorgondel gehesen en erbovenop gemonteerd;
10. Defecte onderdeel wordt op platform gezet;
11. Reserveonderdelen worden omhoog gehesen en gemonteerd;
12. De 50 MT kraan wordt gedemonteerd en op platform gezet;
13. De tussenkraan wordt gedemonteerd en op platform gezet;
14. Tussenkraan, 50 MT kraan en defecte onderdelen worden op een kraanschip gehesen;
15. Kraanschip vaart terug naar haven;
16. Gerepareerde turbine kan weer in bedrijf worden gezet.

Bij stap 9 tot en met 14 zullen de weersomstandigheden gunstig moeten zijn. De windsnelheid mag max. 6 m/s zijn bij het hijsen en 10 m/s bij het werken in de motorgondel. Gedurende stap 6 tot en met 16 zal de supplier stand-by zijn.

Ad 2). Een kenmerkende onderhoudsactie met externe kraan (bijvoorbeeld de “Jumping Jack” of gelijkwaardig) ziet er als volgt uit (bijv. vervanging motorgondel of rotor):

1. 2 monteurs worden met een supplier met OAS naar turbine gebracht en voeren inspectie uit en keren terug naar de basis;
2. 2 monteurs en een expert gaan naar de turbine met een supplier met OAS, voeren een inspectie uit en keren terug naar de haven;
3. Onderdelen, personeel, tussenhijskraan, 50 MT kraan en kraanschip moeten geregeld worden. Dit duurt minimaal 3 weken;
4. 4 monteurs worden met een supplier met OAS naar turbine gebracht om defecte onderdelen te demonteren;
5. Reserveonderdelen worden met een jack-up van haven naar turbine getransporteerd;
6. Jack-up wordt gepositioneerd (3 uur);
7. Defect onderdeel wordt op Jack-up gehesen;
8. Onderdelen worden naar turbine gehesen en op basispunten gemonteerd, jack-up kan terug naar haven;
9. Montage wordt afgerond, onvoorziene activiteiten uitgevoerd en turbine wordt weer in werking gezet;
10. Jack-up wordt gemobiliseerd;
11. Terugvaren naar haven.

Groot onderhoud wordt altijd in overleg met de kustwacht uitgevoerd. Voor de vervanging van grote onderdelen dient een aparte handleiding met instructies en randvoorwaarden te worden opgesteld.

4.5 Onderhoudsschepen

In deze paragraaf worden verschillende typen onderhoudsschepen toegelicht die kunnen worden ingezet. Achtereenvolgens komen onderzoeksschepen, installatieschepen, kabellegschepen en boor- en graafinstallaties aan bod (naar de indeling van Garrad Hassan and Partners Limited, 2003). Deze schepen worden gebruikt bij de installaties van het windpark, maar kunnen ook worden ingezet bij onderhoud en/of reparatie en daarom worden ze in dit onderhoudsplan beschreven.

Onderzoeksschepen

Geofysische en geotechnische onderzoeken worden uitgevoerd om te beoordelen waar de fundaties en kabelroutes het best kunnen worden gesitueerd. Speciaal hiervoor bestemde vaartuigen zijn onder andere “Merijn”, “Sea Explorer”, “De Zeebouwer” en de “M/V Bucentaur”. Deze onderzoeksschepen kunnen ook worden gebruikt om te inspecteren of de kabels die zijn ingegraven in het zeebed nog op diepte liggen.

Installatieschepen

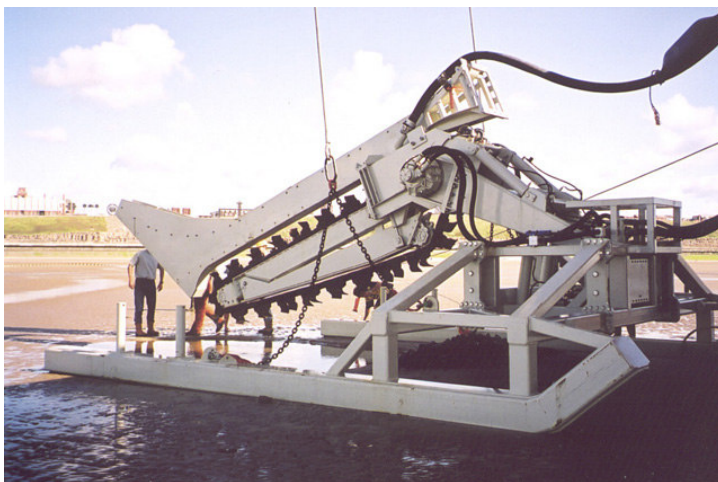
De installatieschepen worden gebruikt om fundaties en turbines te installeren. Oudere typen installatieschepen kunnen worden gebruikt, zoals de “Muhibbah MEB-JB1”, maar ook nieuwe typen die speciaal voor de installatie van windturbines zijn ontwikkeld, zoals “Jumping Jack”, “Resolution”, “A2SEA”. Indien er grote reparaties moeten worden uitgevoerd, zoals de vervanging van de rotorbladen, dan zullen soortgelijke installatieschepen worden ingezet.



Figuur 4.5: Als indicatie van een installatieschip de “Jumping Jack” bij Arklow Bank

Kabellegschepen

De kabels tussen de turbines en van de turbines naar het transformatorstation worden ingegraven, evenals de kabels die van het park richting kust lopen. Voor het ingraven van de kabels zijn speciaal ontwikkelde schepen beschikbaar. Indien uit inspecties blijkt dat kabels niet meer op (voldoende) diepte liggen, dan worden deze opnieuw ingegraven. Voorbeelden van deze schepen zijn “Coastal Spider” en “Coastal Bigfoot”. Door deze schepen wordt de kabelingraver over de zeebodem gesleept (zie figuur 4.6).



Figuur 4.6: Kabelgraver (Smarttrencher – Dutch Sea Cable)

Boor- en hei-installaties

Om fundaties de zeebodem in te krijgen zijn installaties ontwikkeld om te boren en te heien. IHC of Menck bezitten hei-installaties, Seacore Ltd. boorinstallaties.

Tot slot is het van belang nog een type boot te noemen en dit is het type dat wordt ingezet bij het vervoeren van personeel naar de turbines, de zogenaamde supplier. Hier zijn vele varianten van, maar gedacht wordt aan een catamaran die snel is te verplaatsen en die zich dicht tegen de turbines kan zetten, zodat het voor het personeel veilig is van en aan boord te gaan.

5 VERLICHTINGSPLAN

5.1 Inleiding

In dit verlichtingsplan wordt ingegaan op welke verlichting wordt gebruikt voor het windpark, maar ook markeringen en geluidssignalen zullen aandacht krijgen. Achtereenvolgens komen navigatieverlichting, luchtvaartverlichting, markering, geluidssignalen en radarreflectoren en obstakelmarkering tijdens de bouw van het windpark aan bod.

5.2 IALA richtlijn

In het verlichtingsplan dient de wijze van verlichting, markering, gebruik van lichtsignalen, kleurstelling etc. beschreven te worden. De *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) heeft in juli 2000 richtlijnen voor markering en verlichting van windturbineparken vastgesteld en deze richtlijnen in december 2004 gereviseerd (IALA Recommendation O-117). Deze richtlijn is bedoeld ter vergroting van de zichtbaarheid van windturbineparken voor de scheepvaart. Dit verlichtingsplan is gebaseerd op deze gereviseerde IALA richtlijn.

5.3 Navigatie verlichting

Voor de scheepvaart is het van belang dat het windturbinepark duidelijk zichtbaar is. Iedere windturbine die zich op een hoekpunt van het park bevindt of waar de vorm van de omtrek van het park verandert, wordt voorzien van een flitsend geel licht (Orga type FML 155SA of gelijkwaardig) met een zichtbaarheid van 5 zeemijl. Voor het gemak worden deze turbines nu aangeduid met de letter "A". De lichten op turbines A flitsen iedere 15 seconden synchroon de morse-letter U, zodat de omtrek van het gehele park goed zichtbaar gemarkeerd is voor de scheepvaart. Indien meer dan drie zeemijlen tussen twee turbines A liggen, dan worden aanvullend turbines met dit licht uitgevoerd. Het gaat hierbij dan uitsluitend om turbines die zich aan de buitenkant van het windpark bevinden.

Het gele flitslicht wordt bevestigd aan de buitenzijde van het werkbordes, op 15 m. boven HAT-niveau, dat gericht is naar de buitenzijde van het park. De toren van de turbine kan zo het licht voor de scheepvaart niet tegenhouden. Ook de rotorbladen komen niet voor de verlichting.

Turbines die zich bevinden aan de buitenranden van het park en niet al zijn uitgerust met eerdergenoemde lichten en zich op twee zeemijlen afstand van "A"-turbines bevinden, worden eveneens voorzien van gele flitsverlichting, alleen dan met een zichtbaarheid van slechts twee zeemijl en met een ander flitsfrequentie dan de lichten op de "A"-turbines. Turbines met deze uitrusting worden gemakshalve aangeduid met de letter "B".

Omdat het voor de scheepvaart niet wenselijk is om allerlei verschillende verlichting aan te brengen (het zogenaamde kerstboomeffect), bestaat de scheepvaartverlichting dus uitsluitend uit geel flitslicht op diverse turbines aan de buitenrand van het windpark. Uit de wijziging van de Wbr-vergunning van het windpark Q7 blijkt dat rode obstakelverlichting op de turbines ter hoogte van het werkbordes aan de randen van het

park niet uitgevoerd mogen worden. Dit is dan ook de reden dat alleen voor geel flitslicht wordt gekozen.

Uit de IALA-richtlijn blijkt dat de scheepvaart- of navigatieverlichting als een belangrijk hulpmiddel wordt beschouwd en zodoende minimaal 99% beschikbaar moet zijn. Dit wil zeggen dat de verlichting in totaal ten hoogste 87,5 uur per jaar in storing mag zijn. Om deze reden wordt de navigatieverlichting (en de misthoorns die later worden besproken) aangesloten op een oplaadbare accubatterij die een periode van 36 uur kan overbruggen. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en middels een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs heen te zenden. 36 uur is voldoende om de reparaties uit te voeren, dan wel bij stroomuitval een kleine generator op te starten of een vervangende accubatterij te brengen.

In de figuur van bijlage 4 worden de onderscheiden windturbine-typen “A” en “B” weergegeven.

5.4 Luchtvaartverlichting

De luchtvaart in dit deel van de Noordzee is gewend aan de verlichting zoals die wordt toegepast op de olie- en gasplatforms op het Nederlands Continentaal Plat. Dit is dan ook de reden dat deze luchtvaartverlichting zoals voorgeschreven volgens het Mijnreglement continentaal plat (Mrpc) als uitgangspunt wordt genomen bij dit offshore windturbinepark.

Een offshore windturbinepark wordt volgens de IALA-richtlijn opgevat als één offshore installatie. De buitencontouren en de hoekpunten worden geaccentueerd, zodat de luchtvaart de vorm en omvang van het windpark kan herkennen.

Op het dak van iedere windturbine wordt een rood obstakellicht geïnstalleerd. Ook op het dak van het transformatorstation wordt een dergelijk licht geïnstalleerd. Het obstakellicht heeft een sterkte van 50 candela (type Orga L55SA). Het windturbinepark is vanuit de lucht dus te herkennen aan de rode obstakellichten aan de bovenkant op iedere turbine.

De rode obstakelverlichting brandt continue, in verband met eisen van het Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart (DGTL) en het is dus niet geoorloofd om knipperende verlichting te gebruiken.

5.5 Markering

De buitenzijde van de fundatiepaal en de toren van de turbine tussen HAT-zeeniveau (HAT = Highest Astronomical Tide) en 15 m. boven HAT-zeeniveau wordt geel geleverd, zoals aanbevolen in de IALA-richtlijn. Indien het werkbordes met verlichting boven deze 15 m. is bevestigd, dan wordt de toren tot aan dit werkbordes geel geleverd. Reflecterende gele verf kan ook een optie zijn, maar er dient dan eerst duidelijkheid verschaft te worden over de levensduur, onderhoudsgevoeligheid, kosten en milieuaspecten van deze verf.

5.6 Geluidssignalen en radarreflectoren

Op elke turbine die op een hoekpunt in het park staat of op een punt waar de omtrek van het park verandert, de zogenoemde turbine A, wordt een misthoorn geplaatst (type ORGA FH800/5/SA of gelijkwaardig). Het bereik bedraagt 2 zeemijl (= 3,7 km.). Voor de bepaling van overige turbines met een misthoorn, zal worden uitgegaan van een denkbeeldige afstand van 2 zeemijl rondom het windpark, zoals de afstandseis inhoudt.

De misthoorns kunnen handmatig en automatisch worden bediend. Door middel van een mistdetector (ORGA type VF500) zullen de misthoorns automatisch worden ingeschakeld. De mistdetector zal op een zichtbaarheid van 2 NM worden ingesteld. De hoorns zullen iedere 30 seconden een morse-code U blazen en zullen onderling met elkaar worden gesynchroniseerd. De misthoorns zullen voldoen aan de eisen van Rijkswaterstaat Noordzee.

Enkele windturbines aan de buitenrand van het windturbinepark zullen worden voorzien van een radarreflector (ORGA type SSRR500) op het bordes op ongeveer 15 m. boven HAT-zeeniveau. De radarreflector voldoet aan de IALA-richtlijnen.

In de figuur in bijlage 4 is weergegeven welke turbines een misthoorn en/of een radarreflector hebben.

5.7 Obstakelmarkering tijdens bouw

De obstakelmarkering tijdens de bouwperiode dient goedgekeurd te worden door de Kustwacht.

Tijdens de constructie van het windturbinepark zullen de gebieden waar constructiewerkzaamheden plaatsvinden moeten worden gemarkeerd conform de IALA richtlijn voor maritieme navigatiesystemen (IALA Maritime Buoyage System (MBS)).

Zodra een funderingspaal is geïnstalleerd, wordt op deze paal een tijdelijk platform geplaatst met een wit flitslicht (ORGA type L303SA-M of gelijkwaardig) met een accubatterij. Omdat bij de installatie van de funderingspaal nog geen 30 meter hoogte wordt bereikt, is luchtvaartverlichting niet nodig. Indien deze 30 meter wel wordt overschreden dient een rood obstakellicht te worden gemonteerd met een lichtsterkte van 50 candela (ORGA type L55SA).

Gedurende de installatieperiode vindt mistwaarschuwing plaats door de op dat moment toch al aanwezige wacht- en installatieschepen. Als deze schepen een schip op hun radar zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd.

Na de installatie van de complete windturbines op de hoekpunten, worden de scheepvaartverlichting, luchtvaartverlichting en misthoorn plus de oplaadbare accubatterij aangesloten op de kleine dieselgenerator die zich standaard in elke windturbine bevindt. Nadat de netaansluiting is gerealiseerd blijft deze generator in de turbine voor gebruik bij noodgevallen, zoals kabelbeschadigingen.

6 CALAMITEITENPLAN

6.1 Inleiding

In Artikel 4.1 van de 'Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve economische zone' staat beschreven dat een calamiteitenplan een vereist onderdeel is van de vergunningaanvraag. Dit calamiteitenplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, teneinde snel en efficiënt te kunnen reageren bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, danwel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen.

In dit calamiteitenplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

6.2 Personeel tijdens bouw en operatie

De site-manager is het eerste aanspreekpunt indien zich een calamiteit voordoet. De coördinatie in geval van een calamiteit zal vanuit het projectkantoor op de wal plaatsvinden.

Er zal een lijst met contactpersonen en telefoonnummers worden opgesteld die belangrijk kunnen zijn bij een calamiteit. Al het personeel dat offshore tewerkgesteld zal worden dient in het bezit te zijn van de benodigde (gezondheids-)certificaten, zodat bijvoorbeeld eerste hulp kan worden toegepast indien nodig.

Er zijn diverse calamiteitsscenario's denkbaar en het is daarom verstandig vooraf te bepalen wat men moet doen indien een voorval plaatsvindt. Denkbare scenario's voor personeel tijdens de bouw en tijdens operatie komen nu aan de orde.

6.2.1 Man overboord

Indien een persoon in het water valt tijdens het aan boord gaan of verlaten van een schip in een haven, dan moet degene die het voorval waarneemt de kapitein van het schip waarschuwen en een reddingsprocedure inzetten om de persoon in kwestie te redden. Denk hierbij aan het toegooien van een reddingsboei, touwladder etc. Indien een persoon overboord valt tijdens de reis vanuit de haven naar het turbinepark, dan dient de kapitein van het betreffende schip direct gealarmeerd te worden door middel van het roepen van 'man over boord'. Op hetzelfde moment zal een reddingsboei of een ander drijvend hulpmiddel in het water gegooid worden. Degene die het voorval waarneemt moet continue de te water geraakte persoon in de gaten houden en zo dicht mogelijk in de richting van de betreffende persoon gaan staan, zodat de kapitein weet waar iemand in het water ligt. De hoorn van het schip moet geblazen worden, zodat andere schepen worden gealarmeerd. Externe assistentie wordt gezocht. De kapitein zal Man Over Board (MOB) alarm slaan en de service-manager informeren. De

reddingsoperatie moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de interne procedure van het betreffende schip. Wanneer de te water geraakte persoon weer aan boord is, zal iemand eerste hulp moeten geven. De kapitein moet dan naar land varen, zodat de persoon naar een ziekenhuis kan worden gebracht. De site-manager moet worden geïnformeerd als de reddingsoperatie voorbij is.

Als een persoon te water raakt vanaf een installatie op zee, zoals een turbine, dan zal het overige personeel schepen in de omgeving moeten alarmeren. Ook zal contact moeten worden gezocht met de kustwacht, die dan actie zal gaan ondernemen. Het overige personeel zal een reddingsboei moeten gooien en het slachtoffer moeten assisteren, zonder zelf gevaarlijke manoeuvres uit te halen.

Een schip is altijd in de buurt als er turbines bemand zijn, zodat binnen 10 minuten geassisteerd kan worden bij man over boord.

6.2.2 Brand

De procedure tijdens brand is als volgt: breng mensen in veiligheid, geef alarm, bestrijd het vuur en minimaliseer schade.

De noodstop zal ingedrukt moeten worden en geprobeerd moet worden of de hoofdschakelaar kan worden uitgezet. Als personeel naar beneden moet worden gehaald, dan moet men oppassen voor de risico's van vallende onderdelen en dient men een veilige plaats te zoeken. Indien mogelijk zullen brandgevaarlijke materialen en vloeistoffen verwijderd worden. Als het vuur niet te blussen is, dan moet men de installatie verlaten.

Indien er brand op een schip is, dan zal de kapitein de kustwacht en schepen in de buurt moeten alarmeren. Geprobeerd moet worden het vuur te bestrijden in overeenstemming met de voorschriften van het schip. Alle passagiers moeten de instructies volgen van de kapitein.

Is er brand in een turbine of substation, dan moet het stand-by schip gealarmeerd worden. Het vuur zal bestreden worden met de handblusser, voor zover hierbij de persoonlijke veiligheid niet te zeer in het geding komt. Iedereen dient zich te realiseren dat schadelijke stoffen bij een brand kunnen vrijkomen.

6.2.3 (bijna) Ongeval

Als zich een ongeval voordoet, dan moet een hulpdienst worden ingeschakeld door 112 te bellen, zodat de betreffende persoon naar het vasteland kan worden vervoerd. Als dit niet veilig kan gebeuren, dan zal de kustwacht moeten worden ingeschakeld. De site-manager moet van ieder ongeluk op de hoogte worden gebracht. Hij moet de oorzaak van het ongeluk wegnemen en de autoriteiten op de hoogte brengen in overeenstemming met het HSE-plan. Slachtoffers dienen naar een ziekenhuis gebracht te worden voor onderzoek.

Windturbines kunnen worden verlaten door de ladder naar beneden te nemen vanaf het platform. Een schip kan onderaan de personen opvangen. Al het personeel in de turbine heeft een training gehad om henzelf of collega's te redden met behulp van de veiligheidsuitrusting die aanwezig is in elke turbine. Het milieu- en kwaliteitszorgsysteem van Airtricity dient te worden nageleefd. Indien een persoon geëvacueerd moet worden met een helikopter, dan zal de evacuatie-uitrusting gebruikt dienen te worden. In alle gevallen dienen de aanwijzingen van het helikopterpersoneel opgevolgd te worden. Evacuatie vanaf het transformatorstation kan met behulp van een helikopter, een catamaran, een noodvlot of via een ladder naar het water. De vluchtroutes en

vluchtprocedures zullen in overleg met de ontwikkelaar van het transformatorstation nader worden vastgesteld.

Evacuatie uit schepen, installaties etc. is geïnitieerd via de Kustwacht in overeenstemming met de normale procedures op een schip. Evacuatie per helikopter wordt uitgevoerd in overeenstemming met de normale procedures van de kustwacht. De site-manager wordt bij alle evacuaties geïnformeerd.

6.2.4 Acute ziekte

Als er sprake is van acute ziekte, dan zal het stand-by schip opgeroepen worden om de patiënt te evacueren. Indien de evacuatie niet veilig kan worden uitgevoerd met behulp van een schip, dan zal de kapitein de kustwacht om assistentie vragen. Medisch advies kan men vragen aan de Kustwacht.

De site-manager regelt verdere medische behandeling met een dokter of ziekenhuis indien nodig en rapporteert hierover in een 'ziekterapport'.

6.2.5 Onweersbuien

Onweer en bliksem zijn extreem gevaarlijk op zee. Tijdens onweer zal niet gevaren of gevlogen worden tussen of naar/van turbines. Indien er een risico bestaat voor opkomende storm, dan zal het windpark worden verlaten. De risico's op letsel tijdens bliksem zijn groot, dus de volgende voorschriften dienen te worden nageleefd.

Het werk op het windpark zal gestopt worden indien bliksem wordt gezien, maar nog geen donder wordt gehoord. De afstand van de onweer is ongeveer 10 tot 30 kilometer. Het windpark kan verlaten worden. Indien er donder wordt gehoord, dan zal meteen gestopt moeten worden met het werk. De onweer zit binnen 15 kilometer. Personen zullen naar veilige havens moeten gaan en daar blijven totdat het onweer voorbij is. Dit is op het moment dat geen flitsen meer worden gezien en een uur verstreken is sinds de laatste donder.

Sommige plekken zijn veilig tijdens storm en andere niet. Het is dan goed om aan te geven welke. Platforms binnen windturbines en transformatorstations zijn veilig indien men meer dan een 0,5 meter van de wanden en metalen delen is verwijderd. Platforms met aparte ruimtes voor installatie en transformatoren etc. zijn veilig indien deze gesloten zijn en alles naar behoren functioneert. Als een windturbine niet tijdig verlaten kan worden, dan zal het personeel naar de bodem van de turbine moeten gaan zonder iets aan te raken. Deze locatie wordt aangegeven. De site-manager wordt geïnformeerd en zijn instructies dienen te worden opgevolgd.

6.2.6 Opkomend slecht weer

Kapitein en site-manager moeten continue het weer monitoren. Als de kapitein stelt dat het onveilig is, dan wordt personeel niet afgezet of opgehaald. Tijdens extreme weerscondities als sterke wind en ruwe zee kan het nodig zijn evacuaties uit te stellen. Personeel dient in de turbine te blijven en naar beneden te komen. De site-manager wordt geïnformeerd en zijn instructies dienen te worden opgevolgd.

6.2.7 Bommelding, gijzeling of sabotage

Indien het windturbinepark onderwerp is van een vorm van terrorisme, de volgende handelingen dienen te worden verricht. Hierbij is het van enorm belang om notities te maken.

Bommelding en gijzeling: te allen tijde dient 112 te worden gebeld. De volgende aanwijzingen zullen gevolgd worden:

- blijf kalm en beleefd;
- onderbreek de persoon die belt niet;
- hou het gesprek gaande door vragen te stellen;
- herhaal de bedreiging, mogelijk woord voor woord;
- maak notities.

Bij sabotage dient 112 gebeld te worden.

Vandalisme aan turbines, schepen of uitrusting wordt gerapporteerd aan de politie en aan de verzekering.

6.3 Scheepvaart en visserij

6.3.1 Schip op drift

Er bestaat een risico dat schepen in de regio op drift raken vanwege motorproblemen, stuurproblemen of vanwege gebrek aan brandstof. Zo'n schip op drift is dan een risico vanwege botsingsgevaar met turbines, transformatorstation of andere schepen. De kustwacht wordt geïnformeerd bij dergelijke schepen op drift en zendt waarschuwingen uit naar de scheepvaart. Als de situatie daarom vraagt, zullen personen van de turbines worden geëvacueerd. Indien schepen op drift worden waargenomen, dient contact met de kustwacht te worden opgenomen.

Als de kustwacht wordt geïnformeerd over drijvende objecten in de regio, dan zullen zij de site-manager informeren. De site-manager neemt dan de nodige voorzorgsmaatregelen ter protectie van het personeel en de installaties. Indien scheepspersoneel tijdens het werk in het turbinepark drijvende objecten waarneemt, zal de site-manager geïnformeerd worden. Deze neemt dan contact op met de kustwacht en zal verdere actie ondernemen in samenwerking met deze kustwacht.

6.3.2 Aanvaring

Indien er een aanvaring plaatsvindt, moet de kustwacht worden gealarmeerd. Iedereen in het gebied is verplicht te helpen bij het vinden van mogelijke slachtoffers, die naar de dichtstbijzijnde haven gebracht dienen te worden. In het geval van aanvaring kan olie lekkage voorkomen. Maatregelen ter bestrijding van de lekkage en ter bescherming van milieu en veiligheid dienen dan, indien mogelijk, meteen te worden genomen. Ook zal hierover meteen gerapporteerd worden.

6.4 Milieu

Het risico op milieucalamiteiten is laag. Olielekkage kan voorkomen indien materiaal het begeeft, zoals gebroken hydraulische slangen. Indien er olie wordt gelekt, dan dient dit direct gestopt dan wel geminimaliseerd te worden en dient het incident gerapporteerd te worden in overeenstemming met de Nederlandse procedures voor milieubescherming. In de turbines worden maatregelen genomen om te voorkomen dat olie in het milieu terecht komt. Onder de belangrijkste plaatsen waar olie kan lekken worden voorzieningen getroffen om olie op te vangen (zogenaamde oil collection systems). De gelekte olie wordt zo opgevangen en verzameld in een centraal opvangsysteem.

Lekkage van ontvlambare vloeistoffen kan in het ergste geval leiden tot brand. Actie zal snel plaats moeten vinden en er dient over gerapporteerd te worden. Voorkomen moet

worden dat de lekkende stof zich verspreidt, door absorberend materiaal te gebruiken of de stof in te dammen. Aangetast materiaal dient geïsoleerd te worden van de omgeving en veilig afgevoerd te worden. Bij een milieucalamiteit zijn alle personen in de regio verplicht te helpen. Rijkswaterstaat Noordzee en de Kustwacht worden geïnformeerd. Al het afval dient te worden verzameld en naar de kust te worden gebracht. Grote drijvende objecten of andere gevaarlijke objecten voor schepen en milieu worden gerapporteerd aan de site-manager en zo snel mogelijk verzameld. Het is niet toegestaan afval te laten accumuleren. Afvalverwijderingsprocedures zullen worden opgevolgd.

6.5 Bereikbaarheidsschema

Uit de reeds genoemde calamiteiten uit de vorige paragrafen valt te herleiden wie bij welke calamiteit benaderd dient te worden. Om dit overzichtelijk weer te geven wordt in tabel 6.1 een lijst van calamiteiten genoemd met daarachter wie wordt benaderd.

Tabel 6.1: Bereikbaarheidsschema calamiteiten

Calamiteit	Wie wordt benaderd?
Man over boord	Waarnemer informeert kapitein Kapitein informeert Kustwacht en omliggende schepen
Brand	Waarnemer informeert kapitein Kapitein informeert Kustwacht en omliggende schepen
Ongeval	Waarnemer schakelt hulpdiensten in via 112 Indien vervoer naar land probleem is, dan ook contact met Kustwacht
Acute ziekte	Standby schip informeren voor evacuatie Indien vervoer naar land probleem is, dan ook contact met Kustwacht
Onweer	Kapitein/waarnemer informeert site-manager
Opkomend slecht weer	Kapitein/waarnemer informeert site-manager
Bommelding, gijzeling of sabotage	Waarnemer schakelt hulpdiensten in via 112
Schip op drift	Waarnemer informeert site-manager Site-manager alarmeert Kustwacht Indien anderen een schip op drift waarnemen, dan wordt via de Kustwacht de site-manager op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen getroffen worden.
Aanvaring	Waarnemer informeert site-manager Site-manager alarmeert Kustwacht Indien anderen een aanvaring waarnemen, dan wordt via de Kustwacht de site-manager op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen getroffen worden.
Milieu	Waarnemer informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Noordzee en site-manager

7 VERWIJDERINGSPLAN

7.1 Inleiding

In dit verwijderingsplan staat beschreven op welke manier de verschillende onderdelen van het windpark worden ontmanteld. Nadat aangegeven wordt welke onderdelen worden verwijderd en welke voorbereidingen nodig zijn, komen achtereenvolgens turbines, fundaties, transformatorstation, bekabeling, erosiebescherming en tot slot de opleveringscontrole aan bod.

7.2 Te verwijderen onderdelen

Het windturbinepark heeft een levensduur van 20 jaar. Nadat deze levensduur is beëindigd zal het park moeten worden ontmanteld conform resolutie 1989 van de Internationale Maritime Organisation (IMO). In dit verwijderingsplan staat beschreven op welke wijze het werk verwijderd zal worden. Tegen het einde van de levensduur van het werk zal het verwijderingsplan gedetailleerd worden uitgewerkt en worden aangepast aan de stand der techniek van dat moment. Hierin worden ook de HSE-aspecten bekeken en aangepast aan de inzichten van die tijd.

In het kort wordt het volgende verwijderd of achtergelaten, rekening houdend met zowel korte als langetermijneffecten voor het milieu:

- Wind turbines – geheel verwijderd;
- Funderingen – verwijderd tot 6 meter onder zeebedniveau;
- Bekabeling tussen turbines – veilig achterlaten door ingraven;
- Bekabeling van turbinepark naar kust - veilig achterlaten door ingraven;
- Aanlanding kabels – veilig verwijderen of veilig achterlaten met inachtneming van natuurlijke processen van kustverplaatsing;
- Erosiebescherming – intact laten;
- Bekabeling op land – laten liggen indien deze zijn ingegraven;
- Grid connectie op land – materiaal veilig verwijderen;
- Gebouwen op land – ombouwen voor ander doel of verwijderen.

7.3 Voorbereiding

Bij de aanvang van de ontmanteling zal een projectteam worden samengesteld. Dit team zal bestaan uit Airtricity, een uitvoerend aannemer die ervaring heeft met ontmanteling van offshore-installaties, Rijkswaterstaat Noordzee en de Kustwacht. Tijdens de voorbereiding zal dit projectteam plannen gedetailleerd uitwerken voor de verwijdering van de verschillende nog te bespreken componenten van het windturbinepark. De verwijdering van de verschillende elementen zullen op een veilige en milieuvriendelijke wijze plaatsvinden. Dezelfde HSE-aspecten gelden hier als bij de oprichting en onderhoud van het windpark. Er zal een planning worden gemaakt van de uit te voeren werkzaamheden, rekening houdend met het in te zetten materiaal en omgevingsfactoren. De planning komt er globaal als volgt uit te zien:

Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Periode 6
Inleidend overleg met Rijkswaterstaat Noordzee (minimaal 4 jaar voor daadwerkelijke verwijdering)	Gedetailleerde besprekingen, voorlegging en overweging van een ontwerp-programma	Overleg met belanghebbende partijen	Formele indiening van een programma en een goedkeuring in het kader van de beleidsregels inzake toepassing Wbr op installaties in de Exclusief Economische Zone	Begin van feitelijke verwijdering en monitoren van de locatie	Monitoren van de locatie
Duur	Einde jaar 1	Einde jaar 2	Einde jaar 3	Verwijdering voltooid bij einde jaar 4	In akkoord met Rijkswaterstaat Noordzee

In eerste fase wordt overleg gevoerd tussen de operator en het projectteam over de planning en het ontmantelingsproces. In de tweede periode wordt gedetailleerder overleg gevoerd en wordt een eerste ontwerp van een ontmantelingsprogramma gemaakt. Aan het einde van periode 2 dient dit ontmantelingsprogramma overlegd te worden aan Rijkswaterstaat Noordzee. In periode 3 zal in het kader van een transparant en open proces overleg met belanghebbenden worden gevoerd. In periode 4 wordt een definitief programma vastgesteld, waarna in periode 5 met de feitelijke ontmanteling wordt gestart. De feitelijke verwijdering zal in de zomermaanden geschieden, wanneer de windsnelheden het laagst zijn. De duur van de monitoring van de betreffende locatie in periode 5 en 6 wordt nader vastgesteld in overleg met Rijkswaterstaat Noordzee.

7.4 Verwijdering turbines

De verwijdering van de turbines is nagenoeg het omgekeerde proces van installatie. Eén hijsschip is nodig gedurende een winter- of zomerseizoen. De verwijdering van de turbines ziet er als volgt uit:

- Verwijdering van alle giftige stoffen in de turbines (zoals oliereserves) voor verwerking op land;
- Aftappen leidingen;
- Mobilisering van een drijvende bok met voldoende hijscapaciteit, een transportponton met sleepboot en een werkschip naar het windpark;
- Maken van verbindingen tussen haak en turbine, met gebruikmaking van de hijspunten welke zijn gebruikt bij de installatie;
- Zetten van spanning op het systeem;
- Doorbranding van bouten boven het transitiestuk (indien aanwezig);
- Doorsnijden van kabels tussen turbine en fundatie;
- Afhijzen van de turbine;
- Neerleggen van turbine op ponton en vastzetten;
- Transporteren naar kust, waar verdere ontmanteling plaatsvindt.

Indien de turbine niet in zijn geheel kan worden afgevoerd, dan dienen eerst de rotorbladen en motorgondel verwijderd te worden. Meerdere turbines worden op een dergelijke manier ontmanteld en afgevoerd naar de kust. Eenmaal aan wal worden de volgende stappen gezet:

- Alle staalonderdelen worden verkocht voor recycling. Dit is het grootste gedeelte van de turbine;
- De rotors (fiberglas) worden verwerkt in overeenstemming met de dan bij de verwijdering geldende regels. Een mogelijkheid is het te verwerken tot pulp voor holte isolatie in gebouwen;
- Alle zware metalen en toxische stoffen worden verwijderd in overeenstemming met dan geldende relevante regels.

7.5 Verwijdering fundaties

De verwijdering van de fundatie is afhankelijk van het gekozen fundatietype. Monopile fundaties worden op de volgende manier verwijderd:

- Een jack-up, een transportponton met sleepboot en een werkschip positioneren zich bij de te verwijderen fundering;
- De hijsaak van de bok wordt aan het transitiestuk vastgemaakt;
- Het transitiestuk wordt boven zeebedniveau doorgesneden, evenals de J-tube en de kabels, en vervolgens omhoog gehesen en op het transportponton neergelaten;
- Met behulp van een airlift systeem wordt de grond in de funderingspaal verwijderd tot een diepte van circa 6 meter onder zeebodem niveau.;
- Vervolgens wordt een snijmachine in de paal afgelaten;
- De snijmachine snijdt de paal op een diepte van 6 meter onder de zeebodem door;
- De bok hijst de paal omhoog en maakt een tweede verbinding aan de onderzijde van de paal;
- De bok legt de paal op een transportponton die inclusief het transitiestuk naar een zeehaven wordt gesleept.

Het is onwaarschijnlijk dat de fundering in zijn geheel kan worden verwijderd wegens de overweldigende kracht die ervoor nodig is.

Tripod fundaties worden als volgt verwijderd:

- Een jack-up, een transportponton met sleepboot en een werkschip positioneren zich bij de te verwijderen fundering;
- Met behulp van een airlift systeem wordt de grond in de palen verwijderd tot een diepte van circa 6 meter onder zeebedniveau;
- De palen worden afgezaagd circa 6 meter onder zeebedniveau met behulp van een snijmachine;
- Het jacket wordt met een stuk van de funderingspalen met behulp van de drijvende bok op het transportponton gehesen en kan worden naar de kust.

Gravity bases worden op de volgende manier verwijderd:

- Een jack-up, een transportponton met sleepboot en een kraanschip positioneren zich bij de te verwijderen fundering;
- De vulling van de beton- of staalconstructie wordt verwijderd met behulp van een kraanschip;
- De beton- of staalconstructie kan in zijn geheel verwijderd worden, door deze op te tillen boven zeeniveau en het water er uit te pompen. De constructie kan vervolgens worden afgevoerd naar de kust met het transportponton;
- Indien de beton- of staalconstructie te groot is om in zijn geheel te worden afgevoerd, dan kan de constructie in kleinere delen worden gezaagd en met behulp van een transportponton naar de kust worden getransporteerd.

7.6 Verwijdering transformatiestation

Het transformatorstation zal op de volgende wijze worden verwijderd:

- Een jack-up, een transportponton met sleepboot en een werkschip positioneren zich bij het transformatorstation;
- Alle installaties aan boord van het platform zullen worden uitgeschakeld, leidingen worden afgetapt, kabels die naar het zeebed lopen worden doorgesneden, tijdelijke stellingen worden om de poten van het transformatorstation gebouwd, de poten worden grotendeels doorgezaagd vlak boven de geleidingen en alle losse onderdelen worden verwijderd of vastgemaakt op het dek van het station;
- Een jack-up zal de hijsstroppen aan de bestaande hijspunten vastmaken en voorspanning op het systeem zetten;
- De poten van het transformatorstation worden boven het jacket geheel doorgezaagd;
- Het dek van het transformatorstation zal worden afgehesen en op de drijvende bok worden geplaatst. Het dek wordt vervolgens vastgemaakt;
- Met behulp van een airlift systeem wordt de grond in de poten van het transformatorstation verwijderd tot een diepte van circa 6 meter onder zeebodemoniveau;
- Vervolgens wordt een snijmachine in de paal afgelaten;
- De hijsstroppen van een jack-up zullen worden vastgemaakt aan de top van het jacket;
- Het jack-up schip zet voorspanning op het systeem;
- De jacketpoten zullen op meer dan 6 meter onder zeebedniveau worden afgezaagd;
- Het jacket wordt omhoog gehesen, gekanteld en op het transportponton gehesen en vastgemaakt;
- Transport naar eindbestemming voor verdere ontmanteling op land.

7.7 Verwijdering bekabeling

Conform IMO resolutie 1989 mag de elektrische bekabeling in het windturbinepark en van het park naar de kust achterblijven in het zeebed. Bij de aanleg van de kabels zijn deze in de bodem gegraven en blijven daar dan achter. Mochten er redenen zijn om de kabels toch te verwijderen, dan zal dit op de volgende manier gebeuren:

- Een werkschip, met onderwaterrobot en een kabellegschip worden gemobiliseerd;
- De elektrische infrastructuur is reeds uitgeschakeld en doorgesneden bij de voet van de fundering van de windturbine;
- De kabel zal met behulp van de onderwaterrobot naar de oppervlakte worden gebracht;
- De kabel zal vervolgens door het kabellegschip uit de grond worden getrokken en worden opgewonden op de kabeltrommel;
- De kabel zal bij het landingspunt worden doorgesneden en zover nodig richting zee worden uitgegraven en worden afgevoerd;
- De landkabel wordt ontkoppeld bij het transformatorstation en doorgesneden circa 20m aan de oostzijde van de duinen ter plaatse van de start van de duinpassage.
- De landkabel wordt uitgegraven;
- Het transformatorgebouw wordt gesloopt of krijgt een andere bestemming.

7.8 Erosiebescherming

Eventueel aanwezige bodemerosie bescherming zal niet worden verwijderd. Een en ander conform IMO resolutie 1989. De intentie is om zo weinig mogelijk de zeebodem te verstoren, omdat tijdens het in bedrijf zijn van het park, de fundaties en erosiebescherming opnieuw gekoloniseerd zullen zijn. Bij de ontmanteling zullen nieuwe regelgeving of richtlijnen worden nageleefd.

7.9 Opleveringscontrole

Na de verwijderingwerkzaamheden zal een survey worden uitgevoerd van het zeebed om te verifiëren of alle verwijderbare onderdelen conform afspraak verwijderd zijn. Indien dit niet het geval blijkt te zijn, worden deze alsnog op deugdelijke wijze verwijderd.

