

30813066 08-1336

**Offshore Windturbinepark Tromp Binnen  
Wbr-vergunningaanvraag**

Arnhem, 15 januari 2009

In opdracht van RWE

---

auteur : Anne-Marie Taris  
B 133 blz. bijl.

beoordeeld : Hans Cleijne  
goedgekeurd : Bart Oberink

© RWE Offshore Wind Nederland B.V., Hoofddorp, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door RWE verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

RWE Offshore Wind Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.



## INHOUD

|                                                                         | blz. |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 Doelstelling en achtergrond van het initiatief .....                  | 1.1  |
| 1.1 Duurzame energiebeleid – wind offshore .....                        | 1.1  |
| 1.2 Wbr-vergunning .....                                                | 1.3  |
| 1.3 Initiatief offshore windturbinepark Tromp Binnen.....               | 1.3  |
| 1.4 RWE .....                                                           | 1.4  |
| 1.5 Gegevens van de aanvrager .....                                     | 1.5  |
| 1.6 Leeswijzer .....                                                    | 1.5  |
| 2 Aard en ontwerp van de installatie .....                              | 2.1  |
| 2.1 Initiatief Tromp Binnen .....                                       | 2.1  |
| 2.2 Locatiekeuze .....                                                  | 2.2  |
| 2.3 Ligging .....                                                       | 2.4  |
| 2.4 Fysieke karakteristieken omgeving Tromp Binnen .....                | 2.5  |
| 2.4.1 Waterdiepte.....                                                  | 2.5  |
| 2.4.2 Getijden en getijdenstroming.....                                 | 2.6  |
| 2.4.3 Golfklimaat.....                                                  | 2.7  |
| 2.4.4 Zeebodemgeologie .....                                            | 2.7  |
| 2.4.5 Morfologie .....                                                  | 2.11 |
| 2.4.6 Windaanbod.....                                                   | 2.12 |
| 2.5 Windturbinepark met REpower 5M windturbines .....                   | 2.13 |
| 2.5.1 Certificering installatie REpower 5M op GBS fundering.....        | 2.14 |
| 2.5.2 REpower 5M windturbines .....                                     | 2.15 |
| 2.5.3 Fundering REpower 5M .....                                        | 2.21 |
| 2.5.4 Interne parkbekabeling.....                                       | 2.22 |
| 2.6 Transformatorstation .....                                          | 2.23 |
| 2.7 Netaansluiting .....                                                | 2.25 |
| 2.7.1 Kabelroute .....                                                  | 2.25 |
| 3 Oprichtings- en constructieplan .....                                 | 3.1  |
| 3.1 Inleiding .....                                                     | 3.1  |
| 3.2 Globale planning .....                                              | 3.3  |
| 3.3 Ontwikkeling.....                                                   | 3.3  |
| 3.4 Ontwerp .....                                                       | 3.4  |
| 3.4.1 Ontwerpbasis - meteorologische en hydrografische onderzoeken..... | 3.4  |
| 3.4.2 Ontwerpbasis - geofysische en geotechnische onderzoeken .....     | 3.4  |
| 3.4.3 Ontwerpbasis - turbinetype en karakteristieken.....               | 3.6  |



|       |                                                                                       |      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3.4.4 | Gedetailleerd ontwerp - definitieve lay-out van het windturbinepark .....             | 3.6  |
| 3.4.5 | Gedetailleerd ontwerp - definitief ontwerp van funderingen en erosiebescherming ..... | 3.6  |
| 3.4.6 | Gedetailleerd ontwerp - definitieve kabeltracés .....                                 | 3.7  |
| 3.4.7 | Gedetailleerd ontwerp .....                                                           | 3.7  |
| 3.4.8 | Certificering van het gedetailleerd ontwerp .....                                     | 3.7  |
| 3.5   | Constructie en installatie .....                                                      | 3.8  |
| 3.6   | REpower 5M windturbines op GBS funderingen .....                                      | 3.9  |
| 3.6.1 | Tijdsplanning .....                                                                   | 3.9  |
| 3.6.2 | Productie .....                                                                       | 3.9  |
| 3.6.3 | Transport .....                                                                       | 3.11 |
| 3.6.4 | Installatie .....                                                                     | 3.13 |
| 3.7   | Elektrische infrastructuur .....                                                      | 3.18 |
| 3.7.1 | Offshore elektriciteitskabels .....                                                   | 3.18 |
| 3.7.2 | Interne windturbinepark bekabeling .....                                              | 3.23 |
| 3.7.3 | Transformatorstation .....                                                            | 3.23 |
| 3.8   | Installatievaartuigen .....                                                           | 3.24 |
| 3.9   | Inbedrijfstelling van het hele windturbinepark .....                                  | 3.27 |
| 3.10  | Beheer .....                                                                          | 3.27 |
| 3.11  | Verwijdering .....                                                                    | 3.27 |
| 4     | Onderhoudsplan .....                                                                  | 4.1  |
| 4.1   | Inleiding .....                                                                       | 4.1  |
| 4.2   | Toegangsprocedure voor onderhoudsschepen tijdens exploitatiefase .....                | 4.1  |
| 4.3   | Inzet van onderhoudsmaterieel en mankracht .....                                      | 4.2  |
| 4.3.1 | Onderzoeksschepen .....                                                               | 4.3  |
| 4.3.2 | Stortschepen .....                                                                    | 4.3  |
| 4.3.3 | Service- en bevoorradingsschepen .....                                                | 4.4  |
| 4.3.4 | Hefschepen .....                                                                      | 4.4  |
| 4.3.5 | Hotelschip .....                                                                      | 4.5  |
| 4.3.6 | Onderhoudspersoneel .....                                                             | 4.5  |
| 4.4   | Regulier onderhoud .....                                                              | 4.6  |
| 4.4.1 | Windturbines .....                                                                    | 4.6  |
| 4.4.2 | Gravity Based Structure fundering .....                                               | 4.9  |
| 4.4.3 | Transformatorstation .....                                                            | 4.10 |
| 4.4.4 | Kabels .....                                                                          | 4.11 |
| 4.4.5 | Verlichting en signalering .....                                                      | 4.11 |
| 4.5   | Niet regulier onderhoud (reparaties) .....                                            | 4.12 |
| 4.5.1 | Windturbines .....                                                                    | 4.12 |

|       |                                                                               |      |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.5.2 | Transformatorstation .....                                                    | 4.17 |
| 4.5.3 | Kabels .....                                                                  | 4.17 |
| 4.5.4 | Verlichting en signalering .....                                              | 4.18 |
| 4.6   | Wijze van rapportage van uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden .....            | 4.18 |
| 4.7   | Veiligheid, Gezondheid & Milieu: Health Safety and Environment .....          | 4.19 |
| 4.7.1 | Beleid en doel HSE .....                                                      | 4.19 |
| 4.7.2 | Organisatie .....                                                             | 4.20 |
| 4.7.3 | Personeel en Training .....                                                   | 4.20 |
| 4.7.4 | Persoonlijke uitrusting .....                                                 | 4.21 |
| 4.7.5 | Risico-inventarisatie en evaluatie .....                                      | 4.21 |
| 4.7.6 | Inspectie en Rapportage .....                                                 | 4.21 |
| 4.7.7 | Health, Safety and Environment risico's windturbinepark Tromp Binnen .....    | 4.22 |
| 5     | Verlichtingsplan .....                                                        | 5.1  |
| 5.1   | Inleiding .....                                                               | 5.1  |
| 5.2   | IALA Richtlijn .....                                                          | 5.1  |
| 5.3   | Richtlijnen Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) .....                       | 5.1  |
| 5.4   | Navigatieverlichting .....                                                    | 5.2  |
| 5.5   | Luchtvaartverlichting .....                                                   | 5.4  |
| 5.6   | Kleurstelling en markering .....                                              | 5.4  |
| 5.7   | Geluidssignalen (mishoorns) en radarreflectoren .....                         | 5.5  |
| 5.8   | Oplaadbare batterij .....                                                     | 5.6  |
| 5.9   | Obstakelmarkering tijdens de aanleg- en verwijderingsfase .....               | 5.7  |
| 6     | Calamiteitenplan .....                                                        | 6.1  |
| 6.1   | Inleiding .....                                                               | 6.1  |
| 6.2   | Project informatie .....                                                      | 6.1  |
| 6.3   | Calamiteiten .....                                                            | 6.2  |
| 6.3.1 | Calamiteiten tijdens aanlegfase en gebruiksfase van het windturbinepark ..... | 6.3  |
| 6.3.2 | Personeel en training .....                                                   | 6.3  |
| 6.3.3 | Mogelijke calamiteiten .....                                                  | 6.4  |
| 7     | Verwijderingsplan .....                                                       | 7.1  |
| 7.1   | Inleiding .....                                                               | 7.1  |
| 7.2   | Te verwijderen onderdelen .....                                               | 7.1  |
| 7.3   | Vorbereiding .....                                                            | 7.2  |
| 7.4   | Inpeiling GBS locaties ten behoeve van eventuele aanzanding .....             | 7.3  |
| 7.5   | Verwijdering windturbines .....                                               | 7.3  |
| 7.6   | Verwijdering transformatorplatform .....                                      | 7.4  |



|       |                                                                     |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.7   | Verwijdering funderingen.....                                       | 7.5 |
| 7.7.1 | Baggeren ten behoeve van vrijleggen fundatieplaat (optioneel) ..... | 7.5 |
| 7.7.2 | Verwijderen zandvulling GBS/afkoppelen kabels .....                 | 7.5 |
| 7.7.3 | Liften GBS en transport naar locatie voor afbraak.....              | 7.5 |
| 7.7.4 | Opvullen resterende funderingskuil met zand.....                    | 7.6 |
| 7.8   | Verwijdering bekabeling .....                                       | 7.6 |
| 7.9   | Erosiebescherming .....                                             | 7.7 |
| 7.10  | Opleveringscontrole .....                                           | 7.7 |

## Bijlagen

|                |                                                                   |               |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Bijlage MER    | Milieu-effectrapport Tromp Binnen                                 |               |
| Bijlage B2.1   | Tromp Binnen Coördinaten Windturbinepark Windturbines Kabeltracés |               |
| Bijlage B3.1   | Tromp Binnen Design Basis                                         | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B3.2.1 | Conceptual Design of GBS                                          | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B3.2.2 | Tekening 002                                                      | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B3.2.3 | Tekening REpower 5M op GBS                                        | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B3.3.1 | Transformator station                                             | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B3.3.2 | Transformatorstation Tekening 004, 005, 007-011                   | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B3.4   | DNV-Certificaat Conceptual Design                                 | VERTROUWELIJK |
| Bijlage B4.1   | HSE policy RWE                                                    |               |
| Bijlage B4.2   | HSE RWE guidelines                                                |               |



## VERKLARENDE LIJST VAN BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

|                       |                                                                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AIS                   | Automatic Identification System                                                                                                               |
| ALARA                 | As Low As Reasonable Achievable                                                                                                               |
| Annulus               | luchtspleet                                                                                                                                   |
| ARBO-wet              | Arbidsomstandighedenwet                                                                                                                       |
| Ashoogte              | De hoogte van de as van de turbine boven gemiddeld zeeniveau                                                                                  |
| Bentoniet             | Natrium kleisoort                                                                                                                             |
| Benuttingsgraad       | Verhouding tussen vollasturen en het aantal uren in een jaar (8760) of verhouding tussen gemiddeld opgewekt vermogen en het nominaal vermogen |
| Bladneus              | De voorrand van het blad                                                                                                                      |
| Bladverstelmechanisme | Mechanisme om de bladen van de windturbine te draaien                                                                                         |
| BOS-level             | Bottom of Steel                                                                                                                               |
| Candela               | Standaardeenheid van lichtsterkte                                                                                                             |
| CARB                  | Toroïdaal rollager                                                                                                                            |
| CFC                   | Carbon Fiber                                                                                                                                  |
| CIGRÉ                 | Conseil International des Grands Réseaux Electriques (International Council on Large Electric Systems)                                        |
| Clearways             | Obstakelvrije scheepvaartverbindingen tussen de internationaal vastgestelde verkeersscheidingssstelsels                                       |
| CMS                   | Conditie Monitoring Systeem                                                                                                                   |
| Conceptual design     | Ontwerp op conceptueel niveau                                                                                                                 |
| CPT                   | Cone Penetration Test                                                                                                                         |
| Crossing agreements   | Afspraken tussen eigenaren van kabels en leidingen die elkaar kruisen                                                                         |
| Cut-in windsnelheid   | Windsnelheid waarbij windturbines opstarten                                                                                                   |
| Design basis          | Ontwerp basis: de set van omgevingsgegevens waarop het ontwerp van de installatie wordt gebaseerd.                                            |
| Detailed design       | Gedetailleerd ontwerp                                                                                                                         |
| DGTL                  | Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart                                                                                                  |
| Dichtste bolstapeling | Hexagonale pakking                                                                                                                            |
| DNV                   | Det Norske Veritas, certificeringsinstituut                                                                                                   |
| ECN                   | Energieonderzoek Centrum Nederland.                                                                                                           |
| Echolood              | Toestel om diepte door middel van teruggekaatste geluidsgolven te bepalen                                                                     |



|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EEZ                     | Exclusieve Economische Zone                                                                                                                                                                                                                                                     |
| EHBO                    | Eerste Hulp bij Ongelukken                                                                                                                                                                                                                                                      |
| EPR                     | Etheen Propeen Rubber                                                                                                                                                                                                                                                           |
| EZ                      | Ministerie van Economische Zaken                                                                                                                                                                                                                                                |
| Flens                   | Platte rand aan twee mastdelen om deze met behulp van bouten en moeren aan elkaar vast te maken                                                                                                                                                                                 |
| GBS-fundering           | Fundering met Gravity Based Structure                                                                                                                                                                                                                                           |
| Gedetailleerd Ontwerp   | gedetailleerde gegevens, ontwerpschema's en specificaties die zijn gebaseerd op de ontwerpbasis.                                                                                                                                                                                |
| Geomorfologie           | Beschrijving en verklaring van de vormen aan het aardoppervlak                                                                                                                                                                                                                  |
| Gestuurde boring        | Boortechneik voor leidinglengtes van meer dan 20 meter                                                                                                                                                                                                                          |
| GFC                     | glasfiber composieten                                                                                                                                                                                                                                                           |
| GLLWS                   | Gemiddeld laagste waterstand tijdens springtij (is ongeveer gelijk aan LAT). Als gevolg van internationale standaardisatie wordt er sinds medio 2006 overgegaan naar het reductievlak Lowest Astronomical Tide (LAT) Gemiddeld zijn de verschillen tussen GLLWS en LAT 2 à 5 dm |
| Gravity based structure | Fundering van beton of van een staalconstructie die met stenen, zand of water wordt gevuld                                                                                                                                                                                      |
| Grout                   | Cement                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| HAT                     | Highest Astronomical Tide                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Hexagonale pakking      | Zeskant in de vorm van een honingraat                                                                                                                                                                                                                                           |
| Holoceen                | Geologische tijdvak: van 11.000 jaar geleden tot nu                                                                                                                                                                                                                             |
| HSE                     | Health, safety and environment (Veiligheid, gezondheid en milieu)                                                                                                                                                                                                               |
| Hydraulica              | Waterloopkunde                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| IALA                    | International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities                                                                                                                                                                                               |
| IMO                     | International Maritime Organization                                                                                                                                                                                                                                             |
| IVW                     | Inspectie Verkeer en Waterstaat                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Jack-up                 | Platform of vaartuig dat zich uit het water kan heffen                                                                                                                                                                                                                          |
| Jet trencher            | Kabellegger                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Jetting                 | Inspuiten van water onder hoge druk                                                                                                                                                                                                                                             |
| J-tubes                 | Buizen waardoor de kabels van/naar de turbines lopen                                                                                                                                                                                                                            |
| Kabeluntwist            | Losdraaien van de kabels                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                         |                                                                                                                 |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kathodische bescherming | Methode van corrosiebestrijding die berust op het principe van potentiaalverlaging van het te beschermen object |
| Krui-mechanisme         | Mechanisme om rotorbladen in de juiste richting te draaien                                                      |
| LAT-zeeniveau           | Lowest Astronomical Tide (is gelijk aan MSL – 1m)                                                               |
| LVNL                    | Luchtverkeersleiding Nederland                                                                                  |
| m.e.r.                  | Milieueffectrapportage                                                                                          |
| MER                     | Milieueffectrapport                                                                                             |
| MOB                     | Man Over Boord                                                                                                  |
| modulaire gondel        | Gondel die bestaat uit verschillende onderdelen                                                                 |
| Monopaal                | Een enkele paal                                                                                                 |
| MSL                     | Mean Sea Level (is gelijk aan NAP)                                                                              |
| MW                      | Megawatt                                                                                                        |
| NAP                     | Normaal Amsterdams Peil                                                                                         |
| Offshore                | Gepositioneerd in zee, op afstand van de kust                                                                   |
| ORGA                    | Bedrijf gespecialiseerd in aeronautical aids to navigation electrical equipment                                 |
| OSPAR verdrag           | Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic                              |
| OWEZ                    | Offshore Windpark Egmond aan Zee                                                                                |
| Pleistoceen             | Geologisch tijdvak                                                                                              |
| Pn                      | Overgang tussen p-type en n-type materiaal                                                                      |
| Ponton                  | Drijvend platform                                                                                               |
| Powercurve              | Grafiek die energie-opbrengst van een windturbine geeft als functie van de windsnelheid                         |
| RMA                     | Radio Medisch Advies                                                                                            |
| ROV                     | Remote operating Vehicle                                                                                        |
| RWS                     | Rijkswaterstaat                                                                                                 |
| SAR                     | Search and Rescue                                                                                               |
| SCADA                   | Supervisory Control And Data Acquisition                                                                        |
| SDE                     | Stimuleringsregeling Duurzame energieproductie                                                                  |
| Semi jack-up            | Vaartuig dat zich deels uit het water kan heffen                                                                |
| SEV                     | Structuurschema elektriciteitsvoorziening                                                                       |
| SOLAS                   | Safety Of Life At Sea, een Internationaal Verdrag voor de beveiliging voor mensenlevens op zee                  |
| Splash zone             | Zone op de windturbine waar golven kunnen komen                                                                 |
| SPUR                    | Met vaste overbrengingstrap                                                                                     |

Transitiestuk  
Trenchen, trench jetting

upending tool

V&W

Vaanstand

VCA

VGM

VTs

Wbr

Windatlas

Zandbank

Verbinding tussen monopaal en turbinetoren  
Spuitechniek voor sleuven ten behoeve van kabelaan-  
leg

Gereedschap om monopalen overeind te zetten

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Remstand van de bladen

VGM Checklist Aannemers

Veiligheid, gezondheid en milieu

Vessel Traffic Service

Wet beheer rijkswaterstaatswerken

Kaart met ruimtelijke verdeling van windsnelheid en  
windrichting

Ophoping van zand op de bodem van een zee





## 1 DOELSTELLING EN ACHTERGROND VAN HET INITIATIEF

### 1.1 Duurzame energiebeleid – wind offshore

De voorraden van fossiele energiebronnen zijn niet oneindig, al is dat slechts één van de redenen waarom er naar alternatieven wordt gezocht voor de mondiale energievoorziening. Vrijwel alle wereldbeelden en energiescenario's tonen een belangrijke positie van duurzame energie op de middellange en lange termijn. Dat kan alleen worden bereikt met een krachtige groei in het gebruik van duurzame energiebronnen.

#### **Nota Ruimte**

Het kabinet voert een actief beleid gericht op bevordering van duurzame energie, waaronder windenergie, om de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen te beperken en de uitstoot van kooldioxide (CO<sub>2</sub>) terug te dringen. Het kabinet streeft ernaar 6.000 MW windenergie op de Noordzee in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) te hebben gerealiseerd in 2020. In de Nota Ruimte 2006 is zelfs vastgelegd, dat realisatie van windturbineparken tot 6.000 MW in de EEZ "geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang".<sup>1</sup>

#### **Energierapport; Innovatieagenda Energie**

Ook recente kabinetsstukken – waaronder het Energierapport 2008<sup>2</sup> en de Innovatieagenda Energie<sup>3</sup> – bevestigen het belang van windenergie op de Noordzee bij het realiseren van de duurzame energiedoelstellingen, het vergroten van de voorzieningszekerheid en de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Gekwantificeerd houden deze doelstellingen in dat het aandeel hernieuwbare energie oploopt naar 20% van de totale energieconsumptie in 2020 ten opzichte van 2% tot 3% nu en dat de uitstoot van broeikasgassen in 2020 met 30% is gereduceerd ten opzichte van 1990.

---

<sup>1</sup> Ministeries van VROM, LNV, V&W en EZ. Nota Ruimte, deel 4, 2006, p. 167.

<sup>2</sup> Ministerie van Economische Zaken, juni 2008.

<sup>3</sup> Ministerie van Economische Zaken, juli 2008, bijlage bij kamerstuk 31530, nr. 1.

### **Werkprogramma Schoon en Zuinig**

Aangezien nog niet alle milieuschade in de prijs voor conventionele energie wordt doorberekend, is duurzaam opgewekte energie duurder dan conventionele energie. Hoeveel duurder is onder meer afhankelijk van de brandstofprijzen, de prijs van emissierechten en de gebruikte technologie. Om de eerdergenoemde doelstelling van 20% hernieuwbare energie van de totale energieconsumptie in 2020 te halen, is het noodzakelijk om tijdelijk de onrendabele top voor hernieuwbare energie te vergoeden. Dit geldt ook voor windenergie op zee. In dat kader heeft het kabinet zich verplicht om nog deze kabinetsperiode 450 MW van de beoogde 6.000 MW aan windenergie op zee te vergunnen en te subsidiëren.<sup>4</sup>

### **Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee**

De wijze waarop het kabinet aan dit voornemen uitwerking geeft, is vastgelegd in een draaiboek.<sup>5</sup> Hierin staan de te volgen stappen in het vergunningentraject tot en met het afgeven van de uiteindelijke subsidiebeschikking.

Om de ambities van het Kabinet te kunnen realiseren zal de huidige aanpak voor windturbineparken aangepast dienen te worden.<sup>6</sup> De minister staat voor de lange termijn een stelsel voor ogen waarbij specifieke kavels uit aangewezen windwinningsgebieden stap voor stap (periodiek) worden opengesteld. Momenteel richt de overheid zich in het kader van de zogeheten '2e ronde' (na het Prinses Amaliawindpark (voorheen Q7 genaamd) en het Offshore Windturbinepark Egmond aan Zee (OWEZ)) op de realisatie van nog eens tenminste 450 MW aan windenergie op zee. Committering van deze 450 MW op de Noordzee betekent een aangegane verplichting in de vorm van een vergunning én in de vorm van een subsidiebeschikking. Tot een nader te bepalen tijdstip worden geen Wbr-vergunningen meer verleend voor de oprichting van windturbineparken in zee. In de overgangsperiode, tot de inwerkingsperiode van het nieuwe stelsel, geldt daarop als uitzondering dat Wbr-vergunningsaanvragen voor windturbineparken op zee ingediend voor 28 februari 2009, nog wel in behandeling worden genomen.

---

<sup>4</sup> Ministerie van VROM et al., werkprogramma Nieuwe energie voor het klimaat van het project Schoon en Zuinig, september 2007.

<sup>5</sup> Draaiboek committering van 450 MW windenergie op de Noordzee, definitieve versie, juni 2008, bijlage bij Kamerstuk 31209, nr. 35.

<sup>6</sup> V&W, kamerbrief 4 april 2008.



## 1.2 Wbr-vergunning

De Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) is van toepassing bij het plaatsen van windturbines in, langs of bij rijkswaterstaatswerken zoals wegen en waterkeringen. Deze wet is ook van toepassing binnen de territoriale zee en de EEZ.

Voor het oprichten en in stand houden van een offshore windturbinepark, inclusief het transformatorstation en de bijbehorende kabels, is daarom een vergunning nodig op grond van deze wet. De "Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve economische zone" zijn 29 december 2004 in de Staatscourant gepubliceerd.<sup>7</sup> De beleidsregels zijn sinds 31 december 2004 van kracht. Daarmee is het eerdere moratorium op vergunningverlening voor windturbines op zee opgeheven. 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). Het MER is als bijlage bij deze vergunningaanvraag opgenomen.

## 1.3 Initiatief offshore windturbinepark Tromp Binnen

RWE Offshore Wind Nederland B.V. (RWE), een 100% RWE Innogy GmbH dochter, vraagt vergunning aan voor de bouw, exploitatie en verwijdering van het offshore windturbinepark Tromp Binnen. RWE vraagt vergunning aan voor een windturbinepark dat bestaat uit 59 windturbines van 5,0 MW. Meer informatie over het windturbinepark is opgenomen in hoofdstuk 2 Aard en Ontwerp van de installatie. De motivering kan ook in dat hoofdstuk worden gevonden.

Behalve de windturbines maken ook het transformatorstation van het windturbinepark, de kabels tussen de windturbines en de twee 150kV-kabels naar de kust, onderdeel uit van de vergunningaanvraag.

RWE heeft het voornemen het eerste deel van windturbinepark Tromp Binnen in 2011 operationeel te hebben, zodat dan al de eerste stroom kan worden geleverd. Wanneer Rijkswaterstaat de Wbr-vergunning verleent, kan windturbinepark Tromp Binnen binnen 3 jaar worden gebouwd. Het windturbinepark heeft een levensduur van 20 jaar. Na beëindiging van de exploitatie zal het windturbinepark, conform de resolutie 1989 van de International

---

<sup>7</sup> "Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) op installaties in de exclusieve economische zone", 29 december 2004, Staatscourant nr. 252, pagina 19.

Maritime Organisation (IMO) en het OSPAR-verdrag<sup>8</sup>, verwijderd worden. Hierbij zal RWE zich houden aan de op dat moment geldende regelgeving aangaande de verwijdering van windturbineparken.

#### 1.4 RWE

RWE is een van de vijf grootste energiebedrijven in Europa. Windenergie (onshore en offshore), biomassa en waterkracht zijn op dit moment de drie belangrijkste duurzame energiebronnen binnen RWE. RWE heeft momenteel een duurzame energieportfolio met een capaciteit van 1.100 MW en heeft nog eens 200 MW in ontwikkeling. De windturbineparken en biomassacentrales van RWE liggen voornamelijk in het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Spanje en Frankrijk. Het doel van RWE is om het totale duurzame vermogen vóór 2012 te verdrievoudigen en 10.000 MW duurzaam vermogen te bedrijven in 2020. Mede om deze reden wil RWE ongeveer 1 miljard euro per jaar investeren in duurzame energie, en dan met name in offshore windturbineparken. Doel van RWE is om 2.000 MW aan offshore windturbineparken te realiseren in Nederland. Op dit moment heeft RWE in het Verenigd Koninkrijk een offshore windturbinepark in gebruik, North Hoyle (60 MW), en is een ander windturbinepark in aanbouw, Rhyl Flats van 90 MW. Andere grote windturbineparken in het Verenigd Koninkrijk (Gwynt y Môr, 750 MW) en in Duitsland (Innogy Nordsee 1, 960 MW) zijn momenteel in ontwikkeling. Met deze ervaringen kan RWE een waardevolle bijdrage leveren aan de ontwikkeling van offshore windenergie in Nederland.

---

<sup>8</sup> OSPAR verdrag, Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Convention for the protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), 22 september 1992.



## 1.5 Gegevens van de aanvrager

|                      |                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Aanvrager            | RWE Offshore Wind Nederland B.V.                             |
| Contactpersoon       | Dhr. B. Oberink                                              |
| Functie              | Project Manager Strategy                                     |
| Bezoekadres          | Diamantlaan 15 Hoofddorp                                     |
| Correspondentieadres | Postbus 90                                                   |
| Postcode en plaats   | 2130 AB Hoofddorp                                            |
| Telefoon overdag     | 023 – 569 14 17                                              |
| Faxnummer            | 023 – 569 14 14                                              |
| E-mail adres         | <a href="mailto:Bart.Oberink@rwe.nl">Bart.Oberink@rwe.nl</a> |

## 1.6 Leeswijzer

In Artikel 4 van de 'Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve economische zone' staat beschreven aan welke vereisten een vergunningaanvraag voor een installatie op zee moet voldoen. In de volgende tabel staat vermeld op welke plaats in deze Wbr-aanvraag de betreffende informatie te vinden is:

Tabel 1.1 Wbr vereisten

| Artikel 4 | Wbr-vereisten                                                        | Locatie Wbr-aanvraag                 |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1.a       | Coördinaten buitengrens van de installatie                           | Wbr hoofdstuk 2                      |
| 1.b       | Aard en ontwerp van de installatie                                   | Wbr hoofdstuk 2                      |
| 1.c       | Nut en noodzaak van de installatie                                   | MER                                  |
| 1.d       | Gevolgen voor rechtmatig gebruik van de zee door derden              | MER                                  |
| 1.e       | Gevolgen voor het milieu                                             | MER                                  |
| 1.f       | Oprichtings- en constructieplan                                      | Wbr hoofdstuk 3                      |
| 1.g       | Onderhoudsplan                                                       | Wbr hoofdstuk 4                      |
| 1.h       | Veiligheidsplan                                                      | MER                                  |
| 1.i       | Verlichtingsplan                                                     | Wbr hoofdstuk 5                      |
| 1.j       | Calamiteitenplan                                                     | Wbr hoofdstuk 6                      |
| 1.k       | Beoogde gebruiksduur                                                 | Wbr hoofdstuk 7                      |
| 1.l       | Verwijderingsplan                                                    | Wbr hoofdstuk 7                      |
|           | Coördinaten van het initiatief                                       | Wbr bijlage B2.1                     |
|           | Ontwerpbasis                                                         | Wbr bijlage B3.1                     |
|           | Ontwerpdocumenten windturbine-installaties                           | Wbr bijlage B3.2.1, B3.2.2 en B3.2.3 |
|           | Ontwerpdocumenten transformatorstation                               | Wbr bijlage B3.3.1 en B3.3.2         |
|           | Certificaat ontwerp windturbine installaties en transformatorstation | Wbr bijlage B3.4                     |





## 2 AARD EN ONTWERP VAN DE INSTALLATIE

### 2.1 Initiatief Tromp Binnen

RWE heeft het voornemen een offshore windturbinepark, met de daarbij noodzakelijke elektrische infrastructuur (binnen en buiten het windturbinepark), in het Nederlandse deel van de EEZ te realiseren. Het windturbinepark Tromp Binnen ligt op ongeveer 75 km van IJmuiden (zie). Dit voornemen omvat de aanleg, exploitatie en na de beëindiging van het gebruik, de verwijdering van het windturbinepark en bijbehorende onderdelen.

De coördinaten van het windturbinepark, de windturbines en de kabelroute zijn te vinden in bijlage B2.1.

Voor deze vergunningaanvraag vraagt RWE vergunning aan voor een windturbinepark waarbij een 5,0 MW windturbine van het type REpower 5M gebruikt wordt op een Gravity Based Structure (GBS). 59 Windturbines worden binnen de grenzen van het windturbinepark geplaatst. Het totale geïnstalleerde vermogen van het windturbinepark bedraagt daarmee 295 MW.

In Tabel 2.1 zijn de hoofdkenmerken van het windturbinepark gegeven. In paragraaf 2.5 wordt het initiatief met REpower 5M windturbines op Gravity Based Structures verder uitgewerkt.

Tabel 2.1 Hoofdkenmerken windturbinepark Tromp Binnen

| Hoofdkenmerken               | windturbinepark Tromp Binnen       |
|------------------------------|------------------------------------|
| Turbine type                 | REpower 5M                         |
| Aantal turbines              | 59                                 |
| Rotordiameter                | 126 m                              |
| Ashoogte                     | 89 m boven NAP (MSL <sup>9</sup> ) |
| Totaal vermogen              | 295 MW                             |
| Opstelling                   | Hoge dichtheid                     |
| Locatie transformatorstation | Midden park                        |

Behalve de windturbines maken ook het transformatorstation van het windturbinepark, de kabels tussen de windturbines onderling en de twee 150kV-kabels naar de kust onderdeel uit van de vergunningaanvraag. Het transformatorstation is midden in het park gesitueerd en

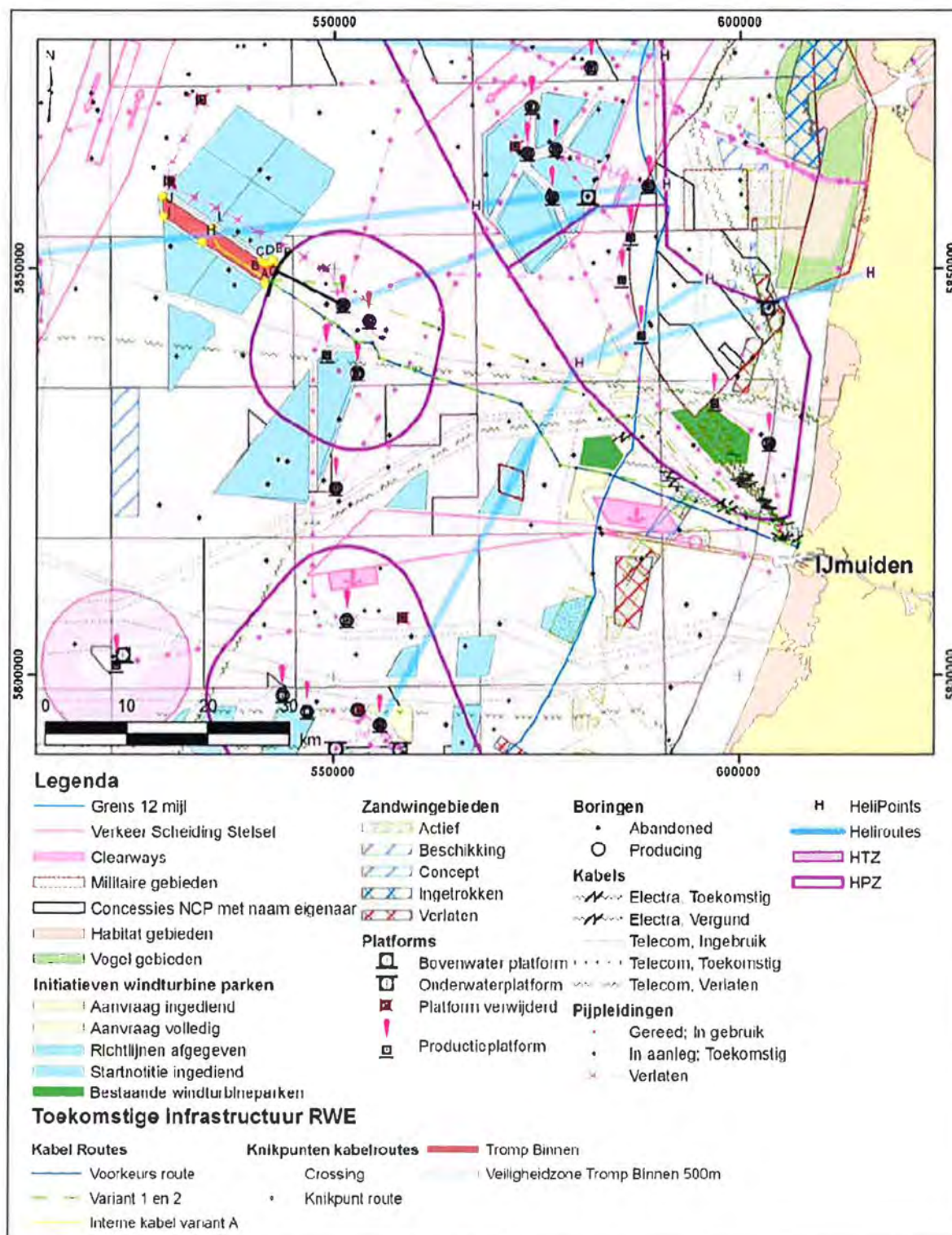
<sup>9</sup> Mean Sea Level

van daaruit wordt de stroom getransporteerd via 2 kabels van 150 kV naar het aanlandpunt in Velsen-Noord. RWE heeft het voornemen de eerste helft van windturbinepark Tromp Binnen in 2011 operationeel te hebben, de tweede helft volgt in 2012.

## 2.2 Locatiekeuze

RWE heeft een locatiestudie verricht om te bepalen wat de geschikte locaties zijn voor de ontwikkeling van een offshore windturbinepark. Het offshore windturbinepark moet voldoen aan de eisen van RWE en aan de eisen van Rijkswaterstaat om de benodigde Wbr-vergunning te verkrijgen. Op basis van de geldende uitgangspunten, randvoorwaarden en eisen is gekozen voor de locatie Tromp Binnen, op een afstand van 75 kilometer voor de kust ter hoogte van IJmuiden. Het windturbinepark heeft een oppervlakte van ongeveer 33 km<sup>2</sup>. De locatiekeuze is verder uitgewerkt in het MER, hoofdstuk 2.





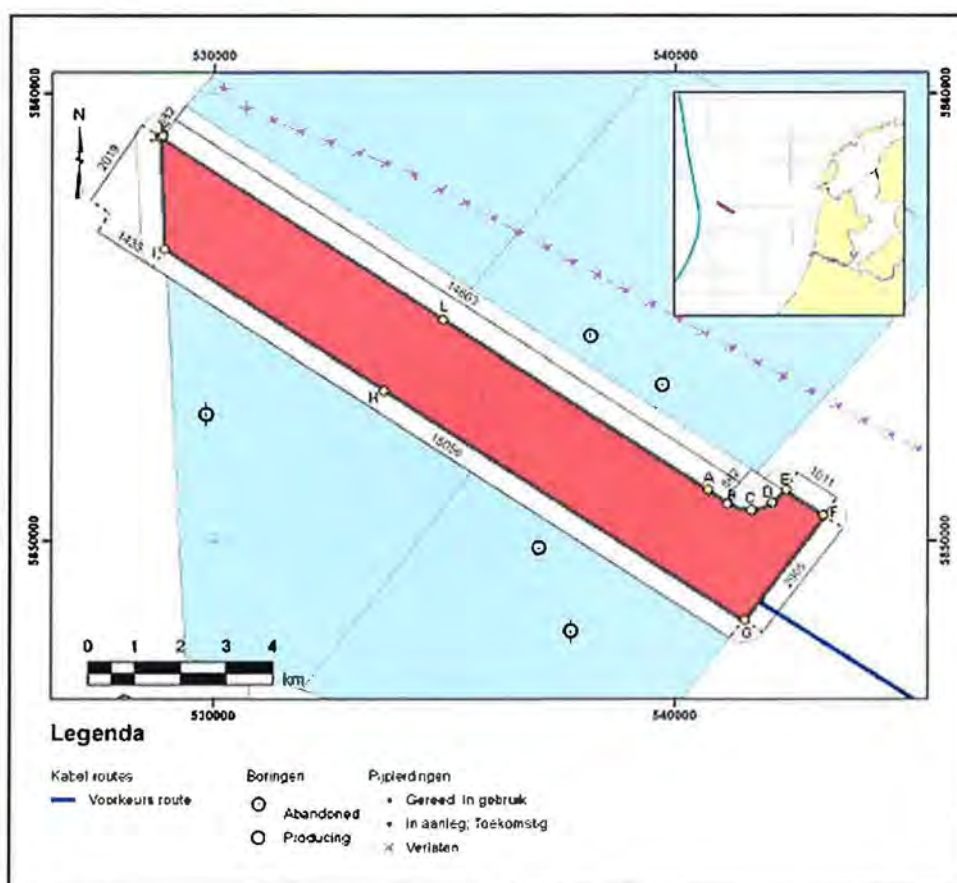
Figuur 2.1 Locatie Tromp Binnen (in rood)



Figuur 2.1 geeft een overzicht van de ligging van het windturbinepark Tromp Binnen (in rood). De kaart laat ook andere initiatieven en de bestaande infrastructuur zien.

## 2.3 Ligging

Het offshore Windturbinepark Tromp Binnen ligt in de blokken P2 en P5 van het territoriale deel van de Noordzee. De hoekpunten van de locatie zijn opgenomen in onderstaande figuur. Deze hoekpunten zijn exclusief de veiligheidszone van 500 meter rondom het windturbinepark.



Figuur 2.2 Hoekpunten Tromp Binnen

Tabel 2.2 Begrenzing locatie offshore windturbinepark Tromp Binnen

| Coördinaten | ED50 (meters), UTM 31 |            | WGS84 (graden), UTM 31 |              |
|-------------|-----------------------|------------|------------------------|--------------|
|             | Easting               | Northing   | Noorderbreedte         | Oosterlengte |
| A           | 541076.31             | 5850925.97 | 52.8046694             | 3.6079583    |
| B           | 541402.34             | 5850750.83 | 52.8030703             | 3.6127722    |
| C           | 541771.51             | 5850724.86 | 52.8028083             | 3.6182447    |
| D           | 542118.84             | 5850852.64 | 52.8039300             | 3.6234128    |
| E           | 542383.18             | 5851111.66 | 52.8062378             | 3.6273672    |
| F           | 543226.32             | 5850553.99 | 52.8011581             | 3.6398003    |
| G           | 541484.42             | 5848228.99 | 52.7803947             | 3.6136706    |
| H           | 533731.89             | 5853359.33 | 52.8270519             | 3.4992672    |
| I           | 528926.52             | 5856534.12 | 52.8558697             | 3.4282311    |
| J           | 528803.56             | 5858957.71 | 52.8776628             | 3.4266186    |
| K           | 528842.72             | 5859010.07 | 52.8781314             | 3.4272053    |
| L           | 535006.52             | 5854936.14 | 52.8411453             | 3.5183528    |

## 2.4 Fysieke karakteristieken omgeving Tromp Binnen

De geomorfologie is van belang voor de keuze en het ontwerp van de fundering. Door Fugro<sup>10</sup> en Deltares<sup>11</sup> zijn uitgebreide studies uitgevoerd naar de geomorfologie ter hoogte van windturbinepark Tromp Binnen. Het uitgebreide resultaat van de effecten van het windturbinepark op geomorfologie en hydraulica zijn opgenomen in hoofdstuk 5 van het MER.

### 2.4.1 Waterdiepte

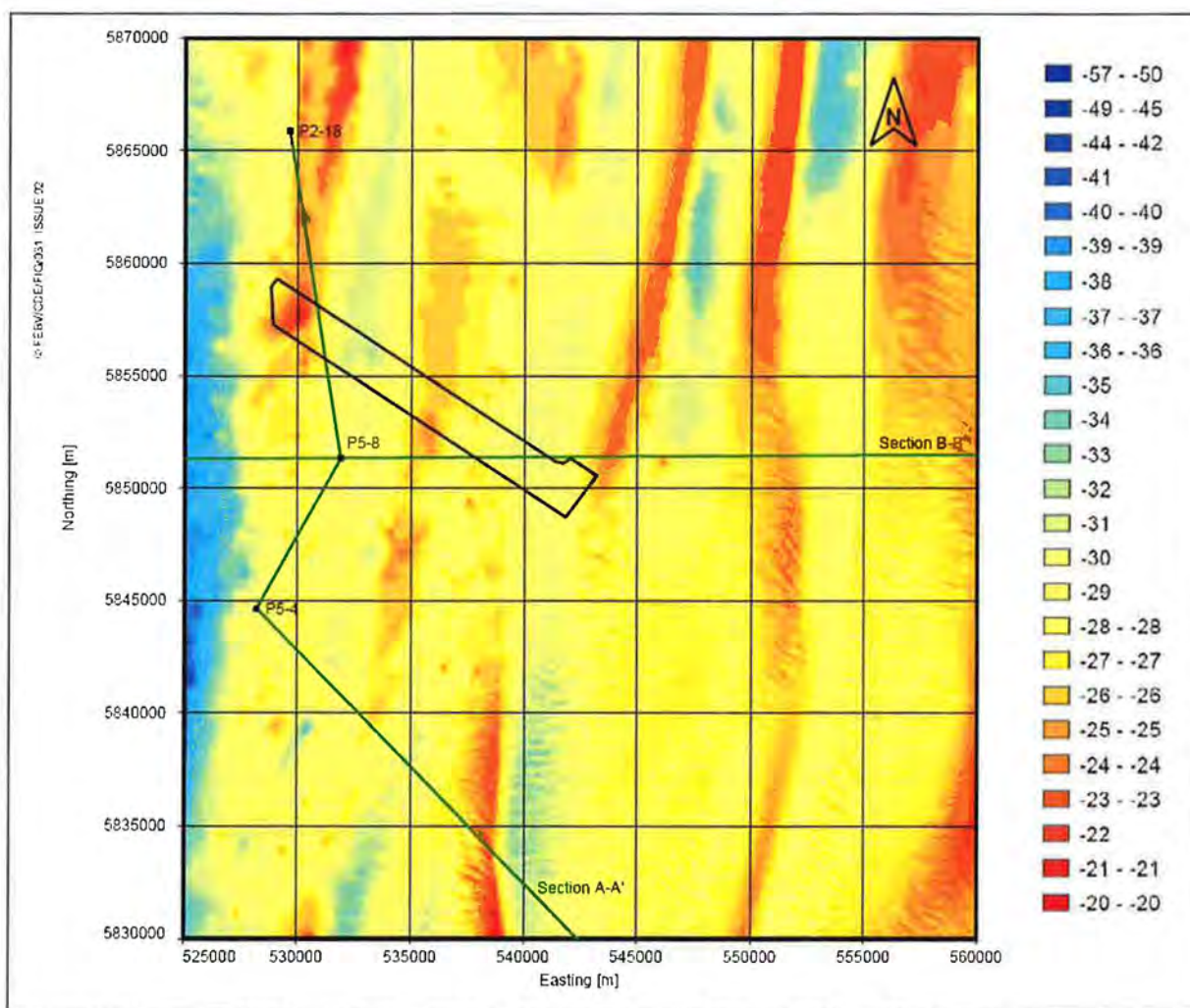
De waterdiepte op de locatie Tromp Binnen varieert van 20 tot 33 meter beneden GLLWS<sup>12</sup> (de gemiddelde laagste waterstand tijdens springtij). Langs de kabelroutes neemt de waterdiepte geleidelijk af tot 0 meter beneden GLLWS bij het aanlandingspunt.

<sup>10</sup> Fugro, Geotechnical report, assessment of soil conditions windfarm Tromp Binnen Dutch sector North Sea, Juni 2008.

<sup>11</sup> Deltares, Effecten op geomorfologie en hydraulica, augustus 2008.

<sup>12</sup> Gemiddeld laagste waterstand tijdens springtij. Als gevolg van internationale standaardisatie wordt er sinds medio 2006 overgegaan naar het reductievlak Lowest Astronomical Tide (LAT). LAT is aangehouden bij het ontwerpen van de installaties.





Figuur 2.3 Waterdiepte windturbinepark Tromp Binnen (Bron: Deltares)

#### 2.4.2 Getijden en getijdenstroming

De waterbeweging op het Nederlands continentaal plat is het resultaat van een samenspel tussen getijbeweging en golven. De waterbeweging varieert in ruimte en tijd en zorgt daarmee voor een variabele opwoeling, transport en depositie van zand en slib.

De maximale waterstand gedurende springtij ligt in het windturbinepark op 0,84 meter boven NAP (MSL)<sup>13</sup> en de minimale waterstand bedraagt dan 0,76 meter beneden NAP. Naar de kust toe neemt de maximale waterstand toe tot 1,25 meter boven NAP en de minimale waterstand af tot 1,00 meter beneden NAP.

<sup>13</sup> De engelse aanduiding voor NAP is MSL (Mean Sea Level).



De maximale getijdenstroming gedurende springtij is 0,94 m/s in het windturbinepark, en neemt langs de kabelroutes richting de kust af tot 0,85 m/s. Voor meer informatie over de waterstandvariatie en de snelheidsmagnitude op de locatie Tromp Binnen wordt verwezen naar het MER, hoofdstuk 5 Hydraulica en geomorfologie.

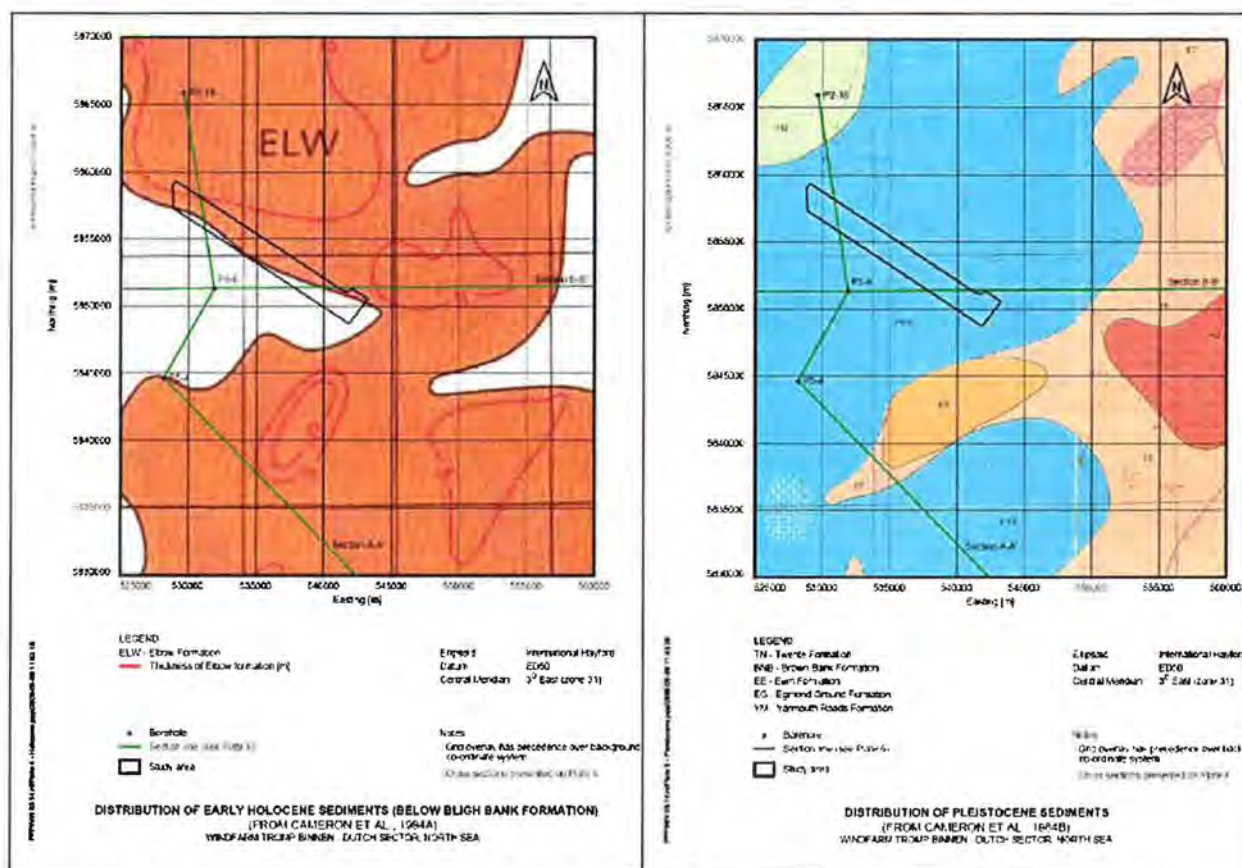
#### 2.4.3 **Golfklimaat**

Wind beïnvloedt niet alleen de getijbeweging, maar veroorzaakt ook golven. Het golfklimaat hangt dan ook nauw samen met het windklimaat (windrichting en snelheid). Gemiddeld bedraagt de significante golfhoogte in diep water voor het Nederlandse kustgebied zo'n 1 tot 1,5 meter en de gemiddelde golfperiode zo'n 4 tot 5 seconden. Onder stormcondities loopt deze significante golfhoogte in de Zuidelijke Noordzee op tot zo'n 6 meter en bedraagt de gemiddelde golfperiode om en nabij de 10 seconden.

#### 2.4.4 **Zeebodemgeologie**

De zeebodem bestaat uit een laag los tot medium compact zand met fijn tot middelgrove korrels. Dit is de Blich Bank Formatie. Deze laag ligt over het gehele plangebied. De dikte van deze laag varieert echter van 1 tot 3 meter. Daar waar zandbanken voorkomen kan de laagdikte groter zijn. De Blich Bank Formatie bestaat uit Pleistoceen rivier- en zeezand afkomstig van het meest zuidelijke deel van de Noordzee, verplaatst tijdens de Holocene transgressie. Dit zeezand is doorgaans iets meer grindhoudend.

Onder de Blich Bank Formatie ligt de Elbow Formatie, welke ook tot de Holocene toplaag behoort. De Elbow Formatie bestaat uit compact, zeer fijn slib- en kleiachtig zand afgewisseld met zachte kleilagen. Deze formatie is gebruikelijk in de Vlaamse baai, maar waarschijnlijk afwezig langs de zuidwestelijke grens van Tromp Binnen. De maximale dikte van deze laag is ongeveer 5 meter. De totale dikte van de Holocene laag (Blich Bank Formatie en Elbow Formatie) varieert op de locatie van windturbinepark Tromp Binnen tussen 1 en 5 meter dikte, maar kan plaatselijk een dikte van 20 meter bereiken.



Figuur 2.4 Holocene toplaag (links) en Pleistoceen (rechts)

Onder de Holocene laag ligt de Bruine Bank Formatie. Deze varieert in dikte van 3 tot 8 meter en bestaat uit stevige taaie klei met holtes en lagen fijn zand ertussen. Seismisch onderzoek toont aan dat er in de Bruine Bank Formatie indicaties van de aanwezigheid van gas zijn. In het noordwesten van de Tromp Binnen locatie kunnen op de Bruine Bank Formatie overblijfselen van de Twente Formatie aanwezig zijn. Geofysisch onderzoek duidt op een maximale dikte van 2 meter. Deze Twente Formatie bestaat uit een compacte laag fijn tot zeer fijn eolisch zand afgezet tijdens de Weichseliaanse ijstijd. Tijdens de Holocene transgressie zijn deze lagen verspreid, daarbij alleen nog enkele geïsoleerde plekken achterlatend.

Onder de Bruine Bank Formatie ligt de Eem Formatie die bestaat uit compact zand met fijne tot middelgrove korrels en resten van schelpen. Onder de Eem Formatie ligt de Egmond Ground Formatie die moeilijk te onderscheiden is van de laag erboven omdat deze laag ook uit zeezanden bestaat met fijn zand, maar met minder schelpresten, echter met tussenliggende kleilagen. De Eem Formatie is mogelijk niet egaal over het gebied van windturbinepark Tromp Binnen verspreid, vanwege erosie die naderhand op grote schaal



heeft plaatsgevonden. De totale dikte van de twee lagen samen (Eem en Egmond Ground Formatie) is minder dan 12 meter.

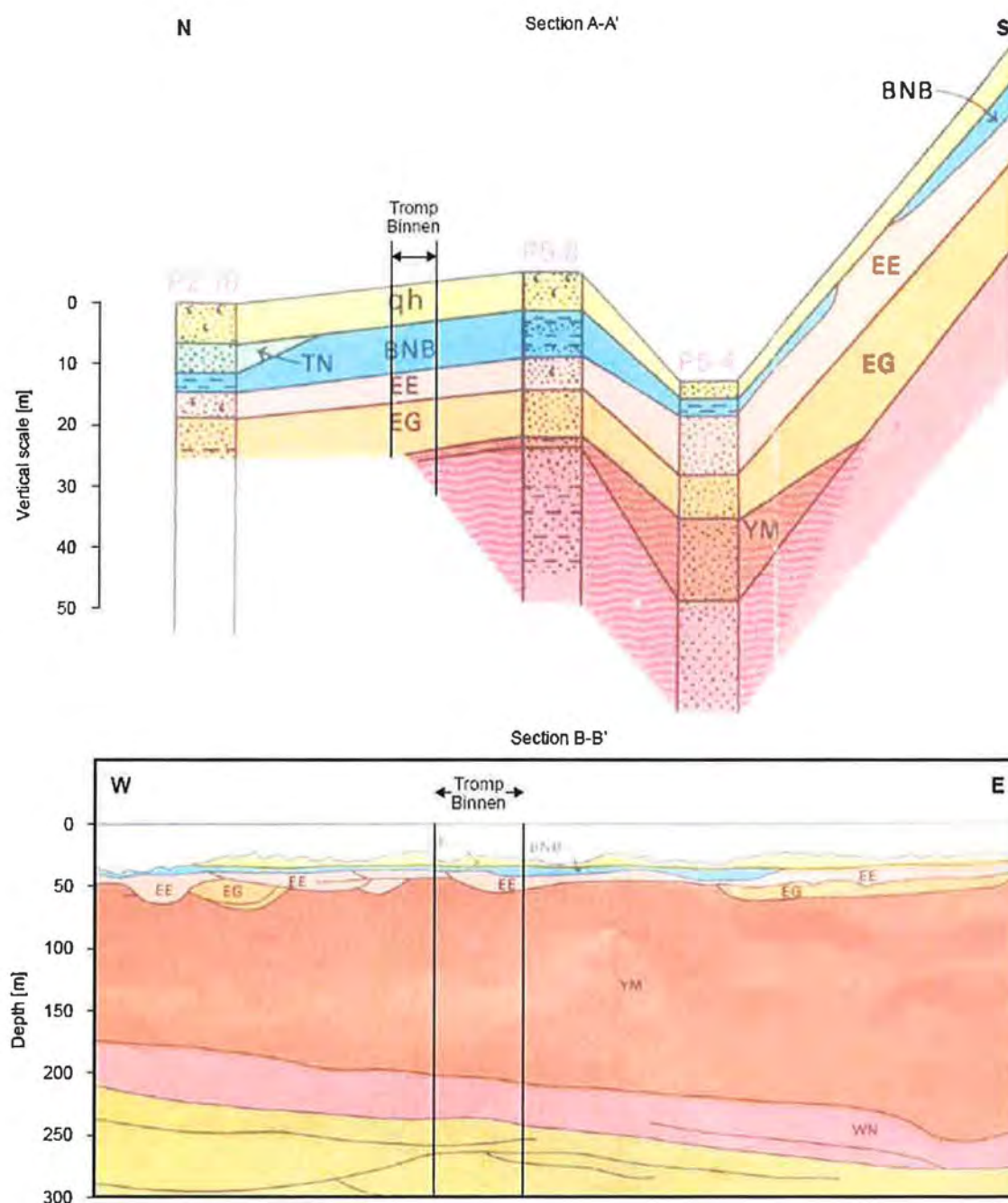
Het zeezand van de Eem en Egmond Ground Formaties ligt op een laag met fluviatiel zand van de Yarmouth Roads Formatie. De Yarmouth Roads Formatie bestaat uit gemiddeld compact tot compact zand met een fijne tot middelgrove korrelstructuur. In de zandlaag liggen lagen taaie klei. De formatie is opgebouwd uit een fluviatiele laag, met tussenlagen van delta-, getijde- en kustafzettingen. Deze afzettingen zijn gerelateerd aan het fluviatiele en deltaïsche milieu dat zich heeft uitgebreid over het hele zuidelijke deel van de Noordzee. De Yarmouth Roads Formatie is zo'n 150 meter dik ter hoogte van Tromp Binnen.

Samengevat bestaat de locatie van Tromp Binnen uit 3 geotechnische lagen (van boven naar beneden).

Tabel 2.3 Geotechnische lagen locatie Tromp Binnen

| Laag | Tijdperk    | Materiaal | Structuur                                         | Dikte       |
|------|-------------|-----------|---------------------------------------------------|-------------|
| 1    | Holoceen    | zand      | Los tot compact, fijn tot middelgrove korrels     | < 5 meter   |
| 2    | Pleistoceen | klei      | Stevig tot taai                                   | 3 – 8 meter |
| 3    | Pleistoceen | zand      | (Gemiddeld) compact, fijn tot middelgrove korrels | 150 meter   |





**LEGEND**

qh - Holocene sediments  
 TN - Twente Formation  
 BNB - Brown Bank Formation  
 EE - Eem Formation  
 EG - Egmond Ground Formation  
 YM - Yarmouth Roads Formation

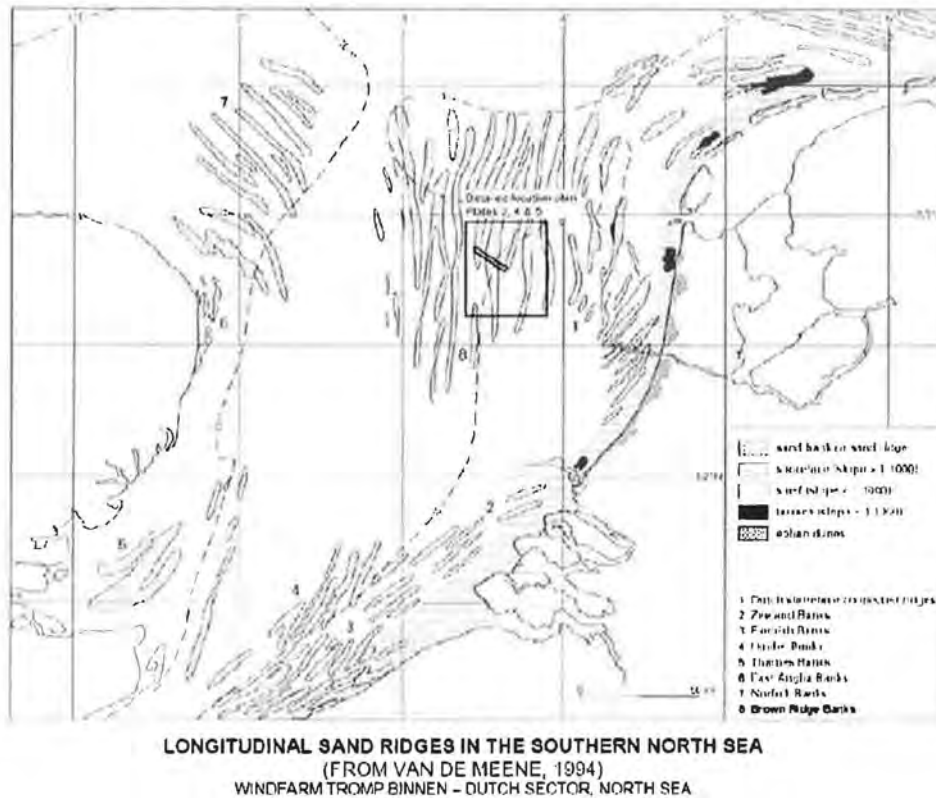
**Notes:**

- Horizontal distance not to scale  
 - Section lines presented on Plates 3, 4 & 5

Figuur 2.5 Geologische gelaagdheid locatie Tromp Binnen

## 2.4.5 Morfologie

Op de zeebodem van de Noordzee komen zandbanken, met hierop zandgolven en vervolgens mega ribbels voor die worden gevormd door waterstromen.

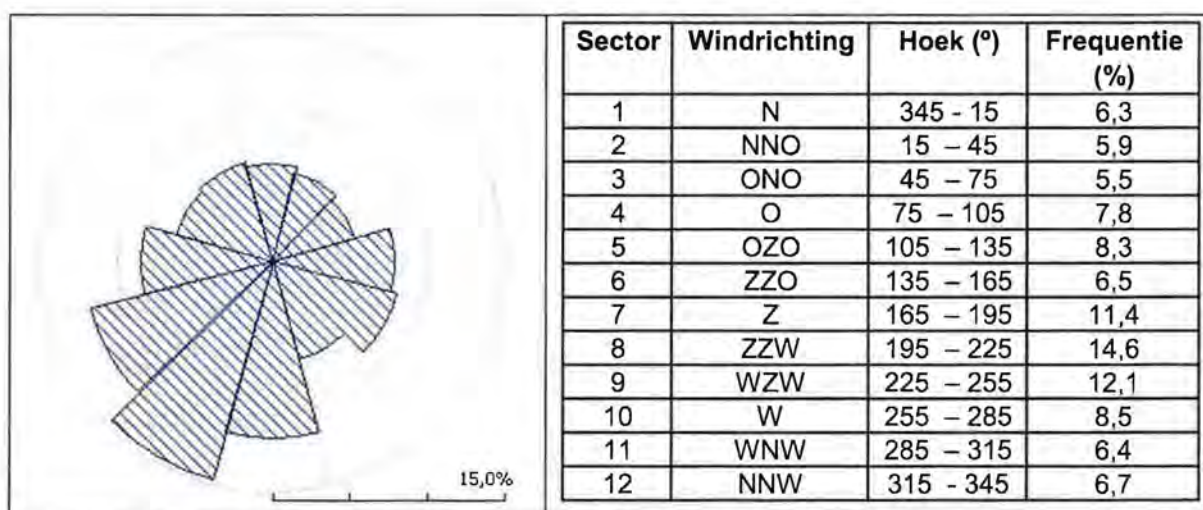


Figuur 2.6 Zandbanken

#### 2.4.6 Windaanbod

Het windaanbod voor Tromp Binnen is bepaald met behulp van de Noordzee windatlas<sup>14</sup>. De windatlas is gebaseerd op 3 jaar gegevensverwerking van een atmosferisch model van het KNMI. De gegevens zijn gecorreleerd met metingen.

De gemiddelde langjarige windsnelheid op de locatie van windturbinepark Tromp Binnen bedraagt op 89 meter hoogte 9,97 m/s.



Figuur 2.7 Windrichtingsverdeling op locatie Tromp Binnen

<sup>14</sup> ECN, Noordzee windatlas, 2004



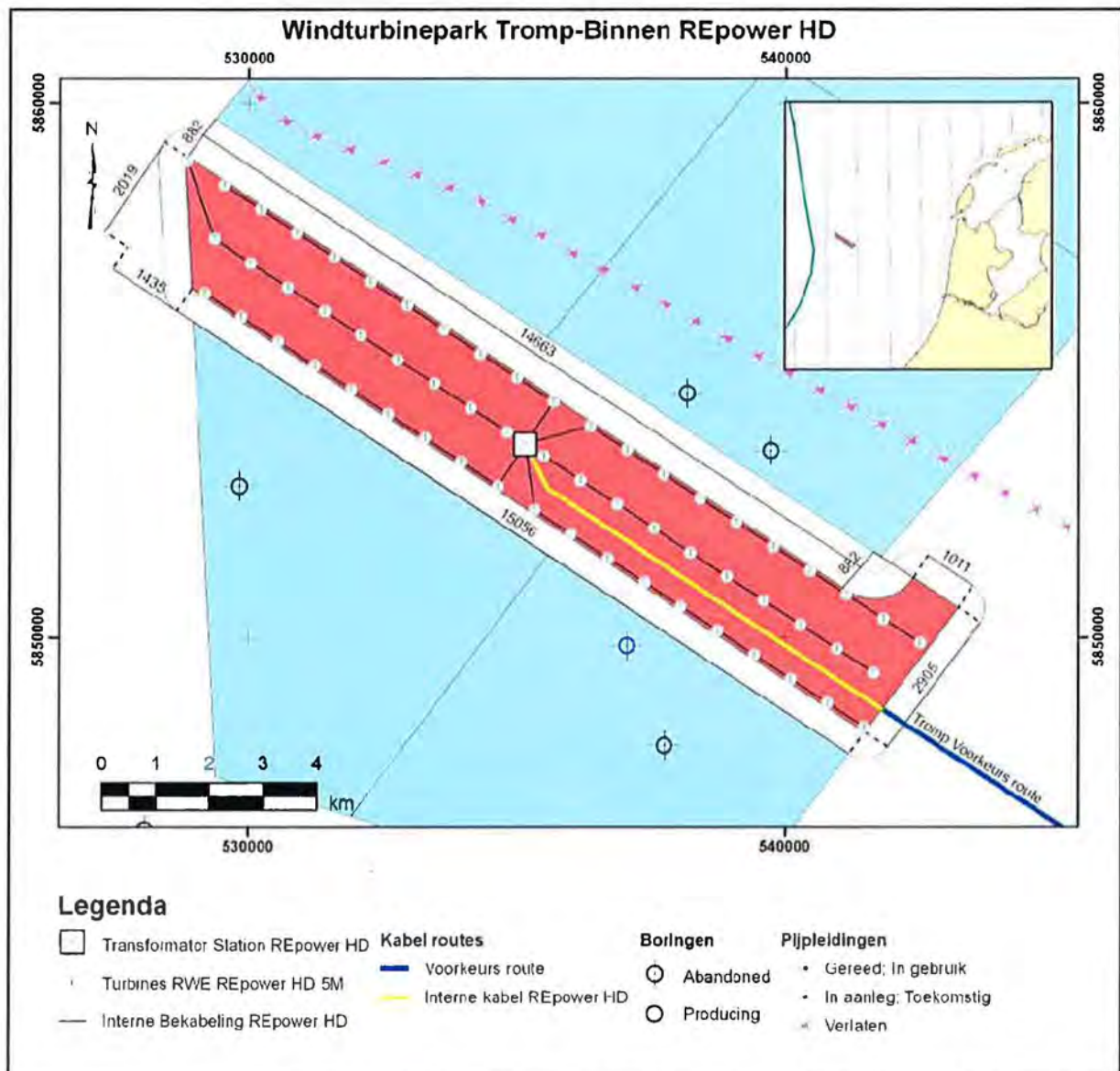
## 2.5 Windturbinepark met REpower 5M windturbines

Voor de invulling van de locatie Tromp Binnen is gekozen voor de dichtste bolstapeling, oftewel een hexagonale<sup>15</sup> pakking die nog verder geoptimaliseerd is door ECN om zo de hoogste energie-opbrengst te verkrijgen met invulling van REpower 5M windturbines. In deze lay-out, die bestaat uit 59 windturbines is de energie-opbrengst tezamen met de benuttingsgraad voor het gehele park binnen het beschikbare oppervlakte gemaximaliseerd. Het windturbinepark heeft in deze hoge dichtheid opstelling een vermogen van 295 MW en een dichtheid van 8,9 MW per km<sup>2</sup>. Voor deze inrichtingsvariant is gekozen omdat binnen het beschikbare oppervlakte met de REpower 5M windturbines de hoogste energie-opbrengst behaald kan worden bij de laagste energieopwekkosten. De energie-opbrengst van het windturbinepark bedraagt 1.032 GWh per jaar. De keuze voor deze lay-out is verder uitgewerkt in het MER hoofdstuk 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven.

De afstand tussen de turbines onderling bedraagt 820 meter en tussen de rijen 945 meter. Dit komt overeen met 6,5 maal de rotordiameter tussen de windturbines en 7,5 maal de rotordiameter tussen de rijen. Op deze manier wordt het gehele gebied gevuld en liggen de drie hoofdlijnen van het windturbinepark loodrecht op de meest voorkomende windrichting uit het zuidwesten. Ook is bij de lay-out rekening gehouden met het feit dat de windturbines niet buiten de grenzen van het gebied mogen draaien. De afstand tot de gebiedsgrens is daarom minimaal een halve rotordiameter; in dit geval minimaal 63 meter.

---

<sup>15</sup> zeskant in de vorm van een honingraat



Figuur 2.8 Windturbinepark Tromp Binnen met 59 turbines van het type REpower 5M (5,0 MW)

## 2.5.1 Certificering installatie REpower 5M op GBS fundering

NIRAS heeft op basis van:

- de turbine-ontwerpgegevens van de REpower 5M en
- de fysieke karakteristieken ("design basis", zie bijlage B3.1) zoals omschreven in paragraaf 2.4,



het *conceptual design* van de GBS-fundering voor de REpower 5M turbine gemaakt, welke door DNV als gehele installatie is gecertificeerd (zie bijlage B3.2 voor de ontwerpdocumenten van de windturbine installatie inclusief fundering).

Het certificaat is opgenomen in bijlage B3.4. Eventuele wijzigingen in de constructie, bijvoorbeeld naar aanleiding van nader onderzoek naar bodemgesteldheid, zullen te zijner tijd ook worden gecertificeerd, wanneer het definitieve ontwerp is gemaakt.

### 2.5.2 REpower 5M windturbines

Windturbinepark Tromp Binnen wordt gerealiseerd met bestaande, bewezen en gecertificeerde windturbines. Voor de locatie van Tromp Binnen is gekozen voor het turbintype REpower 5M. Deze REpower 5M windturbines zijn eerder toegepast in de offshore windturbineparken Beatrice (voor de kust van Schotland) en Thorntonbank (voor de kust van Oostende, België).

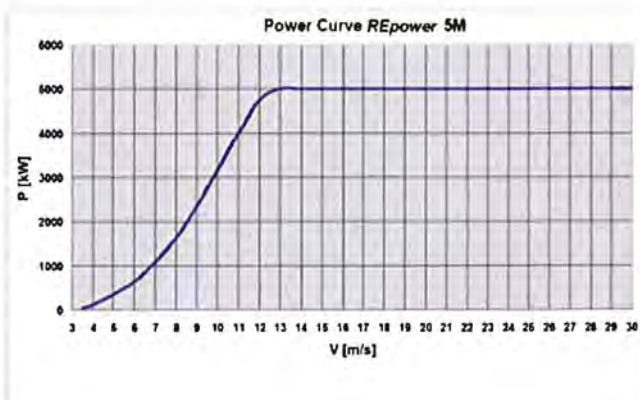


Figuur 2.9 REpower 5M

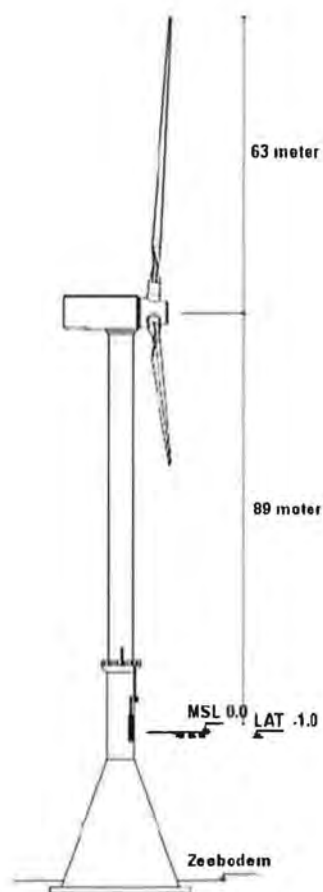
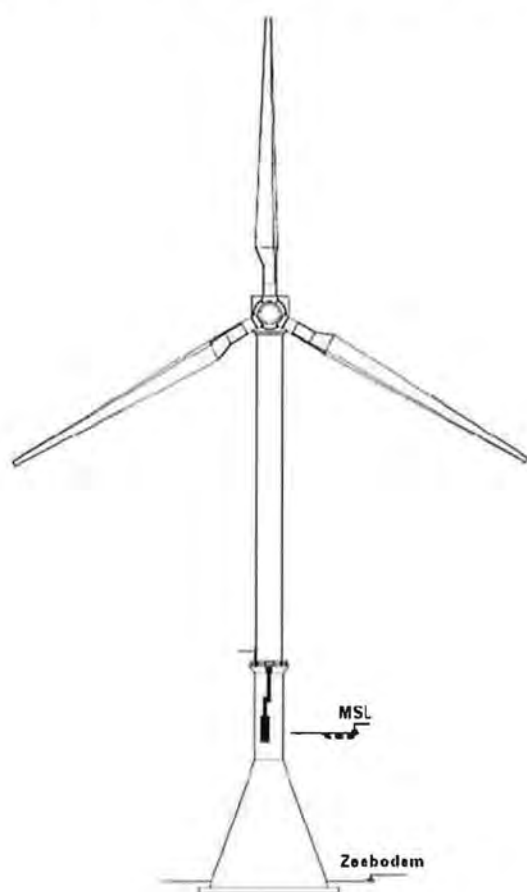
De windturbine start automatisch bij een cut-in windsnelheid van 3,5 m/s. Bij 13 m/s draait de windturbine op vol (nominaal) vermogen van 5,0 MW. Als de gemiddelde windsnelheid hoger wordt dan 30 m/s schakelt de turbine uit door middel van het in de vaanstand draaien van de bladen. Als de windsnelheid weer lager wordt dan 30 m/s start de turbine weer automatisch op. In Figuur 2.10 wordt het geproduceerde vermogen weergegeven bij een specifieke windsnelheid tussen 0 en 30 m/s.



| Wind speed<br>$v$ [m/s] | Power<br>$P$ [kW] |
|-------------------------|-------------------|
| 3.5                     | 53                |
| 4.0                     | 126               |
| 5.0                     | 352               |
| 6.0                     | 648               |
| 7.0                     | 1081              |
| 8.0                     | 1638              |
| 9.0                     | 2335              |
| 10.0                    | 3170              |
| 11.0                    | 4017              |
| 12.0                    | 4755              |
| 13.0                    | 5000              |
| 14.0 – 30.0 (25)        | 5000              |



Figuur 2.10 Powercurve REpower 5M



Figuur 2.11 Voor- en zijaanzicht van de REpower 5M windturbine op een Gravity Based Structure

### 2.5.2.1 Hoofdcomponenten windturbine

#### **Rotor**

De REpower 5M windturbine is een horizontale-as turbine en heeft drie bladen die haaks op de wind roteren. De windturbine heeft een rotordiameter van 126 meter en het rotoroppervlak bedraagt 12.469 m<sup>2</sup>. Het vermogen is geregeld door een bladverstelmechanisme. De bladen kunnen worden gedraaid met de bladneus van of naar de wind en op deze wijze kan het koppel begrensd worden. Tijdens normaal bedrijf kan de rotorsnelheid variëren van 6,9 tot 12,1 omwentelingen per minuut.

#### **Bladen**

De bladen hebben elk een lengte van 61,5 meter. De turbinebladen zijn gemaakt van carbon fiber (CFC) en glasfiber composieten (GFC) met epoxy. Ze zijn zo ontworpen dat ze extreme- en vermoeiingsbelastingen kunnen weerstaan. De bladen zijn met de bladverstellagers gemonteerd aan de naaf. De bladen kunnen ongeveer 90 graden gedraaid worden naar vaanstand. Elk blad heeft zijn eigen bladverstelmechanisme dat onafhankelijk van de andere geactiveerd kan worden. Het bladverstelmechanisme zorgt ervoor dat het vermogen van de windturbine wordt geoptimaliseerd tijdens bedrijf, maar ook dat tijdens stilstand de bladen naar vaanstand versteld kunnen worden om de belastingen te reduceren. De bladen zijn voorzien van een bliksemafleidingsysteem. De bladen zijn wit van kleur.

#### **Naaf**

De naaf is gemaakt van nodulair gietijzer en verbonden met de windturbinehoofdas.

#### **Hoofdas en lagers**

De hoofdas is gemaakt van staal en bevat een binnenbuis om de voeding en aansturing van de bladverstelmechanismen te verzorgen. Een van de hoofdlagers is een beweegbaar CARB lager en het andere lager een vast rollager met geoptimaliseerd lagerhuis. De lagers worden gedurende hun levensduur automatisch gesmeerd.

#### **Tandwielkast**

De tandwielkast zet de mechanische rotoenergie om van lage snelheid en hoog koppel naar elektrische energie met hoge snelheid en laag koppel. De tandwielkast bestaat uit 2 planetaire trappen en een dubbele spiraal SPUR transmissie. De koppeling tussen tandwielkast en generator is gemaakt van elastomeren voor efficiënte geluidsisolatie en om piekbelastingen in de versnellingsbak te compenseren.



De tandwielkast is voorzien van een hybride smeringsstelsel voor optimale smering tijdens normaal bedrijf en stilstand. Door optimaal gebruik van het oliekoelstelsel gecombineerd met warmtewisselaars is de temperatuur in de versnellingsbak laag. De kwaliteit van de olie is en blijft zeer goed dankzij een oliefilter met filtering tot 6 µm en een drievoudig filtersstelsel.

### **Generator**

De generator is een 6-polige asynchrone generator met een vermogen van maximaal 5.000 kW. De generator heeft een toerentalbereik van 670 - 1170 omwentelingen per minuut (+15% voor overtoerenbereik) en een rotorspanning van 660 V en een statorspanning van 950 V.

### **Remstelsel**

Het hydraulische remstelsel heeft meerdere remschijven.

### **Kruis-inrichting**

Het kruisen van de REpower 5M windturbine wordt bereikt met acht kruismotoren. Acht hydraulische remmen houden de gondel in de wind. Een elektronische sensor controleert de windrichting en zorgt voor automatische kabeluntwist.

### **Mast**

De REpower 5M windturbine heeft een stalen buismast. De mast heeft van binnen een trap en een lift en geeft direct toegang tot de kruis-inrichting en de gondel. De mast is uitgevoerd met verschillende platforms en elektrische verlichting. De mast heeft een witte coating.

### **SCADA**

De windturbines zijn voorzien van een SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) besturing- en monitoringssysteem. Dit systeem is op afstand uit te lezen, zodat gegevens over status van de windturbine en de windturbinecomponenten op elk moment voorhanden zijn. Op afstand heeft het SCADA-systeem beperkte besturingsmogelijkheden, waaronder de mogelijkheid om de windturbines op afstand te starten, te stoppen en te kruisen. Het systeem presenteert in elk geval elektrische en mechanische data, status bedrijf en foutmeldingen, meteorologische gegevens en gegevens over het net.

### **Conditie Monitoring Systeem (CMS)**

De windturbines in windturbinepark Tromp Binnen zijn voorzien van een Conditie Monitoring Systeem (CMS). Dit systeem monitort en analyseert hoogfrequente trillingen van de



belangrijkste componenten in de windturbine en vergelijkt deze resultaten met een referentieset. Resultaten, reviews, analyses, etc. kunnen via internet uitgelezen worden.

**Brandbeveiliging**

In de REpower 5M windturbines is een volledig automatisch brandbeveiligingssysteem geïnstalleerd. Dit systeem bestaat uit rookmelders en CO<sub>2</sub>-melders in de gondel, de mastvoet en de transformatorruimte. Bij brand treedt automatisch een blussysteem in werking zodat de belangrijke mechanische en elektrische componenten beschermd worden. In de turbine staan verschillende CO<sub>2</sub>- en poederblussers om brand in de mast en in de gondel te kunnen blussen.

### 2.5.2.2 Elektrische specificaties

In Tabel 2.4 worden de elektrische specificaties gegeven voor de REpower 5M windturbine.

Tabel 2.4 Elektrische specificaties REpower 5M

| Generator         |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| Type              | Asynchroon                           |
| Nominaal vermogen | 5.000 kW                             |
| Snelheid          | 670 – 1.170 omwentelingen per minuut |
| Nominale spanning | Rotor 660 V, Stator 950 V            |
| Nominale stroom   | 144 A                                |
| Frequentie        | 49,5 – 50,5 Hz                       |
| Bescherming       | IP 54                                |

| Grid eisen                                  |                                |
|---------------------------------------------|--------------------------------|
| Nominale grid frequentie                    | 50 Hz                          |
| Minimale spanning                           | 90% van nominaal               |
| Maximale spanning                           | 110% van nominaal              |
| Minimale frequentie                         | 94% van nominaal               |
| Maximale frequentie                         | 104% van nominaal              |
| Maximale stroom asym.                       | 5,4%                           |
| Max. 1 s. Short circuit level of switchgear | 20 kA (24 kV)/ 31,5 kA (36 kV) |
| Min. 1 s. Short circuit level of switchgear | 16 kA (24 kV) / 25 kA (36 kV)  |

| Transformator            |                                           |
|--------------------------|-------------------------------------------|
| Type                     | 3-winding, resin-encapsulated transformer |
| Nominaal vermogen        | 5.500 kVA                                 |
| Nominale spanning        | 20kV/ 33kV                                |
| Bescherming              | IP00 (behuizing IP44)                     |
| Transformator impedantie | 2 * 2,5%                                  |
| Vector groep             | Dyn 5 of Dyn 11                           |

### 2.5.2.3 Corrosiebescherming

Alle componenten van de windturbine zijn beschermd tegen corrosie. Meerdere lagen coating zijn aangebracht volgens DIN EN ISO 12944. Aangezien de windturbines offshore worden toegepast worden de buitenkantoppervlakken bedekt door een coating met de hoogste corrosiebescherming (C5-M). De binnenkantoppervlakken worden behandeld met een categorie C3 coating. De coating bestaat uit een grondlaag van zink, een tussen(grond)laag en een dek-coating. Alle elektrische componenten in de gondel zijn beschermd. Door middel van warmtewisselaars vindt ventilatie en koeling plaats van alle componenten. Bovendien kan er geen vochtige of zoute lucht in de gondel komen.

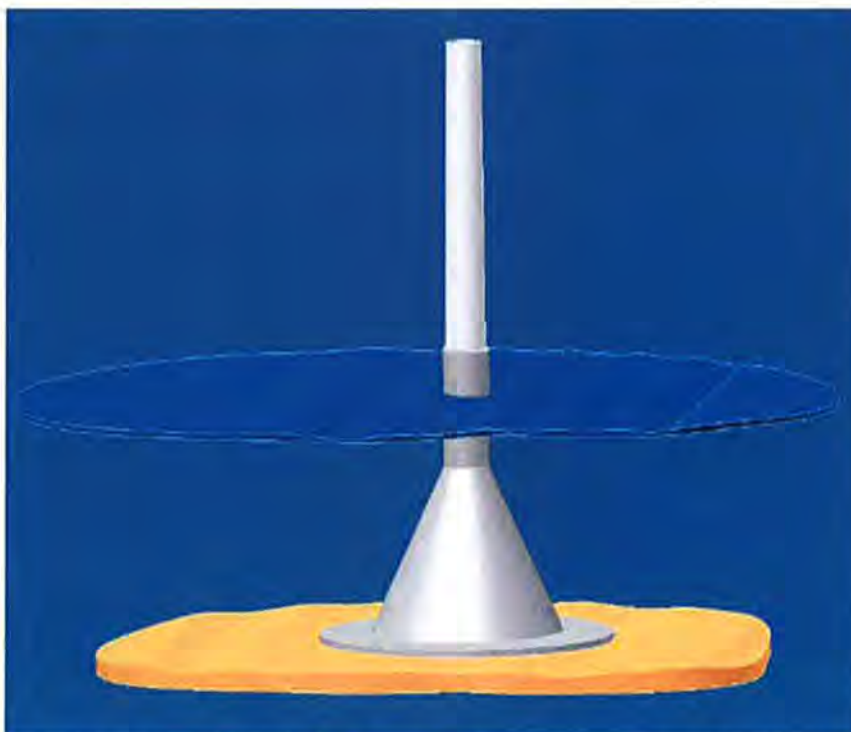
### 2.5.3 Fundering REpower 5M

De REpower 5M windturbine op offshore locatie Tromp Binnen heeft een kegelvormige GBS-fundering: Gravity Based Structure, zie Figuur 2.12. De keuze voor deze fundering is verder uitgewerkt in het MER, hoofdstuk 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven.

Het GBS funderingstype is geschikt voor plaatsing op een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. De fundatie bestaat uit een constructie van beton die met zand wordt gevuld. Voorafgaand aan de plaatsing van de constructie op de zeebodem wordt de zeebodem op de betreffende locatie klaargemaakt om de fundatie te kunnen neerzetten. Dit betekent dat zacht materiaal moet worden verwijderd. Dit kan worden uitgevoerd door baggerschepen die ook worden ingezet om havens van baggerslib te ontdoen. Vervolgens wordt een fundatiebed van rots/gravel aangelegd voor de stabiliteit van de GBS. Dit gebeurt met behulp van een stortschip. Als de zeebodem is aangepast kan de GBS-fundering worden geplaatst. Na de plaatsing van de GBS wordt erosiebescherming aangebracht.

In hoofdstuk 3 Oprichtings- en constructieplan wordt hier verder op ingegaan.





Figuur 2.12 Gravity Based Structure (bron: NIRAS, 2008)

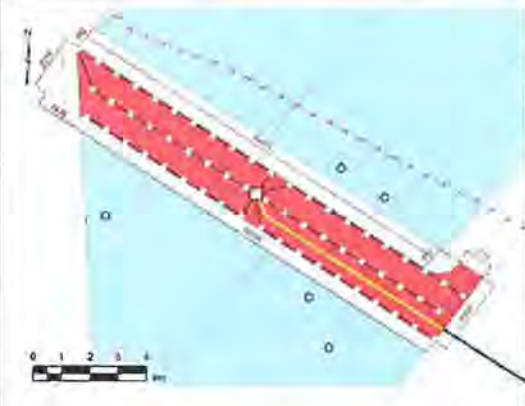
Tabel 2.5 Karakteristieken Gravity Based Structure met REpower 5M turbine

| Gravity Based Structure      | REpower 5M                            |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Diameter bodemplaat          | 31 meter                              |
| Hoogte bodemplaat            | 1,3 meter                             |
| Diameter 1 m boven waterlijn | 6,0 meter                             |
| Kegelhoogte                  | 29 meter                              |
| Gewicht                      | 4500 t beton en 5100 t ballast (zand) |
| Kathodische bescherming      | Aluminium of zink, 250 kilogram       |

#### 2.5.4 Interne parkbekabeling

Om de stroomlevering van de windturbines te regelen, worden de turbines met 32 kV kabels aangesloten op het transformatorstation in het midden van het park. De turbines worden niet elk met een eigen kabel verbonden, maar er worden zoveel mogelijk turbines per kabel verbonden. In de park lay-out met de REpower 5M turbines lopen er zes strengen kabel (deels dubbel uitgevoerd) vanuit het transformatorstation naar de windturbines.

Tabel 2.6 Ligging interne bekabeling, coördinaten transformatorstation en 150 kV-kabels

|  | ED50 (meter),<br>UTM 31 |          | WGS84 (graden),<br>UTM 31 |                  |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|---------------------------|------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                   | Easting                 | Northing | Noorder<br>breedte        | Ooster<br>lengte |                                             |
|                                                                                   | 535261                  | 5853554  | 52.829                    | 3.522            | Transformator en<br>start 150 kV-<br>kabels |
|                                                                                   | 535842                  | 5852604  | 52.820                    | 3.530            | Knik 150 kV-<br>kabels                      |
|                                                                                   | 541805                  | 5848657  | 52.784                    | 3.618            | Punt waar<br>150 kV-kabels<br>park verlaten |

Toegepaste kabel: EPR;  
geleideroppervlak van 240 mm<sup>2</sup>;  
Stromen: symmetrische stroomverdeling met een amplitude van 480A;  
Configuratie: hart op hart afstand van de geleiders in de kabel 44.3 mm,  
twee kabels, naast elkaar.

## 2.6 Transformatorstation

Om de door het windturbinepark opgewekte elektriciteit naar land te transporteren is gekozen voor een transformatie naar 150 kV AC. Transformatie van de opgewekte elektriciteit is nodig, omdat het spanningsniveau van de elektrische infrastructuur tussen de turbines te laag is om het vermogen op een efficiënte en rendabele manier naar land te kunnen transporteren.

Het transformatorstation bestaat kortweg uit twee gedeelten, te weten een ondersteuningsconstructie en een bovenbouw bestaande uit verschillende dekken, waarop de transformatoren, schakelapparatuur en beveiligingsapparatuur zijn geplaatst. Op het transformatorstation zijn mogelijk ook overnachtingsfaciliteiten aanwezig (zie bijlagen B3.3 voor ontwerpdocumenten). Het transformatorstation van Tromp Binnen zal worden uitgerust met 4 transformatoren van ieder 125 MVA. Er wordt gebruik gemaakt van oliegevulde transformatoren.



Figuur 2.13 Transformatorstation op GBS-fundering

Net als voor de windturbines zal ook voor het transformatorstation een GBS fundering als ondersteuningsconstructie worden gebruikt. Het ontwerp en de toepassing van deze fundering voor het transformatorstation is eveneens gecertificeerd door DNV (zie bijlage B3.4, "Certificaat Conceptual Design").



Tabel 2.7 Gegevens transformatorstation

| Transformatorstation                      |                                       |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| Indeling                                  | 2 lagen                               |
| Afmetingen 2 dekken                       | 27 bij 38 meter                       |
| Hoogte transformatorstation (incl. kraan) | 18 meter                              |
| Aantal transformatoren                    | 4 (van 125 MVA)                       |
| Type transformatoren                      | Oliegevuuld                           |
| Gewicht transformatoren                   | 650 ton                               |
| Hoogte boven waterlijn                    | 18 meter                              |
| Diameter 1 m boven waterlijn              | 6,0 meter                             |
| Gewicht ondersteuningsconstructie         | 4500 t beton en 5100 t ballast (zand) |
| Kathodische bescherming                   | Aluminium 250 kilogram                |

Het transformatorstation komt in het midden van het park. Dit is uit oogpunt van scheepvaartveiligheid, minimale energieverliezen en kabelkosten de meest optimale positie. De motivatie voor de situering van het transformatorstation is verder uitgewerkt in het MER hoofdstuk 3. Vanaf het transformatorstation lopen twee hoofdkabels van 150 kV naar de kust.

## 2.7 Netaansluiting

### 2.7.1 Kabelroute

Windturbinepark Tromp Binnen wordt onshore op het net aangesloten. In Figuur 2.14 is in blauw aangegeven welke route de kabels volgen. Dit is de kortste route vanaf transformatorstation naar de kust, waardoor de totale lengte van de kabels op 76 km komt. Vanaf het Prinses Amaliawindpark van E-concern en ENECO is de voorkeursroute aangepast om de minimale buffer van 500 meter met de elektrakabel te behouden.

Bochten in het tracé worden veroorzaakt door kruisingen met bestaande infrastructuur. Kabels en leidingen zijn gekruist onder een hoek van 60° tot 90°.

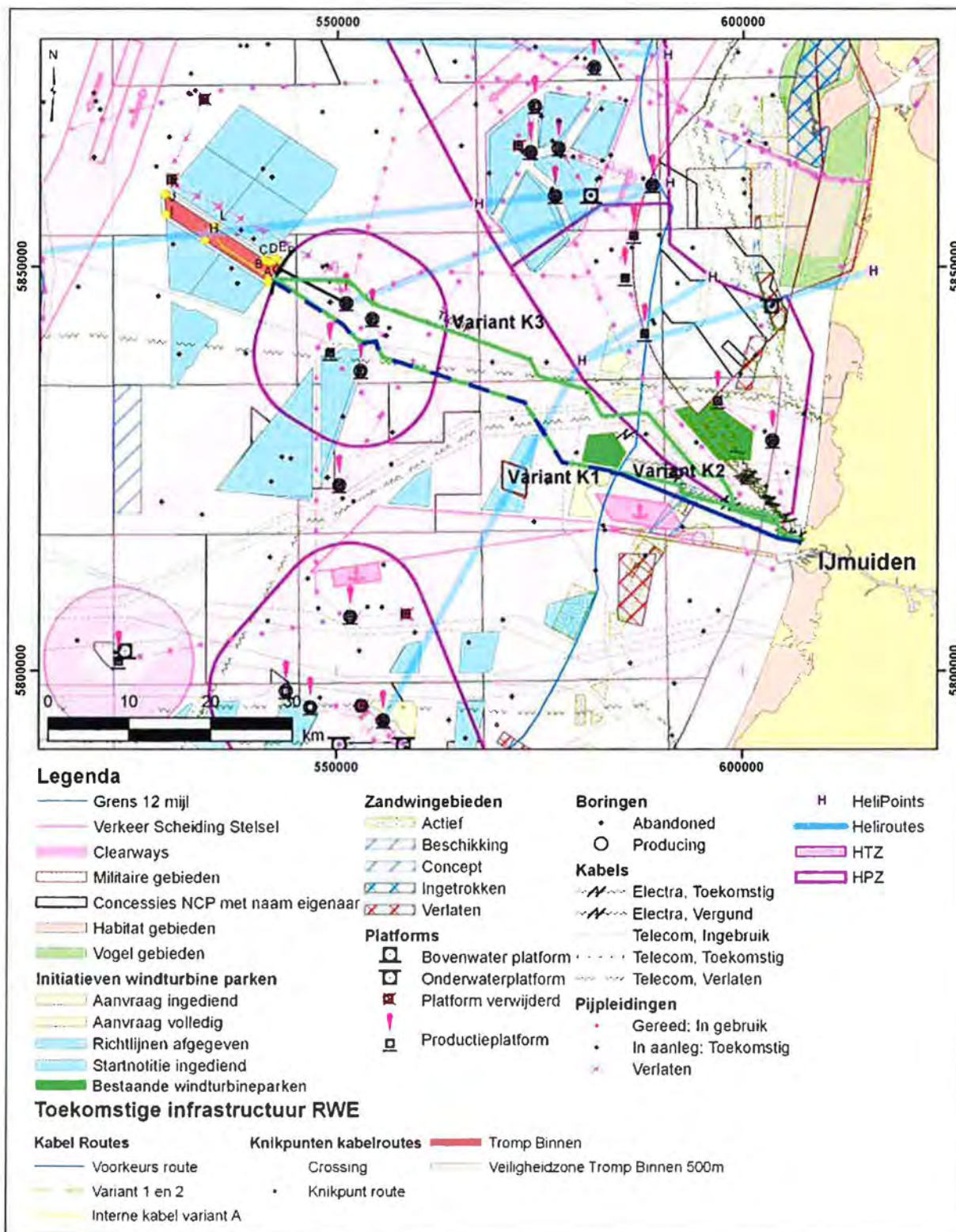


Tabel 2.8 Overzicht van de kabelroute en kruisingen

| Nr | ED50 UTM zone 31 |              | WGS84        |               | Beschrijving                                          |
|----|------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------------------------------------|
|    | Easting (m)      | Northing (m) | Latitude (°) | Longitude (°) |                                                       |
| 1  | 541805           | 5848657      | 52.7842214 N | 3.6184839 E   | Startpunt Tromp Binnen                                |
| 2  | 548929           | 5844000      | 52.7417544 N | 3.7234061 E   |                                                       |
| 3  | 549766           | 5843452      | 52.7367592 N | 3.7357200 E   | Crossing P12-SW to P6-A pijpleiding                   |
| 4  | 550603           | 5842905      | 52.7317622 N | 3.7480311 E   |                                                       |
| 5  | 551226           | 5842356      | 52.7267667 N | 3.7571619 E   |                                                       |
| 6  | 551989           | 5841683      | 52.7206414 N | 3.7683531 E   | Crossing P6-D to P6-B pijpleiding                     |
| 7  | 552750           | 5841010      | 52.7145244 N | 3.7795236 E   |                                                       |
| 8  | 553760           | 5840937      | 52.7137644 N | 3.7944506 E   | Crossing P6-S to P6-B pijpleiding                     |
| 9  | 554772           | 5840863      | 52.7130003 N | 3.8094194 E   |                                                       |
| 10 | 555143           | 5840086      | 52.7059764 N | 3.8147811 E   | Crossing UK - NL 14 Telecom Kabel                     |
| 11 | 555640           | 5839044      | 52.6965586 N | 3.8219672 E   |                                                       |
| 12 | 558189           | 5838156      | 52.6883094 N | 3.8595253 E   |                                                       |
| 13 | 559025           | 5837865      | 52.6856033 N | 3.8718303 E   | Crossing ABANDONED UK - NL 10 Telecom Kabel           |
| 14 | 559149           | 5837821      | 52.6852000 N | 3.8736636 E   | Crossing Q1-Helder to P9-Horizon pijpleiding          |
| 15 | 560109           | 5837487      | 52.6820892 N | 3.8877997 E   |                                                       |
| 16 | 562729           | 5836574      | 52.6735881 N | 3.9263808 E   |                                                       |
| 17 | 573119           | 5833331      | 52.6431347 N | 4.0792989 E   |                                                       |
| 18 | 573780           | 5832387      | 52.6345614 N | 4.0888542 E   | Crossing Pangea Segment 2 Telecom Kabel               |
| 19 | 574163           | 5831840      | 52.6295925 N | 4.0943900 E   | Crossing Rembrandt 1 Telecom Kabel                    |
| 20 | 574967           | 5830693      | 52.6191697 N | 4.1059972 E   | Crossing ABANDONED Rioja 3 Telecom Kabel              |
| 21 | 575591           | 5829801      | 52.6110650 N | 4.1150186 E   | Crossing Atlantic Crossing 1 Segment B1 Telecom Kabel |
| 22 | 577996           | 5825837      | 52.5751044 N | 4.1495867 E   |                                                       |
| 23 | 578980           | 5825658      | 52.5733456 N | 4.1640661 E   | Crossing TAT14 Segment J Telecom Kabel                |
| 24 | 579913           | 5825487      | 52.5716767 N | 4.1777897 E   |                                                       |

| Nr | ED50 UTM zone 31 |                 | WGS84           |                  | Beschrijving                                |
|----|------------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------------------------------|
|    | Easting<br>(m)   | Northing<br>(m) | Latitude<br>(°) | Longitude<br>(°) |                                             |
|    |                  |                 |                 |                  |                                             |
| 25 | 584104           | 5824721         | 52.5641606 N    | 4.2394203 E      |                                             |
| 26 | 591866           | 5821617         | 52.5350103 N    | 4.3530378 E      | Grens zandwingebied Q8F                     |
| 27 | 594236           | 5820669         | 52.5260867 N    | 4.3877039 E      | Grens zandwingebied Q8F                     |
| 28 | 598934           | 5818791         | 52.5083722 N    | 4.4563644 E      |                                             |
| 29 | 599959           | 5818381         | 52.5045006 N    | 4.4713425 E      | Crossing Q1-Helm-AP to IJmuiden pijpleiding |
| 30 | 600960           | 5817980         | 52.5007181 N    | 4.4859661 E      |                                             |
| 31 | 604511           | 5816560         | 52.4872875 N    | 4.5378156 E      |                                             |
| 32 | 607153           | 5815807         | 52.4800033 N    | 4.5764703 E      |                                             |
| 33 | 607692           | 5816402         | 52.4852472 N    | 4.5845947 E      | Aanlanding Velsen-Noord                     |



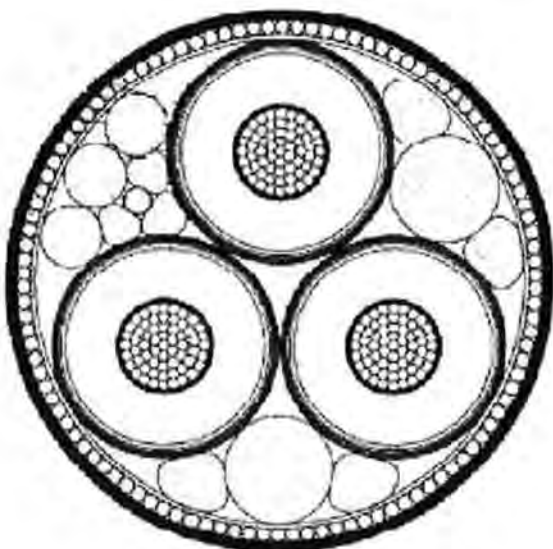


Figuur 2.14 Route kabeltracé (in blauw)

De transportbekabeling van windturbinepark Tromp Binnen bestaat uit twee 150 kV-kabels die parallel aan elkaar worden gelegd met een onderlinge minimale afstand van 50 meter. Op basis van het totale vermogen van het windturbinepark, de maximale capaciteit die per kabel getransporteerd kan worden en het spreiden van risico's op kabelbreuk is gekozen voor twee kabels van het windturbinepark naar de kust. Eén kabel kan namelijk maar een deel van het vermogen verwerken en er bestaat tevens een risico van totale uitval van het park, indien er maar één kabel wordt gelegd vanuit het windturbinepark.

Beide kabels landen aan in Velsen-Noord en de aansluiting vindt plaats op het onderstation in Velsen-Noord. De kabelgegevens zijn:

- EPR;
- 3x630 mm<sup>2</sup>, 150 kV (rms,ff), 732 A max, 190 MVA per kabel;
- volledig dubbel uitgevoerd (2 kabels parallel, bij voorkeur apart gelegd, > 50 meter onderlinge afstand);
- externe diameter van de kabel: 214 mm.



Figuur 2.15 Afbeelding toegepaste kabel

De aanleg van de kabels is uitgebreid beschreven in het Oprichtings- en constructieplan, hoofdstuk 3 van deze aanvraag.



#### 2.7.1.1 Onshore kabelaanlanding

De onshore kabelaanlanding vindt plaats bij Velsen-Noord. De kabels worden vanaf de landzijde onder de duinen doorgeboord en op het strand gekoppeld aan de zeekabel, zie hoofdstuk 3 Oprichtings- en constructieplan.



**Figuur 2.16**      **Route kabel op land**

De zeekabels van Tromp Binnen landen op dezelfde locatie als de zeekabels van het Prinses Amaliawindpark en kunnen gebruik maken van de duindoorgang die reeds is gerealiseerd. De kabels steken loodrecht de duinen door en vervolgen daarna hun weg over



het CORUS terrein en daarna de Noordersluisweg tot aan het transformatorstation Velsen-Noord. De coördinaten van het transformatorstation in Velsen-Noord zijn 4°37'52" oost, 52°28'12" noord. Voor meer gegevens wordt verwezen naar hoofdstuk 10 van het MER.



### **3 OPRICHTINGS- EN CONSTRUCTIEPLAN**

#### **3.1 Inleiding**

Dit oprichtings- en constructieplan geeft een beschrijving van de constructie van Tromp Binnen. Het doel van dit plan is inzicht te geven in de technische specificaties van de verschillende onderdelen van het windturbinepark en de deugdelijkheid van het windturbinepark aan te tonen. Het oprichtings- en constructieplan laat zien hoe het windturbinepark gebouwd kan worden in overeenstemming met alle technische eisen, certificeringen en vergunningen van de bevoegde instanties, en binnen de toegewezen tijd.

Als onderdeel van de aanvraag heeft DNV de installatie beoordeeld en in orde bevonden. Het certificaat is als bijlage B3.4 bijgevoegd bij de Wbr-aanvraag en heeft betrekking op de gehele constructie van de windturbine (fundering, mastconstructie en turbine) en van het transformator station.

De constructie van het windturbinepark kan, als gevolg van nader onderzoek of door nieuwe technische ontwikkelingen, nog wijzigen. Voordat met de daadwerkelijke installatie van windturbines en funderingen zal worden begonnen, zal RWE zorg dragen voor de juiste certificering voor de windturbines, de draagconstructie en het totale windturbinepark.

In Tabel 3.1 worden de noodzakelijke stappen voor de oprichting en constructie van het windturbinepark opgesomd en kort uitgelegd. De aanlegfase is het belangrijkste en zal daarom uitgebreid worden behandeld. De andere fases zullen kort besproken worden.

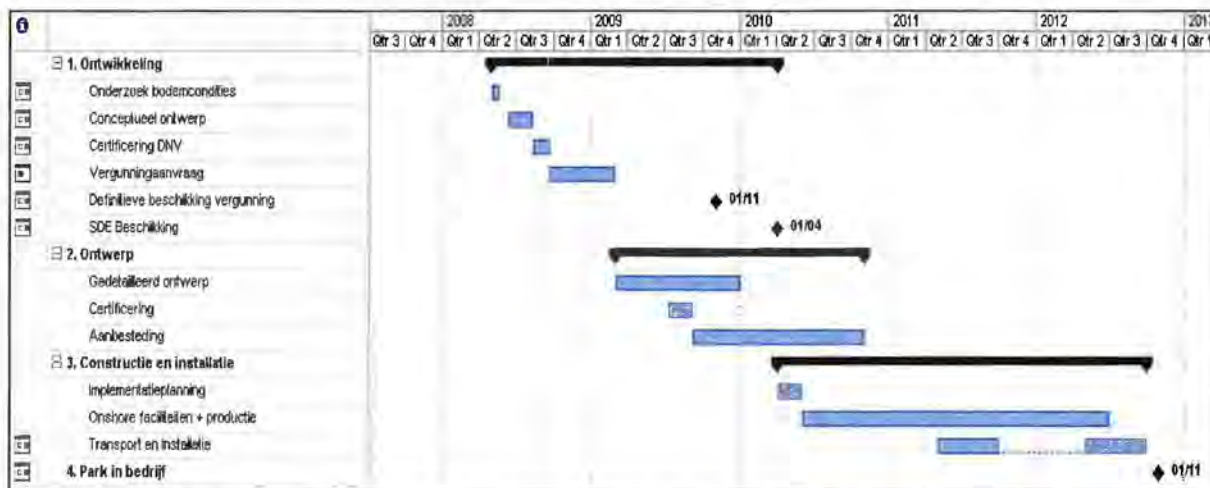


Tabel 3.1 Realisatiefases van offshore windturbinepark Tromp Binnen

| Fase                                 | Activiteit                          |                                                                                                                                                                                         | Resultaat                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ontwikkeling                         | Design Basis                        | Uitvoeren van bureaustudie                                                                                                                                                              | Grondrapport<br>Windrapport<br>Golfrapport    |
|                                      | Conceptueel ontwerp                 | Conceptueel ontwerpen van het bouwwerk                                                                                                                                                  | Conceptueel ontwerp                           |
|                                      | Certificering DNV                   | Certificering van het bouwwerk (conceptueel ontwerp <sup>16</sup> ) door DNV                                                                                                            | Certificering conceptueel ontwerp             |
|                                      | Vergunning-aanvraag                 | Vergunningaanvraag en MER                                                                                                                                                               | Wbr-vergunning                                |
| Ontwerp                              | Locatie onderzoek                   | Uitvoeren van meteorologisch, hydrografisch, geotechnisch en bodem onderzoek                                                                                                            | Ontwerp basis                                 |
|                                      | Gedetailleerd Ontwerp               | Berekenen van definitieve effecten, afhankelijk van het gekozen systeem                                                                                                                 | Gedetailleerd ontwerp                         |
|                                      | Aanbesteding                        | Aanbesteden en contracteren van leveranciers voor het werk en de leveringen voor het windturbinepark                                                                                    | Contract met hoofd leveranciers               |
|                                      | Certificering                       | Certificering van Gedetailleerd Ontwerp                                                                                                                                                 | Certificering gedetailleerd ontwerp           |
| Aanleg (Constructie- en installatie) | Constructie- en installatieplanning | Gedetailleerde berekeningen, voorbereiden van implementatie-documenten (tekeningen, specificaties etc.), voorbereiden van een logistiek plan en van een gedetailleerd verwijderingsplan | Gedetailleerd Constructie- en installatieplan |
|                                      | Productie                           | Fabricage aan land van alle componenten van het offshore windturbinepark                                                                                                                |                                               |
|                                      | Transport                           | Transport over land en zee van de productieplaats naar de geplande bouwlocatie                                                                                                          |                                               |
|                                      | Installatie                         | Oprichting en installatie van alle elementen van het offshore windturbinepark                                                                                                           |                                               |
|                                      | Inbedrijfstelling                   | Inbedrijfstelling van alle elementen van het offshore windturbinepark                                                                                                                   | Windturbinepark in bedrijf genomen            |
| Gebruik                              | Beheer, onderhoud en monitoren      | Management van reparatie en onderhoud, logboeken, rapporten en evaluaties, met alle noodzakelijke maatregelen                                                                           |                                               |
| Verwijdering                         | Verwijdering                        | Verwijdering van alle delen van het windturbinepark en monitoring tijdens de ontmanteling                                                                                               |                                               |

<sup>16</sup> Conceptual Design

## 3.2 Globale planning



Figuur 3.1 Globale planning van offshore windturbinepark Tromp Binnen.

Figuur 3.1 geeft een globaal overzicht van de ontwikkeling, het ontwerp en de installatie van het windturbinepark. Een gedetailleerdere planning wordt in paragraaf 3.6 besproken. Volgens de planning kan eind 2011 de eerste stroom worden geproduceerd.

Deze tijdsplanning is indicatief en mede afhankelijk van tijdigheid van toeleveranciers.

## 3.3 Ontwikkeling

In de ontwikkelingsfase is de locatie geëvalueerd en de lay-out van het windturbinepark gedefinieerd. Als onderdeel van de Wbr-vergunningaanvraag is er een bureaustudie uitgevoerd naar alle geotechnische condities, meteorologische en oceanografische data en het aanwezige windaanbod voor de locatie Tromp Binnen. De ontwerpcondities zijn vastgesteld aan de hand van gekwalificeerde rapporten om een betrouwbare ontwerpbasis (*Design Basis*) en het conceptueel ontwerp (*Conceptual Design*) te bepalen.

RWE heeft gekozen voor een windturbinepark met REpower 5M windturbines op een Gravity Based Structure (GBS-fundering).<sup>17</sup>

Het conceptueel ontwerp van de gehele constructie is door DNV gecertificeerd (zie bijlage B3.4).

<sup>17</sup> Zie Hoofdstuk 2 Aard en ontwerp van de installatie



### 3.4 Ontwerp

De ontwerpfase wordt gestart met lokaal onderzoek naar de karakteristieken van de locatie (zoals de zeebodem, wind- en golfkarakteristieken) wat resulteert in een solide ontwerpbasis. Het gedetailleerd ontwerp bevat gedetailleerde gegevens, ontwerpschema's en specificaties die zijn gebaseerd op de ontwerpbasis. Dit is van toepassing op de funderingsconstructies, het transformatorplatform met de netaansluiting en alle bijkomende componenten van het offshore windturbinepark. Als regel heeft de windturbine een typecertificaat. DNV zal voor het gedetailleerd ontwerp van windturbinepark Tromp Binnen voor projectcertificering zorgen.

Voordat het gedetailleerd ontwerp (Detailed Design) gemaakt kan worden, dienen gedetailleerde locatiecondities bekend te zijn. Nadat de Wbr-vergunning voor het oprichten van windturbinepark Tromp Binnen verkregen is, zullen onderzoeks- en monitoring-werkzaamheden uitgevoerd worden die als basis dienen voor de keuze van de definitieve lay-out van het windturbinepark, de definitieve kabelconfiguratie en voor een gedetailleerd ontwerp van de funderingen.

#### 3.4.1 Ontwerpbasis - meteorologische en hydrografische onderzoeken

De meteorologische en hydrografische onderzoeken bestaan uit het verzamelen van gegevens van de volgende variabelen:

- wind (snelheid en richting)
- luchtdruk
- variaties in waterniveau (getijden en stormgolven)
- waterdieptes (bathymetrisch onderzoek)
- stroomsnelheden (snelheid en richting)
- golven (hoogte, periode en richting)

Voor de uitvoering van deze onderzoeken kan mogelijk gebruik worden gemaakt worden van historische meetgegevens van bestaande meetmasten in de Noordzee met zowel meteorologische als hydrografische data. Hierbij vindt een continue registratie plaats van bijna alle hierboven genoemde variabelen met uitzondering van de bathymetrische data. In een later stadium zal daarom worden besloten of voor de installatie van een meetmast in het Tromp Binnen gebied een aparte vergunning aangevraagd zal worden.

#### 3.4.2 Ontwerpbasis - geofysische en geotechnische onderzoeken

Het zal noodzakelijk zijn om over het hele gebied een volledig bathymetrisch onderzoek uit te voeren. Bovendien dient het onderzoek van de zeebodem op een aantal posities ook



bedding-/grondbemonstering te bevatten en bovendien side scan data, hetgeen de detectie makkelijker maakt van bewegende zandduinen en mogelijk aanwezige scheepswrakken.

Doel van het onderzoek is om per GBS locatie:

1. de hoeveelheid te verwijderen bodemmateriaal vast te stellen;
2. de samenstelling en draagkracht van de ondergrond te bepalen;
3. bodemvreemde materialen op en onder het zeebed te detecteren.

Om te bepalen hoeveel bodemmateriaal verwijderd moet worden, wordt een Digitaal Terrein Model (DTM) gemaakt. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van een speciaal echolood dat bestaat uit meerdere sensoren (transducers). Deze zogenaamde "Multibeam" meet tegelijkertijd de waterdiepte op meerdere punten van de bodem. Op deze wijze wordt van een enorme hoeveelheid punten op de zeebodem de diepte ingewonnen.

De samenstelling van de ondergrond wordt bepaald door middel van grondboringen. Op basis hiervan wordt de selectie gemaakt van het baggermateriaal en het materiaal dat voor het begraven van de kabels wordt gebruikt. Er zullen ook bodembemonstering en Cone Penetration Test (CPT) uitgevoerd worden ten behoeve van de keuze van de optimale kabelingravingsmethode en de vereiste kabeldiepte. De aanwezigheid van bewegende duinen zal bepaald worden, vooral in het deel dicht bij de kust in ondiepere wateren waar de zeebodem meer is blootgesteld aan de inwerking van stroming en golven en deze morfologisch actiever is.

Op alle posities waar turbines geïnstalleerd worden en op de positie van het offshore transformatorstation zal een sondering Cone Penetration Test worden uitgevoerd. Deze CPT geeft uitsluitsel over de draagkracht van de ondergrond. Onder andere zal de hoogte van het fundatiebed onder de betonconstructie hiervan af kunnen hangen.

Om het baggeren van de GBS locaties en het trenchen van de kabels ongehinderd uit te laten voeren is een onderzoek nodig naar stalen voorwerpen op en in de bodem. Voor dit onderzoek wordt een zogenaamde Side Scan Sonar en Magnetometer ingezet. Het eerste apparaat detecteert de locatie en de vorm van voorwerpen op de bodem. Het tweede apparaat detecteert stalen voorwerpen tot op een diepte van ca. 1.5m onder de bodem. Deze "penetratiediepte" hangt o.a. af van de grootte van het voorwerp. Met behulp van de magnetometer worden ook de ligging (diepte en locatie) van leidingen en kabels gedetecteerd waarmee de nieuw aan te leggen kabels gaan kruisen.

De onderzoeken zullen ook het relatief korte landdeel van de elektriciteitskabels bestrijken.

### 3.4.3 **Ontwerpbasis - turbinetype en karakteristieken**

De definitieve keuze voor het turbinetype wordt gemaakt na het vaststellen van de dynamische belastingen en de ontwerpfrequenties van de turbine. Het is de intentie om een REpower 5M toe te passen op een GBS-fundering.

De ontwerpbasis dient als uitgangspunt voor de modellering van de mechanische belastingen en het ontwerp van de gehele windturbine-installatie. Daarmee is het mogelijk geschikte funderingen te ontwerpen.

### 3.4.4 **Gedetailleerd ontwerp - definitieve lay-out van het windturbinepark**

De definitieve lay-out van het windturbinepark, met de keuze van de exacte posities van de turbines zal afhangen van de resultaten van de geofysische en geotechnische onderzoeken.

Mogelijk kan de aanwezigheid van grotere scheepswrakken of andere bijzonderheden, vastgesteld tijdens de side scan onderzoeken, een verandering van de positie van enkele turbines, of van de positie van het offshore transformatorstation noodzakelijk maken.

### 3.4.5 **Gedetailleerd ontwerp - definitief ontwerp van funderingen en erosiebescherming**

De definitieve keuze van het turbinetype zal gevolgen hebben voor de eisen aan de fundering. Eventuele aanvullende eisen in de Wbr-vergunning van het bevoegd gezag kunnen aanpassing inhouden voor de fundering die toegepast wordt voor de constructie van het windturbinepark.

De resultaten van de geofysische en geotechnische onderzoeken kunnen gevolgen hebben voor de definitieve keuze van de lay-out van het windturbinepark en hiermee op de posities van de funderingen. Deze resultaten zullen ook de basis vormen voor het gedetailleerde ontwerp van de fundering van elke individuele turbine.

Het definitieve ontwerp van de funderingen kan ook het aanbrengen van erosiebescherming bevatten, afhankelijk van de

- evaluatie van stromingscondities;
- erosiebestendigheid van de bodem onder de inwerking van stromen en golven, inclusief de mogelijke wervelvorming rond funderingen en
- geotechnische stabiliteit voor elke fundering.



#### 3.4.6 **Gedetailleerd ontwerp - definitieve kabeltracés**

De resultaten van de zeebodem- en grondcondities zijn belangrijk voor de exacte plaats van de kabels. Een van de belangrijkste aspecten die in beschouwing moet worden genomen is het bereiken van een voldoende diepe en tegelijkertijd stabiele kabelingraving. Hierbij dient ook de ingraafmethode beschouwd te worden (installatievaartuig) en de bijbehorende kosten.

Op bepaalde plaatsen, waar een groot risico bestaat op schade aan de kabel of erosie (in de kustzone) zal extra ingraafdiepte en/of kabelbescherming in overweging genomen worden bij het maken van het definitieve ontwerp van kabeltracé en ingraving.

#### 3.4.7 **Gedetailleerd ontwerp**

Bij punten waar kabels elkaar kruisen zal er voor elk individueel kruispunt een apart ontwerp gemaakt worden waarmee de eigenaar van de kruisende kabel instemt. Het aantal van dergelijke punten dient geminimaliseerd te worden.

Indien nodig zullen beschermende middelen garanderen dat de exportkabel op stabiele en voldoende afstand blijft bij deze kruispunten.

Voor ieder kruispunt zal een overeenkomst afgesloten moeten worden tussen windturbinepark Tromp Binnen en de eigenaren van pijpleidingen/andere kabels. Deze overeenkomst bevat details over de uitvoering van het kabelkruispunt en de manier van onderhouden. Hierdoor wordt de veiligheid van de kabelkruising gewaarborgd in het belang van beide partijen.

#### 3.4.8 **Certificering van het gedetailleerd ontwerp**

Als het gedetailleerd ontwerp voor alle constructieve elementen klaar is, zal het aan een certificerende instantie worden voorgelegd ter certificering. Deze certificerende instantie zal voor dit doel:

- een diepgaande plausibiliteitscontrole uitvoeren van alle locatiecondities en hun onderlinge samenhang;
- alle relevante configuratiecondities evalueren;
- haar definitieve goedkeuring geven voordat met het installatieproces wordt begonnen.



### 3.5 Constructie en installatie

In de constructie- en installatiefase zijn productie, transport, installatie en inbedrijfstelling de belangrijkste stappen die moeten worden beschreven. Het tijdschema en de activiteiten van deze fase variëren, afhankelijk van het gekozen turbinetype en de ondersteunende constructie.

De definitieve keuze van het turbinetype, die een grote invloed heeft op de lay-out van het windturbinepark, de funderingseisen en de benodigde grootte van de installatievaartuigen, zal het resultaat zijn van een technische en economische optimalisatie en dient in overeenstemming te zijn met de vergunningen van het bevoegd gezag.

De constructie- en installatiefase van het windturbinepark begint met de fabricage van funderingen, turbines en kabels op land. Daarna worden de verschillende componenten ten behoeve van de offshore installatie vervoerd vanaf de plaats van fabricage naar de geselecteerde verschepingshaven. Daar worden ze op offshore-installatieschepen geladen voor de installatie. De verschillende delen van de constructie en de installatie worden in deze paragraaf beschreven.

Ruim voor de start van de bouw zullen de relevante autoriteiten worden geïnformeerd en zal worden overlegd over de te volgen procedures.

Tijdens de aanlegfase dient het Kustwachtcentrum te worden geïnformeerd over welke activiteiten plaats zullen vinden, wie de contactpersoon tijdens de activiteiten is, waar schepen zullen varen en wat de call signs van deze schepen zijn.

Het park dient te worden aangemeld en gepubliceerd aan luchtvaardenden en de IVW met onder andere gegevens omtrent tiphoogte windturbines ten opzichte zeeniveau, co-ordinaten van turbines en transformatorstation, type verlichting en markering.

RWE gaat uit van het windturbinetype REpower 5M voor de realisatie van Tromp Binnen. De REpower 5M zal geplaatst worden op een Gravity Based Structure (GBS-fundering).

Alle constructieve componenten worden voor zover mogelijk gefabriceerd in faciliteiten op land om de zeer hoge kosten van mariene operaties te vermijden. Het is gunstig om de vereiste kwaliteit van componenten te bereiken met fabricage op land, waar elk deel van het fabricageproces kan plaatsvinden onder gecontroleerde en droge condities en er geen invloed is van slecht weer.

### 3.6 REpower 5M windturbines op GBS funderingen

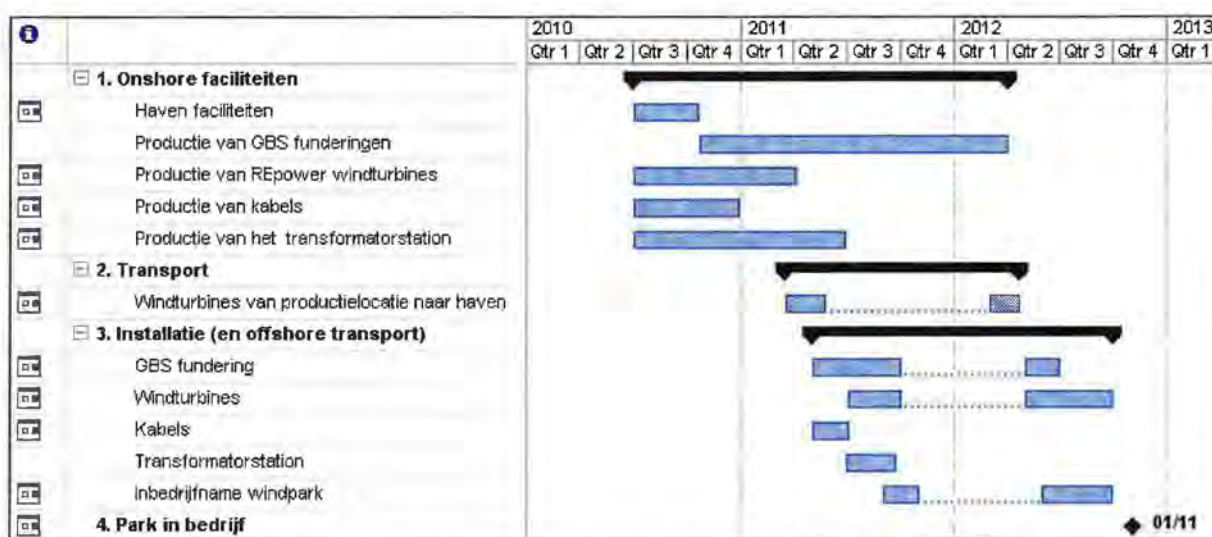
#### 3.6.1 Tijdsplanning

De constructie en installatie van een REpower 5M op een GBS fundering bestaat uit 4 stappen:

1. productie van de GBS-funderingen in de haven;
2. voorbereiden van de zeebodem;
3. transport en installatie van de GBS-funderingen;
4. transport en installatie van de REpower windturbines op de GBS-funderingen.

De tijdsplanning voor de installatie en constructie van het windturbinepark Tromp Binnen met REpower 5M windturbines wordt getoond in Figuur 3.2.

Deze tijdsplanning is indicatief en mede afhankelijk van tijdigheid van toeleveranciers.



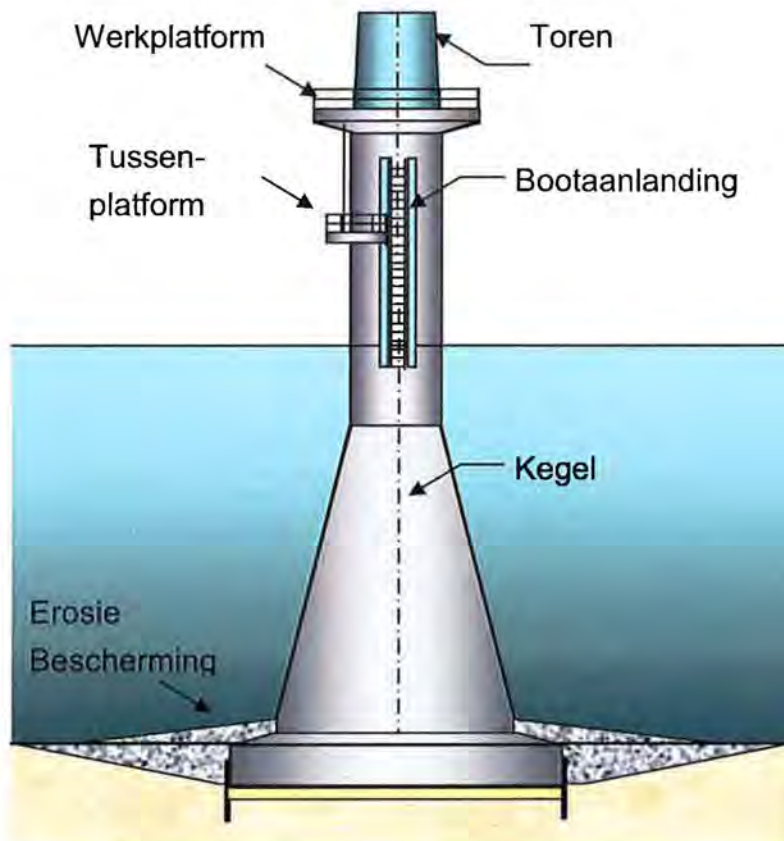
Figuur 3.2 Gedetailleerde tijdsplanning REpower 5M windturbines op een GBS-fundering

#### 3.6.2 Productie

##### 3.6.2.1 Funderingen

GBS-funderingen worden aan land gemaakt van gewapend beton. De fabricage van GBS funderingen neemt veel tijd in beslag en er is veel opslagruimte vereist. Daarom zal RWE een speciaal gebied huren in een haven. Een lage kade is nodig voor het hijsen van de GBS-fundering op een kraanschip. Figuur 3.3 geeft de onderdelen van de GBS-fundering weer.





Figuur 3.3 Definities van de componenten van een GBS fundering.<sup>18</sup>

Het is belangrijk in een vroeg stadium de verschepingshaven te kiezen.

Belangrijke aspecten voor de keuze van een verschepingshaven, die de basis is voor de offshore constructie- en installatie, zijn:

- locatie van de fabrikant en de route en transportmiddelen van de fabricageplaats naar de verschepingshaven (over land, binnenlandse waterwegen of over zee);
- geschikte opslagfaciliteiten voor tijdelijke opslag van fundering- en windturbine-onderdelen voordat ze in het installatieschip geladen worden;
- geschikte faciliteiten op de kade en geschikte waterdiepte in de haven voor de beoogde vaartuigen;
- kraanfaciliteiten in de haven;

<sup>18</sup> GarradHassan, 2008, Gwynt y Môr feed study, Swindon.



- huurkosten voor het gebruik van de haven;
- vaarafstand van verschepingshaven naar projectlocatie en navigatiecondities langs de route, inclusief toegangsrestricties, bijv. als gevolg van getijden of eisen van loodsen;
- mogelijkheden voor het plaatsen van kantoren dichtbij de havenfaciliteiten.

De Nederlandse havens die het meest voor de hand liggen als verschepingshaven voor het Tromp Binnen project zijn IJmuiden en Den Helder. IJmuiden werd in de periode 2006-2008 gebruikt als verschepingshaven voor het Prinses Amaliawindpark.

### 3.6.2.2 Windturbines

De windturbines worden op land vervaardigd. De turbines bestaan uit verschillende secties:

- Een 74 meter lange, buisvormige, stalen toren die uit vijf secties bestaat. De diameter van de toren is onderaan 6,5 meter en bovenaan 5,5 meter;
- Een modulaire gondel met een lengte van 18 meter en hoogte en breedte van 6 meter;
- Hybride bladen van glas/koolstof vezel met ieder een lengte van 61,5 meter waardoor de driebladige rotor een totale diameter heeft van 126 meter.

De windturbines zullen in de haven geassembleerd worden.

### 3.6.3 Transport

#### 3.6.3.1 Funderingen

De GBS-funderingen worden op land één voor één getransporteerd naar de kade. Op de kade neemt een kraanschip de GBS funderingen over en transporteert ze naar de offshore locatie Tromp Binnen. Met behulp van een nauwkeurig GPS-systeem zullen de GBS-funderingen naar de zeebodem worden afgezonken. De cyclus van één operatie (tillen, transport, zinken) zal in goede weersomstandigheden ongeveer 3,5 dag in beslag nemen.

De GBS-funderingen hebben een vlakke, betonnen bodemplaat en inwendige kamers die met stenen of zand gevuld moeten worden nadat ze op de zeebodem zijn geplaatst. De GBS-funderingen kunnen naar de offshore bouwlocatie vervoerd worden in drijvende toestand of op pontons, waarbij de keuze afhangt van de vaarafstand tussen de fabricageplaats en de offshore bouwlocatie en de golfcondities langs de route. Een grote drijvende kraan is nodig voor de installatie. Boven op de GBS-fundering bevindt zich de flens voor de installatie van de turbinetoren, deze flens heeft interne J-tubes voor de installatie van kabels.



Figuur 3.4 Transport van GBS-funderingen op land ten behoeve van Thorntonbank voor de kust van Oostende (bron: KEMA)

### 3.6.3.2 Windturbines



Figuur 3.5 Offshore transport van een REpower 5M rotor (Bron: Thornton Bank)

De windturbines worden op land gefabriceerd en naar de haven getransporteerd. De turbines worden in de haven geassembleerd. De drie bladen worden op de rotornaaf gemonteerd. Alle onderdelen van de windturbine worden op één of twee schepen geladen en naar de locatie getransporteerd.

### 3.6.4 Installatie

De installatiefase voor het windturbinepark Tromp Binnen bestaat uit een aantal stappen. Bij de uitvoeringsstappen behoort in te zetten materieel.



### 3.6.4.1 Fundering

De verschillende onderdelen van de installatiefase voor de GBS zijn:

1. Baggeren GBS funderingskuilen
2. Storten fundatiebed GBS
3. Plaatsen GBS
4. Ballasten GBS
5. Aanbrengen erosiebescherming en toplaag (scour protection)

#### 1. Baggeren GBS funderingskuilen

Voordat de funderingen geplaatst kunnen worden moet de zeebodem worden voorbereid. De zeebodem bestaat uit een toplaag met zandduinen en zandruggen.

Op basis van de surveyresultaten zal de GBS-funderingskuil met een sleephopperzuiger worden gebaggerd. De funderingskuil is een lokale verdieping op en rond de locatie waar de GBS wordt geplaatst. De verdieping is bedoeld om het fundatiebed waarop de GBS komt te staan later te kunnen fixeren om zo de stabiliteit van het geheel te waarborgen. Het verwijderde zand kan later gebruikt worden om de GBS-fundering te vullen. De hoeveelheid zand die moet worden verwijderd is afhankelijk van de hoogte van de zandduinen of – ruggen. Op basis van het ontwerp van NIRAS<sup>19</sup> en berekeningen van Niebeek<sup>20</sup> kan worden geconcludeerd dat de vrijkomende hoeveelheid zand uit de funderingskuil in ieder geval de noodzakelijke vulling voor de GBS ruimschoots overtreft en dat er geen extra zand elders gewonnen hoeft te worden. Naar schatting zal het zand van de eerste 3 a 4 gebaggerde funderingskuilen op een door de overheid goedgekeurde stortlocatie in de buurt van of in Tromp Binnen tijdelijk opgeslagen worden. Daarna zal het opgezogen zand uit de overige funderingskuilen zo veel mogelijk direct gebruikt worden om de GBS te vullen. Het zand dat overblijft zal op een door de overheid goedgekeurde plaats in of buiten het park worden gestort.

#### 2. Storten fundatiebed GBS

In de gebaggerde funderingskuil wordt een laag stortsteen aangebracht. Dit is breuksteen uit een steengroeve, met een gradatie 1 tot 5 inch en 3 tot 8 inch. Door deze variatie in grootte (een filteropbouw) wordt een stabiele bodemopbouw verkregen waarop de GBS kan worden

<sup>19</sup> Appendix B3.2.1 Conceptual Design of GBS.

<sup>20</sup> Technische uitwerking installatie- en ontmantelingsfase offshore windmolenpark Tromp Binnen, Niebeek Projectmanagement, rapport 8024, december 2008.

geplaatst. Het te storten materiaal wordt bij de groeve in bijvoorbeeld Scandinavië per schip opgehaald. Plaatsing vindt plaats met een valpijpschip.



Figuur 3.6 Drijvende kraan met sleepboot, gebruikt voor het plaatsen van GBS-fundering in het C-Powerproject (bron: NIRAS)





Figuur 3.7 GBS-fundering tijdens de installatie. De fundering laat men langzaam naar de zeebodem zakken, die voor dit doel voorbereid is met een horizontale laag stenen (C-Powerproject, bron: NIRAS)

### 3. Plaatsen GBS (Figuur 3.7)

Na constructie van de GBS wordt deze door een groot hefschip gelift en met sleepboten naar de Tromp Binnen locatie getransporteerd. Daar wordt het hefschip met ankers gepositioneerd en wordt de GBS onder nauwkeurige plaatsbepaling geplaatst.

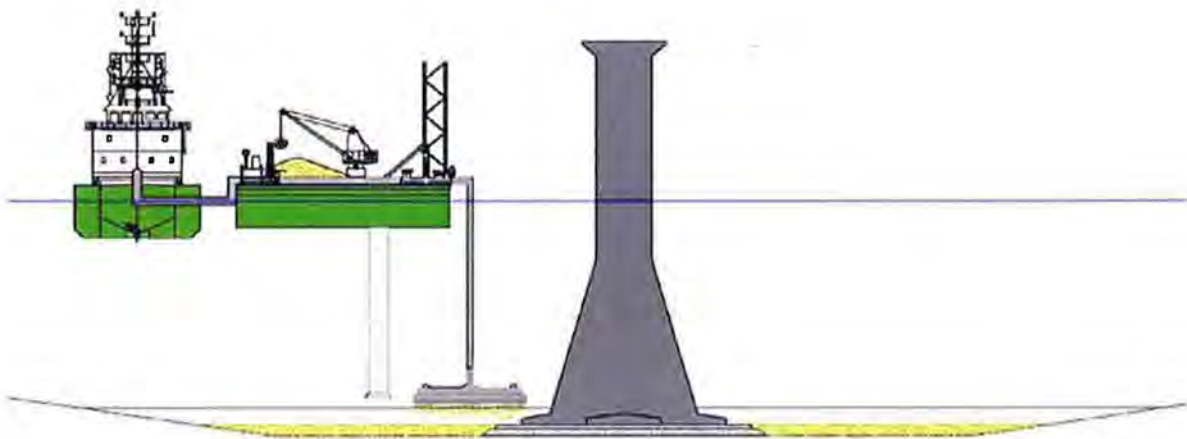
### 4. Ballasten GBS

Als de GBS is geplaatst zal deze geballast moeten worden. Hiervoor kan het zand dat uit de funderingskuil is gebaggerd worden gebruikt. De sleephopperzuiger zal zijn ruim leegpompen in de GBS. Er zal een hefplatform naast de GBS geplaatst moeten worden als werkeiland.

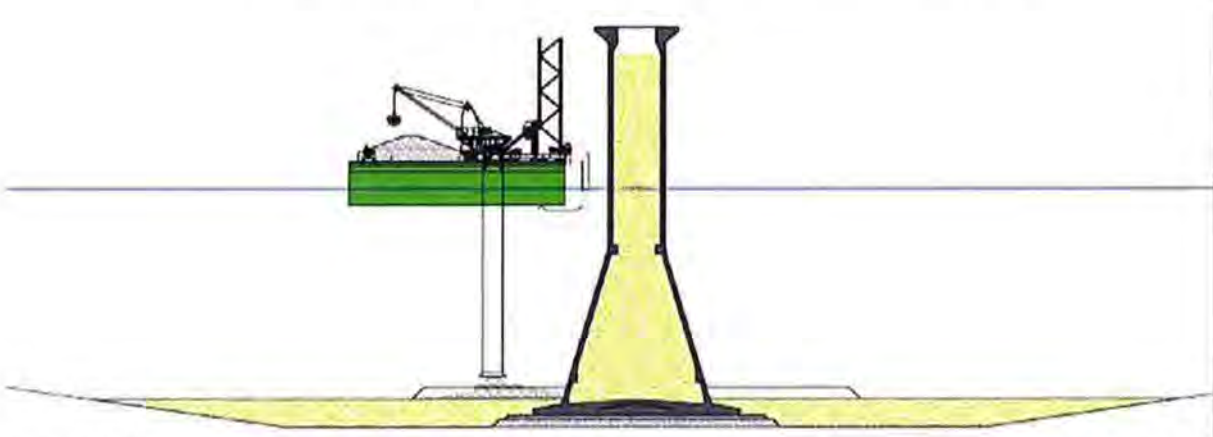
### 5. Storten erosiebescherming (Figuur 3.8 en Figuur 3.9)

Door stroming rond de geplaatste constructie zouden ontgrondingskuilen kunnen ontstaan. Om dit te voorkomen wordt erosiebescherming aangebracht. Deze handeling is vergelijkbaar met het storten van het fundatiebed, waarbij de hoeveelheden kleiner zijn en de steensortering zwaarder.





Figuur 3.8: Voor de installatie van de GBS, is de zeebodem uitgediept en is er een gravellaag neergelegd. Na de installatie van de GBS-fundering wordt de funderingskuil gevuld met zand. (bron: website C-Powerproject)



Figuur 3.9: Erosiebescherming is aangebracht rondom de GBS-fundering om het wegspoelen van de zeebodem tegen te gaan. (bron: website C-Powerproject)

#### 3.6.4.2 Windturbines

Bij de GBS-fundering kunnen de windturbines onmiddellijk geplaatst worden zodra de fundering zich op de juiste positie op de zeebodem bevindt. Dit is mogelijk omdat de flenzen en bouten die nodig zijn voor het installeren van de toren, een integraal deel vormen van de GBS-fundering.

Voor de installatie van de REpower 5M windturbine zullen de eerste twee torensecties op de GBS-fundering worden geplaatst. Nadat de toren geïnstalleerd is wordt de gondel omhoog

gehesen en op de turbinetoren geplaatst. Het laatste gedeelte is de installatie van de rotor, die op land reeds geassembleerd is.

### **3.7 Elektrische infrastructuur**

De elektrische infrastructuur die voor het windturbinepark vereist is, bestaat uit een netaansluiting via een onderstation op land, een landkabel, de offshore elektriciteitskabels, een offshore transformatorstation en de interne windturbineparkbekabeling.

#### **3.7.1 Offshore elektriciteitskabels**

De offshore elektriciteitskabels lopen vanaf het offshore transformatorstation via het gekozen tracé naar het aanlandingspunt, van waaruit de elektriciteitskabels via land naar het onderstation op land lopen. Onderweg zullen de offshore elektriciteitskabels door diep en ondiep water lopen. In het kustgebied zijn er als gevolg van golfwerking en golfbreking vaak zandgolven op de zeebodem. In het diepe water van het Tromp Binnen gebied zijn bewegende zandbanken op de zeebodem aanwezig.

De offshore kabels naar het Tromp Binnen windturbinepark lopen door zeeroutes met intensieve scheepvaart en op verschillende punten kruisen ze pijpleidingen of andere kabels. Hiervoor moeten tijdens de kabelinstallatie speciale voorzorgsmaatregelen genomen worden. Deze maatregelen moeten worden afgestemd met de eigenaren van de kabels en de pijpleidingen.

Voor het leggen van de elektriciteitskabels wordt een vaartuig gebruikt dat speciaal ontworpen is voor het leggen van kabels. Om de kabel te beschermen tegen schade door ankers of andere objecten is het nodig om een bepaalde ingraafdiepte te bereiken. In het deel dichtbij de kust zal een speciaal kabellegschip of equipment nodig zijn dat de kabel kan leggen in ondiep water (zie het voorbeeld in Figuur 3.10). Normaal begint het leggen van een exportkabel op land. Van daaruit wordt het offshore deel gelegd tot aan het offshore transformatorstation. Kabelingraving zal bij voorkeur plaatsvinden door een waterstraal (jetting), met name in zachtere grondsoorten. Indien nodig kan een kabelploeg worden ingezet.





Figuur 3.10 Vaartuig voor het offshore leggen van kabels



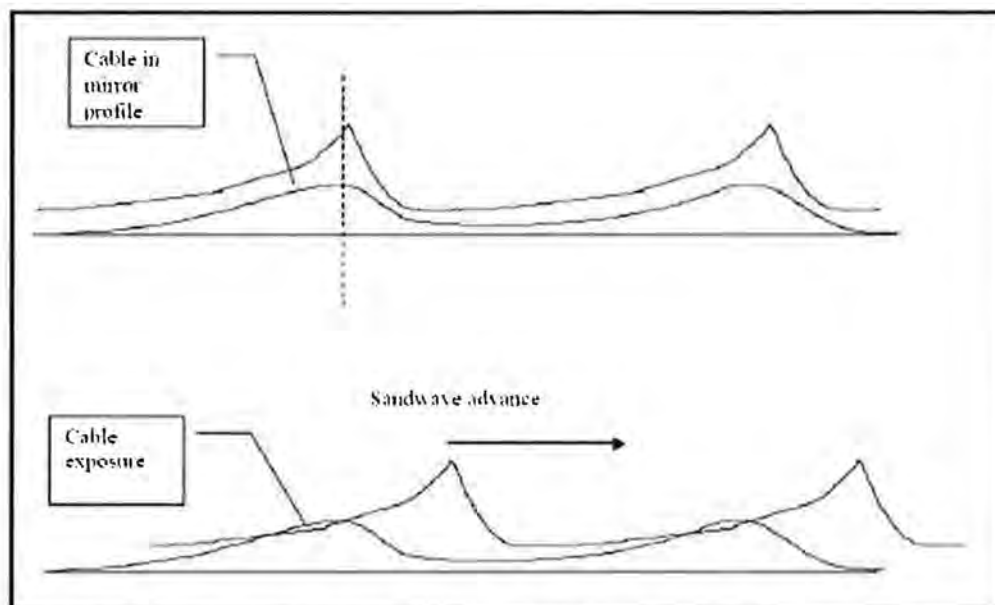
Figuur 3.11 Jet trencher (bron: Oceanteam)



Figuur 3.12 Vaartuig voor het leggen van de kabels in ondiep water

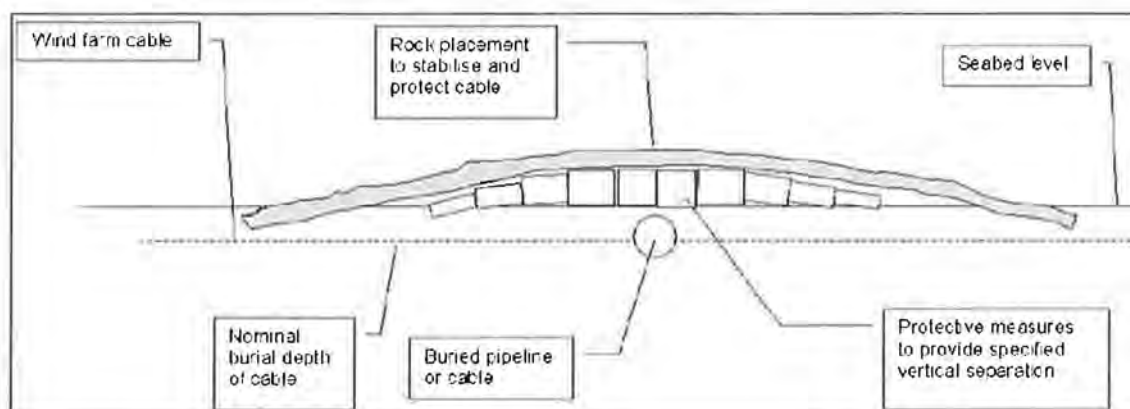
De vereiste ingraafdiepte zal worden gespecificeerd in de Wbr-vergunning. Een typische ingraafdiepte is 1 tot 2 meter, maar in morfologisch actieve gebieden, bijvoorbeeld in gebieden met bewegende duinen, kan de vereiste ingraafdiepte groter zijn, om zo het risico te verlagen dat de kabel bloot komt te liggen en direct blootgesteld is aan de fysieke inwerking van golven (bewegende duinen), of objecten die op de zeebodem vallen.





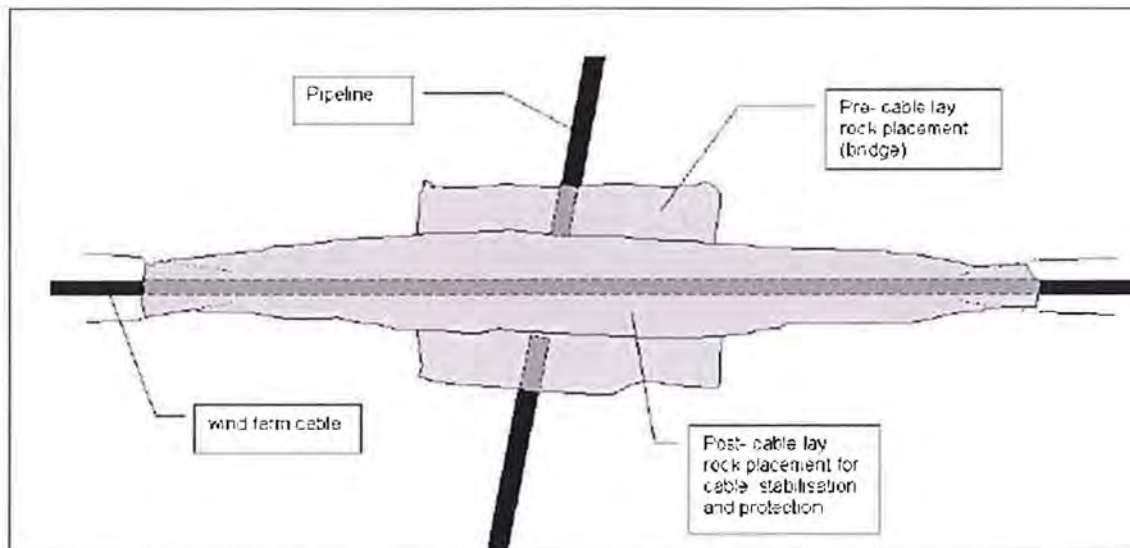
Figuur 3.13 Visualisatie van het effect op kabelingraving als gevolg van bewegende zandduinen<sup>21</sup>

De elektriciteitskabels naar windturbinepark Tromp Binnen passeren een aantal kruisingen met pijpleidingen en andere elektrische kabels. Voor elke kruising wordt een speciaal ontwerp voorbereid, dat beschermingsmiddelen kan bevatten om een veilige afstand te houden tussen de exportkabel en de pijpleiding/andere kabel, waar afspraken over gemaakt moeten worden en die in overeenstemming zijn met de richtlijnen en de eisen van het bevoegd gezag. Duikers kunnen gebruikt worden om te controleren of de werkzaamheden uitgevoerd worden volgens het ontwerp.



Figuur 3.14 Kruising van kabel en pijplijn<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Svasek, Windfarm development North Sea, Civil Aspects, Final Report, 2005



Figuur 3.15 Krusing van kabel en pijplijn<sup>21</sup>

Om de kabels aan land te brengen is het nodig de duinen te passeren. De beste optie om de duindoorsteek te maken is met behulp van gestuurde boortechniek.<sup>22</sup> De uitvoering van gestuurde boringen behoort tot de standaardtechniek. Voor het engineeren van een gestuurde boring is vooraf een grondonderzoek nodig om de mechanische en thermische grondparameters van de verschillende te doorboren grondlagen goed in beeld te hebben.



Figuur 3.16 Boormachine t.b.v. gestuurde boring (bron: VSMC)

Bij het uitvoeren van een gestuurde boring wordt de boormachine aan de landzijde achter de duinen opgesteld. Op deze plaats wordt begonnen met het maken van een boorgat onder een bepaalde hellingshoek. Vervolgens wordt onder de duinen op voldoende diepte ge-

<sup>22</sup> Eleveld, H.F. et al., 2005, Connect 6000 MW-II, Elektrische infrastructuur op zee, KEMA 40510025-TDC 05-48500.



boord en wordt een hellingshoek ingezet om op het strand boven te komen. Met behulp van bentoniet als boorspoeling wordt het boorgat voldoende geruimd tot een diameter wordt bereikt die ruimschoots groter is dan de in te trekken mantelbuis. De boorspoeling wordt met behulp van een recyclinginstallatie ontdaan van boormateriaal.

De mantelbuis wordt uitgelegd op zee en wordt vervolgens met behulp van bentoniet in het geruimde boorgat getrokken richting de landzijde. Vervolgens worden de benodigde kabelbuizen in de mantelbuis getrokken. Hierna worden de zeekabels in de kabelbuizen getrokken.

### **3.7.2 Interne windturbinepark bekabeling**

Het leggen van de interne windturbineparkbekabeling vindt op een vergelijkbare manier plaats als bij de offshore elektriciteitskabels. Echter, de kabels tussen de windturbines zijn relatief kort (ongeveer 700 tot 800 meter). Ze worden in een rechte lijn van turbine naar turbine gelegd, zodat de stuurman van de vaartuigen eenvoudig zijn positie kan bepalen en dat het risico op kabelschade door ankeren verminderd wordt.

Een typische ingraafdiepte van de interne windturbinebekabeling is 1 meter.

### **3.7.3 Transformatorstation**

In het transformatorstation worden de turbines aangesloten op een transformator. Ook worden de offshore elektriciteitskabels, waarmee de elektriciteit naar land wordt getransporteerd, in het transformatorstation aangesloten.

Het transformatorstation bestaat uit twee delen: de fundering en daarbovenop een topconstructie met transformatoren en overige elektrische installaties.



Figuur 3.17 Installatie van het transformatorstation (bron: NIRAS)

Het transformatorstation wordt in het midden van het windturbinepark geplaatst (zie Hoofdstuk 2 Aard en ontwerp van de installatie). De fundering van het transformatorstation is van hetzelfde type als die van de windturbines: een GBS fundering. Het plaatsen van de fundering voor het offshore transformatorstation vindt dan ook op dezelfde manier en met hetzelfde installatievaartuig plaats als de fundering van de windturbines. Het grote verschil is dat de fundering voor het offshore transformatorstation meer j-tube aansluitingen heeft, waardoor de installatietijd wat langer zal zijn.

Wanneer het plaatsen van de fundering voltooid is, wordt de topconstructie van het transformatorplatform geplaatst, inclusief alle elektrische apparatuur en installaties.

Afhankelijk van de lay-out van de definitieve topconstructie en de locatieomstandigheden kan het beter zijn om twee funderingen te gebruiken. De lay-out van de transformator is voorbereid voor 4 oliegevulde transformatoren van 125 MW.

### 3.8 Installatievaartuigen

De installatie van funderingen, kabels, windturbines en het offshore transformatorstation kan op verschillende manieren gebeuren. In principe worden daarbij de volgende vaartuigen gebruikt.



Tabel 3.2 Type installatievaartuig voor de constructie van het windturbinepark

| Taak                                 | Type installatievaartuig                |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Transport van GBS-fundering          | Drijvende bok of ponton                 |
| Baggeren GBS funderingskuilen        | Baggerschip                             |
| Storten fundatiebed GBS              | Stortschip van het type valpijp         |
| Installatie van GBS-fundering        | Drijvende bok of drijvend vaartuig      |
| Erosiebescherming                    | Ponton, stortschip van het type valpijp |
| Interne windturbineparkbekabeling    | Remote Operating Vehicles (ROV)         |
| Offshore Elektriciteitskabels        | Kabellegschip                           |
| Transport van transformatorstation   | Drijvende bok of ponton                 |
| Installatie van transformatorstation | Drijvende bok Leg                       |
| Transport van windturbines           | Ponton of drijvend vaartuig             |
| Installatie van windturbines         | Jack-up platform of drijvend vaartuig   |

Al deze types zijn eerder gebruikt voor de installatie van offshore windturbineparken. De belangrijkste vaartuigen zijn jack-up vaartuigen en de pontons met een plat dek.

#### **Jack-up platform met ondersteuning van sleepboten (niet zelf-voortstuwend)**

Jack-up platforms worden al tientallen jaren gebruikt in de offshore constructie-industrie voor constructies dicht bij de kust. Jack-up platforms hebben het voordeel en de mogelijkheid om zich uit het water te heffen, waardoor de invloed van golven en getijdevariaties geëlimineerd wordt. Dit verlaagt de kans op vertraging als gevolg van slecht weer.

#### **Zelfvoortstuwende hefschepen (jack-up vaartuigen)**

Zelfvoortstuwende jack-up vaartuigen hebben dezelfde kenmerken als het jack-up platform, met als enige verschil de mogelijkheid om op eigen kracht naar een positie te varen en in het werkgebied zelfstandig te manoeuvreren. Het heeft dezelfde kenmerken als een normaal vrachtschip, maar heeft de mogelijkheid om zich uit het water te heffen zoals een ponton.

Omdat de vaartuigen niet zo smal zijn als semi-jackup vaartuigen, hebben ze enkele problemen gemeen met jack-up pontons, namelijk een slechte richtingsstabiliteit en tamelijk beperkte hefomstandigheden.

Een voordeel van zichzelf voortstuwende installatievaartuigen in vergelijking met de gesleepte pontons is de kruissnelheid, die kan oplopen tot 10-12 knopen tegenover 4-6 knopen voor een gesleept ponton. Voor het Tromp Binnen windturbinepark, dat ongeveer 75 kilometer uit de kust ligt, zal de vaartijd naar/van de verschepingshaven beduidend verminderd worden als zelfvoortstuwende installatievaartuigen gebruikt worden waarmee een aanzienlijke tijdsbesparing bereikt kan worden. Bovendien kunnen zelfvoortstuwende



vaartuigen beter manoeuvreren, hetgeen belangrijk is als het vaartuig zich in ruwe zee bevindt.

### **Semi-Jacked vaartuigen**

Het semi jack-up vaartuig is zo geconstrueerd dat de offshore unit kan worden gestabiliseerd door middel van drie of meer poten, die met een bepaalde druk op de zeebodem geplaatst worden, waardoor de beweging van het vaartuig wordt gestabiliseerd.

Het vaartuig heft zich niet helemaal uit het water, maar houdt een gedeelte van de romp onder water en is zodoende aangepast aan het variërende getij.

Een semi jack-up vaartuig stuwt zichzelf voort wat sleepboten en bevoorradingsschepen overbodig maakt.

### **Platte pontons**

Platte pontons worden onder verschillende omstandigheden gebruikt, bemand of onbemand, vaak op één plaats gehouden of verplaatst door gebruik te maken van ankers of sleepboten.

Een ponton wordt hoofdzakelijk gebruikt als offshore opslagplaats, bijvoorbeeld voor de opslag van stenen (erosiebescherming) of voor faciliteiten die door offshore bemanningen gebruikt kunnen worden.

Een andere mogelijkheid is dat een plat ponton gebruikt wordt als hoofdunit voor het leggen van kabels, omdat een ponton als voordeel heeft dat de laadcapaciteit hoog is bij een geringe diepgang, waardoor de unit in ondiep water kan werken. Dit zal vaak het geval zijn bij het leggen van de elektriciteitskabel nabij de kust.

Bij gebruik van een plat ponton als installatievaartuig wordt het ponton op de plaats gehouden en langs het tracé verplaatst met behulp van ankers, waarbij het langs het tracé verplaatst wordt door kleine ankerbehandelingsboten.

### **Baggerschepen**

Uitvoering van het baggerwerk vindt plaats met een sleephopperzuiger. Een hopperzuiger is een zuiger met een laadruim waarin het gebaggerde materiaal voor transport kan worden opgeslagen. Het zuigen gebeurt via zuigarmen die achter het schip aanslepen. Het te baggeren materiaal wordt losgespoten en daarna direct opgezogen en in de beun (hopper) gepompt.

### **Stortschip**

Dit schip heeft de omvang van een zeeschip met een lange, stuurbare stortkoker. De valpijp wordt met GPS-plaatsbepalingssystemen gestuurd zodat nauwkeurig storten mogelijk is. De benodigde stortsteen wordt in de gewenste dosering gestort, met grote nauwkeurigheid in positie en laagdikte.



### **3.9 Inbedrijfstelling van het hele windturbinepark**

Na voltooiing van alle installatiewerkzaamheden zal de inbedrijfstelling van alle onderdelen van het windturbinepark plaatsvinden. Hierbij hoort ook het uitvoeren van alle vereiste testen en het verkrijgen van de noodzakelijk certificaten en goedkeuringen van de bevoegde instanties.

Na de installatie en inbedrijfstelling van de elektrische infrastructuur kan de inbedrijfstelling van elk afzonderlijk turbinerij één voor één plaatsvinden, waardoor het windturbinepark relatief snel opbrengsten kan leveren. Wanneer alle windturbines in bedrijf gesteld zijn, is het windturbinepark volledig in bedrijf.

### **3.10 Beheer**

De bouwwerken op zee moeten onderhouden worden. Hiervoor moet er een gedetailleerde planning opgesteld worden en up-to-date gehouden worden. Wijzigingen in de situatie moeten gedocumenteerd worden na voltooiing van de werkzaamheden. Deze documenten vormen onderdeel van de installatiehandleiding. Er zullen jaarlijkse inspecties uitgevoerd worden tijdens de exploitatiefase (zie Hoofdstuk 4 Onderhoudsplan).

### **3.11 Verwijdering**

Na de definitieve beëindiging van het gebruik van het windturbinepark moeten de offshore bouwwerken ontmanteld worden. Hiervoor zal te zijner tijd, voordat met de ontmanteling begonnen wordt, een gedetailleerde planning opgesteld worden.

De ontmantelingsfase voor het Tromp Binnen windturbinepark bestaat uit een aantal stappen.

De verschillende onderdelen van verwijderingsfase zijn:

1. Inpeiling GBS locaties tbv eventuele aanzanding
2. Verwijdering turbines
3. Verwijdering transformatorplatform
4. Verwijdering funderingen
  - a. Baggeren ten behoeve van vrijleggen fundatieplaat
  - b. Verwijderen zandvulling GBS/afkoppelen kabels
  - c. Liften GBS en transport naar locatie voor afbraak
  - d. Opvullen resterende funderingskuil met zand
5. Verwijdering bekabeling (optioneel)
6. Opleveringscontrole alle GBS locaties tbv overdracht autoriteiten

Meer gedetailleerde informatie over de ontmanteling wordt gegeven in hoofdstuk 7, Verwijderingsplan.





## **4 ONDERHOUDSPLAN**

### **4.1 Inleiding**

Dit plan beschrijft het onderhoud van de windturbines, de funderingen, het transformatorstation, de elektriciteitskabels en de verlichting van windturbinepark Tromp Binnen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen regulier onderhoud (inspecties) en niet-regulier onderhoud (reparaties).

In dit onderhoudsplan wordt het onderhoud beschreven voor een windturbinepark dat bestaat uit REpower 5M windturbines op een kegelvormige betonnen fundering (Gravity Based Structure of GBS).

### **4.2 Toegangsprocedure voor onderhoudsschepen tijdens exploitatiefase**

Voor het gebied waarin de windturbines worden geplaatst wordt een geslotenverklaring uitgegeven. De geslotenverklaring houdt in dat er een vaarverbod geldt voor deze locatie tijdens de exploitatiefase. Dit vaarverbod wordt gehandhaafd door RWE en de kustwacht. Mocht RWE een vaartuig met de radar of op andere wijze detecteren dat geen toestemming heeft tot het gebied, dan wordt dit gemeld aan de kustwacht. Deze zal vervolgens actie ondernemen.

Ook tijdens de aanlegfase dient het Kustwachtcentrum te worden geïnformeerd over welke activiteiten plaats zullen vinden, wie de contactpersoon tijdens de activiteiten is, waar schepen zullen varen en wat de call signs van deze schepen zijn.

Doordat de handhaving van het vaarverbod/geslotenverklaring bij de initiatiefnemer ligt, bepaalt deze ook de procedure voor het betreden van het gebied. De site manager van het offshore windturbinepark Tromp Binnen is aangesteld als centraal aanspreekpunt, die toeziet op de toetreding tot het gebied waar een vaarverbod geldt. In deze procedure staat beschreven waar gemeld moet worden als een vaartuig het gebied, waar de geslotenverklaring geldt, wil betreden. Door het aanmelden van schepen die het gebied willen betreden is er overzicht over wie zich waar bevindt in het windturbinepark en welke activiteiten de verschillende schepen uitvoeren. Hierdoor wordt voorkomen dat verschillende werkzaamheden op dezelfde locatie elkaar hinderen.



Tevens staat in de procedure beschreven aan welke eisen schepen moeten voldoen om het gebied te mogen betreden. Deze eisen worden vastgesteld door de initiatiefnemer. Deze eisen bestaan onder andere uit:

- welk veiligheidsmaterieel aanwezig moet zijn op het vaartuig;
- aanwezige call signs;
- de staat van het vaartuig;
- specifieke documenten die de schipper in zijn bezit moet hebben.

Naast de schepen die toestemming hebben gekregen van de initiatiefnemer, hebben alle overheidsschepen (o.a. kustwacht, marine) toegang tot het gebied waar een geslotenverklaring geldt.

#### **4.3 Inzet van onderhoudsmaterieel en mankracht**

Voor het onderhoud van het windturbinepark zullen schepen worden ingezet. Een aantal van de schepen die worden ingezet voor de installatie van het windturbinepark kan ook gebruikt worden voor regulier onderhoud en reparatie werkzaamheden.

Als gevolg van de grote afstand naar de kust wordt verondersteld dat monteurs tijdelijk offshore worden gehuisvest op het transformator platform en/of een hotelschip.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de verschillende soorten schepen die kunnen worden ingezet en welke taak deze schepen kunnen uitvoeren. Hierna wordt gedetailleerder beschreven welke functie de verschillende schepen kunnen hebben tijdens regulier onderhoud en reparatie.

Tabel 4.1      Overzicht van de verschillende schepen die kunnen worden ingezet voor regulier onderhoud en reparatie

| Taak                                        | Type schip                   |
|---------------------------------------------|------------------------------|
| Kabelroute controleren                      | Onderzoeksschepen            |
| Erosiebescherming aanvullen                 | Stortschepen                 |
| Vervoer van medewerkers                     | Serviceschepen               |
| Vervoer van klein materieel (<1000 kg)      | Serviceschepen               |
| Begeleiding bij duikactiviteiten            | Serviceschepen / rubberboten |
| Vervoer van groot materieel (>1000 kg)      | Bevoorradingsschepen         |
| Vervoer van zwaardere onderdelen            | Bevoorradingsschepen         |
| Bevoorrading van het transformator platform | Bevoorradingsschepen         |
| Hijswerkzaamheden                           | Hefschepen                   |
| Grote reparaties                            | Hefschepen                   |
| Huisvesting                                 | Hotelschip                   |

#### 4.3.1      Onderzoeksschepen

Voor het inspecteren van het onderwaterdeel van de fundering van de windturbine zullen duikers worden ingezet. Voor het vervoer van deze duikers zijn verschillende vaartuigen mogelijk, zoals kleinere rubberboten met een hoge wendbaarheid of serviceschepen.

Voor het bepalen van de locatie van de windturbines en kabels wordt geofysisch en geotechnisch onderzoek verricht. Voor dit onderzoek zijn speciale schepen ingericht. Met behulp van deze schepen kan gecontroleerd worden of de ingegraven kabels nog op de juiste diepte liggen en voldoende gronddekking hebben. Mocht blijken dat een kabel op onvoldoende diepte ligt of te weinig gronddekking heeft kan dit opgelost worden door met een waterstraal (jetting) de grond te fluidiseren waardoor de kabel weer naar juiste diepte kan zakken. Deze techniek is met name in zachtere grondsoorten goed te gebruiken.

#### 4.3.2      Stortschepen

Voor het storten van stenen wordt een stortschip ingezet. Dit schip heeft de omvang van een zeeschip met een lange, stuurbare storkoker. De valpijp wordt met GPS-plaatsbepalingssystemen gestuurd zodat nauwkeurig storten mogelijk is. De benodigde stortsteen wordt in de gewenste dosering gestort, met grote nauwkeurigheid in positie en laagdikte.



### 4.3.3 Service- en bevoorradingschepen

Voor bevoorrading en service van een offshore windturbinepark zijn schepen nodig. Deze schepen kunnen in twee categorieën worden ingedeeld:

- *Serviceschepen*. Dit zijn kleinere snellere vaartuigen die gebruikt worden voor het transporteren van medewerkers van en naar de windturbines. Deze vaartuigen kunnen ook klein gereedschap en onderdelen (<1000 kg) transporteren. Tevens kunnen ze gebruikt worden bij duikactiviteiten;
- *Bevoorradingsschepen*. Dit zijn vaartuigen die gebruikt worden voor het bevoorraden van het transformatorplatform en tevens dienst kunnen doen als transportschip voor zwaarder materieel en onderdelen (>1000 kg).



Figuur 4.1 Voorbeeld van een serviceschip

### 4.3.4 Hefschepen

Hefschepen (of jack-up schepen) worden gebruikt voor zware hijswerkzaamheden in dieper water. Een hefschip bevat 4 tot 6 onafhankelijk beweegbare poten. Wanneer het hefschip op positie ligt, kunnen deze poten omlaag zakken tot ze op de zeebodem staan, vervolgens kan het hefschip zichzelf uit het water heffen. Hierdoor wordt een stabiel werkplatform gecreëerd dat onafhankelijk van de golfslag en getijdenvariatie kan opereren. Dit zal tevens de kans op vertraging als gevolg van slecht weer verkleinen.

Hefschepen zijn in drie categorieën te verdelen:

- *Niet-zelfvoortstuwende hefschepen.* Deze hefschepen moeten met behulp van sleepboten naar hun locatie gesleept worden waarna ze zichzelf uit het water kunnen heffen;
- *Zelfvoortstuwende hefschepen.* Deze schepen kunnen zelf naar de juiste locatie varen waarna ze zichzelf uit het water kunnen heffen;
- *Semi-hefschepen.* Deze schepen worden gestabiliseerd door drie of meer poten te laten rusten op de zeebodem met een ingestelde druk. Het schip wordt niet volledig uit het water opgeheven maar laat een deel van de romp in het water.

Hefschepen zijn uitgerust met een kraan zodat hijswerkzaamheden kunnen worden uitgevoerd. Deze hefschepen worden bij de aanleg van windturbineparken o.a. gebruikt voor het plaatsen van de mast, gondel en rotor. Voor reparatiewerkzaamheden kunnen hefschepen gebruikt worden in het geval hijswerkzaamheden nodig zijn, zoals bij het vervangen van rotorbladen en tandwielkasten, of wanneer voor reparaties een stabiele ondergrond is vereist.

#### 4.3.5 Hotelschip

Voor het regulier onderhoud dat twee keer per jaar plaatsvindt worden extra servicemonteurs ingezet die niet op het transformatorplatform kunnen verblijven. Een hotelschip zal in de buurt van het transformatorplatform geplaatst worden. Dit hotelschip zal voorzien zijn van voldoende slaapruidtes, eetgelegenheden, en ontspanningsruuidtes. Speciaal voor onderhoud aan windturbines ontwikkelde hotelschepen bieden ook plaats aan de serviceschepen, waarmee naar de windturbine kan worden gevaren.

Hotelschepen zijn er in verschillende afmetingen. Hotelschip "Wind Solution" heeft bijvoorbeeld 100 cabines aan boord. Er zijn ook kleinere schepen beschikbaar.

#### 4.3.6 Onderhoudspersoneel

Er wordt aangenomen dat op het transformatorplatform ongeveer 15 tot 20 mensen onderhoudspersoneel permanent aanwezig zijn voor reparaties. In het conceptual design van het transformatorstation is hiermee rekening gehouden. Onderhoudspersoneel voor regulier onderhoud zal gehuisvest worden op een hotelschip. Dit zullen onder andere zijn:

- management / beherend personeel / HSE-manager;
- servicemonteurs;
- scheepsbemanning;
- huishoudelijk personeel.



## 4.4 Regulier onderhoud

Regulier onderhoud aan het windturbinepark is noodzakelijk om de stroomlevering en een hoge technische beschikbaarheid van het windturbinepark te garanderen. Dit regulier onderhoud bestaat uit inspectie- en onderhoudswerkzaamheden aan de windturbines, fundering, transformatorstation, de kabels en de verlichting van het windturbinepark. In het regulier onderhoud is tevens opgenomen:

- het testen van besturings- en veiligheidssystemen;
- het nemen van olie- en vetmonsters en
- het bijvullen of vervangen van onder andere tandwielkastolie, lagersmerig en diverse olie- en luchtfilters.

### 4.4.1 Windturbines

#### 4.4.1.1 Onderhoudsstrategie

Het regulier onderhoud aan de windturbines wordt gedaan door serviceploegen die op een hotelschip verblijven. Van daaruit worden de serviceploegen met een serviceschip afgezet op de turbine. Aan de windturbine zit een landingsplatform, zodat (service)schepen tijdelijk kunnen aanmeren tot een golfhoogte van 1,5 – 2,0 m. Op het platform/schip is een lier of kraantje aanwezig zodat laden en lossen van materiaal kan plaatsvinden. Er is verondersteld dat het regulier onderhoud aan de windturbines tweemaal per jaar plaatsvindt.

Het is belangrijk dat het regulier onderhoud zoveel mogelijk wordt uitgevoerd in periodes waarin het windturbinepark Tromp Binnen goed bereikbaar is per schip. Of een park goed bereikbaar is, is afhankelijk van de windsnelheid en golfcondities. Het is daarnaast gunstig om regulier onderhoud te plannen in periodes waarin de energieopbrengst van het windturbinepark relatief laag is, namelijk in of rondom de zomermaanden.

ECN heeft onderzoek<sup>23</sup> gedaan naar het aantal werkbare dagen van een offshore park op 50 kilometer afstand van de kust. Op basis van het ECN onderzoek zijn de volgende aannames gemaakt voor regulier onderhoud voor windturbinepark Tromp Binnen:

- regulier onderhoud vindt elk jaar in de winter en zomer plaats;
- een werkweek bestaat uit 7 dagen, een werkdag uit 10 uur;
- tijdens regulier onderhoud wordt altijd gewerkt met 6 serviceploegen;
- een serviceploeg bestaat uit 3 servicemonteurs;

<sup>23</sup> ECN, "DOWEC 10080 rev 2; O&M aspects of the 500 MW Offshore Wind Farm at NL7", juli 2002.

- een serviceploeg werkt 2 weken aaneengesloten en heeft dan 1 week rust;
- het regulier onderhoud wordt uitgevoerd in circa 10 mandagen per jaar per windturbine, die zijn verdeeld over 6 mandagen in de zomer en 4 mandagen in de winter;
- in de winter kan in 20% van de tijd niet gewerkt worden vanwege slechte weercondities.

Op het transformatorplatform is een permanent magazijn met gereedschappen en onderdelen aanwezig die gebruikt kunnen worden voor de inspectie- en onderhoudswerkzaamheden. Een serviceschip is beschikbaar om de monteurs, de benodigde gereedschappen en de onderdelen naar de locatie te brengen.

Het aantal dagen regulier onderhoud en het totaal benodigde aantal serviceploegen is afhankelijk van het aantal windturbines. In de volgende tabel wordt een overzicht gegeven voor het onderhoud van 59 windturbines van het type REpower 5M.

Tabel 4.2 Regulier onderhoud REpower 5M

|                                                | Zomer | Winter |
|------------------------------------------------|-------|--------|
| Aantal monteurs per serviceploeg               | 3     | 3      |
| Aantal turbines                                | 59    | 59     |
| Aantal mandagen regulier onderhoud per turbine | 6     | 4      |
| Totaal aantal dagen regulier onderhoud         | 354   | 236    |

Om steeds 6 serviceploegen beschikbaar te hebben op de locatie Tromp Binnen zijn vanwege het werkschema (2 weken op, 1 week af), in totaal 9 serviceploegen nodig. Elke serviceploegwisseling betekent een activiteit van de kust naar het windturbinepark en vice versa.

#### 4.4.1.2 Beschrijving van type onderhoud van de windturbine

Het regulier onderhoud aan de windturbines kan worden opgesplitst in:

- inspecteren van hoofdcomponenten op onder andere defecten, losse onderdelen, corrosie, achterblijvend water en vuilafzetting;
- controleren van boutverbindingen op loszittende of gebroken bouten;
- controleren en testen van besturingssystemen (elektrisch, mechanisch en hydraulisch), waaronder bladverstelling, parkeerrem en krui-inrichting;
- controleren en testen veiligheidssystemen;



- smeren van lagers en/of bijvullen automatisch smeringsystemen;
- vervangen van filters;
- nemen van monsters (tandwielkastolie en hydraulische olie);
- vervangen van tandwielkastolie indien dit uit olieanalyse nodig blijkt te zijn.

Hierbij wordt de turbine opgedeeld in de volgende systemen:

- veiligheidsmiddelen waaronder lift, ladders en bordessen;
- toren met elektrische en mechanische componenten, waaronder elektrische aarding, besturingskast, UPS, middenspanningsinstallatie en trillingsdemper;
- gondel met subsystemen, waaronder krui-inrichting, weerstation, parkeerrem, tandwielkast, koppeling met generator, generator, frequentieomvormer, koelsystemen en klimaatregeling;
- rotorbladen, waaronder bladverstelmechanisme en bladlagers;
- rotor met subsystemen, waaronder rotorbesturingssysteem en rotorblokkeerinrichting.

De inspecties op de verschillende onderdelen van de windturbine, die tweemaal per jaar plaats vinden, worden op de volgende manier uitgevoerd:

#### *Mast*

Tijdens de inspectie wordt de mast visueel geïnspecteerd op bijvoorbeeld scheurtjes, lakschade en olieresten.

#### *Gondel*

Tijdens de inspectie wordt de kwaliteit van de olie gecontroleerd en wordt er gecontroleerd op eventuele lekkages. Het verversen van de olie wordt altijd op een veilige manier uitgevoerd, doordat met kleine vaten wordt gewerkt en mogelijke lekkage wordt opgevangen. De opgevangen olie wordt verwijderd en naar de kust gebracht om daar verwerkt te worden.

#### *Rotor*

Tijdens de inspectie wordt nagegaan of de lagers goed gesmeerd lopen. Vanwege de veiligheid worden bij de inspectie van de rotor en de lagers de bladen mechanisch stilgezet.

Bij het onderhoud wordt het onderhoudsplan van de fabrikant gevolgd. Het is te verwachten dat de fabrikant (zeker tijdens de garantieperiode) het onderhoud aan de turbine zal uitvoeren.

#### 4.4.2 Gravity Based Structure fundering

De inspecties aan de funderingen zullen tweejaarlijks worden uitgevoerd. Voor het regulier onderhoud zijn een duikploeg, een onderhoudsploeg en een schip met bemanning nodig.

Per fundering zijn 3 werkdagen nodig voor het regulier onderhoud. De onderdelen erosiebescherming, onderwaterstructuur, splash zone en het bovenwaterdeel worden tijdens het regulier onderhoud geïnspecteerd.

Over het algemeen wordt tijdens de inspectie bij de verschillende onderdelen van de fundering gelet op de volgende punten:

- mechanische beschadiging en integriteit van de constructie;
- beschadiging van de coating;
- aanwezigheid van afwijkingen of abnormaliteiten.

De noodzaak tot reparatie van de funderingen volgt uit de reguliere inspecties of is het gevolg van een incident, zoals bijvoorbeeld een aanvaring. De aard van de reparaties is in beide gevallen gelijk en wordt hier beschreven. De belangrijkste reparaties aan de funderingen zijn het opnieuw aanbrengen van de corrosiebescherming en het repareren van de fundering zelf.

De inspecties die boven en onder de waterspiegel worden uitgevoerd voor de GBS-fundering zijn:

*Inspectie onder de waterspiegel van:*

- kegel vanaf de zeebodem tot zeeniveau;
- beton op scheuren (eventuele metingen om vast te stellen);
- aangroei van organismen op de kegel;
- de zeebodem (vaststellen gevaar van zandduinen);
- erosiebescherming;
- kabels;
- het corrosie beschermingssysteem.



*Inspectie boven de waterspiegel van:*

- flens;
- verbindingen van het stootkussen;
- ladder;
- platform;
- funderingspaal.

*Onderhoud*

Het onderhoud aan de betonnen GBS-fundering bestaat uit het schoonmaken, aanstralen, herstellen en conserveren van de wapening en het opnieuw aanbrengen van corrosiebescherming.

Indien grote beschadigingen aan de funderingen zijn ontstaan (bijvoorbeeld door een aanvaring) worden deze beschadigingen in het beton opnieuw uitgevuld en wordt hiervoor een stalen bekisting aangebracht van schaaldelen. Met behulp van een betonpomp wordt de bekisting gevuld met staalvezels en hoge sterkte beton.

#### **4.4.3 Transformatorstation**

Aan het transformatorstation wordt twee maal per jaar regulier onderhoud uitgevoerd. Het regulier onderhoud aan het transformatorstation wordt gedaan door serviceploegen die op het hotelschip verblijven. Van daaruit worden de serviceploegen met een serviceschip afgezet op het transformatorstation. Het regulier onderhoud zal worden uitgevoerd door 1 of 2 serviceploegen. De servicemonteurs verrichten ongeveer 5 dagen lang inspecties aan het transformatorstation. Het is van belang dat dit onderhoud wordt uitgevoerd tijdens periodes met een lage energieopbrengst.

De volgende inspecties worden uitgevoerd tijdens het regulier onderhoud aan het transformatorstation:

- checken van stroomonderbrekers;
- testen van relais;
- infraroodinspectie van verbindingen van de primaire constructie;
- temperatuurmetingen rond kabels;
- oliemetingen;
- inspectie van de fundering;
- controle op olie lekkage;
- erosiebescherming.

Het onderhoud van het transformatorstation wordt gelijktijdig uitgevoerd met het onderhoud aan de windturbinefunderingen.

#### 4.4.4 Kabels

Als onderdeel van het regulier onderhoud zullen de kabels twee maal per jaar worden geïnspecteerd door duikers en Remote Operating Vehicles (ROV's) die met onderwatercamera's en -sensoren zijn uitgerust om de diepteligging en de integriteit van de kabels te bepalen. Voor de inspectie van zowel exportkabels als kabels in het windturbinepark zullen een klein schip en een bemanning van 4 servicemonteurs worden ingezet die gedurende circa 8 dagen per jaar werkzaam zijn. Indien noodzakelijk dienen de kabels weer op diepte te worden gebracht. Dit zal bij voorkeur gebeuren door met een waterstraal (jetting) de grond te fluidiseren waardoor de kabel weer naar juiste diepte kan zakken. Deze techniek is met name in zachtere grondsoorten goed te gebruiken.

##### 4.4.4.1 Kabels in het windturbinepark

In het windturbinepark geldt een vaarverbod voor alle scheepvaart. Hiermee wordt de kans op schade door sleepnetten en ankers aan de interne bekabeling in feite weggenomen. Op de naleving van het vaarverbod wordt streng toezicht gehouden. Maatregelen zullen genomen worden om het gevaar voor eigen scheepvaart (ten behoeve van onderhoud en reparatie) te beperken. Ter voorkoming van eventuele schade zijn de kabels gewapend met staaldraden om de kans op kabelbreuk te beperken en zijn de kabels ingegraven.

##### 4.4.4.2 Kabels van het windturbinepark naar de kust

Tussen het windturbinepark en de kust geldt geen vaarverbod. Uit oogpunt van betrouwbaarheid en capaciteit zullen daarom twee aparte kabels, met een onderlinge afstand van 50 meter, van het windturbinepark naar de kust worden aangelegd. Door deze onderlinge afstand is de kans kleiner dat een anker aan beide kabels schade toebrengt. De kabels zijn ook voorzien van een stalen wapening waardoor de kans op kabelbreuk wordt beperkt en ook hier zijn de kabels ingegraven.

#### 4.4.5 Verlichting en signalering

De scheepvaartverlichting, de misthoorns, radarreflectoren en de accubatterijen worden tweemaal per jaar geïnspecteerd en op afstand bewaakt via het monitorsysteem van het windturbinepark. Storingen worden direct gesignaleerd door een monitorsysteem en kunnen



vervolgens verholpen worden door servicemonteurs. Alle scheepvaart- en navigatieverlichting en misthoorns van offshore windturbinepark Tromp Binnen worden aangesloten op een oplaadbare accubatterij die een periode van 36 uur kan overbruggen. Op deze manier is een periode van 36 uur voldoende om reparaties uit te voeren, dan wel bij stroomuitval een kleine generator op te starten of een vervangende batterij naar het windturbinepark te brengen.

#### **4.5 Niet regulier onderhoud (reparaties)**

Storingen aan het windturbinepark zullen via het SCADA-systeem onmiddellijk worden gemeld. Hiertoe zal een servicecentrum op land worden ingericht dat 24 uur per dag bemand is.

Voor niet regulier onderhoud (reparaties) is het belangrijk om snel toegang te hebben tot het windturbinepark. Vooralsnog is gekozen voor een permanent verblijf op het transformatorplatform in het windturbinepark van waaruit reparaties worden verricht. Op deze manier kunnen de monteurs snel en direct te werk gaan voor het niet-regulier onderhoud (reparaties). Het permanente verblijf bestaat uit kantoorruimte, kantine, slaappleatsen, sanitair, werkplaats en een magazijn met onderdelen. De benodigde capaciteit van de permanente verblijfplaats hangt onder andere af van het aantal turbines; wanneer er 59 REpower 5M windturbines geplaatst worden moeten er in elk geval 6 slaappleatsen voor de monteurs zijn.

##### **4.5.1 Windturbines**

Uit regulier onderhoud, monitoring of extra servicebezoeken kan blijken dat reparaties aan de windturbines uitgevoerd moeten worden. Deze reparaties zijn in te delen in verschillende categorieën:

1. Reparatie tijdens inspectie;
2. Vervanging van kleine onderdelen;
3. Vervanging van hoofdonderdelen.

Voor het niet regulier onderhoud is uitgegaan van de situatie dat reparaties 12 keer per windturbine per jaar plaatsvinden tijdens de eerste 3 jaar. Na deze periode worden minder reparaties verwacht, namelijk nog ongeveer 6 per windturbine per jaar. Deze reparaties vinden gedurende het hele jaar plaats, serviceploegen gaan vanuit het transformatorplatform

naar de windturbines toe en voeren de reparaties uit. Deze servicemonteurs verblijven in toerbeurt gedurende het hele jaar op het transformatorplatform.

Tabel 4.3 Reparaties van de turbines

| REpower 5M                                 |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------|
| Aantal turbines                            | 59                       |
| Aantal reparaties per windturbine per jaar | 12                       |
| Totaal aantal reparaties                   | 708                      |
| Gemiddeld aantal per dag                   | 1,9                      |
| Permanent aantal monteurs                  | 2 ploegen van 3 monteurs |

#### 4.5.1.1 Monitoringsysteem (SCADA)

Om het windturbinepark vanuit het transformatorplatform en vanuit het servicecentrum aan de kust te besturen en te monitoren installeert RWE een SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition system) om te allen tijde het windturbinepark te besturen en te monitoren. Om veiligheidsredenen wordt de remote besturingsfunctie beperkt gehouden. De remote besturingsfuncties worden door de fabrikant in het algemeen gelimiteerd tot start/stop van de turbine en het in/uit de wind kruien. Na een foutmelding kan de windturbine enkel ter plekke vrijgegeven worden. Het SCADA-systeem geeft onder andere:

- historische en real time data van een groot aantal besturings- en veiligheidssensoren per windturbine;
- meteorologische gegevens, waaronder windsnelheid, windrichting, temperatuur en luchtdruk;
- logboek met event data, waarschuwingen en alarmen;
- alarmen en trendanalyses;
- productie data, momentaan, afgelopen 10 minuten, uur, dag, maand, jaar;
- opbrengstcurve;
- beschikbaarheid van de windturbines van het afgelopen uur en per dag, maand en jaar.

Het SCADA-systeem is zo ontworpen dat:

- het gegarandeerd toegang geeft tot alle data, inclusief besturingselementen;
- automatisch een alarm afgaat bij foutmelding (inclusief verlichting en misthoorns);
- elke 10 minuten een update van het park wordt gegeven;
- de data alleen toegankelijk is voor RWE en door RWE geautoriseerde gebruikers;
- het beschermt tegen virussen;



- er altijd een interne back-up wordt gemaakt van de storingsdata als de communicatie naar het transformatorplatform of naar de kust wegvalt (bewaarcapaciteit van minimaal een maand);
- alle alarmeringen en statusrapporten worden bewaard en verzonden;
- ernstige alarmeringen in relatie tot veiligheid en belangrijk productieverlies van de windturbines en/of een stop van windturbines zullen altijd per e-mail en sms naar de windturbinepark-operator worden gestuurd.

#### 4.5.1.2 Conditie Monitoring Systeem (CMS)

In aanvulling op het SCADA-systeem kan RWE ook een Conditie Monitoring Systeem (CMS) installeren. Het CMS wordt geïnstalleerd voor het centrale toezicht op alle individuele windturbines.

Doel van een CMS is dat het van één of meer kritieke componenten de bedrijfstoestand continue bewaakt. In windturbines worden CMS systemen niet toegepast voor storingsmelding, dat wordt al uitgevoerd door het besturingssysteem, maar voor het tijdig registreren van vroegtijdige veroudering en slijtage.

Het CMS systeem meet op een aantal locaties van de aandrijving, van hoofdas tot generator, hoogfrequente trillingen. Op basis van statistische bewerkingen en trendanalyse kan mogelijk geleidelijk kwaliteitsverlies van de aandrijving worden vastgesteld. De belangrijkste componenten die door het CMS gemeten worden aan de hand van trillingen en of temperatuur zijn de hoofdas, hoofdlaters, de tandwielkast, generatorkoppeling en generator.

#### 4.5.1.3 Reparatie tijdens inspectie

Inspectie tijdens regulier onderhoud kan aantonen dat een bepaald onderdeel van de windturbine defect is of niet naar behoren functioneert. Indien dit kleine reparaties betreft kunnen de servicemonteurs dit ter plekke repareren. Deze reparaties kunnen zowel aan de binnenkant als aan de buitenkant van de turbine plaatsvinden. Een voorbeeld van een kleine reparatie is het vervangen van een kabelsteker of temperatuursensor in een besturingskast. De reparaties worden uitgevoerd met gereedschap dat de monteurs bij zich hebben of gereedschap dat zich in de turbine bevindt.

Wanneer een reparatie vereist is, die niet meteen door de servicemonteurs tijdens inspectie kan worden uitgevoerd, is een aparte serviceploeg vanaf het transformatorplatform nodig die

daarvoor wel uitgerust is. De reparatie kan in zo'n geval bestaan uit een vervanging van kleine onderdelen of een vervanging van een hoofdonderdeel.

#### 4.5.1.4 Vervanging van kleine onderdelen



Figuur 4.2 Windturbinegondel met interne kraan

Kleine onderdelen zijn onderdelen lichter dan 1000 kg die niet meer door een servicemonteur gedragen kunnen worden en waar per definitie voor installatie ervan een lift of een kraan nodig is. Voor de vervanging van kleine componenten wordt de interne windturbinekraan gebruikt die maximaal 1000 kg kan hijsen. Voorbeelden van kleine onderdelen zijn de bladverstelmotor of de kruimotor, een printplaat, een sensor of een relais. Na vervanging van de componenten, wordt het defecte component voorzien van een label en retour gestuurd naar het servicestation aan land.

#### 4.5.1.5 Vervanging van hoofdonderdelen

Incidenteel komt het voor dat een groter onderdeel (tandwielkast, generator, rotorblad of complete rotor) vervangen moet worden.

Voor de vervanging van hoofdcomponenten wordt een aparte handleiding met instructies en randvoorwaarden opgesteld. Deze activiteiten worden door de serviceorganisatie als een project behandeld. Ten behoeve van vervanging van hoofdonderdelen zal het benodigde groot materieel gemobiliseerd worden zoals kraanschepen en werkschepen. Vervanging van hoofdonderdelen zal in nauw overleg met de kustwacht worden uitgevoerd.



De grote onderdelen worden vervangen met behulp van een speciaal gemonteerde kraan op de windturbinegondel of een externe kraan. Het onderdeel wordt met een kraan in de turbine gehesen. Soms kan het ook nodig zijn om een jack-up of hefschip te gebruiken voor het verwijderen en plaatsen van een generator of tandwielkast. Voor het vervangen van en het onderhoud aan de rotorbladen is een jack-up schip nodig met voldoende liftcapaciteit. Reparaties aan de rotorbladen kunnen soms uitgevoerd worden met een speciaal hiervoor aan te brengen hijsframe -met daaronder een manbak geïnstalleerd- op rotornaaf of gondel..

#### 4.5.1.6 Windturbinecomponenten

##### *Mast*

Grote reparaties aan de mast kunnen worden veroorzaakt door corrosie of materiaalmoetheid. Vroegtijdige reparatie kan kostbare vervolgschade en herstelkosten beperken. De kruikrans met lagering is een kwetsbaar onderdeel van de mast. Vervanging van de kruikrans gebeurt met een hefschip met grote kraan omdat de gondel van de turbinemast moet worden getakeld.

##### *Gondel*

In de gondel kunnen diverse storingen voorkomen. Vooral de aandrijving en generator zijn mogelijke storingsbronnen. Naast de visuele of auditieve inspectie, is ook meten een mogelijkheid om een storing te ontdekken. Metingen kunnen op vaste tijdsintervallen maar ook op continubasis plaatsvinden en zo nodig op afstand.

Tijdens regulier onderhoud worden olieniveau- en temperatuurmetingen uitgevoerd. Bovendien worden oliemonsters genomen voor analyse in hiervoor gespecialiseerde laboratoria. Eventueel kan met behulp van CMS continu (online) monitoring plaatsvinden. Afwijkingen aan het conversiesysteem (elektrische omvormer) kunnen in veel gevallen niet tijdens regulier onderhoud gedetecteerd worden omdat er geen sprake is van geleidelijke achteruitgang. Detectie van afwijkingen aan draaiende delen (generatorrotor) of de isolatie van de generator is vaak wel mogelijk tijdens regulier onderhoud.

De tandwielkast is het component dat de meeste storingen oplevert. De stroomgenerator wordt gekoeld met lucht of water. Om te voorkomen dat vervuilde en/of zoute lucht tot versnelde veroudering van de generator en andere spanningsdragende componenten leidt, kan gekozen worden voor voorverwarming van kwetsbare onderdelen na stilstand of om de gondelruimte continu op iets overdruk te houden.

### *Rotor*

De belangrijkste reparatie aan de rotor is het vervangen van één of meerdere rotorbladen. In sommige gevallen moet zelfs de hele rotor worden vervangen. Hier moet dan altijd een jack-up schip aan te pas komen. Eens in de 3 tot 5 jaar worden de bladen visueel gecontroleerd, schoon gemaakt en kleine defecten hersteld. Deze werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd met een hefschip maar eveneens met de eerder genoemde voorziening, een speciaal hijsframe op de windturbine met een manbak.

### *Besturing/regeling*

In het besturingssysteem van de windturbines zitten veel sensoren. Sensoren zijn gevoelig voor storingen. Veel van deze storingen worden op afstand gemonitord en opgeheven.

## **4.5.2 Transformatorstation**

Aan het transformatorstation kunnen reparaties noodzakelijk zijn aan de transformatoren zelf, de oliekoelers en de verschillende schakel-, regel- en bewakingseenheden. Mochten de transformatoren niet gerepareerd kunnen worden dan zullen deze vervangen moeten worden met behulp van een hefschip. Ook de op het station aanwezige dieselaggregaten vereisen mogelijk reparaties. Daarnaast kunnen er zowel hardwarematige als softwarematige reparaties noodzakelijk zijn aan:

- besturingssystemen en spannings- en frequentiebewaking;
- veiligheidssystemen;
- communicatiesystemen;
- waarschuwingssysteem.

Doordat het transformatorplatform ook onderdak biedt aan het technisch personeel kunnen ook defecten aan de faciliteiten van de permanente verblijfplaats ontstaan, die gerepareerd moeten worden.

## **4.5.3 Kabels**

Bij reparaties aan kabels wordt onderscheid gemaakt tussen de kabels die de windturbines met het transformatorstation verbinden en de kabels die van het transformatorstation naar de kust lopen. Doordat er een vaarverbod geldt tussen de windturbines is de kans klein dat kabels beschadigd raken en dus dat er reparaties moeten worden uitgevoerd. Wel bestaat de kans dat vaartuigen die gebruikt worden voor onderhoud beschadigingen aan deze kabels veroorzaken. Hierbij kan worden gedacht aan beschadigingen door ankers of de poten van een hefschip. Wanneer dat gebeurt zullen deze gerepareerd worden.



Wanneer door slepende ankers of visnetten de elektriciteitskabels naar de kust worden beschadigd is het zaak om de gevolgen van uitval te beperken en eventuele schade zo snel mogelijk te herstellen, aangezien dit ten koste gaat van de elektriciteitslevering. Volgens onderzoek van CIGRÉ wordt 53 procent van de kabelbreuken veroorzaakt door visnetten of slepende ankers.<sup>24</sup> Gemiddeld ontstaat één keer per twee jaar een beschadiging aan één van de twee kabels. Bij kabelbreuk zal reparatie plaatsvinden die gemiddeld 3 weken duurt.<sup>25</sup>

#### 4.5.4 Verlichting en signalering

De verlichting in het windturbinepark is aangesloten op het SCADA-systeem van het windturbinepark (zie paragraaf 4.5.1.1) . Dit systeem geeft aan wanneer er een defect in de volgende onderdelen optreedt:

- navigatie verlichting;
- luchtvaartverlichting;
- misthoorns;
- radarreflectoren;
- oplaadbare accubatterijen.

Deze onderdelen worden binnen 36 uur gerepareerd of vervangen (zie Hoofdstuk 5 Verlichtingsplan).

#### 4.6 Wijze van rapportage van uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden

Per windturbine wordt na ieder uitgevoerd regulier en niet-regulier onderhoud een inspectierapport gemaakt. Wanneer en welk onderhoud dient te worden uitgevoerd, wordt vermeld in het serviceplan met daarin een checklist waarmee de serviceploeg haar taken kan uitvoeren. In het serviceplan wordt ook vermeld welke gereedschappen, smeermiddelen etc. dienen te worden gebruikt voor het uit te voeren onderhoud.

<sup>24</sup> CIGRÉ, 1985, Study Committee 21. Methods to prevent mechanical damage to submarine cables.

<sup>25</sup> Rademakers, L. et al., 2002, O&M Aspects of the 500 MW offshore wind farm at NL7 (80 \* 6 MW Turbines) – Baseline Configuration, DOWEC 10080 rev 2.

De rapportageprocedure is als volgt:

- aftekenen van het betreffende serviceplan en checklist;
- rapporteren van eventuele kleinere tot grotere defecten door middel van het schrijven van een afwijkingsrapport, met referentie naar het kwaliteitssysteem van de turbineleverancier;
- opstellen van een serviceraapport per bezoek, met vermelding van de uitgevoerde werkzaamheden en de gebruikte onderdelen;
- vermelden van onderhoudsbezoek met reden van bezoek in het logboek van het turbine/transformatorplatform. Een logboek met melding van de onderhoudsbezoeken en belangrijkste reparaties wordt op de windturbine en transformatorplatform bijgehouden. Een uitgebreide onderhoudsrapportage, met onder andere alle servicebonnen en materiaalspecificaties, wordt op het servicecentrum aan land bijgehouden.

De defecte onderdelen worden teruggenomen naar het servicecentrum aan land en worden voorzien van een defectlabel, waarop staat aangegeven wat er kapot is. Afhankelijk van de aard van het onderdeel en het defect wordt overgegaan tot afvoer of revisie van het onderdeel.

## **4.7 Veiligheid, Gezondheid & Milieu: Health Safety and Environment**

### **4.7.1 Beleid en doel HSE**

Health, Safety and Environment (HSE) speelt een belangrijke rol bij de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het windturbinepark. HSE staat voor gezondheid, veiligheid en milieu, vaak afgekort als VGM. Dit HSE plan is samengesteld uit de wettelijke eisen en normen en vormt een specifieke aanvulling op de ARBO wetgeving en SOLAS<sup>26</sup>.

Het primaire doel van dit plan is om een veilige en gezonde werkomgeving te creëren voor iedereen die op de site werkt. Bovendien moet dit plan voorkomen dat medewerkers zich kunnen verwonden of dat eigendommen van RWE, de contractors en subcontractors worden beschadigd. Iedereen moet handelen volgens de regels die in dit plan zijn opgesteld. Bij het in gebreke blijven van het naleven van deze regels door medewerkers, ook van onderaannemers, zal RWE passende maatregelen nemen.

RWE heeft ook een eigen corporate HSE verklaring waarin is opgenomen dat HSE niet alleen gezien wordt als een juridische verplichting maar ook als een gezamenlijke

---

<sup>26</sup> Safety Of Life At Sea, een Internationaal Verdrag voor de beveiliging voor mensenlevens op zee.



verantwoordelijkheid en belangrijk corporate doel. Bij deze "RWE Health and Safety at Work Policy"<sup>27</sup> behoren richtlijnen<sup>28</sup> die conform ARBO wetgeving zijn opgesteld.

#### 4.7.2 Organisatie

RWE stelt een HSE team samen, dat bestaat uit de site manager, safety manager van RWE en de safety managers van derden. Dit HSE team zorgt voor:

- monitoren en garant stellen van het veiligheidsprogramma;
- aansturen en coördineren van de HSE-activiteiten;
- kenbaar maken van beleid, doelen en regelgeving;
- opsporen, detecteren en identificeren van risicovolle omstandigheden;
- uitvoeren van gedegen onderzoek als er zich een onveilige situatie heeft voorgedaan;
- controleren of de onderzoeksaanbevelingen zijn uitgevoerd, om herhaling te voorkomen.

#### 4.7.3 Personeel en Training

Onderdeel van het HSE plan is dat al het personeel van RWE en personeel van derden die aan het windturbinepark Tromp Binnen werken VCA-gecertificeerd zijn. VCA staat voor VGM Checklist Aannemers. VCA is een certificatiesysteem speciaal ontwikkeld en erkend als een geaccrediteerde algemene standaard toegepast door de industrie. De standaard wordt dan ook steeds breder toegepast, dan wel verplicht gesteld. VCA is een checklist om een veilige en gezonde werkomgeving te bevorderen en het milieu te sparen. Bedrijven die gecertificeerd zijn volgens VCA voldoen aan de Arbo-wet en -regelgeving en hebben een risico-inventarisatie en -evaluatie en kunnen aantonen dat medewerkers voldoende worden geïnstrueerd, dat er toezicht op veilig werken plaatsvindt en dat materialen gekeurd zijn. Er geldt een verplichte medische keuring voor al het onderhoudspersoneel dat werkzaam is in het windturbinepark.

Het gebruik en bezit van alcohol of drugs op de verschillende werklocaties is ten strengste verboden. Een ieder die dit beleid niet respecteert zal onmiddellijk van het project worden ontslagen.

Om goede samenwerking en communicatie te garanderen tussen alle medewerkers van Tromp Binnen en voor hen een veilige werkplek te garanderen heeft RWE maatregelen getroffen:

---

<sup>27</sup> RWE Health and Safety at Work Policy, RWE August 2006. Zie bijlage B4.1.

<sup>28</sup> RWE's Health and Safety Policy Guidelines. Zie Bijlage 4.2.

- wekelijks vergadering met alle subcontractors om coördinatie en samenwerking vast te leggen en eventuele conflicterende belangen te voorkomen;
- alle subcontractors hebben een kopie van het HSE-plan;
- alle subcontractors zijn verplicht een method statement in te leveren;
- alle subcontractors zijn verplicht risico-inventarisaties en evaluaties uit te voeren;
- alle subcontractors treffen voorbereidingen voor HSE;
- goede communicatie met alle partijen gedurende het hele project;
- voorafgaand aan het werk moeten de subcontractors garanderen dat zij deelnemen aan het HSE overleg en toolboxmeetings.

#### **4.7.4 Persoonlijke uitrusting**

De werknemers die aan windturbinepark Tromp Binnen werken hebben behalve hun eigen uitrusting altijd additionele beschermingsmiddelen ter beschikking. De werknemers zijn verplicht deze altijd tijdens hun werkzaamheden te gebruiken. In elke windturbine liggen minimaal twee klimharnassen. De persoonlijke beschermingsmiddelen moeten altijd voorafgaand aan het gebruik gecontroleerd worden op deugdelijke werking en eventuele schade. Beschadigde of niet functionerende beschermingsmiddelen worden van de werkplek verwijderd. Nieuwe beschermingsmiddelen worden dan opnieuw ter beschikking gesteld.

#### **4.7.5 Risico-inventarisatie en evaluatie**

Belangrijk onderdeel van het HSE-beleid is de risico-inventarisatie en -evaluatie. De risico-inventarisatie moet alle risico's aanwijzen tijdens aanleg, gebruik en verwijdering van het windturbinepark. De geïnventariseerde risico's moeten geminimaliseerd worden volgens het ALARA principe (as low as reasonable achievable). De maatregelen die genomen dienen te worden om de risico's te minimaliseren worden in een method statement opgenomen. Alle uitgevoerde risico-inventarisaties en evaluaties worden bijgehouden in een logboek dat in bezit van het HSE team is.

#### **4.7.6 Inspectie en Rapportage**

Alle incidenten en ongelukken moeten gerapporteerd worden aan het HSE team. Voor een ongeluk geldt dat onmiddellijk melding gemaakt moet worden aan de site-manager of de HSE-manager. In deze rapporten zijn in detail de omstandigheden van het voorval opgenomen, het daarbijbehorende onderzoek en de conclusies van het onderzoek. Het rapport moet binnen 24 uur na het voorval in bezit van de HSE manager zijn. Een rapport is noodzakelijk bij:



- schade aan eigendommen van RWE of (sub)contractors;
- vrijkomen of lekkage van gevaarlijke stoffen;
- brand;
- verwondingen die eerste hulp vereisen;
- dodelijke ongevallen.

Ook van incidenten moet binnen 24 uur een rapport worden opgesteld. Hierbij gaat het om gevaarlijke situaties die een ongeluk hadden kunnen veroorzaken, maar dat niet hebben gedaan.

De evaluatie van ongelukken en incidenten kan maatregelen tot gevolg hebben. In een review moet worden aangetoond dat deze maatregelen ook daadwerkelijk genomen zijn. Bovendien worden in de toolboxmeetings deze maatregelen besproken.

#### **4.7.7 Health, Safety and Environment risico's windturbinepark Tromp Binnen**

Tijdens de ontwerpfase van het project wordt voor een belangrijk deel het HSE beleid vastgesteld en het HSE team gevormd.

Doel is om altijd en voor iedereen een veilige werksituatie te handhaven. Aanleg, gebruik en uiteindelijk verwijdering van het windturbinepark brengen verschillende HSE aspecten met zich mee. Tijdens de aanlegfase en verwijderingsfase zijn er meer mensen op en nabij het windturbinepark werkzaam en varen er meer werkschepen dan tijdens de gebruiksfase. De HSE-activiteiten verschillen dan ook enigszins. De belangrijkste risico's in deze fases moeten van tevoren geanalyseerd worden en daar waar nodig moeten maatregelen worden getroffen. Hieronder staan de risicovolle werkzaamheden en HSE-activiteiten beschreven die in de aanleg- en verwijderingsfase, dan wel de onderhoudsfase plaatsvinden.

#### **Veiligheidsplan betreffende de aanleg en verwijdering van het windturbinepark**

Werkzaamheden tijdens de bouw worden uitgevoerd in overeenstemming met de regelgeving in de Arbowet en SOLAS, aangevuld met specifieke bedrijfsveiligheidsplannen van de consortiumpartners. Er worden veiligheidsplannen geschreven en geïmplementeerd voor de verschillende deelprojecten. Deze veiligheidsplannen zullen op de werkplek beschikbaar zijn.

Er zal voor de uitvoering van de bouw van het windturbinepark een risico-inventarisatie uitgevoerd worden. Alle subcontractors moeten een method statement aanleveren op basis waarvan het HSE team een HSE plan kan voorbereiden. Een risico-inventarisatie is daarin opgenomen en dient eveneens als basis voor het HSE plan. In de risico-inventarisatie

moeten locatiespecifieke gevaren worden opgenomen. Deze informatie kan vervolgens gebruikt worden voor het attenderen van werknemers op deze gevaren. Er kunnen ook controlemaatregelen worden ingesteld of benodigde trainingen worden geïdentificeerd.

Ook zullen er tijdelijke voorzieningen worden aangebracht om het werken veilig te maken, bijvoorbeeld het verankeren van tijdelijke platforms. Ook het hotelschip dat RWE voor het regulier onderhoud gebruikt valt hieronder. De tijdelijke voorzieningen moeten goed onderhouden worden en er moeten reddingsmateriaal aanwezig zijn.

De belangrijkste risico's bij de aanleg en de verwijdering van een offshore windturbinepark treden op bij:

- werken met elektrische installaties;
- werkzaamheden met hefschepen;
- hijs- en hefwerkzaamheden;
- toegang tot het windturbinepark;
- werken op hoogte;
- duikwerkzaamheden;
- slecht weer.

#### **Veiligheidsplan betreffende onderhoud van het windturbinepark**

De windturbines zijn in principe onbemand gedurende de tijd dat zij in gebruik zijn. Alle windturbines en het transformatorstation staan onder permanente controle vanaf de wal. Op het transformatorstation is de mogelijkheid om onderhoudspersoneel te stationeren. Het onderhoudsplatform zal voldoen aan eisen die gelden voor werken en overnachten op een offshore platform.

Voor onderhoud zal personeel per schip naar de windturbines en het transformatorstation getransporteerd worden. Onderhoudsschepen mogen onder strikte regels in het park. Het onderhoudspersoneel kan de turbine betreden via de bootaanlanding en de ladder naar het werkplatform, waar zich de ingang tot de binnenzijde van de mast bevindt. Via een ladder aan de binnenkant van de mast is het mogelijk de gondel te bereiken. Het overstappen van personeel van het schip op de ladder van de turbine gebeurt alleen als de omgevingscondities dit toestaan. Dit is ter beoordeling van de kapitein. De kapitein van het schip draagt verantwoordelijkheid voor een veilige overstap.



De belangrijkste risico's bij onderhoud van een offshore windturbinepark treden op bij:

- transport per schip;
- werken met elektrische installaties;
- onderhoud aan de turbine;
- onderhoud aan het transformatorplatform;
- werken op hoogte;
- onderwater inspectiewerkzaamheden;
- inspectie van kabel;
- slecht weer.

### **HSE activiteiten algemeen**

De volgende HSE-activiteiten gelden in zowel de aanleg-, onderhouds- en verwijderingsfase:

#### *Calamiteitenplan*

Alle procedures moeten worden vastgelegd in het calamiteitenplan (zie ook hoofdstuk 6 Calamiteitenplan). Belangrijke zaken die hierin worden opgenomen:

- veilig transport en veilige opslag van gevaarlijke materialen;
- abnormale weersomstandigheden;
- gevaarlijke situaties waaronder brandgevaar;
- de rollen en verantwoordelijkheden van de verschillende medewerkers;
- een procedure van de noodzakelijke acties die ondernomen moeten worden voor elk denkbaar scenario;
- trainen van medewerkers in het gebruik van evacuatie en reddingsmateriaal.

#### *Toegang tot de site*

Schepen worden afhankelijk van de weersomstandigheden uitgekozen, bovendien kunnen het tij en andere factoren er voor zorgen dat sommige schepen bovendien niet bruikbaar zijn. Extra aandacht verdienen de hefschepen waarbij het belangrijk is dat deze goed worden in- en opgeladen.

#### *Weersomstandigheden*

Voor offshore werkzaamheden zijn de weersomstandigheden erg belangrijk, vooral bij hijswerkzaamheden. Per hefschip moeten de maximale windsnelheden vastgesteld worden waarbij nog gewerkt mag worden. Dit geldt ook voor de golfhoogte. Alle in te zetten schepen en vaartuigen moeten zo ontworpen zijn dat ze tegen hoge windsnelheden bestand zijn, ook wanneer ze niet in gebruik zijn. Ook bliksem en brand verdienen extra aandacht.

### *Communicatie*

Communicatie zal te allen tijde mogelijk moeten zijn. Daarom moet er gezorgd worden voor gepaste communicatie systemen. Communicatie moet mogelijk zijn tussen het windturbinepark, het transformatorstation, aanwezige schepen, het vaste land en de kustwacht.

Wanneer er verschillende nationaliteiten in het gebied Tromp Binnen aanwezig zijn moet er voor worden gekozen om in een gemeenschappelijke taal te communiceren.

De HSE-aspecten zoals hierboven beschreven staan zullen voor de bouw verder in detail worden uitgewerkt in een officieel HSE-plan dat in overleg met de hoofdaannemer(s) en leveranciers wordt vastgesteld.





## 5 VERLICHTINGSPLAN

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het verlichtingsplan beschreven voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windturbinepark Tromp Binnen. In dit verlichtingsplan is de wijze van verlichting, markering, gebruik van geluidssignalen en kleurstelling beschreven. In het verlichtingsplan wordt ingegaan op de bebakening van het offshore windturbinepark. De bebakening is het geheel van verlichting en markering bij offshore structuren, om de zichtbaarheid van een windturbinepark te vergroten en daarmee de veiligheid van scheep- en luchtvaart te garanderen.

### 5.2 IALA Richtlijn

De bebakening van de structuren voor de scheepvaart dient de richtlijnen van de bevoegde instanties te volgen, gebaseerd op de *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) richtlijn. In juli 2000 heeft de IALA een richtlijn voor verlichting, markering en geluidssignalen van offshore windturbineparken vastgesteld. Deze richtlijn is gereviseerd in december 2004 (IALA Recommendation O-117). De richtlijn is bedoeld ter vergroting van de zichtbaarheid van offshore windturbineparken voor de scheepvaart. Dit verlichtingsplan is gebaseerd op bovengenoemde gereviseerde IALA richtlijn.

Belangrijk bij de bebakening voor scheepvaart is dat niet alleen de individuele windturbines duidelijk onderscheiden kunnen worden, maar dat tevens het park in zijn geheel als park wordt onderscheiden door toepassing van de juiste groepsbebakening.

### 5.3 Richtlijnen Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW)

RWE heeft in november 2008 een gesprek met de IVW<sup>29</sup> gehad over het Verlichtingsplan voor windturbinepark Tromp Binnen. IVW heeft het MER en de Wbr op dit aspect beoordeeld<sup>30</sup>. Deze beoordeling bevat ook opmerkingen van IVW over de markering en verlichting ten behoeve van de luchtvaartveiligheid. In een aantal gevallen wijken deze

<sup>29</sup> Besprekingsverslag Luchtvaartveiligheid Tromp Binnen, 14 november 2008.

<sup>30</sup> Uitgebreid commentaar IVW op concept Mer en Wbr, oktober 2008



opmerkingen af van de IALA-richtlijnen. In dat geval is er in dit verlichtingsplan voor gekozen de verwachte IVW-richtlijnen te volgen.

Het is RWE gebleken dat er op dit moment nog internationaal overleg plaatsvindt over de uiteindelijke verlichtingsrichtlijnen. Ten tijde van de bouw zal voldaan worden aan de dan geldende eisen voor obstakelmarkering.

#### 5.4 Navigatieverlichting

Het is van belang voor de scheepvaart dat het windturbinepark altijd duidelijk zichtbaar is. Alle windturbines die zich op de hoekpunten van het windturbinepark bevinden of waar de vorm van de omtrek van het park verandert, worden voorzien van een flitsend geel licht (ORGA type FML 155SA of equivalent) met een zichtbaarheid van minimaal 5 zeemijl.

De afstand tussen turbines die voorzien zijn van een dergelijk geel flitslicht mag niet groter zijn dan 3 zeemijl. Dit betekent voor windturbinepark Tromp Binnen dat extra turbines aan de buitenranden van het windturbinepark met deze flitslichten moeten worden voorzien, zie Figuur 5.1.

Het gele flitslicht wordt buiten het bereik van de golven op het werkbordes geplaatst. De hoogte van het werkbordes ('Bottom of Steel'/BOS-level) bedraagt 15 meter boven HAT (Highest Astronomical Tide). Het gele flitslicht wordt bevestigd aan de buitenzijde van het werkbordes dat gericht is naar de buitenzijde van het windturbinepark. Op deze manier wordt voorkomen dat het flitslicht wordt afgeschermd door de toren en de rotorbladen van de turbine. In het verlichtingsplan worden deze windturbines aangeduid.

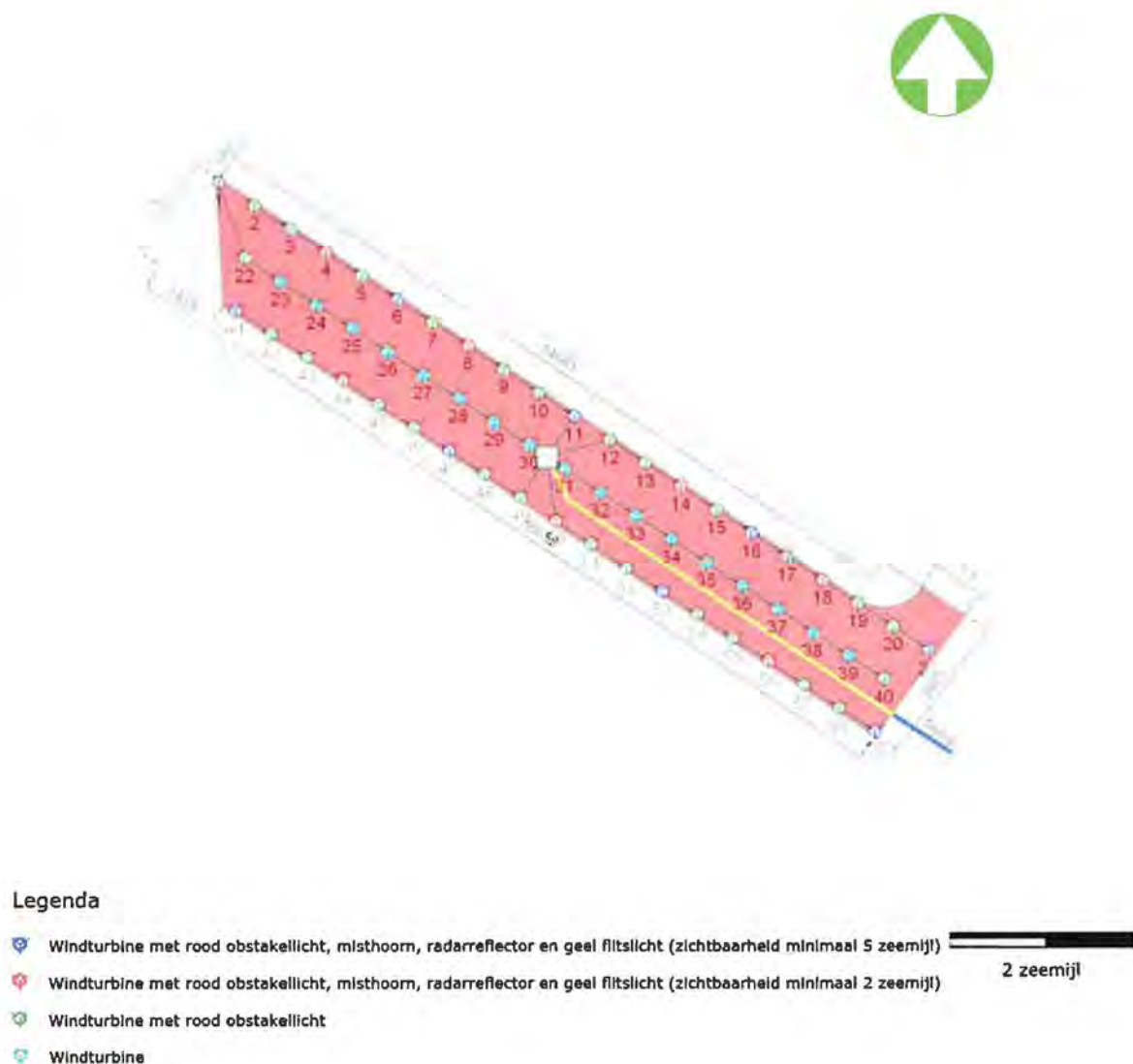
Op tussenliggende turbines aan de buitenrand van het windturbinepark moet een geel flitslicht met een andere flitsfrequentie en een zichtbaarheid van twee zeemijl geplaatst worden. De afstand tussen deze turbines (of al verlichte turbines) is maximaal 2 zeemijl, zie Figuur 5.1.

De scheepvaartverlichting bestaat uitsluitend uit geel flitslicht op diverse turbines aan de buitenrand van het windturbinepark omdat het voor de scheepvaart niet wenselijk is om verschillende soorten verlichting te bevestigen.

Aansluitend aan het windturbinepark Tromp Binnen komen eventueel andere windturbineparken te liggen. Als dit het geval is, zal na finalisatie van het aansluitende park de bebakening voor de scheepvaart aangepast dienen te worden zodat de groepsbebakeningen van ieder park afzonderlijk worden omgevormd tot één grote groepsbebakening voor het

geheel van de parken samen. Voornamelijk moet dan gekeken worden naar karakters van de navigatieverlichting, om verwarring te voorkomen.

In Figuur 5.1 worden de windturbines met verlichting weergegeven voor het windturbinepark met REpower 5M windturbines in hoge dichtheid opstelling. In de figuur zijn vooralsnog geen aanpassingen gedaan omtrent andere initiatieven. Als in de toekomst blijkt dat aansluitend aan windturbinepark Tromp Binnen een ander windturbinepark komt te liggen, zal een aanpassing aan het verlichtingsplan plaatsvinden.



Figuur 5.1 Verlichting en misthoorns windturbinepark met REpower 5M windturbines



## 5.5 Luchtvaartverlichting

Op het dak van elke windturbinegondel wordt aan de buitenzijde van het windturbinepark worden één of meerdere obstakel licht(en) (rood van kleur, candela 2000 en rondom zichtbaar) geïnstalleerd zodat het windturbinepark vanuit de lucht te herkennen is. Op dit moment is nog onduidelijk of deze verlichting continu moet branden of met een bepaalde flitsfrequentie. Wanneer het park gebouwd wordt zal voldaan worden aan de dan geldende eisen voor luchtvaartverlichting.<sup>31</sup>

Op een afstand van 45-52 meter onder de gondeltopverlichting van de windturbines die zich aan de buitenzijde van het windturbinepark bevinden, worden een of meerdere obstakelmiddenlicht(en) (rood van kleur, candela 32 en rondom zichtbaar (Low intensity ICAO Type B) geïnstalleerd zodat het windturbinepark vanuit de lucht te herkennen is. Deze verlichting moet continu branden.

De windturbines in het midden van het park kunnen optioneel ook van een rood obstakellicht voorzien worden. Wanneer het park gebouwd wordt zal voldaan worden aan de dan geldende eisen voor luchtvaartverlichting zoals aangegeven door IVW.

## 5.6 Kleurstelling en markering

De masten, gondels en bladen van de windturbines zijn wit van kleur. Rood-witte rotortips zijn niet nodig.

De buitenzijde van GBS en de mast van de windturbine tussen het HAT-zeeniveau en 15 meter boven HAT wordt geel geschilderd zoals aanbevolen in de IALA 'Recommendation on the marking of offshore wind farms'. Figuur 5.2 geeft een turbine weer met daarop aangegeven de locatie van de gele markering. Er zal nog onderzoek plaatsvinden naar de toepassingsmogelijkheid van reflecterende verf. De uiteindelijke toepassing van reflecterende verf zal afhangen van de resultaten van de nog uit te voeren analyse van levensduur, onderhoudsgevoeligheid, kosten en milieuaspecten.

---

<sup>31</sup> Uitgebreid commentaar IVW op concept Mer en Wbr, oktober 2008



Figuur 5.2 De windturbine met gele markering van HAT tot 15 meter boven HAT (bron: IALA Recommendation O-117)

## 5.7 Geluidssignalen (mishoorns) en radarreflectoren

Op de turbines die zich op de hoek van het windturbinepark of op een punt waar de omtrek van het park verandert wordt een mishoorn geplaatst (ORGA type FH800/5/SA of equivalent). Het bereik van elke mishoorn bedraagt 2 zeemijl (3,7 kilometer). Voor de bepaling op welke overige turbines een mishoorn geplaatst wordt, zal worden uitgegaan van een denkbeeldige afstand van 2 zeemijl rondom het windturbinepark, zoals de afstandeis inhoudt. In Figuur 5.1 zijn de turbines met mishoorns en daarbijhorende berekende geluidscontouren weergegeven. De geluidscontourberekeningen zijn gemaakt door KEMA met het programma WindFarmer van Garrad Hassan. Doordat de mishoorns gesynchroniseerd worden, wordt het geluid versterkt. Zoals te zien is in de figuur, bedekt de gesynchroniseerde geluidscontour alle punten die zich precies op 2 zeemijl afstand van het windturbinepark bevinden en zijn rondom het windturbinepark de mishoorns op een minimum afstand van 2 zeemijl hoorbaar.



De misthoorns zullen automatisch bediend en aangeschakeld worden door middel van een mistdetector (ORGA type VF500) die gesitueerd is op het centraal gelegen transformatorstation. De misthoorns kunnen ook handmatig bediend worden. De mistdetector zal op een zichtbaarheid van 2 zeemijl worden ingesteld. De misthoorns zullen iedere 30 seconde een morse code U blazen en zullen met betrekking tot het flitskarakter met elkaar worden gesynchroniseerd. De misthoorns zullen voldoen aan de eisen van de Directie Noordzee van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Op enkele windturbines aan de buitenrand van het windturbinepark wordt een radarreflector geplaatst (ORGA type SSRR500) op het werkbordes. Deze radarreflector voldoet aan de IALA richtlijn.

De scheepvaart kan gebruik maken van Automatic Identification System (AIS) om risico's in te perken. Sinds 1 januari 2005 hebben alle schepen boven 300 GT een AIS transponder, die de positie van het schip continu uitzendt. Met AIS zien schepen het windturbinepark op hun radar en zal de kans dat een schip een turbine ramt afnemen. Het is de verwachting dat in de toekomst steeds meer kleinere schepen, waaronder vissers, met een AIS-transponder gaan varen, waardoor het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot wordt. De implementatie van AIS in de scheepvaart ligt buiten het beïnvloedingsveld van RWE.

Een mitigerende maatregel betreffende scheepvaart kan zijn het invoeren van het Vessel Traffic Service (VTS) in en rondom het windturbinepark. Op dit moment wordt VTS gebruikt om scheepvaart te coördineren van en naar havens, of te begeleiden over een drukbevaren rivieren (door middel van radarsysteem). De richtlijnen voor VTS zijn vastgelegd door de International Maritime Organization (IMO) en de IALA. De verkeersleiding wordt uitgevoerd door verkeersleiders, ook wel VTS operators genaamd. De VTS operators werken vanuit een verkeerspost of verkeerscentrale. Een verkeerscentrale wordt bij voorkeur op een plaats gebouwd, waar de verkeersleiders zicht hebben op het scheepvaartverkeer. Dit zicht is niet persé noodzakelijk, met camera's en radar kan immers ook een beeld worden gevormd van de scheepvaart. De eventuele toepassing van VTS kan de veiligheid voor scheepvaart in en rondom het windturbinepark Tromp Binnen bevorderen en daarom is VTS als mitigerende maatregel opgenomen.

## 5.8 Oplaadbare batterij

Het 'Operations Committee IALA-richtlijn' heeft geadviseerd om de scheepvaart- of navigatieverlichting voor offshore windturbineparken als belangrijke hulpmiddelen ('major



aids') te beschouwen. De beschikbaarheid voor deze categorie dient minimaal 99 procent te bedragen. Deze eis houdt in dat de navigatieverlichting (en de misthoorns die eerder zijn besproken) in totaal ten hoogste 87,5 uur per jaar in storing mag zijn.

Alle scheepvaart- of navigatieverlichting en misthoorns van offshore windturbinepark Tromp-Binnen worden aangesloten op een oplaadbare batterij die een periode van 36 uur kan overbruggen. De scheepvaartverlichting, misthoorns en batterijen worden preventief onderhouden en op afstand bewaakt via het monitoringsysteem van het windturbinepark. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door er monteurs heen te sturen. Op deze manier is een periode van 36 uur voldoende om reparaties uit te voeren, dan wel bij stroomuitval een kleine generator op te starten of een vervangende batterij naar het windturbinepark te brengen.

## 5.9 **Obstakelmarkering tijdens de aanleg- en verwijderingsfase**

De obstakelmarkering tijdens de aanleg- en verwijderingsfase dient goedgekeurd te worden door het Kustwachtcentrum. In de aanleg- en verwijderingsfase van het windturbinepark zullen de gebieden waar werkzaamheden plaatsvinden, moeten worden gemarkeerd conform de 'Maritime Buoyage System IALA'-richtlijn. Tijdens de aanleg- en verwijderingsfase dient de bebakening voor scheep- en luchtvaart aangepast te worden aan de heersende werkomstandigheden zodat te allen tijde een duidelijk beeld wordt verkregen van de aanwezige (half)afgewerkte structuren en werkschepen in de zone.

Als tijdens de constructie een GBS is geïnstalleerd wordt op deze GBS een tijdelijk platform geplaatst met een wit flitslicht (ORGA type L303SA-M of equivalent) met een batterij.

Indien funderingen of constructies boven de 30 meter HAT-level uitreiken, dienen de windturbines verlicht te worden volgens de dan geldende richtlijnen voor luchtvaartverlichting van IVW. Waarschijnlijk betekent dit dat op de windturbines aan de buitenzijde van het windturbinepark één of meerdere top obstakel licht(en) (rood van kleur, candela 2000 en rondom zichtbaar) worden geïnstalleerd zodat het windturbinepark vanuit de lucht te herkennen is. Op dit moment is nog onduidelijk of deze verlichting continu moet branden of met een bepaalde flitsfrequentie.

Wanneer het park gebouwd wordt zal voldaan worden aan de dan geldende eisen voor obstakelmarkering tijdens de aanleg- en verwijderingsfase.



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

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





## 6 CALAMITEITENPLAN

### 6.1 Inleiding

Het calamiteitenplan heeft als doel het waarborgen en bewerkstelligen van de veiligheid van werknemers en derden bij het installeren, onderhouden en bezoeken van de windturbines. Het is gebaseerd op de huidige richtlijnen en ervaringen opgedaan in eerdere windturbine projecten.

Dit plan beschrijft de procedures en richtlijnen te gebruiken bij calamiteiten, zodat de betrokkenen voorbereid, snel en doeltreffend kunnen reageren op calamiteiten tijdens installatie- en onderhoudswerkzaamheden of bezoeken.

Het calamiteitenplan maakt deel uit van het Health Safety Environment (HSE) beleid<sup>32</sup> en valt onder verantwoordelijkheid van het HSE team. Het plan zal herzien en aangevuld worden waar nodig bij toekomstige nieuwe protocollen en ervaringen door de leden van het HSE team en worden overlegd met het Kustwachtcentrum.

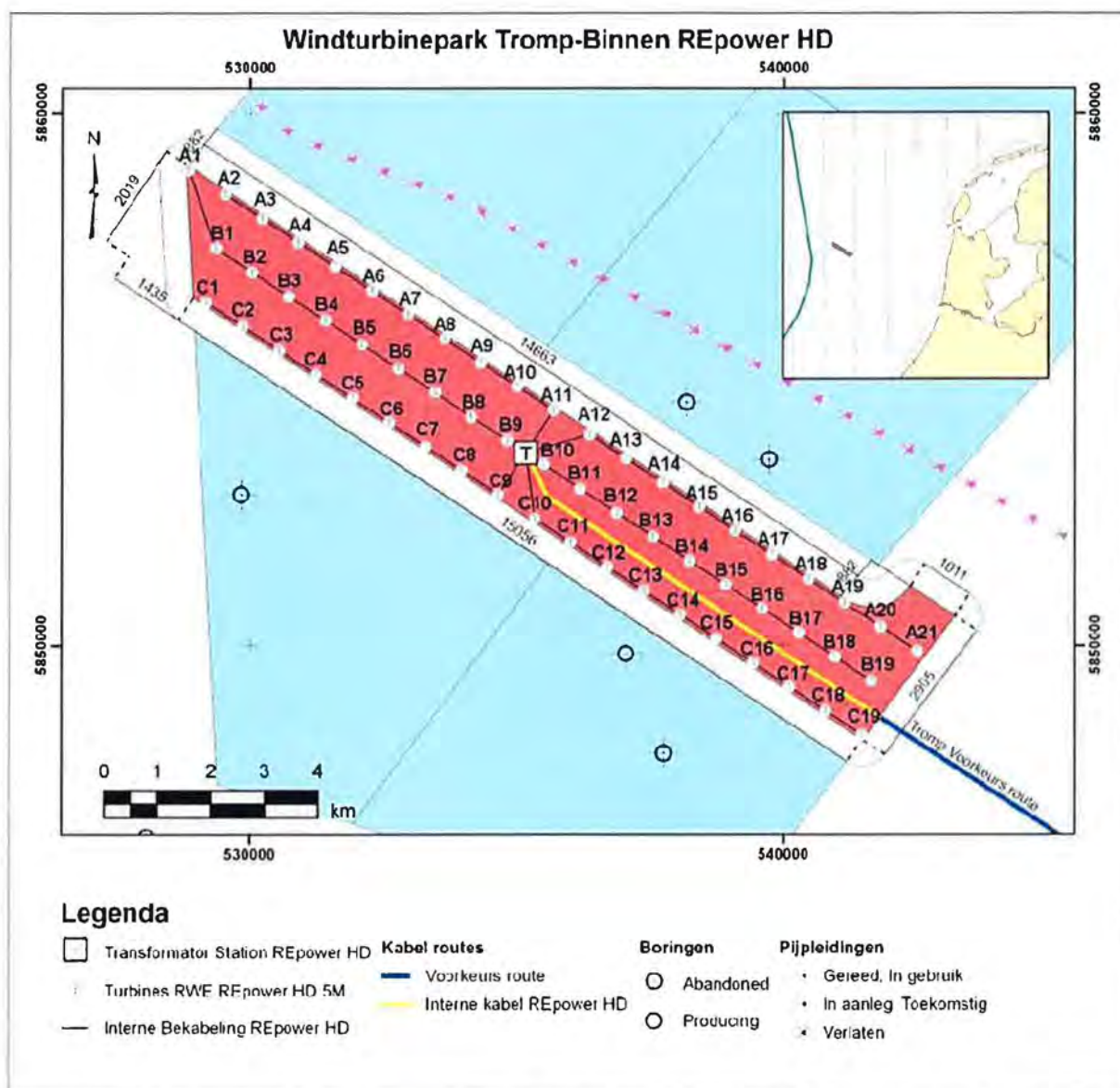
### 6.2 Project informatie

Dit calamiteitenplan beschrijft de procedures voor het windturbinepark Tromp Binnen met REpower 5M windturbines in hoge dichtheid opstelling. Het offshore windturbinepark Tromp Binnen ligt circa 75 kilometer uit de kust ten westen van IJmuiden. Het windturbinepark is opgebouwd uit 59 offshore windturbines en 1 offshore transformatorstation. Om bij calamiteiten verwarring te voorkomen zijn alle turbines genummerd.

In Figuur 6.1 worden de windturbines met nummering weergegeven voor het windturbinepark met REpower 5M windturbines in hoge dichtheid opstelling. Elke rij heeft een andere letter en elke windturbine een apart nummer, zodat bij calamiteiten direct duidelijk is om welke turbine het gaat.

---

<sup>32</sup> HSE staat voor VGM (Veiligheid, gezondheid en milieu) en heeft als doel een veilige en gezonde werkomgeving te creëren voor iedereen die op de site werkt.



Figuur 6.1 Overzicht nummering windturbines REpower 5M van het windturbinepark Tromp Binnen

Toegang tot de windturbines geschiedt per vaartuig. Speciale veiligheidstrainingen zijn verplicht om toegang te krijgen tot de windturbines.

### 6.3 Calamiteiten

De site manager van het offshore windturbinepark Tromp Binnen is het eerste aanspreekpunt in geval van een calamiteit. Bij levensbedreigende situaties dient eerst het



Kustwachtcentrum te worden gealarmeerd. Er zal een lijst met contactpersonen en telefoonnummers worden opgesteld die belangrijk zijn bij een calamiteit.

|                                                                                                                          |                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Man overboord<br>Brand<br>Ongeval of ziekte<br>Bommelding of gijzeling<br>Schip op drift<br>Aanvaring<br>Milieu-incident | ALARM naar Kustwachtcentrum: <b>0900 0111</b><br>INFORMATIE naar site manager : xxxxxxxx <sup>33</sup> |
| Alle andere calamiteiten:                                                                                                | ALARM naar site manager: xxxxxxxx <sup>34</sup>                                                        |

#### 6.3.1 Calamiteiten tijdens aanlegfase en gebruiksfase van het windturbinepark

Tijdens de aanlegfase van het windturbinepark is er meer risico op calamiteiten dan tijdens de gebruiksfase. Tijdens de aanlegfase zijn er meer mensen betrokken en varen er meer installatieschepen. Procedures in opvolging van een calamiteit blijven echter gelijk en moeten worden opgevolgd zoals beschreven in dit document.

Tijdens de aanlegfase dient het Kustwachtcentrum te worden geïnformeerd over welke activiteiten plaats zullen vinden, wie de contactpersoon tijdens de activiteiten is, waar schepen zullen varen en wat de call signs van deze schepen zijn.

#### 6.3.2 Personeel en training

Al het personeel dat offshore tewerkgesteld zal worden, zal een gedegen offshore training gevolgd hebben. De offshore training omvat minimaal brandbestrijding, redding op zee, het behalen van een gezondheidscertificaat, EHBO en redding van hoogtes. Er geldt een verplichte medische keuring voor al het onderhoudspersoneel dat werkzaam is in het gebied. Alle relevante deelnemers aan het project zullen voor aanvang van hun activiteiten onderricht worden in hoe te handelen bij noodgevallen en calamiteiten. Periodiek worden oefeningen uitgevoerd en het plan geëvalueerd op actualiteit. Naar aanleiding van deze exercities en (bijna) ongevallen worden notulen opgesteld en waar nodig verbeteracties geïnitieerd.

<sup>33</sup> In te vullen zodra dit bekend is.

<sup>34</sup> In te vullen zodra dit bekend is.

### 6.3.3 Mogelijke calamiteiten

Er zijn diverse calamiteitsscenario's denkbaar en het is daarom verstandig vooraf te bepalen wat men moet doen, wie te alarmeren en te informeren bij een bepaalde calamiteit. Hiervoor zijn schema's opgesteld.

Mogelijke calamiteiten zijn hieronder opgesomd en zullen in deze volgorde worden behandeld. Denkbare scenario's tijdens de bouw en operatie van het windturbinepark zijn:

- A. man overboord;
- B. brand;
- C. ongeval / acute ziekte;
- D. onweersbuien;
- E. opkomend slecht weer;
- F. terrorisme- bommelding, gijzeling of sabotage;
- G. schip op drift;
- H. aanvaring;
- I. milieu-incident.

#### A. Man overboord

Indien een persoon te water raakt tijdens het aan boord gaan of verlaten van een schip (in bijvoorbeeld een haven), dan dient de kapitein van het betreffende schip direct gealarmeerd te worden door middel van het roepen van 'man overboord'. De hoorn van het schip moet geblazen worden, zodat andere schepen worden gealarmeerd.

Degene die het voorval waarneemt moet continu de te water geraakte persoon in de gaten houden en in de richting blijven wijzen van de drenkeling, zodat de kapitein weet waar iemand in het water ligt. Gooi de drenkeling reddingshulpmiddelen, zoals reddingsboei of touwladder toe.

Wanneer de drenkeling in het water niet zichtbaar is, dienen de motoren van het schip te worden uitgezet en rondom de boot te worden gezocht. Wanneer de drenkeling niet wordt gevonden wordt externe assistentie gezocht. De kapitein zal Man Over Board (MOB) alarm slaan en de kustwacht alarmeren. Deze kan een Search and Rescue (SAR) actie opstarten. 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. Indien nodig moet de kapitein naar land varen zodat de persoon naar een ziekenhuis kan worden gebracht.



### Te water vanaf installatie op zee

Als een persoon te water raakt vanaf een installatie op zee, zoals een turbine, dient dezelfde instructie te worden gevolgd. De taken van de kapitein zoals die hierboven beschreven staan, worden dan vervuld door de waarnemer en overig personeel. Als de turbines bemand zijn is het stand-by schip altijd in de buurt, zodat binnen 10 minuten geassisteerd kan worden bij man over boord.

Zie **Schema A** voor schematische weergave.

### **B. Brand**

De procedure tijdens brand is als volgt:

- breng eerst mensen in veiligheid;
- sla alarm;
- bestrijd het vuur;
- minimaliseer schade.

### Brand in de turbine of het transformatorstation

Bij brand in een turbine of transformatorstation dient de installatie te worden stopgezet doormiddel van de noodstop van de installatie of door het uitschakelen van de hoofdschakelaar. Indien het vuur te bestrijden is met handblusmaterialen moet dit worden gedaan, zonder dat de persoonlijke veiligheid in het geding komt. Indien mogelijk zullen brandgevaarlijke materialen en vloeistoffen verwijderd worden.

Als het vuur niet te blussen is, dan moet onmiddellijk de kustwacht gealarmeerd worden. Deze zal het stand-by schip waarschuwen. Iedereen moet de betreffende installatie verlaten. Indien mogelijk wordt de turbine of het transformatorstation verlaten door de normale uitgang. Indien dit niet mogelijk is dient een zelfreddingsactie uitgevoerd te worden om zo met klimmaterialen de motorgondel te verlaten. Medewerkers hebben hiervoor training gevolgd.

**Evacuatie turbine**

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. Evacuatie vanaf het transformatorstation kan met behulp van een catamaran, een noodvlot of via een ladder naar het water. De evacuateroutes en evacuatieprocedures zullen in overleg met de ontwikkelaar van het transformatorstation nader worden vastgesteld. Evacuatie uit schepen, installaties etc. is geïnitieerd via de Kustwachtcentrum in overeenstemming met de normale procedures op een schip. De site-manager wordt bij alle evacuaties geïnformeerd.

Aanwezigen op de betreffende turbine of het transformatorstation moeten worden geëvacueerd via het stand-by schip. Laat de turbine uitbranden en vaar met het stand-by schip op veilige afstand van de brand. Al het offshore personeel dient zich gereed te maken voor eventuele evacuatie van het windturbinepark.

Zie **schema B** voor schematische weergave.

**Brand op vaartuig**

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

Iedereen dient zich te realiseren dat schadelijke stoffen bij een brand kunnen vrijkomen.

**C. Ongeval of Acute Ziekte**

Als zich een ongeval voordoet of wanneer er sprake is van acute ziekte dan moet EHBO toegepast worden. De kustwacht moet gealarmeerd worden.

Wanneer het slachtoffer naar een ziekenhuis aan land moet gaan en veilig vervoerd kan worden, moet het stand-by schip worden ingeschakeld. Indien evacuatie niet veilig kan gebeuren, zal het Kustwachtcentrum worden ingeschakeld. Het Kustwachtcentrum schakelt indien nodig de Radio Medische Dienst in van de Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij. Zij kunnen medische adviezen (Radio Medisch Advies: RMA) geven. Indien blijkt dat het slachtoffer zo ernstig ziek of gewond is dat hij of zij van boord moet worden gehaald, coördineert het Kustwachtcentrum in samenspraak met de Radio Medische Dienst



de evacuatie (Medevac). De site-manager moet van ieder ongeluk op de hoogte worden gebracht en 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.

Zie **schema C** voor schematische weergave.

#### **D. Onweersbuien**

Onweer en bliksem zijn extreem gevaarlijk op zee. De risico's op letsel tijdens bliksem zijn groot. Bij bliksem en/of donder dient al het werk op het windturbinepark te worden gestaakt.

Informeer sitemanager en volg instructies. Indien veilige vaart mogelijk is, moet het windturbinepark geëvacueerd worden. Wanneer mogelijk gaan personen naar veilige havens en blijven daar totdat het onweer voorbij is. Dit is op het moment dat er geen flitsen meer worden gezien en een uur verstreken is sinds de laatste donder.

Indien veilige vaart niet mogelijk is, dient het personeel naar veilige plaatsen op het windturbinepark te gaan. Indien mogelijk gaat men naar het transformatorstation. Indien dit niet mogelijk is, gaat men naar de bodem van de turbine. Platforms binnen windturbines en transformatorstations zijn veilig indien men meer dan 0,5 meter van de wanden en metalen delen is verwijderd. Platforms met aparte ruimtes voor installaties en transformatoren etc. zijn veilig indien deze gesloten zijn en alles naar behoren functioneert.

Zie **schema D** voor schematische weergave.

#### **E. Opkomend slecht weer**

Kapitein en site-manager moeten continu het weer monitoren. Bij opkomend slecht weer dient het personeel geëvacueerd te worden van het windturbinepark. Tijdens extreme weerscondities als sterke wind en ruwe zee kan het nodig zijn evacuatie uit te stellen. Als de kapitein van het stand-by schip stelt dat veilige vaart niet mogelijk is, dan dient personeel naar de bodem van de turbine te gaan. De instructies van de site-manager dienen te worden opgevolgd.

Zie **schema E** voor schematische weergave.

#### **F. Terrorisme - Bommelding, gijzeling of sabotage**

Terrorisme komt altijd onverwachts. Het is dan ook niet mogelijk voortijdig actie te ondernemen. De enige maatregel die men vooraf kan treffen, is het voorbereiden (trainen)

van de mensen voor het geval zij in een dergelijke situatie terechtkomen. Indien het windturbinepark onderwerp is van een vorm van terrorisme dienen de volgende handelingen te worden verricht.

#### Bommelding en gijzeling

Bij een bommelding of gijzeling dient onmiddellijk de kustwacht te worden gealarmeerd.

In geval de gijzelnemer contact opneemt, zullen de volgende aanwijzingen 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 direct notities.

#### Sabotage

Bij sabotage dient de site manager te worden gewaarschuwd. De site manager zal indien nodig contact opnemen met politie of Kustwachtcentrum.

Zie **schema F** voor schematische weergave.

#### **G. 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. Wanneer een schip op drift wordt gesignaleerd moet onmiddellijk het Kustwachtcentrum worden gealarmeerd. Het Kustwachtcentrum informeert de site manager. De site manager neemt voorzorgsmaatregelen ter bescherming van het personeel en de installaties. Bij botsingsgevaar zullen personen van de turbines worden geëvacueerd.

Zie **schema G** voor schematische weergave.

#### **H. Aanvaring**

Bij een aanvaring tussen een schip en een turbine moet direct het Kustwachtcentrum worden gealarmeerd. Indien er slachtoffers zijn, moet EHBO verleend worden en de instructies zoals beschreven bij 'ongeval' worden gevolgd. Iedereen in het gebied is verplicht te helpen bij het vinden van mogelijke slachtoffers.

Wanneer de turbine of het transformatorstation ernstige schade is toegegaan moeten alle activiteiten worden gestaakt en instructies van de site manager worden opgevolgd. Indien



het vaartuig gezonken is en niet direct geborgen wordt, dient men de locatie te markeren met wrakkenboeien.

In het geval van aanvaring kan lekkage van verontreinigde stoffen plaatsvinden. Maatregelen ter bestrijding van de lekkage en ter bescherming van milieu en veiligheid dienen dan, indien mogelijk, meteen te worden genomen. Volg hiervoor de instructies zoals beschreven bij 'milieu-incident'.

Zie **schema H** voor schematische weergave.

### **I. Milieu-incident**

Over het algemeen is het risico op milieucalamiteiten laag. Milieu-incidenten kunnen ontstaan door verontreinigingen vanuit zee door scheepvaart of vanaf offshore-installaties.

De bestrijdingsmethode van een milieucalamiteit is geheel afhankelijk van de fysische eigenschappen van de betreffende stof.

Indien de verontreiniging veroorzaakt wordt door het windturbinepark, moeten activiteiten gestopt of geminimaliseerd worden. Lekkage van verontreinigde stoffen kan bijvoorbeeld voorkomen indien materiaal het begeeft, zoals gebroken hydraulische slangen. Schoonmaakactiviteiten zijn dan vereist.

De bron/oorzaak van een waterverontreiniging kan ook buiten de Nederlandse grenzen liggen. Hier zijn internationale afspraken over gemaakt. De meest toegepaste overeenkomst voor internationale samenwerking bij verontreinigingen op zee is het verdrag van Bonn.

Indien de verontreiniging niet veroorzaakt wordt door het windturbinepark moet worden beoordeeld of schoonmaakactiviteiten noodzakelijk zijn. Bij brandgevaarlijke stoffen moet worden getracht verspreiding te voorkomen 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.

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 en ook het Kustwachtcentrum wordt hierover geïnformeerd. Het is niet toegestaan afval te laten accumuleren. Afvalverwijderingsprocedures zullen opgevolgd worden.

Een milieu-incident moet worden gerapporteerd aan het Kustwachtcentrum en er moet altijd een verontreinigingsrapport ingevuld worden.



08-1336 Tromp Binnen

-6.10-

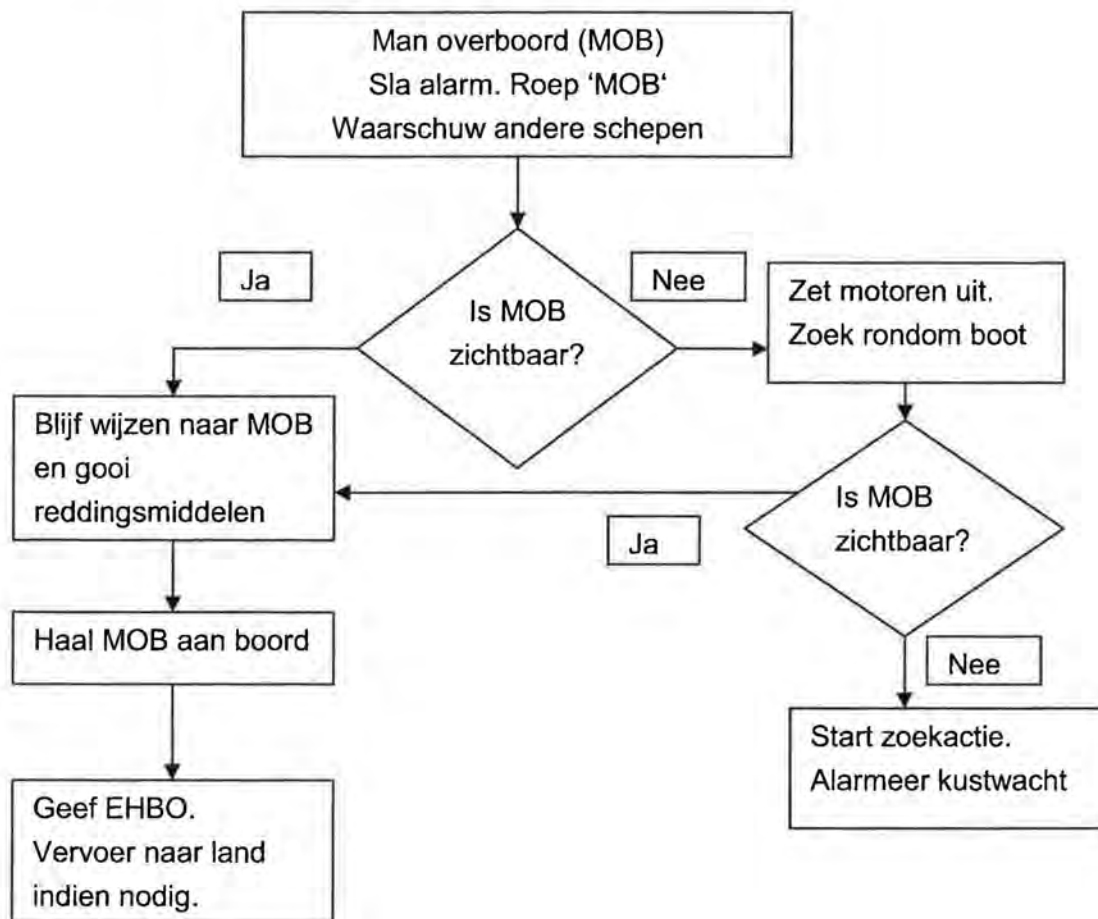


15 januari 2009

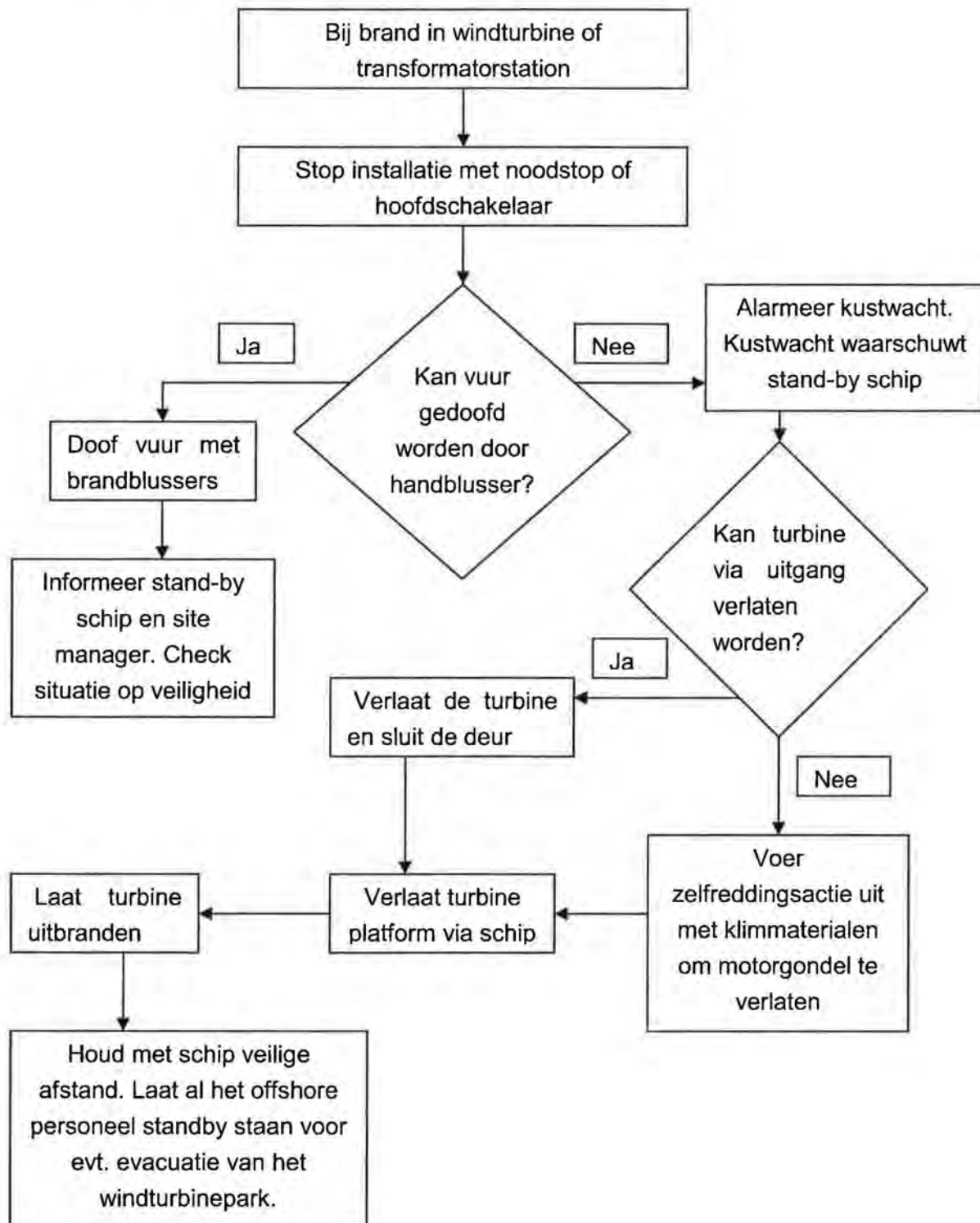
Zie **schema I** voor schematische weergave. Zie **schema J** voor formulieren verontreinigingsrapport.



**Schema A: Man overboord procedure**

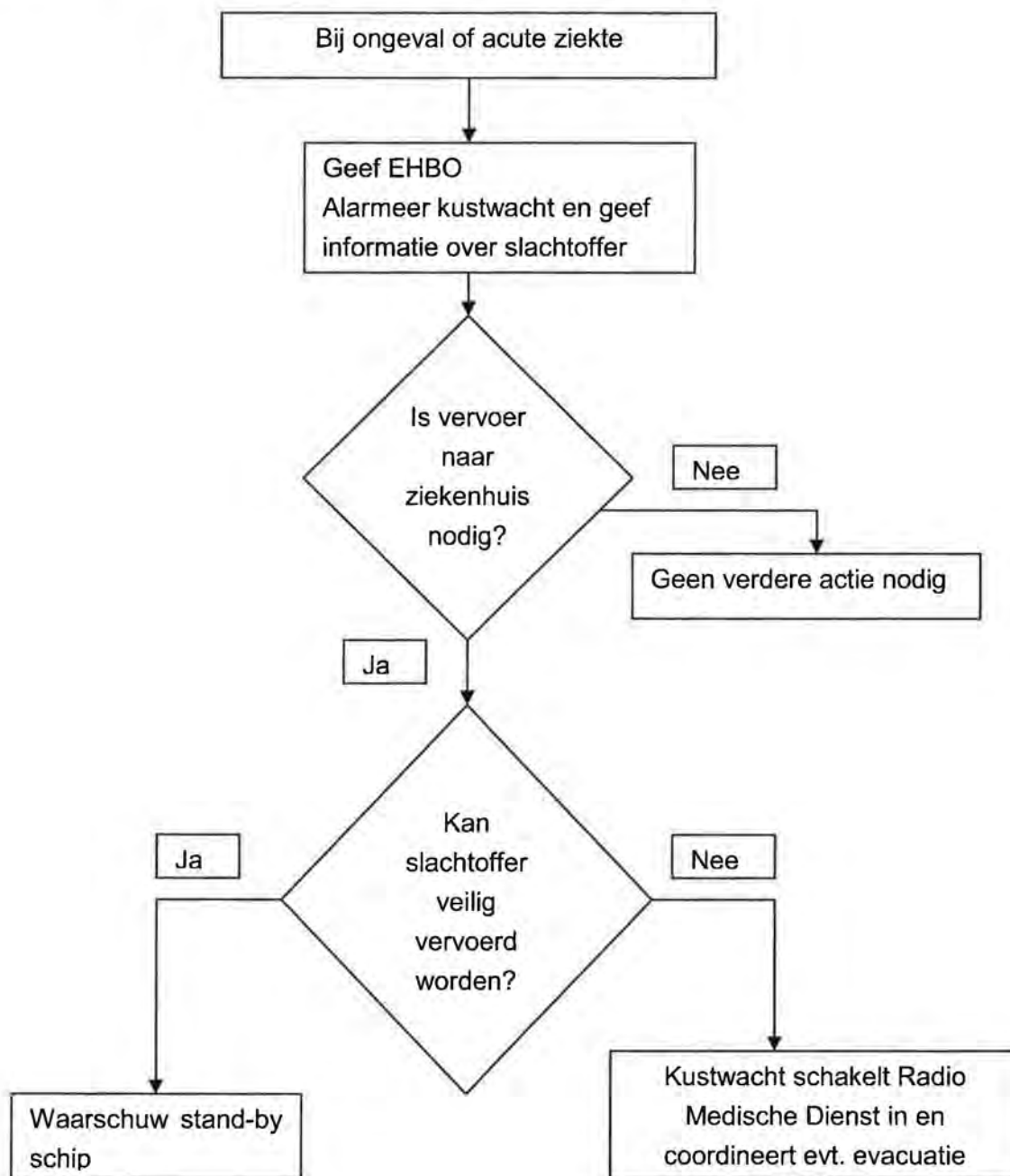


### Schema B: Brand in Turbine

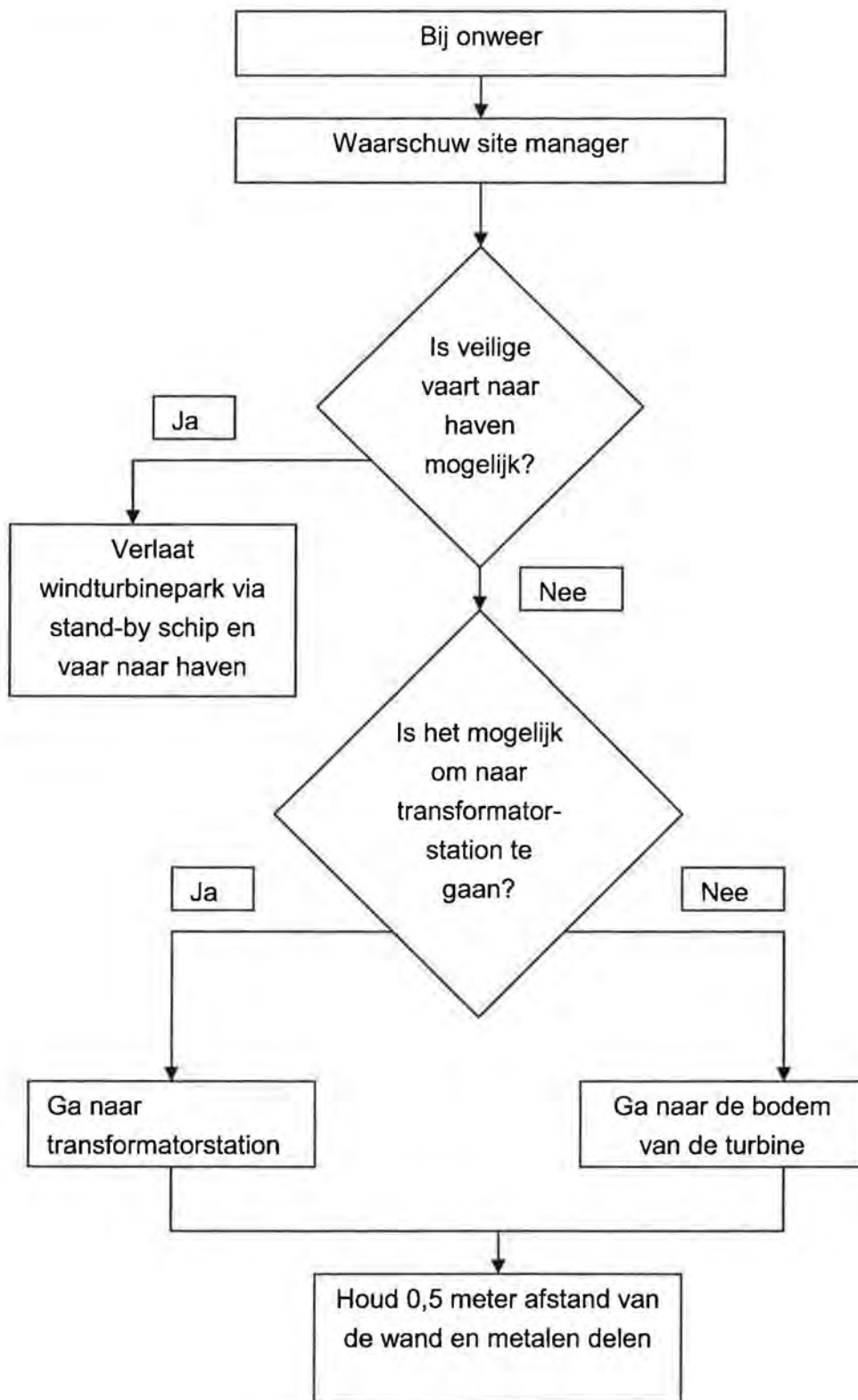




**Schema C: Ongeval of acute ziekte**

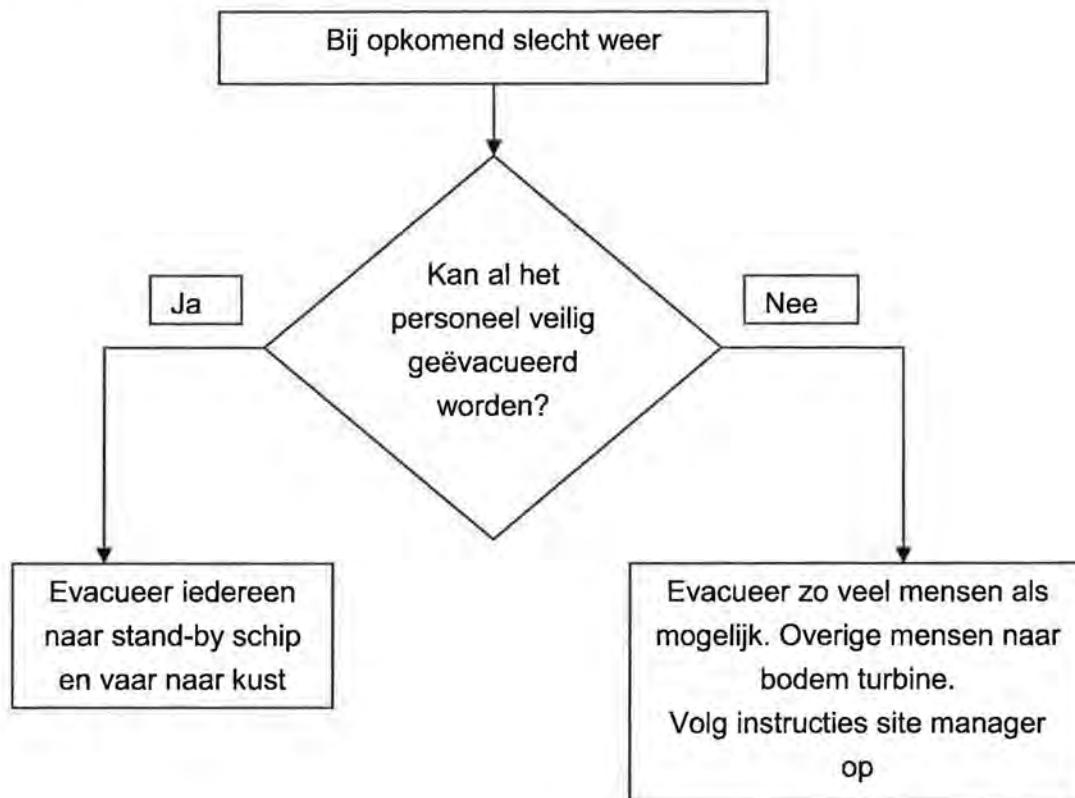


**Schema D: Onweer**

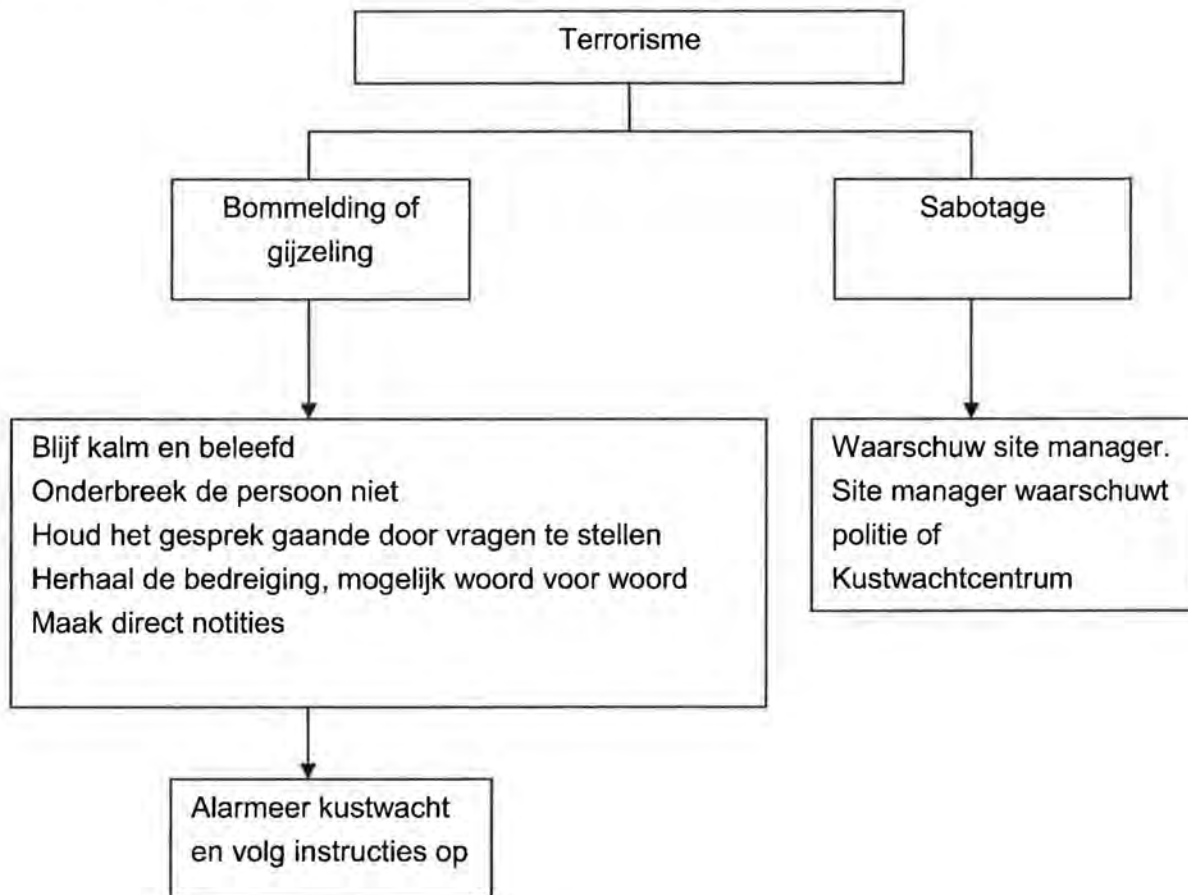




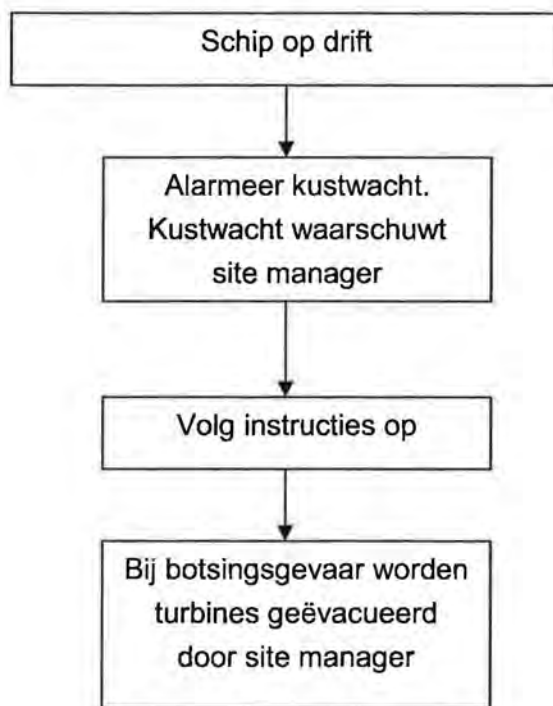
**Schema E: Opkomend slecht weer**



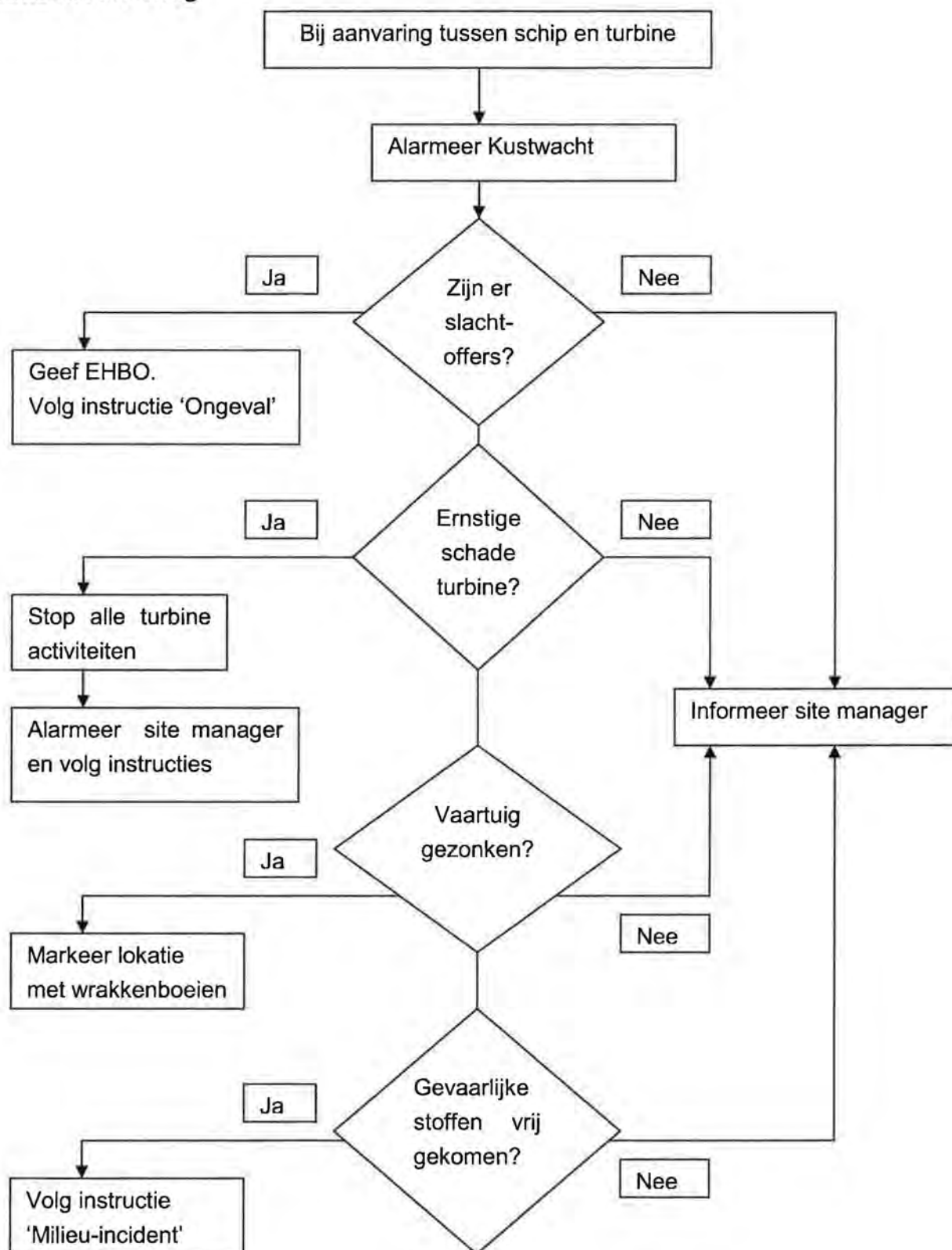
**Schema F: Terrorisme: bommelding, gijzeling of sabotage**





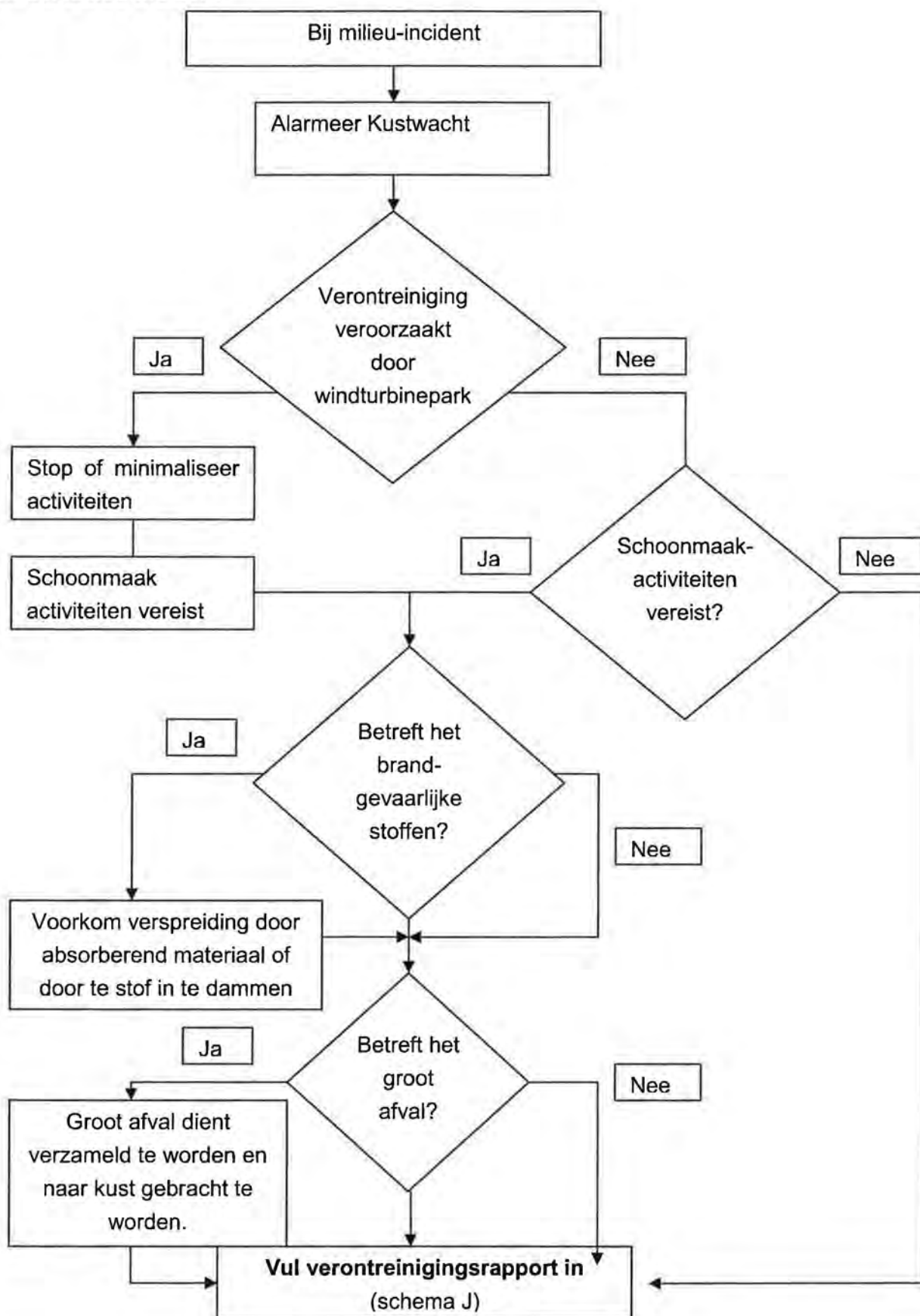
**Schema G: Schip op drift**

**Schema H: Aanvaring**





**Schema I: Milieu-incident**



## Schema J: Verontreinigingsrapport

Voor een goede afhandeling van milieu-incidenten, moet verontreiniging op zee snel gemeld worden, gevolgd door gedetailleerde informatie. Het verontreinigingsrapport bestaat o.a. uit het verontreinigingswaarschuwingsformulier en het verontreinigingsinformatierapport. Hiervoor dienen de onderstaande formulieren te worden gebruikt. Aangezien milieuverontreiniging op zee internationale gevolgen kan hebben, dienen deze rapporten in het Engels te worden ingevuld.

Een Pollution Warning (POLWARN) waarschuwt voor de verontreiniging. Op dit formulier dient de meest cruciale informatie ingevuld te worden. Hierna dient een Pollution Information (POLINF) formulier ingevuld te worden. Dit rapport geeft aanvullende en specifieke informatie over het milieu incident.

### Verontreinigingsrapport Deel I: Pollution Warning (POLWARN)

#### Part I (POLWARN)

| Contents        | Remarks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 DATE AND TIME | The day of the month as well as the time of the day when <u>the incident</u> took place or, if the cause of the pollution is not known, the time of the observation should be stated with 6 figures. Time should be stated as GMT for example, 091900z (i.e. the 9th of the relevant month at 1900 GMT) or as local time for example, 091900lt (i.e. 9th of the relevant month at 1900 local time) |
| 2 POSITION      | Indicates the main position of the incident in latitude and longitude in degrees and minutes and may, in addition, give the bearing of and the distance from a location known by the receiver.                                                                                                                                                                                                     |
| 3 INCIDENT      | The nature of the incident should be stated here, such as BLOWOUT, TANKER GROUNDING, TANKER COLLISION, OIL SLICK, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4 OUTFLOW       | The nature of the pollution, such as CRUDE OIL, CHLORINE, DINITROL, PHENOL, etc. as well as the total quantity in tonnes of the outflow and/or the flow rate, as well as the risk of the further outflow. If there is no pollution but a pollution threat, the words NOT YET followed by the substance, for example, NOT YET FUEL OIL, should be stated.                                           |
| 5 ACKNOWLEDGE   | When this figure is used the telex should be acknowledged as soon as possible by the competent national authority.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



## Verontreinigingsrapport DEEL II: Polution Information (POLINF)

### Part II (POLINF)

| Contents                                                    | Remarks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 40 DATE AND TIME                                            | No. 40 relates to the situation described in figures 41 to 60 if it varies from figure 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 41 POSITION AND/OR EXTENT OF POLLUTION ON/ ABOVE/IN THE SEA | Indicates the main position of the pollution in latitude and longitude in degrees and minutes and may in addition give the distance and bearing of some prominent landmark known to the receiver if other than indicated in figure 2. Estimate amount of pollution (e.g. size of polluted areas, number of tonnes of oil spilled if other than indicated in figure 4, or number of containers, drums etc. lost). Indicates length and width of slick given in nautical miles if not indicated in Fig. 2. |
| 42 CHARACTERISTICS OF POLLUTION                             | Gives type of pollution, e.g. type of oil with viscosity and pour point, packaged or bulk chemicals, sewage. For chemicals give proper name or United Nations number if known. For all, give also appearance, e.g. liquid, floating solid, liquid oil, semi-liquid sludge, tarry lumps, weathered oil, discolouration of sea, visible vapour. Any markings on drums, containers, etc. should be given.                                                                                                   |
| 43 SOURCES AND CAUSE OF POLLUTION                           | For example, from vessel or other undertaking. If from vessel, say whether as a result of a deliberate discharge or casualty. If the latter, give brief description. Where possible, give name, type, size, call sign, nationality and port of registration of polluting vessel. If vessel is proceeding on its way, give course, speed and destination.                                                                                                                                                 |
| 44 WIND DIRECTION AND SPEED                                 | Indicates wind direction and speed in degrees and m/s. The direction always indicates from where the wind is blowing.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 45 CURRENT DIRECTION AND SPEED AND/OR TIDE                  | Indicates currents direction and speed in degrees and m/s. The direction always indicates the direction in which the current is flowing.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Contents                                                       | Remarks                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 46 SEA STATE AND VISIBILITY                                    | Sea state indicated as wave height in metres. Visibility in nautical miles.                                                                                                                                                                                                                             |
| 47 DRIFT OF POLLUTION                                          | Indicates drift course and speed of pollution in degrees and knots and tenths of knots. In case of air pollution (gas cloud) drift speed is indicated in m/s.                                                                                                                                           |
| 48 FORECAST OF LIKELY EFFECT OF POLLUTION AND ZONES AFFECTED   | For example, arrival on beach with estimated timing. Results of mathematical models.                                                                                                                                                                                                                    |
| 49 IDENTITY OF OBSERVER/REPORTER<br>IDENTITY OF SHIPS ON SCENE | Indicates who has reported the incident. If a ship, name, home port, flag and call sign must be given. Ships on scene can also be indicated under this item by name, home port, flag and call sign, especially if the polluter cannot be identified and the spill is considered to be of recent origin. |
| 50 ACTION TAKEN                                                | Any action taken in response to the pollution.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 51 PHOTOGRAPHS OR SAMPLES                                      | Indicates if photographs or samples from the pollution have been taken. Fax or telex number of the sampling authority should be given.                                                                                                                                                                  |
| 52 NAMES OF OTHER STATES AND ORGANIZATIONS INFORMED            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 53 - 59                                                        | SPARE FOR ANY OTHER RELEVANT INFORMATION (e.g. results of sample or photographic analysis, results of inspection of surveyors, statements of ship's personnel, etc.)                                                                                                                                    |
| 60 ACKNOWLEDGE                                                 | When this figure is used the telex should be acknowledged as soon as possible by the competent national authority.                                                                                                                                                                                      |





## **7 VERWIJDERINGSPLAN**

### **7.1 Inleiding**

De levensduur van het windturbinepark Tromp Binnen bedraagt 20 jaar. Na beëindiging van de exploitatie zal het windturbinepark conform resolutie 1989 van de International Maritime Organisation (IMO) en het OSPAR<sup>35</sup> verdrag verwijderd worden.

Dit hoofdstuk beschrijft de wijze waarop het windturbinepark Tromp Binnen na gebruik zal worden verwijderd. Paragraaf 7.2 geeft aan om welke onderdelen het gaat. Paragraaf 7.3 beschrijft de voorbereiding. In de daarop volgende paragrafen komen achtereenvolgens de verwijderingactiviteiten per onderdeel en tot slot de opleveringscontrole aan bod.

Na beëindiging van het gebruik zal het Verwijderingsplan gedetailleerd uitgewerkt worden en eventueel aangepast aan de stand der techniek van dat moment.

### **7.2 Te verwijderen onderdelen**

Tabel 7.1 geeft een overzicht van de te verwijderen of achter te laten onderdelen van het windturbinepark Tromp Binnen.

---

<sup>35</sup> OSPAR verdrag, Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Convention for the protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), 22 september 1992.



Tabel 7.1 Overzicht van te verwijderen of achter te laten onderdelen

| Onderdeel                                 | Maatregel                                                                                                |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wind turbines                             | In zijn geheel verwijderen                                                                               |
| Gravity Based Structure (GBS-funderingen) | In zijn geheel verwijderen                                                                               |
| Transformatorplatform                     | In zijn geheel verwijderen                                                                               |
| 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                                                                 |
| Netaansluiting op land                    | Materiaal veilig verwijderen                                                                             |
| Gebouwen op land                          | Ombouwen voor ander doel of verwijderen                                                                  |

### 7.3 Voorbereiding

Om de verwijdering van het windturbinepark in goede banen te leiden, zal een projectteam worden samengesteld. Het projectteam zal bestaan uit RWE, de uitvoerende aannemer, Rijkswaterstaat Directie Noordzee en de Kustwacht. Het projectteam stelt een Plan van Aanpak en een planning op om de veiligheid en milieuvriendelijkheid tijdens de verwijdering van het windturbinepark te garanderen.

De eerste stap is het opzetten van een voorlopige aanpak en planning voor verwijdering. Deze worden overlegd wordt met Rijkswaterstaat Directie Noordzee. In samenspraak met belanghebbenden komt het projectteam uiteindelijk tot een definitieve aanpak en planning. Deze dient klaar te zijn voor de start van de verwijdering van het windturbinepark. In de aanpak en planning zullen alle activiteiten die nodig zijn voor de verwijdering meegenomen worden, waarbij rekening gehouden wordt met het in te zetten materiaal, personeel en de weersomstandigheden.

De verwijdering van het windturbinepark en alle onderdelen is gepland in de maanden mei tot en met september, wanneer windsnelheden en golfhoogtes het laagst zijn met eventueel een uitloop naar november in verband met de weersomstandigheden. Het projectteam zal in overleg met de kustwacht afspraken maken over alle scheepvaartbewegingen die nodig zijn voor de verwijdering. Om de veiligheid te garanderen gelden dezelfde HSE-aspecten als bij de constructie en onderhoud van het windturbinepark, zie hoofdstuk 4 Onderhoudsplan. Voor

de aanvang van de verwijdering zouden veranderingen in de aanpak nodig kunnen zijn door nieuwe ontwikkelingen op het gebied van techniek en HSE-aspecten.

De ontmantelingsfase voor het offshore windturbinepark Tromp Binnen bestaat uit een aantal stappen. Bij de uitvoeringsstappen behoort in te zetten materieel.

De verschillende onderdelen van de ontmantelingsfase zijn:

1. Inpeiling GBS locaties tbv eventuele aanzanding
2. Verwijdering turbines
3. Verwijdering transformatorplatform
4. Verwijdering funderingen
  - a. Baggeren ten behoeve van vrijleggen fundatieplaat
  - b. Verwijderen zandvulling GBS/afkoppelen kabels
  - c. Liften GBS en transport naar locatie voor afbraak
  - d. Opvullen resterende funderingskuil met zand
5. Verwijdering bekabeling (optioneel)
6. Opleveringscontrole alle GBS locaties tbv overdracht autoriteiten

Hierna worden per onderdeel globaal de werkzaamheden en effecten beschreven.

#### **7.4 Inpeiling GBS locaties ten behoeve van eventuele aanzanding**

Voordat met de werkzaamheden zal worden begonnen zal de bodemligging en bodemgesteldheid in kaart worden gebracht. Het hiervoor benodigd onderzoek (survey) zal met een speciaal daartoe uitgerust vaartuig worden uitgevoerd. Doel van het onderzoek is om per GBS locatie de hoeveelheid te verwijderen bodemmateriaal dat zich op en rond de fundatieplaat heeft verzameld vast te stellen en het detecteren van bodemvreemde materialen op en onder het zeebed.

#### **7.5 Verwijdering windturbines**

De turbines worden als volgt verwijderd:

- Alle schadelijke stoffen in de turbines (zoals oliereserves) worden verwijderd en naar land getransporteerd voor verwerking;
- De leidingen worden afgetapt en schoongemaakt;



- Een hefschip, een drijvende bak met voldoende hijscapaciteit, een transportponton met sleepboot en een serviceschip positioneren zich bij de te verwijderen windturbine. Ter plaatse van de GBS wordt het hefschip op ankers gepositioneerd;
- De rotorbladen worden ontkoppeld van de gondel en op de drijvende bak geplaatst;
- Verbindingen worden gemaakt tussen haak en gondel, met gebruikmaking van de hijspunten welke zijn gebruikt bij de installatie;
- Op het systeem wordt voorspanning gezet;
- De bouten van de verbinding tussen de GBS-fundering en de mast worden doorgebrand;
- Doorsnijden van kabels tussen turbine en fundering;
- De gondel en de mast wordt met behulp van een hefschip afgehesen;
- De gondel en mast worden op de transportponton gelegd en vastgezet;
- De transportponton en drijvende bak worden naar een zeehaven versleept waar verdere ontmanteling zal plaatsvinden.

Als de windturbine in zijn geheel kan worden afgevoerd, dan zullen de rotorbladen, gondel en mast als een geheel ontkoppeld worden. Als de windturbine onderdelen aan land zijn aangekomen vindt de volgende ontmanteling plaats:

- De staalonderdelen van de gondel en turbine worden ontkoppeld en verkocht voor recycling;
- De rotorbladen, gemaakt van glasvezel, worden verwerkt in overeenstemming met de dan geldende regels;
- Alle zware metalen en toxische stoffen worden verwijderd in overeenstemming met de dan geldende regels.

## 7.6 Verwijdering transformatorplatform

Het transformatorplatform wordt op de volgende manier verwijderd:

- Een hefschip, jack-up, serviceschip en een transportponton met sleepboot positioneren zich bij het te verwijderen transformatorplatform;
- Om de fundering van het transformatorplatform worden tijdelijke stellingen gebouwd;
- Op het platform worden alle installaties uitgeschakeld, leidingen afgetapt, kabels die naar het zeebed lopen doorgesneden en alle losse onderdelen verwijderd of vastgemaakt;
- Een jack-up maakt de hijsstroppen aan de bestaande hijspunten vast en voorspanning wordt op het systeem gezet;

- Het dek van het transformatorplatform zal worden afgehesen door een hefschip en op het transportpontoon worden gelegd en vastgezet;
- Het transportpontoon wordt naar een zeehaven gesleept waar verdere ontmanteling plaatsvindt.

De verwijdering van de fundering van het transformatorplatform vindt op dezelfde manier plaats als de verwijdering van de fundering van de windturbines.

## **7.7 Verwijdering funderingen**

### **7.7.1 Baggeren ten behoeve van vrijleggen fundatieplaat (optioneel)**

In deze fase wordt het eventueel aanwezig zand op de funderingsplaat verwijderd met een zuiger en verpompt naar een locatie die in overleg met het bevoegd gezag is bepaald danwel naar de funderingskuilen van een reeds verwijderde GBS. De ladingen kunnen worden teruggestort in de achtergebleven gaten van de verwijderde GBS.

### **7.7.2 Verwijderen zandvulling GBS/afkoppelen kabels**

Om de GBS op te kunnen tillen dient eerst de in de GBS aanwezige hoeveelheid ballastzand te worden verwijderd. Daarna worden met duikers de kabels afgekoppeld.

Een jack-up met een sleepboot en een sleephopperzuiger positioneren zich bij de te verwijderen fundering (GBS). Met behulp van een kraan wordt een baggerpomp of grote airlift in de GBS afgehangen en wordt de zandvulling overgepompt in de hopper van de langs zij liggende sleephopperzuiger. Tijdens deze werkzaamheden dient het waterniveau binnen in de GBS nauwkeurig op peil te worden gehouden. Immers een lege GBS zou gaan opdrijven wegens een tekort aan eigen gewicht.

### **7.7.3 Liften GBS en transport naar locatie voor afbraak**

De GBS wordt met behulp van een hefschip gehesen. De GBS wordt vervolgens op een transportbak geladen of afgehangen in het hefschip en naar de wal afgevoerd waar de ontmanteling plaatsvindt.

Ter plaatse van de GBS wordt het hefschip op ankers gepositioneerd.



De werkzaamheden voor de verwijdering van de GBS fundering zijn als volgt:

- Een hefschip, jack-up en een transportponton met sleepboot positioneren zich bij de te verwijderen fundering;
- Met behulp van een hefschip wordt de vulling van de betonconstructie verwijderd;
- De kegelvormige constructie gemaakt van beton en staal wordt boven zeeniveau omhoog getild met een hefschip;
- Het water wordt uit de constructie gepompt;
- De constructie wordt op een transportponton gehesen en vastgezet om vervolgens afgevoerd te worden naar een zeehaven waar verdere ontmanteling plaats vindt.

#### **7.7.4 Opvullen resterende funderingskuil met zand**

Het vrijgekomen zand van het leegmaken van de GBS zal in de achtergebleven funderingskuilen worden gebracht. Het zand dat daarna nog overblijft zal in een goedgekeurde stortlocatie in of in de buurt van Tromp Binnen worden gedeponeed.

#### **7.8 Verwijdering bekabeling**

Zoals beschreven staat in IMO resolutie 1989 en de OSPAR<sup>36</sup> regelgeving wordt over het algemeen de elektrische bekabeling in het windturbinepark en de kabels van het park naar de kust achtergelaten in het zeebed. Als de situatie ontstaat waarbij de kabels verwijderd dienen te worden, dan zullen de werkzaamheden omtrent de verwijdering van de kabels er als volgt uit zien:

- De elektrische infrastructuur wordt compleet uitgeschakeld;
- Een serviceschip met onderwaterrobot en een kabellegschip positioneren zich bij de te verwijderen kabels;
- Met behulp van duikers worden de kabels tot 1 m onder de zeebodem afgekapt. Er zijn hiervoor geen grote werkschepen noodzakelijk.
- De kabels worden bij het landingspunt doorgesneden en voor zover nodig worden ze vanuit land naar zee uitgegraven en afgevoerd;
- De resterende kabels worden met behulp van een onderwaterrobot naar het oppervlak gehaald;

---

<sup>36</sup> OSPAR verdrag, Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Convention for the protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), 22 september 1992.

- De kabels worden door het kabellegschip uit de zeebodem getrokken en worden opgewonden op een kabeltrommel;
- De landkabels worden ontkoppeld bij het transformatorstation en doorgesneden circa 20 meter aan de oostzijde van de duinen ter plaatse van de start van de duinpassage;
- De landkabels worden uitgegraven.

## 7.9 Erosiebescherming

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

## 7.10 Opleveringscontrole

Na de verwijderingswerkzaamheden zal het zeebed worden onderzocht om te verifiëren of alle betreffende onderdelen verwijderd zijn. Mocht dit niet het geval zijn, dan worden de resterende onderdelen alsnog op deugdelijke wijze verwijderd.

De onderwaterinspectie van de GBS locaties, inclusief eventuele video opnamen, zullen het bewijs leveren dat het achterlaten van de locatie overeenkomstig het gestelde in de vergunningvoorwaarden is uitgevoerd.





## **BIJLAGE B2.1**

### **TROMP BINNEN COÖRDINATEN VAN HET WINDPARK, DE WINDTURBINES EN DE KABELTRACÉ'S**



## HOEKPUNTEN VAN HET WINDPARK

Coördinaten op basis van UTM zone 31 ED50, eenheid meters en in meters nauwkeurig

Tromp Binnen

20-sep-08

KEMA - Hans Cleijne

| Hoekpunten | x-coördinaat<br>Easting | y-coördinaat<br>Northing |
|------------|-------------------------|--------------------------|
| A          | 541,076                 | 5,850,926                |
| B          | 541,402                 | 5,850,751                |
| C          | 541,772                 | 5,850,725                |
| D          | 542,119                 | 5,850,853                |
| E          | 542,383                 | 5,851,112                |
| F          | 543,226                 | 5,850,554                |
| G          | 541,484                 | 5,848,229                |
| H          | 533,732                 | 5,853,359                |
| I          | 528,927                 | 5,856,534                |
| J          | 528,804                 | 5,858,958                |
| K          | 528,843                 | 5,859,010                |
| L          | 535,007                 | 5,854,936                |

## BEGIN- EN EINDPUNT EN DE KNIKPUNTEN VAN DE KABELTRACÉS (INCLUSIEF ALTERNATIEVE KABELROUTES)

Coördinaten op basis van UTM zone 31 ED50, eenheid meters en in meters nauwkeurig

| Omschrijving         | Knikpunt-<br>aanduiding | x-coördinaat<br>Easting | y-coördinaat<br>Northing |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Tromp Voorkeursroute | 1                       | 541,805                 | 5,848,657                |
|                      | 2                       | 548,929                 | 5,844,000                |
|                      | 3                       | 549,766                 | 5,843,452                |
|                      | 4                       | 550,603                 | 5,842,905                |
|                      | 5                       | 551,226                 | 5,842,356                |
|                      | 6                       | 551,989                 | 5,841,683                |
|                      | 7                       | 552,750                 | 5,841,010                |
|                      | 8                       | 553,760                 | 5,840,937                |
|                      | 9                       | 554,772                 | 5,840,863                |
|                      | 10                      | 555,143                 | 5,840,086                |
|                      | 11                      | 555,640                 | 5,839,044                |
|                      | 12                      | 558,189                 | 5,838,156                |
|                      | 13                      | 559,025                 | 5,837,865                |
|                      | 14                      | 559,149                 | 5,837,821                |
|                      | 15                      | 560,109                 | 5,837,487                |
|                      | 16                      | 562,729                 | 5,836,574                |
|                      | 17                      | 573,119                 | 5,833,331                |
|                      | 18                      | 573,780                 | 5,832,387                |
|                      | 19                      | 574,163                 | 5,831,840                |
|                      | 20                      | 574,967                 | 5,830,693                |
|                      | 21                      | 575,591                 | 5,829,801                |
|                      | 22                      | 577,996                 | 5,825,837                |
|                      | 23                      | 578,980                 | 5,825,658                |
|                      | 24                      | 579,913                 | 5,825,487                |
|                      | 25                      | 584,104                 | 5,824,721                |
|                      | 26                      | 591,866                 | 5,821,617                |
|                      | 27                      | 594,236                 | 5,820,669                |
|                      | 28                      | 598,934                 | 5,818,791                |
|                      | 29                      | 599,959                 | 5,818,381                |
|                      | 30                      | 600,960                 | 5,817,980                |
|                      | 31                      | 604,511                 | 5,816,560                |
|                      | 32                      | 607,153                 | 5,815,807                |
|                      | 33                      | 607,692                 | 5,816,402                |



|                     |    |         |           |
|---------------------|----|---------|-----------|
| Tromp Alternatief 1 | 34 | 541,805 | 5,848,657 |
|                     | 35 | 549,051 | 5,848,184 |
|                     | 36 | 550,140 | 5,848,113 |
|                     | 37 | 551,148 | 5,848,047 |
|                     | 38 | 551,743 | 5,847,706 |
|                     | 39 | 552,641 | 5,847,220 |
|                     | 40 | 553,492 | 5,846,483 |
|                     | 41 | 554,338 | 5,845,759 |
|                     | 42 | 561,126 | 5,843,305 |
|                     | 43 | 562,080 | 5,842,960 |
|                     | 44 | 563,034 | 5,842,615 |
|                     | 45 | 573,895 | 5,838,688 |
|                     | 46 | 574,350 | 5,837,627 |
|                     | 47 | 574,806 | 5,836,566 |
|                     | 48 | 575,267 | 5,836,409 |
|                     | 49 | 580,838 | 5,834,509 |
|                     | 50 | 581,404 | 5,833,672 |
|                     | 51 | 581,773 | 5,833,127 |
|                     | 52 | 582,155 | 5,832,563 |
|                     | 53 | 582,852 | 5,831,534 |
|                     | 54 | 586,364 | 5,831,886 |
|                     | 55 | 587,444 | 5,831,936 |
|                     | 56 | 588,264 | 5,831,951 |
|                     | 57 | 590,099 | 5,829,827 |
|                     | 58 | 594,728 | 5,824,371 |
|                     | 59 | 596,934 | 5,824,048 |
|                     | 60 | 597,406 | 5,823,656 |
|                     | 61 | 598,209 | 5,822,766 |
|                     | 62 | 598,632 | 5,820,958 |
|                     | 63 | 598,763 | 5,820,399 |
|                     | 64 | 598,891 | 5,819,852 |
|                     | 65 | 599,904 | 5,819,602 |
|                     | 66 | 600,928 | 5,819,349 |
|                     | 67 | 603,810 | 5,818,636 |
|                     | 68 | 604,511 | 5,816,560 |
|                     | 69 | 607,153 | 5,815,807 |
|                     | 70 | 607,692 | 5,816,402 |

|                     |     |         |           |
|---------------------|-----|---------|-----------|
| Tromp Alternatief 2 | 71  | 541,805 | 5,848,657 |
|                     | 72  | 548,929 | 5,844,000 |
|                     | 73  | 549,766 | 5,843,452 |
|                     | 74  | 550,603 | 5,842,905 |
|                     | 75  | 551,226 | 5,842,356 |
|                     | 76  | 551,989 | 5,841,683 |
|                     | 77  | 552,750 | 5,841,010 |
|                     | 78  | 553,760 | 5,840,937 |
|                     | 79  | 554,772 | 5,840,863 |
|                     | 80  | 555,143 | 5,840,086 |
|                     | 81  | 555,640 | 5,839,044 |
|                     | 82  | 558,189 | 5,838,156 |
|                     | 83  | 559,025 | 5,837,865 |
|                     | 84  | 559,149 | 5,837,821 |
|                     | 85  | 560,109 | 5,837,487 |
|                     | 86  | 562,729 | 5,836,574 |
|                     | 87  | 573,119 | 5,833,331 |
|                     | 88  | 573,780 | 5,832,387 |
|                     | 89  | 574,163 | 5,831,840 |
|                     | 90  | 574,967 | 5,830,693 |
|                     | 91  | 575,591 | 5,829,801 |
|                     | 92  | 577,996 | 5,825,837 |
|                     | 93  | 578,980 | 5,825,658 |
|                     | 94  | 579,913 | 5,825,487 |
|                     | 95  | 584,104 | 5,824,721 |
|                     | 96  | 592,387 | 5,822,807 |
|                     | 97  | 593,343 | 5,821,739 |
|                     | 98  | 594,641 | 5,821,418 |
|                     | 99  | 598,883 | 5,820,369 |
|                     | 100 | 599,891 | 5,820,120 |
|                     | 101 | 600,901 | 5,819,871 |
|                     | 102 | 604,196 | 5,819,056 |
|                     | 103 | 604,901 | 5,816,969 |
|                     | 104 | 607,245 | 5,816,300 |
|                     | 105 | 607,692 | 5,816,402 |



## POSITIES VAN DE WINDTURBINES

Coördinaten op basis van UTM zone 31 ED50, eenheid meters en in meters nauwkeurig

| Windturbinenummer | x-coördinaat<br>Easting | y-coördinaat<br>Northing |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1                 | 528,845                 | 5,858,930                |
| 2                 | 529,529                 | 5,858,478                |
| 3                 | 530,212                 | 5,858,027                |
| 4                 | 530,895                 | 5,857,575                |
| 5                 | 531,579                 | 5,857,124                |
| 6                 | 532,262                 | 5,856,672                |
| 7                 | 532,945                 | 5,856,221                |
| 8                 | 533,628                 | 5,855,769                |
| 9                 | 534,312                 | 5,855,318                |
| 10                | 534,995                 | 5,854,866                |
| 11                | 535,678                 | 5,854,415                |
| 12                | 536,362                 | 5,853,963                |
| 13                | 537,045                 | 5,853,512                |
| 14                | 537,728                 | 5,853,060                |
| 15                | 538,411                 | 5,852,609                |
| 16                | 539,095                 | 5,852,157                |
| 17                | 539,778                 | 5,851,706                |
| 18                | 540,461                 | 5,851,254                |
| 19                | 541,145                 | 5,850,802                |
| 20                | 541,828                 | 5,850,351                |
| 21                | 542,511                 | 5,849,899                |
| 22                | 529,349                 | 5,857,464                |
| 23                | 530,033                 | 5,857,013                |
| 24                | 530,716                 | 5,856,561                |
| 25                | 531,399                 | 5,856,110                |
| 26                | 532,082                 | 5,855,658                |
| 27                | 532,766                 | 5,855,207                |
| 28                | 533,449                 | 5,854,755                |
| 29                | 534,132                 | 5,854,304                |
| 30                | 534,816                 | 5,853,852                |
| 31                | 535,499                 | 5,853,401                |
| 32                | 536,182                 | 5,852,949                |
| 33                | 536,865                 | 5,852,497                |
| 34                | 537,549                 | 5,852,046                |
| 35                | 538,232                 | 5,851,594                |
| 36                | 538,915                 | 5,851,143                |

| Windturbinennummer | x-coördinaat<br>Easting | y-coördinaat<br>Northing |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| 37                 | 539,599                 | 5,850,691                |
| 38                 | 540,282                 | 5,850,240                |
| 39                 | 540,965                 | 5,849,788                |
| 40                 | 541,649                 | 5,849,337                |
| 41                 | 529,170                 | 5,856,450                |
| 42                 | 529,853                 | 5,855,999                |
| 43                 | 530,537                 | 5,855,547                |
| 44                 | 531,220                 | 5,855,095                |
| 45                 | 531,903                 | 5,854,644                |
| 46                 | 532,586                 | 5,854,192                |
| 47                 | 533,270                 | 5,853,741                |
| 48                 | 533,953                 | 5,853,289                |
| 49                 | 534,636                 | 5,852,838                |
| 50                 | 535,320                 | 5,852,386                |
| 51                 | 536,003                 | 5,851,935                |
| 52                 | 536,686                 | 5,851,483                |
| 53                 | 537,369                 | 5,851,032                |
| 54                 | 538,053                 | 5,850,580                |
| 55                 | 538,736                 | 5,850,129                |
| 56                 | 539,419                 | 5,849,677                |
| 57                 | 540,103                 | 5,849,226                |
| 58                 | 540,786                 | 5,848,774                |
| 59                 | 541,469                 | 5,848,323                |





## **BIJLAGE B3.1**

### **NIRAS, TROMP BINNEN OFFSHORE WIND FARM FOUNDATIONS**

#### **Conceptual design Basis – Primary Structures, juli 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".



## **BIJLAGE B3.2.1**

### **NIRAS, TROMP BINNEN OFFSHORE WIND FARM FOUNDATIONS**

#### **Conceptual Design of Gravity Based Structure, juli 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".





## **BIJLAGE B3.2.2**

### **NIRAS, TROMP BINNEN OFFSHORE WIND FARM FOUNDATIONS**

**Tekening Gravity Based Structure, juli 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".





## **BIJLAGE B3.2.3**

### **NIRAS, TROMP BINNEN OFFSHORE WIND FARM FOUNDATIONS**

**Tekening REpower 5M op Gravity Based Structure, juli 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".



## **BIJLAGE B3.3.1**

### **NIRAS, TROMP BINNEN OFFSHORE WIND FARM TRANSFORMATOR STATION, NOVEMBER 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".





## **BIJLAGE B3.3.2**

### **NIRAS, TROMP BINNEN OFFSHORE WIND FARM TRANSFORMATOR STATION**

**Tekeningen Transformatorstation, Juli 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".





## **BIJLAGE B3.4**

### **DNV, CONCEPTUAL DESIGN OFFSHORE WIND FARM TROMP BINNEN, AUGUSTUS 2008**

Deze bijlage is vertrouwelijk en is opgenomen in de map "Offshore windturbinepark Tromp Binnen Vertrouwelijke bijlagen Wbr en MER".



## **BIJLAGE B4.1**

**RWE, RWE HEALTH AND SAFETY AT WORK POLICY, AUGUSTUS 2006**



# RWE Health and Safety at Work Policy



At RWE, health and safety at work is not only seen as a legal obligation, but as social responsibility and important corporate goal. RWE's culture of shared values and the code of conduct provide a strong foundation for good practice including the protection against occupational ill health and injury.

The holistic approach of looking at technology, organisation and internal behaviour as a field for health and safety at work reflects a forward-looking approach. We aim to safeguard the successes of past performance and want to develop them further by continuous improvement. We intend to use this opportunity for the benefit of our employees and the company.

Health and safety at work imposes a special responsibility on all managers. They are the drivers for success, because health and safety at work is a management task.

The individual responsibility of each employee for himself and within his own team reflects the fundamental nature of RWE's values. All our activities are based on thinking and acting with health and safety in mind. Mistakes are seen as an opportunity from which we learn and which we aim to avoid in the future.

The Executive Board supports all managers and employees in developing health and safety at work along the lines of our corporate goals and values. Everybody, including the Board, will be measured by the actions taken jointly and the results produced.

Essen, August 8, 2006

  
Alwin Fitting

  
Harry Roels

  
Berthold Bonekamp

  
Klaus Sturany

  
Jan Zillius





08-1336 Tromp Binnen

-B4.2-



15 januari 2009

## **BIJLAGE B4.2**

**RWE, RWE'S HEALTH AND SAFETY POLICY, JUNI 2006**



## **Memo**

---

### **RWE's health and safety policy**

Occupational health and safety is a prime corporate objective stated in the occupational health and safety policy adopted by the Executive Board of RWE. This policy is to be implemented in all operating companies and to be accompanied by activities tailored to the needs of the individual companies. The RWE values of "customer focus", "performance", "forward thinking", "reliability" and "trust" are the basis and must therefore also be filled with life in the area of occupational health and safety.

The following points should be designed actively and implemented:

- The medium used for informing all employees about the RWE health and safety policy implemented by the Group Centre, will be "team". Any health and safety policy adopted by an operating company should be compatible with the RWE health and safety policy and should contain more specific details than the RWE policy. If necessary, the operating company-specific health and safety policy will have to be revised.
- As far as this has not yet been done, specific measures should be defined for implementing and "living" RWE's health and safety policy in the individual legally independent companies. The focus of occupational health and safety should be prevention.
- A continuous improvement - especially with regard to a further reduction of the accident rates - is an important objective that the Executive Board would like to achieve together with the employees. The necessary measures and activities should be defined in the individual companies.
- The existing structural and workflow organisations should meet the requirements for state-of-the-art occupational health and safety. Setting up and implementing an occupational safety and health management system (OSHMS) based on the ILO guidelines is essential for this purpose. The certification of an OSHMS in our company is "best practice".
- The direct link that exists between the "occupational safety" and "occupational health" units and the Executive Board demonstrates the significance and appreciation of occupational health and safety within the RWE Group. It is up to the companies to decide on the implementation of this recommendation; nevertheless, the legal requirements are considered as the minimum standard which must be fulfilled.
- Occupational health and safety must be regarded as an integral part of all processes; this means that all processes must be designed in way that this is ensured.
- In especially relevant areas (specifically operational units because this is where the accident risk is generally higher), health and safety targets should be defined and verified. For this purpose, targets for continuously improving health and safety should be included in the BSC and the Management by Objectives (target agreement) process.

## Memo

---

- Occupational health and safety depends on both the "**special responsibility of managers**" and the "**personal responsibility of employees**". The individual operating companies should carry out relevant programmes in order to further strengthen these two factors.
- All above mentioned items will be coordinated by the "Occupational Safety" Steering Committee.