1558-17

E-Connection

VOOR HET

OFFSHORE WINDPARK

Rijnveld Noord/Oost

OPRICHTINGS- EN CONSTRUCTIEPLAN

VOOR HET

OFFSHORE WINDPARK

Rijnveld Noord/Oost

E-Connection

REV	REDEN VOOR UITGAVE
A	UITGAVE VOOR DE AANVRAAG WBR-VERGUNNING

BEDRIJF	OPSTELLER	CONTROLE	GOEDKEUR	DATUM
ECP	MH			

REVISIE STATUS

REV	DATUM	BESCHRIJVING
A	01/12/04	interne uitgave

INHOUDSOPGAVE **Page**

-	**VOORBLAD DOCUMENT**	1
-	**INHOUDSOPGAVE**	2
-	**REVISIE STATUS**	3
1.	**INTRODUCTIE**	**4**
2.	**DEFINITIES**	**5**
3.	**BESCHRIJVING VAN HET WINDTURBINE PARK EN DE ONDERDELEN**	**6**
3.1	LOCATIE	6
3.2	ALGEMEEN PLAN VAN HET PARK	6
3.3	ELEKTRISCHE INFRASTRUCTUUR	7
3.4	OFFSHORE WIND TURBINE	7
3.5	TRANSFORMATOR STATION	10
3.6	VERLICHTING	11
4.	**UITVOERINGSPLAN**	**12**
4.1	ALGEMEEN	12
4.2	WINDTURBINES	12
4.3	TRANSFORMATOR STATION	17
4.4	COMMISSIONING	19
4.5	ALGEMEEN PLAN WINDTURBINE	19
4.6	PLANNING	19

APPENDICES

A	**Algemeen plan windturbine**
B	**Planning**

1. INTRODUCTIE

Dit document beschrijft het constructie plan voor het offshore windturbine park Rijnveld Noord/Oost. Het park bevindt zich op tenminste 35 km uit de kust van Katwijk in de Noordzee. De waterdiepte ter plekke ligt tussen 20 en 30 m.

Het windturbinepark bestaat uit 72 Vestas V90 offshore windturbines met elk een vermogen van 3 MW. Elk van de turbines wordt geplaatst op een enkele paal (het paalfundering concept). De totale capaciteit van het park is 216 MW. Verder bevindt zich in het windpark een transformatorstation. De windturbines en het transformator station zijn onderling verbonden met 22kV kabels. Van het transformator station loopt een 150 kV kabel naar de wal. Alle offshore kabels zijn ingegraven in de zeebodem.

Het project is ontwikkeld op initiatief van E-Connection Project BV (ECP).

De bouwcombinatie voor de realisatie van het windturbine park bestaat uit een samenwerkingsverband tussen Vestas Nederland Windtechnologie (VNW, onderdeel van Vestas Wind Systems A/S), Smulders en Mammoet van Oord (MvO) of een gelijkwaardige combinatie.

Het project is opgedeeld in de volgende onderdelen:

A. Levering van de paalfunderingen, de transitiedelen en de masten naar de haven
B. Levering van de windturbines naar de haven en inbedrijfstelling van de windturbines
C. Levering van het transformatorstation naar de haven
D. Transport van de windparkonderdelen naar de offshore locatie en installatie
E. Levering, installatie, ingraven, aansluiten en inbedrijfstelling van de netkabels
F. Aanbrengen van erosiebescherming op de zeebodem rond de paalfunderingen

2. DEFINITIES

ECP	E-Connection Project BV
kV	Kilo Volt
MER	Milieu Effect Rapportage
VNW	Vestas Nederland Windtechnologie BV
VWS	Vestas Wind Systems A/S
WT	Windturbine
WTG	Windturbine Generator

3. BESCHRIJVING VAN HET WINDTURBINE PARK EN DE ONDERDELEN

3.1 LOCATIE

Het offshore windturbine park is gelegen in het zuidelijke deel van de Noordzee. De afstand tot de kust bedraagt bij Katwijk ongeveer 35 km.

De coördinaten van de buitenbegrenzing van het windpark zijn weergegeven in tabel 3.1.

Noordelijk deel Windpark Rijnveld Noord/Oost

Hoekpunt	Noord	Oost
1	558.320	5.803.123
2	556.421	5.799.786
3	559.301	5.799.804
4	560.250	5.801.472
5	560.240	5.803.135

Hoekpunt	Noord	Oost
1	554.629	5.796.511
2	554.114	5.795.701
3	555.073	5.795.660
4	555.517	5.794.809
5	556.476	5.794.768
6	556.920	5.793.917
7	557.365	5.793.066
8	558.324	5.793.025
9	559.656	5.790.472
10	559.868	5.795.456
11	559.424	5.796.307

Tabel 3.1 – Geografische coördinaten (UTM ED-50)

Het park ligt buiten militaire zones, zandwingebieden, baggerdepots en scheepvaart routes.

3.2 ALGEMEEN PLAN VAN HET PARK

Het offshore windturbine park bestaat uit 72 windturbines, elk geplaatst op een fundering bestaande uit een enkele paal. Verder staat in het park een transformator station.

De windturbines hebben elk een geïnstalleerd vermogen van 3 MW.
Bij 72 windturbines bedraagt het windparkvermogen dus 216 MW.

De opstelling van de windturbines heeft binnen de contour van het beschikbare gebied de configuratie van de compacte bolstapeling. De afstand tussen aangrenzende windturbines bedraagt hierbij steeds 720 m. De loodrechte afstand tussen de parallelle rijen bedraagt ongeveer 624 m.
De positionering van het windpark is globaal parallel aan de hoofdvaarroutes in de noord-zuidrichting gekozen.
De ontwerplevensduur van het park bedraagt 20 jaar.

3.3 ELEKTRISCHE INFRASTRUCTUUR

De levering van energie van het windpark aan het net op de wal is gerealiseerd via een lokaal middenspanningsnet in het windpark en een hoogspannings-transportverbinding tussen het windpark en het aansluitpunt op de wal. Een beperkt aantal windturbines is aangesloten op een doorgeluste in de zeebodem ingegraven elektriciteitskabel (string) met een spanningsniveau van 22 kV. Het einde van de zeekabels is aangesloten op het offshore transformatorstation. In het transformatorstation wordt het spanningsniveau voor het energietransport naar de wal verhoogd van 22 kV naar 150 kV. Het offshore deel van de verbinding tussen het transformatorstation en het netaansluitpunt op de wal is gerealiseerd met een 150 kV in de zeebodem ingegraven elektriciteitskabel. Bij het deel van het kabeltracé dat zich op het land bevindt wordt een normale hoogspanningskabel voor landtoepassingen toegepast. In de windturbines en het offshore transformatorstations bevinden zich middenspannings- en hoogspannings-schakelaars voor de besturing en beveiliging van het windpark.

3.4 OFFSHORE WINDTURBINE

De offshore windturbine bestaat uit drie secties:
1. Een gondel met daarin de generator en daaraan de rotor met de bladen.
2. De mast
3. Het transitiedeel of verbindingsstuk tussen de paalfundering en de windturbinemast
4. De paalfundering

3.4.1 Gondel met bladen

De windturbine zelf is een VESTAS V90-3.0 MW windturbine. Deze turbine heeft een variabel toerental en is speciaal voor offshore condities ontwikkeld.

De turbine is een tegenwindse turbine met bladhoekverstelling , actieve kruiing en een driebladige rotor. De turbine heeft een rotordiameter van 90 m. Het toerental is variabel over een groot regelbereik. De ashoogte van de rotor bedraagt 65 m boven zeeniveau (LAT - laagste astronomische tij).

De rotorbladen zijn gemaakt van glasvezel versterkt epoxy. Elk blad bestaat uit twee schalen die aan een steunbalk zijn bevestigd. De bladen zijn met een speciaal stalen inzetdeel aan de bladdrager bevestigd. De bladdrager is een vierpuntskogellager dat met bouten aan de bladnaaf is gemonteerd.

De naaf van de rotor is direct op het speciale hoofdlager van de tandwielkast gemonteerd, waardoor de windturbine relatief compact en licht is. De tandwielkast bevat een tweetraps planeetwiel- en een enkelvoudige zonnewieloverbrenging. Vanuit de tandwielkast wordt het vermogen via de snelle as op de generator overgebracht.

De generator is een asynchrone 4-polige machine met een gewikkelde rotor. In combinatie met de toegepaste regeling is de machine geschikt voor toerentalvariaties over een groot bereik.

De door de generator geleverde energie wordt via een transformator omgezet naar middenspanningsniveau (22 kV). De transformator is van het gietharstype (dus niet oliegekoeld). De transformator bevindt zich in een afgesloten ruimte in het achterste deel van de gondel.

De windturbine wordt geremd door de bladen in vaanstand te zetten. Op de snelle as tussen tandwielkast en generator is een hydraulische schijfrem aangebracht, die wordt gebruikt als parkeerrem.

Alle functies van de windturbine worden bewaakt en geregeld door microprocessor gestuurde regeleenheden. Het regelsysteem bevindt zich in de gondel. De bladhoek wordt ingesteld via een hydraulisch systeem dat is voorzien van een buffer, zodat de rotorbladen ook bij spanningsuitval automatisch worden teruggebracht in de vaanstand.

De windturbine wordt in de wind gedraaid met een elektrisch aangedreven kruisysteem. Vier kruimotoren draaien de windturbine in de gewenste kruipositie, via vier kruiwielen die aangrijpen op een groot getand wiel bovenop de mast. Het kruilagersysteem is een glijsysteem met ingebouwde frictie en een automatische vergrendelingsfunctie.

De glasvezelversterkte behuizing van de gondel beschermt alle onderdelen in de gondel tegen regen, sneeuw, stof, zonlicht etc. Een centrale opening biedt toegang tot de gondel vanuit de mast. De windturbines zijn vanaf zee toegankelijk via een externe ladder die toegang geeft tot een werkplatform. Hier kan de mast worden binnengegaan en via de interne ladder in de mast kan de gondel worden bereikt.

In de gondel bevindt zich een servicekraan met een hefvermogen van 800 kg. Met behulp van deze kraan kan een grotere kraan worden gemonteerd die ook de hoofdonderdelen kan takelen (8000 kg).

De windturbine is ontworpen voor omgevingstemperaturen van -20°C tot +40°C.

De windturbine is bestand tegen een relatieve luchtvochtigheid van 100% (max. 10% per tijdseenheid). De corrosiebescherming van de rotor en de gondel voldoet aan ISO 12944-2 voor corrosieklasse C5M (buiten) en C4 (binnen).
De corrosiebescherming is gedimensioneerd voor een lange levensduur.

Het hydraulisch systeem voor de rotorbladverstelling levert een maximale druk van 250 bar. Het complete hydraulische systeem bevindt zich in de naaf van de windturbine. Bij een eventuele lekkage in het hydraulisch systeem zal de druk wegvallen, waardoor de pomp stopt. In dat geval zal er slechts een kleine hoeveelheid olie uit het systeem kunnen weglekken, die vervolgens wordt verzameld in een olie opvang systeem in de naaf. De olie is een minerale olie die wordt geacht op de langere termijn geen gevaar op te leveren voor het aquatisch milieu.

Oprichtings- en Constructieplan Offshore Windpark Rijnveld Noord/Oost

Opgemaakt door:

E-Connection Project BV
Postbus 101
3980 CC Bunnik

Tel. (030) 6598000
Fax (030) 6598001

e-connection@e-connection.nl
www.e-connection.nl
Juni 2007

Bij het uitvallen van de netspanning valt ook de energievoorziening van de motor die de hydrauliek eenheid aandrijft uit. In dat geval worden de bladhoekverstelling en de rem bekrachtigd door een met stikstof gevulde cilinder, die de benodigde druk voor het hydraulisch systeem levert. Het stikstofgas kan geen milieuschade veroorzaken.

3.4.2 Mast

De mast bestaat uit een conische buis met aan de top, bij de aansluiting op de gondel, een diameter van 2,3 m en aan de onderkant, bij de aansluiting op het transitiedeel, een diameter van 4,2 m. De mast is aan beide einden voorzien van een flens. Op de masttop is een glijlager aangebracht, waarop de gondel rust. De tandwielen van de kruimotoren grijpen aan op de tandkrans, die eveneens op de masttop is bevestigd. De aansluiting op het transitiedeel aan de onderzijde bestaat uit een vaste flens-boutverbinding.

Aan de binnenzijde van de mast bevinden zich onder meer de ladder, de kabels voor de netaansluiting en schakel- en beveiligingsinstallaties van de windturbine.

De corrosiebescherming van de mast bestaat aan binnen en buitenzijde uit een gespoten zink laag en een epoxy coating.

Het ontwerp van de mast is gebaseerd op Germanische Lloyd's "Rules and Regulations for Offshore Wind Energy Converters" en waar van toepassing, op algemeen geaccepteerde internationale standaards, zoals API / AISC. De omgevingscondities die de basis voor het ontwerp vormen, zijn gebaseerd op metingen in de nabijheid van het park en zijn geverifieerd door een derde partij.

3.4.3 Transitiedeel

Het transitiedeel vormt de verbinding tussen de paalfundering en de mast van de windturbine. Bij de installatie van de windturbine wordt het transitiedeel op de paalfundering geplaatst. Het transitiedeel is verticaal uitgericht en door middel van een groutverbinding op de paalfundering gefixeerd.

Ook het transitiedeel bestaat uit een conische stalen buis met aan de top, voor de montage van de mast, een flens. Net onder de bovenste flens is het service platform aan de buitenzijde van het transitiestuk gemonteerd. Het platform kan worden bereikt via een ladder vanaf het afmeerpunt voor boten. Daarnaast heeft het transitiedeel een aangrijpingspunt voor een speciaal toegangssysteem voor offshore windturbines. Ook vanaf dit aangrijpingspunt kan via een ladder het service platform worden bereikt.

Het transitiedeel is voorzien van kathodische bescherming (anodes) ten behoeve van corrosiebescherming voor de paalfundering en het transitiedeel. De corrosiebescherming van het transitiedeel voldoet aan de normen van Germanischer Lloyd. Het transitiedeel wordt voor de aarding via speciale kabels met de mast en de paalfundering verbonden.

De middenspanningskabels worden via zogenaamde 'J-tubes', die zijn bevestigd aan respectievelijk de paalfundering en het transitiedeel, naar het serviceplatform geleid.

Afhankelijk van de locatie van de windturbine kan op het serviceplatform navigatieverlichting voor de scheepvaart, mistdetectie, een misthoorn of een radarreflector zijn aangebracht. Informatie hierover is opgenomen in het verlichtingsplan.

3.4.4 Paalfundering

De paalfundering bestaat uit een stalen buis met aan diameter van 4,2 m en een lengte van ongeveer 58 m.

Rondom de paalfundering, op het zeebed, wordt een erosie bescherming aan gebracht bestaande uit stenen, die uitspoelen van het zand rondom de paal voorkomen.

Voor de corrosiebescherming van de paal wordt gebruik gemaakt van kathodische bescherming conform de normen van Germanischer Lloyd.

De paalfundering is ontworpen, gebaseerd op Germanische Lloyd's "Rules and Regulations for Offshore Wind Energy Converters" en, waar van toepassing, op algemeen geaccepteerde internationale standaards. De omgevingscondities en grondcondities welke de basis voor het ontwerp vormen, zijn gebaseerd op metingen in de nabijheid van het park en zijn geverifieerd door een derde partij. Het ontwerp is in alle gevallen gebaseerd op een conservatieve benadering van de omgevingscondities; van een aantal parameters (zoals de grondparameters) zijn reeksen gebruikt als basis, teneinde het effect van de betreffende parameter op het ontwerp bestuderen.

3.5 TRANSFORMATOR STATION

Het transformatorstation bestaat uit een stalen vakwerkconstructie op een enkele paalfundering. De paalfundering is grotendeels gelijk aan de paalfundering van de windturbines. Op de paalfundering wordt, evenals bij de windturbines, een transitiedeel geplaatst. Het transitiedeel is een conische stalen buis voorzien van een vierpuntsdraagconstructie, waarop het eigenlijke hoogspanningsstation wordt geplaatst. Het transitiedeel is verticaal uitgericht en door middel van een groutverbinding op de paalfundering gefixeerd.

Het transformatorstation kan worden bereikt via een ladder vanaf het afmeerpunt voor boten. Daarnaast heeft het transitiedeel een aangrijpingspunt voor een speciaal toegangssysteem voor offshore windturbines. Ook vanaf dit aangrijpingspunt kan via een ladder het transformatorstation worden bereikt.

Het transitiedeel is voorzien van kathodische bescherming (anodes) ten behoeve van corrosiebescherming voor de paalfundering en het transitiedeel. De corrosiebescherming van het transitiedeel voldoet aan de normen van Germanischer Lloyd. Het transitiedeel wordt voor de aarding via speciale kabels met het transformatorstation en de paalfundering verbonden.

De windturbines zijn via middenspanningskabels met het transformatorstation verbonden. Na transformeren naar hoogspanning wordt de elektrische energie via een hoogspanningskabel van het transformatorstation naar het net op de wal getransporteerd. De hoogspannings- en middenspanningskabels worden via 'J-tubes', die zijn bevestigd aan respectievelijk de paalfundering en het transitiedeel, naar het transformatorstation geleid.

Het eigenlijke transformatorstation (dat op het transitiedeel wordt geplaatst) bestaat uit een stalen constructie met aluminium bekleding aan de buitenzijde. In het station bevinden zich de transformator, schakelapparatuur en beveiligingsapparatuur ten behoeve van de netaansluiting van het windpark.

3.6 VERLICHTING

Het windpark is voorzien van navigatiemiddelen ten behoeve van de scheepvaart en luchtvaart, volgens de eisen van de IALA. De navigatievoorzieningen bestaan uit verlichting op de mast en de gondel, radarreflectoren en misthoorns. Voor een getailleerde beschrijving wordt gerefereerd naar het Verlichtingsplan.

4. UITVOERINGSPLAN

4.1 ALGEMEEN

Het uitvoeringsplan heeft betrekking op:

a) Het plaatsen van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosie bescherming rondom elke paal en het plaatsen van de transitiedelen en van de windturbines.

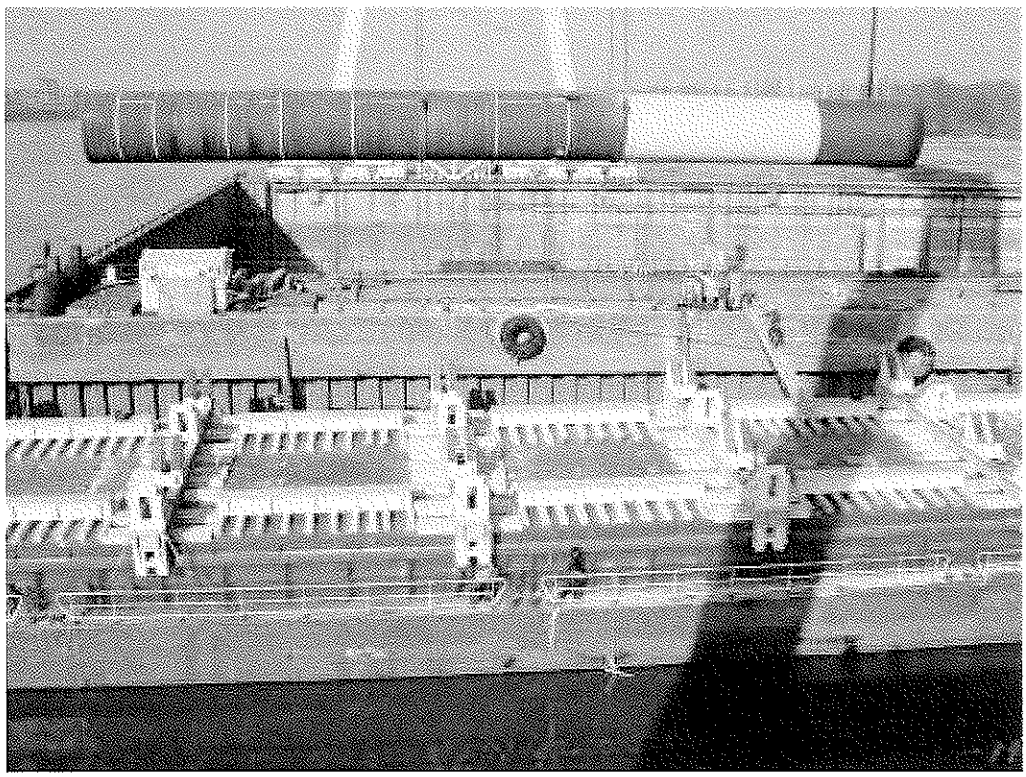
b) Het plaatsen van de fundering (funderingspaal en het transitiedeel) voor het transformatorstation, het aanbrengen van de erosie bescherming en het plaatsen van de bovenbouw van het transformatorstation.

In de volgende secties worden de uitvoeringsmethoden nader toegelicht.

4.2 WINDTURBINES

4.2.1 Bouwplaats

Zowel de turbines als de funderingspalen worden aangevoerd naar een bouwplaats gelegen in een havengebied, zoals bijvoorbeeld in Rotterdam, IJmuiden of Den Helder.



Laden van een funderingspaal op een transportschip (voorbeeld)

De funderingspalen en de transitiedelen worden met een (binnenvaart) schip aangevoerd naar de bouwplaats. Daar aangekomen slaat men de palen en de transitiedelen over op een zeegaand ponton en vervolgens worden deze gezeevast voor transport naar de offshore bouwlocatie.

De windturbines worden bij de leverancier getest. Van de windturbines worden de hoofdcomponenten, dus de gondels met de rotornaven, de masten en de rotorbladen vervolgens afzonderlijk naar de bouwplaats vervoerd. Op de bouwplaats worden voor transport naar de offshore bouwlocatie twee van de drie rotorbladen per windturbine op de naaf van een gondel gemonteerd (bladen in V-positie).

4.2.2 Grondonderzoek

De eerste activiteit die op de offshore bouwlocatie wordt uitgevoerd is het grondonderzoek. Met behulp van een schip of een jack-up worden grondmonsters op de locatie van de palen genomen, zowel die van de windturbines als die voor het transformator station. De grondboringen worden gebruikt voor het detail ontwerp en de heianalyses.

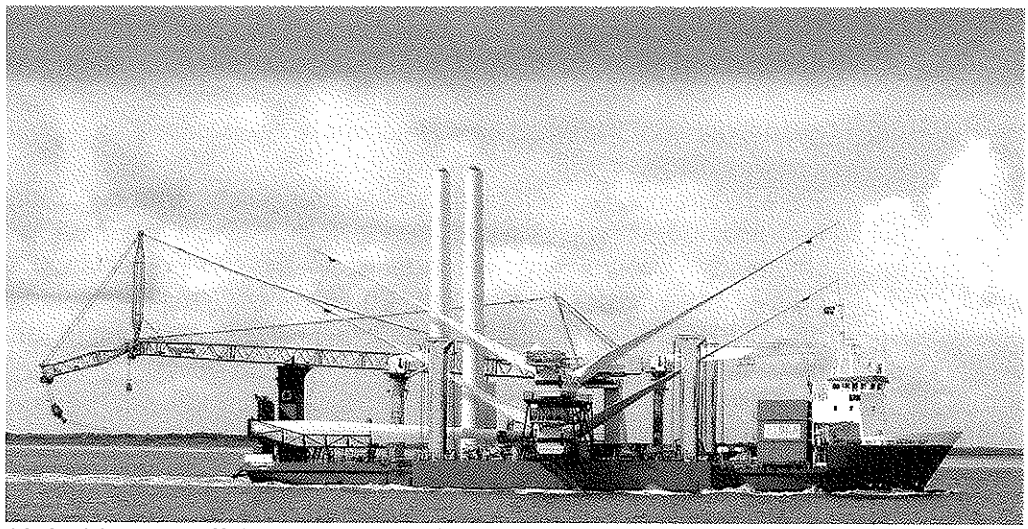
4.2.3 Installeren funderingspalen

Voor het installeren van funderingspalen wordt gebruik gemaakt van een hefschip met een hijsinstallatie, dat zich ten opzichte van de zeebodem kan fixeren.
Het schip is voor het exact positioneren uitgerust met afmeerlieren en een dynamic positioning (DP) systeem. Door gebruik te maken van een jack-up systeem, waarbij vier poten onder het schip op de zeebodem worden geplaatst en het schip zich uit het water verheft, ontstaat een stabiele en enigszins weersonafhankelijke basis voor de hijs- en installatiewerkzaamheden.

Verder bevindt zich aan boord van het schip het heimaterieel (voor deze palen is dat een IHC S-500 hamer of gelijkwaardig) en een paal geleidingsframe. De functie van het geleidingsframe is er voor te zorgen dat de paal verticaal blijft en zijdelings gesteund wordt tijdens het heien.

De werkmethode is als volgt:

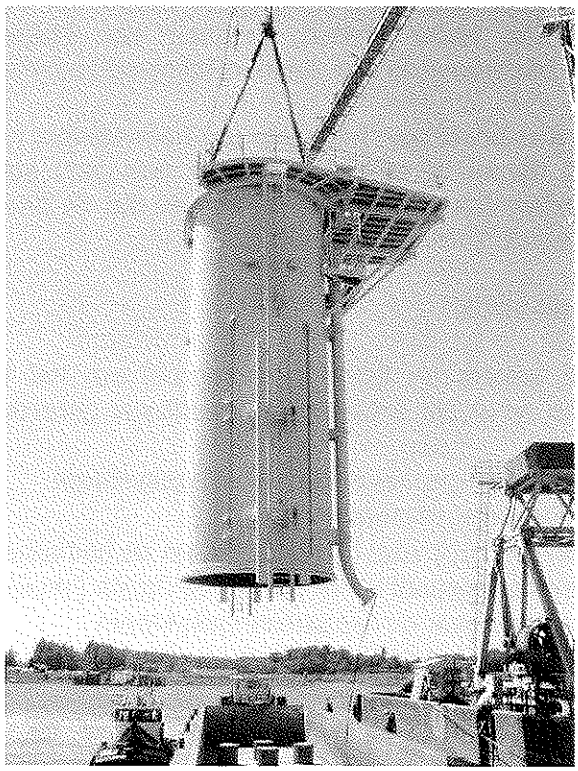
- Met behulp van ankers en lieren positioneren van het kraanschip bij de windturbinelocatie (voor het ankeren kan eventueel gebruik worden gemaakt van bijboten).
- Plaatsen van de funderingspaal in het geleidingssysteem
- Instellen van het geleidingssysteem
- Plaatsen van het opzetstuk voor de heihamer en de heihamer zelf op de paal
- Inheien van de funderingspaal tot de gewenste diepte (ongeveer 28m)
- Afnemen van het opzetstuk en het geleidingssysteem



Hefschip voor offshore installatie (voorbeeld)

4.2.4 Installeren transitiedelen

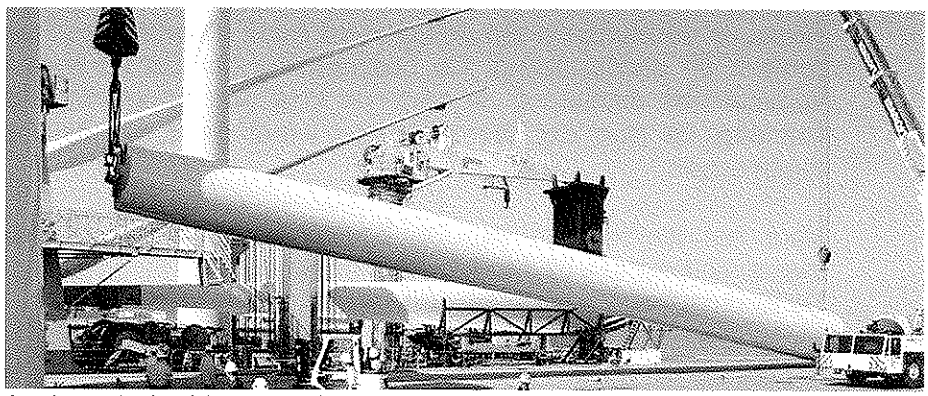
Nadat de heiactiviteiten voltooid zijn, wordt met de kraan het transitiedeel op de funderingspaal geplaatst. Het transitiedeel wordt zodanig uitgericht, dat de flens voor de bevestiging van de windturbinemast in het horizontale vlak ligt. Vervolgens wordt het transitiedeel gefixeerd op de funderingspaal en worden de J-tubes voor de middenspanningskabels gemonteerd.



Transitiedeel offshore windturbine (voorbeeld)

4.2.5 Windturbines

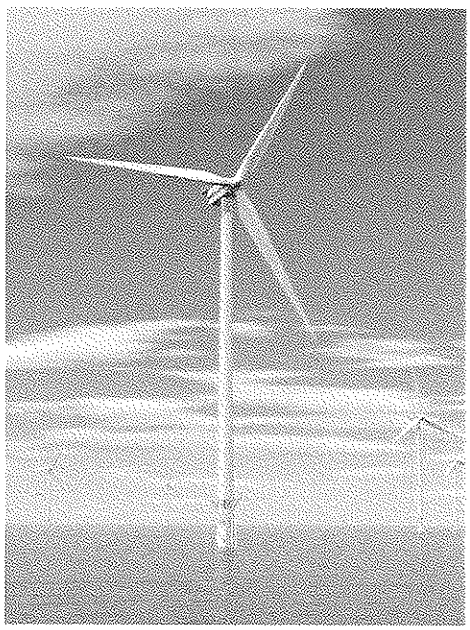
De windturbinemasten en de gondels met de nog tweebladige rotor worden bij de bouwplaats op het installatieschip geplaatst. Er kunnen meerdere masten en gondels gelijktijdig op het schip worden geladen. Het schip vaart naar de offshore bouwlocatie en wordt respectievelijk met ankers en het jack-up systeem gefixeerd naast de funderingspaal.



Laden windturbinemast (voorbeeld)

De werkmethode is als volgt:

- De kraan plaatst de mast op het transitiedeel
- De mast wordt met bouten vastgezet op het transitiedeel
- De kraan plaatst de gondel met de tweebladige rotor op de mast
- De gondel wordt met bouten bevestigd op de flens op de masttop
- De kraan plaatst het derde rotorblad onder de naaf
- Het derde rotorblad wordt met bouten aan het rotorbladlager bevestigd



Geplaatste windturbine (voorbeeld)

4.2.6 Zeekabels

Na de mechanische montage van de windturbines worden de middenspanningskabels tussen de windturbines gelegd en ingegraven tot op een diepte van 1 m. De beide kabeleinden worden in de J-tubes van de windturbines getrokken en vastgemaakt aan het uittredepunt aan de voet van de windturbinemast.

4.2.7 Erosiebescherming

Nadat de windturbines zijn gemonteerd wordt de erosiebescherming aangebracht rondom de paalfundering. De bescherming bestaat uit twee lagen stenen met verschillende diameters; de onderste laag met de kleinste diameter is de zgn. filterlaag, de laag die daarop gestort wordt geeft de uiteindelijke bescherming tegen erosie.

Voor het aanbrengen van de bescherming wordt gebruikgemaakt van een stenenstortvaartuig (dumpvessel) of gelijkwaardig.
De werkmethode is als volgt:

- De stenen worden in een haven geladen
- Het dumpvessel vaart naar de windturbinelocatie en wordt op de vereiste positie ten opzichte van de fundering gehouden
- Respectievelijk worden de beide lagen steen aangebracht
- Het dumpvessel vaart naar de volgende fundering of haalt hiervoor zonodig eerst stenen op

Nadat de steenbestorting is aangebracht wordt er een inspectie uitgevoerd van de steenlagen, zoals die zijn aangebracht door het dumpvessel. Deze inspectie omvat naast een video survey ook een bathymetrische survey voor het bepalen van de laagdiktes.

4.3 TRANSFORMATOR STATION

4.3.1 Funderingspaal

De ondersteuningsconstructie van het transformator station is in principe gelijk aan de fundering van de windturbines. Voor het installeren wordt gebruik gemaakt van een hefschip met een hijsinstallatie, dat zich ten opzichte van de zeebodem kan fixeren. Het schip is voor het exact positioneren uitgerust met afmeerlieren en een dynamic positioning (DP) systeem. Door gebruik te maken van een jack-up systeem, waarbij vier poten onder het schip op de zeebodem worden geplaatst en het schip zich uit het water verheft, ontstaat een stabiele en enigszins weersonafhankelijke basis voor de hijs- en installatiewerkzaamheden. Verder bevindt zich aan boord van het schip het heimaterieel (voor deze palen is dat een IHC S-500 hamer of gelijkwaardig) en een paal geleidingsframe. De functie van het geleidingsframe is er voor te zorgen dat de paal verticaal blijft en zijdelings gesteund wordt tijdens het heien.

De werkmethode is als volgt:

- Met behulp van ankers en lieren positioneren van het kraanschip bij de locatie van het transformatorstation (voor het ankeren kan eventueel gebruik worden gemaakt van bijboten).
- Plaatsen van de funderingspaal in het geleidingssysteem
- Instellen van het geleidingssysteem
- Plaatsen van het opzetstuk voor de heihamer en de heihamer zelf op de paal
- Inheien van de funderingspaal tot de gewenste diepte (ongeveer 28m)
- Afnemen van het opzetstuk en het geleidingssysteem

4.3.2 Installeren transitiedeel

Nadat de heiactiviteiten voltooid zijn, wordt met de kraan het transitiedeel op de funderingspaal geplaatst. Het transitiedeel wordt zodanig uitgericht, dat de steunpunten voor de bevestiging van het eigenlijke transformatorstation in het horizontale vlak liggen. Vervolgens wordt het transitiedeel gefixeerd op de funderingspaal en worden de J-tubes voor de middenspanningskabels en de hoogspanningskabel gemonteerd.

4.3.3 Erosiebescherming

Nadat het transitiedeel is gemonteerd wordt de erosiebescherming aangebracht rondom de paalfundering. De bescherming bestaat uit twee lagen stenen met verschillende diameters; de onderste laag met de kleinste diameter is de zgn. filterlaag, de laag die daarop gestort wordt geeft de uiteindelijke bescherming tegen erosie. Voor het aanbrengen van de bescherming wordt gebruikgemaakt van een stenenstortvaartuig (dumpvessel) of gelijkwaardig.

De werkmethode is als volgt:

- De stenen worden in een haven geladen
- Het dumpvessel vaart naar de windturbinelocatie en wordt op de vereiste positie ten opzichte van de fundering gehouden
- Respectievelijk worden de beide lagen steen aangebracht
- Het dumpvessel vaart naar de volgende fundering of haalt hiervoor zonodig eerst stenen op

Nadat de steenbestorting is aangebracht wordt er een inspectie uitgevoerd van de steenlagen, zoals die zijn aangebracht door het dumpvessel. Deze inspectie omvat naast een video survey ook een bathymetrische survey voor het bepalen van de laagdiktes.

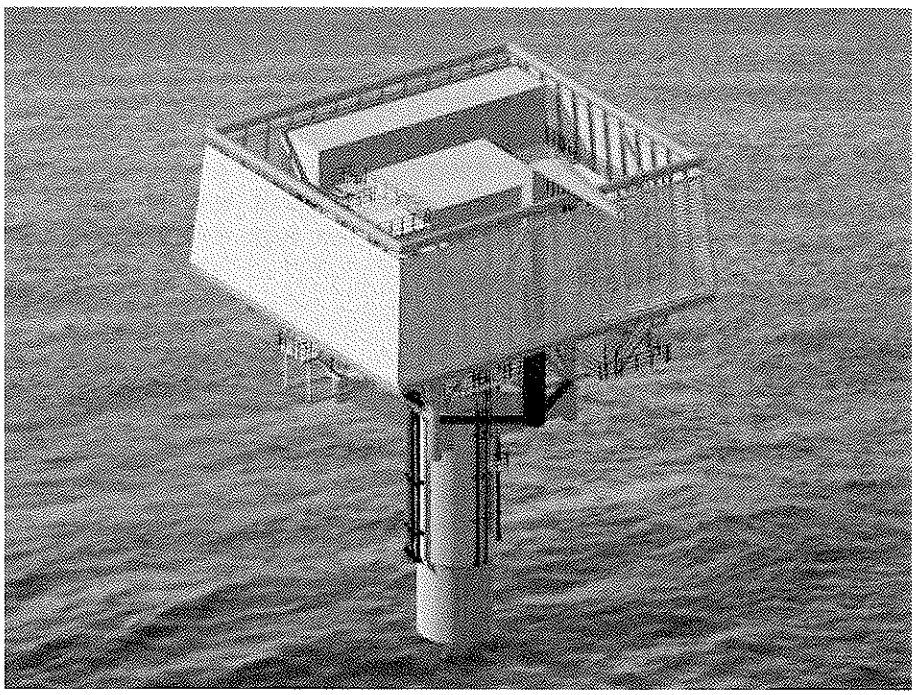
4.3.4 Bovenbouw transformatorstation

De bovenbouw (topside) bestaat uit de stalen halfopen constructie met daarin de eigenlijke transformator inclusief de schakel- en controle panelen.

De bovenbouw wordt gefabriceerd door een gecertificeerd constructiebedrijf en op een kade aangeleverd. De bovenbouw wordt vervolgens op een ponton geplaatst en klaargemaakt voor het zeetransport. De bovenbouw is voorzien van hijspunten voor de plaatsing op het ponton en de offshore locatie.

De werkmethode is als volgt:

- Het kraanschip, uitgerust met een jack-up systeeem, wordt afgemeerd op locatie.
- De bovenbouw wordt op een zeewaardig ponton naar de offshore locatie gevaren
- Het ponton wordt langszij het kraanschip afgemeerd
- De kraan hijst de bovenbouw van het ponton
- De kraan plaatst de bovenbouw op het transitiedeel
- De bovenbouw wordt op het transitiedeel bevestigd



Transformatorstation (voorbeeld)

4.4 COMMISSIONING

Nadat alle beschreven activiteiten voltooid zijn en ook de kabels tussen de turbines onderling, tussen de turbines en het transformator station en van het station naar de wal zijn gelegd, worden respectievelijk de kabelverbindingen, het transformatorstation en de windturbines getest. Vervolgens wordt het windpark in bedrijf gesteld.

4.5 ALGEMEEN PLAN WINDTURBINE

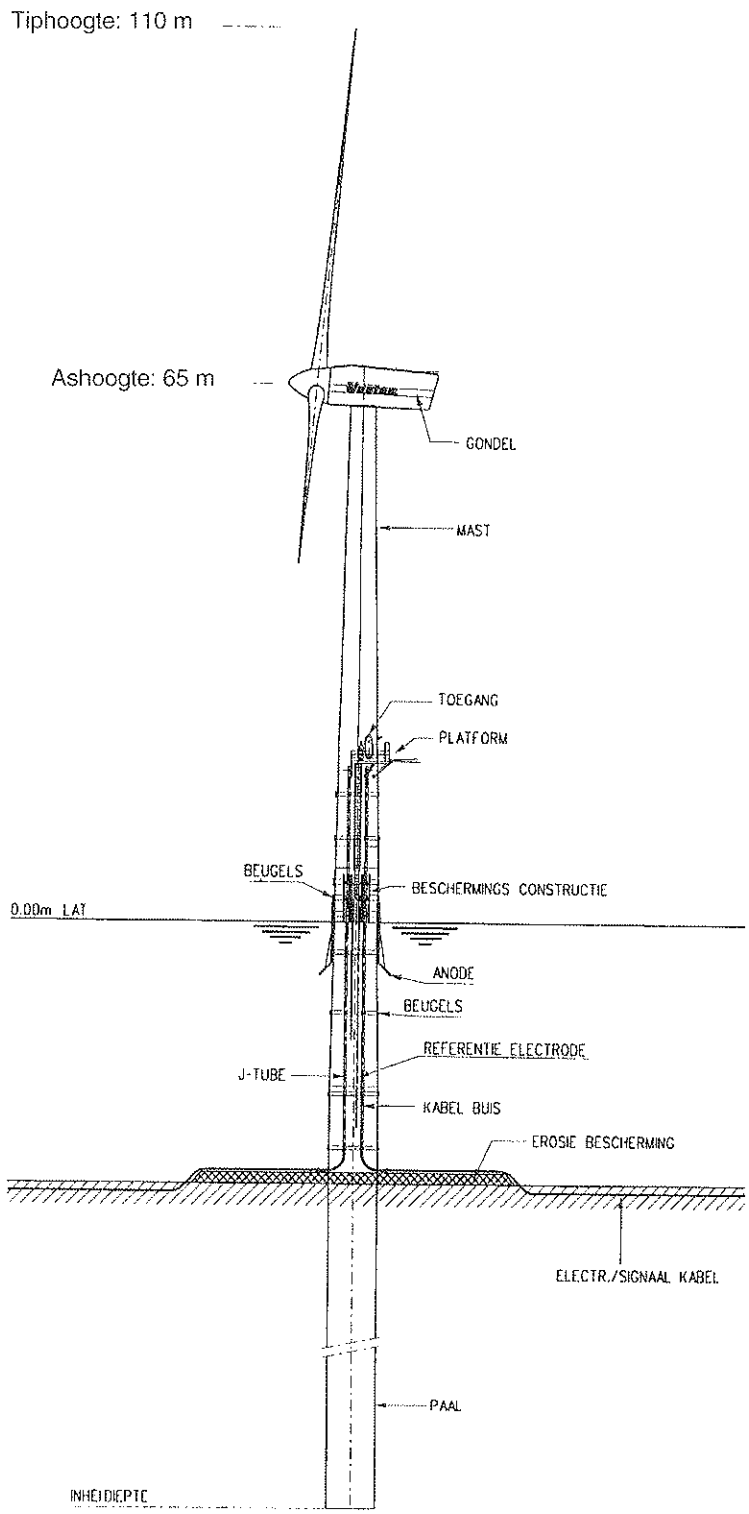
In Appendix A is een algemeen plan van de windturbine opgenomen.

4.6 PLANNING

In Appendix B is een planning van de uitvoeringsactiviteiten opgenomen.
In de planning zijn vertragingen veroorzaakt door het weer niet meegenomen.

APPENDIX A

ALGEMEEN PLAN WINDTURBINE



APPENDIX B

PLANNING

De planning is nog nader te bepalen. De planning is afhankelijk van het moment van verlening van de Wbr-vergunning en van de toekenning van de SDE bijdrage. Over beide zaken bestaat nog geen duidelijkheid, onder meer omdat het Bevoegd Gezag de procedure enkele keren heeft stilgelegd. Zodra meer bekend is over deze belangrijke mijlpalen voor de financiering en realisatie van het project, kan een realistische planning worden opgesteld.