Fundering

Monopile fundering

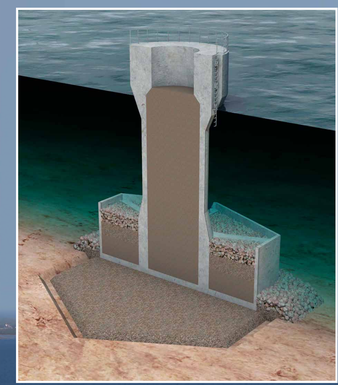
Een Monopile (MP) fundering bestaat uit een stalen buis die afhankelijk van de kenmerken van de zeebodem en de waterdiepte ongeveer voor de helft van z'n lengte in de bodem wordt geheid. Op de stalen buis wordt een zogenaamd transitiestuk geplaatst, de Transition Piece (TP). In eerste instantie staat de TP los over de MP heen met een overlap van circa 5 meter. De TP wordt aan de MP geborgd met 'grout', een snel uithardende vloeibare beton met specifieke eigenschappen. Deze foto van de overslag van MP's en TP's voor het project West of Duddon Sands in de Ierse Zee laat de omvang van de onderdelen zien. Er liggen hier Monopiles van 55 tot 60 meter lang met een diameter van 6 meter en een gewicht van circa 550 ton. De Transition Pieces op de achtergrond zijn 24 meter hoog en wegen circa 340 ton. Beide constructies zijn door de firma Bladt in elkaar gelast. De funderingen zijn in 2013 geplaatst door Boskalis en Volker Wessels.

Bij een waterdiepte van 20 tot 25 meter heeft een Monopile een lengte van 50 tot 55 meter en de Transitiepieces een lengte van circa 20 meter. De diameter van de Monopile is afhankelijk van het type windturbine dat erop wordt geplaatst. Vanaf het eerste Europese windpark op zee, Horns Rev 1 bij Denemarken waar 2 MW turbines zijn geplaatst, is de diameter toegenomen van 4 meter naar inmiddels een diameter van 7 meter bij de nieuwste windturbines van 4 MW bij Gemini offshore windpark.
Verder laat deze afbeelding duidelijk de lasnaden zien. De Monopile is opgebouwd uit cilindrische elementen en schalen van koud gewalste staalplaat met variërende wanddikte.

Verderop in de expositie is te zien hoe het Prinses Amaliawindpark en het windpark Eneco Luchterduinen beide op basis van Monopiles zijn gerealiseerd.

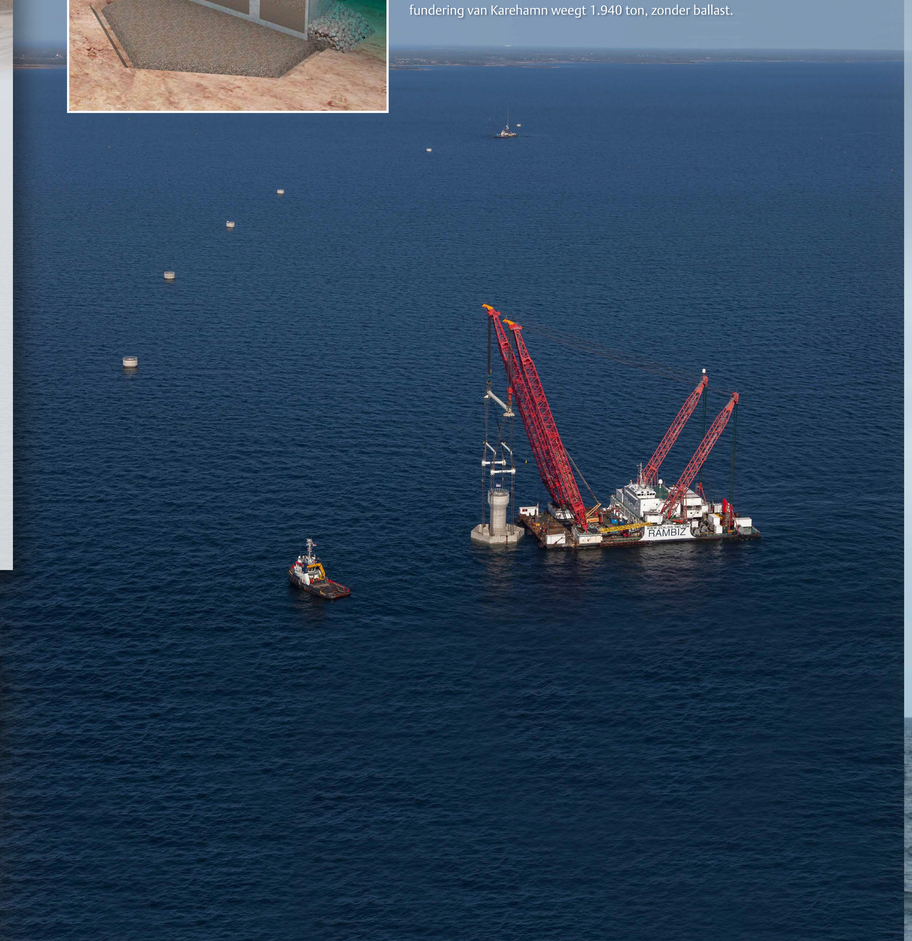
Gravity-Based fundering

Aan de oostkant van Zweden zijn in 2013 de fundatiewerkzaamheden voor het windpark Karehamn opgeleverd door de Belgische firma Jan de Nul in opdracht van Eon Zweden. Het park bestaat uit 16 windturbines met elk een vermogen van 3 MW, een rotordiameter van 112 meter en een totale hoogte van de windturbine van 136 meter. De vorm van het windpark is een cirkelboog. De windturbines staan circa 600 meter uit elkaar. Reden van deze vormkeuze is optimaal gebruik te maken van de overheersende windrichting en voorkomen dat het zog (stromingsveld) achter de turbine het rendement van de naastgelegen windmolen ongunstig beïnvloedt.



Bij dit windpark is niet gekozen voor een monopile fundering, omdat de ondergrond te hard is, de waterdiepte relatief ondiep is en deze een sterk verloop heeft. Uiteindelijk is voor elke windturbine een betonnen fundering gemaakt, elk met zijn eigen specifieke hoogte vanwege de oplopende waterdiepte (tussen de 6 en 20 meter).

In Zeebrugge, België zijn de funderingen gegoten op twee pontons, die vervolgens naar de plaats van bestemming zijn gesleept. Door een drijvende kraan zijn de fundaties op hun plaats gezet. Na plaatsing van deze fundering zijn ze volgestort met grind en steen. Deze betonnen funderingen worden Gravity-Based funderingen genoemd. De hoogste en zwaarste fundering van Karehamn weegt 1.940 ton, zonder ballast.



Jackets en Tripods

Naast de Monopiles en de Gravity-Based funderingen, zijn er nog twee funderingsmogelijkheden. Een Jacket is een gelaste stalen constructie die met vier poten op de zeebodem wordt vastgezet. Een Tripod is ook een gelaste stalen constructie, maar van dikkere pijp gemaakt en wordt met drie poten vastgezet. De keuze voor het type fundering is altijd gebaseerd op (laagste) kosten en daarmee samenhangend de waterdiepte en de hardheid van de zeebodem. Daarbij gaat het niet alleen om de maakkosten van de fundering zelf, maar ook om transportkosten en kosten van het installeren van de fundering. Voor de plaatsing van zogenaamde Offshore High Voltage Stations (OHVS) worden ook vaak Jackets gebruikt, omdat deze elementen gelet op hun omvang en gewicht niet altijd op één punt kunnen worden gefundeerd.

Het plaatsen van een Jacket of Tripod kan op twee manieren.
Met behulp van een Pre-pilling Template (een "mal") worden eerst de 3 of 4 heipalen in de zeebodem geheid. Daarna worden de Jackets of Tripods op pontons aangevoerd en met een kraanschip of drijvende bok op de plaats gehesen. Deze kraanschepen hebben veelal geen vijzelsysteem, dus is men afhankelijk van nog betere weercondities, dan wanneer er gebruik wordt gemaakt van een Jack-up schip.

Een andere methode om die stalen constructies aan de zeebodem te bevestigen is door middel van post-piling. Hierdoor zijn er korte vertikale buizen tegen de poten gelast. Door die buizen heen worden palen de grond in geheid.