

HiLo Pile Driving - TEW0313004 - Openbaar eindrapport

Projectgegevens

Naam aanvrager/penvoerder: IHC Hydrohammer

Projecttitel: HiLo Pile Driving

Projectnummer: TEW0313004

Projectduur: 1 januari 2014 t/m 30 juni 2015

Samenvatting

Heipalen worden traditioneel met hoge energie geheid. Redenen hiervoor zijn een kortere doorlooptijd en de aanname dat vooral het aantal belasting wisselingen de vermoeiing domineert, en niet de hoogte van die belastingscycli. Tijdens dit type installatie door heien met grote impulsen ontstaat vermoeiingsschade in fundatiepalen. Dit is een belangrijk nog te overkomen aspect in de ontwikkeling van Offshore Wind industrie.

IHC IQIP, voorheen IHC Hydrohammer, heeft om de vermoeiingsschade te beperken de zgn. High frequency Low impact (HiLo) pile driving techniek ontwikkeld. Binnen dit project is de effectiviteit van HiLo onderzocht. De berekeningen en het theoretische kader (paradigma) achter de HiLo techniek zijn gevalideerd door middel van praktijktests en modellering.



Figuur 1 - De HiLo Pile Driving installatie op de testlocatie in de Cuxhaven

Het HiLo Pile Driving experiment behelst een experiment om de vermoeiingsschade te bepalen in een monopile die volgens de 'HiLo Pile Driving'-strategie is geheid. Hierbij is, naast het meten van de rekken en versnellingen van de paal, zowel voor als na het heien ook uitvoerig bodemonderzoek (Cone Penetration Testing, CPT) gedaan rond de palen en zijn tijdens de installatie de bodemtrillingen gemeten.

Aan de hand hiervan zijn rekenmodellen voor heikbaarheidsanalyses verbeterd en is een inschatting van het geproduceerde geluid gemaakt.

De omvang van het experiment is groot; er zijn in totaal drie palen van 4,3 m diameter de grond in gegaan. Eén van deze palen is voorzien van een flens om in te spelen op het toekomstig achterwege kunnen laten van een Transition Piece (TP) tussen monopile en turbine. Hoewel het een onshore test is, komen de grondcondities overeen met die in de Noordzee. Dit betekent een hard tot zeer hard zandpakket met een grondwaterpeil op 1 meter diepte. De test is ondersteund door een of meerdere vertegenwoordiger(s) van praktisch alle disciplines in de OWF-sector. Energiemaatschappijen, keurings- en certificeringsinstanties, een paalfabrikant, offshore-contractors, overheidsorganen, universiteiten; de lijst is uitvoerig en zeer 'high profile'.

Door middel van metingen aan palen tijdens het heien volgens verschillende procedures en door modelvorming is inzicht gekregen in de vermoeiingsschade die ontstaat. HiLo heien, met verlaagde energie en verhoogde heifrequentie, blijkt de vermoeiingsschade aanmerkelijk te reduceren. Inzicht in de ontwikkeling van vermoeiingsschade helpt ontwerpers en fabrikanten van fundatiepalen overdimensionering te voorkomen en op productiekosten te besparen. Hiermee kunnen ook de totale installatiekosten en uiteindelijk de "cost of energy" omlaag.

In dit project werkte ECN samen met IHC IQIP. GeoDrive is ingezet (als onderaannemer) voor de instrumentatie. Op test locatie zijn ook test uitgevoerd door RWE en Bilfinger .

Resultaat

Werkpakket 1: Praktijktests

De drie palen zijn gedurende juni en juli 2014 geïnstalleerd:

- Een paal is gehamerd met een standaard hamer snelheid van 40 klappen per minuut. De energie werd geregeld met het doel 40 klappen per 25 cm te bereiken.
- De tweede paal is gehamerd met de HiLo hamer snelheid van 80 klappen per minuut. De energie werd geregeld met het doel 80 klappen per 25 cm te bereiken.
- De laatste paal is gehamerd met de standaard hamer snelheid van 40 klappen per minuut. De energie werd geregeld met het doel 80 klappen per 25 cm te bereiken in het eerste gedeelte en 20 klappen per 25 cm op het laatste gedeelte.

Deze experimenten hebben een set data opgeleverd voor zowel een volledige installatie op traditionele wijze als voor een installatie met behulp van de HiLo procedure. Met deze datasets kan de HiLo procedure goed vergeleken worden met de klassieke installatie procedure.

Werkpakket 2: Modelling

Op basis van een model, gebaseerd op bovengenoemde metingen in Cuxhaven, is de vermoeiingsschade in de paal door heien kwalitatief inzichtelijk gemaakt. De HiLo procedure blijkt hier een significante vermoeiingsreductie te leveren, en daarmee een verlenging van de operationele levensduur van de paal. Deze verlenging kan in de toekomst leiden tot kostenverlaging voor windenergie. Het verdient aanbeveling de grondresponse ook modelmatig te verdisconteren, bijv. via zgn. "driveability" software. Hiermee zou de HiLo procedure real-time, grond-specifiek geoptimaliseerd kunnen worden voor zowel vermoeiing als geluidsemisatie en doorlooptijd.



Figuur 2 - De Hydrohammer op de paal gedurende installatie. De strepen op de zijkant van de paal staan om de 25 cm.

Zowel de verlaging van installatiekosten als verlenging van de operationele levensduur zullen de totale OWF 'cost of energy' verlagen, en daarmee helpen een duurzame energiehuishouding binnen bereik te brengen.

Spin off

Het softwaremodel kan ook worden gebruikt voor de schatting van de vermoeiingsschade tijdens installatie van toekomstige projecten waarbij ook PDA metingen worden verricht.

Publicaties

Openbaar:

R. van Foeken, "Pile monitoring results, Monopiles at test site Cuxhaven", GeoDrive report HH-141001_3, November 2014.

Artikel "Study Shows Installation Method Strongly Influences Fatigue Damage of Foundations" op website van Offshore Wind.biz (<http://www.offshorewind.biz/2015/09/28/study-shows-installation-method-strongly-influences-fatigue-damage-of-foundations>)

Via een poster en een powerpoint presentatie zullen de resultaten van het project worden toegelicht door IHC IQIP.

Het rapport van Geodrive, de poster en de presentatie kunnen vanaf eind oktober 2015 worden opgevraagd bij Jaap Houbolt van IHC IQIP (ja.houbolt@ihcmerwede.co of vindt u op www.iqip.com)

Niet openbaar:

K.W. Hermans, "Investigation measurement data Cuxhaven campaign", ECN Report ECN-X--15-044, June 2015 (vertrouwelijk)

P.B. de Jong, "Blow energy measurement S-1200, Cuxhaven test", IHC Test report T0-G050201-002-R001", June 2015. (vertrouwelijk)

De hierboven genoemde rapporten zijn vertrouwelijk (voor intern gebruik) en kunnen niet worden besteld.

Rapport bestellen

Dit rapport kan worden opgevraagd bij Jaap Houbolt van IHC IQIP (ja.houbolt@ihcmerwede.co of vindt u op www.igip.com)

Contact

Cornelis van 't Hof (Research engineer)

T +31(0)880153292

M +31(0)613792610

c.vanhof@ihcmerwede.com

Jaap Houbolt (Projectleider)

IHC IQIP

P.O. Box 26, 2960 AA Kinderdijk

Smitweg 6, 2961 AW Kinderdijk

The Netherlands

www.igip.com

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.