



Solide basis voor kraanopstelplaatsen

Provincie Gelderland heeft het knooppunt Deil aangewezen als locatie voor een nieuw te realiseren windpark. Dit ligt in de gemeente West Betuwe en bestaat uit elf windturbines die in totaal 46,2 MW aan energie produceren. Het maken van een opstelplan voor de hijskanen had wel wat voeten in de aarde.

De windturbines hebben een ashoogte van 140 meter en een rotordiameter van 136 meter. De ontwikkelaars van het windpark zijn Pure Energie, Burgerwindcoöperatie West Betuwe en Yard.

Bop-Pro heeft namens de Burgerwindcoöperatie West Betuwe het project- en bouwmanagement gevoerd voor de realisatie van de windturbines 3 tot en met 6, ten zuidwesten van knooppunt Deil. Het gebied waar deze windturbines zijn aangelegd betreft een natuurgebied met hoge (grond)waterstanden in de winter en voorjaar wat gunstig is voor trekvogels, flora en fauna.

Om draagkrachtige kraanopstelplaatsen en een parkweg in een drassig gebied te realiseren waarop de windturbines met een tiphoogte van 208 meter getransporteerd en gebouwd kunnen worden, is aan Geobest gevraagd het geotechnisch ontwerp te maken van de parkweg en de kraanopstelplaatsen. Bij het geotechnisch ontwerp van de kraanopstelplaatsen is gekozen voor een innovatieve stabilisatie van de ondergrond door middel van

IN 'T KORT - Opstelplaatsen

Knooppunt Deil is aangewezen als locatie voor een nieuw te realiseren windpark

Het park bestaat uit elf windturbines die in totaal 46,2 MW energie produceren

Het opstelplan voor de hijskanen had wel wat voeten in de aarde

Er is gekozen voor een stabilisatie van de ondergrond door middel van Enviro-Mat



Een impressie van de reeds geïnstalleerde turbines op het zeer drassige terrein van Staatsbosbeheer.

de zogenaamde Enviro-Mat. Tijdens het ophijzen van de giek van de hoofdkraan op de kraanopstelplaats van Turbine 3 zijn deformatiemetingen uitgevoerd. Hieruit bleek een maximale, kortdurende zetting van 9 mm op te treden onder de zwaarste belasting.

Ondergrondcondities

De ondergrondcondities ter plaatse van de opstelplaats nr. 3 worden gedomineerd door de aanwezigheid van een slap holoceen pakket met een dikte tot wel 6 m. Dit pakket bestaat uit zeer samendrukbare veen- en (humeuze) kleilagen. Onder dit pakket wordt de draagkrachtige Pleistocene zandlaag aangetroffen, die tevens de funderingslaag was van de paalfundering voor de turbines zelf. Een bijkomende complicatie was de zeer hoge grondwaterstand in dit drassige gebied, wat een negatief effect heeft op de draagkracht van op staal gefundeerde constructies.

Kraanopstelplaatsen

De belasting op de kraanopstelplaatsen bestond uit een Liebherr 1600/2 rupskraan met een maximale hijshoogte van 187 m en een capaciteit van 600 ton. De rupsen van deze kraan hebben afmetingen van 2 x 9,9 m. De zwaarste belasting werd verwacht tijdens het oprichten van de kraangiek. Op basis van de ondergrondcondities en de zware belasting lag het toepassen van een paalfundering voor de hand. Kosten- en milieutechnisch (CO₂-footprint) was dit echter niet de meest wenselijke oplossing. Op basis van een alternatievenstudie is ervoor gekozen om de ondergrond eerst voor te belasten en deze vervolgens te stabiliseren met een zogenaamde Enviro-Mat. Daarbij gaat het om een stabilisatie van bestaande ondergrond met toevoeging van cement en het Geosta-additief. Geosta is een additief dat wordt toegevoegd aan cement om een betere binding tussen het cement en de

grondkorrels te creëren. Hierdoor zijn de sterkte en stijfheidseigenschappen van de gestabiliseerde laag beter dan bij conventionele stabilisatielagen. De plaat die door de stabilisatie ontstaat zorgt voor een grotere draagkracht en een betere spreiding van de bovenbelasting en is beter in staat om vervormingsverschillen mee te maken dan een standaard cementgebonden stabilisatielaag. Tevens is de Enviro-Mat een dichte oplossing, waarbij het risico op verlies van granulair materiaal naar natuur- of landbouwgebieden niet of nauwelijks aanwezig is. Door gebruik te maken van reeds aanwezige grondlagen worden voertuigbewegingen geminimaliseerd en is de CO₂-footprint daardoor een stuk gunstiger dan andere oplossingen met vergelijkbare sterkte. De oplossing scoort derhalve ook goed bij het bepalen van de MKI (milieukostenindicator)-waarde. Door Mammoet is dit concept verder ontwikkeld. Mammoet heeft de afgelopen jaren in internationale projecten veel ervaring opgedaan met de Enviro-Mat. Geobest is vanaf het begin betrokken geweest bij deze ontwikkeling en is daarbij vaste adviseur van Mammoet voor geotechnische vraagstukken.

Voorbelasting

Toepassing van een Enviro-Mat zonder verdere aanpassingen is in deze zeer samendrukbare ondergrond niet mogelijk vanwege de te verwachten zettingen en zettingsverschillen. Daarom is de grondslag eerst voorbelast gedurende een periode van vier maanden. De voorbelasting heeft bestaan uit 3,5 m zand en granulaat. Ter versnelling van de zettingen is verticale drainage door middel van stripdrains aangebracht met een h.o.h afstand van 1 m.

Naast het voorbelasten van de ondergrond is een deel van het aangebrachte zand ook gebruikt om de opstelplaats enigszins te verhogen, zodat zelfs in dit natte gebied een drooglegging van 80 cm kon worden gegarandeerd.

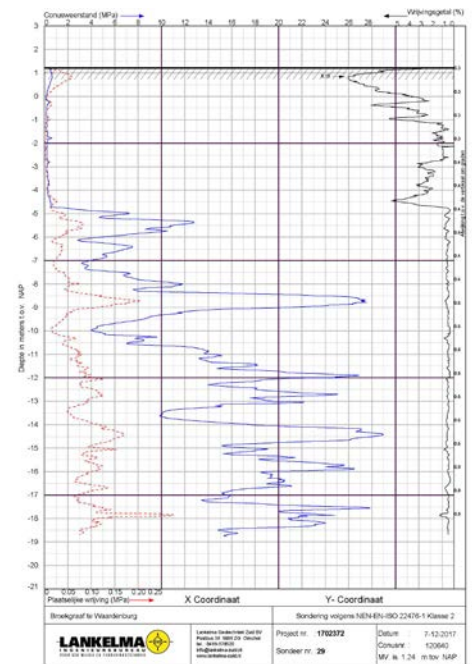
In de periode van vier maanden is een zetting bereikt van 40 à 60 cm en daarmee een significante toename van de sterkte en stijfheid van de ondergrond. Het granulaat is na de voorbelastingperiode verwijderd en hergebruikt in de parkwegen van het windpark.

Vervolgens is een Enviro-Mat aangelegd met een dikte van 0,4 m. De mat is geconstrueerd door vermenging met het aanwezige granulaat, waarbij een gemiddelde druksterkte van 4,5 N/mm² werd behaald. Dankzij de voorbelasting zijn de langdurige zettingen tijdens de levensduur van de kraanopstelplaats (25 jaar) gepronotiseerd op 8 cm.

Uitvoering en monitoring

Het opbouwen van de Liebherr 1600/2 kraan heeft plaatsgevonden in januari 2020. Onder de kraanrupsen zijn stalen schotten toegepast met lengtes van 13 m. In opdracht van Geobest zijn door Fugro deformatiemetingen verricht waarbij in totaal veertien prisma's zijn gemonteerd op de schotten en op de Enviro-Mat zelf. De metingen zijn in X, Y en Z richting verricht met een total station. Tijdens het ophijzen van de giek zijn maximale zettingen opgetreden van 9 mm, hetgeen nog iets minder is dan was gepronotiseerd.

Bij de belasting door een rupskraan is met name het zettingsverschil over de kraan en de daaraan gekoppelde rotatie van belang.



Een typerende sondering van de opstelplaats.

Over het algemeen wordt daarbij een grenswaarde van 0,3 graden rotatie gehanteerd. De hier gemeten zettingsverschillen leidden tot een rotatie van 0,06 graden, en zijn daarmee fors lager dan de gestelde eis. Conclusie was dan ook dat de fundatie prima voldeed. In de weken na het oprichten van de kraan is de turbine probleemloos afgebouwd.

Solide basis

De kraanopstelplaats 3 van Windpark Deil heeft een zeer samendrukbare ondergrond hetgeen een uitdaging betekende voor het ontwerp en uitvoering van de verharding daarvan. Er is een innovatieve methode toegepast om een draagkrachtige kraanopstelplaats te construeren.

Door het toepassen van een voorbelasting gedurende vier maanden in combinatie met verticale drainage en vervolgens het aanbrengen van een Enviro-Mat stabilisatielaag is een solide basis gecreëerd waardoor gedurende de levensduur de kraanbelastingen op een veilige manier naar de ondergrond kunnen worden afgedragen.

Metingen hebben aangetoond dat de vervormingen en vervormingsverschillen onder invloed van deze belastingen minimaal en ruim binnen de eisen zijn. In de Enviro-Mat is een economische en duurzame oplossing gevonden voor dit soort constructies in (sterk) samendrukbare ondergrond.

Roel Brouwer is principal consultant/mede-eigenaar bij Geobest en Marc. van der Veer is eigenaar van Bop-Pro.



Uitvoering van de metingen tijdens het ophijzen van de kraangiek.