

Lancering leidt tot 1.600 ton reactiekracht op casingpaal

Bijzondere test van innovatieve fundering



Uitvoering casing-boorpaal door Volker Staal en Funderingen.

Voor de fundering van enkele nieuwe spoorviaducten bij Leidsche Rijn (Utrecht) heeft VWS Geotechniek een innovatief paalsysteem ontworpen. Hierbij worden de kolommen onder de viaducten elk gedragen door één enorme geboorde casingpaal. Opdrachtgever ProRail wilde uiteraard zekerheid vóóraf dat deze fundering aan de eisen zou voldoen.

Hiervoor zijn in 2005 proefpalen gerealiseerd, die tot een belasting van 8 MN zijn getest. Ook zijn de

palen gemonitord tijdens en na de bouw van de viaducten. Toen Fugro in 2008 kwam met een nieuw 16 MN Statnamic-systeem, was dat een mooie gelegenheid om de andere proefpalen nog eens verder te testen.

VWS Geotechniek (VWSG) uit Woerden is een volledig gespecialiseerd geotechnisch ingenieursbureau. Als onderdeel van Koninklijke Volker Wessels Stevin werkt VWSG vooral voor de ongeveer 130 andere maatschappijen uit de eigen groep. 'Wij zijn de enige aannemer in Nederland die alle kennis en ervaring

over geotechniek heeft geconcentreerd in één club,' aldus bedrijfsleider ing. Erwin de Jong. 'Dat

Voor grondonderzoek en andere bijzondere expertise zoeken wij samenwerking met gespecialiseerde

'De meeste faalkosten in de aannemerij zitten onder de grond'

heeft volgens ons grote voordelen: er werken hier twaalf specialisten die voor elke klus binnen ons concern de benodigde expertise in huis hebben of elders weten te vinden. We richten ons puur op de sterkteparameters van de grond.

bedrijven zoals Fugro. Wij vinden het essentieel om over kennis van geotechniek te beschikken; onze belangrijkste taak is risicobeheersing voor de aannemer. De meeste faalkosten in de aannemerij zitten onder de grond. Als je eenmaal



Mark Pehlig en Erwin de Jong (r): 'Samen op zoek naar de beste oplossingen voor de opdrachtgever.'

boven het maaiveld bent, is het allemaal wel te overzien. Maar hoe het ondergronds zit, kun je letterlijk niet zien. Gelukkig kunnen we dan aan Fugro vragen om te sonderen of te boren. Soms gaan wij daarna zelf aan de slag met de meetgegevens, soms lenen wij adviseurs van

Fugro in of vragen om specifieke kennisinbreng bij een project.'

In nauwe samenwerking

Mark Pehlig, adjunct-directeur van Fugro Ingenieursbureau, vult aan: 'Voordeel voor VWSG daarvan is dat jonge medewerkers de kennis

die ze hebben opgedaan met het veldwerk en het voorbereidende ontwerpwerk, kunnen "meenemen" in de uitvoering. Voordeel voor Fugro is dat onze mensen zo meer uitvoeringskennis opdoen. Fugro en VWSG vullen elkaar goed aan en zitten elkaar niet in de weg. Geotechniek is een kleine wereld en hoe beter je elkaar kent, des te beter kun je samenwerken. Zo vervullen we ook beiden een actieve rol binnen de vakafdeling Geotechniek van het KIVI NIRIA. Je komt elkaar tegen op bijeenkomsten, praat over het vak en voor je het weet, verzijn je oplossingen voor elkaars problemen. Daarbij ben je altijd op zoek naar de beste oplossing voor de opdrachtgever. Maar we leveren ook graag een bijdrage aan kennisontwikkeling en innovatie op het vakgebied.'

Innovatief paalsysteem

'Daar zit ook de link naar de Statnamic-proef die we eind 2008 samen hebben uitgevoerd,' beaamt Erwin de Jong, 'Vanaf 2005 zijn we

via onze zustermaatschappij Volker Staal en Funderingen betrokken bij de spoorverdubbeling tussen Vleuten en het Amsterdam-Rijnkanaal. Onderdeel van dit project is de bouw van verschillende viaducten bij Leidsche Rijn, ondersteund door kolommen met een diameter van 1,20 m. Het referentieontwerp ging uit van een fundering met poeren en grote aantallen prefabheipalen. Om tijd en geld te besparen en omdat geëist werd dat op veel plaatsen trillingsvrij werd gewerkt, hebben we een alternatief paalsysteem ontworpen op basis van één enorme geboorde casingpaal per kolom – dus zonder poeren of betonnen palen.

Om aan te tonen dat onze funderingsmethode betrouwbaar was, moesten we aan de hand van een proef laten zien dat zo'n paal voldoet aan alle eisen. Alleen ging het in dit geval wel om een paal met een diameter van 1,65 m... Dat betekent een statische belastingproef met 1.600 ton aan proef-

16 MN Statnamic: versnelling tot 20 g

Het Statnamic-systeem bestaat uit 80 ton ballast (betonringen) die worden opgebouwd op een stabiel frame. Na het prepareren van de paalkop en instrumentatie wordt een drukkamer met ontsteking en brandstof op een basisplaat gemonteerd. Een contragewicht van ongeveer 80 ton (5% van de beoogde testbelasting) zorgt voor een reactiekracht die wordt gemobiliseerd na ontsteking van de brandstof en het opbouwen van druk in de drukkamer. De reactiemassa wordt onder grote versnelling tot 20 g gelanceerd en 'duwt' gedurende 120 milliseconde op de paal. Door de hoge versnelling introduceert de reactiekracht in deze fractie van een seconde een zeer grote belasting op de paal. Daarna wordt het contragewicht opgevangen in een grindbed om beschadiging van de paalkop te voorkomen en is de test gereed.

De instrumentatie, waarmee de paalkop is geprepareerd, is geschikt om hoogfrequent data in te winnen van kracht, versnelling en verplaatsing. De paalkop-verplaatsing is naast de directe meting ook af te leiden uit de gemeten versnellingen. Hiermee kan het lastzakkingsgedrag van de paal worden afgeleid.

De testbelasting kan worden gevarieerd door het regelen van de druk in de drukkamer.





Mark Pehlig: 'Groeïende vraag naar zware funderingen'.

gewicht of een enorm reactieframe met vijzels. Dat kost veel tijd en geld. In 2005 hebben we al eens drie palen proefbelast tot 800 ton, met behulp van een reactieframe. We hebben toen ook drie geboorde palen gemaakt die we met zo'n 2.000 ton wilden belasten. Om allerlei redenen is besloten die proeven niet uit te voeren. Maar de palen zaten nog wel in de grond, bij Leidsche Rijn. In de loop van 2008 dachten wij weer aan het testen van de zware palen en net in die tijd kwam Fugro met een Statnamic-systeem, speciaal voor extreem grote funderingen.'

Funderingen worden zwaarder

Mark Pehlig vult aan: 'Wij verrichten al decennia onderzoek aan funderingspalen, onder meer in NEN- of CUR-onderzoekscommissies. Daarvoor gebruiken we verschillende methoden; we hebben ook ervaring opgedaan met een 4 MN Statnamic-systeem. De laatste jaren zien we in Nederland een groeiende vraag naar het testen van zware funderingen; denk aan grote infrastructuurprojecten, de bouw van centrales op de Maasvlakte of hoogbouw. Nadeel van geboorde palen is dat de kwaliteit sterk afhankelijk is van de uitvoeringsmethode. In tegenstelling tot geheide palen heb je weinig controle mogelijkheden om tijdens het boren aan te geven wat de kwaliteit van de paal is. Dan worden kwaliteitstests achteraf

steeds belangrijker. Om aan de vraag van onze opdrachtgevers te voldoen hadden wij eind 2008 een 16 MN Statnamic-systeem uit Japan gehaald en wilden we graag meewerken aan een test. De ongebruikte geboorde paal in de grond bij Leidsche Rijn bleek prima geschikt om ons systeem op toe te passen.'

Erwin vervolgt: 'Je komt dan in een traject terecht waarin een goede relatie zeer belangrijk is. Je hebt te maken met veel partijen die eisen stellen aan zo'n test: gemeente, energiebedrijf, ProRail. Het spoor ligt op 40 m afstand, er staat een bejaardenhuis in de onmiddellijke nabijheid en er loopt een warmte-transportleiding langs de locatie. Je moet dus heldere afspraken maken over risico's en aansprakelijkheden. We kennen en vertrouwen elkaar, dus daar zijn we snel en goed uitgekomen. Vervolgens hebben we van de testdag een excursie gemaakt voor relaties uit de funderingstechniek.'

Het was een spannende dag, met bezoekers en pers uit binnen- en buitenland. Het Statnamic-systeem oefende na ontsteking inderdaad 1.600 ton aan reactiekracht uit op de paal; de paal was in zijn geheel 50 mm de grond ingedrukt en veerde daarna 20 mm terug. 'Een prachtig resultaat,' aldus Erwin de Jong. 'Want 50 mm verplaatsen ligt heel ver verwijderd van "bezwijken"'. Wij hebben met deze proef



Erwin de Jong: 'Een prachtig resultaat'.

'Bijdrage leveren aan kennisontwikkeling en innovatie op het vakgebied'

meer informatie over dit soort palen verkregen. We wisten al dat ze sterk genoeg waren, maar nu weten we ook waar de grens ligt van dit paal-systeem. Voor ons is het belangrijk dat zo'n testmethode in Nederland beschikbaar is. Als een opdrachtgever van ons eist dat we aantonen dat zo'n paal sterk genoeg is, weten we nu dat dat kan.'

Duidelijke voordelen

'Het economisch voordeel voor opdrachtgevers ligt er in dat we nu het draagvermogen van palen in het werk snel kunnen bepalen,' vat Mark Pehlig samen. 'Je kunt bij het ontwerp vooraf de sterkte

inschatten aan de hand van de normen. Vervolgens meet je met paaltesten, onder andere met de Statnamic-paaltest, de in het werk gerealiseerde sterkte. De normen gaan uit van de veiligheids- en dat kan in de praktijk overdimensionering tot gevolg hebben. Met snelle paaltesten weet je hoe sterk een paal daadwerkelijk is en kun je dat voordeel benutten. Dat kan overigens twee kanten opgaan: een meting met het systeem kan aantonen dat een paal sterk genoeg is, of juist niet. Maar in alle gevallen levert dat een kwaliteitsvoordeel op voor de opdrachtgever.'



Casing-boorpaal gereed voor het plaatsen van de kolom.