

Snelle paaltest met belasting van meer dan 1.600 ton

Een bijzondere paaltest vond eind november 2008 plaats. Op twee geboorde casingpalen met een diameter van 1,65 meter is door het lanceren van 80 ton massa een kortdurende belasting van meer dan 1.600 ton (16 MN) opgewekt.

ING. E. DE JONG / ING. M. PEHLIG



De snelle paaltest in Vleuten op 26 november 2008.

In het kader van de spoorverdubbeling Vleuten-Amsterdam-Rijnkanaal is een paalsysteem ontwikkeld, dat eind november 2008 is beproefd. In 2005 zijn in de eerste fase van het project naast tachtig productiepalen ook drie testpalen aangebracht voor later uit te voeren bezwijkproeven. Tijdens de bouw van het spoorviaduct zijn enkele productiepalen statisch belast met zeer goede resultaten: slechts 17 millimeter zinking bij een belasting van 8.000 kN (800 ton). In 2008 is de fundatie van de tweede fase van het werk gereed gekomen, terwijl de testpalen nog beschikbaar waren. Door de recente introductie van de Statnamic-testmethode in Nederland, werd het mogelijk om een proef met de snelle paaltest uit te voeren op de in 2005 aangebrachte testpalen.

De Statnamic-methode is in 1988 ontwikkeld door de firma Berminghammer Foundation Equipment in Canada, in samenwerking met TNO. De testmethode wordt vooral in de VS en in Azië toegepast op fundatiepalen op land en op zee, maar ook op fundatieplaten. Inmiddels hebben Profound en Fugro Ingenieursbureau in Europa ervaring opgedaan met de testmethode door toepassing van een apparaat van 4 MN. In Azië beschikte het ingenieursbureau over een testapparaat van 1.600 ton (16 MN), dat in oktober

ber is verscheept naar Europa.

Tijdens de speciale paaltest in Vleuten zijn de gebruikelijke parameters gemeten, zoals belasting, zinking en versnelling, maar ook effecten op de omgeving. De projectlocatie bevindt zich direct naast het spoor, bij een vitale watertransportleiding. Deze omgevingsaspecten vereisten bijzondere voorzorgsmaatregelen bij de voorbereiding van deze zware paaltest. Vooraf is een prognose gedaan van ontwikkeling van geluid en trillingen naar de omgeving en tijdens de test zijn metingen uitgevoerd aan de ondergrond en het naastgelegen kunstwerk. Bij de test zijn geen effecten van betekenis op de omgeving geregistreerd.

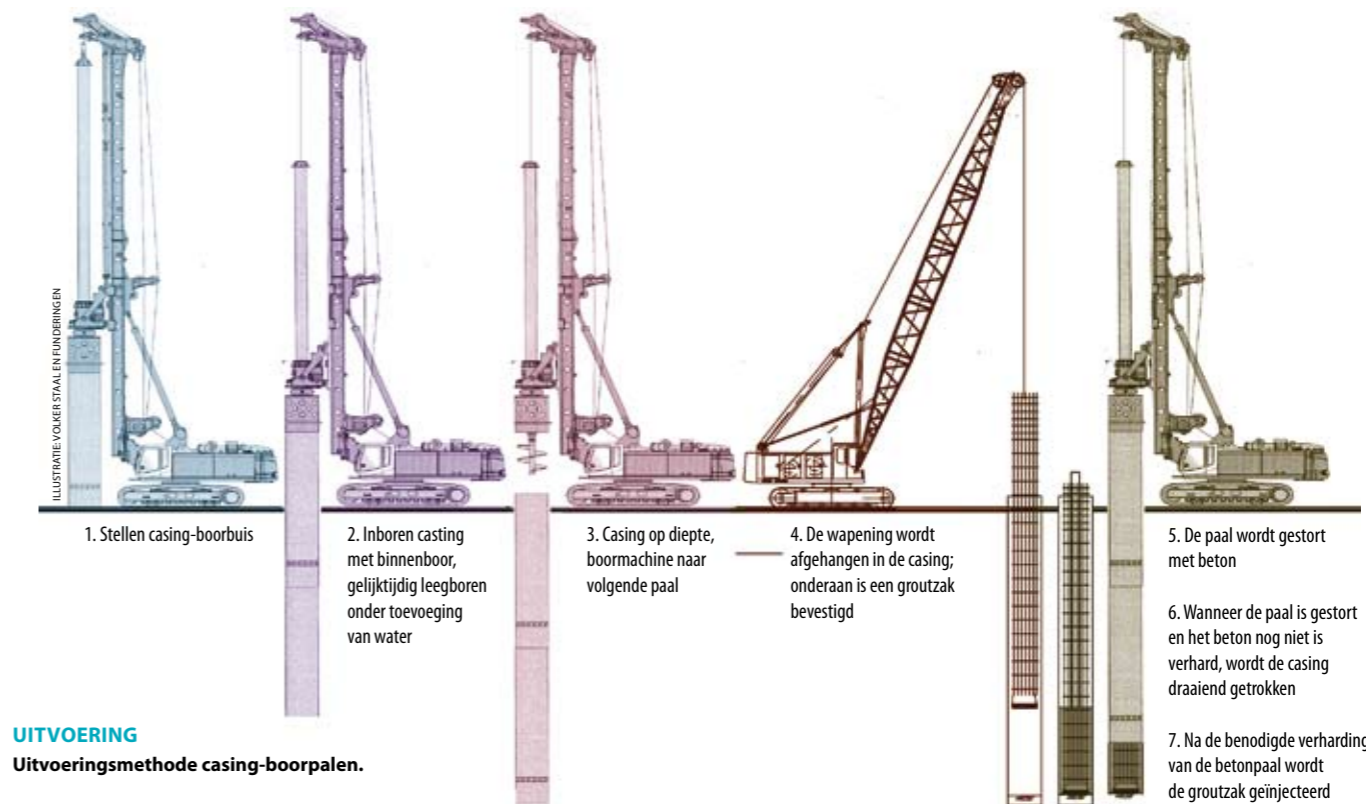
Casing-boorpalen

Bij de spoorverdubbeling Vleuten-Amsterdam-Rijnkanaal is gekozen voor een ruime opzet van de kunstwerken, waarbij de middensteunpunten worden gevormd door betonkolommen met een diameter van 1.200 millimeter. In het referentieontwerp van de opdrachtgever waren deze kolommen geplaatst op zware betonpoeren, gefundeerd op prefab betonpalen van

450 x 450 millimeter. In de tenderfase zijn Volker Staal en Funderingen en VWS Geotechniek op zoek gegaan naar alternatieven, waarbij de uitdaging was om direct onder de kolommen één funderingspaal te plaatsen. Op deze manier is het aantal palen fors (van 48 naar zes per steunpunt) gereduceerd, maar kon tevens de zware betonpoer (inclusief bemaling en hulpconstructies) vervallen en worden voldaan aan de zware vervormingseisen. Dat het paalsysteem trillingsvrij is, was een bijkomend voordeel.

Rekening houdend met maatvoering en uitvoeringstoleranties is uiteindelijk gekozen voor casing-boorpalen met een diameter van 1.650 millimeter. De paallengte varieerde over het project van 15 tot 19,5 meter.

Essentieel bij de uitvoering van dit paaltype is dat tijdens het inboren van de casing en het gelijktijdig verwijderen van de grond binnen de casing een wateroverduk wordt gehandhaafd om een stabiele situatie aan de punt van de casing te garanderen. Om het risico van verstoring van de grondslag op paalniveau te minimaliseren, is aan de onderzijde van de wapening een groutzak bevestigd, die na het uitharden



UITVOERING

Uitvoeringsmethode casing-boorpalen.

van het beton kan worden gevuld. Door het vullen te laten plaatsvinden onder hoge druk, is het tevens mogelijk de paalpunt (en daarmee de gehele paal) op te spannen en een stijf last-zakkingsgedrag te waarborgen.

Testmethode

Voorheen werden palen getest met statische balast, die werd opgebouwd op een paal. Bij hogere belastingen zijn vaak reactiepalen nodig, waarbij de reactiekracht via een constructieframe op de testpaal wordt overgebracht. Dit zijn vaak kostbare, arbeidsintensieve en tijdrovende tests, die lastig in een uitvoeringstraject zijn in te plannen. Bij dynamische paaltests wordt het paalgedrag afgeleid uit meting van het spanningsverloop in palen bij dynamische belasting. Hierbij is directe interpretatie van draagvermogen en paalzakking beperkt.

Statnamic-paaltests zijn circa twintig jaar ge-

leden ontwikkeld en bieden de mogelijkheid om met slechts 5 procent van de statische belasting een snelle proef te doen. Bij de proef wordt de paal geïnstrumenteerd met innovatieve apparatuur, waarbij hoogfrequente gegevens van verplaatsing, tijd, versnelling en belasting worden geregistreerd. Tijdens de test in Vleuten zijn ook trillingen en ontwikkeling van waterspanning direct naast de paal gemeten. Met deze resultaten is het mogelijk inzicht te verkrijgen in de mate waarin wateroverspanning ontstaat in de draagkrachtige zandlaag bij een kortdurende belasting. Ook zijn eventuele effecten van de testmethode op de omgeving onderzocht. Specialisten interpretern deze gegevens en doen een uitspraak over de draagkracht van de paal.

Normstelling

In Nederland is een CUR-onderzoekscommissie (H410) belast met de opstelling en uitvoerings-

richtlijn voor de uitwerking en interpretatie van de snelle paaltest. De resultaten van de proeven zullen bijdragen aan de verdere toepassing van de proefmethode in Nederland en daarbuiten.

In internationaal verband is een ASTM-norm (American Society for Testing and Materials) in conceptvorm beschikbaar: 'Standard Test Methods for Axial Compressive Force (Puls) Rapid Testing of Deep Foundations', versie 7 oktober 2008. In de Eurocode 7-1 zijn dynamische paaltests opgenomen.

Proefresultaten

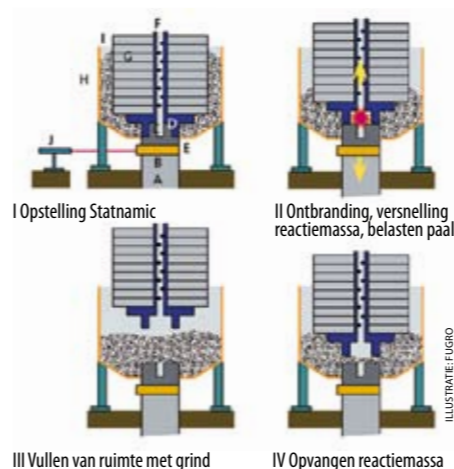
Bij het uitvoeren van de proeven in november 2008 is een paalzakking gemeten van circa 50 millimeter bij een geregistreerde reactiekracht van ruim 16 MN. De twee proefpalen geven identieke uitkomsten, zowel wat betreft de uitvoering van de testmethode als de meetresultaten. De proefresultaten zijn benut om een simulatie van de palen in een Plaxis-model (een eindige-elementenprogramma voor geotechnische toepassingen) te verbeteren. Samen met de interpretatiemethode voor Statnamic-tests die in CUR-verband is opgesteld, kan het paalgedrag volledig in beeld worden gebracht.

De tendens is om 'groot' te bouwen, zowel voor industrie als voor woning- en utiliteitsbouw. Grotere concentraties van paalbelastingen met strengere vervormingseisen leiden tot innovatieve paalsystemen, waarvan de kwaliteit moet worden aangetoond. Met de introductie van een groot, 16 meganewton (MN) Statnamic-meetsysteem is het mogelijk om deze zware paalsystemen te testen. Met de beschikbaarheid van een 4 MN- en 16 MN-apparaat en expertise in meettechnieken wordt het praktisch testen van funderingspalen met een werkbelasting tot 16 MN realiteit.

Erwin de Jong is werkzaam bij VWS Geotechniek en Mark Pehlig bij Fugro Ingenieursbureau in Leidschendam.

IN 'T KORT - PAALTEST

- Betonkolommen van spoorconstructies in Vleuten rusten op palen van 1.650 mm
- Snelle paaltest op twee proefpalen met zogenaamde Statnamic-testmethode
- Bij Statnamic-test worden kracht op paal en verplaatsing paalkop geregistreerd
- Methode geschikt om zware paalsystemen te testen bij 'groot' bouwen



- A Te testen paal
- B Belastingopnemer
- C Cilinder en drukkamer
- D Zuiger
- E Platform
- F Dempser
- G Reactiemassa
- H Container
- I Grindkamer
- J Optisch meetinstrument

STATNOMIC-TEST

Rondom de paal wordt een vlakke bodem gerealiseerd, waarop een basisframe wordt geplaatst. De paalkop wordt geprepareerd voor het nauwkeurig plaatsen van een belastingopnemer en een ontbrandingskamer. Er worden stalen schalen rondom de paal opgebouwd. Vervolgens wordt gewicht aangebracht door betonnen ringen. Tussen de ringen en de schalen wordt grind aangebracht. In de ontbrandingskamer boven op de paal wordt in zeer korte tijd zeer hoge druk opgebouwd na het ontsteken van brandstof, waarbij ballast met een grote versnelling (20 G) wordt weggeduwd. Afhankelijk van de hoeveelheid brandstof ontstaat hierbij een reactiekracht van maximaal 16 MN (1.600 ton), die gedurende 120 milliseconden een axiale belasting op de paal uitoefent. Tijdens deze belasting worden de kracht op de paal en de verplaatsing van de paalkop geregistreerd.