

# AANVULLENDE FUNDERINGTECHNIEKEN BINNEN DE RENOVATIEMARKT

## ONTWIKKELING VAN DE SOBUPAAL® TER VERSTERKING VAN BESTAANDE FUNDERINGEN EN AANVULLENDE KELDERBOUW.

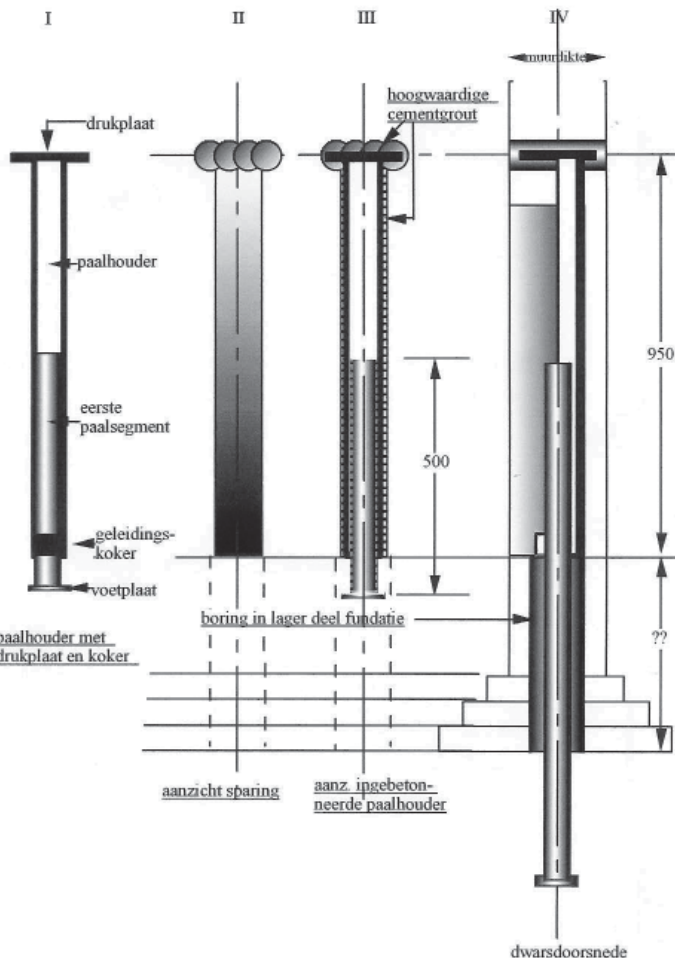
Steeds meer worden wij in de pers geconfronteerd met berichtgeving over extra controles op constructieberekeningen. Verschillende gebouwen worden momenteel tijdelijk gestut vanwege vraagtekens over de (uitkragende) constructieve elementen. Diverse grote bouwprojecten zoals de bouw van de kelder van het Olympisch Stadion en momenteel de nieuwbouw van het ziekenhuis te Schiedam hebben grote vertragingen opgelopen door discussies van constructieve aard. Is er een tendens dat de bouw op het randje van toelaatbaarheid loopt, of ontstaat de extra discussie alleen door onze verfijnde alertheid en controle op wat er gebouwd wordt.



> Dat er mogelijkheden zijn om in latere fase op kleine en grote schaal voorzieningen te treffen bij de versterking van bijvoorbeeld funderingen, blijkt uit het ontstaan van belangrijke producten die worden ontwikkeld door innovatieve, vaak niet al te grote bedrijven. Door het ontstaan van aan de ene kant een duidelijk verhoogde vraag naar kelderruimtes in bestaande panden en aan de andere kant de problemen binnen het huidige bouwtraject - zoals schades en verzakkingen van panden - hebben deze bedrijven volop werk. Daardoor ontbreekt het deze bedrijven gewoonweg aan de tijd om hun innovaties te promoten, waardoor bij het brede publiek niet zoveel bekend wordt over deze opmerkelijke, vaak simpele maar hoogwaardige technische oplossingen. Vandaar onze aandacht voor de sobupaal® van Revac Specialistische Technieken BV en het Raadgevend Ingenieursbureau Henri Hillen B.V.

### ONTWIKKELING

Enkele jaren geleden is door Revac Specialistische Technieken een paalsysteem ontwikkeld voor toepassing onder bouwmuren of vloeren van bestaande bouwwerken. Het systeem bestaat uit stalen buispalen samen-



gevoegd uit korte paalsegmenten. Het eerste element heeft een paalvoet. De palen worden met een hydraulische vijzel naar de dragende zandlaag gedrukt. In beginsel fungeert hierbij de te funderen bouwconstructie als ballast.

De palen worden 'sondeer-buispaal' ofwel sobupalen genoemd, omdat de weerstand tijdens het drukken wordt geregistreerd waardoor per paal een 'sondering' beschikbaar komt.

Deze relatief dunne palen kunnen worden toegepast bij bouwwerken die op staal zijn gefundeerd en die om welke reden dan ook op palen gefundeerd moeten worden.

De redenen kunnen zijn: verzakkingen, voorkoming van verzakkingen ten gevolge van belendende bouwactiviteiten, recht zetten van scheef gezakte bouwwerken en versterking c.q. verzwaren van de fundering vanwege hogere belastingen door bijvoorbeeld een gebouwverhoging of bestemmingswijziging.

Het systeem is eveneens toepasbaar bij op palen gefundeerde bouwwerken. De redenen zijn veelal gelijk als genoemd bij funderingen op staal, hoewel hieraan toegevoegd kan worden, het vervangen van in slechte staat verkerende houten paalfunderingen.

De sobupalen worden gedrukt vanuit een stalen vijzelframe dat vooraf in de betreffende muur of vloer is bevestigd. Wanneer de aanleg van de fundering zich beneden het grondwater niveau bevindt, wordt doorgaans naar de onderzijde van de fundering geboord zodat geen hinder van het grondwater

ondervonden wordt en bemaling overbodig is. Indien bemaling noodzakelijk wordt geacht, wordt de grondwaterstand bij voorkeur plaatselijk verlaagd. Door de geringe hoogte van het frame kan de uitvoering plaats vinden in kelders en kruipruimten. Zelfs is toepassing mogelijk vanuit vertrekken boven het begane grondniveau.

#### VOORBEREIDING

Ter voorbereiding worden de plaatselijke omstandigheden vastgesteld door funderingsonderzoek, het maken van een of meer sonderingen, meting van de grondwaterstand en indien noodzakelijk, archief- c.q. tekeningenonderzoek. Van het te (her)funderen gebouw wordt een gewichtsberekening gemaakt. Op grond van de verkregen informatie wordt het palenplan ontworpen. Bestaat de fundering uit metselwerk dat in slechte staat verkeert, dan wordt de fundering vooraf versterkt door te injecteren met speciaal ontwikkelde materialen.

#### UITVOERING

Beschreven wordt de situatie voor een fundering waarbij de paalhouder wordt aangebracht op enige afstand boven de onderkant van de fundering. Het maakt hierbij geen verschil of de bestaande muur is gefundeerd op staal of op palen. Boven het vloerpeil wordt ten behoeve van de drukplaat een horizontale inkassing in de muur



gemaakt. Deze horizontale inkassing krijgt een zodanige diepte dat de toekomstige paal midden in de muur wordt gepositioneerd. Onder de horizontale inkassing wordt een verticale inkassing gemaakt. De hoogte is afhankelijk van de situatie ter plaatse. De breedte en diepte zijn afhankelijk van de toe te passen paaldiameter. Indien de inkassing niet tot de onderkant van de fundering doorloopt, wordt de resterende onderliggende fundering verticaal doorboord. De diameter van het boorgat is afhankelijk van de toe te passen paalvoetdiameter. Afhankelijk van de situatie ter plaatse, kan de inkassing vanuit het interieur of het exterieur worden gemaakt. In de inkassing wordt het U-vormige vijzelframe aangebracht waarop aan de

> bovenzijde de drukplaat is gelast. Het onderste uiteinde van het vijzelframe is een koker waardoor de paal geleid wordt. Vóór het inbouwen is in het vijzelframe al de eerste paalsectie met paalvoet aangebracht. De ruimte tussen de drukplaat en de muur wordt met hoge-sterkte cementmortel uitgevuld. Na uitharding van de cementmortel wordt in het vijzelframe tussen paal en drukplaat de hydraulische vijzel geplaatst en de paal op diepte gedrukt. Hierbij fungeert de gehele bouwconstructie als ballast. Tijdens het drukken wordt de vijzelspanning geregistreerd en vergeleken met de sondeerwaarde.

Er wordt doorgedrukt tot de vereiste vijzelkracht is bereikt. Ook het bereikte paalpuntniveau wordt vergeleken met het sondeerdiagram. Aldus wordt aangetoond dat het draagvermogen van de paal hoger is dan de berekende paalkopbelasting.

Is de paal op diepte, dan wordt de vijzelspanning afgelaten. Later worden alle palen met een blijvende voorspanning vastgelast aan het vijzelframe. Door de voorspanning wordt voorkomen dat de palen spanningsloos zijn en pas gaan dragen als de bovenliggende constructie zich gaat zetten.

Als alle palen zijn aangebracht wordt ook de resterende ruimte van de inkassing en het boorgat volgegrout. Zo wordt een optimale aanhechting aan de nieuwe, c.q. versterkte (paal)fundering gerealiseerd.

De grouting versterkt tevens loszittend en poreus metselwerk, doordat de holle ruimten mee worden geïmpregneerd. Er wordt zo een lang, stijf en sterk element in het metselwerk opgenomen, waardoor de belasting niet alleen via de drukplaat, maar ook door optredende schuifspanning wordt afgedragen.

#### BEPALING VAN DE VIJZELKRACHT

Van het bouwblok wordt een gewichtsberekening opgesteld. Van elke bouwmuur worden de paalkopbelastingen berekend.

In geval van aanvullend draagvermogen wordt op grond van de sonderingen en veld- en archiefonderzoek de waarde van het huidige draagvermogen van de oorspronkelijke paalfundering geschat. Het tekort aan draagvermogen wordt aangevuld door het inbrengen van palen.

De te realiseren vijzelkracht wordt als volgt vastgesteld:

- per bouwmuur(deel) wordt de rekenwaarde van het paal draagvermogen berekend,
- de rekenwaarde wordt vermeerderd met de te verwachten bijdrage uit negatieve kleef,
- de som van rekenwaarde en negatieve kleef is de minimum vijzelkracht.

Na het bereiken van de vijzelkracht wordt de spanning afgelaten en de volgende paal gedrukt.

Per bouwmuur(deel) wordt na het inbrengen van alle palen een blijvende voorspanning aangebracht met een grootte van de representatieve paalkopbelasting van het eigen gewicht. Hiermee wordt bereikt dat direct ontlasting van de oorspronkelijke (paal)fundering optreedt. Binnen deze werkwijze zal niet het bereiken van een vooraf vastgesteld paalpuntniveau het doel zijn, maar het bereiken van de vooraf vastgestelde vijzelkracht. Binnen deze werkwijze zal niet het bezwijk draagvermogen worden voorspeld, maar wel dat door het drukken tot de rekenwaarde, vermeerderd met de bijdrage uit negatieve kleef, aangetoond wordt dat per paal het vereiste representatieve draagvermogen ruim aanwezig is. Elke paal is feitelijk bij ingebruikname proef-

#### MATERIAALGEGEVENS

Type R60/100 Indicatief draagvermogen 90 kN  
schroefhuls uit buis 60.3 x 4.5 St 52.3\*\*  
TR 48 x 6.35 L = 500 mm  
buissspindel uit buis 48.3 x 4.05 St 37.2\*  
TR 48 x 6.35 L = 100 mm  
Type R80 /140 Indicatief draagvermogen 150 kN  
schroefhuls uit buis 76.1 x 4.50 St 37.2\*  
TR 60.3x12 L = 500 mm  
buissspindel uit buis 60.3 x 3.65 St 37.2\*  
TR 60.3 x 12 L = 100 mm  
verhoogde vloei grens van 320 N/mm<sup>2</sup>  
\* benaming volgens EN 10027 is S240P  
\*\* benaming volgens EN 10027 is S355P  
Type R110/150 Indicatief draagvermogen 190 kN  
Type > 80 wordt samengesteld uit getrompte buisdelen.

#### CORROSIE

De dikte van de SOBU paalbuizen wordt zo gekozen, dat aan het einde van de geplande levensduur voldoende staaldikte over is om te voldoen aan de eisen met betrekking tot uiterste grenstoestand en de gebruik grenstoestand. De holle ruimte wordt geïnjecteerd met cementgrout waardoor een z.g. alkalisch milieu ontstaat en aantasting vanuit de binnenzijde geheel wordt voorkomen. De verticale uitsparing en het boorgat worden volgegrout, zodat de paal tot de onderkant van de bestaande fundering rondom is beschermd door cementgrout. De overgangsconstructie wordt, voor zover deze niet wordt beschermd door cementgrout, behandeld met E-coat 609 of met thermisch verzinkte paaldelen uitgevoerd. E-coat 609 is een halfharde coating op was- en bitumenbasis. De coating is Veritas approved onder nummer 901H6/07956/AO/PRSO.

#### RELEVANTIES:

In de meeste gevallen is er geen sprake van een overgangs-milieu lucht/water doordat de grondwaterstand hoger is dan de onderkant van de fundering (= bovenkant funderings-hout).

De aantasting van staal (stalen buispalen) in de grond en onder grondwater is zo gering dat deze verwaarloosd kan worden. (CUR - publicatie 166 / EAU 1996.)

De gemiddelde aantasting bedraagt ca 0.01 mm per jaar. (EAU 1996.)

belast met een waarde die hoger is dan de uiteindelijke gebruiksbelasting volgens de gewichtsberekening. Tijdens het drukken wordt het sondeerverloop geverifieerd door het meten (en registreren) van de vijzeldruk. Door het plaatsen van de paal in het hart van de bouwmuur wordt het optreden van excentriciteiten voorkomen. Door het inklemmen van het bovenste paaleind in de bouwmuur wordt de kniklengte beperkt. Voordat het paaleind in het vijzelframe en de paalhouder door grouting is ingeklemd, is de paal door het inbrengen met een hogere vijzelbelasting dan de uiteindelijke paalkopbelasting gecontroleerd op uitknikken. Een fysieke controle met een grotere kniklengte dan in de gebruiksfase.

#### VERDERE ACTIVITEITEN

In 2004 is door het Raadgevend Ingenieursbureau Henri Hillen B.V. ook een octrooiaanvraag gedaan op de inrichting en werkwijze voor het bepalen van de kromming van een buis. Door het bureau is een verbeterde inrichting gemaakt om de kromming na verwerking van de sobupaal® in het werk te controleren op eventuele buiging.

Door Revac Specialistische Technieken is inmiddels ook een nieuwe techniek voor de bouw van kelderwanden geïntroduceerd. Deze bestaat uit een systeem met korte damwandprofielen die bij een minimale werkruimte in de bestaande kruipruimte met vijzeltechnieken in de grond worden gedrukt. Elk kort damwandprofiel wordt op elkaar gezet en aan elkaar gelast. Ook is gelet op de geluidsarme werking van dit systeem.

#### Meer informatie:

Revac Specialistische Technieken BV, Jacob Gillesstraat 3, 2582 XW Den Haag, telefoon 070 3229351, [www.revac.nl](http://www.revac.nl)