

PREFAB Beton Heipalen



IEDERE PAAL GETEST OP DRAAGKRACHT
Bij de productie van bouwmaterialen wordt er meestal een steekproef genomen om de kwaliteit van het product te testen. Bij prefab betonnen heipalen blijft het niet bij een steekproef: elke paal wordt getest op draagkracht.

P.2

ENERGIE UIT EIGEN BODEM MET ENERGIE-PALEN Geprefabriceerde betonnen heipalen dienen in de eerste plaats om bouwwerken te funderen, maar kunnen tevens worden ingezet als bodemwarmtewisselaar, waarmee warmte uit de bodem kan worden onttrokken of eraan kan worden toegevoegd.

P.4

HEIPAAL AL MEER DAN EEN EEUW EEN SUCCES

Er is geen enkel geprefabriceerd betonnen bouwdeel te bedenken dat zo massaal is toegepast als de heipaal. Al meer dan een eeuw draagt de heipaal miljoenen waterstaatkundige kunstwerken en gebouwen met uiteenlopende bestemmingen. En nog nooit heeft een calamiteit zijn nog steeds groeiende reputatie aangetast. De geprefabriceerde betonnen heipaal is een product dat honderd haalt op de integriteitschaal. Wie voor de toepassing ervan kiest, die weet zich verzekerd van 'the top of the market'.

PREFAB BETONNEN HEIPAAL: OVERAL TOEPASBAAR

De Nederlandse bodem en spreiding van bebouwing laat slechts in een aantal gevallen toe dat op staal kan worden gefundeerd. Veruit de meeste bouwlocaties bevinden zich in gebieden waar draagkrachtige grondlagen op grotere diepten te vinden zijn. De geprefabriceerde betonnen heipaal overbrugt dan de afstand tussen maaiveld en draagkracht. Van alle gebouwen en kunstwerken staat driekwart op geprefabriceerd beton. Meer dan dertig andere funderingsystemen vdringen zich op de resterende markt. Kortom de prefab betonnen heipaal staat garant voor succes!

10 FEITEN OVER GEPREFABRICEEDE HEIPALEN

1. Alle in de grond te brengen palen zijn nauwkeurig gedefinieerd
2. Alle palen worden geproduceerd onder gecontroleerde omstandigheden
3. Alle parameters zoals druksterkte en voorspanning zijn tevoren bekend
4. De maatvoering en toleranties (dekking) zijn gegarandeerd door controle voor installatie.
5. Er bestaan geen twijfels over het resultaat, niets wordt aan het toeval overgelaten
6. De eventuele zettingen zijn beperkt tot minimale waarden
7. Voorspanning maakt dat palen trekspanningen kunnen opnemen (ook als gevolg van waterdruk en zwelspanningen)
8. Opheien (bij paalgroepen) kan worden gecorrigeerd
9. De palen zijn na installatie onmiddellijk belastbaar
10. Het resultaat is een starre fundering met een groot draagvermogen

Prefabpalen voor doetjes en lefgozers

Bert Everts

Vaak sta ik als adviseur funderingstechniek voor de keuze; zetten we er palen onder of wordt het funderen op staal. In negen van de tien gevallen worden het palen, omdat ik daarmee de belangen van mijn opdrachtgever het beste dien. Een goed uitgevoerde paalfundering is immers uitermate betrouwbaar en betaalbaar. Vervolgens moet ik dan kiezen welk type palen zal worden toegepast. Er moeten al heel bijzondere omstandigheden zijn wil dat geen prefabpaal worden. Daar begin ik altijd mee.

Lage prijs, hoge kwaliteit

Je weet wat de grond in gaat en tijdens het inheien kun je aan de kalenders goed zien of de ondergrond in orde is. Verder weet je ook dat je niet duur uit bent. De prijs per kN draagkracht van prefabpalen behoort tot de laagst mogelijke. En ondanks die lage prijs zijn de palen niet gevoelig voor te weinig steundruk in de grond, zoals het geval is bij de meeste in de grond gemaakte palen; ze kunnen goed tegen trekbelastingen ten gevolge van zwel, tegen drukken door horizontale grondverplaatsingen en je maakt de grond alleen maar beter als je ze dicht naast elkaar heit. Verder zijn ze, door de gecontroleerde wijze van maken van het beton, weinig gevoelig voor aantasting in een agressief milieu. Kopmomenten zijn goed op te nemen.

Een paal voor doetjes?

Bij onderwaterbetonvloeren en bouwputten met diep aan te leggen poeren is het vaak ook belangrijk om de palen diep beneden het maaiveld weg te heien. Met een verlengde heimuts sla je ze zo maar 10 m beneden het maaiveld. Als adviseur loop ik met prefabpalen dus weinig risico's; een paal voor doetjes dus.

Grenzen opzoeken

Maar er zijn natuurlijk situaties waarin ik tegen de grenzen van de toepasbaarheid aanloop. Eigenlijk is dat maar in twee situaties het geval, namelijk als er zo weinig tijd is dat de palen niet meer tijdig op het werk kunnen komen of wanneer de trillingsbelasting te hoog wordt. Geluid speelt ook een enkele keer een rol, maar is vaak gemakkelijk op te lossen. Die tijdsdruk kan ik niet ontlopen. Aan de trillingsbelasting is nog wel wat te doen. Door met een avegaar grondverwijderend voor te boren kan de sterkte van de grond naar behoefte worden verlaagd. Dat gaat uiteraard ook ten koste van de draagkracht van de palen en moet daarom worden gezien als een noodmaatregel. Dat voorboren is overigens maar zelden nodig. Door de palen goed voor te spannen en een goede betonkwaliteit te kiezen, in combinatie met een zwaar blok, dan krijg je ze er bijna altijd heel in. Ik merk dat velen moeite hebben met het bepalen van de minimaal vereiste kwaliteit van de palen. Ik heb gezien dat bij normaal heiwerk eigenlijk nooit problemen ontstaan met de standaard wapening en betonkwaliteit (B55). In geval van mogelijk riskant heiwerk, zoals bij heel slappe lagen en lagen van sterk wisselende vastheid of bij een zwaar heiwerk, waarbij de palen over 15 of meer meters het zand in moeten, hanteer ik de volgende regel, waar ik uitstekende ervaringen mee heb opgedaan. De betonkwaliteit stel ik



Bert Everts is als part-time docent Funderingstechniek verbonden aan de Technische Universiteit te Delft en parttime senior adviseur Funderingstechniek bij ABT te Delft en Velp.



dan meestal op B65 en de voorspanning bij palen vierkant 250 op 4 N/mm², evenredig met de doorsnede oplopend tot 6 N/mm² voor palen 450 x 450. Wie het beter weet mag het zeggen.

Lefgozers komen ook aan hun trekken

Een grens die moeilijker is te ontlopen is de trillingsgrens van SBR. Uit ervaring weet ik dat het heien van palen vlak naast op palen gefundeerde panden heel goed mogelijk is zonder schade te veroorzaken. Op een afstand van 2 tot 3 m kun je prima palen heien, maar je loopt wel de kans dat je trillingsnelheden veroorzaakt tussen de 5 en 15 mm/sec. Bij categorie 2 panden ontstaat er dan meestal geen of heel weinig schade, maar je gaat wel over de SBR-grenzen heen. Om dat te voorkomen moet je op voorhand een veilige grens/afstand kiezen, waarbinnen je niet gaat heien. Die grens wil je niet te groot kiezen omdat je dan te veel dure trillingsarme palen moet toepassen. Kies je hem te klein, dan moet je alsnog maatregelen nemen om de trillingshinder te beperken; bijvoorbeeld door voor te boren. Een goede mogelijkheid is ook om bij een aantal palen een spuitlans in de paal in te storten, die in geval van nood gebruikt kan worden. Om ook bij categorie 3 panden binnen de door SBR aangegeven trillingsgrenzen te blijven, kom je er meestal op uit om niet te heien binnen een afstand van ongeveer 10 m. Iets minder kan ook, maar dat is meer voor lefgozers.

Internationale erkenning

In Europa wordt al decennia gewerkt aan het tot stand komen van normen die in alle deelnemende landen een gelijke positie moeten bevorderen bij overeenkomsten tussen producenten en afnemers.

Eurocodes

De vele Eurocodes vormen de basis voor gemeenschappelijke ontwerp- en berekeningsmethoden en zullen op termijn de Nederlandse TGB-normen vervangen.

De Eurocodes vormen samen met de Nederlandse Nationale Bijlagen een goede vertaling voor onze nationale situatie: dé basis voor het ontwerpen en berekenen van projecten of delen daarvan.



Met deze meer internationaal georiënteerde structuur van normen is aanbesteden of aanbieden over de landsgrenzen gemakkelijker geworden.

Naast de ontwerpnormen zijn er productnormen. Deze hebben tot doel de export en import te bevorderen, zeker binnen Europa.

Eurocodepakket voor gebouwen	vervangt
Eurocode 0: Grondlagen	
NEN-EN 1990	Grondslagen van het constructief ontwerp NEN 6700
Eurocode 1: Belastingen op constructies	
NEN-EN 1991-1-1	Dichtheden, eigen gewicht, opgelegde belastingen NEN 6702
NEN-EN 1991-1-2	Belastingen bij brand NEN 6069
NEN-EN 1991-1-3	Sneeuwbelastingen NEN 6702
NEN-EN 1991-1-4	Windbelasting NEN 6702
NEN-EN 1991-1-5	Thermische belasting NEN 6702
NEN-EN 1991-1-7	Buttengewone belastingen (botsing, explosie) NEN 6702
Eurocode 2: Betonconstructies	
NEN-EN 1992-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen NEN 6720
NEN-EN 1992-1-2	Betonconstructies bij brand NEN 6071
Eurocode 3: Staalconstructies	
NEN-EN 1993-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen NEN 6770
NEN-EN 1993-1-2	Staalconstructies bij brand NEN 6072
NEN-EN 1993-1-8	Aanvullende regels voor verbindingen NEN 6772
NEN-EN 1993-1-10	Aanvullende regels voor taaiheid en eigenschappen in dikterichting NEN 6774
Eurocode 4: Staal-betonconstructies	
NEN-EN 1994-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1994-1-2	Staal-betonconstructies bij brand
Eurocode 5: Houtconstructies	
NEN-EN 1995-1-1	Algemene regels en regels voor gebouwen NEN 6760
NEN-EN 1995-1-2	Houtconstructies bij brand NEN 6073
Eurocode 6: Constructies van metaalwerk	
NEN-EN 1996-1-1	Algemene regels voor gewapend en ongewapend metaalwerk NPR 6791
NEN-EN 1996-1-2	Metaalwerkconstructies bij brand
Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp	
NEN-EN 1997-1	Algemene regels NEN 6740
Eurocode 8: Aansluitingconstructies	
NEN-EN 1999-1-1	Algemene regels NEN 6710
NEN-EN 1999-1-2	Ontwerp en berekening van constructies bij brand

(overzicht Eurocodepakket uit NEN-nieuws)

Geharmoniseerde productnormen

Voor verschillende specifieke producten zijn geharmoniseerde productnormen ontwikkeld. Dat 'geharmoniseerd' betekent dat er CE-markering op het product moet worden aangebracht. N.B. een CE-markering zegt niets over de toepasbaarheid; dat volgt uit de eisen conform het Bouwbesluit 2003.

Voor prefab palen betekende dit destijds dat Nederland het voorzitterschap claimde van deze productnormcommissie. Omdat bijna de helft van alle prefab palen in Europa van Nederlandse producenten afkomstig zijn was deze vraag wel gewettigd. Intussen is deze norm al geruime tijd gereed. Voor de Nederlandse producenten brengt deze technisch geen grote veranderingen met zich mee.

Met het uitkomen van deze EN 12794 ('Foundation piles') is een goede stap gezet in de richting van verdere gelijkstelling van de eisen aan palen in de Europese Unie.

De norm:

Vooraf vervaardigde betonproducten - Heipalen NEN-EN 12794:2005 inclusief aanvullings- en correctieblad is te verkrijgen bij het Nederlands Normalisatie Instituut (015-2690390)

Iedere paal getest op draagkracht

Bij de productie van bouwmaterialen wordt er meestal een steekproef genomen om de kwaliteit van het product te testen. Bij prefab betonnen heipalen blijft het niet bij een steekproef: elke paal wordt getest op draagkracht.

Betrouwbare referentie

Als de betonnen paal eenmaal is geheid, heeft hij het zwaarst denkbare examen achter de rug. Drukkrachten en trekkrachten wisselen elkaar af in variërende sterktes tot het ogenblik waarop de afstand tot draagkrachtige lagen definitief is overbrugd.

De belastingen waaraan de geprefabriceerde betonnen heipaal tijdens het heien is blootgesteld en die hij heeft doorstaan, bieden een betrouwbare referentie voor toekomstig draagvermogen.

Praktijk controleert theorie

De grond is grillig en het grondwater voegt er onduidelijkheid aan toe. Beide aspecten zijn van belang bij het overbruggen van de afstand tussen bouwsel en draagkrachtige laag. In principe is daarom bij in de grond gevormde palen de onzekerheidsfactor groot. Niemand weet wat 'onderweg' gebeurt. Groot is dan ook de referentieverhouding tussen sondering en slagdiagrammen. Wat tijdens het geotechnisch onderzoek is vastgesteld, kan in de praktijk van het heien worden gecontroleerd.

Prefab betonnen heipaal = zekerheid

Wie voor toepassing van geprefabriceerde betonnen heipalen kiest, die kiest zekerheid. Geotechnisch onderzoek en grondmechanische berekeningen stellen de uitgangspunten en formuleren het antwoord daarop. Navent wordt geproduceerd onder optimale omstandigheden. Een beproefde - door de evolutie van het heiblok geoptimaliseerde - techniek brengt de paal daar waar hij volgens de berekeningen zijn dragende werk moet doen.



Geluiddempend heien

Kees Roodbol

Heigeluid staat de betrouwbaarheid van geprefabriceerde betonnen heipaal niet in de weg

Sinds jaar en dag staat de betrouwbaarheid van de voorgespannen geprefabriceerde betonnen heipaal op een hoog niveau. Een groot voordeel van dit systeem ten opzichte van de zogenaamde "in de grond gevormde palen" is de zekerheid ten aanzien van de doorsnede, lengte en kwaliteit van de geïnstalleerde paal. Bij normale uitvoering is het volkomen duidelijk wat je aan draagvermogen mag verwachten. Productcertificering op de paal, gekoppeld aan jaren van uitvoeringservaring met installatie geven het prefab palensysteem zijn allure van betrouwbaarheid naast een interessante prijsstelling. Helaas kleven er aan de uitvoering van het systeem met gebruik van dieselheiblokken nog drie nadelen, die weliswaar niet van invloed zijn op de technische kwaliteit, maar toch onze volle aandacht verdienen; geluidshinder, trillingshinder en milieuhinder. Hieronder wordt nader ingegaan op de laatste technische ontwikkelingen teneinde geluidsreductie te bewerkstelligen. Hierbij worden ook het trillingsverhaal en het milieu positief beïnvloed. Tevens wordt het wettelijke kader geschetst waarbinnen de materie zich bevindt.

Geluidsreductie door onderkenning problematiek

Bij de geluidsproblematiek van het heien van geprefabriceerde betonnen heipalen zijn ruwweg drie partijen betrokken. Dit zijn de producenten van de heiblokken, de verwerkers van de prefab palen en de overheid. Het heiblok veroorzaakt in principe het geluid (de bron). De verwerker kan met een uitgekende uitvoeringsmethodiek en -techniek geluidsoverdracht beperken (de weg) en kent de zorg voor haar werknemers en de omgeving. De overheid kent de zorg voor ons allen, zowel werkzaam in de branche als anderszins betrokken. Een vierde partij zou in principe de leverancier van de paal zijn, maar de paal zelf draagt door haar massa zelf niet bij aan de geluidsvorming.

Alle betrokken partijen hebben de problematiek reeds vroegtijdig onderkend. De ontwikkeling van verbeterde hydrohamers en het scheppen van een wettelijk kader op het gebied van geluidsemisatie zijn hiervan voorbeelden die zichtbaar worden. Binnen de funderingsbranche is een Arboconvenant met de

overheid gesloten waarin een aantal afspraken zijn vastgelegd ten aanzien van geluidsbewustwording en geluidsreductie. Zo diende onder andere in het jaar 2006 het geluid bij de uitvoering van heiverken minimaal 5 dB(A) te zijn teruggebracht. Dit Arboconvenant behartigt niet alleen de belangen van de werknemers die in de nabijheid van de heimachine werkzaam zijn, maar ook van de mensen die in de bebouwde omgeving aanwezig zijn waar heiverkzaamheden worden uitgevoerd.

Arbeidsomstandighedenwet

Momenteel is het zo dat volgens de Arbeidsomstandighedenwet op de bouwplaats geen equivalent geluidsniveau overschreden mag worden van 85 dB(A), tenzij dit redelijkerwijs niet anders mogelijk is (onthefing). Hierbij geeft de (A) indicatie aan dat het gaat om een A-gewogen geluidsniveau. Dit houdt in dat een filter is gebruikt, waardoor vooral die frequenties zijn gemeten die schadelijk zijn voor het menselijk gehoor. Geluidsniveaus boven de 80 dB(A) worden geacht schadelijk te zijn voor de gezondheid. Boven de 85 dB(A) zijn werknemers verplicht gehoorbeschermingsmiddelen te dragen.

Duidelijke afstemming lost verwarring op

In de praktijk blijkt, daar waar het gaat over de beoordeling (en meting) van geluid, nog wel eens sprake van een Babylonische spraakverwarring kan zijn. Begrippen zijn vaak onduidelijk, de wetgeving is niet overal duidelijk en meetprotocollen blijken niet eenduidig. Zeker is dat alle betrokken partijen, zoals de overheid (als vergunningverlener en belangenbehartiger van de samenleving op alle niveaus), de bestekschrijvers, de aannemers en uiteindelijk ook de klant gebaat zijn bij eenduidigheid van wetgeving, de uitwerking hiervan binnen bestekken in de vorm van normeringen en de monitoring aan de hand van meetprotocollen. Overeenstemming hierover vergt nog afstemming tussen alle partijen, echter zeker is dat dit uiteindelijk een stroomversnelling in het oplossen van deze problematiek zal brengen en de nodige onrust over wat nu wel en niet geoorloofd is zal wegnemen.

Specificatie van milieuklassen voor heipalen

Harry Kouwenhoven

Heipalen vormen in ons waterland het fundament van een veelheid aan constructies: van eengezinswoning tot kantoorgebouw, van fietsbruggetje tot tunnelcomplex. Reden genoeg om eens stil te staan bij de vraag waar deze onzichtbare pijlers van onze leefomgeving door kunnen worden bedreigd en hoe we er op een verantwoorde manier voor kunnen zorgen dat dit geen probleem vormt.



Langebanksysteem

Productie van prefab betonnen heipalen

Eerst kort iets over de wijze waarop heipalen worden geproduceerd. Dit gebeurt in de fabriek middels een zogenaamd langbank- of carrousselsysteem. Kenmerkend is dat een relatief droog mengsel en veel verdichtingsenergie worden gebruikt waardoor een zeer dichte en sterke beton ontstaat, veelal in een sterkteklasse die volgens de definitie van de EN 206-1, de norm voor beton, onder de definitie van hoge sterkte beton valt. Een dergelijke zeer hoge sterkte is geen luxe: heipalen krijgen al snel na hun "geboorte" de zwaarste mechanische belastingen van hun leven voor de kiezen. Bijkomend voordeel van een hoge sterkte is een zeer dichte structuur van de cementsteen.

Specificatie

Wat zijn de bedreigingen na dit heftige begin? Er zijn een aantal mechanismen die de paal zouden kunnen aantasten wanneer hij geplaatst is. Om te voorkomen dat dit tot problemen zou kunnen leiden is het zaak de om-

geving waarin het beton zijn leven door gaat brengen van te voren duidelijk vast te leggen en kenbaar te maken aan de betonproducent. Dit kan door het specificeren van milieuklassen zoals vastgelegd in de EN 206-1. Het is zaak om dit op een vakkundige wijze te doen, immers de betonproducent zal hierop inspelen en zijn betonsamenstelling aanpassen, bijvoorbeeld door een hogere cementdosering, door te kiezen voor een ander type cement of toeslagmateriaal, of door hulpstoffen toe te passen. Dit kan echter grote gevolgen hebben, zowel vanuit milieuoogpunt omdat schaarsere en dus duurere grondstoffen moeten worden ingezet als vanuit kostprijsaspecten omdat de productiesnelheid bij de betonproducent lager kan komen te liggen.

Milieuklassen

Belangrijke argumenten dus om de milieuklassen juist te benoemen. Echter, welke milieuklassen zijn van toepassing, oftewel met welke aantastingen krijgen heipalen te maken. Hiervoor moeten we bedenken dat betonconstructies in veel gevallen niet zoeer te leiden hebben van aantasting van het beton zelf, maar van aantasting van de in het beton aanwezige wapening. Het is dus de aantasting van de beschermende functie van het beton die dan een rol speelt en niet de aantasting van de mechanische functie.

Heipalen hebben in verband met corrosie van de wapening het grote voordeel dat zij zich bijna permanent onder water bevinden. Transport van schadelijke stoffen, wat veelal gepaard gaat met vochtbewegingen, is hierdoor uitzonderlijk moeilijk. Daarnaast is voor de corrosie van de wapening zuurstof benodigd en dit is onder water gewoonweg niet beschikbaar. Dit alles komt tot uitdrukking in het feit dat voor heipalen gewoonlijk milieuklasse XC2 kan worden gehanteerd. Mocht echter een gedeelte van de heipaal herhaaldelijk droog vallen, waardoor toch gemakkelijk zuurstof kan toetreden, dan is het zaak milieuklasse XC4 te specificeren in plaats van XC2.



Het ophangen van een heipaal Heimachine aan het heien in een kraan



Gewoonlijk kan hiermee worden volstaan. Echter in bepaalde omstandigheden kan het noodzakelijk zijn aanvullende milieuklassen te specificeren omdat een verhoogd risico bestaat dat het beton zelf ernstig aangetast wordt. Zo'n omstandigheid doet zich bijvoorbeeld voor als de heipaal herhaaldelijk blootgesteld wordt aan vorst. In dat geval bevriest het water dat zich in de poriën van het beton bevindt waardoor scheurvorming kan ontstaan. Door herhaaldelijk bevroren van het water zullen de scheuren zich verder kunnen uitbreiden. Door het specificeren van milieuklasse XF3 kan de producent hiermee in de betonsamenstelling rekening houden. Een andere omstandigheid is de aanwezigheid van voor het beton schadelijke stoffen in het grondwater. Met name de aanwezigheid van een hoge concentratie aan sulfaten kan zorgen voor aantasting. Een overzicht van sulfaatconcentraties in het Nederlands grondwater zoals vastgesteld bij de meetpunten van het RIVM is opgenomen in het "Handboek Paalfunderingen" van de BFBN. Uit dit overzicht blijkt dat hoge sulfaatconcentraties slechts zeer sporadisch voorkomen in Nederland. Zelfs in deze gevallen kan veelal met XA1 worden volstaan.

Conclusie

Prefab betonnen heipalen vormen een belangrijk fundament onder onze maatschappij en vakkundig specificeren zorgt ervoor dat wij voortdurend op een stevige ondergrond kunnen blijven rekenen.

Koppensnellen, zonde van de beton (en het geld)

Pier Santema

Bij veel projecten worden standaard alle palen gesneld. Het zijn oude gewoonten die slechts met moeite worden verlaten. Tegenwoordig is de kwaliteit van de prefab paal zo hoog dat na het heien een keurige C45/55 paalkop overblijft. Zonde om hier niets mee te doen.

Perfect op hoogte

De moderne heiblokken zijn uitermate geschikt om mee te werken aan het toepassen van ongesnelde paalkoppen in de constructie. Met een regelbaar hydroblok kunnen de palen perfect op hoogte worden geheid en blijven de paalkoppen nagenoeg onbeschadigd.

Overdracht van krachten

Een veel gehoord argument voor het wel toepassen van

De (financiële) voordelen van het toepassen van ongesnelde paalkoppen op een rij:

- 1 besparing ca. 0.50 m paal
- 2 besparing kosten koppensneller
- 3 besparing op het verzamelen en de afvoer van het puin (milieuwinst dus)
- 4 tijdswinst
- 5 verbetering van de arbeidsomstandigheden op de bouwplaats

gesnelde palen en stekverbindingen is de overdracht van krachten die plaatsvindt bij de aansluiting van de paal naar de fundering. Dit is slechts in een heel beperkt aantal situaties nodig. Alleen bij constructieve trek en bij hoge kopmomenten zijn stekverbindingen veelal noodzakelijk.

In verreweg de meeste gevallen is er alleen sprake van druk, al dan niet met een bijbehorende excentriciteit waardoor er sprake kan zijn van een kopmoment.

Koude verbinding is voldoende

Het eenvoudigste voorbeeld van ongesnelde palen is een paal die onder een compleet onderheide betonvloer wordt toegepast. Momenten kunnen niet optreden en de paal wordt door de vloer horizontaal gezien vastgehouden. Een "koude verbinding" is in dit geval voldoende.

Een ander voorbeeld is de prefab betonnen heipaal onder een balkrooster. Behalve zuivere drukkrachten kunnen hier ook kopmomenten ontstaan door excentriciteiten uit de bovenbelasting en/of door paalmisstanden.

In deze situatie kan optimaal gebruik worden gemaakt van de hoge kwaliteit van de paalkop van een prefab paal. Daar waar een in het werk gestorte paalkop het laat zitten met betrekking tot de betonkwaliteit, kan bij de prefab paal ge-

bruik worden gemaakt van de C45/55 eigenschappen. Dit betekent dat met een kleine Xu al hoge excentriciteiten kunnen worden opgenomen.

Voldoende capaciteit

In de praktijk is er voor bijna alle paaltypes voldoende capaciteit om de veel gevraagde 0.05 m heiafwijking te kunnen opvangen. Ook de in het wijzigingsblad A2 van de NEN 6720 geïntroduceerde 0.1* h (totale excentriciteit) kan vaak moeiteloos worden opgenomen.

Een stekverbinding is in dit geval constructief niet nodig. In geval van geringe horizontale krachten kan eventueel een niet constructieve stek worden ingeboord.

Direct gebruik van voorspanning

Ook kan bij bepaalde constructies de ongesnelde paalkop opgenomen worden in de betonconstructie. Als de paal over een lengte van 25 cm of meer wordt ingestort in een gewapende betonconstructie kan direct gebruik worden gemaakt van de (gedeeltelijke) voorspanning in de paal. Dit betekent een ongescheurde paal met een hoge momentcapaciteit en een hoge stijfheid.

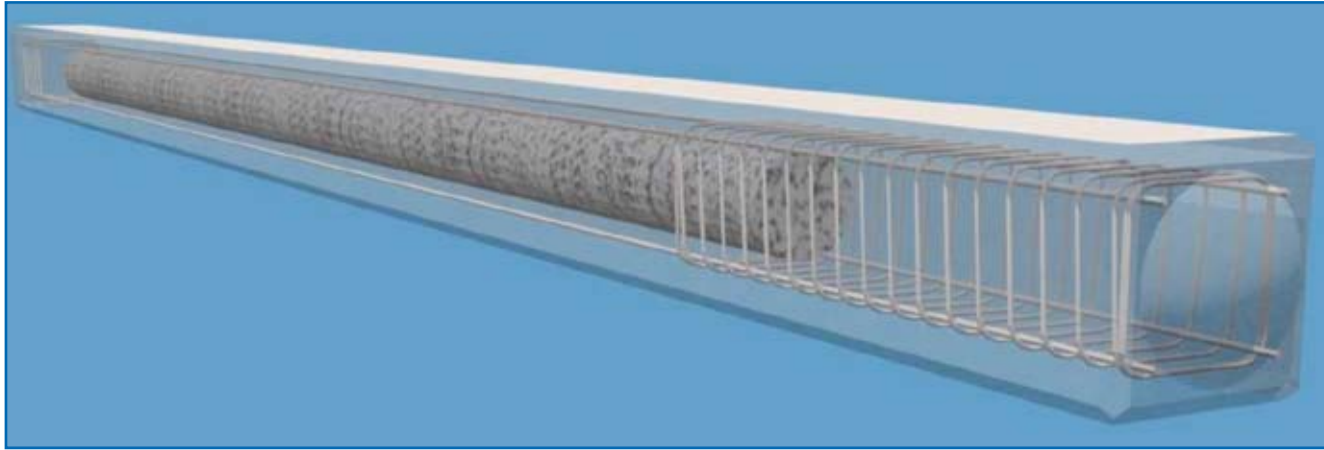
Koppensnellen in veel gevallen niet nodig

Kortom, de stekverbinding is allang niet meer de enige manier om een goede samenwerking te bewerkstelligen tussen de fundering en de prefab betonnen heipaal. Koppensnellen is in veel gevallen niet nodig en is daarom zonde van tijd, materiaal en geld.



Palen worden perfect op hoogte geheid.

Pluspaal; de lichte prefab heipaal



Schematische weergave energiesysteem

Veel gestelde vragen over geprefabriceerde heipalen

Hoe kunnen de palen opgeslagen worden zonder dat ze beschadigd raken?

Palen dienen te worden opgeslagen op stoppingen op een ondergrond met voldoende draagkracht; indien niet aanwezig moeten harde draagvlakken worden voorzien (bijvoorbeeld draglineschotten).

Waar moet je op letten bij de levering van palen?

Er zijn een aantal controlepunten waaraan je kunt zien of je de juiste palen hebt ontvangen en of ze de gewenste kwaliteit hebben.

- ordernummer;
- schachtafmetingen in mm;
- lengte in mm of cm;
- toegepaste wapening;
- stortdatum;
- eventuele bijzonderheden.

Deze en andere gegevens zijn op paallabels of de paal vermeld.

Waarom is de bouwtijd met prefab betonnen heipalen korter?

De palen worden kant-en-klaar aangeleverd op de bouw en kunnen dus direct gebruikt worden. Omdat de palen 's nachts vervoerd kunnen worden zodat ze op tijd op de plaats van bestemming zijn bespaard men een hoop tijd.

Wat moet je doen als je een paal weg slaat?

Als de ingebrachte paal te kort is om de dragende laag in de bodem te bereiken wordt er gebruik gemaakt van een hoerenjong. Een hoerenjong is een verlengstuk voor een heimachine. Een hoerenjong wordt dan op de machine gezet, deze zorgt ervoor dat de paal dieper wordt ingeslagen.

Is iedere paal voorgespannen?

Korte heipalen kunnen op de traditionele manier gewapend worden met staal. Langere palen worden voorgespannen en gewapend met voorspanstaal.

Wat gebeurt er met het puin dat vrij komt bij koppensnellen?

Het puin dat vrij komt kan prima gebruikt worden voor recycling. Zo hoef je niets weg te gooien. Beton is een duurzaam product.

Oskar de Kok

In z'n algemeenheid is het streven om in constructieve elementen alleen materiaal toe te passen waar het een constructieve of andere functie heeft. Een voorbeeld hiervan is de kanaalplaatvloer. Analooq hieraan is een prefab betonnen heipaal ontwikkeld met een materiaal- en gewichtbesparend vul-element in de kern. De kop en voet van de heipaal is deels massief en voorzien van wapening voor het opnemen van krachten tijdens het heien.

Het uitsparen van beton in het middengedeelte wordt gerealiseerd door ter plaatse een opvulling in de mal aan te brengen van gerecycled EPS met een cirkelvormige doorsnede.

Omschrijving Pluspaal

Vergeleken met de massieve heipaal heeft de pluspaal voordelen die verband houden met een geringer gebruik van beton en het lichtere gewicht. In het kader van milieutechnische aspecten levert een reductie in het gebruik van eindige grondstoffen

een belangrijke bijdrage. Afhankelijk van de afmetingen van de paal is er bij de pluspaal sprake van een reductie in materiaagebruik, die varieert van ongeveer 20% bij kleine paalafmetingen tot ongeveer 35% bij grote paalafmetingen. De reductie in betonverbruik is gekoppeld aan reductie in gebruik van de samenstellende delen, zoals toeslagmateriaal en cement. Het geringere cementverbruik betekent ook een reductie in CO₂-uitstoot. Maar door het geringere gewicht levert de pluspaal ook winst als het gaat om CO₂-uitstoot door transport. Ten opzichte van de massieve palen kunnen per vracht meer heipalen worden vervoerd.

De omzetting van de gehele massieve heipalenmarkt naar pluspalen betekent een potentiële besparing van 3.000.000 transport kilometers per jaar.

Voordelen in de uitvoering zijn er met name bij de grotere paalafmetingen waarbij in een aantal situaties de pluspaal nog met de 'zelflosser' (begrenzing op 6 ton gewicht) gelost kan worden, daar waar dat bij de massieve paal niet meer mogelijk is. Het geringere gewicht heeft ook voordelen bij het in de stelling hijsen van de palen. Ook nu geldt dat bij bepaalde afmetingen nog op de eenvoudige wijze met een 'enkele strop' gewerkt kan worden, terwijl in het geval van een massieve paal het noodzakelijk is om de relatief meer arbeidsintensieve 'broek' toe te passen. Het gevolg is een hogere verwerkings-snelheid.

In wanden, daken of vloeren opgenomen leidingen kunnen worden aangesloten op het circuit dat door de palen loopt en zo de warmte terugbrengen.

Lage temperatuurverwarming (bijvoorbeeld in de vorm van vloerverwarming) biedt behalve een energiebesparing ook een verhoging van het comfort.

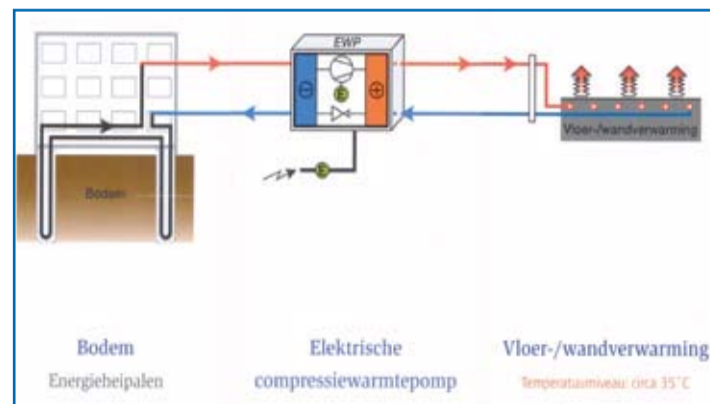
Energie uit eigen bodem met Energiepalen

Oskar de Kok

Geprefabriceerde betonnen heipalen dienen in de eerste plaats om bouwwerken te funderen, maar kunnen tevens worden ingezet als bodemwarmtewisselaar, waarmee warmte uit de bodem kan worden onttrokken of eraan kan worden toegevoegd.

De bodem rond de heipaal fungeert als een buffer waarin warmte of koude tijdelijk wordt opgeslagen. Zomerwarmte en winterkoude worden dan op een energie-efficiënte wijze benut, een techniek die gebruikt kan worden om bijvoorbeeld woningen te verwarmen of anderszijds om deze te koelen. Om energie met de bodem te kunnen uitwisselen moet er vloeistofcirculatie in de palen plaats vinden.

Wanneer het water kouder is dan de bodem wordt warmte aan de bodem onttrokken en als het warmer is dan de bodem zal er warmteafgifte naar de bodem plaatsvinden.



Paal zoals geheid en voorzien van warmtecirculatiepakket

Met behulp van een warmtepomp wordt in de winter warmte aan de circulatievloeistof onttrokken en op een hogere temperatuur gebracht, zodat die geschikt is om een gebouw te verwarmen. Het onttrekken van warmte uit de bodem betekent op zijn beurt weer dat er afkoeling van de bodem plaatsvindt. Er ontstaat dan een koudepotentieel wat in de zomerperiode voor koeling kan zorgen. De positieve eigenschappen van de twee tegenovergestelde seizoenen vullen elkaar op die manier uitstekend aan en overschotten worden toch volledig benut.

Colofon

Redactie:
AB-FAB
Postbus 194
3440 AD Woerden
Tel: 0348-484 484
E-mail: info@abfab.nl
Website: www.ab-fab.nl

Auteurs:

Dhr. B. Everts
Dhr. O. de Kok
Dhr. H. Kouwenhoven
Dhr. K. Roodbol
Dhr. P. Santema
Dhr. W. Welling
Mevr. C. Zwijssen

In samenwerking met:

B.V. Lodewikus Voorgespannen Beton
Beton Son B.V.
Haitsma Beton B.V.
IJB Groep
Niemand Beton B.V.
Oudenallen Prefab Beton B.V.
Pit Beton Heipalenfabriek Kamperland B.V.
Schokindustrie B.V.
Voorbij Prefab Beton B.V.

Druk en Opmaak:

Zuidam en Zonen
Woerden