

Lange termijn meting van zettingen

Proefterpen Bloemendalerpolder

Door Alexander Rohe

Tussen Muiden en Weesp ligt de Bloemendalerpolder. Tegenwoordig bestaat de polder vooral uit cultuurlandschap met langgerekte kavels veenweidegrond. In de komende jaren wordt dit gebied ontwikkeld. In een geotechnisch vooronderzoek is de te verwachten zetting en bouwtijd van een ophoging met voorbelasting beschouwd. Hieruit blijkt dat de grootte en te verwachten en optredende snelheid van de zetting veelal sterk van elkaar afwijken. Door deze onzekerheden is het vervormingsgedrag van veen een risico voor veel bouwers, projectontwikkelaars en opdrachtgevers. Hieruit is de behoefte ontstaan voor een betrouwbaardere voorspelling van het zettingsgedrag van veengronden.



Praktijkproef

Begin 2010 is door de uitvoerende projectcombinatie in samenwerking met Fugro en Deltares besloten om op deze locatie een praktijkproef uit te voeren. De proef bestaat uit het aanbrengen van een tweetal terpen met uitgebreide langdurige monitoring en voorafgaand veld- en laboratoriumonderzoek. Met de proefresultaten kan het gedrag van veen en daarmee het zettingsproces betrouwbaarder worden voorspeld om bouwkosten en bouwtijd te reduceren en beter te controleren. Deze veldproef is ingepast in het programma Geolmpuls. Dit onderzoeksprogramma richt zich op het risicomanagement van geotechnische constructies met het doel de faalkosten in de bouw te reduceren. Voor deze

specifieke proef is het verticale en horizontale vervormingsgedrag van grond, met name bij ontlasten en herbelasten, op de lange termijn de centrale onderzoeksvraag. Daarnaast worden in de kop van de terpen palen geïnstalleerd om het interactie- en vervormingsgedrag van deze door grond horizontaal belaste stijve constructies betrouwbaarder te kunnen voorspellen.

Veld- en laboratoriumonderzoek

In september 2010 is het veldonderzoek ter plaatse gestart. Op de locatie zijn sonderingen uitgevoerd op een grondoppervlak van ongeveer één hectare. De grondopbouw is zeer heterogeen. In het westelijke deel is de veenlaag ongeveer vier meter dik en in het oostelijke deel ruim vijf meter meer,

wat leidt tot grote verschilzettingen. Tevens zijn Begemann boringen uitgevoerd en ongeroerde grondmonsters genomen. Op deze monsters wordt laboratoriumonderzoek uitgevoerd om de mechanische eigenschappen te bepalen, waaronder meertraps samendrukkingsproeven, KO-CRS proeven, enkeltraps triaxiaalproeven op verschillende spanningsniveaus en directe schuifproeven.

Veenmonsters worden in de micro CT-scanner van de sectie Geotechnie van de TU Delft onderzocht om de (vezel-)structuur en mineralogische samenstelling van het veen in kaart te brengen. Verder worden daar elektromechanische metingen

uitgevoerd om mechanische aan elektrische eigenschappen te correleren.

Monitoring op lange termijn

Er worden twee terpen met een hoogte van drie meter aangelegd. Onder één van de terpen wordt verticale drainage toegepast. Na afloop van het eerste jaar wordt bij beide terpen op één helft de bovenste meter van de ophoging verwijderd om het ontlastgedrag van het veen te kunnen onderzoeken.

Voor het monitoren van de vervormingen worden verschillende meet-systemen ingezet die parallel en/of aanvullend op elkaar werken. Per terp zijn zettingsmeetslangen, zakbaken, elektronische zakbaken en extensometers op verschillende dieptes geïnstalleerd. Daarnaast worden horizontale vervormingen naast de terp door hellingmeetbuizen gemeten. Op verschillende locaties en verschillende dieptes zijn piëzometers geïnstalleerd om de ontwikkeling van de waterspanningen te volgen. De metingen worden vanaf enkele weken voor het begin van de bouw tot vijf jaar na het gereedkomen van de ophoging uitgevoerd.

Referentielocatie

Naast de terpen is op voldoende afstand een referentielocatie ingericht. Doel van deze locatie is het monitoren van

het zettingsgedrag zonder ophoging en alleen de autonome bodemdaling te bepalen. De in het veld aanwezige initiële reksnelheid wordt hieruit afgeleid.

Op de referentielocatie zijn sonderingen en Begemann boringen uitgevoerd (zie foto's). De zetting wordt met extensometers op verschillende dieptes in de slappe veenlagen gemeten. Op dezelfde dieptes worden ook de waterspanningen gemeten. Hieruit wordt een gedetailleerd beeld verkregen van het initiële en autonome zettingsverloop in tijd en diepte.

Horizontaal belaste palen

Nabij de rand van beide terpen worden na voltooiing van de ophoging twee palen trillend de grond ingebracht tot vier meter in de zandlaag en aan de kop stijf met elkaar verbonden. De stalen buispalen zijn uitgerust met rekstroken en hellingmeetbuizen. Hiermee wordt de vervorming van de palen nauwkeurig gevolgd en wordt het momentenverloop in de palen bepaald. Naast de palen worden eveneens hellingmeetbuizen in de grond geïnstalleerd om de horizontale vervorming van de grond naast de palen te monitoren. De combinatie van beide metingen beschrijft het interactie gedrag van de door grond horizontaal belaste palen.



Begemann boring

Modelverbetering

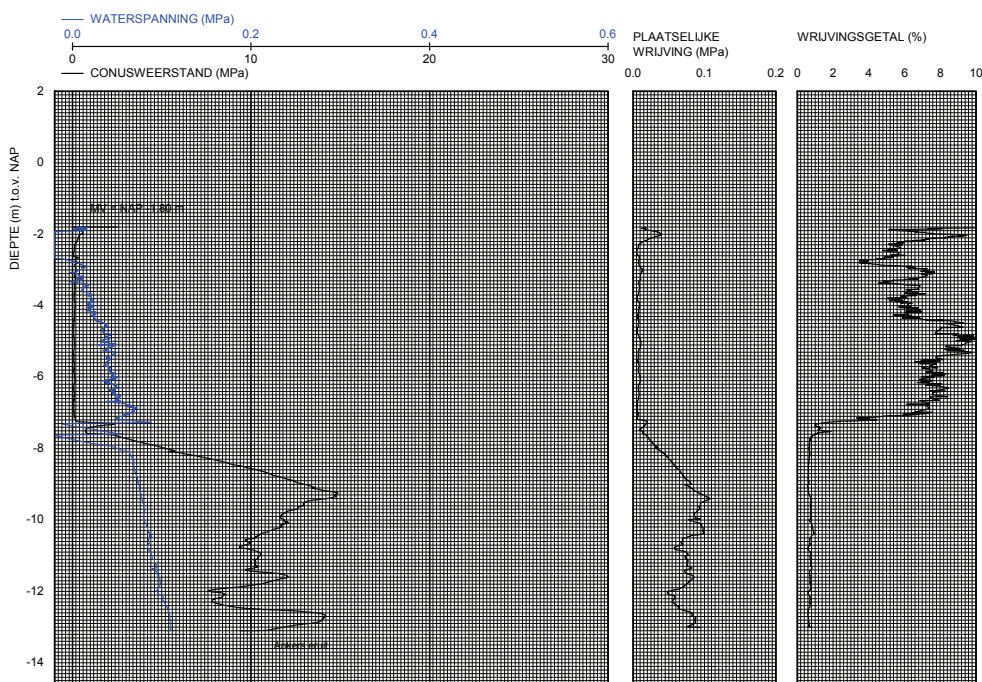
Met de resultaten van de praktijkproef wordt het zettingsmodel verbeterd. Met name wordt het gedrag van de ondergrond als gevolg van het belasten en ontlasten van grond beter beschreven. Hierbij zal ook gebruik worden gemaakt van de resultaten van recent uitgevoerde lange duur samendrukkingsproeven op veen in het laboratorium van Deltares. Door een betere beschrijving van het ontlast- en herbelastgedrag van grond kunnen betere voorspellingen worden gemaakt van de benodigde zettingstijd en de benodigde hoeveelheid ophoogmateriaal. Bouwers, projectontwikkelaars en opdrachtgevers krijgen hierdoor een beter inzicht in de onzekerheden die het ophogen op een slappe ondergrond met zich mee brengen.

Betrokken partijen

Bij dit project zijn Fugro Ingenieursbureau b.v., Mourik Groot-Aannemers en BAM Infra betrokken. Aanvullend geavanceerd veld- en laboratoriumonderzoek wordt uitgevoerd door Deltares en de TU Delft (sectie Geo-engineering).

Meer informatie?

Alexander Rohe, 088 - 335 73 51
alex.rohe@deltares.nl



Sondering