



▲ Een in de grond verzonken trilnaald die een trechter van invallende grond veroorzaakt

Samenvatting

Ten behoeve van het doorboren van een recent opgebrachte zanddijk, diende een zandpakket van ca. 25m dik te worden verdicht. Middels de inzet van drie rüttelinstallaties is in zeer korte tijd, ruim 200.000 m³ zand verdicht tot de gewenste pakking: een relatieve dichtheid die varieerde van 65% tot maximaal 90%, gerelateerd aan de conusweerstand.

Opdrachtgever

Projektorganisatie Betuwelijn

Directievoering

Royal Haskoning B.V.

Hoofdaannemer:

Comol Tunnelbouw v.o.f. (combinatie van TBI, CFE en Vinci)

Onderaannemingscombinatie Grondwerk

OAC Kandia (Firma Krul en Fernhout)

Onderaannemer Verdichting

Smet-Keller Funderingstechnieken VOF

Scope van het werk

- ca. 210.000 m³ te verdichten
- ca. 2325 verdichtingspunten
- maximale verdichtingsdiepte ca. 28 m
- ca. 90 controle sonderingen

Uitvoeringstermijn

Eind februari t/m eind april 2002

Uitvoerende vestiging:

Keller Funderingstechnieken B.V.

Europalaan 16

2408 BG Alphen a/d Rijn

Tel. +31 172 471798

Fax: +31 172 471804

E-mail nederland@kellergrundbau.com

www.KellerGrundbau.com

Kandiadam in Betuweroute (nabij Zevenaar)

Grondverbetering door middel van diepteverdichting

Projectomschrijving

In het kader van de Betuwelijn is een boortunnel voorzien onder het Pannerdensch kanaal door (nabij Zevenaar). Deze tunnel komt weer boven nabij een voormalige zandwinput. Om te kunnen boren was voorzien om op de locatie van de boortunnel een zanddam aan te brengen. De opgave voor de hoofdaannemer was deze dam zodanig te ontwerpen dat er naast voldoende draagkracht ook voldoende dekking aanwezig was. Onze opgave was deze dam te verdichten conform de opgegeven specificaties.

Principe van rütteldrukverdichting

De vibrerende trilnaald dringt ondersteunt door de spoelkracht van het water tot de gewenste diepte in de bodem. Na het bereiken van de einddiepte wordt de watertoevoer gestopt en begint de feitelijke verdichting. Vervolgens wordt de trilnaald in stappen getrokken. Tijdens de verdichtingen ontstaat rondom de trilnaald een trechter die aangevuld wordt met het aanwezige zand.

Doordat de zandkorrels een dichtere pakking krijgen, ontstaat een volumeverlies, dat kan oplopen tot ca. 10 % van het behandelde volume. Rütteldrukverdichting is vooral effectief in niet-cohesieve bodemlagen. De punten worden over het algemeen in een driehoeks- of vierkants raster aangebracht.

Proefveld

Ondanks jarenlange ervaring is het benodigde raster op voorhand niet te bepalen en wordt voor grotere werken een proefveld uitgevoerd. Hierbij worden door middel van een tiental rüttelpunten een drietal rasters getest. Door in het zwaartepunt van de driehoeken te sonderen kan het benodigde raster worden bepaald. Desondanks kunnen door wisselingen in de ondergrond hogere en lagere dichtheden ontstaan. Na het proefveld leek een raster van 3,0 m voldoende. Tijdens de uitvoering bleek dit voor met name de toplagen onvoldoende vanwege de aanwezige fijne fractie en moesten extra verdichting worden uitgevoerd.

Uitvoering

Vanwege de krappe beschikbare uitvoeringstijd is het werk uitgevoerd met drie kranen, 24 uur per dag en 7 dagen in de week. De werkzaamheden moesten twee keer enkele dagen worden onderbroken in verband met de hoge rivierwaterstand.



▲ Overzicht van Kandiadam met 3 rüttelinstallaties. Op de achtergrond de ontvangstput

Controle

Om tot een objectieve wijze van controle te komen, zijn de eisen van relatieve dichtheid vertaald in conusweerstand. Enerzijds moest er voldoende draagkracht onder de tunnelbuizen zijn (> 70% relatieve dichtheid) en anderzijds moest er voldoende weerstand tegen blow-out zijn (> 90 % relatieve dichtheid). In deze vertaalslag bleef echter de verticale korrelspanning als variabele. Dit betekende bij een hoge rivierstand een lagere korrelspanning en derhalve een hogere benodigde verdichting. Bij de uiteindelijke controle is voor de heersende rivierstand uitgerekend aan welke conusweerstand moest worden getoetst.