



▲ De trilnaald in actie

Samenvatting

In het kader van de bouw van een tankpark dient het geplande talud te worden versterkt tegen eventuele zettingsvloeiingen. Daartoe is zowel in de natte als in den droge een diepte verdichting te worden uitgevoerd.

Opdrachtgever en directievoering
Gemeentewerken Rotterdam

**Hoofdaannemer baggerwerk en droog
grondverzet:**
Boskalis

Onderaannemer verdichting
Smet-Keller Funderingstechnieken VOF

Grondonderzoek
Fugro Ingenieursbureau
Gemeentewerken Rotterdam

Scope van het werk

- Grondverbetering in de natte ca. 955.000 m³ in 7 x 24 uren bedrijf
- Grondverbetering in den droge ca. 685.000 m³ in 4 x 24 uren bedrijf
- Maximale verdichtingsdiepte 41 meter

Uitvoeringstermijn
Februari t/m mei 2007 en
maart t/m juli 2008.

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

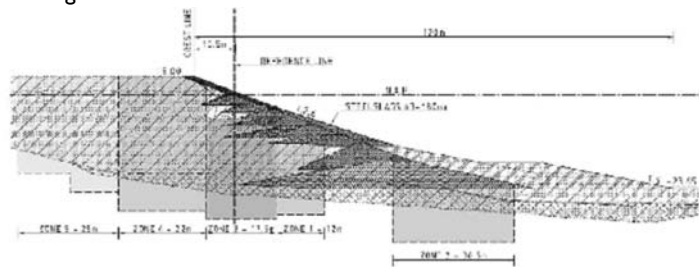
Liquefied Natural Gas Tanks op te Maasvlakte (nabij Rotterdam)

Grondverbetering door middel van diepteverdichting

Ter vergroting van de opslag capaciteit van vloeibaar gas (Liquefied Natural Gas) worden op dit moment 3 grote opslagtanks (diameter 90 m, hoog 52 m) gebouwd. Het voordeel van vloeibaar gas is, dat het door koeling 600 keer minder volume inneemt. Hierdoor wordt het interessant om het materiaal over grote afstanden te vervoeren of in grote hoeveelheden op te slaan. Hiertoe dienen uiteraard de nodige veiligheidsmaatregelen te worden getroffen. Eén ervan was in dit concrete geval het voorkomen zettingsvloeiingen in het talud door middel van diepteverdichting, ook wel rüttel-drukverfaren of vibrofloatation genoemd. Omwille van de ruimte diende het talud namelijk vrij steil te worden opgezet en was er geen andere mogelijkheid.

Concept

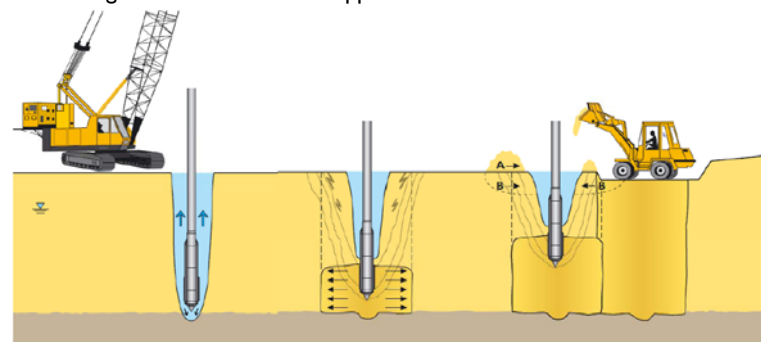
In opdracht van Gemeente werken Rotterdam heeft Boskalis achter dammen van stortstenen, laagsgewijs zand aangebracht. In totaal maximaal 8 slagen waarbij de laatste slag een droge ophoging was, inclusief een overhoogte van enkele meters als voorbelasting. Omdat na het aanbrengen van de stortstenen, de zandlaag eronder niet meer bereikbaar was, diende voorafgaand aan de volgende dam, de desbetreffende strook te worden verdicht. Nadat een dergelijk strook was verdicht, werden nagenoeg direct aansluitend controlesonderingen uitgevoerd, ten einde het verdichtingsresultaat te kunnen beoordelen.



▲ Principe doorsnede over de oever met daarin aangegeven de te verdichten zones

Diepteverdichting

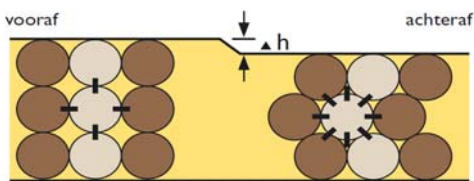
Bij diepteverdichting wordt een cilindrisch gevormde trilnaald van ca. 3,5 m lengte onder toevoeging van waterdruk in de grond gebracht. De aan de giekkraan gevoerde trilnaald wordt zonder extra druk ingebracht en kan tot elke gewenste lengte wordt verlengd. Zodra de trilnaald op de vereiste diepte is ingebracht, wordt de watertoevoer gestopt en start de eigenlijke verdichting door de trilnaald in stappen te trekken.



1 Inbrengen	2 Verdichten	3 Navullen	4 Afwerking
De vibrerende trilnaald dringt, ondersteund door de spoelkracht van het water, tot de gewenste diepte in de bodem. Daarbij kunnen fijne deeltjes met het rotatiewater worden uitgepoeld. Na het bereiken van de einddiepte wordt de watertoevoer vermindert of gestopt.	De grondverdichting volgt in fasen van onder naar boven. Deze vormt een grondcilinder tot wel 5 m diameter. De verhoging van de verdichtingsgraad toont zich door een stijgend stroomgebruik van de trilnaald.	Rondom de trilnaald ontstaat een trechter die met aangeroerd materiaal (A) of het voochhoudende materiaal (B) gevuld wordt. Hiervoor is tot wel 10 % van het behandelde volume benodigd.	Na de uitgevoerde grondverdichting kan de bovenste laag worden aangevuld of kan de topslag met een oppervlakteverdichting worden afwerkt.

De onderlinge afstand van de verdichtingspunten is afhankelijk van de aanwezige grondslag en het gewenste verdichtingsresultaat. Uiteindelijk doel ervan is, de korrels in een dichtere pakking te brengen zodat minder zettingen ontstaan en er minder kans op zettingsvloeiing bestaat.

Pakking van de bodem



▲ Principe van verdichting

Ten gevolge van de verdichting vindt een volumevermindering plaats die tot maximaal 10 % van het te behandelen volume kan oplopen.

Kwaliteitscontrole

Tijdens de uitvoering van de verdichtingspunten worden naast de projectgegevens, het stroomverbruik en de diepte weergegeven in de tijd weergegeven. Hiermee wordt aangetoond dat de rüttelpunten conform plan zijn uitgevoerd. Het stroomverbruik [in ampère] kan een indicatie zijn dat de bodem zich goed laat verdichten. De machinist dient dan adequaat te reageren ten einde de trilnaald niet vast te laten lopen. Anderzijds hoeft een laag stroomverbruik geen indicatie voor een slechte verdichting.

