

# Spoorbaan Arnhem-Nijmegen te Westeraam te Elst

## Grondverbetering door middel van diepe grondstabilisatie, droog



▲ Machine in actie

### Samenvatting

Ten behoeve van een woningbouwproject werd langs een spoorbaan een terp opgebouwd, waarna prefab betonpalen in de terp werden geheid ten behoeve van een geluidsscherm. Ten gevolge van waterverzadigde klei was de terp niet stabiel waardoor de aanwezige palen eveneens vervormden. Om de terp op korte termijn stabiel te krijgen is in het talud een Mixed-In-Place grondverbetering aangebracht waarna daartussen nieuwe stalen palen zijn aangebracht.

### Opdrachtgever

GEM Westeraam te Elst

### Directievoering

Arcadis B.V. te Amersfoort

### Hoofdaannemer:

Smet-Keller Funderingstechnieken VOF

### Onderaannemer Mixed-In-Place

Keller Funderingstechnieken BV  
i.s.m. LCM uit Zweden

### Scope van het werk

- 8.000 meter kolom
- 40 Portproeven

### Uitvoeringstermijn

Juli en augustus 2003

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](mailto:nederland@kellergrundbau.com)

[www.KellerGrundbau.com](http://www.KellerGrundbau.com)

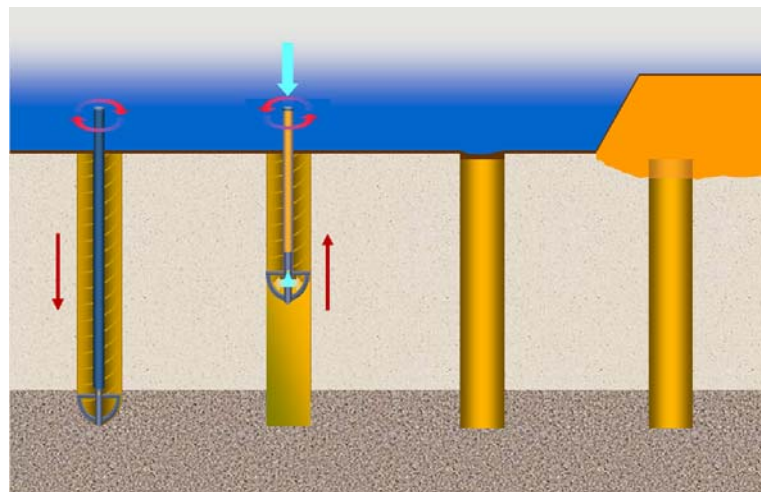
### Doel van de grondverbetering

In onvoldoende draagkrachtige grond kan het nodig blijken een grondverbetering toe te passen. Een van de mogelijkheden is het aanbrengen van gestabiliseerde grondkolommen, de zogenaamde Mixed-In-Place techniek. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de droge en de natte methode. Voor dit project is gekozen voor de droge methode. Deze methode staat ook bekend onder de namen Dry Deep Soil Mixing of Trockenpulver-Einmisch-Technik.

Mixed-in-Place wordt voornamelijk toegepast voor het reduceren van zettingen en het stabiliseren van taluds. Daarnaast kan het worden toegepast voor het reduceren van trillingen en het verhogen van de draagkracht van op staal gefundeerde constructies of spoor- en weglchamen.

### Principe van Mixed-in-Place

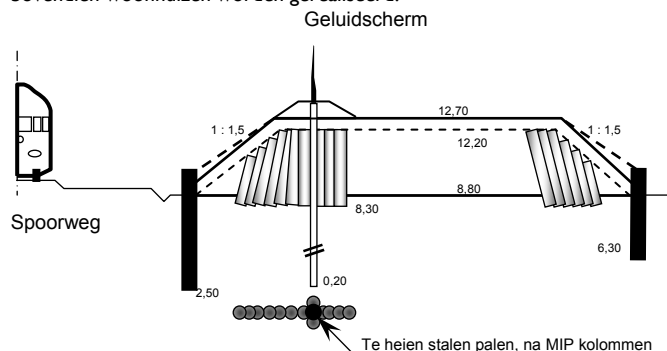
Bij de droge methode wordt een mengbeugel, bevestigd aan de boorstang, draaiend tot op de gewenste diepte gebracht. Vervolgens wordt een droog bindmiddel via de boorstang en de mengbeugel in de grond geblazen en wordt de mengbeugel met een hoog toerental getrokken. Hierdoor wordt de grond intensief gemengd met het bindmiddel (meestal cement en/of kalk). Na de reactie van de binder met het aanwezig grondwater ontstaat een gestabiliseerde grondkolom met verbeterde sterkte eigenschappen. De gerealiseerde kwaliteit is afhankelijk van de grondsoort, de mengintensiteit, de hoeveelheid bindmiddel en het type bindmiddel.



▲ principe van droge Mixed-In-Place

### Het project

Langs de spoorbaan Arnhem – Nijmegen wordt volop gewerkt aan nieuwe Vinex-locatie Westeraam te Elst. Als geluidswering voor de wijk is een rij van terpen aangebracht, welke aan de spoorzijde voorzien wordt van een geluidsscherm. Tussen de terpen worden ook geluidsschermen aangebracht. In en op de terpen zullen bovendien woonhuizen worden gerealiseerd.



▲ principe doorsnede over terp

Nadat de grond in de terpen was aangebracht, bleek het vochtgehalte zeer hoog. Hierdoor bleken de terpen een zeer geringe draagkracht te hebben en de taluds niet stabiel. Hierdoor zijn reeds geheide prefab palen horizontaal verplaatst en in een enkele geval volledig bezwaken. Om de voortgang van de bouw niet te belemmeren, moest in een zeer korte termijn een grondverbetering worden aangebracht.

Deze grondverbetering had ten doel

1. het verbeteren van de stabiliteit van de terpen;
2. het verhogen van de steun van de reeds geheide prefab palen;
3. het verhogen van de steun en geleiden van de nog te heien stalen palen.

Het principe van de grondverbetering is weergegeven op bovenstaande figuur.

Voor de verbetering van de taludstabiliteit zijn loodrecht op het talud rijen van kolommen aangebracht (panelen). Om de horizontaal aangrijpende windbelasting te kunnen opnemen zijn zowel voor als achter de bestaande en de te heien funderingspalen, rijen van kolommen aangebracht. De kolommen zijn 'versneden' aangebracht zodat de rij als geheel functioneert en de belasting beter aan de ondergrond kan worden overgedragen. Ter geleiding van de nog te heien stalen buispalen zijn ook aan weerszijde van de rij een tweetal kolommen aangebracht.

### Materieel

Het benodigde materieel bestaat uit een boorstelling voorzien van een makelaar met een holle boorstang en de zogenaamde shuttle, een opslagtank op rupsen. Het bindmiddel wordt vanuit de shuttle naar de kraan geblazen. Aangezien de shuttle slechts een beperkt hoeveelheid binder kan meenemen, moet die zichzelf regelmatig bevoorraden bij een silo of trailer.



▲ detail van de boorkop

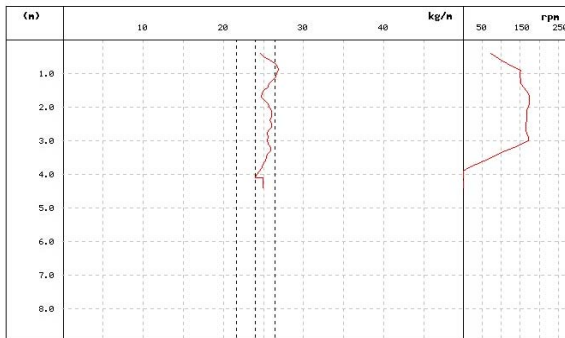
### Kwaliteitscontrole

Het productieproces is vergaand geautomatiseerd en wordt gecontroleerd en eventueel aangepast door de machinist. Tijdens de uitvoering van de kolommen worden naast de projectgegevens, alle relevante parameters (treksnelheid, draaisnelheid, hoeveelheid binder etc.) automatisch geregistreerd.



Object: 351 ELST Generated 2003.08.11 11:58:38  
 Customer: GEM  
 Column name: EV3V 4

Machines: 812  
 Driver: BJORN ANDERS  
 Columnn type: 600C 100  
 Drill: PB3 600



Date: 2003.07.21  
 Time: 07:53  
 Depth (m): 4.4  
 Stabilized (m): 4.0  
 Nom. (kg/m): 24.0  
 Tol. (kg/m): 2.4  
 Avg. (kg/m): 25.5  
 Total (kg): 101.0  
 KGB (kg): 10.0

Produced by TechSell AB

▲ Standaard uitdraai van productiegegevens met essentiële data

Om het resultaat van de grondverbetering objectief te toetsen wordt meestal gekozen voor de zogenaamde PORT (Pull Out Resistance Test). Dit is een gestandaardiseerde staalplaat die tijdens productie van de kolom wordt aangebracht en na verharding door de kolom wordt getrokken. De benodigde kracht is een maat voor de druksterkte en schuifsterkte van de gehele kolomdiameter. De uitvoering kan geschieden middels een standaard sondeerwagen.



▲ principe van uitvoering van Pull-Out-Resistance-Test vanuit eestandaard sondeertruck

