



## Diepe bodemstabilisatie

Een efficiënte en flexibele technologie om  
verschillende bodemproblemen op te  
lossen





## De economische methode om grond te verbeteren

Diepe bodemstabilisatie is een geavanceerde techniek voor het verbeteren van grond. Er is aanzienlijke expertise vereist bij het plannen, ontwerpen en uitvoeren ervan. De techniek levert significante verbeteringen aan de mechanische en fysieke eigenschappen van de bodem in situ, die wordt gemengd met cement of samengestelde bindmiddelen om de zogenoemde soil-mix te vormen. Het resultaat is een gestabiliseerde bodem die over het algemeen sterker, minder doorlatend en minder samendrukbaar is dan de oorspronkelijke bodem. Voor milieutechnische behandeling kunnen chemische oxidatiemiddelen of andere reactieve materialen worden gebruikt om vervuulende bestanddelen onschadelijk te maken.

### Diepe bodemstabilisatie en massastabilisatie

Diepe bodemstabilisatie kan tot een vervangingsgraad van 100% worden uitgevoerd, waarbij alle grond in een bepaald blok wordt behandeld. Dat is ook het geval bij massastabilisatie. Ook een lagere vervangingsgraad is mogelijk, wat vaak het geval is. Er worden verschillende werkvolgorden en patronen gebruikt om de gewenste resultaten te behalen, door gebruik te maken van tussenafstanden en overlappingsen, losse of gecombineerde kolommen en wanden.

### Nat- en droog-mengsysteem

Principieel kan er een onderscheid gemaakt worden tussen twee mengmethodes. De betreffende bodem die verbeterd moet worden, kan met een suspensie met bindmiddelen (nat-mengsysteem) of met droge bindmiddelen (droog-mengsysteem) gemengd worden. Er kan ook gebruikt gemaakt worden van een systeem met hoge druk om de mechanische vermenging te verbeteren. Door zowel droge als natte mengsystemen aan te bieden, kan Keller diepe bodemstabilisatie-toepassingen op maat leveren.







### Voordelen van de technologie

Diepe bodemstabilisatie is gebaseerd op het concept om de betreffende grond zodanig te verbeteren, dat er wordt voldaan aan de eisen die aan de basis van het ontwerp ten grondslag liggen en vergaande maatregelen zoals afgraving en vervanging of minder economische diepe funderingen vermeden kunnen worden. Een groot toepassingsgebied en variabel raster bij de uitvoering van mengkolommen zorgen voor betrouwbare en economische geotechnische oplossingen. Het gebruik van niet-toxische bindmiddelen als bodemadditief, inclusief industriële nevenproducten, (en minder afvoer in vergelijking met jetgrouting of klassieke boorpalen als voorbeeld) maken van deze methode een milieuvriendelijke technologie.

- Voordelig
- Kan duurdere methodes voor dieptefundering vervangen
- Trillingsvrij
- Flexibel toepasbaar
- Vermindert bouwtijd
- Milieuvriendelijk





## Het nat-mengsysteem

Bij het nat-mengsysteem (Deep Soil Mixing, methode Keller) wordt een speciaal mengwerktuig in de bodem gebruikt dat uit een boorstang, schoep en boorkop bestaat. Het boren zorgt nauwelijks voor trillingen en wordt ondersteund door het injecteren van een cementsuspensie ter plaatse van de boorkop en schoep.

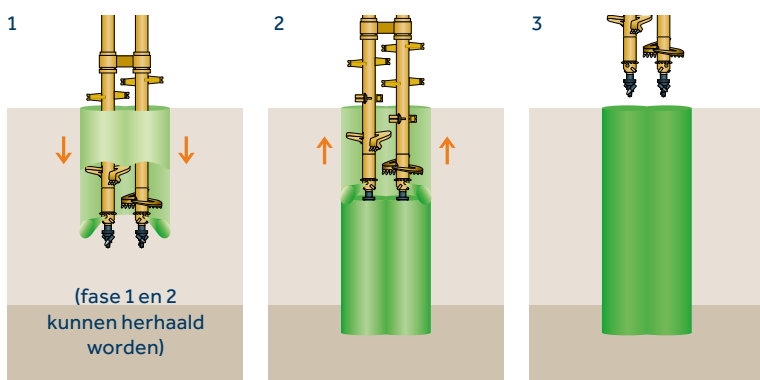
Afhankelijk van de toepassing varieert de diameter van een kolom tussen de 60 en 240 cm. Het mengwerktuig beweegt op en neer om de homogeniteit van de soil-mix te verbeteren en zorgt ervoor dat de suspensie veilig met de bodem gemengd wordt. De samenstelling en het pompvolume van de suspensie worden daarbij, afhankelijk van de vereiste sterkte en dichtheid, aan de vereiste parameters van de bodem aangepast.

De dichtheid kan door toevoeging van verschillende andere stoffen, zoals bentoniet, verbeterd worden. De buigsterkte van de nieuwe

kolommen kan indien nodig verhoogd worden door middel van wapening.

## Kwaliteitscontrole

De kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging wordt door productievoorschriften op basis van onder andere laboratoriumonderzoeken en veldproeven vastgelegd. Van elke kolom wordt een rapportage opgesteld dat de tijd en datum van vervaardiging, lengte van de kolom, boor- en optreksnelheid, mengsnelheid, druk en debiet van de gepompte suspensie en het totale suspensieverbruik registreert. Monsters worden in principe in vloeibare toestand uit de nieuwe kolommen gehaald (nat speciemonster). Er kunnen ook kernboringen en andere methodes gebruikt worden om een monster te nemen. Hiermee wordt de homogeniteit, integriteit en stijfheid van de gebouwde kolommen gecontroleerd. De keuzen van de geschikte controlemethodes hangt af van de eisen van de bodemstabilisatie en de stijfheid die de gestabiliseerde bodem moet hebben.



Het nat-mengsysteem

# Toepassingen

- Weg- en spoorwegtaluds
- Ondersteunen van strook-, poer- en plaatfunderingen
- Bruglandhoofden en kolommen, funderingen voor windturbines
- Grondkeringen en bouwputten
- Stabilisatie van hellingen
- Beperking van liquefactie
- Dijken, damwanden en piping
- Bodemverbeteringen en sanering met massastabilisatie
- Inkapselen en vastzetten van verontreinigingen

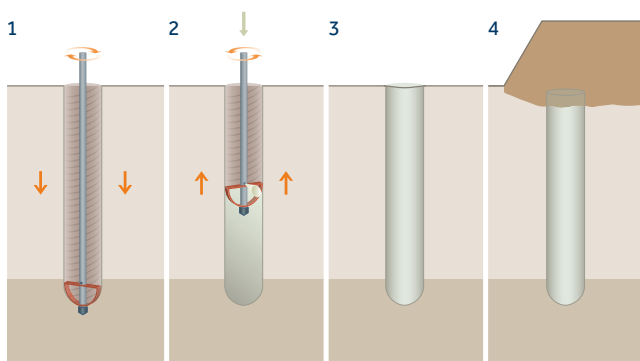
## Het droog-mengsysteem

In tegenstelling tot het nat-mengsysteem is het droog-mengsysteem uitsluitend mogelijk in bodems die een voldoende hoog watergehalte hebben om een chemische reactie mogelijk te maken tussen de stabiliserende droog ingebrachte bindmiddel, de bodem en het grondwater. Het grote voordeel van deze methode is dat stabilisatie van niet-draagkrachtige grondlagen, ook in organische bodems en op grote dieptes, met hoge productiesnelheden kostenefficiënt en met minimale hoeveelheden retourvloeistof, uitgevoerd kan worden. De methode kan ook bij lage temperaturen uitgevoerd worden.

De standaard bouwplaatsinrichting bestaat uit een mobile shuttle of stationaire bindmiddelcontainer met transportsysteem en een afgestemde boormachine dat met een speciaal mengwerktuig is uitgerust. De meest voorkomende kolomdiameter is 60 tot 100 cm bij dieptes tot 25 m.

Het bindmiddel wordt ingebracht en gemengd tijdens het trekken aan de stang. Hierbij is de draaiinrichting tegengesteld ten opzichte van de boorfase. Het bindmiddel wordt met perslucht via stangen vanaf de container naar de boormachine

Het droog-mengsysteem



getransporteerd. De perslucht en de hoeveelheid bindmiddel worden automatisch gereguleerd, zodat de vooraf vastgestelde hoeveelheid bindmiddel in de juiste bodemzone ingebracht wordt. Als vuistregel geldt dat plastische klei met leem met kalk of cement-kalkmengsels verstevigd kan worden, bij organische bodems wordt vliegas gebruikt.

## Kwaliteitscontrole

Net zoals bij kolommen die met het nat-mengsysteem gemaakt worden, worden de maatregelen voor kwaliteitscontrole (bewaking en registratie van de productieparameters) tijdens en na beëindiging van de werkzaamheden uitgevoerd. De productie van elke kolom wordt door een boordcomputer geregistreerd.

Na het einde van de werkzaamheden worden testen uitgevoerd om de uitgangspunten voor het ontwerp te controleren. De standaardtesten omvatten gemodificeerde sonderingen in kolommen met lagere sterkte eisen, maar ook trekweerstandtesten (Pull Out Resistance Test, PORT). Eventueel kunnen ook laboratoriumproeven op boorkernen uitgevoerd worden.



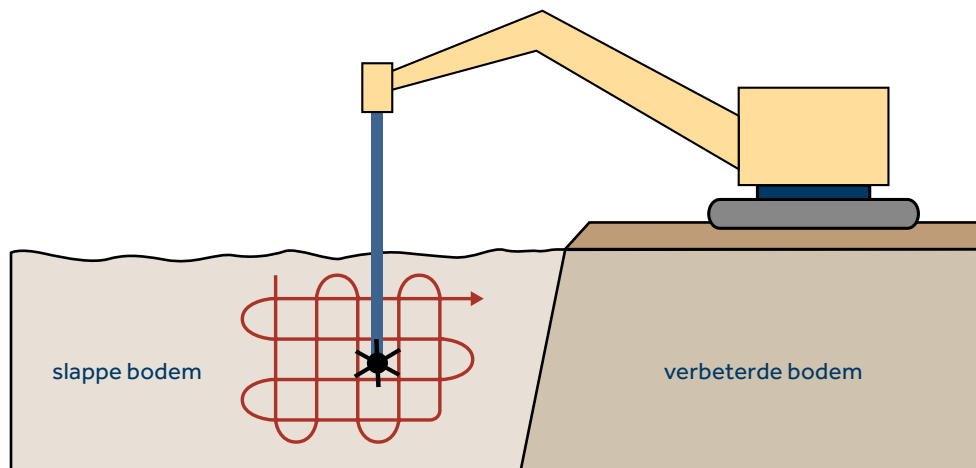




## Massastabilisatie nabij het oppervlak

Droogmengen nabij het oppervlak biedt een voordelige oplossing voor grondverbetering of sanering van locaties met relatief grote volumes van zeer slechte of vervuilde grond nabij het oppervlak en bij locaties met een hoog watergehalte, zoals afzettingen van uitgebaggerde sedimenten, natte organische bodems of afvalslurrie. Bij deze methode worden speciale mengwerktuigen gebruikt die meestal op de armen van hydraulische kranen gemonteerd zijn. Vermenging gebeurt verticaal of horizontaal met mengwerktuigen, zoals schoepen waarbij centraal een injectiepunt voor de toevoeging van het bindmiddel is aangebracht.

Het bindmiddel wordt door een aparte eenheid gevoed die bestaat uit een bindmiddelcontainer met perslucht, een compressor, een ontvochtiger en een controle-eenheid. De stabilisatie wordt afhankelijk van de reikwijdte van de machine in verschillende delen uitgevoerd met een oppervlakte van 8-10 m<sup>2</sup> en een diepte van ongeveer 4 m. Nadat het vereiste volume aan bindmiddel verwerkt is, wordt doorgedaan met mengen tot de optimale mengeigenschappen bereikt zijn.



Massastabilisatie procedé



# Diepe bodemstabilisatie projecten



## Fundering voor een wegviaduct in Polen

Keller Polen legde de fundering voor een nieuw viaduct dat langs de snelweg S7 naar Krakau is gebouwd. In totaal zijn er 160 diepe bodemstabilisatie kolommen, elk met een diameter van 1,6 m en met een lengte tot 7 m, geïnstalleerd binnen zes werkdagen om de zettingsverschillen tussen vier viaductdragers te beperken tot 15 mm. Door gebruik te maken van de natte methode en gemengd cement van het type CEM II / B-V 32, 5R, dat zo'n 30% vliegas bevat, werd een voordelige en milieuvriendelijke oplossing geboden en was conventioneel heien niet nodig.







**Keller Funderingstechnieken B.V.**

Europalaan 16, Postbus 757  
2400 AT Alphen aan den Rijn

[info.nl@keller.com](mailto:info.nl@keller.com)  
+31 (0) 17 24 71-798