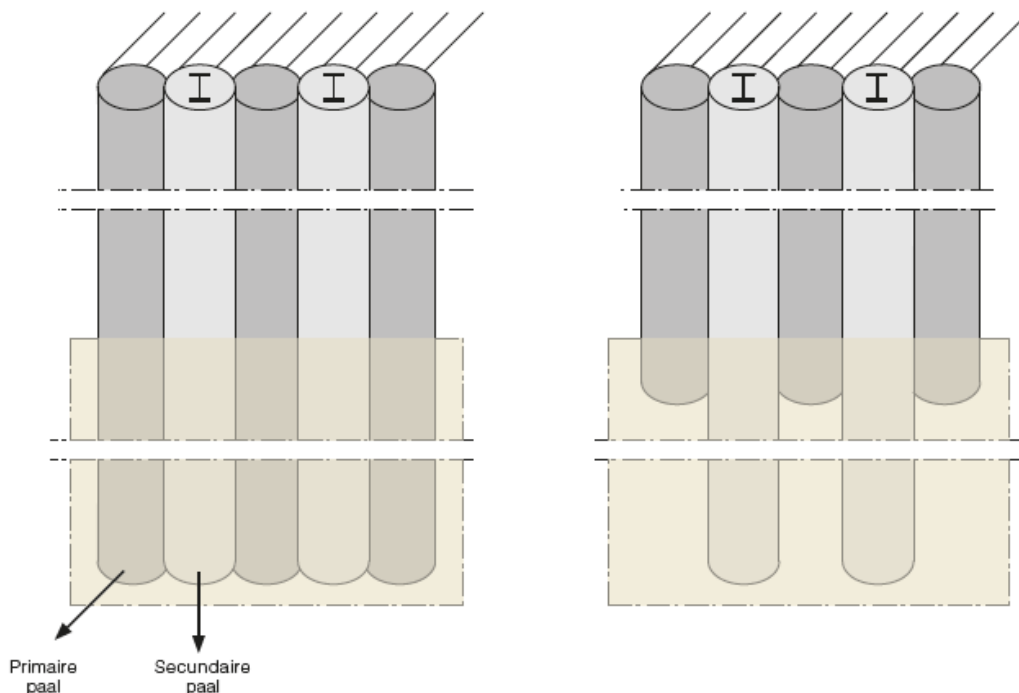


De Infofiche over 'soil mix'-wanden waarbij de wanden opgebouwd zijn uit kolommen, is essentieel voor iedereen die dit type beschoeiing toepast. In deze fiche hebben we onder meer aandacht voor de uitvoering, de materialen en de afmetingen.

1. Typering van het systeem

De grond wordt *in situ* mechanisch vermengd met een bindmiddel aan de hand van een speciale mengbeitel. Dit mengprocedé resulteert in 'soil mix' -kolommen. Door dergelijke kolommen snijdend in elkaar uit te voeren, is het mogelijk een continue wand te vormen die dienstdoet als beschoeiing (zie afbeelding 1). Bij dit systeem kan men ook kiezen om de primaire kolommen minder diep uit te voeren dan de secundaire kolommen (gestaffelde uitvoering).



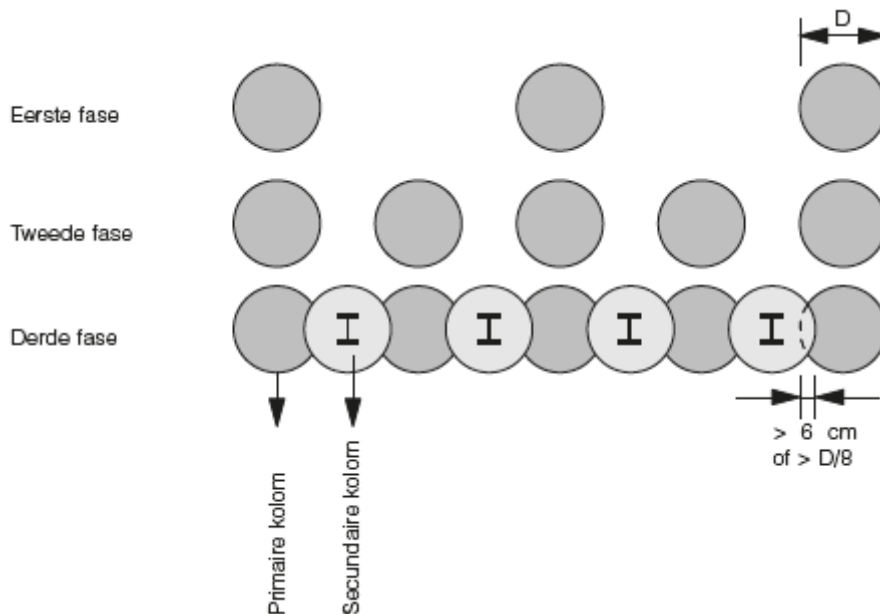
Afb. 1. Wand met 'soil mix' -kolommen : klassieke uitvoering (links) en gestaffelde uitvoering (rechts).

2. Uitvoering : algemene beschrijving

Bij een wand met 'soil mix' -kolommen wordt vooraf meestal een geleidingsbalk aangebracht die de posities van de kolommen aanduidt en die zorgt voor geleiding tijdens het op diepte brengen van de mengbeitel.

De uitvoering gebeurt in verschillende fasen :

- in een eerste fase wordt een eerste reeks primaire ongewapende kolommen uitgevoerd op posities 1 – 5 – 9 – 13 – ...
- in een tweede fase wordt een tweede reeks primaire ongewapende kolommen uitgevoerd op posities 3 – 7 – 11 – ...
- in een derde fase worden de secundaire gewapende kolommen op posities 2 – 4 – 6 – 8 – 10 – 12 – ... uitgevoerd. Hierbij worden de primaire kolommen gedeeltelijk weggeboord (zie afbeelding 2). Indien de 'soil mix' -wand in de nabijheid van zettingsgevoelige constructies wordt geïnstalleerd, worden de secundaire kolommen eveneens in twee fasen uitgevoerd 2 – 6 – 10 – ... en vervolgens 4 – 8 – 12 – ...
- de bouwput wordt vervolgens uitgegraven tot het installatieniveau van een eventuele horizontale ondersteuning
- indien nodig wordt de horizontale ondersteuning (ankers, trekpalen, stempels, ...) aangebracht. De ankers of trekpalen worden geplaatst ter hoogte van de oversnijding van een primaire en een secundaire kolom
- de bouwput wordt verder uitgegraven tot aan het volgende installatieniveau van een eventuele bijkomende horizontale ondersteuning of tot het uiteindelijke uitgravingspeil.



Afb. 2. Bovenaanzicht van de uitvoering van een 'soil mix' -wand met kolommen.

3. Materialen

De grond wordt vermengd met een grout op basis van bindmiddel en water. Het bindmiddel bestaat uit cement (cement + toeslagstoffen) en eventuele hulpstoffen. Het bindmiddelgehalte bedraagt meestal 250 tot 500 kg per m³ kolom. De grout heeft een water-bindmiddelgehalte tussen 0,6 en 1,2.

Eén kolom op twee wordt gewapend met een stalen profiel. Voor de eventuele toepassing van korfwapeningen zijn er bijkomende proeven noodzakelijk.

4. Afmetingen

Hieronder volgt een overzicht van de karakteristieke afmetingen voor 'soil mix' -wanden :

- de diameter van een 'soil mix' -kolom bedraagt meestal 0,4 tot 0,6 m (in bepaalde gevallen kan deze oplopen tot 1,2 m)
- de overlapping tussen de kolommen in een 'soil mix' -wand bedraagt steeds minimaal 6 cm. Indien de 'soil mix' -wand wordt toegepast als een silostructuur en/of met een waterremmende functie, bedraagt de overlapping ten minste 1/8 van de kolomdiameter (zie afbeelding 2). Hierbij dient rekening gehouden te worden met de plaatsingstoleranties
- de uitvoeringsdiepte bedraagt meestal minder dan 20 m.

5. Draagvermogen

Als een constructie een dragende functie heeft, dient er rekening gehouden te worden met de invloed van onder andere de grond *in situ*, het bindmiddelgehalte, de uitvoeringsparameters op de sterkte, alsook met de vervormingsparameters van het 'soil mix'- materiaal.

Bij de berekening van het grondmechanisch draagvermogen van een 'soil mix' -wand dienen de vormfactor, het groepseffect en de invloed van de uitgraving in rekening gebracht te worden.

6. Horizontale verplaatsing

De vervorming is een belangrijk aandachtspunt. De grond *in situ*, het bindmiddelgehalte en de uitvoeringsparameters beïnvloeden immers de stijfheid van een 'soil mix'-wand.

7. Toepassingsgebied

'Soil mix' -wanden kunnen de volgende functies bezitten :

- 'soil mix' -wanden hebben een tijdelijke grondkerende functie
- 'soil mix' -wanden kunnen ook een verticaal dragende functie hebben; de mogelijkheid hiertoe is afhankelijk van de grondkarakteristieken en/of de wapening
- 'soil mix'-wanden kunnen tevens een waterremmende functie hebben. De risico's ten gevolge van de afwijkingen van de installatie van de kolommen op de waterdichtheid van de 'soil mix' -wand dienen voorafgaandelijk te worden beoordeeld. Eventuele lekken dienen onmiddellijk te worden behandeld
- voor een permanente functie moeten bijkomende voorzieningen getroffen worden.

Bij de toepassing van 'soil mix' -wanden dienen de volgende aandachtspunten in acht genomen te worden :

- de toepasbaarheid van de techniek is afhankelijk van de grondsoort *in situ* (zie tabel)
- bij de uitvoering van 'soil mix'-wanden treden er geen trillingen op
- eventuele ondergrondse obstakels kunnen grote problemen veroorzaken. Een voorafgaandelijke evaluatie is daarom noodzakelijk
- er is geen voorafgaandelijke verlaging van de grondwatertafel vereist. Bij aanwezigheid van belangrijke grondwaterstromingen moet het risico op het uitwassen van het 'soil mix' -materiaal bestudeerd worden.

Tabel Toepasbaarheid van soil mix in functie van de grondsoort *in situ*. (V staat voor toepasbaar in bepaalde omstandigheden, VV voor bijna altijd toepasbaar en VVV voor altijd toepasbaar).

Zand	Leem	Slappe klei	Vaste klei
VVV	VV	VV	V
Opmerking : bijzondere aandacht voor de uitvoering van soil mix in grofgrindlagen, veen- en turfgronden.			

8. Speciale aandachtspunten

8.1 Bij de berekening

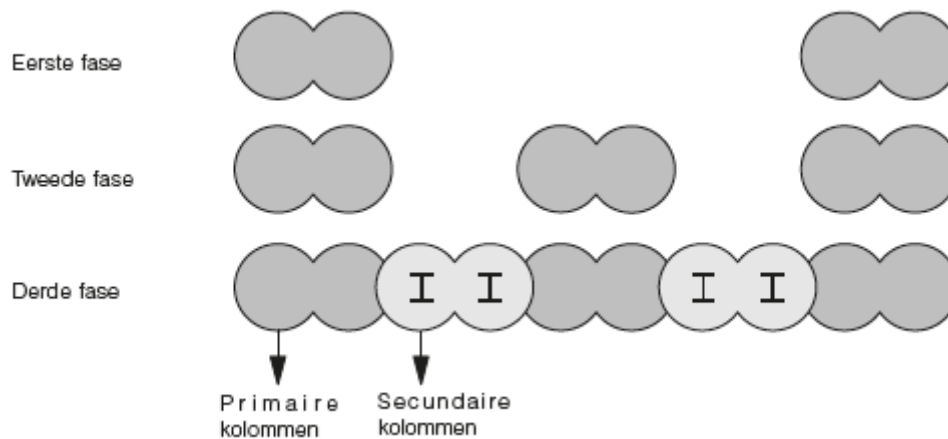
- het principe van het grondmechanisch ontwerp komt overeen met dat voor diepwanden
- voor de bepaling van de buigstijfheid van de wand moet er rekening worden gehouden met een gereduceerde doorsnede van de 'soil mix' -wand. Daarenboven dient er voor de buigstijfheid van een gestaffelde 'soil mix' -wand rekening gehouden te worden met het discontinue karakter onder het uitgravingsniveau
- het maximale breukmoment van de wand wordt bepaald aan de hand van de aanwezige wapening (meestal profielen)
- er dient steeds gecontroleerd te worden of het 'soil mix' -materiaal voldoende druksterkte heeft om de gronddrukken en de eventuele waterdrukken over te brengen naar de profielen (gewelfwerking).
- ten gevolge van de uitvoering (bv. grondontspanning, gewicht machines, ...) dienen de zettingen van naburige constructies te worden gecontroleerd
- indien de 'soil mix' -wand wordt uitgevoerd als een silostructuur, mag er tot een maximale diepte van 100 maal de overlapping van de kolommen op het ringeffect gerekend worden.

8.2 Bij de uitvoering

- de kwaliteit van het 'soil mix' -materiaal hangt af van de grond *in situ*, het bindmiddelgehalte en de uitvoeringsparameters
- tijdens het uitvoeringsproces moet erop worden toegezien dat het bindmiddel gelijkmatig over de diepte wordt ingebracht
- er dient minstens 6 uur te verlopen tussen de uitvoering van de eerste reeks primaire kolommen (fase 1) en de tweede reeks primaire kolommen (fase 2)
- bij de installatie van een 'soil mix' -wand gebeurt de uitvoering van de secundaire kolommen zo snel mogelijk na de uitvoering van de primaire kolommen. De uitvoering van de secundaire kolommen mag echter ten vroegste 8 uur na het beëindigen van de primaire kolommen worden aangevat. Afhankelijk van de grondkarakteristieken kan een andere fasering noodzakelijk zijn
- tussen het uitvoeren van de kolommen en de uitgraving dient voldoende tijd te verlopen, zodat het 'soil mix' -materiaal de minimale vereiste druksterkte en stijfheid heeft bereikt
- de overdracht van de krachten van de horizontale ondersteuning op de wand gebeurt met behulp van gordingen. Een lokale krachtsoverdracht met bv. een ankerplaat is in bepaalde gevallen ook mogelijk indien de structurele stabiliteit van de wand wordt gevrijwaard
- voor de plaatsing van de wapening van de secundaire kolommen kan een gabarriet gebruikt worden om aldus de nauwkeurigheid van de positie van de profielen te verbeteren.

9. Varianten

Speciaal aangepaste boormachines kunnen twee of drie kolommen tegelijkertijd realiseren. De drie productiefasen zijn dezelfde als bij een enkelvoudig kolomsysteem (zie afbeelding 3).



Afb 3. Bovenzicht van de uitvoering van een 'soil mix' -wand met een boormachine waarbij twee kolommen tegelijkertijd worden gerealiseerd.

10. Kwaliteitszorg

10.1 Afhankelijk van de functie

De controle van de kwaliteit van het 'soil mix' -materiaal hangt af van de functie van de 'soil mix' -wand.

'Soil mix' -wand als tijdelijke grondkering (stijfheid wand = stijfheid wapeningsprofielen) :

Indien het 'soil mix' -materiaal uitsluitend in rekening gebracht wordt om de gronddrukken naar de profielen over te dragen (stijfheid wand = stijfheid wapening), dient er minimaal 1 kern/150 m³ 'soil mix' -materiaal genomen te worden met een minimum van zes kernen. De monsternamen staan beschreven in het bestek.

De volgende elementen worden beproefd :

- bepaling uniaxiale drukweerstand
- schatting insluitsels < 20 vol%.

Indien de uitvoerder reeds over proefresultaten beschikt op minstens twee sites waar hetzelfde 'soil mix' -procedé werd toegepast in gelijkaardige omstandigheden, hoeft men het proefprogramma niet te volgen.

'Soil mix' -wand als tijdelijke grondkering (stijfheid wand > stijfheid wapeningsprofielen) :

Indien het 'soil mix' -materiaal niet alleen in rekening gebracht wordt om de gronddrukken naar de profielen over te dragen, maar ook om bij te dragen tot een grotere stijfheid van de wand samen met de profielen dient er minimaal 1 kern/150 m³ 'soil mix' -materiaal genomen te worden met een minimum van zes kernen. De monsternamen staan beschreven in het bestek.

De volgende elementen worden beproefd :

- bepaling uniaxiale drukweerstand
- bepaling elasticiteitsmodulus
- schatting insluitsels < 20 vol%.

Indien de uitvoerder reeds over proefresultaten beschikt op minstens twee sites waar hetzelfde 'soil mix' -procedé werd toegepast in gelijkaardige omstandigheden, hoeft men het proefprogramma niet te volgen.

'Soil mix' -wand met een tijdelijke of permanente waterkerende en/of dragende functie :

Bij de monstername wordt er minimaal 1 kern/75 m³ 'soil mix' -materiaal genomen met een minimum van 12 kernen. De monstername staat beschreven in het bestek.

Het proefprogramma mag beperkt worden tot 1 kern/200 m³ 'soil mix' -materiaal (minimaal zes kernen) indien de uitvoerder reeds over proefresultaten beschikt op minstens twee sites waar hetzelfde 'soil mix' -procedé werd toegepast in gelijkaardige omstandigheden.

De volgende elementen worden beproefd :

- bepaling uniaxiale drukweerstand
- bepaling elasticiteitsmodulus
- schatting insluitsels < 20 vol%.

Bij eventuele insluitsels > 1/3 breedte van de wand dient de ontwerper aan te geven of ze onmiddellijk dienen te worden behandeld.

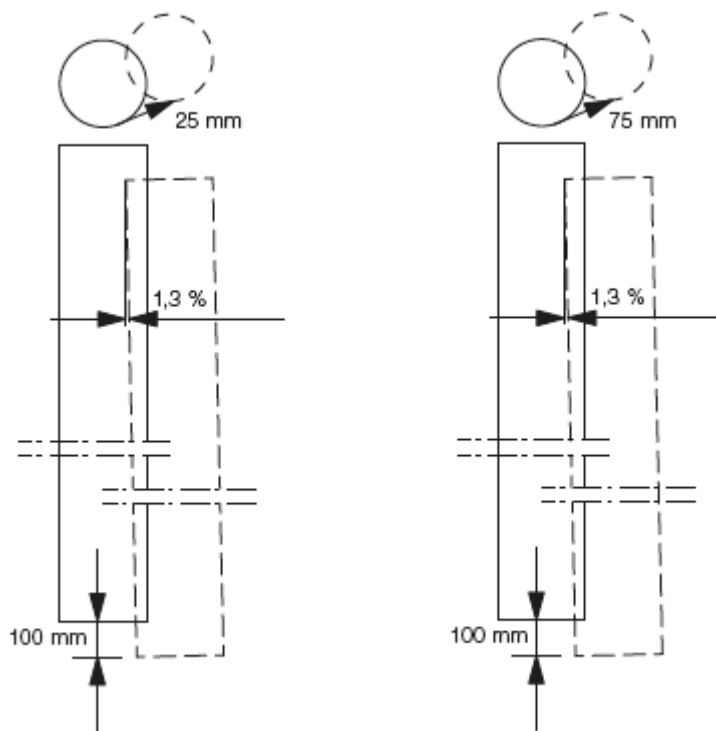
10.2 Afhankelijk van de toleranties

Toleranties met betrekking tot de positionering (zie afbeelding 4) van een 'soil mix' -wand :

- de nauwkeurigheid van de horizontale positie van de kolommen (aan het maaiveld) bedraagt 25 mm (indien uitgevoerd met een geleidingsbalk) en 75 mm (indien uitgevoerd zonder een geleidingsbalk)
- de nauwkeurigheid van de verticale positie van de kolommen bedraagt ± 100 mm (peil aan de onderkant van de kolommen)
- de nauwkeurigheid van het bovenpeil is afhankelijk van de grondkarakteristieken en het eventuele gebruik van een geleidingsbalk
- de nauwkeurigheid van de helling van de kolommen bedraagt 1,3 %
- voor de lokale uitstulpingen van de kolommen wordt er een bijkomende tolerantie van 100 mm toegelaten. In bepaalde omstandigheden (bv. bij aanwezigheid van lokale holten, van grote harde stenen in de grond of in slappe lagen) zijn grotere uitstulpingen van de kolommen onvermijdelijk.

Het bestek dient met de toleranties rekening te houden bij de bepaling van de inplanting van ondergrondse constructies en eventuele meerkosten ten gevolge van een positionering binnen de toleranties (bv. afkappen kolommen).

Indien gewenst, kan het bestek striktere toleranties eisen. Zo wordt voor een 'soil mix' -wand die toegepast wordt als een silostructuur en/of met een waterremmende functie vaak een nauwkeurigheid van de helling van 0,5 % geëist.



Afb. 4. Toleranties van de positionering van de kolommen van een 'soil mix' -wand : met gebruik van een geleidingsbalk (links) en zonder gebruik van een geleidingsbalk (rechts).

11. Link naar de bouwproductendatabank [Techcom](#)

N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling 'Geotechniek', WTCB
P. Ganne, dr. ir. (ex-WTCB)

De Infofiche werd opgesteld in nauwe samenwerking met ABEF (Belgische Vereniging Aannemers Funderingswerken) en de WTCB-werkgroepen 'Beschoeiingen' en 'Stuurgroep TIS-SFT' (TIS = Thematische Innovatiestimulering / SFT = Speciale FunderingsTechnieken).