

## Voorafgaande tracéverbetering bij doorpersingen

Rev. 1 dd. 8 augustus 2017

### Opgemaakt door Werkgroep 8 van VLARIO

#### A) Functievereisten

- 1) In uitvoeringsfase : o.w.v. stuurbaarheid boorkop  
Noodzakelijk in heel slappe lagen :  $q_c \ll 1$  MPA
- 2) In definitieve fase : o.w.v. stabiliteit van aangelegde leiding  
Noodzakelijk in slappe lagen :  $q_c < 1$  MPa
  - maar meestal geen probleem o.w.v. - buis lichter dan oorspronkelijke grond
  - opwaartse waterdruk
  - wel probleem bij variatie grondwater en dus ook variatie in korrelspanning → zettingen
  - wel probleem bij wijzigende bovenbelasting bv. aanvulling van treinbedding

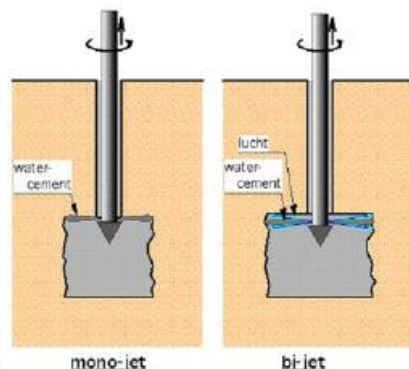
#### B) Technieken voor grondverbetering

De grond wordt in-situ vermengd met grout (water-cementmengsel).

##### 1) Very High Pressure-Grouting (VHP)

De boormachine boort de boorstangen met diameter ca. 80 mm tot de gewenste diepte en vervolgens wordt de grout onder hoge druk geïnjecteerd over de gewenste hoogte. Zo vormt zich een ronde kolom.

- Boormachine: klein of groot : min 1 m x 3 m met 2m mast (3 ton)  
max 5 m x 8 m met 25m mast (35ton)
- Retourspecie : +/- 200 % volume kolom, bufferbekken noodzakelijk (ev. containers)
- Geleidingsbalk : - voor accurate inplanting  
- voor opvang boorspecie
- Ruimte voor vaste installatie : pomp, menger, silo's = +/- 100 m<sup>2</sup>
- Monojet : injectie grout : Ø 60 cm à 100 cm  
Bijet : injectie grout + lucht : Ø 100 cm à 140 cm
- Groutkolom kan over een beperkte hoogte uitgevoerd worden
- Max. diepte ca. 25 m
- 40 à 80 m/dag



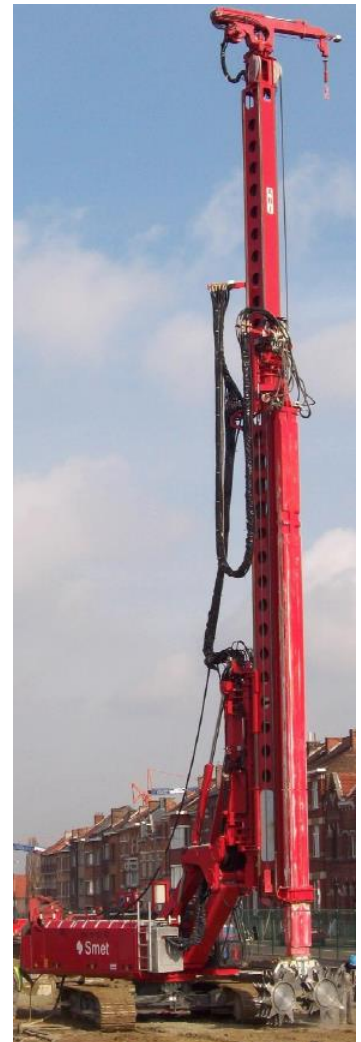


## 2) Soilmixing

De boormachine boort de boorstangen naar beneden en mengt met de ronde boorpunt de grout in de grond (TSM). Zo wordt een ronde groutkolom gevormd. Drie kolommen kunnen gelijktijdig geboord worden.

Bij cuttersoilmixing (CSM) boort een frees naar beneden; terwijl mengen de ronde wielen de grout met de grond. Zo wordt een rechthoekig paneel gevormd.

- TSM :  $\varnothing$  40 - 50 - 60 - 80 cm
- CSM : breedte 50 - 60 - 100 cm, lengte 240 cm - 280 cm
- Max. diepte ca. 20 m
- Boormachine : 4 m x 13 m met mast 25 m (ca. 100 ton)
- Vaste installatie: pomp, menger, silo's = +/- 100 m<sup>2</sup>
- Piketten voor accurate inplanting
- Retourspecie : +/- 50 à 100 % volume paneel/kolom, bufferbekken noodzakelijk
- Paneel/kolom wordt steeds vanaf maaiveld gevormd tot gewenste diepte
- 80 à 120 m/dag



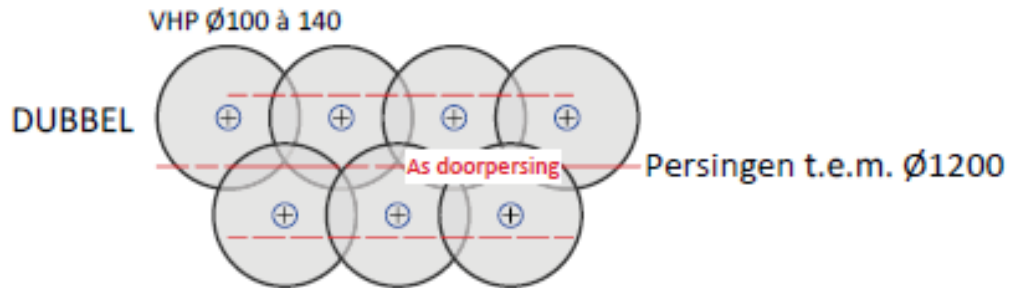


## C) Uitvoeringsmodaliteiten

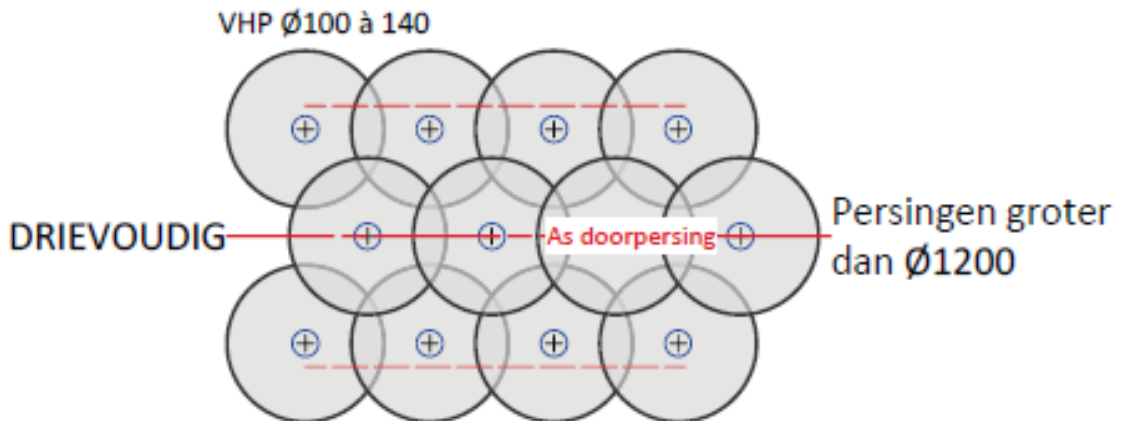
### 1) Volcontinu injectielichaam = OPTIMALE KEUZE

Een volcontinu injectielichaam moet steeds worden nagestreefd. Enkel hiermee kunnen problemen tijdens het doorpersen worden voorkomen

- $\oplus$  = ideaal: steeds dezelfde boorumstandigheden  
 $\ominus$  barrière voor grondwater
- Min. afmeting: 1 x  $\emptyset$  doorpersing boven en onder boring van stuurbaarheid  
Min. breedte = 1/2  $\emptyset$  doorpersing

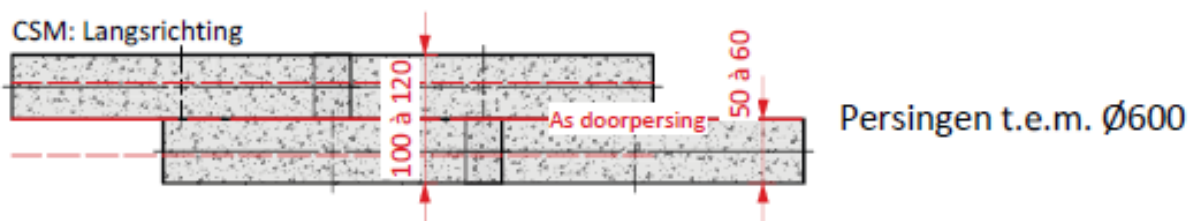


Regelmaat palen tot op draagkrachtige grond

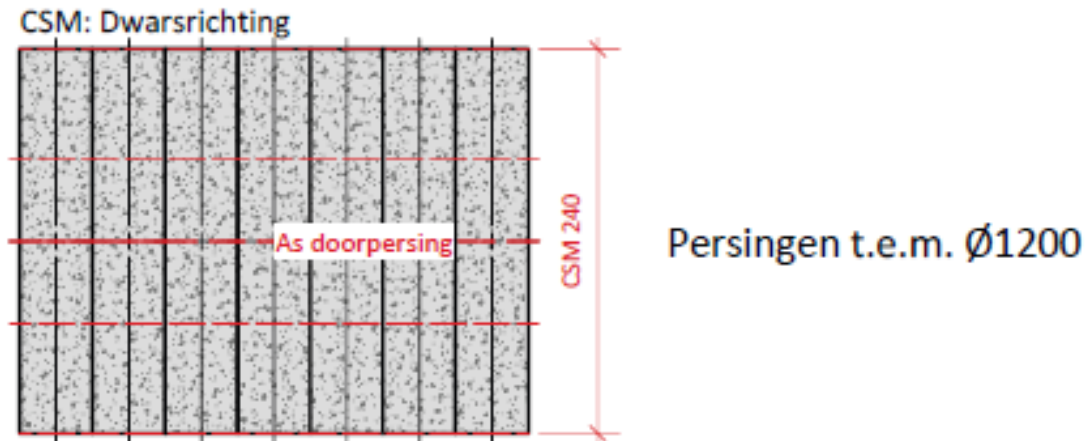


Regelmaat palen tot op draagkrachtige grond

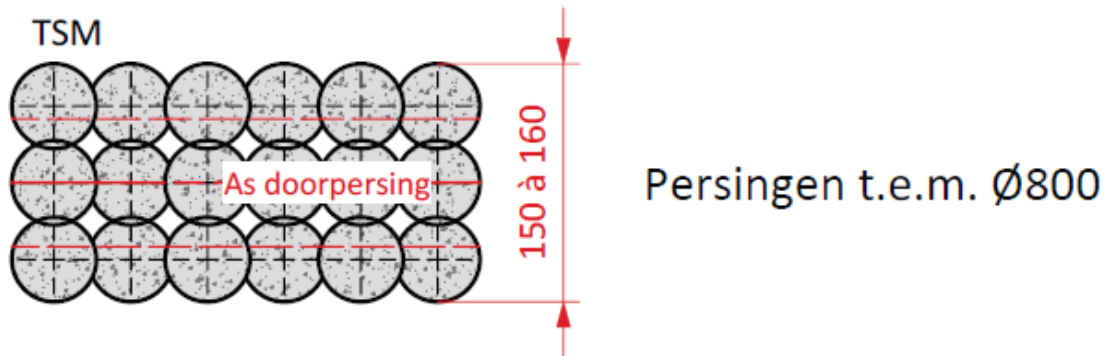
2) CSM : langsrichting



### 3) CSM : Dwarsrichting



### 4) TSM : Dwarsrichting



#### Discontinuu injectielichaam = COMPROMIS KEUZE

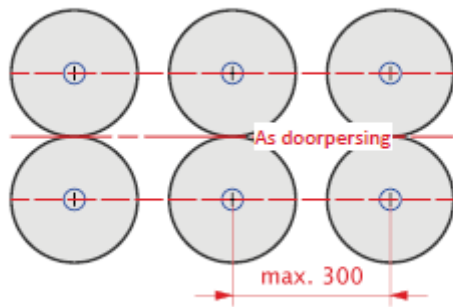
De keuze voor een discontinuu injectielichaam moet vermeden worden, doch in sommige gevallen is het de enige mogelijkheid om voorafgaand aan de doorpersing 'iets' te ondernemen. Het moge duidelijk wezen dat hieraan nadelige gevolgen gekoppeld zijn, waarvan de consequenties vooraf dienen te worden onderkend en de bijhorende risico's toegewezen aan de bouwheer! Deze 'compromis'-keuze heeft volgende voor- en (belangrijker nog) nadelen :

⊕ kleinere impact op omgeving tijdens het aanbrengen van het injectielichaam

⊖ wisselende doorpersomstandigheden met als reële gevolgen:

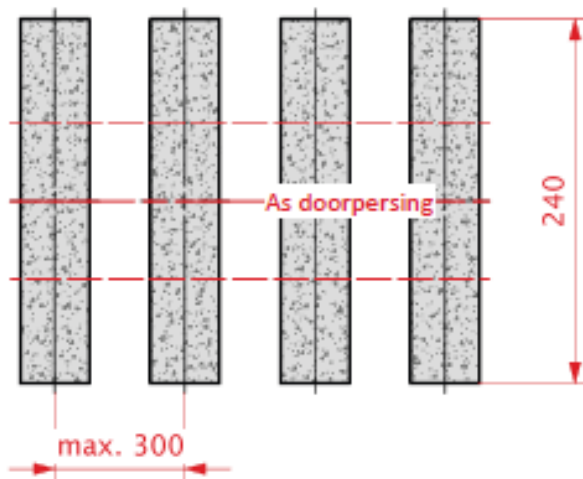
- risico op zettingen maaiveld
- risico op blow-out
- risico op stuurafwijking bij onnauwkeurige maatvoering grondverbetering

Een mogelijke configuratie van tracébehandeling zou er dan als volgt kunnen uitzien :



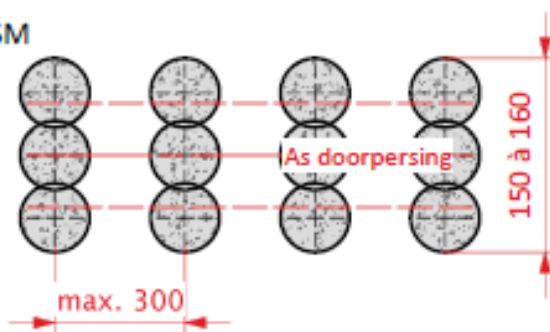
Persingen t.e.m. Ø1200

CSM



Persingen t.e.m. Ø1200

TSM



Persingen t.e.m. Ø800

Noot :

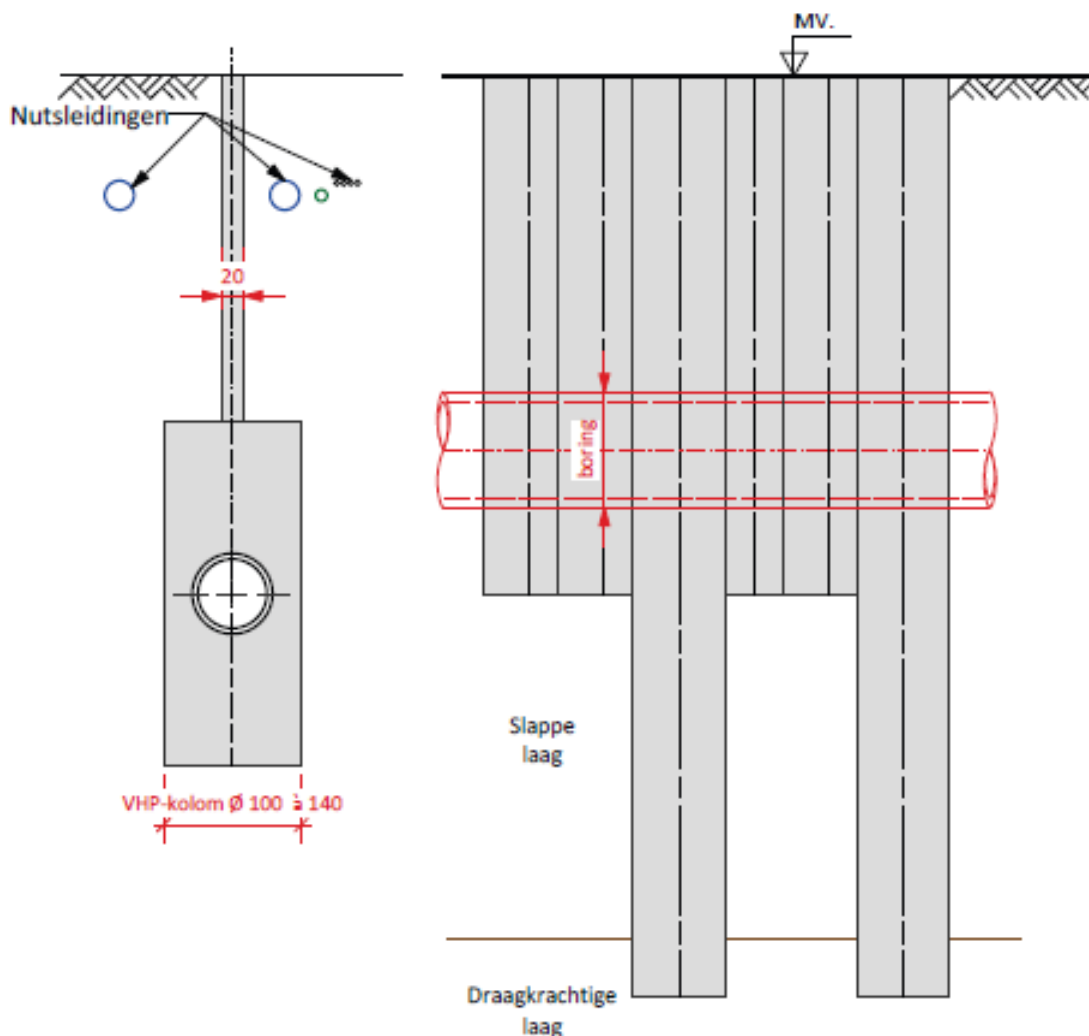
Indien het, o.w.v. het niet bereikbaar zijn van het boortracé, totaal onmogelijk is om een (continu doorlopende) voorafgaande tracé-behandeling vanaf het maaiveld uit te voeren, dient minimaal te worden gestreefd naar het aanbrengen van een injectielichaam onmiddellijk bij het verlaten van de persput, alsook bij het toekomen in de ontvangstput. De lengte (in de richting van de booras) van het respectievelijke injectielichaam bedraagt minimaal :

- a) bij de persput : lengte boorkop + eventuele naloopbuis vergroot met één meter
- b) bij de ontvangstput : 1,5 x de uitwendige diameter van de boorkop

Om te anticiperen op eventuele boorafwijkingen in de rest van het tracé, dient hierbij de ontworpen diameter van de doorpersing te worden vergroot naar de eerstvolgende grotere beschikbare diameter!

### 3) Variatie in diepte

- met VHP over beperkte hoogte jetten
  - ⊕ naast bestaande leidingen
  - ⊕ geen hinder voor toekomstige leidingen
- t.b.v. stabiliteit 1 om de "x" panelen/kolommen tot draagkrachtige laag



## D) Materiaal

= grondverbetering

- Resultaat afhankelijk van type grond :

- \* slappe grond → lage druksterkte
- \* zandgrond → hoge druksterkte

→ hoeveelheid cement aanpassen in functie van de grond : eis voor de toepassing als grondverbetering is 2 tot 5 MPa.

## E) Geologie

- 1) Lage conusweerstand : < 0,2 MPa, < 0,5 MPa, < 1 MPa
- 2) Spanningswater: labiel evenwicht, seizoensgebonden bv. in de buurt van heuvels  
→ bemaling en/of grondverbetering
- 3) Verstoring grondwaterstroming door boring → verlaging korrelspanning  
→ zinking boorschild in uitvoering  
→ zetting buis in definitieve fase

## F) Omstandigheden

1) Natuurgebied :

- min. impact → kleine VHP-boormachine
- zetting toelaatbaar → discontinue grondverbetering → geen barrière voor grondwater
- injectielichaam enkel bij pers- en ontvangstput in combinatie met grotere diameter persing om bergingsmarge creëren

### Infrastructuur

- weg → CSM/TSM omwille van hoog rendement --> beperkte duur van de werken
- spoorweg → VHP met kleine boormachine omwille van luchtleidingen met kleine boorstangen doorheen bedding
- watergang: vanaf ponton, eisen dijkbeheerder nagaan
- nutsleidingen → VHP :
  - flexibele inplanting
  - voerbuis voorbij leidingen
- dijk → VHP met lichte boormachine

## G) Consequenties voor het doorpersen

- 1) Druksterkte : aangepast boorrad
  - gewoon rad tot 5 à 8 MPa
  - rotskop voor hogere sterktes, cfr bij zandsteen
  - sterkte-eis grondverbetering min. 2 MPa - max. 5 MPa
- 2) Discontinu injectielichaam : Instabiliteit boorfront → zettingen  
Symmetrische inplanting noodzakelijk
- 3) Uitkomende grond bevat grout
  - storten, verwerken als bouwafval
  - probleem van ontzander (dichtslibben!)



## **H) Overige**

- 1) Invloed op grondwater
- 2) Hoe aansluitingen nadien maken?
- 3) Bestaande ondergrondse constructies opvangen :
  - voerbuizen
  - lamellen VHP