

## Memo

**Aan**  
pers, bewoners, geïnteresseerden

**Datum** 8 december 2008      **Kenmerk** 435691-0030

Samenvatting rapportages Deltares voor Station Vijzelgracht

---

Naar aanleiding van de calamiteit aan de Vijzelgracht op 10 september heeft de Dienst Milieu en Bouwtoezicht namens de gemeente Amsterdam Deltares de opdracht verstrekt de oorzaak van en de technische gang van zaken rond de calamiteit te onderzoeken.

Deltares heeft in dit onderzoek het volgende geconstateerd:

De ernstige lekkage in de diepwand bij voeg 69/70 is het gevolg van een uitzonderlijk slechte plek in de diepwand. Een bentonietinsluiting in de diepwand heeft geleid tot de ernstige lekkage van de voeg 69/70. Het doorbreken van de bentonietinsluiting in de wand heeft de eerste en de tweede zandlaag zodanig beïnvloed dat de huizen ter hoogte van deze diepwand zijn verzakt. Zie illustratie 1.

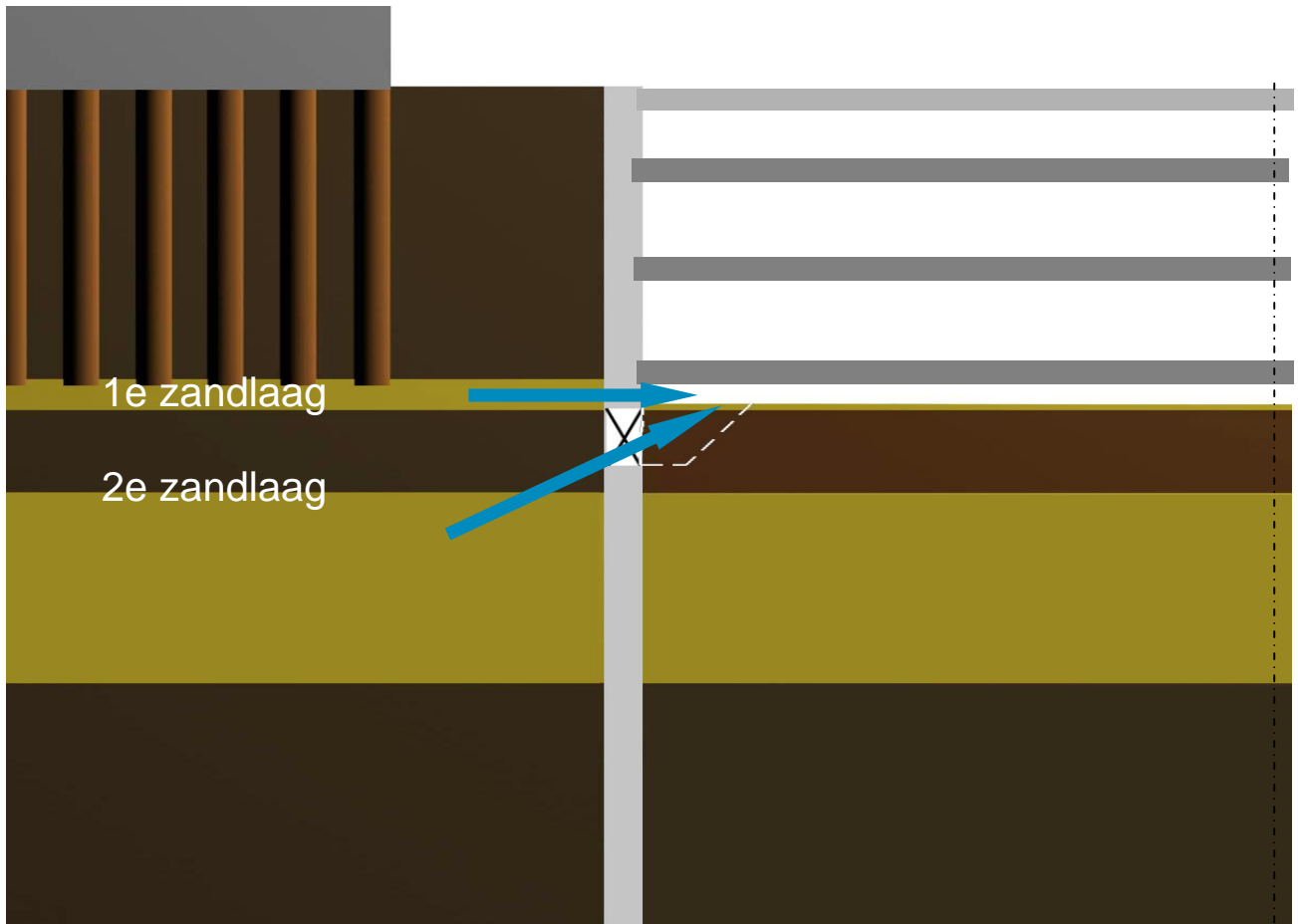
De doorbraak van de slechte plek is niet voorkomen door onderschatting van de ernst van de geconstateerde bentonietinsluiting tijdens de uitvoering.

Geconstateerd is dat de diepwanden van station Vijzelgracht significant slechter van kwaliteit zijn dan de diepwanden van station Ceintuurbaan en ook slechter zijn dan zou mogen worden verwacht op basis van de gangbare professionele standaard in Nederland. Deze uitzonderlijke slechte kwaliteit uit zich onder andere in het voorkomen van een dergelijke grote bentonietinsluiting.

### *Bentonietinsluiting*

Eén duidelijke reden voor de bentonietinsluiting kan niet worden gegeven. De bentonietinsluiting is hoogstwaarschijnlijk ontstaan door een combinatie van een aantal suboptimale omstandigheden tijdens de uitvoering. Tijdens het storten van de wand is de bentoniet niet verdrongen door de beton en op dat moment in de wand ingesloten.

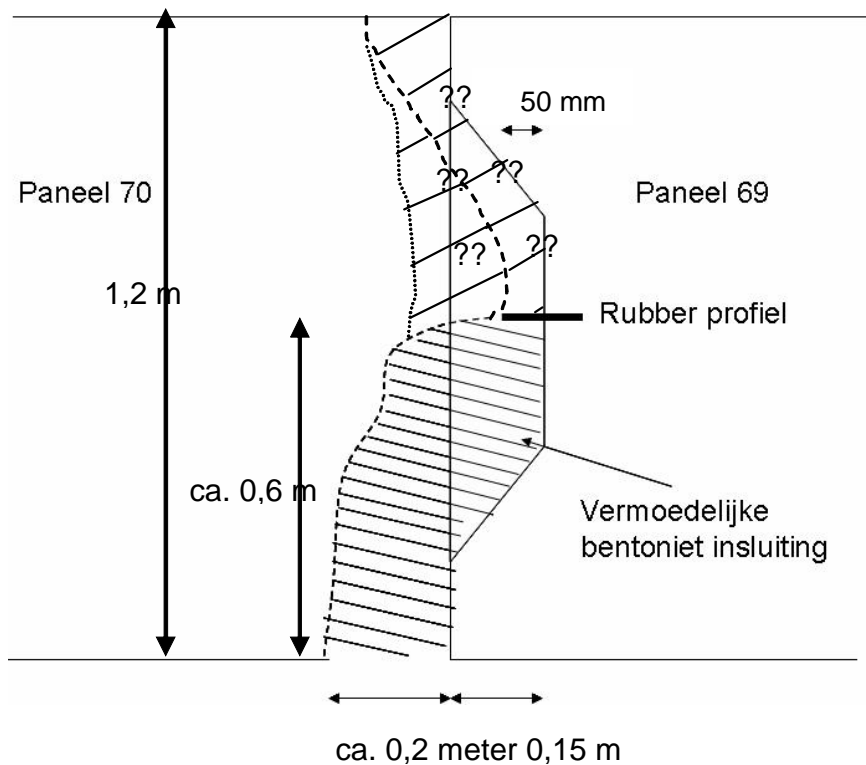
De bewuste voeg was bij aanvang van de ontgravingswerkzaamheden droog. De lekkage is ontstaan nadat de tijdens het graven achtergebleven bentoniet (zacht, kleiachtig materiaal) is verweekt als gevolg van de trillingen (veroorzaakt door de reparatiewerkzaamheden, waaronder het boren in de diepwand) en/of een geringe grondwaterstroming. Door de bentonietinsluiting was het rubber voegprofiel vermoedelijk lokaal niet goed in het beton van paneel 70 ingestort en heeft het door de verweking zijn steun verloren. Door de hoge waterdruk aan de buitenzijde is vervolgens een doorbraak ontstaan waardoor water en zand de bouwput is ingestroomd en de panden achter deze voeg (o.a. Vijzelgracht 4 t/m 10) in ernstige mate zijn verzakt. Meer zekerheid over de precieze toedracht kan alleen door middel van destructief onderzoek ter plaatse worden verkregen. Dit is echter risicovol.



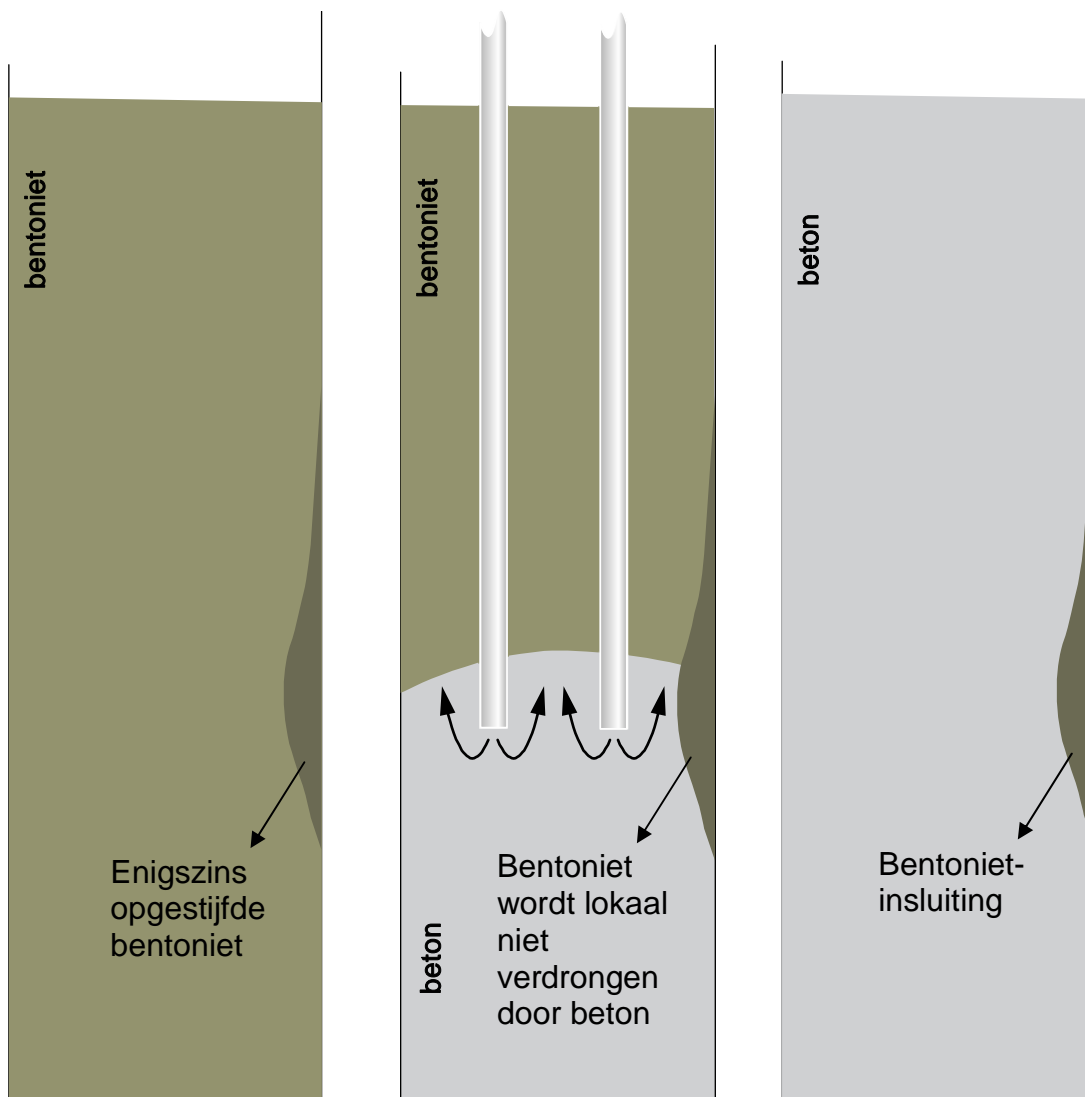
Illustratie 1 Dwarsdoorsnede van een deel van het huizenblok op palen (links) en de bouwput (rechts)  
Met lokatie en stroming vanuit het gat in de wand (midden)



Illustratie 2 de bewuste plek vlak voor de doorbraak (foto Max Bogl). De donkere plek is de bentonietinsluiting.



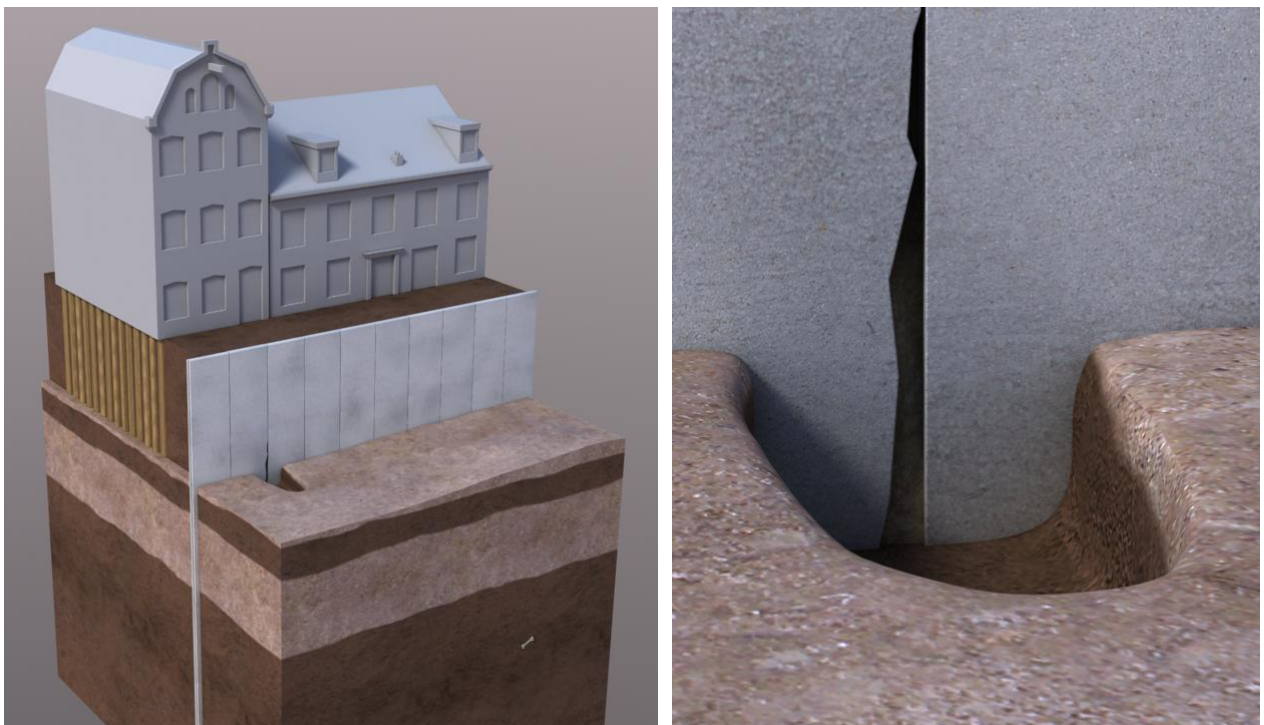
Illustratie 3 Schematische doorsnede (bovenaanzicht) van de wand ter plaatse met de vermoedelijke afmetingen van de insluiting



Illustratie 4 Schematische weergave van diepwandprocedé met achtergebleven bentonietinsluiting

## Evaluatie gebeurtenissen op 9 en 10 september 2008

Op 09-09-2008 zijn de ontgravingwerkzaamheden van het station Vijzelgracht hervat. De ontgraving bestond in eerste instantie uit het inspecteren van verdachte lokaties uit de Texplor-meting. De inspectie van verdachte oplekken is zonder onnodig veel te ontgraven en conform afspraak uitgevoerd. Er zijn op deze wijze drie verdachte voegen geïnspecteerd, waarbij bij de eerste twee geen bijzonderheden werden geconstateerd. De derde voeg 69/70 is bloot gelegd en geïnspecteerd, waarbij een slechte plek, naar alle waarschijnlijkheid een bentonietinsluiting, werd geconstateerd.



Illustratie 5 Weergave van beperkte ontgraving rondom de voeg

De toezichthouder van het Projectbureau Noord/Zuidlijn heeft enkele uren voordat de aannemer met herstelmaatregelen van de slechte plek was begonnen al aan de aannemer doorgegeven dat maatregelen conform de geldende werkplannen moesten worden genomen gelet op de kwaliteit van de voeg. De aannemer bevestigt dit niet, maar achtte het in ieder geval noodzakelijk de slechte plek eerst verder te ontgraven voordat conform het werkplan stalen platen werden geplaatst.

Volgens het werkplan moet de aannemer een voeg beoordelen. In dit geval werd de voeg beoordeeld als 'herstelbaar van binnen uit' en vervolgens conform het herstelplan behandeld. De aannemer heeft de ernst van de bentonietinsluiting onderschat doordat de voeg droog was. Hij koos daarom een herstelmethode die achteraf niet juist bleek.

## Hoe nu verder?

Het tweede deel van de opdracht van DMB aan Deltares is om randvoorwaarden te geven voor het hervatten van de werkzaamheden.

Die randvoorwaarden voor het herstel van de voegen luiden als volgt:

- Betrouwbaarheid, waarbij belangrijke aandachtspunten zijn:
  - Uitvoeringsnauwkeurigheid

Bij het uitvoeren moet rekening worden gehouden met uitvoeringson nauwkeurigheden. Elke herstelmaatregel heeft een zekere onnauwkeurigheid in plaatsing, het verlopen van boorstangen etc.

- Duurzaamheid

De herstelmaatregel moet duurzaam zijn voor tenminste enkele jaren. Zo moet de voeg waterdicht blijven totdat de voorzetwand is gestort. Onder duurzaamheid moet ook worden verstaan dat de maatregel toekomstige vervormingen van de diepwand moet kunnen volgen, zonder aan effectiviteit in te boeten.

- Heterogene ondergrond

Bepaalde hersteltechnieken zijn gevoelig voor gelaagdheid van de grond.

- Uitvoerbaarheid

Het uitvoeren van de maatregel zelf mag nagenoeg geen risico opleveren voor de omgeving en stabiliteit van de bouwputwand, daarbij moet rekening worden gehouden met obstakels, bereikbaarheid c.q. effect in de omgeving en het risico van het uitvoeren van de maatregel.

- Proces

De wand moet met een (ten opzichte van september) aangescherpt ontgravings- en herstelplan ontgraven worden. Voor een goed verloop van de uitvoering dient het monitoringssysteem weer volledig operationeel zijn. Daarnaast moet de standzekerheid van de eerder verzakte panden zijn gewaarborgd.

Er zijn 6 opties beschouwd om de werkzaamheden te hervatten:

0. Reparatie preventief langs de gehele diepwand aan de buitenzijde
1. Alle voegen preventief aan de buitenzijde dichten (jetgrout, vriezen, hardgel enz.)
2. Alle verdachte voegen preventief aan de buitenzijde dichten.
3. Alleen ernstig verdachte voegen aan de buitenzijde dichten.
4. Geen enkele voeg preventief dichten.
5. Als 1, 2 en 3 maar dan preventieve maatregelen van binnen uit.

Geadviseerd wordt om bij het hervatten van de werkzaamheden bij station Vijzelgracht te kiezen voor het preventief dichten van alle voegen. Omdat de kans op een ernstige lekkage bij een voeg niet eenduidig bepaald kan worden moet elke voeg als een ernstig potentieel lek moet beschouwd.

Indien aan de gestelde randvoorwaarden wordt voldaan is Deltares van mening dat het resulterende risicoprofiel, preventief herstellen van alle voegen en overige verdachte plekken, zeer klein tot klein is.

De volgende punten zijn in de risicoafweging bij de totstandkoming van deze keuze van belang:

- Lekkages in een diepwand kunnen ontstaan door diverse afwijkingen tijdens het maken van de diepwanden, zoals vertragingen, problemen bij het trekken van de voegplank, het niet goed opschonen van de bentoniet en afwijkingen tijdens het betonneren van het paneel. De lekkages treden op in de wapeningsvrije zone rondom een voeg tussen twee panelen. Lekkages in het (midden van een) paneel zijn tot nu toe niet aangetroffen en de kans hierop wordt veel kleiner geschat.
- Er zijn op dit moment geen monitoringstechnieken beschikbaar die voorafgaand aan de ontgraving uitsluitel kunnen geven over de kans en de grootte van een lekkage. Texplor-metingen zeggen iets over de relatieve kans op een lekkage, maar er kunnen geen harde conclusies over de grootte aan worden verbonden. Ook andere monitoringstechnieken zoals radar, ultrasone metingen of dichtheidsmetingen zijn hiervoor niet geschikt. Op het moment dat

een paneel is ontgraven, lijkt radar wel geschikt te zijn om te controleren op onregelmatigheden in de diepwand.

- Uit analyse van de uitvoeringsgegevens en dagboeken blijkt dat er geen eenduidige relatie is tussen de kwaliteit van een voeg en de beschikbare gegevens. Uit de analyse blijkt dat het niet mogelijk is om op basis van de gedefinieerde beoordelingscriteria van te voren te kunnen vaststellen welke voegen een grote kans hebben op directe doorbraak bij ontgraven.

Deltares kan zich vinden in het voorstel van het PBNZL om alle voegen bij zowel Vijzelgracht als Rokin preventief van binnen uit te bevriezen en na het gefaseerd ontgraven direct van stalen platen te voorzien. Van belang hierbij is dat de stalen platen binnen een nader te bepalen tijdsperiode worden aangebracht, zodanig dat een voldoende gedeelte van de voeg nog bevroren is. Dit bevroren gedeelte moet de waterdruk aan de buitenzijde kunnen weerstaan, totdat de stalen platen bevestigd zijn.

Bij de uitwerking van de maatregel c.q. werkvoorbereiding moeten de volgende punten worden beschouwd c.q. geconcretiseerd.

- De minimaal benodigde zone in de voeg die bevroren moet blijven om de waterdruk aan de buitenzijde te kunnen weerstaan; dit is het verschil in de straal van het vries- en het dooifront.
- De maximale tijd die na ontgraven beschikbaar is om de stalen platen te monteren
- Bevestiging(smiddelen) van de stalen platen in een bevroren diepwand
- Aanduiden eventuele extra locaties buiten de voegen op basis van aanvullende analyses. De verwachting is dat dit een zeer beperkt aantal panelen betreft. Deze panelen dienen eveneens preventief hersteld te worden conform het voorstel van het PBNZL
- Uitwerken van het aangescherpte ontgravingsprotocol. Hierin dient een omschrijving van de fasering van de complete cyclus van het ontgraven van een voeg te worden opgenomen (afmetingen, tijdsduur, montagevoorschriften etc.) en hoe omgegaan wordt met het ontgraven van de panelen.

## Standzekerheid panden

In de afgelopen maanden is bij de panden Vijzelgracht 24 en 26 succesvol compensation grouting uitgevoerd. Hiermee kan de stabiliteit van deze panden gewaarborgd worden tijdens de verdere werkzaamheden. Bij de panden Vijzelgracht 20 en 22 is geen compensation grouting en/of funderingsherstel noodzakelijk voordat de werkzaamheden aan station Vijzelgracht hervat worden.

Er is op basis van de huidige zakkingsnelheid van de panden Vijzelgracht 2 t/m 10 geen noodzaak om direct maatregelen te nemen om de standzekerheid te kunnen waarborgen.

Omdat er geen relatie is tussen de standzekerheid van de panden Vijzelgracht 2 t/m 10 en het vriezen binnen de bouwput, kan het vriezen worden uitgevoerd voordat de maatregelen bij de bewuste panden zijn uitgevoerd.

Er is wel een relatie tussen het ontgraven in de bouwkuip en de standzekerheid, zodat voordat de ontgravingswerkzaamheden ter plaatse van de panden worden hervat, maatregelen bij de panden Vijzelgracht 2 t/m 10 en 1<sup>e</sup> Weteringdwarsstraat 70 moeten zijn uitgevoerd die de standzekerheid garanderen.

Bij de te nemen maatregelen ten behoeve van de standzekerheid kan gedacht worden aan compensation grouting of het aanbrengen van een navijzelbare nieuwe fundering.