



Notitie

Aan De leden van het Bestuurlijk team Noord/Zuidlijn
Van mr. drs. J.P. Dijk
Doorkiesnummer 020 556 5420
Faxnummer 020 556 5708
E-mail p.dijk@ivv.amsterdam.nl

Kopie aan

Datum 28 november 2008
Onderwerp Plan voor stapsgewijze repareren voegen station Vijzelgracht en Rokin en werkwijze en organisatie project Noord/Zuidlijn (ref. NZL 20085901297)

1. Inleiding

Aan de Vijzelgracht hebben zich in het kader van ontgravingwerkzaamheden bij de aanleg van het station Vijzelgracht lekkages voorgedaan waardoor ernstige verzakkingen van panden zijn opgetreden en bewoners en bedrijven zijn uitgeplaatst. De lekkages deden zich voor aan verschillende voegen tussen de diep wandpanelen van het station.

In deze notitie wordt voorgesteld hoe de voegen van de Vijzelgracht en het Rokin preventief te repareren. Het gaat om een voorstel met een stapsgewijze aanpak waarbij eerst voorbereidende werkzaamheden voor het ontgraven worden verricht. Pas nadat dit gebeurd is kan worden gestart met ontgravingwerkzaamheden aan de stations Vijzelgracht en Rokin. Het besluit over start van de ontgraving wordt naar verwachting in het voorjaari 2009 voorgelegd aan B&W. Het verder ontgraven van de stations Vijzelgracht en Rokin kan alleen plaatsvinden nadat invulling is gegeven aan de volgende voorwaarden:

- Alle voegen zijn bevroren;
- De DMB is akkoord met de herstart van de ontgravingswerkzaamheden en het aangepaste werkplan van het projectbureau Noord/Zuidlijn;
- Het incidentenplan is aangepast.
- Alle panden zijn standzeker op het moment dat ter plaatse wordt ontgraven;
- De monitoringgegevens zijn in te zien op de bouwplaats;
- Er is een adequaat monitoringsysteem voor het waarnemen van zettingen in de omgeving gerealiseerd;

Om te komen tot een keuze voor een reparatiemethode is een afweging gemaakt tussen de toegepaste techniek, de overlast voor de omgeving bij het uitvoeren van de reparaties, financiën en het eventuele restrisico van de mogelijkheid van lekkage na uitvoering van de reparatiewerkzaamheden. De oorzaak van de lekkage van 10 september is expliciet onderzocht door het onderzoeksbureau Deltares in opdracht van de Dienst Milieu en Bouwtoezicht. Dit bureau heeft tevens de randvoorwaarden opgesteld voor herstelwerkzaamheden aan de voegen.

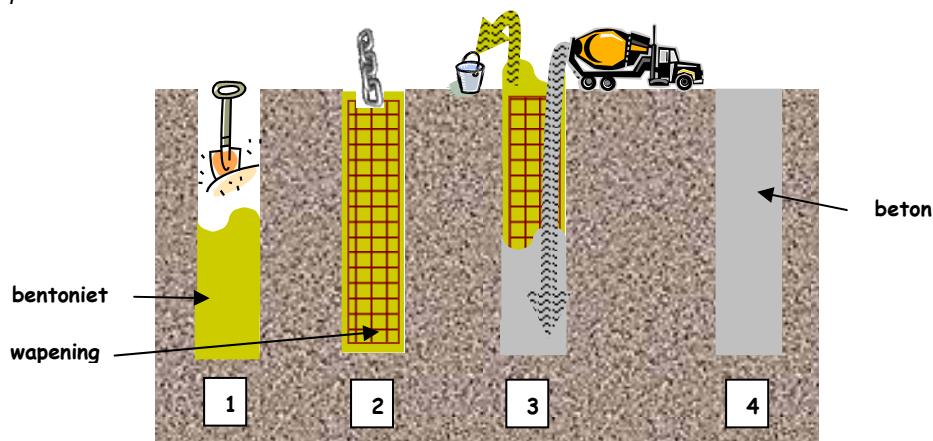
Naast de reparatiemethode voor de voegen wordt in deze notitie ingegaan op de werkwijze en organisatie van het projectbureau Noord/Zuidlijn naar aanleiding van het advies van de Ombudsman van 28 oktober 2008 over de eerste verzakking van de woningen aan de Vijzelgracht op 19 juni 2008.

2. Diepwanden en voegen

Een diepwand bestaat uit gewapend beton en is opgebouwd uit meerdere panelen van enkele meters breed. Bij het maken van een diepwand wordt met behulp van speciale grijpers een sleuf gegraven van een aantal meter breed, tot 40 meter diep en met een dikte van 1 tot 2 meter (zie figuur 1). Om het risico van instorten van een diepwandsleuf te verminderen of verzakken van aangrenzende bebouwing te voorkomen, mag de sleuf niet in één keer over een te grote lengte worden uitgegraven.

Tijdens het ontgraven wordt een mengsel van bentoniet¹ (1) in de sleuf gebracht om deze tegen instorten te beschermen. Na het ontgraven wordt de wapeningskorf in de sleuf met bentoniet gezet (2), de wapeningskorf zorgt ervoor dat de optredende trekkrachten in de wand worden opgenomen. Vervolgens wordt de sleuf van onderaf gevuld met beton, tijdens deze betonstorting komt het bentoniet omhoog en wordt direct weggepompt en gezuiverd voor hergebruik (3). Als de sleuf volgestort is met beton, zit één paneel van de diepwand in de grond.

Figuur 1



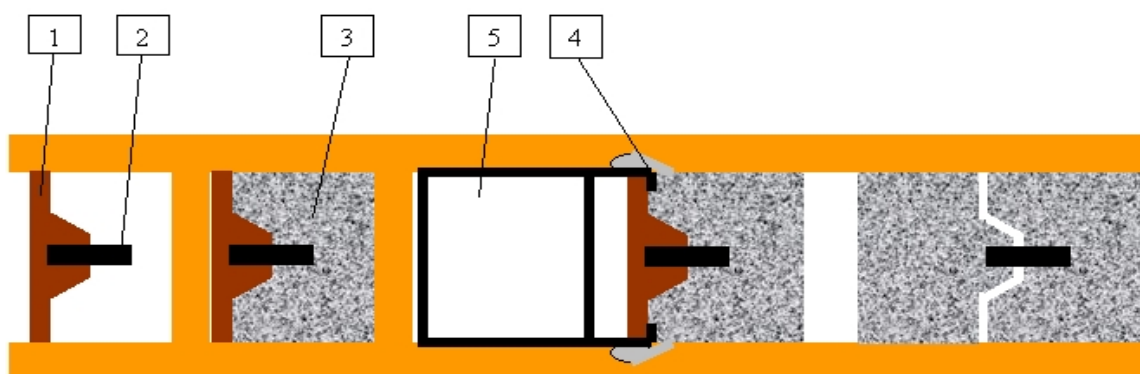
Station Vijzelgracht heeft 450 meter diepwand bestaande uit 114 panelen. Deze panelen zijn 1,9 tot 5,2 meter breed, 1,2 tot 1,5 meter dik en 40 meter diep.

Voegen

Om ervoor te zorgen dat de diverse panelen waterdicht op elkaar aansluiten zijn er diverse voegconstructies ontwikkeld. Bij de drie diepe stations van de Noord/Zuidlijn wordt er bij de betonstorting in de overgangen van het ene naar het andere paneel een rubber profiel meegestort. Het einde van een sleuf wordt begrensd door een voegplank (stalen paneel) (1), die het rubber profiel (2) tijdelijk vasthoudt. Vervolgens wordt het beton (3) in de diepwandsleuf gestort. Als het beton verhard is, wordt de voegplank weer weggehaald waarbij het rubber vast blijft zitten aan het beton van de diepwand. Het verwijderen van de voegplank gebeurt door met speciaal soort klauwtjes (4) aan de diepwandgrijper (5). Het volgende stuk diepwand wordt gestort rond de andere helft van het rubber profiel, dat nog uit de vorige diepwand steekt.

¹ **Bentoniet** is een in de natuur voorkomende natrium-kleisoort met kleine deeltjes die makkelijk water opnemen. Het kleipoeder verandert bij vermenging met water in een kleipap die grond waterdicht kan maken. De kleipap heeft een bijzondere eigenschap: het mengsel is thixotroop. Dit betekent dat het in twee toestanden voorkomt onder dezelfde omstandigheden: als het bentonietmengsel in beweging is, is het vloeibaar en als het stilstaat, wordt het stevig.

Figuur 2



3. Lekkages voegen

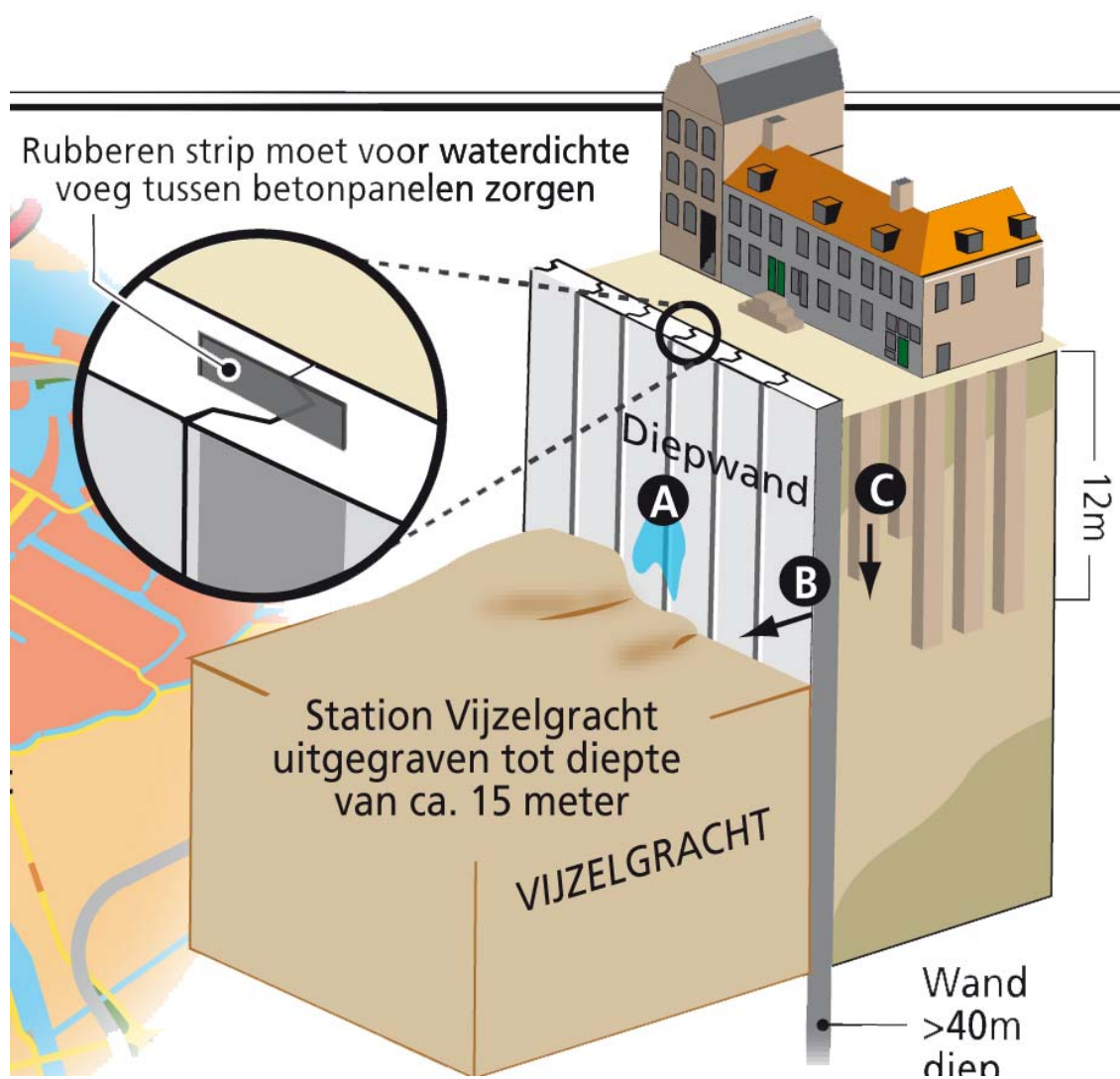
De lekkage op 19 juni 2008 deed zich voor in de diepwand ter hoogte van voeg 89/90 waardoor water en ook zand in de bouwkuip zijn gestroomd. Dit heeft ertoe geleid dat de panden Vijzelgracht 20, 22, 24 en 26 ernstig zijn verzakt en ontruimd. De ontgravingwerkzaamheden zijn vervolgens in opdracht van de Dienst Milieu en Bouwtoezicht (DMB) gestaakt.

De herstart van de werkzaamheden vond plaats op basis van een door DMB, met positief advies van Deltares, goedgekeurd aangepast werkplan van de aannemer. Op 9 september 2008 zijn de ontgravingwerkzaamheden opnieuw gestart.

De lekkage op 10 september 2008 rond 18.50 uur deed zich voor ter hoogte van Vijzelgracht 4 tot en met 10. Het lek ontstond nadat de aannemer een voeg had ontdekt die niet aan de kwaliteitseisen voldeed. Het gaat om de voeg tussen de diepwandpanelen 69/70. De aannemer was al begonnen met reparatiewerkzaamheden, toen de voeg ernstig begon te lekken en het water met grote kracht naar binnen kwam. Er is direct gestart met injecteren en toen dat geen oplossing bood, is begonnen met het aanbrengen van grond en kleikorrels ter plaatse van het lek in de bouwput. Rond 20.00 uur ontstonden er zichtbare verzakkingen van de nabij gelegen panden Vijzelgracht 4 tot en met 10 en 1e Weteringdwarsstraat 68a/70 en werden de bewoners in het begin van de avond ontruimd. Gedurende de verdere avond en nacht is de aannemer bezig geweest met het van binnenuit afdichten van het lek door het aanbrengen van grond.

Daarnaast is vanaf 19.15 uur geprobeerd door middel van een boring en injectie aan de buitenzijde van de wand het lek te dichten. In de vroege ochtend (rond 06.30 uur) was de situatie weer stabiel en het lek gedicht. Naar aanleiding van het tweede incident heeft de DMB de ontgravingwerkzaamheden aan de stations Vijzelgracht en Rokin stilgelegd.

Figuur 3



(Bron ANP, A: lekkage ter hoogte van de voeg, B: water en zand stromen de bouwput in, C: de funderingen van de woningen verzakken)

4. Oorzaak lekkages

Bij het ontwerp van de diepe stations van de Noord/Zuidlijn is gekozen voor het toepassen van diepwanden. De aanlegdiepte van de perrons maakt het noodzakelijk dat er wanden tot op grote diepte gemaakt moeten worden. Het toepassen van speciale stalen damwanden is in de omstandigheden zoals die voor de stations in de Binnenstad gelden niet mogelijk. Diepwanden zijn in deze omstandigheden wel goed toepasbaar en de ervaring bij

andere projecten is dat met deze wanden een betrouwbare bouwput wordt verkregen indien het ontwerp en de uitvoering zorgvuldig wordt gedaan. De diepwand van het NS station Rijswijk is daarvan een voorbeeld. Bovendien is in de uitvoering van de diepwanden voor deze drie stations gekozen voor het gebruik van een rubberprofiel in de voegen hetgeen een extra borging van de waterdichtheid is.

Lekkages aan diepwanden kunnen in algemene zin op verschillende manieren worden veroorzaakt:

- Lekkages door objecten (ingesloten objecten, onnauwkeurig ontgraven door houten palen, achtergebleven voegplanken).
- Lekkages door insluiting van grond:
 - Ten gevolge van instabiliteit van het grondmassief;
 - Als gevolg van het onzorgvuldig ontgraven c.q. door (extreme) scheefstand;
 - Ten gevolge van omloopbeton.
- Lekkages door insluiting van bentoniet als gevolg van:
 - Aanhechten bentoniet aan betoniet na verwijderen voegplank;
 - Complicaties tijdens het betonstorten (te snel/langzaam, stagnatie in aanvoer, stortkoker te ver/snel getrokken etc.)
 - Stortmethode door stortkokers om-en-om te gebruiken; hierdoor moet het beton over grotere dan gewenste afstand door wapeningskorven stromen waardoor ontmenging van beton kan optreden;
 - Tijdens ontzanden of verversen van bentoniet de pomp op slechts 1 positie afhangen, waardoor lokaal mogelijk door beton verdrongen kan worden;
 - Slechte overall kwaliteit bentoniet vlak voor/tijdens het storten van de beton;
 - Te grote diameter grind en/of te kleine maaswijdte hetgeen tot ontmenging van beton leidt.
- Lekkages door een niet functionerend rubber profiel in de voeg als gevolg van:
 - Beschadigd profiel tijdens het verwijderen van het stopeind;
 - Ingebed in bentoniet in plaats van beton.

Bovengenoemde oorzaken kunnen tot lekkages leiden. Dit betekent echter niet dat wanneer een van de bovenstaande zaken optreedt, er daadwerkelijk een lekkage ontstaat.

De lekkage van voeg 89/90 op 19 juni 2008 was zeer waarschijnlijk het gevolg van het achterblijven van een voegplank tijdens het maken van de diepwand, in combinatie met het niet volledig kunnen uitvoeren van de herstelmaatregel. (Deltares: oorzaak van de lekkages, pagina 6)

De lekkage van 10 september 2008 aan voeg 69/70 is zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de aanwezigheid van een bentoniet insluiting. Deze bentoniet insluiting heeft tot het moment van ontgraven steun gehad van de grond aan de binnenzijde van de wand en is na ontgraving doorgebroken. Onderzoek uitgevoerd door onderzoeksbureau Deltares meldt het volgende over de oorzaak:

“De lekkage is ontstaan nadat deze insluiting is verweekt als gevolg van trillingen (veroorzaakt door de reparatiewerkzaamheden, waaronder het boren in de diepwand) en/of een geringe grondwaterstroming. Door de bentoniet insluiting was het rubber voegprofiel vermoedelijk lokaal niet goed in het beton van paneel 70 ingestort en heeft het door de verweking haar steun verloren. Door de hoge waterdruk aan de buitenzijde kan het rubber voegprofiel vervolgens zijn bezwaken. Dit heeft geleid tot een doorbraak in de diepwand waardoor zand en water de bouwput is ingestroomd en de panden achter deze voeg (o.a. Vijzelgracht 4 t/m 10) in ernstige mate zijn verzakt.” (Deltares, oorzaak van de lekkages, pagina 1)

“De bentoniet insluiting in de wand is het gevolg van bentoniet dat tijdens het storten van de betonnen wand niet is verdrongen en dus in de wand is achtergebleven. Eén duidelijke oorzaak van de bentoniet insluiting kan niet

worden gegeven. De bentoniet insluiting is hoogstwaarschijnlijk ontstaan door een combinatie van een aantal suboptimale omstandigheden tijdens de uitvoering..” (Deltares, oorzaak van de lekkages, pagina 2)



(voeg 69/70 station Vijzelgracht)

5. Werkwijze behandeling van verdachte voegen

Evaluatie

Naar aanleiding van het incident van 19 juni 2008 is door het projectbureau een plan van aanpak opgesteld voor het uitvoeren van werkzaamheden aan de diepwanden. Dit plan is beoordeeld door DMB die voor de beoordeling het onderzoeksbureau Deltares heeft ingeschakeld. Alle aanbevelingen uit het beoordelingsrapport van Deltares zijn opgevolgd, de belangrijkste zijn:

- optimaliseren van het monitoringsysteem, met name door de frequentie op te voeren;
- ophoging van de eerder verzakte panden voor de stabiliteit;
- controle van de hele wand van de bouwput inclusief voegen met het Texplormetingsysteem.

In augustus is door het projectbureau onderzoek gedaan naar de hele diepwand van het station Vijzelgracht door middel van een Texplor meeting. Texplor is een meetsysteem waarmee door middel van elektrische geleiding wordt gemeten of er een lek in de diepwanden zit. De resultaten van deze metingen zijn beoordeeld door deskundigen van Texplor, het adviesbureau Noord/Zuidlijn en de adviseur van DMB het onderzoeksbureau Deltares (professor Van Tol). De conclusie was dat er zich geen ernstige lekkages in de diepwanden bevonden, wel is er een aantal verdachte plekken benoemd. Deze zwetende of waterdoorlatende plekken zouden van binnenuit gerepareerd kunnen worden.

Na de metingen met Texplor heeft de aannemer zijn werkplan voor de behandeling van verdachte voegen aangepast. Dit werkplan is vervolgens op 4 september goedgekeurd door DMB, met positief advies van Deltares. Dit vormde de basis voor de herstart van de werkzaamheden aan de Vijzelgracht. Belangrijke aanpassingen van het werkplan zijn het repareren van de verdachte plekken uit de Texplormeting en de manier van ontgraven: wanneer een verdachte plek bereikbaar is, wordt de plek blootgelegd en gerepareerd. Vervolgens wordt eerst een strook langs de voeg ontgraven, indien blijkt dat de voeg aan de kwaliteitseisen voldoet wordt er pas over de hele breedte van het station ontgraven.

Op 9 september zijn de ontgravingswerkzaamheden opnieuw gestart. De lekkage op 10 september ontstond tijdens het uitvoeren van een voorzorgsmaatregel bij voeg 69/70; er was sprake van een verdachte voeg die conform werkplan werd behandeld. De voorzorgsmaatregel betrof het plaatsen van stalen platen over de voeg en het injecteren van de ruimte achter deze platen met krimparme mortel. De werkzaamheden vonden vanaf de binnenzijde van de bouwput plaats.

Deltares constateert in zijn rapport dat de aannemer conform zijn werkplan heeft gehandeld en dat de aannemer voeg 69/70 heeft beoordeeld als 'herstelbaar van binnenuit'.

Voorts constateert Deltares het volgende:

"De beschrijving in het herstelplan richt zich voornamelijk op lekkage en hoeveelheden water die naar binnen stromen en voorziet niet expliciet in het onderhavige geval van een ernstige bentoniet insluiting die geen water voert. In zo'n geval moet worden teruggevallen op een deskundige beoordeling ter plaatse. De aannemer heeft de ernst van de 0,6 meter diepe bentoniet insluiting onderschat doordat de voeg droog was en koos daarom een herstelmethodes die achteraf niet juist bleek door het labiele evenwicht van de bentoniet insluiting.

De ernstige lekkage in de diepwand bij voeg 69/70 is het gevolg van een uitzonderlijke slechte plek in de diepwand waarvan de kans op voorkomen zeer gering werd ingeschat in de risicoafweging. De doorbraak van de slechte plek is, niet voorkomen door onderschatting van de ernst van de geconstateerde bentoniet insluiting tijdens de uitvoering." (deltares, oorzaak van lekkages, pagina 21 en 22)

6. Gevolgen voor bewoners, gebruikers en panden

Als gevolg van de lekkages is een aantal panden aan de Vijzelgracht en de 1^e Weteringdwarsstraat ernstig verzakt en ontruimd. Onderdelen van de bouwconstructie van de panden zijn gescheurd, losgeraakt of van positie veranderd.

Noodvoorzieningen

In opdracht van het Schadebureau Noord/Zuidlijn zijn voor de panden Vijzelgracht 24 en 26 noodvoorzieningen getroffen. De werkzaamheden die zijn uitgevoerd zijn het uitplaatsen (verhuizen van de bewoners/eigenaren), het aanbrengen van diverse schoor-, inpak-, stut- en stempelconstructies alsmede het aanbrengen van een versteviging van de grondlaag waar de funderingspalen van de panden in staan. Deze versteviging van de grond bestaat uit het aanbrengen van een mengsel van cement en water waarmee de grond van de eerste zandlaag wordt versterkt. Deze methode wordt "compensation grouting" genoemd. Voor deze oplossing is gekozen na afweging van de verschillende mogelijkheden in relatie tot de noodzaak om zo spoedig mogelijk de panden te stabiliseren.

Ook voor de panden van het incident op 10 september zijn noodvoorzieningen getroffen. Het betreft de panden Vijzelgracht 4 t/m 10 en 1e Weteringdwarsstraat 68A en 70 Vijzelgracht nummer 10 en de panden in de Weteringdwarsstraat zijn kort na 10 september weer vrijgegeven.

De werkzaamheden betreffen het uitplaatsen (verhuizen van de bewoners/eigenaren) en het aanbrengen van diverse schoor-, inpak-, stut- en stempelconstructies om het gevaar van instorten tegen te gaan. De panden zijn nog niet in absolute rust en afhankelijk van hoe het zettingsbeeld van deze panden zich ontwikkelt zal de wijze waarop de fundering wordt hersteld worden bepaald. Het is goed mogelijk dat ook hier compensation grouting wordt toegepast. De beslissing hierover zal in de komende weken worden genomen in overleg met betrokken partijen en in het plan voor de herstart van de ontgravingswerkzaamheden zal daarover worden gerapporteerd.

Ter voorkoming dat de gebouwen wederom in gebruik zouden worden genomen is de toegang afgesloten. Daarnaast zijn voorzieningen getroffen om het gevaar voor de veiligheid tegen te gaan dan wel te beëindigen.

Funderingen

Nog voor 1998 en derhalve ruim voorafgaand aan de feitelijke start van de aanlegwerkzaamheden voor de NZL zijn er op grond van diverse (grond)onderzoeken en zettingberekeningen zogeheten invloedsgebieden vastgesteld waarbinnen de kans op zettingen als gevolg van het reguliere bouwproces aanwezig was. Begin 2000 heeft het Schadebureau aan een onderzoeksbureau opdracht gegeven de funderingen van gebouwen, waarbij de kans op zettingen als gevolg van het reguliere bouwproces aanwezig was, te onderzoeken. Het bewuste funderingsonderzoek is in de loop van 2002 afgerond.

Doel van het onderzoek was het opsporen van de panden met een zeer slechte fundering (circa 10 jaar standzeker). Van dergelijke panden werd destijds (uit voorzorg) verondersteld dat deze zelfs een minimale zetting als gevolg van reguliere bouwwerkzaamheden (op termijn) niet zouden kunnen doorstaan. Om deze reden werd het wenselijk geacht dat bij de betreffende panden (vervroegd) funderingsherstel plaats zou vinden voordat met de daadwerkelijke aanleg van de NZL een aanvang werd gemaakt.

Anno 2008 zijn de funderingen van ruim 280 panden met een financiële bijdrage van de gemeente Amsterdam hersteld. Ook de funderingen van de panden Vijzelgracht 20 en 22 zijn hiermee in het verleden hersteld. Bij Vijzelgracht 24 en 26 was dat volgens het onderzoek niet nodig omdat deze panden als categorie 3 panden zijn geïdentificeerd.

Het toezicht daarop was, net als bij (andere) gelijksoortige panden die zich buiten het invloedsgebied bevonden, in handen van de afdeling Bouwen en Wonen van de betreffende stadsdelen. Bij het funderingsherstel is geen

dusdanige aanpak gekozen die aan calamiteiten als die van 19 juni of 10 september 2008 weerstand zou moeten bieden.

Bewoners, gebruikers

Na de incidenten zijn de bewoners van de verzakte panden in eerste instantie tijdelijk ondergebracht in hotels en bij vrienden en familie. Voor alle bewoners is vervangende huisvesting gevonden. Het is nog niet duidelijk wanneer alle bewoners en bedrijven kunnen terugkeren naar hun woning en of bedrijfsruimte, dit hangt samen met de benodigde herstelwerkzaamheden aan de panden. Gedupeerde bewoners en bedrijfsmatige gebruikers die (tijdelijk) hun huis of bedrijfsruimte hebben moeten verlaten hebben van het Schadebureau een voorschot ontvangen voor de kosten die zij maken.

Door verschillende eigenaren van onroerend goed is (met name) na het incident van 10 september 2008 de wens geuit hun bezit te willen verkopen. Woningen die in aanmerking komen voor verkoop aan de gemeente zijn woningen waarvan de eigenaren/bewoners enig moment op aanwijzing van het bevoegd gezag ontruimd zijn geweest. Verwerving vindt alleen plaats op vrijwillige basis. Een aantal van de betrokken eigenaren heeft aangegeven van deze mogelijkheid tot minnelijke verwerving gebruik te willen maken. Door het Schadebureau wordt een en ander nader onderzocht en uitgewerkt.

7. Randvoorwaarden voor preventieve reparatie voegen

DMB heeft Deltares gevraagd om randvoorwaarden te formuleren voor het herstel van de voegen en om verschillende opties in beeld te brengen voor reparatie van deze voegen afgezet tegen de geschatte kans van ernstige lekkage.

De randvoorwaarden voor herstel van de voegen zijn volgens Deltares:

- **Betrouwbaarheid**

Een herstelmaatregel wordt gezien als betrouwbaar wanneer de kans dat na preventief herstel van een voeg, deze voeg alsnog significant gaat lekken, zeer klein is. Bij betrouwbaarheid kan onderscheid gemaakt worden in een aantal aandachtspunten:

- **Uitvoeringsnauwkeurigheid**

Elke herstelmaatregel heeft een zekere onnauwkeurigheid in plaatsing, het verlopen van boorstangen etc. Deze uitvoeringsonnauwkeurigheid moet worden verkleind door bijvoorbeeld uit te gaan van overdimensioneren en aanvullend te monitoren op scheefstanden.

- **Duurzaamheid**

De herstelmaatregel moet duurzaam zijn voor tenminste enkele jaren. Zo moet de voeg waterdicht blijven totdat de voorzetwand gestort is. 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, wat kan betekenen dat grove lagen beter afgedicht worden door de hersteltechniek dan fijnere lagen. Derhalve dient met de heterogeniteit van de ondergrond rekening te worden gehouden.

- **Controle herstel maatregel**

Deltares adviseert om na de uitvoering van de herstelmaatregelen opnieuw Texplor metingen te laten uitvoeren om de kwaliteit van de maatregel te controleren.

- **Uitvoerbaarheid**

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

- **Obstakels**

Naast onbekende obstakels in de diepere ondergrond (bijv. houten palen), kunnen ook de eerder genomen maatregelen bij het verwijderen van de obstakels in de toplaag van invloed zijn op de uitvoerbaarheid. Denk bijvoorbeeld aan MIP-kolommen, de softmix of de retour spoil van het jetgroutstempel en de reeds uitgevoerde injecties.

- **Bereikbaarheid c.q. effect in omgeving**

Alle herstelmaatregelen die aan de buitenzijde worden genomen, zullen (ingrijpende) gevolgen hebben als gevolg van het vrij maken van het benodigde terrein, overlast voor de omgeving en bereikbaarheid spelen hierbij een rol.

- **Risico uitvoering maatregel**

Er moet worden voorkomen dat bij het uitvoeren van de herstelmaatregel een eventuele aanwezige doorgaande slechte plek in de wand bezwijkt waardoor een doorbraak zou kunnen ontstaan naar het binnenzijde van de bouwput. Daarnaast moeten herstelmaatregelen beoordeeld worden op beïnvloeding van de aanwezige bebouwing (zakkingen, trillingen).

Bij de keuze voor een herstelmaatregel moeten naast betrouwbaarheid en uitvoerbaarheid, ook elementen als kosten en tijd worden meegewogen.

Daarnaast moet het monitoringssysteem worden gecontroleerd of het juist functioneert en moeten de prognoses van de zakkingen in de omgeving worden geüpdatet. Op basis van de bovenstaande randvoorwaarden heeft Deltares verschillende opties in beeld gebracht voor reparatie van de voegen afgezet tegen de geschatte kans van ernstige lekkage.

In de onderstaande tabel staan de verschillende opties geformuleerd.

Optie nummer	Optie voor reparatie	Omschrijving	Geschatte kans ernstige lekkage
0	Preventieve reparatie langs de volledige wand	Reparatie zowel ter plaatse van alle voegen als in het midden van de panelen. Hiervoor zal een volledig nieuwe waterkerende wand nodig zijn.	Zeer klein <i>Risico volgt uit de uitvoering van de wand zelf</i>
1	Alle voegen preventief aan de buitenzijde dichten	Alle verdachte plekken m.b.v. jetgrouten, vriezen, gelinjecties etc repareren. Ontgraving volgens aangepaste werkwijze in verband met mogelijke slechte plekken anders dan de herstelde plekken	Zeer klein tot klein <i>Een zeer slechte plek in het midden van een paneel en die niet gedetecteerd en gerepareerd is, breekt door.</i>
2	Alle verdachte voegen preventief aan de buitenzijde dichten.	Hierbij moeten alle voegen worden beschouwd die hetzij volgens Texplor als anomalie zijn aangemerkt en/of die volgens de analyse van de uitvoeringsgegevens verdacht zijn. Ontgraving volgens aangepaste werkwijze in verband met mogelijke slechte plekken anders dan de herstelde voegen en andere plekken in een paneel	Klein <i>Het risico is dat een zeer slechte voeg of paneel doorbreekt, die niet gedetecteerd is en bijgevolg ook niet gerepareerd is..</i>
3	Alleen ernstig verdachte voegen aan de buitenzijde dichten.	Nader onderscheid wordt gemaakt tussen verdachte en ernstig verdachte voegen op basis van de analyse van de uitvoeringsgegevens. De minder verdachte voegen worden na ontgraven geïnspecteerd en indien nodig hersteld. Ontgraving volgens aangepaste werkwijze	Matig <i>Bij de beoordeling van de minder risicovolle voegen kunnen verkeerde afwegingen worden gemaakt. Bovendien kan een niet gerepareerde, zeer slechte voeg doorbreken.</i>
4	Geen enkele voeg preventief dichten.	Met een aanscherping van de ontgravingswijze en het herstelprotocol wordt onder gecontroleerde omstandigheden voeg voor voeg ontgraven en geïnspecteerd. Reparatiemethode per voeg afhankelijk van bevindingen	Matig <i>Bij de beoordeling van de voegen kunnen verkeerde afwegingen worden gemaakt. Bovendien kan een zeer slechte voeg doorbreken.</i>
5	Als 0, 1, 2 en 3 maar dan preventieve maatregelen van binnen uit.		

Tabel 3.1 Overzicht inzetbare opties bij hervatting van de werkzaamheden.

(Deltares, randvoorwaarden voor herstel, pagina 16)

Kwalificatie kans	Bijbehorende faalkans qua ordergrootte vergelijkbaar met
Zeer klein	Maatgevend hoogwater voor een zeedijk
Klein	Maatgevend hoogwater voor een rivierdijk in Oost-Nederland
Matig	Maatgevend hoogwater voor een boezemkade
Groot	Binnenlandse trein heeft vertraging

(Bron: idem, pagina 8)

Deltares heeft geadviseerd het werk bij de Vijzelgracht te hervatten conform optie 1, dat wil zeggen het herstel van alle voegen. Er is voor deze optie gekozen boven optie O op basis van de overweging dat de kans op een doorgaande bentoniet of zandinsluiting in het paneel buiten de wapeningsvrije zone bij de voegen, die onmiddellijk doorbreekt bij ontgraven, zeer klein is. Dit vanwege de kleine kans op een doorgaande bentoniet insluiting in het midden van een paneel en de zichtbaarheid van zandinsluitingen in de resultaten van Texplor.

Expertmeeting 20 november 2008

Deze voorstellen zijn op 20 november voorgelegd tijdens een expertmeeting met binnenlandse en buitenlandse deskundigen. De conclusie van de expertmeeting is dat de lekkages zich alleen kunnen voordoen bij de voegen, een lekkage in het paneel van de diepwand wordt door de experts uiterst klein geacht. De reparatiemethode die de meeste zekerheid biedt als het gaat om het voorkomen van lekkages is het bevriezen van voegen. Daarnaast hebben de deelnemers geconstateerd dat de reparatie van de voegen voor de stations Vijzelgracht en Rokin hetzelfde kunnen zijn.

8. Varianten voor reparatie voegen

Op basis van de Deltares rapporten en de uitkomsten van de expertmeeting van 20 november 2008 heeft het projectbureau verschillende varianten onderzocht voor de wijze waarop de reparatie van de voegen van zowel station Vijzelgracht en station Rokin kan worden uitgevoerd.

- Het toepassen van preventieve maatregelen aan de buitenzijde van het station;
- Het toepassen van preventieve maatregelen aan de binnenzijde van het station;
- Het toepassen van correctieve maatregelen aan de binnenzijde van het station tijdens het ontgraven;
- Wijziging van de vigerende uitvoeringswijze.

Na analyse zijn enkele methoden overgebleven waarmee praktische scenario's voor herstart zijn opgesteld. In de praktijk blijkt namelijk dat niet elke methode overal toegepast kan worden. Een scenario gaat uit van de gekozen optie en zal, waar deze niet toegepast kan worden, gecombineerd worden met een andere optie.

De volgende scenario's zijn uitgewerkt:

- Scenario Injecteren aan de buitenzijde;
- Scenario Bevriezen aan de buitenzijde;
- Scenario Bevriezen aan de binnenzijde;
- Scenario Ontgraven op de methode 4 september +.

Bij ieder scenario is gekeken naar technische mogelijkheden, invloed op de omgeving, restrisico, tijd en kosten. Startpunt bij de afweging vormt het feit dat het restrisico zo klein mogelijk moet zijn. De beoordeling is ondergebracht binnen de criteria zoals die in het rapport randvoorwaarden voor herstel van Deltares zijn benoemd (betrouwbaarheid en uitvoerbaarheid)

Bij de expertmeeting is vastgesteld dat het bevriezen van de voegen en vervolgens ontgraven een zeer veilige methode is. Een bevroren voeg laat geen water door. Nadat de bevroren voeg is blootgelegd kan hij worden geïnspecteerd en worden gerepareerd door er platen tegen aan te zetten en tussen de voeg en de plaat te injecteren. Vervolgens kan ontdooid worden. Een andere mogelijkheid is om alles bevroren te laten en na het ontgraven de gehele wand van een voorzetwand te voorzien.

Een alternatief (zie ook de tabel van deltares in het vorige hoofdstuk) is het injecteren aan de buitenzijde en op die wijze het afdichten van de voeg.

De opties worden hieronder kort toegelicht.

1. Bevriezen aan de buitenzijde, reparatie van grove gebreken in voegen en realisatie van de voorzetwand onder bevroren omstandigheden

In dit scenario wordt uitgegaan van een zo betrouwbaar mogelijk eindresultaat. Probleem hierbij is echter dat eerst de verzakte panden standzeker moeten zijn gesteld voordat kan worden begonnen. Deze optie is ook de meest dure optie aangezien tot het moment waarop de voorzetwanden zijn geplaatst de vriesinstallatie zijn werk moet blijven doen.

2. Bevriezen aan de binnenzijde, reparatie van alle gebreken in voegen onder bevroren omstandigheden

Uitgaande van een beheerste uitvoering van de reparatie van alle voegen is ook deze methode eveneens als zeer betrouwbaar te kwalificeren, met mindere tijdelijke overlast voor de omgeving en lagere kosten en doorlooptijd. Het risico dat met deze methode wordt geïntroduceerd is dat zowel de vriesinstallatie als de reparatiewerkzaamheden aan de voeg van binnenuit op dezelfde locatie plaatsvinden en dat voor de reparatiewerkzaamheden aan de voeg de vriesinstallatie lokaal tijdelijk stilgelegd dient te worden. Het maken van een totale voorzetwand terwijl de voegen bevroren zijn is in deze variant niet mogelijk.

3. Injecteren van de voegen aan de buitenzijde, reparatie van alle gebreken in voegen

Ook hier is sprake van een bij beheerste uitvoering betrouwbare methode. De tijdelijke hinder voor de omgeving is vergelijkbaar met vriezen aan de buitenzijde maar beduidend meer dan bij methode 2.

Bij deze methode bestaat ondanks een zorgvuldige uitvoering het risico dat het geïnjecteerde gebied in de nabijheid van de voeg in het diepste gedeelte onvoldoende aansluit op de bestaande diepwand waardoor er een kans bestaat dat niet alle water- en grondvoerende locaties voldoende worden afgedicht. Dit betekent dat men bedacht moet zijn op het treffen van aanvullende maatregelen tijdens het ontgraven

4. September 4+ oplossing

Kijkend naar alleen de aspecten financiën en techniek is doorgaan zoals op 4 september 2008, met een aanscherping in maatregelen tijdens het ontgraven en handelen bij het zich voordoen van een (dreigende) lekkage de meest snelle toepassing. Er is bij het uitvoeren van deze optie nagenoeg geen risico op tijdelijke overlast voor de omgeving (in de zin van overlast tijdens de werkzaamheden). Er blijft wel een zeker restrisico op een doorbraak (hoe gering ook) en daarmee blijvende hinder voor de omgeving over. Financieel beschouwd is het in vergelijking met alle andere opties de voordeligste optie. Het treffen van preventieve maatregelen, zoals blijkt uit het overzicht, is een zeer kostbare aangelegenheid. De kosten van preventieve maatregelen zijn veel hoger dan de herstelkosten van een doorbraak.

Op basis van het bovenstaande is de onderstaande beslismatrix opgesteld:

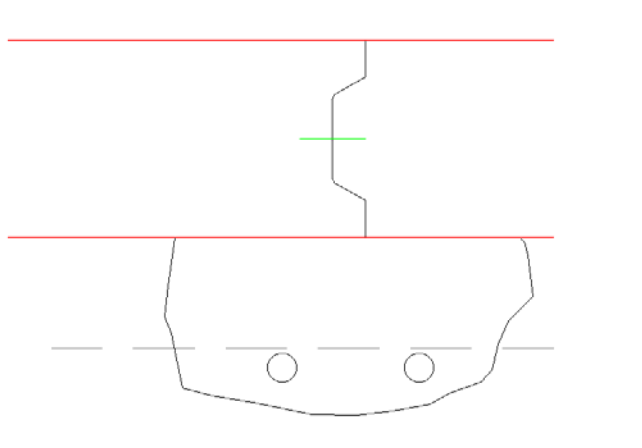
Omschrijving	Betrouwbaarheid				Uitvoerbaarheid				Score	Tijd
	Uitvoerings-nauwkeurigheid	Duurzaamheid	Heterogene ondergrond	Controle herstelmaat-regel	Obstakels	Bereikbaarheid c.q. Tijdelijke effect in omgeving / leefbaarheid	Risico uitvoering maatregel	Effect op standzekerheid belendingen		
Vriezen aan de buitenzijde incl aanbrengen van de voorzetwand (met pekkel)	++	++	++	++	++	--	++	++	12	47*
Vriezen aan de binnenzijde en reparatie van alle voegen	++	++	++	++	++	+	+	++	14	47
Injecteren van de voegen aan de buitenzijde	+	++	0	+	+	--	+	+	5	42
September 4+ oplossing	0	+	++	0	++	++	0	0	7	36

Het risicoprofiel van injecties en de 2 vriesvarianten is alledrie laag. Daarbinnen scoort de vriesvariant iets beter dan injecties omdat bij er bij het laatste altijd een restrisico is dat de injectie niet helemaal goed is aangebracht. Het verschil in waardering tussen vriezen binnenzijde en vriezen buitenzijde wordt veroorzaakt door het feit dat bij de variant vriezen aan de buitenzijde de bevroren toestand wordt doorgezet totdat de waterdichte voorzetwand gereed is. Wanneer de twee vriesopties zonder voorzetwand worden vergeleken en in beide gevallen alle voegen met stalen platen worden gerepareerd dan is het risicoprofiel identiek.

Uit de tabel volgt dat de opties vriezen aan de buitenzijde danwel de binnenzijde het beste scoren (12 respectievelijk 14). Het risicoprofiel van beide opties is zeer laag (i.c. kans 'zeer klein'). Het belangrijkste verschil tussen beide opties is dat vriezen aan de buitenzijde pas kan als de verzakte panden standzeker zijn gesteld (en dus meer tijd kost) en dat de overlast voor de omgeving aanzienlijk hoger is en langer duurt dan vriezen aan de binnenzijde. Daarbij komt dat niet alle voegen van buitenaf bereikbaar zijn (bijvoorbeeld omdat er inmiddels een

verdeelhal is gebouwd), hetgeen impliceert dat deze maatregel altijd gecombineerd zou moeten worden met andere maatregelen.

Het projectbureau stelt voor te kiezen voor het bevroren van de grond van binnenuit.



Aan de binnenzijde worden vrieslansen op 40 centimeter uit de wand aangebracht. Na circa 3 weken is het vrieslichaam dusdanig ver de voeg in gekomen dat ontgraven kan worden. Wanneer de vriesinstallatie langer heeft aangestaan, is niet alleen de voeg en diepwand bevroren, maar ook de grond aan de buitenzijde, waardoor een extra veiligheid ontstaat.

Wanneer de voeg blootgelegd is kan hij geïnspecteerd worden en kan er gerepareerd worden. Het is een optie om niet alleen de verdachte voegen van stalen platen te voorzien maar alle voegen zodat het restrisico dat er een lekkage ontstaat als de voeg ontdooid wordt verder wordt teruggedrongen.

Op het gedeelte van de voeg dat ontgraven is wordt de vrieslansen verwijderd (dieper blijft hij wel zitten) en dan kan de reparatie worden uitgevoerd. Omdat het ontdooien van het bewuste gedeelte zeer langzaam verloopt (een aantal dagen) is er voldoende tijd om de reparatiewerkzaamheden uit te voeren voordat de voeg is ontdooid. De bevroren grond tussen de lansen en de voeg wordt weggefreest. Omdat dat veel lawaai maakt en dus hinder oplevert voor de omgeving wordt nagegaan of het met een hittelans verwijderd kan worden. De omgevings ondervindt wel hinder van de koeleenheid die op maaiveld zal staan en 24 uur per dag 7 dagen per week zal moeten draaien (dat zou ook het geval zijn bij vriezen van buitenaf) Deze koeleenheid levert een geluidsniveau op van c.a. 50 dbA op 10 meter afstand

Op deze wijze worden per ontgravingslaag alle voegen gerepareerd.

9. Aangepaste werkwijze

Toezicht

In het bestek van de aannemer is het werken onder kwaliteitsborging opgenomen. Dit betekent dat de aannemer zelf in belangrijke mate toezicht houdt op de uitvoering van de werkzaamheden. Het toezicht vanuit de opdrachtgever beperkt zich tot het goedkeuren van de werkplannen en het steekproefsgewijs controleren van de

kwaliteit op risicovolle werkzaamheden. Al snel na de start van de uitvoering van de diepwanden is vanuit het Adviesbureau Noord/Zuidlijn het toezicht verscherpt om onder andere de overlast voor de omgeving te beperken.

Momenteel is het toezicht verder aangescherpt en is sprake van dagelijks toezicht in de bouwput. Dat wil zeggen dat het toezicht direct aanwezig is bij risicovolle werkzaamheden van de aannemer. Ook zijn de afspraken over het informeren en afstemmen met DMB over belangrijke momenten, de zogenaamde stoppunten in de werkplannen en afwijkingen die tijdens het bouwproces optreden, aangescherpt.

Organisatie

Op basis van het Ombudsmanrapport en de concrete verbeterpunten (risico's en calamiteiten beter beheersen en verbeteren omgevingsgevoeligheid) van het College zijn op een aantal punten direct maatregelen in gang gezet. Voor het overige worden zij nog dit jaar uitgewerkt in een samenhangend programma van activiteiten en inspanningen.

Tezamen met externen zijn de afgelopen maand periodieke risicosessies voor de verschillende activiteiten uitgevoerd waarbij voor alle contracten de risico's verder zijn nagelopen met - waar nodig – experts (intern en extern). Per contract wordt besloten welke risico's kritisch zijn, welke beheersmaatregelen nodig zijn en over welke risico's (en op welke manier) met de omgeving gecommuniceerd wordt. De risicosessies worden op een regelmatige basis herhaald.

Risico-assessment is niet alleen een periodiek gebeuren. Er wordt ook gewerkt aan een groter risicobewustzijn bij de medewerkers van het projectbureau en hoe met risico's om te gaan richting omgeving. De afspraken over het direct melden van mogelijke risico's of invloeden op de omgeving zijn ook op schrift bevestigd.

De directe contacten tussen de afdelingen die veel met de omgeving te maken hebben en de contractmanagers, HDT's en toezichthouders worden versterkt en de voortgangsgesprekken en rapportages expliciet beoordeeld op aandacht voor omgeving en omgevingsrisico's.

Daarnaast is er ook aandacht voor het vastleggen en uitvoeren van afspraken met in het bijzonder de ambtelijke omgeving. De afspraken met de dienst Milieu en Bouwtoezicht zijn wat dit betreft begin oktober aangescherpt en opnieuw vastgelegd. Nieuwe (of aangescherpte) afspraken en procedures worden opgenomen in het kwaliteitssysteem van het PBNZL.

De communicatie over de voortgang van de bouw en de risico's die zich daarbij kunnen manifesteren wordt ingericht op een wijze zodat sprake is van een open, afgewogen, tijdige en systematische informatieverschaffing aan de bewoners, ondernemers en andere betrokkenen.

10. Monitoringsysteem

Op dit moment worden verschillende vormen van monitoring gehanteerd: prisma's aan de gevels, automatische rekstrookjes op de stempels, automatische inclinometers in de zijstraten en de diepwanden, automatische extensometers in de zijstraten, automatische piëzometers en automatisch per uur gemeten peilbuizen.

Bij plotseling optredende en zelfs extreem voortschrijdende incidenten kan het meetsysteem de gebeurtenissen niet bijhouden en heeft dan niet de mogelijkheid om als vroegtijdig waarschuwingssysteem te functioneren. Het monitoringsysteem is niet ontworpen om calamiteiten (zoals een doorbraak van een bentonietinsluiting in een diepwandvoeg) per direct (bijvoorbeeld binnen een seconde) waar te nemen, of mogelijk zelfs daar tijdig voor te waarschuwen. Het ene moment is de voeg nog dicht en het andere moment niet meer.

In aanvulling op alle technische systemen zoals hierboven beschreven fungeren visuele waarnemingen van de toezichthouders en de aannemer "early warningsystem" voor de acute melding van een onregelmatigheid in de bouwput. Daarom is met ingang van 10 september 2008 in de bouwputten Rokin en Vijzelgracht 24-uurs (visuele) inspectie uitgevoerd. Dit blijft zo tot het moment dat het herstel is uitgevoerd.

Het interval van de dataleverantie is ter plaatse van station Vijzelgracht verandert van 4 naar 2 uur. De toegankelijkheid van de monitoringgegevens wordt uitgebreid door ze op de bouwplaats bereikbaar te maken. Nagegaan wordt of het meetinterval van de peilbuizen en de inclinometers kan worden verkort naar 30 minuten. Een rapportage hierover tezamen met een rapportage over eventuele alternatieve monitoringsystemen vindt plaats in het kader van het ontgravingsbesluit.

11. Kosten

Een totaalbeeld van de exacte kosten zal worden gepresenteerd bij de jaarlijkse Financiële prognose 2009 van het project Noord Zuidlijn. Naar schatting belopen de totale kosten tussen de 50 en 70 miljoen, bestaande uit de posten:

- herstel panden en straat
- maatregelen diepwanden
- intensivering toezicht, monitoring en projectcommunicatie
- verdragingskosten

12. Planning

Herstelwerkzaamheden

Vanaf het moment dat besloten wordt om over te gaan tot het starten van herstelwerkzaamheden en de daadwerkelijke start van de uitvoering van een herstelvariant, is een aantal weken benodigd door de aannemer ter voorbereiding. Wanneer de aannemer opdracht wordt gegeven, heeft deze tijd nodig om materieel te organiseren en aan te voeren. De werkplannen moeten door DMB worden goedgekeurd.

De voorbereidingstijd verschilt per herstelvariant (7-10 weken) en bedraagt voor de voorkeursvariant circa 8 weken. Dat betekent dat het werk in februari daadwerkelijk wordt hervat. In het voorjaar kan dan worden gestart met het ontgraven

Gevolgen projectplanning Noord/Zuidlijn

Op de vijzelgracht ligt het werk momenteel een half jaar stil. Alvorens weer ontgraven wordt is dat opgelopen tot circa 9 maanden. Dat betekent een vertraging van negen maanden op het Boor-Ontvangst-Gereed (BOG)-moment op de Vijzelgracht. De exacte gevolgen voor de planning en de mogelijkheden om de vertraging de komende jaren (deels) in te lopen worden betrokken bij de Financiële Prognose 2009

Gebruikte rapporten:

- Oorzaak van de lekkages op basis van rapport Deltares 'Analyse calamiteit 10 september 2008', versie 4 d.d. november 2008
- Randvoorwaarden voor herstel op basis van rapport van Deltares 'randvoorwaarden voor herstelplan', versie 3 d.d. november 2008
- Plan van Aanpak herstel diepwanden stations Vijzelgracht en Rokin (varianten afweging) d.d. 3 december 2008
- Verslag Expert Meeting over oorzaak en herstelmethode voegen d.d. 20 november 2008