



EversPartners

rapport

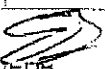

datum 5 november 2009
kenmerk 13512B-RP-29977

project **Bijenkorf Amsterdam**
Passage Tunnelboormachine Noordzuidlijn
Second Opinion

opdrachtgever Magazijn de Bijenkorf bv
Postbus 12870
1100 AW Amsterdam

contactpersoon **Dhr. R. Kalee**

opgemaakt door Ir.E.F. de Beaufort
uitgave 00 definitief
fase

paraaf		
		
EDB	GMA	

Evers Partners Postbus 60 T 0251 28 47 00
raadgevend ingenieursbureau bv 1950 AB Velsen-Noord F 0251 28 47 01
Parlevinkerstraat 41 E info@everspartners.nl
1951 AR Velsen-Noord I www.everspartners.nl

Opdrachten worden, tenzij anders overeengekomen, aanvaard en uitgevoerd volgens DNR2005. Deze voorwaarden worden u op verzoek toegezonden.



inhoud

1	Inleiding	3
2	Samenvatting	4
3	Gebruikte stukken en Informatie	5
4	Beoordeling Informatie	6
4.1	Risico-analyse Bouwfase Boortunnel (Centrum Ondergronds Bouwen, november 1997)	6
4.2	Rapportage ABT (referentie : gti-WADC-6313, d.d. 06-12-2002)	7
4.3	Second Opinion op schade scenario's t.b.v. Raadsvoordracht Verzekering Noord/Zuidlijn Amsterdam (door E. Horvat Consultants, d.d. 24-03-2003)	8
4.4	Eindrapport commissie Veerman 'Bouwen aan Verbindingen', d.d. 02-06-2009	8
4.5	Overleg met Dhr R. Geuzinge en Mw. C. Geuzinge (Projectbureau Noordzuidlijn, verantwoordelijk voor de mitigerende maatregelen aan belendingen van de TunnelBoorMachine) d.d. 29-09 2009	9
4.6	Meetresultaten van nauwkeurige zettingsmeetbouten in het gebouw De Bijenkorf (ontvangen d.d. 20-10-2009 van PMB Noorzuidlijn)	11
	4.6.1 meetresultaten	11
	4.6.2 Proef met Compensation grouting	13
4.7	Telefonisch overleg met dhr, Ir. A. Bezuijen	14
5	Analyse van de ontvangen gegevens	15
6	Conclusies	18
7	Advies	19



EversPartners

1 Inleiding

In het voorjaar van 2010 verwacht het Projectbureau Noordzuidlijn (PB NZL) dat de TunnelBoorMachine (TBM) in werking zal treden, zodat medio 2010 de passage van deze machine langs het pand van de Bijenkorf te Amsterdam zal plaatsvinden.

Al in een vroeg stadium, is onderzoek gedaan naar het effect van deze passage van de TBM langs het pand en zijn hierover afspraken gemaakt tussen de eigenaar van het pand en PB NZL.

Voorafgaand aan de feitelijke passage heeft Magazijn de Bijenkorf BV aan Evers Partners (EP) gevraagd een secundair oordeel van de risico's van deze passage te maken, op basis van de eventuele nieuwe inzichten die er sinds de vorige technische rapportage (door ABT, 2002) zijn bij gekomen.

Het resultaat van deze second opinion vindt u in dit rapport.



2 Samenvatting

Onderzoek

Het onderzoek voor de second opinion heeft bestaan uit een gesprek met vertegenwoordigers van het Projectbureau Noordzuidlijn, een analyse van de voorhanden zijnde stukken, een literatuurstudie en een gesprek met universitair onderzoeker ir. A. Bezuijen.

Conclusies

De uitvoeringsmethode van het boren met de TBM en de uitvoeringsmethode van het compensation grouting is naar verwachting voldoende uitgewerkt.

De geprediceerde waarden van de zettingen zijn ter plaatse van de bestaande fundering zodanig, dat bij correcte uitvoering van het tunnelboorproces (met name de toepassing van een niet te hoge boorsnelheid) en bij adequaat corrigeren van zakkingen door middel van compensation grouting, de ongelijkmatige zakking van de fundering beperkt zal blijven.

Ondanks de toepassing van compensation grouting is er een redelijke kans dat het pand dezelfde ongelijkmatige zettingen zal ondergaan als de bodem. Dit is vanwege de eenzijdige ligging van de CG-leidingen onder het pand. De kans is significant dat de voorgevel van het pand zakt terwijl de overige delen die zakking niet zullen ondergaan. Hierdoor zijn scheuren in de noordelijke kopgevel en in de dwarswanden, liggers loodrecht op de gevel en keldervloer mogelijk. Het betoncasco heeft vanwege zijn slankheid naar verwachting voldoende rotatiecapaciteit om verschilzettingen tot 5 mm te ondergaan zonder significante schade.

Het risicobeeld dat ABT in 2002 beschreef is met de kennis van nu onveranderd gebleven.

Advies

Evers Partners adviseert om het tunnelboren en het compensation grouting ongewijzigd door te laten gaan en om in contact te treden met PB NZL om het te hoge risico op schade door onverwacht hogere ongelijkmatige zakking van voorgevel t.o.v. de rest van het pand te beperken. Ook moeten er afspraken gemaakt worden met het PB NZL om de eigenaar van het pand gedurende de passage van de TBM's voldoende op de hoogte te houden van het gedrag van het pand en om de eigenaar te informeren over de maatregelen die men denkt te treffen bij bepaalde grenswaarden van zettingsverschillen.



3 Gebruikte stukken en Informatie

1. Risico-analyse Bouwfase Boortunnel (Centrum Ondergronds Bouwen, november 1997)
2. Rapportage ABT (referentie: gti-WADC-6313, d.d. 06-12-2002)
3. Second Opinion op schade scenario's t.b.v. Raadsvoordracht Verzekering Noord/Zuidlijn Amsterdam (door E. Horvat Consultants, d.d. 24-03-2003)
4. Eindrapport commissie Veerman 'Bouwen aan Verbindingen', d.d. 02-06-2009
5. Overleg met Dhr R. Geuzinge en Mw. C. Geuzinge (Projectbureau Noordzuidlijn, verantwoordelijk voor de mitigerende maatregelen aan belendingen van de TunnelBoorMachine) d.d. 29-09 2009
6. Meetresultaten van nauwkeurige deformatiemeters in het gebouw De Bijenkorf (ontvangen d.d. 20-10-2009 van PB NZL)
7. Telefonisch overleg met dhr. Ir. A. Bezuijen (onderzoeker bij Deltares, Delft en docent aan de TU Delft), d.d. 02-11-2009



4 Beoordeling Informatie

4.1 Risico-analyse Bouwfase Boortunnel (Centrum Ondergronds Bouwen, november 1997)

Het Centrum Ondergronds Bouwen heeft een rapportage opgesteld in de jaren '90 als voorbereiding op de in de toekomst geplande boortunnels. Hierbij zijn in de FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) de volgende risico's gedefinieerd met betrekking tot belendingen:

Failure Mode and Effect Analysis van het tunnelboorproces	
Mogelijke afwijking	Mogelijk gevolg
<i>voorbereidingsfase</i>	
Funderingsresten en obstakels in het tracé onvoldoende onderzocht	Stagnatie van de TBM in de grond met verhoogd risico op zettingen
Onvoldoende inzicht in de grondslag van het tunneltracé en van de directe belending	Stagnatie van de TBM in de grond met verhoogd risico op zettingen, berekende zettingen kunnen in werkelijkheid tegenvallen
Ontwerp van de TBM onvoldoende toegespitst op de grondslag	Stagnatie van de TBM in de grond met verhoogd risico op zettingen, berekende zettingen kunnen in werkelijkheid tegenvallen
<i>Maken hulpconstructies</i>	
Zetting/opheffing van grond ten gevolge van te hoge injectiedruk	Schade aan belending
Sterkte voldoet niet	Vertraging en minder effectief
<i>Boren tunnel</i>	
Falen aanvoer steunvloeistof of onvoldoende afstemming voortgang-afvoer-steundruk	Stabiliteitsproblemen in de grond, met kans op zettingen
Aantreffen obstakels (of veengas)	Betreden boorkamer noodzakelijk met risicovolle luchtdrukondersteuning, of explosie van veengas. Kans op blow-out met grote funderingszettingen als gevolg
Schade aan graafwiel	Betreden boorkamer noodzakelijk met risicovolle luchtdrukondersteuning
Grond rondom tunnel ontspant te veel	Zetting van de grond en van fundering van belendingen
Ontgraven veroorzaakt excessieve trillingen	Dilatantie losse grond en zetting belendingen
Blow-out door te hoge steundruk	Ongelijkmatige zetting van de grond en van fundering van belendingen
Bedieningsfouten	Ongelijkmatige zetting van de grond en van fundering van belendingen



Failure Mode and Effect Analysis van het tunnelboorproces (vervolg)	
Mogelijke afwijking	Mogelijk gevolg
<i>Mechanismen door de aanleg van een boortunnel</i>	
Opdrijven van de tunnel	Maaiveldverheffing, falen van de tunnel, grote zettingen van grond en funderingen in omgeving
Tunnel werkt als drain tgv lekkende tunnelementen	Schade aan de omgeving
Te veel versterking van de ondergrond, geen beheersing tunnelboorproces	Zetting van de omgeving

4.2 Rapportage ABT (referentie : gti-WADC-6313, d.d. 06-12-2002)

Draagstructuur gebouw

ABT heeft in een rapportage getoond wat de draagconstructie van fundering en casco van het pand is. Zij beoordeelt de staat van het casco als 'redelijk tot goed'. Er wordt geen uitspraak gedaan over de fysieke kwaliteit van de fundering, wel over de kwantiteit ervan (de fundering is overgedimensioneerd).

Geconstateerd wordt dat de betonnen verdiepingsvloeren formeel niet meer voldoen aan de eisen voor draagvermogen van vloeren in winkelruimtes.

Rekenmodel

ABT heeft een rekenmodel gemaakt voor de beoordeling van het gedrag van het casco bij een zetting van een groep funderingspalen. Hierbij is de stijfheid van de keidermuren wel meegenomen, maar is men uitgegaan van de premisse dat het anderhalf steens dikke gevelmetselwerk geen bijdrage levert aan de stijfheid van het gebouw,

Zettingspredictie

De zettingen van de grond zijn door PMB Noordzuidlijn opgegeven. Men verwacht langs de voorgevel van de Bijenkorf een zetting tussen de ca. 9 en 15 mm zakking, terwijl de eerste kolommenrij erachter (as B) volgens opgave van PMB al bijna geen zetting meer zal ondergaan. Belangrijk is het feit dat de gehele gevel aan het Damrak een significant zakkingsverschil zal ondergaan.

Mitigerende maatregelen

ABT stelt dat de aan de voorgevel van het pand verschilzettingen van tussen de 5 en 15 mm kunnen optreden tgv de passage van de TBM. De poeren in as B en as C hebben volgens ABT geen mitigerende maatregelen nodig. ABT stelt voor om een overgangsgebied uit te werken tussen de fundering met en zonder compensation grouting. Tevens moet het plan voor compensation grouting aangepast worden om de gehele voorgevel te kunnen voorzien van zettingscompensatie. ABT geeft niet aan hoe dit moet gebeuren.



Monitoring

ABT meldt de noodzaak tot permanent en precies monitoren van de zakkingen, met toepassing van drie niveaus in de zettingsverschillen: 2, 5 en 10 mm. ABT stelt dat het boorproces 'opgeschort' moet worden als er een zettingsverschil van meer dan 10 mm gemeten wordt.

Aansprakelijkheden

De Bijenkorf moet dagelijks door het PMB geïnformeerd worden over de voortgang van het boorproces en van de gemeten zettingen.

Voor en na passage van de TMB moet een bouwkundige opname van het pand gemaakt worden.

ABT stelt voor om een protocol te laten opstellen hoe om te gaan met geconstateerde zakkingen.

Een onafhankelijke schadecommissie is geïnstalleerd volgens ABT.

4.3 Second Opinion op schade scenario's t.b.v. Raadsvoordracht Verzekering Noord/Zuidlijn Amsterdam (door E. Horvat Consultants, d.d. 24-03-2003)

Ten bate van de verzekering van de Noordzuidlijn is door Professor Horvat een beoordelingsrapport opgesteld, waarin de risico's op schade aan de omgeving behandeld worden.

Ten aanzien van de voor De Bijenkorf van interesse zijnde zaken zijn de volgende uitspraken van belang:

- M.b.t. technische deskundigheid van het PB NZL (pagina 14): " De aanpak getuigt van een groot bewustzijn voor de mogelijke risico's. Deze zijn ook systematisch onderzocht en waar mogelijk voorzien van technisch adequate oplossingen en/of stringente eisen."
- M.b.t. faalkansen in de uitvoering van het gehele project: " De combinatie van grootschaligheid, stedelijke dynamiek, voor Nederland relatief nieuwe technieken (compensating grouting) en een sterk doorontwikkeld TBM-concept zal ondanks al het denkwerk vooraf aanleiding zijn dat er ergens langs het traject iets behoorlijk fout kan lopen..... Het reageren op signalen op ieder deelgebied afzonderlijk levert weliswaar een behoorlijke zeef, maar ook door meerdere gaasramen achter elkaar komt nog steeds licht (= lees: kan falen ontstaan). Een voorbeeld vormt de beoogde koppeling tussen aansturing TBM en het meten van de actuele vervormingen in de belendingen. Deze maatregel lijkt een adequate oplossing om in het project in te spelen op de omgeving."
- Om een gradatie in de risico's aan te brengen stelt Prof. Horvat voor om drie niveau's aan te brengen:
 - o Gebeurtenissen waarvan de kans "niet laag" is dat deze optreden, maar waarvan de gevolgen niet zo groot zijn.
 - o Gebeurtenissen waarvan de kans klein is dat deze optreden, maar waarvan de gevolgen reeds aanzienlijk zijn.
 - o Gebeurtenissen waarvan de kans zeer klein is dat deze optreden, maar waarvan de gevolgen zeer groot zijn.

4.4 Eindrapport commissie Veerman 'Bouwen aan Verbindingen', d.d. 02-06-2009



De commissie Veerman, die in het voorjaar van 2009 is ingesteld naar aanleiding van de schade aan de bouwput in de Vijzelgracht en aan de belendingen, doet geen expliciete uitspraken over de kwaliteit van de technische uitvoering van de mitigerende maatregelen. Het gaat de commissie vooral om verbetering van de communicatie tussen alle partijen en het beter monitoren van de uitvoering: "Niet onaanzienlijke technische risico"s die weliswaar technisch beheersbaar zijn, maar waarvoor een optimale risicobeheersing en zorgvuldige uitvoering van de aanleg en prompte herstelmogelijkheden van eventuele schade voorhanden is".

In hoofdstuk 4.3 wordt gesteld "Bovendien moeten in de uitvoering van de aanleg verdergaande innovaties worden gezocht die de geconstateerde risico"s verbonden, aan het ontgraven van de diepe stations en het boren onder de oude stad, beter beheersbaar maken. Eén van die innovaties is gelegen in een alternatieve uitvoeringsvolgorde van het boorproces. Deze komt erop neer dat vanuit twee richtingen de tunnelonderdelen worden geboord met als middelpunt het station Vijzelgracht." Er worden geen ander 'innovaties' voorgesteld.

4.5 Overleg met Dhr R. Geuzinge en Mw. C. Geuzinge (Projectbureau Noordzuidlijn, verantwoordelijk voor de mitigerende maatregelen aan belendingen van de TunnelBoorMachine) d.d. 29-09 2009

In het kader van dit onderzoek is met de vertegenwoordigers van het Projectbureau Noordzuidlijn gesproken over de mitigerende maatregelen onder Bijenkorf. Hieronder volgen de belangrijkste uitspraken van de heer Geuzinge en mevrouw Geuzinge:

- Men verwacht bij het boren van de tunnel een volumereductie van ca 2% van de diameter van de TMB. Deze reductie is de belangrijkste factor van zettingen in de grond ernaast,
- ABT heeft een lintvoegwaterpassing laten uitvoeren aan het gebouw, waaruit bleek dat geen funderingsinspectie nodig was. Op basis van de lintvoegwaterpassing is geoordeeld dat de fundering in funderingsklasse II valt (splittingsniveau, minimaal 25 jaar onderhoudsvrij)
- Om verzakking van het pand te voorkomen zal voor, tijdens en na de passage van de TBM in de kelder van de Bijenkorf de zetting van het gebouw gemeten worden met een frequentie van 3 seconden. Afhankelijk van de meetresultaten zal 'real-time' compensation grout toegepast worden,
- Het signaleringniveau is 1mm zetting. Maximaal toegestane zetting van het pand is 3 mm,
- Alle partijen kunnen via een computerverbinding online de zettingen monitoren,
- Voor de Compensation grouting wordt bentoniet toegepast (dit is naar tevredenheid bij de ondertunneling van station Antwerpen toegepast),
- De reden dat er alleen in het deel naast de Dam compensation grouting toegepast wordt is dat daar de TBM de bocht moet inzetten richting Rokin. Hierdoor worden er meer zettingseffecten verwacht dan wanneer de TBM in een rechte lijn graaft,
- Ca. twee jaar geleden heeft men als proef een laag grout onder de fundering van de Bijenkorf aangebracht, Metingen toonden aan dat hierdoor het gebouw iets opgetild werd, Daarmee vond men het voldoende aangetoond dat deze maatregel tijdens de passage van de TBM daadwerkelijk effect zal hebben. Voor de passage van de TBM zal er een controle van de groutlansen op verstopping zijn, maar men verwacht dat dit beperkt blijft,



EversPartners

- Wat betreft de risico's op schade stelt het Projectbureau is er sinds 2002 geen gewijzigde situatie ontstaan. Men schat het risico nu net zo laag in als toen,
- Het is op het moment van het gesprek niet zeker hoe de passage van de twee TBM's plaats zal vinden, maar het meest zeker is dat de eerste TBM vanuit de startschacht in het open havenfront het dichtst langs de Bijenkorf zal passeren. Minimaal drie maanden later zal de tweede TBM passeren,
- De voorlopig planning is dat de TBM1 in het voorjaar van 2010 zal starten met een geplande snelheid van 7 meter per dag. Dit betekent dat ca 8 a 10 weken later de Bijenkorf gepasseerd zal worden,
- De compensation grouting vindt, afhankelijk van de vervolgzettingen, plaats tot drie maanden na passage van de TBM. Gedurende die tijd zal er op de Dam, ter plaatse van de toegangsschacht, een bouwplaats ingericht zijn. Het werkterrein van deze bouwplaats is kleiner dan die bij de bouw van de schacht.

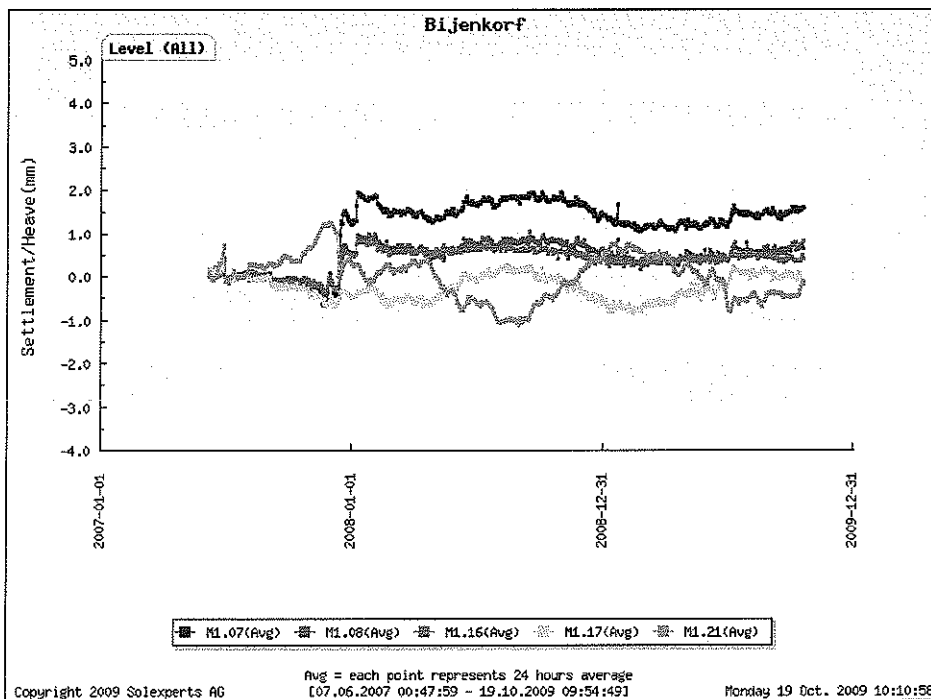


4.6 Meetresultaten van nauwkeurige zettingsmeetbouten in het gebouw De Bijenkorf (ontvangen d.d. 20-10-2009 van PMB Noorzuidlijn)

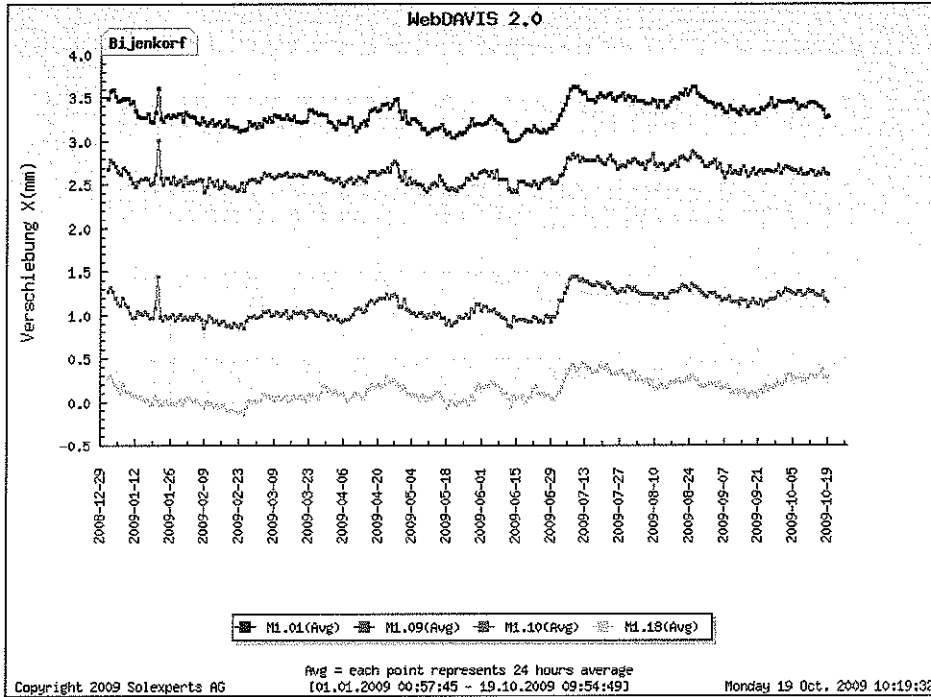
4.6.1 meetresultaten

In het pand van de Bijenkorf zijn op een aantal plaatsen zakkingsmeetbouten aangebracht, die op afstand afleesbaar zijn. Het projectbureau NZL heeft tot publicatie van dit rapport toe geen locatieschets van deze bouten opgestuurd, dus het is niet duidelijk waar deze metingen hebben plaatsgevonden.

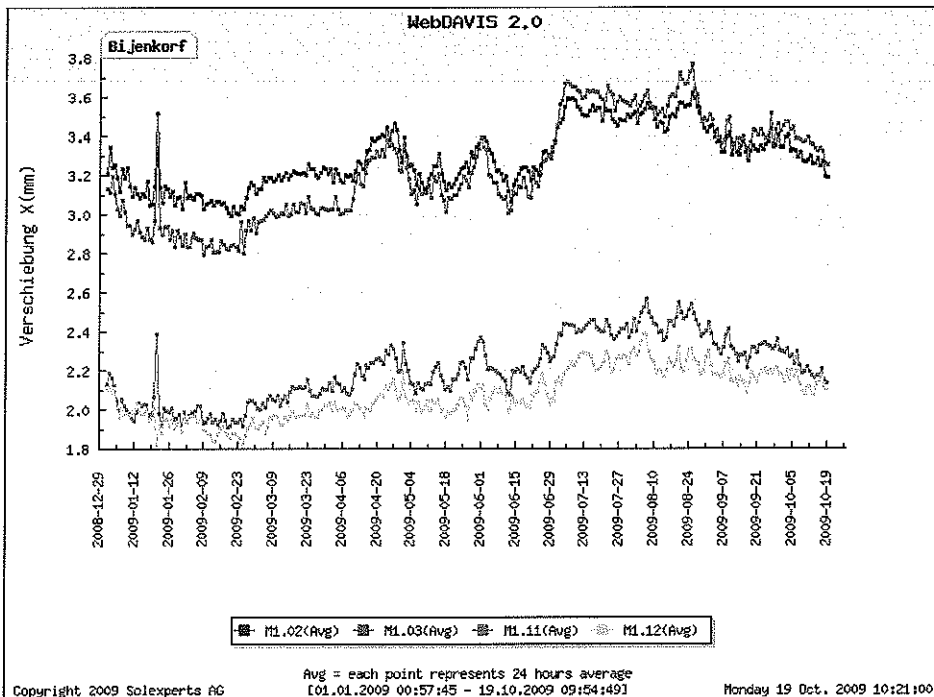
Uit de grafieken (zie figuur 1 t/m 3) is te concluderen dat het pand weinig beweegt en vrijwel niet zakt.



Figuur 1 relatieve zakking van meetpunten 7, 8, 16, 17 en 21 vanaf 07-06-2007



Figuur 2 relatieve zakking van meetpunten 1, 9, 10 en 18 vanaf 29-12-2008



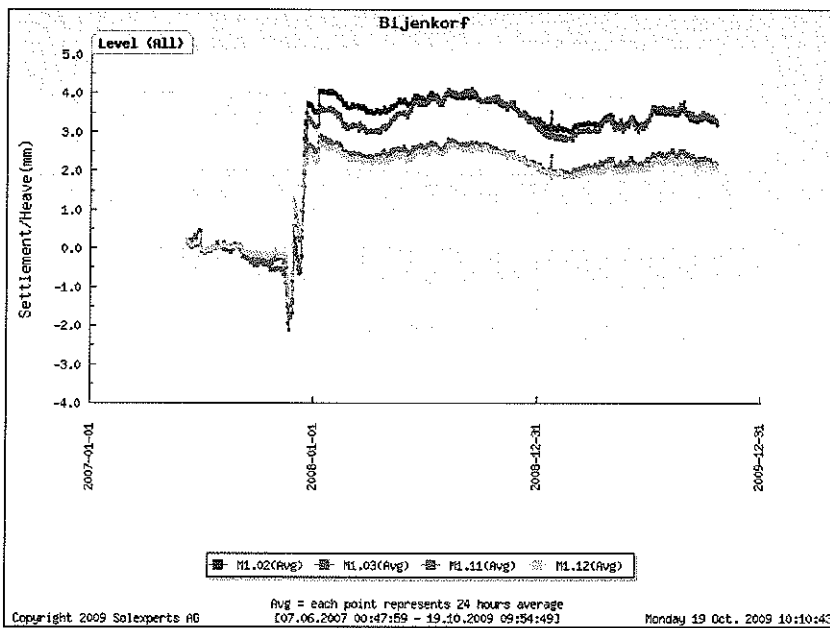
Figuur 3 relatieve zakking van meetpunten 2, 3, 11 en 12 vanaf 29-12-2008



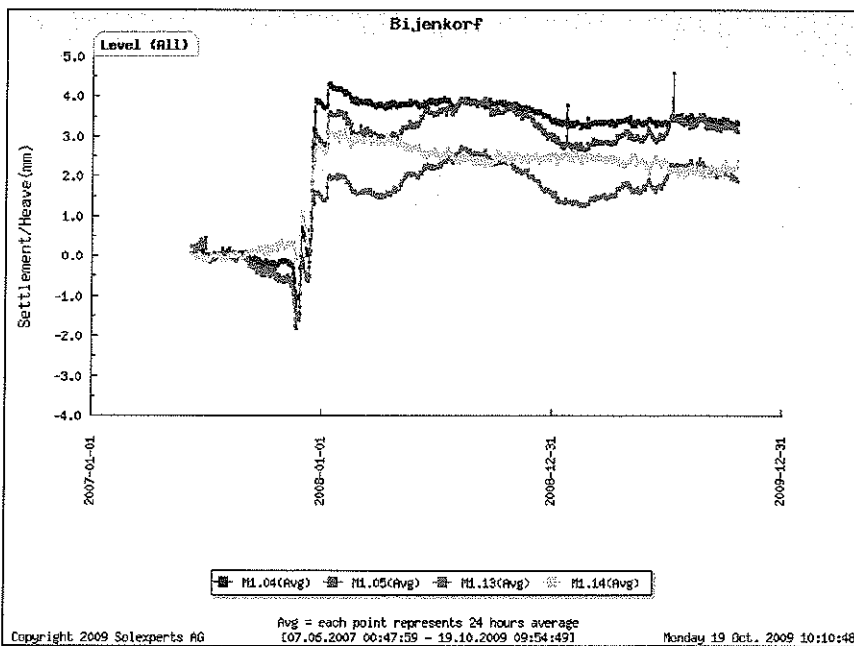
4.6.2 Proef met Compensation grouting

In januari 2008 heeft een proef plaatsgevonden met het compensation grouting onder de Bijenkorf. Onderstaande grafieken (figuur 4 t/m 6) tonen het gemeten effect hiervan. De meetbouten zijn met verschillende snelheden gestegen.

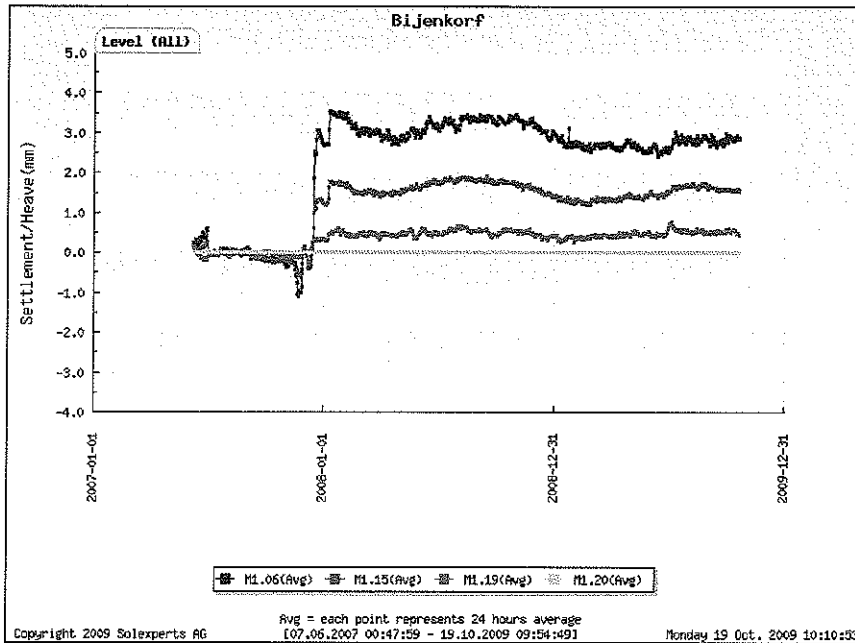
Opvallend hierbij is dat bij de start van het grouten de bouten 1 a 2 mm snel zakken voordat ze echt opstijgen.



Figuur 4 zettingsmetingen van meetbouten gedurende en na compensation grouting



Figuur 5 zettingsmetingen van meetbouten gedurende en na compensation grouting



Figuur 6 zettingsmetingen van meetbouten gedurende en na compensation grouting

4.7 Telefonisch overleg met dhr. Ir. A. Bezuijen

Om een oordeel te krijgen van een technisch expert op het gebied van Compensation grouting is contact opgenomen met de heer A Bezuijen, onderzoeker bij Deltares in Delft (het voormalige Geodelft)

Zijn opmerkingen worden hieronder getoond:

- Het is van belang dat er een goede relatie en coördinatie is van boorsnelheid van de TBM en groutsnelheid van het compensation grouting.
- Bij relatief kleinere zettingen heeft de compensation grouting het meeste effect. Bij grote zettingen, als het zand helemaal los komt te liggen, dan verdwijnt het effect vrij snel,
- Om verstopping te voorkomen is het belangrijk hier een goede mortelsamenstelling voor te kiezen, zodat door de groutdruk relatief kleine 'scheurtjes' in de grondslag veroorzaakt worden die dan door de groutmassa gevuld worden (een zo gelijkmatig mogelijk 'opvullen' van de grond)



5 Analyse van de ontvangen gegevens

Het boorproces

In het algemeen stellen zowel de deskundigen (Prof. Hirvat, Ir Bezuijen) als de opdrachtgevers (PB NZL) dat het uitvoeren van een tunnelboorproject met de huidige uitgangspunten, mits goed uitgevoerd en goed gemonitord, geen significante risico's hebben.

De in de risico-analyse van het Centrum Ondergronds Bouwen genoemde items zijn vermoedelijk voldoende afgedekt. De commissie Veerman doet hier verder ook geen uitspraken over.

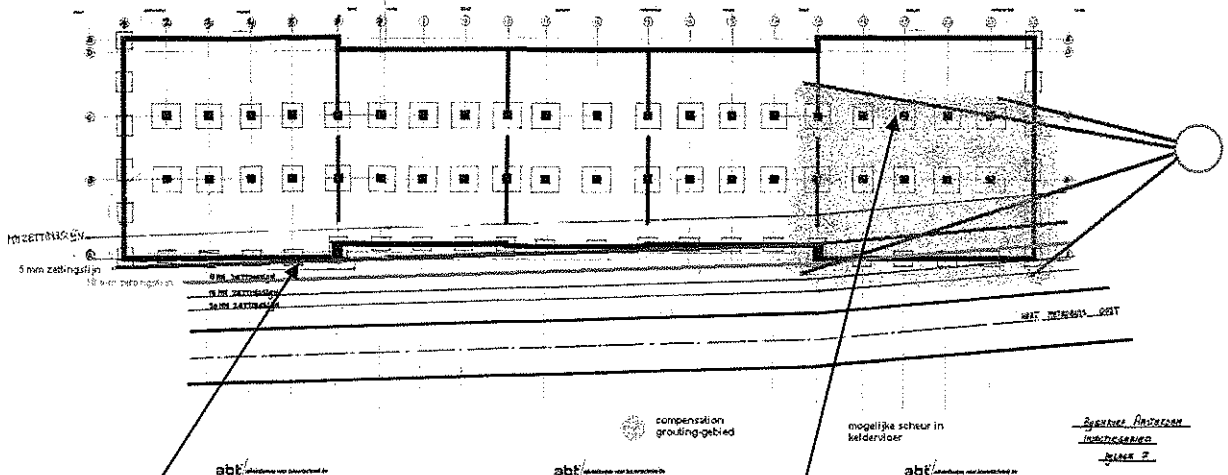
Het heeft dus geen zin om ons hier verder in te verdiepen. Volstaat de constatering dat de indruk bestaat dat PB NZL voldoende is voorbereid en dat de frequentie en precisie van de zakkingsmeting voldoende is (EP heeft geen plattegrond van het pand met de locatie van de meetbouten, er kan dus geen uitspraak gedaan worden over de representativiteit van de metingen voor het gehele gebouw)

Het compenseren van zakkingen door middel van compensation grouting

In een eerdere fase is aangetoond dat het mogelijk is om het pand van de Bijenkorf enkele millimeters op te tillen door toepassing van de compensation grouting. Dhr. Bezuijen stelt dat als het bij beperkte afstanden blijft, dat CG een goed functionerend systeem is (vanzelfsprekend ook onder voorwaarde dat het correct wordt uitgevoerd)

Locatie van zakking ten opzichte van de compensation grouting

De gebieden met de verwachte maximale zettingsverschillen en het gebied van de compensation grouting (zie figuur 7) overlappen elkaar maar gedeeltelijk.



Figuur 7 gebied van maximale verschilzettingen en van het compensation grouting

Daar waar nauwelijks zakkingen verwacht worden is een volledig CG-veld aanwezig, en daar waar een zakking van ca 5 mm voorspeld is (langs tweederde van de voorgevel) is er geen mogelijkheid tot correctie door compensation grouting. Dit is vreemd.



ABT heeft in de berekening aangegeven dat een ongelijkmatige zetting van 5 mm net de grens is van wat het casco van het pand kan verdragen zonder –grote – schade. Als de zetting van de voorgevel door toeval net iets groter uitvalt dan de 5 mm voorspelde zetting, dan zal er schade optreden door scheuren in de wanden, balken en vloeren van het betonskelet.

Invloed van het boortraject op de zettingen

De TBM zal vanuit het noorden de Bijenkorf passeren. Dit betekent dat de eerste ongelijkmatige zakkingen ter plaatse van de noordgevel optreden. Hier is geen CG-installatie aanwezig zodat er bij tegenvallende zettingswaarden geen maatregelen aanwezig zijn om grote zettingen (en bijbehorende schade) te beperken. Als de eerste TBM vanuit de Dam zou zijn gekomen, dan had men bij meting van groter dan verwachte zettingen door toepassing van CG de eerste schade kunnen beperken en had men nog iets van tijd om de gevel verderop van noodvoorzieningen te voorzien.

Nu wordt de noordelijke kopgevel in feite 'in het diepe gegooid' en zal deze als eerste scheuren door een onverwacht hoger zettingsverschil.

keldervloer

ABT heeft het niet aangegeven, maar een ongelijkmatige zakking van 5 mm kan voor de –onder grondwaterstand gelegen – keldervloer, die slechts 150 mm dik is, voldoende zijn om te scheuren, met lekkages als gevolg. Daar waar de gefundeerde, stijve betonnen dwarswanden in de kelder aanwezig zijn zal de vloer grilliger scheuren.

Mogelijke aanvullende maatregelen

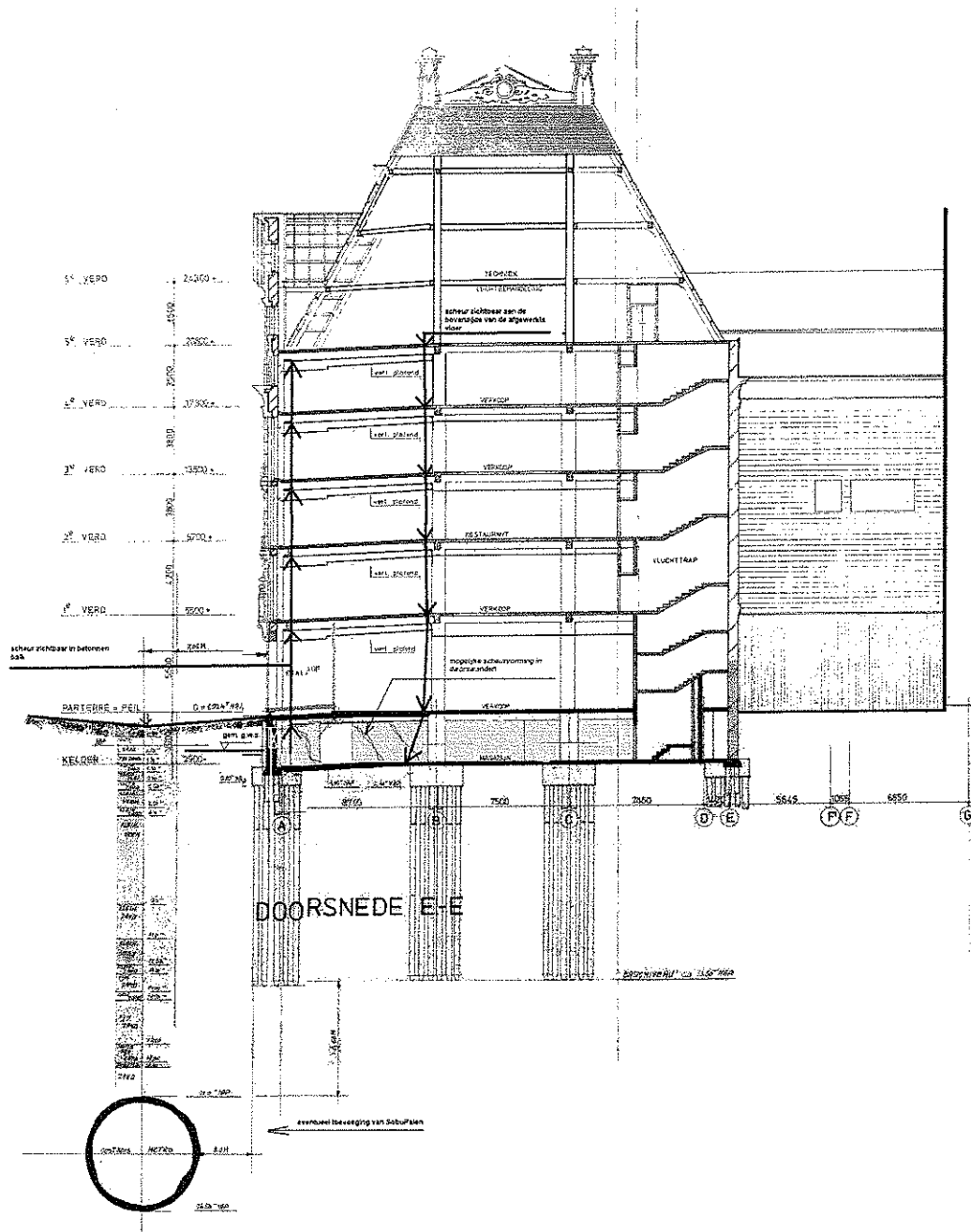
Wil men het risico beperken op ongelijkmatige verzakking van de voorgevel dan kan men:

- a. Compensation grouting toepassen onder de gehele voorgevel,
- b. Extra funderingspalen toevoegen
- c. Traject van de TBM onder het Damrak in westelijke richting verplaatsen, verder af van de fundering van de Bijenkorf.

Ad a. Extra compensation grouting onder de voorgevel is niet realistisch: er is geen ruimte voor de groutlansen of nieuwe startschachten, het is zeer duur en het is te kort dag voor de passage van de TBM

Ad. b. Uitvoering van extra funderingsdraagvermogen is wel mogelijk. Bijvoorbeeld kan men denken aan in-de-muur-gedrukte palen, of heipalen met een betonstrook verbonden aan de kelderwand (zie figuur 8)

Ad c. verplaatsing van het traject zal veel nieuwe problemen veroorzaken verderop het tracé, gezien de strenge eisen aan de maximale boogstralen van bochten van TBM's.



Figuur 8 mogelijke schade en mogelijk aanvullend funderingsdraagvermogen



6 Conclusies

De volgende conclusies kunnen op basis van de voorgaande hoofdstukken getrokken worden:

1. Het tunnelboorproces is naar verwachting niet zodanig risicovol dat ten bate van de veiligheid van constructie en gebruikers van het pand van de Bijenkorf extra aanpassingen aan het boorproces gewenst zijn,
2. Het Compensation-Grouting-proces is voldoende betrouwbaar in staat om zettingen van het pand te beperken, zolang dit geen zettingen zijn groter dan ca 10 mm,
3. Het risico op verzakking van de voorgevel van het pand is te hoog om nu stilzwijgend te accepteren. ABT stelt een zettingsverschil van 5 mm als maximaal toelaatbaar voor het casco van het pand terwijl het PB NZL voorspelt dat dit maximum ook daadwerkelijk zal optreden in de gehele voorgevel. Een kleine, negatieve afwijking van het voorspelde zettingsverschil kan dus al gauw schade veroorzaken, er is geen bufferzone.
4. In overleg met PB NZL moet gekeken worden of niet alsnog mitigerende maatregelen aan de voorgevel gewenst zijn. Hierbij kan men denken aan het lokaal toevoegen van funderingspalen in de muur (Sondeer-Buis-Palen) , geplaatst in de tweede zandlaag, ongeveer op het peil van de onderzijde van de TBM.



7 Advies

Evers Partners adviseert op basis van de getrokken conclusies:

1. Akkoord te gaan met de passage van de TBM langs het pand,
2. Akkoord te gaan met het gedoseerd uitvoeren van de compensation grouting onder het pand, op voorwaarde dat door PB NZL voldoende alert op metingen van verschildzettingen wordt gereageerd,
3. Contact op te nemen met PB NZL om hun te verzoeken – voor zover nog niet aanwezig - een protocol op te stellen, waarin grenswaarden voor zettingsverschillen worden gedefinieerd met de daarbij horende compensatiemaatregelen.
4. Contact op te nemen met PB NZL om hun te verzoeken tijdens de passage van de TBM's een dagelijkse zakkingsrapportage aan de eigenaar aan te leveren om deze goed op de hoogte te houden van het gedrag van zijn pand,
5. Contact op te nemen met het PB NZL en hun de conclusies van deze rapportage voor te leggen. In onderling overleg moet gekeken worden of extra mitigerende maatregelen uitgevoerd kunnen worden om het risico op schade door zetting van de voorgevel te beperken.