Kom maar op met die boor

Door Michael Persson

gepubliceerd op 28 juni 2008 09:51, bijgewerkt op 28 juni 2008 09:52

AMSTERDAM - Er wordt nog niet eens echt een tunnel geboord in Amsterdam, en nu al verzakt de stad hier en daar. Incidenten, zeggen de ingenieurs. Want stations zijn vierkant, en dus riskanter dan fijne ronde tunnelbuizen. Door Michael Persson

Metrostation Vijzelgracht in aanbouw. (Joost van den Broek / de Volkskrant)

In paniek waren ze zeker niet, de ingenieurs die maandag met veiligheidshelmen op en kaplaarzen aan in de lekkende bouwput stonden, die eens het Amsterdamse metrostation Vijzelgracht moet worden. Integendeel: trots waren ze.

'Daar, tegen de wand, ligt zeker zeshonderd ton zand. We hebben de afgelopen dagen alle graafmachines aan het werk gezet.'

'Zie je dat gele spul? Een soort purschuim. Dat is de tweecomponentenhars die van buitenaf in het lek is gespoten. Helemaal door de wand gekomen.'

'Natuurlijk is het veilig. Anders had ik hier zelf ook niet gestaan.'

Trots dus: niet op het lek, maar wel op het dichten ervan. Dat de gemeentelijke dienst Bouw- en Woningtoezicht en de verzekeringsmaatschappij diezelfde middag hadden verordonneerd het graven aan de Noord-Zuidlijn te staken, leek hen niet te deren. Ingenieurs houden van problemen – die moet je oplossen, dat is hun werk.

Maar het betekent wel de zoveelste vertraging voor de nieuwe Amsterdamse metrolijn. De oplevering, zes jaar geleden nog gepland in 2011, wordt niet voor 2015 verwacht, bleek in april. De kosten, in 2002 begroot op 1,4 miljard euro, worden nu geschat op ruim 2 miljard. En dan moet het boren van de tunnel nog beginnen. Zijn de lekkages die het in aanbouw zijnde station troffen een voorbode van nog meer problemen?

Het eerste water kwam vorige week dinsdag. Door de betonnen oostwand van de bouwput in de Vijzelgracht, een vijftien meter diep ravijn midden in een drukke straat in Amsterdam, sijpelde plotseling water naar binnen. De bouwput is in feite een droge badkuip in een zee van ondergronds water. Als hij volstroomt, zakt het water eromheen en verliest de grond rondom de put draagkracht. Dan kunnen de funderingspalen die daarop steunen verzakken, en dus ook de huizen die dáárop steunen.

Dat gebeurde die dag niet. Maar twee dagen later was het weer raak. Nu werd bij het uitgraven van grond uit de kuip aan de andere kant, bij de westwand, een natte plek zichtbaar. Terwijl ze beneden het water ontdekten, merkten de bewoners van vier achttiende-eeuwse huizen daarboven dat hun ramen en deuren begonnen te klemmen. Een uur later sprong het glas uit de sponningen.

Nu, een week later, blijken de huizen op sommige plekken 10 centimeter verzakt. Wie gaat kijken, ziet een scheur in de muur en een gebroken dakgoot. De bewoners van twee panden mogen hun huis niet meer in, wegens het gevaar van nakomende zettingen.

De oorzaak van die tweede, ernstige lekkage was eigenlijk al maanden bekend, blijkt uit de verklaringen van de ingenieurs in de tunnel. De stations van de NoordZuidlijn worden gebouwd volgens de zogeheten wanden-dakmethode. De aannemer bouwt eerst een bodemloze betonnen doos in de grond, en graaft daarna pas de aarde eruit. Boven op de doos, op straatniveau, kan het leven gewoon doorgaan.

De twee zijmuren van de doos, zogeheten diepwanden, worden gemaakt door twee sleuven van ruim een meter dik in de grond te graven, een raster van wapening aan te brengen en de sleuven dan vol te storten met beton. Deze wanden steken ruim 40 meter diep, tot in de waterdichte kleilaag die de bodem van de doos vormt.

Waterstop

De diepwanden kunnen niet in een keer worden gestort en bestaan daarom uit panelen van ongeveer 3 meter lengte. Tussen die panelen zit een rubberen strook, een zogeheten waterstop, die de voeg waterdicht moet maken.

Daar, in zo'n voeg, zat het lek. Bij het aanbrengen van de rubberen strook wordt een stalen plaat tegen de kopse kant van een uitgegraven paneel geplaatst. Deze voegplank wordt later, nadat het beton is gestort, als een soort klittenband van het beton afgetrokken.

‘Maar dat was hier niet gelukt’, zegt Johan Bosch, bijzonder hoogleraar ondergronds bouwen in Delft en adjunct-directeur techniek van de Noord-Zuidlijn. ‘De voegplank was in de voeg achtergebleven.’

Het is een hele keten van problemen en oplossingen die tot die vastgeplakte plaat hebben geleid. Omdat de diepwanden zo diep zijn en grote krachten van de grond eromheen moeten opvangen, zijn de wapeningsstaven dikker dan normaal, en is de ruimte daartussen dus beperkt. Om het beton soepel tussen het dikke stalen geraamte te laten stromen, bestaat de slurry uit kleinere kiezels dan normaal: maximaal 12 millimeter in plaats van de gebruikelijke 32 millimeter. Maar het onbedoelde effect was dat de pap daardoor ook makkelijker om de voegplaat heen kon krullen, en hem als het ware in de houdgreep nam.

De bouwers onderkenden het probleem. Op de plek waar de voegplank was blijven zitten, plaatsten ze een extra stalen plaat aan de binnenkant, en boorden ze drie grout-pilaren (een soort cement) in de bodem aan de buitenkant, als wachters voor de voeg. Die blijken dus niet te hebben geholpen.

Er zijn zeker zevenhonderd voegen in de drie stations van de Noord-Zuidlijn. Is dit de enige plek waar het is misgegaan? Nee, zegt Bosch. Op drie andere plekken in station Vijzelgracht en eentje op het Rokin zijn de voegplanken blijven zitten. Daarna is het betonmengsel aangepast (de maximale grootte van de kiezels is nu 24 millimeter). ‘We kijken nu dus heel goed naar die vier andere plekken.’

Koppelingen

‘Ondergrondse bouwprojecten hebben altijd meer problemen dan andere infrastructuurprojecten’, zegt Martijn Leijten, een bestuurskundige promovendus aan de Technische Universiteit Delft. ‘Het is moeilijker in te schatten wat kleine veranderingen voor effecten hebben, omdat er via de ondergrond allerlei extra koppelingen zijn met de omgeving. Juist de ondergrond is een factor in veel complexe oorzaak-gevolgketens. Bovendien zijn die koppelingen vaak onzichtbaar.’

In dit geval leidde een kleine verandering van betonsamenstelling, door de krachten van de bodem, via diezelfde bodem tot verzakkingen van de huizen daarboven. Leijten was twee jaar geleden auteur van rapporten voor de tijdelijke parlementaire commissie Infrastructuurprojecten, die onder meer de HSL-Zuid en de Betuwelijn onderzocht. Nu

promoveert hij op tunnels, waarbij hij onder meer kijkt naar de Haagse tramtunnel en de zogeheten Big Dig, een autotunnel in Boston.

Ook in Boston hadden kleine aanpassingen grote gevolgen. Er was in de tunnelkoker een verlaagd plafond aangebracht om ventilatiebuizen in weg te werken. Maar omdat de stalen plafondplaten gingen trillen door luchtverplaatsingen, werden ze vervangen door betonplaten. Die moesten toen geïmproviseerd worden opgehangen in de tunnel, met bouten en epoxyhars. 'Op een manier die eigenlijk niet de bedoeling was, theoretisch wel kon, maar een grotere kwetsbaarheid kende die pas achteraf bleek', zegt Leijten. In 2006 lieten vier zware plafondplaten los en vielen op een auto, waarbij de passagier omkwam.

'Het toont aan hoe moeilijk beheersbaar zo'n technisch systeem is', zegt Leijten. 'Wat meespeelt, is dat vroeger veel van dit soort projecten centraal werden geleid. In Nederland had je Rijkswaterstaat, in Massachusetts had je het Department of Public Works. Die ontwerpbureaus deden het vaker, hadden ervaring.

'Nu is de expertise veel meer versnipperd. Gemeenten moeten zelf deze projecten leiden, en die doen het bijna altijd voor het eerst.' Goed, de grote gemeentelijke ingenieursbureaus zoals in Amsterdam staan goed aangeschreven, zegt Leijten. 'Maar ze komen altijd voor moeilijkheden te staan die ze nog niet kennen.'

In Den Haag lekte de tramtunnel ook – en nog veel dramatischer dan in Amsterdam, want hij liep helemaal onder. Daar waren slecht aansluitende bodemdelen de oorzaak. Maar ook daar lekken de voegen van de diepwanden. 'De voeg is altijd het kwetsbare punt', zegt Leijten. 'Het is wel beheersbaar, maar diepwanden zijn nooit 100 procent waterdicht.'

In zekere zin heeft Amsterdam van de Haagse sores geleerd. Terwijl in Den Haag de lekkende diepwanden nu als stationsmuren fungeren (met groen uitgeslagen vochtplekken), zal straks in de Amsterdamse stations een compleet nieuwe doos tussen de diepwanden worden gebouwd. 'Van dat beton kun je de bouw en kwaliteit veel beter controleren dan van de diepwanden, die je blind in de diepte stort', zegt Bosch. 'Alleen dan is waterdichtheid gegarandeerd.'

Boortunnel

Kwaliteitscontrole is ook de reden dat Bosch zich minder zorgen maakt over de twee 3,8 kilometer lange tunnelbuizen, die vanaf volgend jaar vanaf het Centraal Station naar de

al uitgegraven metrostations worden geboord. ‘Dat is een grotendeels gemechaniseerd, industrieel proces. Die tunnelsegmenten zijn niet ter plaatse, maar in de fabriek gemaakt. Gecontroleerd. Bovendien is de boortunnel door zijn ronde vorm van nature steviger dan de rechthoekige bakken van de stations.’

Over het hele traject is berekend hoeveel de funderingspalen van de naburige gebouwen door de passage van de boor zullen zakken. Waar het meer dan twee centimeter dreigt te worden, zijn voorzorgsmaatregelen getroffen. Daar, onder meer bij de Industrieele Groote Club op de Dam, is een schacht gemaakt, waaruit diep onder de grond een aantal geperforeerde lansen een soort cement in de bodem kunnen spuiten om te veel verzakking op te vangen. Deze compensation grouting wordt ook toegepast onder de Munt en een woonblok in de wijk De Pijp.

De verzakkingen worden in de gaten gehouden door een monitoringsysteem, een soort uiltjes in kooitjes die overal langs de route met laserogen de bewegingen van de panden meten. Vorige week sloegen ze ook alarm – alleen pas uren na de verzakking. ‘Het systeem is bedoeld om dingen te zien die anders niet worden gezien’, legt Bosch uit. ‘Bij de Vijzelgracht waren we al bezig met het bestrijden van lekkage. Dan hoef je niet meer gewaarschuwd te worden.’

Ingenieurs houden van problemen, die moet je oplossen, dat is hun werk.