

**Diepwand verwijderd voor doorgang
fietsenkelder Rotterdam Centraal**

Slopen zonder trillingen

Eind 2013 is de laatste hand gelegd aan de nieuwe, ondergrondse fietsenstalling bij Rotterdam Centraal. Om een doorgang mogelijk te maken naar het naastgelegen metrostation, moest de 1,5 m dikke diepwand worden gesloopt. Als alternatief voor de traditionele kraan met sloophamer, is een nieuwe technologie toegepast op basis van een niet-explosieve chemische verbinding.

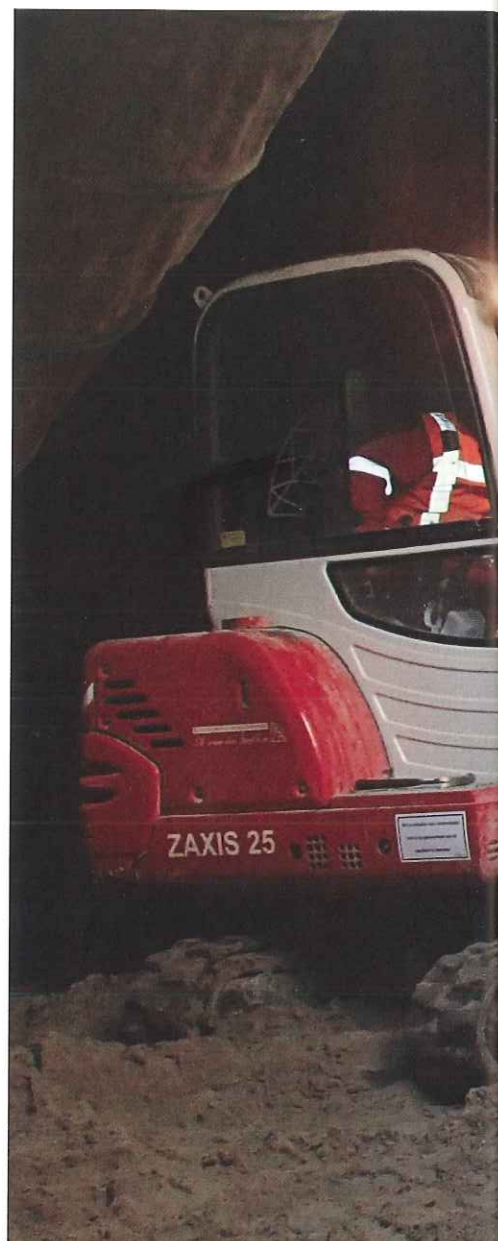
Voor het nieuwe, drukke Stationsplein in Rotterdam bestond een ambitie voor een obstakelvrije looproute én ruimte voor meer dan 5000 fietsen. Om die ambitie waar te maken, is gekozen voor een fietsenstalling in de beschikbare ruimte onder het Stationsplein. Deze ruimte is begrensd door het metrostation Rotterdam Centraal aan de noordzijde, de in dienst zijnde tramsporen aan de oost-

zijde, de Weenatunnel aan de zuidzijde en Het Groot Handelsgebouw aan de westzijde (fig. 2). De kelder was daarmee maar net groot genoeg. De fietsenstalling is op twee plekken bereikbaar: via het entreegebouw op het maaiveld en via de hal van het in 2011 opgeleverde metrostation. Via die laatste route is ook het treinstation bereikbaar. De uitvoering van het project stond voor diverse uitdagingen. Zo moest er worden gebouwd in een intensief gebruikt stationsgebied en onder overige in uitvoering zijnde 'bouwstenen' zoals de kap van de OV-terminal en de tramsporen op maaiveld. In dit artikel wordt ingegaan op de sloop van een diep-

wand. Daarnaast waren de tijdens de uitvoering aangetroffen grote hoeveelheden puin en obstakels een belangrijk aandachtspunt (zie kader 'Puin en obstakels in de ondergrond').

Sloop betonconstructie/ diepwand

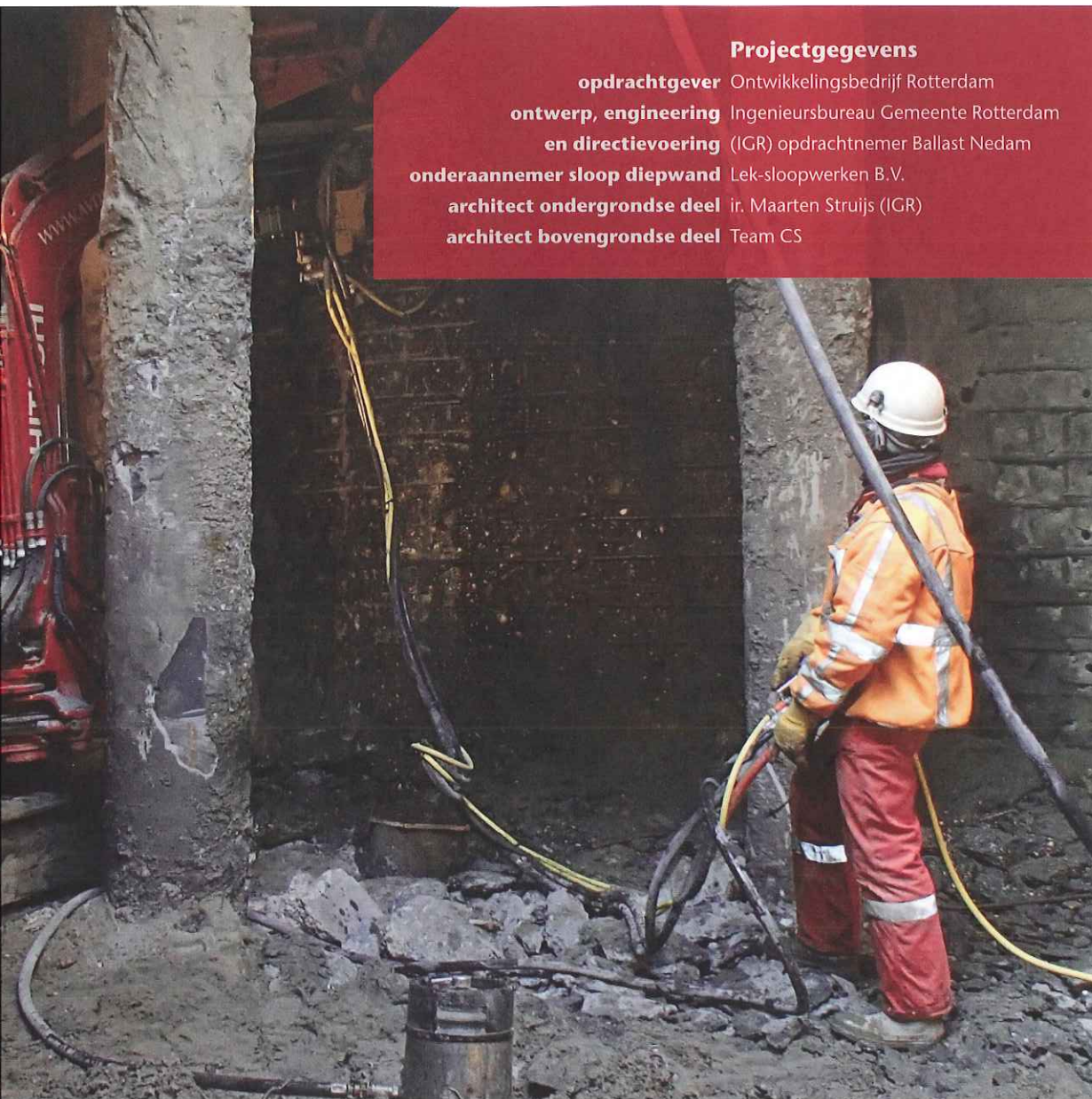
Om de doorgang naar het metrostation mogelijk te maken, was het nodig de aanwezige diepwand onder de gerealiseerde dakplaat van dat station te slopen. Het betreft hier een 1,5 m dikke, zwaar gewapende diepwand met wape-ningskorven met staven van Ø40 en Ø50 mm. Deze diepwand moest over een lengte van circa 35 m en een hoogte



Meer lezen

Over de constructie van de fietsenstalling is een artikel verschenen in *Cement*. Het artikel 'Laatste bouwsteen Rotterdam Centraal' is beschikbaar op www.cementonline.nl.

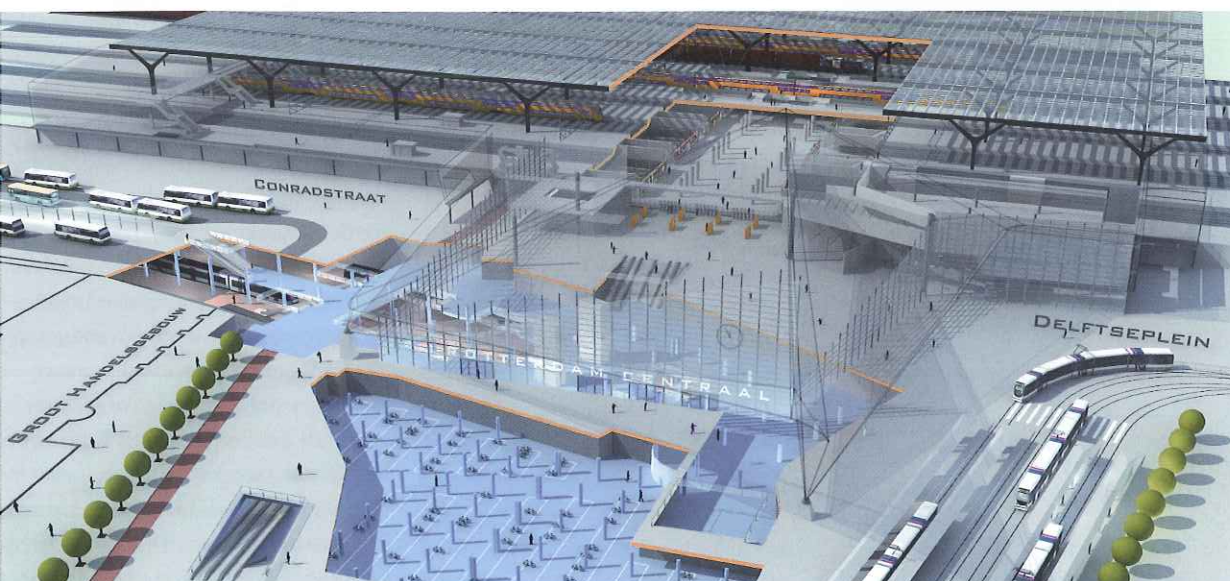




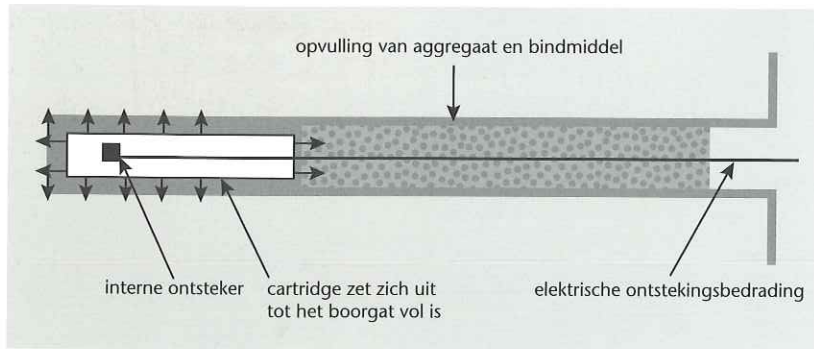
Projectgegevens

opdrachtgever	Ontwikkelingsbedrijf Rotterdam
ontwerp, engineering	Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam
en directievoering	(IGR) opdrachtnemer Ballast Nedam
onderaannemer sloop diepwand	Lek-sloopwerken B.V.
architect ondergrondse deel	ir. Maarten Struijs (IGR)
architect bovengrondse deel	Team CS

1
Aanbrengen cartriges



2
Impressie onder-
grondse fietsenstalling



van circa 3 m worden verwijderd (fig. 4). Er bestond eigenlijk alleen een mogelijkheid om de diepwand te slopen met de inzet van een (zware) kraan met een sloophamer. Inzet van klein materieel zou de tijdsplanning immers ernstig verstoren. Maar ook de traditionele manier van slopen met kraan en sloophamer kon slechts gedeeltelijk worden ingezet. Vooral de bereikbaarheid voor zwaar materieel was beperkt en ook voor deze methode was de beschikbare tijd kritiek. Bovendien was de geluidshinder voor de omgeving een belangrijke factor.

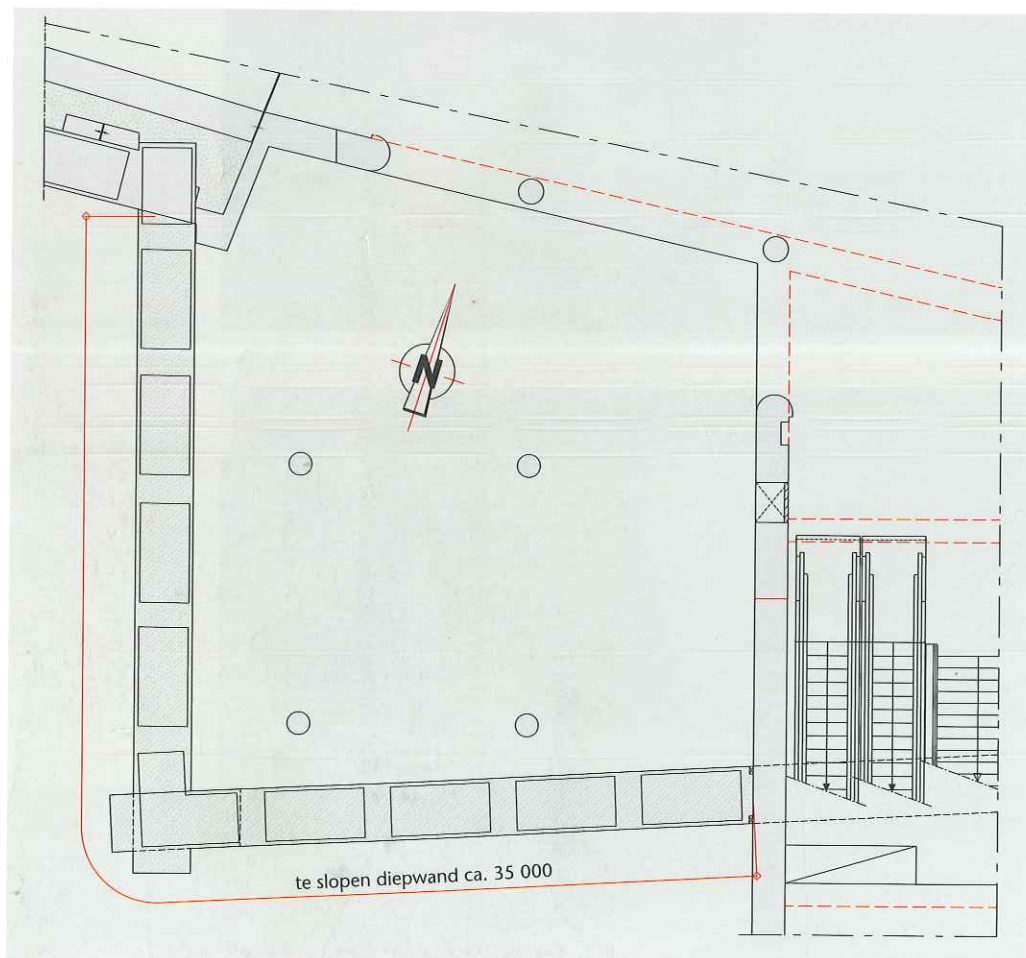
Cartridges

Om die redenen is gezocht naar een alternatieve methode. De aannemer stelde voor in afwijking op het bestek het zogenoemde NXburst-systeem toe te passen. Uiteindelijk heeft de opdrachtgever dit na een 'proefschot' geaccepteerd en is besloten deze methode inderdaad toe te passen. NXburst is een technologie gebaseerd op een niet-explosieve chemische verbinding, waarmee beton en wapening van elkaar zijn te scheiden. Dat wordt gedaan door in de constructie zogenoemde Safety Car-

tridges te plaatsen en deze vervolgens te ontsteken (fig. 3). Bij de ontsteking reageert de cartridge zeer snel en wordt een grote hoeveelheid onschadelijk gas geproduceerd, voornamelijk stikstof, kooldioxide en stoom. Door de gasdruk wordt in enkele milliseconden ruimte gecreëerd in het beton, waardoor wapening en beton van elkaar worden gescheiden. Door dit hulpmiddel kunnen het beton en de wapening met relatief klein materieel worden weggenomen.

Werking

De methode is niet gebaseerd op een explosief, maar op een pyrotechnisch middel (vergelijkbaar met vuurwerk). Hierdoor hoeft NXburst qua wet- en regelgeving niet als een explosief te worden behandeld. Het product heeft niet de gevaren die explosief materiaal wel heeft. Het belangrijkste verschil is dat explosieven zijn gebaseerd op detonatie en dat NXburst werkt via deflagratie. Een detonatie is een ontplofing die een drukgolf veroorzaakt. De moleculen van het materiaal (de explosieve stof) verplaatsen zich met ongeveer 7000 m/s. Hierdoor vliegt omliggend materiaal ook met deze snelheid in het rond. Bij deflagratie wordt een gasdruk gevormd. De stofsnelheid is hier 'slechts' circa 700 m/s. Vele malen lager dus dan bij detonatie. Bovendien wordt deze druk na ontsteking onmiddellijk tot 0 m/s gereduceerd, waardoor er geen doorgaande trillingen plaatsvinden. Een bijkomstig arbo-voordeel is dat de cartridges eenvoudig kunnen worden 'ontmanteld' door de ze door te zagen en de inhoud eruit te nemen. De inhoud kan op een later moment simpel worden verbrand in een oven, zonder dat er maar enig gevaar is voor ontplofing. Ten opzichte van het traditionele slopen, is het grote voordeel van deze methode dat de overlast aanzienlijk kleiner is. Er ontstaat immers geen resonantie door de sloophamer. Vooral de permanente inzet van een sloophamer zorgt voor hinder, zeker in vergelijking met de enkele milliseconden overlast die de cartridges veroorzaken. Bij het project in Rotterdam zijn



Goedgekeurd

Het product NXbursT is CE-gekeurd en wereldwijd getest en goedgekeurd volgens de UN-classificatie voor gevaarlijke stoffen. Dit houdt in dat het voldoet aan de eisen die de UN stelt ten aanzien van opslag (het kan op de werkplek worden opgeslagen), transport (het wordt zelfs per passagiersvliegtuig vervoerd!) en gebruik conform richtlijn 2007/23/EG. Het product is geschikt voor toepassing ten behoeve van het verzwakken van de diepwand. Omdat de leverancier de eerste ter wereld was die het product op een dergelijke manier inzette, onderhoudt hij ook zeer direct contact met (Europese) keuringsinstanties, wetgevers en handhavers. De trillingen die ontstaan voldoen aan de normen van de DIN 4310 (trillingen).

sensoren aangebracht om de trillingen te meten. Deze hebben de beperkte overlast daadwerkelijk aangetoond.

Gebruik

Bij inzet van de technologie moeten vooraf berekeningen worden gemaakt. Hierdoor kan de in te zetten hoeveelheid cartridges worden bepaald. Bij het slopen van gewapend beton ligt die tussen de 100 en 600 gram per m³ beton. Vervolgens moet er een boorpatroon worden bepaald, dat afhankelijk is van de constructie. Diepte, afstanden en hoeken van de boorgaten worden hierbij berekend. Het berekeningsprincipe is in beginsel gelijk aan dat bij het werken met explosieven. Het grote verschil is de eerder genoemde werking van de stof. Daarom zijn ook de uitkomsten voor de in te zetten hoeveelheid cartridges en positie van de boorgaten anders. In de praktijk wordt altijd een proefschot gemaakt om de berekeningen te toetsen. Naar aanleiding van de proef kan er eventueel worden bijgestuurd. Na analyse van het proefschot wordt er per stramen geboord. Het werken in afzonderlijke delen is nodig om het gewenste effect zo efficiënt mogelijk te bereiken. Vervolgens worden de cartridges geplaatst en in serie verbonden. Van belang is dat ze goed zijn afgesloten met zand of soortgelijk, om de gasdruk niet te laten ontsnappen. Uiteindelijk worden ze elektrisch ontsloten. Hier wordt een elektrische 'shot exploder' voor ingezet. Dit is een apparaat dat door middel van een elektrische spoel stroom opwekt. Een 9 V-batterij wordt door de shot explo-

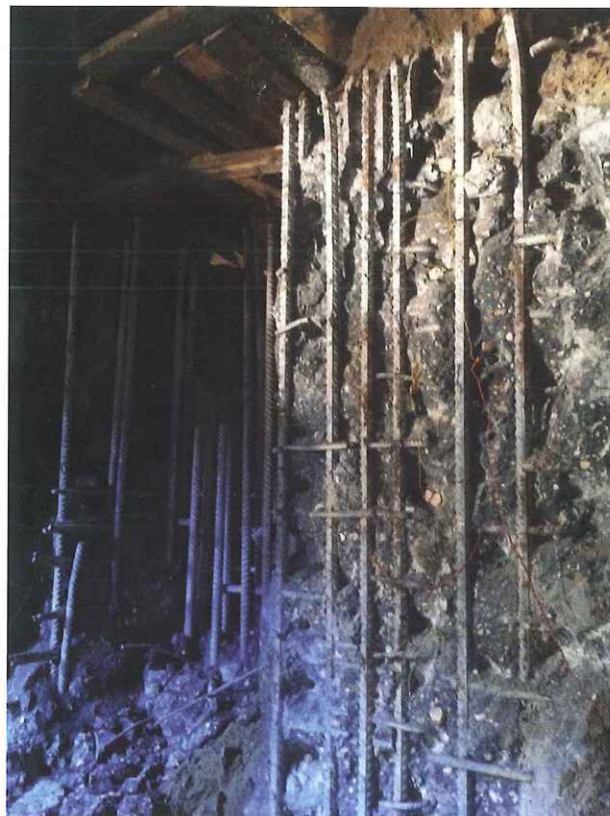
der omgezet tot circa 4000 V, waarbij circa 200 Ω weerstand kan worden overwonnen. Het gebruik van een exploder is noodzakelijk om te voorkomen dat de ontsteking met een willekeurige accu kan worden ontstoken. Bij het gebruik van NXbursT kan worden volstaan met een licht apparaat. Dat wil zeggen dat de opgewekte stroom minder hoeft te zijn dan bij het gebruik van explosieven. De inzet van de technologie wint vooral terrein in slooppjecten die zich bevinden in dichtbevolkt gebied en/of daar waar de inzet van zwaar materieel zeer beperkt is.

Toepassing in Rotterdam

Bij de fietsenstalling in Rotterdam waren in totaal 600 boorgaten met een $\varnothing 40$ mm en boordiepte van circa 1 m nodig om de zwaar gewapende diepwand te verzwakken. De boorgaten zijn met rubber matten afgedekt voor het 'afdrukken' van de cartridges. Dit zorgt ervoor dat uitkomend materiaal (er komt altijd wat puin vrij) ter plekke van de boorgaten blijft. Wel werd de directe werkomgeving geïnformeerd. De minimale afstand tot de dichtstbijzijnde lading is circa 20 m en als voorzorg moet het bevoegde personeel gehoorbescherming dragen. Na het afdrukken van de cartridges werd de werkplek weer vrijgegeven. Nadat het beton was verzwakt, is het resterende vastzittende beton tussen de wapening met een minikraan met sloophamer verwijderd. Wapening die na de inzet vrijkwam, is met snijbranders verwijderd. Voor aanvang van de slooph werkzaamheden is de diepwand rondom ingezaagd. Hierdoor ontstond een strakke scheiding tussen de te slo-



5
Situatie vóór ontsteking, na verwijderen betondekking



6
Resultaat na ontsteking

pen constructie en de te behouden constructie. Het puin is met behulp van kleine dumpers afgevoerd naar een open deel in het bovendeck van de fietsenkelder. Vanaf hier is het met een kraan voorzien van container, uit de kelder gehesen en per vrachtauto afgevoerd naar de recyclingmaatschappij.

Tot slot

Het werken met de technologie heeft bij de fietsenstalling in Rotterdam goed gewerkt en de methode sloot goed aan op het gewenste resultaat. De trillingen en overlast voor de omgeving bleven zeer beperkt. Er waren wel enige uitschieters ten aanzien van geregistreerde trilling, echter dit zijn piekmetingen geweest. Ze traden in een milliseconde op om vervolgens weer direct naar 0 te gaan. Het enige uit dit project dat verbeterd had kunnen worden, is het toepassen van iets meer boorgaten. De boorkosten zouden weliswaar wat zijn toegenomen, maar het effect van het verzwakte beton was groter geweest. Besparen op boorgaten weegt niet op tegen de efficiëntie van het uitnemen van het beton uit de verzwakte constructie. ■

Puin en obstakels in de ondergrond

Het Stationsplein van Rotterdam Centraal was voor de Tweede Wereldoorlog in gebruik door Diergaarde Blijdorp. Het terrein was opgehoogd met zand en er waren kunstmatige heuvels, vijvers en waterpartijen. In 1940 werd ook de Diergaarde getroffen bij het bombardement. Hierna is de dierentuin gesloten en zijn de aanwezige singels gedempt met oorlogspuin. Na deze periode zijn onder meer het Centraal Station (1949), de autotunnel in het Weena (1950) en het Groothandelsgebouw (1954) aangelegd. Al deze activiteiten hebben samen met de recente bouwactiviteiten rond het stationsplein sporen achtergelaten in de ondergrond van het Stationsplein. Veel van die sporen zijn aangetroffen tijdens de bouw van de fietsenstalling. Zo werden stalen funderingsbalken van voormalige tramsporen gevonden bij het uitvoeren van de gestuurde boring onder de tramsporen. Daarnaast bevonden zich funderingspalen van een torenkraan in de bodem en een proefpaal ten behoeve van het metrostation, diepwell-putten, grote hoeveelheden loze kabels en leidingen, en andere hulpwerken van eerdere bouwactiviteiten (foto 7). Om schade te voorkomen en toch te kunnen heien, moest circa 75% van de prefab palen worden voorgeboord. De bodem was gevuld met oorlogspuin waarvan de cementresten waren doorgehard en de puinlagen aan elkaar hadden 'gekit'. De oplanger bij de diep geheide heipalen moest telkens worden uitgegraven omdat deze vastzat in vastgepakte lagen oorlogspuin. Tijdens de uitvoering is besloten om, waar mogelijk, de stenige grondmassa alsnog van bovenaf te breken en te verwijderen. Dan kon er tenminste zwaar materieel worden ingezet. Als alles, zoals oorspronkelijk de bedoeling was, met klein materieel onder het dak zou moeten worden gebroken en afgevoerd, zou kostbare tijd verloren zijn gegaan. Het betekende wel dat er tijdelijk zand in de plaats van het puin moest komen. Dit moest goed worden verdicht zodat de bekistingplaten van de dakvloer beperkte zetting zouden ondergaan. In totaal is circa 75% van de te ontgraven hoeveelheid grond vervangen. Door deze complexe grondverbetering kon vertraging in de uitvoeringsplanning worden voorkomen.



7
Oorlogspuin
kabels en leidingen