



Bombox bestaande uit een stalen onder- en bovenbouw, waarin de baggerwerkzaamheden met een drijvende kraan plaatsvinden.



Bombox met scheidingslocatie en opslagbassins voor uitgezeefde bagger.



Beunbakken varen via de achterzijde de bombox in en varen via een afsluitbare opening binnen in de scheidingslocatie.

Veiligheidsmaatregelen bij uitbaggeren grachten

Bombox beschermt binnenstad Tiel tegen explosiegevaar

Bij het uitbaggeren van de grachten in Tiel bestaat het gevaar dat niet-ontpofte bommen uit de Tweede Wereldoorlog exploderen. Een speciale bombox beschermt de omgeving, de machinist werkt vanuit een beveiligde cabine.

N.G. MAAT / ING. M.P.M. KOENRAADT / ING. J. WILBRINK

Waterschap Rivierenland en de gemeente Tiel zijn gestart met het uitbaggeren van de stadgrachten en de Plantage in Tiel. De waterbodem van deze watergangen is sterk verontreinigd met zware metalen en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen). De provincie Gelderland heeft in een beschikking Wet bodembescherming vastgesteld dat beide locaties onderdeel uitmaken van een ernstig geval van waterboderverontreiniging.

Uitvoering van een waterbodemsanering is urgent.

Pikant detail is dat Tiel in de winter van 1944 zwaar onder vuur heeft gelegen en dat een deel van de binnenstad werd verwoest. De te saneren watergangen worden op basis van een historisch onderzoek verdacht van de aanwezigheid van niet-gesprongen explosieven (NGE). Het verwachte kaliber varieert van 20 tot en met 150 millimeter 3-inch raketten met 60-ponds gevechtscoppen. Bovendien wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van brandbommen met een kaliber van 45 pond, gevuld met een fosfor-rubberoplossing. Wat waar precies aanwezig is, is ondanks metingen met een echolood en een *ground penetrating radar* niet bekend.

Veiligheid omgeving

De stadgrachten en de Plantage liggen in het oude centrum van Tiel. Veel woningen staan op 10 tot 20 meter uit de waterkant. Verder zijn bij de te baggeren locaties belangrijke ontsluitingswegen aanwezig. Bovendien ligt het winkelcentrum op een steenworp afstand.

Bij een explosie van de verwachte NGE kunnen binnen een straal van 190 meter veiligheids- en gezondheidsrisico's optreden door rondvliegende scherven, met mogelijk fatale gevolgen. In de Gemeentewet staat dat de burgemeester van Tiel verantwoordelijk is voor de openbare orde en veiligheid. Het formuleren van de veiligheids-eisen delegerde de burgemeester aan de gemeenteraad. De raad gaf vier eisen aan: vooruitlopend op en tijdens het werk mogen geen preventieve evacuatie plaatsvinden; bij een eventuele explosie zijn scherfwerking en ruitbreuk niet toegestaan; de bereikbaarheid van de omgeving moet altijd gewaarborgd blijven; bij een eventuele explosie mag geen sprake zijn van persoonlijk letsel en onherstelbare schade.

Deze eisen zijn overgenomen in de technische werkombschrijving, waarna het werk Europees is aanbesteed en gegund aan Heijmans Infrastructuur.

Bereikbare binnenstad

Om aan de eisen van de gemeenteraad te voldoen, zijn speciale veiligheidsmaatregelen noodzakelijk. In eerste instantie werd gedacht aan het plaatsen van beschermende wanden, zoals gestapelde zeecontainers, betonblokken of stalen damwanden. Door deze zo dicht mogelijk rondom de baggerwerkzaamheden langs de kant te plaatsen, is persoonlijk letsel door rondvliegende scherven te voorkomen. Drukgolven die optreden bij een explosie, zullen zich echter over de wanden heen bewegen en achterliggende panden beschadigen. Door ruitbreuk en wegspringend glas kan dan nog steeds lichamelijk letsel ontstaan. Bovendien zijn beschermende wanden voor

de Tielse middenstand en hulpdiensten niet acceptabel, omdat ze belangrijke verkeersaders afsluiten en de bereikbaarheid van het centrum belemmeren. Er moet dus uit een ander vaatje worden getapt.

Bombox

Voor het werk in Tiel is gezocht naar veiligheidsmaatregelen op het water. In nauwe samenwerking hebben waterschap Rivierenland, de gemeente Tiel, QinetiQ (een aan de Britse marine gelieerde instelling uit Schotland) en Ingenieursbureau Iv-Bouw & Industrie in Papendrecht een bombox ontwikkeld. De aannemer heeft dit ontwerp gerealiseerd. De bombox bestaat uit een stalen casing (staalkwaliteit S355-J2-G3) met een boven- en onderbouw. De bovenbouw is zowel aan boven- en voorzijde als aan de zijkanten geheel gesloten. De hoogte, lengte en breedte van de bovenbouw bedragen 2,65, 12 en 6 meter. De onderbouw bestaat uit drie drijvers met voldoende drijvend vermogen om de constructie door de stadgrachten en de Plantage te kunnen varen. De diepgang van de bombox bedraagt ongeveer 0,50 meter, het totale gewicht circa 20 ton. De constructie is in delen uitneembaar, zodat de bombox bij te passeren bruggen met relatief licht hijsmateriaal is over te zetten.

Tijdens de engineering bleek het vaststellen van uitgangspunten erg lastig: welke krachten komen vrij bij een explosie, welk punt van de constructie wordt maatgevend en met welke onzekerheden valt rekening te houden?

Uiteindelijk is in overleg met deskundigen een lijst met uitgangspunten opgesteld. Na accordering door TNO zijn deze vertaald naar

parameters voor het berekenen van de optredende belastingen en vervormingen. De resultaten van deze berekeningen vormden de basis voor het ontwerp van de bombox. De burgemeester van Tiel heeft vervolgens groen licht gegeven voor de inzet van de bombox.

Baggerwerk

Het baggerwerk wordt in de bombox uitgevoerd. Aan de binnenzijde is verlichting en luchtverversingapparatuur aangebracht. Er is voldoende ruimte voor een drijvend kraanschip, waarvan de machinist werkt vanuit een beveiligde cabine. Deze voldoet aan de BRL-OCE, een beoordelingsrichtlijn voor het opsporen, benaderen en tijdelijk veiligstellen van conventionele explosieven. In de achterzijde van de bombox bevindt zich een opening voor het binnenvaren van kleine beunbakken. De beunbakken worden in de bombox gevuld.

De constructie is berekend op een explosie van het zwaarst te verwachten munitieartikel, een 60-ponds vliegtuigraket met 5,4 kilogram springstof. Mocht een dergelijk artikel exploderen, dan worden vrijkomende scherven grotendeels opgevangen door de wanden en het dak. Slechts een klein deel van de scherven zal door de wand penetreren. De snelheid van deze scherven is dan echter al zo laag dat geen letsel meer zal optreden. Ook vangt de constructie optredende drukgolven grotendeels op. Omdat de bombox daarbij best mag vervormen, zijn belastingen tot aan de treksterktegrens van het staal toegestaan. De eigenschappen van het materiaal worden dus voor nagenoeg 100 procent benut. Alleen langs de opening in de achterzijde van de bombox zullen drukgolven ontsnappen. Consequentie is dat zich in een straal

van 10 meter van deze opening geen mensen mogen bevinden en alle ruiten moeten worden afgeschermd. Vanaf 10 tot 20 meter uit de opening van de bombox moeten alleen ruiten bestaande uit enkelglas worden afgeschermd. De afscherming van ruiten vindt plaats door juist voor de gevels steigers te plaatsen waaraan - ter afdekking van de ramen - plaatmateriaal is bevestigd.

Deze wijze van baggeren is weliswaar duurder, maar omdat op de kant weinig veiligheidsmaatregelen meer noodzakelijk zijn, is het gebruik van de bombox toch goedkoper dan de inzet van beschermende wanden. Bovendien blijft de bereikbaarheid van de binnenstad gewaarborgd en hoeven er geen mensen preventief te worden geëvacueerd.

Verwijderen explosieven

De vrijkomende bagger wordt met de beunbakken afgevoerd naar een beveiligde los- en zeeflocatie. De loswal is afgeschermd met stalen damwanden die tot een hoogte van 8 meter boven water uitsteken. De damwanden sluiten aan op gestapelde zeecontainers, die op de oever rondom de zeefinstallatie staan. Nadat de bagger onder veilige omstandigheden is gelost, worden grof vuil (> 20 millimeter) en eventuele NGE apart van elkaar afgescheiden. Grof vuil wordt buiten de scheidingslocatie onderzocht op archeologische waardevolle materialen. De gezeefde bagger wordt per as vervoerd naar een overslaglocatie in de haven van Tiel en per schip afgevoerd naar de stortplaatsen Drempt en Kaliwaal.

Nico Maat is projectleider Waterbodems bij Waterschap Rivierenland. Renier Koenraadt is procesmanager Water en Groene Ruimte bij ingenieursbureau Oranjewoud in Oosterhout. Johan Wilbrink is projectleider Bodem bij ingenieursbureau Oranjewoud.

In 't kort

PRAKTIJK

- ▶ Veiligheidsrisico's bij uitbaggeren grachten in Tiel door aanwezige explosieven
- ▶ Veiligheids-eisen opgenomen in technische werkombschrijving voor baggeren
- ▶ Constructie van speciaal ontwikkelde bombox ter bescherming omgeving
- ▶ Los- en zeeflocatie afgeschermd met 8 meter hoge stalen damwanden en zeecontainers