

# BOUW WERELD

# 08

DE WERELD ACHTER ARCHITECTUUR EN BOUWTECHNIEK

08/2020



## TOP-UP AMSTERDAM

Regelgeving rond erfpacht belemmert  
flexibiliteit Open Bouwen

## ARIE VOORBURG

Interdisciplinair denken over meest  
gewenste toekomst van de stad

## DEPOT BOIJMANS

Glazen spiegelgevel zoekt  
grenzen bouwtechniek op









# DROGE PARKEERKELDER MET ONDERWATERBETON

DE BIESBOSCH 225 IS EEN NIEUW TE REALISEREN WOONCOMPLEX IN AMSTELVEEN VAN ACHTTIEN VERDIEPINGEN MET EEN DRIELAAGSE ONDERGRONDSE PARKEERGARAGE. NAAR VERWACHTING IS HET PAND IN 2022 GEREED, MAAR TEGEN DIE TIJD IS NIETS MEER ZICHTBAAR VAN DE BIJZONDERE BETONSTORT VAN DE KELDERVLOER. DE BOUWPUT MOEST TIJDENS DE GEHELE VOORBEREIDING EN STORT ONDER WATER BLIJVEN STAAN VANWEGE DE SLAPPE GRONDLAAG EN HOGE GRONDWATERDRUK.

**TEKST** DANIEL VAN CAPELLEVEEN **FOTO'S** HEDDES BOUW **TEKENWERK** HENK HEUSINKVELD



De wapening werd met een speciaal hijsframe op de juiste plaats onder water aangebracht. Op de foto wordt de prefab vloer van de liftput afgezonken.

**V**anwege het hoge grondwaterniveau in en rondom Amstelveen is bouwen onder het maaiveld altijd al een uitdaging, maar bij de bouw van de ondergrondse parkeergarage van Biesbosch 225 was die uitdaging net even wat groter. Door de slappe grondlaag en hoge grondwaterdruk was het namelijk niet mogelijk het grondwater in de bouwput zomaar weg te pompen. "Als we dat zouden doen, dan zou het water door de grondlaag heen barsten en ontstaat er een waterwel", vertelt Sander Mul, planontwikkelaar bij Heddes Bouw & Ontwikkeling. Daarom werd besloten op de bodem van de bouwput een 120 cm dikke laag onderwaterbeton te storten en daarna pas de 65 bij 35 meter grote put leeg te pompen. Op de eerste constructieve betonlaag komt vervolgens een tweede constructieve laag van 40 cm 'gewoon' beton voor de definitieve waterdichting en de aansluitingen met de rest van de parkeerkelder.

## VAN NADEEL NAAR VOORDEEL

Mul was samen met constructeursbureau Imd Raadgevende Ingenieurs en CRUX Engineering verantwoordelijk voor het bedenken van een constructieoplossing voor de fundering van het appartementencomplex. Het eerste idee was om een kelderbak te maken van permanente damwanden met een betonvloer als bodem. Die vloer zou dan komen te staan op een draagkrachtige zandlaag op 9 meter diepte. Om te voorkomen dat de kelderbak zou opdrijven door de grondwaterdruk, zijn Leeuwankerpalen in de betonvloer opgenomen die als trekankers fungeren. De holle

stalen buizen van rond 7 en 8,5 cm zijn in de grond geboord, in combinatie met groutinjectie en vervolgens voorzien van een soort van schotel die meegestort is in de betonvloer en daardoor trek en druk op kan nemen. De kleef van de palen in combinatie met het eigen gewicht van de vloer zorgt voor voldoende weerstand tegen de grondwaterdruk.

De noodzaak van de trekankers bleek ook meteen een kans om het ontwerp te optimaliseren. "Op een gegeven moment is er tijdens het bouwen een omslagpunt waarop het gewicht van de constructie zwaarder is dan de grondwaterdruk", vertelt Mul. "Dan zijn die trekankers eigenlijk niet meer nodig. Wel kunnen ze eventueel een functie op gebied van draagkracht krijgen. Dat hebben we ook kunnen realiseren door in plaats van 380 ankers er nu 426 te plaatsen. De ankers dragen de vloer niet, maar geven dankzij de kleef wel weerstand, waardoor ze bijdragen aan de fundering. Zo is het in plaats van een fundering op staal, een paal-plaatfundering geworden. De ankers zorgen voor een betere verdeling van de krachtsafdracht waardoor er minder wapening in de keldervloer nodig is. We hebben van een nadeel een voordeel kunnen maken." Een welkome verbetering volgens Mul, want het aanbrengen van de wapening moest allemaal onder water gebeuren en dat is geen eenvoudige klus.

## TETRIS VOOR GEVORDERDEN

Het aanbrengen van de wapening bleek een behoorlijke puzzel. Het uitgangspunt was om zoveel mogelijk wapening op het droge te vlechten, vanwege de slechte zichtbaarheid onder water.

**1** In totaal is 3000 m<sup>3</sup> onderwaterbeton in dertig uur gestort, zonder onderbrekingen.

**2** Het beton is gestort met een speciale stortslurf, genaamd de dobber.

**3** Acht dagen na de betonstort is de bouwput leeggepompt. De gronddruk duwt de damwanden tegen de betonvloer aan, waardoor een genoeg waterdichte aansluiting ontstaat.



De bouwput is 65 bij 35 meter groot. De damwanden blijven zitten en worden de dragende wanden van de parkeergarage.

Duikers controleerden of de wapening op de juiste plaats onder water terecht kwam.



De kimbliek die tegen de damwand is aangelast, wordt ingestort in de tweede constructieve betonlaag en zorgt voor de definitieve waterdichting van de vloer.



“Daarnaast is de wapening op het droge ook beter te keuren”, zegt Mul. De wapening is vervolgens in zo groot mogelijke delen afgezonken. Piet Wever, projectleider bij Heddes, was verantwoordelijk voor het uitdokteren van de wapening. Dat vereiste een goede coördinatie tussen bouwer, constructeur, vlechters en duikers om te bepalen in welke volgorde en met welke verankeringslengte de wapeningsdelen op elkaar gestapeld konden worden.

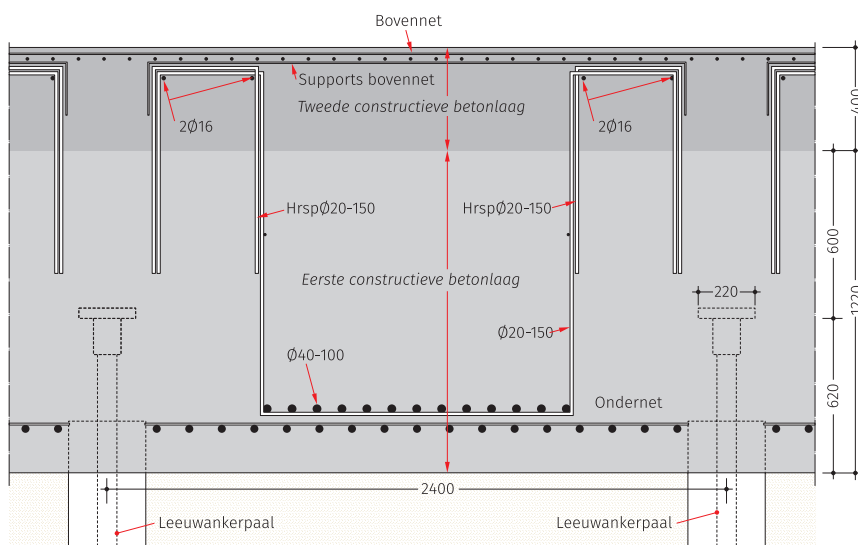
“We begonnen met simpele modellen van kippengaas, waarmee we voor het team de uitvoering inzichtelijk maakten. Daarna is het uitzoeken hoe je de wapening precies op maat tussen de palen aan kunt brengen”, vertelt Wever. “De maximale lengte van de wapeningsdelen was 16 meter en de palen zelf staan op een raster van 2,20 meter. Hoe groter je de matten en korven kunt uitvoeren, des te minder handelingen je onder water moet uitvoeren. Je kunt je voorstellen dat zoiets niet zomaar gaat. We hebben samen met Holterman Wapeningsstaal van een aantal moeilijke situaties een-op-een proefopstellingen gemaakt. Vervolgens hebben we verschillende delen op elkaar gelegd om na te gaan of er voldoende ruimte tussen de wapening overbleef om er het beton door te laten vloeien. Daarnaast hebben we een speciaal hijsframe bedacht, waarmee de wapening stabiel en horizontaal in de kraan blijft hangen en die dusdanig werkt dat wat je boven water ziet, ook onder water gebeurt.”

De wapeningsnetten kregen een uniek nummer en zijn in een vaste volgorde aangeleverd en volgens een legplan afgezonken. De duikers controleerden of de wapening netjes en horizontaal op zijn plek lag. Het hele legproces luisterde zeer nauw; een soort Tetris voor gevorderden.

## ONDERWATERBETONSTORT

In een dertig uur durende stort werd met een tempo van 100 m<sup>3</sup> per uur in totaal 3000 m<sup>3</sup> onderwaterbeton gestort. Dat moest allemaal zonder onderbrekingen gebeuren om een waterdichte betonlaag te kunnen krijgen. Hardt het onderwaterbeton tussen-tijds uit, dan ontstaan er stortnaden en die zijn niet waterdicht. Wever: “Vanwege de hoge plasticiteit kan het beton daarnaast wel 15 meter uitvloeien, dus kun je niet zomaar stoppen.” Om een continue stroom te garanderen, stonden er gedurende de hele stort een tweede betoncentrale en extra betonpomp paraat. “Je moet met elk scenario rekening houden, want het mocht niet fout gaan. En dat ging het gelukkig ook niet”, zegt Wever.

Het beton werd in de breedterichting gestort in lagen van 120 cm hoog, de volledige vloerhoogte dus. Door het wegvloeien van het beton ontstaat een soort van talud, vanwaaruit het beton nat in nat verder op hoogte werd aangebracht.





Voor de opvang van slib en vervuiling is een laag grind op de bodem aangebracht. Daarbovenop zijn in horizontale richting 20 meter lange funderingspalen gelegd met een doorsnede van 20 x 20 cm. Die dienden als afstandhouder tussen de wapening en de grindlaag.

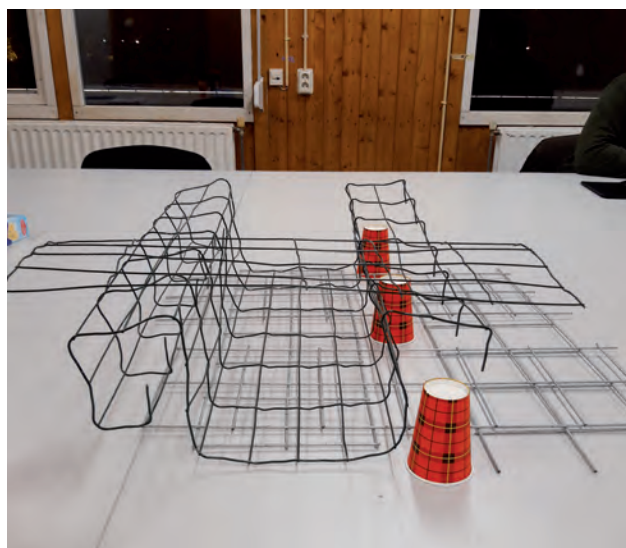
Het betonstorten werd uitgevoerd met een speciale stortbuis, ook wel de dobber genoemd. "Die buis heeft een soort van gesloten ronde stalen kegel met afgeronde kanten aan het uiteinde", vertelt Wever. De onderzijde van de stortbuis steekt iets in het reeds gestorte beton, waardoor 'beton-in-beton' gestort wordt. Het beton komt zo alleen aan de bovenzijde in aanraking met het water, waardoor er geen insluitingen van water ontstaan. Een extra drijflichaam boven aan de dobber onder water zorgt ervoor dat de dobber precies in het water zweeft. "Je kunt hem bij wijze van spreken met je pink zo meenemen", zegt Wever. De dobber is tevens voorzien van een laser waarmee het beton op hoogte is gestort met een tolerantie van +/- 75 mm.

## WATERDICHTHEIT PUT

Acht dagen na de stort van de vloer werd de put leeggepompt. Een spannend moment, want de put moest wel waterdicht zijn. Die waterdichtheid wordt gecreëerd door de toenemende gronddruk die ontstaat bij het wegpompen van het grondwater. De grond rondom de bouwput wil de damwanden naar binnen drukken, maar het grondwater in de put biedt tegendruk. Door het leegpompen valt die druk weg, waardoor de damwand harder tegen de betonvloer gaat aandrukken, zo hard dat een zo goed als waterdichte aansluiting ontstaat. Voor een betere hechting van het beton op de damwand is de wand ter plaatse eerst opgeruwd. Een gording voorzien van trekankers zorgt ervoor dat de damwand op maaiveldniveau op zijn plek blijft.

Helemaal waterdicht was de put niet, maar daar werd van tevoren rekening mee gehouden. Wever: "De wanden drukken, maar tegelijkertijd wil het beton krimpen, dus daar ligt altijd een spanningsveld. We hebben uiteindelijk hier en daar een aantal naden moeten injecteren." Een kimblek – stalen strip gelast op de damwand – is ingestort in de tweede constructieve betonlaag en maakt het geheel volledig waterdicht.

Het leegpompen van de put was voor alle betrokken partijen een sluitstuk van 1,5 jaar engineering en samenwerking. Voor Heddes was dit de eerste onderwaterbetonstort met wapening en voor veel betrokkenen was het dan ook een unieke ervaring. "Daarbij was elke volgende stap in het engineerings- en uitvoeringstraject weer een nieuwe uitdaging. Zo'n project lukt ook alleen maar als je met elkaar hetzelfde doel hebt. En de samenwerking verliep gelukkig hartstikke goed", besluit Wever. ■■■



Met kippengaas werden de eerste modellen van de wapening gemaakt.



Sander Mul (l) en Piet Wever, respectievelijk planontwikkelaar en projectleider bij Heddes Bouw & Ontwikkeling.

## PROJECTGEGEVENS

**Locatie:** Biesbosch, Amstelveen

**Opdrachtgever:** Forum Amstelveen Invest B.V. en Amstelveen Vastgoed C.V.

**Architect:** Architectenbureau OZ i.s.m. Forum Concept & Design

**Hoofdaannemer:** Heddes Bouw & Ontwikkeling

**Constructieadvies:** Imd Raadgevende Ingenieurs

**Geotechnisch advies:** CRUX Engineering BV

**Grondwerk, boorpalen, aanbrengen wapening en beton:** Ballast Nedam PMC Specialties

**Wapening:** Holterman

**Beton:** Kijlstra beton

**Duikers:** DISA International

**Bouwperiode:** start engineering maart 2019; leegpompen bouwput oktober 2020

**Verwachte oplevering:** derde kwartaal 2022

**Bouwsom:** 38.000.000,- euro