

Havenwerken Antwerpen

De bouw van de kademuren van het Verrebroekdok, onderdeel van de Waaslandhaven op de Antwerpse Linkeroever, is een project waar grote getallen de toon zetten. Het is één van de meest omvangrijke betonwerken in Europa. De twee kademuren zijn gebouwd in grote uitgravingen, in den droge, elke muur is 2,5 km lang. Belangrijk voor de uitvoering waren een wel-doordachte voorbereiding en constructie om binnen de gestelde tijd het werk te realiseren. Uiteindelijk ging het om 500 000 m³ betonspecie, waarvan elke werkdag 1000 m³ werd gestort. Over de wijze waarop het werk werd georganiseerd handelt dit artikel.



Het Verrebroekdok vormt de laatste stap van de huidige fase in de ontwikkeling van de haven van Antwerpen op de linker Scheldeoever nabij de Kallo-sluis. Enkele kenmerken van het dok: lengte 2000 m, breedte vooraan 470 m en achteraan 375 m, waterdiepte 18 m. De totale wateroppervlakte bedraagt 80 ha. Het ontwerp van de kademuren is gemaakt door het Departement Waterwegen van de Vlaamse regering en de Haven van Antwerpen.



1 | Overzicht kademuur in aanbouw: van voetplaat (onder) tot wand (boven)
foto: Guido Coolens, Antwerpen

2 | Tijdens één van de verplaatsingen van de portaalkraan



4 | Storten voetplaat met grijper, verdichten met onder meer een bemande trilmaschine
foto's: Rob van Berkel

5 | Stortfasen vloer en wand

De grondgesteldheid ter plaatse maakte het mogelijk de kademuuren op staal te funderen. De kademuuren hebben de klassieke L-vorm. De voetplaat is 17,50 m breed en de dikte varieert van 2,50 tot 4,80 m. Daarop komt de kademuur met een hoogte van 20,5 m en een dikte die verloopt van 5,40 m beneden tot 3,80 m boven. De muren zijn in gedeelten van 20 m lengte gemaakt (foto 1 - 4). De bouw is gestart midden 1997 en het werk zal eind 2000 zijn opgeleverd.

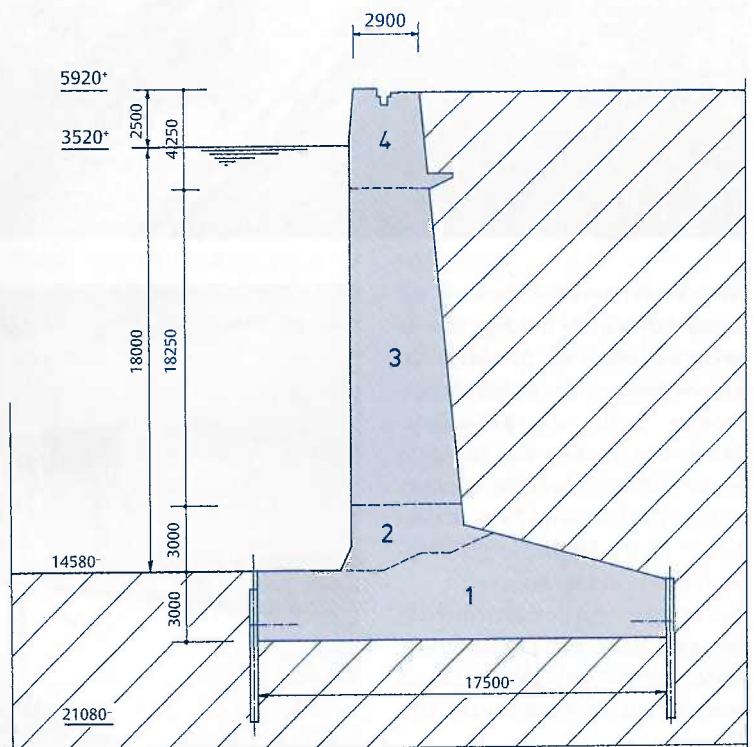
Grondwerk

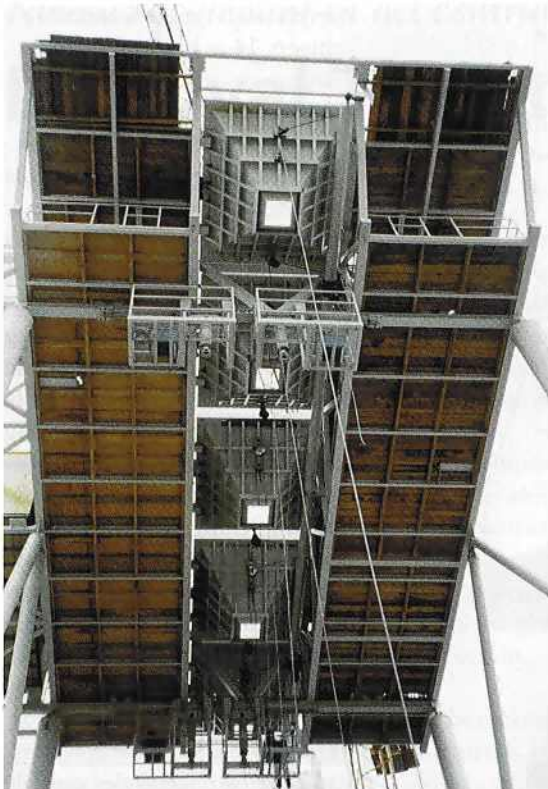
De aanzet van de zool van de kademuuren ligt op een diepte van 0 tot 5 m boven de Boomse klei. Voor de bemaling zijn dieptepompen langs beide zijden van de bouwput geplaatst. Het grondwaterpeil moest 27 m worden verlaagd tot op de Boomse klei. De uitgravingen hebben vrij steile hellingen gekregen, wat mogelijk werd gemaakt door een tertiair zand met dichte pakking dat bovendien veel schelpen bevat. Met name de schelpen weten de afschuiving van de taluds tegen te gaan, ook bij zware regenval.

Materialen

Gezien de grote hoeveelheid te produceren beton, werd besloten twee eigen betoncentrales op het werk te plaatsen, elk met een capaciteit van 130 m³ per uur. Voor het toeslagmateriaal is gebruikgemaakt van twee winplaatsen in zee bij de Engelse kust, contingenten van de HAM: Lowesoft voor het fijne materiaal en de Humbermondong voor het grove materiaal. Het toeslagmateriaal werd op de kaden aangevoerd en het grove materiaal gebroken tot maximaal 40 mm, gespoeld en gezeefd in drie fracties: 0 - 4, 4 - 14 en 14 - 40 mm. Deze keuze hing samen met een zo klein mogelijke waterbehoefte.

De massieve wanden vereisten een cement met lage warmteontwikkeling en hoge sulfaatweerstand. Gezien de grote hoeveelheden is tot ver buiten de grenzen gezocht naar een goed en goedkoop cement. In principe werd voor een CEM III gekozen, maar het bestek stond de toepassing van een composietcement niet in de weg. De eerste zes maanden werd gewerkt met CBR-cement





6 | Portaalkraan voorzien van 5 storttrechters (foto links)

7 | Wandbekisting met kopschot (foto rechts)

8 | Wandstort met hangende trilnaalden

CEM III/B 32,5. Maar van dit cement was de bindtijd vrij groot en bij storten van grotere hoogte was het eerder gestorte beton nog te plastisch, hetgeen tot onaanvaardbare bekistingsdrukken leidde. Nadien is een Italiaans cement, CEM III/B 42,5 gebruikt, waarbij het probleem van de bindingstijd zich niet meer voordeed.

De aankoop van een menginstallatie maakte het mogelijk dit laatste cement te mixen met vlieg-as en portlandcement uit Litauen, waarmee een CEM V42,5 cement werd gemaakt. Hoeveelheid toegepast composietcement 325 kg/m³, waarmee betonspecie werd gemaakt met een zetmaat van 30 – 50 mm. Toevoeging van een hulpstof voor het verbeteren van de verwerkbaarheid was niet nodig. Het storten gebeurde met een grijper.

Opbouw voetplaat en wanden

In dwarsdoorsnede gezien (fig. 5) is de wand in vier fasen gestort, telkens in moten van 20 m lengte. Fase 1, circa 1200 m³: de voetplaat

die in verband met de gewenste profilering in drie delen werd gestort, zodanig dat bij het hoge deel de betonhelling op eigen kracht kon blijven staan.

Fase 2, circa 250 m³: de kim. In verband met de plaats en hoeveelheid wandwapening, werd hier met een betonpomp gewerkt. Fase 3, circa 1050 m³: de hoge wand. Hier werd het beton in eerste instantie via een stortpijp over een hoogte van 13 m gestort, wat hoge eisen aan de bekisting stelde. De bekisting was berekend op belastingen van 40 kN/m², maar in de aanloop naar het optimale mengsel zijn bij het aanvankelijk toegepaste trage CEM III belastingen van 80 kN/m² gemeten.

Fase 4, circa 400 m³: het bovenste deel, de afdekplaat, die tevens alle leidingen en voorzieningen bevat.

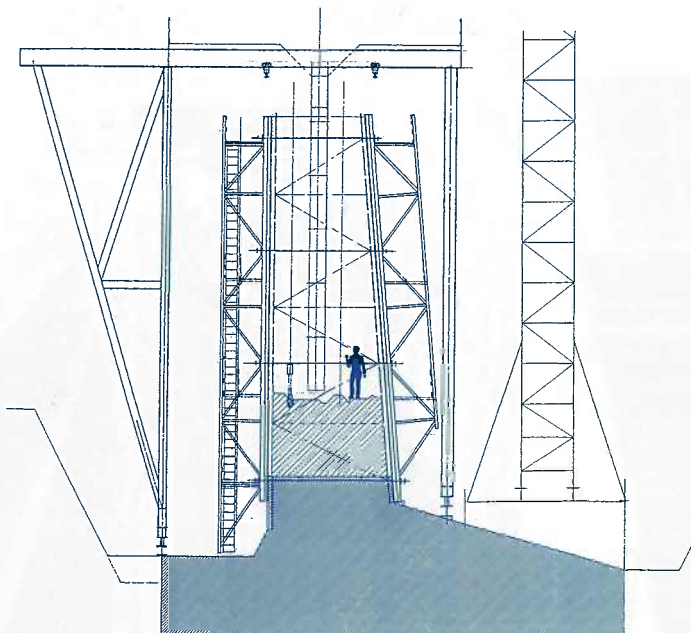
Bekisting

Bouwtijd en afmetingen van de constructie vereisten een gedetailleerde studie van de bekisting. Besloten werd een stalen bekisting te maken. Voor de voetplaat was een 20-tons bekisting nodig

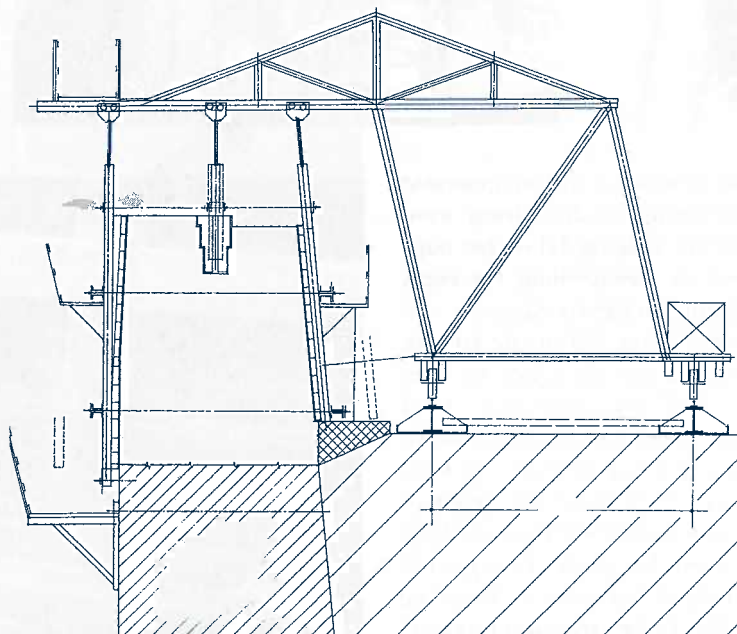


die met de kraan verplaatst moet worden. Ontwerpfdelingen van CEI en HBW ontwikkelden een portaalkraan met drie functies (foto 6 – 8, fig. 9):

9 | Principe-doorsnede wandstort (onderste deel)



10 | Principe-doorsnede wandstort (bovenste deel), wordt gemaakt na aanaarden



- verplaatsen van de wandbekistingen, 14 m hoog en 20 m lang;
- stortvoorziening met vijf trechters en daaronder opgehangen stortbuizen;
- voorziening voor dertig trilnaalden.

Wapening

Per m³ beton is ongeveer 45 kg wapening verwerkt. Teneinde de duurzaamheid van het beton te verbeteren is de verdeelwapening die de krimpscheuren moet tegengaan, bijna even zwaar als de hoofdwapening van Ø 40 mm. De dekking op de wapening bedraagt 100 mm. Om die reden is de verdeelwapening aan de buitenzijde van de hoofdwapening geplaatst.

Verwerking en hulpmiddelen

Vanuit de betoncentrales werd de specie in dumpers gestort (12 m³ inhoud) die hun inhoud in grote containers stortten. Van daaruit bracht een mobiele kraan, voorzien van een grijper met 3 m³ inhoud, de specie in het werk. ■

Projectgegevens

bouwheer:

Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen

ontwerp en toezicht op de uitvoering:

Vlaams Gewest – Afdeling Zeeschelde

uitvoering:

Tijdelijke vereniging Verrebroek –

Roegiers, CEI, Strabag, De Nul

extern controlebureau:

SECO

Pieter Spits