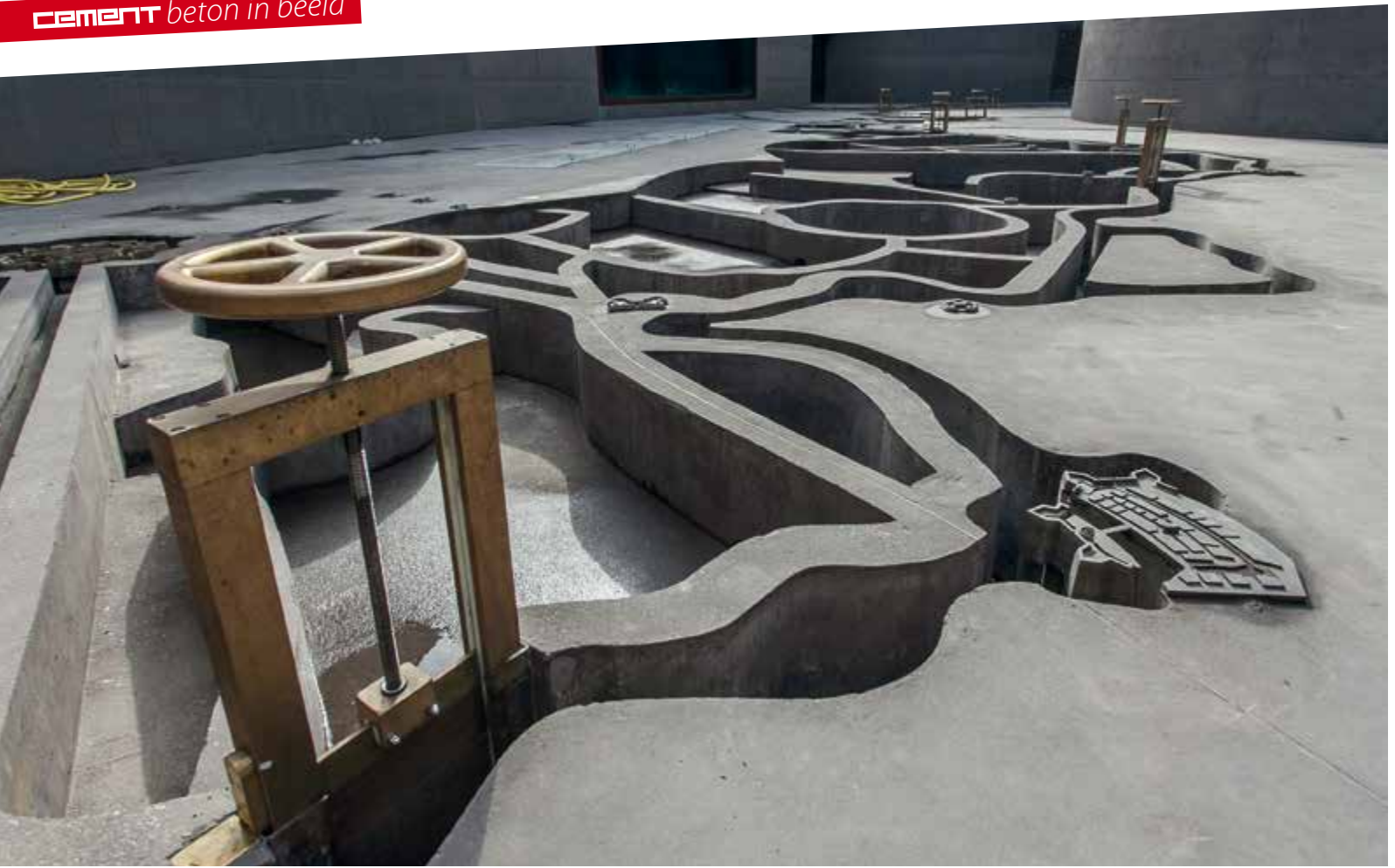




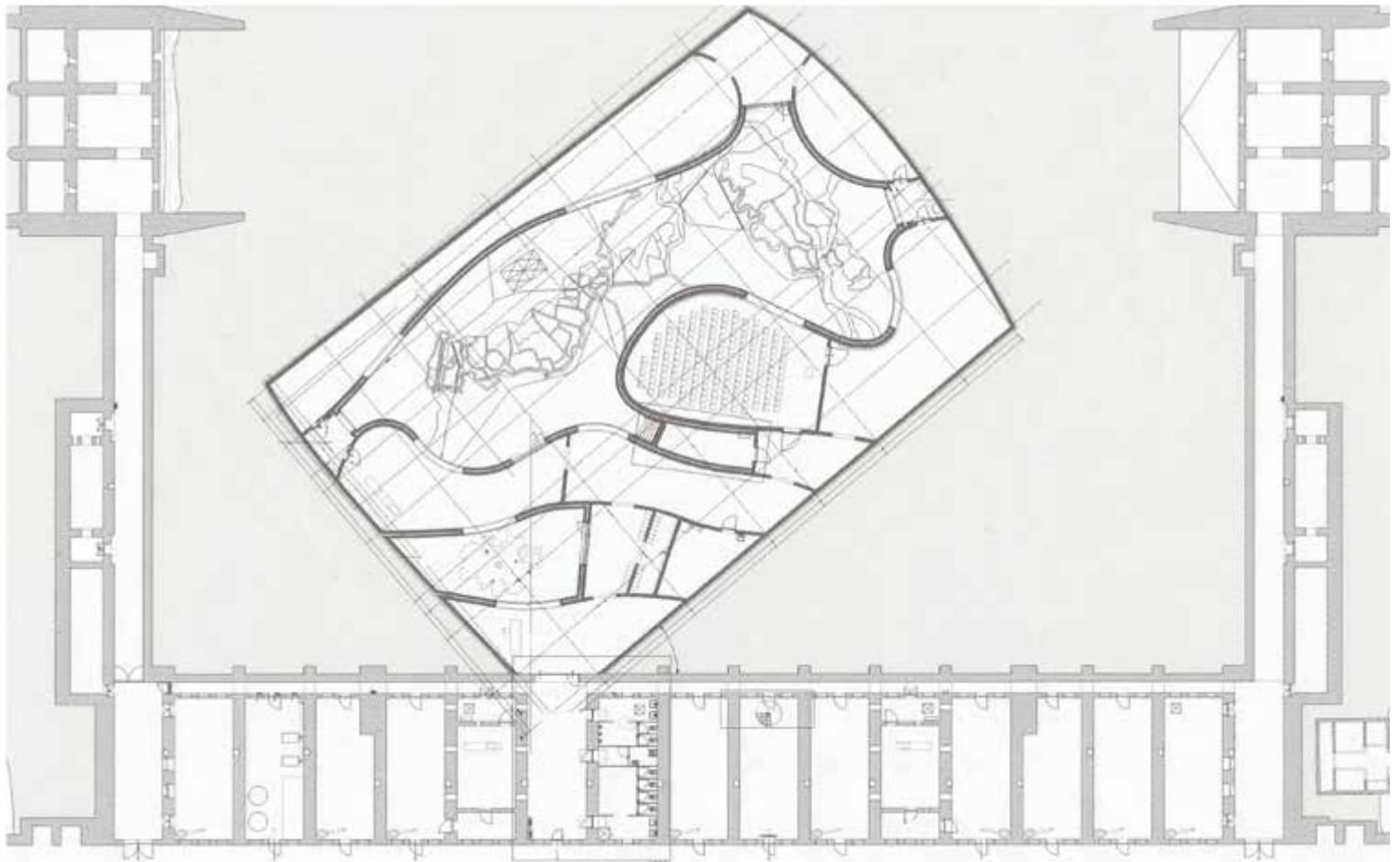
Veel aandacht aan beproevingen
bij realisatie Waterliniemuseum

Donker schoon- beton tussen historische oudbouw

*Gebogen wanden en een maquette, beide in donker gekleurd
schoonbeton. Dat zijn de kenmerkende elementen van het fraai
vormgegeven, nieuwe Waterliniemuseum bij Bunnik. Duidelijke
ontwerpspecificaties en werkplannen, omvangrijke proefstorts
en zorgvuldige afwerking leidden samen met vakmanschap van
de aannemer tot het gewenste eindresultaat. On-Nederlands
mooi, wordt wel gezegd.*



2

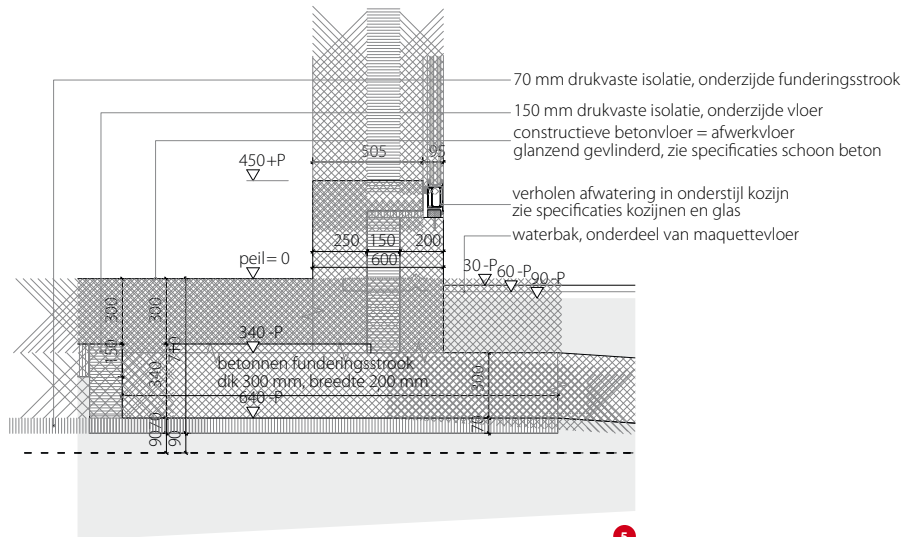


3



4

- 2 De betonnen maquette in de vloer van de buitenpatio geeft de bezoeker een beeld van het stelsel van polders, rivieren en dijken in de waterlinie
- 3 Tekening museum, aansluiting op een deel van Fort Vechten
- 4 Mock-up proefstort ter controle van betonmengsels en bekistingsnaden
- 5 Detail wand
- 6 Wandkist met EPS voor sandwichconstructie



5

Het Waterliniemuseum ligt verborgen in het glooiende grondmassief van de vesting Fort Vechten nabij Bunnik, tussen de historische oudbouw van het fort en de kazerne. Het is nagenoeg geheel ingegraven: van buiten is alleen de patio zichtbaar, afgeschermd door gebogen wanden, met verschillende stralen, uitgevoerd in donker schoonbeton (fig. 3).

De gebogen en donkere betonconstructies stelden hoge eisen aan zowel de bekisting als de uitvoeringstechniek. Deze eisen zijn verwoord in de ontwerpspecificatie die is opgesteld aan de hand van artikel 6 uit CUR-Aanbeveling 100.

Heel bijzonder is de in beton uitgevoerde, 50 m lange maquette in de vloer van de buitenpatio. Met deze maquette is het stelsel van polders, rivieren en dijken van de waterlinie afgebeeld in schaal 1:20. Met behulp van sluizen kan deze maquette door bezoekers onder water worden gezet. Zo wordt een goede indruk verkregen van de verdedigingslinie. Het gebied rond het fort heeft een herinrichting ondergaan waardoor een prachtig park en wandelgebied is ontstaan.

Proefstorts, mock-ups en werkplannen

Om zekerheid te verkrijgen dat aan de ontwerpspecificaties kon worden voldaan, zijn vooraf diverse proeven uitgevoerd. De eerste proeven zijn al tijdens de ontwerpfase genomen. In overleg met de betoncentrale zijn proeven gedaan met de mengselsamenstelling en de kleurstoffen om tot een ontwerp-specificatie te kunnen komen. Voorafgaand aan de uitvoering is



6



7



8



9

een proefstort uitgevoerd bij de bekistingsfabriek. Daarin werden vooral de werkmethode bij de gebogen bekistingen en de bouwkundige aansluitdetails onderzocht.

Op de bouwplaats zijn nog enkele proefstorts uitgevoerd om de resultaten met de betonmengsels en bekistingsnaden te testen (foto 4). Op een wanddeel van een proefstort is afgetekend welke kleur, kistnaad, luchtbel, centerpen en stortnaad zijn gekozen. Deze golden als referentie voor de keuring in het werk. Tijdens de expositie van de proefelementen kon ook een indruk worden verkregen van de risico's van kalkuitbloei of kalkstrepen op het donkere beton.

In de ontwerpspecificatie was een hydrofobering van de oppervlakken opgenomen om de kleurverschillen te beperken. Mede op basis van eerdere ervaringen is tijdens de proefstorts gekozen om alle oppervlakken licht aan te stralen met olivijnzand. Hierdoor kon de hydrofobering achterwege blijven.

Uitvoering wanden

De gebogen wanden variëren in hoogte van 7 tot 10 m en zijn grotendeels als sandwichconstructie uitgevoerd. De totale wanddikte bedraagt 0,6 m (fig. 5). De uitvoering van deze wanden vroeg om de nodige inventiviteit. Zo is de isolatie verticaal met ronde (holle en bolle) aansluitingen uitgevoerd om de verschillende stralen te kunnen maken (foto 6). Bij deze buitenwanden is gekozen voor storten in meerdere panelen en stortgangen (foto 7).

- 7 De gebogen buitenwanden zijn in meerdere panelen en stortgangen gestort
- 8 De stortnaad met gebroken profiel geeft de wanden een robuuste uitstraling

- 9 Ingelijmde centerpenafwerkingen
- 10 Door een constructie van dekkingsstaven en houten afstandhouders waren betonnen dekkingsblokjes overbodig



10

● PROJECTGEGEVENS

project Het Waterliniemuseum

locatie Fort Vechten, Marsdijk in Bunnik

opdrachtgevers Waterliniemuseum en provincie Utrecht

architect Studio Anne Holtrop

constructeur ontwerp Corsmit/Royal HaskoningDHV

uitvoering Heijmans Civiel

constructeur uitvoering Bartels

expertise schoonbeton J.H.M.(Henk) Oude Kempers (Nebest)

leverancier bekistingen Heijmans Bekistingen

leverancier betonmortel Dyckerhoff Basal Betonmortel

beproevingen betonmortel

ontwerpfase Mebin

leverancier pigment Scholz Benelux

bouwperiode 2012-2015

bouwkosten € 5 miljoen

De architect is bij de esthetische kwaliteit van onder andere de stortnaden en plaatnaden, uitgegaan van enige robuustheid in relatie tot de uitstraling van het fort. De contactbekisting bestond uit gecoat multiplex met een dikte van 4 mm, met nieten vastgezet op de gebogen ondergrond van latten. De nieten, die niet of nauwelijks mochten aftekenen, zijn in een patroon geplaatst om het optimale esthetische resultaat te bereiken.

De wanden zijn in stortgangen van 2,5 m gestort. Bij de horizontale stortnaden werd een profielnaad gerealiseerd. Zoals voorzien, bleef de profilering bij het ontkisten niet heel. Dit paste bij de gewenste robuuste uitstraling (foto 8).

De hoeveelheid wapening is afgestemd om de vorming van krimp scheuren te beperken. Op veel plaatsen leidde dit tot een hoge concentratie wapening. Met de gekozen wandwapening is bereikt dat inderdaad (nog) geen storende krimp scheuren zijn te constateren.

Speciale aandacht ging uit naar de realisatie van de betondekking. Door een unieke constructie van dekkingsstaven en tijdelijke houten afstandhouders, waren betonnen dekkingsblokjes overbodig (foto 10). Hiermee kon aan de ontwerp eis 'aftekening van afstandhouders beperken' worden voldaan.

Voor de esthetische afsluiting van de centerpensparingen zijn speciale, donkere blokjes geproduceerd en ingelijmd (foto 9).

Door de toepassing van schuimrubber ringen rond het geboorde centerpengat, zijn lekkages van cementwater langs dit gat achterwege gebleven.

Uitvoering maquettevloer

De maquette in beton (foto 2) is een huzarenstuk van ontwerp- en uitvoeringskunst. Op de constructieve ondervloer zijn de gewenste contouren van de polders en dijken als lage wandjes uitgevoerd en gestort door middel van een bekisting van EPS-elementen. Al deze elementen zijn computergestuurd met CNC gerealiseerd. Bijna alle wapening voor de wandjes is in het werk gebogen. Na het storten van de wandjes zijn de aansluitende vloervelden afgestort en gevlienderd. Het geheel van de maquettevloer is daarna licht gestraald. ☒

Meer lezen in *Betoniek*

Dit artikel is gebaseerd op het artikel 'Zo mooi kan donker beton zijn' van Henk Oude Kempers, uit *Betoniek Vakblad* 2015/3.

Daarin is meer te lezen over de succesfactoren en zorgpunten bij de uitvoering van het donkere schoonbeton. Dit artikel is beschikbaar op www.betoniek.nl.

Meer informatie over schoonbeton staat op www.schoonbeton.com.