

KUBISTISCHE VORMGEVING VRAAGT OM BIJZONDERE OPLOSSINGEN

Brug in beeld: De Dvorecký Most, PRAAG

PROJECTGEGEVENS

Project: Dvorecký Most

Opdrachtgever: de stad Praag

Ontwerp: Atelier 6 en TUBES Architecten

Aannemer: Metrostav TBR, Strabag en FIRESTA-Fišer

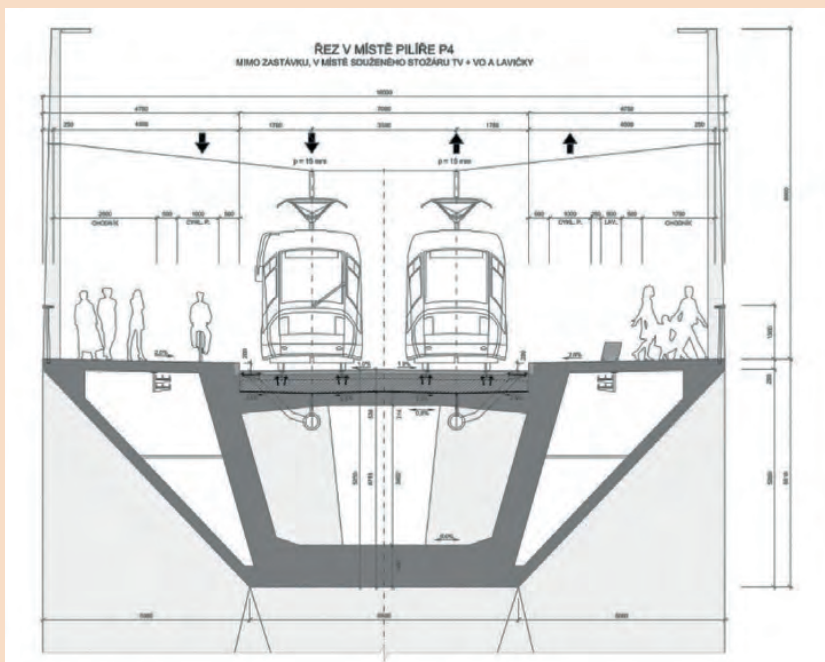
Bekisting en ondersteuning: Doka en PERI

Bouwsom: 1,18 miljard Tsjechische kroon (circa € 48 miljoen)

Oplevering: begin 2026

Wanneer architecten ambitieuze ontwerpen maken, zijn het de betonbouwers die moeten bewijzen dat het werkelijk uitvoerbaar is. De Dvorecký Most in Praag is daar een mooi voorbeeld van. Het kubistische ontwerp vroeg om een aantal bijzondere oplossingen: van CNC-gefreesde maatwerkbekisting tot nachtelijke continue betonstorts van 1000 m³.

1 Beeld van de Dvorecký Most in aanbouw (foto: Radek Syka)



2 Dwarsdoorsnede Dvorecký Most (bron: Česká Doka)



De Dvorecký Most in Praag – een verwijzing naar de historische wijk Dvorce – is een 361 m lange en 16 m brede voorgespannen kokerliggerbrug, bestaande uit zes overspanningen. De brug over de Moldau moet een directe verbinding vormen voor tram-, bus- en fietsverkeer tussen de stadsdelen Podolí en Smíchov. De bouw is in september 2022 begonnen en zal naar verwachting begin 2026 worden afgerond. Door het sculpturale, kubistische ontwerp van Atelier 6 en TUBES architecten (fig. 4) waren conventionele oplossingen niet mogelijk.

FUNDAMENTELE UITDAGINGEN

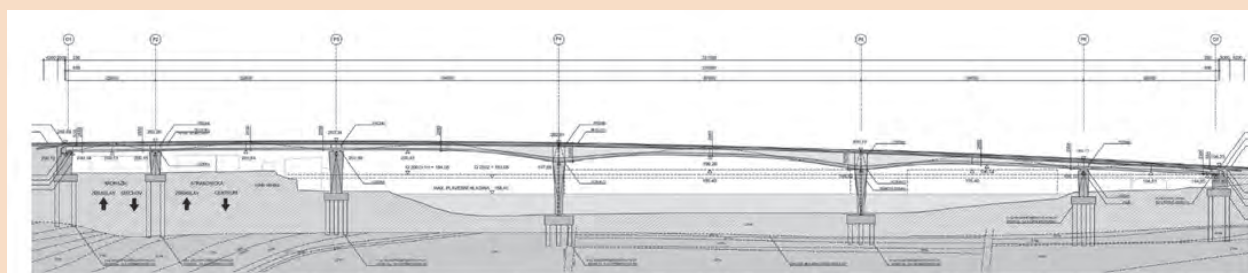
De uitdagingen begonnen al bij de fundering. Vanwege de wisselende bodemsamenstelling en geologische instabiliteit is gekozen voor de toepassing van boorpalen met gewapende paalkoppen. Alle palen hebben een diameter van 1200 mm (sterkteklasse C30/37, milieu-klasse XA2). Sterk tektonisch verstoorde zones, verschillende gesteentelagen, variërend van zwak tot zeer hard, en oude ondergrondse constructies, waaronder resten van een oude houten brug, maakten het storten van beton voor deze boor-

palen complex. Dit zorgde voor ongewenst betonverlies door lekkages van vers beton in holle ruimtes. Wat de nodige maatwerkoplossingen vereiste, zoals aanvullend georadaronderzoek om de bodemsamenstelling te analyseren en het aanbrengen van zogenoemde 'opofferingspalen' om te testen of het storten zou leiden tot vergelijkbare lekkages.

WIT BETON

Het complete bouwwerk wordt uitgevoerd in wit beton, waarvoor speciaal wit cement wordt geïmporteerd uit een Slowaakse cementfa-

Dit project weerspiegelt de actuele mogelijkheden van maatwerk en geavanceerde technieken in de betonbouw



3 Dwarsdoorsnede Dvorecký Most (bron: Česká Doka)

4 Artist's impression van de Dvorecky Most (bron: Atelier 6)



5 Close-up van het 'witte' betonnen oppervlak van een van de pijlers (foto: Jan Tol)



briek. Om de gewenste kleur te kunnen realiseren bevat het betonmengsel ook een grotere hoeveelheid cement, wat onder meer resulteert in verhoogde hydratatie-warmteontwikkeling.

Om de warmteontwikkeling te beheersen, testte de aannemer eerst het effect van koeling van het beton tijdens het uitharden, waarbij ook is gekeken naar de veranderingen in de microstructuur van het beton. Voorafgaand aan het storten zijn ook tests uitgevoerd met verschillende typen bekistingsbekleding (geschaafd en ongeschaafd hout) en verschil-

lende soorten ontkistingsmiddel om de gewenste kleur en oppervlaktestructuur te kunnen bereiken (foto 5).

MAATWERK

Vanwege de kubistische vormgeving moesten volledig op maat gemaakte stalen en multiplex bekistingssystemen worden ontworpen.

Het bekistingswerk werd uitgevoerd met behulp van geavanceerde CNC-freestechnologie. Een 2,5 bij 6 m grote freesmachine, gecombineerd met nesting-software (een

computerprogramma dat ervoor zorgt dat je zo efficiënt mogelijk vormen uit plaatmateriaal kunt snijden of frezen, met een minimale hoeveelheid afval), maakte het mogelijk om nauwkeurige, niet-repeterende vormen uit plaatmateriaal te frezen (foto 6 en 7). Deze technologie was essentieel voor dit project omdat geen enkel bekistingselement herbruikbaar is – elk onderdeel vormt maatwerk voor zijn specifieke positie. Een *pre-assembly service* zorgde voor gedeeltelijke prefabricage van de bekistingselementen en latere assemblage op locatie (foto 8).



6 en 7 Computergestuurd maatwerk. Menselijk vakwerk (foto's: Radek Syka)



8 Op locatie samengestelde bekisting van een van de brugpijlers (foto: Radek Syka)



De wapening vormde een even grote uitdaging. Door de grote variatie van alle dwarsdoorsneden, bestaat de wapening uit duizenden unieke onderdelen. Zowel het ontwerp als de productie in de wapeningswerkplaatsen en het vastmaken van de wapening in de constructie waren technisch complex en tijdrovend.

NACHTELIJKE BETONSTORTS EN CONTINUÏTEIT

De hoofdo overspanning werd gebouwd met de vrije voorbouwmethode, waarbij je vanaf de pijlers in beide richtingen tegelijk naar buiten bouwt, zodat de constructie in evenwicht blijft. Het geheel werd ondersteund door schoorsyste-

9 Locatiebezoek van Stubeco (foto: Jan Tol)



STUDIEREIS STUBECO

Aanleiding voor dit artikel in *Betoniek* is de buitenlandse studiereis van Stubeco naar Praag in september 2024.



STUBECO

Stubeco, partner van *Betoniek*



10 en 11. Bekistingswerkzaamheden aan een van de pijlers (bron: Radek Syka / Česká Doka)

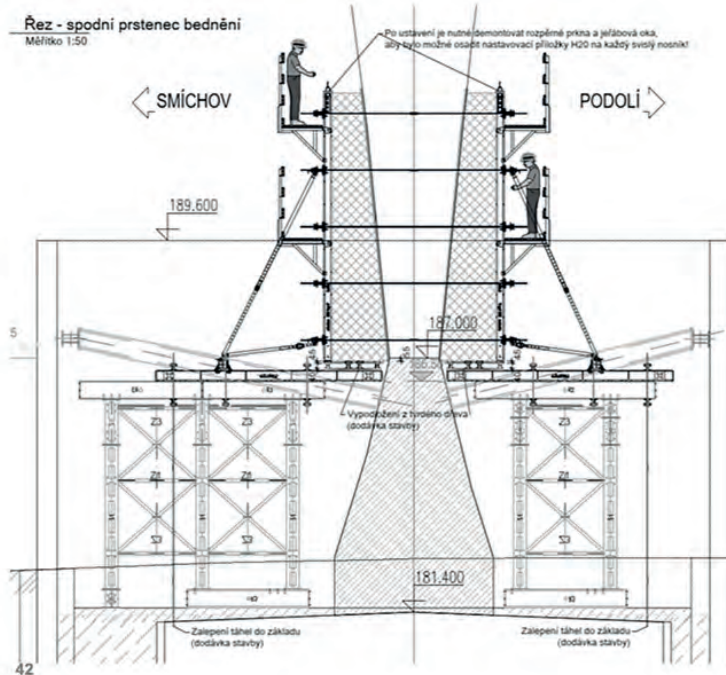
men en vrijrijdbare bekistingssystemen. Hiervoor werden verschillende systemen ingezet (foto 10 en fig. 11): Staxo 100 ondersteuningssystemen met torens voor de bovenbouw, Top 50 en Top 100 wandbekistingssystemen voor de brugpijlers.

Veel betonstorts werden 's nachts uitgevoerd. Dit was noodzakelijk om temperatuurverschillen en hydratatiewarmte te beheersen. Er werden aanvullende koelsystemen ingezet met monitoring door middel van temperatuursensoren (thermokoppels) in het beton. Ook verkeers- en veiligheidsbeperkingen bij werkzaamheden boven de rivier maakten nachtwerk vaak noodzakelijk.

Om een monolithische uitstraling zonder koude voegen te kunnen bereiken en onvolkomenheden bij het storten te voorkomen, werden de werkzaamheden vaak continu uitgevoerd. Dit resulteerde in betonstorts waarbij volumes tot 1000 m³ werden verwerkt gedurende 36-uursdiensten.

WATERALS LOGISTIEKE OPLOSSING

De beperkte ruimte rondom de projectlocatie en de hoge verkeersdruk in het binnenstedelijke gebied van Praag vereisten creatieve logistieke oplossingen. De nabijheid van de



13 Doorsnede van een brugsegment met ingestorte kanalen voor verschillende leidingen en voorspankabels (foto: Česká Doka Technical department)



14 Ondersteuning voor bekisting van het brugdek door Česká Doka. (foto: Radek Syka)

rivier de Moldau werd daarom optimaal benut voor materiaalvervoer. Zware tijdelijke stalen steigers en brugbekistingselementen, sommige tot wel 300 ton zwaar, werden via binnenschepen vervoerd. De installatie gebeurde met behulp van pontons en kranen, wat niet alleen ruimtebesparend was maar ook de verkeers hinder in de stad beperkte.

VOORSpanNING

Om het hoge draagvermogen en het slanke, visueel aantrekkelijke ontwerp mogelijk te maken is voorgespannen beton toegepast. In de kokerligger zijn spankanalen aangebracht (foto 13), waarin de voorspanning stapsgewijs is aangebracht om doorbuiging en scheurvorming te beheersen.

TOT SLOT

Het project bewijst dat complexe betonconstructies met bijzondere vormgeving realiseerbaar zijn, mits er voldoende technische expertise en innovatiekracht beschikbaar zijn. Dit project weerspiegelt de actuele mogelijkheden van maatwerk en geavanceerde technieken in de betonbouw. Het resultaat is niet alleen een functionele verkeersverbinding, maar ook een staaltje moderne betonbouw dat een iconisch element toevoegt aan de skyline van Praag.

Op het moment van schrijven is ongeveer 65-70% van de totale brug gereed. Naar verwachting is de Dvorecký Most begin 2026 toegankelijk voor verkeer.



12 Pontons vormden ook een oplossing voor door pompwagens lastig te bereiken plekken (foto: Metrostav)

Bronnen

- Ivo Romanek Tvstav.cz, Interview bouwmanager Petr Koulik
- Patrik Szetey, Operating Director Central Europe, SAFE Czech s.r.o.
- Silnice Železnice, Tsjechisch vakblad over de ontwikkeling van de transportinfrastructuur in Tsjechië en Slowakije, 1/2024