



Schip over het land

Ontwerp en uitvoering van de Zandhazenbrug worden sterk bepaald door de bouwlocatie. De verbreding van de A1 is weliswaar de aanleiding voor de nieuwe brug, maar vormt tegelijkertijd het grootste obstakel. Zowel de breedte van de snelweg als de schuine kruisingshoek resulteren in een zeer grote overspanning van 255 m. Ook is een optimum gezocht tussen complexiteit van productie en materiaalverbruik.

ir. B. Cools en prof.ir. W. Hoeckman.

Ben Cools is projectdirecteur en Wim Hoeckman ceo bij Victor Buyck Steel Construction in Eeklo (B).

Soms loont het om iets meer in materiaal te investeren, als daardoor het aantal werkuren kan worden verminderd. Daarnaast zijn ook factoren zoals de stand der techniek – beschikbaarheid van hogesterktestaal en geavanceerde lastechnieken – en bereikbaarheid van de bouwlocatie voor zeer grote prefabelementen mede bepalend voor ontwerp- en uitvoeringskeuzen. Door het ontwerp en de uitvoering integraal aan te pakken, is uiteindelijk een brug gebouwd die perfect op de locatie past.

Aangezien de bouwlocatie niet direct over water te bereiken is, werd de aanvoer van onderdelen dus beperkt in gewicht en afmetingen. Bij de spoorbrug Muiderberg die met haar overspanning van 255 m midden in de polder ligt, zijn deze verhoudingen niet in evenwicht.

Om de hoeveelheid staal te beperken, had idealiter de boog kunnen worden vormgegeven door zeer grote kokers met forse afmetingen, 4 à 5 m in doorsnede, zodat instabiliteit van de boog geen beduidende invloed had gehad. Maar een koker met deze afme-

tingen zou in twee delen moeten worden gemaakt, alleen al uit oogpunt van transport. Dit zou dan een grote impact hebben gehad op het aantal werkuren op de bouwplaats en daarmee dus op de totale planning. Gekozen is voor een iets kleinere doorsnede, die wel in één geheel kon worden aangevoerd. Het materiaalgebruik valt daardoor iets hoger uit, maar uiteindelijk is de oplossing minder complex. Zelfs met dit uitgangspunt bestonden de bogen en de hoofdliggers nog uit grote secties (resp. 34 en 24 m lang). De grootste onderdelen hebben afmetingen van 3 m hoog tot 5 m breed en 24 m lang met een gewicht van maximaal 120 ton.

Relatief fragiel

De samenwerking tussen de bouwcombinatie, het ingenieursbureau en de staalbouwer begint vanaf totstandkoming van de eerste aanbieding. Dit heeft ervoor gezorgd dat het ontwerp integraal kon worden aangepakt. Zo is bij het ontwerp van de brug en landhoofden al rekening met de inrijoperatie alsmede het latere dwars verschuiven van de

volledige brug. Dit was een belangrijk uitgangspunt omdat zelfs een robuuste brug als deze toch nog relatief fragiel kan zijn op het moment dat ze op andere dan de vaste opleggingen wordt ondersteund.

Zo is ook vanaf de start van het ontwerp de rijroute voor het verplaatsen van de brug vastgelegd, samen met de aldaar optredende belastingen. Het inrijden was een kritieke operatie waarbij de A1 gedurende een nacht geheel moest worden afgesloten. Door in het prille begin de ervaring van de verschillende partijen bijeen te brengen, konden mogelijkheden en risico's nauwkeurig ingeschat worden in de verschillende scenario's en over de disciplines heen.

Een mooi voorbeeld daarvan zijn de booggeboortes, waar boog, hoofdligger, einddwarsdrager en de oplegging samenkomen. In dit onderdeel worden gigantische krachten van de ene naar de andere richting omgeleid; een zeer complex krachtenspel. Bovendien wil het oog ook wat. De zuiverste en eenvoudigste configuratie is die waarbij de hartlijnen van deze verschillende elementen mooi samenkomen in één punt. In dit geval werd om architectonische redenen gekozen om de hartlijnen van de boog ten opzichte van die van de hoofdligger horizontaal te verschuiven, wat resulteerde in een zeer grote excentriciteit bij de booggeboortes, wat dan weer leidde tot grotere afmetingen, met veel bijkomende (inwendige) verstijvingen en grotere complexiteit tot gevolg.



Inhijzen middenstuk van de boog op 12 oktober 2015 (boogdeel 100 m lang en 1.200 ton).



Seriematige samenstelling van 24 hoofdliggersegmenten...



...en 24 diagonalen.



Assemblage booggeboorte in productiewerkplaats.



Deuvels op einddwarsdrager.



Plaatsing booggeboorte op de bouwplaats.



Lassen van een eerste diagonaal op de bouwplaats.



De brug ligt op locatie, maar de trein rijdt nog over de oude spoorbrug.



Sloop betonnen kokerbrug terwijl nog twee rijstroken beschikbaar blijven.

Booggeboorte

Het resultaat was een enorm booggeboorte (afmetingen (hxbxl): 15x4,5x9 m; gewicht: 200 ton) dat onmogelijk in één stuk over de weg kon worden aangevoerd. De op het eerste gezicht relatief eenvoudige vorm verbergt bovendien een inwendig geheel van dikke platen en verstijvingen die in alle richtingen lopen en met elkaar verbonden zijn door zware lassen. Deze vier grote onderdelen werden per schip vanuit de fabriek in Gent aangevoerd naar een loskade op ongeveer 2 km van de bouwplaats, speciaal voor dit project aangelegd, ter plaatse van de Hollandse Brug aan het IJmeer. Vandaar moest de A6 in tegenrichting worden gebruikt, wat uitsluitend mogelijk was tijdens nachtelijke uren in het weekeinde. Daarbij moest de A6 telkens worden gekruist, moesten verschillende bovenportalen tijdelijk worden verwijderd en moest de middenberm worden verstevigd.

242 Onderdelen

Uiteindelijk bestaat de staalconstructie uit een puzzel van 242 aangevoerde onderdelen: 34 boogdelen, 24 hoofdliggers, 4 booggeboortes, 4 boogkoppelingen, 24 diagonalen, 2 einddwarsdragers en 150 'gewone' dwarsdragers. Alle onderdelen, gefabriceerd in de fabrieken te Eeklo en Wondelgem, zijn in België voorzien van een gedegen conservering: stralen, zinkschooperen en twee lagen coating (epoxy tussenlaag en polyurethaan eindlaag).

Aangezien het tijdstip van inrijden en later inschuiven een belangrijk onderdeel uitmaakte van het integraal ontwerp van gehele tracé van de vernieuwde rijksweg (20 km lang), was continu monitoren van de doorlooptijd en de detailplanning zeer maatgevend. Op de bouwplaats was een assemblage-terrein voorzien op een 'beperkte' kavel, begrensd door de spoorlijn, de A1, de A6 en de Naardertrekvaart. Hoewel met een oppervlakte van enkele voetbalvelden was het gebied toch nog erg krap. In feite komt het bouwen van een dergelijke brug overeen met een grote 4D-puzzel, waarbij de bouwvolgorde en de vooruitgang steeds moeten worden afgestemd. Inzet van kranen en het inhijzen van het middendeel zijn daarbij essentiële onderdelen van het kritieke pad.

De 'blauwe brug'

Zodra de onderdelen waren aangeleverd en konden worden gemonteerd, moest een reeks van tijdelijke ondersteuning klaarstaan (in totaal ongeveer 1.000 ton aan hulpstaal), waarvan de grootste tot 50 m hoog. Omwonenden en voorbijgangers spraken reeds van 'de blauwe brug', vanwege de kleur coating van de tijdelijke constructies. Na montage en regeling dienden in totaal 420 voegen te worden gelast, in totaal 2.000.000 cm³ aan laswerk in het werk. Tijdens de montage is gekozen om de brug op haar definitieve hoogte te bouwen, zo'n 5 m boven maaiveld, zodat de brug nadien niet meer verder in hoogte gevijzeld diende te worden, enkel nog horizontaal verplaatst. Gedurende iets meer dan een jaar werden wekelijks onderdelen aangevoerd, geplaatst, aan elkaar gelast en geconserveerd. Door het grote aantal onderdelen werd op meer dan 400 verschillende plaatsen gewerkt. Voor elke werkplek moest veilige toegang, werkvloer, afscherming en afzuiging worden gerealiseerd (tot 50 m boven de grond).

Gedeelde visie

De uiteindelijke sleutel tot het succesvol afsluiten van dit project ligt in de gedeelde visie tussen de bouwpartners en medewerkers, noodzakelijke voorwaarde tot vertrouwen en respect. In een dergelijke omgeving ontstaat daardoor ruimte om kritisch te zijn, elkaar scherp te houden en te ondersteunen op momenten dat dit nodig is. Los van de millimeters, vierkante meters, liters en tonnen hebben uiteindelijk honderden mensen handen deze brug gebouwd. Dit werk werd uiteindelijk bekroond met inrijden van de brug, die op ongeveer 300 m van zijn definitieve ligging was geassembleerd. Het gewicht van 8.500 ton vergde een draagkrachtige bodem en ondergrond. Om de belasting enigszins te spreiden is gekozen voor 236 assen SPMT's (in totaal 944 wielen), wat nog steeds een bodembelasting tot zo'n 12 ton per wiel vertegenwoordigde. Om die reden diende op bepaalde plaatsen aan bodemverbetering te worden gedaan.

Omdat de brug tijdens de inrijoperatie niet op haar definitieve opleggingen kon worden

ondersteund, kwamen de slanke diagonalen hier en daar onder druk te staan. De hoofdliggers werden zo ontworpen dat ze de tijdelijke belasting konden weerstaan.

In de de nacht van 6 op 7 mei 2016 is de brug dan ingereden. Het leek als een schip die op het land vaart. De hele operatie was met militaire precisie gepland en in de weken voordien is nog hard gewerkt om alle plannen, berekeningen en methodes door te lichten, en te controleren om te zien of ze wel op elkaar waren afgestemd en of de risico's wel goed werden beheerst. Hier en daar leidde dit nog tot beperkte bijstellingen, zoals wijze van monitoring en de detailplanning.

In tegenstelling tot de drukke voorbereiding verliep de operatie zelf erg ontspannen en, mede dankzij een controlekamer vol met monitoring- en meetapparatuur, zelfs sneller dan gepland. De A1 kon daarom twee uur eerder dan voorzien worden vrijgegeven.

Onder controle

Daarna is door SAAone direct gestart met het afbouwen van de brug. Het betondek is in de nacht in één stort aangebracht, gevolgd door het ballastbed en de spoorse voorzieningen. In deze periode heeft CT de Boer alle voorbereidingen getroffen voor het inschuiven van het tijdelijke naar het definitieve landhoofd.

In het weekeinde van 20 augustus 2016 bereikte het project zijn hoogtepunt. De bestaande betonnen kokerbruggen zijn gesloopt, terwijl nog twee rijstroken beschikbaar bleven. Ondanks de indrukwekkende hoeveelheid materieel en transportbewegingen voor het afvoeren van het puin, was het proces nog steeds onder controle en werd de planning gehaald. Dezelfde week ging de spoorbrug open voor het spoorverkeer en kon worden gestart met het verbreden van de rijbanen van de A1 en de aansluiting op knooppunt Muiderberg. •