INZENDING STAALPRIJS 2014

STADSBRUG 'DE OVERSTEEK', NIJMEGEN

bam infra

BAM Civiel bv

MAX BÖGL

Progress is built on ideas.

Max Bögl Nederland B.V.

Projectgegevens

Stadsbrug ‘De Oversteek’ verbindt Nijmegen West met het nieuwe gebied ‘de Waalsprong’, de stadsuitbreiding op de noordoever. ‘De Oversteek’ zorgt voor betere bereikbaarheid van de stad en betere spreiding van het verkeer. De brug bestaat uit 2x2 rijbanen en een calamiteitenstrook. Aan de stadskant is een pad van 4 meter breed voor fietsers en voetgangers gecreëerd. De totale lengte van de brug is 1.195 meter, inclusief aanbruggen, en de breedte varieert van 25 tot circa 32,5 meter. De brug is opgebouwd uit aardebanen als op- en afrit, betonnen aanbruggen en een stalen brugconstructie van 285 meter als hoofdoverspanning. Daarmee is het de grootste enkelvoudige boogbrug in Europa.

Fotografie: Thea van den Heuvel / DAPh

Projectpartners

Opdracht
Gemeente Nijmegen, geadviseerd door Royal HaskoningDHV

Architectuur
Laurent Ney en Chris Poulissen

Constructief ontwerp
Ney & Partners

Hoofdaannemer
Bouwcombinatie Stadsbrug Nijmegen v.o.f., bestaande uit
Max Bögl Nederland B.V. en BAM Civiel bv
Ontwerp, bouw en onderhoud (25 jaar) van de brug.

Staalconstructie
Leonhardt, Andrä und Partner (Duitsland): ontwerp stalen brugconstructie
Max Bögl Stahl- und Anlagenbau: productie staalelementen, assemblage en montage van de hoofdoverspanning

Projectinformatie

Algemene projectomschrijving

Stadsbrug ‘De Oversteek’ is de grootste enkelvoudige boogbrug in Europa. De totale lengte is 1.195 meter, inclusief aanbruggen, en de breedte varieert van 25 tot circa 32,5 meter. De ambities van de Gemeente Nijmegen zijn vertaald in vier ontwerpcriteria:

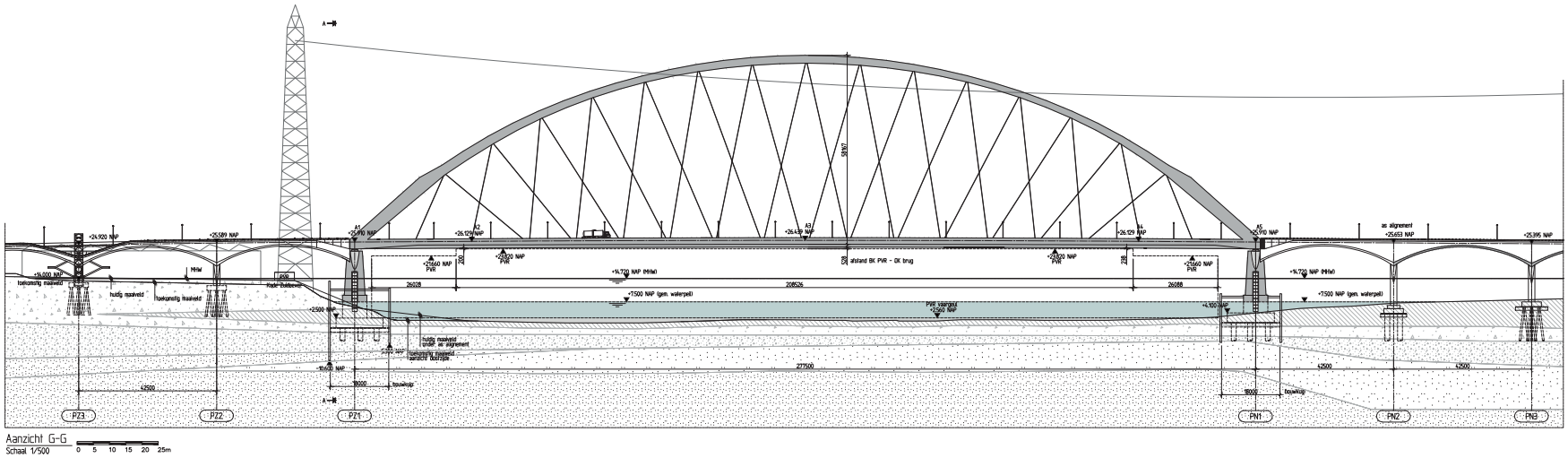
1. Contextuele inbedding: integraal deel uitmaken van het rivierlandschap en goed zichtbaar en beleefbaar zijn, zowel vanaf de oevers als vanaf de stadsbrug.
2. Samenhang in het bestaande en toekomstige beeld van Nijmegen met de dijkverlegging en alle ruimtelijke ontwikkelingen rondom de Waal.
3. Een kunstwerk van hedendaagse techniek en vormgeving in één gebaar.
4. Aandacht voor de gebruiks- en belevingswaarde: een verblijfsbrug, zowel bovendeks als op maaiveldniveau, met een aangename onderwereld.

Ad 1 en 2: Er is gekozen voor een ranke stalen hoofdoverspanning van 285 meter, in plaats van de minimale eis van 235 meter, waardoor de hele rivier werd overspannen en niet alleen de vaargeul. De Waal ligt hierdoor gecentreerd onder de brug. De brug maakt daarmee deel uit van het rivierlandschap en versterkt bovendien de ontwikkelingen in het kader van Ruimte voor de Waal: door het verleggen van de dijk en het graven van een nevengeul ontstaat een eiland in de Waal met ruimte voor wonen, recreatie en cultuur, water en natuur. De boogconstructie sluit aan op de vormgeving van de oude Waalbrug.

Het traditionele metselwerk van bakstenen aan de zijkanten van de aanbruggen verwijst naar Nijmegen als stad en geeft de brug een stedelijk karakter. De gebouchardeerde pijlers maken de kiezels zichtbaar die verwijzen naar het grind in de rivier.

Ad 3: Dankzij innovatieve toepassingen en de bijzondere vormgeving is de stadsbrug een kunstwerk van hedendaagse techniek en vormgeving. Door gebruik te maken van de krachtswerking van de boog is de brug met een minimum aan staal uitgevoerd. Vanwege deze slankheid van de brug, de beeldkwaliteit en de eisen voor de brandveiligheid is hierbij gebruikgemaakt van hoogwaardig staal.

Ad 4: De brug beschikt over vier stijgpunten voor fietsers en voetgangers als extra toegangsmogelijkheden. Op diverse plekken zijn aan de stadszijde balkons gecreëerd met uitzicht op de stad. De brug is verder afgewerkt met glazen geluidsschermen om het uitzicht niet te belemmeren en biedt zitplaatsen in de vorm van fraaie betonnen banken. Ook beschikt het over een bijzonder lichtkunstwerk dat verwijst naar de geallieerde oversteek in september 1944, die plaatsvond in het kader van ‘Operatie Market Garden’. Iedere avond bij het invallen van de duisternis gaan de 48 paar lantaarnpalen op de brug paar voor paar aan, van zuid naar noord, in het tempo van een trage pas. Op deze manier herdenkt Nijmegen iedere dag de 48 personen die de dood vonden bij de heldhaftige oversteek die de bevrijding van Nijmegen inluidde.



Beschrijving staalconstructie en/of gebruik van staal

De stalen elementen voor de hoofdoverspanning zijn gemaakt in de staalfabriek van Max Bögl Stahlbau in Neumarkt (Zuid-Duitsland). In totaal betreft het circa 150 stuks met een maximale lengte van 40 meter en een gewicht van 140 ton.
De stalen elementen zijn per schip naar Nijmegen vervoerd. In de uiterwaarden van de Waal is een tijdelijk platform gebouwd om de elementen in elkaar te lassen tot de 285 meter lange stalen brugconstructie met een gewicht van 7.000 ton. De boog draagt de brugconstructie door middel van de aangespannen tuidraden met een doorsnede van slechts 90 millimeter.

Bijzondere aspecten bouwkundig concept / ontwerp

Stadsbrug ‘De Oversteek’ is een enkelvoudige boogbrug. Dit is de meest efficiënte boogstructuur. In het ontwerp is de krachtswerking van de stalen boog benut: de boogranden zijn naar buiten geduwd waardoor de boog verticaler is komen te liggen en de draagkracht is vergroot. Het resultaat is een slanke boogconstructie met relatief weinig staal. De brug staat schuin ten opzichte van de rivier, daarbij de richting van de stroming van de Waal respecterend. Dit is een bewuste architectonische keuze.

Bijzondere constructieve slimmigheden / detailleringen

Dankzij de slanke boogconstructie is er minder oppervlakte staal die wordt blootgesteld aan corrosie. De onderhoudskosten van deze stalen brug zijn direct gerelateerd aan de te schilderen oppervlakte: bij twee bogen moet er bijna drie keer meer oppervlakte worden geschilderd dan bij een enkelvoudige boog. Er is gekozen voor één centrale boog eindigend in een Y-vorm die verbinding maakt met het brugdek.

Er bestaat kans op trilling van de tuikabels als gevolg van belasting door wind en regen. Ter plaatse van de bevestigingspunten is ruimte gereserveerd om dempers te kunnen plaatsen, indien deze in de toekomst nodig blijken. Deze kunnen worden aangebracht zonder consequenties voor de beeldkwaliteit.

Bijzondere aspecten uitvoering

In de tenderfase was een aanname gedaan voor het hoogwater in de Waal op basis van statistieken en verwachtingen. Sinds de start van de uitvoering deed hoogwater zich zes keer voor, tot zelfs kort vóór en na het invaren van de stalen brugconstructie.
De frequentie, de duur en de intensiteit van het hoogwater waren vele malen groter dan was voorzien. De uitvoeringsplanning is hierdoor voortdurend aangepast. Er is onder meer geschoven met werkzaamheden van de noord- naar de zuidoever, zodat de werkzaamheden wél konden doorgaan.

Het werkeiland lag boven het niveau van hoog water, zodat daar altijd kon worden doorgewerkt. Dankzij de integrale samenwerking tussen alle betrokken partijen en Lean-planning werd de onwrikbare opleverdatum van 1 november 2013 gehaald.

Constructie

De stalen elementen voor de hoofdoverspanning, die zijn geproduceerd in de staalfabriek van Max Bögl Stahlbau in Neumarkt (Zuid-Duitsland), zijn per schip naar Nijmegen vervoerd. Op een tijdelijk platform in de uiterwaarden van de Waal zijn de elementen in elkaar gelast tot een 285 meter lange stalen brugconstructie met een gewicht van 7.000 ton. Onder de constructie zijn twee insteekhavens uitgebaggerd voor twee enorme pontons ter grootte van een voetbalveld. Vier hijsconstructies aan alle hoeken tilden de brug 10 meter omhoog, op het niveau van de hoofdpijlers van de brug. Dankzij de tuien had de boog inmiddels voldoende stijfheid, waardoor de vijzels haar aan beide uiteinden konden dragen.

Op de pontons zijn hulptorens gebouwd die aansloten op twee hulptorens in de brug. Door water uit de pontons te pompen, kwamen deze omhoog en werd het gewicht van de stalen boog geleidelijk overgebracht op de pontons. Om de 15 stalen ankerpalen langs de oevers van de Waal, die speciaal voor dit doel waren geplaatst, zijn lierdraden gespannen. De pontons werden hiermee op hun plek gehouden.

Invaren brugconstructie

Op 20 april 2013 trokken enorme lieren op de pontons deze lierdraden aan, waardoor de stalen constructie over de volle breedte van de rivier kon draaien en vervolgens naar de hoofdpijlers is getrokken. Het scheepvaartverkeer op de Waal, de drukst bevaren rivier van Europa, werd hiervoor 10 uur gestremd. Door ballastwater in te nemen, zakten de pontons en werd het gewicht van de brug geleidelijk op de pijlers overgebracht. Het invaren van de stalen boogconstructie is volledig volgens plan verlopen, dankzij intensieve voorbereidingen, ervaren vakmensen en een optimale samenwerking tussen de betrokken partijen.

Bijzondere functionele aspecten van het bouwwerk

Stadsbrug ‘De Oversteek’ verbindt Nijmegen West met het nieuwe gebied ‘de Waalsprong’, de stadsuitbreiding op de noordoever. De brug zorgt voor betere bereikbaarheid van de stad en betere spreiding van het verkeer. Tot de opening van stadsbrug ‘De Oversteek’ was Nijmegen afhankelijk van één verkeersbrug en stonden er dagelijks files. Sinds de opening van ‘De Oversteek’ zijn de files volledig verdwenen.

Duurzaamheid

Algemeen

Royal HaskoningDHV, adviseur van de Gemeente Nijmegen, heeft met de Duurzaamheidstoets vastgesteld dat de stadsbrug ‘De Oversteek’ als duurzaam is te kwalificeren. Het project biedt toegevoegde waarde voor mens, milieu en welzijn en geeft geen belasting op lokaal niveau. Op veruit de meeste thema’s van het duurzaamheidsspectrum scoort het project goed of optimaal. Kernpunten hiervan zijn de contractvorm Design, Build en Maintain (DBM), de bouw van de hoofdoverspanning, de relatie tussen de nieuwe brug en de geschiedenis van de projectlocatie en de minimalistische vormgeving van de hoofdoverspanning. Met de Duurzaamheidstoets heeft de projectorganisatie geïnvesteerd in het zichtbaar maken van de duurzaamheidsprestaties, in het belang van de hele bouwsector.

Levensduurbestendigheid

Het bouwen van een onderhoudsarme brug als ‘De Oversteek’ stelt verregaande eisen aan het ontwerp, de constructie en de afwerking. Onderhoud maakte vanaf het eerste ontwerpvoorstel deel uit van het project. Bij elke ontwerpnotitie is ook een onderhoudsnotitie geschreven. ‘De Oversteek’ heeft minder last van corrosie omdat op het gladde oppervlak geen water kan achterblijven. Bovendien zijn de boog en de hoofdliggers van de brug luchtdicht gemaakt, zodat corrosie aan de binnenkant geen kans krijgt en coating, inspectie en onderhoud niet nodig zijn. Het brugdek is eveneens luchtdicht gemaakt door de toepassing van een staalplaat aan de onderzijde van het dek en is voorzien van een ontvochtigingsinstallatie. Het brugdek blijft daardoor toegankelijk voor inspectie en er treedt geen corrosie op.

Een ander duurzaam element is de afbouw van het brugdek; een staalplaat van 12 mm met daar bovenop een dunne laag van 15 centimeter beton om de belasting beter te verdelen. Dit vertraagt het optreden van staalvermoeiing.

Naast vernieuwende oplossingen zijn tal van technische specificaties uitgewerkt om het onderhoud de komende honderd jaar tot een minimum te beperken; van “overdimensionering” van het conserveringsysteem ter reductie van groot onderhoud, detaillering in het ontwerp van de ophangpunten van de tuikabels, waterhuishouding, de inzet van onderhoudsmaterieel, het afsluiten van rijstroken en de stroefheid van het asfalt tot en met de verlichting. Ook is bij de afwerking gebruikgemaakt van onderhoudsarme materialen, zoals roestvrijstalen leuningen.

Materiaalgebruik (efficiëntie)

Stadsbrug ‘De Oversteek’ is een enkelvoudige boogbrug. In het ontwerp is de krachtswerking van de stalen boog benut: de boogranden zijn naar buiten geduwd waardoor de boog verticaler is komen te liggen en de draagkracht is vergroot. Het resultaat is een slanke boogconstructie met relatief weinig staal.
De dwarsdoorsnede van de boog kan beschreven worden aan de hand van enkele parameters. De a priori vrije parameters zijn de straal van de bovenste afronding, de hoek van de laterale kanten en de hoogte. De breedte en de hoogte zijn daarbij niet onafhankelijk van elkaar te bepalen, ze zijn gelinkt: als we bijvoorbeeld de hoogte veranderen, wordt de breedte automatisch ook anders. Dit is het directe gevolg van de reductie van het aantal parameters in de vastlegging van het object. En hoe minder parameters er zijn, hoe meer ze aan elkaar gebonden zijn.

Het optimalisatieproces heeft aangetoond dat de straal van de topboog van de dwarssnede en de hoek van de laterale zijden slechts een beperkte invloed hadden op de reductie van het materiaal. Daarom kunnen ze constant zijn over de lengte van de brug, wat een positieve invloed heeft op de complexiteit en de bouwbaarheid van het kunstwerk. Alleen de hoogte en de breedte zijn variabel. De variatie in hoogte gaat van 3 meter naar een minimum van 2 meter op een kwart van de overspanning om terug te stijgen naar 2,4 meter in de middendoorsnede.
Voor een brug met een totale overspanning van 285 meter is het resultaat opmerkelijk. De verhouding tussen de dikte van de boog op zijn dunste plaats ten opzichte van de overspanning, h/l, is gelijk aan 2/285 = 1/142. Deze waarde is te vergelijken met de conventionele ordegrootte van 1/100 voor dit soort kunstwerken. Maar het is niet de slankheid op zich die interessant is, wel de variatie van deze slankheid die een bijzonder kenmerk betekent voor deze brug.

Energieverbruik

Bij de bouw van de stadsbrug is aan de noordzijde van de Waal een ‘groene keet’ ingezet die was voorzien van een windmolen en een luchtwarmtepomp. De windmolen had een vermogen van twee kilowatt. Bij een gemiddelde windsnelheid van 3,4 meter per seconde leverde dat 2.000 kWh per jaar op. Daarmee kon de keetverlichting drie maanden branden en werd de uitstoot van CO_2 met 1,4 ton per jaar teruggebracht. De windmolen was gemakkelijk op te bouwen en te verplaatsen en produceerde niet veel geluid.
De mast kon hydraulisch worden gestreken wat het onderhoud vereenvoudigde.

In de keet waren bewegingssensoren aangebracht zodat de verlichting werd uitgeschakeld als niemand binnen was. Direct aan de keet was nog een kleinere windmolen gemonteerd met een vermogen van 500 watt.

Tevens was er een luchtwarmtepomp geplaatst. Hierin werd de warmte uit de afgevoerde ventilatielucht benut voor verwarming van de schaftkeet en van het tapwater. In de zomer kon de ruimte hiermee worden gekoeld.

Mate van overlast (bouwwerkzaamheden) voor mens en dier

Het transport per schip van de stalen boogelementen en van de bekistingssecties heeft vele vrachtwagenbewegingen en daardoor omgevingshinder voorkomen. Daarnaast is voortdurend gezocht naar hergebruik van materialen. Het zand voor het tijdelijke platform is gewonnen uit de Maas en wordt opnieuw verwerkt in het Europoortgebied. Het grind uit de afdeklaag van het platform was afkomstig uit een oude spoorlijn in de buurt en is vervolgens verwerkt in het menggranulaat onder het asfalt. Zand in de aardebanen is afkomstig van onder meer nieuwbouw van parkeergarages in Arnhem en Nijmegen. Puin uit oude omgevingspanden is gebruikt in de fundatie van de werkweg en is hergebruikt in de definitieve wegfundatie van de aanbruggen. De werkweg op de noordoever is omgebouwd tot een nieuwe toegangsroute met dezelfde fundering: de Graaf Alardsingel.

Ook voor de vormgeving van de aanbruggen is bewust rekening gehouden met de omgeving. Het is een zogenoemde ‘integraalbrug’, zonder voegovergangen of scharnieren – op de overgangen naar de aardebanen en de stalen brugconstructie na. De voordelen hiervan zijn dat de brug onderhoudsarm is, dat dit ontwerp de weggebruikers veel rijcomfort biedt en voor de omgeving nauwelijks geluidsoverlast veroorzaakt.

Dat de bouw van de brug leefde onder de inwoners van Nijmegen bleek onder meer bij het invaren van de hoofdoverspanning. Verspreid over de dag kwamen 10.000 belangstellenden de operatie volgen en ook tijdens de officiële opening op 23 november 2013 waren meer dan 10.000 enthousiaste aanwezigen. De dag daarna – toen de brug voor het verkeer nog was afgesloten - kwamen nog eens 15.000 mensen ‘De Oversteek’ bekijken. Ook de Gemeente Nijmegen is trots en enthousiast; de brug is op tijd en binnen budget opgeleverd en voldoet aan alle eisen. Het autoverkeer rijdt sinds 25 november 2013 over de brug. Direct na de opening werd ook het effect van de nieuwe verbinding duidelijk. Tot de opening van stadsbrug ‘De Oversteek’ was Nijmegen afhankelijk van één verkeersbrug en stonden er dagelijks files. Sinds de opening van ‘De Oversteek’ zijn de files volledig verdwenen.

Innovaties op product-, concept- en bouwniveau

Door de enorme slankheid van de brug bij deze grote overspanning was het nodig om hoogwaardiger staal toe te passen dan gebruikelijk. Het behoud van de beeldkwaliteit en de eisen voor de brandveiligheid hebben er mede toe geleid dat de staalsoorten S460 en S690 zijn toegepast.

bam infra

BAM Civiel bv
H.J. Nederhorststraat 1, 2801 SC Gouda
Postbus 63, 2800 AB Gouda
Telefoon (0182) 59 06 00
info@bamciviel.nl
www.bamciviel.nl

MAX BÖGL
Progress is built on ideas.

Max Bögl Nederland B.V.
Pedro de Medinalaan 5a, 1086 XK Amsterdam
Postbus 94178, 1090 GD Amsterdam
Telefoon (020) 398 11 30
info@nl.max-boegl.com
www.max-boegl.de/nl