

Ultrabrug Eindhovens Kanaal vergt nauwelijks onderhoud

Een nieuwe enkele overspanning ultrabrug volledig gemaakt van ultrahogesterktebeton (uhsb) is gebouwd in Eindhoven. Het architectonische en constructief brugontwerp is innovatief vanwege zijn vormgeving, kleur en doorsnede. Uhsb heeft eigenschappen die het mogelijk maken een licht, duurzaam en onderhoudsvrije constructie te ontwerpen. Geheel volgens de eisen van de opdrachtgever, de gemeente Eindhoven.

De fiets- en voetgangersbrug maakt onderdeel uit van de revitaliseringsplannen van de kanaalzone. Het Eindhovens Kanaal verbindt het centrum van de lichtstad met de Zuid-Willemsvaart. Sedert 1971 wordt het niet meer door de beroepsscheepvaart gebruikt en heeft de watergang louter een recreatieve functie. Er lopen fietspaden langs en roeiverenigingen zijn actief op het water. Een eis was dan ook dat de brug zo hoog moest zijn dat de roeiers er moeiteloos onder door kunnen varen. De nieuwe brug verbindt fietspaden aan weerszijden van de watergang. De gemeente verstrekte de opdracht aan FDN Engineering + Construction. Op 1 december 2014 begon FDN de werkzaamheden aan de prefabbrug in een loods aan de Kanaaldijk-Zuid in Staphorst. Half juni werd de 60 ton wegende brug met twee mobiele kraanwagens op zijn plaats gehesen. Het voordeel van prefab is dat het mogelijk



De Ultrabrug bij de zwaaikom in Eindhoven verbindt twee fietspaden aan weerszijden van het Eindhovens Kanaal.

is geconditioneerd te werken. Daarbij is het een voordeel dat ontwerp en uitvoering in één hand zijn; de opdrachtgever heeft één aanspreekpunt. Duurzaamheid en lage onderhoudskosten waren een vereiste van de gemeente. FDN garandeert dat de uhsb-bridgen minstens honderd jaar meegaan zonder noemenswaardig onderhoud. Een eerste brug van dit materiaal en volgens de beproefde methode om met modules te werken van het ingenieursbureau is in 2012 geplaatst in Rotterdam. Omdat de overspanning is gemaakt van ultrahogesterktebeton, spreekt FDN van ultrabridgen.

Grote slankheid

De brug over het Eindhovens kanaal heeft een overspanning van 22 m en is 4 m breed. Het getogen brugdek is opgebouwd uit vijf gebogen prefab elementen, die nagespannen zijn door interne voorspankabels. Een dwarsdoorsnede van de brug laat een koker zien, lopend over de volle lengte van de brug, die gevuld is met polystyreen. De totale hoogte van de ligger is slechts 0,4 m, wat resulteert in een grote slankheid van 1/55. De zijwanden van de koker zijn versmald zodat de brug in zij aanzicht nog slanker oogt.

De dikte van het bovendek is slechts 80 mm. De uhsb-leuningelementen worden apart gegoten en later aan het dek bevestigd. De

leuning heeft een bionische vorm met 50 mm dunne balken van 1/200. De minimale betonsterkteklasse van het dek is C170/200. Gemeten waarden liggen rond de 220-230 N/mm² bij 91 dagen. In uhsb blijft de sterkte nog doorgroeien tot 91 dagen vanwege de lage Wcf van 0,16 - 0,18 die de sterkteontwikkeling vertraagt. Om de voordelen van uhsb ten volle te benutten, hebben wij zowel staalvezels als traditionele wapening aangebracht. Het wegdek is eveneens van uhsb gemaakt en opgeruwd om de nodige weerstand te kunnen opwekken. Het beton is gestort door Betonindustrie De Veluwe uit Staphorst.

Opbouw

De nieuwe Ultrabrug heeft de vorm van een lichte boog met een holle kokerbalk. De totale lengte van de ligger is 23 m en bestaat uit vijf vooraf gegoten elementen; elk heeft een lengte van 4,6 m. De totale hoogte van de ligger is slechts 0,4 m. De zijwanden van de ligger hellen naar elkaar toe onder een hoek van 25°. De dikte van de zijwanden is 100 mm. De dikte van het bovenste dek is slechts 80 mm en kan een aslast dragen van een 12-tonsvoertuig. De minimale betonsterkteklasse van het dek is C170/200. Een hoogwaardig gecalcineerd bauxiet is gebruikt als basisaggregaat. De korrelgrootte van het aggregaat is 0-6 mm.

IN 'T KORT - Ultrabrug

Fietspaden langs het Eindhovens Kanaal moesten met elkaar worden verbonden.

De (beeld)kwaliteitskenmerken van de brug vragen een onconventionele aanpak

FDN maakt daarom in Eindhoven een prefab brug van Ultrahogesterktebeton

De gebouwde brug is uitzonderlijk duurzaam en kent zeer lage onderhoudskosten

Wit Portland-cement met snelle doorharding is gekozen als bindmiddel. De verhouding water-bindmiddel is zeer laag; rond 0,17. De goede hydratatie- en thixotroopgedrag in verse toestand wordt verzekerd door andere hulpstoffen en toevoegsels, zoals superweekmaker en niet-gehydrateerde microsilica. De vereiste kleur van de brug is beige. Om deze reden is een pigmentverbinding noodzakelijk in de vermenging. Het pigment mag de definitieve sterkte van het beton niet aanzienlijk verminderen. De hoeveelheid pigment mag niet groter zijn dan 5 procent van de hoeveelheid cement.

Het viel overigens niet mee om de juiste kleur te verkrijgen voor dit project. De zoektocht naar het passende toeslagmiddel heeft een vertraging opgeleverd van 2,5 maanden. Uiteindelijk is het gelukt met microsilica uit Noorwegen. De brug past nu goed bij de lichte tinten in de omgeving van deze overspanning. Het gehele dek is zowel versterkt door rechte staalvezels als met traditionele wapeningsstaaven. Alleen deze combinatie van wapeningsstaal en vezels maximaliseert gebruik van uhsb in termen van elasticiteit en de preventie van bros gedrag.

Dynamica

Het brugdek is nagespannen door vijf gebonden strengen. Elke streng heeft dertien draden. Daardoor kan de hele dwarsdoorsnede onder een druk van 17 Mpa gebracht worden. De verankering van het voorspanstelsel is gelijk aan de beide einden van het dek.

Actieve voorspanning wordt slechts uitgevoerd aan één zijde van de brug. Vanwege de grote slankheid van de brug en de relatief grote naspanskracht, moet er bijzondere aandacht worden besteed aan mogelijke stabiliteitspro-



Voorraanzicht van het brugdek met voorspanning.

blemen, splijten, barsten van de strengen of op het gebied van de dynamica. Vooral de dynamica is een problematische kwestie voor de brug, omdat de eigen frequentie slechts 2,3 Hz bedraagt.

In tegenstelling tot het dek, is de leuning gemaakt van ultrahogesterkte beton C150/180 en de elementen worden apart gegoten en later bevestigd op het reeds nagespannen dek. De railing is niet dragend uitgevoerd en draagt dus niet bij aan de totale draagkracht van de brug. De railing heeft een bionische vorm en de regels worden willekeurig verdeeld. Dankzij de hoge sterkte en stijfheid van het beton, zijn de regels slechts 50 mm dik. Elke steun is verstevigd met een stalen wapeningsstaaf. De leuning is door een speciaal spoorankersysteem, dat al wordt ingestort in het dek, op het dek bevestigd.

Houten mal

De vijf brugelementen zijn geproduceerd in een standaard houten mal. Een grote triltafel is geïnstalleerd onder de mal. Elk element is ondersteboven gestort om tussen de voorspankanalen goed te kunnen controleren. Er is verder geen warmtebehandeling toegepast. Slechts het bovenoppervlak van het stortvlak wordt met curing gespoten en vlak uitgestreken en bedekt met een kunststoffolie als de vereiste nabehandeling. Alle geharde elementen zijn later nagespannen tot één geheel.

Zware verkeersbrug

Dit project heeft aangetoond dat uhsb in een lichte kleur en in holle moten haalbaar is voor middelgrote bruggen. Uitzonderlijke duurzaamheid en lage onderhoudskosten maken uhsb concurrerend met andere bouwmaterialen als kunststof en staal. Prefabricage is de meest effectieve manier van bouwen van uhsb-bruggen in termen van kosten en de benodigde nabehandeling. Kleinere elementen verminderen het risico van productie mislukkingen en de herhaling drukt de prijs omlaag. Met deze principe is een zware verkeersbrug tot overspanningen van 50 m in uhsb veel dichterbij gekomen.

De huidige ontwikkelingen, de toename van de toepasbaarheid in uhsb en de doorontwikkeling naar nog hogere betonsterkteklassen, zullen bijdragen aan het concurrerende karakter en de veelheid aan toepassingsmogelijkheden. Er zijn momenteel ontwikkelingen met betondruksterkten tot 800 N/mm².

Dil Tirimanna (directeur) en Jan Falbr (ontwerper) werken beiden bij FDN Engineering + Construction.



Transport van het dek als een geheel naar de definitieve locatie.