Extreem Beton

ontwerpend onderzoek naar de potentie van ultra-hogesterktebeton

Ultra-hogesterktebeton is meer dan een verbetering van het gebruikelijke beton. Er zit een nieuwe technologie achter, zowel wat betreft grondstoffen als procestechniek. Voor de noodzakelijke investering bij producenten is er behoefte aan marktvooruitzichten. Opdrachtgevers hebben behoefte aan aantoonbare meerwaarde, op basis van succesvolle realisaties.
Het idee achter de UHSB-casestudies van het Cement&BetonCentrum is dat die aantoonbare meerwaarde slechts kan worden gevonden in een integraal ontwerpproces. De voordelen van UHSB liggen niet alleen op het terrein van vormvrijheid, ook op het gebied van onderhoudsvrije levensduur, gebruiksgemak en duurzaamheid. Door een gezamenlijke inspanning van architect, constructeur, producent en bouwer, gericht op een realistische bouwopgave, moeten die voordelen aantoonbaar worden gemaakt en afgewogen tegen de bouwkosten.

Hans Köhne, Cement&BetonCentrum

© 2013 bureaubakker / Cement&BetonCentrum

redactie: bureaubakker
januari 2013 voor Cement&BetonCentrum

Cement&BetonCentrum
Postbus 3532
5203 DM 's-Hertogenbosch

(073) 640 12 31
info@cementenbeton.nl
www.cementenbeton.nl

inhoud

Leren van en met elkaar 4
Hans Köhne, Cement&BetonCentrum

IN GESPREK MET CASESTUDY DEELNEMERS
Siebe Bakker, bureaubakker

Helix Nigtevecht

Communicatie & Conventies; ‘Elk voordeel levert ergens anders een nadeel op.’ 12
interview met Rogier De la Rive Box, De la Rive Box Design Management

Sterkte & Stijfheid; ‘Ultra-hogesterktebeton is niet één materiaal.’ 20
interview met Rob Vergoossen, Royal HaskoningDHV

Techniek & Toepassing; ‘De grootste innovaties moeten plaatsvinden in de productietechniek.’ 28
interview met Valentijn Blonk, Romein Beton

Interaction, Iterations & Innovation; ‘Because it’s new, everything is possible.’ 34
interview met Gregor Zimmermann, G.tecz

Parkbrug Voorstonden

Ultra Dun & Ultra Glad; ‘Bekistingstechniek als beperkende en bepalende factor.’ 40
interview met Maurice Nio, NIO architecten

Kennis & Kunde; ‘Gewoon een gebrek aan kennis.’ 46
interview met Rogier van Nalta, Pieters Bouwtechniek

Optimaliseren & Ontkisten; ‘Het productieproces moet constant zijn.’ 52
interview met Steffen Grünewald, Hurks Prefabbeton

Parkbrug Voorstonden & Uitkijktoren Peize

Architectuur & Ambities; ‘Door op de randjes te gaan zitten kom je verder in het leven.’ 58
interview met Tony de Haan, Natuurmonumenten

Uitkijktoren Peize

Hybride: ‘Ultra-hogesterktebeton toepassen waar het zinvol is.’ 66
interview met Arjan Dingsté, UNStudio

Hybride; ‘Maximale constructieve prestatie met minimaal materiaalvolume.’ 74
interview met Frans van Herwijnen, ABT

Bedenken & Beproeven; ‘Je moet eerst leren wat je ontdekt hebt.’ 80
interview met Klaas Visser, Haitsma Beton

DE CASESTUDIES

De fietsbrug bij Nigtevecht – zero-base design 84
Rogier De la Rive Box

Filigreine UHSB Parkbrug 90
Steffen Grünewald, Rogier van Nalta, et al.

Ontwerp van UNStudio voor Uitkijktoren in natuurgebied ‘De Onlanden’ (Peize) 96
UNStudio

INVENTARISATIES & CONCLUSIES

SWOT 2009 102

Mindmap 2012 112

SWOT 2012 114

AFGELEIDE PROJECTEN

Eigen Vormtaal dankzij UHSB 128
Rogier De la Rive Box

Slanke Brug met ZHSB 134
Paul de Vries, et al.

GERELATEERDE PROJECTEN

Designing the Cloud: Cross-disciplinary Approach to Design 140
Christos Passas, Zaha Hadid Architects

Wiskundige puzzels in UHPC 150
Caroline Kruit, dax creative company

LITERATUUR & LINKS 156

COLOFON 158

Hans Köhne is initiator van de casestudies ultra-hogesterktebeton; Extreem Beton. Hij is werkzaam bij het Cement&BetonCentrum en daar verantwoordelijk voor markt- en productontwikkeling activiteiten.

Hans Köhne, Cement&BetonCentrum - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

Hans Köhne

Ultra-hogesterktebeton is een grote belofte voor de bouwmarkt. Indrukwekkende pilotprojecten met bruggen en overkappingen in nabije buitenlanden als Frankrijk, Duitsland en Oostenrijk, en verder weg in Korea en Canada maakten ons enthousiast. Het bleef in Nederland echter bij de feestelijke introductie in 2005 met de inmiddels zeer bekende folly bij Zonnestraal. Gebrek aan kennis, technische voorschriften en (vermeende) hoge kosten bleken knelpunten voor toepassing in grotere projecten. Het Cement&BetonCentrum kwam met een initiatief om kennisontwikkeling en acceptatie te stimuleren. Casestudies bleken het middel om partijen bijeen te brengen voor gezamenlijke kennisontwikkeling.

Ultra-hogesterktebeton (UHSB) is meer dan een verbetering van het gebruikelijke beton. Er zit een nieuwe technologie achter, zowel wat betreft grondstoffen als procestechniek. Voor de noodzakelijke investering bij producenten is er behoefte aan marktvooruitzichten. Opdrachtgevers hebben behoefte aan aantoonbare meerwaarde, op basis van succesvolle realisaties. Het idee achter de UHSB-casestudies van het Cement&BetonCentrum is dat die aantoonbare meerwaarde slechts kan worden gevonden in een integraal ontwerpproces. De voordelen van UHSB liggen niet alleen op het terrein van vormvrijheid, maar ook op het gebied van onderhoudsvrije levensduur, gebruiksgemak en duurzaamheid. Door een gezamenlijke inspanning van architect, constructeur, producent en bouwer, gericht op een realistische bouwopgave, moeten die voordelen aantoonbaar worden gemaakt en worden afgewogen tegen de bouwkosten. Dat was de gedachte. Wat is er nu van terecht gekomen?

Valse start

De eerste aankondiging van dit initiatief is gedaan in december 2008, tijdens het jubileumcongres van 60 jaar Cement. In feite was dat een oproep aan bureaus en bedrijven om zich als geïnteresseerde partij aan te melden. Daarna volgden vele positieve gesprekken en presentaties bij geselecteerde bureaus en bedrijven. Veel lastiger was het om geschikte projecten te vinden die zich leenden voor een UHSB-casestudie. In oktober 2009 kon een workshop worden gehouden om te beslissen over cases en teams. Met als uitkomst: de voorgestelde cases werden alle ongeschikt bevonden. Een valse start dus; terug bij af.

Helix Nigtevecht

De eerste case waarvoor met succes een team kon worden gevormd, was de zogenoemde 'Helix Nigtevecht'. Dit betreft de spiraalvormige op- en afrit van een nieuwe fietsbrug over het Amsterdam-

Dit artikel is eerder verschenen in Cement, 6-2012, pag. 28-32

Helix Nigtevecht

Rijnkanaal bij Nigtevecht. Doorslaggevend voor het naadloze proces van deze casestudie was het feit dat initiatiefnemer en ontwerper voor dit project één en dezelfde persoon was, namelijk Rogier De la Rive Box. Als industrieel ontwerper heeft hij een heel andere benadering van materiaal, product en proces dan een architect. Voor deze casestudie was dat een groot voordeel. Met daarbij Valentijn Blonk, bedrijfsleider van Romein Beton, en Rob Vergoossen, constructief ontwerper bij Royal HaskoningDHV, was het team al compleet. Als toegevoegd expert trad Gregor Zimmermann op, van het Duitse consultancybureau G.tecz. Hij adviseerde over betontechnologische en procestechnische aanpassingen bij Romein Beton. Er kwam een complete oplossing in prefabbeton, zodat Romein Beton het project kon beprijzen zonder tussenkomst van een bouwbedrijf.

Op basis van deze leerervaring met nieuwe technologie was Romein Beton in staat een bijzondere UHSB-aanbieding te doen voor een brugproject van gemeente Utrecht, een voetbrug over de Leidsche Rijn.

Parkbrug Voorstonden

Voor de tweede casestudie diende zich heel onverwacht een ander brugproject aan: een parkbrug in landgoed Voorstonden, gemeente Brummen, voor de vereniging Natuurmonumenten. Een bescheiden project dat vanwege complicerende randvoorwaarden toch nog lastig werd. Vooral de kwetsbare en kleinschalige omgeving waren bepalend.

Natuurmonumenten is een heel bijzondere opdrachtgever. De vereniging beheert niet alleen natuur, maar is ook de grootste beheerder van gebouwde monumenten in Nederland. En daardoor ook een opdrachtgever met visie. Deze werd door architect Tony de Haan, team Bouwkunde van Natuurmonumenten, als volgt verwoord: “In principe bouwen we liever niet. Maar als we bouwen, willen we eigenlijk meteen een monument bouwen.” Natuurmonumenten heeft al vele bruggen en bruggetjes gebouwd, maar nog weinig met beton. Dat moest dus bijzonder beton worden. En dat werd het. Maurice Nio, NIO architecten, kwam met het concept voor een sierlijke en ranke natuurbrug. Pieters Bouwtechniek ontwikkelde het uiterst dunne brugdek. Hurks prefabbeton concentreerde zich op de maakbaarheid van de organisch gevormde leuningen.

Het pakkende beeld van deze brug is zonder twijfel te danken aan het leuningwerk, dat refereert aan de bladnerfstructuur van de monumentale bomen ter plaatse. Inmiddels is de brug bekend als

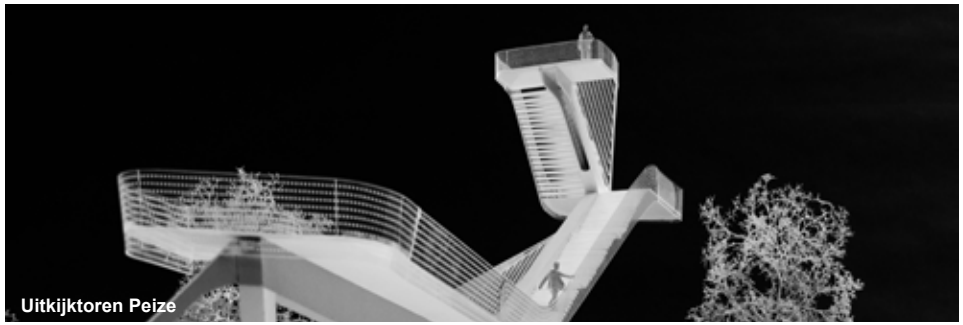
Parkbrug Voorstonden

de ‘bladnerfbrug’. Door de opeenstapeling van extreme eisen en gebrek aan ervaring met complexe bekistingsvormen is de brug echter onbetaalbaar geworden. Het casestudie-proces heeft niet geleid tot een economische oplossing voor de productie van het leuningwerk.
Toch blijft Natuurmonumenten zoeken naar een gelegenheid om de bladnerfbrug eens te bouwen. Dat lijkt alleen haalbaar als er enige repetitie zal zijn. Inmiddels is in landgoed Voorstonden een meer klassieke houten brug gebouwd. Het ene, experimenteel gemaakte leuningelement blijft een fascinerende getuige van de casestudie.

Uitkijktoren Eelde/Peize

De derde casestudie is gedaan met eveneens Natuurmonumenten als opdrachtgever. Aanleiding daarvoor was een interview met architect Tony de Haan in de Volkskrant in mei 2010, over de bijzondere uitkijktorens van de vereniging.
Het voorstel om een bijzondere uitkijktoren in UHSB te ontwerpen voor een bijzondere locatie van Natuurmonumenten werd heel voortvarend opgepakt. De locatie werd gevonden in een nieuw natuurgebied in aanleg, de Onlanden, vlak onder Groningen.

De vorming van een casestudieteam verliep razendsnel. Met de eerste teamleden, architect Arjan Dingsté van UNStudio, constructief ontwerper Frans van Herwijnen van ABT en uitvoeringsdeskundige Wim Noordzij van BAM, werd begin juli 2010 de locatie verkend. Tijdens de tweede verkenning is met een hoogwerker de gewenste hoogte vastgesteld: een platform op 25 m hoogte. Het ambitieuze concept kon al worden gepresenteerd in een workshop in september 2010. De locatie en het gewenste programma waren bepalend voor de architect. Dit leidde tot een sterk hellende toren, waarin slechts delen van de hoofddraagconstructie in UHSB zouden worden uitgevoerd, namelijk de V-vork onder de hellende toren, de vrij uitkragende traptreden en platforms en een deel van de hellende hoofdligger. In feite was hier sprake van een klassiek ontwerpproces voor een zeer fraaie toren, en niet zozeer een ontwerp voor optimale toepassing van UHSB. Het ontwerp is gericht op het gewenste programma en de gegeven locatie; UHSB is gekozen voor constructiedelen waarin het doelmatig is.
De opdrachtgever was op slag verliefd op het ontwerp. Zo ontstond een moeilijk casestudieproces voor UHSB. Constructief was vooral de nodige stijfheid en stabiliteit van de toren een probleem. In de gekozen hoofdvorm kon UHSB daar niet veel aan bijdragen. Daarna ging de meeste aandacht uit naar optimalisatie van de vrij uitkragende traptreden. Constructief zou daar niet zozeer behoefte


Uitkijktoren Peize

zijn aan de hoogste sterkte, maar meer aan stijfheid. De elegante en vernuftige detaillering maakte industriële productie mogelijk. Haitsma Beton heeft een aantal proeftreden gemaakt in diverse sterkteklassen, voor beproeving bij de TU Eindhoven, faculteit Bouwkunde, in het Pieter van Musschenbroeklaboratorium. Nu moet nog een afweging worden gemaakt van kosten versus prestaties.

BAM Utiliteitsbouw heeft voor de totale toren een begroting gemaakt. De partners in het team konden zich vinden in een taakstellend budget van € 800 000,-. Veel geld, maar de opdrachtgever krijgt dan wel iets bijzonders. Natuurmonumenten heeft de wil om tot realisatie te komen en is bezig om via sponsoring voldoende gelden voor de bouw te verkrijgen.

Kennisoverdracht

De onbetwistbare formule van de casestudies – ontwikkeld in samenwerking met bureaubakker - is ‘gesloten beurs, open source’. Partners in de casestudieteams sturen elkaar geen rekening. Bovendien delen de partners de opgedane kennis met elkaar en uiteindelijk ook met geïnteresseerde vakgenoten. Dat laatste is immers ook de missie van het Cement&BetonCentrum. Via UHSB-nieuwsbrieven is voortdurend gerapporteerd over de voortgang aan alle partijen in het casestudieproject. Voor uitwisseling van kennis tussen de teams zijn diverse workshops georganiseerd. Deze werden dan weer gevolgd door publiektoegankelijke seminars. Bovendien zijn deze seminars inhoudelijk verrijkt met projectpresentaties uit het buitenland.

Zo was er in september 2010 het seminar ‘UHSB maakt bruggen super’, in samenwerking met de TU Delft, faculteit Civiele Techniek, met projectpresentaties uit Oostenrijk en Frankrijk. In dat seminar lag de nadruk op materiaalonderzoek en productontwikkeling.

Het afsluitende publieksevenement ‘Extreme Concrete’ was in april 2012, in samenwerking met de TU Delft, faculteit Bouwkunde. Nu lag de nadruk meer op de architectonische en bouwkundige prestaties en potenties van UHSB. Rudy Ricciotti presenteerde verbluffende realisaties in Frankrijk.

Tot slot

Elk van de drie casestudies heeft zijn eigen proces gekend. Er zijn wel enkele algemeen geldende conclusies te trekken. Wellicht is dit toch de voornaamste: Succesvolle toepassing van UHSB vergt

‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft

een choreografie van inspanningen. Het materiaal heeft enorme potentie. Die wordt echter niet benut als gewoon ieder ‘zijn ding doet’. Elke partner moet niet alleen beleefd, maar ook werkelijk nieuwsgierig zijn naar de mogelijkheden en beperkingen van alle andere partners.
En een tweede: Constructief gezien is de druksterkte van UHSB zelden maatgevend. Van groter belang zijn de buigtreksterkte en elasticiteitsmodulus.
In feite is de naam ‘ultra-hogesterktebeton’ misleidend. Het gaat bij de keuze voor het materiaal niet alleen, en vaak niet in de eerste plaats, over sterkte, maar veeleer over duurzaamheid, slankheid en vormvrijheid.
En tot slot: Voor een werkelijke doorbraak naar praktische toepassingen zijn innovaties nodig in de productietechniek. Het materiaal is er; nu de betaalbare, flexibele maltechniek voor complexe vormen nog.

Hans Köhne, Cement&BetonCentrum

‘Succesvolle toepassing van UHSB vergt een choreografie van inspanningen.’

‘Constructief gezien is de druksterkte van UHSB zelden maatgevend.’

‘Voor een werkelijke doorbraak naar praktische toepassingen zijn innovaties nodig in de productietechniek.’

‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft

Hans Köhne overhandigt op 25 m hoogte ontwerp Uitkijktoren aan Wilfred Alblas, Natuurmonumenten

'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

De la Rive Box werkt op het grensgebied van design en management. Het bureau hanteert een ‘Zero-base design’ ontwerpmethode, waarbij het gaat om ontwikkeling vanuit een conceptuele benadering, om het ‘opnieuw uitvinden’ van oplossingen.

Helix Nigtevecht

Wat heeft het materiaal ultra-hogesterktebeton en de manier waarop jullie daarmee om zijn gegaan, betekend voor het project? Qua ontwerp en techniek.
Dan ga ik eerst terug naar de basis. Ik wilde een brugopgang ontwerpen die minimaal grondopper-vlak zou innemen. Normaal gesproken, en het meest simpel, maak je een rechte baan die voor deze brug in Nigtevecht zo’n 200 meter lang zou worden. Die steekt dan lomp in het landschap. Je komt beter uit als je hem gaat oprollen tot een spiraalvormige opgang. Het is dan niet meer een lineair ding, maar het krijgt een complexe vorm. Er komt zo een 3D element in het wegdek. Normaal is een wegdek in principe plat, enkelvoudig gebogen. Maar nu krijg je een drievoudig gebogen object.
Ik ben begonnen om te kijken of dit in een composietmateriaal zou kunnen worden uitgevoerd. Dat zou wel kunnen. Je krijgt een wel rare curve, maar het kan. De essentie is dat een gegoten materiaal geschikt is om die 3D vorm mee te produceren. Het grote nadeel van composiet is de gebrekkige stijfheid die leidt tot grote afmetingen, en het brandgevaar. Ultra-hogesterktebeton zou de nadelen van composietmaterialen kunnen pareren en de voordelen behouden, want het is ook een gegoten materiaal. Die complex gevormde opgang kun je in één mal in delen maken, bijvoorbeeld acht secties per omgang. Dan is het industrieel te produceren. Met een gegoten materiaal is die dubbele kromming geen probleem. Daarnaast zijn er de voordelen van de brandveiligheid en natuurlijk – dat bleek eigenlijk pas later – kun je het heel dun construeren. Vanuit die basis heb ik het ontwerp enigszins aangepast. Het ontwerp was eigenlijk al gemaakt vanuit het idee dat er zo’n materiaal zou bestaan, want aan de maatvoering enzovoorts is niet zo geweldig veel veranderd.

Kun je vertellen wat je dan wel hebt aangepast voor een uitvoering in ultra-hogesterktebeton?
In feite heb je nu een grotere gebruikershoogte, omdat het wegdek dunner wordt krijg je meer ruimte tussen de wegdekken.

Is dat een aanpassing waarop je in het begin gehoopt had?
Men had gezegd dat het nog flink doorgerekend moest worden om die verlangde gebruikershoogte tussen de schalen van het wegdek te realiseren. Dat zou dan gerealiseerd moeten worden met allerlei paddenstoel-constructies. Zodat daar waar je fietst voldoende hoogte komt. Uiteindelijk is dat probleem door het ultra-hogesterktebeton in één keer opgelost, omdat er geen complexe paddenstoel-constructies nodig zijn.

Siebe Bakker in gesprek met Rogier De la Rive Box, ontwerper en opdrachtgever (burgerinitiatief) Helix Nigtevecht
tekst: Siebe Bakker

Rogier De la Rive Box

Als je een dergelijk paddenstoel-concept – gedacht vanuit traditioneel beton - zou combineren met ultra-hogesterktebeton, kun je dan nog verder komen?
Dat maakt eigenlijk niet meer uit. In het model had ik 16 kolommen gedacht, in de veronderstelling dat die wel nodig zouden zijn, het is toch een ding van 22 meter. Na doorrekening door de constructeur bleek dat we veel minder kolommen nodig zouden hebben. Alle kolommen die in het hart van de Helix stonden bleken niet nodig te zijn. Het bleek voldoende te zijn om alleen kolommen, met een doorsnede van ongeveer 20 cm, langs de voetgangersbaan in het midden te plaatsen. Dat was inderdaad een opmerkelijke uitkomst, omdat ik zelf nog dacht in wat traditionelere constructies.
In feite kan ultra-hogesterktebeton zoveel krachten opnemen dat je kunt volstaan met alleen die kolommen en nauwelijks een paddenstoelachtige constructie.

Zijn er ook dingen die je hebt moeten aanpassen waarvan je zegt dat ze de andere kant opgaan dan wenselijk was? Er vanuit gaande dat het je wens was om het zo slank mogelijk te krijgen, voor een minimale visuele impact in het landschap. Is er ergens een aanpassing gekomen, vanuit het materiaal, waarvan je zegt dat het niet je eerste keus zou zijn?
Nee, eigenlijk niet. Je zou het kunnen hebben over de vorm van de treden - de middenbaan - en de aansluiting daarvan. Misschien dat daar een paar details in zitten die nog wat eleganter kunnen. Maar het is nog niet zover uitgewerkt. Er waren vragen over de aansluiting van de balustrade op de vloer, maar dat hoeft helemaal geen problemen op te leveren. Natuurlijk speelden er allerlei vraagstukken, maar die waren goed op te lossen. Eén van die aspecten was de binnenring. Die heeft een bepaalde stijfheid nodig en is verhoogd, er is een flens bijgekomen. Dat stoort mij niet. Als het aanzicht van buiten maar heel slank blijft. Er zijn wel een aantal constructieve zaken die hebben meegespeeld, maar niet negatief. Je ziet daardoor juist hoe de constructie in elkaar zit. Je ziet de logica van dit materiaal. Als je zo dun wilt werken, en dat kan technisch, dan moet je dat constructietechnisch compenseren door middel van bijvoorbeeld zo'n verhoogde ring.

Jij had een ontwerp, en jullie hebben gezegd: hoe zou dat te realiseren zijn in ultra-hogesterktebeton, wat betekent dat? Hoever ben jij in dit proces terug gegaan naar de basis van het ontwerp?
Terug naar de basis betekent terug naar de vraagstelling: wat wil ik bereiken? Dat heb ik inderdaad gedaan. Ik heb bijvoorbeeld nog een keer gebeld met de Fietsersbond en heb ze nogmaals bevraagd naar hun uitgangspunten. Onder andere over de stijgende en de dalende baan. Welke

Helix Nigtevecht

moet binnen en welke buiten? Wat zijn voor de Fietsersbond de echte harde criteria? Daar zijn een aantal punten uitgekomen die opnieuw bekeken zijn. Bijvoorbeeld de hoogte van de balustrade en de aansluiting ervan; dat mag geen eng gevoel geven. En de aansluiting van de fietsersbaan op de voetgangersbaan. Het leverde niet veel veranderingen op, maar het was wel goed om te controleren of dit nog steeds is wat we zoeken.

Zijn er aspecten naar boven gekomen waarbij op een gegeven moment niet zozeer het ultra-hogesterktebeton zelf maatgevend was, maar andere dingen? Bijvoorbeeld verankeringen, voorspanning of bekistingstechnieken?
In het ontwerp is de voetgangersbaan - de middelste baan - de constructieve baan. Mijn streven was om de voorspanningselementen in het brugdek te concentreren in de voetgangersbaan en de fietsersbanen er constructief gezien geheel los van te houden. Daarnaast bleek de verwarming in het wegdek van belang te zijn. Het hele principe van de brug is gebaseerd op de normen voor voetgangers en fietsers. Het loop- of fietsdek moet sneeuw- en ijsvrij gehouden worden, dus moeten er verwarmingselementen in het beton. Zo zijn er vrij veel deelelementen die meespelen.
Je moet heel erg vanuit het materiaal denken. Als je zo dun denkt dan kom je dit soort zaken tegen en moet je direct terug naar het ontwerp. Vanuit dit materiaal gedacht kan je tot details komen die je conventioneler op zou lossen in 'normaal' beton. Omdat je dan een bepaalde – grotere – dikte hebt. In een dikke betonlaag kan bijvoorbeeld de balustrade gewoon ingegoten worden. Dat kan nu niet. Je krijgt nu een constructie met bouten en moeren. Je steekt even door het vlak heen. Daaronder komt één of andere sub-constructie te zitten. Dat soort elementen spelen allemaal mee. Die moet je als het ware hiërarchisch lager plaatsen dan het ultra-hogesterktebeton. Ultra-hogesterktebeton heeft mogelijkheden en ook zijn beperkingen, of beter gezegd; zijn eigenschappen, zijn kenmerken. Die kenmerken hebben gevolgen voor andere constructiedelen, en dan moeten die andere delen daarop aangepast worden. Een voordeel daarvan is dat je dan ook duidelijk ziet dat ultra-hogesterktebeton kenmerken heeft. Die maak je als het ware zichtbaar middels die hulpconstructies.

Wat zijn nu de belangrijkste kenmerken die ultra-hogesterktebeton karakteriseren?
Het onderhoudsvrije karakter. Het feit dat het heel dun gedetailleerd kan worden is wel belangrijk, maar het is maar net welke waarde je daar aan hecht. Het onderhoudsvrije karakter is essentieel. Wanneer je het gebruik van dit materiaal in kosten gaat doorrekenen over de levensduur van, zeg eens, 80 jaar, dan speelt dat heel nadrukkelijk mee. Ook het milieuaspect van het onderhoud is

Helix Nigtevecht

belangrijk. De eisen die bijvoorbeeld bij schilderwerk worden gesteld aan het schuren en schoonmaken, en het verwijderen van de oude verflagen, worden steeds zwaarder. Dat gaat enorm meespelen in de toekomst. Wat ik hoop is tot een levenscyclusanalyse te kunnen komen voor de helix in vergelijking met een uitvoering in bijvoorbeeld staal. Ik denk dat nu de kostprijs het belangrijkste lijkt te zijn bij overwegingen met betrekking tot het gebruik van ultra-hogesterktebeton. Een LCA voor bijvoorbeeld deze toepassing – de helix - maakt het mogelijk echte afwegingen te kunnen maken ten aanzien van onder andere de milieutechnische aspecten. Rijkswaterstaat heeft een vergelijking gemaakt van verschillende materialen; composiet, beton, roestvrijstaal, staal en aluminium. Daar kwam uit dat composiet verreweg de minste milieulast geeft. Zoiets hoop je natuurlijk ook voor ultra-hogesterktebeton. Ik denk dat het heel gunstig zou zijn voor ultra-hogesterktebeton om die vergelijking een keer te maken. Wat je nu ziet is dat deze brug wordt vergeleken met bruggen in andere materialen. Maar daarbij wordt wel volledig vergeten dat er onder een stalen brug een kooi van 2 meter moet kunnen hangen, omdat schilders volgens de Arbonormen vrij moeten blijven van het scheepvaartverkeer. Zo'n brug wordt alleen daarom al twee meter hoger. De hellingbanen worden dan weer 10 tot 20 meter langer. Al die kosten tellen mee.

Zijn er nog andere zaken in het casestudy proces naar boven gekomen die wellicht onverwacht, maar zeker niet oninteressant waren. Of dat nu constructief was, of op het vlak van uitvoeringstechniek of qua beslissingen die jij als ontwerper moest nemen.
Wat mij fascineert is de kostbaarheid, het materiaal is relatief duur. Je moet er dus weinig van gebruiken. Maar als je weinig gebruikt dan krijg je ook te maken met de vraag hoe je het dan verwerkt. Hoe verwerk je het bijvoorbeeld heel dun. Of hoe verwerk je heel weinig. Wat ik bij Romijn Beton heb gezien is dat het traditioneel gaat om grote massa's en volumes. Alles is op kwantiteit gericht. Ik denk dat het een uitdaging gaat worden om met weinig materiaal te kunnen produceren. Elke kwaliteit die in het materiaal zit, moet er in ontwerp en in productie uit worden gehaald. Dat moet absoluut met elkaar in overeenstemming zijn. Heel praktisch in het ontwerp. Als het dan kostbaar materiaal is, dan moet je er een minimale hoeveelheid van gebruiken. En als het dan zo'n mooi oppervlak heeft waar geen water in doordringt en dat niet vervuilt, dan moet dat oppervlak ook zo glad zijn dat het niet vervuilt. Al die aspecten zijn volledig met elkaar verweven. En die moet je steeds met elkaar in verbinding zien te brengen.

Helix Nigtevecht

Hoe is de manier van werken in deze casestudy jou bevallen? Om te werken binnen een soort van ontwikkelteam waar de meeste disciplines die je nodig had in zaten. En in een groter verband met twee of drie andere teams, die met een vergelijkbare vraagstelling bezig waren. Hoe heeft dat gewerkt? Heeft dat anders gewerkt dan bij een normaal project?
Natuurlijk heeft het anders gewerkt dan bij andere projecten, omdat het gewoon een ander project is. Het is een redelijk abstract doel wat je probeert na te streven. Maar, het werkt wanneer je dat abstracte doel voor elkaar helder hebt. En dat hoeft helemaal niet met veel woorden. Het abstracte doel is dat we er allemaal beter van worden, en dan niet in de portemonnee, maar beter in kennis en in onze marktposities. Het doel is dat we er beter van worden, en het is van belang dit project daarvoor in te zetten. Natuurlijk kost het tijd, wat nooit echt goed uitkomt. Maar we weten dat we deze stap echt moeten maken om überhaupt verder te komen. Als dat voor alle drie de partijen geldt, wat hier zo was, dan werkt het perfect. En dan is iedereen ook bereid om inderdaad tijd, aandacht en energie te geven. In dat geval is er weinig spanning tussen deelbelangen. Het is niet zo dat de één moet winnen ten koste van de ander. Want we zijn alle drie verliezers en alle drie winnaars. Gelijke verliezers want het kost vreselijk veel tijd, en alle drie winnaars omdat we weten dat we er uiteindelijk wat mee opschieten.

Stel je voor dat we het format van deze casestudy nog zouden kunnen 'fine-tunen', zou je dan nog een extra expertise willen toevoegen aan het team? Eén waarvan je graag had gehad dat die er nu ook bij was geweest. Bijvoorbeeld een specialist op een belangrijk deelgebied.
Goed dat je het noemt, maar het is precies het ontbreken van zo iemand wat het proces enorm heeft gestimuleerd. Op het moment dat je een specialist hebt op een bepaald gebied gaat hij dat gebied vertegenwoordigen. En dan zit je eigenlijk al vast. De relatieve neutraliteit van Royal HaskoningDHV, Romijn Beton en van mijzelf in het gehele traject was van belang. We begonnen allemaal bij nul om van daaruit te zien waar het op uitkomt of wat de beperkingen zijn. Vervolgens krijg je het materiaal en komt G.tecz erbij. In een begintraject moet je eigenlijk neutrale partijen hebben die niet in een bepaalde richting willen koersen behalve die van het algemeen gestelde doel dat je wilt bereiken. Het feit is dat je bij A moet beginnen, en dat je dus terug moet, van je conventies af moet, van je aannames af, echt even helemaal bij nul beginnen en dan proberen dat algemene doel te bereiken. En hoewel we in dit project in het midden zijn begonnen was de intentie goed. De mentaliteit was erg open qua communicatie. Iedereen was heel eerlijk en gaf zijn beperkingen aan. Waar de kennis ontbrak en wat getest moest worden. Stapsgewijs kom je tot de uitgangspunten. Dan is het voor mij

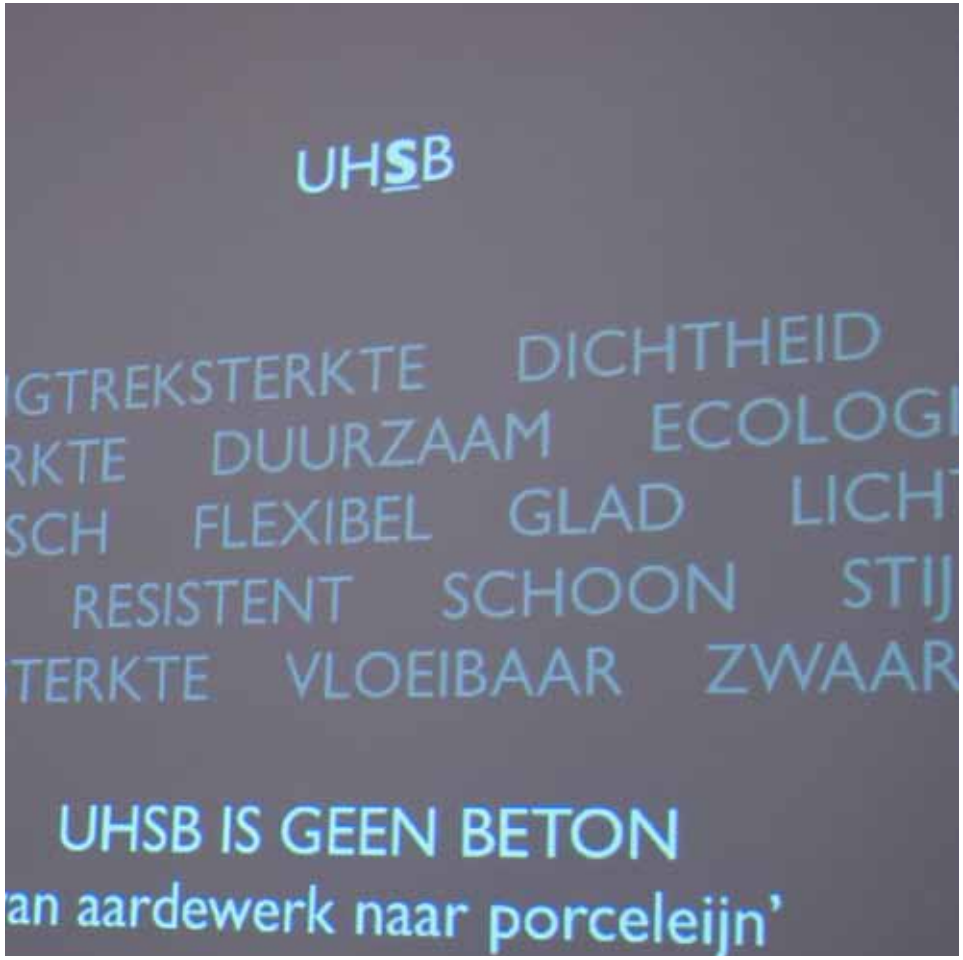
als ontwerper enorm belangrijk om te aanvaarden dat het materiaal, de constructie en de productie, allemaal vormgeving bepalend zijn. Dat je het voorlopig open laat hoe het er uiteindelijk uit komt te zien. Dat is niet een probleem, vormgeving is niet het probleem. De uitdaging is om de meest natuurlijke balans te vinden tussen alle aspecten die spelen. Daaruit volgt dan de vormgeving. Of het levert handvatten voor de vormgeving. Dat is dan een samenspel van heel veel aspecten waarmee je als vormgevend ontwerper wat kan.

Wat zie jij als toekomstige potenties voor ultra-hogesterktebeton?

Spuitgietwerk. Ik had het net over hoeveelheden. Wat mij frappeert is dat je zoekt naar het toepassen van zo min mogelijk materiaal, maar dat als je wordt geconfronteerd met de productie het om grote hoeveelheden gaat. Als je kijkt naar kunststof spuitgietwerk dan gaat het om de korreltjes die in het laatste deel van het traject worden verhit tot exact de goede temperatuur, in exact de goede hoeveelheid, en dan in een mal worden gespoten, sluiten, koelen, klaar. Zo'n soort techniek is interessant, waarbij je heel snel precies de goede dosering hebt in de goede samenstelling. Dat is iets wat enorm zou helpen om industriële producten in ultra-hogesterktebeton haalbaar te maken. Het gaat om industriële productietechnieken. Bijvoorbeeld voor wat betreft de dosering en het mengen; dat je geen gram teveel maakt voor een product. Want de kilo's die je weggooit in de productie, die in de slang blijven zitten of waar dan ook, zijn hele dure kilo's op het product.
Als je het hebt over de bouw, dan moet je een scheiding maken tussen de bouw in het leveren van oplossingen aan gebruikers en de bouw zoals deze gegroeid is als industrie en eigenlijk compleet vast zit in zijn eigen conventies. Als ik het heb over de bouw in het leveren van oplossingen aan gebruikers, dan zie ik een enorme toekomst voor ultra-hogesterktebeton. Maar als je het wilt toepassen in de bouw binnen zijn huidige conventies krijg je het ontzettend moeilijk. Want het voordeel van ultra-hogesterktebeton levert ergens anders weer een nadeel op. Bijvoorbeeld als het duurder is, dan levert het minder rendement op. Maar het probleem zit 'm dan niet in de ultra-hogesterktebeton toepassing, maar in de fricties in de conventionele bouw.

Rogier De la Rive Box - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

Helix Nigtevecht



Rob Vergoossen is Expert Betonconstructies bij Royal HaskoningDHV en heeft ruime ervaring met bruggen en viaducten. Hij is opgeleid aan de TU Delft als constructeur en is gespecialiseerd in onder meer geavanceerde betoncalculaties, herontwerp van bruggen en Ultra High Performance Concrete.

‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft

Rob Vergoossen

Ik wil met je spreken over jullie ambitie en waar je op uit bent gekomen. Over de manier van samenwerken. Over de maatgevende aspecten voor ontwerpen in ultra-hogesterktebeton. En, waar jij dit materiaal ziet in de toekomst.

Een deel van de kennis van het materiaal was bij ons al beschikbaar, uit afstudeerwerken en dergelijke. Voor ons ging het er veel meer om dat we een stapje verder wilden dan alleen de afstudeeronderzoeken waarbij je beperkt blijft tot een eenvoudig ontwerp en zegt: het heeft potentie en het kan. Je wilt ook weten hoe een aannemer ernaar kijkt. Is het maakbaar, en waar loop je dan tegenaan? Daarnaast is de interactie met de architect interessant. Wat wil die nou voor speciale dingen, wat vindt die nou belangrijk? Wij kunnen natuurlijk zelf als constructeurs ook wel wat ontwerpen, maar dan is het niet altijd even mooi en slank qua uiterlijk. Dat speelde natuurlijk bij de Helix ook. Vanuit constructief oogpunt wil je eigenlijk aan alle randen een massieve balk hebben, en portaaltjes maken aan de buitenkant. Dat was technisch gewoon het meest gunstige. Alleen krijg je dan zo’n raar beeld in het landschap. Het wordt dan meer een huis dan dunne schijven. Die interactie is voor het ontwerp wel maatgevend geweest. Om te onderzoeken hoe slank kan het. Qua slankheid kun je waarschijnlijk nog wel wat meer dan wat we nu hebben gedaan, maar dan heb je weer meer kolommen nodig.

Het lijkt dat de slankheid van de constructie, of de transparantie van het object de drijvende kracht achter deze casestudy is geweest. Om te onderzoeken hoe dat geoptimaliseerd kan worden.

Ja. Als je niet naar een helix of spiraal gaat dan heb je hellingbanen nodig. Maar dat ziet er in zo’n polderlandschap toch uit als een grote kolos. Het moest dus niet één of ander bouwwerk van 300 meter lang worden. We wilden benadrukken dat het eigenlijk een soort schijven in het landschap waren. Zodra het zou ogen als een gebouw, dan was het project mislukt. Daarom moesten de schijven in ieder geval vanuit de verte zo dun mogelijk lijken. Het aanzicht moest in theorie uitlopen tot nul, zodat je echt die schijven gaat zien. En daarbij komt dat er niet een woud van kolommen kon zijn. Het liefst een beperkt aantal, zo min mogelijk. Die twee uitgangspunten staan natuurlijk direct in relatie tot elkaar. Hoe meer kolommen je hebt, hoe slanker het wordt. Maar heel veel kolommen vormen samen snel weer een ‘gebouw’.

Siebe Bakker in gesprek met Rob Vergoossen, constructeur Helix Nigtevecht
tekst: Siebe Bakker

Rob Vergoossen

Aan het uiteinde van de dunne schijven zal een balustrade moeten worden bevestigd. Hebben jullie gekeken om deze ook in ultra-hogesterktebeton uit te voeren en om deze onderdeel te laten zijn van de constructie?
We hebben dat even overwogen. Het nadeel is dat we op dit moment een heel dun plaatje, van maar 4 à 5 cm dik, hebben. Wanneer je daar een leuning aan wilt bevestigen die constructief meewerkt heb je automatisch dikte nodig. Je krijgt dan een balk en dan kun je meteen zien dat er iets diks zit. We hebben toen besloten om het dragende element echt in het midden te plaatsen, op ongeveer 2 meter vanaf de rand, zodat je deze – zeker vanuit de verte – niet ziet. Dan lijkt het vanaf de zijkant heel slank. Een dragende leuning zou niet bijdragen aan de slankheid. Als je puur naar een brug kijkt, dan wil je vaak de constructiehoogte zo laag mogelijk houden. Dan til je door een dragende leuning de constructiehoogte boven de plaat uit en hoef je minder ver omhoog of heb je meer doorvaarthoogte. In zo'n geval zou het wel zinvol kunnen zijn, omdat je dan niet in het midden een dragend element kan plaatsen.

Je zegt dat als ingenieurs, zonder vormgevers, het ontwerp zouden maken, je heel snel tot een portaal zou komen, of een randbalk. Ik kan me ook voorstellen dat jullie vanuit je eigen discipline de ambitie hebben om bijvoorbeeld met een bepaald materiaal zo slank mogelijk te construeren en dat ook te laten zien.
Waar architecten goed in zijn is om een soort beleving neer te zetten. Hoe wordt het ontwerp ervaren? Wij kijken puur naar de constructie en denken 'als de dikte ten opzichte van de overspanning maar minimaal is' is het slank. Een mooi bekend voorbeeld is dat als je een brug over een plat landschap maakt en je pakt een hele grote hart-op-hart afstand van de kolommen, dan denk je als constructeur dat je het heel slank hebt gemaakt. Maar het kan zelfs zo zijn dat als je de kolomafstand halveert en het brugdek dunner maakt, het vanuit de verte veel slanker oogt. Terwijl het helemaal niet slanker is. En dat gold hier natuurlijk ook zo. Als wij denken in slankheid dan moet het plaatje ongeveer 4 cm dik zijn. Hoe doe je dat? Portaaltje, randbalkje, klaar. Maar als je dat gaat doen, oogt het vanuit de verte helemaal niet meer slank.

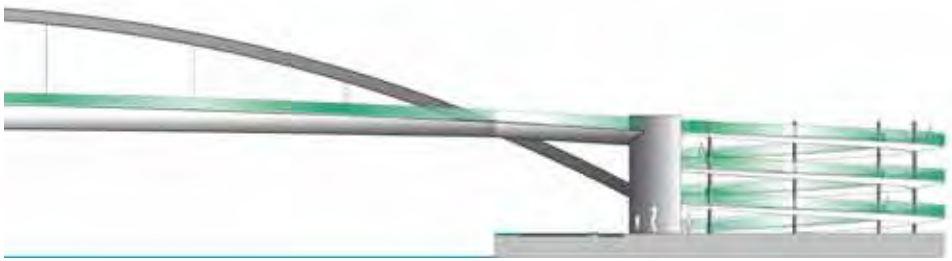
Heb je in dit project die samenwerking met vormgever, architect, industrieel ontwerper, anders ervaren dan je normaal doet?
Wij hebben natuurlijk onze eigen architecten. Het voordeel was nu dat Rogier De la Rive Box – eigenlijk een industrieel vormgever – heel sterk gekeken heeft naar de maakbaarheid. Deze helix

Helix Nigtevecht

is geen 'één-stuks-product', want je wilt deze op allerlei locaties kunnen toepassen. Dan is het heel belangrijk dat het goed maakbaar wordt. Dat je één mal kunt maken, met veel repetitie. Daarin zit de kracht.

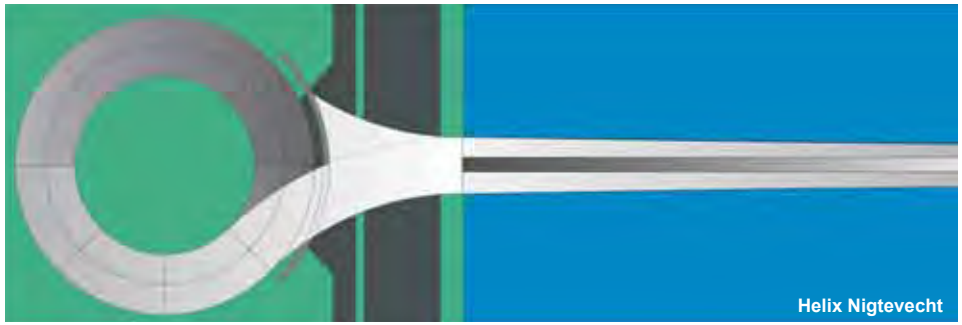
Als je met de ervaring van deze casestudy naar ultra-hogesterktebeton kijkt, wat zie je dan als mogelijkheden voor het materiaal?
Wat ik met name gunstig vind is de techniek die Romein Beton nu toepast om het materiaal te verpompen. Zo zijn alle vlakken bekist en bereik je een goede maatvoerings-tolerantie. Dat vergt wel een heel dure kist. Maar als je genoeg repetitie hebt haal je dat er wel uit. Ik denk dat dit een hele goede aanvullende techniek is om passende en relatief maatvaste elementen te maken. Daar kun je dan ook meteen ribben en dergelijke in vormgeven. De enige uitdaging blijft nog wel de voorspanning. De huidige voorspansystemen, met name nagespannen strengen of kabels, hebben een bepaalde grootte van de ankerpositie en ankerblokken. Wanneer je te slank dimensioneert kun je daarmee in de knel komen. Je krijgt de kabels er niet meer doorheen of niet meer verankerd. Dat hebben we bij andere projecten al eerder gezien. Bijvoorbeeld bij bruggen waarbij je al vrij snel naar een kokervorm gaat. Dan kun je de voorspanelementen buiten het beton laten, als externe voorspanning, om zo nog meer materiaal te besparen. Er is nog wel ruimte voor ontwikkeling wanneer je de voorspanning intern wilt oplossen. Wij hebben nu het element in de hoofdrichting gewapend uitgevoerd, met gewoon normaal staal. In principe stop je ook staalvezels in het materiaal, waardoor je vrij hoge buig- en treksterkten krijgt. Misschien kun je zo in bepaalde richtingen geheel ongewapend ontwerpen, dus alleen met de staalvezels. Daar wordt op zich de dikte niet heel veel kleiner van, veel dunner dan dit kan bijna niet, maar je spaart wel extra staal uit, wat in zo'n gesloten kist en met het pompen een voordeel is. Maar goed, dat soort dingen weet je eigenlijk pas na verder uitwerken en beproeven dan we nu hebben gedaan. Wat je tot nu toe ook ziet in bijna alle uitgewerkte projecten met ultra-hogesterktebeton is de aandacht voor vezeloriëntatie. De vezeloriëntatie, en hoe daarmee te rekenen, blijft vooralsnog heel moeilijk. Omdat we hier niet wisten hoe de vezels zich zullen gedragen hebben we er normale wapening in gestopt.

Worden, in het voorbeeld van Nigtevecht, de eigenschappen van het materiaal nu optimaal benut?
In het specifieke geval van de Helix kun je stellen dat de plaatdikte amper naar beneden kan, anders wordt het ook niet meer maakbaar, en kun je er niet alles instoppen. Er zit eventueel nog



een besparing in het zacht-staal dat nu in de dwarsrichting zit. En daar blijft uiteindelijk wel altijd discussie over. Je bouwt een nieuw bouwwerk, en Bouw- en Woningtoezicht moet ook overtuigd worden van de prestaties. Dat kun je eigenlijk maar op twee manieren doen. Of je stopt er toch wapening in, wat vertrouwd is, of je gaat een enorme proefbelastingsessie doen om aan te tonen dat je voldoende overcapaciteit hebt. Echt optimaal is dat laatste natuurlijk ook niet. Voordat je dit materiaal echt helemaal op de markt hebt, uitgetest en helemaal benut, ben je waarschijnlijk nog wel 10 jaar verder.
We hebben in eerste instantie naar voorspanning gekeken, maar daar zat de beperking vooral in de grootte van de ankers. Daardoor is het gewapend gedacht en benut je de hoge druksterkte die je hebt maar heel beperkt. In dat opzicht zou het veel gunstiger zijn als je toch op één of andere manier zou kunnen voorspannen.
Het mengsel dat is ontwikkeld is een B150, daar ligt in principe de grens voor ultra-hogesterktebeton. In ons geval wordt die kwaliteit niet geheel ingezet. Je zou dit ontwerp van de Helix in een B105, een traditioneel hogesterktebeton, kunnen uitvoeren.

Hebben jullie de dimensionering en de vormgeving van hoe het nu is vergeleken met een traditionele variant, om te kijken wat de verschillen zijn?
Nee. Wat we nu stellen is dat bij ultra-hogesterktebeton je enorm op wapening kan besparen, wellicht tot helemaal geen wapening. Als dat lukt heb je veel minder dikte nodig. Als je in normaal hogesterktebeton werkt zit je eigenlijk direct vast aan de huidige normgeving. En die stelt dat bij bijvoorbeeld een staafje rond 12 een betondekking moet hebben van 20 tot 25 mm. Aan twee kanten. Met dit ontwerp haal je dan je minimum dekking niet. Door nu naar een ander materiaal te gaan waar geen normen voor zijn, kun je stellen dat het zo'n dicht materiaal is dat je voldoende hebt aan een dekking van 10 mm.
We staan nu aan het begin van een alternatieve methode van levensduurbepalingen. De bestandheid tegen externe invloeden van ultra-hogesterktebeton is zeker een factor 100 tot 1000 keer groter dan bij normaal beton. Dat kun je in ieder geval aantonen. Daarmee lijkt het ook logisch dat je de dekking kunt verlagen. Omdat je ook een hogere sterkte hebt, heb je ook meer aanhechtingsspanning. Op grond daarvan kun je de dekking verlagen. En zeker als je uiteindelijk middels uitgebreid testen kunt aantonen dat de staalvezels alles doen, heb je zelfs helemaal wapeningsstaal en dus geen dekking nodig. Daar is nog veel onderzoek naar te doen.
Je hebt eigenlijk vier opties. Je kunt het geheel ongewapend laten en alles door de staalvezels laten


Helix Nigtevecht

doen. Je kunt bij een deel wapening leggen. Je kunt interne voorspanning opnemen. En je kunt eventueel extern gaan voorspannen. Natuurlijk zijn ook allerlei combinaties mogelijk. Dat moet je per project gaan bekijken. Externe voorspanning was in de Helix niet mogelijk. Dat zou in beeld komen en is vandalisme-gevoelig.

Het lijkt alsof de benaming 'ultra-hogesterktebeton' de eigenschappen van het materiaal te beperkt beschrijft.
Tot nu toe is er eigenlijk nog geen enkele constructie gemaakt waar die hoge sterkte volledig benut is. Puur qua sterkte had je eigenlijk alles wat tot nog toe gemaakt is ook met gewoon hogesterktebeton kunnen maken, met B105. Bij bijna alle projecten waar gekozen is voor ultra-hogesterktebeton is dit gedaan vanwege de hoge dichtheid, of de grote bestandheid tegen chemische aantasting. Daarin zit een heel grote kracht van het materiaal.
De traditionele relaties tussen druk en trek gelden hier niet, omdat je door gebruik van staalvezels een hele hoge buig- en treksterkte hebt. Die moet je meenemen wil je het materiaal benutten. De druksterkte heb je meestal niet nodig. Je moet al heel ver gaan voorspannen wil je die volledig benutten. Dat kan bij constructies die nauwelijks wisselende belasting hebben, maar bruggen en sluizen hebben die wisselende belastingen wel.

Voor deze casestudy is bewust gekozen om vanaf het begin met een team te werken waarin de belangrijkste disciplines vertegenwoordigd zijn. Vanuit de idee dat bij een nieuw materiaal erg veel factoren een rol kunnen spelen bij de ontwikkeling en vooral dat deze direct van invloed kunnen zijn op elkaar. Hoe heb jij dat ervaren?
Hoe slanker je ontwerpt, hoe kritischer de details worden. Dat merk je ook bij gewone constructies. De huidige aannemers willen telkens meer besparen, en dan ga je de grenzen opzoeken. Dan wordt de detaillering wel steeds belangrijker. Ik vond deze casestudy zeker leerzaam en nuttig. Je krijgt toch andere invalshoeken. In dat opzicht denk ik dat het wel goed is.
Natuurlijk zou het ideaal zijn om het ook echt te maken. Dat vereist het opbouwen van nog een heel stuk kennis. Nu hebben we wel het idee dat dit maakbaar en verpompbaar is, maar je moet nog maar zien of het ook zo uit de kist komt en dat de sterkte en dergelijke dan ook zijn zoals we verwachten. Dat blijft iedere keer toch wel een verrassing. Daar zit nog een heel stuk kennisontwikkeling. Met name bij de leveranciers. Maar dat moeten de ontwerpers ook weten. Want die hanteren bepaalde uitgangspunten gebaseerd op wat zij denken, of weten, wat mogelijk is.

Wat verwacht jij, gezien vanuit jouw discipline, dat de toekomst van ultra-hogesterktebeton kan zijn?

Waar ik het vooral zie is in die projecten waar nu de duurzaamheid een probleem is door hoge chloride of chemische belasting, waar je met name die hoge dichtheid wilt hebben. Dat is de ene categorie. Een andere categorie behelst het vervangen van bestaand werk waar bijzondere eisen liggen ten aanzien van beperkte afmetingen, zoals laagdiktes. Of wanneer er restricties ten aanzien van het gewicht zijn, zoals het vervangen van hout of staal door dit materiaal. Je kunt ook denken aan het vervangen van bestaand beton door een slankere constructie, zodat bijvoorbeeld een onderdoorgang wordt vergroot. Zeker wanneer dit gepaard gaat met het voorkomen van verdere investeringen in de toekomst kan ultra-hogesterktebeton gunstig zijn. Daarnaast zijn er 'esthetische' toepassingen, en dan moet je meer met de architecten samenwerken, zoals dunnere balkons en slanke bruggen.

Verwacht je dat ultra-hogesterktebeton een brede toepassing zal vinden, of dat het meer een product voor 'nichemarkten' blijft?

Het zal beperkt blijven tot bijzondere constructies. Met name in bruggen zie ik vooral veel concurrentie van composiet, waar je zeker zo slank mee kan construeren en dat qua duurzaamheid misschien nog beter is. Op het gebied van vervanging van bestaande constructies en in milieus met hoge chloride belastingen of zout water, waar levensduur en onderhoudskosten belangrijk zijn, zijn toepassingen te verwachten.

Echter, het zal ook afhangen van de contractopbouw ten aanzien van onderhoud. Zolang je een contract krijgt voor 30 jaren onderhoud, dan kun je ook iets in staal verzinnen dat goed is. Dan stellen we wel dat ultra-hogesterktebeton een levensduur van 100 jaren heeft, maar als alle kosten over die kortere periode worden meegenomen zie je wellicht de voordelen niet.

Het voordeel van staal is dat je gewoon weet hoe het werkt, en dat is vertrouwd. Je hebt voor staal de rekenregels en deze nieuwe materialen hebben dat allemaal nog niet. Bovendien is ultra-hogesterktebeton niet één materiaal. Je hebt een zo groot scala aan varianten, je kunt eigenlijk – als je wilt – alles maken. Dat zal toch de uitdaging zijn voor de volgende betonconstructeur generatie. Die zullen af moeten van de druksterkte als enige maatgevende grootheid. Zij moeten naar het construeren op meer eigenschappen, op maat, waarbij druk- en trek sterkte en buigtreksterkte en de e-modules vrijwel onafhankelijk van elkaar te sturen zijn. Dat zal ook in de gewone betonwereld meer gaan spelen.

Rob Vergoossen - 'UHSB maakt bruggen super' seminar, TU Delft

Rob Vergoossen - 'UHSB maakt bruggen super' seminar, TU Delft

‘De grootste innovaties moeten plaastvinden in de productietechniek.’

Valentijn Blonk is manager productie & techniek bij Romein Beton. Hij is nauw betrokken bij vele innovatieve projecten voor bruggen, viaducten en geluidsschermen. Romein Beton is gespecialiseerd in prefab-betonproducten voor GWW en industrie.

Helix Nigtevecht

Valentijn Blonk

Zou je om te beginnen iets kunnen vertellen over hoe dit project ‘binnenkwam’. Er was al een ontwerp. Is het voornamelijk een optimalisatie in een nieuw materiaal geworden, of is er verder teruggegaan in het hele ontwerpproces?

Romein Beton is mee gaan doen aan deze casestudy omdat in onze visie ultra-hogesterktebeton een kans is voor de toekomst. Het is een innovatie waar wij als producent in ieder geval kennis van wilden hebben.

Rogier De la Rive Box had een maquette gemaakt met ultra-hogesterktebeton in gedachten, met bepaalde dimensies. Waarin ook een aantal kolommen. Uitgaande van een aantal randvoorwaardes was hij vooral op zoek naar de meningen van de andere partijen, waarbij hij zich open opstelde. Tijdens het casestudy proces zelf zag je het ontwerp ook nog alle kanten op gaan, waarbij Rogier behoorlijk mee heeft gemanoeuvreerd. Je stemt een aantal zaken af, waarvan de elementgrootte een hele belangrijke was. De veronderstelling was dat de chargegrootte van de menger de element-grootte bepaalt, omdat ultra-hogesterktebeton zo snel opstijft. Je hebt ongeveer één minuut om het te verwerken en dan is het klaar. Dat was het uitgangspunt. Je bouwt daar een halve constructie mee op en loopt dan tegen een aantal zaken aan. Op een gegeven moment werd deze veronder-stelling ontzenuwd. De derde generatie mengsels ultra-hogesterktebeton wijken namelijk niet veel af van gewone zelfverdichtende beton qua verwerking. Dat gaf ruimte om het ontwerp weer dichter bij de oorspronkelijke vorm te krijgen.

Kun je iets meer uitleggen over dit nieuwe inzicht ten aanzien van de verwerkbaarheid?

De veronderstelling was gebaseerd op kennis van de mengsels die zo’n 10 jaar oud zijn. Dan gaat het om minimaal een half uur mengen. Het is korter verwerkbaar waardoor de mengselcharges niet te groot kunnen zijn. Deze ‘oude’ mengsels zijn heel stroperig, moeilijk te verwerken. Uiteindelijk blijkt dat binnen de huidige praktijk de nieuwe generaties mengsels zelfs nog veel beter verwerkbaar zijn dan de zelfverdichtende betonmengsels die we hebben. Dat het zich ook vrij lang laat verwer-ken. Drie kwartier tot een uur verwerkbaarheid is geen uitzondering. Dat biedt veel meer mogelijk-heden in de productie. Je kunt nu ook in heel andere mal-types gaan denken. Dat heeft ons heel erg geholpen om de elementen anders te gaan ontwerpen. De constructie is zo veel dichter bij het oorspronkelijke ontwerp gebleven.

Doordat we nu grotere elementen kunnen toepassen heb je minder koppelpunten nodig. Eerder hadden we het idee dat we veel kleine elementjes moesten maken, allemaal voorgespannen, en aan elkaar gekoppeld. Nu kunnen we grotere elementen maken. Zo maken we het statisch bepaald,

Siebe Bakker in gesprek met Valentijn Blonk, producent Helix Nigtevecht
tekst: Siebe Bakker

Valentijn Blonk

zodat je momentvrije verbindingen krijgt, waardoor je de hele voorspanning uit het ontwerp haalt. Op een gegeven moment zagen we ook dat de platen in het ontwerp scheluw liepen. Die zou je rechtop willen storten, wat traditioneel lastig is. Nu blijkt dat je de mengsels prima kan verpompen, dat ook de staalvezels daar geen belemmering in zijn, en dat je dus uitstekend met een recht-opstaande kist kunt werken.

Je kunt dus met een totaal gesloten kist werken. Met grotere charges. Wat zijn dan nu in de praktijk de maatgevende randvoorwaardes?

Een aantal zaken moeten we uiteraard nog testen. De ‘slankheid’ levert bij de productie nog niet zo’n probleem al moeten we de grenzen ten aanzien van de slankheid nog verder onderzoeken. Het is duidelijk dat we de grens nog niet hebben verkend ten aanzien van de productie, hoe dun je iets kunt maken, en of het nog te transporteren is. Maar in mijn ogen is de begrenzende factor het rekenwerk. De toetsing bij de instanties.

Beton werd gezien als een soort standaard product, met verschillende classificaties, eigenlijk voor-namelijk en alleen op druksterkte gebaseerd. Voor deze nieuwe materialen moet een algemeen geldende normering worden opgebouwd, rekening houdend met de eigen specifieke grootheden.

Wat is jouw verwachting ten aanzien van de komende ontwikkelingen met ultra-hogesterktebeton?

Ultra-hogesterktebeton onderscheidt zich in de onderhoudsvrije levensduur. De Gooise brug, zoals wij die hebben uitgevoerd, is minstens 100 jaar onderhoudsvrij. Los van de epoxy slijtlaag die erop zit. Als je je onderhoudsbudget op een gegeven moment weg kunt strepen omdat je alles zo gebouwd hebt dat de volgende generaties geen onderhoud meer hoeven te plegen, kan dat enorm belangrijk zijn.

De vraag is echter of het interessant is dat je product heel erg lang meegaat, bijvoorbeeld 2000 jaar. Het voegt weinig waarde meer toe als de technische levensduur de economische levensduur zo veel overschrijdt dat sommige beslissingen en afwegingen geen effect meer hebben.

Voor bijvoorbeeld brugdekken wordt nu naar oplossingen gezocht met extra dekking, naar een mengselsamenstelling met minder indringing van zuren en zouten. Traditioneel heb je dan meteen te maken met hele grote dekkingen. Met ultra-hogesterktebeton heb je dat niet, daarmee kun je dat soort constructies veel slanker houden.

Dan is er het dunner kunnen construeren. Daar loop je ook tegen grenzen aan. De eigen frequentie

Helix Nigtevecht

van een brug bijvoorbeeld kan maatgevend worden als je steeds dunner wilt ontwerpen. Dat wordt dan de volgende zwakste schakel. In voorgaande constructies is de zwakste schakel misschien het beton geweest, maar nu wordt het een ander knelpunt, waardoor in principe de mogelijkheden van het materiaal zo groot zijn dat je ze niet uitputtend kan benutten. De superioriteit van het materiaal komt nog niet volledig tot toepassing, omdat andere begrenzende factoren het ontwerp bepalen.

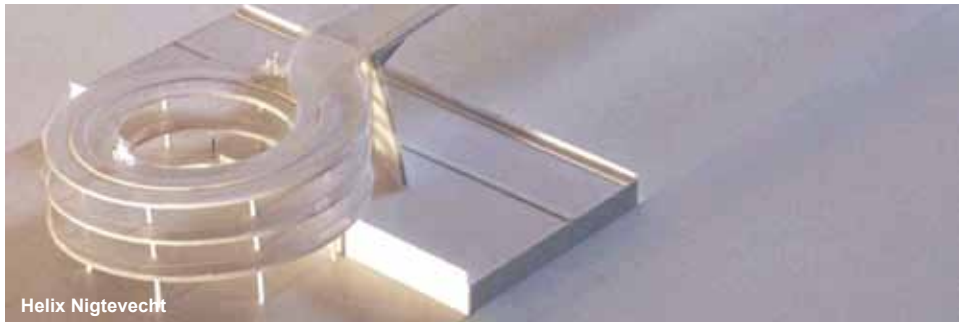
Ik denk dat er ook veel meer andere toepassingen mogelijk zijn. Bijvoorbeeld straatmeubilair. En hele andere producten, waarbij je niet meteen aan beton denkt. Het argument dat ik tot nu toe vaak hoor als wij zoiets willen opzetten is: ‘daar zit geen omzet in’. Maar als je genoeg straatmeubilair maakt heb je ook een hoop omzet.

Hoe zit het met de kostenaspecten van ultra-hogesterktebeton in relatie tot traditioneel beton?

Het is wel een stuk duurder per kuub. Het ligt er dus aan hoe je het gaat gebruiken. Waar wij op gefocust zijn is om zoveel mogelijk met lokale grondstoffen, grondstoffen die we al gebruiken, een mengsel op te bouwen. In de eerste plaats om het vanuit de fabriek ook praktisch te houden. We hebben nu een aantal silo’s, en door een andere mengselcode, een andere verhouding, toe te passen moet het eruit komen rollen. Anders moet je weer heel veel extra zaken regelen. De truc zit ‘m erin om binnen de grenzen van de eigen grondstoffen de hoge sterkte te maken. Op deze wijze hou je ook de kosten al redelijk in bedwang. Ik denk dat we nu met betonsterkteklasse C135, (zeer-hogesterktebeton, dus nog geen ultra) op factor 7 ten opzichte van de kosten van traditioneel beton zitten. Maar ga je naar B200, en moet je dus wel afstappen van je eigen grondstoffen, dan komen er zoveel andere zaken bij kijken dat de kosten wel omhoog vliegen. Dan ga je qua kosten denk ik wel naar een factor 20 of 30 van je traditionele mengsels. Voor die paar Newton extra gaan de kosten wel flink omhoog.

Je stelde dat de mogelijkheden van het materiaal niet volledig benut kunnen worden. Dat het er meer om gaat slanke constructies te kunnen creëren, waarvan het ontwerp misschien meer bepaald wordt door de treksterkte dan de druksterkte, en door de mate van verwerkbaarheid.

Wanneer men denkt aan ultra-hogesterktebeton, gaat ook het ontwerp ineens heel speciaal worden. Dan is niet zozeer het mengsel heel bijzonder, maar gaat het meer om de verwerkbaarheid in een heel aparte mal. Je loopt dan tegen heel andere zaken aan dan normaal. Een ultra-hogesterktebeton mengsel produceren is maar een klein onderdeel van het geheel. Het wordt dan belangrijk om een


Helix Nigtevecht

compleet industrieel proces in te gaan, zoals Rogier De la Rive Box dat begeleidde. Je kunt wel heel erg vasthouden aan het ontwerp, maar uiteindelijk gaat het erom hoe het te realiseren. In hoeverre ben je bereid om concessies te doen in het ontwerp om het te kunnen realiseren.
Bij de Helix was dit proces vrij open. Waardoor je eigenlijk een soort evolutie ziet in je ontwerp, doordat je steeds een stapje maakt en een probleem oplost. Door het ene probleem op te lossen kom je weer dichter bij het eindresultaat, en kun je min of meer weer terug naar de originele vraag. Er stonden eerst 8 kolommen in de Helix, op een gegeven moment werden het er 16. Toen gingen we terug naar 12, en uiteindelijk, toen we de zaak nogmaals goed bekeken, weer terug naar 8. Had je van tevoren gezegd dat het er 8 moesten blijven, dan had je waarschijnlijk gedacht dat het nooit zou lukken. Maar door het proces op een bepaalde manier te sturen, zijn we toch heel dicht bij het eerste ontwerp kunnen blijven.

Hebben alle drie de 'partners' in het team evenveel de leiding hebben genomen en de anderen ondersteund? Of was er toch sprake van leidende en faciliterende teamleden?
Op een gegeven moment is ook ons hoofd engineering aangeschoven, die ook weer nieuwe ideeën genereerde. Het idee de constructie niet als een stel platen te beschouwen maar als een soort ringbalk en daar dan platen aan vast te maken leverde een belangrijke opening richting de oplossing. Ik denk dat we er als partijen redelijk open in zijn geweest en allemaal onze eigen bijdrage hebben geleverd. Ik denk wel dat de belangen in de groep verschillend waren. Rogier had een ontwerp en wilde graag de haalbaarheid toetsen, en daar ook een soort kostenanalyse bij hebben. Royal HaskoningDHV wilde de markt in kaart brengen, zien wat daar speelt. Zij hebben bepaalde kennis en brengen die ook in. G.tecz heeft de materiaaltechnologie en wil dat in Nederland inzetten met lokale grondstoffen. En Romein Beton wil vooraanstaand producent zijn en blijven; we vinden het interessant genoeg om ook kennis te krijgen van ultra-hogesterktebeton. Allemaal dus met een verschillende agenda, maar allemaal gemotiveerd om er bij te blijven.

Als je de ervaring van dit project, deze manier van samenwerken, vergelijkt met jullie normale manier van samenwerken, waar liggen dan de grote verschillen?
We zijn nu in een heel vroeg stadium bij het ontwerp betrokken. Meestal is het ontwerp al helemaal uitgekauwd en stappen wij in op een tijdstip dat dingen alleen nog maar uitgedetailleerd worden, daar houdt het ook wel op. Nu ben je samen met de ontwerper bezig iets te ontwerpen.

Valentijn Blonk - 'UHSB maakt bruggen super' seminar, TU Delft

Ben je dan als organisatie eerder geneigd om op zoek te gaan naar optimale oplossingen?
Je hebt meer mogelijkheden. Bij Romein Beton zijn we sowieso altijd bezig om het product beter te maken, om het makkelijker te kunnen produceren, en de opdrachtgevers bij te sturen. Vaak komen wij er pas bij in een vergevorderd stadium waardoor onze invloed een stuk minder wordt. Dit casestudy proces is in die zin anders omdat de ontwerper nu ook niet wist wat de mogelijkheden waren. Dat maakt het wel leuk. Dat je er allebei nieuw in staat, en elkaar vragen durft te stellen.

Waar zie je dan, voor de producten die jullie maken, de grootste winst?
Als producent denk ik dat de voordelen in het onderscheidende vermogen ten aanzien van andere constructies zitten. Uiteindelijk wil je met innovatie bezig zijn om je te kunnen onderscheiden. Anders wordt je links en rechts ingehaald. Tot op zekere hoogte gaat het om aan te sluiten bij het duurzaamheidsstreven, het duurzaamheids-beleid van overheden. Daar kun je antwoord op geven, bijvoorbeeld door beperking van het materiaalvolume. Dat je de grenzen, ten aanzien van construeren, kunt verleggen.
Ontwikkelingen gaan steeds in stapjes van 20 Newton. Maar je ziet nu ook al ultra-hogesterktebeton van 300 à 400 N/mm2. Je moet de traditionele bouwmethodes loslaten wil je de mogelijkheden benutten die het materiaal met zich meebrengt. Men zit nog veel te veel in het vaste oude patroon. Men denkt nu nog vaak in massieve elementen. We zullen veel meer richting vakwerkligger-achtige constructies gaan. Dan wordt het al lichter. Het materiaal gaat steeds meer op staal lijken door de hoge treksterkte en hoge druksterkte. Dan zal het ontwerp daar ook op moeten lijken.

Moet je wel alle mogelijkheden van het materiaal volledig benutten wil je rechtvaardigen dat je het materiaal gebruikt?
Dit gaat het traditionele beton niet volledig gaat vervangen. Maar de extra mogelijkheden die het biedt liggen misschien helemaal niet in de traditionele bouwwijze of producten die we nu hebben. De maltechnieken moeten nog wel een grotere revolutie doormaken dan het beton zelf. Het mengsel is op een geven moment klaar. De grootste innovaties plaats moeten vinden in de productie-methoden. Wij zijn al behoorlijk ver in het pompen van beton. En wil je naar het soort innovaties waarover we het nu hebben, dan moet je pompen. Dat je de mallen onder druk vol pompt en zo kunt zorgen dat het beton in ieder hoekje komt. De bijzondere vormgeving die vaak samengaat met het nieuwe materiaal is gediend bij het frezen van mallen. Met de maltechnieken zullen we nog een hele slag moeten maken.

Paul de Vries & Rob Huijben - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

Gregor Zimmermann is director of G.tecz and dedicated to structural-research and structure optimization. G.tecz is specialized in developing high-performing cement bonded materials. They provide mixtures on performance demands by clients and develop new materials independently.

Helix Nigtevecht

Can you explain your role in the team?
We offer consultancy to the producer, the architects and the structural engineers, for the realization of the project. To show where the possibilities are for the ultra-high performance concrete (UHPC). We research and demonstrate the performance of the material in the design and find ways for the realization at the end.

What do you mean by realization?
The production process. You can have a lot of ideas and you can design elements, double curved elements, things like that. But the important issue is always the production of the elements. And in this case it was the geometry that was not so easy.
The challenge with ultra-high performance concrete elements is that if the elements are really well designed for the structure, issues arise concerning the assemblage. If you have panels that are only three or four centimeters thick, you have to think about how those elements have to be connected to each other. These connections have to be implemented in the design. And that is very important for the production process, because these connections are different from those we know for regular concrete. Because the elements are very, very thin you cannot simply embed some anchors.

Being specialists in technology, what is your role in terms of design?
We can influence the workability of the material because we are specialized in the design of the mix. With the performance of the mix we can influence the production line. It is very important to understand the behaviour of an extremely fluid material, because it will have impact on the formwork design. The formwork design itself is very important for the design of the connections. So, we deal with the whole process. With a new material there are no separate disciplines like an engineer who makes the structural design, an architect who makes the design of the element and then the producer who only builds the formwork. Not yet, at least. In our experience everybody has to work together to find good solutions for every detail of the design and its realization.

Why is it so different from a traditional process?
It’s because it’s so thin. You don’t need a lot of concrete. The elements are a lot thinner and lighter. The structural behaviour of the elements is different. This aspect influences not only the design of a structure, but also concerns the fixing and transportation of the elements themselves. Think of producing large panels of five meters by two meters, but they are only two centimeters thick, and

Siebe Bakker in gesprek met Gregor Zimmermann, betontechnologie consultant Helix Nigtevecht
tekst: Siebe Bakker

Gregor Zimmermann

then try to imagine how you want to transport those panels. How do you want to lift them without bending and destroying them? All these aspects are very important. Sure, you can produce them, but how to get the elements out of the formwork, and how to get them on the truck, and how to get them on the site and how to fix them, how to connect the elements?
Where we are now, at the beginning of these developments, everything must be developed in a new way, a different and more collaborative way.

What you say is that when working on innovative projects or processes you always need a close collaboration between all disciplines involved.
Yes, I think you need a really iterative and interactive process. There are many different disciplines involved and everyone is a specialist in his discipline. And in the case of UHPC it's also different from a more traditional development because most of the structural engineers don't know how to calculate with the material. So, in these cases the structural engineer communicates with us, for example. Also, the architect can communicate with the structural engineer. When the structural engineer knows the possibilities, he can propose a completely different structural design for an element The architect can also communicate with us, because the design is not only driven by structural performance, it also deals with for example the material behaviour of surfaces. Now the research and development process starts, with the new technology, and everyone having influence on the outcome of the product. So, if all are innovative and all are bringing new insights to the project, it is possible.

Did it work like that in this project?
Not directly, because the design of the bridge or the Helix was already given. There was no chance to change the design completely, only small parts. But for us, in combination with Romein Beton, it made sense to join because now Romein Beton has the UHPC and is able to produce regular concrete elements with it.
It's absolutely necessary to communicate with all parties because everything is new, because nobody has done it before. And, because it's new, everything is possible.
In this case study project the design was too far developed to have extreme influence. We mainly dealt with changing the thickness of the structure. Sure, that is an optimization, but it's not really a challenge. A real challenge would be to make a self-supported Helix.

Helix Nigtevecht

Did you propose such a thing?
No, we had some ideas at the beginning but the reality is that the costs are the first factors that are mentioned for a project like this. Any extraordinary design would make the costs explode. If the project would have been much smaller, I think the costs wouldn't be that much different. But this Helix is a very large building.
If you have a smaller bridge, like 15 or 20 meters, you can do much more. There are a lot of cool designs. You can really show the performance of the material by twisting and building small concrete elements with a special geometry in sections.
Maybe it's also a question of time, because at the beginning when we started this casestudy, we had discussions with Romein Beton where they told us they tried to produce some small elements with another UHPC and it was really problematic to produce the elements. The material didn't have the right workability. This experience had an extreme influence on the design of the Helix. If they had the experience with the material they have now, I think they would think different about the design of the bridge. Now they know that the material is not expensive compared to competitive materials, that the mortar has really good workability, that the mortar can be pumped with their own machinery, that the mortar can be produced it in their normal mixers and that they can use their regular formwork, they know how to produce the formwork. Now, I think, they are familiar with the material and they have a better feeling for it. So, if we would do a new project now, they can be much more open for more daring designs. That's my experience with other clients as well. Once they have the right materials and they gain experience with it, they get more and more innovative, because they want to try more complex and complicated things to show the performance of the material and their capabilities. This works similarly for structural engineers and designers.

Was there no possibility to bring the team to your laboratory to show them the materials and their workability? Or do you think a real thorough and complete experience is needed?
I think, as you said, a through and through experience is needed. It's always different to see a material in the laboratory and to see a precast, to see huge amounts coming out of the mixer. Then they gain trust in the material and they have confidence in the possibilities and that they can really realize the project with this material.
Most people think: 'UHPC: small amounts, very expensive, bad workability'. But if they can see how it works now, I think that they really are more open to new things.

What did you do for and with Romein Beton?
One of the first steps was an analysis of their production line. We had a look at the mixers and silo's, how they produce and how they organize their quality controls. We analyzed their raw materials that are essential for the development of the concrete, the UHPC. We considered their preferences, we checked if there were possibilities for using different cement or other aggregates, for example. We also looked at possible needs or ambitions to enhance their existing production line. After this inventory and analysis we developed materials in our laboratory. We made some 40 different designs. Checked all the mechanical properties and the workability factors. Then we had three meetings at their plant, where we transferred the recipe and we made a test drive of the material. That's the regular thing we do with every company.

Did the results of this development have any impact on the process of optimizing the Helix?
I don't know. When the designers or structural engineers have something in mind it's really difficult to get away from that and make something different. Once a design process has started, it's difficult to stop it and to implement major changes.

That sounds like a regular 'chicken and egg' story, because where would you start? What would be your ideal innovation process?
A real innovation process would imply that really everything was open from the start. When there is a client with a real project and the team has 'carte-blanche' for developing it. Everyone communicates interactively to develop the design. The structural engineer can directly react on what the architect proposes, for example. Or the producer can directly react to the idea of the architect, because he knows how complicated it is to build the formwork. And then after a while, through communicating, the people are automatically optimizing the system and they automatically will find ways to show how a new system can look like and perform. If all are part of this design process more interest will be generated to realize the new project, because it's everyone's own baby.

Is the UHPC fully used in the Helix?
Yes, in this case I think so, because the sections of the concrete elements are very thin and it is optimized for structural reasons. Perhaps not yet for design reasons, but I don't think it's possible to make it much thinner or to change the geometry in a way that it becomes more effective.
When we would have designed the Helix in a traditional material the elements would be much

Gregor Zimmermann, Marianthi Tatari & Marc Hopperman - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

thicker. The whole design of the Helix would change, because the height of the Helix will also change. I think that what we have now is better because we have lower transportation costs and we can transport, for example, three elements instead of only one on a truck. It's good to have a comparison between those two, UHPC and traditional concrete.
I think there's a need to interest people in the new material. A casestudy like this can help. You need to see the benefits of the material. You should not be limited to an optimized design or to promoting properties one cannot actually see, like durability for example. You need a cool design. You need something that's on a cover of a magazine.

So it is a designers topic?
It's a combination. It's a designer's subject in combination with the structural engineer and in combination with the company that is able to produce it, because one alone cannot manage it. The design has a wow-effect, but the technique is the innovation.

Gregor Zimmermann - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

NIO architecten streeft actief naar innovatie en het creëren van geïnspireerde en inspirerende omgevingen. Hun ontwerpen zijn innovatief vanuit noodzaak. Ontwerpvragen worden zo complex dat nieuwe materialen en nieuwe technieken onontbeerlijk worden.

Parkbrug Voorstonden

Maurice Nio

Ultra Dun & Ultra Glad

Jullie hebben de opgave voor een brug gekregen. Dat was een gegeven vanuit Natuurmonumenten, en jullie hadden een gedachte over ultra-hogesterktebeton. Wat voor eerste idee genereerde dat?

Het gegeven was dat de brug voor voetgangers en fietsers zou zijn, met een overspanning van 20 meter. Dat is op zich een behapbaar object, niet al te complex. Behalve dat we voor het dunste brugdek ter wereld gingen, dat was een positieve uitdaging, gingen we eigenlijk ook voor een tweede uitdaging, namelijk het dunste hekwerk in beton. Dat is natuurlijk heel grappig omdat je normaal een hekwerk in staal maakt. Maar nu wilden we het complete project in ultra-hogesterktebeton maken. Die twee uitdagingen maakte het project uitermate interessant. Er scheen op diezelfde plek ooit een houten, takkenbrug te hebben gestaan. Natuurmonumenten wilde ook heel graag een takkenbrug terug. Een tak is behoorlijk dik, dus wij gingen voor nerven in de brugleuning. Wij zijn geïnspireerd door de nerfstructuur van een blad. Vanuit dat idee hebben we het hekwerk opgebouwd.

Kun je iets meer zeggen over wat deze opgave dan zo interessant maakte?

Afgezien van het brugdek dat we heel dun hebben gemaakt, in het midden maar 6 cm, hebben we dus ook het dunste hekwerk in beton gemaakt. En dat was ontzettend complex, niet alleen om het te ontwerpen, dat viel op zich nog wel mee, maar om het gerealiseerd te krijgen. Zoals je weet, als je een nerven hekwerk maakt, dan moet je dat ook nog eens een keer bekisten. En je weet hoe ultra-hogesterktebeton werkt, dat krimpt ongelooflijk. Het beton blijft vastzitten in de bekisting, dus wordt het problematisch om het er uit te krijgen. Dat was heel lastig, maar ook wel heel erg interessant, omdat we op een gegeven moment hebben besloten om wegwerpbekistingen te maken. Anders kun je het niet doen. Als je een houten mal maakt dan krijg je het beton niet eens meer uit de kist. Daarom hebben we een soort hardschuim genomen. Uiteindelijk, als we het opnieuw moeten doen, zouden we het waarschijnlijk in zand gieten. Dat is uiteindelijk het beste.

Het idee dat je het dunste brugdek maakt of de meest filigreine leuning, wat is daar voor jou als ontwerper het interessante aan? Wat is de motivatie die daar achter zit?

Beton staat bekend, afgezien van Nervi natuurlijk, als iets wat heel dik is. Het heeft een dikke verschijning, dik uiterlijk, dik aandoen. Het is natuurlijk heel mooi om zo’n materiaal tot het uiterste te drijven. Om het aller dunste te maken. Met staal weet je dat het kan. Maar met beton wisten we dat nog niet.

Siebe Bakker in gesprek met Maurice Nio,
architect Parkbrug Voorstonden
tekst: Siebe Bakker

Maurice Nio

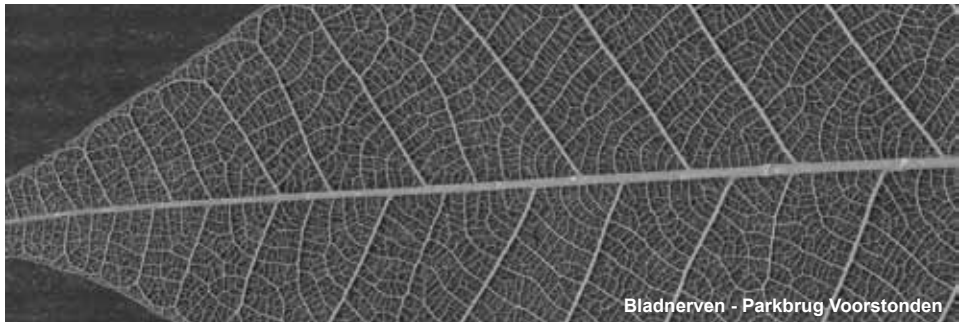
Wat was uiteindelijk de bepalende voorwaarde om het dunste te bereiken? Was dat een constructieve of een uitvoeringstechnische beperking?
Volgens mij zijn we nog niet eens tot het uiterste gegaan. De enige echte beperking is de regelgeving. Met name wat een hekwerk zou moeten opnemen aan belasting. Volgens mij hadden we nog veel dunner kunnen gaan.

Binnen die normen van de regelgeving?
Als je daar overheen was gestapt hadden we een nog veel dunner hekwerk kunnen maken. Maar erbinnen was dit toch wel het uiterste. Constructief en qua kosten konden we het allemaal gewoon waarmaken.
En ook qua uitvoerbaarheid.

Je zegt dat je de grens hebt opgezocht tot en met de regelgeving. En dat is dan niet zozeer de regelgeving vanuit het materiaal, maar de regelgeving vanuit het gebruik. Hoe verhoudt zich dat tot innovatie in deze casestudy?
Regelgeving in Nederland is sowieso heel betuttelend. En in dit geval beperkt het de innovatie. Het is een keurslijf geworden.

Het dunste brugdek en het meest filigreine hekwerk hebben jullie constructief losgekoppeld van elkaar. Waarom hebben jullie daar voor gekozen?
Het zijn twee verschillende uitdagingen. Aan de ene kant het dunste brugdek en aan de andere kant het meest filigreine hekwerk. Als we het hekwerk mee hadden laten doen als constructie, als onderdeel van het dek, dan waren we uitgekomen op een veel te dik en veel te massief hekwerk. Dat zou zonde zijn. Dan was het dus eigenlijk één uitdaging geworden in plaats van twee. Daarom hebben we het losgekoppeld.
Zonder dat het hekwerk meewerkt moet je constructief natuurlijk wel wat dingen doen om die brug zo dun mogelijk te krijgen.

Je had het in het begin over een mal van zand. Kun je daar iets meer over zeggen?
Dan maak je een afdruk in het zand, en dan giet je daar het beton in. Dat is ook heel ecologisch verantwoord. Je gooit niks weg, je kunt het opnieuw gebruiken. Dat blauwe hardschuim, dat gooi je gewoon weg. Het storten in zand is nog nooit gebeurd, maar het kan wel volgens mij. Als je het


Bladnerven - Parkbrug Voorstonden

voordat je het stort eerst coat dan lukt het wel. Je moet het wel eerst behandelen, want anders dan voelt het heel korrelig aan.

Je wilt ook een super glad oppervlak.
Ja. Dit is het uiterste wat we nu hebben kunnen halen qua gladheid. Het is niet zo glad. Ze hebben het hardschuim wel voorbehandeld, maar ik denk dat het ultra-hogesterktebeton het mooiste is als het zo dun mogelijk én zo glad mogelijk is.

Waarom zo glad mogelijk?
Dan blijft het ook naar verloop van tijd het mooist natuurlijk. Er is een soort hartstocht in het proberen beton zo glad mogelijk te krijgen. Dat is nou eenmaal ingebakken in dezelfde uitdaging die je hebt om de dunste brug te maken. Dat is parallel. Zo dun mogelijk, zo glad mogelijk. Het is één en dezelfde hartstocht, één en dezelfde passie. Wij balen er ook ontzettend van dat het frezen van mallen altijd zo duur is. Dat is eigenlijk het enige dat duur is bij het maken van een mal.

Is de drang naar het maken van complexe vormen niet ook iets dat de kosten opdrijft?
Ik zie die drang om hele complexe vormen te maken bij onszelf niet terug. Dat is, in ieder geval in de brug die wij hebben ontworpen, niet aan de orde. Het ging er niet om een complexe vorm te maken, maar het ging erom een subtiele vorm te maken.

En daarmee heel moeilijk uitvoerbaar.
Ja, maar dat was ook wel weer meteen de uitdaging. We hadden repetitie kunnen krijgen door een mal te maken in hout en dan iedere keer hetzelfde stukje hekwerk. Maar dat beeld hebben we niet nagestreefd. Een houten mal heeft weer zijn eigen beperkingen ten aanzien van de vorm en de dimensionering in relatie tot de krimp van beton. Dus repetitie is sowieso moeilijk. Het had eigenlijk geen zin om over repetitie na te denken. Vandaar dat we hebben gekozen om het ontwerp uit te buiten en elk stukje hekwerk anders te maken.

Zie jij in je praktijk projecten langskomen waarvan je denkt dat die uitermate geschikt zijn om in ultra-hogesterktebeton uit te voeren?
Ja natuurlijk. Op dit moment maken we een project in Almere. Dat doen we met ferrocement beton. Daar maken we de hele gevel van. Dat is echt bizar mooi, omdat het super glad is. Het lijkt meer op

Detail leuning - Parkbrug Voorstonden

een keramisch product dan op een betonproduct. En het is super duurzaam, het vervuilt nauwelijks. Met ultra-hogesterktebeton zou het nog mooier zijn natuurlijk. Je hoeft het niet alleen toe te passen voor bruggen of constructieve objecten, het kan ook gebruikt worden voor gevelelementen. Het is een prachtig product.

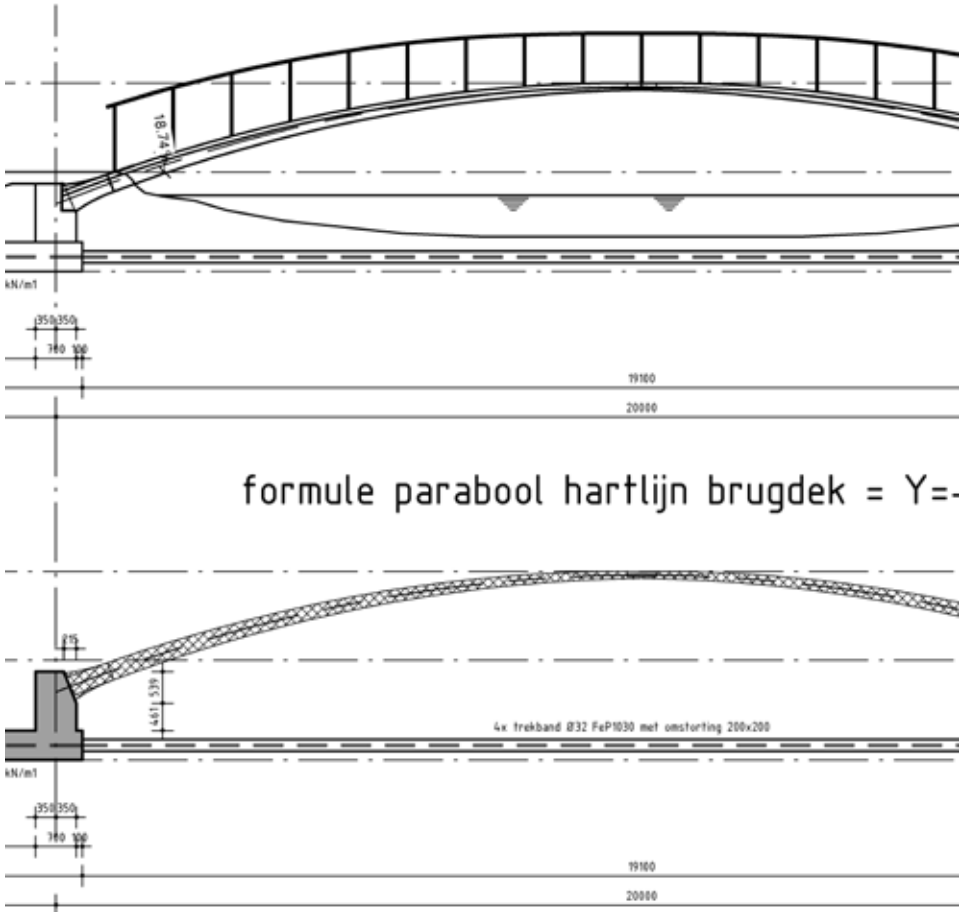
Zijn er, buiten waar we tot nu toe over gesproken hebben, nog andere zaken die zeker opgelost moeten worden voor er verdere ontwikkeling mogelijk is?
Volgens mij is alles gewoon te doen. Behalve de bekisting. Dat is het enige. De kennis is er gewoon nog niet, om het goed te kunnen bekisten.

Dus als we zoiets ooit opnieuw zouden doen dan moeten we een aantal verschillende bekistingsexperts om de tafel hebben; opnemen in het team.
Absoluut ja. Dat is het enige wat wij echt misten. Het is totaal onderschat. We dachten dat die kennis wel aanwezig was bij de rest van de teamleden. Maar het is volstrekt onderschat. Er werd gedacht in hout, en dat werkte niet.

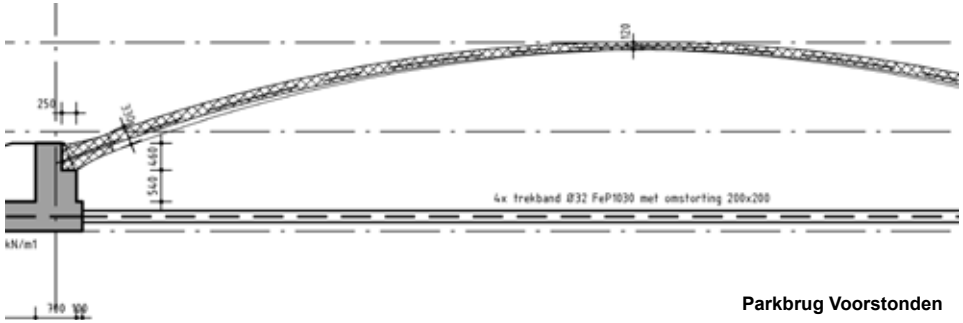
Wat is denk je de reden dat de brug uiteindelijk niet gebouwd is?
Dat is omdat we geen flauw benul hadden dat die drie keer duurder is dan een houten brug. Er was een budget voor een houten brug. Maar ik denk, dat als je serieus gaat rekenen, een rekenmodel maakt inclusief levensduur en onderhoud, en het vergelijkt met een houten brug, dat je dan voor de helft goedkoper bent met een brug van ultra-hogesterktebeton.

Jakkenbrug - Parkbrug Voorstonden

Parkbrug Voorstonden



Rogier van Nalta is hoofd innovatie bij Pieters Bouwtechniek. Zijn team is opgezet om los van projecten nieuwe ideeën en technieken uit te werken die in een later stadium toegepast kunnen worden. Hij is al enkele jaren bezig met ultra-hogesterktebeton.



Parkbrug Voorstonden

Jullie hebben in een heel vroeg stadium besloten om de brug in twee delen op te splitsen. Namelijk een dek, wat zo dun mogelijk zou moeten zijn, en een leuning, die zo transparant mogelijk zou moeten zijn. Waarom die keuze?

Dat was minder een keuze dan een noodzaak. Wij zaten in een team met meerdere constructeurs. Ultra-hogesterktebeton is ook heel erg een constructeurs ding. De constructeurs willen heel graag weten hoe het zit, hoe zij ermee moeten werken. Meerdere partijen van eenzelfde discipline binnen een team kan een lastige samenwerking veroorzaken, dan zit je eigenlijk met concurrenten bij elkaar. Het delen van kennis wil je zeker wel in de keten, dus verticaal, maar niet horizontaal. Horizontaal zijn het eigenlijk je concurrenten, dus de mensen die op hetzelfde niveau zitten als jij. Die ook hard moeten werken om een bepaalde hoeveelheid kennis op te doen. Verticaal versterk je elkaar, vul je elkaar aan, zonder dat je iets van elkaar wegkaapt. We hebben er voor gekozen om de elementen die je los kunt zien, de leuning en het brugdek, te verdelen. Delphi Engineering heeft de leuning opgepakt, en Pieters Bouwtechniek het brugdek.
Toch heeft de hele casestudy nut gehad. Als ik het vanuit ons perspectief bekijk dan denk ik dat het echt nut heeft gehad. Alles wat wij al deden is erdoor in een soort stroomversnelling geraakt. Wij waren al bezig, voordat de casestudy begon, met ultra-hogesterktebeton. We waren al een balkon aan het ontwikkelen. Toen de casestudy kwam bleek tijdens de eerste workshop er een groot enthousiasme van alle partijen. Dat heeft ons ervan overtuigd dat het onderzoeken en toepassen van ultra-hogesterktebeton een goed idee is. Met dat inzicht hebben we ook andere partijen kunnen overtuigen en is er van een idee een project gekomen.

Jullie hebben dus gewerkt aan het brugdek wat zo dun mogelijk moest worden. Hoe is dat gelukt?

Het brugdek kan niet beter. Dit is echt het aller dunste dek dat je ooit kunt maken. Er is slechts één brug type dat nog dunner kan, en dat is een hangende brug met twee kabels waar je eigenlijk gewoon plankjes tussen legt. Verder is dit echt het allerdunste, optimaal ontworpen. De randen zijn nu 8 cm dik. En misschien dat daar nog ietsje vanaf kan. De constructieve doorsnede is 12 cm bij een overspanning van 20 meter. En bijvoorbeeld een kanaalplaat, die een hele optimale doorsnede heeft, haalt die 20 meter niet. Daarmee moet je het vergelijken. Een kanaalplaat als optimaal constructief element is 40 cm hoog voor een overspanning van een meter of 16. En wij hebben nu 20 meter overspanning en 12cm in het midden.

Siebe Bakker in gesprek met Rogier van Nalta, constructeur Parkbrug Voorstonden
tekst: Siebe Bakker

Rogier van Nalta

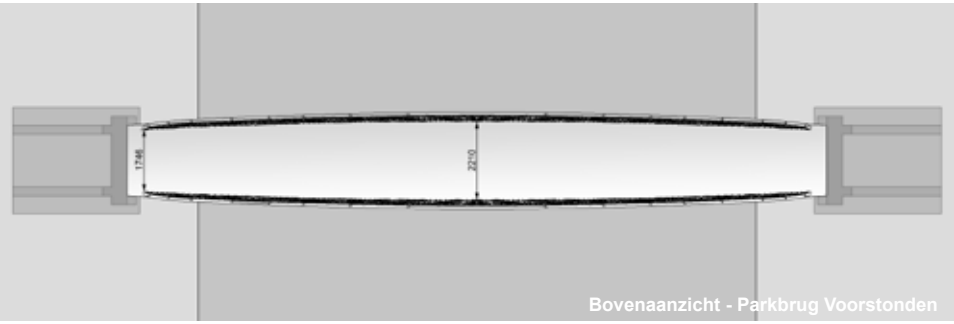
En wat is uiteindelijk de beperkende factor geweest bij het optimaliseren van de doorsnede?
De stijfheid. Als je dit soort hele dunne elementen gaat maken dan moet je ontwerpen op stijfheid. Die hele hoge druksterkte doet er bijna niet meer toe. Alleen misschien voor de leuning, als je aan de rand iets gaat inklemmen. Verder is de elasticiteitsmodulus bepalend.

Stel je voor dat je de E-modulus zou kunnen optimaliseren, dan zou je eventueel nog dunner kunnen. Gaat dat de toekomst worden, of vind je dit eigenlijk al extreem?
Ik denk dat wat we nu hebben aangehouden voor de E-modulus al heel erg hoog is. Je kunt de elasticiteit nog wel gigantisch opkrikken, alleen blijft het de vraag wat dat dan kost. Ieder product zal uiteindelijk zijn optimale profiel van E-modulus, sterkte en dikte hebben. Nu concentreren we ons bij ultra-hogesterktebeton op de kubusdruksterkte. Maar daar gaat het helemaal niet om. Het gevolg is wel dat alle leveranciers ook denken dat het om de kubusdruksterkte gaat. Eigenlijk wordt iedereen zo op het verkeerde spoor gezet. Het gaat om de ‘performance’, de prestatie.

Om welke ‘performance’ gaat het dan met name; de stijfheid?
Nee, het gaat om de duurzaamheid. Dat is een heel belangrijk ‘selling point’. Misschien wel hét ‘selling point’ van dit materiaal.

Hebben jullie je ook bezig gehouden met bekisting, of is dat iets wat veel meer bij Hurks lag?
We hebben het er eigenlijk helemaal niet zo over gehad. Het ontwerp is gemaakt. Op een gegeven moment was dat klaar. Op dat moment bleek dat het beschikbare budget slechts een fractie van de verwachte kosten kon dekken.

Had er niet een gedegen vergelijking gemaakt moeten worden tussen de ultra-hogesterktebeton variant en een traditionele houten versie van de brug? Inclusief onderhoudskosten, levensduur, et cetera?
Zo’n vergelijking zou goed zijn. Ik denk dat uiteindelijk de beperkende factor voor ultra-hogesterkte-beton een combinatie is van enerzijds de regelgeving en anderzijds het ontbreken van kennis. De belastingen waar je mee moet rekenen zijn echt heel erg hoog, voor een brug in de ‘middle of no-where’ slaat dat nergens op. Daarnaast is er gewoon een gebrek aan kennis. We weten nog niet voldoende hoe we ermee moeten ontwerpen, waar we heen moeten, wat kan het aan krachten kan opnemen.



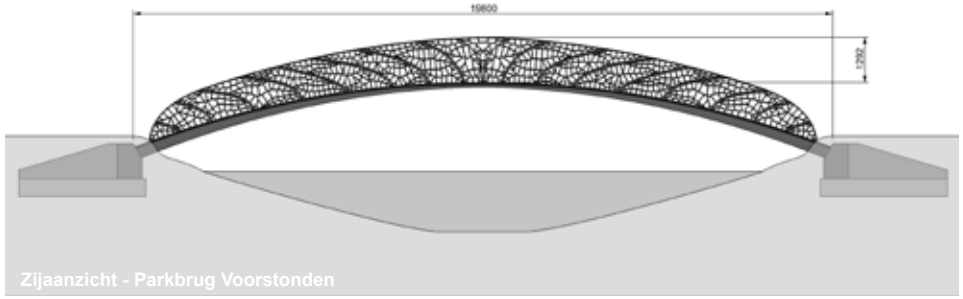
Bovenaanzicht - Parkbrug Voorstonden

Gaat het dan om een gebrek aan kennis om het goed te doen binnen de regelgeving? Of om de mensen die de regelgeving maken ervan te overtuigen dat die regelgeving misschien anders kan?
Nee, het is een gebrek aan kennis van het materiaal. Niet weten hoe ermee gerekend moet worden, hoe en wat aangetoond moet worden, wat kan het, waar zit je op de max, waar niet. Gewoon een gebrek aan kennis. Dat zie je bij die balkons waar wij aan werken. Aan het materiaal dat we daar gebruiken zit 15 jaar onderzoek vast. En daardoor, honderden trekproeven, steeds dichter bij de rand. Je weet zo precies wat je ermee kan, en je kunt het bewijzen. Daarmee kun je ineens een heel dun balkon gaan maken. En dat verder ontwikkelen tot een nog dunnere versie om de kosten onder controle te houden. Door het grondige onderzoek weten we wat er kan. Als je niet weet waar je moet beginnen, dan kun je dat nooit. We zijn een ontwerp op het scherpst van de snede aan het maken zonder voldoende kennis van het materiaal, dat wordt heel lastig.

Heb jij het gevoel dat bij zo’n nieuw materiaal je ook nieuwe gereedschappen nodig hebt om er aan te kunnen rekenen of mee te kunnen werken?
Deels wel. Wij hebben ons eigen rekenprogramma voor iedere berekening die we maken. Als je het materiaal begrijpt kom je met gewoon inzicht en mechanica een heel eind. Maar als je het echt niet weet, dan lukt dat niet. Je moet als het ware al weten waar je uitkomt.

Als er wordt gedacht in ultra-hogesterktebeton dan komen er bijna automatisch ook heel complexe vormen naar boven die ook nog eens bijvoorbeeld ultra glad moeten zijn. Maakt dat het werk lastiger voor jullie, of valt dat eigenlijk wel mee?
Dat maakt het werk wel iets lastiger en minder haalbaar. Ook dat heeft te maken met een gebrek aan kennis over wat voor materiaal het eigenlijk is. Wat ik niet helemaal snap is dat er een paar echte ultra-hogesterktebeton producenten zijn die heel veel van het materiaal weten. Wij gaan nu samenwerken met betonleveranciers uit Nederland, die met de beste wil van de wereld aan de slag gaan, maar die nog weinig kennis van het materiaal hebben, van wat het gaat kosten, van wat het kan.

Dat is precies de reden waarom deze casestudies zijn opgezet. Om de Nederlandse industrie die kennis ook te laten opbouwen. En dan begin je natuurlijk wel ongeveer bij het begin.
Mijns inziens was het doel van de casestudy om de mogelijkheden van ultra-hogesterktebeton te



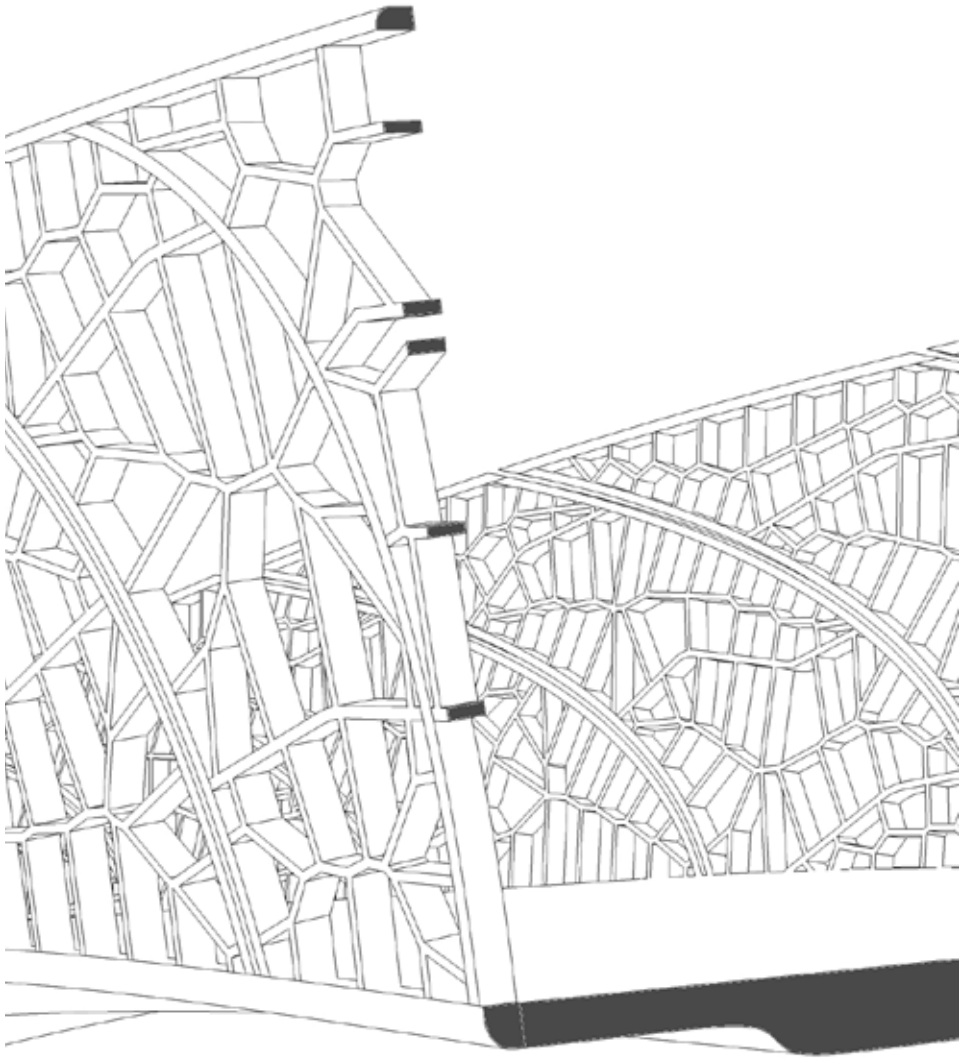
Zijaanzicht - Parkbrug Voorstonden

laten zien en te promoten. En daarmee de toepassing van het materiaal, wat al vele jaren een grote belofte is, waar te maken. Vanuit mijn idee zaten misschien de juiste partijen er niet bij, vanuit jouw idee inderdaad wel. Zoals jij de doelstelling beschrijft is dat eigenlijk best wel goed. Die ambitie had wel meer uitgebuit kunnen worden door bijvoorbeeld op de fabriek echt te gaan 'spelen' met het materiaal. Kijken en testen wat de mogelijkheden zijn. Dat had ik graag meer gedaan.

Nog even terug naar de brug. Het dek lijkt optimaal ontworpen te zijn. Jullie hebben vast ook meegekeken naar de leuning. Hoe zie jij de ontwikkelingen daaraan? Bijvoorbeeld voor de aansluiting van de leuning op het brugdek.

Om te beginnen wil ik zeggen dat ik nog steeds achter het ontwerp sta. Ik vind het een fantastische brug. De aansluiting in relatie tot de ontwerp-wensen lossen we wel op. Dat kan waarschijnlijk slanker en eleganter. En met voldoende onderzoek gaat dat zeker lukken. Een heel groot probleem is dat de vezeltjes aan het oppervlakte zitten. En dat is niet echt een fijne leuning om met je hand langs te gaan. Dat is een gigantisch probleem wat eerst opgelost moet worden. Als je dat allemaal hebt opgelost, dan kun je verder gaan ontwerpen aan een hele filigreine vormgeving, dat is eigenlijk het laatste om te doen. Je kunt de staalvezels niet zomaar vervangen door kunststof vezels, dat gaat niet zomaar werken. Maar ik zie nog wel heel veel andere opties en combinaties. Dat komt er wel.

Parkbrug Voorstonden



Aansluiting leuning - brugdek - Parkbrug Voorstonden

Steffen Grünewald is werkzaam bij zowel Hurks Prefabbeton als bij de Technische Universiteit Delft. Zo combineert hij fundamenteel onderzoek met de dagelijkse bouwpraktijk. Hij streeft ernaar de verbinding tussen onderzoek en toepassing beter te benutten.

Storten leuningelement - Parkbrug Voorstonden

Kan je iets vertellen over wat jullie hebben gedaan aan de brug?
De doelstelling was om de brug te optimaliseren, om zo min mogelijk materiaal te gebruiken, om zo slank mogelijk te bouwen. Dan hou je ook rekening met de materiaaleigenschappen, wat mogelijk is en wat kritisch. Zo hebben wij al in een vroeg stadium onze expertise kunnen inbrengen en zijn we tot de uiteindelijke vorm gekomen. Die boog leek ons een hele mooie oplossing, een mooie vorm. Daar zijn we eigenlijk mee begonnen, als adviseur in de ontwerpfase.

Uiteindelijk hebben jullie je voornamelijk gericht op de uitvoering, het maken van de elementen. Wat was daarbij een belangrijke factor?
Het is een duur materiaal. Dus je probeert repetitie in het ontwerp te krijgen. Het is een brug die maar één keer geproduceerd wordt. Ook voor de balustrade ging het steeds over mogelijke repetitie van vormen. Of we nu met dezelfde mal meerdere elementen kunnen maken, of dat er gewerkt zou worden met aparte, unieke mallen. Dat laatste maakt een brug relatief duur. Ook het brugdek wordt maar één keer in een mal gestort, het is dan een bijzondere en dure mal.

Dat betekent ook dat je zo min mogelijk materiaal wilt gebruiken. Of het in ieder geval zo effectief mogelijk in wilt zetten. Wat voor consequenties heeft dat voor de vormgeving gehad?
In vergelijking met een gewone brug ziet het er speciaal uit. Dat je veel slanker kunt bouwen is een belangrijk voordeel. Je werkt dan tegen de grens van wat het materiaal kan met betrekking tot productie en transport. Dat zijn eigenlijk vaak ook meteen de randvoorwaarden waarbinnen we kunnen opereren. Niet alleen de sterkte van het materiaal is belangrijk, maar ook de stijfheid. Je moet soms gewoon dikker bouwen omdat het anders teveel trilt tijdens transport, montage en in de gebruikstoestand.

Hebben elementen van ultra-hogesterktebeton specifieke transporteisen, die anders zijn dan bij normale beton elementen?
Je moet de hijsankers kunnen plaatsen en je moet het tegen beschadigingen beschermen. De uiteindelijke stijfheid krijgt een brug pas als het op z’n plek verankerd is.
Een andere belangrijke factor voor het werken met ultra-hogesterktebeton is het productieproces dat gewoon heel constant moet zijn. Er zitten vezels in het mengsel en je wil dat ieder element dezelfde verdeling aan vezels heeft, en de juiste oriëntatie van de vezels. Daar moet je behoorlijk aan regelen, de verwerkbaarheid is essentieel. Dat maakt het materiaal ook relatief duur.

Siebe Bakker in gesprek met Steffen Grünewald,
producent Parkbrug Voorstonden
tekst: Siebe Bakker

Steffen Grünewald

Toen ik hier net in de hal stond te wachten heb ik foto's gezien van de Kaagbrug, en ook U-profielen in B190 en B200. Jullie hebben blijkbaar behoorlijk wat ervaring met ultra-hoge-sterktebeton. Was jullie eerdere ervaring met het materiaal eenvoudig in te zetten voor de realiteit van deze brug in Voorstonden? Of zijn er totaal nieuwe dingen naar boven gekomen.
Qua afmetingen is dit een heel andere categorie. De dikte van de elementen van de balustrade was op sommige plekken maar 12 of 18 mm, soms tot 30 mm. Die balustrade is echt heel slank. De grootste uitdaging, productietechnisch gezien, zat hem in de balustrade. Maar dat is ook het meest indrukwekkende onderdeel, en om die reden ook gemaakt. Om te onderzoeken en te laten zien hoe dun je met beton kunt bouwen.

Hoe hebben jullie dat qua productie voor elkaar gekregen?
Het gaat in feite om het storten van het element. Een precieze hoeveelheid beton, maximaal 30 tot 40 liter, moet in hele slanke ribben worden gestort, en dat kost tijd. Het is niet met een grote kubel te storten. Daar zoek je zeker een optimum tussen materiaalkeuze en productietijd. Het gaat ook om de materiaalsamenstelling. Die wordt bepaald door de afmeting van het element en hoe het mengsel door alle ribben loopt, zonder zwakke punten te krijgen. Het is wel een uitdaging om dat voor een heleboel elementen constant te doen.

Waarin zit die uitdaging precies? Waarom is het moeilijk om te doen?
Als het te snel gestort wordt blijven er vezels bovenop liggen, cementlijm loopt er tussendoor, en dan zijn er geen vezels in het element. Dat moet je oplossen door het juiste mengsel te combineren met de juiste productiemethodiek. En dat moet dan wel 30 tot 40 keer op dezelfde manier worden herhaald om alle elementen te krijgen.

Kun je iets vertellen over wat het juiste mengsel inhoudt voor deze elementen?
We hebben onderzoek gedaan met de universiteit in Dresden, daar ging het voornamelijk om het minimaliseren van de krimp, wat erg belangrijk is bij dit soort slanke en complexe vormen. Uiteindelijk hebben we een hele hoge buig/treksterkte van meer dan 35 N/mm2 bereikt, met de helft van de krimp. En dan nog met een druksterkte die maar net boven de norm van ultra-hogesterktebeton ligt, 125 N/mm2. Met gewoon beton krijg je misschien 5 of 10% treksterkte. In dit geval zitten we op ongeveer 30%. Dat is een flink verschil.

Storten leuningelement - Parkbrug Voorstonden

Was de buig/treksterkte maatgevend voor dit element?
Ja. Zeker voor de balustrade, voor de horizontale belasting. Het brugdek is met name ontworpen op stijfheid, daar heb je een vrij kleine buig/treksterkte nodig. Dat zou met een heel ander mengsel gemaakt kunnen worden.

Waarom is de krimp zo'n maatgevende factor gebleken?
De stijfheid van de mal is relatief hoog. Die houdt de vervorming van beton tegen. Voor de productie was een ander soort mal – meer flexibel – beter geweest. Om het nog enigszins uit de mal te kunnen krijgen hebben we gekozen om het mengsel daarop aan te passen.

Waar zie jij de toekomst van ultra-hogesterktebeton naar toe gaan?
Ik denk dat de vormvrijheid van het materiaal de toepassing bepaalt. Dat zie je bijvoorbeeld bij die takachtige constructies, zoals nu in Frankrijk in een museum in Marseille gebeurt. Toepassingen voor vormen die heel moeilijk te realiseren zijn in andere materialen.

Ontkist leuningelement - Parkbrug Voorstonden

Hans Köhne, Anja Verdonk & Steffen Grünewald - Ontkisten leuningelement - Parkbrug Voorstonden

Hans Köhne & Anja Verdonk - Ontkist leuningelement - Parkbrug Voorstonden

Tony de Haan is bouwkundige bij Natuurmonumenten. Sinds 1905 zorgt Natuurmonumenten voor de natuur in Nederland. Ze beheren natuurgebieden en landschappen en stellen deze open voor het publiek. Infrastructuur en gebouwen spelen hierbij een grote rol.

Parkbrug Voorstonden

Waarom zijn jullie als Natuurmonumenten – als opdrachtgever van dit soort projecten – geïnteresseerd om in zo’n experimenteel project te stappen?
Dan moet ik eigenlijk ver terug gaan. Wij hebben heel veel gebouwen; 3.000 (oude) gebouwen in Nederland, op prachtige plekken. Het is zo dat de mensen destijds heel veel ambitie hadden om mooie gebouwen op mooie plekken neer te zetten. Wij willen die traditie natuurlijk voortzetten. En dat houdt tevens in dat wij mee willen werken aan het ontwikkelen van nieuwe producten. Wij bouwen ook nieuwe gebouwen. De Posbank is daar een voorbeeld van. Waarbij de kwaliteit die in het buitengebied, in de natuurgebieden, neergezet wordt, een extra impuls krijgt wanneer je een nieuw materiaal ontdekt. En ik vind beton, net zoals staal, een product dat prima in de natuur past. Door zijn kleur en hoe het eruit ziet.

Hadden jullie van te voren specifieke verwachtingen ten aanzien van ultra-hogesterktebeton?
In het begin wisten we natuurlijk helemaal niet wat het inhield. Ultra-hogesterktebeton klinkt heel erg geavanceerd. Maar eigenlijk is het een beton dat een nog betere kwaliteit heeft. Ik heb het gevoel dat je daar nog meer mooie vormen mee kunt maken, en nog rankere elementen kunt uitvoeren. Wij zeggen altijd: ‘less is more’. Dat proberen we ook met nieuwe gebouwen te doen, dat past ons imago. Het is echt zo dat wij, die ambitie die mensen vroeger in de 16e / 17e eeuw al hadden op buitenplaatsen, willen voortzetten met nieuwe bijzondere dingen.

Wat maakt de natuurbeleving, of het ruimte geven aan natuur, beter of meer bijzonder wanneer je met bijzondere bouwwerken werkt? Wat is die relatie?
Ik ben ervan overtuigd dat de natuur schoon is. Belgen zeggen altijd ‘het is schoon’. Als je iets toevoegt in een prachtig landschap, dan moet dat niet detoneren. Het moet echt een bepaalde esthetische kwaliteit hebben. Dat doe je met materiaal en vorm. Als je dat goed toepast is het resultaat dat het goed in het geheel past. Zodat als je door je oogharen kijkt je denkt dit het okay is. Kijk, je loopt bijvoorbeeld over een brug in een park op een landgoed. Als dat een mooie ranke brug is, dan is dat natuurlijk fantastisch. Of het is een brug waarvan je je afvraagt wanneer de olifanten er overheen komen. Juist de fijnheid van constructies maakt dat iets mooi wordt. Ultra-hogesterktebeton kan in de toekomst daar een bijdrage aan gaan leveren.

Siebe Bakker in gesprek met Tony de Haan,
opdrachtgever Parkbrug Voorstonden
tekst: Siebe Bakker

Tony de Haan

Hoe is jullie rol, normaal gesproken, als opdrachtgever? Geven jullie een heel pakket aan eisen ten aanzien van slankheid of rankheid? Of is 'less is more' gewoon het adagium en daar moet je aan voldoen?
Er moet bijvoorbeeld ergens een nieuw theehuis of iets dergelijks komen. Dan gaan we kijken naar de referenties van architectenbureaus, en we kijken wat ze tot nog toe hebben geproduceerd. Diegene die bevallen, een aantal, nodigen we uit om ze te vragen naar hun visie. Er wordt wel wat voorbereid, maar we laten het toch wel aan de bureaus over hoe zij denken invulling te geven aan een opdracht. Uiteindelijk maken wij een keuze. En, ook heel belangrijk, tijdens het proces proberen we die bureaus te triggeren. We zij het niet altijd overal mee eens, maar geven juist ook tegengas. Maar goed, we hebben ook de plekken waar je fantastische dingen kunt doen. Dat is prachtig om mee te kunnen werken.

Hoe is dat in deze setting gegaan? Jullie zijn opdrachtgever geweest in het casestudy project voor zowel de brug in Voorstonden als de uitkijktoren in Peize. Hebben jullie je aangesloten nadat je wist dat er voor jullie interessante architecten bij betrokken waren? Of puur op basis van het materiaal waarmee gewerkt is?
Het feit dat een architect ook wil dat een nieuw materiaal verder komt geeft al aan dat ze ambitie hebben. Volgens mij zijn dat ook de bureaus die je daarbij moet betrekken. Hetzelfde geldt voor een constructeur. Met dit beton denk ik dat het gewoon het product het aantrekkelijk maakt. Een architectenbureau wil met het product meer kunnen doen met vormgeving. Een constructeur moet daar natuurlijk ook in mee, dat is ook een kunst. Een constructeur kan heel creatief zijn; met bepaalde berekeningen iets voor elkaar kunnen krijgen. Dat vind ik heel knap. En wij zijn een organisatie die ambitie heeft om goede vormgeving in het landschap te krijgen. Die belangen komen hier bij elkaar. Het eindresultaat zou kunnen zijn, dat we als mensen een stapje verder kunnen.

Als we eerst praten over de brug in Voorstonden; hebben jullie daar flink aan moeten sturen om de beoogde slankheid te verkrijgen, of was dat al ingegeven door de ontwerpers?
Op een gegeven moment kwam het ontwerp op tafel. En toen was ik eigenlijk toch een beetje teleurgesteld over de rankheid van het materiaal. Niet wat betreft de leuningen, met het bladnerf motief; fantastisch! Maar de rankheid van de brug zelf. Maar er zijn mogelijkheden om dat verder terug te brengen. We hebben er toch wel een beetje druk op gezet door te stellen dat het eigenlijk nog wel wat ranker zou mogen. Dat is ook wel voor elkaar gekomen.

Situatie - Parkbrug Voorstonden

Als je in eerste instantie de verhalen hoort over wat het materiaal zou moeten kunnen, dan is je verwachting inderdaad heel erg hoog. Gaat het, voor de brug – en dat geldt misschien ook wel voor de uitkijktoren – voornamelijk over de rankheid en de vormgeving of zijn er ook andere aspecten die voor jullie positief zijn?
Natuurlijk de kleur. Die is belangrijk, en de rankheid. Maar ik vind ook de duurzaamheid van belang. Het ultra-hogesterktebeton heeft wel energie nodig om het te produceren, maar ik denk dat het een zeer duurzaam product is wat eigenlijk onderhoudsvrij is. Wij proberen overal in Nederland waar we uitkijktorens of andere gebouwen neerzetten, deze zo duurzaam mogelijk te maken. Dat betekent niet alleen energetisch, maar ook dat het eigenlijk geen onderhoud behoeft. Dus we werken veel met onbehandeld hout, Cortenstaal, glas. Dat soort materialen, en daar past dit ook heel erg bij.

Op een gegeven moment is gekozen om het brugdek zo dun mogelijk te maken. Het resultaat daarvan was dat er een trekverbinding onderin moest komen. Hoe kijken jullie daar tegenaan?
Als ik echt diep in mijn hart kijk, wil ik dat liever niet. Er is gekozen om de trekstang dieper aan te leggen, zodat je het niet ziet, maar liever wil je gewoon 'what you see is what you get'. Dat je eerlijk bent. Je gebruikt eerlijke materialen, het landschap waarin je je bevindt is ook altijd eerlijk, dus liever niet. Als je kijkt naar de uitkijktoren met z'n uitkragende treden, die hangen niet aan onzichtbare hemelankers, dus het is eerlijk. Ik denk ook wel dat je in de architectuur eerlijk moet zijn, en niet moet proberen dingen achter de coulissen weg te werken. Wat je ziet, zo is het. Dat kan niet altijd, maar liever wel.

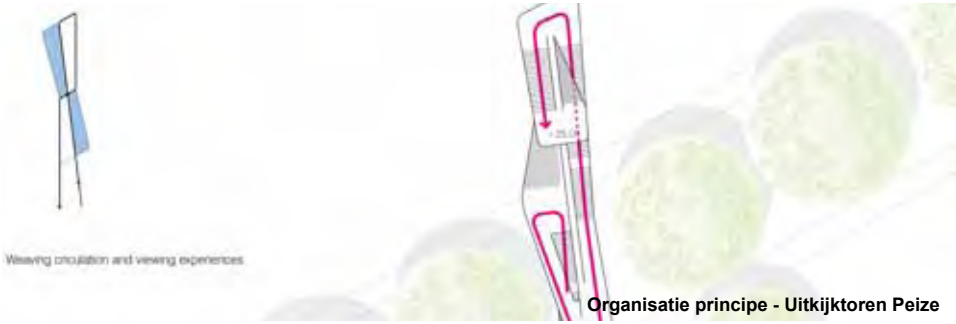
Deze brug is wel een heel bijzonder project. Architectonisch bijzonder, en dat is de toren misschien nog meer. Althans, meer in het oog springend, meer iconisch. Is dat voor jullie een belangrijk om iets te krijgen dat als object ook mensen trekt, publiciteit trekt?
Zo'n brug is onderdeel van een park op een landgoed. Het aanleggen van een park werd vroeger ook gedaan ter vermaak van de mensen die er wonen, het geeft verwondering. Een onderdeel van zo'n park is een brug, daar moet je ook van kunnen zeggen dat het een prachtige brug is. Dat wil je bereiken. Dat kan bijvoorbeeld door de rankheid of de vorm. Dat is de ambitie van elk onderdeel dat op zo'n landgoed voorkomt. Je hebt ook theekoepels en je hebt hekken. Dat zijn allerlei zaken die meespelen in het proces van beleving. En een brug is een prachtig onderdeel daarvan. Het is het spel tussen het water en het land, over het water gaan, en de spiegeling in het water en de randen daar omheen, de kleuren.

Onthulling leuningelement Parkbrug Voorstonden - 'Natuurlijk UHSB', Peize

En dat speel bij de uitkijktoren ook.
Ja. Daar hebben we van gezegd dat zo'n toren eigenlijk best aanwezig is. Die mag daar zijn, maar hij moet niet dominant worden. Hij staat hier in de dekking van een bos, je komt door het bos heen en uiteindelijk kom je eruit en je gaat tot net boven de bomen. Hij is aanwezig, maar als je op een kilometer afstand staat is hij niet dominant aanwezig. Totdat je dichterbij komt. Het trekt mensen. Het is natuurlijk fantastisch dat een gebied bij Groningen, wat dan als waterberging fungeert, ook een natuurfunctie heeft. Mensen kunnen recreëren. En dat zo'n toren daaraan een extra beleving geeft. Hoogte is sensatie in Nederland.
We merken dat als je een object neerzet, een uitkijktoren of een kijkscherm, iets bijzonders, dat het gebied dan meer bekendheid krijgt. De toren heb je ook nodig om het gebied op een mooiere manier te kunnen beleven. Als het nou ook een mooi vormgegeven toren is, dan past het heel erg bij elkaar.

Is jullie rol bij het ontwerp van de uitkijktoren eenzelfde geweest als bij de brug?
Ik vond het belangrijk dat de teamleden nog voor er een ontwerp was het gebied moesten zien. Allereerst moest er een plek worden gevonden waar de toren moest komen. Op dat moment is ook bepaald hoe hoog de toren moest worden, simpel door met een hoogwerker te gaan kijken. Dus er is echt geroken en geproefd. En er is natuurlijk ook benadrukt dat hij niet dominant moet worden. De architect is daar verder eigenlijk gewoon in vrij gelaten. Maar ik merk echt dat hij geïnspireerd is door de bomenrij waar de uitkijktoren in staat. De architect heeft een traject bedacht waarbij de mensen door de bomen naar boven gaan en uiteindelijk beloond worden met een prachtig uitzicht. Het lijkt zo simpel wat ze bedacht hebben, maar zo is het niet. De inspiratie wordt gewoon door de plek gemaakt. En door de hoogte die je uiteindelijk moet bereiken om het gebied echt goed te kunnen ervaren.

Je vertelt dat de toren niet dominant mag zijn. Het ontwerp wat er ligt is in ieder geval wel zeer uitgesproken, misschien is het eigenlijk niet eens een toren, en trekt daardoor zeker de aandacht.
Hij trekt wel aandacht, maar op een gepaste manier. Ik vind het wel mooi. Dat komt door zijn rankheid, het is zo dun, zo fragiel eigenlijk. Het heeft heel weinig materiaal in een hele sterke vormgeving. Ik kan het niet anders uitleggen dan dat ik er ontzettend wijs mee ben.



Organisatie principe - Uitkijktoren Peize

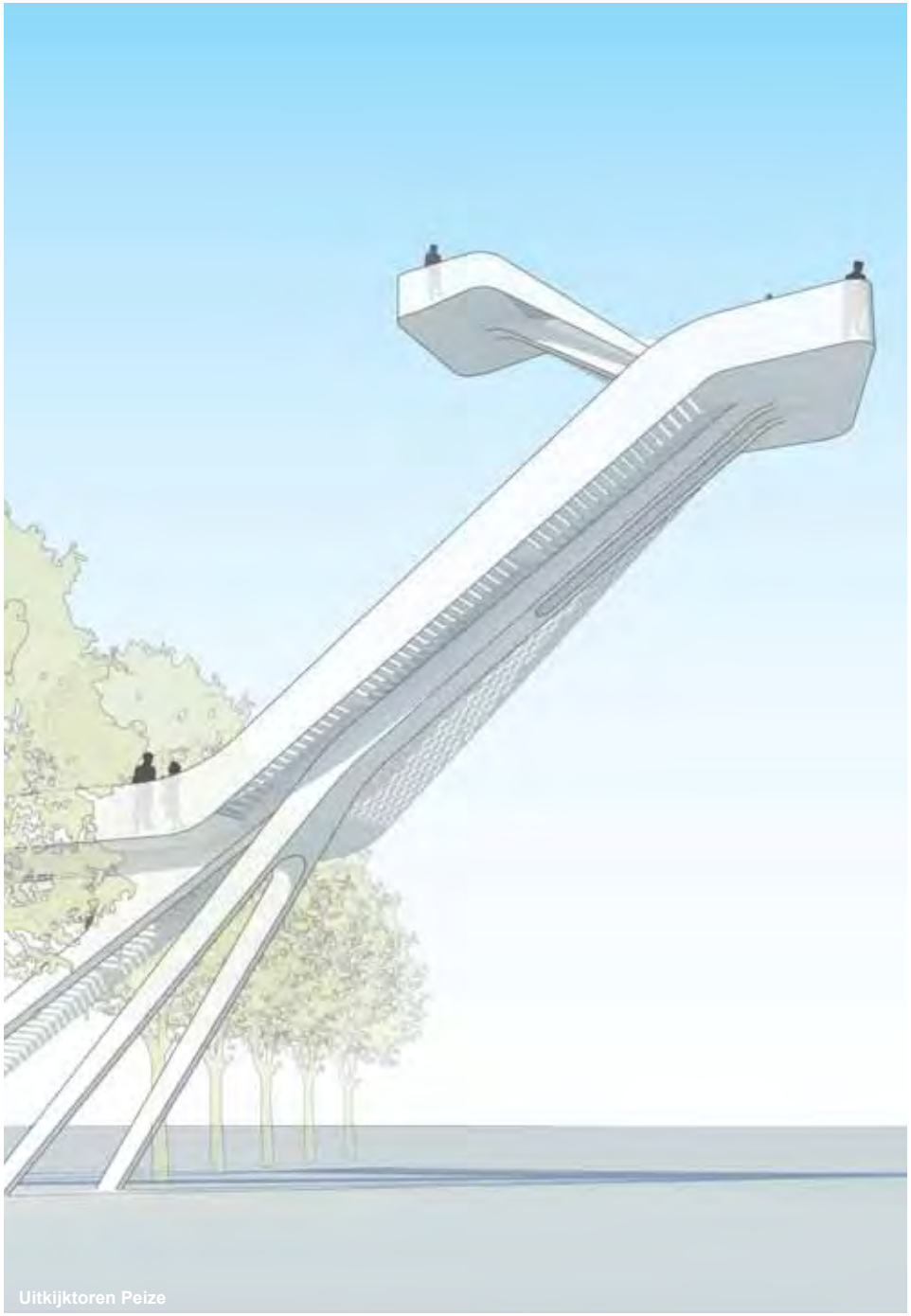
Als ik naar jullie bijna natuurlijke houding als opdrachtgever kijk, dan hebben jullie een programma. Jullie proberen het proces zo goed mogelijk te faciliteren, dat iedereen erbij betrokken blijft en doordrongen is van waar het eigenlijk om gaat. Daarna doen jullie een stap terug, kijken wat er gebeurt. En alleen als het misgaat of als je vindt dat iets echt niet kan, dan kom je weer in beeld.
Dat vind ik ook goed. Ik denk dat een architect in bepaalde dingen een vrije hand moet hebben. Je moet ook vertrouwen hebben in een architect. In dit geval was het UNStudio, die kunnen wel wat. Die kwamen met het hele verhaal. Als wij, eigenlijk het liefst op een half A4-tje, vertellen wat wij belangrijk vinden, en het verder aan de architect kunnen overlaten en ons kunnen laten verassen, dan is dat heel goed.

Wat vond je van de hele casestudy opzet? Om vanaf het begin met een compleet team aan het werk te gaan, waarbij het materiaal centraal staat?
Ik ken niet anders. Volgens mij ga je met een nieuw product op de randjes zitten. En als je op de randjes gaat zitten betekent dat dus dat je ook een constructeur nodig hebt om te kijken of het allemaal wel kan, en praktijkmensen die daar ook naar kijken. Door op de randjes te gaan zitten kom je verder in het leven. En daar heb je de juiste spelers bij nodig. Maar ik vind dat een architect, als hij met vormgeven aan de gang gaat, zich niet moet laten remmen door onzekerheden of iets wel of niet mag. Hij moet misschien zelfs over het randje duiken en zeggen van; we zien het wel. Vervolgens ligt het aan de creativiteit van de constructeur, want dat is ook echt een heel belangrijk vak, om te kijken of dat te realiseren is. En vervolgens moeten de mensen die het gaan uitvoeren er naar kijken. In die ketting heb je elkaar ontzettend nodig. En uiteindelijk natuurlijk ook wel de opdrachtgever die het financieel mogelijk maakt. Dat zijn allemaal spelers die nodig zijn om een product te krijgen.

Speelt het bij de realiseerbaarheid, of financiering van dit project, een rol dat er gewerkt wordt met een nieuw materiaal?
Er ligt nu een ontwerp waarvan wij denken dat het heel veel kans maakt om mensen mee te krijgen om het te realiseren. Wij nemen het initiatief om in een natuurgebied iets bijzonders neer te zetten. We zijn nadrukkelijk op zoek naar mensen die die ambitie ook hebben, die daar graag aan mee willen doen. Dat kan alleen als het iets bijzonders is.

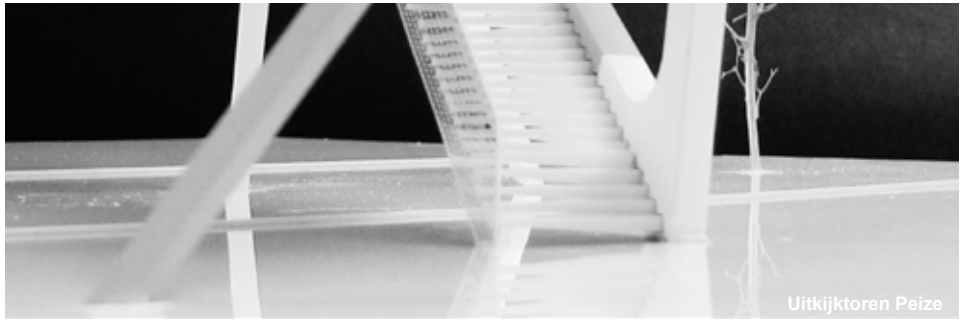
Ultkijktoren Peize - 'Nat[illegible]ijk UHSB', Peize

Bepalen positie en hoogte - Uitkijktoren Peize



Uitkijktoren Peize

Arjan Dingsté is Associate Director en Senior Architect bij UNStudio, sinds 1988 een ontwerp-praktijk waarbij onderzoek en ontwerp hand in hand gaan. De ontwerpteams worden geflankeerd door ‘knowledge platforms’ waarin kennis uit de praktijk wordt omgezet in strategie en innovaties.



Uitkijktoren Peize

Hoe is jullie aanpak geweest in dit atypische ontwerpproces, waarbij het materiaal als uitgangspunt was gesteld?

De essentie was om heel pragmatisch te werk te gaan. Natuurlijk zijn we geïnteresseerd om aan een project als dit mee te doen, maar niet als het erom gaat dat wij alleen maar een flitsend ontwerp maken met een paar mooie renderings erbij. Want dan brengt het ons niks. Er moet een kans zijn dat het gerealiseerd gaat worden. Toen Natuurmonumenten in beeld kwam met de opgave voor de uitkijktoren, was dat een fantastisch moment. Er is een partij die een plek heeft. We weten niet waar het gaat eindigen, maar we hebben een context, we hebben een vraag van een klant en daar kunnen we mee aan de slag. Daarmee werd het een reële opgave. Ik denk niet dat we alle doelen daarin bereikt hebben, vanuit de samenwerking, de productie tot aan de ontwerpende kant. Maar het is wel een hele reële opgave geworden.

Het was geen project waar je het materiaal als uitgangspunt neemt en daar de optimale vorm bij bedenkt. Wij zijn naar de opgave gaan kijken, en de context die daar voor aangeboden is, qua landschap en omgeving. En daar komt een ideaal ontwerp uit, met een maximale toepassing van ultra-hogesterktebeton. Maar wel in die volgorde. Het beste ontwerp voor die plek, met een toepassing van het materiaal waar dat mogelijk en zinvol is.

Hiërarchisch gezien is nu het materiaal en de daarbij behorende eigenschappen, pas aan bod gekomen nadat het functionele of formele ontwerp was uitgekristalliseerd. In hoeverre kun je stellen dat op deze wijze de potentie van ultra-hogesterktebeton binnen een realistische context tot het uiterste is onderzocht?

Ik snap waar je op doelt. Maar het ontwerpproces is niet zo lineair. We zijn natuurlijk wel vanuit een bepaald materiaal begonnen, ook vanuit een interesse voor dat materiaal. We wilden weten wat we ermee konden doen. We hebben in ons ontwerp ook gezocht om daar een maximale toepassing voor te vinden. Op een gegeven moment zijn vanuit dat proces onderdelen naar voren gekomen die minder geschikt zijn om in ultra-hogesterktebeton uit te voeren – puur economisch gezien. We praten over ontzettend kostbaar materiaal. Dat moet je zinvol inzetten. We hadden graag de hele toren in dat materiaal gemaakt, maar het moet ook eerlijk zijn, qua investering in relatie tot wat het materiaal doet.

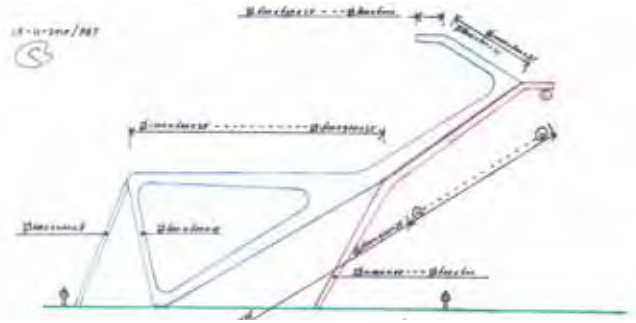
Siebe Bakker in gesprek met Arjan Dingsté, architect Uitkijktoren Peize
tekst: Siebe Bakker

Arjan Dingsté

Bijna iedereen stelt dat het een heel duur materiaal is, echter niemand kan er echt een prijskaartje aan hangen. Zeker niet wanneer het gaat om een 'gewogen' vergelijking waarbij niet alleen een kuub-prijs meetelt, maar om een objectprijs, waarbij ook onderhoud en levensduur worden meegenomen.
Ik denk dat daar essentie ligt voor het succesvol maken van dit materiaal in Nederland. De kostprijs moet binnen reële proporties komen, wat volgens mij makkelijk kan. We kunnen heel ingewikkeld doen over het materiaal, maar uiteindelijk is het nog steeds zand met cement en een toepassing van vezels. Die kostprijs ligt op dit moment gewoon te hoog om het economisch gezien in een project op te nemen. Dat komt meer door de onbekendheid met het materiaal, wat redelijk funest is.

Daarnaast zijn er de ook overwegingen met betrekking tot de druksterkte, de constructieve doorsnedes en esthetische ambities. Meerdere keren is de vraag aan bod gekomen of er niet ook met beton gewerkt zou kunnen worden met een lagere druksterkte.
Dat is ook een onderdeel is waar ik heel erg in geïnteresseerd ben. Eigenlijk zouden we een matrix willen hebben van wat het materiaal doet. Waar we in de casestudy een kans gemist hebben is om er een onderdeel uit te pikken, bijvoorbeeld de 'vork', en te onderzoeken wat het betekent voor de doorsnede als je het zou uitvoeren in verschillen kwaliteiten; C45, C60, 100, 120, 150. Wat wordt de doorsnede? Moet je de vorm iets veranderen? Dus het optimum gaan zoeken tussen, architectuur, kosten, constructieve doorsnede en de hoeveelheid materiaal die je toevoegt. En dat je daarbij ook het beheer en onderhoud meeneemt, ook in de kostenraming. Ik denk dat zo een interessante studie kan ontstaan.

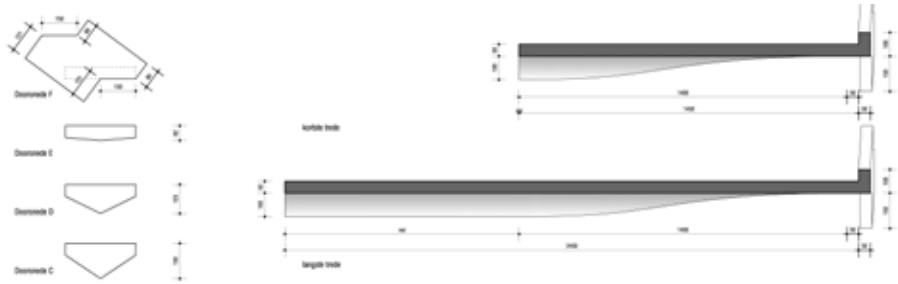
Het lijkt inderdaad dat meer en meer het besef ontstaat dat bijvoorbeeld de duurzaamheid van ultra-hogesterktebeton wellicht een belangrijker aspect kan zijn dan de druksterkte.
Je ziet dat nu de discussie op die onderwerpen wordt gevoerd. Ook bij het maken van de kostenraming. De duurzaamheid, onderhoudskosten, die spelen mee. Het object staat in een natuurgebied. Liefst wil je er na oplevering niet meer aanzitten. Wellicht één keer per jaar met een hogedrukspuit er overheen. De vraag wordt dan of een opdrachtgever bereid is om misschien 10 of 15% meer te betalen om daarmee een duurzaam product te krijgen. In dit geval was het antwoord positief. Dat is de afweging om naar het ultra high performance materiaal te gaan. Daar zit dan wel een hoge startinvestering in, maar innovatie moet ook gestimuleerd worden. We hebben het over 10% extra over een levensduurperiode van 30 jaar. We hebben die periode al wel lang en realistisch genomen.



Uitkijktoren Peize

De traptreden zijn ontworpen in ultra-hogesterktebeton. Is het ontwerp hiervoor gestuurd vanuit het idee om een transparant object te krijgen, of is de vorm van de treden voornamelijk ingegeven door de mogelijkheden van het materiaal?
Bij de traptreden is juist gedacht vanuit het materiaal. We hebben gekeken naar transparantie, maar ook naar de vormvrijheid die het materiaal beton met zich meebrengt. Naar de plasticiteit die we naar voren kunnen brengen met dit materiaal. De traptreden zijn zo gemaakt dat ze van dik bij de ophanging naar dun aan het vrije uiteinde gaan, waarmee we meteen het trillingsgedrag en de stijfheid als systeem naar voren laten komen. Dat gebeurt ook middels die tandconstructie bij de trap. We kragen wel flink uit, tot 2,5 meter. We hebben echt een optimum gezocht, rekening houdend met de verbindingen die je ook moet maken. Er is daar heel erg gedacht vanuit het materiaal. Als we het in bijvoorbeeld staal hadden bedacht was er een andere vorm uitgekomen. Dus de traptreden zijn heel zuiver gedacht vanuit het toepassen van ultra-hogesterktebeton. We hebben deze ook in verschillende sterkteklassen getest en met verschillende mengselsamenstellingen. Om zo te ontdekken wat nu de ideale combinatie is. We wilden ontdekken waar we het materiaal op z'n plaats is en waar het slim is om naar een andere materiaaltoepassing te gaan. In die zin toont het ontwerp een redelijke balans. En wij vinden het wel interessant om juist de hybride karakteristiek van de constructie verder te onderzoeken, en zelfs als uitgangspunt te nemen in het ontwerp. Dus staal toepassen waar het zinvol is om staal toe te passen, en naar beton of ultra-hogesterktebeton over te stappen waar dat zinvol is.

Het project lijkt nu gerealiseerd te gaan worden. Het onderzoekstraject is nog niet geheel afgerond. Op welk gebied verwacht jij dat er nog gedegen moet worden geïnvesteerd in onderzoek voordat het er uiteindelijk staat?
In ieder geval moet er verder worden gekeken naar waar voor wat betreft het materiaal het omslagpunt ligt qua vorm versus constructieve doorsnede. De verbindingstechniek is ook een super interessant onderwerp. Je moet gaan onderzoeken hoe je de verbindingen tussen elementen kunt maken. Of bijvoorbeeld lijmen een optie is. Het is ook prima om dingen te onderzoeken om te kunnen concluderen dat het we er nog niet aan toe zijn om ze toe te passen. Ontwikkelingen in de verbindingstechniek zijn ook essentieel voor verdere toepassing van hybride constructies. De praktijk laat zien dat je niet puur vanuit één materiaal kan blijven denken. Dat lukt nog wel met een simpele brug, maar zodra je naar ingewikkelde constructies gaat, ga je altijd een optimum zoeken. Hoe je materialen aan elkaar koppelt blijft de essentie.



Uitkijktoren Peize

Wat is voor jullie belangrijk? Is dat een streven om zo dun mogelijk te kunnen construeren?
Het gaat om verhoudingen. Op dit moment is naar ons idee zelfs het staal in de uitkijktoren wat aan de forse kant. We hebben ons in eerste instantie gericht op het optimaliseren vanuit het beton. Aan de staal kant zit naar ons idee ook nog potentie. Uiteindelijk gaat het erom een balans te vinden in de vormgeving.

Biedt het kunnen toepassen van ultra-hogesterktebeton mogelijkheden die je eerder niet had?
Ik denk dat we op dit moment nog op een te laag kennisniveau zitten om daar echt iets over te kunnen zeggen. De potentie van het materiaal zit met name in een 'total cost of ownership'. Op dit moment is het materiaal, economisch gezien, niet interessant. In ieder geval op basis van de gegevens die we nu hebben. Nu is er de wil om daar kennis over te ontwikkelen; dat je naar zo'n materiaal toegaat. Als we – even los van deze casestudy – aan deze opgave waren begonnen dan was dit materiaal waarschijnlijk wel in ogenschouw genomen. Of het geselecteerd zou worden weet ik niet. Je moet een hele pure vraag hebben waarbij je echt een lange cyclus krijgt van totale eigendomskosten van zo'n object om de belangrijke karakteristieken mee te nemen. Over het algemeen is dat perspectief niet zo lang. En daar zit wel de sleutel tot het succes van dit materiaal.

Op de één of andere manier roept dit materiaal op om gelijk in complexe vormen en technieken te denken. Liefst dubbel gekromd, super glad en zonder repetitie van elementen. Wellicht is dit vanuit de industrie gezien niet de meest voor de hand liggende toepassing als het gaat om het produceren van grote hoeveelheden.
Voor de industrie is het interessant om veel materiaal te verkopen. Het maken van heel dunne constructies en heel ingewikkelde en kostbare maltechnieken, is voor de industrie niet interessant. Het is wel goed mogelijk om daarmee je product te promoten. Om zo de mogelijkheden te laten zien, de potentie van het materiaal. Op het moment dat je een economische afweging moet maken tussen dit materiaal versus traditionelere betonsoorten, dan legt ultra-hogesterktebeton het af. Tenzij je het duurzaamheids- en onderhoudsaspect meeneemt. Als je het materiaal op een slimme manier verder wilt brengen, dan moet je echt op die aspecten gaan letten.
Ik denk dat standaardisatie van vormen niet specifiek gekoppeld is aan ultra-hogesterktebeton, maar inherent is aan het gieten van een materiaal, aan de vormvrijheid die je hebt. Je hebt dus ook de mogelijkheid om een vorm te optimaliseren op een eenvoudige manier. Je zou bij heel veel gebouwen een groot gedeelte van de constructie kunnen wegsnijden als de constructie de exacte

Uitkijktoren Peize

krachtenlijn zou volgen. Maar het is goedkoper om een balk rechthoekig uit te voeren dan hem te laten verlopen als bijvoorbeeld een buikligger. Dit principe hebben we wel met de traptreden proberen op te zoeken, omdat we bij het ontwerp er vanuit zijn gegaan dat de traptreden in een taps toelopende vorm van boven naar beneden verlopen. We hebben de vorm zo gemaakt dat er vanuit één enkele mal gewerkt kan worden. Door het verplaatsen van een eindschot kunnen we met de basisvorm van de traptreden een verlopende breedte laten zien. Dat soort slimme stappen heb je nodig wil je dit materiaal succesvol maken. Zodra je naar niet orthogonale vormen gaat is de maltechniek de bepalende factor. Die bepaalt je kosten. En hoe vaak je de mal kan hergebruiken. Bij een project als dit moet je vanuit een standaardisatie beginnen. Dat betekent niet dat je niet iets slims kunt bedenken om daar vanaf te wijken.

Hoe verhoudt de mogelijkheid van het materiaal om elke vorm aan te kunnen nemen zich tot de realiteit van de maltechnieken?
De kracht van het materiaal is dat je in principe iedere vorm kunt gieten. Dat betekent niet dat je echt iedere vorm kunt maken, je bent gebonden aan mallen. De uitdaging wordt nog groter wanneer je tegenmallen moet maken, dan moet je het materiaal ook gaan pompen. Beton is een ontzettend lastig materiaal om een goede eindkwaliteit te krijgen.
Er zitten drie sleutelonderdelen in een goede eindkwaliteit van beton. In de eerste plaats moet je zorgen dat je een goede mal hebt. Ten tweede heb je een mengsel nodig dat goed werkt, met een goed vloeigedrag. En als laatste is het van essentieel belang wie het erin giet. Wie zorgt ervoor dat je mal schoon is, en wie poetst het netjes op aan het eind? Dat laatste is in Nederland heel moeilijk. De prefab-industrie heeft het natuurlijk redelijk in de vingers. Zodra het gietproces naar de bouwplaats gaat, wordt het een ander verhaal.
Uitgangspunt voor de uitkijktoren is dat alles geprefabriceerd wordt. En dat we een minimale montagetijd hebben, wat ook belangrijk in het kwetsbare gebied waar we moeten werken.

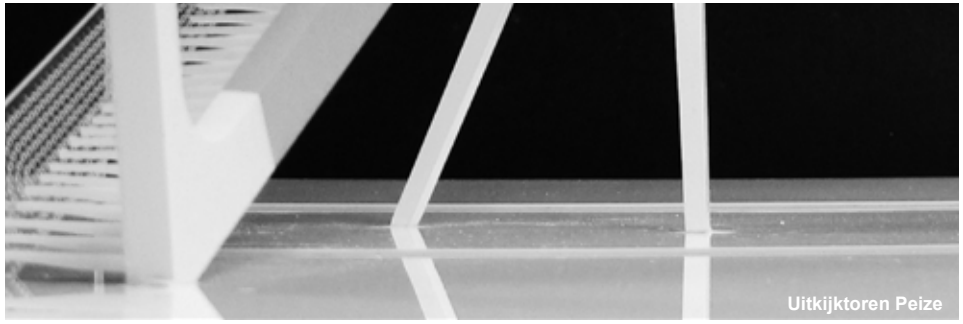
De ambities van Natuurmonumenten lijken verder te gaan dan alleen op een functionele wijze een uitkijkplatform op 25 meter hoogte te krijgen. Ook de aantrekkingskracht van het object zelf, de vormgeving, het materiaal, speelt een belangrijke rol. Het trekt mensen naar het gebied. Hebben jullie die overwegingen bewust meegenomen in het proces?
Wij proberen altijd het optimum aan vormgeving te bereiken met een project. Dat is niet losgekoppeld van het functioneel zijn van het object. Het is geen design object wat geen functie hoeft

Routing - Uitkijktoren Peize

te hebben. We maken geen kunst. Natuurlijk, het ontwerp heeft veel expressie, en daarmee ook een marketingtechnische waarde. Met name in deze opdracht was de essentie om vanuit de context te werken. Wat de opdrachtgever wil vertellen in dit gebied. Wij zijn heel blij dat we in het begin van het project omhoog hebben kunnen gaan met hoogwerkers om te onderzoeken wat de exacte hoogte moet worden om dat verhaal te kunnen vertellen. We hebben in de landschappelijke opbouw gezien dat we een heel unieke plek hebben binnen dit gebied, dat een lange historie kent, teruggaand tot aan de monniken die door het moerassige gebied heen kwamen. Op deze plek troffen ze een zandkop aan waar ze hun schoenen konden drogen. En het is nog steeds echt een stuk natuurlandschap met houtwallen waardoor je het gebied binnen wordt geleid. Je komt zo in een open gebied, in een groene kamer, wat eigenlijk je eerste contact met deze omgeving is. Die gesloten ruimte is ook het eerste dat wij willen laten zien. Op het moment dat je op het gebied af komt zie je wel een uitkijktoren, maar je ziet nog niet hoe je omhoog kan. De toegangspoort tot de toren is niet duidelijk. Je komt binnen in die groene kamer. Je loopt omhoog met de trap, maar je kan niet verder omhoog want je wordt teruggeleid. Je moet naar achter, richting de plek waar je vandaan komt, nog steeds omzoomd zijn door de houtwal. Vervolgens ga je verder omhoog, en kom je eigenlijk op het tweede niveau waar je 180 graden uitzicht vindt, richting de stad Groningen. Je ziet de overgang van natuur naar stad. Waarna je nog één keer een omkerende beweging maakt en dan op het ultieme uitkijkplatform komt waar je echt het 360 graden uitzicht hebt. Het wordt een bijna filmische ervaring, waar je van scene naar scene wordt geleid. Dat heeft inderdaad een belangrijke trekkersfunctie. Dat dit in samenspel kan met de natuur vinden wij fantastisch.

Views - Uitkijktoren Peize

Frans van Herwijnen is directielid van ABT en daar tevens werkzaam als raadgevend ingenieur. ABT’s missie is ‘het leveren van een creatieve en innovatieve bijdrage aan de kwaliteit van de gebouwde omgeving met respect voor de menselijke en natuurlijke normen en waarden’.



Uitkijktoren Peize

De uitkijktoren in Peize is heel expliciet een hybride constructie uit staal en beton. Kun je vertellen hoe dit tot stand is gekomen? En waar zitten volgens jou de voordelen van het gebruik van ultra-hogesterktebeton?

De start van deze casestudy was heel bijzonder met de vorming van een eerste idee over hoe zo’n uitkijktoren op de aangewezen locatie eruit zou moeten zien. We begonnen met een eerste architectonisch ruimtelijk model dat heel sterk locatie gebonden was. Het eerste idee van UNStudio sloeg geweldig goed aan bij Natuurmonumenten, de opdrachtgever en gebruiker van de toren. Het werd zo een vertrekpunt van de casestudy. In mijn beleving moet een casestudy naar de toepassing van het materiaal starten vanuit de eigenschappen van het materiaal. Een aantal keer hebben we geprobeerd bij nul te beginnen. Maar elke keer kwamen we er toch weer op uit dat het eerste voorstel goed gevallen was. We moesten er dus mee verder gaan. In mijn persoonlijke beleving een prachtig ontwerp, laat dat helder zijn. Het heeft alleen wel als een klemmende randvoorwaarde binnen deze casestudy gewerkt.

Wat was er zo maatgevend aan deze formele randvoorwaarde met betrekking tot het ontwikkelen vanuit een materiaal?

Je kon niet helemaal terug gaan naar de basis van het materiaal met zijn specifieke eigenschappen. Je zou moeten kijken welke constructietypologieën het best te maken zijn met dit materiaal, waarbij zoveel mogelijk alle goede eigenschappen optimaal tot uitdrukking komen en ook gebruikt worden. Die zoektocht was eigenlijk een omgekeerde. Het ruimtelijke idee van het ontwerp lag er, wij moesten vervolgens kijken hoe het materiaal, ultra-hogesterktebeton, met die specifieke eigenschappen te implementeren was binnen het ontwerp. Zodat het zoveel mogelijk op een zuiver constructieve manier werd toegepast. We hebben vastgesteld dat de toren bestond uit een uitkragende ligger, een op buiging belast systeem, waarbij je altijd een combinatie van trek en druk hebt. Het materiaal is super goed geschikt voor druk. Voor trek in feite niet of nauwelijks, daar moet je altijd een voorziening voor treffen. We hadden de uitkragende ligger bijvoorbeeld wat meer verticaal kunnen plaatsen om veel meer een drukspanning in de constructie te krijgen. Maar daarmee moet je het ontwerp gaan aanpassen, en dat was nou net de bepalende randvoorwaarde. Het was voortdurend een zoektocht naar een optimum. Uiteindelijk hebben we gesteld om voor alle op druk belaste elementen, waar ultra-hogesterktebeton uitstekend toepasbaar is, het ook in te zetten. En wij hebben gekozen om de traptreden in het materiaal uit te voeren, met als overweging dat de vormgeving daar heel vrij is, en je qua doorsnede tot ideale oplossingen zou kunnen komen.

Siebe Bakker in gesprek met Frans van Herwijnen, constructeur Uitkijktoren Peize
tekst: Siebe Bakker

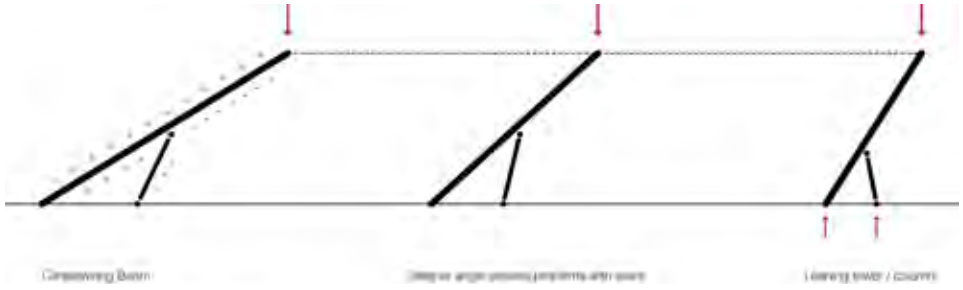
Frans van Herwijnen

Wat bedoel je in dit geval met een ideale oplossing?
Een ideale oplossing wil zeggen dat je met zo min mogelijk materiaal zo veel mogelijk constructieve prestatie levert. Ultra-hogesterktebeton is een materiaal dat qua kubieke meter prijs vrij duur is. Dus moet je het optimaal inzetten.

Is er gekeken naar een kostenvergelijking met bijvoorbeeld een uitvoering in staal?
Als je de uitkijktoren helemaal in staal zou uitvoeren zal je per saldo wat goedkoper uit zijn. Daar hebben we ook wel naar gekeken. Alleen dan heb je het puur over de investeringskosten, niet over de life-cycle kosten. Als je die meeneemt is ultra-hogesterktebeton natuurlijk weer een stuk voordeliger.

Zijn daar wel eens gedegen calculaties naar gedaan?
Nee, daar zijn nog geen calculaties naar gedaan, maar het is een materiaal wat een heel geringe porositeit heeft, en daarmee ook weinig kwetsbaar is voor koolzuurindringing en vochtindringing. Dat verhoogt de levensduur en vermindert het onderhoud. Dat is wel een belangrijke factor. Er is nog weinig informatie over de life-cycle kosten, en er is ook nog weinig begrip over bij opdrachtgevers en beheerders van gebouwen of constructies. Je moet dus veel meer gaan kijken naar de 'total cost of ownership'. Dus naar de totale kosten over de hele periode waarin het object gebruikt wordt. Als je dat doet, zie je dat de investeringskosten soms maar de helft zijn van de uiteindelijke totale kosten. Je kunt dus die andere helft verdienen tijdens je beheerfase, door weinig onderhoud te hoeven uitvoeren. Dat tikt natuurlijk hard aan.

Terug naar de hybride constructie, waar het ultra-hogesterktebeton zo efficiënt mogelijk is ingezet. Heeft het beton inderdaad een fundamentele positie in het geheel, uitgaande van het formele ontwerp, of is het gebruikt omdat de casestudy daar om vroeg?
Zoals het nu is toegepast in het ontwerp, voor wat betreft de kolommen, is het ook een economische oplossing. Voor de traptreden is het toegepast om toekomstig onderhoud te minimaliseren. Als je kijkt naar de hybride ligger, de samengestelde composiet ligger van staal en beton, die had in feite op een vergelijkbare wijze ook helemaal in staal gemaakt kunnen worden. We hebben de mogelijkheid om die helemaal in ultra-hogesterktebeton te maken niet willen toepassen vanwege de complexiteit van de verbindingen die je dan moet maken in de afzonderlijke elementen. Een laatste overweging is het trillingsgedrag van de hele constructie. Ultra-hogesterktebeton heeft, wat zijn



Constructief systeem - Uitkijktoren Peize

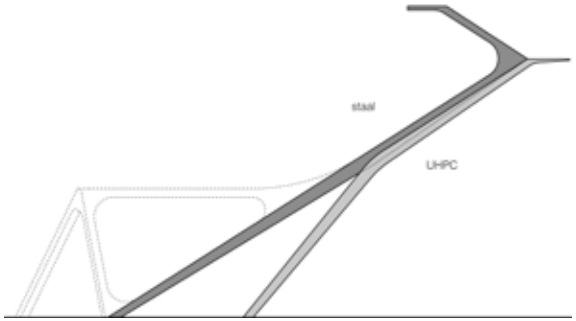
dynamisch gedrag betreft, mindere eigenschappen ten opzichte van staal. Het gevaar voor voelbare trillingen als het helemaal in ultra-hogesterktebeton was uitgevoerd was naar onze mening te groot. Dus is het uiteindelijk de hybride oplossing geworden. Ultra-hogesterktebeton is optimaal benut in de kolommen, de V-poot en in de uitkragende traptreden en bordessen. De ligger zou eventueel ook in staal kunnen, maar qua architectonische vormgeving is het ook mooi, om de hele krachtswerking in de toren te kunnen lezen. Hybride oplossingen en constructies vind ik op zich een prima uitgangspunt, zeker geen zwakte. Het is niet zo dat we er niet uitgekomen zijn met een monoliet oplossing en dat we dus we maar een samenstel gemaakt hebben van twee materialen. Eigenlijk vind ik dat het te weinig gebeurt om een constructie element uit meerdere materialen op te bouwen, waar dat qua vormgeving en krachtswerking wel logischer zou zijn.

Waarom zou dat niet zo vaak gebeuren denk je?
Vaak is de kennis bij degene die met het ontwerp bezig is óf helemaal gericht op beton, óf helemaal gericht op staalconstructies. De combinatie van die twee materialen is weer een eigen vakgebied, de hybride constructies. Je moet in zo'n geval van meerdere materialen weten hoe je ermee moet construeren.

Hoe vond je de opzet van het casestudy project? Om met een constructeur, een uitvoerder, een producent en een ontwerper vanaf het begin met elkaar te werken.
Dat is op zich een hele goede zaak. Wij propageren ook altijd om een ontwerp te toetsen aan haalbaarheid en maakbaarheid. Wat je bedenkt moet ook worden uitgevoerd, én goed kunnen worden onderhouden, én in een totaal financieel plaatje passen. Daar heb je zelf natuurlijk kennis van, maar die zit ook bij die partijen die het werkelijk uitvoeren en kunnen calculeren en kunnen onderhouden. Dus als je daar een samenwerking mee aangaat is dat perfect. Zo moet je eigenlijk altijd werken. Alleen krijg je niet altijd de kans om dat te doen.
Wat ik bij dit project wel een beetje gemist heb is dat de partijen die erbij betrokken waren niet konden voortborduren op eerdere ervaringen met het materiaal. We hebben teveel met elkaar moeten ontdekken over de mogelijkheden. Het is een leerproces geweest.

Hoe zijn tijdens dit leerproces de uitgangspunten en bevindingen ten aanzien van het belang van de druksterkte ontwikkeld?
Op een gegeven moment is er niet meer zo'n behoefte aan het verhogen van die druksterkte.

Uitkijktoren Peize



Constructies bestaan altijd uit een samenspel van trek en druk. Hoe je het ook wendt of keert. Als je de druksterkte gaat opvoeren en je doet tegelijkertijd niets aan de treksterkte, dan groeit het samenspel op een gegeven moment uit elkaar. We hebben hier ook gemerkt, bijvoorbeeld voor de kolommen, dat je een aantal praktische maten nodig hebt om krachten in te leiden. Als je die maten hanteert voor je kolom, dan heb je gewoon geen B200 nodig, maar heb je aan B100 al meer dan voldoende. Dus je nut de capaciteit van het materiaal niet uit. Voor mij zou een verder onderzoek naar het nog verder opvoeren van de druksterkte van beton niet zo veel zin hebben. De stijfheid neemt niet evenredig toe en de treksterkte neemt niet evenredig toe. Dat zijn twee zwakheden. Op een gegeven moment wordt dus de vervorming maatgevend in plaats van de sterkte. Dat was voor mij een leerpunt. Een ander punt is dat ik veel zie in de toepassing van vezelversterkt beton, met nog maar een minimale wapening daaraan toegevoegd. Hybride wapening. Dat is voor mij absoluut de toekomst.

Zie je een rijke toekomst voor ultra-hogesterktebeton in de bouw? Of eigenlijk alleen maar voor hele specifieke toepassingen?

Ik zie het meer voor specifieke producten. Het kan bijvoorbeeld een mooie toepassing zijn voor gevelelementen. Ik zie ook mogelijkheden bij een toepassing als blijvend bekistingselement. Dat je een constructie maakt met dunwandige ultra-hogesterktebeton panelen aan de buitenzijde, en de tussenruimte vult met normaal beton. Waarbij je optimaal gebruik maakt van de dichtheid en onderhoudsvriendelijkheid van het materiaal, en niet het dure materiaal hoeft te gebruiken voor de volle doorsnede.

In ieder geval is het nodig dat je de goede eigenschappen; hoge druksterkte, weinig poriën dus duurzaam, een mooi glad egaal uiterlijk, allemaal gebruikt om het ook financieel aantrekkelijk te houden.

Klaas Visser is directeur van Haitsma Beton. Haitsma Beton is totaalleverancier in prefab beton voor de utilitietsbouw en infrastructuur. Haitsma verzorgt ook de engineering, treedt op als (constructie) adviseur en organiseert transport en montage.

Wat was jullie ambitie met deze casestudy?
Innovatie is nodig. Het liefst op een wijze dat je het winstgevend kunt toepassen. Dat is reëler dan dat je in het wilde weg bezig bent. En we willen deze ontwikkeling graag meemaken. Waar ik op zich wel heel snel achter kwam is, als je zo’n project ziet, dat je je realiseert dat het niet voor gigantische hoeveelheden geschikt gemaakt kan worden. Het materiaal is naar verhouding heel duur. Waar je het constructief kunt toepassen is het interessant. Je komt heel snel op slanke dingen, dan heb je minder hoeveelheden nodig. En de combinatie met andere materialen, met staal bijvoorbeeld, is belangrijk. Daarnaast is de verwerking een factor van belang. We hebben het afgelopen jaar geleerd hoe we het moeten doseren en mengen. Hoe je het stort is ook van invloed op wat er ontstaat. Dat moet je allemaal leren door het te doen.

Wat zijn in jullie ervaringen de cruciale factoren gebleken?
Het mengsel zelf maken lukte gaandeweg wel, het toevoegen van de hulpstoffen gaat goed. Het goed doseren van de vezels gaat ook al beter. De combinatie met een zelfverdichtend mengsel is wel lastig. We kennen zelfverdichtend beton als een mengsel dat heel makkelijk vloeit. Dat zijn we gewend, daar gaan we goed mee om. Nu stop je er vezels in, en komt het er weer moeizaam uit. Bovendien is de wijze waarop de mal wordt gemaakt van invloed. Dat zijn allemaal dingen waar je pas achter komt als je er mee bezig bent.

Is het goed bevallen om vanaf het eerste begin betrokken te zijn bij een experimenteel proces als deze casestudy?
Wij zijn gewend om ergens pas bij te komen als in feite de ontwerpbeslissingen al genomen zijn. Nu was het zo dat we er al in een heel vroeg stadium bij zitten. Zo vroeg dat je je soms afvraagt of wij nou de partij moeten zijn om te zeggen hoe een vorm eruit moet zien. Normaal gesproken moeten de ontwerpers en de constructeurs dat toch doen. Je moet nu echt naar elkaar toe groeien, en dat is wel een leuk leerproces. Je krijgt zo wel de kans je specialisme steeds meer in te brengen.

Is het mogelijk dat, met de kennis die nu is opgebouwd, in een vervolg nog veel verder gegaan kan worden met bijvoorbeeld de slankheid van de treden?
Ik denk het wel. Maar je moet hier wel meer ervaring mee opdoen. Toen we met z’n allen overstapten van het traditioneel beton naar zelfverdichtend beton, wisten we hoe het moest, maar eer dat we echt een goede ligger produceerden, zonder ontmenging, waren we ook twee

Siebe Bakker in gesprek met Klaas Visser, producent Uitkijktoren Peize
tekst: Siebe Bakker

jaar verder. Je moet eerst leren wat je ontdekt hebt. Innovaties moet je eerst goed kunnen toepassen, voordat je de volgende stap neemt.

Naast de traptreden zijn er ook nog de 'stemvork' en de hybride ligger. Wat zijn jullie daar voor uitdagingen tegengekomen?
Het bleek eigenlijk heel duur te zijn om die te maken, want je moet een gigantische mal hebben. Nu zijn we aan het kijken hoe we die stemvork in twee delen (elkaars spiegelbeeld) kunnen maken. Dat kan schelen. Dan moet er wel een verbinding gecreëerd kunnen worden.

Wat zijn nu de belangrijkste factoren gebleken voor het werken met ultra-hogesterktebeton?
Er zijn eigenlijk twee criteria. De stijfheid – de doorbuiging - en de sterkte.

Zie jij dat er een grotere acceptatie van dit soort speciaal beton gaat komen, dat de ontwikkeling die kant op gaat?
De acceptatie is er al. Het is meer aan de constructeur om te kijken hoe we het verder kunnen ontwikkelen. Te onderzoeken wat voor constructieve elementen je er van kunt maken. Als het zwaar en massief moet zijn, dan is het zonde van dit materiaal. Maar als het slank en sterk moet zijn, dan kan het wel.

Traptrede - Uitkijktoren Peize

Ontkisten traptrede - Uitkijktoren Peize

Team Helix Nigtevecht: Rogier De la Rive Box - De la Rive Box Design Management; Rob Vergoossen - Royal HaskoningDHV; Valentijn Blonk & Paul de Vries - Romein Beton; Gregor Zimmermann - G.tecz

Arjan Dingsté & Rogier De la Rive Bix - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

Rogier De la Rive Box

Nigtevecht, een klein dorp onder de rook van Amsterdam. Door zijn geïsoleerde ligging een oase van rust aan de oever van de Vecht en een geliefde bestemming voor fietsers. Het dorp wordt van Amsterdam gescheiden door het Amsterdam-Rijnkanaal.
Om het gebied toegankelijker te maken voor recreanten werd besloten bij het dorp een fietsbrug aan te leggen. Dat zou een brug moeten worden met een overspanning van ruim honderd meter en twee aanbruggen van elk zo'n tweehonderd meter. Voor het dorp een forse bedreiging gezien het kleinschalige karakter van de bebouwing en de kwetsbaarheid van het landschap. Eerder gepubliceerde voorstellen deden het ergste vrezen. Om deze dreiging op een positieve manier te keren, werd besloten om als burgerinitiatief zelf een voorstel uit te werken. Als industrieel ontwerper en gespecialiseerd in design management heb ik me gedurende enige jaren bezig gehouden met het ontwerp. De brug vormde zowel een interessante pilot voor technologische innovatie als voor het ontwerpproces.

Het ontwikkelen van een brug buiten een formele opdracht bood mogelijkheden die bij een normale aanbesteding zelden geboden worden. Reguliere aanbestedingen zijn doorgaans gebaseerd op nauw omschreven specificaties. Ze zijn vaak een mengeling van functionele, esthetische en formele eisen maar ook van ingeslopen minder rationele eisen. Zelfs bij een Design & Construct aanbesteding is zelden sprake van een volledig neutrale, puur functionele specificatie. Vaak sturen specificaties – gewild of ongewild – in een bepaalde richting. Soms ingegeven door conventies of uit een misplaatst streven naar zekerheid, soms omdat uit gemak standaard teksten worden gebruikt of omdat bepaalde belangen de specificatie in een bepaalde richting sturen. In een eerder opgesteld PVE voor deze fietsbrug werden bijvoorbeeld maten geformuleerd die zinvolle toepassing van bepaalde materialen en uitvoeringsvormen uitsloten. Deze niet functionele beperkingen vormen een forse drempel voor de introductie van innovatieve oplossingen.

Voor de toepassing van nieuwe materialen zoals ultra-hogesterktebeton is meer nodig dan kennis, kunde en kengetallen. Deze aspecten hebben slechts betrekking op het product. Voor de introductie van innovatie is evenzeer vernieuwing nodig op het gebied van het proces.
Binnen de discipline van het industrieel ontwerpen zijn product en proces onlosmakelijk verbonden. Bij elke beslissing over de uitvoering of vormgeving van het product speelt parallel de wedervraag over het proces: hoe wordt het gemaakt en wat betekent dat voor de kostprijs. Het is me in de

Helix Nigtevecht

afgelopen jaren opgevallen dat in de bouwwereld de koppeling tussen product en proces minder evident is. Door toenemende specialisatie zijn er afzonderlijk opererende productgeoriënteerde en procesgeoriënteerde marktpartijen ontstaan. De samenwerking tussen die twee vindt dan pas plaats in het uitvoeringstraject. Voor innovatie zou het wenselijk zijn om de hechte koppeling in de vroegste fase van de ontwikkeling te hebben zoals gebruikelijk is bij de ontwikkeling van industrieproducten. De brug bij Nigtevecht bood een unieke mogelijkheid om in een civiel bouwwerk het voordeel van de vroegtijdige koppeling tussen proces en product uit te diepen.

Zero-base design

Om het product maximaal te laten profiteren van kansen hanteer ik voor het proces het principe van ‘zero-base design’. Het begrip is ontleend aan een management techniek: zero-base budgeting. Dit vereist enige toelichting.
Het begrip zero-base budgeting is als managementinstrument ontstaan als reactie op de traditionele budgettering: ‘incremental budgeting’. Deze traditionele budgetteringsmethoden gingen uit van historische kengetallen. Ofwel: vernieuwing op basis van het bestaande. Bij zero-base budgeting wordt bij het opstellen van het budget het nulpunt als uitgangspunt genomen. Een voorbeeld van de traditionele benadering is de vraag hoe een bestaand machinepark renderend gemaakt kan worden met nieuwe producten. Bij de zero-base benadering wordt de vraag gesteld hoe producten met de beste kostenbaten verhouding kunnen worden geproduceerd, los van de investeringen in het verleden. Vertaald naar ontwerpen: Het vernieuwen op basis van het bestaande is het geven van een nieuw antwoord op een oude vraag. Zero-base design is het vernieuwen op basis van een nieuwe vraagstelling. Zero-base design gaat dus uit van een ‘tabula rasa’, een onbeschreven blad. Het beperkt zich niet tot bepaalde materialen of productietechnieken die voorhanden zijn. Maar het neemt ook niet voor lief dat een vraag die enige jaren geleden relevant was, ook nu nog geldt.

In de praktijk is dat lastig uitvoerbaar omdat een onderneming juist vaak wel gericht is op specifieke materialen, beschikbare technieken en historisch gegroeide kennis van de markt. Daarom is een pilot project zo nuttig. Vanuit een nieuwe, zuivere vraagstelling kan dan gezocht worden naar oplossing met de optimale kostenbaten verhouding waarbij nieuwe technologische mogelijkheden beoordeeld kunnen worden. Voor de brug bij Nigtevecht waren alle ingrediënten aanwezig. De vraagstelling was helder en de randvoorwaarden waren bekend. Er waren geen oneigenlijke belangen omdat het initiatief voor het ontwerp uit de hoek van de gebruikers kwam en niet –zoals

Helix Nigtevecht

gebruikelijk- uit de hoek van overheid of bedrijfsleven.
Het ontwerp is dus primair benaderd vanuit de belangen van de gebruiker. In enge zin betreft dit de recreanten en de bevolking van Nigtevecht. Maar in bredere zin betreft het ook de toekomstige generaties. Een beperking van de milieudruk en CO_2 uitstoot zijn dan dus ook ‘gebruikersaspecten’. Voor de bevolking was de reductie van negatieve effecten het belangrijkste criterium. Een belangrijk uitgangspunt voor het ontwerp was dan ook het realiseren van een minimale ingreep in het landschap en het beperken van de onderhoudskosten omdat die door de lokale gemeenschap gedragen zouden moeten worden.

Ontwerpen op een ‘tabula rasa’

Het logische startpunt voor het ontwerp van een brug is het zoeken naar een minimaal gewicht van het brugdek. Uit overleg met de TU Delft bleek de technologie van kunststof composiet voldoende ontwikkeld te zijn voor deze constructieve toepassing. Maar er bestond onvoldoende hard bewijs voor het gedrag van het materiaal op lange termijn. Daarom werd gekozen voor een hybride uitvoering. In samenwerking met Hollandia en het ingenieursbureau Lightweight Structures is een slanke boogbrug ontwikkeld met een brugdek in composiet en een boog van staal. De constructie bleek niet alleen veel lichter te worden dan vergelijkbare modellen in klassieke materialen maar ook voordeliger in prijs. Dat was verrassend omdat composiet bekend staat als ‘duur’. Uit deze paradox bleek het nut van de zero-base benadering: door gebruik van het relatief kostbare maar lichte materiaal kon zodanig bespaard worden op de overige constructie dat het per saldo lager uit kwam.

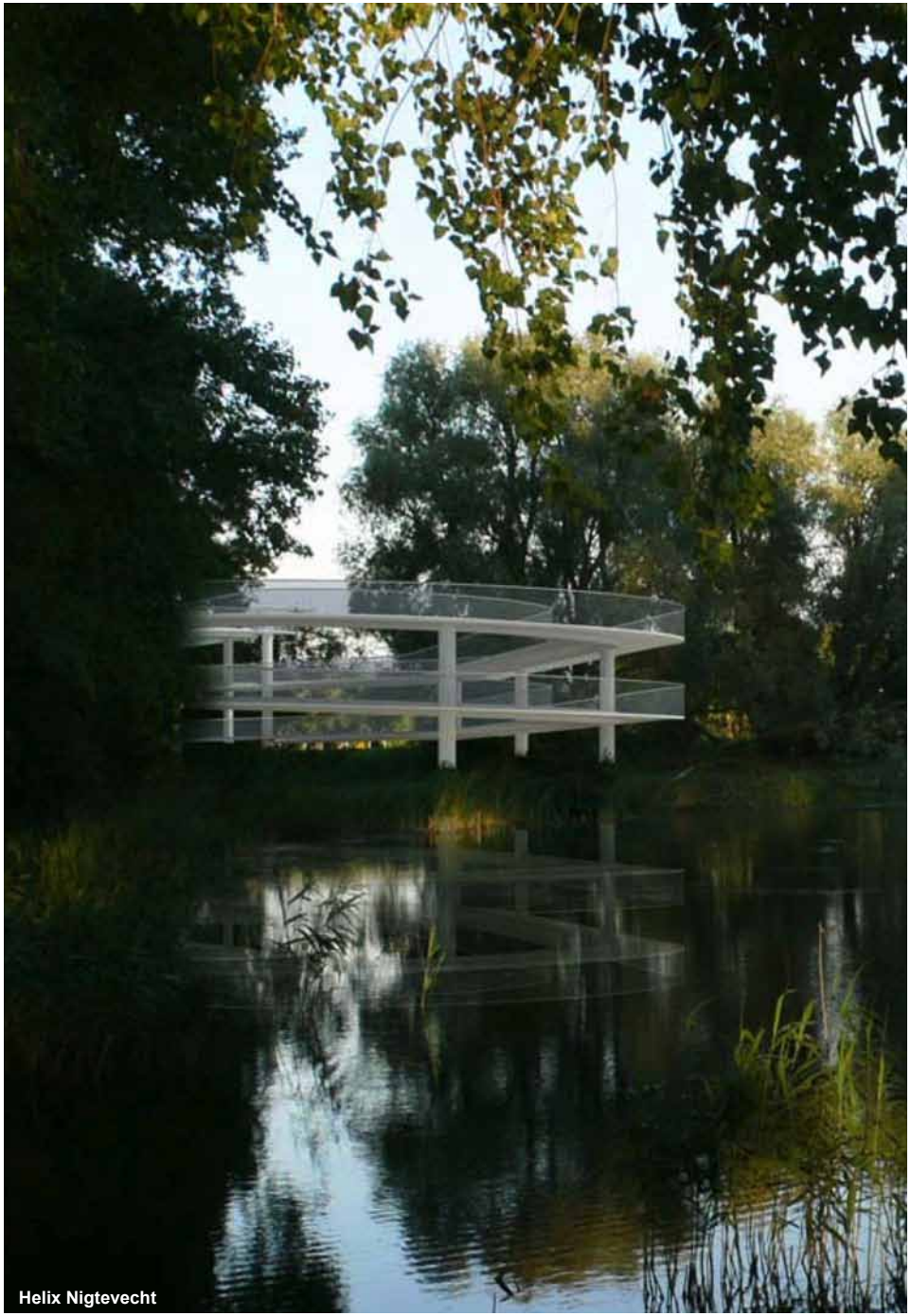
Een dergelijke benadering is ook gehanteerd toen overwogen werd om de opritten uit te voeren in ultra-hogesterktebeton. De grondstoffen voor UHSB zijn aanzienlijk kostbaarder dan voor standaard beton. De economische haalbaarheid van dit materiaal ten opzichte van traditionele materialen moest dus in het ontwerp gezocht worden.
Om het landschap te ontzien was het wenselijk om de opgang zo compact mogelijk te maken. De eerste keus was dan ook om de hellingbaan te ‘stapelen’. Door de baan schroefvormig uit te voeren zou een geringe ‘voetafdruk’ ontstaan en ontstond een voordelige repetitie van identieke elementen.

Bij een hellingbaan voor fietsers gelden normen voor de hellingshoek en de vrije hoogte. Bij het dimensioneren van de spiraalvormige oprit gelden deze dus als vaste waarden. De minimale diameter van deze helix wordt bepaald door de dikte van het wegdek. Naarmate de dikte van het

wegdek toeneemt, neemt ook de diameter toe. In de doorrekening door Royal HaskoningDHV bleek dat het wegdek van de helix bij uitvoering in UHSB tot slechts 5 cm kon worden terug gebracht. Hierdoor kon dus ook de diameter minimaal worden gehouden. De minimale dikte en de compactheid van de constructie leidt daarmee tot een enorme reductie in massa. Ook hier bleek de zero-base benadering nuttig. Door volledig te 'ontwerpen vanuit het materiaal' bleek een kostbaar materiaal toch op prijs te kunnen concurreren.

Hoe weerbarstig de introductie van nieuwe materialen is, bleek de afgelopen jaren. Nadat het ontwerp voor deze fietsbrug was gekozen voor uitvoering had de provincie Noord-Holland een traditioneel denkend ingenieursbureau gevraagd om het werk nog eens over te doen. Daarbij werd ook een nieuwe locatie gekozen voor de brug. Terwijl er op de oorspronkelijke locatie geen fysieke ruimtelijke beperking was, gold dat wel voor de nieuwe locatie. De opgang diende geplaatst te worden op een smal landhoofd. Het door de provincie ingehuurde ingenieursbureau had twee varianten uitgewerkt in traditionele materialen. Beide varianten bleken een flink stuk in het water te moeten worden gebouwd omdat door de dikte van het wegdek de radius van de bocht in de aanbruggen zeer ruim moest worden genomen. Die varianten bleken zodanig kostbaar dat het budget ruim werd overschreden. In dit geval werd de uitvoering in traditionele materialen kostbaar door het bouwen in het water en het moeten aanbrengen van remmingwerken etc. Onnodig kostbaar. Want door de uitvoering in UHSB kon de aanbrug binnen de contour van het landhoofd worden gedimensioneerd. Dus zelfs wanneer de kosten van de uitvoering in UHSB gelijk liggen aan de kosten voor traditionele uitvoering komt de uitvoering in UHSB in dit geval voordeliger uit omdat bespaard worden op secundaire bouwkosten.
Overigens moeten bouwwerken met nieuwe materialen als kunststof composiet en UHSB niet alleen worden beoordeeld op de stichtingskosten. Door het onderhoudsvrije karakter wordt aanzienlijk bespaard op onderhoudskosten. De constructies in nieuwe materialen dienen dus berekend te worden op hun 'total cost of ownership' over een periode van minimaal twintig jaar.

Helix Nigtevecht


Helix Nigtevecht

Team Parkbrug Voorstonden: Maurice Nio, Matteo Serafini & Anja Verdonk - NIO architecten; Rogier van Nalta & Jan Verstegen- Pieters Bouwtechniek; Jan Dekkers, Steffen Grünewald & Rob Huijben - Hurks Prefabbeton; Leo Gielbert - Strukton Civiel; Tony de Haan - Natuurmonumenten

Parkbrug Voorstonden

Steffen Grünewald, Rogier van Nalta, et al. Voorstonden

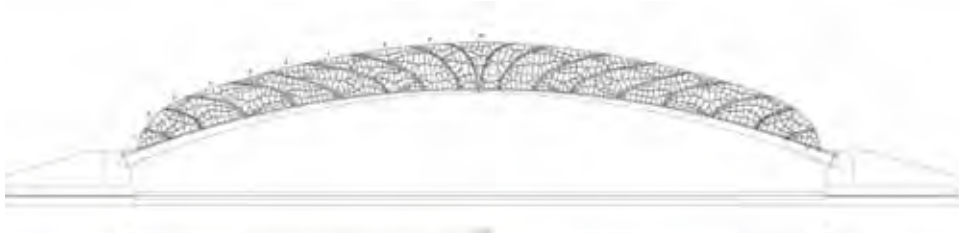
Eén van de drie UHSB-casestudies van het Cement&BetonCentrum is gewijd aan de bouw van een parkbrug in het landgoed Voorstonden (gemeente Brummen, eigendom van de vereniging Natuurmonumenten). Voor deze realistische case is een ontwerpteam gevormd waarin architectuur, constructie, productie en uitvoering zijn samengebracht. Maximale slankheid en een organisch beeld zijn de leidende thema's in het ontwerp. Met als uitkomst het 'dunste (betonnen) brugdek ter wereld' en een filigreine leuning.

Toen de vereniging Natuurmonumenten eigenaar werd van het landgoed Voorstonden werd een plan gemaakt om het sterk verwaarloosde bos met waterlopen en vijvers weer in ere te herstellen. Bij de reconstructie van het cultuurhistorisch waardevolle parkbos moest op de plaats van de originele 'takkenbrug' een nieuwe voetbrug komen. Op de locatie van de brug was een overspanning van circa 18 m nodig om een onbelemmerde waterstroming door de beek te verzekeren. De opgave lag vooral in de inpassing van de constructie in de kwetsbare natuurlijke omgeving, letterlijk en figuurlijk. Het eindbeeld moest harmonieus zijn en de uitvoering moest respect tonen voor de kleinschaligheid van het park.

Als casestudie was deze bouwopgave in bescheiden omvang prima. Er was immers sprake van een realistisch project. Het was niet alleen een theoretische oefening; er bestond wel degelijk ook kans op uitvoering als de oplossing in ultra-hogesterktebeton in bouwkosten concurrerend zou zijn met alternatieve oplossingen. Daarnaast was opdrachtgever Natuurmonumenten gemotiveerd om met beton iets bijzonders te doen. De vereniging is niet alleen eigenaar van natuurmonumenten, maar ook 's lands grootste eigenaar van gebouwde monumenten. Hun ambitie is als volgt verwoord: "We bouwen liever niet. Maar als we bouwen, dan graag ook meteen een monument." In die visie zijn duurzaamheid en levensduur belangrijke voorwaarden. En in dat opzicht doet ultra-hogesterktebeton een grote belofte.

De architect wilde de brug helemaal in beton maken. Inspiratie voor het architectonische beeld is gevonden in de bladnerfstructuur van het overvloedige bladertapijt ter plaatse. Zo ontstond een constructieve scheiding tussen brugdek en leuning. Constructief zou het logisch zijn geweest de leuning te gebruiken als een ligger voor verstijving van een dun brugdek. Echter, omdat de balustrade zo slank mogelijk werd gehouden, kon hij niet meewerken aan de draagfunctie van het

Dit artikel is eerder verschenen in Cement, 6-2012, pag. 34-38



Parkbrug Voorstonden

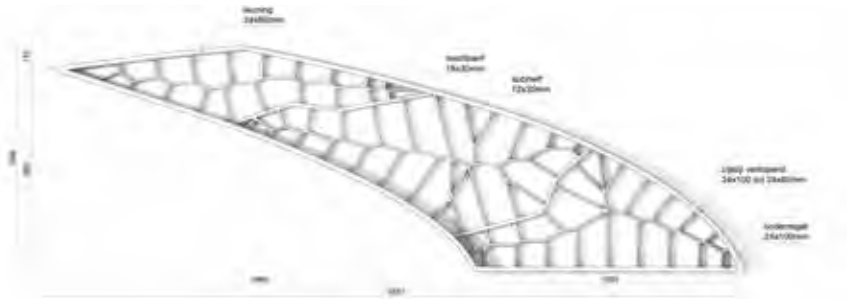
brugdek. Het brugdek is gebruikt als opgave om de sterkte en slankheid van UHSB te testen. De leuning is gebruikt om de beloofde vormvrijheid van het materiaal te benutten.

Het brugdek

Het brugdek is ontworpen op een belasting van 500 kg/m2. Doel was een zo dun mogelijk brugdek, met als randvoorwaarde dat de leuning constructief niet mocht meewerken. De optimale constructie voor een dun brugdek is de boogvorm. Zeker voor UHSB is deze vorm zeer geschikt omdat het brugdek hierbij voornamelijk op druk wordt belast en de druksterkte van UHSB veel hoger is dan van normaal beton. Nadeel van een boogbrug is echter dat de horizontale spatkracht moet worden afgedragen. Dit is opgelost door de landhoofden onder het water van de ondiepe beek te koppelen. De boogvorm van het brugdek is hiervoor als het ware doorgetrokken in het landhoofd tot vlak onder de bodem van de beek. Aandachtspunt bij boogbruggen is de gevoeligheid voor verplaatsing van de opleggingen. Een kleine verplaatsing van het steunpunt heeft grote gevolgen voor de krachtswerking in de boog. Door het brugdek in te klemmen in de landhoofden is de invloed hiervan verkleind. Dit zorgde er bovendien voor dat het moment in het midden van de overspanning werd beperkt. Uiteindelijk ontstond een optimale krachtswerking voor een robuust en zeer dun brugdek.

Met het UHSB dat Hurks beschikbaar had kon het brugdek een verlopende dikte krijgen van 330 mm bij de steunpunten naar 120 mm in het midden van de overspanning. Om de brug een nog slanker aanzicht te geven, is het dek naar de zijkanten toe nog eens verjongd tot 80 mm. De belasting op de brug resulteert in een steunpuntsmoment van 410 kNm en een veldmoment van 98 kNm. Ter vergelijking: als ligger op twee steunpunten zou het veldmoment 2060 kNm zijn geweest. Een groot verschil dus met de boogvorm. Qua vervorming bleek de brug zoals beoogd inderdaad zeer stijf. De verticale vervorming bedroeg minder dan 40 mm en de opleggingen hadden een horizontale verplaatsing van maximaal 13 mm.

Vanwege de malkosten en het transport wordt het brugdek in twee identieke delen geprefabriceerd, met een voeg precies in het midden van de overspanning. Op de bouwplaats worden de twee helften neergelegd op stempels en op het landhoofd. Vervolgens worden de twee helften gekoppeld met een natte verbinding. Daarna wordt het brugdek momentvast aangestort aan het landhoofd.



Leuningelement - Parkbrug Voorstonden

De balustrade

Het bladmotief van de leuning is onderwerp geweest van zeer uitvoerige discussies. Het esthetische beeld is verbluffend, maar technisch razend ingewikkeld. Geheel in overeenstemming met de casestudiegedachte zijn de technische grenzen opgezocht. De balustrade bestaat uit verschillende elementen die in horizontale richting niet zijn gekoppeld en daarom ook niet constructief meewerken bij het brugdek. Toch zal hij momentvast moeten worden gekoppeld aan het brugdek. Terwijl de architect uitgaat van een volledig betonnen oplossing van de verbinding, is er bij de constructeur behoefte aan stalen verankeringen. Conform de veiligheidsvoorschriften moet worden gerekend op een forse horizontale kracht van 1 kN/m op de bovenrand van de leuning. Dat vergt een grote stijfheid van de verbinding leuning-brugdek. Er waren ook veel vragen over de fabricagemogelijkheden, zoals: ‘Wat zijn in het productieproces de kleinste maten voor de ‘nerven’?’

Voor de balustrade is een speciaal mengsel ontworpen. De maximale korreldiameter van dat mengsel was 1 mm en het vezelgehalte (mengsel van 12 en 20 mm staalvezels) was 300 kg/m3. Uitgaande van staalvezelbeton kan de traditionele betondekking vervallen. Maar er is toch een praktische maat nodig om het vezelbeton in te kunnen gieten, en ook een minimale maat om voldoende robuustheid te hebben tegen stoten en slagen. Ook de economische afwegingen spelen een rol. Welke repetitie is er mogelijk? Vormvrijheid leidt al snel tot kostbare mallen. Eenmalig gebruik maakt dat onbetaalbaar. Wat te denken van de productietechniek? De nervenstructuur wordt gekenmerkt door veel ingesloten ‘sparingen’. Gezien het hoge cementgehalte van UHSB is de krimp in de verhardingsfase veel hoger dan gebruikelijk. Daardoor is het risico van scheurvorming tijdens de verharding ook groot, vooral rondom de ingesloten sparingen.

Uiteindelijk is besloten de mogelijkheden van UHSB te onderzoeken door een proefelement te maken van het zeer ranke ontwerp. De eisen aan het mengsel waren hoog: 1) het element moest ongescheurd uit de mal komen en 2) in de uiterste grenstoestand was een karakteristieke buigtreksterkte van minimaal 27,8 N/mm2 vereist, die afgeleid is van een haalbaar geachte ontwerpwaarde. Bij het ontwerp van de nerven werd rekening gehouden met het te verwachten trekgedrag van het toegepaste mengsel. Veiligheidsfactoren zijn in de ontwerpwaarde van de buigtreksterkte meegenomen.
De leuning heeft drie verschillende doorsneden. Te onderscheiden zijn de randbalk, de dragende nerven en de nerven die de randbalk en dragende nerven verbinden. De dikte van de nerven

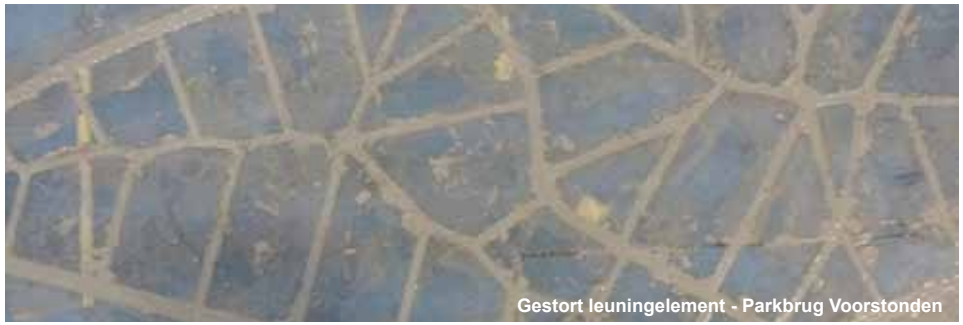
Storten leuningelement - Parkbrug Voorstonden

varieert tussen 12 en 24 mm. Bij het ontwerp van de nerven werd ervan uitgegaan dat een voetganger op een nerf zou mogen stappen zonder dat de nerf kapot gaat of een grotere vervorming ontstaat. De balustradeleuning wordt door zijstijlen met ankers gekoppeld met het brugdek.

Het ontkisten vraagt speciale aandacht omdat het betonoppervlak vrij groot is en hijsankers moeilijk zijn te plaatsen. Tijdens vooronderzoek werd de geschiktheid van een aantal maltypen onderzocht en werd voor het storten UHSB met staal- en kunststofvezels toegepast. Omdat maar één balustrade-element zou worden geproduceerd, viel de keuze op een gelakte polystyreenmal die volgens de ontwerptekening uit kunststofblokken gefreesd werd.

Om de leuning te kunnen produceren en aan de hoge eis met betrekking tot buigtreksterkte te kunnen voldoen, werd een geoptimaliseerd UHSB-mengsel ontwikkeld. Korte en langere staalvezels werden in een combinatie toegevoegd. Het balustrade-element werd drie dagen na het storten ontkist. Probleem daarbij was dat UHSB in de eerste dagen na het storten meer kan krimpen dan conventioneel beton in weken. Autogene krimp treedt op en spanningen ontstaan, vooral door de zeer fijne poriën en een tekort aan water; de water-cementfactor van UHSB is duidelijk lager dan voor een volledige hydratatie noodzakelijk zou zijn. Autogene krimp vindt ook plaats als beton tegen uitdroging is beschermd.

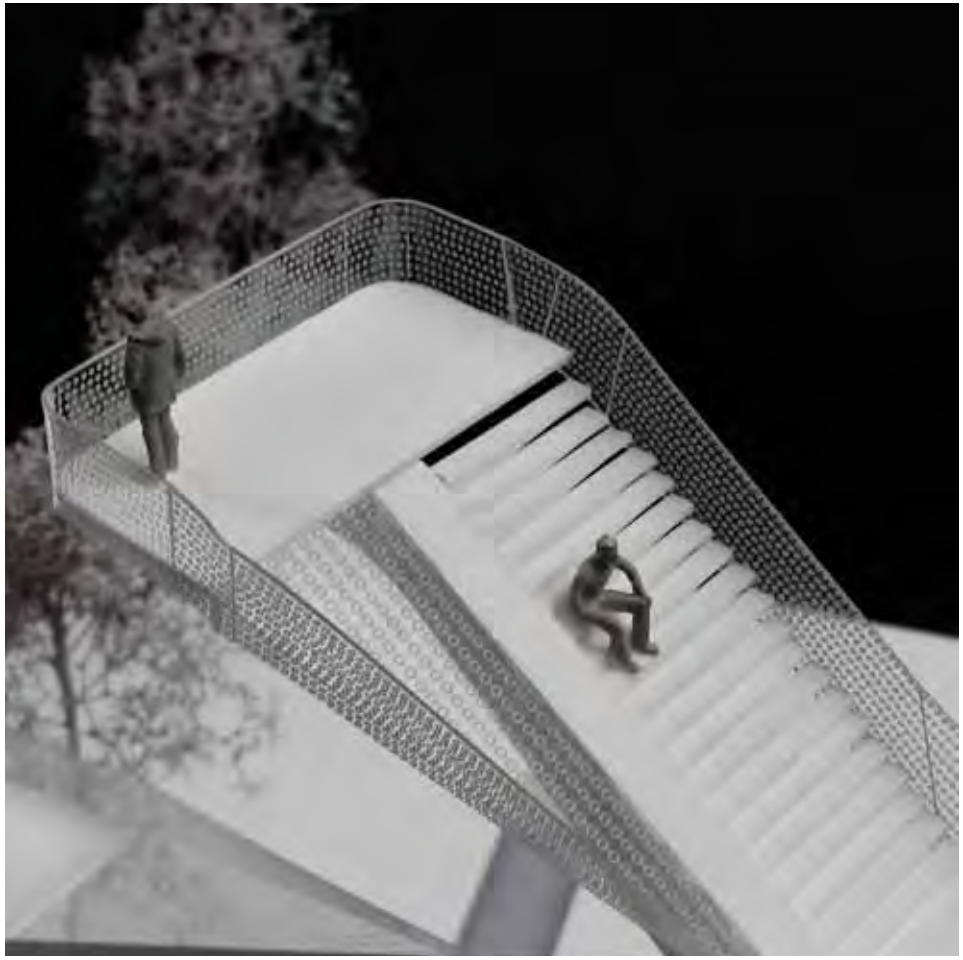
In samenwerking met de Technische Universität Dresden werden proeven uitgevoerd naar de invloed van polymeren op de autogene krimp van UHSB. De polymeren hebben een grote invloed op de vervorming van het proefstuk (35% krimpreductie), die vooral in de eerste vier dagen na het storten plaatsvindt.
De toegevoegde polymeren hadden ook een grote invloed op de verwerkbaarheid. De vereiste aanpassing van de mengselsamenstelling met betrekking tot de waterbehoefte had gevolgen voor de sterkteonwikkeling. In vergelijking met het referentiemengsel zonder polymeren (druksterkte: 165 N/mm2) was de druksterkte slechts 122,5 N/mm2 na 28 dagen (na zeven dagen: 117,1 N/mm2). De invloed op de buigtreksterkte was kleiner (buigtreksterkte na zeven dagen: 35,3 N/mm2, met een standaardafwijking van 4,6 N/mm2; en na 28 dagen: 36,5 N/mm2, met een standaardafwijking van 2,5 N/mm2). De buigtreksterkte werd bepaald met prisma's van 40/40/160 mm. De proeven werden krachtgestuurd uitgevoerd.


Gestort leuningelement - Parkbrug Voorstonden

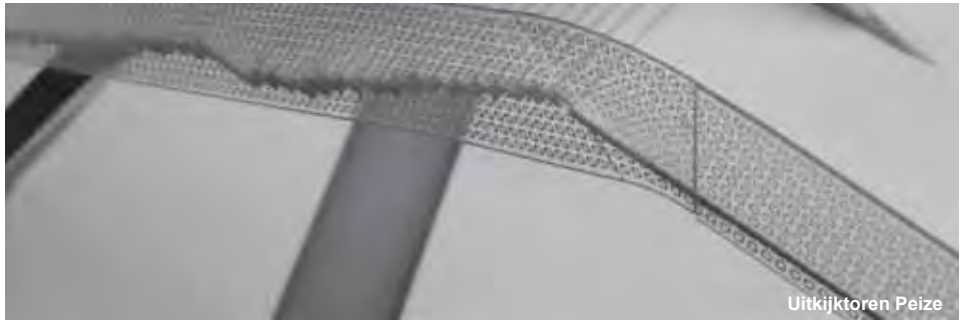
Bouwkosten en toekomstperspectief
Zoals aangegeven, zijn de grenzen van het materiaal, constructie en productietechniek voor de Parkbrug opgezocht. Vanuit de opdrachtgeverszijde was er geen taakstellend budget aangegeven. Het zal dan ook geen verwondering wekken dat het brugontwerp nogal duur is uitgevallen. Voor een eenmalige uitvoering is dat dan ook niet haalbaar gebleken. Inmiddels heeft Natuurmonumenten voor dit project gekozen voor een traditionele houten brug, voor circa een kwart van de kosten die voor de UHSB brug nodig zouden zijn geweest. Op het gebied van duurzaamheid en onderhoud scoort deze houten brug echter minder goed. De keuze is begrijpelijk, zeker ook gezien de huidige context van economische crisis en drastische beperking van bouwbudgetten.

Niettemin heeft de opdrachtgever zijn grote waardering voor het ontwerp uitgesproken en de wens om in de toekomst tot realisatie te komen. Van belang blijft de vraag of de UHSB brug bij uitvoering voor een serie bruggen wel concurrerend zal zijn ten opzichte van alternatieven, die qua beeld en duurzaamheid gelijkwaardig zijn.

Parkbrug Voorstonden



Team Uitkijktoren Peize: Arjan Dingsté, Marc Hopperman & Marianthi Tatari - UNStudio; Erik Brok & Frans van Herwijnen - ABT; Klaas Visser - Haitsma Beton; Wim Noordzij - BAM Utiliteitsbouw; Tony de Haan - Natuurmonumenten



Uitkijktoren Peize

UNStudio

Uitkijktoren Peize

Natuurmonumenten heeft donderdag 22 september op het mini-symposium ‘Beleef de natuur met innovatief beton’ in Peize, uit handen van het Casestudieteam Ultra-hogesterktebeton, een ontwerp ontvangen voor een uitkijktoren aan de rand van het natuurgebied ‘De Onlanden’. Het ontwerp is het resultaat van een studie naar de mogelijkheden van optimale toepassing van ultra-hogesterktebeton. Natuurmonumenten heeft het ontwerp cadeau gekregen en gaat op zoek naar financiering voor de realisatie van de uitkijktoren.

Regiodirecteur Wilfred Alblas melde trots, ‘blij verrast te zijn met het schitterende ontwerp’.
De uitkijktoren is het resultaat van één van de drie casestudies die, op initiatief van het Cement&BetonCentrum zijn uitgevoerd naar de toepassing van ultra-hogesterktebeton in de bouw. Hans Köhne, namens het Cement&BetonCentrum initiatiefnemer van de casestudies, licht toe dat ‘het UHSB zich onderscheidt van gewoon beton doordat het een enorm hoge dichtheid heeft, staalvezels bevat en een extreem fijne korrelopbouw heeft. Deze bijzondere eigenschappen maken het mogelijk grote drukspanningen toe te laten in slank gedimensioneerde constructies.“
In de casestudieteams werden twee bruggen en de uitkijktoren ontworpen. Het plan van Natuurmonumenten een uitzichtpunt te maken in natuurgebied ‘De Onlanden’ vormde een geschikte opgave voor de casestudy. Bij aanvang is afgesproken dat Natuurmonumenten als opdrachtgever de studieresultaten kosteloos zou ontvangen. Nu hebben de partners in het team bovendien aangeboden het ontwerp zonder winstoogmerk te realiseren. Als symbool daarvan zijn zowel de maquette als de eerst geproduceerde betonnen traptrede aangeboden aan Natuurmomenten.

Casestudie Uitkijktoren Ultra-hogesterktebeton

De uitkijktoren aan de rand van het natuurgebied ‘de Onlanden’, ten zuidwesten van de stad Groningen is ontworpen door architectenbureau UNStudio in samenwerking met ABT, BAM en Haitsma Beton. Doel van de studie was de eigenschappen van ultra-hogesterktebeton optimaal toe te passen in een realistisch en functioneel ontwerp. In het integrale projectteam met ontwerpers, ingenieurs en bouwers is gezocht naar een oplossing waarin architectuur en constructie elkaar versterken. Volgens Ben van Berkel (Co-Founder/ Principal Architect UNStudio) heeft de casestudie het ‘Inventive Materials Research Platform’ van UNStudio de mogelijkheid geboden de toepassing van UHSB te onderzoeken in een integraal team en het potentieel van dit nieuwe materiaal ook daadwerkelijk te testen in een echte constructie’.

Dit artikel is eerder verschenen als persbericht van UNStudio op 22 september 2011.

Ultzicht - Uitkijktoren Peize

Ultkijktoren Peize

Ontwerp

Als Natuurmonumenten voldoende financiële ondersteuning vindt, zal de 25 meter hoge uitkijktoren worden gerealiseerd aan de bosrand van het natuurgebied ‘de Onlanden’. Na realisatie zal de toren circa 5 meter boven de bomen uitsteken en uitzicht bieden op het 3.000 hectare tellende natuurgebied dat is ingericht als de grootste waterberging van Nederland.

Het ontwerp voor de uitkijktoren begeleidt de bezoekers in een vloeiende beweging over 134 treden omhoog naar het hoogste uitkijkpunt. Via de eerste trap worden de bezoekers naar het eerste plateau geleid op 10 meter hoogte. Hier wordt een keerbeweging ingezet die de bezoekers laat terugkijken naar het met de houtwal omzoomde weidegebied. De volgende trap leidt de bezoekers door de boomkronen naar het tweede plateau, dat op 20 meter hoogte uitzicht biedt over het natuurgebied richting de stad Groningen. Via de laatste trap wordt tenslotte het hoogste plateau bereikt op 24 meter, dit plateau geeft rondom een vrij en weids uitzicht over ‘de Onlanden’.

Bezoekers kunnen door deze steeds kerende ‘looproute’ het gebied vanuit verschillende perspectieven bekijken, waarbij elk hoogteniveau in verschillende richtingen een andere beleving biedt en uitnodigt tot wisselende vergezichten op de omringende omgeving. Vanaf het hoogste niveau kan men de skyline zien van Groningen met het beeldbepalende Gasunie gebouw (de Apenrots) en het DUO & Belastingdienst gebouw (Cruiseschip) welke ook is ontworpen door UNStudio.
De ranke belijning van de uitkijktoren roepen gelijkenis op met de silhouet van een hert. UNStudio heeft het ontwerp daarom de (voorlopige) naam ‘Het Hoge Hert’ meegegeven.

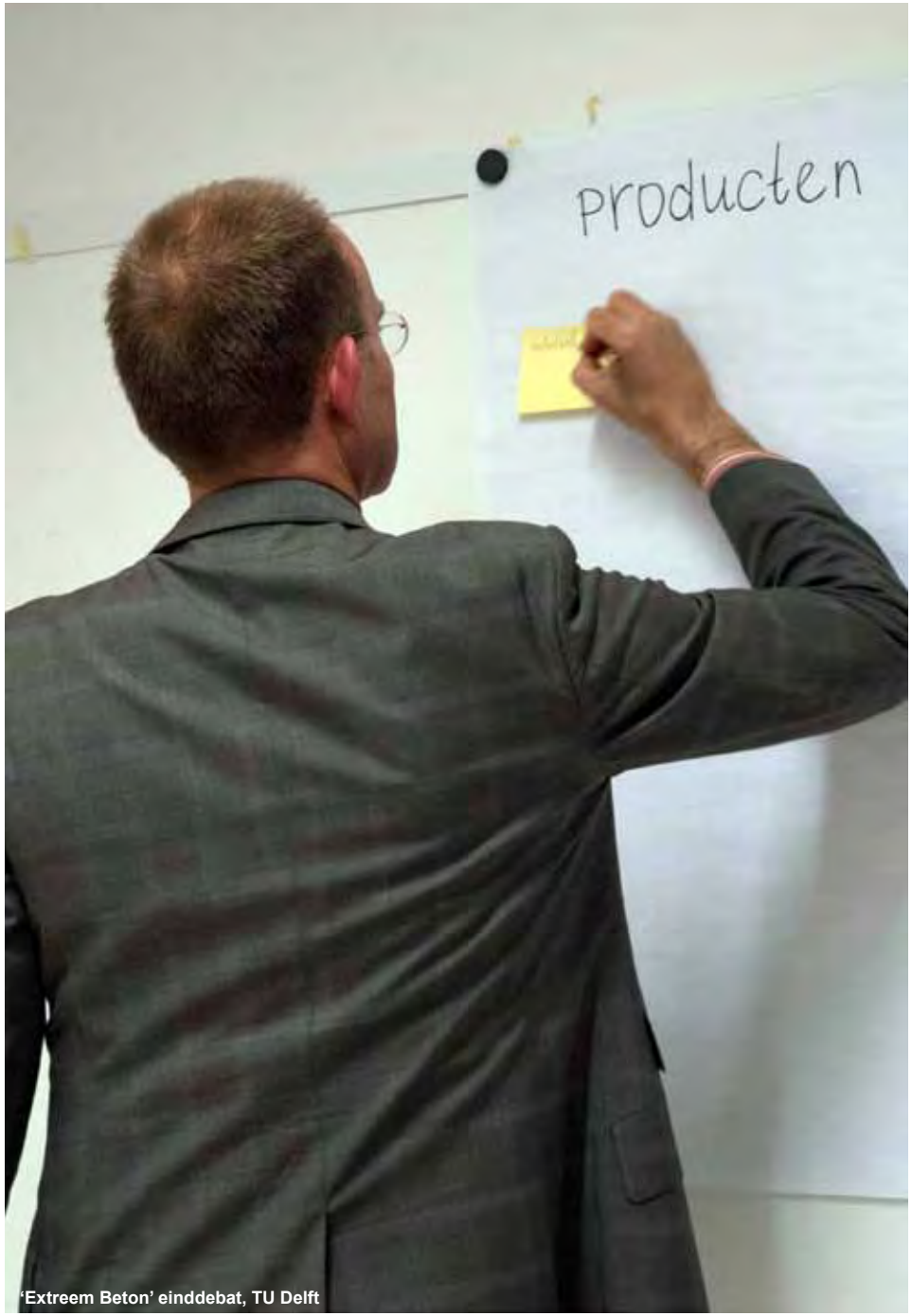
De uitkijktoren zal worden uitgevoerd in een hybride constructie bestaande uit een combinatie van staal en UHSB. Staal wordt gebruikt waar de trekspanningen leidend zijn, UHSB manifesteert zijn excellente eigenschappen op die posities in de constructie waar de drukspanningen het ontwerp bepalen. De borstwering rondom de trappen en plateaus zijn voorzien in RVS gaasweefsel zodat een maximale transparantie met een goede veiligheid gecombineerd kan worden.

Natuurmonumenten gaat op zoek gaan naar bedrijven die de bouw van de toren financieel willen ondersteunen. Het casestudieteam heeft veel geïnvesteerd in ontwikkeling, het testen en technisch uitwerken van dit plan. ‘Nu hopen wij dat andere partijen die gelieerd zijn aan de bouwsector dit plan verder willen ondersteunen om het ook daadwerkelijk te kunnen realiseren’, zegt Alblas. ‘Wij hadden al plannen om in De Onlanden een uitkijktoren te bouwen, dit ontwerp is daarom een zeer passend en bijzonder geschenk.’ Het casestudieteam heeft de bouwkosten van de toren op zevenhonderdvijftig duizend euro berekend. Natuurmonumenten heeft nu een ontwerp en de eerste traptrede. ‘Wij zouden graag de andere traptreden toevoegen, zodat iedereen straks van grote hoogte kan genieten van het nieuwe natuurgebied.’ Alblas is duidelijk over de uitdaging die er nu ligt. ‘Een toren met deze uitstraling kunnen we alleen met behulp van het bedrijfsleven bouwen.’

Uitkijktoren Peize

Views - Uitkijktoren Peize

Rob Huijben, Paul de Vries & Rogier van Nalta - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft



'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

POTENTIËLE MOGELIJKHEDEN
INNOVATIEF
SEXY

DICHTHEID
GLAD

MATERIAALBESPARING

LOCAAL MATERIAAL TE GEBRUIKEN

DUURZAAM
ONDERHOUDSVRIJ

EINDELOOS HERBRUIKBAAR PREFAB

SLIJTVAST

ZELFVERDICHTEND
VERWERKBAARHEID
ZEER VLOEIBAAR

SLANK

BUIGSTERKTE

VEZEL WAPENING

MOGELIJKE OVERSPANNINGEN

MECHANISCH GEDRAG

GUNSTIG VERMOEIINGS GEDRAG

HOGE DWARSKRACHT

HOGE DRUKSTERKTE

DUCTILITEIT

STIJFHEID

VORMVRIJHEID
ESTHETISCHE KWALITEIT

Tijdens de 'kick-off' bijeenkomst in 2009 is met alle aanwezigen, constructeurs, betonproducenten, architecten en potentiële opdrachtgevers, een eerste SWOT gemaakt. Na introductie van het initiatief, het format en inhoudelijke presentaties door experts is op basis van de op dat moment aanwezige kennis, vermoedens en verwachtingen in kaart gebracht waar de aankomende casestudies zich op moesten gaan richten. Waar men naar alle waarschijnlijkheid de mogelijkheden en toepassingen zou vinden en welke uitdagingen men tegen zou kunnen komen.

ONBEKENDE EIGENSCHAPPEN

EXPERIMENTEEL

ONBEKEND

ONBEKENDE TOEPASSINGEN

MALKOSTEN

KOSTEN

MARKTACCEPTATIE KOSTEN

KOSTPRIJS GRONDSTOFFEN

WEINIG LEVERANCIERS

(ON)BESCHIKBAARHEID KENNIS

CONSERVATIEVE BOUWKETEN

NIEUWE DENKWIJZE NOODZAKELIJK

BEHEERSBAARHEID ORIENTATIE VEZELS

KWALITEITSBORGING

BEHEERSBAARHEID PROCES

BESCHIKBAARHEID MATERIALEN

MOEILIJK TOEPASBAAR ‘IN SITU’

RECYCLEBAAR?

VOORNAMELIJK PREFAB

KRITISCH MENGSEL

UITVOERINGSWIJZE KRITISCH

STORTBAARHEID SLANKE CONSTRUCTIES

SPREIDING STERKTE

THERMISCHE KRIMP

TOENAME TREKSTERKTE NIET EVENREDIG MET TOENAME DRUKSTERKTE

GERICHT OP LICHTE CONSTRUCTIES

ONTBREKEN REGELGEVING

ONTBREKEN REKENMODELLEN

DUURZAAMHEID SLIJTVASTHEID

OVERAL TOEPASBAAR

HERGEBRUIK BESTAANDE CONSTRUCTIES

MINDER MATERIAAL VERBRUIK

DUNNE CONSTRCUTIES

PAST IN 'DUURZAAM BOUWEN'

SCHAALCONSTRUCTIES

BIJZONDERE VORMGEVING

VOORGESPANNEN SLANKE CONSTRUCTIES

SANITAIR

LICHTE CONSTRUCTIES

LICHTE GEVEL EN DAK PANELEN

LICHTE BALKONS

KLEINE CONSUMENTEN TOEPASSINGEN

VLOEISTOFDICHTE CONSTRUCTIES

(STRAAT)MEUBILAIR

KOGELBESTENDIG

VANDALISME BESTENDIG

DOOIZOUTBESTENDIG

TOEPASBAAR IN AGRESSIEVE MILIEUS

MARINE TOEPASSINGEN

KUSTVERDEDIGING

INFRASTRUCTUUR BRUGGEN

KLEINERE BRUGGEN

HOOGBOUW

RENOVATIE BRUGDEKKEN

NIEUWE PRODUCTEN

NIEUWE MARKTEN DRIJFLICHAMEN

MINDER TRANSPORTBEPERKINGEN / GEWICHT

I.C.M. ZONNEPANELEN

OVERLASTBEPERKING DOOR SNELLE BOUW

ALS VERF OF COATING

I.P.V. GIETIJZER / GIETALUMINIUM

BESCHERMING BESTAANDE STRUCTUREN

MONTAGEBOUW

BEPERKTE FINANCIËLE RUIMTE VOOR ONTWIKKELINGEN

KOSTEN

KOSTEN MALLEN

DUUR IMAGO

NADRUK OP INVESTERING BIJ AANBESTEDEING

VEEL CEMENT (CO2) NODIG

GROTERE VORMVRIJHEID STAAL

HOGESTERKTE STAAL

KUNSTSTOF(COMPOSIETEN)

ANDERE CONSTRUCTIEVE MATERIALEN

BRANDVEILIGHEID

RISICO'S

KWALITEITSBEHEERSING

VERWERKBAARHEID

WANTROUWEN VERZEKERAARS

TE SNEL IETS PROBEREN

NOSTALGIE IS 'HOT'

ONTBREKEN CERTIFICERING EN REKENMODELLEN

GEEN REGELGEVING

AANBESTEDINGSPROCEDURE

INTELLECTUEEL EIGENDOM

MEER AANSPREKENDE PROJECTEN NODIG

BEPERKTE PRAKTIJKERVARING

ONBEKEND

'GEDOE'

CONSERVATISME BOUWWERELD

ONTBREKEN KENNIS LEVERANCIERS

ONTBREKEN KENNIS OPDRACHTGEVERS

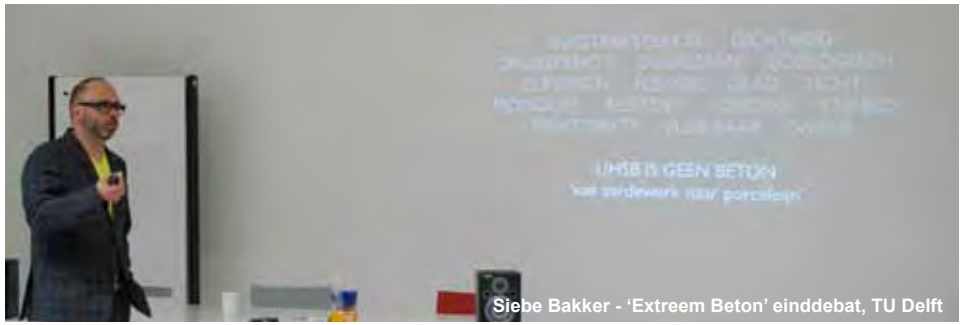
ONTBREKEN KENNIS UITVOERDERS

EFFICIËNTIE MATERIAAL EIGENSCHAPPEN

VRAAG NAAR DUURZAAMHEID

VRAAG NAAR VORMVRIJHEID

CONSERVATISME BOUWWERELD



Siebe Bakker - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

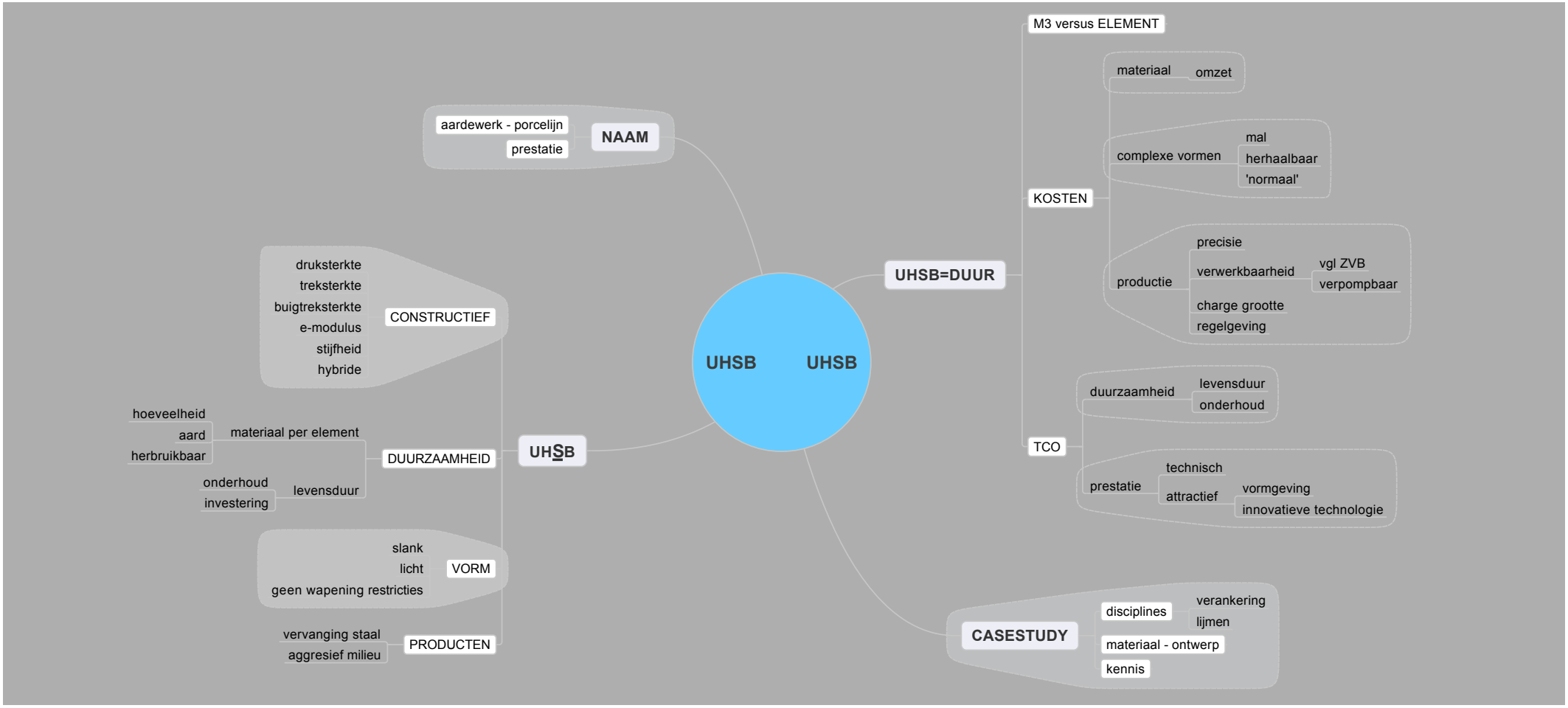
BESCHIKBAARHEID REGELGEVING

KOSTENONTWIKKELING / 'TOTAL COST OF OWNERSHIP'

REGELGEVING DUURZAAMHEID

KENNIS ONTWIKKELING

Gaspard Estourgie - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft



Op basis van de elf interviews die met deelnemers van de drie casestudy projecten zijn gehouden is een 'mindmap' gemaakt waarin de belangrijkste bevindingen zijn geordend. Vier terugkerende thema's zijn te onderscheiden en hebben het einddebat in 2012 vormgegeven.

Tijdens deze presentatie hebben de teamleden hun ervaringen uitgewisseld, elkaar bevraagd en zijn vier algemene, steeds terugkerende, thema's uitgediept. De kosten van UHSB, de (druk)sterkte als bepalende factor in ontwerp en gebruik, de benaming van UHSB en het casestudy format zelf.

'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

DICHTHEID

INNOVATIEF

MINDER GRONDSTOFFEN

LOCAAL MATERIAAL TE GEBRUIKEN

LICHTGEWICHT

LICHTE FUNDERINGEN
LAGE TRANSPORTKOSTEN

VAN ‘BOUW’ NAAR ‘INDUSTRIE’

SLANK

BUIGSTERKTE

MOGELIJKE OVERSPANNINGEN

VEZEL WAPENING

MECHANISCH GEDRAG

EFFICIENTE VOORSPANNING

GUNSTIG VERMOEIINGS GEDRAG

VEZELVERSTERKT: DRAAGT BIJ AAN SCHEURWIJDTE TOETS

HOGE DWARSKRACHT

HOGE DRUKSTERKTE

DUCTILITEIT

STIJFHEID

ONGEWAPENDE CONSTRUCTIES

ONDERHOUDSVRIJ

SLIJTVAST

DUURZAAM

EINDELOOS HERBRUIKBAAR PREFAB

KOSTEN EFFICIENT: ALS MEEGENOMEN IN GEHELE ONTWERPPROCES

Aan het eind van het slotdebat is wederom een SWOT gemaakt. Om te ontdekken of de ervaringen tijdens de casestudies tot andere resultaten zou leiden. Er is een inventarisatie opgesteld over waar nog hiaten in de kennis zitten en welke producten of toepassingen als veelbelovend worden gezien.

De blauw gekleurde themas zijn ook in de eerste SWOT naar voren gekomen.
De zwart gekleurde zijn nieuw.
De grijs gekleurde themas werden alleen in de eerste SWOT genoemd.

ESTHETISCHE KWALITEIT

UITSTRALING

VORMVRIJHEID

SEXY

VERWERKBAARHEID

ZEER VLOEIBAAR

ZELFVERDICHTEND

GLAD

GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN: VAN CONSTRUCTIES TOT PRODUCTEN

ONBEKENDE EIGENSCHAPPEN
EXPERIMENTEEL
WEINIG LEVERANCIERS
ONBEKEND
ONBEKENDE TOEPASSINGEN

MARKTACCEPTATIE KOSTEN
KOSTPRIJS GRONDSTOFFEN
MALKOSTEN
LEVENSDUURANALYSE
CONSERVATIEVE BOUWKETEN

BOUWMARKT IS RISICOMIJDEND
GEEN BUDGET/BEREIDHEID TOT FALEN
BESCHIKBAARHEID MATERIALEN

VERKEERD IMAGO
PRODUCENTEN MOETEN INVESTEREN IN GRONDSTOF-FACILITEITEN
MARKETING
(ON)BESCHIKBAARHEID KENNIS
NIEUWE DENKWIJZE NOODZAKELIJK
TE WEINIG VOLUME

BEHEERSBAARHEID ORIENTATIE VEZELS
KOSTEN
KWALITEITSBORGING
DUURZAAMHEID
KRITISCH MENGSEL
RECYCLEBAAR?
UITVOERINGSWIJZE KRITISCH
BEHEERSBAARHEID PROCES
GERICHT OP LICHTE CONSTRUCTIES
STORTBAARHEID SLANKE CONSTRUCTIES
TOENAME TREKSTERKTE NIET EVENREDIG MET TOENAME DRUKSTERKTE
MOEILIJK TOEPASBAAR ‘IN SITU’
ONTBREKEN REKENMODELLEN
THERMISCHE KRIMP
ONTBREKEN REGELGEVING
SPREIDING STERKTE

MINDER MATERIAAL VERBRUIK
KOGELBESTENDIG
DOOIZOUTBESTENDIG
DUURZAAMHEID
PAST IN 'DUURZAAM BOUWEN'
VLOEISTOFDICHTE CONSTRUCTIES
TESTEN
VANDALISME BESTENDIG
HERGEBRUIK BESTAANDE CONSTRUCTIES
SLIJTVASTHEID
NIEUWE MARKTEN
MARKETING
SANITAIR
STANDAARD PRODUCTEN ONTWIKKELEN
KLEINE CONSUMENTEN TOEPASSINGEN
KLEINERE BRUGGEN
(STRAAT)MEUBILAIR
TOEPASBAAR IN AGRESSIEVE MILIEUS
LICHTE CONSTRUCTIES
OVERAL TOEPASBAAR
LICHTE GEVEL EN DAK PANELEN
RECESSIE NOOPT TOT INNOVATIE
BRUGGEN
RENOVATIE BRUGDEKKEN
ALS VERF OF COATING
BESCHERMING BESTAANDE STRUCTUREN

DRIJFLICHAMEN
KUSTVERDEDIGING
HOOGBOUW
MARINE TOEPASSINGEN
I.C.M. ZONNEPANELEN
HYBRIDE TOEPASSINGEN
NIEUWE PRODUCTEN
MONTAGEBOUW
LICHTE BALKONS
BIJZONDERE VORMGEVING
VERGELIJKEN MET: GIETALUMINIUM & NATUURSTEEN
INFRASTRUCTUUR
SLANKE CONSTRUCTIES
SCHAALCONSTRUCTIES
ONDERWIJS: UNIVERSITEITEN & PROFESSIONELE INTERDISCIPLINAIRE ONTWERPRTEAMS
VOORGESPANNEN SLANKE CONSTRUCTIES
ONDERSCHEIDEND VERMOGEN
GLAD
VERSCHIJNINGSVORM
FIJNHEID
MINDER TRANSPORTBEPERKINGEN / GEWICHT
OVERLASTBEPERKING DOOR SNELLE BOUW

KOSTEN MALLEN

KOSTEN

'GEDOE'

VEEL CEMENT (CO2) NODIG

NADRUK OP INVESTERING BIJ AANBESTEDING

TE WEINIG VOLUME

KUNSTSTOF(COMPOSIETEN)

ANDERE CONSTRUCTIEVE MATERIALEN

HOGESTERKTE STAAL

HOGESTERKTEBETON

GROTERE VORMVRIJHEID STAAL

KWALITEITSBEHEERSING

WANTROUWEN VERZEKERAARS

RISICO'S

COMPLEXE ONTWERPEN DOOR NIEUWE MOGELIJKHEDEN

BRANDVEILIGHEID

INTELLECTUEEL EIGENDOM

AANBESTEDINGSPROCEDURE

DUUR IMAGO

GEEN DURF

TE SNEL IETS PROBEREN

BEPERKTE FINANCIËLE RUIMTE VOOR ONTWIKKELINGEN

GEBREK AAN KENNIS

ONTBREKEN KENNIS OPDRACHTGEVERS

ONTBREKEN KENNIS UITVOERDERS

ONTBREKEN KENNIS LEVERANCIERS

KORTETERMIJN BELANGEN & VISIES

CONSERVATISME BOUWWERELD

BEPERKTE PRAKTIJKERVARING

ONBEKEND MAAKT ONBEMIND

GEEN REGELGEVING

ONTBREKEN CERTIFICERING EN REKENMODELLEN

MEER AANSPREKENDE PROJECTEN NODIG

VOORSPANTECHNIEKEN

VERWERKBAARHEID

NOSTALGIE IS 'HOT'

LEVENSDUUR

MALTECHNIEKEN

TOEPASSINGEN

OPBOUW DRUKSTERKTE (0 - 28 DAGEN)

‘ER WORDT GEDACHT DAT ALLES AL BEKEND IS OVER BETON: DIT IS NIET WAAR!’

OPLEIDING

ARCHITECTEN, CONSTRCUTEURS, ONTWERPERS

PROFESSIONALS & STUDENTEN

‘KENNIS KOMT MET SUCCESVOL GEREALISEERDE PROJECTEN; PILOTS ZIJN ESSENTIEEL’

REGELGEVING & VOORSCHRIFTEN

BESTAANDE KENNIS

DUNNE ELEMENTEN

ULTRA-DUURZAME ELEMENTEN

AGRESSIEFE MILIEUS

GEVELS

STRAATMEUBILAIR

TUINMEUBILAIR

NIEUWE PRODUCTEN/MARKTEN VOOR
DE TRADITIONELE BOUWINDUSTRIE

INDUSTRIËLE PRODUCTEN

HOGE REPETITIE

Klaas Visser & Gaspard Estourgie - ‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft

‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft

De la Rive Box werkt op het grensgebied van design en management. Het bureau hanteert een 'Zero-base design' benadering, waarbij het gaat om ontwikkeling vanuit een conceptuele benadering, om het 'opnieuw uitvinden' van oplossingen.

Het Oog

Rogier De la Rive Box

De Gemeente Utrecht heeft plannen voor een langzaamverkeerverbinding tussen de oude stad en de nieuwbouw in Leidsche Rijn. Naar aanleiding hiervan heeft industrieel ontwerper Rogier de la Rive Box een initiatief genomen voor het ontwerp van de fietsbrug 'Het Oog'. De mogelijkheden zijn onderzocht om deze verbinding uit te voeren in ultra-hogesterktebeton, waarbij de vormgeving is afgestemd op de eigenschappen van het materiaal.

Bij het ontwerp van de fietsbrug Het Oog is gekeken naar de unieke mogelijkheden van het materiaal ultra-hogesterktebeton (UHSB), zowel constructief als productietechnisch. Het laat zien dat het construeren in UHSB een heel eigen vormtaal op kan leveren; in de gekozen vorm worden de kenmerken van het materiaal in de architectuur zichtbaar gemaakt.

De aanleiding van het ontwerp ligt een flink aantal jaren terug. Toen er in 2005 een plan bekend werd om een fietsbrug over het Amsterdam-Rijnkanaal te bouwen bij Nigtevecht, deed de vraag zich voor hoe deze het best in het oeverlandschap van Vecht en Gein kon worden ingepast. Een eerder voorstel leidde tot een dramatisch grootschalige uitvoering. In samenwerking met diverse belangenorganisaties is vervolgens gezocht naar de lichtste en voordeligste oplossing.

Kunststof composiet wordt UHSB

Na een vergelijking van verschillende materialen kwam het optimum uit op een boogbrug met een brugdek van kunststof composiet. Gesteund door deskundigen van de faculteit voor Lucht- en Ruimtevaart van de TU Delft bleek dat de technologie van dit materiaal voldoende was ontwikkeld. Het bleek echter ook dat de beperking van een nieuw materiaal voor civiele toepassingen niet zozeer ligt in de engineering. De grootste hindernis bleek om in een PvE de ruimte te scheppen voor de toepassing van nieuwe materialen. Hoewel de besparingen op het gebied van kosten en milieulast evident bleken, werden er oneigenlijke drempels opgeworpen. De 'strijd' om in het PvE voor een Design&Construct-aanbesteding een 'horizontaal speelveld' te krijgen waarin ook nieuwe materialen een echte kans krijgen, loopt nu zo'n vijf jaar.

Parallel aan deze ontwikkeling zocht het Cement&BetonCentrum naar middelen om de mogelijkheden van UHSB voor civieltechnische toepassingen te ontwikkelen. Het zag in de ontwikkeling van de brug bij Nigtevecht mogelijkheden om een materiaal als UHSB zich economisch te laten bewijzen.

Dit artikel is eerder verschenen in Cement, 6-2012, pag. 40-43

Het Oog

Tijdens het materiaalonderzoek bleek dat nieuwe materialen vaak worden toegepast als vervanging van traditionele materialen zonder de vormgeving af te stemmen op de nieuwe eigenschappen. Daarmee wordt het voordeel van nieuwe materialen niet goed benut en blijven nieuwe materialen niet meer dan een duur alternatief. Om dit dilemma te doorbreken, werd uitgegaan van het ‘zero base’-principe: er wordt in alle vormgevingsaspecten met een schone lei gestart. Gegeven de unieke eigenschappen van UHSB bleek het zinvol om eens volledig fris naar de constructie van een boogbrug te kijken.

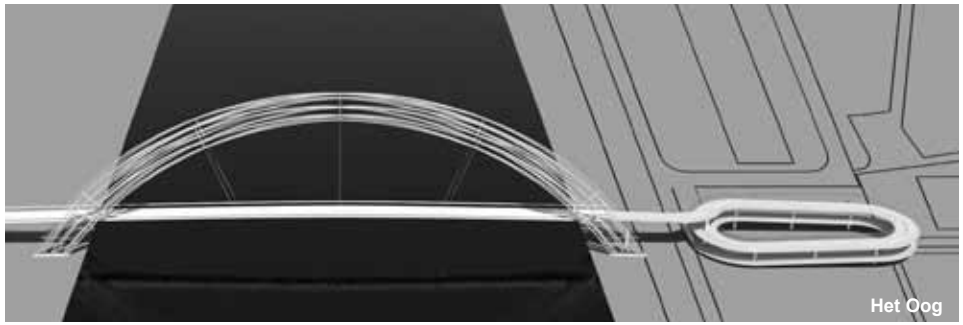
De brug is daarbij beschouwd als een industrieproduct. Dergelijke producten verdienen hun waarde binnen een omgeving van concurrentie: een natuurlijke selectie van de beste oplossingen. Daarmee moet het ontwerp voldoen aan alle eisen die aan een industrieproduct worden gesteld: visuele aantrekkelijkheid, lage kostprijs, geringe exploitatielasten, efficiënte productie en natuurlijk actuele eisen zoals minimale milieulast.

Opritten Nigtevecht

Als eerste deel van de studie zijn de opritten voor de brug bij Nigtevecht ontwikkeld in UHSB. Vanwege beperkte ruimte en om de omgeving te ontzien, is de hellingbaan ‘opgerold’ tot een helix. Deze oplossing toonde aan dat UHSB kostenbesparend kan werken wanneer het volume van de constructie kan worden beperkt. Bij een helix met een vaste hellingshoek en een vaste vrije hoogte boven het wegdek wordt de omtrek van de constructie bepaald door de dikte van het wegdek. Door die dikte terug te brengen, kan de diameter sterk worden gereduceerd. Bij toepassing van traditionele materialen zou de helix met een hellingbaan van zo’n 200 m leiden tot een diameter van ruim 30 m. Door de toepassing van UHSB kan de dikte van het wegdek worden teruggebracht tot 4 cm, waardoor de diameter van de helix zich kan beperken tot 22 m! De toepassing van UHSB leidt dus direct tot een enorme besparing in volume en dus materiaalkosten. Daarbij leidt de besparing ook tot een transparantere vorm en een kleinere landschappelijke ‘footprint‘.

Boogbrug Utrecht

Op basis van deze ervaring heeft hetzelfde team ook een ontwerp uitgewerkt voor de geplande brug bij Utrecht, eveneens over het Amsterdam-Rijnkanaal. Het gaat hierbij om een boogbrug met een overspanning van ruim 110 m.

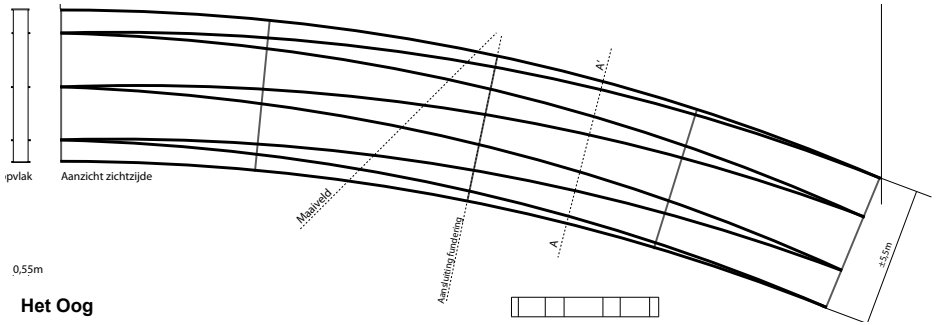


De vraag om een boog in beton uit te voeren is niet nieuw. In het verleden zijn vele betonnen bogen toegepast. De uitdaging was echter om die boog zo dun en licht mogelijk te maken. Ook hier is uitgegaan van de zero base-benadering. Omdat er bij UHSB minder dekking rond de stalen wapening nodig is, biedt het de mogelijkheid om uiterst dun te dimensioneren. Het is zelfs mogelijk om constructie-elementen uit te voeren als een dunne band van zo’n 10 x 50 cm. Het wordt dan een element dat qua eigenschappen meer op staal lijkt dan op beton.

Bij conventioneel beton wordt de stijfheid verkregen door de dikte van een element. En dat ontstaat vanzelf door de vereiste dekking van het relatief poreuze beton om de wapening. UHSB is zo dicht dat dekking nauwelijks noodzakelijk is. Om met een zeer dun element toch voldoende stijfheid te bereiken, ligt een vakwerkconstructie in de vorm van een boog voor de hand.

Voor een boog verdient een vakwerk op basis van een zuivere boogvorm de voorkeur boven een vakwerk van rechte elementen. Om die reden is gekozen voor de toepassing van alleen boogvormige banden. Elke band vormt een sectie van een zuivere cirkel: het vakwerk ontstaat door onderlinge verschuiving van het hart van deze cirkels. De gedachte is dat elke band door zijn boogvorm optimaal de drukkrachten kan opnemen en dat de onderlinge verbindingen tussen de boogelementen voldoende stijfheid opleveren. In afwijking van een traditioneel stalen vakwerk ontstaat er dus een vakwerk waarvan elk onderdeel primair op druk wordt belast. Dat sluit aan op de kwaliteiten van het materiaal. UHSB onderscheidt zich van beton en staal door de enorme drukkrachten die het op kan nemen. In deze configuratie is er constructief nauwelijks verschil tussen de hoofdliggers en de kruisribben. Daardoor kunnen alle boogelementen gelijk worden gedimensioneerd. Er worden wel dwarsverbanden opgenomen tussen de boogelementen bij de aanhechting van de tuien.

De op dit principe van ‘constructief filigrein’ gebaseerde boog heeft een grote stijfheid in het verticale vlak. Daarmee is echter de zijdelingse stijfheid nog niet gewaarborgd. Om die reden bestaat de constructie uit twee elkaar kruisende bogen. Deze constructie is met een EEM-analyse doorgerekend. Het bleek ruwweg dat de statische verticale belasting kan worden opgenomen. De dynamische zijdelingse belasting vereiste een aanvullende verbinding tussen de twee bogen.



Het Oog

Materiaalgebruik

Het doel van de studie was om aan te tonen dat er met UHSB economisch kan worden gebouwd. Gezien de relatief hoge kosten van de grondstoffen is er gericht gezocht naar het beperken van het materiaalgebruik. Dit uit zich bovendien ook in een zeer transparante en lichte verschijningsvorm. Het was echter ook de bedoeling de unieke mogelijkheden van UHSB zichtbaar te maken. De voor beton uiterst dunne banden waarmee de boog is opgebouwd, zijn feitelijk alleen in UHSB uit te voeren. De transparantie en de visuele lichtheid van de constructie maakt dus ‘afleesbaar’ dat hier sprake is van een bijzonder materiaal.

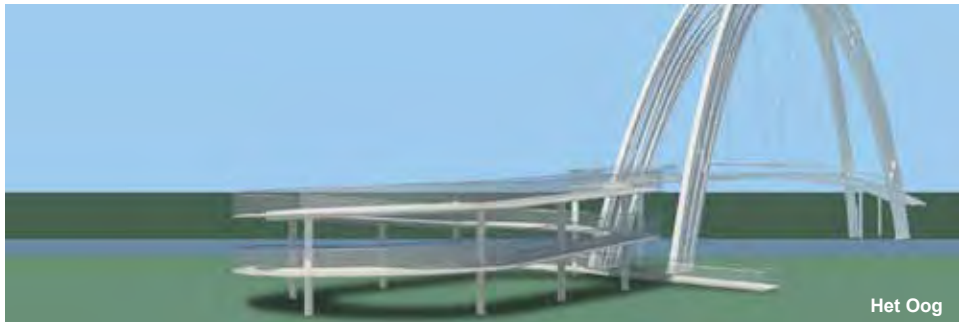
De banden zouden nooit in staal kunnen worden gerealiseerd omdat ze bij de scherpe aansnijdingen niet geschilderd zouden kunnen worden. De dichtheid van UHSB maakt coating echter overbodig. Was een dergelijk ontwerp misschien constructief uitvoerbaar in staal, op onderhoudsgronden zou het afvallen.

De unieke materiaaleigenschappen leiden dus ook tot een nauwelijks in andere materialen te realiseren vormtaal.

Bij een industrieel ontwerp vormen de productieaspecten altijd een vormbepalend element. Aangezien de prijs van betonelementen voor een groot deel wordt gevormd door de mal kosten, is gestreefd naar seriematige vervaardiging. In dit ontwerp is elke boog samengesteld uit acht identieke elementen. De constructie bestaat dus uit zestien gelijke delen die in een relatief eenvoudige mal kunnen worden gegoten. Het constructieprincipe is daarmee volledig afgestemd op de productie-eisen van UHSB.

Variant opgang

De voordelen van het materiaal komen ook tot uiting in de opgang aan de stadzijde. Hier is gekozen voor een variant op de helix: een paperclipvorm. Die vorm is meer geëigend voor de verwachte grotere aantallen gebruikers. Ook hier biedt het uiterst dunne wegdek een groot voordeel. Door de slankheid en het geringe grondoppervlak vormt de oprit een minimale aantasting van de woonomgeving.


Het Oog

Conclusie

De belangrijkste conclusie uit deze studie is dat de unieke eigenschappen van UHSB vereisen dat er ‘vanuit het materiaal’ wordt ontworpen. Een tweede conclusie is dat het echte rendement ontstaat wanneer er structureel kan worden bezuinigd op volume. Dat bespaart niet alleen op kosten, maar daardoor komt ook het milieuvoordeel tot zijn recht. Een derde conclusie is dat een aanbesteding zich niet mag beperken tot de stichtingskosten, maar zich ook moet richten op exploitatielasten. Hogere initiële kosten worden ruimschoots gecompenseerd door verminderde onderhoudskosten.

Maar ook bij dit project is er sprake van een drempel die wordt opgeworpen voor innovatieve oplossingen met één zin in het concept-PvE: ‘Ontwerpkeuzes met te grote financiële of planningsrisico’s dienen zoveel mogelijk te worden vermeden’. Het is niet te hopen dat daarmee innovatieve oplossingen als deze bij voorbaat terzijde worden gelegd.

Het Oog

Paul de Vries is hoofd Commercie & Marketing bij Romein Beton
Team Gooisebrug: Jeroen Overbeek - Romein Beton;
Geerte van der Steen, Ahmad Gholizadeh Gonbadani & Frank van der Vaart - Gemeente Utrecht

De Gooisebrug

Met de voorgespannen Gooisebrug van zeer-hogesterktebeton (ZHSB) zet gemeente Utrecht de volgende stap in de ontwikkeling van onderhoudsarme en duurzame betonnen bruggen. Dit nadat Purmerend met de Wolthuisbrug Utrecht was voorgegaan in de toepassing van ZHSB. Bij de Gooisebrug is gekozen voor een volledig voorgespannen constructie omdat deze ongescheurd blijft en de traditionele zachtstaalwapening hiermee achterwege kon blijven.

De Gooisebrug ligt in Vleuten-De Meern en verbindt de Rijksstraatweg met de Zandweg over de Leidsche Rijn, ter hoogte van Strijkviertel. De oude brug was gebouwd in de jaren vijftig en bestond uit een betonplaat met twee tussensteunpunten. De constructie, en dan vooral het dek, verkeerde door de geringe dekking op de wapening en de blootstelling aan dooizouten in slechte staat. Ook vertoonden de tussensteunpunten ernstige scheurvorming door aanvaringen van baggerschuiten. De constructie was aan het einde van zijn technische levensduur en moest worden vervangen.

Nadat andere opties zoals renovatie waren afgevallen, heeft Stedelijk Beheer, de afdeling die binnen de gemeente Utrecht verantwoordelijk is voor het beheer van de openbare ruimte, aan IBU Stadsingenieurs gevraagd een nieuwe brug te ontwerpen. De wens was daarbij in het bijzonder aandacht te schenken aan een onderhoudsarme en duurzame betonconstructie. In onderling overleg werd al snel besloten om te bekijken of de brug kon worden uitgevoerd in ZHSB.

De brug is in z'n geheel door IBU Stadsingenieurs ontworpen en berekend. In de beginfase is wel gebruikgemaakt van de kennis van de collega-constructeurs van Movares en het Ingenieursbureau Amsterdam (IBA). Het IBA was onder andere verantwoordelijk voor het ontwerp van de eerder genoemde Wolthuisbrug.

Uitgangspunten

De nieuwe brug is ontworpen aan de hand van de volgende uitgangspunten:
– de contouren blijven vrijwel onveranderd: ook de nieuwe brug wordt 1,60 m breed, op deze wijze past het nieuwe ontwerp precies in het geldende bestemmingsplan;
– de vorm van de constructie is vergelijkbaar met de oude constructie; de gemiddelde helling bedraagt 8%;
– de aanlandingen zijn niet hoger dan de bestaande hoogtes van de aansluitende wegen;
– het profiel van vrije ruimte onder de brug bedraagt 2,4 x 7,0m.

Dit artikel is eerder verschenen in Cement, 2-2011, pag. 62-67

Montage - De Gooisebrug

Zeer-hogesterktebeton

Besloten werd de brug inderdaad in ZHSB uit te voeren. Dit beton wordt gekenmerkt door een hoge druk- en treksterkte. Aan het betonmengsel worden zeer fijne vulstoffen en staalvezels toegevoegd, waardoor de eigenschappen worden verbeterd. De toepassing van de traditionele zachtstaalwapening kon op deze manier achterwege blijven.

Door het ZHSB voor te spannen is het materiaal extra goed belastbaar. Door een voldoende hoog niveau van voorspanning treden er in de gebruiksfase in de doorsnede geen trekspanningen op, ook niet ter plaatse van het maximale moment. Door de voordelen van materiaal en voorspanning te combineren, kon een slank ontwerp worden gemaakt. De grenzen zijn nog niet bereikt; het kan nog slanker.

Het nieuwe ontwerp is een primeur voor de gemeente Utrecht en zelfs voor Nederland: een brug uitgevoerd in voorgespannen ZHSB zonder traditionele wapening (voor moment en dwarskracht). De producent heeft gebruikgemaakt van hoogovencement CEM III A-52,5. Niet eerder werd een ZHSB brug met CEM III A-52,5 geproduceerd. Kenmerkend voor het uiterlijk is de homogene lichte betonkleur.

De toepassing van ZHSB biedt ook belangrijke voordelen voor het onderhoud. Door de hoge dichtheid heeft het materiaal een lage porositeit waardoor er minder chloride-ionen kunnen binnendringen. Er zijn dus minder onderhoudskosten op lange termijn en er wordt weinig tot geen hinder door onderhoudswerkzaamheden verwacht.

De nieuwe Gooisebrug is, zoals het bestek voorschreef, uitgevoerd in een karakteristieke kubusdruksterkte van 135 MPa. Bij een hogere druksterkte zou het dek nog wel slanker kunnen worden uitgevoerd om aan de vervormingseisen te voldoen. Echter dan zouden de trillingseisen een probleem worden. De stijfheid is doorslaggevend voor de constructiehoogte.

Voordeel van deze keuze is dat er een vernieuwend ontwerp kon worden uitgevoerd zonder dat de kosten extreem hoog worden.

Bekisting - De Gooisebrug

Ontwerp

Bij het brugontwerp zijn de voordelen van ZHSB verder uitgewerkt. De toog en het profiel van vrije ruimte benadrukten de slankheid van de constructie. Het ontwerp wordt verder gekenmerkt door het ontbreken van tussensteunpunten. De overspanning van 20 m wordt in één keer overbrugd.
Dit was mogelijk dankzij de hoge sterkte van het beton. Hierdoor wordt het risico op aanvaringen en daarbij behorend onderhoud verminderd.

De brug heeft een massieve doorsnede. Bij het landhoofd is deze rechthoekig, in het midden verloopt hij naar een T-vormige doorsnede. Dit verloop gaat via schuine vlakken, waardoor het aanzicht wordt gekenmerkt door twee vloeiende lijnen. Deze vorm benadrukt de kenmerken en samenstelling van ZHSB. In de doorsnede is boven- en onderin veel massa nodig. ZHSB heeft een kleine korrel en is dus onverhard zeer vloeibaar. Na het lossen van de mal blijft er een zeer strakke betonvorm met een glad oppervlak over: het brugdek.

Het dek en de landhoofden worden in hetzelfde materiaal uitgevoerd. Dit komt de vloeiende vorm van de overspanning ten goede: in het aanzicht is geen kleurverschil te zien. Het dek sluit zo op de landhoofden aan dat deze als puzzelstukken in elkaar vallen en de brug in de taluds langs de Leidsche Rijn lijkt te verdwijnen. De belijning in de brug ondersteunt deze beweging en geeft het slechts 450 mm dikke dek een slank aanzicht.

Door de slanke constructie is ook het gewicht lager. Hierdoor kon ook een goedkopere fundering worden toegepast.

De leuning staat op een lichte verhoging op het brugdek en volgt de toog van de brug. Hierdoor hoeft geen aparte voorziening voor de waterafvoer te worden getroffen. De leuning wordt, net zoals alle bruggen over de Leidsche Rijn, vervaardigd in roestvaststaal (RVS). De verandering van de brugdoorsnede is ook terug te zien in de verlopende hart-op-hartafstand van de stijlen, deze verloopt van 0,5 m naar maximaal 1,75 m.

Brugdek - De Gooisebrug

Uitvoering

Een groot deel van de uitvoering bestond uit het maken van de mal waarin het ZHSB is gestort. De hoofdaannemer, producent Romein Beton, heeft ervoor gekozen de brug in een geheel gesloten mal te maken. Door de hoge vloeibaarheid van de mortel zou een open mal bij de gewenste getoogde vorm tot problemen kunnen leiden. De keuze voor een gesloten mal geeft de gehele brug een strak uiterlijk door het ontbreken van een stortzijde.
De houten mal is in een timmerfabriek gemaakt en aansluitend naar de betonfabriek vervoerd.

In de fabriek zijn de omhullingsbuizen voor de voorspanning in de mal aangebracht en is de splijtwapening ter plaatse van de voorspankoppen aangebracht. Ook hierbij heeft de producent grote aandacht aan het uiterlijk van de brug besteed. De omhullingsbuizen zijn niet zoals gebruikelijk op de traditionele supporten op afstandhouders geplaatst, maar zijn met een RVS-constructie opgehangen aan de mal. Restanten hiervan verdwijnen onder de later aan te brengen slijtlaag. Vervolgens is de bekisting gesloten.

De mal is tijdens de stort aan één zijde circa 6 m opgetild. Vanaf de lage zijde is de mortel direct vanachter de voorspanning in de mal gepompt. Het vullen van de mal heeft iets meer dan een uur in beslag genomen. Door de mal van onderaf te vullen werd luchtinsluiting voorkomen.
Zoals aangegeven is de brug conform het bestek uitgevoerd met een karakteristieke kubusdruksterkte van 135 MPa. Bij het drukken van de (test) kubussen zijn er druksterkten gemeten die aanzienlijk hoger lagen. Zo hoog dat bijna gesproken kan worden van ultra-hogesterktebeton.

Op maandag 11 oktober 2010 is de uitvoering gestart. Vooruitlopend op de sloopwerkzaamheden van de oude brug is naast de oude brug een tijdelijke brug geplaatst. Nadat de sloopwerkzaamheden waren afgerond, waarbij de oude palen van de tussensteunpunten zijn getrokken, zijn de funderingspalen van de nieuwe brug trillingsarm geschroefd.

Op donderdag 13 januari 2011 is het brugdek van 25 ton met behulp van een 300 tons kraan op de landhoofden geplaatst. Hiermee was de brug nog niet klaar. De brug moest met een dookconstructie nog constructief worden gekoppeld aan de landhoofden. Op deze manier is er een momentvaste verbinding en kan een voeg achterwege blijven. Ook de laatste RVS-leuningen moesten nog worden aangebracht. De brug is anderhalve week later voor het publiek opengesteld.

Belastingproef - De Gooisebrug

Conclusie

Het vervangen van de bestaande Gooisebrug door een constructie van ZHSB is een pilotproject en heeft zowel bij de beheerder als bij IBU Stadsingenieurs nieuwe inzichten in de toepassing van dit materiaal opgeleverd. Ook de producent heeft nu ervaring met dit nog steeds bijzondere materiaal. Door toepassing van alleen hoogovencement CEM III A-52,5 is de CO2-footprint beperkt gebleven. Hoogovencement CEM III A-52,5 heeft bij de productie een veel lagere CO2-uitstoot dan het tot nu toe gebruikelijke portlandcement CEM I. Ook kan de brug bij een uiteindelijke sloop hoogwaardig worden hergebruikt. Dit draagt weer positief bij aan de cradle-to-cradle gedachte.

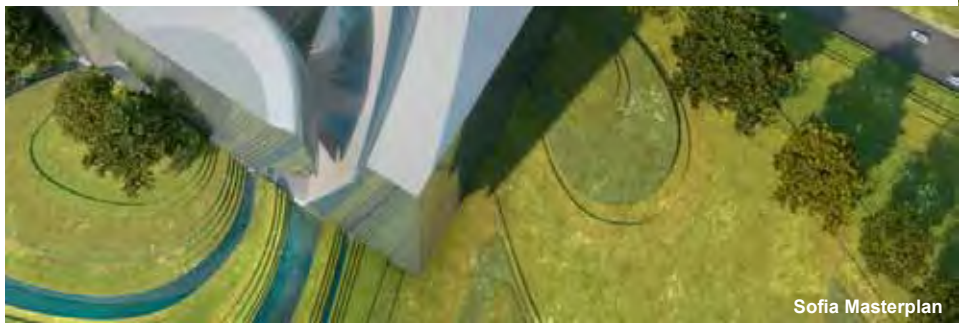
Het toegepaste ZHSB (C115/135) bij de Gooisebrug heeft een drie keer zo hoge treksterkte en een twee keer zo hoge druksterkte als beton met sterkteklasse C53/65. Het is ook veel dichter van structuur waardoor de brug beter is beschermd tegen weersinvloeden. Door de hoge treksterkte is de doorsnede beter bestand tegen vermoeiing. In combinatie met de roestvaststalen leuningen is de totale brug zeer onderhoudsvriendelijk en zal deze, zonder noemenswaardig onderhoud, honderd jaar meegaan. De aanschafkosten zijn nagenoeg gelijk aan een traditionele brug met tussensteunpunten. Doordat de lage onderhoudskosten zijn uit te spreiden over de lange levensduur is de nieuwe brug zelfs goedkoper.

Bij een voetgangersbrug als de Gooisebrug is dus een goede winst te behalen op het onderhoud. Ook bij lagere belastingen blijkt ZHSB toepasbaar. Bij zwaar belaste bruggen kan de hoge sterkte van het materiaal in combinatie met voorspanning nog beter worden uitgenut en is er sprake van nog efficiënter materiaalgebruik.
Wanneer ZHSB zo wordt toegepast dat er sprake is van optimaal materiaalgebruik kan er bijvoorbeeld gewerkt worden met kokers van beton met wanden van slechts 5 cm dik. Daarnaast is het betonmengsel vloeibaarder dan traditioneel beton en leent zich daarmee voor toepassing in complexere bekistingen. Dit betekent een grotere vormvrijheid voor ontwerpers.

Dit materiaal vraagt er dus om vaker te worden toegepast.

De Gooisebrug

Christos Passas is Associate Director bij Zaha Hadid Architects. Hij doceert 'Parametric Design and Urbanism' aan de Architectural Association in London en is gast DAAD professor aan het Dessau Institute of Architecture, Bauhaus Dessau.



Sofia Masterplan

Discussions on the ground of intersection in disciplines related to Architecture or Engineering give us the possibility to think outside the box and to consider how traditional disciplinary boundaries are formed; the notion of each discipline and inevitably the everyday constraints of our professional practices. We theorize on the potential benefits of multiple intersections and the merits that potentially exist.

These intersections already exist in many forms despite the judicial and business separations that are imposed by the legal system. However, the production of work on complex projects, require today a more integrated work method based on communication and information exchange; a design protocol that blends the boundaries of the stereotypical parallel disciplinary approach.

I have to admit that my initial response to this writing was that there was no need for justification of a cross-disciplinary method of working. Zaha Hadid Architects and Adams Kara Taylor have worked successfully on the Phaeno Science Centre-and other projects since- and these projects, verify the case of this method of collaboration.

In designing complex projects, where an intensified cross-disciplinary approach is a necessity, the intersection, between practices is important. However, there are several problems, the most important of which is that each discipline uses different thinking criteria and values in their Design approach.

In this sense, I welcomed the opportunity to contribute to this book, and discuss the merits and problems of developing a cross-disciplinary collaboration discourse.

Imagination to Reality

Despite its obvious bi-polar, Descartian origins, I have to admit that I was always fascinated by the notion that a work of art or design, from its inception to its realization is a transition between two worlds: From the virtual (sphere of pure thought) to the real (sphere of the corporeal).

Dit artikel is eerder verschenen Interdisciplinary Design: Eroding Borders and Boundaries, Hanif Kara & Andreas Georgoulias, Actar 2013, ISBN 978-8415391081

Christos Passas

One way, in which this transition works, is by exchanging approximation (loose, fluid entities) for precision (stable, fixed entities) during the design process. This exchange is in essence the focusing of the concept to a particular manifestation, which is enriched by the integration of multiple parameters, such as systematization, rationalization, materiality, material economy etc. While these latter mechanisms can exist in the sphere of the virtual as pure strategies, they are more effective in their ability to guide design concepts and transform them into real world manifestations. In that way they are effective devices for design development in that they can describe precisely the geometrical and material characteristics of the object of design.

Research and experimentation

The role of pure Research is crucial to Design. Technology and experimentation is a prerequisite to Innovation. However, one must also acknowledge that Innovation can be achieved both as product of “specialist” thinking and as a product of pure Necessity. Practice can be a very fruitful field for the development of such on-site research. Similarly, experimentation is crucial for developing knowledge integration skills, alternative design thinking methods and for testing innovative ideas and the plausibility of concepts.

Design tools

Historically, the work of forming the building and the work of structuring it were one and the same.

The distinction in disciplines simply did not exist until the industrial revolution. Architects and Engineers, since, engage in practice, using classical ways of working. Each discipline maintains each respective profession’s impenetrability, using predominantly 2d tools for the representation of their thinking. Le Corbusier’s and the Domino house prototype effectively worked within the paradigm of the rational separation of the disciplines. Structure could be separated from the form of Space and Space would be freed from Structure.

The working methods emerging in the beginnings of the 21st century give opportunities for relooking at this model and speak of an alternative: A model of multi-disciplinary collaboration in which design is based on networked information economies. The digital tools that are extensively used today are

partly responsible for the way work is made but the tools don’t make the work. Collectively speaking, this fundamental shift in design thinking is also the reason for designing the tools in the first place. Therefore today, we are effaced with a thinking crisis and not a dilemma of how to use the digital tools.

The shift to 3d tools and the introduction of computer technology enables designers not only to share information more quickly, with higher degrees of precision but also enables a different way of thinking of Form.

Performance, integration, and learning to navigate interconnectivity are crucial to the education of designers today. The emergence of systems that can at once perform on multiple threads of information within a highly visual environment provides designers with an invaluable new ways of imagining and delivering projects.

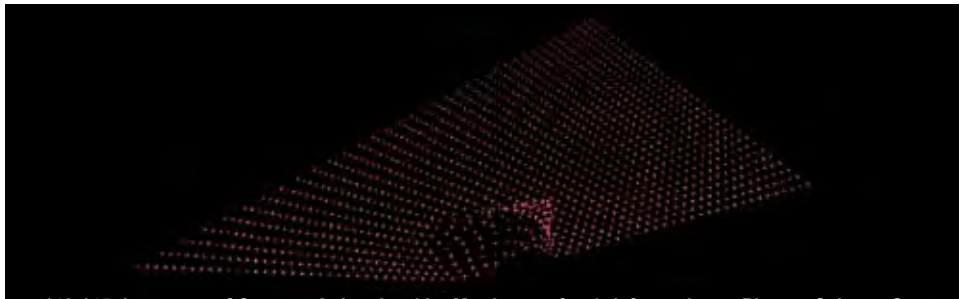
How can this information be handled to deliver results?

Working Methods

While the working methods are not necessarily interesting in themselves, it is important to distinguish between the two most prominent: The Classical and the Adaptive Approach.

The Classical approach focuses on the fragmentation of a pre-analysed (theorized) problem and the intelligent interlinking of specialists focused on solving aspects of a particular project. It works its way through the project, in a rigorous manner, effectively by breaking it down into its constituent parts and resolves it by delivering a set of solutions for each part and then sums them up in a definitive whole.

The Adaptive approach does things a little differently. By maintaining openness to extraneous information the particular design network (say the design team) absorbs and incorporates external information into its workings. It remains unresolved, longer, as to what the final solution might be, but works in a mode of continuous integration towards a desired end.



p. 143-145: Instances of Concept Animation (dot Matrix + surface) deformations - Phaeno Science Centre

Each mode, delivers in a different and exclusive way. The classical (specialized) approach can lead to deep research and deep design solutions, while the adaptive (generalist) approach allows for a more fluent, absorptive performance in dealing with high levels of abstract information while classifying them into of packets of information that feed into the design object. The adaptive approach can have multiple loops in the process. Overall, both approaches are linear in the way the work is executed.

A third approach can be the employment of a mode of Flickering from one approach to the other: A design thinking approach that can constantly employ imagination and creativity to integrate and manage the flow of information while working on the refinement of the project. In this mode, the designer is not a disciplinarian but a catalyst that can think inside and outside the box in a perpetual shift between the two modes described above.

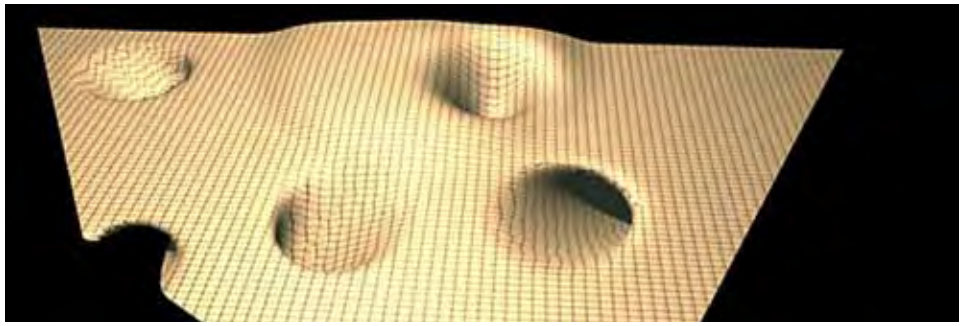
Mark Dziersk explores the notion of Design by comparing its common meanings as an end result and as an action. He describes design thinking as "…A protocol for solving problems and discovering new opportunities. Techniques and tools differ and their effectiveness is arguable but the core of the process stays the same."

He also goes further to define a process of design thinking that consists of a four steps: 1. Define the problem, 2. Create and consider many options, 3. Refine selected directions (and loop) and 4. Execute

I would go a step further to say that in the design of buildings and urban projects the process of design takes in many cases a few years to be complete. It is therefore impossible to go through this cycle only once. While the process of refinement can run in parallel, my experience tells me that the process of design follows throughout that time frame constantly imagining new solutions and integrating the project.

Information management and the design process

We can witness the operation of interdisciplinary processes in the world today when we consider the working methods of organizations like NASA, ESA and other large scale institutions.



It is well known that these organizations deliver very complex projects. One is initially, left in wonder as to how thousands of scientists, designers, engineers, thinkers, problem solvers operate effectively. What structure might enable them to operate in their tasks? In order to achieve the degree of innovation and forward thinking that is necessary, Information must be organized in multiple layers and hierarchies in order to perform the multiplicity of the particular tasks.

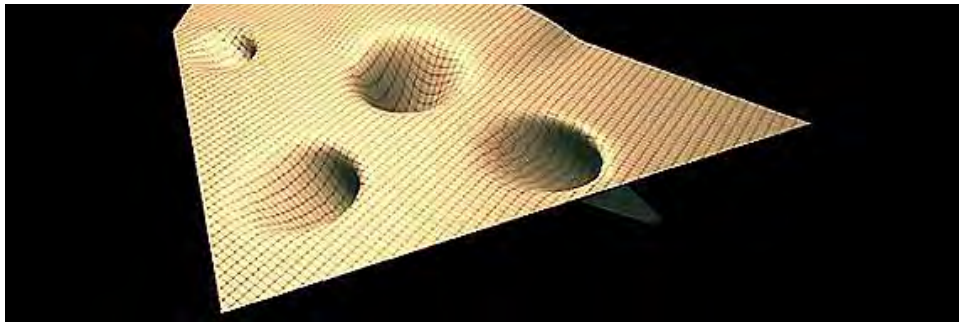
The project of launching an international space station that is developed to operate in orbit for long periods of time requires an unimaginable degree of organization and coordination. With information coming in from all sides of the scientific spectrum, disciplines as remote as biology, computer science, particle physics, engineering, psychology etc. participate in the task of integration. Information management goes part of the way to deliver the required results.
In no way, is there an attempt here, to establish of a simplified relation between information and knowledge. The new information economies are by nature both in flux and interlinked and this gives rise to an interesting opportunity about the way in which information "terminals" handle information flow, within the design network.

Information flows continuously, in an endlessly faster pace, delivering a sensation of ever-changing sensibilities, so designers, must maintain a degree of openness. This openness not only allows for continuous update, but can inform the design development and the regeneration of knowledge already owned. A becoming notion is the emergent nature of knowledge.

The emergent nature of (design) knowledge

The emergent nature of design knowledge has to do how the system collectively works.

First, it is important to establish what the designer's operation is, in connection to the form making process. The designer inevitably places themselves at the intersection of receiving external information (brief, restrictions, etc.) and making a series of internal value judgements in regard to the design. This simple action can be repeated and at once form and inform both sets of values (external and internal).



Collectively, these decisions are shared, either as packets of code, as step-by-step design processes or as “design concepts” that are proliferated to the design community. This simple process then becomes an emergent system. Once a design solution gets accepted by the community of designers as a viable solution to a problem, it gets distributed in a bottom-up way and forms a “trend”, i.e. an acceptable way, or a performance protocol for small or large solutions, within the community of designers.

Development of a Common Language

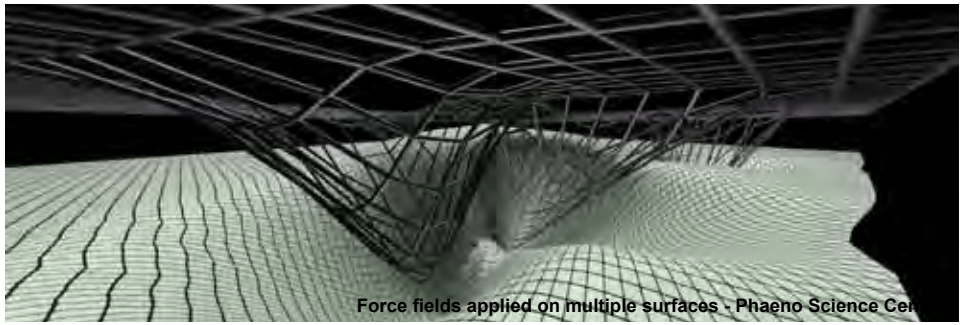
In order to consider how to enlarge the intersection between disciplines, it is important to develop a language or a protocol of compatibility.

It is evident that different disciplines think about problems in different ways. Immersing design disciplines in a common environment may be a productive way to reduce the differences without losing out on specialization.

Which environments are most conducive to producing integrated designs of high level complexity within a multidisciplinary design approach? Is it a virtual environment, a physical environment or is it a hybrid condition? How can environment be used to enable conceptualization and growth of such design cultures?

How can a design process that effectively manages a large amount of problems, in some cases contradictory, be organized in order to bring disparate thinking patterns together? Should there be a predominant thinking structure or one that (e)merges (from) the input of different specialists? Is it possible to think of structures that communicate and collaborate, whilst thinking of problems in different ways? How can we achieve high level integration and latent complexity or better sophisticated simplicity?

Geometry is certainly one tool which designers use to communicate ideas precisely and effectively and this must be the starting point. Furthermore, certain geometrical concepts are more adept towards promoting this culture in that they necessitate intensive collaborations.



Force fields applied on multiple surfaces - Phaeno Science Cen

Examples / Building

The Phaeno Science Centre is an example of such a concept, where the architectural Form, developed as a Play between Surface and a system of Forces that caused it to deform can immediately be translated into a Structural concept.

These deformations play out as an exploration into the single surface project. This particular experiment is in a way not a three-dimensional form but it is conceived as a purely four dimensional object, i.e. an animated entity. Therefore, the surface deformations are not figurative as they don’t form a static composition but effectively become the parameters of the design. The conditions produced by the forces (deformations) become the tool with which the first instances of the design manifest.

These deformations are spread wide forming a complex network of conditions (generalist/ approximation) that are elastic enough to be able to maintain integrity even under the most scrutinised level of rationalization. In effect, the project becomes a case of synthesizing the effects of “forces” into a complete result. The “force field” of conditions becomes a simultaneous translation into spatial formations, structure, occupation density and so forth.

Surface flexing for instance, may be rationalized through the design development process and in the Phaeno particularly interpreted into the conical volumes expressed as an interior crater landscape that essentially creates space and structure together. The concrete surface simultaneously spread wide and composed itself into a form that becomes the image of this force field.

Therefore, the Design is only evident as a manifestation of the Form and it becomes both an architectonic and a structural device. Generated as abstract means at first, they become instruments for a transformation from the virtual to the real.

In this way, the Design engagement is one that allows parametric design processes to be effectively productive, away with traditional composition methods or the figurative portraiture of static object observer compositions and effectively working on a malleable set of conditions. The object is no longer made the way it is seen, but the way it is thought or felt.

Refined building model - Phaeno Science Centre

This apparent Strangeness is evidence of its authenticity as an experiment and in the best of case an emergent form of beauty.

Examples / City

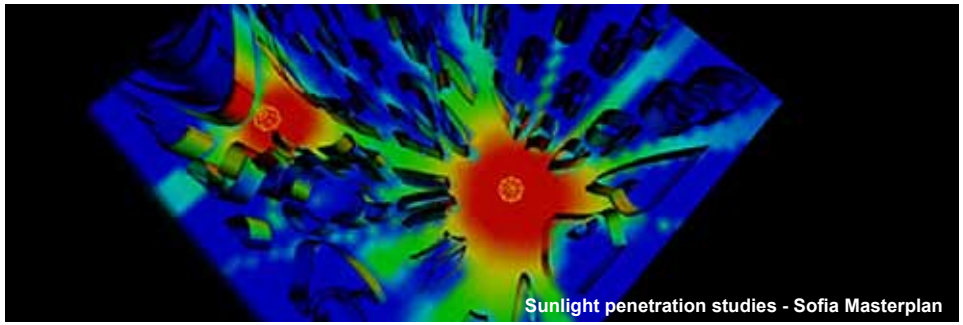
In the Sofia Masterplan, the experimentation is taken a step further to incorporate a larger set of elements in a unified whole with distinct building elements that are based on algorithmic functions.

By nature a Masterplan is amongst other things, an assembly of buildings. These building and their interrelations have to be organized and correlated, void public space must be generated and the effects of the urban conditions assessed in a simulated environment. Furthermore, the environmental credentials of the urban plan must be integrally developed and modelled both in terms of appearance and performance.
In this case, the intermittent spaces are generated by the stretching a tentative urban pattern. The effects of this elasticizing the urban mass can generate buildings that are no longer based on a zoning diagramme. The transition from concept to refinement and execution can be implemented in a lateral way or through looping sequences.

This method allowed us to develop the Masterplan and the building plan simultaneously, while other issues can immediately follow such as the analysis of façade elements not for individual but for an array of buildings, prior to the final formation of the programmatic contents themselves or indeed the overall urban form.

This simultaneous development of elements can, for example, test the performance of façade surfaces, prior to the finalization of the building form, thus enabling the designers to instantly assess issues such as solar gain, shading conditions, viewing possibilities and transparency while forming the urban plan.

In some sense, the design of the project could become a live feed model by bringing in other aspects to study such as the phasing of construction, the calculation of investment volume per phase, traffic engineering or the exploration of shared infrastructure concepts in quantifying the effects of each design decision.



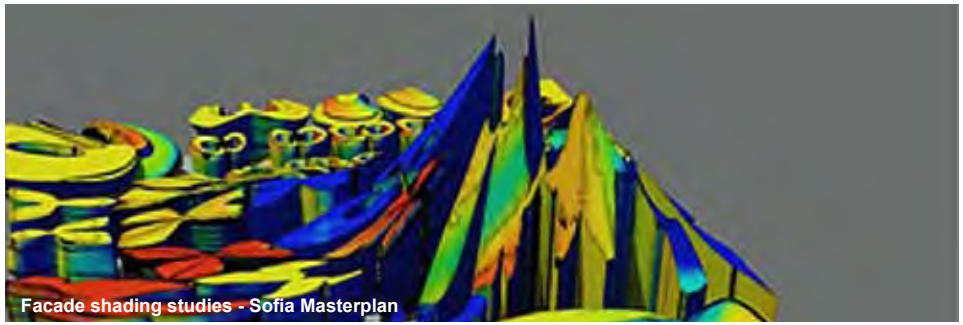
Sunlight penetration studies - Sofia Masterplan

Conclusions

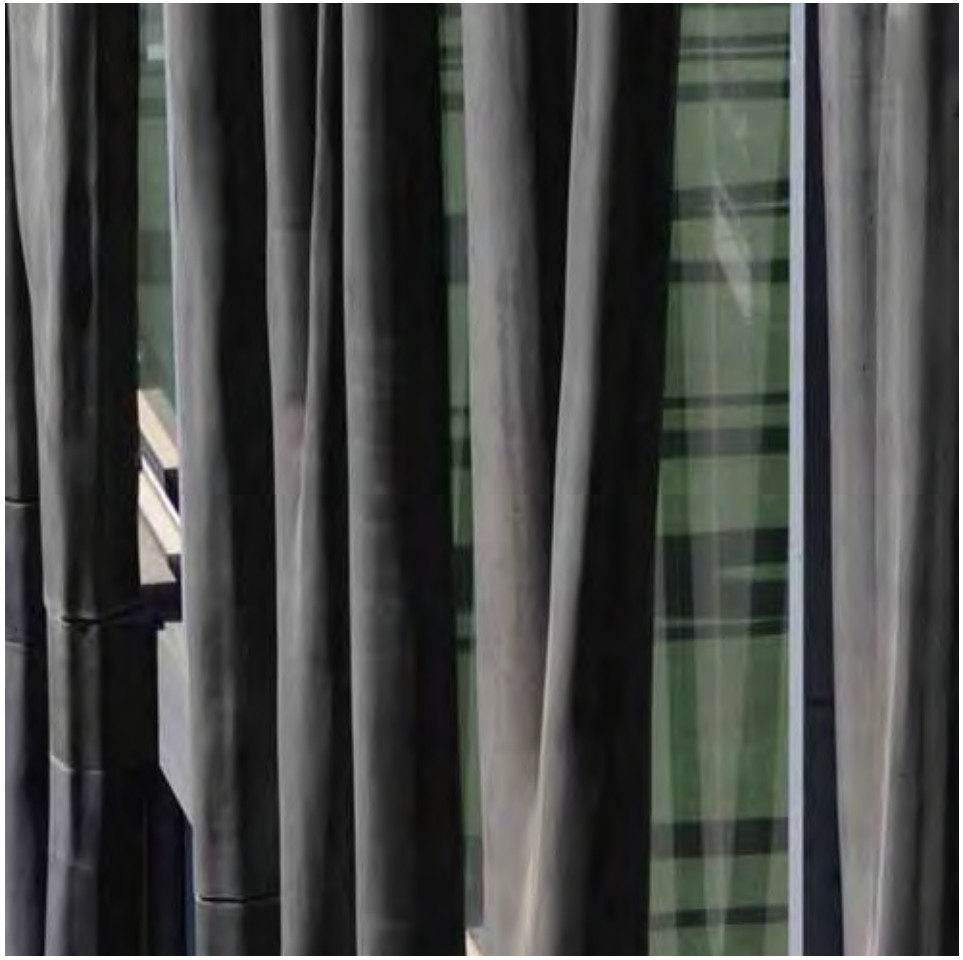
Cross-disciplinary design may not only be a tangible possibility but also a necessity in our working methods today. The evolution of design thinking from the parallel multi-disciplinary process to a unified integrated thinking process would include fluid information exchange, deep interrelations between disciplines and design interaction that continues from the beginning to the end of the project.

This level of collaborative design thinking can certainly prove itself worthy in experiments using CAD/CAM technologies and rapid prototyping innovations that are currently being developed. The future will most certainly hold the demand to assemble buildings remotely by delivering virtually designed models of buildings directly on site. The information based collaborations and the introduction of very powerful computing tools in the design process offers a possibility of evolving design practice from a craft, or a design studio to a building laboratory.

The issue now is, not only how to tap into this valuable resource of merging technology and our ability to manage large volumes of information, but how to elevate our imagination and deepen our thinking to correspond to these high demands and produce beautiful highly integrated designs.



Facade shading studies - Sofia Masterplan



Caroline Kruit is redacteur en publicist. Ze leidt dax creative company, gespecialiseerd in publicaties over architectuur, bouwindustrie en techniek. Daarnaast doceert ze aan de ArtEZ Academie van Bouwkunst.

J4 Gebouw Mucem, Rudy Ricciotti

Caroline Kruit

Met de oplevering van het nieuwe museumkwartier in Marseille is een nieuw hoofdstuk geschreven in de ontwikkeling van Ultra High Performance Concrete (UHPC). Het materiaal is de constructieve en esthetische drager van de architectuur van het J4 Gebouw van Mucem (Musée des Civilisations d'Europe et de Méditerranée) en de loopbrug vanaf de oude stad naar het dak van het gebouw. Rudy Ricciotti won in 2002 met zijn architectonisch ontwerp - waarvan de eerste schets al aangaf hoe UHPC zou kunnen worden ingezet - de prijsvraag van de Franse overheid. Maar liefst vier ingenieurbureaus rekenden aan de verschillende onderdelen van het gebouw. Lamoureux & Ricciotti ingénierie ontwikkelde en berekende de elementen in UHPC. Op de bouwplaats van Mucem vertelt ingenieur Romain Ricciotti over het relatief nieuwe bouwmateriaal en de geleerde lessen bij dit project.

Om te zeggen dat Ultra High Performance Concrete (UHPC) hem met de paplepel is ingegoten, is wat overdreven. Het past ook niet bij de ingetogen wijze waarop Romain Ricciotti praat over zijn werk en de projecten waarmee hij bezig is. Ricciotti komt uit een familie van bouwers. Zijn grootvader was een aannemer, zijn vader is de flamboyante architect Rudy Ricciotti. "Gebouwen, bouwen, bouwplaatsen.. het is een soort van familie-aangelegenheid", zegt de jonge ingenieur bescheiden.
Romain Ricciotti studeerde aan het Parijse instituut École des Ponts et Chaussees. "Wiskunde is de basis voor alle studies bij het instituut", vertelt Ricciotti. "Je leert onderwerpen op een mathematische wijze te benaderen: economie, energie, transport en constructies." Tijdens zijn afstuderen was vader Rudy Ricciotti bezig met een allereerste ontwerp in UHPC, een voetgangersbrug in Korea. Romain volgde de samenwerking met fabrikant Lafarge nauwgezet. "Vier jaar later kwam er weer een project voorbij en kon ik de berekeningen doen omdat ik bekend was met het type constructie en het materiaal."

Mechanica

Na zijn afstuderen vormde Romain Ricciotti een ingenieursbureau met Guillaume Lamoureux, die zijn opleiding volgde aan de École Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie (ESTP) in Parijs. Lamoureux & Ricciotti ingénierie noemt het werken met UHPC een specialiteit, maar rekent ook aan (geprefabriceerd) beton, staal, hout en glazen puien. Voor een bureau van nog geen vijf jaar oud heeft het een aardig repertoire aan projecten, al is een aantal ontwerpen blijven

Het interview met Romain Ricciotti vond plaats in Marseille, op de bouwplaats van Gebouw J4 van Mucem, 24 september 2012.

Romain Ricciotti

steken bij het prototype. Met enthousiasme ‘puzzelen’ de jonge ingenieurs met (combinaties van) materialen.
Voor het rekenen met UHPC zijn er geen speciale regels of formules, zo stelt Ricciotti. “We gebruiken dezelfde basisprincipes, de mechanica is hetzelfde als bij andere constructies. De materiaalkundige eigenschappen van UHPC zijn anders, maar daarin zit meestal niet de beperking of drempel voor toepassing. Omdat elementen van UHPC zoveel verschillende functionaliteiten kunnen hebben en er nog weinig referenties zijn, wordt er gevraagd om extra zekerheid. En dat betekent extra berekeningen, meer controles om garanties te kunnen geven. Het zijn allemaal inspanningen die je moet treffen om een nieuw product in een traditionele keten op te kunnen nemen.”

Iteratief proces

Het is de High Performance van UHPC die projecten nog wel eens doet struikelen, concludeert Ricciotti. “In de traditionele opbouw van een project werk je met verschillende lagen in een ontwerp: een constructieve laag, de afwerking, de gevel. Met UHPC is het mogelijk deze lagen in één element te combineren. Deze combinatie van prestaties vergt een integrale aanpak van het ontwerpproces, al vanaf de eerste schets. De architect en zijn constructieve adviseurs doorgaan een intensief, iteratief proces om tot een optimaal ontwerp voor de verschillende elementen te komen. Dat kan alleen als alle neuzen vanaf het eerste begin dezelfde richting op staan. Ook die van de opdrachtgever!”
De projecten waarbij in een later stadium werd gekozen om een alternatief voor de gevel of constructie in UHPC uit te rekenen, zijn op niets uitgelopen, zo is de ervaring van Ricciotti. “Voor een betaalbare en productietechnisch haalbare toepassing van UHPC moeten alle puzzelstukjes kloppen. In de loop van een proces kunnen er natuurlijk altijd redenen zijn van economische, constructieve of architectonische aard die leiden naar de keuze voor een ander materiaal. Maar als vanaf het begin met het UHPC wordt gewerkt zijn de voordelen des te groter en hoeft de investering niet hoger te zijn.”

Combinatie van functies

De materiaaleigenschappen van UHPC kunnen makkelijk de competitie aan met andere - traditionele - constructieve en esthetische materialen, zo stelt Ricciotti. “Het verschil zit in de combinaties van functies en eigenschappen. We maken nu bijvoorbeeld een prototype voor een tankstation in UHPC, als alternatief voor een staalconstructie. De betonnen variant is flink duurder om te maken. Maar in

J4 Gebouw Mucem, Rudy Ricciotti

de uitvoering - met heel veel standaardisatie en prefabricage - en het onderhoud komt UHPC veel beter uit de berekeningen.”
Prototypes maken is op dit moment een vast onderdeel in ontwikkeltrajecten van UHPC-elementen. De prototypes worden vrijwel altijd op ware grootte gemaakt. “De verbinding van de elementen is een cruciaal, maar heel lastig onderdeel van de haalbaarheidsstudies”, legt Ricciotti uit. “We gebruiken verschillende technieken om elementen te verbinden. Op locatie onder spanning brengen is het meest gebruikelijk. De prototypes testen we op de duurzaamheid van de te verbinden oppervlakken, want daar zit het grootste risico: zout en water kunnen dit oppervlak aantasten. Voor een project in Parijs hebben we proeven gedaan met speciale, chemische interfaces. Die moeten heel wat aankunnen: mechanische krachten, temperatuurschommelingen, aggressieve stoffen, vocht en vrieskou. Met simulaties en accerelatietesten (versnelde veroudering) kijken we naar de duurzaamheid voor vijftig jaar.”

Omgekeerde bouwvolgorde

Het Mucem J4 project in Marseille, een ontwerp van vader Rudy Ricciotti, laat in vele opzichten unieke toepassingen van UHPC zien. De gevel is een filigreine compositie van opengewerkte elementen in een donkere kleur. Hoge en ranke, vloeiend gevormde kolommen zetten de sfeer in het interieur. Op het dak staat een pergola van slanke constructieve jukken waaraan de loop-bruggen langs de gevels hangen. Een elegante brug nodigt uit om de afstand tussen het gebouw en de oude stad te overbruggen. “Het is bijzonder om te zien dat het gebouw zoveel lijkt op de eerste schetsen, die toch alweer tien jaar oud zijn”, zegt Romain Ricciotti. Lamoureux & Ricciotti ingénierie nam binnen het grote team van ingenieurs de uitwerking van het UHPC voor rekening. “Ten opzichte van die eerste schets zijn de details misschien veranderd, maar het karakter en de dimensies van het gebouw zijn hetzelfde.” Het project heeft langere tijd stil gelegen, totdat in 2009 duidelijk werd dat Marseille in 2013 Culturele Hoofdstad van Europa zou worden. En ondanks dat het gebouw al volledig was doorgerekend (“met zeshonderd pagina’s A3 aan berekeningen!”, aldus vader Ricciotti in een interview), werden in de loop naar een snelle uitvoering toch nog wat (budgettaire) aanpassingen gedaan. Niet onbelangrijk: de materialisering van de draagconstructie werd herzien. De plint, kelder en stabiliteitswanden werden in regulier constructief beton uitgevoerd, de verdiepingvloeren in B60. De vloeren worden gedragen door kolommen aan de omtrek, zonder tussenkolommen. “Het ontwerp van de kolommen is afgestemd op de druksterkte door het gewicht en de krachten van de vloeren. In de eerste plannen zouden de kolommen na het storten van de

J4 Gebouw Mucem, Rudy Ricciotti

vloeren worden nagespannen om de constructie stabiel te krijgen. Met de zwaardere vloeren bleek het nodig om de kolommen op elke verdieping met extra ankers te verbinden aan de constructie. Uit esthetisch oogpunt wilden we dat vermijden. Daarom is ervoor gekozen om de UHPC-kolommen een voorspanning te geven en uit te voeren als pendelkolommen, zodat ze de extra krachten konden opnemen. Een ingrijpende en onorthodoxe beslissing, want een omgekeerde bouwvolgorde was het gevolg: eerst zijn alle vloeren gestort en tijdelijk afgesteund, vervolgens zijn de voorgespannen kolommen langs de omtrek geplaatst. Pas op het laatst is de vloerconstructie met speciaal ontwikkelde knopen verbonden aan de kolommen.” Ricciotti vertelt er bevlogen over, maar haalt vervolgens zijn schouders op. “Als je onder tijdsdruk staat, kies je voor dergelijke oplossingen. Terugkijkend was het een groot risico omdat we er geen enkele ervaring mee hadden. Eigenlijk is het heel gevaarlijk, om te snel te willen bouwen.”

Volgende uitdaging

Gevraagd naar een volgende uitdaging in het werken met UHPC, moet Ricciotti even nadenken. “Eigenlijk ben ik niet op zoek naar een nieuwe uitdaging. Mucem was uitdagend genoeg. Ik wil ‘s nachts wel kunnen slapen! Je moet niet tegen wil en dank innoveren. Het is veel interessanter om te kijken naar nieuwe toepassingsgebieden voor het materiaal, zodat het breder kan worden ingezet. Meer ervaring met UHPC en meer kennis over het materiaal zal leiden tot een goede regelgeving en dat geeft meer vakmensen aanleiding om ervan gebruik te maken en de efficiëntie ervan te ontdekken.”

Het werken met UHPC geeft veel kansen, zo stelt Ricciotti. ‘Misschien eerder in andere branches dan de architectuur. Ik denk aan havengebieden, defensie en infrastructuur. De eigenschappen en het gedrag van het materiaal passen goed in duurzaamheidsvisies en toekomstscenario’s. De toepassingen zijn materiaalefficiënt, brandveilig, kunnen grote overspanningen en krachten aan.”

Een volgend project in UHPC heeft zich echter al wel bij het ingenieursbureau aangediend. Een brug in Montpellier: “elegant en dun”, aldus de ingenieur. De officiële aanbesteding van het ontwerp moet nog plaatsvinden, zo vertelt hij. “Maar de berekeningen zijn al klaar.”

J4 Gebouw Mucem, Rudy Ricciotti

J4 Gebouw Mucem, Rudy Ricciotti

PUBLICATIES OVER UHSB

Themanummer UHSB, diverse artikelen, Cement 2012 nr.6; Æneas, Boxtel
FIP model Code 2013; FIB Bulletins 65 en 66, International Federation for Structural Concrete (FIP), 2012
Walraven, J.C., Ultra-hogesterktebeton – materiaal in ontwikkeling, Cement 2006 nr.5; Aeneas, Boxtel
Proceedings of the Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete Kassel, Germany March 05-07, 2008; Kassel University Press
UHPC Pathway to commercialization; Department of Homeland Security, Science and Technology, 2012

raadpleeg verder het online archief van het tijdschrift Cement: http://www.cementonline.nl

'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

LINKS NAAR UHSB

informatieve sites van commerciële aanbieders van UHSB / UHPC producten:
http://www.bsieiffage.com/cms
http://www.crc-tech.com
http://www.densit.com
http://www.ductal-lafarge.com
http://www.hi-con.dk
http://taktl-llc.com
http://www.myuhpc.com

video's in kader van UHBS-Casestudies (interviews)
http://www.cementenbeton.nl/innovaties/1383-ultra-hogesterktebeton

deelnemers aan de UHSB-Casestudies
ABT - http://www.abt.eu
BAM Utiliteitsbouw - http://www.bamutiliteitsbouw.nl
De la Rive Box Design Management - http://www.delarivebox.com
G.tecz - http://www.gtecz.com
Haitsma Beton - http://www.haitsma.nl
Hurks Prefabbeton - http://www.hurksbeton.nl
Natuurmonumenten -http://www.natuurmonumenten.nl
NIO architecten - http://www.nio.nl
Pieters Bouwtechniek - http://www.pietersbouwtechniek.nl
Romein Beton - http://www.romein.nl
Royal HaskoningDHV - http://www.royalhaskoningdhv.com
Strukton Civiel - http://www.struktonciviel.com
UNStudio - http://www.unstudio.com

Siebe Bakker & Hans Köhne - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

UHSB CASESTUDIES

Oktober 2009
Kick-off bijeenkomst
Initiatief, inventarisatie en SWOT

September 2010, TU Delft, faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen - prof.dr.ir. Joost Walraven
UHSB maakt bruggen super
tussentijdse presentatie, workshop en openbaar seminar:
Actuele UHSB-ontwikkelingen wereldwijd, prof.dr.ir. Joost Walraven - TU Delft
Experimental research on UHSC-structures, Dipl.-Ing. Bernhard Freytag - TU-Graz
From product development to application, ir. Thierry Thibaux - Eiffage
Design and Construction process WILD-bridge, Völkermarkt, Dipl.-Ing. Michael Reichel - TU-Graz

September 2011, Peize, Vereniging Natuurmonumenten
Natuurlijk UHSB
seminar, presentaties UHSB casestudie projecten

April 2012, TU Delft, faculteit Bouwkunde - prof.dr.ing. Ulrich Knaack
Extreme Concrete
einddebat, workshop, netwerkborrel en openbaar seminar:
State of the art in concrete, Dr.-Ing. Gregor Zimmermann - G.tecz
Monolithic, prof.dr.ing. Ulrich Knaack - TU Delft
Architecture with extreme concrete, Rudy Ricciotti - Rudy Ricciotti architecte

Gregor Zimmermann, Arjan Dingsté & Rogier De la Rive Box - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

CASESTUDIE TEAMS

Helix Nigtevecht
Rogier De la Rive Box - De la Rive Box Design Management
Rob Vergoossen - Royal HaskoningDHV
Valentijn Blonk & Paul de Vries - Romein Beton
Gregor Zimmermann - G.tecz

André Speksnijder - Strukton Engineering (Het Oog)

Parkbrug Voorstonden
Maurice Nio, Matteo Serafini & Anja Verdonk - NIO architecten
Rogier van Nalta & Jan Verstegen - Pieters Bouwtechniek
Jan Dekkers, Steffen Grünewald & Rob Huijben - Hurks Prefabbeton
Leo Gielbert - Strukton Civiel

Tony de Haan & Wineke Allersma - Natuurmonumenten (opdrachtgever)
Viktor Mechtcherine - TU Dresden (onderzoek autogene krimp)
Robert Hermkens, Vostermans Tooling & Prototyping (mal)

Uitkijktoren Peize
Arjan Dingsté, Marc Hopperman & Marianthi Tatari - UNStudio
Erik Brok & Frans van Herwijnen - ABT
Klaas Visser - Haitsma Beton
Wim Noordzij - BAM Utiliteitsbouw

Tony de Haan & Anne Krins - Natuurmonumenten (opdrachtgever)
Cees Kleinman & Hans Lamers - TU Eindhoven (beproeving traptreden)

Klaas Visser & Marc Hopperman - 'Extreem Beton' einddebat, TU Delft

PUBLICATIE

Interviews
Siebe Bakker - bureaubakker

Tekstbijdragen
Rogier De la Rive Box, Hans Köhne, Caroline Kruit, Christos Passas, Paul de Vries

met dank voor herplaatsen artikelen
Cement/ Æneas, UNStudio, Zaha Hadid Architects/AKT/Actar

Beeldmateriaal
bureaubakker (Siebe Bakker, Drew Mc Gurk, Mariet Sauerwein, Wies van Saus)

ABT - 68
Cement&BetonCentrum - 52, 54, 82, 83, 93, 94
De la Rive Box Design Management - 5, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 85, 86, 87, 88, 89, 128,129, 130, 131, 132, 133
Leo Gielbert - 55, 56, 57
Lisa Ricciotti / Rudy Ricciotti architecte - 150, 152, 153, 154, 155
NIO architecten - 6, 40, 42, 45, 48, 49, 51, 58, 90, 91, 92, 95
Pieters Bouwtechniek - 46, 50
Romein Beton - 134, 135, 136, 137, 138, 139
UNStudio - 7, 62, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 78, 79, 96, 98, 99
Zaha Hadid Architects / Christos Passas - 140, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

Redactie & Vormgeving
Siebe Bakker - bureaubakker

Tony de Haan - ‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft

EXTREEM BETON - UHSB CASESTUDIES

Initiatief & Coordinatie
Cement&BetonCentrum
André Burger, Hans Köhne, Natasja Steenbergen & Henk Wapperom

Format, Begeleiding, Video & Publicatie
bureaubakker

Informatie
bureaubakker - http://www.bureaubakker.com
Siebe Bakker - siebe@bureaubakker.com

Cement&BetonCentrum - http://www.cementenbeton.nl
Hans Köhne - hanskohne@cementenbeton.nl

Klaas Visser & Rogier van Nalta - ‘Extreem Beton’ einddebat, TU Delft