

EERSTE BEWEEGBARE BIOCOMPOSITIETBRUG IN OPENBAAR WEGENNET FRYSLÂN PRIMEUR!

ir. R.P. (Rinze) Herrema | business unit manager bij Witteveen+Bos
J.R.J. (Jorian) Wals MSc | adviseur Contracten en Marktbenadering
bij Witteveen+Bos



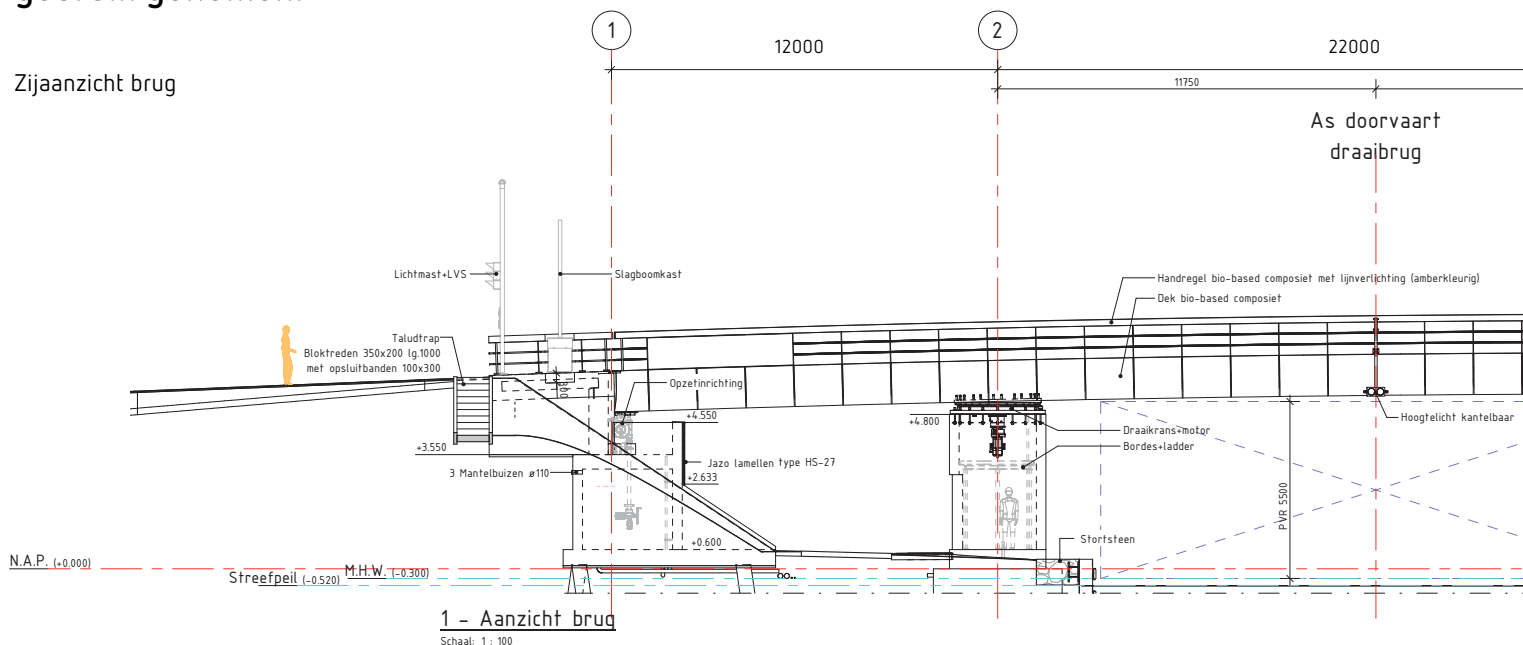




Brug over het Harinxmakanaal, nabij Ritsumasyt. Foto: Bouwfotografie.nl

Eerste beweegbare brug ter wereld in het openbare wegennet, gemaakt van biocomposiet. Normaliter verwacht je bij zo'n headline nieuwsberichten uit China of een oliestaat. In dit geval is niets minder waar. Deze brug staat 'gewoon' bij ons in Nederland, in het Friese dorpje Ritsumasyt, amper 70 inwoners tellend, onder de rook van Leeuwarden. In het afgelopen jaar is deze brug gebouwd en eind november 2019 in gebruik genomen.

Zijaanzicht brug



WAAROM EEN BRUG VAN BIOCOMPOSITIET?

In 2010 startte de aanleg van de Haak om Leeuwarden, een nieuwe rondweg om de doorstroming rondom de Friese hoofdstad te bevorderen. Eind 2014 is het wegtracé in gebruik genomen. Daarna startte het opruimen van de oude wegen en werd de gebiedsontwikkeling rondom 'de Haak' vormgegeven. Eén van de opgaven in deze gebiedsontwikkeling is het realiseren van een nieuwe verbinding voor fiets'voetgangers over het Van Harinxmakanaal, tussen Ritsumasyl en Deinum. Bovendien wilde de provincie Fryslân met deze nieuwe brug invulling geven aan hun duurzame en circulaire ambities, specifiek door het toepassen van biocomposieten. Dat de provincie een serieuze ontwikkeling van natuurlijke materialen in de infra wil

bevorderen, blijkt wel uit de randvoorwaarden: een doorvaartbreedte van 17 meter met een gangbare levensduureis van minimaal 100 jaar.

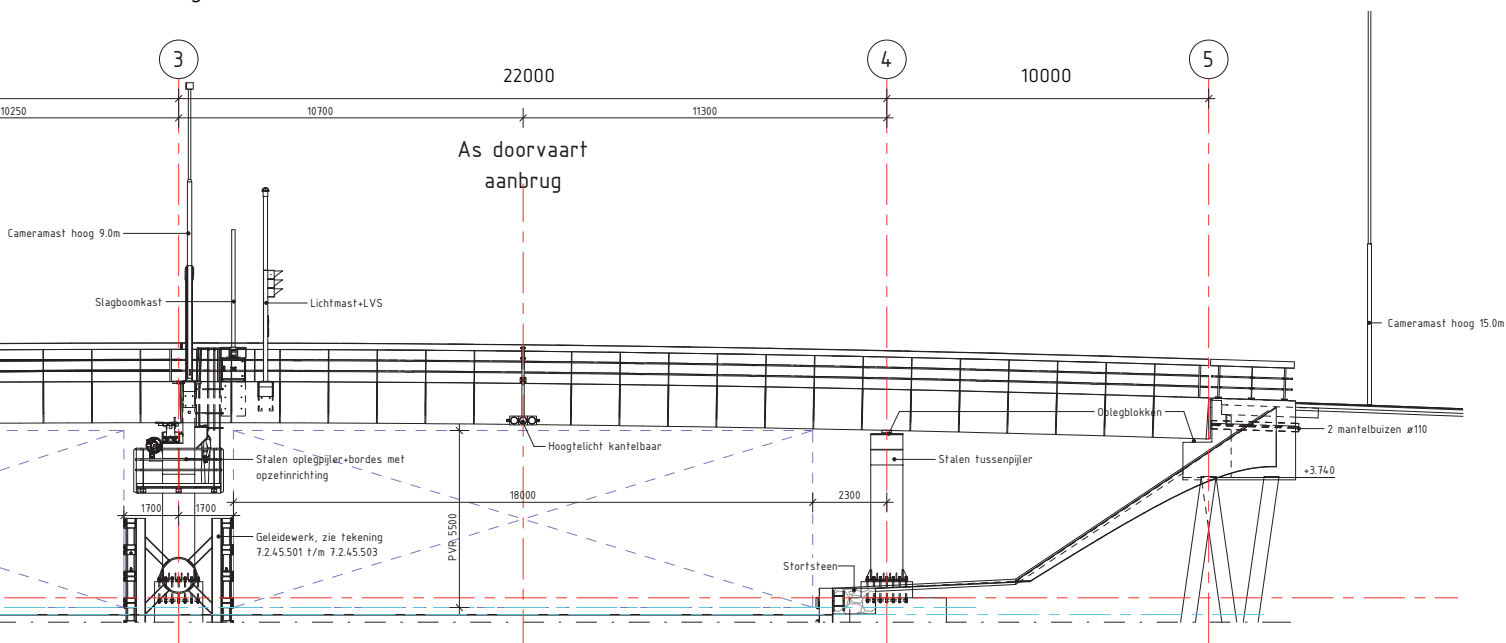
De transitie naar een circulaire economie is wenselijk en noodzakelijk voor de provincie Fryslân. Thema's als klimaatverandering, globalisering en de toenemende wereldbevolking dwingen ons anders te denken, andere ideeën te ontwikkelen, innovatieve producten te ontwikkelen en ons consumentengedrag aan te passen. De provincie zet zich al geruime tijd in voor deze omwenteling die werd toegejuicht door Prins Carlos de Bourbon de Parme tijdens de Rede van Fryslân in 2016. 'Friesland bevat alle ingrediënten om koploper te worden, maar wij mogen ons best sterker profileren op dit thema'.

DE VOORBEREIDINGSFASE

In de voorbereidingsfase is door de ingenieurscombinatie Sweco/Witteveen+Bos onderzocht welke natuurlijke materialen kansrijk zijn voor een robuuste toepassing in de infrastructuur. Ook werd onderzoek verricht naar de wijze waarop het onderwijs kon worden betrokken en hoe marktpartijen effectief konden bijdragen om het doel van de provincie te bereiken. In 2015 voerde de ingenieurscombinatie onderzoek uit naar de geschiktheid van biocomposieten als constructiemateriaal voor kunstwerken. Uit dit onderzoek bleek dat biocomposieten een serieuze stap kunnen zijn in de ontwikkeling van circulaire kunstwerken op basis van een natuurlijke kringloop. Duidelijk werd dat de concrete toepassing van biocomposiet als constructiemateriaal van een brugdek een ambitieuze, maar niet onmogelijke opgave is. De provincie schreef twee aanbestedingen uit: één voor het contracteren van een aannemer voor de realisatie van de onderbouw, de remming- en geleidewerken en de elektrotechnische- en werktuigbouwkundige onderdelen van de brug. De tweede aanbesteding was bedoeld om een producent van brugdekken te contracteren die specifieke (materiaal)kennis van composieten kon inbrengen. De gecontracteerde aannemer en producent vormden samen met de provincie Fryslân, de hierna genoemde onderwijsinstellingen en de ingenieurscombinatie het bouwteam dat de ontwikkeling van de biocomposiet brug zou realiseren.



Foto: Bouwfotografie.nl





voor het biocomposiet, Spie en Antea voor het civiele- en E&W-gedeelte van het werk (als combinant, respectievelijk onderaannemer van Strukton). De samenwerkingsvorm van het bouwteam is doorvertaald naar de ontwerpteams. Dat leidde tot gezamenlijke ontwerpessies waardoor raakvlakken direct werden geïdentificeerd en knelpunten het hoofd konden worden geboden.

Eén van die knelpunten was dat het materialenonderzoek van het biocomposiet in tijd parallel liep aan het ontwerp. Dat zorgde ervoor dat gedeeltes van het ontwerp moesten worden aangepast door nieuwe resultaten uit het materialenonderzoek. Een flinke uitdaging voor de betrokken ontwerpers en ingenieurs. Met name kruipgedrag, vermoeiingssterkte en thermische uitzetting van biocomposiet zijn kenmerkende en afwijkende eigenschappen ten opzichte van glasvezel versterkte kunststof. Het toevoegen van extra biocomposietvezels op kritieke plekken, het overdimensioneren van de opzetwerken en de draaipijler, kan deze risico's beheersen. Ondanks de extra ontwerpiteraties is in slechts anderhalf jaar tijd het gehele proces van variantenstudie tot en met uitvoeringsontwerp doorlopen.



Wapening voor het biocomposiet

provincie vastgesteld, omdat op deze manier ook de uitkomsten van het materialenonderzoek en de productietechniek van invloed konden zijn op de uiteindelijke keuze van het brugtype. Daarnaast zijn expliciet de kansen en risico's meegewogen die waren opgesteld door de beheerder van de brug en de ingenieurs van de aannemer, producent en ingenieurscombinatie.

De vergeleken varianten waren onder andere een basculebrug, klapbrug, ophaalbrug, hefbrug, tafelbrug en draaibrug. Opmerkelijk hierbij was dat de uiteindelijk gekozen variant - een asymmetrische draaibrug - vooraf door geen van de ingenieurs van de betrokken partijen als voorkeursvariant naar voren kwam. De gemeenschappelijke inzichten van de betrokken partijen in het bouwteam hebben echter geleid tot de keuze voor dit type als voorkeursvariant.

Het uitgangspunt van het ontwerp is eenvoud: een brug met een rustig en evenwichtig beeld, in gesloten en geopende toestand. Omdat biocomposiet ook voor het publiek een onbekend materiaal is, is de brug in staat om aan het publiek uit te leggen wat dit nieuwe materiaal precies is door het materiaal letterlijk binnen handbereik van het publiek te brengen: handrail en randelementen zijn uitgevoerd in (middels transparante coating geconserveerd) biocomposiet.

Het ontwerp van de biocomposiet brug kwam tot stand door het architectonische beeld van Quist Wintermans Architecten te laten uitwerken door een ontwerpteam bestaande uit de ingenieurscombinatie Sweco/ Witteveen+Bos en Delft Infra Composites

Al dit werk leidde tot het ontwerp van een asymmetrische draaibrug met een biocomposiet dek van 22 m overspanning. De brugdekken van zowel het draaideel als de aanbruggen worden uitgevoerd in 85% biobased materiaal (op basis van vlasvezels, epoxyharsen/- harders en balsahout) met een levensduur van 100 jaar. In totaal wordt 66 m van de draaibrug en de aanbruggen in biobased materiaal uitgevoerd.

SLOPEN OUDE BRUG, START BOUWERKZAAMHEDEN BIOCOMPOSITIE BRUG

In de zomer van 2018 is begonnen met de sloop van de oude brug. Daarbij zijn de circulaire ambities van de provincie niet uit het oog verloren: het betonpuin dat vrij kwam bij de sloop is hergebruikt bij het nieuwe betonwerk voor de onderbouw van de biocomposiet brug. Het stalen val dat vrij kwam bij de sloop, is ter beschikking gesteld aan een gemeente elders in de provincie, die van plan was het val te hergebruiken bij de realisatie van een nieuwe vaste brug. Naderhand bleek het dek in onvoldoende

BOUWTEAM, MATERIELENSTUDIE EN ONTWERPFASE

In april 2017 startte het bouwteam onder de werknaam DRIVE (Doelgericht, Realistisch, Innovatief, Vooruitstrevend, Eensgezind) met haar werkzaamheden. Onder regie van de provincie was de eerste stap het materialenonderzoek, met de aan GreenPAC gelieerde onderwijsinstellingen NHL/Stenden en Windesheim, en daarnaast TU Delft, KU Leuven en Hochschule Osnabrück. Deze onderwijsinstellingen hebben elk verschillende soorten en samenstellingen van vezels, hars, harder en kernmateriaal beproefd op eigenschappen als treksterkte, elasticiteitsmodulus, gevoeligheid voor kruip, hot/wet-gedrag, en biocontent. Naast deze kenmerkende materiaaleigenschappen was ook de leverbaarheid van materialen op grote(re) schaal belangrijk alsmede de mate waarin de vezels konden worden geïmpregneerd door hars.

Parallel aan de materialenstudie is een variantenstudie uitgevoerd naar het type brug. Dit was vooraf bewust nog niet door de

technische staat voor hoogwaardig hergebruik.

De gemeente Waadhoeke verleende de omgevingsvergunning. Ook voor hen was de start van de bouw en het afgeven van de vergunning een spannend moment, aangezien er geen standaardrichtlijnen bestaan voor een kunstwerk van biocomposiet materiaal. Door de gemeente vooraf goed te betrekken bij de ontwikkelingen van het materiaal en de inzet van onafhankelijke biocomposietspecialisten uit binnen- en buitenland bij de toetsing van het ontwerp, kon de gemeente met voldoende onderbouwing de vergunning verlenen.

Nadat de laminaten geïnjecteerd en uitgehard waren, werden de onderdelen samengesteld tot twee losse brugdekken. Na het aanbrengen van een 3-laags coatingsysteem, dat het composiet beschermt tegen weersinvloeden, dooizouten en kleine beschadigingen, vond een postcuringproces plaats. Hierbij wordt het brugdek opgewarmd met heaters tot een temperatuur van minimaal 80 °C. Dit heeft tot doel om de materiaaleigenschappen te verbeteren. Het proces om de temperatuur evenredig over het dek te kunnen verdelen en om de temperatuur niet te hoog te laten oplopen, luistert zeer nauw. Een te hoge temperatuur kan mogelijk tot schade leiden aan het dek en verbranding van aangebrachte sensoren.

Toen de remming- en geleidewerken, de aangepaste oeverconstructie, de landhoofden en de pijlers in het voorjaar van 2019 gereed waren, is het vaste dek in juli op zijn definitieve plek gehesen. Het beweegbare dek volgde in oktober. Het inhijzen van de brugdekken gebeurde op het moment dat de initiële krimp had plaatsgevonden. Door de samengestelde dekken op de productielocatie al voor te belasten, kruipt het dek naar de gewenste kromming.

Dat de praktijk 'buiten' soms weerbarstiger is dan de onderzoeks- en ontwerpfasen van het project, werd hier eveneens ondervonden: werd het dek in het ontwerp nog zodanig gedimensioneerd om invulling te geven aan de materiaaleigenschappen kruip, vermoeiing en vervorming, in de praktijk bleek de stijfheid van de dekken hoger dan berekend.



Inhijzen van de brug. Foto: Bouwfotografie.nl

HET POST-PILOT TIJDPERK: OP WEG NAAR 'IMPACT MET DUURZAAMHEID'

Uiteraard is het belangrijk dat er vergelijkbare vervolprojecten komen. Om écht impact te kunnen hebben op circulariteit en duurzaamheid, moet het materiaal vaker worden toegepast in infraconstructies. Op die manier kan een doorontwikkeling plaatsvinden en het ontwerp verder worden geoptimaliseerd. Uit het materiaalonderzoek bleek dat daarnaast schaalvergroting van essentieel belang is om de grote chemische producenten van de harsen te overtuigen om de biocontent te verhogen naar uiteindelijk 100%. Daarin voorziet dit project ook, met onder meer een technisch seminar in Leeuwarden, waarin kennis over biocomposiet als kansrijk materiaal in infraconstructies is gecommuniceerd met constructeurs, materiaaldeskundigen, overheden en andere belangstellenden.

De brug is voorzien van een geavanceerd monitoringssysteem dat data verzamelt over het gedrag van biocomposiet zoals vervormingen, vochtgehalte, belastingen en temperatuur. Met behulp daarvan kunnen afgeleiden als kruip en vermoeiing worden

bepaald. Verder kan worden gevalideerd of de berekende constructieve levensduur van de brugdekken strookt met de praktijk. De data worden daarbij gekoppeld aan andere componenten die data verzamelen, zoals het meteostation, de verkeersintensiteit, de elektrotechnische en werktuigbouwkundige installaties. De data worden ontsloten en in themasessies gedeeld met onderwijsinstellingen, asseteigenaren van overheden en materiaaldeskundigen. Op deze manier levert het project voor langere tijd waardevolle informatie over biocomposiet als toekomstbestendig bouw materiaal in de infrastructuur. Het enige dat dan nog rest is een tweede opdrachtgever die biocomposiet bouw materiaal wil toepassen in infrastructurele kunstwerken.

Vanaf eind november 2019 kan in Ritsumasyl gefietst worden over 's werelds eerste beweegbare biocomposiet fietsbrug met een levensduur van 100 jaar. Dankzij de inspanningen van innovatieve aannemers, producenten, ingenieurs en een provinciale overheid die ondernemend een innovatief project in de markt durfde te zetten, is een belangrijke stap gezet op het gebied van nieuwe materialen in de infrawereld!

PROJECTOVERZICHT

Fietsbrug over het Van Harinxmakanaal nabij Ritsumasyl (2019)	
Opdrachtgever	Provincie Fryslân
Vormgeving	Quist Wintermans Architecten
Ontwerpteam	Ingenieurscombinatie Sweco/Witteveen+Bos Antea (civiele constructie) Spie (Electra+Werktuigbouwkundige onderdelen)
Materiaalstudie biocomposiet	Delft Infra Composites NHL/Stenden, Windesheim, TU Delft, KU Leuven en Hochschule Osnabrück
Uitvoering onderbouw	De Boer & De Groot civiele werken- Harlingen
Uitvoering bovenbouw	Takke Breukelen BV