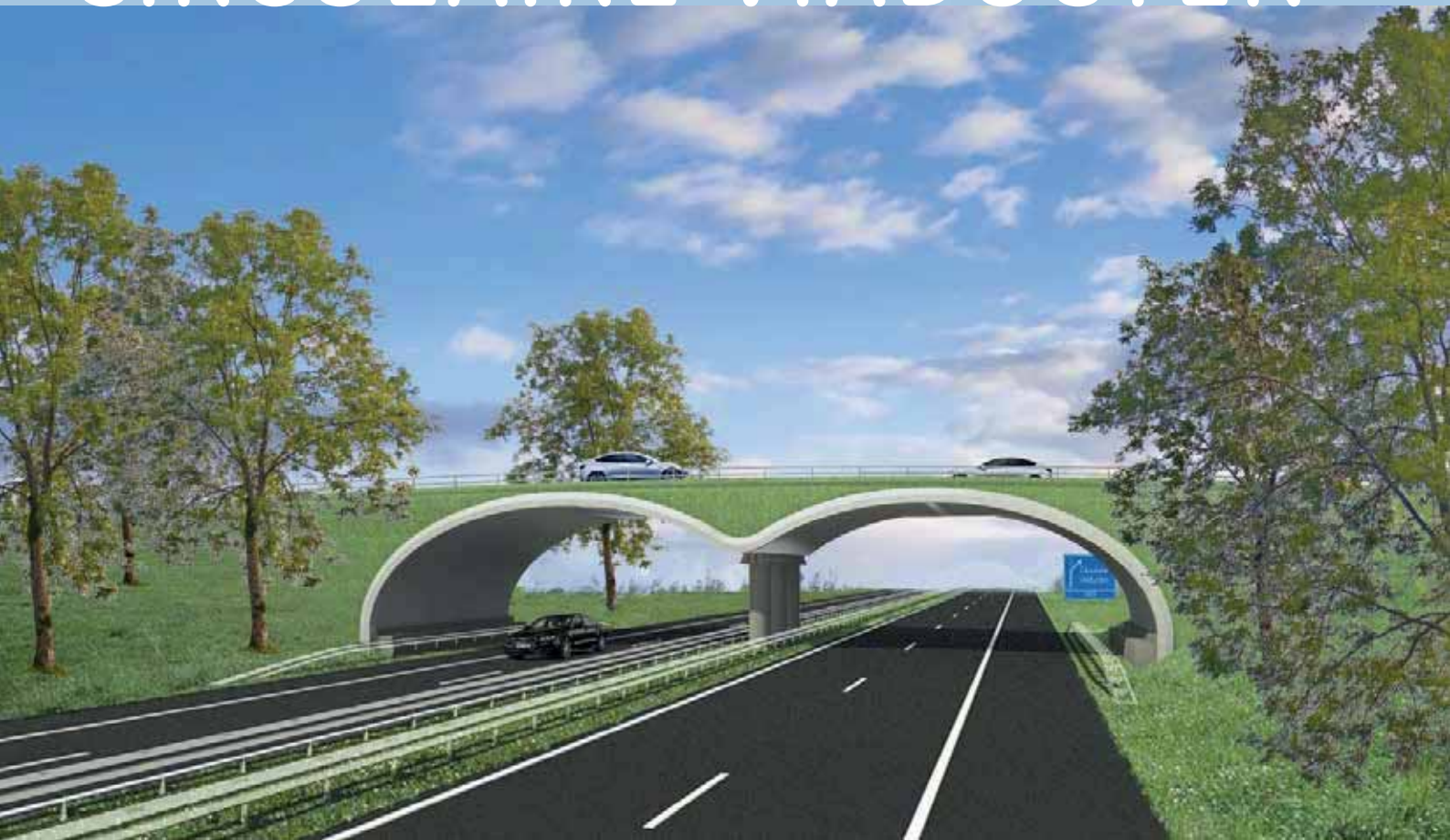


VIA SBIR NAAR CIRCULAIRE VIADUCTEN



Jan van Asten, Kees Quartel | Projectteam SBIR circulaire viaducten Rijkswaterstaat

Vanaf 2030 wil Rijkswaterstaat volledig klimaatneutraal en circulair werken. Dat geldt ook voor het aanleggen, vervangen en renoveren van viaducten en bruggen.

Op dit moment zijn er nog geen 'inkoopklare' werkwijzen of oplossingen voor circulaire viaducten.

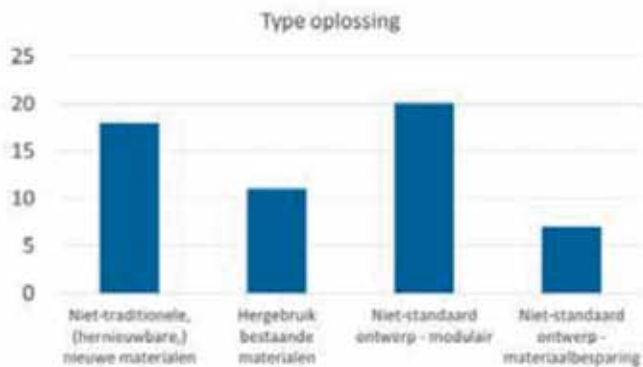
Met de Strategic Business Innovation Research (SBIR) Circulaire Viaducten wil Rijkswaterstaat hier verandering in brengen en bruikbare innovaties voor circulaire viaducten laten ontwikkelen die zij daarna als 'launching customer' kan gaan toepassen.

In het vorige nummer van 'Bruggen' is een overzicht gegeven van het SBIR-project Circulaire Viaducten met een beknopte beschrijving van de scope en de aanpak. In dit artikel gaan we verder in op de ingediende voorstellen waarbij we aandacht besteden aan de inhoud van de oplossing en de impact op duurzaamheid. Op voorhand wordt gesteld dat alle ingediende voorstellen in de ogen van Rijkswaterstaat potentie hebben om een bijdrage te leveren aan de opgave van circulair werken. Rijkswaterstaat wil de aanbieders van de voorstellen en ook andere opdrachtgevers, zoals Provincies, Waterschappen en lokale overheden, aanmoedigen om te beginnen of door te gaan met de verdere ontwikkeling van marktklare oplossingen voor circulaire viaducten. Dit artikel wil daar een aanmoediging toe zijn.

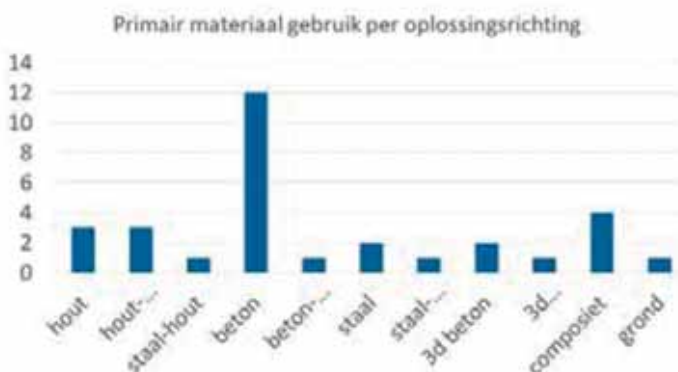
Naar aanleiding van de SBIR-oproep Circulaire Viaducten tijdens de Week van de circulaire economie in 2020 werd het SBIR projectteam verrast door 32 ingediende voorstellen. De indieners waren partijen zoals aannemers, ingenieursbureaus, innovatiebureaus, zelfstandige ondernemers of combinaties (zgn. consortia) daarvan, meestal afkomstig uit de GWW-sector.

Het is interessant om te zien hoe gevarieerd deze voorstellen zijn met betrekking tot de diverse circulaire aspecten. Zo laat figuur 1 zien dat veel voorstellen zijn gericht op nieuwe en modulaire ontwerp-oplossingen waarbij ook de inzet van nieuwe en hernieuwbare materialen een belangrijke basis vormt. Ook oplossingen gericht op hergebruik van bouwcomponenten of vrijkomend materiaal zijn vertegenwoordigd en in mindere mate ook oplossingen met een zeer efficiënt materiaalgebruik. De daarbij gehanteerde materiaalkeuze is in figuur 2 weergegeven.

Hoewel er een behoorlijke spreiding is over verschillende materiaaltoepassingen blijft de gerichtheid op beton opvallend. Maar er is ook gezocht naar spannende combinaties zoals hout-beton, hout-staal en staal-grond. Het is niet mogelijk om alle 32 oplossingen in dit artikel te presenteren en omdat hierna de 10 voorstellen die naar de haalbaarheidsfase zijn doorgegaan, worden besproken, wordt hier volstaan met het weergeven van enkele creatieve en inspirerende ideeën (fig. 3-6).



1 indeling van ingediende oplossingen in categorieën



2 overzicht oplossingen naar materiaalgebruik.

Zo zien we oplossingen waarbij hergebruik van windmolenwieken de basis vormt. (Fig. 3) En er is een modulaire bouwsteen waarmee demontabele pijlers en landhoofden kunnen

worden gemaakt. (Fig. 4) Een andere oplossing is volledig gebaseerd op grond als bouw materiaal in combinatie met geotextiel. (Fig. 5) Weer een andere oplossing



↑ 3 ViaWind (Pontiflex/Anton Bouw & Betontechniek:

← 4 Landsvrouwe: Infinity bouwbloC Brug van hergebruikte windmolenwieken

De indieners waren partijen zoals aannemers, ingenieursbureaus, innovatiebureaus, zelfstandige ondernemers



5 GeoDuct collectief: brug van grond en geotextiel



6 Boomstambrug

gaat uit van boomstammen die met een gewapend betonnen dek tot een constructief dragend systeem worden samengesteld. (Fig. 6)

oplossing. Iedere partij zou daar een gelijkwaardige, vaste vergoeding voor ontvangen. De jury heeft zich bij de beoordeling gericht op drie criteria:

technische haalbaarheid, impact op duurzaamheid en economisch perspectief van de oplossing.

Daarbij speelt de ambitie van Rijkswaterstaat om in 2030 klimaatneutraal en circulair te werken ook een belangrijke rol wat zich o.a. vertaalt naar de wens om circulaire oplossingen te genereren die op korte termijn rendement (= CO₂-reductie) opleveren. De innovaties moeten daarbij projectonafhankelijk en breed toepasbaar kunnen zijn in het areaal.

Deelresultaten zouden mogelijk ook van toepassing kunnen zijn op meerdere typen kunstwerken. Dit is zeker denkbaar omdat de SBIR-uitvraag specifieke aansluiting vereist van productinnovaties bij tenminste één van de volgende drie (deel)oplossingsrichtingen:

- 1 modulaire, losmaakbare oplossingen,
- 2 oplossingen met zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van bestaande, vrijkomende objecten, onderdelen of materialen, en
- 3 oplossingen op basis van hernieuwbare materialen.

De tien voorstellen die door de commissie zijn gekozen om verder te worden onderzocht op haalbaarheid, worden hierna gepresenteerd. De oplossingen zijn uitgewerkt in fysieke productinnovaties uiteenlopend van hout en composiet tot beton en staal, van 3D-printen en boogvormig tot rechthoekig en hergebruik elementen. Uit analyse van de voorstellen blijkt dat niet één, maar ook niet drie concepten, het volledige antwoord kunnen

Een onafhankelijke jury, bestaande uit experts van binnen en buiten Rijkswaterstaat, had de taak om uit deze 32 voorstellen tien partijen te kiezen die een haalbaarheidsonderzoek mochten uitvoeren van de door hun ingediende

7 Categorisering 10 voorstellen



	Mobilis	W+B	RHDHV	Studio RAP	De Boer	Heijmans	Nebest	ViCi	Besix		
Niet-traditionele, (hernieuwbare,) nieuwe materialen	X	X	X								
Hergebruik bestaande materialen	X						X	X			
Niet-standaard ontwerp - modulaire	X						X	X	X	X	
Niet-standaard ontwerp - materiaalbesparing						X		X	X		
Procesaanpak							X	X		X	
Overspanning	Tot 27m	Tot 25m	16m tot 22m	-	-			Tot 22.5m	Tot 20m	15 tot 30m	Tot 34m
Materiaalsoort	Hout-beton	Hout	Vlasvezel composiet	Bestaand	Bestaand	Beton & grond	Beton & grond	Beton & grond	Beton & grond	Staal & beton	



8 Opslag herbruikbare prefab liggers

CLOSING THE LOOP

ANTEA NEDERLAND BV, NEBEST, STRUKTON CIVIEL

'Closing the Loop' staat voor viaducten van hoogwaardige, hergebruikte objectonderdelen. Dit consortium heeft als doel om te komen tot een hoogwaardig hergebruik van zo veel mogelijk onderdelen van bestaande viaducten ten behoeve van nieuwe circulaire viaducten. Daartoe zetten zij de zgn. herbruikbaarheidsscan op en brengen zij in beeld wat het potentieel is aan vrijkomende materialen. Met 'Closing the Loop' realiseren zij het eerste, nieuwe viaduct van bestaande viaductonderdelen in Nederland.

bieden op alle situaties. In figuur 7 is een categorisatie gegeven van de 10 voorstellen.

Hierna volgt een korte presentatie van de tien partijen met hun indieningen die een haalbaarheidsonderzoek hebben uitgewerkt.

HERGEBRUIK PREFAB LIGGERS

ROYAL HASKONINGDHV NEDERLAND B.V., DURA VERMEER, VLASMAN, HAITSMA, SGS

Circulaire viaductdekken (fig. 8) bestaande uit herbruikbare prefab liggers die vrijkomen bij demontage van viaducten. Introductie van een platform voor prefab liggers www.liggerbank.nl en een aanzet tot de opzet van een kwaliteitsverklaring.



9 Variaduct



Het hout wordt beschermd tegen weersinvloeden door het beton.

10 Hergebruik prefab liggers

VARIADUCT

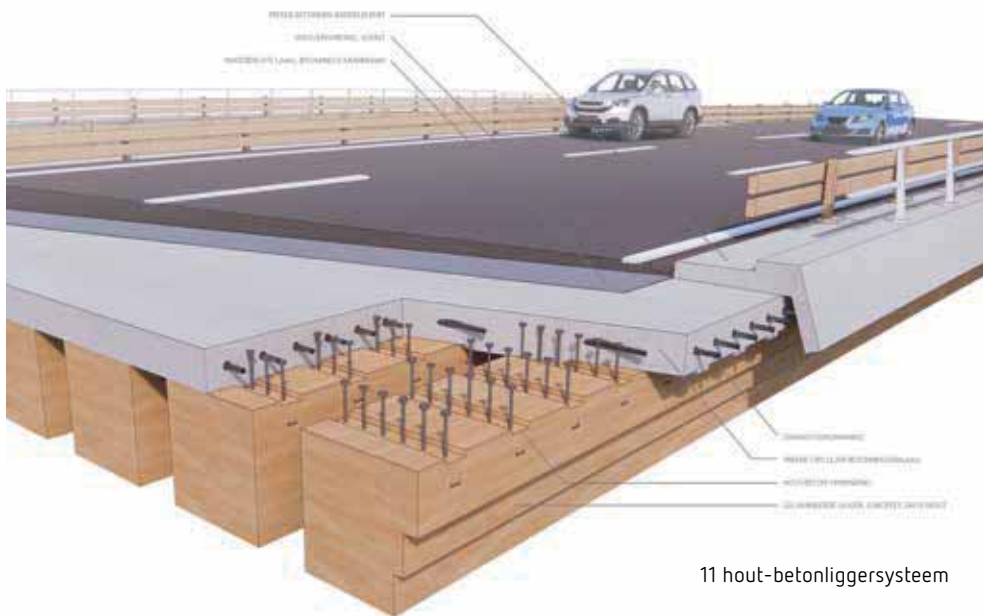
CIVIELE TECHNIEKEN DEBOER B.V.,
ARCADIS, REBEL

Het variaduct bestaat uit slanke stalen deksecties waarmee een grote gewichtsreductie kan worden bereikt (fig. 9). Een fundering zonder palen en de lichte constructie maken het mogelijk om paalfundaties in 9 van de 10 gevallen achterwege te laten. Kolommen met vijzelvoorziening: een efficiënte, mitigerende maatregel voor het risico van ongewenste verschilzettingen. De onderbouw is opgebouwd uit prefabbeton elementen: dit maakt de onderbouw volledig modulair en remontabel.

MODULAIR VIADUCT BÖGL

MAX BÖGL NEDERLAND

Een compleet demontabele oplossing waarbij een samenstel van betonnen dekplaten met minimale wapening en van cementloos beton en stalen hoofdliggers op een onderbouw van landhoofden uit bouwblokken en pijlers (zie fig. 10). Beide uit Umwelt Beton Bögl (door Max Bögl ontwikkeld geopolymeer beton).



11 hout-betonliggersysteem

Met deze gestandaardiseerde elementen, die een levensduur van 200 jaar hebben, kan 85% van de RWS kunstwerken worden vervangen.

VIADUCT BEHOUT MODULAIR STANDAARD HOUT- BETONLIGGERSYSTEEM

MOBILIS B.V., IPV DELFT, RUTTE
GROEP, HEKOSPANTEN, MIEBACH

Dit circulaire viaduct bestaat uit een prefab hout-beton liggersysteem met een

overspanning tot maximaal 35 meter (fig. 11). Zeventig procent van de viaducten, uit het areaal van Rijkswaterstaat, zijn ermee te vervangen. De prefabligger heeft een breedte van 1,6 meter en bestaat voor $\frac{1}{4}$ deel uit gerecycled beton (rijvloer) en $\frac{3}{4}$ deel uit Europees vurenhout. Het hout wordt beschermd tegen weersinvloeden door het beton. Hierdoor heeft het systeem een levensduur van minimaal 100 jaar.



12 Circulaire Boogviaduct



12 Het BoLT-ontwerp

CIRCULAIRE BOOGVIADUCT

NV BESIX SA, NEY & PARTNERS NL
Het Circulaire Boogviaduct resulteert in een substantiële materiaalreductie door Ultra Hoge Sterkte Vezelversterkt Beton (UHSVB) toe te passen in dé ultieme buigingsvrije vorm: de drukboog.

Een modulair, demonteerbaar en herbruikbaar viaduct van UHSVB-elementen met een levensduur tot 200 jaar en herbruikbare funderingspalen. Landhoofden van circulair en cementloos geopolymeerbeton waar granulaat van oude viaducten als 100% hergebruikte bouwstoffen, opnieuw wordt toegepast.

BOLT BRIDGES OF LAMINATED TIMBER

HEIJMANS INFRA BV, ARUP, SCHAFFITZEL

Het BoLT-ontwerp maakt gebruik van losmaakbaar kruislaaghout en gelamineerd hout in een verkeersviaduct (fig. 12). Het concept is geschikt voor renovatie-opgaven en nieuwbouw. Zowel bij renovatie als bij nieuwbouw is het geringere gewicht van hout in vergelijking met beton een voordeel in transport, montage en onderbouw (bij renovatie behoud van onderbouw, bij nieuwbouw een lichtere onderbouw).

→ 13 BioV Biobased Verkeersviaduct

BIOV BIOBASED VERKEERSVIADUCT

WITTEVEEN+BOS, STRUKTON CIVIEL, DELFT INFRACOMPOSITES

Verkeersviaduct gemaakt van het materiaal biocomposiet. Daarbij wordt het ontwerp demontabel en worden de duurzaamheidseigenschappen van het materiaal gekwantificeerd (fig. 13).

Het sterke punt van een constructie uit biocomposiet is het lage gewicht in combinatie met de grote elementen. Dit versnelt het bouwtempo en reduceert materieelinzet, (verkeers)hinder en bouwruimte. De oplossing is een beoogde doorontwikkeling van de fietsbrug van biocomposiet die deze combinatie in opdracht van de Provincie Friesland realiseerde in Ritsumasyt.



VICI

BOSKALIS, ABT, MARTENS, INTEGRAALJAGERS

Dit bouwsysteem bestaat uit een terugwinbare, modulaire betonnen boogconstructie en onderbouw (fig. 14). De betonnen boogconstructie zorgt voor een efficiënte krachtsafdracht en maakt stootplaten overbodig. Alle elementen zijn demontabel en hebben gestandaardiseerde afmetingen en verbindingen. Hierdoor is het systeem herbruikbaar en uitwisselbaar op elementenniveau. De asphaltverharding, hemelwaterafvoer en de kabels en leidingen liggen op en in het grondpakket op de boogconstructie en vormen geen belemmering bij hergebruik van het systeem.

HONEYCOMB

STUDIO RAP, BRUIL, MOVARES, DYWIDAG EN K_DEKKER

Het circulaire viaduct Honeycomb bestaat uit een 3DCP modulaire boogconstructie met daarop een grondlichaam (fig. 15). De boogconstructie is samengesteld uit blokken met een lichte holle structuur. De blokken worden bij elkaar gehouden door drukspanningen uit de boogwerking, bij extreme belastingen aangevuld met drukspanning uit voorspankabels. Het grondlichaam op de geprinte boog wordt gestabiliseerd met duurzame geogrids en spreidt de puntlasten van het verkeer. Het grondlichaam als intermediair tussen brugdek en wegdek biedt kansen voor het toevoegen van andere circulaire deeloplossingen als bijvoorbeeld wegdek, (houten) geleiderail en voor een groene, landschappelijke inpassing.



14 ViCi-bouwsysteem

In de vorige uitgave van het blad Bruggen is al bekend gemaakt dat uit deze tien inzendingen drie partijen zijn gekozen die een prototype van hun circulaire viaductoplossing gaan voorbereiden en uitwerken om uiteindelijk een gevalideerde en inkoopklare oplossing voor een circulair viaduct te verkrijgen.

Deze drie geselecteerde bedrijven of consortia zijn: Consortium ViCi, Antea/Nebest en Royal HaskoningDHV.

Inmiddels zijn deze partijen in samenwerking

met Rijkswaterstaat begonnen met fase 2a van het SBIR-project waarin het validatietraject wordt voorbereid en verkennend onderzoek wordt gedaan naar gastprojecten waar het prototype kan worden gebouwd en getest.

Rijkswaterstaat is dank verschuldigd aan alle partijen die voor het SBIR-project op de één of andere manier hebben bijgedragen aan het ontwikkelen van circulaire ideeën voor viaducten. Met elkaar beseffen we dat

innovatief denken en aanpakken in deze tijd hard nodig is. Wij moedigen dan ook iedereen aan door te gaan met deze ontwikkelingen en het oog te richten op oplossingen die op korte termijn realiseerbaar en 'inkoopbaar' zijn.

U kunt de voortgang van de het SBIR circulaire viaductenproject volgen op www.circulaireviaducten.nl. Via deze website zijn ook de tien haalbaarheidsonderzoeken te downloaden.



15 circulaire viaduct Honeycomb