

---

# Circulair tenzij

---

## Closing the Loop realiseert nieuw viaduct in A76 met bestaande elementen

*Een van de drie geselecteerde partijen uit de Strategic Business Innovation Research (SBIR) Circulaire Viaducten van Rijkswaterstaat is Closing The Loop. Dit consortium onderzocht of het mogelijk is een nieuw viaduct in de A76 te realiseren met bestaande elementen. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van twee bestaande viaducten: viaduct Daelderweg in de A76 en het Karel Keizerviaduct in de A9. Alle lichten staan momenteel op groen.*



auteurs



**ANNE VAN ROSSUM  
MA**

Marketingmedewerker  
Nebest



**ING. WOUTER VAN  
DEN BERG**

Marketing & New  
Business Manager  
Nebest



**ING. FRANK  
SENGERS MSENG**

Senior Adviseur  
Antea Group

## SBIR CIRCULAIRE VIADUCTEN

Closing the Loop is één van de drie partijen die naar aanleiding van de SBIR Circulaire Viaducten (Strategic Business Innovation Research) van Rijkswaterstaat een prototype van hun circulaire viaduct mogen ontwikkelen. Meer over SBIR Circulaire Viaducten staat in het artikel 'Hergebruik liggers A9', elders in dit nummer.

### Maar liefst 70% van bestaande kunstwerken wordt niet duurzaam gesloopt vóór het einde van de technische levensduur.

Enorm zonde volgens consortium Closing the Loop, gezien de toenemende mondiale schaarste van primaire grondstoffen. Naar verwachting neemt die schaarste de komende jaren alleen nog maar verder toe. De gevolgen van klimaatverandering, de groeiende wereldbevolking en de huidige consumptiecultuur worden steeds zichtbaarder. Het is nu belangrijker dan ooit om gebruik van grondstoffen terug te dringen en materialen zoveel mogelijk te hergebruiken. Daarom is het consortium intrinsiek gemotiveerd om waardevernietiging van bestaande kunstwerkonderdelen tegen te gaan en een eerste stap te zetten via de SBIR Circulaire Viaducten.

### Viaducten A76 te Nuth fungeren als gastproject

Voor het SBIR-project maakt Closing the Loop gebruik van een gastproject: viaduct Daelderweg in de A76 in Nuth. De ongelijkvloerse kruising bestaat uit twee viaducten, een uit 1938 en een uit 2004. Oorspronkelijk was het voornemen om deze op korte termijn te slopen en hier een nieuw viaduct te realiseren. In een haalbaarheidsonderzoek waarbij impact, haalbaarheid en economisch perspectief werden onderzocht, toonde het consortium begin dit jaar de potentie aan voor het hergebruiken van onderdelen uit beide viaducten voor één nieuw, groter viaduct.

Door uitgebreid onderzoek werd veel bekend over de restlevensduur van de vrijkomende materialen en onderdelen uit beide viaducten. Zo zijn kernen geboord (foto 2), proefsleuven gegraven en is onderzoek gedaan naar carbonatatie- en chlorideindringing (fig. 4). Uit de onderzoeksresultaten bleek dat het merendeel van de onderdelen een restlevensduur van nog minstens 100 jaar heeft. Dit betekent dat de vrijkomende materialen nog uitstekend kunnen worden hergebruikt in het nieuwe, circulaire viaduct.

Niet alle onderdelen van de bestaande viaducten kunnen in het nieuwe viaduct worden hergebruikt. Doordat de overspan-

ning van het nieuw te realiseren viaduct wordt vergroot, is het niet mogelijk om het dek van het viaduct uit 1938 te hergebruiken. De kokerliggers uit het viaduct uit 2004 bleken naar aanleiding van onder andere het restlevensduuronderzoek wel goed te hergebruiken. Er zijn vooralsnog geen noemenswaardige belemmeringen gevonden die hergebruik hiervan in de weg staan.

De vrijkomende bruikbare elementen waren echter niet voldoende voor een heel volledig nieuw circulair viaduct. Om het nieuwe dek toch circulair te kunnen realiseren, is Closing the Loop op zoek gegaan naar een donorviaduct. Het oog viel op het Karel Keizerviaduct in de A9 bij Amstelveen. Daar komen een hoop liggers vrij, die goed toegepast kunnen worden in het nieuwe viaduct.

### Van drie viaducten naar één circulair viaduct

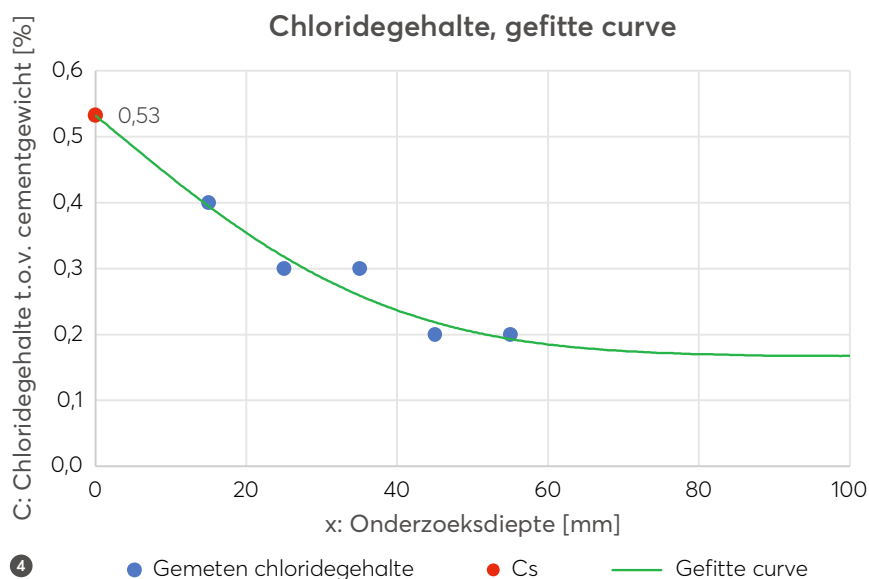
Voor het ontwerp van het nieuwe circulaire viaduct Daelderweg A76 wordt rekening gehouden met onder andere de toekomstige uitbreiding van de A76, een ontwerplevensduur van 100 jaar en gevolglasse CC3.

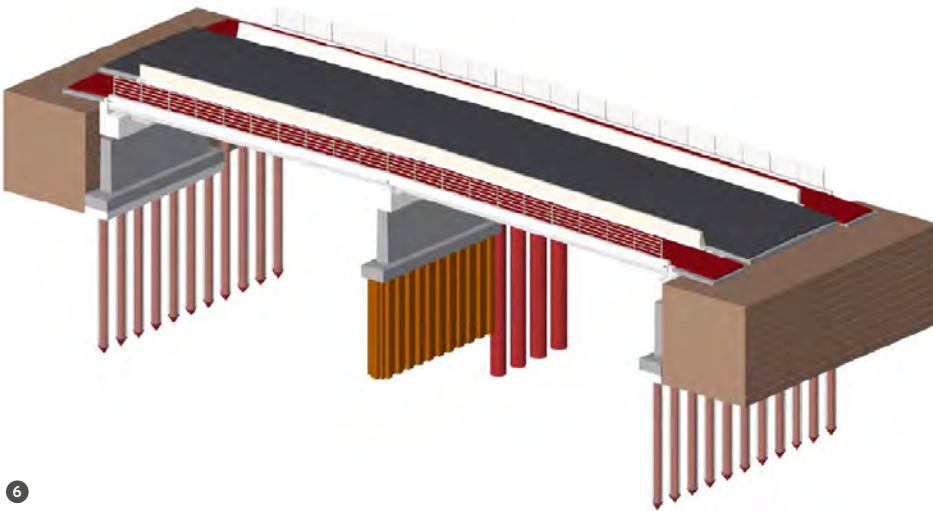
De onderbouw van het viaduct wordt opgebouwd uit onderdelen van de bestaande twee viaducten in de A76 (foto 5). De landhoofden en tussensteunpunten worden in zijn geheel behouden (fig. 6). Voor het viaduct uit 1938 geldt dat de buitenste tussensteunpunten in het toekomstige profiel vallen van de verbreding van de A76. Om de toekomstige verbreding mogelijk te maken, worden de wanden verplaatst en gefundeerd op hergebruikte stalen buispalen. Op de pijler wordt een nieuwe oplegbalk gerealiseerd, die wordt verbonden met de bestaande oplegbalk van het viaduct uit 2004. Hiermee wordt een geheel nieuw landhoofd gecreëerd. Doordat het grondtalud in de nieuwe situatie aan de voorzijde komt te vervallen, is het nodig om achter de nieuw te realiseren wanden een gewapende grondconstructie toe te passen (fig. 7).

### Toegepaste liggers in het nieuwe ontwerp

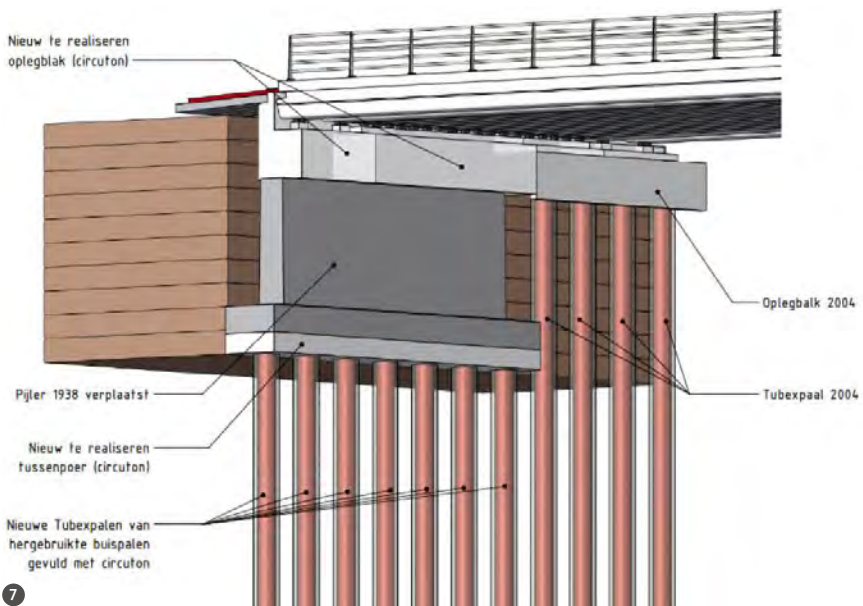
Voor het dek worden liggers uit het Karel Keizerviaduct toegepast. Dit maakt het →

*Uit de onderzoeksresultaten bleek dat het merendeel van de onderdelen een restlevensduur van nog minstens 100 jaar heeft*





6



7

5 Donorviaduct in de A76  
 6 3D-weergave van het circulaire viaduct  
 7 Ontwerp onderbouw van het circulaire viaduct

*In het nieuwe viaduct is gekozen voor een symmetrische verdeling tussen het gebruik van liggers van het viaduct uit de A76 uit 2004 en de liggers uit de A9*

project vanuit constructief oogpunt een stuk uitdagender. Het dek van dit viaduct, dat stamt uit 1968, is een statisch onbepaalde constructie. Het is opgebouwd uit HNP-liggers 75/98 met een lengte van circa 23 m en een druklaag met een dikte van 180 mm (fig. 8). Ter plaatse van de tussensteunpunten zijn Preflex-balken toegepast (een stalen profielbalk omhuld met beton, zie *Cement*-artikel Preflex-balken (I) en (II) uit 1959).

Het hergebruiken van de HNP-liggers maakt het ontwerp uniek. Dit type ligger heeft vrijwel geen wapeningsstaal en is daarmee bijna volledig afhankelijk van de aanwezige voorspanning en sterkte van het beton. Daarnaast moeten de liggers worden ingekort naar een lengte van circa 20 m.

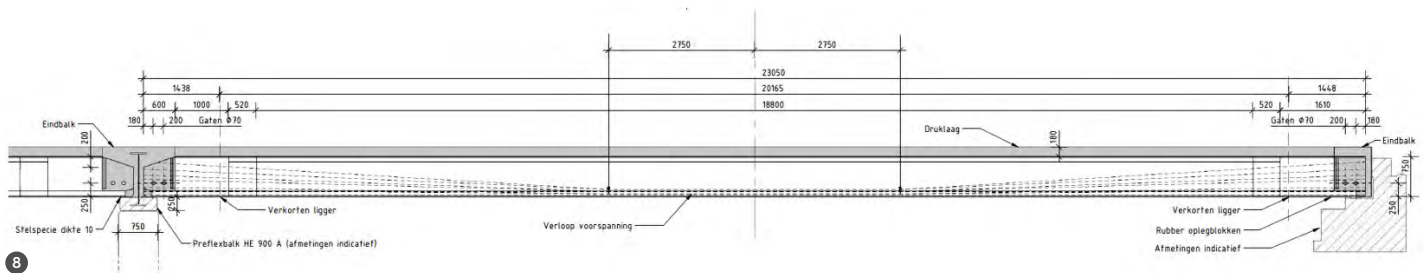
Voor de liggers is aanvullend onderzoek uitgevoerd. Hieruit bleek dat er geen sprake is van chloride-indringing en dat de carbonatie verwaarloosbaar is. De sterkte van de liggers is vastgesteld op sterkteklasse C80/95. Volgens de oorspronkelijke ontwerpgegevens betrof dit K600 (B65). Conform het restlevensduurmodel uit CROW-CUR Aanbeveling 121 (Bepaling ondergrens verwachte restlevensduur van bestaande gewapende betonconstructies) is vervolgens de restlevensduur van de liggers beschouwd en aangetoond dat deze nog prima meegaan.

In het nieuwe viaduct is gekozen voor een symmetrische verdeling tussen het gebruik van liggers van het viaduct uit de A76 uit 2004 en de liggers uit de A9. De kokerliggers uit 2004 zijn onder het fietspad toegepast en de liggers uit de A9 onder de rijweg (fig. 9).

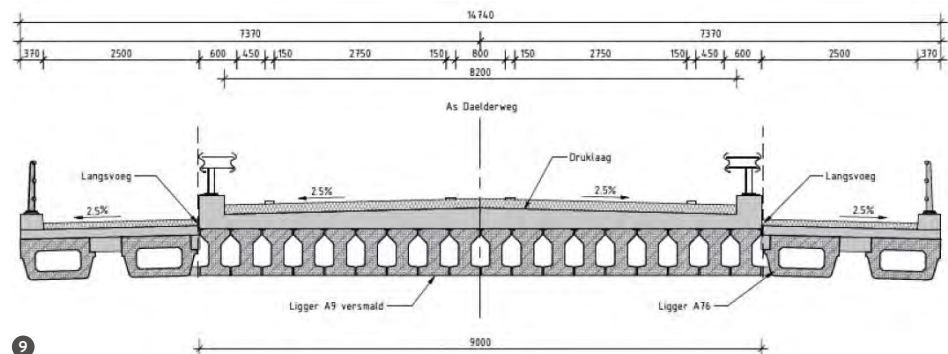
Omdat de te hergebruiken onderdelen uit de A9 zijn ontworpen vóór de komst van de Eurocode/ROK, is er bij de haalbaarheidsstudie voor gekozen robuust te ontwerpen. Zo wordt de druklaag uitgevoerd in een betonsterkteklasse C44/55 om de momentcapaciteit te verhogen. Daarnaast worden de flenzen van de liggers versmald (delen afgezaagd) om meer liggers naast elkaar toe te kunnen passen, waarmee de dwarskrachtcapaciteit wordt verhoogd.

**Oogsten van liggers**

Binnen de haalbaarheidsstudie is een oogstplan gemaakt om te waarborgen dat de liggers uit de A9 op gecontroleerde wijze en onbeschadigd uit het viaduct kunnen worden gehaald. Deze liggers kunnen niet een-op-een worden ingepast binnen het nieuwe ontwerp, maar moeten eerst nog worden bewerkt. Zo wordt de bestaande druklaag verwijderd en de onderflens versmald (fig. 10). Na oogst worden de liggers naar een hublocatie in Maasbracht vervoerd, waar de



8

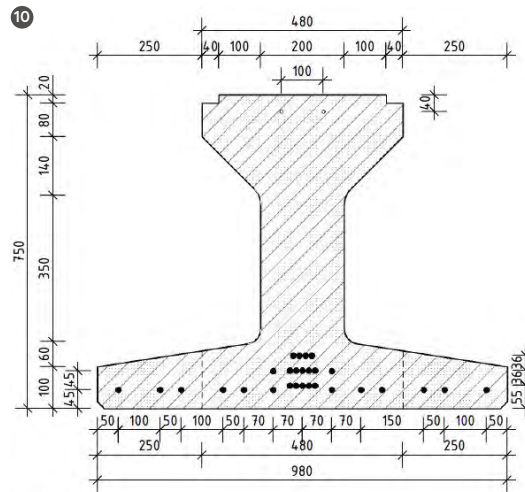


9

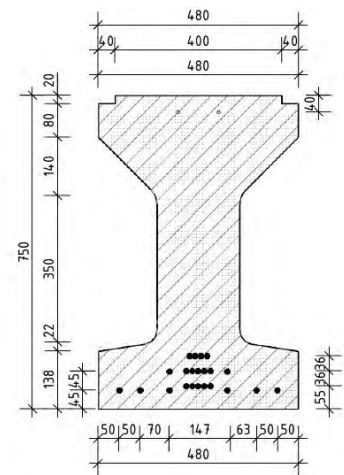
*De liggers kunnen niet een-op-een worden ingepast binnen het nieuwe ontwerp, maar moeten eerst nog worden bewerkt*

## HERBRUIKBAARHEIDSSCAN

Om de herbruikbaarheid van bestaande objectonderdelen van kunstwerken te kunnen bepalen, heeft Nebest de herbruikbaarheidsscan ontwikkeld. Hiermee kunnen kansen voor hoogwaardig hergebruik vroegtijdig worden gesignaleerd. In de scan wordt rekening gehouden met vijf hoofdcategorieën: generieke gegevens, restlevensduur, losmaakbaarheid, constructieve veiligheid en milieukundige aspecten. De herbruikbaarheidsscan omvat afhankelijk van de gewenste diepgang en het moment van oogsten de volgende vier stappen: 1) archief- en dossieronderzoek, 2) visuele inspectie, 3) restlevensduuranalyse en constructieve beoordeling en 4) verificatie en monitoring tijdens en na afloop van oogsten. De herbruikbaarheidsscan is ingezet bij een pilot met Rijkswaterstaat, waarbij verschillende objecten worden geïnspecteerd, waaronder bruggen, viaducten, duikers, tunnels en sluisen.



Middendoorsnede



Middendoorsnede versmallen

bewerkingen en het proefbelasten van de liggers plaatsvindt.

### Expertmeeting hergebruik

Het nieuwe, circulaire viaduct moet aan bestaande normen en wet- en regelgeving voldoen, zoals het Bouwbesluit en de Eurocode. Na uitvoerig onderzoek bleek dit niet voor alle te hergebruiken onderdelen 100% het geval. Zo voldoen de railliggers uit het viaduct in de A9 niet aan de detailleringseisen uit de Eurocode voor de minimale hoeveelheid beugelwapening. Uit de berekeningen blijkt echter dat die liggers ook zonder te voldoen aan die eis op een veilige manier kunnen worden toegepast.

Toch kan deze detailleringseis niet zomaar worden genegeerd. Om die reden heeft begin dit jaar een expertmeeting plaatsgevonden, waarbij specialisten en experts vanuit Rijkswaterstaat, TNO en overige partijen uit verschillende normcommissies aanwezig waren. Tijdens deze meeting is besproken hoe moet worden omgegaan met eventuele afwijkingen ten opzichte van huidige normen en richtlijnen. De belangrijkste conclusie die hieruit volgde, was dat de geconstateerde afwijkingen het hergebruik van de liggers binnen het project niet in de weg hoeven te staan. Van belang is dat de wijze waarop er van de Eurocode wordt afgeweken goed wordt onderbouwd. Met de huidige onderzoeksresultaten van het consortium is dit

voldoende geborgd. In de vervolgfase van het projecttraject wordt dit verder opgepakt in samenwerking met de experts. Ook het bevoegd gezag wordt hierin tijdig betrokken. De resultaten uit dit traject, in combinatie met de proefbelastingen van de liggers, worden gebruikt voor verdere normontwikkelingen ten behoeve van hergebruik.

### Contractuele kaders lopende projecten

Voor hergebruik is tijdige afstemming van vraag en aanbod essentieel. Binnen het gastproject A76 komt een groot deel van de benodigde onderdelen vrij op de uiteindelijke projectlocatie. Ten aanzien van de liggers uit de A9, bestond de uitdaging om de oogst hiervan in afwijking op de traditionele sloop binnen de scope van de A9 op te nemen.

De kracht in het vinden van oplossingen voor belemmeringen zit in de samenwerking tussen het gehele projectteam. Er zijn nu eenmaal belemmeringen die de markt – in dit geval Closing the Loop – niet zelfstandig kan oplossen, zoals normalisering en inkooprichtlijnen. Wanneer de hele keten bij elkaar aan tafel zit, wordt sneller duidelijk welke belemmeringen er zijn. Vervolgens kunnen de teamleden samenwerken aan het oplossen hiervan. Zo ook in geval van project A76 voor de discussie ten aanzien van de beugelwapening en het oogsten van de liggers uit een ander donorproject. →

## CLOSING THE LOOP

Het ontstaan van Closing the Loop vindt zijn oorsprong in bijeenkomsten van toekomstvormers van Rijkswaterstaat en eerdere samenwerkingen op het gebied van hoogwaardige betonrecycling binnen het project Klimaat-enveloppe en de Open Leeromgeving Circulaire Viaducten & Bruggen. Dit resulteerde in een samenwerking om gezamenlijk invulling te geven aan circulaire ambities, waarbinnen ieders specialisme wordt benut om de cirkel voor hoogwaardig hergebruik te sluiten.

Closing the Loop bestaat uit Nebest, Antea Group, GBN Groep en Strukton Civiel. Hoogwaardig hergebruik van bestaande kunstwerken kan het consortium echter niet zonder anderen bereiken. Belangrijk is dat circulaire innovaties ook daadwerkelijk binnen de markt te integreren zijn en aansluiten bij bestaande ontwikkelingen en behoeften. Het consortium werkt om die reden intensief samen met andere partijen. Zo kent Closing the Loop een aantal kennispartners, waaronder IMd Raadgevende Ingenieurs, NEN, Madaster, TNO en gemeente Amsterdam. Closing the Loop kent vijf deelinnovaties:

1. de herbruikbaarheidsscan (zie kader);
2. circulaire ontwerpconcepten;
3. circulaire oogst bestaande kunstwerken;
4. realisatie circulaire kunstwerken;
5. hergebruik circulaire kunstwerken.

## De volgende stap

In april 2022 ontving Closing the Loop een go vanuit het SBIR-team van Rijkswaterstaat op het uitgevoerde haalbaarheidsonderzoek. Dat betekent dat het consortium groen licht kreeg om door te gaan naar de volgende fase: de daadwerkelijke realisatie van het circulaire viaduct in de A76. Als alles volgens planning verloopt, wordt in de loop van 2023 van start gegaan met de realisatie en bouw van het nieuwe viaduct en zal dit naar verwachting medio 2024 worden afgerond. Het resultaat is een viaduct dat voor meer dan 65% uit hoogwaardig hergebruikte onderdelen bestaat. Het overige deel bestaat uit gerecyclede materialen. Dit leidt niet alleen tot een reductie van meer dan 40% op de MKI en circa 60% voor CO<sub>2</sub>, maar ook tot een besparing van circa 10% op de directe bouwkosten ten opzichte van een traditioneel gebouwd viaduct.

## Circulair tenzij

Naast wettelijke en contractuele belemmeringen, loopt het consortium ook tegen andere uitdagingen aan. Te vaak hoort Closing the Loop nog dat circulair werken moeilijk is, dat ambities te hoog zijn, het te kostbaar is en dat er weinig draagvlak is. Met de uitgevoerde onderzoeken is nu bewezen dat

circulaire viaducten wel degelijk haalbaar zijn. Door samen te werken en specialismen van verschillende partners te benutten, is veel mogelijk. Natuurlijk zijn er uitdagingen, belemmeringen en obstakels. Wanneer circulariteit en duurzaamheid worden nagestreefd, is het echter mogelijk hier een weg omheen te vinden.

Op dit moment zijn er te veel projecten waar circulariteit en hergebruik zeer beperkt (of helemaal niet) zijn opgenomen en onderdelen traditioneel vervallen aan de aannemer. Hierdoor is het nagenoeg onmogelijk om deze onderdelen te redden van de sloopkugel. Tenzij het écht niet anders kan, moet circulariteit volgens het consortium worden nagestreefd. Alleen zo wordt circulariteit een vanzelfsprekendheid.

Closing the Loop is trots en optimistisch ten aanzien van het in praktijk brengen van hoogwaardig hergebruik. Het realiseren van circulaire viaducten is niet alleen technisch haalbaar en constructief veilig, maar resulteert ook in een reductie op de MKI en CO<sub>2</sub>-uitstoot. Bovendien is er met de juiste aanpak en afstemming ook op kosten te besparen. Genoeg redenen dus om vanaf nu 'Circulair tenzij' als uitgangspunt te hanteren. ●

