

Brug naar de toekomst | *Concept*



**COVER
BRIDGE**



Inhoud

Welkom	5
Over paperclips en vermoeiing...	7
Revolutie... maar met proven technology	9
Vier lagen state of the art technology	11
Minder hinder	13
Comfortabeler, veiliger en sterker	15
Cradle to Cradle	17
Goedkoper, ook voor de maatschappij...	19
Uitgebreid getest door de Technische Universiteit Delft	21
The proof of the pudding is in the eating...	23

Welkom

Welkom in de toekomst. Welkom in een wereld waarin vermoeiing van bruggen niet langer tot hoofdpijn leidt. Welkom in een wereld waarin scheurvorming gestopt kan worden. Een wereld waarin bruggen gerenoveerd worden en nog makkelijk dertig, veertig, vijftig jaar langer meegaan. Waarin hinder van brugrenovaties beperkt is en kosten voorspelbaar...

Klinkt als verre toekomstmuziek? Het is de realiteit van vandaag.

Coverbridge is dé oplossing als het gaat om scheurvorming bij stalen bruggen aan te pakken. Effectief, efficiënt en met veel minder verkeershinder dan tot nu toe. Coverbridge is een slimme composiettoepassing die niet alleen lichter is dan de huidige betonoplossingen, maar ook nog eens veel sterker.

Composiet is de toekomst voor de weg- en waterbouw. Composiet is ook de toekomst voor de renovatie van stalen bruggen. Stap met Coverbridge vandaag nog in de toekomst. Wij zijn er klaar voor...

* Dit document geeft een globaal overzicht van wat Coverbridge is en kan. Het geeft bovendien een samenvatting van de voordelen van deze methodiek. Expliciete vragen van de jury komen impliciet aan de orde. In het document 'de verdieping' vindt u een meer uitgebreide beschrijving van het product en een onderbouwing van de geclaimde prestaties.

Composiet is de toekomst als het gaat om de renovatie van stalen bruggen.



Composiet wordt al jarenlang, met veel succes, ingezet bij de bouw van bijvoorbeeld vliegtuigen, jachten en windmolens. Ook allemaal producten waar het draait om de combinatie van robuustheid en flexibiliteit.



Betrouwbare verkeersbruggen zijn essentieel om Nederland in beweging te houden.

Over paperclips en vermoeiing...

Het verkeer in Nederland neemt alleen maar toe. De belasting van bruggen dus ook. Met name de ontwikkeling bij vrachtwagens van vier wielen ('dubbel lucht') naar twee wielen ('enkel lucht') aan elke as, zorgt voor nogal wat extra vermoeiingsbelasting van het brugdek.

Vermoeiing is een sluipend gevaar voor brugconstructies. In elk metalen onderdeel dat duizenden malen aan sterk wisselende belastingen wordt blootgesteld, kunnen microscopische haarscheurtjes ontstaan, die vervolgens uitgroeien tot een complete breuk. Het is het principe van de paperclip die je tien of twintig keer kunt buigen, maar die uiteindelijk toch in tweeën breekt.

En dat wil je niet. Zeker niet bij bruggen.

Een aantal belangrijke stalen verkeersbruggen wordt daarom de komende jaren gerenoveerd en versterkt. Recente reparaties aan de Galecopperbrug bij Utrecht hebben laten zien dat de scheurvorming praktisch alleen voorkomt in de wielsporen van de rijstrook van het vrachtverkeer. Een versterkingsmethode waarmee dus heel lokaal kan worden gerepareerd, levert enorme besparingen in verkeershinder en kosten.



Bij de Utrechtse Galecopperbrug is er eigenlijk alleen vermoeiingsschade ter plaatse van de wielsporen van de rijstrook van het vrachtverkeer.





Bij de bouw van windmolens is composiet gemeengoed.

Revolutie... maar met proven technology

Bij het tegengaan van de scheurvorming in stalen bruggen schuilt de uitdaging erin om een overlaging van het dek te vinden die niet zwaarder is dan de huidige asfaltlaag, maar die wel een aanzienlijke spanningsreductie geeft in de kritieke zones. Composiet is zo'n materiaal.

Composiet wordt al tientallen jaren met veel succes toegepast in industrieën waar robuustheid en flexibiliteit hand in hand gaan. Bij de bouw van vliegtuigen en schepen. Van windmolens en reactorvaten. In de ruimtevaart en de jachtbouw. Composiet kent talloze toepassingen, vanwege de unieke combinatie van licht, flexibel materiaal dat ongelooflijk sterk is.

In de civiele bouw is composiet echter nog niet echt doorgebroken. Staal en beton maken daar de dienst uit. Materialen die volgens deskundigen niet kapot te krijgen zijn. Helaas... Gebleken is dat staal en beton constructies toch niet altijd die kwaliteiten leveren waarop is gerekend. Beton wordt aangetast door vocht, corrosie van de wapening, maar ook vermoeiing. Staalconstructies die onderhevig zijn aan continue bewegingen vertonen vermoeiingsproblemen en roestvorming.

Daarom is het tijd voor de introductie van composiet in de bouw. Misschien een revolutie voor deze sector, maar dan wel eentje met 'proven technology'.



Composiet: licht en flexibel, maar supersterk.



De bovenste laag van Coverbridge bestaat weer uit meerdere lagen glasvezel versterkt kunststof.

Vier lagen state of the art technology

Coverbridge is een composiet. Composieten zijn twee of meer materialen gecombineerd tot een nieuw materiaal, met andere eigenschappen dan de afzonderlijke componenten. Bij Coverbridge gaat het om een samenvoeging van kunstharsen, vulstoffen en wapeningsmaterialen, die op een dusdanige wijze bijeen zijn gebracht dat een zeer sterk materiaal wordt verkregen. Materiaal dat uitermate geschikt is om brugdekken te versterken. Zowel bij vaste als beweegbare stalen bruggen.

Coverbridge bestaat uit vier lagen. Onder, op het stalen brugdek, komt een hechtlaag, met daarop een onderlaag gemaakt van glasvezel versterkt kunststof. Daar bovenop komt een aluminium honingraat, die met een kunsthars gemodificeerde mortel gevuld wordt. Deze kern zorgt ervoor dat de andere lagen niet onderling verschuiven. De bovenste laag bestaat dan weer uit meerdere lagen glasvezel versterkt kunststof. Bovenop Coverbridge wordt een toplaag van asfalt aangebracht, waarover het verkeer rijdt.



Coverbridge is ook uitermate geschikt om beweegbare stalen bruggen te versterken.





Met Coverbridge kan rijstrook voor rijstrook gewerkt worden.

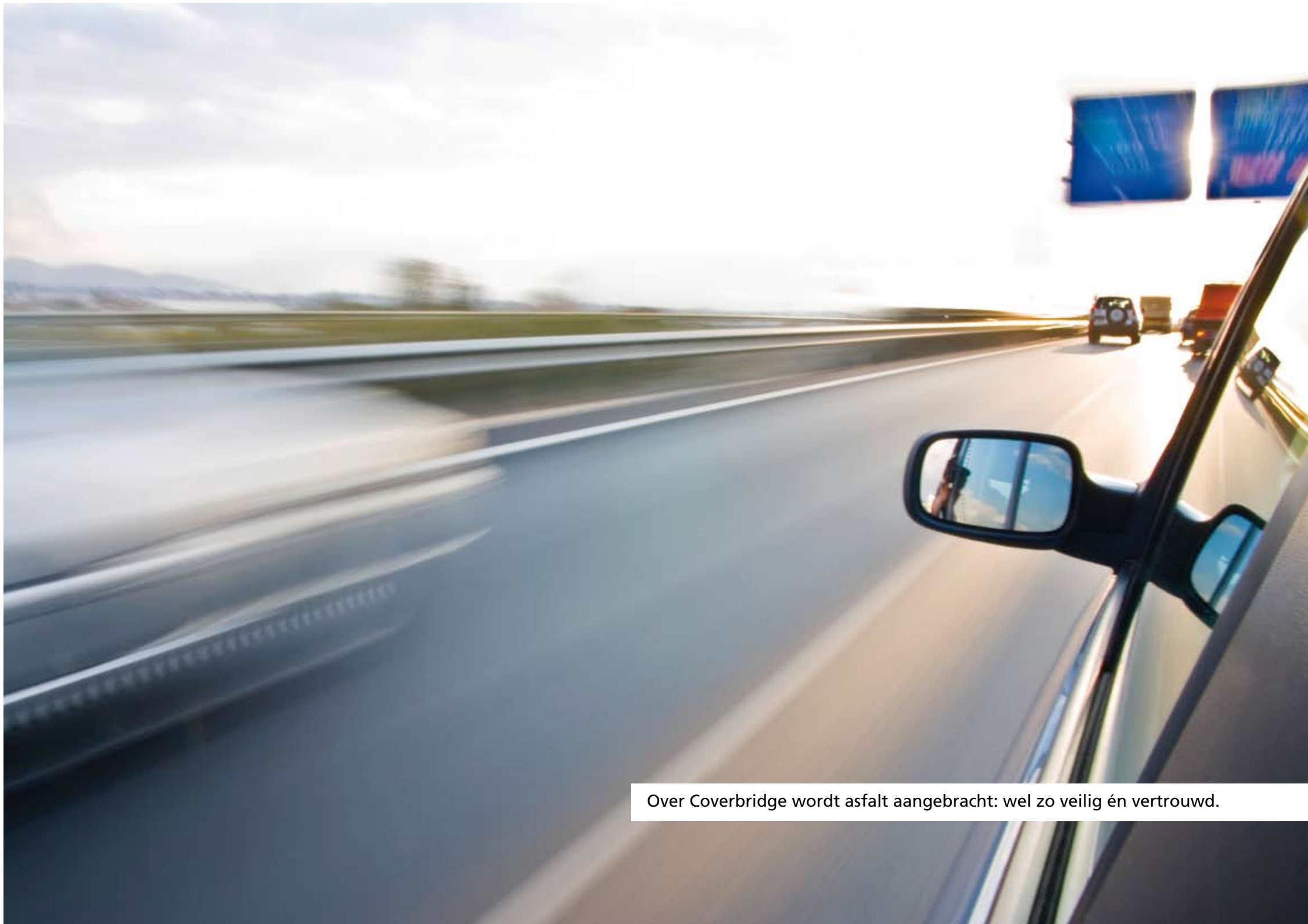
Minder hinder

Het renoveren van bruggen met Coverbridge levert aanzienlijk minder verkeershinder op dan de huidige oplossingen. Dit heeft te maken met een viertal punten.

1. Het aanbrengproces is niet kritiek. Coverbridge is bovendien ongevoelig voor trillingshinder van het verkeer. Er kan dus gewoonweg sneller gewerkt worden. Een vergelijking met een recent uitgevoerde renovatie van de brug bij Hagestein, laat zien dat er zo'n 30% tijdswinst geboekt kan worden als een hele rijbaan versterkt wordt. Dit kan oplopen tot meer dan 60% tijdswinst als het gaat om een beperkte versterking. In beide gevallen scheelt het dagen tot weken overlast.
2. Aangezien Coverbridge met eenvoudig materieel aan te brengen is, is er ook maar weinig extra ruimte nodig. Dit schept de mogelijkheid, in tegenstelling tot bij het huidige Hoge Sterkte Beton, om rijstrook voor rijstrook aan te passen. Het is dus niet nodig om hele rijbanen af te sluiten, zodat de doorstroming van het verkeer veel beter blijft verlopen.
3. Coverbridge is een erg flexibel aan te brengen materiaal. Je kunt er zelfs lokale reparaties en versterkingen mee uitvoeren. Bijvoorbeeld als je alleen de problematische sporen van de rijstrook voor vrachtverkeer aan wilt pakken. Daarnaast kan de dikte aangepast worden aan de benodigde versterking van het brugdek. Bij HSB is dit allemaal niet mogelijk. Ook dit betekent dus dat er veel sneller, en met minder hinder en kosten gewerkt zal worden.
4. Met Coverbridge wordt het brugdek permanent versterkt en scheurvorming gestopt. Coverbridge gaat een brugleven mee. Sterker nog, bruggen kunnen er tientallen jaren langer door in bedrijf blijven. Dat scheelt enorm qua life cycle verkeershinder.



Coverbridge: dagen tot weken minder verkeershinder.



Over Coverbridge wordt asfalt aangebracht: wel zo veilig én vertrouwd.

Comfortabeler, veiliger en sterker

In tegenstelling tot Hoge Sterkte Beton, wordt Coverbridge afgewerkt met een asfaltlaag, waarover het verkeer rijdt. Dit betekent dat Coverbridge brugdekken optimaal kunnen worden uitgevlakt en zorgen voor een kwalitatief hoogstaand alignement. Als bestuurder van een auto merk je dat heel goed. Geen irritante hobbels, maar een comfortabel en vertrouwd wegdek.

Asfalt is bovendien veel stroever dan beton, wat een Coverbridge wegdek dus ook veiliger maakt. Daarnaast kan in asfalt het regenwater ‘wegzakken’, zodat de ‘splash en spray’ wordt tegengegaan. Verder zorgt de toplaag van asfalt voor een betere geluidsabsorptie in vergelijking met HSB.

Tenslotte is nog van belang dat Coverbridge lichter is dan het huidige wegdek. Daardoor wordt het mogelijk dat zwaardere transporten over de brug kunnen rijden. De restricties die sommige bruggen nu hebben voor verkeersbelasting, kunnen dus (gedeeltelijk) komen te vervallen. Een opsteker voor onze logistiek én de BV Nederland.



Na behandeling met Coverbridge kunnen bruggen zwaarder transport aan.



Ook voor het milieu is Coverbridge een verstandige keuze.

Cradle to Cradle

Uit een in mei 2009 gehouden onderzoek van SenterNovem is gebleken dat het toepassen van composieten in de bruggenbouw aanzienlijk milieuvriendelijker is dan de toepassing van staal of beton. Zo scoort de energie-inhoud van een composietbrug veel lager dan die van een betonbrug en nog weer lager dan die van een stalen brug. Ook de carbon footprint komt bij een composietbrug als beste uit de bus. Deze brug scoort hier twee keer lager dan een betonnen of stalen brug. De totale uitstoot van CO₂ bij het maken van een composiet is bovendien aanzienlijk lager dan bij beton of staal.

De bepaling van de milieu-impact volgens de Eco-indicator 99 (waar de milieubelasting volgens elf impact categorieën voor de gehele levenscyclus wordt opgeteld) leidt ook tot de conclusie dat een composietbrug veruit als beste scoort. Hier geldt een factor drie.

Composieten kunnen tenslotte uitstekend worden gerecycled. Bekend is dat hierbij ongeveer 4.000 kilocalorieën per ton aan energie kan worden teruggewonnen.

Het belangrijkste milieu-aspect van Coverbridge is echter dat het aanzienlijk levensduur verlengend werkt en daarom bijdraagt aan de duurzaamheid van bruggen. Coverbridge past hiermee naadloos binnen een Cradle to Cradle-visie.



Coverbridge sluit goed aan bij een Cradle to Cradle-visie.

Goedkoper, ook voor de maatschappij...

De life cycle kosten komen bij Coverbridge lager uit dan bij bestaande oplossingen. Uit een vergelijking met de renovatie van de brug bij Hagestein, blijkt dat als van de reparatie van de hele rijbaan wordt uitgegaan, de kosten iets lager zouden zijn dan de oorspronkelijke behandeling van HSB. Door de recente modificaties aan de HSB overlaging bij Moerdijk, zijn de kosten inmiddels hoger komen te liggen dan bij Hagestein. Coverbridge valt hierdoor aanzienlijk goedkoper uit dan de meest recente specificaties. Coverbridge biedt bovendien een kwalitatief hoogwaardigere oplossing.

Door de flexibele toepassing van Coverbridge is het echter niet noodzakelijk om een hele rijbaan te renoveren, maar kunnen ook alleen de stroken of stukken aangepakt worden, waar vermoeiing op de loer ligt of al is opgetreden. In die gevallen zijn er substantiële besparingen te noteren die, in vergelijking met het referentiebedrag van 700 euro per m², oplopen tot boven de 50%.

Als daar bij opgeteld wordt dat Coverbridge een permanente oplossing is, die bovendien het leven van de bruggen verlengt, slaat de life cycle kosten-meter helemaal door in het voordeel van deze composietoplossing.

Ook op het gebied van de maatschappelijke kosten scoort Coverbridge buitengewoon goed. De besparingen bij de case Hagestein, volgens de door Rijkswaterstaat aangereikte verkeerstoel, bedragen minimaal 3,5 miljoen euro in vergelijking met de HSB-aanpak. Ze lopen zelfs op tot meer dan 8 miljoen euro als alleen de zwaarst belaste rijstrook zou worden aangepakt.

Niet alleen de life cycle kosten zijn lager, maar ook de maatschappelijke kosten.



Door recente modificaties aan het HSB bij Moerdijk, zijn de kosten daar fors gestegen.

Uitgebreid getest door de Technische Universiteit Delft

Coverbridge is niet speciaal voor de prijsvraag van Rijkswaterstaat bedacht. De ontwikkeling ervan is al in 2007 opgestart, toen beseft werd welke unieke voordelen composiet biedt voor de bruggenbouw. Hierbij is zeker niet over één nacht ijs gegaan, maar zijn in de afgelopen twee jaar talloze proeven door de Technische Universiteit Delft uitgevoerd. Doel hiervan was te komen tot een optimale samenstelling van het composiet, waarbij aanzienlijke verbetering moest worden bereikt op het gebied van verkeershinder, (life cycle) kosten en restlevensduur. Naast toename van de vermoeiingssterkte is ook ingezet op een betere statische sterkte.

Door de TU is een groot aantal proefstukken, met behulp van experimenten, getoetst op de statische buigsterkte (positief en negatief moment), de afschuifcapaciteit en -sterkte, de statische materiaaleigenschappen van de kunsthars mortel, én de buigsterkte onder cyclische belasting (de vermoeiingsterkte). Deze buigsterkte is bepaald door een vierpuntsbuigproef uit te voeren. Voor het composietmateriaal zijn trek- en drukproeven uitgevoerd om de materiaaleigenschappen te definiëren. De proefstukken zijn voorzien van verschillende rekstrookjes zodat onder toename van de belasting de spanningsverdeling over de doorsnede kon worden bepaald. Doordat deze metingen ook op een proefstuk zonder overlaging zijn uitgevoerd, kan worden bepaald met welke factor Coverbridge de spanning doet afnemen.

Na doorgevoerde optimalisaties in de samenstelling van Coverbridge, zijn de conclusies van de testen zeer positief te noemen. Belangrijkste daarvan is dat Coverbridge een dusdanige spanningsafname in de stalen brug geeft, dat er geen vermoeiingsschade meer kan optreden. Daarnaast is er een hoge afschuifsterkte en -stijfheid geconstateerd en is de onderlinge aanhechting van de verschillende lagen erg sterk. Tenslotte is er een aanzienlijke toename van de statische sterkte. Hierdoor zou de zwaarte van de belasting door vrachtverkeer met een factor 2 kunnen toenemen.



Op meer dan 20 proefstukken zijn talloze testen uitgevoerd door de TU.

In bijna twee jaar tijd heeft de TU Delft Coverbridge door en door getest.



In Maarssen is op een complete brugsectie Coverbridge aangebracht.



The proof of the pudding is in the eating...

Als iets in de laboratoria van de Technische Universiteit Delft werkt, kun je ervan uitgaan dat het in de praktijk ook werkt. Om het ook absoluut zeker te weten, kun je toch beter het zekere voor het onzekere nemen. Het gaat hier tenslotte om een voor Nederland bijzonder ingrijpende beslissing. Om dus ook Coverbridge onder realistische omstandigheden te testen, is in Maarssen een orthotrope stalen rijvloer sectie nagemaakt. Dit brugdek, van 10 mm dikte, meet maar liefst 8 bij 3,6 meter en is voorzien van trogprofielen en drie dwarsdragers. De sectie voldoet volledig aan de eisen uit EN 1993-2 en EN 1090.

Voorzien van 44 rekstrookjes, is het brugdek uitgebreid belast. Eerst zonder enige dekversterking en daarna met de Coverbridge versterking. Voor de beide situaties is de belasting geplaatst op twee verschillende posities. De grootte van de belasting, alsmede het belaste oppervlakte, is uitgevoerd volgens de norm voor Verkeersbelastingen op Bruggen (NEN 6706).

Ondanks dat de complete analyse van alle testresultaten pas in 2010 afgerond zal zijn, is al wel duidelijk dat de praktijktesten de positieve resultaten van de TU-testen bevestigen.

Andere belangrijke uitkomsten van de praktijkproeven zijn:

- Het uitvoeringsproces is niet kritisch en de diverse lagen kunnen snel achter elkaar worden uitgevoerd.
- Er is geen krimp in het materiaal, zodat er ook geen last is van een schoteffect.
- De vacuüminjectie op de sectie met een breedte van 3,6 meter is perfect verlopen en is in slechts een uur gerealiseerd. Als een complete brug moet worden aangepakt wordt met veel grotere secties gewerkt, waardoor in dezelfde tijd ook een veel groter deel vacuüm geïnjecteerd kan worden
- Het materiaal heeft in vergelijking met asfalt en Hoge Sterkte Beton een zeer laag soortelijk gewicht en is om deze reden uitermate geschikt voor de toepassing op vaste en beweegbare stalen bruggen. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld, na renovatie, zwaardere transporten worden toegelaten, dan tot nu toe op een aantal bruggen is toegestaan. Dit betekent toegevoegde economische waarde.



Praktijktesten bevestigen de positieve resultaten.

