

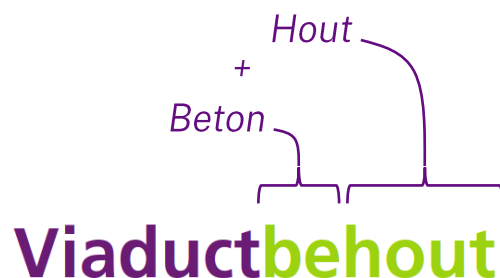
Viaductbehout: De meest gestelde vragen

Viaductbehout is een duurzaam en modulair alternatief voor de traditionele prefab beton liggers. De hout-beton liggers bestaan uit $\frac{3}{4}$ deel massief Europees vurenhout en $\frac{1}{4}$ deel circulair beton. Viaductbehout is een baanbrekende stap richting duurzaam en circulair bouwen in de infrastructuur. Het laat zien dat het anders kan: slimmer, lichter en met veel minder CO₂-uitstoot.

De meest gestelde vragen

De naam Viaductbehout verwijst naar de materialen beton en hout, en 'Behout' is bovendien een verwijzing naar het duurzame karakter. Daarnaast hebben we de vorm van traditionele viaducten behouden, zodat het hout-beton viaduct binnen de bestaande infrastructuur van Nederland past.

Het systeem komt steeds meer in de belangstelling te staan. We presenteerden het duurzame liggersysteem op de jaarlijkse Dag van de Circulariteit. Daarnaast was Viaductbehout in 2025 genomineerd voor de Cobouw Innovatie Award, de Wubbo Ockels Innovatieprijs en de TBI Innovatieprijs. De meest gestelde vragen en antwoorden hebben we nu overzichtelijk gebundeld in deze Q&A. In dit artikel beantwoorden we de meest voorkomende vragen.



Welk probleem lossen we met Viaductbehout op?

De opgave is helder: De rijksoverheid heeft de ambitie dat de Nederlandse economie in 2050 volledig circulair moet zijn. De lat voor Rijkswaterstaat ligt nog hoger; klimaatneutraal en circulair werken in 2030. Kortom, de CO₂-uitstoot moet worden teruggedrongen, bestaande grondstoffen en producten moeten zo efficiënt en hoogwaardig mogelijk gebruikt en hergebruikt worden en hiervoor zijn nieuwe duurzame oplossingen nodig. Daar komt nog eens bij dat we als Nederland voor een gigantische vervangings- en renovatieopgave staan als het om infrastructuur gaat. Veel bruggen naderen het einde van hun technische levensduur.

Met Viaductbehout introduceren we een standaard brugdeksysteem als antwoord op de vervangings- en renovatieopgave, passend binnen de circulaire en duurzame ambities van het Rijk. Met onze standaardoplossing kunnen we 70% van de viaducten uit het areaal van Rijkswaterstaat vervangen. Tevens is het systeem toepasbaar in vervangingsopgaven van provincies en gemeenten. Dankzij het modulaire karakter en de schaalbaarheid levert Viaductbehout een directe en substantiële bijdrage aan de verduurzaming van de Nederlandse infrastructuur, zonder concessies aan constructieve veiligheid en levensduur.

Hoeveel duurzamer is dit systeem ten opzichte van hoe we altijd bouwden?

Viaductbehout breekt radicaal met de traditionele prefab betonnen liggers die decennialang de standaard waren in viaductbouw. Waar conventionele systemen zwaar, CO₂-intensief en moeilijk herbruikbaar zijn, biedt Viaductbehout een licht, circulair en demontabel alternatief. In vergelijking met een traditioneel viaduct met HRP-liggers van gelijke lengte realiseren we 40% reductie in de MKI-waarde in het dek, 60% CO₂-reductie, 20% gewichtsbesparing en een bouwtijdverkorting van minimaal 6 weken.

Waar zijn soortgelijke systemen al toegepast?

In Nederland zijn in 2006 de eerste houten verkeersbruggen (30 tons; overspanning 15m) met gelamineerde liggers gerealiseerd in de Blauwe stad (Oldambt). In 2012 hebben ze de daar de collectie uitgebreid met nog eens vijf hout-beton bruggen (45tons; overspanning 40m). Ook Meerstad (Groningen) heeft reeds (2024) gekozen voor een hout-beton verkeersbrug. In het buitenland is al veel meer ervaring met gelamineerde houten bruggen zoals La Léchère in Freiburg (Zwitserland): overspanning 45 m¹, Pont de Riou in Alpes Maritimes (Frankrijk): overspanning 20,5 m¹ en de HBV-Brücke in Duitsland over rivier die Agger, voerspanning 40 m¹. Momenteel wordt in Duitsland, nabij Haslach, een hout-beton brug gebouwd met een totale lengte van 140 m¹ met overspanningen van 34 m¹. Wij zijn als consortium op bezoek geweest en hebben met onze eigen ogen gezien dat het mogelijk is!

Partners

Het consortium dat het modulaire hout-betonliggersysteem Viaductbehout ontwikkelde, bestaat uit een aantal partners:

- **Mobilis**, de duurzame, managende hoofdaannemer en trotse toekomstmaker binnen TBI.
- **ipv Delft**, bureau van creatieve ontwerpers, strevend naar tijdloze kwaliteit van onder andere bruggen en infrastructuur.
- **Heko Spanten**, de bevoegen specialisten in het construeren, fabriceren en monteren van dragende gelamineerde houtconstructies.
- **Ingenieursbüro Miebach**, toonaangevend ingenieursbureau en internationaal erkend constructeur van hout(-beton) bruggen.
- **Rutte Groep**, omdenkers, gepassioneerde doeners en leverancier van 100% circulair beton.

Kijk voor meer informatie over Viaductbehout op [onze site!](#)

*Of neem contact op met Anne Schotman:
al.schotman@mobilis.nl / +31 6 27 88 30 89*



Duurzaamheid

Wat zijn de duurzaamheidsambities in Nederland wat de infrastructuur betreft?

De ambitie van het Rijk is dat de Nederlandse economie circulair is in 2050. Voor Rijkswaterstaat ligt die ambitie nog hoger, namelijk circulair en klimaatneutraal werken in 2030. Een flinke opgave dus.

Hoe duurzaam is het ontwerp ten opzichte van traditionele viaducten?

Vergeleken met een traditioneel betonnen viaduct (met HRP-liggers) scoort Viaductbehout aanzienlijk beter. We realiseren een MKI*-reductie van 44% in het brugdek en een reductie 41% voor het gehele viaduct (inclusief landhoofden en steunpunten). De CO₂-reductie bedraagt 63% t.o.v. het betonnen viaduct. De opslag van CO₂ in het hout is vanwege de rekenmethodiek niet meegenomen.

**MKI staat voor Milieu Kosten Indicator, en is een manier om milieu-impact uit te drukken*

Is er in Europa wel voldoende hout beschikbaar, en hoe voorkomen we ontbossing?

Viaductbehout maakt alleen gebruik van duurzaam geproduceerd hout (met FSC-keurmerk). Dat houdt in dat in een duurzaam beheerd bos nooit meer hout wordt geoogst dan dat er bijgroeit. Hiermee wordt ontbossing voorkomen. In de Europese bossen groeit doorgaans 1 miljard m³ hout, terwijl er zo'n 600 miljoen m³ wordt geoogst. In andere woorden, er is zelfs nog ruimte om op te schalen in productie.

Is het gebruik van lijm in liggers wel duurzaam?

De milieu impact van lijm, gedurende de gehele levensduur van een ligger, is beperkt. Het aandeel van lijm in gelamineerde liggers is meestal 1-2% van de MKI. Daarnaast zijn er verschillende biobased lijmoplossingen in ontwikkeling.

Techniek

In welke afmetingen is Viaductbehout toepasbaar?

De hout-betonligger heeft, constructief gezien, een maximale afmeting van 35 meter. De hout-betonligger is een geprefabriceerd product, en moet dus van de productielocatie naar de projectlocatie worden getransporteerd. Hieruit volgt vanwege transport een maximale lengte van 27,5 meter. Langere liggers zijn wel mogelijk, maar vereisen exceptioneel transport. De liggers beginnen bij een lengte van 15 meter.

In ons haalbaarheidsonderzoek zijn we uitgegaan van liggers van 26 meter, omdat we hiermee drie rijbanen kunnen overspannen. De breedte is maximaal 26 meter in verband met de dwarsvoorspanning. Breder is ook mogelijk, maar dan maak je in feite meerdere losse viaducten naast elkaar.

Hoe is de constructie opgebouwd?

De ligger bestaat uit een onderzijde van Europees vurenhout met daarop een deklaag van beton. De twee materialen worden met elkaar verbonden door nokken in het hout en beton, en losmaakbare stalen doken. Hierdoor werken het hout en beton constructief samen. Op het beton wordt vervolgens een waterdicht membraan gelegd, waarover het asfalt wordt gestort. Het brugdek wordt vervolgens op landhoofden en steunpunten geplaatst.

Is dit systeem direct technisch haalbaar?

Omdat er grotendeels bestaande technieken worden gecombineerd is het systeem direct technisch haalbaar. De constructieve berekeningen die we hebben uitgevoerd voldoen aan de huidige regelgeving (NEN-EN, ROK 1.4, DIN68800).

Hoe werkt de koppeling tussen het hout en beton?

Diverse verbindingstechnieken zijn afgewogen waarna we hebben gekozen voor een nokverbinding met een demontabele component (doken die we kunnen in- en uitdraaien in de strip). De nokverbinding zorgt voor de overdracht van schuifkrachten en de doken worden op trek belast. Het ontwerp van de verbinding is gebaseerd op een optimale verhouding tussen kosten, productietechniek, mogelijkheid tot demontage en constructieve uitgangspunten. Door de zeer stijve verbinding werken de twee materialen hout en beton samen als één ligger.

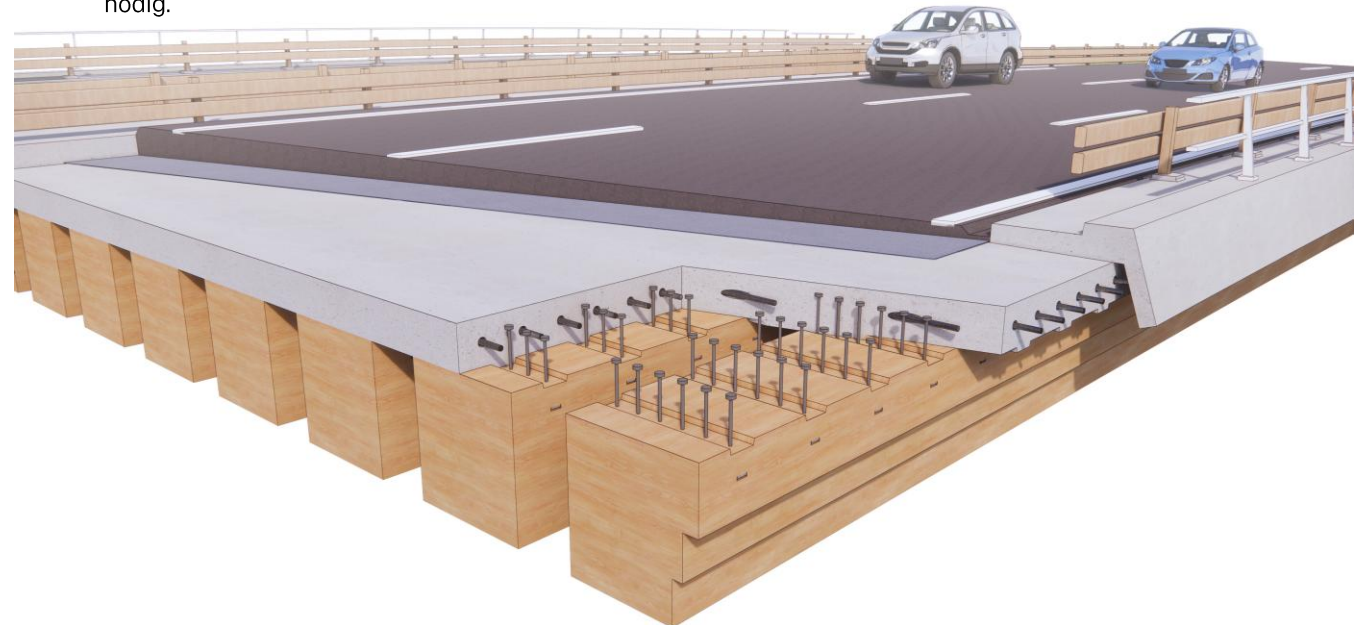
Wat is de functie van het beton op de houten ligger?

Het beton dient met name ter bescherming van het hout tegen weersinvloeden, maar heeft ook een constructieve functie. In de samengestelde ligger neemt het beton vooral de drukkrachten op, en het hout de trekkrachten aan de onderzijde. Bovendien hebben we het beton nodig voor het verdelen van de belasting op de liggers. Ook voor de dwarskoppeling van de liggers door middel van voerspandraden hebben we het beton nodig.

Hoe zit de modulaire component in elkaar?

Ons ontwerp is op 4 niveaus modulair opgebouwd. Hiermee bereiken we hoogwaardig hergebruik na de eerste gebruiksfase, en dragen we bij aan de ambitie om een circulaire economie te worden:

- Niveau-1: Het gehele brugdek ligt op oplegblokken en is te demonteren van de landhoofden en steunpunten.
- Niveau-2: De liggers zijn onderling verbonden met dwarsvoorspanning in de prefab betonnen deklaag. Na demontage van de dwarsvoorspanning worden de hout-betonliggers geheel uit het brugdek genomen voor hergebruik.
- Niveau-3: Aan het einde van de technische levensduur van de ligger zijn de hout-, beton- en stalen componenten van elkaar te scheiden.
- Niveau-4: Uit de betonnen dek-elementen winnen we grondstoffen terug om als secundair/ tertiair materiaal te hergebruiken. Eventueel resthout kan ook worden hergebruikt.



Wat is er anders aan Viaductbehout in vergelijking tot hout-beton bruggen in binnen- en buitenland?

Viaductbehout is een gestandaardiseerd en modulair systeem, in tegenstelling tot de reeds gerealiseerde bruggen in binnen- en buitenland. Deze bruggen zijn namelijk vaak project specifiek en niet losmaakbaar. Met ons standaard ligger systeem kunnen wij bovendien diverse configuraties maken, bijvoorbeeld voor bruggen over snel-, provinciale- en regionale wegen. Ook in de breedte kunnen wij variëren door meer of minder liggers te plaatsen.

Hoe wordt omgegaan met trillingen?

Trillingen zijn over het algemeen geen probleem bij bruggen voor autoverkeer. Trillingsproblematiek speelt voornamelijk bij fiets- en voetgangersbruggen. Het hout heeft bovendien goede absorberende eigenschappen, waardoor de eisen rondom trillingen kunnen worden behaald.

Hoe wordt de grotere constructiehoogte van houten liggers ingepast bij de vervanging van een bestaand viaduct?

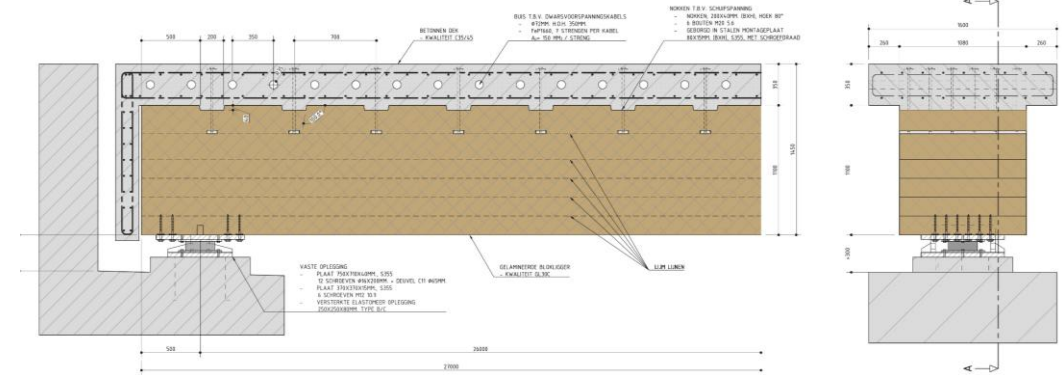
De hout-beton ligger heeft inderdaad een iets hogere constructiehoogte. De verhouding hoogte - lengte is circa 1:18 bij hout-beton, en 1:22,5 bij betonnen liggers. Bij een overspanning van 20 meter is de hout-beton ligger 21cm hoger dan de betonnen ligger. Ons inziens is dit een overbrugbaar verschil, op te lossen in de aanloop naar het viaduct toe.

Europees vuren hout is zachthout, gaat dat wel goed in de open lucht?

Europees vuren hout valt in duurzaamheidsklasse 4 (beperkt duurzaam). Dit betekent dat het hout in het algemeen een beperkte levensduur heeft van circa 5 tot 10 jaar bij direct contact met de grond en blootstelling aan weer en wind. In geconditioneerde omstandigheden is vuren hout echter goed toepasbaar. Door de vuren houten liggers af te dekken met een betonnen dakje (parapluconstructie) blijft het hout droog, waardoor de levensduur geen beperkende factor meer is. Het betonnen randelement voorkomt bovendien dat regenwater het hout kan aantasten. De bovenzijde van het viaduct is aanvullend waterdicht uitgevoerd met een bitumineus membraan. Incidentele vochtbelasting, bijvoorbeeld door spatwater, vormt geen probleem zolang het hout weer kan opdrogen. De ruimte tussen de houten liggers zorgt voor voldoende ventilatie mogelijkheden.

Is het systeem ook geschikt om toe te passen in spoorviaducten?

Tot op heden hebben wij dit constructief nog niet beschouwd. In het verleden zijn ook veel spoorbruggen gebouwd met hout, dus waarom ook niet?



figuur 9. Detail oplegging landhoofd

Hoe wordt er omgegaan met de dilatatievoegen, die normaal gesproken zorgen dat de liggers kunnen uitzetten?

Omdat we de kopse kanten van de houten ligger afwerken met beton, kunnen we een standaard beweegbare voegconstructie inbouwen zoals dat nu ook bij betonnen viaducten gebeurt.

Zijn de houten liggers berekend op een aanrijdbelasting?

Ja. De liggers zijn berekend op aanrijdbelasting en voldoen aan de constructieve normen en richtlijnen.

Is de rol van kruip (haaks op de vezel) onderzocht?

Ja, dit is onderzocht en in het ontwerp meegenomen. Het gedrag van het hout en de combinatie hout-beton is uitvoerig bestudeerd door Miebach. Zij zijn internationaal erkend constructeur van houten bruggen, en bij bijna elk spraakmakend project betrokken.

Kunnen de steunpunten ook in (hard)hout?

Ja en nee. Viaducten voor zwaar verkeer genereren grote drukbelasting op de steunpunten. Beton is een zeer efficiënt materiaal om deze krachten op te nemen.

Houten steunpunten zouden kunnen, maar dan dienen de steunpunten vrij van de grond te worden geplaatst vanwege optrekkend vocht.

Hoe wordt de brandwerendheid geborgd?

Hout heeft een inbrandsnelheid die erg nauwkeurig kan worden bepaald (naaldhout ca. 0,7mm³ per minuut). De voorspelbaarheid van het gedrag tijdens brand is daarmee hoog. Tijdens een brand vormt zich om het hout een laag van kool, dat het hout binnenin isoleert van de vlammen. Dit vertraagt het proces. Door de ligger een beetje groter te maken dan constructief noodzakelijk, kunnen we er voor zorgen dat de ligger 30, 45 of 60 minuten brandwerend is en voldoet aan de regelgeving.

Is het concept ontworpen conform het IFD-principe? (NTA 8085 / 8086)

De NTA 8085 / 8086 is later ingevoerd dan dat Viaductbehout is ontwikkeld. Echter, IPV Delft heeft meegeschreven aan de normen en het IFD-principe mede helpen ontwikkelen. IPV Delft is nu de detaillering van Viaductbehout aan het spiegelen met de IFD-principes en de NTA 8085 / 8086. (Het IFD-principe staat voor Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen)



Voldoet het systeem aan de Nederlandse regelgeving? Zoals de ROK en NEN-normen?

De uitgevoerde constructieve berekening voldoet aan de in 2021 geldende regelgeving; NEN-EN, ROK 1.4 en DIN 68800. In eerste instantie maakte we destijds een uitzondering op ROK, H6, artikel 5.10.1. Inmiddels is er in de betreffende regelgeving een aanvullende tekst opgenomen waardoor Voorspannen Zonder Aanhechting (VZA) wel mag worden toegepast.

VZA is een techniek die wij gebruiken om alle individuele liggers met een stalen voorspandraad tegen elkaar aan te trekken, zodat de individuele liggers samenwerken als één brugdek.

Is hout eigenlijk wel sterk genoeg?

Ja! Door het lichte gewicht van hout in combinatie met de hoge sterkte is hout, constructief gezien, één van de meest efficiënte bouwmaterialen ter wereld.

Hoe werkt de stalen dook-verbinding en hoe zit het met demontage en corrosie?

We schroeven de stalen doken in een stalen strip waarin gaten met schroefdraad zijn aangebracht. In het beton, dat op de zacht houten blok-gelamineerde ligger wordt gestort zijn uitsparingen aangebracht ter plaatsen van de stalen doken. De koppen van de doken worden afgedekt met gietasfalt. Hierover wordt een waterdichte bitumineuze laag aangebracht en asfalt. Na de functionele levensduur kunnen de stalen doken los geschroefd worden en de stalen strips uit het hout verwijderd worden. Het beton kan dan van het hout gescheiden worden. Het staal wordt uitgevoerd als thermisch verzinkt, waardoor we corrosie van het staal tegengaan.

Treedt er kruip op in het hout? En hoe wordt hier mee omgegaan?

Ja, hier dient de toeg op te worden geëngineerd. Bij de constructieberekeningen wordt kruip in het hout, beton en in de verbinding rekening

gehouden met het tijdsafhankelijke gedrag. De berekening wordt op verschillende momenten in de levensduur van de ligger uitgevoerd. Hierbij wordt een rekening gehouden met de aangepaste E-modulus en de krimp volgens de bijbehorende tijdstap.

Hoe wordt de chemische resistentie van het systeem geborgd?

Tussen het asfalt en het beton zit een bitumeneus membraan, deze zorgt naast waterdichtheid ook voor het tegengaan van indringing van dooizout. Daarnaast kiezen we voor de benodigde milieuklasse van het beton.

Leuk feitje; Zoutloosden worden vaak van hout gemaakt, omdat hout goed bestand is tegen de corrosieve eigenschappen van strooizout!

Er zit geen mortel om de voorspanstrengen, hoe gaan jullie om met corrosie van deze strengen?

Een beproefde techniek is Voorspannen Zonder Aanhechting (VZA). Hierbij worden de voorspanstrengen voorzien van een omhulling van kunststof. Rondom de strengen wordt vet in plaats van een mortel geïnjecteerd, en zo ontstaat er geen aanhechting tussen de voorspanwapening en het beton. Hiermee blijven de liggers demontabel terwijl de strengen beschermd zijn tegen corrosie. Hiermee wordt voldaan aan RWS-eis ROK-0101.

Hoe zit het met de vermoeiing van de constructie vanwege de dynamische belasting?

Een studie van de Universiteit van Stuttgart toonde aan dat vermoeiing bij hout-beton bruggen, vanaf 25 m¹ lang, geen probleem is. Dit komt doordat vanaf 25 m¹ de statische belasting dermate dominant is, dat dynamische belasting (nagenoeg) geen rol meer speelt. Dit betekent in feite dat de brug al “overgedimensioneerd” is voor vermoeiing, omdat hij sterker moet zijn voor de maximale statische belasting dan voor de herhaalde dynamische belasting. Bij kleinere bruggen, of bij een zeer hoge verkeersintensiteit zijn vermoeiingsberekeningen wel nodig.

Is er in binnen- en buitenland al ervaring opgedaan met bruggen van > 25 m¹ van vurenhout?

Met name in het buitenland (Alpenlanden en Scandinavië) is er veel ervaring met het bouwen van grote verkeersbruggen in hout, onder andere met vurenhout. Een overspanning van 25 m¹ is hier eerder regel dan uitzondering.

In Nederland beperkt het zich voornamelijk nog tot fiets- en voetgangersbruggen, maar ook hier zijn een paar (zwaar) verkeersbruggen inmiddels gerealiseerd. Wat echter ontbreekt is een standaard systeem, waarmee we structureel houten viaducten kunnen bouwen. Dat is het gat waar Viaductbehout in springt.

Is het hout-beton viaduct duurder dan een traditioneel viaduct?

Ja, het hout-beton viaduct is initieel 30% duurder dan een traditioneel viaduct. Echter door schaalvergroting en optimalisatie dalen de kosten. Door hergebruik hebben de materialen een hogere restwaarde.

Wat is het economisch perspectief van Viaductbehout?

Door schaalvergroting in de toepassing, en door optimalisaties in het ontwerp zakt de kostprijs. Daarnaast heeft Viaductbehout een hogere economische restwaarde, omdat de materialen hoogwaardig kunnen worden hergebruikt.

Kijk voor meer informatie over Viaductbehout op [onze site!](#)

