
Hergebruik liggers A9

Prefab voorgespannen liggers uit 11 viaducten tussen
Badhoevedorp en Holendrecht worden geogst



Als onderdeel van de wegwitbreiding Schiphol-Amsterdam-Almere (SAA) verbreedt Rijkswaterstaat momenteel de A9 tussen de knooppunten Badhoevedorp en Holendrecht (A9 BAHO). Drie rijstroken per rijrichting worden er vier en er komt een wisselbaan. Daarbij worden meerdere bestaande bruggen en viaducten vervangen. In eerste instantie was de gedachte om een deel van deze kunstwerken te versterken, maar dat bleek niet de beste keuze. De liggers zijn zonder aanpassingen niet geschikt voor toepassing in de nieuwe autosnelweg. Ze zijn echter wel nog in prima conditie, dus is het zonde om ze te vernietigen. Rijkswaterstaat zoekt naar een meer circulaire oplossing.

Rijkswaterstaat heeft de ambitie in 2030 klimaatneutraal en circulair te werken.

Ook het project A9 BAHO wil hier een bijdrage aan leveren. Mede naar aanleiding van de SBIR (Strategic Business Innovation Research) Circulaire Viaducten (zie kader) ontstond het idee om na te gaan of de liggers uit de A9 elders konden worden hergebruikt.

Vanuit andere projecten van Rijkswaterstaat, maar ook vanuit provincies en gemeenten is er veel interesse in de liggers. Ook diverse aannemers hebben belangstelling. Dat heeft enerzijds te maken met de stijgende grondstofprijzen en anderzijds met het feit dat aanbiedingen van aannemers voor circulaire voorstellen worden beloond.

Hergebruik is echter geen sinecure. Slopen kost veel minder tijd en geld dan de liggers oogsten en geschikt maken voor hergebruik. Een van de obstakels in het project A9 BAHO was verder dat in het contract is afgesproken dat de opdrachtnemer VeenIX eigenaar wordt van de liggers. En een contract wijzigen is complex. Ondertussen worden vanuit de SBIR de eerste liggers bij de A9 geoogst en is met VeenIX de intentie uitgesproken ook de overige liggers uit de A9 zo veel mogelijk te gaan oogsten.

auteurs



IR. DRIEK NUIJENS

Technisch Manager
Rijkswaterstaat



IR. KEES QUARTEL

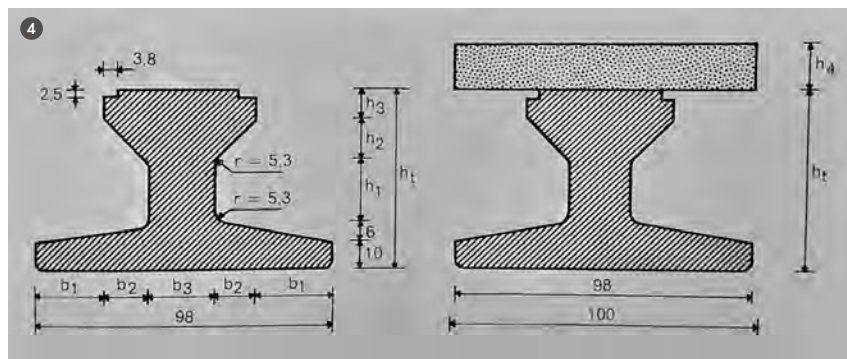
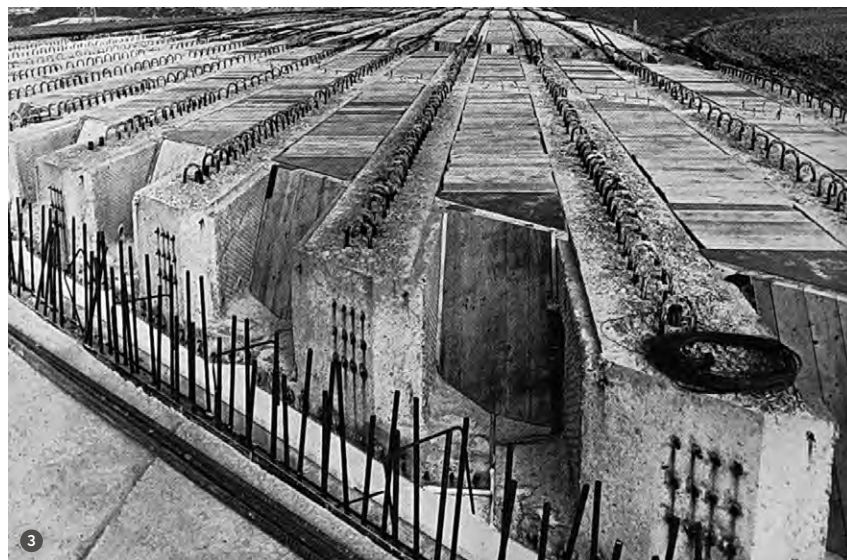
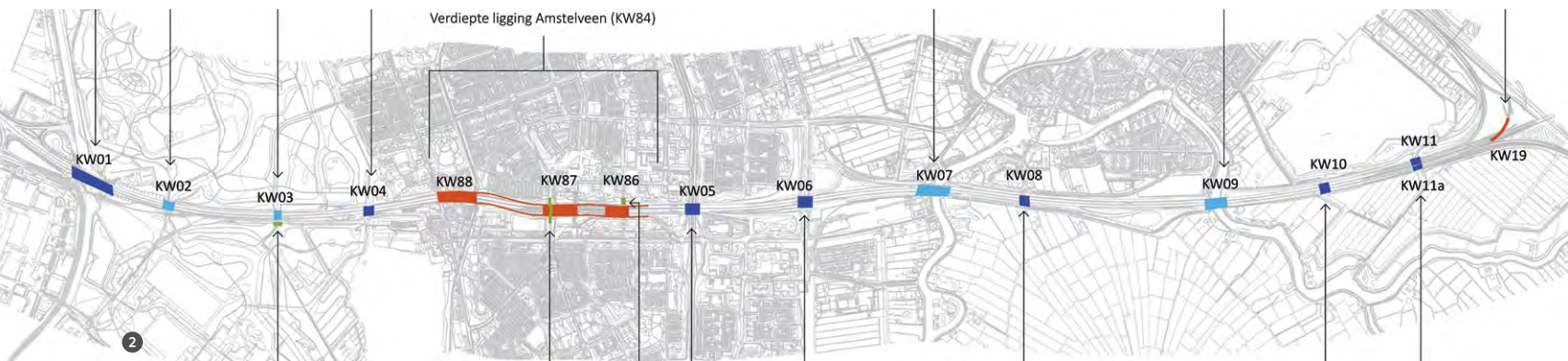
Senior Adviseur
Bruggen en Viaducten
Rijkswaterstaat

Ontwikkeling brugdekken

Bij elf bruggen en viaducten in de A9 (in het gedeelte tussen de brug over de Ringvaart en knooppunt Holendrecht) is bij de bouw van de dekconstructies gebruikgemaakt van prefab liggers (foto 1, fig. 2). Er komen drie typen liggers voor: HNP-liggers, HIP-liggers en contactliggers. De lengte varieert van 10 tot 28 m. Onderzoek naar de liggers geeft een interessante terugblik op de ontwikkeling van viaductdekken met voorgespannen geprefabriceerde liggers uit de aanlegperiode.

HNP-liggers Uit de archieven blijkt dat er door Rijkswaterstaat directie Wegen in 1968 een bestelling (als zogenoemde directielevering; een levering voor kosten van de opdrachtgever) werd gedaan bij Spanbeton voor de levering van 521 HNP750-liggers voor in totaal vier kunstwerken (foto 3). Deze HNP-ligger was een gestandaardiseerde ligger met een breedte van 980 mm (fig. 4).

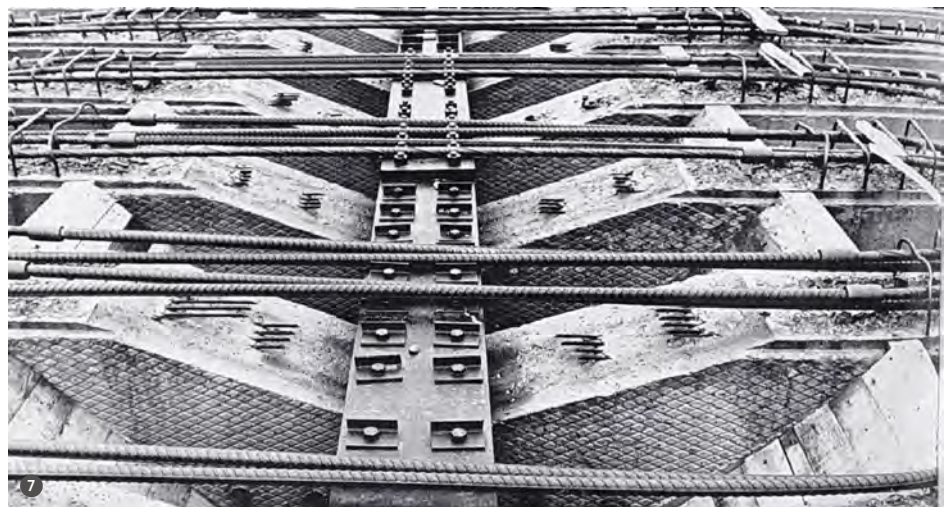
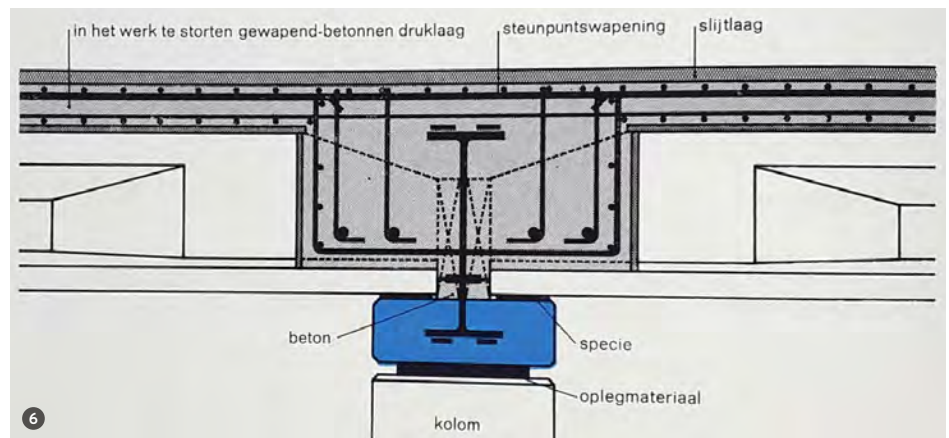
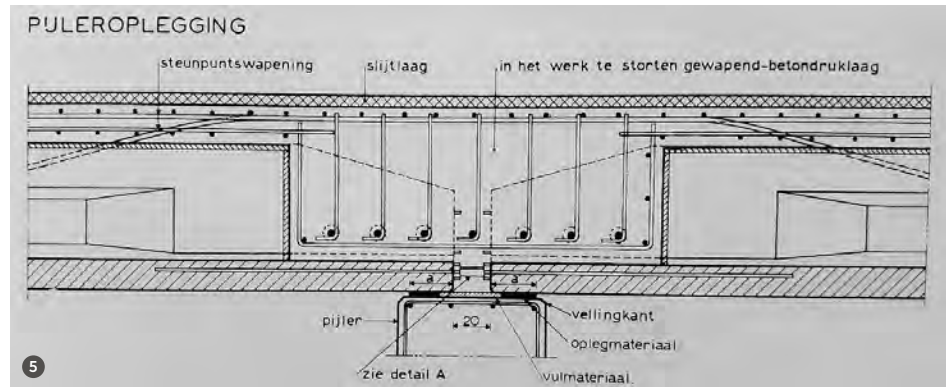
De lengte van de toegepaste HNP750-liggers bedraagt 10 tot 23 m. Op een rooster van de liggers werd een in het werk te stor- ten gewapende druklaag van 180 mm dikte aangebracht. De liggers werden voorzien van een zogenoemd hamereind waarbij de breedte van het lijf was vergroot van 200 naar 400 mm. →



Twee kenmerken zijn interessant in relatie tot het eventuele hergebruik van deze liggers. De viaducten werden statisch onbepaald uitgevoerd met drie of vier overspanningen. De liggervelden werden daartoe boven de steunpunten verbonden door een buigstijve, gewapende verbinding (fig. 5). Bij twee kunstwerken werden geprefabriceerde pij-

lerbalken toegepast van het type Preflex, een in die tijd gangbaar systeem waarbij de onderflens van een stalen HEA-ligger werd verbonden met een betonmorstoring $800 \times 300 \text{ mm}^2$ ($b \times h$) (fig. 6, foto 7). Tijdens het productieproces werd de stalen HEA-ligger voorbelast, zodat na het storten en verharden van het beton en het wegnemen

De kwaliteit van voorgespannen prefab liggers uit de periode 1965-1985 blijkt uitzonderlijk goed te zijn en de restlevensduur veel groter dan 100 jaar

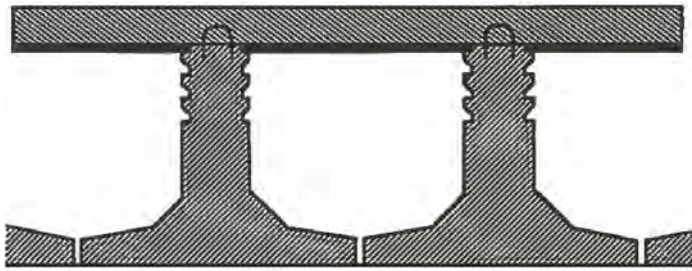


van de voorbelasting een drukspanning in de betonnen flens werd geïntroduceerd.

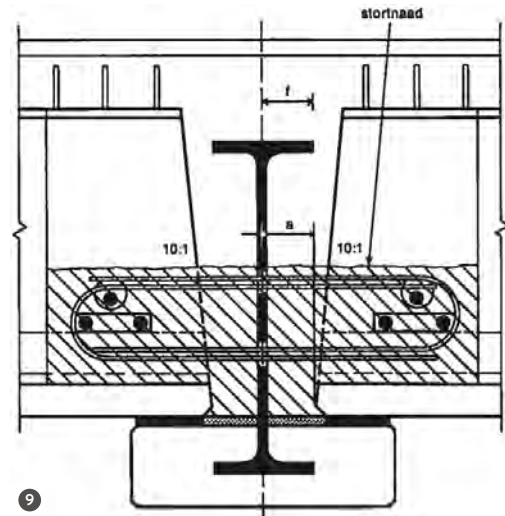
Het statisch onbepaalde systeem geeft extra uitdagingen voor het oogsten van de liggers. In de eerste plaats omdat het losmaken van de liggers uit de samengestelde constructie moeilijk is, maar ook omdat het risico groot is dat de liggerkop bij het oog-

sten beschadigt en moet worden ingekort, waardoor de aanwezige spleetwapening moet worden opgeofferd. Overigens zal dit ook gebeuren wanneer de ligger moet worden ingekort om de lengte aan te laten sluiten op de nieuwe toepassing.

Verder ontbreekt in de HNP-liggers echte beugelwapening. Wel zijn verticale →



8



9

SCENARIO'S

Om te leren wat werkt en wat niet werkt, wil Rijkswaterstaat de matching uitwerken in verschillende scenario's:

'Coördinerende klant'; RWS blijft eigenaar

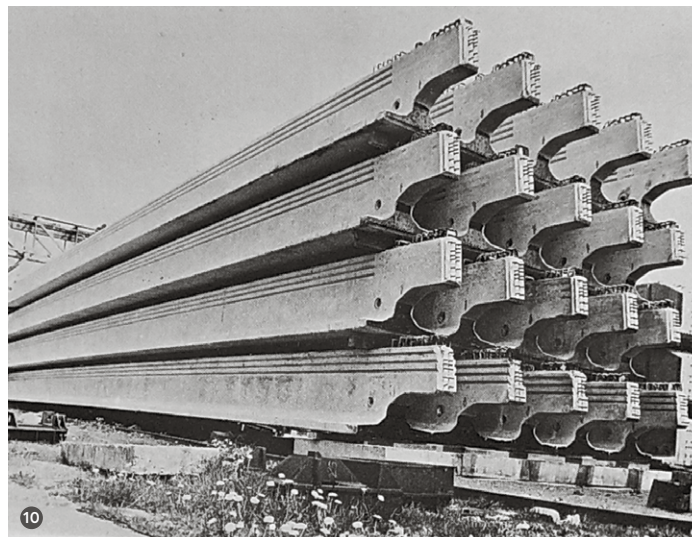
Liggers worden geogst en op een hublocatie neergelegd binnen het areaal van Rijkswaterstaat en bijvoorbeeld op de bruggenbank geplaatst.

'Coördinerende klant'; eigendom gaat (tijdelijk) over naar de markt

Liggers worden geogst, gemodificeerd, opgeslagen en hergebruikt door de markt.

Beheer in een samenwerkingsverband en gezamenlijke coördinatie

Liggers worden deels door de markt (en andere opdrachtgevers) geogst, gemodificeerd en opgeslagen en deels zal Rijkswaterstaat dit beheer op zich nemen.



10

haarspelden $\text{\O}6$ hart-op-hart 500 mm (QR40, ofwel $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$) aangebracht. De toenmalige voorschriften RVB 1962/67 stelden geen verdere eisen aan een minimale beugelwapening, wanneer de dwarskrachtcapaciteit maar kon worden gewaarborgd op basis van een toets op hoofdtrekspanningen. Alleen ter plaatse van de liggereinden is sprake van verticale wapening (QR24, ofwel $f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$), om de optredende slijtspanningen ten gevolge van voorspanning op te nemen. Verticaal uitstekende haarspeldwapening verzorgde de verbindingswapening met de druklaag.

HIP-liggers Ten tijde van het vervolg van het ontwerp en de bouw van de viaducten,

in 1969, had Spanbeton de HIP-ligger als opvolger van de HNP-ligger geïntroduceerd. Daarmee werd invulling gegeven aan de nieuwe visie dat bij prefabricage meer moest worden ingezet op een industriële productietechniek en een gestandaardiseerd ontwerp.

De HIP-ligger onderscheidde zich van de HNP-ligger door een prismatische doorsnede over de gehele liggerlengte, een grotere breedte (1180 mm, werkende breedte 1,2 m), een op vaste hoogte in het 300 mm dikke lijf aangebrachte oplegprofilering voor de verloren houten bekisting van de druklaag (fig. 8), en de aanwezigheid van beugelwapening. Deze HIP-liggers zijn in vier van de elf kunstwerken toegepast, in drie uitvoeringen:

Belangrijk aspect is dat in de vrijkomende liggers nauwelijks tot geen beugelwapening aanwezig is, terwijl volgens de Eurocode voor nieuwe liggers een minimale beugelwapening geldt

HIP800, HIP900 en HIP1100. De benodigde dikte van die druklaag was slechts 160 mm. Voor een deel van de viaducten zijn ook deze liggers in een statisch onbepaald systeem toegepast, gecombineerd met Preflex-liggers (fig. 9). Bij twee kunstwerken zijn de HIP-liggers toegepast als inhangliggers door middel van een oplegstand (foto 10).

Contactliggers Eén viaduct heeft een geheel afwijkende dekconstructie. Het gaat om een kunstwerk met vier overspanningen, waarbij het dek is opgebouwd uit 216 statisch bepaalde contactliggers met een lengte van 14 en 16 m. Deze liggers zijn 700 mm hoog en 680 mm breed, zijn voorzien van beugelwapening en werden door dwarsvoorspanning met nagespannen voorspanstaven tot een dekconstructie verbonden (fig. 11, 12). Omdat dit soort liggers in die periode in een soort veldfabriek werden vervaardigd, werd ook de langvoorspanning – in verband met het ontbreken van de gangbare spanbank – door naspanning met behulp van spanstaven en bijbehorende spanverankeringen in het liggereinde aangebracht.

Met deze spanverankeringen moet bij demontage nadrukkelijk rekening worden gehouden. Ze mogen op geen enkele wijze beschadigd raken of worden afgezaagd, omdat dan de voorspanning zou kunnen afnemen.

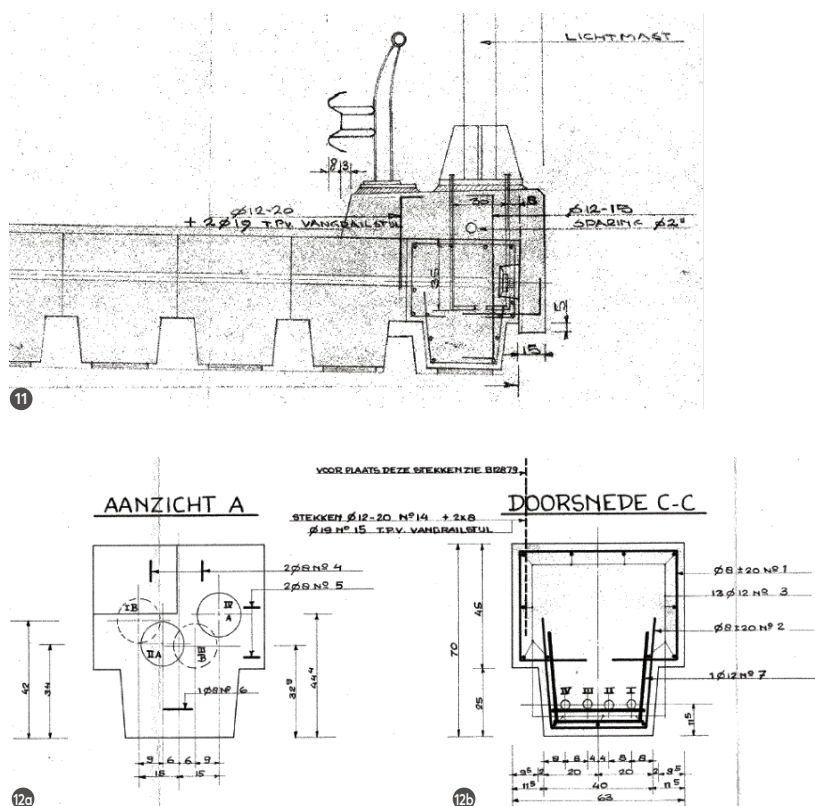
Restlevensduur

Uit grootschalig onderzoek van Rijkswaterstaat is gebleken, dat de gemiddelde betondruksterkte tot 104,4 MPa is toegenomen voor geprefabriceerde betonnen liggers die vóór 1976 zijn geproduceerd (zie ook artikel ‘Hergebruik prefab T-liggers’ in *Cement* 2022/6). In 2006 zijn er voor bijna alle hier besproken A9-viaducten nieuwe onderzoeken gedaan naar de betondruksterkte. Voor de HNP-liggers komt daar een overeenkomstig resultaat uit. De HIP-liggers scoren iets lager.

Om te kunnen worden hergebruikt, is voor de liggers een minimale restlevensduur van 50 jaar (beter 100 jaar) nodig. Recent is bij prefab liggers van twee kunstwerken in de A9 onderzoek gedaan naar de chlorideindringing en carbonatatie. Deze liggers blijken een restlevensduur van meer dan 100 jaar te rechtvaardigen, hoewel de toegepaste dekkingen kleiner zijn dan volgens de huidige norm vereist wordt.

Deze bevindingen komen overeen met diverse onderzoeken bij andere prefab-betonviaducten. In het algemeen blijkt de kwaliteit van voorgespannen prefab liggers uit de periode 1965-1985 uitzonderlijk goed te zijn en de restlevensduur veel groter dan 100 jaar. Wel moet een voorbehoud worden gemaakt voor de liggerkoppen. Zolang de viaducten nog in gebruik zijn, kunnen er geen cilindertests worden gedaan voor onderzoek omdat de liggerkoppen daarvoor niet toegankelijk zijn. Het is aannemelijk dat er bij de liggerkoppen die zich onder voegovergangen bevinden, minder gunstige waarnemingen worden gedaan ten gevolge van lekkage en indringing van dooizouten. Daar waar de liggervelden continu zijn gemaakt (dus buigstijf verbonden), zal dit een minder groot probleem zijn. Dit komt doordat deze liggerkoppen volledig zijn afgedekt met de in-situbeton van de dwarsbalk en druklaag.

Wederom een uitzondering vormt het viaduct met de contactliggers. Juist de →



11 Dwarsdoorsnede contactliggers met dwarsvoorspanning

12 Dwarsdoorsnede contactliggers met positie langvoorspanning (a) en wapening (b)

De eerste liggers uit de kunstwerken van de A9 worden begin 2023 geoogst

kwetsbare liggerkoppen waar zich kort achter het betonvlak verankeringen van de langsvorspanning bevinden, kunnen zijn aangetast als gevolg van lekkage door de voegovergangen. Dit komt overeen met bevindingen die Rijkswaterstaat eerder bij veel viaducten met dit type contactliggers heeft moeten vaststellen. Voor het A9-viaduct zal hier op korte termijn nader onderzoek plaatsvinden.

Mogelijkheden tot hergebruik

Met het SBIR-project van combinatie Ligger 2.0 (zie artikel 'Hergebruik prefab T-liggers' (1) en (2)) is al veel ervaring opgedaan met het beoordelen en bepalen van constructieve aspecten van bestaande liggers. Het uitgangspunt in dat project is dat de oorspronkelijke druklaag van de ligger wordt verwijderd, zodat een 'kale' ligger, type railbalk resteert. Daarbij moet worden bedacht dat het beton voor de druklaag een veel lagere sterkte heeft, gescheurde doorsneden zal hebben en zich altijd in een agressieve omgeving heeft bevonden. De restlevensduur van dit druklaagbeton zal dus niet in verhouding staan tot de restlevensduur van de prefab ligger.

Bij het hergebruik van de liggers moet – zoals eerder aangegeven – rekening worden gehouden met beschadigingen van het kopgedeelte, die zijn ontstaan bij het losmaken van de ligger. Hierdoor zal de aanwezige kopsplijwapening worden gereduceerd of geheel verloren gaan.

Toetsing

Zolang er nog geen rekenvoorschriften zijn voor hergebruik, moet de constructieve veiligheid van deze liggers voldoen aan het nieuwbouwniveau volgens de Eurocode. Belangrijk aspect daarbij is dat in een deel van de liggers (de HNP-liggers) nauwelijks tot geen beugelwapening aanwezig is. Dit terwijl volgens de Eurocode voor nieuwe liggers een minimale beugelwapening geldt, ook als er geen berekende beugelwapening nodig is.

De betreffende eis uit de Eurocode komt waarschijnlijk voort uit de behoefte aan een zekere robuustheid van de ligger, om scheurvorming door onverwachte krachtswerkingen te beperken. Om na te

gaan of dit een belemmering vormt voor hergebruik, verdient het aanbeveling hier proefbelastingen op uit te voeren. Een ander aspect is dat de liggers indertijd niet op een mogelijke aanrijdbelasting zijn ontworpen.

Rijkswaterstaat zet voor hergebruik van de A9-liggers nu primair in op de HIP-liggers met beugelwapening, voor toepassing in eigen nieuwe kunstwerken, en nodigt andere opdrachtgevers (provincies, gemeenten) uit om ook hergebruik van de HNP-liggers te gaan overwegen.

Inzet liggers

De eerste liggers uit de kunstwerken van de A9 worden begin 2023 geoogst door VeenIX (in samenwerking met Bnext.nl). Dit aan de hand van het oogstplan dat is opgesteld door het consortium Closing the Loop. Ze worden ingezet voor circulair viaduct Daelderweg in de A76 in Nuth (zie artikel 'Circulair tenzij', elders in dit nummer). Voor de overige liggers uit de A9 worden nu geschikte partijen gezocht. Inmiddels komen ook daarvoor de eerste matches in zicht. Zo heeft het project A44 voor één van de bruggen een groot aantal liggers nodig. Ook de provincie Noord-Holland heeft interesse getoond om diverse liggers over te nemen voor het project N201.

Lessen

Rijkswaterstaat heeft veel baat bij het hergebruik van liggers. Binnen het areaal is een goede match al snel gemaakt: liggers uit een oude hoofdoverspanning zijn gemakkelijk toe te passen in de zijoverspanning van een nieuw viaduct. Rijkswaterstaat kan ook een belangrijke aanbieder zijn van herbruikbare materialen, bijvoorbeeld voor hergebruik door provincies, gemeentes en waterschappen. Hoe meer partijen meedoen, hoe groter de kans op een goede match.

Met de huidige SBIR-projecten wordt momenteel een hoop geleerd over het hergebruik van liggers. Dat is nuttig voor heel Rijkswaterstaat. Tegelijkertijd wordt de markt gretiger. Er is veel innovatiekracht. Daarbij moeten we af van een traditionele relatie tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Partijen moeten meer samen optrekken om circulaire bruggen tot een succes te maken. ●