

A4 Test- en validatieplan/verificatierapport

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
1	Een viaduct is door beheerder gemarkeerd als te slopen.	OK	Via Vlasman contact via lopend contract A7 viaduct KW 21
2	Wij toetsen of liggers van het viaduct herbruikbaar zijn.	OK	Ligger heeft voldoende lengte, er moet wel een langer deel verwijderd worden dan wenselijk.
2a	Type prefabligger geschikt?	OK	Herbruikbare fabrieksmatig voorgespannen prefabligger in 1985 geproduceerd.
2b	In principe zijn alle prefabliggers geschikt; focus is nu omgekeerde T-liggers.	OK	Betreft HRA 700, een omgekeerde T-ligger/ railbalkligger van Haitsma
2c	Is de overspanning geschikt voor hergebruik? Bij een te kleine overspanning zijn kansen op hergebruik mogelijk te klein binnen het Rijkswaterstaat areaal maar eventueel wel herbruikbaar bij provincie, gemeente of waterschap.	OK	De benodigde overspanning van het viaduct is vanuit het gastproject bepaald. Gebleken dat deze overspanning goed toepasbaar was voor brug in Appingedam
2d	Is de kruisingshoek van het viaduct voldoende gangbaar? Uit ons onderzoek blijkt dat er standaardisatie heeft plaatsgevonden. De ligger hoeft niet te worden hergebruikt in een viaduct met een identieke kruisingshoek. Ca. 80% is hierdoor herbruikbaar voor kruisingshoeken > 65°.	OK	De kruisingshoek van donorproject was prima, die van het gastproject kritischer. De liggers zijn onder de benodigde kruisingshoek ingekort.
2e	Zijn de liggers fabrieksmatig vervaardigd. Voor de restlevensduur is van belang dat hoogwaardig beton is toegepast.	OK	Haitsma (beton en industrie)
2f	Volgt uit een schouw/instandhoudingsinspectie dat liggers niet beschadigd zijn door aanrijding, lekkage, aantasting of reconstructie?	OK	Minimale gerepareerde schade gezien. Geen lekkage of verdere aantasting
2g	Is in het archief bekend welke liggers en voorspanning is toegepast? Naast het DISK-archief hebben veel prefableveranciers een goed archief (>90% van de liggers heeft voorspangegevens).	Nee, maar	Geen archief bekend van de betreffende ligger, wel van het bestek en liggers die in gelijke tijd zijn geproduceerd. Het was noodzakelijk een ligger op te offeren voor destructief onderzoek.

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
2h	Is er een ontwerpberekening/-tekening aanwezig? Zo nee, dan zal meer moeite gedaan moeten worden voor de herberekening.	Nee, maar	Door destructief en materiaalonderzoek voldoende gegevens bekend. Wel een aparte herberekening gemaakt om capaciteit van ligger te bepalen en te controleren aan het donor viaduct. Ondanks de grote mate van inkorting voldeed ligger aan alle eisen.
2i	Is herleidbaar met welke norm de liggers zijn ontworpen? Hierin is een driedeling te maken: bij de oudste normen zijn meer toetsen nodig, bij een ligger conform de geldende eurocode hoeft nauwelijks een herberekening plaats te vinden.	OK, maar	Niet met zekerheid, maar productiejaar en vergelijkbare producties bekend.
2j	Ziet hoofdconstructeur kans voor hergebruik.	OK	Geschikt voor Hoog Burel, later bleek ook geschikt voor Appingedam
3	Ziet Rijkswaterstaat (beheerder, district, PPO, GPO, project) kans voor hergebruik?	N.v.t.	Er zijn nog wel 3 reserveliggers voor hergebruik beschikbaar.
4	Voldoet de ligger aan de vigerende richtlijnen? Op basis van de beschikbare gegevens wordt de ligger doorgerekend met de vigerende richtlijnen, aangestuurd vanuit het bouwbesluit en Rijkswaterstaat richtlijnen (ROK1.4 en RBK). Door een druklaag met wapening te ontwerpen kan de toelaatbare belasting worden bepaald en gecontroleerd worden of deze geschikt is voor gebruik in het Rijkswaterstaat areaal of in lokale wegen. Wij hebben in fase 1 een herberekening opgesteld en uitgangspunten voor deze berekeningen bepaald. Deze berekening zal door een kennisinstelling (TNO of TU Delft) of Rijkswaterstaat worden gevalideerd.	OK, maar	De uitgangspunten voor herberekening is niet vastgesteld in een expertmeeting, deze is juni '23 wel voorzien. Nu alles gedimensioneerd als nieuwbouw zijnde, waarbij de bijzonderheid was dat bij de specifieke toepassing hangwapening nodig was. Door een gedetailleerdere berekening te maken is de constructieve veiligheid geborgd.
5	Rijkswaterstaat besluit de liggers veilig te stellen voor hergebruik. Het projectteam van Rijkswaterstaat krijgt opdracht om de liggers door opdrachtnemer gecontroleerd te laten demonteren en op te slaan.	Nee	Vlasman was als ingehuurde sloper eigenaar van de te slopen liggers. Als Vlasman/Liggers2.0 met Aannemer Combinatie Herepoort over de schadeloosstelling van de extra kosten.
6	Opdrachtnemer demonteert de liggers uit het te slopen viaduct.	Ja	In dit geval was dit Vlasman die ook in combinatie Liggers2.0 zit.
	Wij brengen kennis in m.b.t. het demonteren.		

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
6a	Veilig demonteerbaar?	Ja	Sloopplan door Vlasman opgesteld
6b	Acceptabele verkeershinder?	Ja	Voor het demonteren extra voorbereidingstijd nodig voor zagen en boren. Onderlangs via wegomleggingen goed kunnen regelen.
6c	Beperkte voorziene schade aan liggers bij demontage?	Ja	Demontage volgens de gewenste manier uitvoerbaar.
6d	Veilig transport van viaduct naar opslaglocatie.	Ja	Bereikbaarheid locaties goed kunnen regelen. Gewenst transport mogelijk. Aandachtspunt dat liggers boven de assen afgesteund worden en aan de uiteinden van de ligger.
6e	De verloren bekisting dient verwijderd te worden als er een risico is dat deze tijdens het transport loslaat.	Ja	De hoeveelheid verloren bekisting is enorm, vooraf het transport goed gecontroleerd op losrakende bekisting. Het algemeen beeld is dat alle bekisting is meegekomen. Bij de opslaglocatie is alles verwijderd. Geen klachten gehad dat er mogelijk nog tijdens het transport bekisting losgeraakt is.
7	Voor de pilot is het demonteren in beeld gebracht. Er zijn dan ook van de voorbereidingen (doorboren van de eindwarsdrager) en demontage een groot aantal opnames gemaakt.	Ja	Demonteren ook bezocht door het SBIR-RWS team.
8	Geschikte opslaglocatie?	Ja	Mooie ruimte locatie, asfalt verharding. Puinbreker beschikbaar voor vrijkomend beton. Geluidshinder acceptabel.
8a	Projectgebied van te slopen viaduct;	Nee	
8b	Projectgebied waar liggers hergebruikt kunnen worden;	Nee	
8c	Rijkswaterstaatterreinen;	Nee, maar	Onderzocht is of locatie Staphorst geschikt zou zijn. Deze was niet goed bereikbaar voor lange vrachtauto's. Hiervoor wenselijk boom te kappen wat een te lange doorlooptijd geeft.
8d	Vlasman/Cirwinn terrein;	Nee	Almere ligt te veel uit de route Groningen/Apeldoorn

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
8e	Dura Vermeer terrein, via de Urban Miner;	OK	Hiervoor is in Apeldoorn een tijdelijk terrein door Urban Miner gehuurd
8f	Overig.	Nee	Geen andere locatie benodigd. Rekening te houden met draagkrachtige ondergrond, voorzieningen en hinder omwonenden/kantoren.
	Hiermee kan de transportafstand beperkt blijven.	OK	Apeldoorn was nabij viaduct A1-Hoog Burel in de gemeente Apeldoorn
9	Controle van de liggers. In lijn met de BRL-kanaalplaatvloeren wordt een controleschema opgesteld. De doorlooptijd en budgetten zijn te beperkt om in de pilotfase tot een formele BRL te komen. Wel kunnen de processen vastgelegd worden en met de pilot in de praktijk worden getoetst. Voor de controles gelden de van toepassing zijnde normen en richtlijnen, zoals de ROK1.4 en CUR-Aanbeveling 117 (2020) "Inspectie en onderzoek van betonconstructies". Onderdelen om te controleren zijn:	OK	Het processchema is opgenomen in Protocol hergebruik prefab betonnen omgekeerde T-liggers. SGS met documentnummer A130410/R20220682 [9]. CUR-Aanbeveling 117 (2020) "Inspectie en onderzoek van betonconstructies" is niet meegenomen. Wel meegenomen zijn: -CUR-Aanbeveling 102. Inspecteren en beoordelen van constructies met ASR en -CUR-Aanbeveling 121, Bepaling ondergrens verwachte restlevensduur van bestaande gewapende betonconstructies',
9a	Onbeschadigde (voorspan)wapening? Bij enige schade zal er nog voldoende draagkracht aanwezig zijn.	OK, maar	Er is beschadiging ontstaan door het doorboren van de eindwarsdrager en het aanbrengen van hijsgaten. Bij het inkorten van deze delen heeft dit helemaal geen consequentie. Voor Appingedam geen probleem omdat enkel het laatste deel van de buitenste wapening soms geraakt is, terwijl die over het laatste deel onthecht is van het beton om juist niet te veel voorspanning te hebben aan het uiteinde van de ligger.

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
9b	Liggerafmetingen conform tekening?	OK, maar	Een meetlint is onbetrouwbaar over deze grote lengte. Door de aanwezigheid van een druklaag en eindwarsdrager is het niet goed mogelijk over eenzelfde lijn alles te meten. De liggerlengte klopte globaal, maar na een exactere meting bleek de ligger wel door krimp en kruip te zijn verkort. Geen consequenties
9c	Acceptabele scheurvorming in de liggers? Door de voorspanning is de betonconstructie (grote drukspanning) ongescheurd. Met waterspuit en scheurwijdtemeter worden eventuele scheuren nagelopen. Scheuren t.g.v. buiging in het veld, dwarskracht bij de opleggingen of kopsplijtspanning aan de uiteinden van de ligger worden in beeld gebracht.	OK	Niet of nauwelijks scheuren of beschadigingen ontstaan. Zie voor de schades en herstel daarvan het opleverdossier van project 220156 [36].
9d	Voldoende betonsterkte? Uit het Rijkswaterstaat onderzoek volgt dat de betonsterkte van prefabliggers altijd zeer hoog is. Bij twijfel kunnen Cilinders rond 100mm worden geboord voor beproeving.	OK	De controle van de betonkwaliteit is vastgelegd in rapport [27]. Hieruit volgt dat de kwaliteit zeer goed is.
9e	Voldoende betondekking? Controle met een betondekkingsmeter.	OK	De dekking is getoetst in rapport [27]. Hieruit volgt de dekking op de voorspanstrengen van circa 40 mm en op de beugels minimaal 28 mm met dekkingsmeter bepaald.
9f	Zijn liggers zonder ASR/Chloride- aantastingen? Regulier is de kwaliteit van de liggers zodanig dat er geen extra controle nodig is. Voor de pilot zal er op verzoek een toetsing worden uitgevoerd.	OK	De controle van de levensduur is vastgelegd in rapport [27]. Hieruit volgt dat er geen ASR is ontwikkeld met een restlevensduur duidelijk groter dan 100 jaar en conform CUR-aanbeveling 121 meer dan 1000 jaar.
9f-i	Met een elektrische weerstandmeting over de liggerlengte t.b.v. chlorideaantasting.	Nvt	Geen weerstandmeting uitgevoerd, omdat uit de schouw en schadebeeld volgt dat er geen chlorideaantasting aanwezig is.
9f-ii	3x rond 50 boren en uitvoeren test chlorideaantasting m.b.t. schijfje slijpen	Nvt	Geen schijfjes geslepen omdat uit de schouw en schadebeeld volgt dat er geen chlorideaantasting aanwezig is.

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
	Door het SBIR CiVi project 'Closing the Loop' is aangetoond dat restlevensduur geen risico is.	Nvt	Als er geen bijzonderheden zijn is het generiek dat de fabrieksvervaardigde prefabliggers in de reguliere toepassing geen risico hebben op beperking van de levensduur.
9g	Doorbuiging wordt gemeten in de situatie met de druklaag.	OK	Duurbuiging voor en na verwijderen druklaag gemeten. Het is lastig gebleken dit maatvast te doen. Uit de meetresultaten volgde geen bijzonderheden. Wel zijn de liggers in 2 groepen verdeeld met een hogere en lagere doorbuiging.
10	Verwijderen van de druklaag en gedeelte einddwarsdrager. We testen de meest efficiënte manier van verwijderen van het beton met behoud van zoveel mogelijk herbruikbaar materiaal. De opties zijn:	OK	Meerdere methoden geprobeerd
10a	Verwijderen met luchthamer;	OK	Er zijn meerdere zwaartes toegepast, met verschillende massa's kraan. De voorkeur is om specifieke locaties (beugels aan uiteinden) altijd uit de hand te doen in plaats van met de kraan.
10b	Verwijderen door 2 zaagsneden;	NVT	Het verwijderen met luchthamer ging zo goed dat het niet nodig was om de einddwarsdragers los te zagen van de ligger. Daarnaast gebeurt al het zaagwerk met een lintzaag. Daarmee kan de einddwarsdrager niet van de ligger afgezaagd worden.
10c	Verwijderen met hydrodemolition.	NVT	De kosten zijn zo hoog en impact zo groot dat gekozen is om de methode bij een ander project te toetsen. Het geeft een fantastisch resultaat. Veroorzaakt enorm veel wateroverlast en geluidshinder. Er is veel water nodig. Hiervoor moet de opslaglocatie wel geschikt zijn.
	We controleren tijdens de pilot:	Nee	Werkbezoek aan project Alphen, waar men hydrodemolition heeft toegepast.

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
	Wat de tijdsduur/inzet van mensen en materieel is.	Nee	We hebben een grof beeld van de inzet, maar we zien duidelijk verschillen tussen de ene ligger (Kromwijkdreef) en andere ligger (KW 21).
	Eventuele schade en herstel t.g.v. de sloopmethode, specifiek van de verbindingswapening.	Ja	Niet of nauwelijks scheuren of beschadigingen ontstaan. Zie voor de schades en herstel daarvan het opleverdossier van project 220156 [36]. Een aandachtspunt is de beschadiging van de beugels. Hiervoor belangrijk meer tijd te nemen met lichter materieel. Daarnaast is het vooral belangrijk dat de dookwerking werkt. In de KW21 liggers zat genoeg haarspelden en beugels om de verbinding tussen prefabligger en nieuw te storten druklaag te borgen.
	De rommel die het slopen geeft.	Ja	N.a.v. de ervaringen bij Cirwinn hebben we in Apeldoorn direct een goede oplegging op dragline schotten verzorgd. Met voldoende ruimte om te modificeren. Na het modificeren zijn de liggers compact opnieuw gestapeld zodat het ruimtebeslag verminderd is. Doordat we op locatie geen hydrodemolition hebben toegepast was het vooral betonpuin. Wat door fa Hoogendoorn goed afgevoerd werd.
	De herbruikbaarheid van het afval. De voorkeur gaat uit naar verwijderen met de luchthamer, maar dan dient de verbindingswapening wel herbruikbaar te zijn. Zagen gaat sneller maar daarmee ontstaat een gladde stortnaad en doorgezaagde verbindingswapening. Dan moeten we de stortnaad opruwen en nieuwe verbindingswapening inboren. Bij hydrodemolition is de kans op schade het kleinst, maar is dit een methode waarbij het beton in kleine onderdelen verpulvert, waardoor beton verloren gaat en het slopen veel rommel geeft.	OK	Voorkeur voor methode was snel duidelijk op basis van de ervaringen op drie locaties (Cirwinn, Spijk en Apeldoorn).

Nr	Test	Resultaat	Toelichting
	Verder controleren we de liggers visueel op schades en beproeven we de verbindingswapening met een trekproef.	Nee	Zowel in de Kromwijkdreef liggers als KW21 liggers is verbindingswapening 4 snedig toegepast. Met de geringe schade t.g.v. verwijderen druklaag voldoet de verbindingswapening ruim. Daarom geen proef benodigd. Daarbij is het door de hoeveelheid wapening moeilijk om een zuivere proef te doen waar je echt het staal toetst.
11	Betonreparaties. Voor het hijsen van de liggers zijn gaten geboord in de ligger. Tevens zijn gaten geboord voor het losmaken van de einddwarsdrager. Daarnaast komen uit de inspecties mogelijke schades naar voren. Deze schades worden hersteld en getoetst aan de NEN-EN 1504.	OK	Herstellen van de betonschades is uitgevoerd volgens het principe 3 betonreparatie (conform tabel 1 uit NEN-EN 1504-9). Zie voor de betonreparaties het opleverdossier van project 220156 [36].
12	We controleren de doorbuiging van de ligger zonder de druklaag en eindbalk en vergelijken de extra opbuiging met de theoretische waarde vanuit de herberekening.	OK	Doorbuiging voor en na verwijderen druklaag gemeten. Het is lastig gebleken dit maatvast te doen. Uit de meetresultaten volgde geen bijzonderheden. Wel zijn de liggers in 2 groepen verdeeld met een hogere en lagere doorbuiging.
13	Ook in fase 2b, waarbij de prefabliggers met een druklaag zijn geïntegreerd tot een brugdek zal het brugdek worden belast met een toenemende proefbelasting en wordt gecontroleerd op doorbuiging en op scheurvorming.	Nee	De liggers zijn dusdanig over gedimensioneerd dat het risico te klein is om een dure proefbelasting te rechtvaardigen.
14	Opstellen en vrijgeven van liggers met kwaliteitsverklaring.	Ja	Er is een protocol opgesteld [9], op basis waarvan de keuring is uitgevoerd [38] en geleid heeft tot de kwaliteitsverklaring [37].