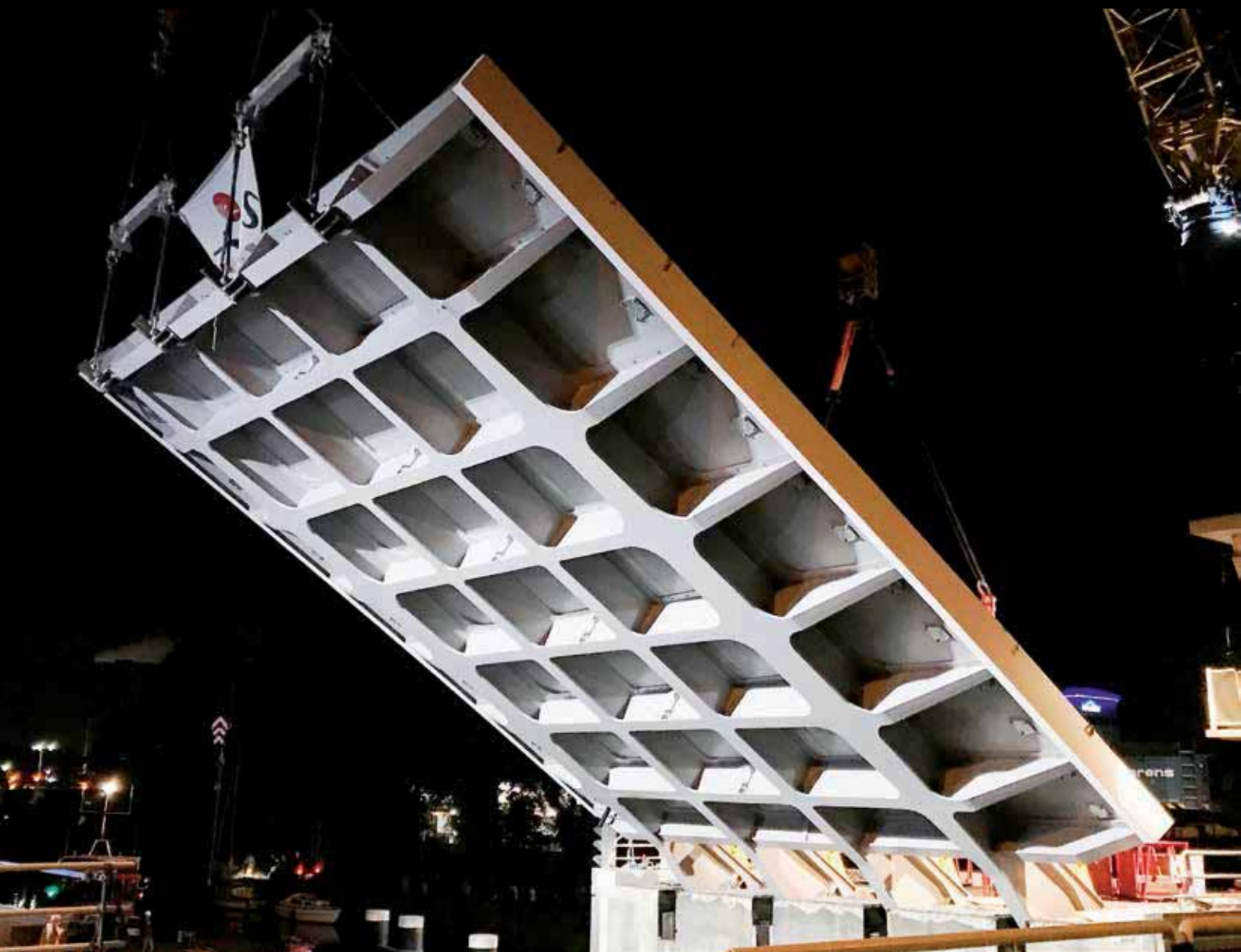


# RENOVATIE LEEGHWATERBRUG B

Björn Hylkema en Jeroen Hendriks, Witteveen+Bos



inhijzen val

De brug vervult een belangrijke verkeersfunctie voor zowel scheepsvaart als wegverkeer.

In de nacht van vrijdag 25 op zaterdag 26 augustus is het nieuwe brugval van de zuidelijke Leegwaterbrug, brug B, ingehesen. Hiermee is een belangrijk deel van de renovatie van deze basculebrug in de N242 voltooid, waarmee de brug voor de komende decennia geschikt is gemaakt voor de toenemende intensiteit van het verkeer op de ring van Alkmaar.



1

#### SITUATIE

De Leegwaterbruggen liggen in de gemeente Alkmaar en maken het mogelijk dat de Provinciale weg N242 het Noordhollandsch Kanaal kruist. Nieuwe val in Leegwaterbrug geplaatst.

De bruggen bestaan uit een noordelijke brug (brug A), vanuit de richting van Heerhugowaard richting het AZ-stadion met twee rijstroken en een fietspad en een zuidelijke brug (brug B), in tegengestelde richting, met drie rijstroken. (Zie fig. 2)

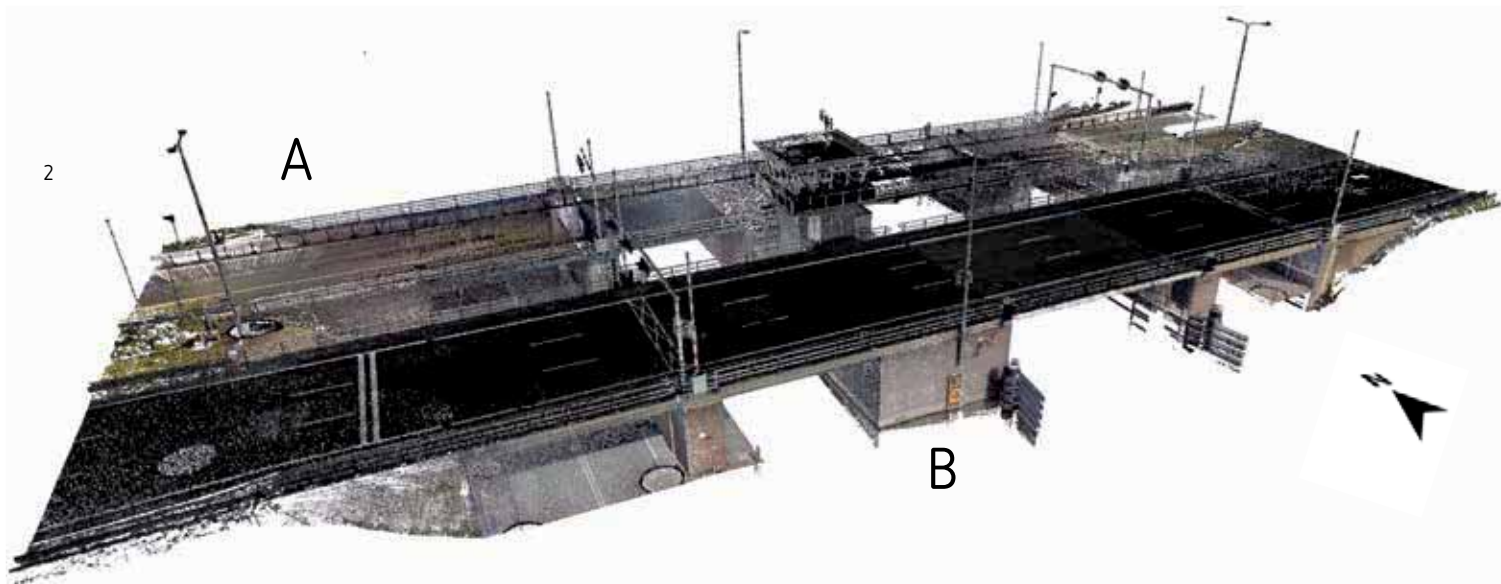
Beide bruggen bestaan uit een westelijke aanbrug welke is opgebouwd uit twee overspanningen en een oostelijke aanbrug welke is opgebouwd uit een enkele overspanning. Onder de eerste overspanning aan de westzijde bevindt zich de Zeglisweg, onder de tweede overspanning bevindt zich een ondiepe nevenvaart. Het bewegingswerk van de bruggen bevindt zich in de basculekelders

aan de westzijde van de hoofddoorvaart. Brug A wordt bewogen met een door een panamawiel aangedreven bewegingswerk. Brug B wordt bewogen door een met een enkele hydraulische cilinder aangedreven bewegingswerk.

Onder de oostelijke aanbrug bevindt zich een fietsbrug waarmee de N242 gekruist wordt.

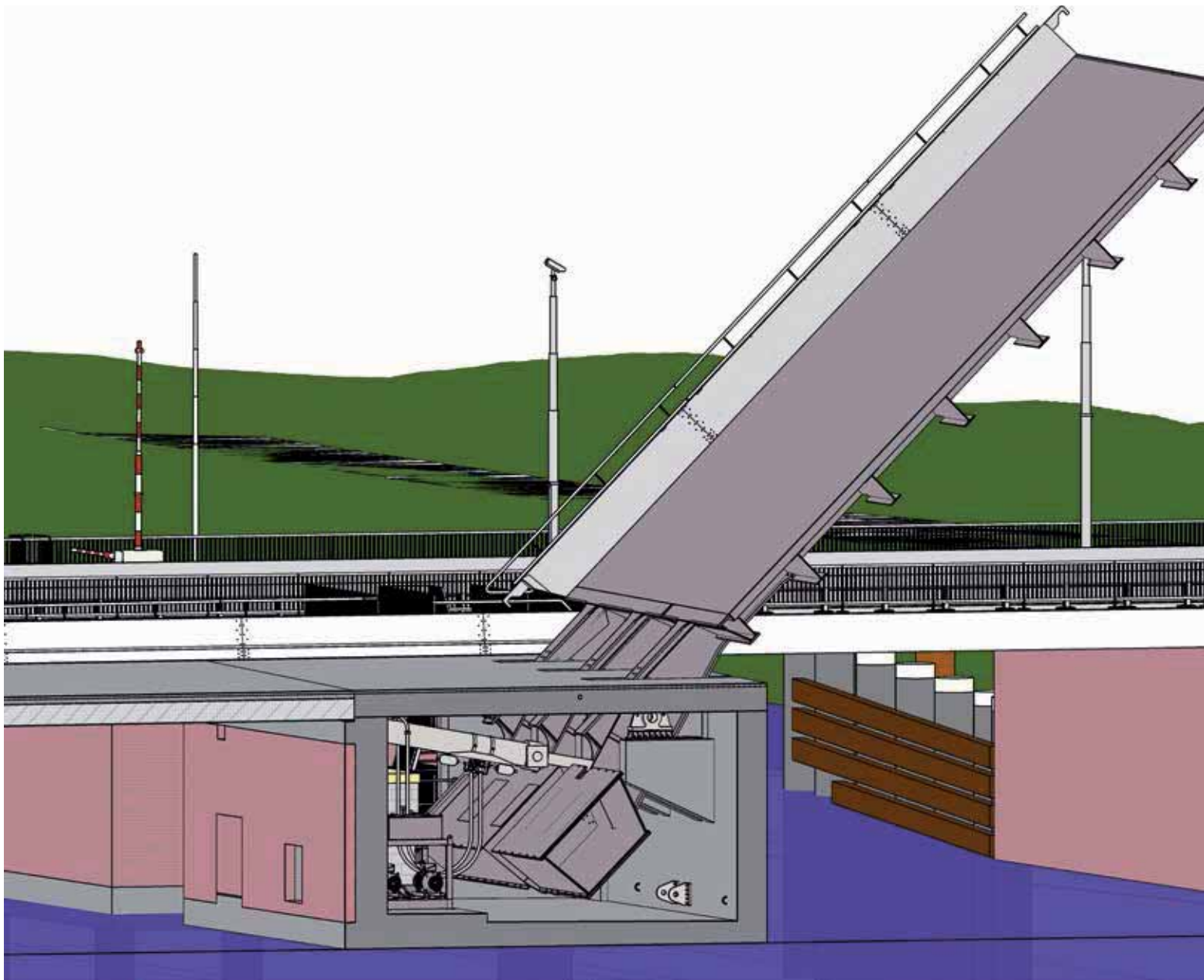
#### LEEGHWATERBRUG A EN B

De noordelijke brug A is gebouwd in 1952 en is momenteel aan het einde van zijn levensduur. In 2014 heeft er spoedherstel aan het stalen val plaatsgevonden. Daarnaast is er ontoelaatbare scheurvorming in de betonnen onderbouw aanwezig, dat op termijn een te lage veiligheid van de constructie op kan leveren. De brug vertoont tekenen van overbelasting. Dit wordt momenteel beheerst door het regelmatig monitoren van de constructie. (vervolg zie blz. 20)

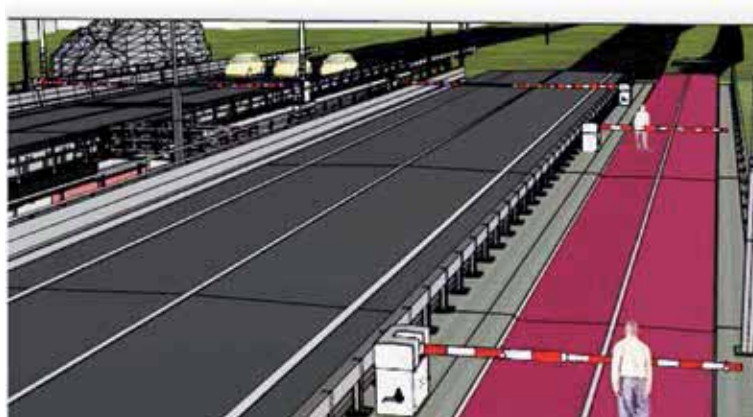


2

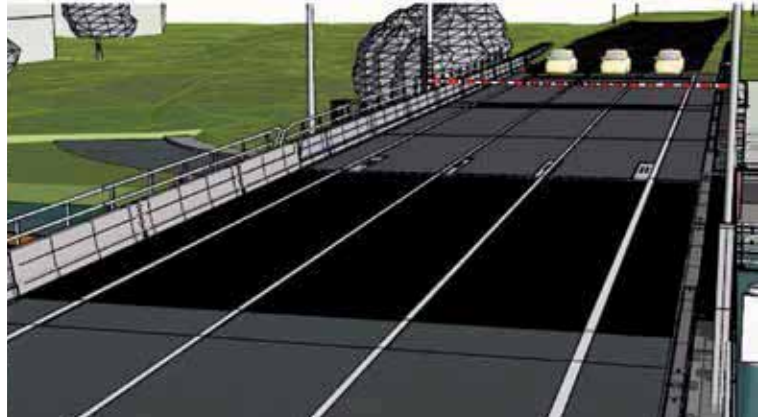




4

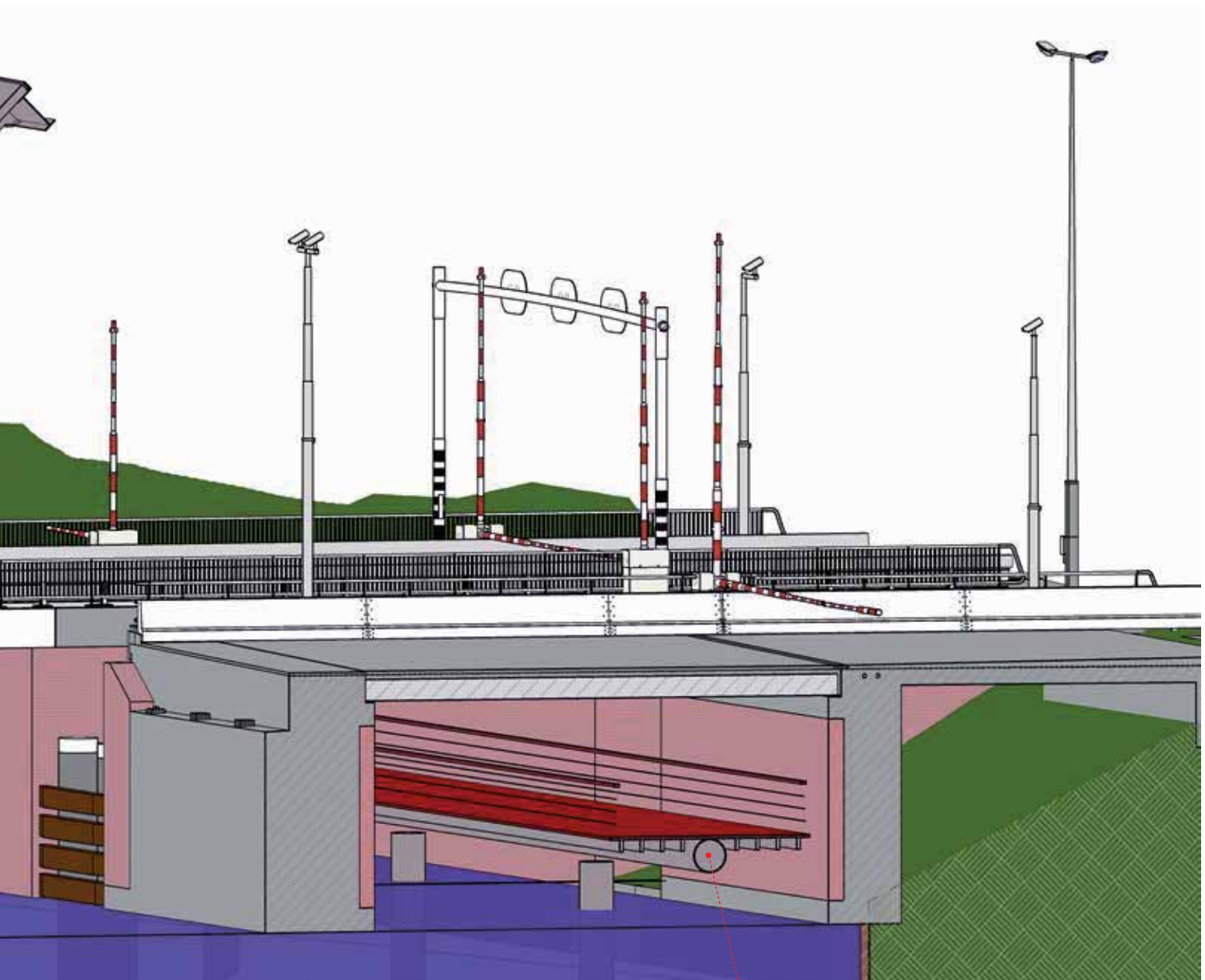


Brug A

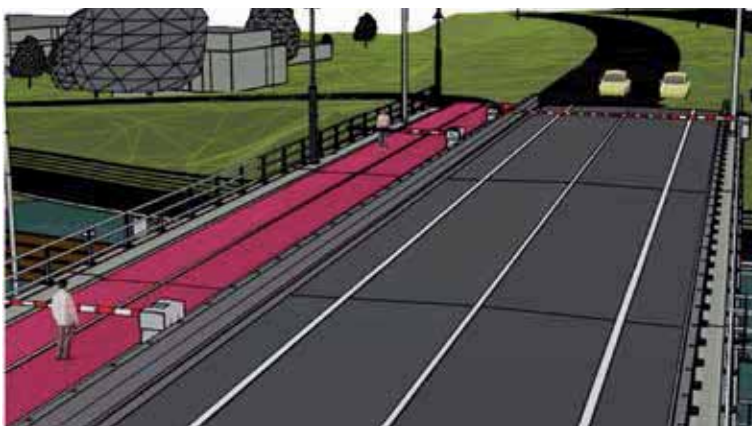


Brug B

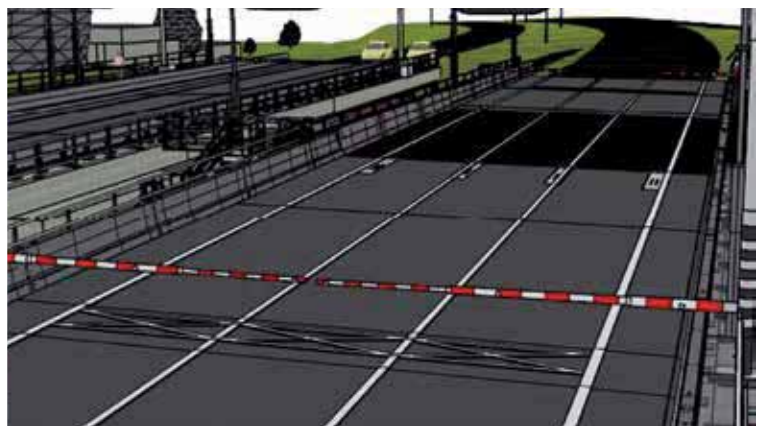
5



• Fietsbrug



Brug A



Brug B

Binnen het project Leeghwaterbruggen zal de noordelijke brug, brug A, volledig geamoveerd worden. Op dezelfde locatie zal een volledig nieuwe beweegbare brug gebouwd worden. Tijdens de bouw van brug A zullen er twee rijstroken in beide richtingen over brug B rijden. Om dit mogelijk te maken, zal brug B eerst gerenoveerd moeten worden.

De zuidelijke brug B is eind jaren 70 gebouwd. Uit technische inspecties volgt dat het val van brug B een onvoldoende restlevensduur heeft. Opwaardering van het huidige val wordt niet haalbaar geacht op basis van de beschikbare informatie: het val wordt geheel vervangen. Ook de hydraulische installatie voldoet niet meer aan de huidige eisen en moet vervangen worden. Uit onderzoek naar de staat van de ballastkist blijkt dat deze wel hergebruikt kan worden.

Aan de betonconstructie wordt groot onderhoud uitgevoerd. Hierbij worden tevens het asfalt en de voertuigkeringen vervangen. In de toekomst zullen beide bruggen op afstand worden bediend. Om dit mogelijk te maken worden beide bruggen voorzien van een CCTV-installatie.

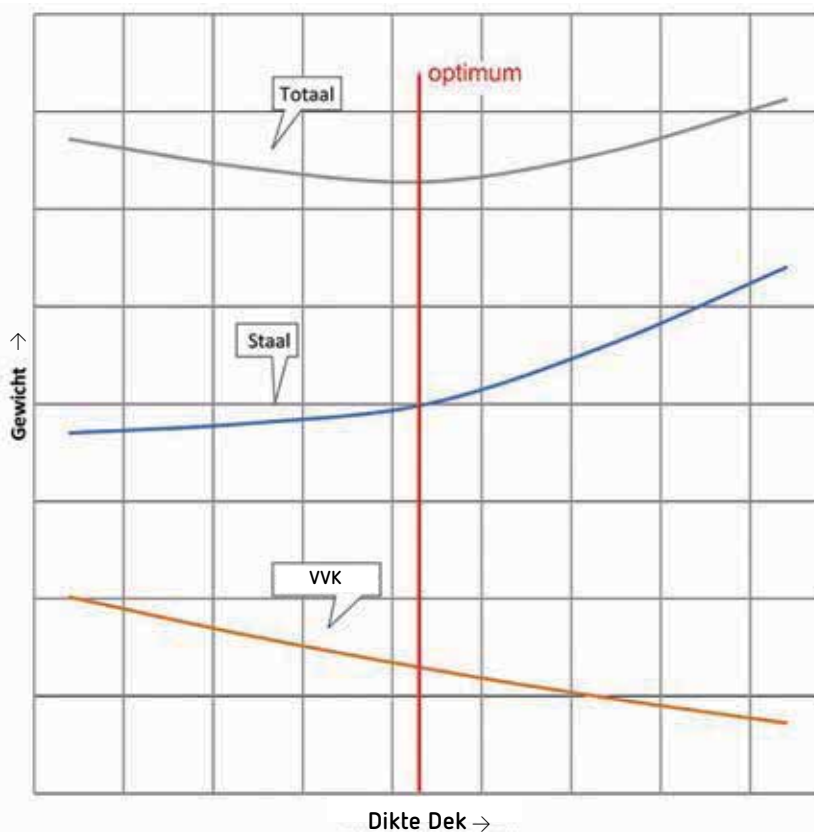
### 3D-SCAN EN BIM

Van de bestaande constructie zijn archieftekeningen beschikbaar. Deze tekeningen zijn gebruikt om een 3D-model van de bestaande constructie op te bouwen. Van zowel de buitenzijde als van de binnenzijde van de basculekelder is een 3D-scan gemaakt. Deze 3D-scan is vergeleken met het op basis van de archieftekeningen gemaakte 3D-model. Op deze manier zijn maatafwijkingen en zettingen vooraf aan het licht gekomen waardoor hier tijdens het ontwerp rekening mee gehouden kon worden.

De 3D-modellen van alle objecten zijn gecombineerd in een integraal BIM-model om te controleren of er tegenstrijdigheden ontstaan. (Zie figuren 4 en 5 op blz. 18-19) In dit model zijn tevens de CCTV-masten met bijbehorende camera's gemodelleerd. Door gebruik te maken van het BIM-model kan de positie van de mast, de hoogte van de camera en het type lens bepaald worden. Hiermee krijgt de bedienaar tijdens het ontwerpproces hetzelfde beeld te zien als op zijn beeldscherm in de bediencentrale nadat het project voltooid is. (Zie figuur 5 op blz. 18-19)

### BRUGVAL

Omdat de bestaande onderbouw en ballastkist worden hergebruikt, is het gewicht



6

van het val leidend in het ontwerp. Het val bestaat uit een stalen balkrooster met een vezelversterkt kunststoffen (VVK) rijdek. De koppeling van het VVK-dek met de stalen liggers wordt gerealiseerd door hollo-bolts. Omdat de aanbruggen en basculekelder hergebruikt worden, ligt de positie van de stalen liggers van het val vast. Het val heeft daardoor vier hoofdliggers, gekoppeld door middel van dwarsdragers. De hart op hart-afstand van de dwarsdragers wordt bepaald aan de hand van de maximale overspanning van het VVK-dek.

De hoogte van de stalen liggers wordt bepaald door de maximaal beschikbare constructiehoogte en de dikte van het VVK-dek. Het gewicht van het VVK-dek is afhankelijk van de dikte van het dek en de hoeveelheid glasvezel dat benodigd is om een voldoende stijve dekplaat te maken. Het VVK-dek wordt zwaarder bij minder hoogte aangezien het vezelvolume toeneemt om voldoende sterkte en stijfheid te creëren. Een dunner VVK-dek is dus zwaarder maar levert wel meer beschikbare

constructiehoogte voor het stalen frame op (dat hierdoor dus weer lichter kan). Zodoende is er een optimum tussen de dikte van het VVK-dek en het totaal gewicht van het brugval. (Zie figuur 6)

Het dunner dan 180 mm dik uitvoeren van het dek, ten koste van het gewicht van het VVK, blijkt niet tot een gewichtsbesparing van het totale val te leiden.

De bestaande kelder is ondiep en ligt met de onderzijde van de vloer boven de waterlijn. Het val heeft daardoor een kort contragewicht, welke is opgebouwd uit twee losse ballastkisten. Hierdoor is er weinig ruimte voor het bewegingswerk en zijn de mogelijkheden om het bestaande bewegingswerk te optimaliseren, beperkt. Er wordt daarom gebruik gemaakt van een hydraulisch bewegingswerk met één cilinder, dat aangrijpt tussen de ballastkisten. (Zie figuur 4)

#### PROJECTGEGEVENS

Brug B van de Leeghwaterbrug in de N242	
Opdrachtgever	Provincie Noord-Holland
Hoofdaannemer	SPIE Nederland B.V.
Onderaannemer civiel	Friso Bouwgroep
Leverancier VVK-dek	Delft Infra Composites
Engineering	Witteveen+Bos

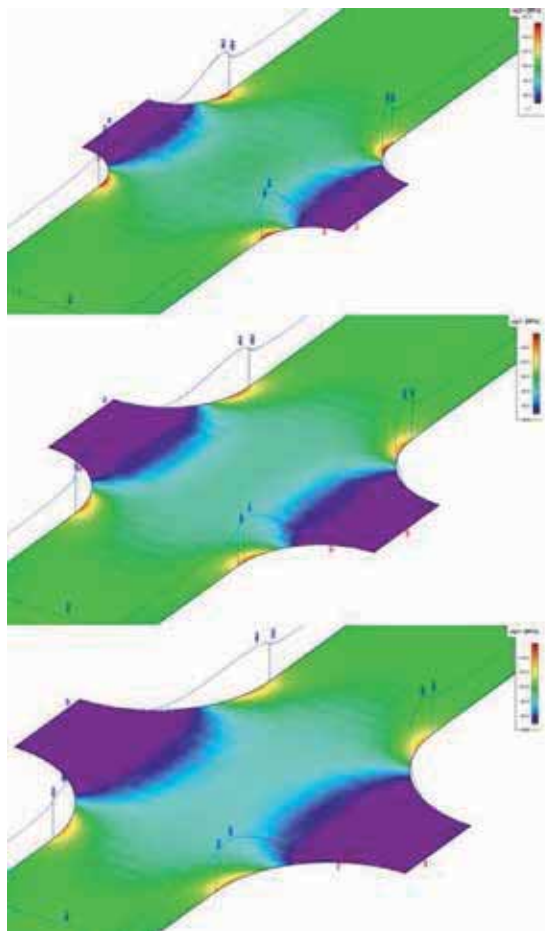


## PARAMETRISCHE REKENMODEL

Aangezien het gewicht van het val kritisch is, is de staalconstructie maximaal geoptimaliseerd. Om dit te bereiken is gerekend met een parametrisch rekenmodel. Het val is opgebouwd uit vier hoofdliggers en is daarmee in dwarsrichting statisch onbepaald. Dit betekent dat de onderlinge stijfheidsverschillen van de liggers en de

dwarsdragers, de krachswerking beïnvloeden. Voor het ontwerp van de staalconstructie is vermoeiing ten gevolge van verkeer en het openen en sluiten van het val maatgevend. Om het gewicht van het val te minimaliseren, is elke hoofdligger opgedeeld in twintig secties. Op basis van de ingevoerde geometrie is de krachswerking bepaald en is voor alle secties van de vier hoofdliggers de doorsnede

getoetst op vermoeiing. Voor secties die hierbij niet voldeden, zijn de flensen verbreed en voor de secties die overcapaciteit hadden, zijn de flensen versmald. (Zie figuur 8) Aan de hand van de nieuwe set doorsneden is vervolgens opnieuw de krachswerking bepaald.



7



8

## AANSLUITING FLENSEN HOOFDLIGGERS EN DWARSDRAGERS

Ter plaatse van de aansluiting van de flensen van de hoofdliggers met de dwarsdragers treden spanningsconcentraties op. De hoogte van deze spanningsconcentratie is afhankelijk van de verhouding tussen de breedte van de flens [B] en de gehanteerde afrondingsstraal [r]. Globaal kan gesteld worden dat een kleine  $[r/B]$ , resulteert in een hoge spanningsconcentratie. Ter plaatse van de aansluitingen is onderzocht hoe hoog de toelaatbare spanningsconcentratie is en welke afrondingsstraal hierbij toelaatbaar is. (Zie figuur 7) Indien nodig zijn de hoofd-afmetingen aangepast en is de krachswerking

opnieuw berekend. Via een iteratief proces is hiermee de optimale doorsnede van de hoofdliggers bepaald.

## TRILLINGSFACTOR

Bij de berekening van constructiedelen, die hoofdzakelijk onderworpen zijn aan hun eigen gewicht, maar die onder invloed van de vervorming door de verkeersbelasting in trilling kunnen geraken, moet de belasting door eigen gewicht zijn vermenigvuldigd met een trillingsfactor. Deze trilling wordt veroorzaakt door het opzweipen van de ballastkist bij passerend verkeer, waarbij de versnelling die de kist ondergaat, voor krachten in het draagsysteem zorgt.

Dit verhoogt de spanningswissel in het staal die optreedt door verkeer, waardoor extra staal toegevoegd moet worden om de spanning te reduceren. Om dit te voorkomen, is ervoor gekozen de hydraulische cilinder tevens te laten werken als viskeuze demper. Hierdoor wordt de versnelling van de ballastkist bij het opzweipen bij passerend verkeer gedempt waardoor de kracht die hierbij ontstaat in het systeem, verwaarloosbaar klein wordt. Hierdoor is het gewicht van het val nog verder gereduceerd.

Na het afronden van de werkzaamheden aan brug B zal begin 2018 gestart worden met de sloop en nieuwbouw van brug A.

