

Nr.4 Jaargang 28
december 2020

Bruggen

SYMPOSIUM
FIETS+VOETBRUGGEN
2020

Inhoud



4 SYMPOSIUM FIETS VOETBRUGGEN



6 JAN LINZELVIADUCT MAAKT ELEGANTE SPRONG OVER A4 BIJ DEN HAAG



12 EQUIDUCT GRANDORS



18 FIETSBRUG WATERLANDSEWEG



24 DE LONDENSE TOWER BRIDGE



27 ONTWERP DANIËL DEN HOEDBRUG GEGUND



31 BY CIRCULAIRE JONGEREN CHALLENGE



32 BY RECORDPOGING KRATTENBRUG STUDENTEN TU-DELFT



35 NATIONALE STAALPRIJS 2020

COLOFON

De Bruggenstichting is een onafhankelijk kenniscentrum dat zich richt op het vastleggen en uitdragen van kennis over bruggen

Opgericht 10 april 1992

REDACTIE

Jan Arends, Michel Bakker, Elisabeth van Blankenstein, Fred van Geest, Thijmen Jaspers Focks, Frans Remery, Heico de Lange en Wils van Soldt.

BESTUUR

Jan de Boer, Bert Hesselink, Dick Schaafsma, Peter Vijn, Beate Vlaanderen en Fred Westenberg (voorzitter).

RAAD VAN ADVIES

Arup Nederland, DIVV Amsterdam, FiberCore, IV-Infra, Janson Bridging, Mobilis TBI Infra, Movares, ProRail, Rijkswaterstaat, Vereniging SNS Staalbouw, Ingenieursbureau Westenberg.

BRUGGEN

Het tijdschrift BRUGGEN verschijnt vier maal per jaar.

Abonnement € 39,50 per jaar. Gratis voor begunstigers van de Nederlandse Bruggenstichting.

Losse nummers: € 12,50, te bestellen via NL82 INGB 0000 0589 75

KOPIJ

Ingezonden bijdragen worden alleen in behandeling genomen als zij digitaal worden aangeleverd. Alle bijdragen dienen voorzien te zijn van naam, adres en telefoonnummer van de inzender. Inzendingen kunnen zonder opgaaf van redenen worden geweigerd.

ADVERTENTIES

Heico de Lange (uitgever),
heico.de.lange@rws.nl of 088 – 7970727

REDACTIEADRES

Nederlandse Bruggenstichting, Lange Kleiweg 34,
2288 GK Rijswijk
Tel: 088 7970727
e-mail: redactie@bruggenstichting.nl
<https://twitter.com/bruggenst>

HOOFDREDACTEUR

Fred van Geest, Annaplaats 1, 2713 AK Zoetermeer,
Tel: 0623 229 836. E-mail: redactie@bruggenstichting.nl

WEBSITE

<http://www.bruggenstichting.nl>

GRAFISCHE VORMGEVING

Ronald Boiten en Irene Mesu, Amersfoort

OMSLAGFOTO VOORZIJDE

Jan Linzelviaduct over de A4. Foto ABT

OMSLAGFOTO ACHTERZIJDE

Daniël den Hoedbrug. Foto: wUrk

OPLAGE

1000

ISSN 1571-4586

VAN DE REDACTIE

FRED VAN GEEST

Platform Stalen bruggen, Platform WOW (Weg ontmoet Weg & Water ontmoet Water), Platform BOBB (Bruggenbouwers ontmoeten Bruggenbouwers), Brugdialogen, Platform Stalen Bruggen, Platform voegovergangen en brugopleggingen, het zijn alle initiatieven die de discussie over bruggen en hun toepassingen op dit moment levendig houden. En misschien heb ik nog wel wat platforms over het hoofd gezien.

Iets voor de Bruggenstichting om in een coördinerende rol wellicht hier wat richting aan te geven en eventuele overlappingsen te voorkomen?

In de huidige tijd van Corona-epidemie blijkt het gelukkig mogelijk om via de digitale snelweg de communicatie in stand te houden en zijn er conferenties mogelijk. Ook het symposium Fiets*Voetbruggen moest eraan geloven, maar het biedt ook weer mogelijkheden van terugkijken. Zo wordt er ernstig rekening mee gehouden dat een lijfelijke bijeenkomst op de Bruggendag in maart 2021 niet mogelijk zal zijn en daarom wordt er een webinar voorbereid. Omdat als thema 'buitenlandse bruggen' wordt overwogen, wordt ook getracht bij deze gelegenheid de uitgave 'Bruggen over de Maas' het licht te laten zien.

Al met al wens ik de lezers een goed 2021 toe en een goede respons op het in ontwikkeling zijnde Covid-19-vaccin.

Veel leesplezier!



AFSCHEID HARM TELDER

Met ingang van 1 november 2020 is de heer Harm Telder niet meer betrokken bij de Nederlandse Bruggenstichting. De bestuursleden zullen de vertegenwoordiging van de heer Telder in de verschillende overleggen overnemen.

Algemene zaken betreffende de Nederlandse Bruggenstichting blijven bij het secretariaat liggen. Voor vragen over de vertegenwoordiging in projecten en/of het bureau van de Nederlandse Bruggenstichting kunt u terecht bij de heer Heico de Lange, secretaris.

IABSE-CONGRES 2021

IABSE is de internationale vereniging voor ingenieurs, actief in de sectoren van de bruggenbouw, grote gebouwen en civiele constructies.

De Belgische en Nederlandse afdelingen organiseren van 22 tot 24 september het grote jaarlijkse IABSE Congres.

De corona-pandemie heeft de organisatie zeker niet eenvoudiger gemaakt, maar het congres zal doorgaan zowel online als onsite in de gebouwen van Universiteit Gent. Ook in deze vorm wordt het congres opnieuw een perfecte gelegenheid voor het uitwisselen van ervaringen,

het leggen van contacten en het zichtbaar maken van de lokale bouwsector bij de honderden nationale en internationale deelnemers. De meest actuele informatie is steeds beschikbaar op de

website: <https://iabse.org/ghent2021>.

Contact: Hans de Backer en Bert Hesselink
(bert.hesselink@live.com - +31 6 5109 3972)



BEGUNSTIGER

Belangstellenden voor het werk van de Bruggenstichting kunnen begunstiger worden, als particulier of als bedrijf/organisatie. U ontvangt dan viermaal per jaar het tijdschrift *BRUGGEN*. Begunstigers en donateurs kunnen advies krijgen van de Bruggenstichting en ontvangen korting op onze activiteiten en boekuitgaven.

De Bruggenstichting is door de Belastingdienst erkend als ANBI, wat staat voor Algemeen Nut Beogende Instelling. De minimumbijdrage voor particulieren is € 39,50 (incl. BTW) en voor bedrijven en instellingen vanaf € 135,- per jaar (excl. btw), zzp'ers € 70,- (excl. btw). Studenten betalen € 10,- (maximaal 2 jaar). U kunt zich aanmelden door het overmaken van de bijdrage op: IBAN NL82 INGB 0000 0589 75 t.n.v. de Nederlandse Bruggenstichting te Rijswijk.

Aanmelden is ook mogelijk via de website www.bruggenstichting.nl > begunstiger worden.



SYMPOSIUM FIETS+VOETBRUGGEN

Kon de Bruggenstichting in maart met de Bruggendag de dans nog ontspringen van de Coronamaatregelen, dit keer moest ze eraan geloven: een lijfelijke uitvoering op locatie van het symposium was niet mogelijk.

Om het festijn toch doorgang te laten vinden, heeft het platform Fiets+Voetbruggen van de Bruggenstichting samenwerking gezocht met het platform WOW (Weg ontmoet Weg & Weg ontmoet water), dat ervaring heeft met het organiseren van digitale bijeenkomsten. Het is verheugend dat zich door deze manier van presenteren het aantal aanmeldingen voor de bijeenkomst meer dan tweehonderd bedroeg en het aantal daadwerkelijke deelnemers ca. 150. En dat is meer dan op een lijfelijke bijeenkomst tot nu toe gebruikelijk was. Ook de digitale beschikbaarheid van de lezingen na de bijeenkomst heeft grote voordelen (zie <https://platform-wow.nl> onder 'terugblikken'), al doet het gemis aan persoonlijke, informele contacten zich gevoelen. Die terugblikken zijn dan ook de reden dat in dit verslag slechts globaal op de inhoud wordt ingegaan. Wel zal op een enkel onderwerp nu of in de toekomst meer aandacht worden besteed. Een voorbeeld daarvan is de eerste lezing over het Jan Linzelviaduct over de A4 bij Den Haag, waarover elders in dit nummer meer.

LEUNINGHOOGTEN VAN BALUSTRADEN

De tweede lezing is verzorgd door Lisette van Beek en Violette Swieriks van Sweco en betreft een onderzoek naar de leuninghoogten van balustraden. De hoogten van de diverse instanties zijn: Bouwbesluit (nieuwbouw 1,0 m en 1,2 m bij een hoogteverschil ≥ 13 m), Rijkswaterstaat (1,20 m), CROW (bij voorkeur 1,30 m) en Fietsersbond (1,35 m). Sweco onderzocht op verzoek van deze laatste instantie of de

minimaal voorgeschreven leuninghoogten objectief veilig zijn en, indien niet, welke verbeteringen er kunnen worden aangebracht. Hierbij is uitgegaan van een biomechanische analyse, waarbij het zwaartepunt van de fietser op zijn fiets is bepaald, alsmede de ontwikkeling van de lichaamslengte, de houding en de zithoogte op de fiets. Daarnaast is een overzicht van een aantal fietsbruggen en hun leuninghoogten gemaakt. Tot slot is er gekeken naar de geregistreerde ongevallen. Conclusie is dat de minimaal voorgeschreven leuninghoogte objectief 'niet onveilig' is. Een hogere leuning verhoogt daarentegen wel de subjectieve veiligheid waarbij de beleving van de omgeving (schermen, verkeer, leuningstand, hoeveel verkeer, breedte fietspad, e.d.) een belangrijke rol speelt.

Onderzoek: 1. Aanleiding

Brief Fietsersbond e.a. over het volgende:

Bouwbesluit:

- Nieuwbouw:
 - 1,0 m
 - 1,2 m (bij $\Delta h \geq 13$ m)
- Bestaande bouw:
 - 0,9 m

RWS

- 1,20 m

Crow-richtlijn 342:

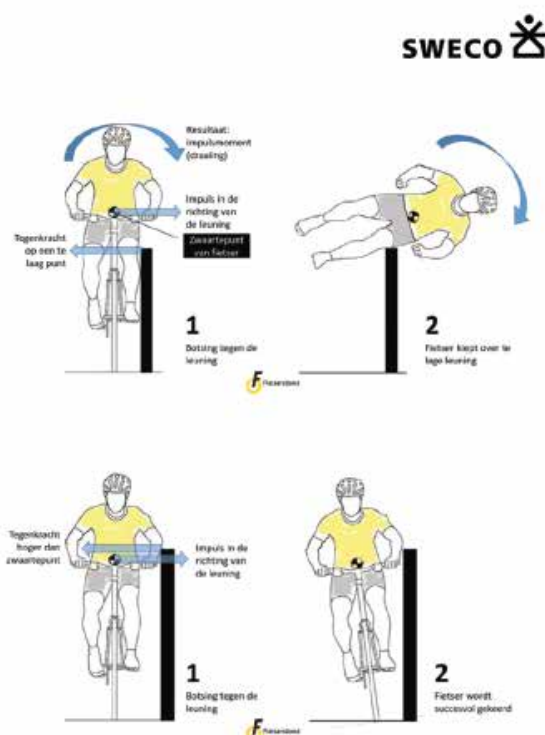
- 1,20 m
- 1,30 m (geniet de voorkeur)

Fietsersbond:

- 1,35 m

SPIRAALFIETSBRUG LEUVEN

De derde bijdrage is van Marijn Laethen van bureau Greisch, die een fietsbrug in Leuven beschrijft. Het fietsviaduct voorziet in een hoogteverschil van 7,3 m, van een passerelle over het station naar het 7,3 m lager gelegen Martelarenplein en een tussenliggend niveau van een esplanade. Dit hoogteverschil wordt gerealiseerd met inachtneming van een maximale helling van 3% (plaatselijk max. 5%), een minimale breedte van 3,5 m en maximale bochtstralen (voor de bakfiets!). Het dek is voorzien van een antislipafwerking. Resultaat is een spiraalsgewijs viaduct dat zich door en rond een aanwezige trap slingert.





VIADUCT LINDSEDIJK, EINDHOVEN

Na de pauze was het de beurt aan Marijn Laethem (Ney & Partners) die het ontwerp van een viaduct in de Lindsedijk bij Eindhoven toelichtte. Doorzicht was daarbij het toverwoord en het resultaat was een springwerkconstructie met een gebogen gedeelte tussen de pijlers en een doorzichtige, roestvaststalen leuning. De leuning bestaat uit dicht naast elkaar geplaatste stijlen met boven- en onderin LED-verlichting.

ROESTVASTSTAAL

staat centraal in de presentatie van Benoit Van Hecke van het Nickel Institute die de toepassingsmogelijkheden van dit materiaal belicht en de diverse vooroordelen ontkracht die er rond dit materiaal bestaan. RVS blijkt een goede 'total cost of ownership' te bezitten en is volledig recyclebaar. In de laatste presentatie besteedt Anton van Tuijl, secretaris van de Federatie 'Behoudt de Langstraatspoorbruggen', aandacht aan een viertal spoorbruggen: draaibrug over de Donge bij Geertruidenberg, in het Halve

Zolenpark in Waalwijk, over den Baardwijksche Overlaat, de Venkantbrug in Vlijmen en de ons bekende Moerputtenbrug. Het bestaan van de bruggen wordt bedreigd door het ontwerp van een brug in een snelfietsverbinding in een weggegraven spoordijk met pijlers op bestaande fundering van metselwerk. De presentatie werd gelardeerd met diverse vragen waarop de deelnemers interactief konden reageren of achteraf in een 'breaking outssessie'.



Ontwerp fietsbrug Eindhoven
Foto: Ney & Partners



Águilas, voetbrug Murcia (Sp)
Foto: acuaMed, Madrid

Het is verheugend dat zich door deze manier van presenteren het aantal aanmeldingen voor de bijeenkomst meer dan tweehonderd bedroeg



JAN LINZELVIADUCT MAAKT ELEGANTE SPRONG OVER A4 BIJ DEN HAAG

De redactie heeft dit artikel samengesteld uit een publicatie van Robert Muis, redacteur Architectenweb en de lezing op het symposium Fiets Voetbruggen van 12 november jl., verzorgd door Jordie van Ballegooij van ABT en Mitchell van den Berg van Flow Engineering

Met de opening van het Jan Linzelviaduct over de A4 is de snelfietsroute tussen Ypenburg en de binnenstad van Den Haag (Trekfietstracé) compleet. Het 335 meter lange viaduct, vernoemd naar de op 5 mei (!) 2019 overleden oud-oorlogsvlieger Jan Linzel, ligt over de A4 tussen de verkeersknooppunten Ypenburg en het Prins Clausplein.



1 Zijaanzicht

VORMGEVING ASYMMETRISCH

De locatie gaf de architecten de associatie met een bedding, met de snelweg als een 'rivier voor auto's' tussen groene oevers. De geluidswal is als een stadswal waarachter de bevolking zich veilig voelt. Een al aanwezige coupure in de wal versterkt dit idee. De verschillende karakters van de 'oevers' heeft

het architectenbureau tot uitdrukking gebracht in een asymmetrische vormgeving van het viaduct. Bij de coupure, die wordt gevormd door schuin achterover hellende wanden van schanskorven, komen verschillende fietsroutes samen. Hier verankert de brug zich in het talud van de wal en omarmen de zijvlakken een fietsrotonde. (Zie fig. 2)



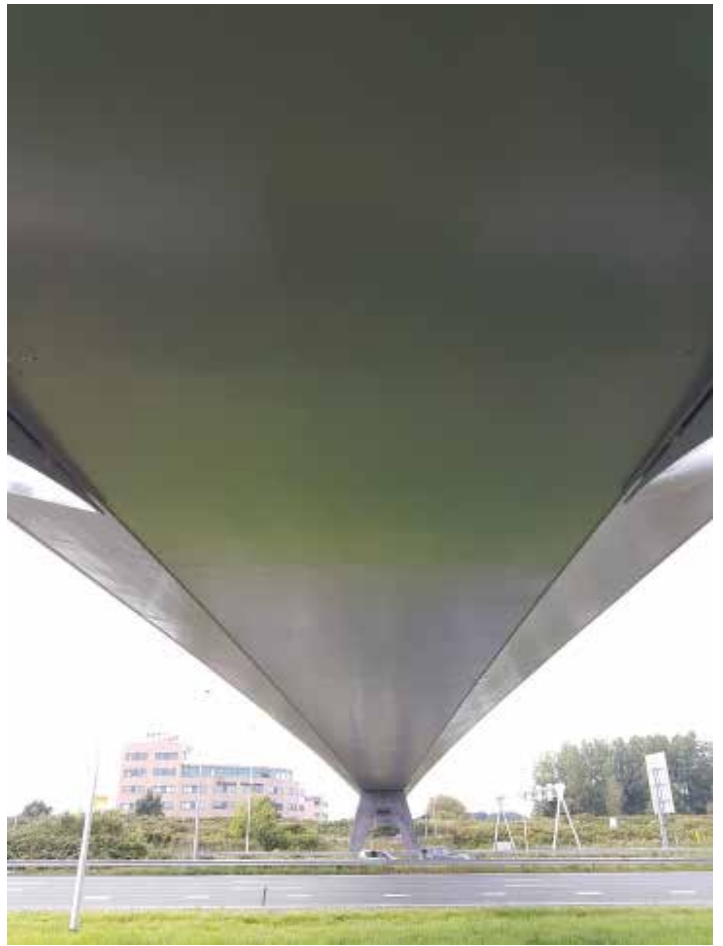
2 Fietsrotonde aan Ypenburgse zijde



3 Brugdek richting Vlietzoom



4 Aanzicht zijvlakken



5 Onderaanzicht

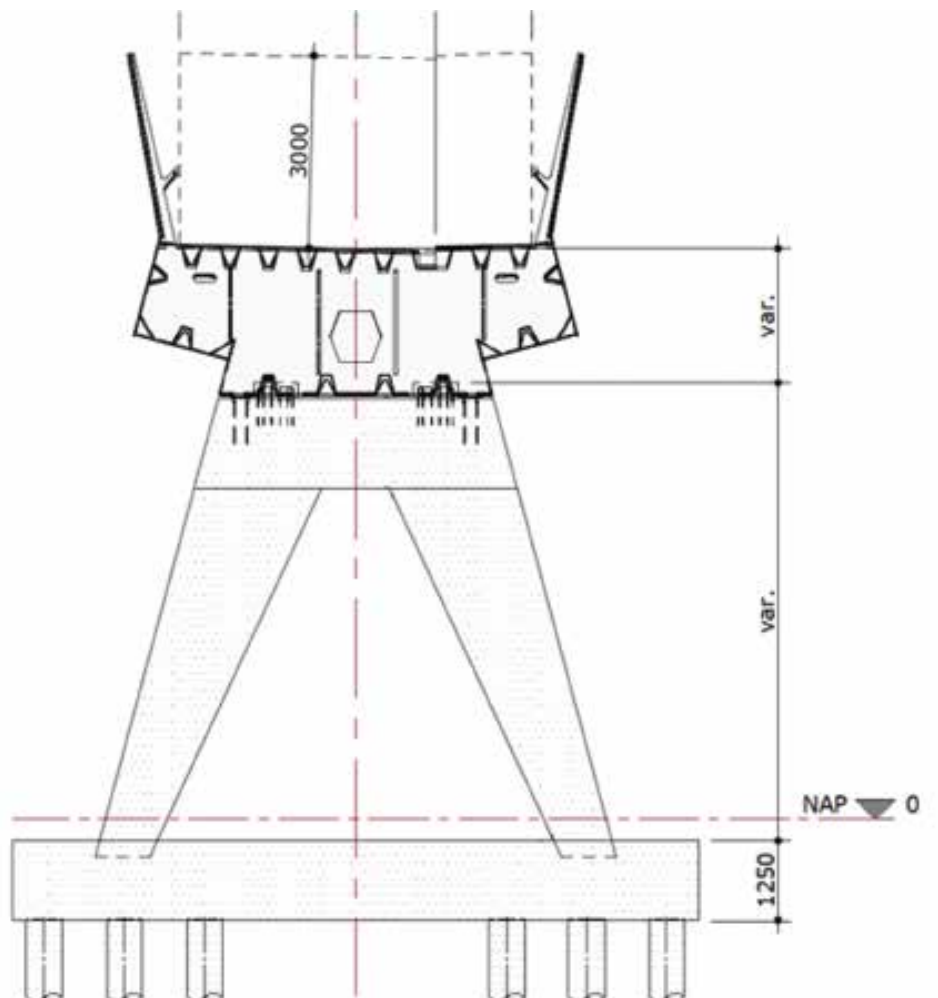
Vanaf deze plek steekt de brug de snelweg A4 over om 335 meter verderop te landen en geruisloos op te gaan in de open groenzone van de Vliet. Aan deze kant begeleidt een begroeide grondwal de fietsbrug en houdt haar vanaf de naastgelegen golfbaan zoveel mogelijk uit het zicht.

Vanaf de snelweg gezien verjongt het zijvlak van het viaduct vanuit de geluidswal richting de Vlietzoom, wat de horizontale beweging visueel versterkt. Het zijvlak heeft een lichtgrijze kleur en een hellingshoek die het hemellicht vangt, waardoor de verlopende vorm nog eens sterk tot uitdrukking komt. (Zie fig. 4)

Om de horizontaliteit en rankheid van het viaduct te benadrukken en een overspanning zonder steunpunten te suggereren, zijn alle elementen op en onder het lichtgrijze zijvlak in antraciet uitgevoerd. Zes prefab betonnen pijlers in omgekeerde V-vorm dragen het dek. Ze zijn in de rijrichting van de A4 geplaatst en staan terug ten opzichte van de brugrand.

HELLEND SCHERM

Ook het veiligheids- en comfortscherm op het dek is antracietkleurig uitgevoerd. De naar buiten hellende vlakken van het scherm geven de gebruikers uitzicht op de skyline van



6 dwarsdoorsnede kokerligger

Den Haag en voorkomen het gevoel opgesloten te zijn. De hellende vlakken sluiten aan op de hellende schanskorven van de coupure van waaruit ze vertrekken. Het scherm bestaat uit geperforeerde aluminium panelen. (Zie fig. 3) Aan de zuidwestzijde heeft het architectenbureau de ruitvormige perforaties tot een hoogte van twee meter deels dichtgezet, zodat fietsers minder last hebben van harde wind. In de buisvormige handregel geïntegreerde leds verlichten het brugdek.

In overleg tussen constructeur ABT en de architecten is er gekozen voor een stalen kokerligger.

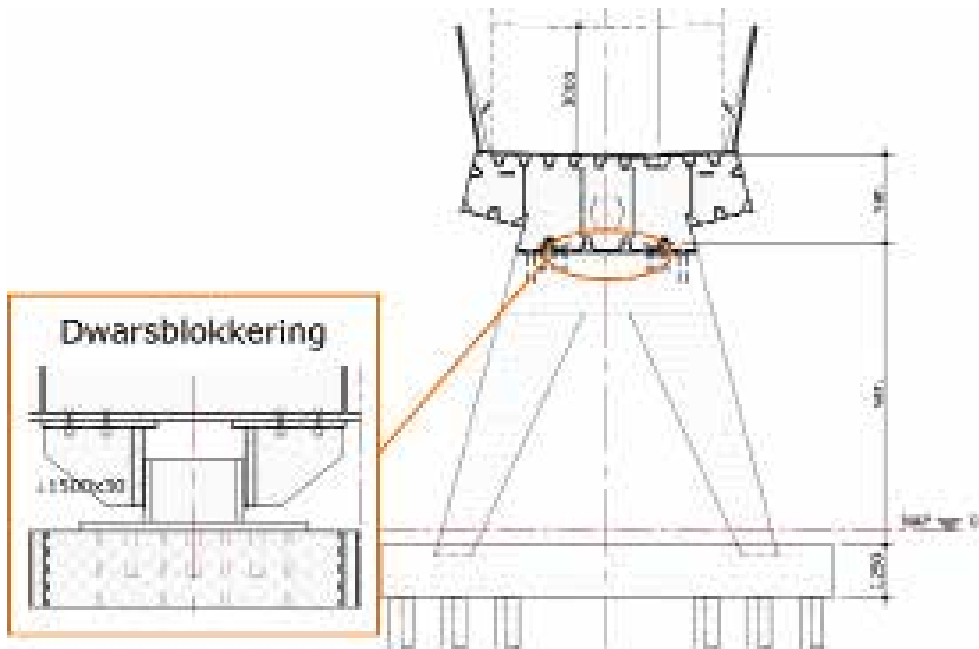
De kokerliggerbrug (zie fig. 6), waarin 900 ton staal is verwerkt, oogt vanaf de snelweg licht en slank en verloopt in hoogte van 1,20 tot 2,30 m. Vanuit het perspectief van de gebruikers – de fietsers en voetgangers – is de brug open en transparant.

CONSTRUCTIE

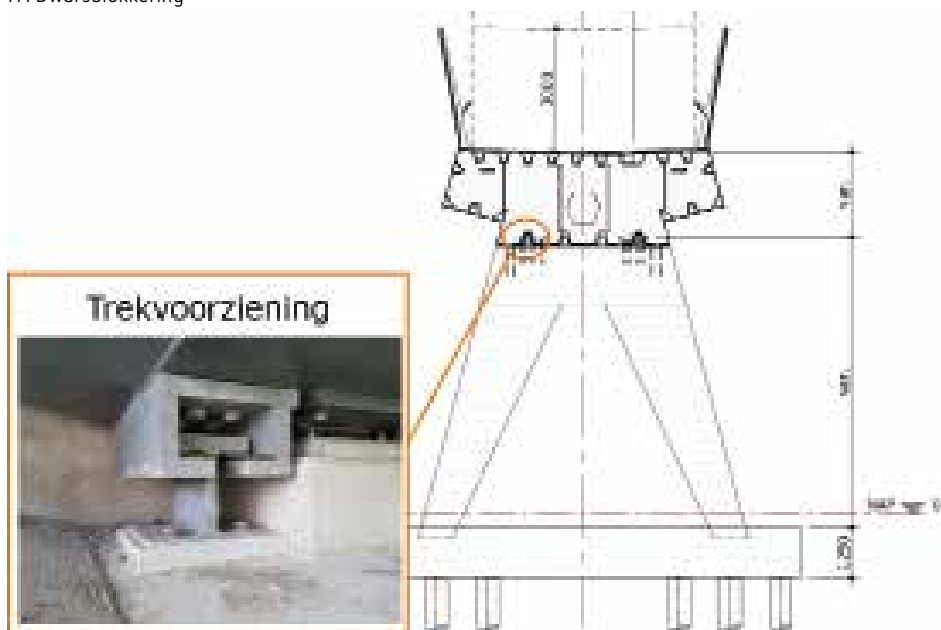
De kokerligger van het viaduct bestaat uit negen delen: vier voor de twee grootste overspanningen over de snelweg en vijf delen voor de vijf aanbruggen richting de golfbaan in de Vlietzoom. De grootste overspanningen voeren naar de pijler in de middenberm van de A4 (resp. 85 en 81 m). De vier delen voor de grootste overspanningen zijn ter plaatse tot één kokervormige doorsnede ligger samengevoegd en vormen de twee hoofdoverspanningen.

De vijf aanbruggen vanuit de Vlietzoom hebben overspanningen van elk 33,8 meter. Hierdoor is er één doorgaande ligger ontstaan dat op rolschranieren is opgelegd met één vasthoudpunt voor de horizontale belastingen in de richting van de koker aan de Ypenburgzijde. Aan de Vlietzoomzijde is er één dilatatievoeg van 500 mm aangebracht om het uitzetten en krimpen van elk 250 mm mogelijk te maken.

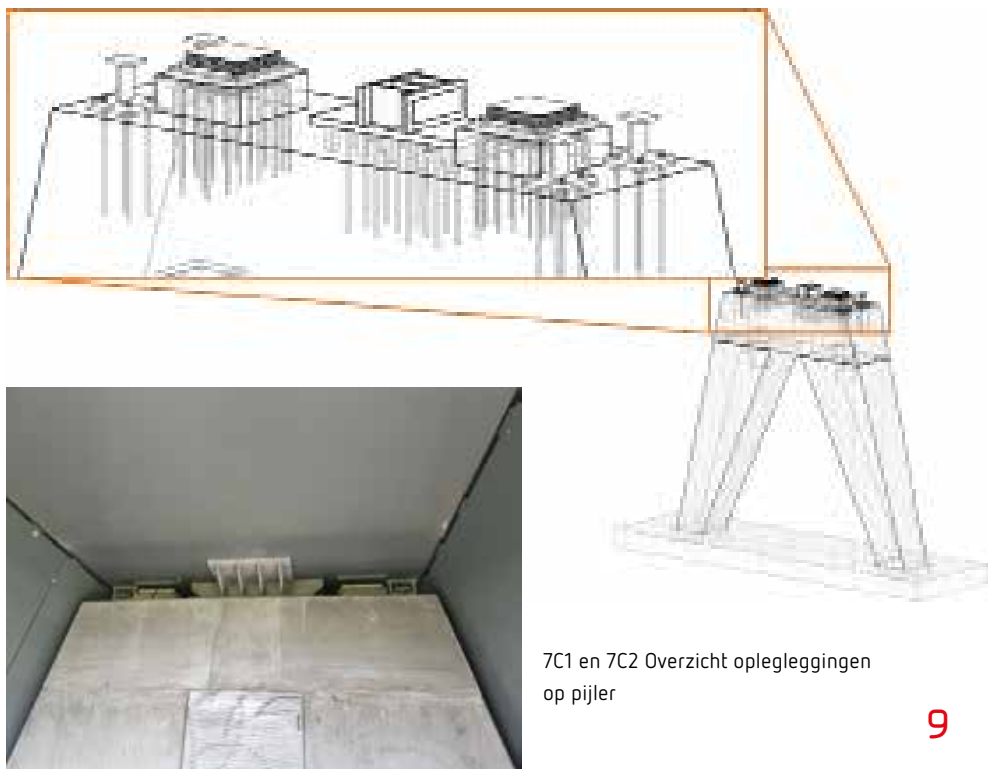
De horizontale windbelasting op de 3 m hoge windschermen en ca 2 m hoge ligger, is aanzienlijk en grijpt excentrisch op de ligger aan. Hierdoor ontstaan horizontale krachten en verticale trek- en drukkrachten op de pijlers, waarvan de trekkrachten die van de verticale, rustende belasting overtreffen. Hiervoor zijn trekvoorzieningen op de pijlers aangebracht, die de horizontale bewegingen van de ligger niet mogen hinderen (overzicht opleggingen op pijler, zie fig. 7A-7C).



7A Dwarsblokkering



7B Trekvoorziening



7C1 en 7C2 Overzicht opleggingen op pijler

Om het gebruikerscomfort te controleren, zijn de eigen frequenties bepaald, een eerste inschatting van de benodigde massa in de dempers, de stelrange van de dempers en een overzicht en de versnellingen gemaakt. Met deze gegevens wordt door de leverancier van de dempers, de zogenaamde TMD's (tuned mass damper), de benodigde massa, de demping van de schokdempers en

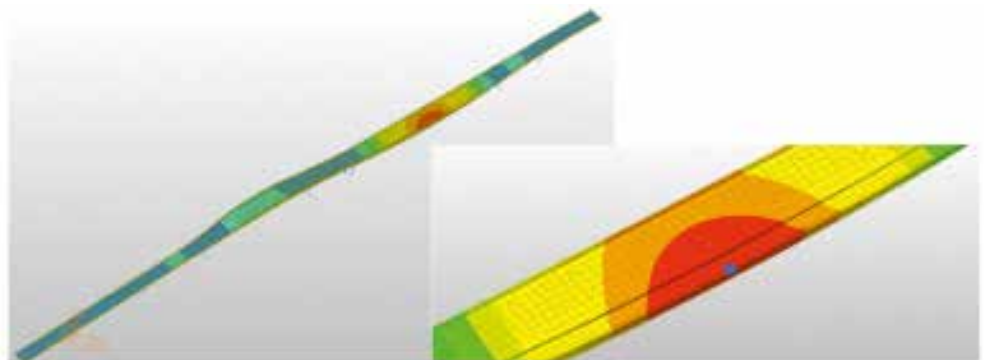
de stijfheid van de veren voor de juiste frequentie bepaald. (Zie onderstaande figuren)

Uiteindelijk zijn er vier TMD's geïnstalleerd met respectievelijke massa's 2x 1800 kg, 2200 kg en 2900 kg. De amplituden van de trillingen worden hierdoor uiteindelijk teruggebracht van 40 mm naar 16 mm, die in ca. 15 s uitdempen.

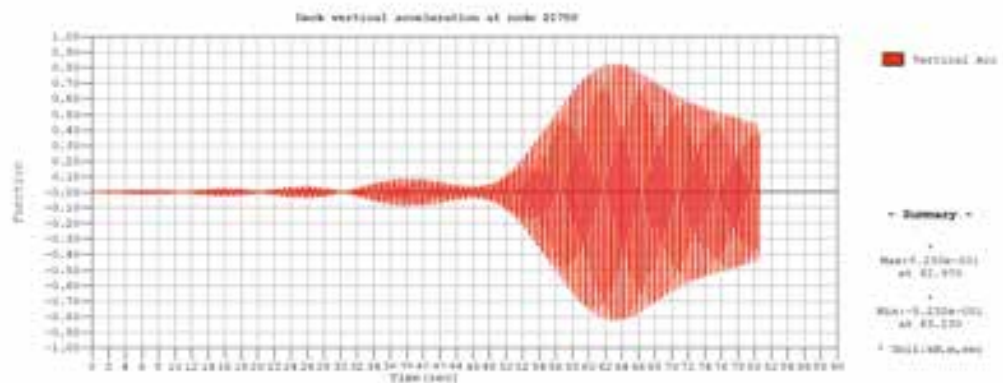
UITVOERING

De bruggdelen zijn in Zeeland gebouwd en vervolgens naar hun bestemming getransporteerd. De delen zijn met kranen op de steunpunten geplaatst en vervolgens constructief met elkaar verbonden. De enige dilataties bevinden zich bij de landhoofden. Hiermee is de gewenste, naadloze uitstraling gewaarborgd en het onderhoud boven de snelweg tot een minimum teruggebracht.

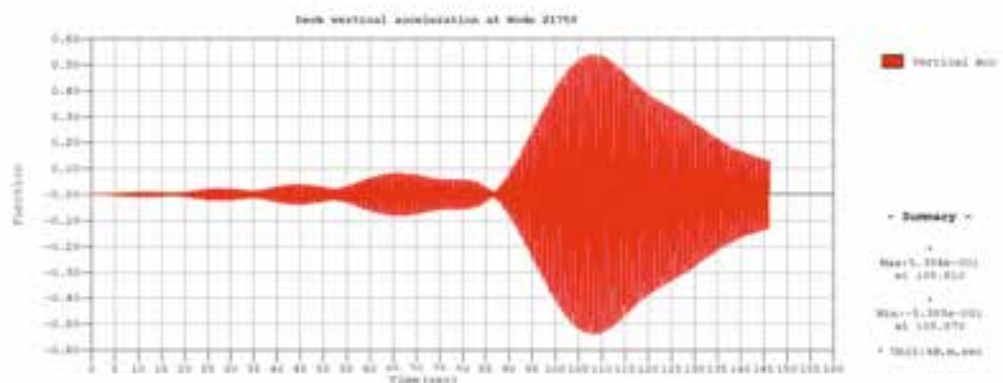
8 Dynamische analyse



Overzicht maximum versnelling over lengte



Versnelling door 2 rennende joggers over de brug



Versnelling door bewegende voetgangers

De naar buiten hellende vlakken van het scherm geven de gebruikers uitzicht op de skyline van Den Haag en voorkomen het gevoel opgesloten te zijn.

PROJECTGEGEVENS

Het Jan Linzelviaduct is op 9 juli jl. geopend.

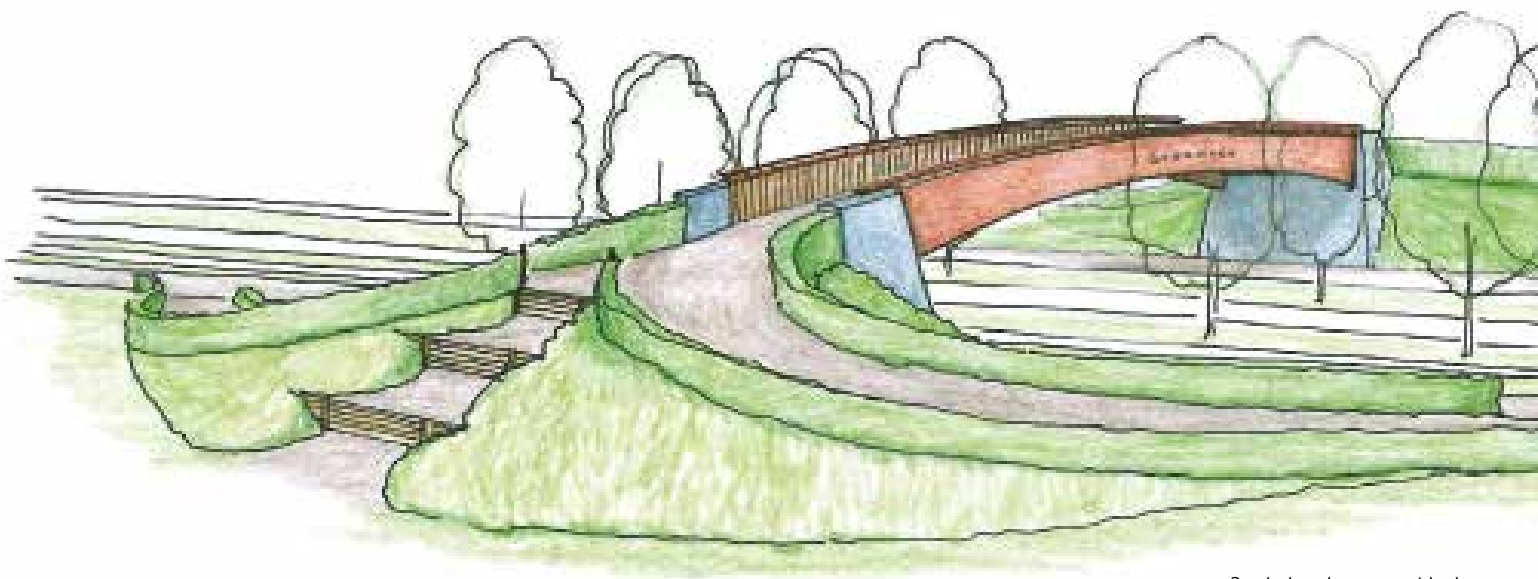
Jan Linzelviaduct (2020)	
Opdrachtgever	Gemeente Den Haag
Ontwerp	Quist Wintermans Architecten BV
Constructeur	ABT
Ontwerp/Productie TMD's	Flow Engineering
Uitvoering	Dura Vermeer
Staalconstructie	Hillebrand / ASK Romein
Lengte	335 m op 8 steunpunten
Statisch Systeem	Doorgaande, stalen kokerligger



EQUIDUCT GRANDORSE

EEN VEILIGE VERBINDING
VOOR DE PAARDENSPORT
VOOR EQUESTRIAN CENTRE
DE PEELBERGEN

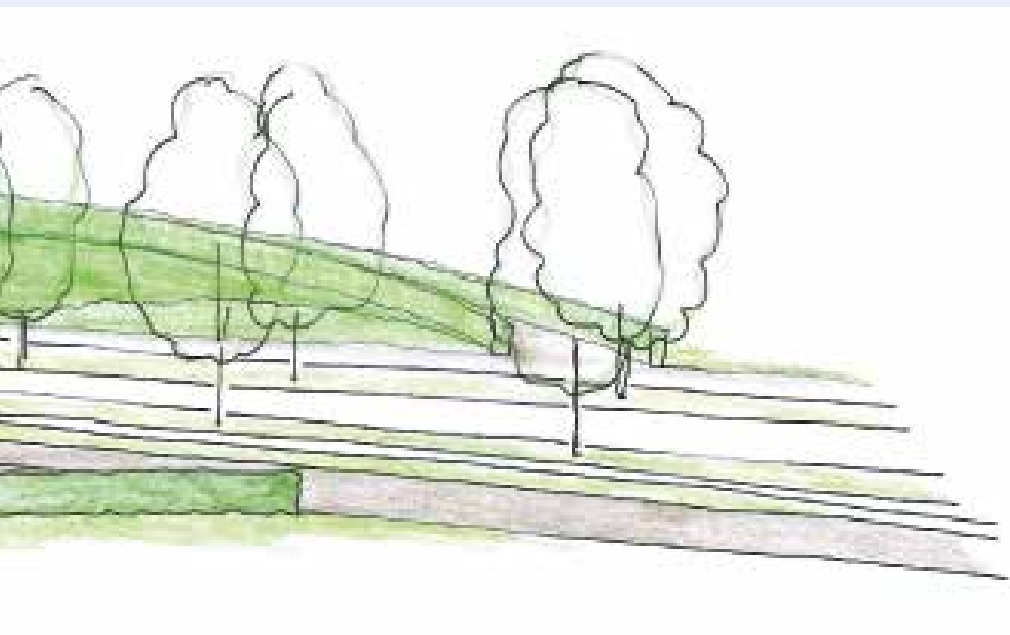
Rob Moed, projectleider Wagemaker



2 schetsontwerp equiduct



In opdracht van Hippisch Centrum De Peelbergen en de gemeente Horst aan de Maas heeft Wagemaker een brug ontworpen die de verbinding legt tussen de verschillende evenemententerreinen op De Peelbergen. De brug maakt zelf onderdeel uit van de paardensportevenementen en wordt ook gebruikt voor beheer en onderhoud. Dit als doel om de Peelstraat, die tussen de evenemententerreinen ligt, te ontlasten. Het equiduct is mogelijk gemaakt door de gemeente Horst aan de Maas en de provincie Limburg en gefaciliteerd door Limburg Paardensport. Voor de realisatie werd een bouwteam samengesteld met voornamelijk regionale partijen. Het bouwteam -bestaande uit Venterra (projectmanagement), Stevacon Bouw (hoofdaannemer), Wagemaker (ontwerp), Kersten Europe (productie stalen brug) en Maessen Bedrijven (grondwerk)- is in een zeer vroeg stadium van het project met elkaar in contact gebracht en heeft dit ontwerp gezamenlijk gerealiseerd. (Zie fig. 2).



BIJZONDERE FUNCTIE

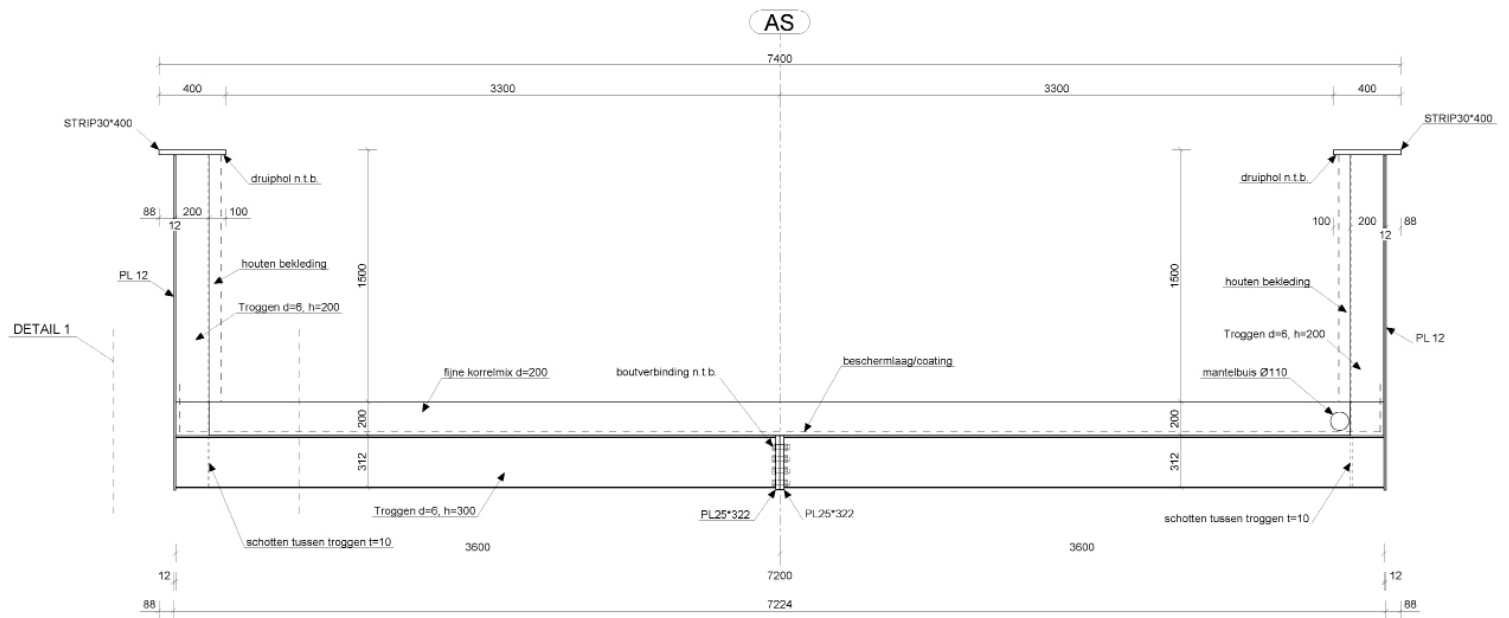
De brug is meer dan alleen een veilige oversteek in het gebied zelf. Het equiduct wordt ook ingezet als onderdeel van de sportwedstrijden. De taluds vormen een natuurlijke tribune voor bezoekers bij evenementen op de omringende terreinen. De hellingpercentages van brug en aardebanen zijn afgestemd op de disciplines 'Mennen' en 'Eventing'. Dit kunstwerk geeft een extra impuls aan de paardensport. Voor de bijzondere doelgroep van de brug, de paarden, bestaat de toplaag van de brug en

aardebanen uit een geavanceerde korrelmix om de paardenhoeven te beschermen. Ook dienden de zijkanalen tot een hoogte van 1,5 m volledig gesloten te zijn om voor de paarden een veilig gevoel te creëren. Om het beeld vanaf de ontsluitingsweg maximaal open en licht te houden, is gekozen voor de getoogde vorm met iets achterover hellende landhoofden. (Zie fig. 2) In de toogvorm is het optimum gezocht tussen de beschikbare vrije ruimte op de Peelstraat en het toegestane hellingspercentage van het dek.

CONSTRUCTIE

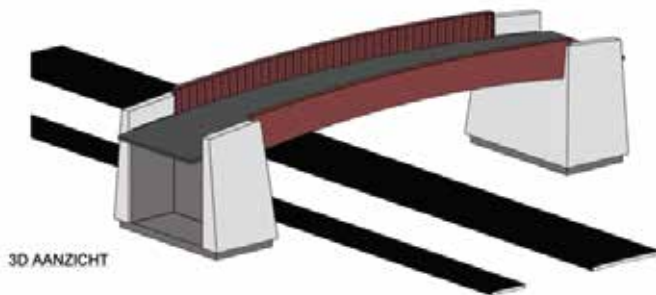
BRUGDEK

In het ontwerp is gekozen om de overspanning over de weg met een trogbrug te realiseren. Door de trogvorm van het dek is de overspanning in één keer mogelijk. Zo wordt visueel ruimte gecreëerd voor de onderdoorgaande weg. Dit komt de verkeersveiligheid ook ten goede. Een trogbrug heeft twee hoofdliggers waartussen aan de onderzijde het rijdek is bevestigd. Het voordeel van een dergelijke constructie is een minimale constructiehoogte tussen het 'profiel van Vrije Ruimte PVR' van de onderdoorgaande weg en de bovenzijde van het rijdek. Deze constructiehoogte is namelijk afhankelijk van de breedte van het brugdek maar niet van de lengte in de overspanningsrichting. Hierdoor zijn de aansluitende grondtaluds lager waardoor ruimte en kosten worden bespaard. Ook de gekromde vorm van het brugdek zorgt voor minimale grondtaluds. Een bijkomend voordeel van de trogvorm is dat er geen aanvullende leuning of borstwering nodig is ter afscherming voor paarden en voetgangers omdat de hoofdliggers ruim boven het rijdek uitsteken. Een andere ontwerpkeuze betreft de keuze om het brugdek uit te voeren in weervaststaal. Weervaststaal is alleen leverbaar als plaatmateriaal, dat wil zeggen dat er geen walsprofielen en kokers van weervaststaal in de handel zijn.

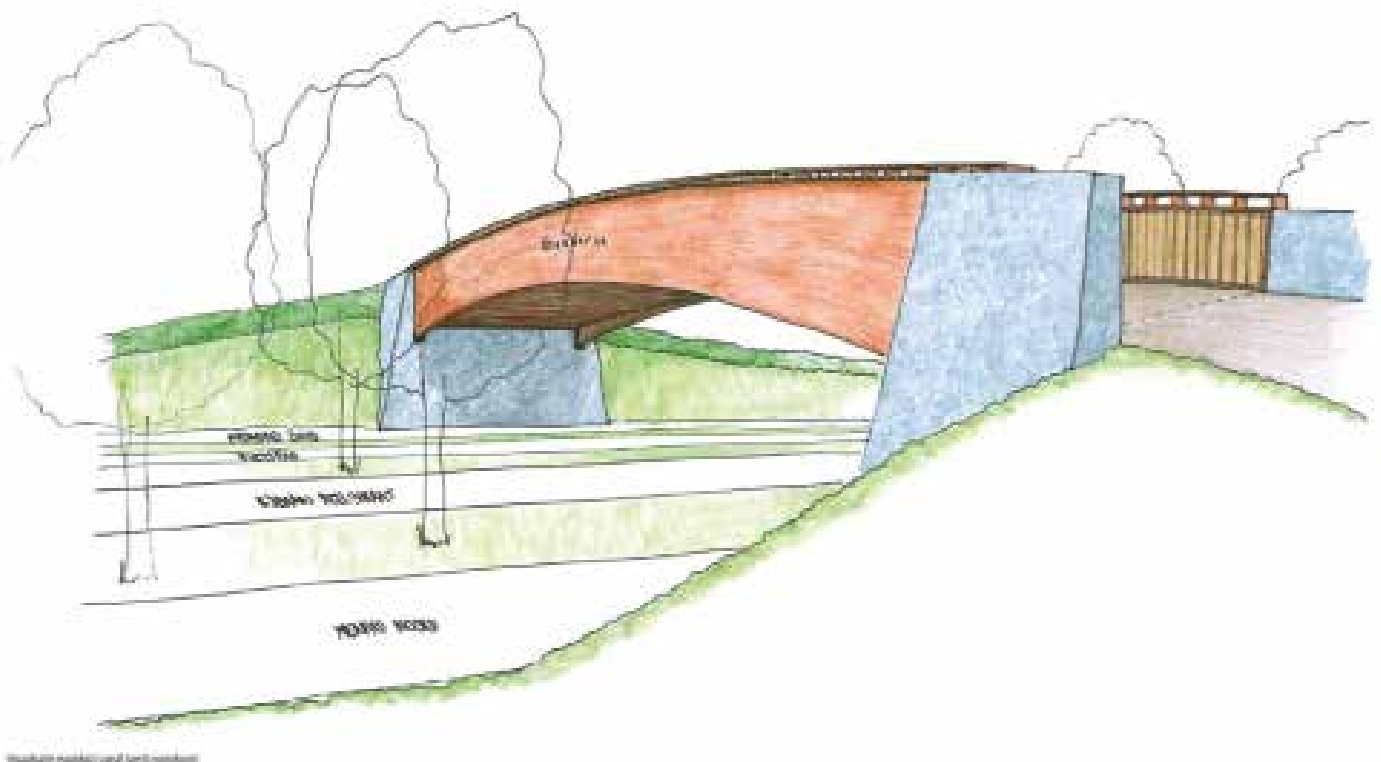


3 Dwarsdoorsnede brugdek

PROJECTINFORMATIE



Equiduct Grandorse (2020)	
Opdrachtgever	Hippisch Centrum 'De Peelbergen' Gemeente Horst aan de Maas
Projectmanagement	Venterra
Ontwerp	Wagemaker
Aannemer	Stevacon Bouw
Staalconstructie	Kersten Europe
Grondwerk	Maessen Bedrijven





4 fabricage brugdek

Het brugdek is daarom samengesteld uit gelaste plaatdelen. De hoofdliggers bestaan uit een lijfplaat en een bovenflens. De onderflens wordt verkregen door de lijfplaat schuifvast te verbinden met de dekplaat. Hierdoor wordt de dekplaat niet alleen voor de belastingafdracht in dwarsrichting van het brugdek gebruikt, maar ook voor de globale krachtswerking in de overspanningsrichting van het brugdek. Zowel de lijfplaten als de dekplaat worden verstijfd met troggen. (Zie fig. 4)

Hierdoor ontstaan orthotrope platen met een hoge buigstijfheid, dwars op de overspanningsrichting van het brugdek en een lage stijfheid evenwijdig aan de overspanningsrichting. De hoge buigstijfheid is nodig om de borstwering voldoende stijfheid te geven en de belastingen op het rijdek af te dragen naar de hoofdliggers. Tevens dienen de troggen als dwarsverstijvers om lokaal plooiën van de plaatdelen ten gevolge van de globale krachtswerking in de overspanningsrichting van het brugdek te voorkomen.

Meer specifiek is weervaststaal type W in sterkteklasse S355 toegepast. Dit type is geschikt voor het lassen van dikke platen. De diktevermindering van het plaatmateriaal door corrosie is berekend conform NEN-EN-ISO 9224. Hierbij is uitgegaan van een gering gehalte aan corrosieve stoffen in de omgevingslucht (zwaveloxide en chloor) en geen blootstelling aan strooizouten. Het gebruik van strooizouten is immers niet nodig. Daarnaast is uitgegaan van een verdubbeling van de ontwerplevensduur en de maximale jaarlijkse diktevermindering conform de aanbeveling in een artikel uit *Bouwen met Staal* [1].

In het ontwerp is gekozen om de overspanning over de weg met een trogbrug te realiseren.

Hieruit volgt een maximale doorsnedeafname van 1,0 mm per zijde. Voor de bouten zijn RVS bouten in sterkteklasse 80 toegepast (vergelijkbaar met sterkteklasse 8.8 voor stalen bouten).

Om het brugdek van de fabriek naar de bouwlocatie te kunnen transporteren, is het dek in twee delen uitgevoerd. (Zie fig.4) Ieder deel heeft een massa van circa 25 ton. Op locatie zijn de brugdelen met ruim 300 bouten aan elkaar gebout. In het midden van orthotrope dekplaat is over de gehele lengte een boutverbinding toegepast. Dit is een zware boutverbinding omdat de buigende momenten in het midden van de dekplaat het grootst zijn. Voordelen hiervan, ten opzichte van boutverbindingen bij de opleggingen van rijdek op de hoofdliggers, zijn dat er slechts één rij boutverbindingen nodig is in plaats van twee en dat de grote afschuifkrachten tussen de lijfplaat van de hoofdligger en de dekplaat worden ontweken. Door de boutverbinding kan het brugdek aan het einde van de levensduur ook eenvoudig gedemonteerd worden en getransporteerd worden naar een andere locatie voor hergebruik of verdere ontmanteling. (Zie fig. 3 en 4)

De brug verbindt twee particuliere terreinen en daarom is er geen wettelijke eis voor de in rekening te brengen variabele verkeersbelastingen op de brug. Bovendien zijn er in de Nederlandse bouwregelgeving, waaronder de Eurocodes, geen eenduidige eisen of adviezen voor belastingen door paarden gedefinieerd. In overleg met de opdrachtgever is besloten om de belastingen voor bruggen voor langzaam verkeer conform NEN-EN 1991-2 paragraaf 5.3 aan te houden. Alleen voor een 'onbedoeld voertuig' is een gereduceerde waarde van 100 kN gerekend in plaats van 120 kN. Dit is acceptabel omdat, gezien de relatief steile helling en het ontbreken van een verharding, het niet aannemelijk is dat een dergelijk zwaar voertuig op het equiduct komt. De afsluitbare poort die vanuit het beheer van de evenemententerreinen vereist was, is geïntegreerd in de brug en is in geopende toestand, verborgen in de zijkanalen van de brug.

LANDHOOFDEN

Vanwege de kleinschaligheid van de ophoging en de besparing op de brugdek lengte is gekozen voor laaggelegen, betonnen landhoofden. De landhoofden bestaan ieder uit een funderingsplaat, een frontwand en twee vleugelwanden. De monoliete constructie is in het werk gestort in sterkteklasse C30/37. Met lokaal een kleine grondverbetering was de ondergrond geschikt voor een fundering op staal. De landhoofden en grondtaluds konden nog vóór het paardenseizoen worden gerealiseerd maar het brugdek pas erna. Hierdoor werd automatisch voldoende consolidatietijd verkregen en waren de restzettingen van de landhoofden zeer klein.

Voor de, op staal gefundeerde, landhoofden zijn zowel een gewapende grondconstructie als laaggelegen betonnen landhoofden afgewogen waarbij de keuze op beton gevallen is omdat daarmee de voorziene esthetische bekleding van de landhoofden achterwege kan blijven. De landhoofden zijn voorbereid om in een latere fase alsnog een bekleding van weervaststaal of schanskorven met steenvulling te krijgen.

UITVOERING

Het hippisch seizoen loopt van april tot september en is volgeboekt met grote evenementen. De bouwwerkzaamheden op de bouwlocatie dienden voor het nieuwe (groei)seizoen gerealiseerd te zijn. De brughoofden zijn daarom al vroeg in het voorjaar geconstrueerd. Het vormen 'echte kunstwerken', want de betonconstructies hebben heel wat schuine zijden, die als welkomspoort en blikvanger dienen. De trogligger, opgeknijpt in twee L-vormige stalen delen zijn geprefabriceerd in de geconditioneerde omgeving van de staalleverancier waarna deze, met een beperkte transportafstand, op locatie in zijn gehesen en aan elkaar gebout. Hierdoor is de verstoring voor de natuur beperkt.

DUURZAAMHEID

Het maken van een duurzame oplossing begint bij het programma van eisen. De ontwerplevensduur van de brug is vastgesteld op 50 jaar, wat ruimte biedt voor meerdere constructiematerialen. Eisen aan behoud van

aanwezige bomen, demonteerbaarheid en hergebruik zijn opgenomen in het programma en afgestemd met de stakeholders.

De toepassing van weervaststaal heeft als belangrijke voordelen dat het brugdek relatief licht is (ten opzichte van bijvoorbeeld beton) en zodoende in twee delen kon worden getransporteerd van de fabriek naar de bouwlocatie, en er geen dure conservering en onderhoudsregime nodig zijn (ten opzichte van bijvoorbeeld traditioneel constructiestaal). Bovendien kan het brugdek aan het einde van de levensduur hergebruikt worden zonder dat er voor het milieu belastende verf- of zinkafvalproducten vrijkomen.

BOUWTEAM

Door een bouwteam als contractvorm te kiezen, wordt alle energie in het proces optimaal benut. De bouwteampartners zijn lokale partijen waarmee transport- en overlegkilometers tot een minimum beperkt zijn. Het bouwteam beslist gezamenlijk over materiaalgebruik, bouwmethode, energie en onderhoudbaarheid binnen gestelde planning en budget. Elke partij heeft zowel het vertrouwen als de plicht om ontwerpkeuzen te bevragen en te optimaliseren om de brug op een zo efficiënt mogelijke manier te realiseren.

Uiteindelijk heeft dit geleid tot een eindproduct dat zeer positief is ontvangen door de gebruikers. Zij kunnen nu te voet, te paard of achter het paard in een menwagen een veilige oversteek maken. Daarnaast heeft het equiduct een meerwaarde gegeven aan de paardensport en de gebiedsontwikkeling van de beheerder.

REFERENTIE

Verburg, W.H.; Verroest mooi!, *Bouwen met staal* no. 166 – juni 2002.

Specialist in Asset Management voor Civiele Kunstwerken



Onze specialismen:

- Inspecties
- Staatgestaund onderhoud
- Constructieve berekeningen
- Contracten
- Duurzaamheid
- Circulariteit

**WESTEN
BERG**

Kijk voor meer informatie op
www.westenberg.nl

De kunst van
duurzaam ontzorgen

Raad van Advies Bruggenstichting

ARUP

lv-Infra 

Samenwerkende
Nederlandse
Staalbouw 

FiberCore
europe

 **JANSON BRIDGING**
COME ACROSS

 **mobilis** | TBI

**WESTEN
BERG**

 Gemeente Amsterdam
Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer


Movares
adviseurs & ingenieurs

ProRail



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

FIETSBRUG WATERLANDSEWEG ONTWERP VAN EEN FIETS+VOETBRUG OVER DE WATERLANDSEWEG EN DE HOGE VAART IN ALMERE

tekst en beeld: **wUrck** en redactie Bruggen
constructief ontwerp: **CE. Thie Arup**
beeld: **wUrck**

De brug over de Waterlandseweg (N305) verwelkomt weggebruikers in Almere, verrijkt het netwerk van fietspaden, verbindt twee landschappelijke structuren en vestigt de aandacht op twee naburige landmarks.





2 Zijaanzicht – plaats doorsneden A, B, C en D

LOCATIE

Als invalsroute naar Almere voert de Waterlandseweg langs een aantal iconische objecten en bijzondere locaties, zoals de Groene Kathedraal, het monument voor de Founding Fathers, Kasteel Almere, het Cirkelbos en het Floriadeterrein. De nieuwe brug over deze weg heeft daarmee de kans om zichzelf als een soort stadspoort te manifesteren. Door te verwijzen naar de attracties die zich in zijn nabijheid bevinden, wint de brug -en de locatie- aan betekenis. De brug wordt een aankondiging van de stad en een teken van de aanwezigheid van de andere bijzondere plekken.

Via de 240 meter lange brug over negen steunpunten van diverse typen kunnen ook busreizigers straks veilig oversteken van en naar bedrijventerrein Stichtsekanal. (Zie fig. 2) Daarnaast vormt de brug een verbinding van het bedrijventerrein met Oosterwold en de Groene Kathedraal met het Cirkelbos.

GEBRUIK EN BELEVING

De nieuwe brug is een functioneel object dat niet alleen de bushaltes langs de Waterlandseweg ontsluit en onderdeel wordt van het fietspadennetwerk in dit deel van Almere, maar dat bovendien de kwaliteit van dit netwerk aanzienlijk laat toenemen. Zij overbrugt de barrière die door de Hoge Vaart wordt opgeworpen en creëert daarmee nieuwe en efficiëntere routes voor fietsers en voetgangers.

Daarnaast is de brug een verblijfsplek die de relaties met de omgeving verbijzondert. In de constructie zijn twee uitzichtpunten opgenomen. Aan de zuidwestzijde is dit uitzichtpunt opgetild teneinde een beter uitzicht te hebben in de richting van het monument voor de Founding Fathers (Zie fig. 3). Het naar beneden duikende noordoostelijke deel levert een nieuw en onverwacht perspectief op de Groene Kathedraal op. Een lange houten zitbank

-geplaatst in het verlengde van de hoofdas van de kathedraal- nodigt uit om de tijd te nemen het schouwspel te overzien. In de rand van de brug is in reliëf een citaat van Marinus Boezem aangebracht, de kunstenaar die verantwoordelijk was voor de Groene Kathedraal: "Pas als zij niet meer te zien is en als mensen tegen elkaar zeggen: Vroeger stond hier een kathedraal, dan is Almere een stad met een eigen geschiedenis."

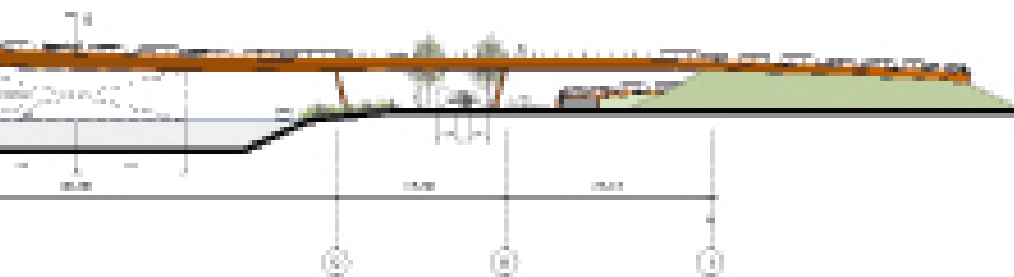
DE BRUG ALS LANDSCHAP

De bouwlocatie bevindt zich op de grens van polder en bos. Aan de zuidzijde sluit de brug aan bij de rechtlijnigheid van het polderlandschap. Aan de noordzijde schrijdt de brug zich met ronde vormen in het bosgebied in. In de plattegrond bemiddelt de brug tussen beide gebieden. Het strenge, rechte, zuidelijke deel transformeert geleidelijk, via twee vloeiende uitstulpingen, naar een spiraalvorm op de boomrijke noordoever.

Pas als zij niet meer te zien is en als mensen tegen elkaar zeggen: Vroeger stond hier een kathedraal, dan is Almere een stad met een eigen geschiedenis



3 Aanzicht vanaf het water



De doorsnede heeft een vergelijkbare, subtiel meanderende vorm. Het deel van de brug dat de verkeersweg overspant, is enigszins opgetild, terwijl het deel dat het kanaal overspant transparanter oogt en iets naar beneden duikt (zie fig. 2). De verschillende hoogten corresponderen met respectievelijk de vereiste doorrijhoogte van de rijbaan en de vereiste doorvaarthoogte van het kanaal. Het brugdek zelf vormt overigens één vloeiende, doorgaande lijn.

POORT VAN ALMERE

De totale lengte van de brug is ruim 2540 meter, met twee hoofdoverspanningen van circa 40 en 60 meter, respectievelijk over de weg en het kanaal. Om de brug zoveel mogelijk tot zijn recht te laten komen als een zwevend, sculpturaal element, is besloten geen steunpunten te plaatsen in de middenberm van de verkeersweg of in het water van de Hoge Vaart (Zie fig. 2). Vanwege de verschillen tussen het polderlandschap op de zuidoever en het bosgebied op de noordoever hebben de aanlandingen ieder hun eigen uitwerking gekregen: een aardebaan in de polder, een spiraalvormige hellingbaan bij het Kathedralenbos.

Halverwege is er een stalen wentelspiltrap met lift. Terwijl het wat transparantere noordelijke deel van de brug elegant boven het water zweeft, benadrukt het opgetilde zuidelijke deel, boven de rijbaan, de poortfunctie van de brug. De randligger van de brug wordt hier voorzien van een verwelkomende, eerder vermelde tekst die de stad Almere aankondigt (zie figuur 3).

CORTENSTAAL EN HOUT

Voor de brug worden twee materialen gebruikt: weervaststaal (Cortenstaal®) en hout. Die keuze is geïnspireerd door de vele weervaststalen constructies die in de directe omgeving en langs de recreatieve routes te vinden zijn.

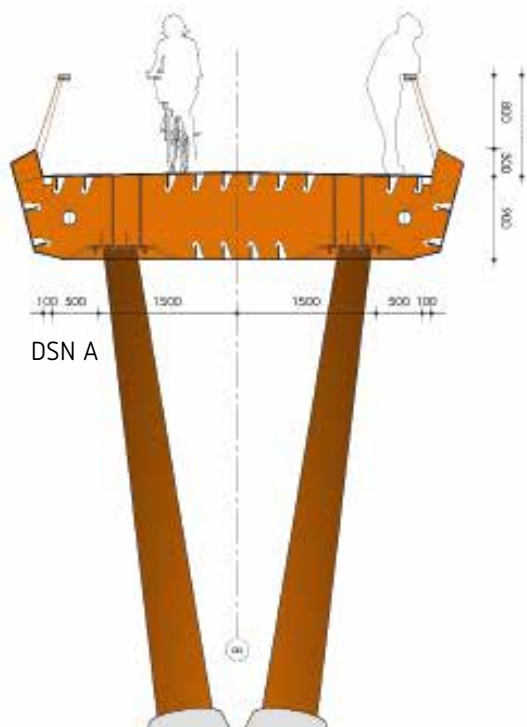
Weervaststaal verouderd mooi, is goed te hergebruiken, heeft geen afwerking nodig en behoeft vrijwel geen onderhoud. Hout wordt vanwege het comfort toegepast voor de onderdelen waarmee gebruikers fysiek contact hebben: de brugleuningen en zitbanken. Het hout is hardhout dat in Almere gerecycled is. Vanaf de zitbanken kan de gebruiker aan de oostkant uitkijken op de Groene Kathedraal. Aan de westkant is een uitkijkpunt in de richting van het monument voor de Peetvaders van Almere boven op de Berg 'Almere Boven' in het Museumbos.

DE CONSTRUCTIE

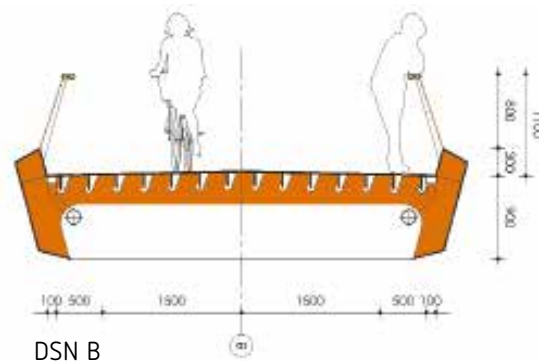
De meandervorm wordt gegenereerd door te variëren met de hoogte van het dek tussen de randliggers. Deze complexe geometrie is een leuke uitdaging voor de constructieve berekeningen en de constructieve modelering van de fietsbrug. (Zie fig. 5 en 6) Door middel van directe uitwisseling van de 3D-modellen van de architect en de constructeur is er goede controle van de gewenste vormgeving gedurende het ontwerpproces. Dit integrale 3D-proces is doorgezet in het uitvoeringsontwerp van de staalbouwer en de verdere uitwerking van de wapening van de betonnen onderbouw in 3D.



4 Uitzicht vanaf balkon 'Groene Kathedraal'

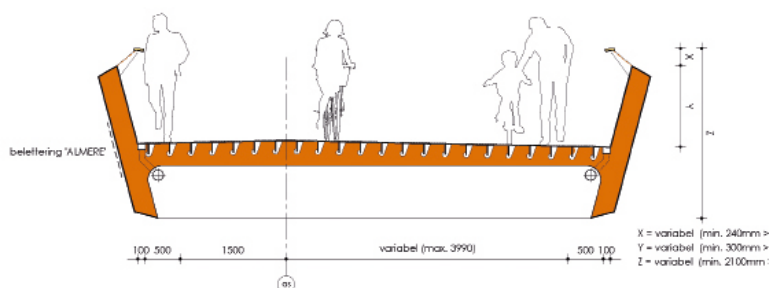


DSN A

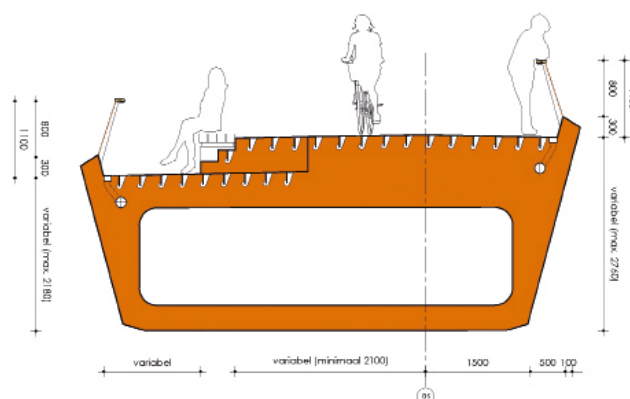


DSN B

← ↑ 5 Doorsneden A en B (zie fig. 2)



6a Doorsnede C (zie fig. 2), balkon Founding Father



6b Doorsnede D (zie fig. 2), tribune 'Groene Kathedraal'

De fietsbrug is een doorgaande stalen ligger met vaste kolommen nabij de wenteltrap en scharnierende kolommen voor de overige steunpunten.

Op deze manier kan de brug vanuit het midden soepel meebewegen met de vervormingen door temperatuurwisselingen. In dwarsrichting zijn de schuine kolommen stijf verbonden met dek en poer voor de noodzakelijk stijfheid bij hoge windbelastingen. De doorgaande ligger is volledig opgebouwd uit relatief dunne stalen platen welke met verstijvers zijn versterkt voor beheersing van lokale plaat-instabiliteiten (Zie fig.7).

Voor de overspanningen is gekozen voor een open constructie, waarbij het dek middels dwarsdragers wordt gedragen door de sterke randliggers. Boven de steunpunten is gekozen

voor een gesloten verstijfde koker voor grotere sterkte. Ter plaatse van de landhoofden ligt de brug op bolsegment-opleggingen die de grote beweging in langsrichting mogelijk kunnen maken.

In het ontwerp van de weervaststalen brug is rekening gehouden met een beperkte corrosietoeslag op alle onderdelen. Deze is afhankelijk van de klimaatklasse en de impact van het gebruik van dooizouten op de brug en van 'de spray' van het verkeer op de Waterlandseweg. De vorm van de ligger is samen met de architect afgestemd op het voorkomen van 'natte' plekken. Dit bevordert het ontstaan van de esthetische roest laag op het weervaststaal, waardoor het corrosieproces na een paar jaar tot 'stilstand' komt. Door het ontbreken van een conserveringslaag met beperkte levensduur is de brug zo goed als onderhoudsvrij.

Door het relatief lage gewicht van een dergelijke constructie is er een risico op trilling van de brug door de dynamische belasting van voetgangers en joggers, en kan resulteren in oncomfortabele gedrag voor de gebruikers. Met behulp van de geschikte software is het gedrag van voetgangers en joggers vertaald naar een dynamische belasting die met een bepaalde frequentie en snelheid over de brug beweegt. Hiermee zijn de versnellingen van het hele brugdek inzichtelijk gemaakt en was het risico op oncomfortabel gedrag goed te beoordelen. Hieruit volgde dat er een kans is dat de versnellingen iets boven de comforteis kan uitkomen. Gezien de onzekerheidsmarge van de analyse is er voor gekozen om onder de brug in de grootste overspanningen, boven de Waterlandseweg en boven de Hoge Vaart, hulpconstructies op te nemen. Hierop kunnen later tuned-mass-dampers geplaatst



← 7 Inrijke kokerligger in aanbouw
©Fotografie Arie Mastenbroek, Zaltbommel.

↓ 8 Kokerligger in constructiehal
©Fotografie Arie Mastenbroek, Zaltbommel.



worden, mocht blijken dat gebruikers zich oncomfortabel voelen. Deze locaties zijn in afstemming met de architect zo gepositioneerd dat ze niet zichtbaar zijn.

BOUW VAN START

Reimert Bouw en Infrastructuur is gestart met de bouw. Begin 2021 wordt de brug die het Cirkelbos verbindt met het Kathedralenbos en het in ontwikkeling zijnde stadsdeel Oosterwold, werkelijkheid. Hiermee ontstaat een veilige verbinding na de verdubbeling van de Waterlandseweg.

Kortom: een sociaal veilige oversteek die bijzondere plekken met elkaar verbindt en ruimte biedt voor recreatie.

PROJECTINFORMATIE

Fietsbrug Waterlandseweg, Almere (2021)	
Opdrachtgever	Provincie Flevoland
Vormgeving	wUrck, Rotterdam
Constructie	Arup, Amsterdam
Uitvoering	Reimert Bouw en Infrastructuur, Almere
Staalconstructie	Van der Zalm Metaalindustrie B.V., Brakel
Lengte	241,75 m op 9 steunpunten
Statisch systeem	doorgaande stalen kokerligger

Door het relatief lage gewicht van een dergelijke constructie is er een risico op trilling



DE LONDENSE TOWER BRIDGE

Michel Bakker

Dit keer staat in de serie 'Bruggen in de kunst' de Tower Bridge in Londen centraal. De brug is interessant omdat deze destijds zo'n markant negentiende-eeuws bouwwerk was en nog steeds een toeristische attractie is. Benjamin Crisler, journalist bij de New York Times, schreef in 1938: "De Engelsen hebben drie unieke en waardevolle instituten die wij Amerikanen moeten ontberen: Magna Carta, Alfred Hitchcock en de Tower Bridge."

HENDRIK JAN WOLTER

Tussen 1895 en 1899 studeerde de kunstschilder Hendrik Jan Wolter (Amsterdam 1873 - Amersfoort 1952) aan de Académie des Beaux-Arts en het Institut Supérieur in Antwerpen. Hierna keerde hij terug naar Nederland. In 1904 ontving Wolter de Willink van Collenprijs. Wolters werk is niet makkelijk met een bepaalde stijlnaam te duiden. Vanwege zijn fenomenaal gebruik van licht- en kleur noemt men zijn stijl wel neo-impressionisme en luminisme, maar hij ging vooral zijn eigen weg.

2 H.J. Wolter





3 Theems met de Tower Bridge op de achtergrond

Voor en na de Eerste Wereldoorlog werkte Wolters veel in Engeland, in de graafschappen Cornwall en Yorkshire in het bijzonder. Een andere favoriete schilderplek was Londen, aan de oevers van de rivier de Theems. Hij schilderde er vele gezichten van de Theems, met soms ook een Londense brug op de achtergrond. Op een van zijn doeken maakt de iconische Tower Bridge deel uit van het decor. (Zie fig.3)

TOWER BRIDGE

In de tweede helft van de negentiende eeuw leidde de economische ontwikkeling van het East End van Londen tot de aanleg van een

nieuwe verkeersbrug over de Thames. Vanaf 1877 boog een Special Bridge and Subway Committee zich over de vraag hoe die brug vorm te geven. In 1884 besloot men tot de bouw van een basculebrug. Vijf grote aannemersbedrijven waren bij de bouw betrokken, met in totaal 432 werklieden. Sir John Wolfe Barry was hoofdingenieur en Sir Horace Jones de architect. De verlangde doorvaartwijdte stelde men op 61 m, de doorvaarthoogte op 41 m. Als stijlwijs stond 'Gotisch' vermeld. Twee basculebruggen van elk 1.000 ton verreezen tussen magistrale torens van 65 m hoogte. Aan beide zijden kwam een

hangbrug naar een lagere toren. De totale lengte van de brug belooft daarmee 240 m. Rivierpijlers van ongeveer 17.000 ton beton funderen de hoofdtorens. De staalconstructie van de torens is bekleed met Portlandsteen en graniet uit Cornwall. Na het overlijden van de stadsarchitect Jones in 1887 nam George D. Stevenson het werk over. Onder zijn leiding kreeg de afwerking meer stijlelementen van wat de Engelsen 'Victorian Gothic' noemen. Het bracht de brug in ieder geval voor het oog in harmonie met de aan de noordzijde nabijgelegen Tower of Londen, waar de brug zijn naam aan ontleent.

Hij schilderde er vele gezichten van de Theems,
met soms ook een Londense brug op de achtergrond

EXHIBITION

De 44 m boven de rivier (bij hoogwater) gelegen voetpaden tussen de torens (zie fig. 4) van de brug zijn sinds 1982 deel van de Tower Bridge Exhibition. Daarvoor waren ze maar liefst zeventig jaar gesloten omdat ze zich hadden ontwikkeld tot plekken waar prostituees en zakkenrollers actief waren. De Exhibition bevindt zich verder in de torens en in de Victoriaanse machinekamers en vertelt aan de hand van films, foto's en voorwerpen de geschiedenis van de brug. In de machinekamers bij de zuidelijke opgang tot de brug staan nog steeds de oorspronkelijke stoomwerken alsmede delen van de oude hydraulische machinerieën (zie fig. 5). Bijzonder aan de oorspronkelijke aandrijving was de op zwaartekracht functionerende energieopslag. Sinds 1974 wordt de brug nog altijd hydraulisch aangedreven, maar nu met elektrisch aangedreven pompsystemen.

Vroeger waren er nogal wat signaleringen in gebruik om aan te geven dat de brug ging openen. Overdag gebeurde dat met semaforen met rode tekens of met een bel. 's-Nachts werkte men met groene en rode lichten. En bij de legendarische Londense mist klonk er bovendien een luide gong. Deels zijn deze systemen nog te bewonderen in het brugmuseum.

In 2019 passeerden 40.000 personen de Tower Bridge (auto's, fietsers en voetgangers); de brug opende 725 keer. De Bridge House Estates, een trust(fonds), beheert vijf Londense bruggen waaronder Tower Bridge. Schepen hoeven niet voor de passage te betalen.

ANEKDOTES

De geschiedenis van de brug bevat ook tal van bijzondere anekdotes. Zo was in 1952 een Lijn-78 dubbeldekker al een eind op weg naar het midden van de brug toen deze openging. Per ongeluk had de bel niet geklonken en de hekken waren ook niet gesloten. De chauffeur Albert Gunter nam een kloek besluit en gaf plankgas. Na een zweefvlucht over een gat van 0,91 m en een val van 1,8 m op het nog lage, noordelijke wegdek stond de bus weer op de wielen. Niemand was ernstig gewond en Albert kreeg een beloning van maar liefst £ 10,- voor zijn heldendaad!



4 Voetpad

In 1977 wilde de Amerikaanse president Bill Clinton de brugpassage nemen. De president was iets te laat vertrokken van het restaurant 'Le Pont de la Tour' waar hij met premier Tony Blair had geluncht. Het zeilschip Gladys was echter wel op de afgesproken tijd aanwezig en de brugwachter opende voor haar volgens schema de brug. Het voorste deel van de presidentiële colonne was toen al aan de andere kant. Bill Clinton, waarschijnlijk in 'The Beast', stond voor een open brug. Voor hem – en voor de beveiliging – een zeldzaam oponthoud!

Tot slot, Wolters' schilderij van de rivier de Theems met de Tower Bridge op de achtergrond hangt in het Museum Flehite in Amersfoort. Daar is het in al zijn glorie te zien.

DE STICHTING

De 'Stichting Vrienden van de schilder H.J. Wolter' is opgericht in 1992. Bij de oprichting heeft de Stichting zich ten doel gesteld de bekendheid van het werk van Hendrik Jan Wolter te vergroten. De Stichting beschikt over het auteursrecht op de werken van Wolter en heeft tijdens haar bestaan verschillende publicaties over het werk van de schilder ondersteund.

Met dank aan: Wolter Wefers Bettink, Olga van der Klooster

BRONNEN

M. Jager, R. van der Linde-Beins, Op reis met Hendrik Jan Wolter, 1873-1952, Catalogus bij de gelijknamige tentoonstelling in Museum Flehite, Amersfoort 2010.

K. de Poel, Hendrik Jan Wolter, Schilder van licht en kleur, Zwolle 1992.

www.towerbridge.org.uk

www.hjwolter.nl

www.rkd.nl (hjwolter.rkdstudies.nl)

5 Aandrijving brug



ONTWERP DANIËL DEN HOEDBRUG GEGUND



Willemsbrug

De ontwerpersselectie voor de nieuwe Daniël den Hoedbrug in Rotterdam is gewonnen door ontwerpbureau wUrck. Dat is op 22 september door de gemeente Rotterdam bekend gemaakt. wUrck is inmiddels samen met het ingenieursbureau Rotterdam begonnen aan het maken van het definitief ontwerp voor de 100 meter lange loopbrug die het Erasmus MC zal verbinden met de wijk Coolhaven.

CONTEXT EN ONTWERPVRAAG

Ten westen van het Erasmus MC in Rotterdam wordt woningbouwproject Little C gebouwd. Onderdeel hiervan is het Familiehuis Daniël den Hoed, een plaats waar familieleden van

kankerpatiënten tijdelijk kunnen verblijven. Aan de andere kant van de weg ligt het Erasmus MC. (Fig.2) De gemeente Rotterdam wil deze twee verbinden met een loopbrug over de drukke 's-Gravendijkwal heen. In

januari werd een uitvraag aan architectenbureaus gedaan, waarna drie bureaus werden uitgenodigd om een schetsontwerp te maken.



2 Bovenaanzicht, links 'Little C', rechts 'Erasmus MC'

ONTWERP

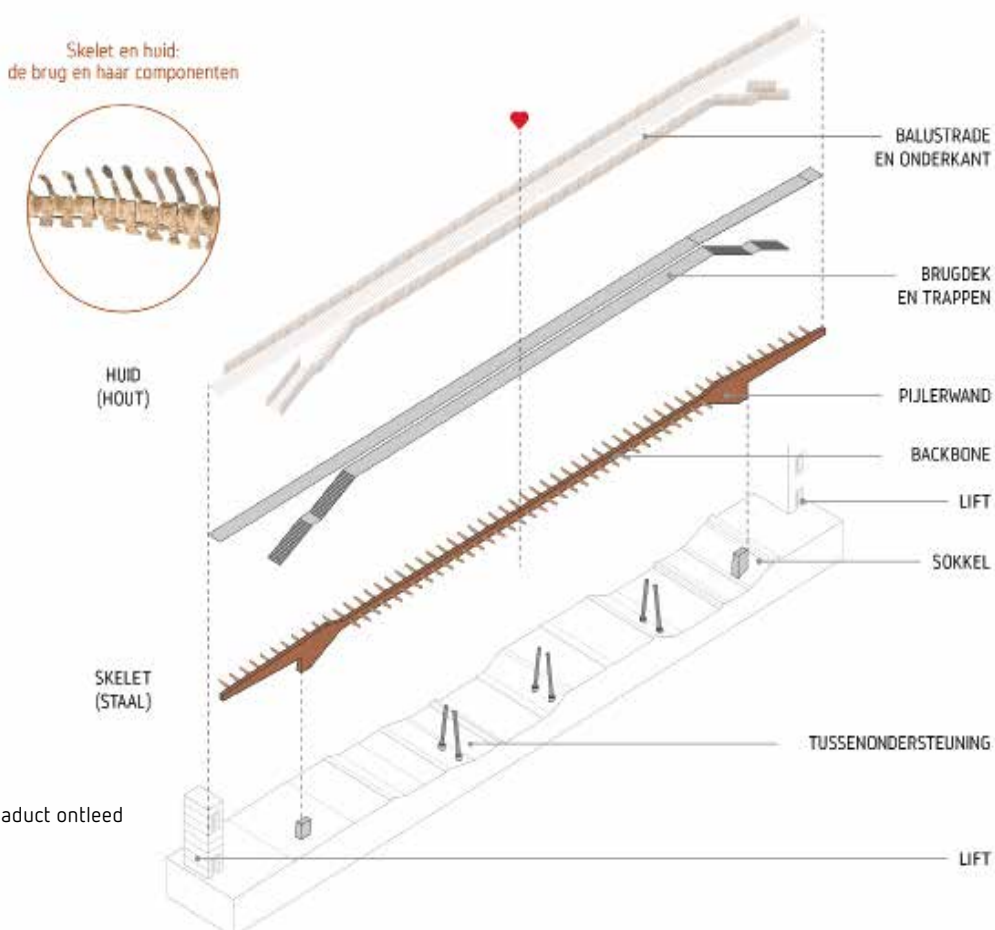
De Daniël den Hoedbrug bestaat uit een doorlopende stalen constructie op vijf steunpunten (zie fig 3). De buitenste twee pijlers zijn naar boven toe verbreed en dragen tevens trappen. Aan de buitenzijden loopt het brugdek daarnaast door richting twee liften (waarvan de lift bij Little C in pandig is). De hoofddraagconstructie wordt gemaakt van weervaststaal, de steunpunten van beton.

De gemeente vroeg om een eenvoudig ontwerp dat rekening houdt met de monumentale status van de 's-Gravendijkwal. (Zie fig. 4) De brug moet twee verschillende buurten (een woonbuurt en een ziekenhuisomgeving) verbinden en zo deel uit maken van de looproute van het Museumpark tot aan het Coolhavenpark. Daarnaast is ook de context van de toekomstige gebruikers van belang: dit zullen onder andere familieleden van patiënten van het Erasmus MC zijn, die in moeilijke tijden over de brug lopen. Daarnaast heeft het ontwerpteam gekozen om de natuur als extra factor in het ontwerp te integreren. Op dit manier ontstond een veelgelaagd brugontwerp (zie fig. 3).

De eis van de Rotterdamse welstandscommissie was met een ingetogen ontwerp te komen, dat respect toont voor de 's-Gravendijksewal. Dit is gedaan door een eenvoudige horizontale lijn te maken en de houten balustrades aan de onderzijde te laten doorlopen, waar ze zichtbaar zijn voor automobilisten. Door het inzetten op de natuur heeft de brug desondanks een eigen

karakter gekregen. Allereerst is de aankleding en balustrade van de brug van ongecoat accoyahout. Daarnaast worden ook ecologische functies in de brug verwerkt. Zo zullen er nestkasten voor vleermuizen worden opgehangen, waar deze de dag kunnen doorbrengen. Daarnaast worden ook kasten voor vogels in de brug geïntegreerd. De zijwanden van de brug zullen geperforeerd worden om bijen de kans te geven hier makkelijk in te nestelen. Zo moet de brug als een hotel voor trekkende bijenvolken gaan dienen (zie fig. 7, blz 30).

De draagconstructie is een stalen koker die continu doorloopt. Deze draagt naar de zijkant uitkragende liggers die het dek dragen, in het midden aan beide kanten, aan de buitenzijdes aan één kant. Bij de trappen aan de uiteindes van de brug wordt de kokerligger zichtbaar en gaat hij over in een pijlerwand. Het doel hiervan is de brug goed in de omgeving te verankeren en zo gebruikers meer uit te nodigen om erop te lopen. Zowel de liftschacht aan de ene zijde als de gevel aan de andere zijde ondersteunen de brug niet. Dat betekent dat de brug aan beide uiteindes uitkraagt, tot wel 13 meter.



3 het viaduct ontleed



4 eenvoudig ontwerp dat rekening houdt met de monumentale status van de 's-Gravendijkwal.



5 Toegang tot familiehuis Daniel den Hoed in 'Little C'

Met name voor dynamische belasting (trillingen) is dit een constructieve uitdaging, die door de extra hoogte van de ligger moet worden opgelost. De hele brug is demontabel ontworpen om deze extra duurzaam te maken.

De brug zal mede gebruikt worden door mensen die van het Familiehuis naar het Erasmus MC lopen. Zij zullen vooral in moeilijke tijden over de brug gaan. Eén van de doelen van het ontwerp is daarom betekenis te geven voor de logees van het familiehuis. Hiervoor is samengewerkt met de Rotterdamse dichter Rien Vroegindewey, die hierover een gedicht heeft gecomponeerd. Dit is geen doorlopend gedicht, maar een verzameling woorden die de levensloop van de mens moet weergeven. Zo wordt een verhaal van hoop, moed, herstel en verdriet verteld. Deze dichtregel zal op de bovenzijde van de kokerligger komen te staan. Een ander visueel kenmerk van de brug is het portret van naamgever Daniël den Hoed, één van de bekendste oncologen uit de Nederlandse geschiedenis. Zijn beeltenis zal aan beide uiteinden in de zijkant van de pijlerwand worden geplaatst (zie fig. op blz. 27).

De brug zal mede gebruikt worden door mensen die van het Familiehuis naar het Erasmus MC lopen.

WEDSTRIJD EN TOEKOMST

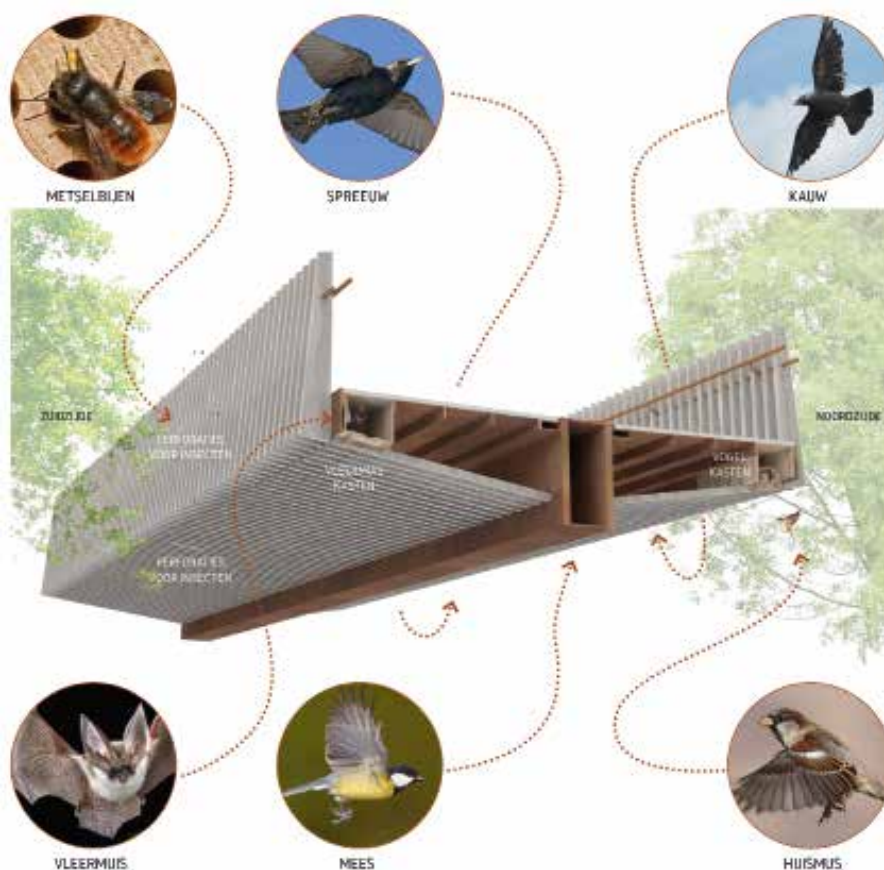
Nu wUrck uitgeroepen is als winnaar van de ontwerpselectie, kan het bureau verder werken aan het ontwerp. Eerst zal de brug verder uitgewerkt worden tot een volwaardig Definitief Ontwerp. Dit zal samen met het

Ingenieursbureau Rotterdam gedaan worden. Het is de verwachting dat het DO, samen met een bestek, ongeveer een jaar in beslag zal nemen. In 2022 kan dan de aanbesteding beginnen, waarna in 2023 de bouw van de brug kan starten. Deze data zijn natuurlijk

onder voorbehoud. Zo is de start van de bouw ook afhankelijk van sloopwerkzaamheden bij het Erasmus MC, welke in 2023 gereed moeten zijn.



6 Brugdek met dichtregel



7 Ecologische voorzieningen



CIRCULAIRE JONGEREN CHALLENGE

Kan de Van Brienenoordbrug een tweede leven krijgen als nieuwe trainingslocatie voor BMX en skateboarden richting de Olympische Spelen? Of zijn er nog andere mogelijkheden?

Nederland staat voor grote opgaven in de infrastructuur. Zo zijn er bijvoorbeeld duizenden bruggen die het einde van hun levensduur naderen. Daar moeten we iets mee. Hoe past circulariteit in deze complexe opgave? Hoe pak je dit aan?

In deze challenge staat één brug centraal. En niet zomaar één. Het kan bijna niet anders of je bent er zelf wel eens overheen gereden: de Van Brienenoordbrug!

Voor de Van Brienenoordbrug staat een grote opknapbeurt gepland. De boogbrug richting Dordrecht wordt vervangen door een nieuw exemplaar. We vragen je 'out of the box' te denken voor wat betreft de mogelijkheden! Kan de oude boogbrug bijvoorbeeld worden hergebruikt in een skatepark of in een gebouw? Hier hebben wij jullie voor nodig. In samenwerking met Jonge Geesten®, de Bouwcampus en Platform WOW, dagen wij young professionals uit om met creatieve, maar tegelijkertijd realistische oplossingen te komen op deze vraag. Op 13 januari 2021 is de aftrap op de Infratech.



Ben jij zo'n jonge professional of student (18-30 jaar) die wel houdt van een uitdaging? Doe je mee? Meld je aan voor de aftrap op de Infratech op 13 januari via info@debouwcampus.nl.

Vragen?

Stuur ons gerust een e-mail of bel ons!
Maxime.dejonge@debouwcampus.nl
 +3163 6084 594



Nederland staat voor grote
opgaven in de infrastructuur



Team APEX

RECORDPOGING KRATTENBRUG STUDENTEN TU-DELFT

Een krat kan gezien worden als een groot Legoblokje en lijkt daarmee op het eerste oog ontzettend geschikt om mee te bouwen. Diverse kunstenaars maken er de meest prachtige objecten van – kijk naar het 'Biertje?' van Heineken – om zo de aandacht van passanten te trekken. Wij Civieler? Wij bouwen er bruggen mee!

TEAM APEX

De competitie voor de langste brug begon als een grap voor het lustrum van de studievereniging voor Civiele Techniek in Delft, 'Het Gezelschap Practische Studie', maar is door de jaren heen uitgroeid tot een landelijke strijd met bijbehorende regels

voornamelijk tussen de universiteiten van Delft en Eindhoven. De meest recente bruggen zijn de Delftse Pontifex -in 2015 behaalden zij voor de Aula een overspanning van 22,15 m– en het huidige Brabantse record van 26,29 m.

De reglementen zijn simpel: bouw een krattenbrug die één uur lang op zichzelf kan blijven staan en waarbij het gebruik van tie wraps, ducttape, spanbanden of permanente ondersteuningsconstructies uit den boze is. Vergeleken met de allereerste brug is de vorm steeds meer geoptimaliseerd. Waar de



Drukboog

eerste constructies bestonden uit driescharnierspanen, nu wordt bij de nieuwste bruggen gebruik gemaakt van een zogenaamde drukboog. Aan beide kanten van de boog worden grote, zware torens van gevulde kratten geplaatst waarmee de spatkrachten opgenomen worden. Doordat de torens naar elkaar toe gedrukt worden door middel van vijzels zal de boog loskomen van zijn ondersteuningsconstructie en zo de daadwerkelijke overspanning vormen.

DRUKBOOG

Bij het ontwerp wordt teruggegrepen op de basis van de constructiemechanica, de grafostatica, waarmee de ideale druklijn wordt bepaald waarop de doorsneden worden aangepast. In een iteratieproces wordt geconvergeerd naar de ideale drukboog. Dit alles is verwerkt in een Pythonscript waarmee wij dit proces konden automatiseren. Deze methode stelt ons echter niet in staat om vervormingen mee te nemen. Daarvoor hebben wij gebruik gemaakt van het eindige elementprogramma Diana. Door elke doorsnede te modelleren als een blok en daartussen een niet-lineaire interface aan te brengen, kan worden gerekend met overgangen die geen trekspanning kunnen opnemen. Een complexe modellering die numeriek lastig stabiel bleek, maar ons uiteindelijk wel geholpen heeft in het verdere ontwerpproces en verificatie van de Pythonmodellen.

Voor het gebruik van dit soort complexere modellen is meer kennis nodig van het constructieve gedrag van de krat. De stijfheid bij de overbrenging via de nokken is het laagst. Daarom is besloten om in het Stevinlab in Delft een serie afschuifproeven te doen. De nieuwe kratten die hiervoor zijn

gebruikt, bleken visco-elastisch gedrag te vertonen. Dit betekent dat de verwachte vervorming, en dus zakking van de boog, tijdsafhankelijk is. Omdat wij alleen geïnteresseerd zijn in de zakking na één uur, de duur van de recordpoging, is er een secante modulus toegepast op de stijfheid na een uur, met daarover nog een kleine veiligheidsfactor.

De grootste uitdaging in het ontwerp, waar wij niet uitkwamen, is het bepalen van de meewerkende doorsnede. Het uiteindelijke traagheidsmoment van de doorsnede is een groot vraagteken. Afhankelijk van het toegepaste traagheidsmoment is de boog volledig stabiel of volledig instabiel. De waarheid zal ergens in het midden liggen.

Tijdens de bouw hebben we ontdekt dat niet iedere krat hetzelfde is. In het verleden heeft Heineken een groot aantal verschillende generaties kratten gebruikt, die niet allemaal dezelfde afmetingen hebben. De nieuwste generatie kratten is 229 millimeter hoog en de oudere generatie 225 millimeter. Uiteindelijk hebben we ervoor gekozen om

alle kratten te sorteren en in dezelfde doorsnede – één rij van kratten in de boog – alleen maar dezelfde generatie kratten te gebruiken.

Bij vorige krattenbruggen is de boog altijd van links naar rechts geconstrueerd, waardoor er dus eerst omhoog gebouwd wordt en later naar beneden. Vanwege de planning is dit erg lastig om uit te voeren. Daarnaast kan je maar met een beperkt team aan dezelfde doorsnede bouwen. De oplossing? Vanaf beide kanten bouwen! Dat betekent wel dat de kratten in het midden met de nokken tegen elkaar aan komen. We besloten daarom om van een tiental kratten de onderkanten af te frezen, waardoor de kratten perfect in elkaar passen en we besloten om het hele middenstuk, bestaande uit ongeveer 42 kratten, in één keer in zijn positie te hijsen.

ZONNEWARMTE

Misschien wel de grootste uitdaging van een krattenbrug is er voor te zorgen dat ruim 7000 kratten in één rechte lijn gebouwd kunnen worden. Een initiële scheefstand van enkele millimeters in het begin van de boog kan al snel oplopen tot tientallen millimeters in de top. Met een (laser)waterpas werd gecontroleerd of de individuele doorsneden 'recht' gebouwd zijn.

Een andere factor die invloed heeft op het recht bouwen, is het weer. De zon kan de brug eenzijdig opwarmen waardoor de kratten die hieraan bloot zijn gesteld, uitzetten en zo een bolling in de boog veroorzaken. Deze vervorming is na afkoeling niet uit zichzelf weer ongedaan gemaakt. Daarnaast stond de wind regelmatig zeer krachtig loodrecht op de brug waardoor deze een versterkende factor was op de uitwijking door de zon. Opvallend is de geringe hittebestendigheid van de kratten waardoor deze vervormd raakten door het gebruik van de spanbanden.



Affrezen van de onderkant

De reglementen zijn simpel: bouw een krattenbrug die één uur lang op zichzelf kan blijven staan.

VERVORMING DOOR TEMPERATUURVERHOOGING

Maar dan toch naar de recordpoging. De avond van 17 september 2020 zou de brug 60 minuten lang op zichzelf moeten staan, zodat het record geldig zou zijn. Velen denken dat het omlaag draaien van de steigers zo gedaan is, maar wij begonnen er zes uur vóór de poging al mee. Het was vrij stressvol: iedere kleine zakking in de steiger had een direct gevolg op het krachterspel in de brug en daarmee op het wel of niet slagen van de poging. De zakking ging vrij rustig en verliep vrij constant. De uiteindelijke vervormingen in het vlak verliepen perfect. Deze waren minder dan oorspronkelijk berekend en ook zakte de boog heel mooi symmetrisch weg. Echter die middag begonnen onderin, bij de geboorte van de boog, een aantal kratten sterk te vervormen. Dat zorgde ervoor dat de gehele boog een klein stukje naar één kant ging overhellen. We schatten toen in dat dit niet zo'n groot probleem zou zijn, omdat wij dachten dat de kratten over genoeg herverdelingscapaciteit zouden beschikken. Maar later bleek dat dit hetgeen was wat de brug de das om gedaan heeft!

En dan om 18h56, de parkeerplaats staat vol met vrienden en familie, de brug staat bijna los en de tijd kan ingaan, gebeurt het onverwachte: een luid gekraak, gevolgd door het uitknikken van de boog die vervolgens met grof geweld naar beneden komt zetten.

TWEDE POGING

En was dit het dan? Nou, nee. We zouden de APEX niet zijn als we bij de minste of geringste tegenslag bij de pakken neer zouden gaan zitten. Na een lange discussie de volgende dag werd er besloten een tweede poging te doen en op 25 september waren we hier klaar voor.

Om te zorgen dat de brug dit keer wel blijft staan, zijn er drie aanpassingen gedaan.

- 1 Het breder maken van de oplegging van de boog. De krat zelf bleek zeer anisotroop. Het breder maken van de voet van de boog (van één doorsnede in het eerste ontwerp naar vijf) zou tot een betere introductie van de krachten moeten leiden. Dit zorgde ervoor dat 33 kN aan dwars- en normaalkracht nu niet over een rij van drie kratten werd verdeeld maar over iets meer dan twintig.



Vervorming door temperatuursverhoging



Ingestorte brug

- 2 De eerste doorsnede van de boog met de toren werd ingeklemd waardoor de krachten herverdeeld zouden worden over de andere kratten in de oplegging. Steunberen voorkomen het omkantelen van de torens als de boog uitknikt.
- 3 Bij het vijzelen van de brug worden de twee torens naar elkaar toegeschoven om de speling uit de kratten te halen en ook voorspanning in de boog aan te brengen. Verder was onze verwachting dat door het zakken van de steigers de drukkracht vanzelf in de boog zou komen. Maar bij de eerste poging kwam de bovenkant van de eerste doorsnede los van de toren bij het zakken van de steigers, wat duidt dat er redelijk wat speling aanwezig was. Om dit te voorkomen hebben we beide torens 60 mm naar het midden geschoven; meer verplaatsing was helaas niet mogelijk omdat anders de boog tegen de steiger aan zou drukken.

Dan terug naar 25 september, de dag van de tweede recordpoging. Het weer was echt heel erg slecht om een recordpoging te doen. Het waaide erg hard en we wachtten op het precieze moment dat de wind zou gaan draaien en daarbij even zou gaan liggen. Dit gebeurde om 19h00, we zaten midden in het oog van storm Odette. Met slechts een paar uur om de poging te doen, werd de steiger

wederom helemaal gelijkmatig naar beneden bewogen. Waar bij het loskomen van het laatste plateau de vorige keer de gehele brug omviel, bleef deze dit keer helemaal staan. De brug stond op zichzelf!

HIJ STAAT! (VOOR EVEN!)

De tijd werd gestart. Ondertussen probeerden we de steiger onder de brug vandaan te rollen, iets dat op papier beter werkt dan in de praktijk met wieltjes die al vier weken stilstaan onder een steiger en kapot zijn geknikt. Na een kwartier besloten we op afstand te gaan kijken naar de langste krattenbrug ter wereld die helemaal op zichzelf stond. Het was echt een prachtig gezicht.

Na twintig minuten gebeurde er iets onverwachts: de top van de brug begon te roteren om zijn eigen as, een voorteken voor kipinstabiliteit. Dit werd erger en erger en na precies 27 minuten en 18 seconden gebeurde het weer, weer was kip uit het vlak het probleem. De brug viel weer om.

De logische vraag is dan: hebben jullie spijt van de poging? Nee, dat zeker niet. Op momenten dat het écht niet meer kan, moet je het altijd nog een keer proberen. En verder: misschien is het moment dat de brug helemaal op zichzelf stond, eigenlijk wel echt het allermooiste moment van ons avontuur!



Hij staat! (voor even!)

NATIONALE STAALPRIJS 2020

Elke twee jaar organiseert het staalbouwkundig Genootschap de Nationale Staalprijs in diverse categorieën, waaronder Infrastructuur, voor alle bestaande bruggen en viaducten uit binnen- en buitenland, maar dan wel met een Nederlandse inbreng.

Onder de inzendingen zijn er een aantal waaraan in ons blad al aandacht is besteed. Te denken valt aan:

- de Podiumbrücke uit Bocholt (D), zie nummer 2019-4;
- de Liniebrug, de netwerkboogbrug bij Nigtevecht over het Amsterdam-Rijnkanaal, zie nr 2018-4;
- de tijdelijke, beweegbare verkeersbrug N246, zie nr 2019-4. Deze brug is tevens genomineerd voor de 'Nationale Duurzaamheidsprijs Staal'.

Zo ook hebben we aandacht besteed aan de winnaar voor de Staalprijs 2020 in de categorie Infrastructuur, de Schuttebusbrug over het spoor in Zwolle (zie nr 2019-2). Het juryrapport spreekt van *"een heerlijke portie ingenieurskunst en uitvoeringsgeweld om het architectonische lijnenspel te waarborgen. Ondanks de dwang van spoormateriaal/-materieel, bovenleidingen en alles wat er ondergronds zit, siddert de busbrug natuurlijk door de lucht"*. Hieraan hebben ook de asymmetrisch geplaatste en sierlijk vormgegeven pijlers een bijdrage geleverd. Al met al beweringen waarin de redactie zich goed kunnen vinden. Als genomineerden in deze categorie zijn aangemerkt:

- de Joop van der Reijdenbrug, de asymmetrische draaibrug bij Katwijk, (zie nr 2018-3); De jury heeft bewondering voor de fraaie vormgeving, zoals de 'kompasnaald' als centrische ballast boven de brug, als voor het onzichtbare ingenieurs- en staalbouwerswerk in de inwendig toegepaste schotten en aandrijfwerken.

De Schuttebusbrug Zwolle



- de Lille Langebro-fietsvoetbrug uit Kopenhagen, een dubbele draaibrug van 160 m, door Nederlandse aannemers (TBI en Hollandia) gerealiseerd naar een ontwerp van een Londense vormgever (WilkinsonEyre) en constructeur (Happold). In gesloten stand zijn de twee draaiende delen in het midden momentvast verbonden, waardoor de brug aan slankheid kon winnen.

Bij de inzendingen viel de aanduiding 'Equiduct' op, een benaming voor een viaduct dat naast voetgangers, hoofdzakelijk door paarden, hun berijders en zelfs menwagens kan worden gebruikt. Een bijzondere benaming voor een trogbrug in een evenemententerrein, die tevens gedemonteerd kan worden om elders gebruikt te worden. Hij zou de eyecatcher vormen voor de toegangspoort van het 'WK mannen vierspannen' dat in september zou plaats vinden. Het viaduct zou verwerkt worden in één van de acht hindernissen. Aan dit equiduct wordt in dit nummer een extra artikel gewijd.

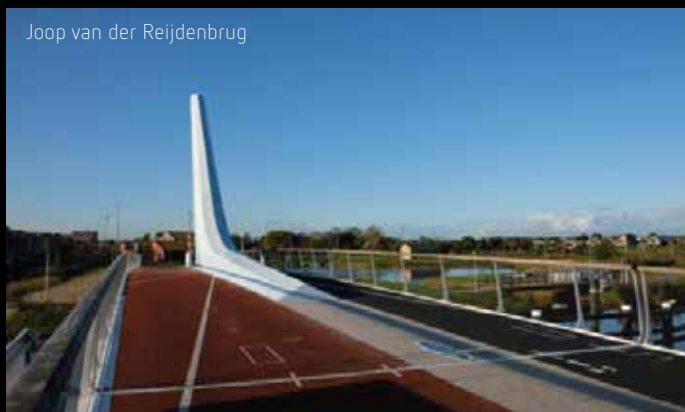
Een verkeersbrug uit Aduard is ook eer gedaan met een nominatie: de tafelbrug over het Van Starckenborghkanaal. Het is de derde brug over het kanaal dat met een steeds meer geoptimaliseerd 'Uitvoeringsgereed Ontwerp' is gerealiseerd.

De basculebrug in Donrijp over het Van Harinxmakanaal met zijn karakteristieke rode onderkant, aangebracht vanwege de herkenbaarheid, bevond zich ook onder de inzendingen. Zouden de lawaai problemen, waarvan wij in nr 2020-2 berichtten, de oorzaak zijn dat deze brug niet genomineerd is?

Wij complementeren de Vereniging 'Bouwen met Staal' met de organisatie van de Nationale Staalprijs omdat het zeker stimulerend werkt om mooie staalconstructies/bruggen te ontwerpen en te realiseren. We hopen van ganser harte dat de ontwikkelingen rond Tata Steel deze activiteit in de toekomst niet in de weg staat.



Joop van der Reijdenbrug





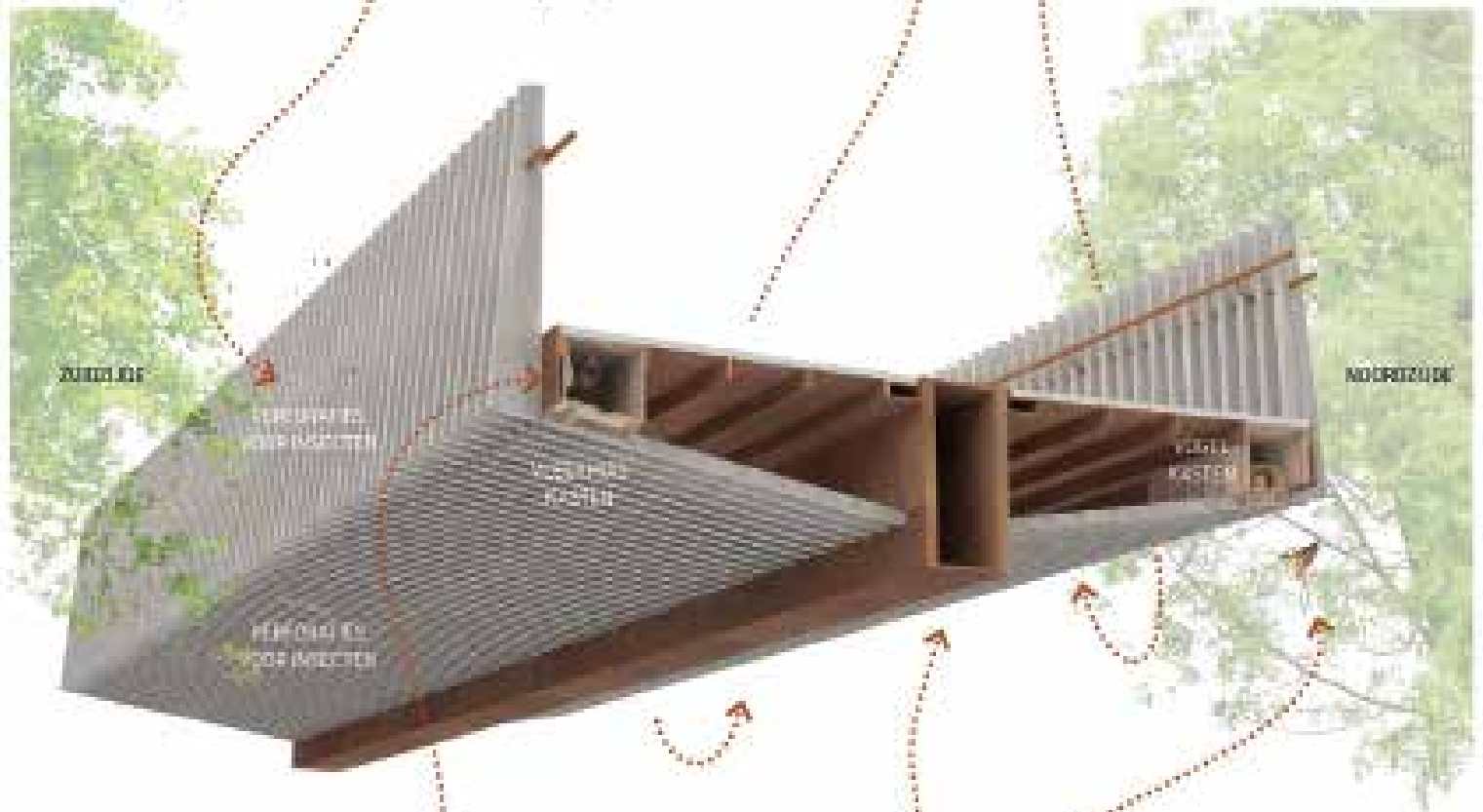
METSELBIJ



SPREEUW



KAUW



VLEERMUIS



MEES



HUISMUIS