

Nr.1 Jaargang 29
maart 2021

Bruggen



BRUGGENDAG 2021

Inhoud



4 DE NIEUWE POOLEYBRUG



10 DE NIEUWE 70 JAAR OUDE GEVLEBRUG AMSTERDAM



20 FIETSBRUG TEGENBOSCH – EINDHOVEN



24 DE ONTWERPFILOSOFIE VAN NEY & PARTNERS



30 TONDO



32 VERSTERKEN VAN BRUGGEN MET INTERNATIONALE KENNIS



34 HERSTELPLAN CHILEENSE CAU CAUBRUG



36 BY HET CIRCULAIRE BETONVIADUCT



40 DE TEES TRANSPORTER BRIDGE

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, 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

Fietsbrug Tegenbosch, Eindhoven
© Paul Poels video- en fotografie

OMSLAGFOTO ACHTERZIJDE

Tondo, Brussel
© Bas Princen

OPLAGE

1000
ISSN 1571-4586

VAN DE REDACTIE

FRED VAN GEEST

Op de vorige Bruggendag wierp het zijn schaduwen al vooruit: het dichtgaan van de Horeca en het verbieden van bijeenkomsten van personen. Wat wij niet konden bevroeden was dat er een tweede en derde golf van besmettingen zou optreden en dat het wel zo lang kon duren. Het virus kreeg ook een naam: Corona of Covid-19. Een ontwrichting van de maatschappij lag op de loer. Maar naast alle ellende gelukkig ook veel veerkracht en creativiteit om met deze rampzalige situatie om te gaan. En zo ontstond een enorme toename aan webinars, bijeenkomsten van meerdere mensen op afstand. De voordelen werden al snel naar voren geschoven: minder tijdsbesteding, minder verkeer, mogelijkheid van direct vastleggen van het gepresenteerde met daarbij mogelijkheid om na afloop alle vragen, desnoods na de uitzending, goed te beantwoorden. Blijft het gemis van het persoonlijk contact, de non-verbale signalen met betekenis.

En zo is ook de Bruggendag 2021 als een digitale bijeenkomst uitgevoerd en kan er naar worden teruggekeken. In het voorjaarsnummer van het blad BRUGGEN zijn in het verleden de diverse voordrachten als artikel gepresenteerd. Dat is nu een beetje overbodig: je kan de presentaties zo nakijken.

Toch zijn er een paar presentaties in dit nummer opgenomen, waarmee het gemak van het geschrift en de vormgeving een extra dimensie kunnen toevoegen aan het verhaal. Zullen we afspreken tot volgend jaar op de BRUGGENDAG? Ik hoop het van ganser harte!

Een aantal zaken worden steeds concreter: de plannen voor de renovatie en het plegen van groot onderhoud aan bruggen en viaducten krijgen steeds meer vorm. En daarnaast wordt het zodanig ontwerpen van bruggen, dat het hergebruik van onderdelen van bruggen meer en meer mogelijk wordt, steeds vaker gemeengoed.

Positieve lichtpunten in deze donkere tijden!



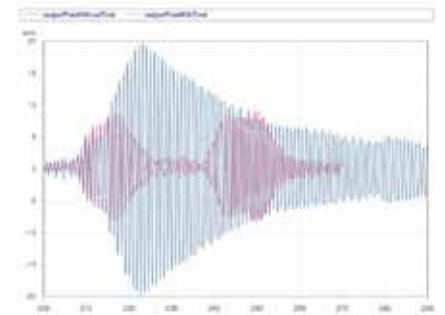
RECTIFICATIE

In het decembernummer zijn enkele onjuistheden geslopen, die belangrijk zijn om te herstellen:

blz. 4: De juiste benaming van de auteur is Marijn Laethem.

blz. 5: Het presentatie van het viaduct aan de Lindsedijk is verzorgd door Thijs van Roosbroeck (i.p.v. Marijn Laethem).

blz. 10: Figuur 8 moet vervangen worden door: →



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.



DE NIEUWE POOLEYBRUG

Laura Langridge, Héctor Beade-Pereda |
Knight Architects VK



↑ 1 Zijaanzicht van de Nieuwe Pooleybrug
© Tom McNally

→ 2 Historische Pooleybrug over de Eamont
© Peter McDermott

Het Engelse gehucht Pooley Bridge vormt de noordoostelijke toegangspoort tot het Lake District National Park, een UNESCO-werelderfgoedgebied met een uniek en liefelijk landschap in het noordwesten van

Engeland, ongeveer 130 km ten noorden van Manchester. Het dorp voorzag meer dan 250 jaar lang in een oversteekplaats over de rivier de Eamont via een in 1764 gebouwde, stenen boogbrug met drie overspanningen, die op de monumentenlijst is geplaatst en die een cruciale schakel vormde in het dagelijkse leven van het gebied. De historische Pooleybrug was niet alleen belangrijk als functioneel bouwwerk maar was ook een bron van identiteit en trots voor de gemeenschap van Pooley Bridge, die haar naam dankt aan de oversteekplaats.



De storm Desmond in december 2015 veroorzaakte uitzonderlijk hoge waterstanden die leidden tot ontgronding van de rivierpijlers en de uiteindelijke instorting van het hele bouwwerk. Dit was een vernietigend verlies voor de gemeenschap en hun gevoel van identiteit. De schok na de abrupte vernietiging werd gedeeltelijk verzacht door de installatie van een tijdelijke brug, drie maanden later, om een omweg van 16 km te vermijden, maar de voortdurende aanwezigheid ervan was ook een dagelijkse herinnering aan verlies en kwetsbaarheid.

PARTICIPATIE VAN BELANGHEBBENDEN EN ONTWERP

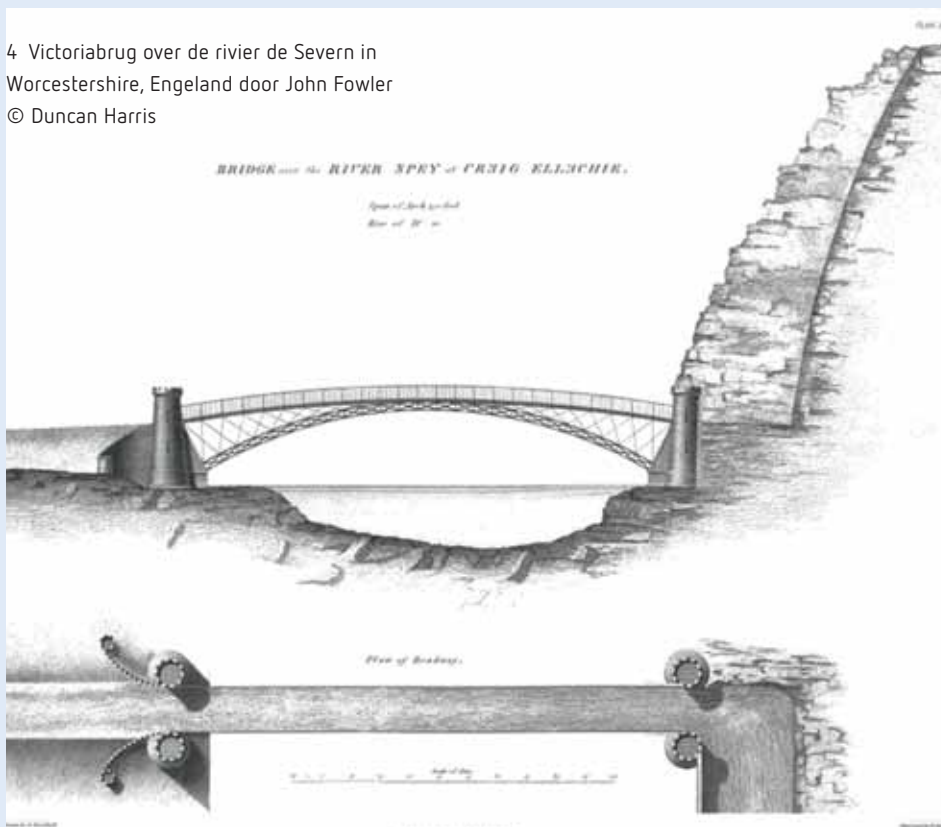
Brugspecialisten Knight Architects, in samenwerking met Mott MacDonald, werden medio 2017 door Cumbria County Council (CCC) aangesteld voor het conceptontwerp van een nieuwe brug en betrokkenheid van belanghebbenden. Het doel was om een overstromings- en toekomstbestendige brug te ontwerpen, die draagvlak heeft bij de lokale gemeenschap en die voldoet aan de huidige technische normen en de regelgeving van het Environment Agency (EA).

De nieuwe brug zal nauw verbonden zijn met de identiteit van het dorp - misschien wel voor de komende 250 jaar - en dus was het van vitaal belang dat de gemeenschap kon bijdragen aan het ontwerp. Knight Architects leidde een uitzonderlijke en zinvolle inspraakprocedure waarbij aandachtig geluisterd werd naar de gemeenschap en de aandacht gericht werd op hun gemeenschappelijke verwachtingen om zo tot een unaniem gedragen ontwerp te komen dat voldeed aan hun ambitie voor een nieuwe oversteekplaats van hoge kwaliteit.



3 Illustratie van Craigellachiebrug in Speyside door Thomas Telford

4 Victoriabrug over de rivier de Severn in Worcestershire, Engeland door John Fowler
© Duncan Harris



Dit proces omvatte verschillende overlegondes over de algemene ambities voor het project en verschillende ontwerpvoorstellen. Sommige reacties waren duidelijk, zoals de wens van een zo licht mogelijk bouwwerk dat uitzicht biedt op het prachtige landschap, dat elegant is en past bij het gebied. Andere meningen waren minder eenduidig: sommigen wilden een brug die zo veel mogelijk leek op de oude brug en anderen wilden een modern bouwwerk dat op zichzelf een nieuw herkenningspunt zou kunnen worden. Deze wensen werden zorgvuldig tegen elkaar afgewogen door gebruik te maken van de unieke locatie, het bruggenerfgoed in het Verenigd Koninkrijk en door nieuwe materialen en technologie te omarmen om tot een ontwerp te komen dat door de gemeenschap kon worden gesteund.

BRUGGEN ERFGOED

Het ontwerp dat op de laatste vergadering van belanghebbenden werd gepresenteerd, is opgesteld met verwijzing naar de geschiedenis van de 'Pooley Bridge'. De voorgestelde typografie met een boog van 40 m doet denken aan de historische Pooleybrug met drie bogen, maar verbetert wel de doorstroming van het rivierwater onder de constructie door de pijlers in de rivier weg te laten (een belangrijk punt van zorg voor de bewoners). Door het dek in het midden van de brug te verbreden (van 7,5 m naar 9,0 m) is er een ruimte toegevoegd waar gebruikers kunnen stoppen en van het uitzicht kunnen genieten. Dit lijkt sterk op de uitzichtplaatsen boven elke pijler op de oorspronkelijke brug, die een geliefd aspect waren van het oude ontwerp. Het nieuwe ontwerp maakt gebruik van elegante schoren die radiaal ten opzichte van de boog zijn geplaatst, als verwijzing naar de voegen tussen de blokken van de stenen boog.



5 Zijaanzicht van de Nieuwe Pooleybrug

© Tom McNally



6 De 'Overbrug' over de rivier de Severn door Thomas Telford

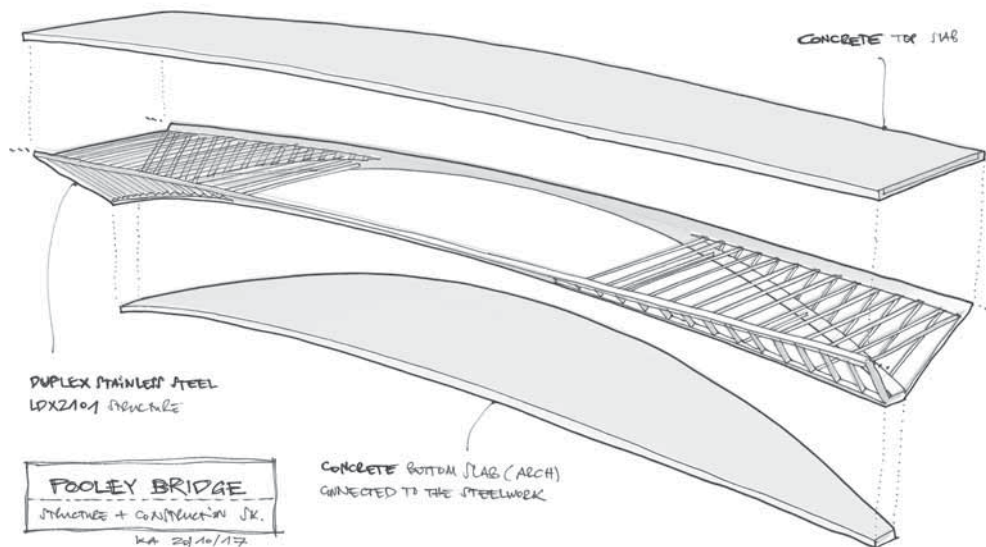
Het gebruik van steen in het ontwerp van de brug werd door velen gezien als een belangrijke verwijzing naar de historische brug waarnaar vaak werd gevraagd in de feedback die het ontwerpteam ontving. Geïnspireerd door het ontwerp van Thomas Telford voor de Craigellachiebrug in Speyside of de Victoriabrug van John Fowler, werden de landhoofden ontworpen met een lokale zandsteenbekleding (zo veel mogelijk vergelijkbaar met de oude brug) die het lichte, transparante karakter van de staalconstructie versterkt. Bovendien verwijzen de lichte verbindingskolommen naar het delicate vakwerk in het ontwerp van Telford, dat aan beide uiteinden van de boog een interessant en transparant element vormt.

De 'Overbrug' (zie fig. 6) over de rivier de Severn was ook nuttig om met de gemeenschap te communiceren over de manier waarop stenen bruggen die rond dezelfde tijd als de historische Pooleybrug werden gebouwd, niet noodzakelijk dezelfde klassieke uitstraling hadden als hun brug. Voor het nieuwe ontwerp van de Pooleybrug gelden qua vormtotaal soortgelijke criteria als voor het ontwerp van Telford, met inbegrip van de schuin aflopende zijvlakken en de taps toelopende onderkant van de brug.

INNOVATIEF ONTWERP

Het nieuwe ontwerp is niet alleen geworteld in de geschiedenis, maar maakt ook gebruik van de allerbeste, moderne bruggenbouwtechnieken. Dit is de eerste roestvaststalen verkeersbrug in het Verenigd Koninkrijk en is uniek wat betreft de gebruikte materialen, de manier waarop ze worden gecombineerd en de constructieve opzet.

De hoofdo overspanning van de brug is een combinatie van twee betonnen platen met een roestvaststalen 'exoskelet' (zie fig. 7, 8 en 9) dat met dwarsstangen is verbonden om een samengesteld geheel te creëren voor zowel boog als dek. Dit is een vrij geavanceerde benadering om een vorm te maken die licht en eenvoudig is - maar niet saai - en om een hulpmiddel te bieden bij de constructie door middel van het staalwerk dat uiteindelijk een integraal deel van de constructie wordt wanneer het met het beton wordt verbonden.



← 7 Schetsontwerp draagconstructie



8 Fabricage van het roestvaststalen exoskelet door M-tec (architectendivisie WEC-Group)
© WEC



De unieke constructieve opzet (zie fig. 7) omvat 7,5 m lange, verborgen uitkragingen (zie fig. 8) binnen de landhoofden om de horizontale component van de drukboog over te brengen op het dek, wat een traditioneel dek-boog uiterlijk oplevert, zonder de horizontale reacties over te brengen op het grondlichaam met een lage capaciteit (variabele glaciale bodem, minder geschikt voor heiwerkzaamheden).

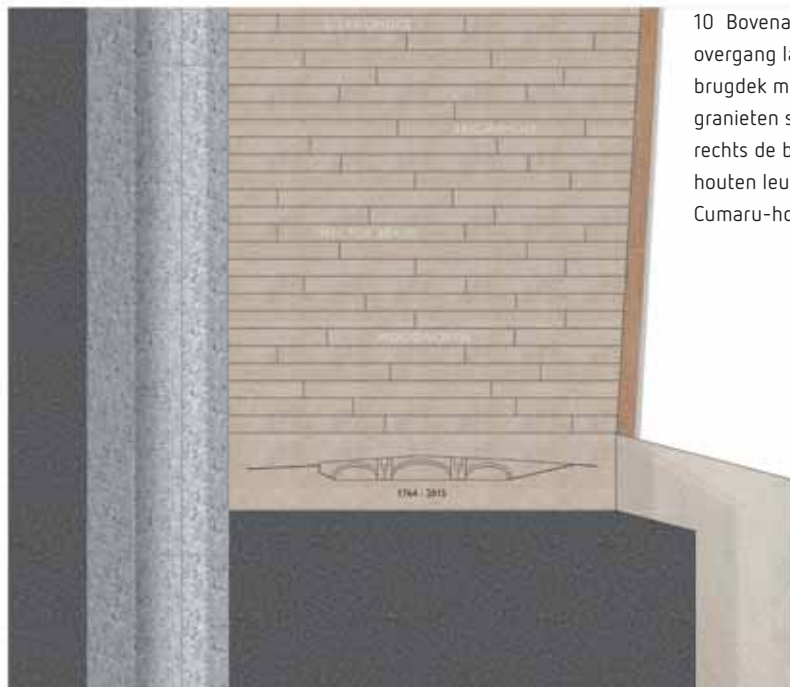
Het gebruik van 'Lean Duplex roestvaststaal' (LDX2101) maakt het mogelijk een brug te leveren die er weliswaar hedendaags uitziet,

maar net als de historische brug op natuurlijke wijze zal verouderen. Dit type roestvaststaal heeft een uitstekende duurzaamheid zonder dat er onderhoud nodig is en heeft ongeveer 20% meer treksterkte dan conventioneel staal, waardoor de brug zowel qua constructie als qua slankheid lichter kan zijn.

Het slanke ontwerp, mogelijk gemaakt door het hogesterkte roestvaststaal, minimaliseerde de hoeveelheid gebruikte materialen en de daarmee samenhangende CO₂-uitstoot. Het specifieke type staal dat is gebruikt, bevat 20% minder koolstof dan het wereldwijd gemiddelde van roestvaststaal, dankzij het gebruik van 85% gerecycled materiaal en koolstofarme energie op de productielocaties. Het staalwerk, zowel in de hoofdconstructie als in de balustrade, is onderworpen aan een slijp- en parelstraalproces om een gladde, homogene, matte afwerking te verkrijgen die de lasnaden deed vervagen en wat resulteerde in een afwerking die niet overdreven reflecterend is, maar die op subtiel wijze de tinten van het omringende landschap opneemt. De leuningstijlen zijn slank gehouden door de rol van voertuigkering te verplaatsen naar de voertuigkerende granieten stoepranden aan weerszijden van de rijbaan met één rijstrook. Hierdoor konden de leuningen zo licht en transparant mogelijk zijn wanneer ze van opzij worden bekeken.

Het resultaat is een brug die er slank uitziet, elegant opgaat in het landschap en waarvan het ontwerp de uiteenlopende wensen van de bevolking in evenwicht brengt.

9 Geometrie van de onderkant van de nieuwe Pooleybrug
© Tom McNally



10 Bovenaanzicht overgang landhoofd-brugdek met links de granieten stoeprand en rechts de balustrade met houten leuningregel van Cumaru-hout.



↑ 11 De hoofdoverspanning wordt op zijn plaats gehesen
© Eric Wright Civil Engineering en Cumbria Country Council)

↓ 12 Opening van de Nieuwe Pooleybrug
© Steve Barber)



REACTIE VAN DE DORPSGEMEENSCHAP

De tijd zal leren of deze brug net zo geliefd wordt als de oude brug, maar we kunnen nu al zien dat hij deel gaat uitmaken van de plaatselijke identiteit.

Er konden gegraveerde zandstenen klinkers worden aangekocht om de mensen de kans te geven een stukje van de brug te ‘bezitten’. Ongeveer 300 namen zijn in het voetpad van de brug gegraveerd (zie fig. 10) en de opbrengst van de verkoop gaat naar plaatselijke gemeenschapsprojecten. Aan beide uiteinden van de brug zijn drempelstenen met gravures van de oude brug en het nieuwe ontwerp aangebracht om

het verhaal van de Pooleybrug te vertellen. Het enthousiasme tijdens de bouwphase was duidelijk zichtbaar: veel bewoners volgden virtueel de spectaculaire installatie van de 290 ton wegende hoofdoverspanning met behulp van een 1.350 ton zware mobiele kraan, één van de grootste kranen in het land (zie fig. 11).

Plaatselijke bedrijven hebben producten vervaardigd om het nieuwe ontwerp te vieren, waaronder legpuzzels en een etiket van een plaatselijk geproduceerd biertje. De officiële opening van de brug in oktober 2020 was een vreugdevol evenement waarbij de brug, in echt Cumbriaanse stijl, door een kudde schapen werd geopend (zie fig. 12).

Met zijn klassiek moderne uiterlijk, zijn verandering van materiaalgebruik en doorzichtigheid tussen de hoofdstructuur en de landhoofden brengt de nieuwe brug hulde aan de rijke geschiedenis van het brugontwerp in het Verenigd Koninkrijk en maakt zij tegelijk gebruik van de beste nieuwe materialen en brugconstructie-technieken om te komen tot een doorzichtige en slanke structuur die past in zijn omgeving en is ingebed in de plaatselijke identiteit.



PROJECTGEGEVENS

Nieuwe Pooleybrug (2020) in Pooley Bridge, VK	
Opdrachtgever	Cumbria County Council
Vormgeving	Knight Architects
Hoofdconstructeur	Mott MacDonald
Constructeur van de aannemer	GHD Raadgevende Ingenieurs
Aannemer	Eric Wright
Staalfabrikant	M-tec (architectendivisie WEC groep)



13 Nieuwe Pooleybrug in het Lake District National Park
© Tom McNally



DE NIEUWE 70 JAAR OUDE GEVLEBRUG AMSTERDAM

1 Zicht op de Oostertoeegang
vanaf het IJ in 1930
© Beeldbank Gemeente
Amsterdam, Beentjes, 2019

Daan Alsem, Sander Jacobs, Myrte Post | Royal HaskoningDHV

ONTWERP UITGANGSPUNTEN

In maart 2001 liet G.J. Arends in het artikel in NBS-Nieuws 9 (voorloper van BRUGGEN) al weten dat “.. er vergevorderde plannen waren om de hefbrug de ‘Oostertoeegang’ op een andere locatie weer in oude glorie terug te plaatsen”, en zo geschiedde 19 jaar later, in 2020. Deze 70 jaar oude, iconische stalen hefbrug is nu als ‘Gevlebrug’ in het Houthavenproject in oude glorie hersteld en te bewonderen.

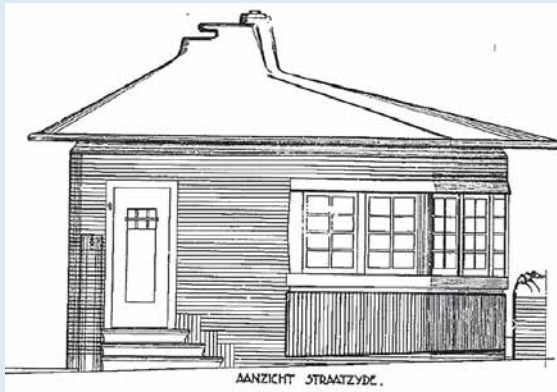
HEFBRUG DE ‘OOSTERTOEGANG’

De hefbrug ‘Oostertoeegang’ is in 1930 aangelegd vlak ten oosten van het Centraal Station Amsterdam in De Ruijterkade. Het water, genaamd Oostertoeegang, is de doorvaart naar de Gelderse kade of de doorvaart naar het Damrak vanaf het IJ.

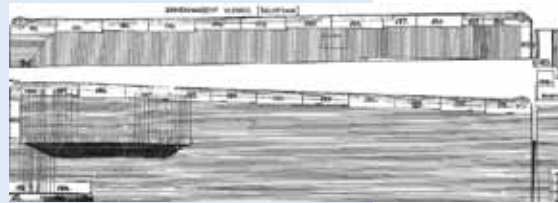
Zoals beschreven in [1] is de hefbrug een vervanging van de nog voor 1930 daar aangelegde draaibrug. De hefbrug ‘Oostertoeegang’ is een Piet Kramerbrug.



2 Aanzicht Brugwachtershuisje 1930
© Beeldbank gemeente Amsterdam



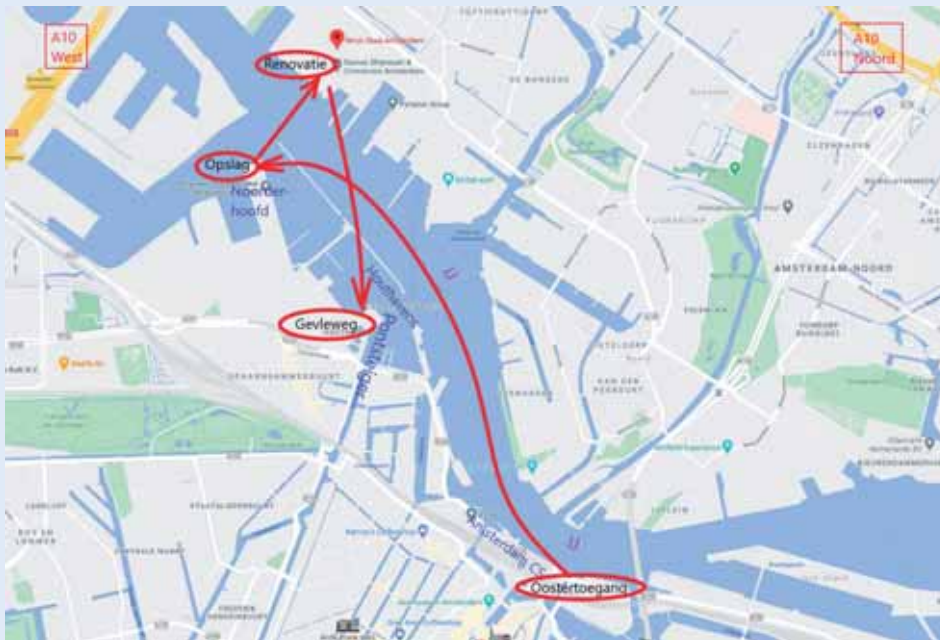
3 Kenmerkend brugwachtershuisje 1930
© Stadsarchief Gemeente Amsterdam



4 Natuurstenen
leuningfragment
© Stadsarchief Gemeente
Amsterdam



← 5 Vermelding
bouwjaar 1930
© Fotografische Dienst
Bouwkunde, TU Delft, [1]
Publicatie Arends G.J., NBS-
Nieuws 9, 2001 en Beentjes,
2020



6 Route van de hefbrug 'Oostertoegang
naar de Geveleg'

Piet Kramer geldt als 'den Bruggenbouwer van Amsterdam'. Kenmerkend is het brugwachtershuisje en de monumentale aankleding van de landhoofden en leuningen daarbij met natuursteen vormen van de beeldhouwer Hildo Krop [1].

In 2000 is door de Gemeente Amsterdam besloten om de brug te vervangen, maar vanwege de monumentale waarde, met de toezegging dat deze later elders weer teruggeplaatst wordt. Het brugdek, de vier heftorens, delen van het brugwachtershuisje, de natuurstenen onderdelen, de hekwerken en het hefmechanisme zijn zolang in opslag gegaan. Sindsdien heeft de brug de route afgelegd, als aangegeven in fig. 6.

MONUMENTALE WAARDE

De monumentale waarde is in 2016 vastgesteld in het Cultuurhistorisch rapport Oostertoegang (Brug 276) te Amsterdam door Ir. G.J. Arends [2] als volgt: "De combinatie van geklonken staal voor de brug en de heftorens, smeedwerk voor de hekwerken, graniet en donkere baksteen voor de borstweringen en het brugwachtershuisje, de forse witgeschilderde kozijnen gaven de brug een degelijk uiterlijk. De samenhang van de toegepaste materialen en de kwaliteiten ervan gaven de brug onmiskenbaar een voorname schoonheid."



7 Transport in 2000 van de Oostertoegang en
heftorens naar de opslag
© Archief Gemeente Amsterdam



De samenhang van de toegepaste materialen en de kwaliteit ervan gaven de brug onmiskenbaar een voorname schoonheid



8 Monumentale brugonderdelen en natuursteen in de opslag
Onderzoek opslagterrein Fosfaatweg, Royal HaskoningDHV, 2016

En ook:

“De brug vormt een belangrijke overgang voor wat betreft de uitbundigheid van de decoratie. Bijzonder bij deze brug is het gebruik van de hoofdligger als brugleuning, wat niet veel voorkomt.”

De opgave van de Gemeente Amsterdam is vanaf 2016 om op basis van deze monumentale waarde de Oostertoegang zo mogelijk als monument, in dit geval als vaste brug, te herplaatsen als onderdeel in de nieuwbouw van de Houthavens. Daarbij geldt de opgave zoals Arends schrijft:

“De configuratie van de brug, het brugwachtershuisje en de borstweringen met de hekwerken, dient een kopie te zijn van het oorspronkelijke concept. Daarbij is echter de aansluiting van het object op de nieuwe omgeving en omgekeerd van groot belang. Het oude object moet niet als een vreemde eend in de nieuwe omgeving worden gezien, maar daarmee harmoniseren. Dat vereist een zorgvuldig ontwerp van de aansluitende elementen.”

De aandacht moet dan uitgaan naar vooral de beide hoofdliggers, de verbindingen, het brugwachtershuisje, de borstwering, het hekwerk met zo veel mogelijk hergebruik van materialen of eventueel het zo goed mogelijk identiek namaken daarvan en ook in het geval van de vaste brug, het terugplaatsen van de heftorens en de staalkabels.

	Element	C.H.W.	Intr.W.
1	Natuursteen beeldhouwwerk	++	++
2	Natuursteen rechte elementen	++	+
3	Baksteen	++	+
4	Leuningen op natuurstenen dekzerken	++	+
5	Smeedijzeren hekwerk	++	++
6	Hang en sluitwerk (krabbelijzers?)	++	+
7	Hoofdliggers val	++	++
8	Dwarsdragers en langsliggers	+	±
9	Heftorens	++	+
10	Bewegingswerk en aandrijving	++	+
11	Afsluitherken	++	++
12	Raamkozijnen brugwachtershuisje	++	+
13	Houten dakconstructie brugwachtershuisje	+	+

C.H.W. = cultuurhistorische waarde

++ zeer hoge mate
+ hoge mate
± redelijke mate

Intr.W. = Intrinsieke waarde

++ zeer hoog; mag niet zomaar worden vervangen
+ hoog; mag indien nodig worden vervangen door 'identieke' elementen
± laag; mag worden vervangen door een gelijkvormige constructie

9 De Waardestelling van de onderdelen [2]

UITWERKING ONTWERP

De Gemeente Amsterdam heeft het besluit genomen om de Oostertoegang als Piet Kramerbrug, later genaamd Gevlebrug met

brugnummer 2430, als vaste brug terug te plaatsen in het plan Houthavens vanaf de Pontsteigergarage naar het Karlskrona-eiland.

De Gemeente Amsterdam heeft in het gemeenteblad [5] de brugnaam ‘Gevle’ toegelicht als verwijzing naar de voormalige houthaven in het Zweedse Gävle, waar Amsterdam honderden jaren geleden handel mee dreef. De brug ligt in de Gevleweg in de

Vanaf 2016 is de uitwerking van het ontwerp van de Gevlebrug gestart en stapsgewijs doorlopen van een schetsontwerp naar bestek, waarbij vanaf het begin nagegaan is in hoeverre de Oostertoegang herbouwd kon worden, zowel met betrekking tot de stedenbouwkundige inpassing in de nieuwe situatie, vanuit Monumentenzorg Amsterdam en vanuit technische afwegingen voor het kunnen dragen van de verkeersbelastingen. Alle opties daarbij waren daarbij nog mogelijk.

Een belangrijk punt daarbij was de ligging bij de Pontsteigerparkeergarage en een mogelijke integratie van de ingang van de garage met het brugwachtershuisje. Een alternatief was een vrijstaand brugwachtershuisje, mogelijk in gebruik als kiosk of andere bestemming.

Royal HaskoningDHV heeft samen met Obbe Norbruis Stedebouw & Advies en Kerste-Meijer Architecten, in overleg met het Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam en de afdeling Monumentzorg Amsterdam, het eerste schetsontwerp voor de nieuwe Gevlebrug opgesteld. Kerste-Meijer Architecten verzorgde daarbij het bouwkundig ontwerp van het brugwachtershuisje en het natuursteen vanuit de Gemeente Amsterdam. In het schetsontwerp zijn verschillende opties A t/m D voor herplaatsing uitgewerkt (zie fig. 12 t/m 15):

- A 'Oorspronkelijk en nauwgezet naar Kramer, met zoveel mogelijk dezelfde positionering, maatvoering en vormen en materialen. Het brugwachtershuisje in dezelfde positie aan de IJ-zijde als destijds, met aan de andere zijde van de brug de ingang van de parkeergarage.
- B 'Gereconstrueerd nauwgezet naar Kramer', met wel dezelfde vorm en materialen, maar andere positionering van het Brugwachtershuisje, bij de ingang van de Parkeergarage Pontsteiger.



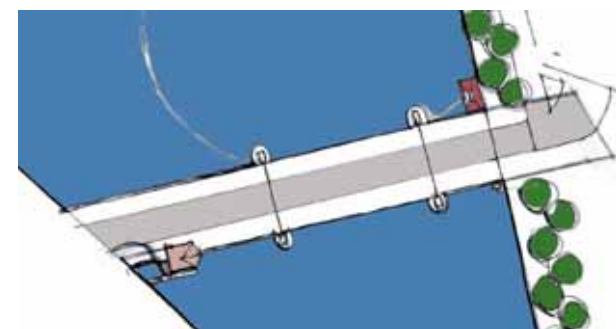
10 De voormalige Gevleweg langs de Spoorweghaven in de oude situatie van de Houthavens
© Fragment van de kaart van Amsterdam, 5^e uitgave door N.V. Cartographia en H. van Dielenà#160;
#38, 1939-1940

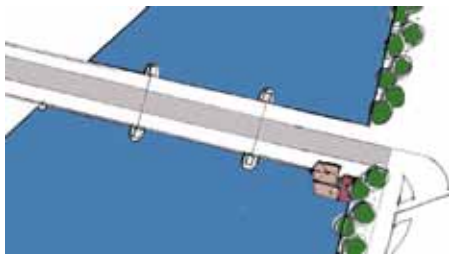


↑ 11 Herbouw Piet Kramerbrug (Brug 276)
in de vernieuwde Houthaven

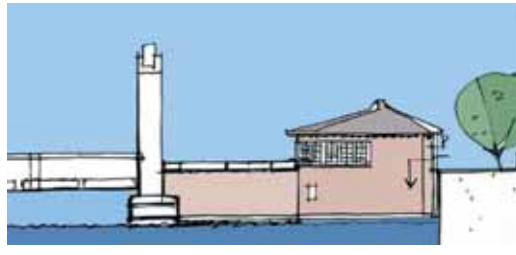
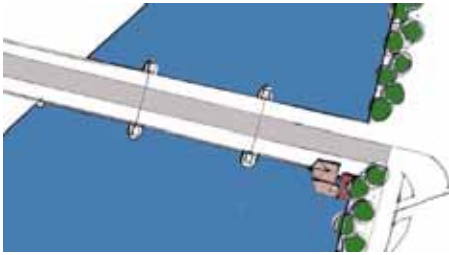
12 Schetsontwerp A - Oorspronkelijk

© Royal HaskoningDHV, 2016

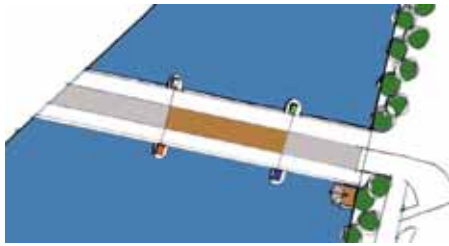




13 Schetsontwerp B - Nauwkeurig



14 Schetsontwerp C - Vrij



15 Schetsontwerp D. Follie

↙ ↘ 16 Zicht vanaf de brug op het brugwachtershuisje, geïntegreerd met de entree van de Pontsteigergarage

© Kerste-Meijer Architecten, 2018

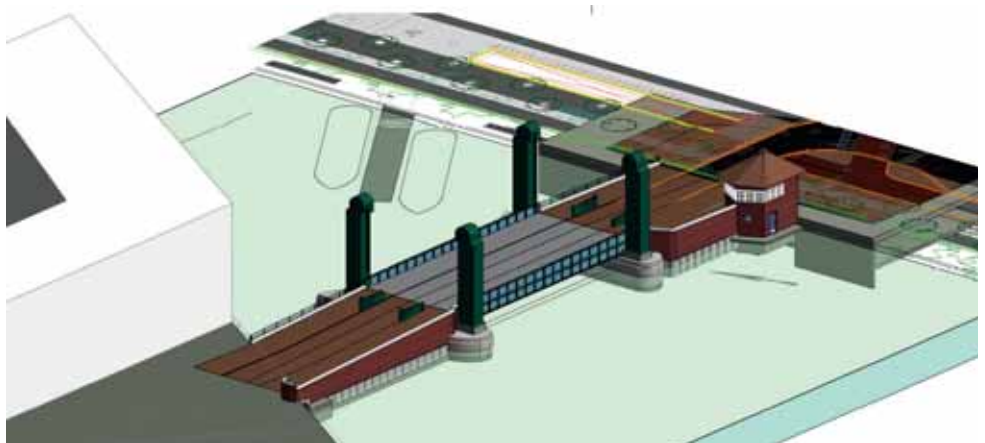
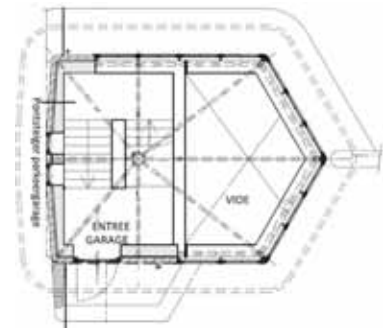
C 'Aangepast vrij naar Kramer', als bij B. maar nu met een vergrote Brugwachtershuisje, conform het ontwerp Kerste-Meijer Architecten, in combinatie met de ingang Parkeergarage Pontsteiger.

D 'De constructivistisch follie naar Kramer', met afwijkende kleuren en afwijkend brugwachtershuisje, zonder monumentenstatus.

Vanuit Stedenbouwkundige afwegingen is uiteindelijk een combinatie van optie B en optie C uitgewerkt:

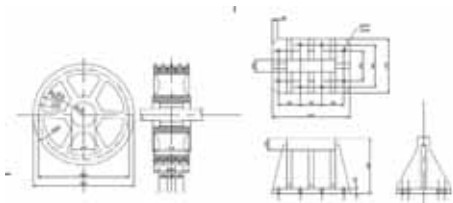
- de ligging van het brugwachtershuisje is als bij optie C;
- de entree van de Pontsteigergarage is volledig geïntegreerd in het brugwachtershuisje als bij optie C;
- de afmetingen daarvan zijn als in optie B en zijn daarmee ongewijzigd ten opzichte van de oorspronkelijke situatie in 1930.

Het doel daarbij was om, indien mogelijk, de monumentstatus te behouden door de vorm, afmetingen en materialen zoveel mogelijk oorspronkelijk te houden, met zoveel mogelijk hergebruik van materialen en



17 Uiteindelijk ontwerp Gevelebrug tussen het Karlskrona-eiland (l) en de Pontsteigergarage (r)

© Voorlopig Ontwerp, Royal HaskoningDHV, 2017

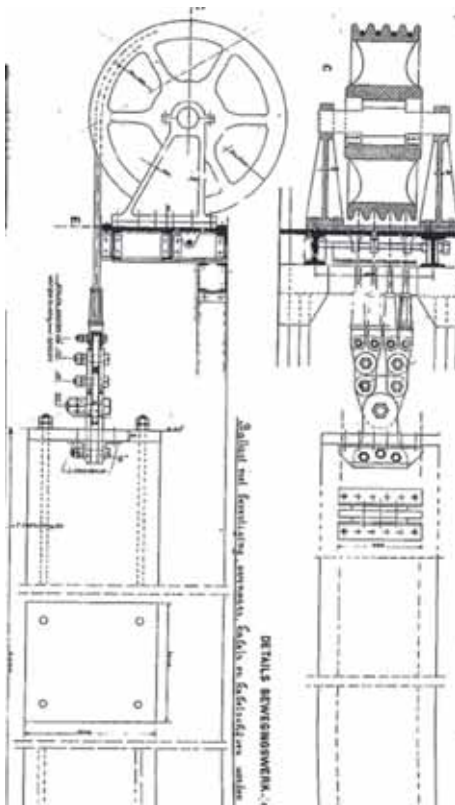


↑ → 18 Hergebruik onderdelen wiel heftoren en stalen oplegging hoofdliggers

© Royal HaskoningDHV, 2017

onderdelen, vooral het brugwachtershuisje, de natuurstenen leuningen, de heftoren en het val. Ook zijn de niet-direct zichtbare, losse onderdelen van de heftoren als de ophanging van de kabels en de gewichten en de stalen oplegging van de hoofdliggers zoveel mogelijk hergebruikt.

Gezien de slechte staat van het oorspronkelijke val van de Oostertoegang zijn constructieve herberekeningen uitgevoerd om na te gaan hoeveel van het stalen val van de oude brug nog herbruikbaar was. De dwarsdragers, hoofdliggers en alle verbindingen zijn volgens de huidige normen en Bouwbesluit nagerekend. Het staal van het val is daarbij onderzocht op corrosie en treksterkte, evenals de staat van de klinknagels en op chroom en zware metalen.



Het houten voetgangersdek moest in elk geval geheel vervangen worden. De stalen dwarsdragers en hoofdliggers waren naar verwachting nog herbruikbaar. Door de brug

te ontwerpen met een verhoogde scheiding van de rijbaan voor fietsers en auto's met het trottoir voldeed het stalen val, na grondige renovatie, nog juist als verkeersbrug. De dwarsdragers en de hoofdliggers blijven behouden, maar er komt een geheel vernieuwd stalen dek voor zowel voetgangers als voor het fiets- en autoverkeer. Het nieuwe stalen dek is daarbij uitgevoerd als staalplaat met trogliggers.

De stalen heftoren met de vaste ophangkabels konden worden teruggeplaatst, evenals de metselwerk leuningen en landhoofden met zoveel mogelijk oorspronkelijk natuursteen. Ook de beweegbare hekwerken konden als vaste hekken worden teruggeplaatst. Het oorspronkelijk bewegingswerk is niet meer in gebruik, maar wel nog behouden. Het plan is om deze in de kelder van het brugwachtershuisje te plaatsen, zodat deze zichtbaar blijft vanaf het trappenhuis in de entree van de parkeergarage. Het brugwachtershuisje, dat dienstdoet als toegangspoort voor de parkeergarage in de pontsteiger, is constructief volledig los van de Pontsteigeringang uitgevoerd. De tijdelijke glazen toegang die aan de entree van de Pontsteigergarage was gebouwd, is verwijderd nu de entree onderdeel is van het brugwachtershuisje. Door deze constructies volledig onafhankelijk te houden door de bouw van de Gevlebrug en het brugwachtershuisje, zijn er geen aanvullende belastingen op de bestaande Pontsteigergarageconstructie en is daarmee ongewenste beïnvloeding op de garageconstructie voorkomen.



19 Hergebruik stalen val, dwarsdragers en te vervangen voetgangersdek

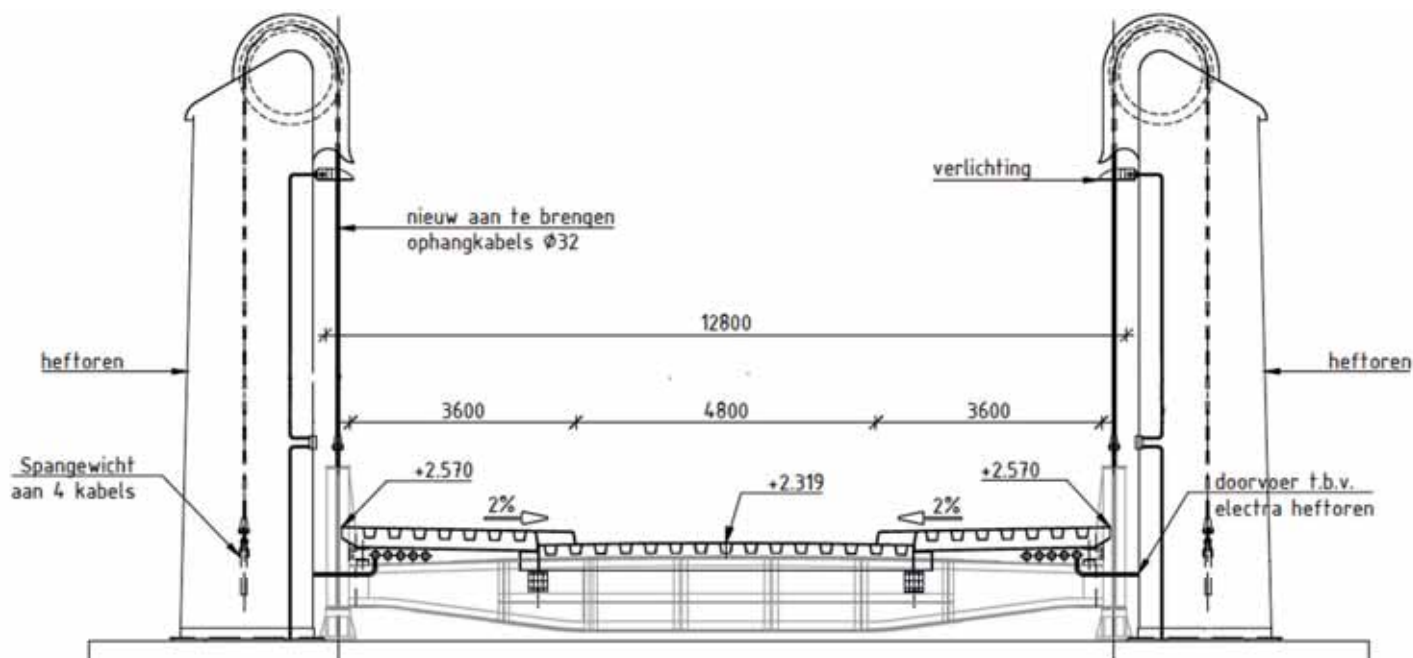
© Royal HaskoningDHV, 2016

ONTWERP VAN DE AANBRUGGEN

De aanbruggen zijn ontworpen als prefab betonnen liggers op betonnen landhoofden. De landhoofden hebben de oorspronkelijke vorm van de Oostertoegang en ook weer met natuursteen. Daarbij wordt zoveel mogelijk natuursteen hergebruikt, vooral voor de zichtbare kopse kanten van de landhoofden.

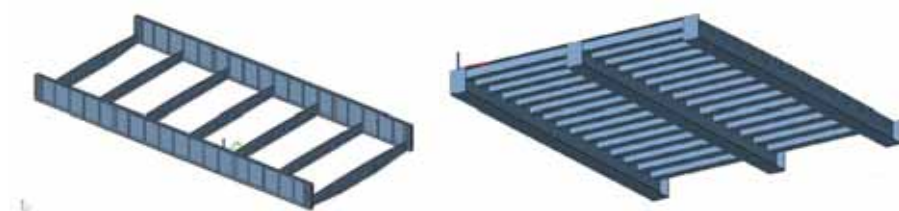
MONUMENT

Door het behoud van alle in figuur 7 genoemde monumentale waarden, met uitzondering van het bewegingswerk, blijft de



20 Doorsnede

© Royal HaskoningDHV, 2018



21 Rekenmodellen hoofdliggers en dwarsdragers en stalen dek met trogliggers

© Royal HaskoningDHV, 2018

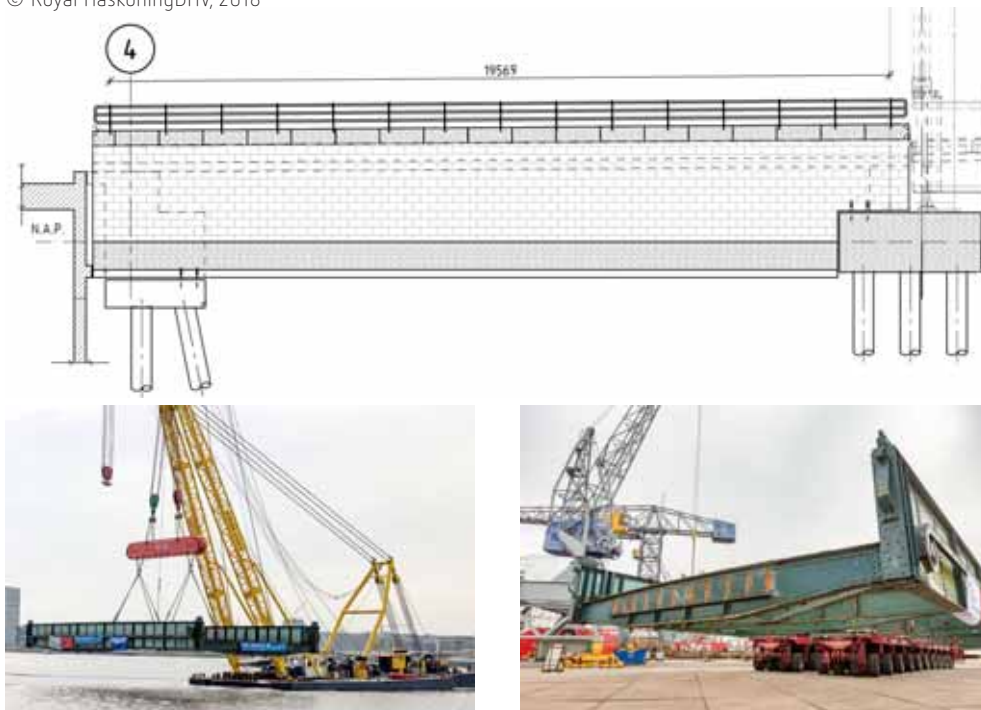
brug behouden als monument.

TE VERWACHTEN LEVENSDUUR EN TOEKOMST

De verwachte levensduur van de Oostertoegang is tenminste 30 jaar. Het ontwerp is toekomst-robust uitgevoerd door voor de landhoofden en paalfunderingen uit te gaan van het dragen van het extra gewicht van een toekomstig betonnen dek tussen de stalen hoofdliggers. Een dergelijk betondek is veel zwaarder dan de lichtere stalen dwarsdragers en het stalen dek. In dat geval zijn de stalen dwarsdragers met het dek vervangen door een volledig zelfdragend betondek. De stalen hoofdliggers hebben dan geen dragende functie meer, maar blijven voor het uiterlijk behouden aan de zijkant van het dek. Reguliere inspecties van het stalen val door Monumentenzorg Gemeente Amsterdam zullen in de komende 30 jaar uitwijzen hoe het stalen val zich houdt. Daarmee wordt te zijner tijd duidelijk of de stalen dwarsdragers na 30 jaar alsnog aan vervanging toe zijn.

↓ 22 Aanzicht aanbrug

© Royal HaskoningDHV, 2018



23 Transport vanaf de opslag naar de werkplaats aan de overzijde van het IJ

© Gebr. Beentjes GWW, 2019

De brug is op de werkplaats gezandstraald voor renovatie, waarna reparatie van het staal kon plaatsvinden.

RENOVATIE EN HERPLAATSING

In 2018 is de renovatie en aanleg van de Gevlebrug als RAWbestek gegund aan de Gebroeders Beentjes GWW. De brug en alle materialen zijn na het verwijderen van het voetgangersdek voor renovatie overgebracht vanaf de opslag naar de werkplaats aan de overzijde van het IJ.

Na conservering en afwerking is de brug in november 2019 overgevoerd naar de Houthavens Gevleweg en over een tijdelijke bouwweg per as vervoerd naar zijn nieuwe locatie.



24 Reparatie klinknagels en schetsplaten

© Gebr. Beentjes GWW, 2019

25 Laswerk van het nieuwe stalen trogliggerdek

© Gebr. Beentjes GWW, 2019

KLEUR

Van de huidige kleuren, zoals deze bij de opslag zijn aangetroffen, heeft men (nog) niet met zekerheid kunnen vaststellen of deze oorspronkelijk zijn. Uit de historische omschrijvingen waarin de kleurkeuzen van Kramer worden beschreven, bleek dat hij een breed palet hanteerde, waarbij ook geel, blauw en oranje voorkwamen. Dit kan erop wijzen dat de huidige zachtblauwe kleur van de vlakvullingen van de hoofdliggers (leuning) oorspronkelijk is. In combinatie met het heldergroen van het overige leuningwerk is dit dus geen ondenkbare combinatie.

Direct na in gebruikname in 1930 hadden de heftorens een duidelijk donkere tint, die overeenkomsten vertoont met het groen van het leuningwerk.

Ten tijde van de bouw van de vaste brug in 1972 (dus op de plaats van de vroegere draaibrug), hadden de heftorens een veel lichtere tint gekregen.

Van de twee andere nog bestaande Piet Kramerhefbruggen, hebben de heftorens van de 'Kikkerbilsuis' (1940) een lichtgrijze en die van de Omval (1953) een helder tot donkergroene kleur.

Aangezien de Oostertoegangsbrug de eerste en de Omvalbrug de laatste hefbrug van Kramer is (tevens zijn laatste werk), met daartussen een tijdspanne van ruim 20 jaar, is het aannemelijk te veronderstellen dat groen de oorspronkelijke kleurkeuze voor de heftorens is. De voorkeur gaat dan ook uit naar deze kleur in de nieuwe situatie. Al het overige metaalwerk, zoals leuning, draaihekk, hang- en sluitwerk, etc. had en heeft nog steeds dezelfde groene kleur. Het val en de heftorens zijn daarom mosgroen (RAL6005) met vlakvulling van de hoofdliggers in pastelblauw (RAL5024).

Het bestaande natuursteen is professioneel gereinigd en hersteld en zoveel mogelijk hergebruikt. Er is nieuw natuursteen uit een groeve in Duitsland gehaald.

De nieuwe 70-jaar oude Gevlebrug is in 2020 weer in gebruik genomen en zal binnenkort de status van gemeentelijk monument krijgen. Op deze wijze is een prachtig monument in ere hersteld. Het is een uniek voorbeeld van duurzaam hergebruik van een oude brug in plaats van het verloren laten gaan van monumentale waarde.



LITERATUUR

- Arends, G.J., (2001), Oostertoegang, NBS-Nieuws 9 maart 2001, Nederlandse Bruggen Stichting, The Netherlands, p. 1-5;
- Arends, Ir. G., (2016), Cultuurhistorisch rapport Oostertoegang (Brug 276) te Amsterdam, Nederlandse Sluizen en Stuw, Gouda, The Netherlands, p.1-8;
- Hogesteege, Ing. P., Vergoossen Ir. R. en Bruchner, Ir. M., (2020), THE RELOCATION OF A HERITAGE BRIDGE, IABSE Symposium, Wroclaw, Poland, p. 1-8;
- Derksen D., (2016) Notitie over Brug 276 (Oostertoegang), Gemeente Amsterdam, p.1-7;
- Gemeentebld Naamgeving openbare ruimte, Gemeente Amsterdam, (2017), Nr. 222623 15 december 2017, Amsterdam, p.1-2.

Onderdeel	Kleur/materiaal	RAL
heftorens	mosgroen	RAL 6005
hoofdliggers	mosgroen	RAL 6005
vlakvulling hoofdligger	pastelblauw	RAL 5024
leuningwerken	mosgroen	RAL 6005
belettering 'oostertoe-gang'	signaalrood	RAL 3001
stalen afsluithekk	mosgroen	RAL 6005
vlakken op afsluithekk	verkeerswit	RAL 9016
overige stalen onderdelen	mosgroen	RAL 6005
kozijnhout	crèmewit	RAL 9001
plafondoverstekken	crèmewit	RAL 9001
natuursteenwerk	gebouchardeerd graniet	
metselwerk	roodbruine hardgraauw vormbaksteen in kruis- / koppen- / halfsteensverband	
deuren hardglas	hardglas met 'historische print'	
dakbedekking	kunststof in steenrode kleur	
rijdek / trottoir op het val	split in grijs tinten	
rijbaan aanbrug	klinker, keiformaat, roodbruin genuanceerd in keperverband	
trottoir aanbrug	klinker, Lingeformaat roodbruin genuanceerd	

26 Kleurenstaat Gevlebrug



27 Na conservering, transport en inrijden val over de bouwweg Houthavens naar de Gevleweg

© Gebr. Beentjes GWW, 2019



28 Gevlebrug op de locatie Gevleweg aansluitend aan de Pontsteiger

© Gebr. Beentjes GWW, 2020



29 Brugwachtershuisje en natuurstenen ornament Gevlebrug

© Gebr. Beentjes GWW, 2020



30 Het voormalige stalen val als vast brugdek in de Gevlebrug

© Gebr. Beentjes GWW, 2020

Specialist in Asset Management
voor Civiele Kunstwerken



Onze specialismen:

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



Kijk voor meer informatie op
www.westenberg.net

**De kunst van
duurzaam ontzorgen**

Raad van Advies Bruggenstichting

ARUP



Gemeente Amsterdam
Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer



ProRail



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



FIETSBRUG TEGENBOSCH EINDHOVEN

Artikel gebaseerd op een publicatie in het blad GWW |
m.m.v. ipv Delft en Marcel Somers, Wagemaker

Over de A2/N2 ter hoogte van de Anthony Fokkerweg in Eindhoven is een fietsbrug gerealiseerd in de vorm van een boogbrug waarvan het brugdek met diagonale trekkabels aan de vorkvormige boog verbonden is. (Zie fig 1 en 2)



1 Fietsbrug Tegenbosch over de A2
© paul poels fotografie

→
3 © ipvDelft



2. Fietsbrug Tegenbosch constructie rijdek
© ipvDelft

De brug vormt een belangrijke schakel in de nieuwe wegenstructuur van Eindhoven Noord-West, waarmee een vrijliggende oost-westverbinding voor fietsers is gerealiseerd.

Een bouwteam bestaande uit drie projectleiders van de Gemeente en drie van de bouwcombinatie Dura Vermeer-Ploegam en Wage-maker, werd tijdens het kennismakingsproces begeleid door een coach die ervoor zorgde dat het doel van de samenwerking en ieders rol en belang daarin duidelijk werd omschreven.

De voorbereiding nam een jaar in beslag, die daarna naadloos overgegaan is in de uitvoeringsfase wat een andere samenstelling van het bouwteam vereiste en waarin de staalbouwer zijn voorbereidingen kon treffen.

HET ONTWERP

Op verzoek van de gemeente Eindhoven onderzocht ipv Delft de mogelijkheden voor een aparte fietsbrug over de A2 ter hoogte van Eindhoven Airport. Verschillende locaties en brugtypen passeerden de revue.

De brug is parametrisch ontworpen om zowel de geometrie als de constructie te optimaliseren.

Vervolgens maakte het bureau het ontwerp voor de beste optie: een netwerkboogbrug op 140 meter van het bestaande verkeersviaduct. Deze slanke staalconstructie op twee steunpunten overspant in één keer alle veertien rijbanen van de A2 en N2 inclusief toe- en afritten.

Verder heeft de fietsbrug een integraal ontworpen anti-vandalismescherm: rvs gaas, gespannen tussen maatwerk staanders die de schuine lijnen van de hangers volgen. (Zie fig. 3)





4 en 5 Verlichtingsontwerp
© ipvDelft



Gecombineerd met in het ontwerp geïntegreerde verlichting is de brug zowel overdag als 's-avonds een nieuw icoon voor de stad. (Zie fig. 4 en 5) Ledverlichting in de handregel licht het dek en de bruggebruikers aan en spots in de brugrand verlichten de binnenzijde van de boog. Alle lichtbronnen zijn computergestuurd en met het RGB-kleursysteem, waardoor het mogelijk is kleur- en lichteffecten toe te passen.

DE CONSTRUCTIE

Tijdens het uitwerken van het voorontwerp is het vormgevingsontwerp van architect ipv Delft door Wagemaker vertaald naar een constructief ontwerp. Met inachtneming van het slanke ontwerp is het aantal hangers (32 stuks) en zijn de afmetingen van de boog bepaald. De dimensies van de verschillende constructieonderdelen zijn hierbij zorgvuldig en iteratief op elkaar afgestemd. De hangers vormen de ondersteuning voor de boog en het dek en bepalen dus de overspanningen. Een belangrijke ontwerpaspect is het verzor-

gen van een permanente trekspanning in de hangers. Immers, wanneer er een drukspanning in een hanger optreedt, is dit steunpunt niet langer aanwezig en nemen de overspanningen en daarmee ook de op te nemen krachten toe. Deze trekspanning wordt geborgd door een voldoende zwaar dek. Zo is het aantal hangers dus onlosmakelijk verbonden met het gewicht van het dek. Om de

trekspanning in de hangers te garanderen is daarom gekozen voor een betonnen dek met een minimale dikte van 300 mm. Een dek van staal of vezelversterkte kunststof is namelijk niet zwaar genoeg om voldoende trekspanning in de hangers te verzekeren. Opgemerkt wordt dat hoe zwaarder het dek wordt uitgevoerd, hoe meer belasting via de boog moet worden afgedragen richting de steunpunten. Het gewicht heeft dus invloed op de toetsing op sterkte en stabiliteit van de boog. In het constructief ontwerp is ervoor gekozen om de boog richting de opleggingen verbreed uit te laten lopen. Hierdoor ontstaat een stabiele basis bij de booggeboorte, waardoor de boog stevig op het dek wordt ingeklemd. Uit de stabiliteitsberekening volgde de booghoogte. Met een booghoogte van 700 mm kon voldaan worden aan alle eisen uit de geldende normen en richtlijnen.

TIJDELIJKE CONSTRUCTIE

De brug is door Mammoet ingereden. Hierbij is gebruik gemaakt van Self Propelled Modular Transporters (SPMT's). Bij het inrijden konden de SPMT's niet direct onder de booggeboorten staan. De SPMT's zijn op ca. 5 m uit de definitieve opleggingen geplaatst. Tijdens het inrijden diende de belasting uit de boog dus via een hulpconstructie overgedragen te worden naar de SPMT's in plaats van direct via de booggeboorten. De tijdelijke voorzieningen zijn (zie fig. 6 en 7):

- drukstaven tussen dek en boog.
- voorgespannen trekstaven tussen drukker en betonnen dek.
- versterkende profielen rondom een 8-tal hangers om uitknikken van de hangers tijdens inrijden te voorkomen.



6 Tijdelijke transportvoorzieningen

DE UITVOERING

In januari 2020 zijn de onderdelen van de brug vanuit België vervoerd naar een locatie langs de A2/N2 ter hoogte van Novotel, alwaar de assemblage plaats vond. Tegelijkertijd werden de landhoofden gestort en het benodigde grondwerk uitgevoerd. Om van het assemblage terrein op de uiteindelijke plaats van bestemming te komen, moest een tijdelijke afrit worden gemaakt. In de nacht van 29 op 30 augustus, na een buitengebruikstelling van de A2, werd de brug op zijn plaats gebracht, daarmee een verbinding over de 14 rijstroken brede A2 vormend. Na het herstellen van de afrit, moest de N2, de enige Noord-zuidverbinding in Eindhoven, in optimale staat worden gebracht en konden alle omleidingen in de stad worden opgeheven. De verminderde verkeersdruk vanwege thuiswerkende automobilisten was een prettige bijkomstigheid van de Corona-pandemie. Intussen werd druk gewerkt aan de aansluiting van de brug in de Anthony Fokkerweg en een bestaand kunstwerk werd geschikt gemaakt voor de verhoogde verkeersintensiteit.

7 Inrijden van de brug
© paul poels fotografie

SAMENWERKING

In augustus 2017 is in Bouwteamverband gestart met het constructief ontwerp van deze mooie brug. De fijne samenwerking in het Bouwteam is als zeer positief ervaren. De lijntjes waren kort en in een open sfeer. Met veel werkvreugde zijn achtereenvolgens de gebruikelijke ontwerpfasen van voorontwerp tot en met uitvoeringsontwerp doorlopen.

PROJECTGEGEVENS

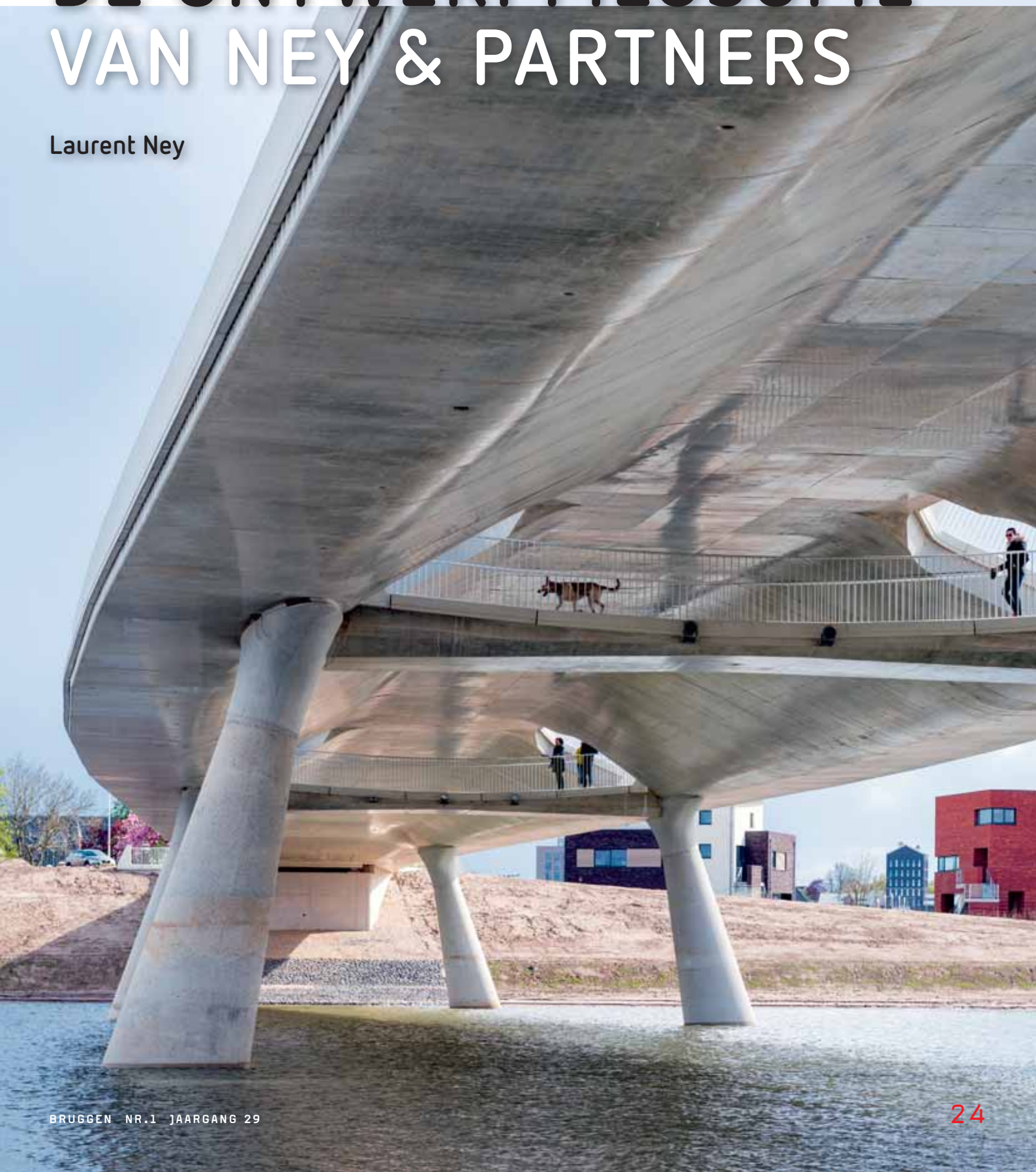
Fietsbrug Tegenbosch, Eindhoven (2020)	
Opdrachtgever	Gemeente Eindhoven
Parametrisch ontwerp Lichtontwerp	Ipv Delft
Constructeur Ontwerpleiding	Wagemaker, Rosmalen
Aannemer	Bouwcombinatie Dura Vermeer (Utrecht) en Ploegam (Oss)
Staalconstructie	CSM, België
hoofdoverspanning	130 m, totale lengte 160 m
Statisch systeem	Netwerkhoogbrug twee stalen hoofdliggers (koker), dwarsdragers en dek



Delen van deze tekst zijn eerder zijn gepubliceerd in NEY L., LEMOINE Bertrand, Bridging. by foot and bicycle.
Ney & Partners, Archibooks, Sautereaux Editeur, Ney & Partners 2019

DE ONTWERPFILOSOFIE VAN NEY & PARTNERS

Laurent Ney



Kenmerkend is dat wij vanuit een integrale ontwerpfilosofie bruggen en structuren ontwerpen. Onze architecten en ingenieurs zijn veelzijdig en koppelen innovativiteit en creativiteit aan een diep gewortelde ingenieurstraditie. Onze ontwerpbenadering is gebaseerd op één constatering: bij het ontwerpen van een brug moeten alle wegen worden bewandeld!



Natuurlijk zijn er typologieën en rekenmodellen die het mogelijk maken om standaard ontwerp-, geometrie- en modelleerprocessen uit te voeren. Maar nieuwe hulpmiddelen die ontwerpers sinds enkele jaren kunnen gebruiken - afkomstig uit de wereld van de autofabricage, de luchtvaart of de IT - maken het mogelijk nog verder te gaan, zich te bevrijden van gevestigde regels en nieuwe perspectieven te openen. In deze volledig open benadering is dat wat het project verankert: de context van de locatie. De oneindige verscheidenheid aan situaties bepaalt de voorwaarden en grenzen waarbinnen het bouwwerk zijn natuurlijke plaats moet vinden. Er is ook de context van de tijd, wat betekent dat de structuren in de tegenwoordige tijd worden ontworpen: een aanpak die verschilt van die welke enkele jaren geleden zou zijn gevolgd.

De context is niet alleen geografisch, landschappelijk en chronologisch van aard, maar ook ecologisch, waarbij rekening wordt gehouden met de kosten van het effect dat het bouwwerk op zijn omgeving zal hebben. Ten slotte is er de sociale context: de manier waarop de plaatselijke bewoners en gebruikers zich het bouwwerk kunnen toe-eigenen. In onze projecten gaat het niet alleen om het materiaalgebruik van het bouwwerk, maar ook om wat erachter of eronder ligt: een uitgestrektheid van gras of water, een pad, een muur, een uitzicht, of iets dat een sfeer of een gevoel van duurzaamheid creëert.

Een brug kan worden teruggebracht tot één hoofdfunctie (die van het oversteken) en presenteert zich aan het oog zonder uiterlijke opsmuk - hij staat er naakt. Een brug bezit een soort structurele zuiverheid die in een gebouw bijna ondenkbaar zou zijn. De vorm kan niet worden gescheiden van de constructie, aangezien de maakbaarheid van het object het ontwerpproces voedt. Onze relatie met technologie is niet die van een ingenieur die de beste oplossing voor een bepaald probleem zoekt.

Het is die van een ontwerper, maar dan wel een ontwerper die zijn gereedschap en zijn ambacht perfect beheerst, voor wie technologie, techniek en industriële vaardigheden geen doel op zich zijn, maar een middel om een doel te bereiken. Zij staan ten dienste van het creatieve proces, definiëren een kader voor wat mogelijk is, en verschaffen ons gereedschap om mee te werken. Zij zijn het beginpunt, niet het eindpunt, van een denkproces.

Voor ons is het ontwerpen van bruggen vooral een avontuur: elke brug is een ontdekkingstocht, die voortbouwt op de ervaring van zijn voorgangers. Deze conceptuele reis voert langs nieuwe oorden, observeert ze, brengt ze in kaart, en maakt deel uit van een bredere mentale reis: die van een ontwerper ondergedompeld in een bepaalde tijdelijkheid. Het ontwerpen van een brug is als een zoektocht om te benadrukken wat intrinsiek in het object zelf bestaat. De brug laten spreken, hem het verhaal laten vertellen van de statische krachten die er op inwerken: dat is waar het in wezen om gaat. De brug vertelt zijn eigen verhaal, niet meer en niet minder. Dit is wat wij zo graag doen: een brug zichzelf laten uitdrukken, ruimte laten voor ieders waarneming en ervaring, afstand nemen en het ontwerp voor zichzelf laten spreken, en zich kwetsbaar opstellen om het project vooruit te laten gaan.



Architect en ingenieur Laurent Ney, geboren in Thionville in het oosten van Frankrijk, is een uitvinder van bruggen en structuren. Sinds 1996 werkt

hij als ontwerper, architect en ingenieur in België, Luxemburg, Nederland, Frankrijk en Duitsland, waar verschillende culturen elkaar kruisen, maar ook in het Verre Oosten, waarbij hij er altijd naar streeft om creativiteit, pragmatisme en collectieve besluitvormingsprocessen met elkaar te verzoenen. Hij is een Europeaan die graag verbindingen aangaat via originele, soms ingewikkelde, maar altijd nauwgezette structuren.

De brug als podium op het water was een idee dat veel mensen interesseerde

In het kader van het programma 'Ruimte voor de rivier' in Nederland zijn op een veertigtal kritieke plaatsen belangrijke werkzaamheden uitgevoerd om het overstromingsrisico te verminderen. Eén van deze plaatsen is de rivier de Waal, waar een knelpunt in de rivier bij Nijmegen een hoog overstromingsrisico oplevert. In het geval van Nijmegen resulteert dit in de aanleg van een bypass (de Spiegelwaal) die als stroomgebied fungeert wanneer het rivierpeil stijgt en zich enkele kilometers stroomafwaarts van het Nijmeegse knelpunt weer bij de rivier voegt. Dit vereiste omvangrijke infrastructurele werken, de aanleg van de bypass zelf en vier nieuwe bruggen en voetgangersbruggen. Ons bureau was betrokken bij twee van deze bruggen: de Oversteek, een 1.195 m lange brug over de Waal en de Spiegelwaal en de Lentloperbrug (zie fig. 1). De Lentloperbrug kreeg zijn naam via een openbare prijsvraag en heette oorspronkelijk de 'Promenadebrug'. Het is strikt genomen geen voetgangersbrug, maar een verkeersbrug. Maar in het programma van eisen van de opdrachtgever stond dat de brug bestemd moest zijn voor fietsers en voetgangers, en dat voertuigen er alleen als bezoekers mochten zijn. Deze eisen passen goed bij de locatie, want de brug bedient slechts een paar huizen op het nieuwe eiland dat is ontstaan door de graafwerkzaamheden voor de Spiegelwaal. De brug moet dus worden opgevat als een esplanade: een plek op zichzelf in plaats van een standaardbrug. Maar laten we het verhaal vanaf het begin vertellen. Het is een verhaal dat zich dankzij een participatieproces heeft ontwikkeld en tot dit zeer ongewone resultaat heeft geleid. Ons team was geselecteerd na een niet-openbare inschrijvingswedstrijd op basis van een methodebeschrijving, en onze opdracht was deze brug te ontwerpen tot en met het voorlopig ontwerpstadium. Het definitieve ontwerp, gebaseerd op onze eisen, zou dan worden doorgegeven aan de aannemer, zoals in Nederland gebruikelijk is. Wij werden dus geselecteerd zonder de brug te hebben ontworpen, evenals twee andere architectenteams voor de twee andere bruggen die stroomopwaarts en stroomafwaarts van de onze zouden worden gebouwd.

Ons werk begon met een avondbijeenkomst in de 'Dorpsschuur', in het dorp Lent. De bijeenkomst was voor de omwonenden en iedereen die belangstelling had voor de bouw van de bruggen. Zij vond plaats in twee fasen: de drie architectenteams gaven eerst een korte presentatie over de bruggen, en het tweede deel werd gewijd aan een soort brainstormsessie waarbij de wensen, opmerkingen en ideeën van de betrokkenen op de bouwtekeningen werden genoteerd. De uitkomsten van de bijeenkomst zijn vervolgens, naast het programma van eisen van de opdrachtgever, door de ontwerpteams gebruikt en vormden de basis voor het ontwerpproces. Enkele weken later werd op dezelfde plaats met dezelfde mensen een tweede avondsessie georganiseerd om de eerste resultaten van ons formele onderzoek aan de buurtbewoners te presenteren. Er zijn twee werkelijk opmerkelijke dingen aan dit proces. Ten eerste biedt het de mogelijkheid om gebruik te maken van de plaatselijke kennis en van de manier waarop de mensen zichzelf in de toekomst zien, om in een vroeg stadium een idee te krijgen van de risico's en mogelijkheden, en om die direct in het project te formaliseren. Het tweede positieve effect, dat een direct gevolg is van het eerste, is de impliciete steun van de plaatselijke bevolking voor het project. Omdat zij vanaf het begin bij het project betrokken waren en de kans kregen zich uit te spreken en actief aan het proces deel te nemen, maakten zij een integrerend deel uit van het voorstel. En ook al werden vele voorstellen niet aangenomen, toch wordt het project gezien als iets dat voortkomt uit de gemeenschap en niet van een vreemde instantie die door een bestuurlijke autoriteit wordt binnengehaald. In een dergelijk proces is het belangrijk dat iedereen zich bewust is van zijn of haar rol: de projectontwerper moet de projectontwerper blijven en de juiste beslissingen nemen om tot een sterke en samenhangende schets te komen.

Het doel zou niet worden bereikt als we van het project een soort onsamenhangend compromis tussen verschillende ideeën zouden willen maken. Dit is het grootste risico, en het moet worden gecompenseerd door een duidelijke definitie van ieders rol, en

het proces moet worden geleid door een moderator die ervaring heeft met dit soort oefeningen. Maar laten we terugkeren naar het proces zelf en het resultaat van de eerste avond: één van de belangrijke ideeën die naar voren kwamen, was dat het nieuwe stuk water, zonder grote stromingen of rivierverkeer, veel potentieel had voor recreatieve activiteiten, zowel sporten die het hele jaar door worden beoefend, zoals kajakken of roeien, als wel seizoensgebonden bezigheden, zoals zwemmen, en specifieke evenementen en festiviteiten die op het water worden georganiseerd. De brug als podium op het water was een idee dat veel mensen interesseerde. Een ander, daarmee samenhangend idee was om de brug te verlevendigen met een aanvullende activiteit of functie: een ponton dat naar het water leidt, een paviljoen, een café, enzovoort: iets dat de brug een extra stedelijke functie zou geven.

Ik ben in het bijzonder gecharmeerd van het idee dat infrastructuur verbonden is met stedelijkheid. Een goed stuk infrastructuur concurreert niet met de stad; het is een deel van de stad, zoals voorbeelden uit de hele wereld aantonen. Utrecht bijvoorbeeld, waar levenskwaliteit, rijkdom en diversiteit zijn voortgekomen uit de ontwikkeling van de oude werfinfrastructuur. Er zijn talloze andere voorbeelden over de hele wereld op zeer uiteenlopende schaal, zoals Londen, Amsterdam en Antwerpen, waar veel van de oude haveninfrastructuur een integrerend deel van de stad is geworden. Is het mogelijk op dit verschijnsel te anticiperen of de symbiose tussen stad en infrastructuur te bevorderen bij het plannen van een nieuwe brug? Het introduceren van een stedelijke functionaliteit vereist volume, terwijl het overspannen van een ruimte hoogte vereist. Onze eerste schetsen toonden enkele pogingen om de twee te combineren. Onze grootste uitdaging was om te voldoen aan een maximale waterstand van 14,75 m boven NAP en een maximale helling van 3,5 % voor fietsers. Deze twee strenge eisen maakten het erg moeilijk om een bruikbare massa te creëren tussen 'de intrados en de extrados' van de brug. Onze oplossing bestond eruit de voetgangers- en fietspaden te scheiden van de rijweg, die een steilere helling mocht



hebben. Met twee vlakken op verschillende niveaus konden we dus niet alleen de constructief benodigde hoogte bereiken die nodig is voor de overspanning, maar ook de massa die nodig is voor het creëren van een stedelijke functionaliteit. Door de twee vlakken met een schuin vlak te verbinden, zou het resulterende hellende gebied bovendien kunnen dienen als een podium op het water. Dit idee bracht ons ertoe een hoedvormige doorsnede voor te stellen waarvan de hoogte en breedte lineair toenemen tussen het landhoofd en het midden van de brug. Hoewel aantrekkelijk, werd dit idee door de opdrachtgever als te riskant beschouwd, vooral gezien het strakke bouwschema dat één van de essentiële parameters van het project als geheel was. Het volume werd dus niet benut, maar door twee transversaal verbonden loopbruggen te maken, werd de onderkant van de brug toegankelijk voor voetgangers, waardoor het een belangrijk architecturaal element werd.

De meeste bruggen worden 'van boven naar beneden' ontworpen: het is het bovenvlak, in contact met de gebruiker, dat naast de hoofdstructuur wordt ontworpen. De onderzijde is de Assepoester van het ontwerpproces: het is het 'technische' deel dat het architectonische gebaar mogelijk maakt. De onderkant van een brug komt vaak neer op een reeks balken met slecht gedetailleerde verbindingstukken, of erger nog, verborgen met een soort bekleding die hoogdravend als 'architectonisch' wordt omschreven. Bij de Lentloperbrug is het omgekeerde het geval: hij is van onderaf ontworpen. De onderzijde wordt een belangrijk architectonisch element, niet alleen door de toegankelijkheid via de twee loopbruggen, maar ook door de totale vorm en afwerking.

'T GROENTJE, NIJMEGEN - EEN INTEGRAALBRUG

De Graaf Alardsingel in Nijmegen ligt in het verlengde van de door ons ontworpen Oversteekbrug, en loopt om de nieuwe stedelijke ontwikkeling op de rechteroever van de Waal in Nijmegen. Nederland kent een specifieke infrastructuur voor fietsers, de zogenaamde 'snelfietsroute', die bestaat uit snelle fietspaden die stedelijke centra van 15 tot 20 km van elkaar verbinden. Het idee is niet alleen om een speciaal fietspad aan te leggen, maar ook om het mogelijk te maken snel te fietsen met zo weinig mogelijk kruispunten: met andere woorden, dit is een soort snelweg voor fietsers.

Het snelfietspad tussen Arnhem en Nijmegen kruist de nieuwe Graaf Alardsingel en zoals zo vaak is de uitdaging niet de overspanning zelf, maar het vinden van een integrale oplossing die de aanrijroute en de brug verenigt en tegelijkertijd binnen de maximale hellingen blijft die fietsers aankunnen. Onze zoektocht naar een vloeiende verbinding en een voldoende flauwe aanrijroute resulteerde uiteindelijk in een S-vormige lay-out die ons in staat stelde het gewenste compromis te bereiken. Verschillende factoren brachten ons ertoe te opteren voor een laaggelegen in plaats van een hooggelegen constructie. De nieuw aangelegde boulevard is zeer breed, met twee bomenrijen aan weerszijden. De bomen zullen uiteindelijk hoger worden dan de voetgangersbrug, en zouden er visueel mee in conflict zijn gekomen als deze nog hoger was geweest. De nabijgelegen spoordijk en tunnel zouden ook visueel in conflict zijn gekomen met een hoog bouwwerk. De lage brug is 120 m lang met een hoofdoverspanning van 60 m. Hij kan op verschillende manieren worden geïnter-

preteerd, maar hij kan het nauwkeurigst worden omschreven als een gebogen deltaliggerbrug. Technisch gezien is dit een integrale brug, en hoewel hij meer dan 120 m lang is, beperkt de kromming in de plattegrond de belasting op de landhoofden. De tussensteunpunten zijn naadloos aan de constructie bevestigd en in de funderingen ingebouwd. Eén centrale koker, variërend in hoogte, splitst zich af van het dek en buigt naar beneden om de poten van de brug te vormen.

De doorlopende lijn, zowel in het vlak als in de ruimte, is kenmerkend voor deze brug, die, afhankelijk van waar men hem bekijkt, met zijn constructiehoogte van 380 mm, volumineus, sculpturaal of uiterst slank kan overkomen. Dit is alleen mogelijk door de basisgeometrie van de brug te optimaliseren. Laten we even toelichten wat dat betekent. Het basisprincipe zou kunnen worden omschreven als een minimalisering van de buigende momenten, of nauwkeuriger gezegd, als een manier om het materiaal zo goed mogelijk op de belastingsspanningen af te stemmen. We weten heel goed dat de resulterende kracht varieert in positie en intensiteit, afhankelijk van de belasting.

Het materiaal wordt idealiter geconcentreerd in het centrum van deze wolk van potentiële resulterende krachten. Wij hebben betrekkelijk weinig vrijheid, omdat de beslissing over de plaats van het materiaal van invloed zal zijn op de positie van de resulterende kracht. Het gaat hier dus om een iteratief proces, waarbij de ontwerper door zijn keuze van de geometrie de belastingsspanning kan aanpassen en bijgevolg het materiaal dat nodig is om de brug te bouwen. We zijn dus vrij in de keuze van de basisgeometrie van de brug, en hoe dichter we

bij een goed uitgebalanceerde basisgeometrie komen, hoe slanker de brug kan zijn.

Dit geldt des te meer voor de tussensteunpunten. Als wij op deze punten een dunne structuur willen, moeten wij ze boven het zwaartepunt plaatsen van de krachten die in dat gedeelte door de steun worden opgenomen. Zij moeten dus buiten het midden van het dek worden geplaatst. De elegantie van een brug wordt naar mijn mening ook, en vooral, belichaamd door de wijze waarop de bovenbouw de grond raakt. Vanuit het oogpunt van de materialen is dit het punt waar staal en beton de grond raken. Dit is ook een belangrijk punt voor de verdeling van de lasten, want hier worden de krachten van de bovenbouw overgebracht op de ondergrond: dit is het punt waar twee werelden elkaar ontmoeten. Alles is op één plaats geconcentreerd en al te vaak wordt dit overgangspunt als een louter technisch probleem behandeld.

Het is inderdaad een technisch probleem voor zover de overgang tussen materialen gepaard gaat met een concentratie van krachten; maar het is niet alleen een technisch probleem. Als we het punt waar een constructie de grond raakt vanuit historisch oogpunt bekijken, komen we vanzelf uit bij het beeld van de machineruimte van de Parijse wereldtentoonstelling van 1889 of de door Gustave Eiffel ontworpen Garabit-brug die in 1888 werd geopend; om de spanning in de constructie te beheersen, werden de resulterende krachten overgebracht op een rotsvoeg tussen de constructie en de funderingen.

De bedoeling was duidelijk, en de interpretatie ervan is eveneens duidelijk. Deze oplossing komt ook tot haar recht voor de funderingen, omdat de positie van de resulterende kracht geometrisch bepaald is en het mogelijk maakt de dragende systemen op het niveau van de ondergrond te beperken. Er schuilt veel wijsheid en pragmatisme in deze oplossing, die niet altijd toepasbaar is: de situaties waarin een constructie de grond raakt, kunnen van velerlei aard zijn, en ook het soort kracht dat moet worden overgebracht, varieert. Om terug te komen op het voorbeeld van 't Groentje: wij hebben een ruimtelijke geometrie bepaald die de buigspanning in de tussenpijlers tot een minimum beperkt; in principe zouden wij hier zelfs een kogelscharnier kunnen plaatsen, omdat de torsietraagheid van de kokerconstructie voldoende is om de excentrische krachten als gevolg van de overbelasting op te vangen.

Dat hebben we niet gedaan, maar we hebben het gebruikte materiaal op dit punt tot het strikte minimum beperkt. Dit steunpunt is geen storend element, maar vormt een visuele continuïteit in het totaalconcept: de verbeelding van het evenwicht en de potentiële onevenwichtigheid.

RODETORENBRUG ZWOLLE - TRANSPARANTIE

Zwolle, een oude Hanzestad, dateert uit de Middeleeuwen en is omgeven door grachten en kanalen. Het stadsbestuur wilde een nieuw fietspad in westelijke richting om de verbinding tussen de oude stad en een nieuwe parkeergarage te vergemakkelijken, volgens een vooraf bepaalde route. De geplande locatie van de brug en de relatie ervan met de historische gebouwen was controversieel en stuitte op hevig verzet van de omwonenden. Ons doel was een brug te ontwerpen die in harmonie zou zijn met de historische omgeving; een brug die door zijn finesse, aandacht voor detail en transparantie zo onopvallend mogelijk zou zijn. Het zou geen hoge brug worden, maar een pad dat ondersteund wordt door een lage structuur. Eenvoudig gezegd bestaat de brug uit drie overspanningen die door twee en een halve boog worden gedragen. De boogvorm zorgt voor de nodige draagkracht en biedt tegelijkertijd voldoende vrije ruimte boven het water. Bovendien past de boog in de historische omgeving. Restte nog de vraag naar transparantie en onopvallendheid. Het begint met de drager van de brug en de manier waarop de brug in contact komt met het water. Een enkele, bijna onzichtbare ondersteuning wekt de indruk dat de brug het water nauwelijks raakt en dat ze afketst op het wateroppervlak. Maar het gebruik van een enkele ondersteuning roept vragen op over de structuur van de brug zelf. Er is een boog nodig die in evenwicht moet zijn om een zeer specifieke combinatie van belastingen aan te kunnen. Wanneer deze

combinatie verandert, is het evenwicht niet meer gewaarborgd en moet de torsie- en buigstijfheid van de brug het overnemen. Maar het bereiken van deze stijfheid heeft onvermijdelijk gevolgen voor de transparantie van de brug. Hoe kan dit zo veel mogelijk worden beperkt? Buigstijfheid kan worden bereikt door de driehoeksconstructie van de steunen tussen het dek en de boog. Wanneer de belasting varieert, gedraagt de constructie zich als een vakwerk. Torsiespanningen kunnen worden opgevangen door een torsieoplossing op basis van de theorie van Saint Venant: een driehoekig vakwerk dat zich gedraagt als een kokerligger. Maar toepassing van dit principe in Zwolle was geometrisch onmogelijk: door de eisen aan de doorvaarthoogte en een maximumhelling van 4% voor fietsers kon de hoogte van het vakwerk slechts 0,5 m bedragen. Een andere manier om met torsie om te gaan is een niet-uniforme oplossing, die bestaat uit twee liggers die op een bepaalde afstand van elkaar liggen en de buigspanning opvangen. Het idee is dat twee lintvormige liggers over het hoofdgedeelte van de boog buigen en elkaar ontmoeten bij de centrale pier. De geometrie van elke boog in plattegrond en hoogte is in evenwicht, waarbij het dek en de steunpunten de belasting opnemen, en dit betekent dat de samenstellende delen van de brug zeer dun en onopvallend kunnen zijn. De doorsnede van de gebogen liggers is slechts 60 mm bij 300 mm, en de stutten hebben een diameter van slechts 40 - 95 mm. Het dek is gemaakt van 20 mm dik plaatstaal met dwarsverstevingen van 40 mm. De Zwolse brug belichaamt een dialoog tussen lege ruimte en lichtheid; ondanks haar breedte van 5,8 m wekt zij de indruk van de ene oever naar de andere te springen op haar bogen, die het water nauwelijks raken. Ook hier speelt kleur een belangrijke rol. Aanvankelijk zouden de stijlen van roestvaststaal worden gemaakt om ze te



3 Rodetorenbrug, Zwolle
© Stijn Bollaert



laten verdwijnen en de contouren van de bogen te benadrukken. Uiteindelijk is om budgettaire redenen gekozen voor een tweekleurige oplossing, met donkerblauw voor de schoren en een gedurfd geel dat de dynamische stuwkracht van de brug benadrukt.

SINGELPARKBRUGGEN LEIDEN - HET SLUITEN VAN DE CIRKEL

Sinds de Middeleeuwen heeft Leiden een samenhangend geheel van gebouwen in het historische centrum weten te behouden, omringd door de Singel. De oevers waren oorspronkelijk voor de verdediging van de stad aangelegd. Hierdoor hebben zij ook nu nog een groene uitstraling zonder extensieve bebouwing. Omdat de groenstroken slechts gedeeltelijk toegankelijk waren voor het publiek, besloot het stadsbestuur in 2014 om ze te verbinden tot een geheel rondgaand park. De losse groenstroken aan de Leidse Singel zijn verbonden tot een recreatieve binnenstadscirkel. De constructieve bogen van de vijf Singelparkbruggen bestaan uit een snoer van roestvaststalen bollen die via U-vormige staanders (zie fig.4) van weer-
vaststaal wordt gestabiliseerd.

VERBINDINGEN

Voor een nieuw Singelpark was het belangrijk om een gevoel van continuïteit en identiteit te creëren tussen de verschillende plekken langs de route: parken, begraafplaatsen, gebouwen en verlaten fabrieken, met als belangrijkste element de Hortus, de oudste botanische tuin van Nederland, geassocieerd met de Universiteit van Leiden en opgericht in 1590. Het Singelpark wordt vaak doorsneden door grachten, evenals door de Oude en de Nieuwe Rijn. Daarom zijn er vijf gebieden geïdentificeerd waar voetgangersbruggen nodig waren.

Het concept is misschien eenvoudig, maar niet vanzelfsprekend. Drie verschillende invalshoeken speelden een rol bij het ontwerp:

- de symboliek van een cirkelvormig park en de nauwe relatie met de Hortus Botanicus;
- een duidelijk herkenbaar materiaalgebruik;
- een bouwmethode die qua overspanning en geometrie aan te passen is aan verschillende situaties.

WEERSPIEGELING

De crux van het ontwerp kan worden samengevat als 'eenheid in verscheidenheid'. Eenheid is gevonden in de toepassing van dragende bogen in de leuningen (zie fig. 4). Deze bogen bestaan uit een snoer van gepolijste roestvaststalen bollen als beeldbepalend element. Deze bollen staan symbool voor de vorm van het park en voor de relatie met de wereldbol. Enerzijds reflecteren ze het belangrijkste kenmerk van het park, een continu groengebied zonder begin of einde. Anderzijds weerspiegelt het gepolijste oppervlak de wereld rondom, zoals de Hortuscollectie de botanische diversiteit van onze planeet wil weerspiegelen.

TOT SLOT

Elke brug is een ontdekkingstocht, waarbij wordt voortgebouwd op de ervaring van zijn voorgangers. Van de ene ervaring naar de volgende worden paden gecreëerd. Sommige worden verlaten, terwijl andere steeds opnieuw worden bewandeld. Weer andere worden verder bewandeld en leiden tot de ontdekking van nieuwe plaatsen. Soms kruisen deze paden elkaar, keren terug, of lopen dood. Maar zoals bij elk pad dat bewandeld wordt, verschilt de interpretatie en het begrip van de nieuwe plaats per individu.



TONDO OPMERKELIJKE VOETBRUG IN BRUSSEL

Een tondo is een benaming voor een rond schilderij of reliëf. De naam komt van het Italiaanse woord 'rotondo', dat, niet geheel onverwacht, 'rond' betekent. Tondo's bestaan al sinds de Griekse oudheid, maar waren vooral geliefd bij kunstenaars uit de Renaissance en bij de kubisten. Een kenmerk van een tondo is dat de achtergrond meestal niet is opgevuld en geen rol speelt in het kunstwerk.

De benaming 'tondo' is nu ook gebruikt voor een voetbrug in het centrum van Brussel, dat de kantoren van de Kamer van Volksvertegenwoordigers verbindt met een recente uitbreiding, het Forumgebouw, dat aan de overkant van de Leuvensestraat ligt. (Zie fig.2)

De passerelle is ontworpen door het architectenteam 'OFFICE Kersten Geers David Van Severen', dat als winnaar uit een ontwerpwedstrijd naar voren kwam.

De voetbrug is meer ontworpen als ruimtelijk element dan als technische oplossing. Functioneel argument van belang is het gegeven dat de openingen in beide gebouwen niet recht tegenover elkaar en niet op dezelfde hoogte liggen (zie fig. 3). Door te kiezen voor een cirkelvorm, is de af te leggen weg tussen de twee gebouwen groter, wat een kleinere helling tot gevolg heeft. Prettiger voor rolstoelgebruikers!

De gevel in de buitenring is van spiegeland glas, dat van binnenuit naar buiten toe niet doorzichtig is.

De binnenring is van 'normaal' glas, waardoor een idee van een zwevende patio ontstaat, met goed zicht op de koepel van het Parlementsgebouw en de vele 'oeil-de-boeuf'-ramen in de gevels.

De verbinding biedt een royale wandeling -een 'ommetje' rond een afgesloten ruimte-



1.a Luca Signorelli: Madonna met kind



1.b Relief aan een gevel uit het Poolse Toruń

die tevens fungeert als ontmoetingsplaats en als vluchtroute.

Constructief gezien, kan de brug worden omschreven als een stijve schijf: de vloer hangt met een minimale constructie aan het dak - bijna als een kortstondig paviljoen tussen beide gebouwen.

Timelapslink bouw tondo: https://www.standaard.be/cnt/dmf20210115_93681431



2. Aanzicht vanuit de Leuvensestraat, Brussel (zie ook omslag achterzijde)
© Bas Princen

3. Doorsnede van de Tondo
© OFFICE



4. 'ommetje' parlamentsgebouw
© Bas Princen

VERSTERKEN VAN BRUGGEN MET INTERNATIONALE KENNIS

Edo Vonk | VSL



1 Agudimbrug, Portugal

Aan de hand van enkele recente internationale projecten zal in dit artikel een antwoord gegeven worden op de vraag wat Nederland kan leren van het buitenland. Ik zal dit doen op basis van mijn ervaring waarbij ik ongeveer de helft van de tijd in Nederland heb gewerkt en de andere helft van de tijd in het buitenland. Ik zal dit ook doen in het licht van mijn huidige functie als technisch manager voor renovatie en versterkingsprojecten voor alle landen waarin mijn huidige bedrijf actief in is.

Leren van het buitenland begint met het delen van kennis. Recentelijk zijn er twee zeer interessante rapporten uitgebracht met de resultaten van het onderzoek naar ongelukken. De eerste is het rapport naar het instorten van de Nanfangaobrug in Taiwan.

Door een 'progressive collapse' van de hangers van een boogbrug stortte de brug plotseling in. Het is een interessant rapport met veel details, maar wel helaas in het Chinees. Er zijn echter ook aanbevelingen uitgegeven in het Engels. Mijn samenvatting

van de conclusies uit het rapport is dat er geen goede inspecties zijn uitgevoerd. Inspecties zijn essentieel om te weten wat de status is van huidige bruggen.



Het tweede interessante rapport is het rapport over het instorten van de Florida University Bridge. Hoewel dit het instorten van een brug in aanbouw is, zijn de conclusies toch erg interessant. Mijn samenvatting van de conclusies is dat, naast ontwerpfouten, hier beslissingen zijn genomen door niet-technische mensen en dat dit soort projecten juist moet worden geleid door technische mensen.

Kennisdelen is een interessante uitdaging omdat het niet genoeg is om kennis beschikbaar te stellen, maar je moet er ook zelf actief tijd in stoppen. Kennis delen is uiteindelijk toch gewoon mensenwerk, je moet de mensen leren kennen en een relatie opbouwen om in de toekomst een keer op het juiste moment de kennis te delen die nodig is. Het is daarom een langzaam proces. Ook taal is daarbij een belangrijke aandachtspunt. En dit betreft niet alleen academische kennis of kennis uit onderzoeken. Het praktische gedeelte van hoe je het uiteindelijk doet of maakt op het werk is ook van essentieel belang.

RENOVATIE VAN DE AGUDIMBRUG

Van oudsher is VSL vooral een specialistische onderaannemer en leverancier van (voorspan) kabelsystemen. In Portugal heeft dit Zwitserse bedrijf zich al enkele jaren gericht op de renovatiemarkt en is daar nu actief als hoofdaannemer voor voornamelijk bruggen in het snelwegennetwerk dat beheerd wordt door private concessiehouders. Een goed voorbeeld is de renovatie van de Agudimbrug. (Zie fig. 1) Dit betreft een 480 m lang betonnen viaduct in de drukste snelweg van Portugal. De scope van het werk betreft betonreparatie, het vervangen en repareren van opleggingen en voegovergangen, het

injecteren van scheuren en het verwijderen en aanbrengen van randelementen. Het project is binnengehaald op basis van een innovatieve bouwmethode in combinatie met een slimme toegang tot het werk.

PONT DE MAUVES

Een ander mooi voorbeeld van delen van ervaringen is het project Pont de Mauves in Frankrijk. Hierbij is een stalen vakwerkbrug gerenoveerd door het vervangen van het betonnen dek door een UHPFRC (ultra high performance fibre reinforced concrete) dek. Door de hoge sterkte van dit materiaal kon een dunner dek worden ontworpen waardoor eigen gewicht is bespaard dat benodigd was om de aangepaste belastingen te dragen. Ook zien we steeds meer toepassingen van UHPFRC als een overlaging op betonnen bruggen. Hiermee wordt de brug versterkt en vormt zich er een waterafdichtende laag. Dit is inmiddels een geaccepteerde oplossing in Zwitserland. De oplossing is niet alleen duurzamer maar ook het meest economisch. We brengen deze toepassing nu ook naar Frankrijk en Australië.

PYKES CREEKBRUG

Australië is weer een hele andere markt! De markt is nog grotendeels traditioneel met bestekscontracten. Er zijn enkele grote

hoofdaannemers actief (tier 1 contractors) en VSL is dan vooral actief als specialistische onderaannemer voor werkpakketten zoals het aanbrengen van externe voorspanning en vezelversterkingen. Dit is een moeilijke markt, want wij onderscheiden ons meer in het aanbieden van alternatieven waarbij het proces wordt afgestemd op de oplossing. De versterking van de Pykes Creekbrug is een voorbeeld waarbij externe voorspanning is toegepast voor het versterken van geprefabriceerde betonnen liggers. Hierbij worden individuele strengen toegepast als voorspanning. Deze worden verankerd in de liggers met voorspanstaven. Door het Australische project hebben we inmiddels dit systeem verder doorontwikkeld en wordt dit nieuwe systeem toegepast op liggers voor een steiger in Thailand.

SPIN OFF

En wat betekenen deze voorbeelden voor Nederland? Inmiddels alweer bijna twee jaar geleden is VSL gevraagd mee te denken over de kabelvervangings voor de Galecopperbrug. Inmiddels is dit werk nog niet aanbesteed, maar de grootste uitdaging voor ons bedrijf is de mate van investering ten opzichte van de omzet en de risico's tijdens de bouw. Ik ben nog niet overtuigd dat op de juiste wijze kennis van de uitvoering wordt gewaardeerd en dat deze kan worden toegepast in het project. Ik ben er zeker van dat Nederland kan leren van het buitenland en dat het buitenland kan leren van Nederland. Hier moet dan wel in worden geïnvesteerd, vooral via het opbouwen van relaties. Een symposium over dit onderwerp is zeker een goed begin!



HERSTELPLAN CHILEENSE CAU CAUBRUG

Het moest de eerste basculebrug van Chili worden. Een blikvanger voor op ansichtkaarten. Dat laatste werd de Cau Cau-brug ook. Maar wel om de verkeerde redenen. De brug kreeg mondiale bekendheid door technische problemen. Eind 2017 werd Antea Group gevraagd om een herstelplan te ontwikkelen. Ontwerpleider Koen van Gelder blikt terug op een 'leerzaam avontuur.'

"Nee, de brug is nog altijd niet hersteld", vertelt Van Gelder. "De constructie is inmiddels wel weer toegankelijk voor fietsers, voetgangers en autoverkeer. Maar als de brug open moet (iets dat eens in de twee maanden gebeurt) dan komt er een speciaal bedrijf langs om de brug provisorisch met vijzels te openen". (Zie fig.1) Niet bepaald de oplossing zoals ons voor ogen stond. Maar daarover later meer.

1. Brug over de Cau-Cau met bedieningsgebouw





2. Brug in geopende stand vanuit het bedieningsgebouw

CAU CAUBRUG

Terug naar die brug over de rivier de Cau Cau. Wat een symbool van nationale trots moest worden, werd een teleurstelling. Van Gelder: “Bij de oplevering deden zich technische problemen voor. Door een verkeerde krachtenverdeling begaf het bewegingsmechanisme het bij de eerste test. Beide brugdelen bleven daarna openstaan.” Door alle negatieve media-aandacht, werd het herstel van de brug topprioriteit voor de Chileense overheid. De uitvraag voor een herstelplan van het Ministry of Public Works (MPO) belandde in 2017 via een omweg bij Antea Group. “Wij schreven ons samen met het Chileense ingenieursbureau LEN & Asociados in en wonnen prompt de aanbesteding. Eind december kregen wij de opdracht voor het Voorlopig Ontwerp, Definitief Ontwerp en het Uitvoeringsontwerp en de begeleiding ervan. Een mooi werkpakket.”

OVERBRUGGEN CULTUURVERSCHILLEN

Op 4 januari 2018 reisde een team van zeven specialisten af naar Chili. Van Gelder: “Wij hadden ons in de weken daarvoor grondig voorbereid. De huidige brug hebben wij door en door geanalyseerd en alvast in een 3D-omgeving gezet. Wij kozen ervoor om zoveel mogelijk visueel te werken. Ook om te voorkomen dat je door taal- en begripsverschillen verwarring zaait. En dat kan heel snel. Voor geleiderail en leuning kennen ze in het Spaans bijvoorbeeld maar

één woord. Dat moet je van tevoren wel even weten!”

Naast technische uitdagingen, lag er een uitdaging in het overbruggen van cultuurverschillen. “In Nederland werken we ontzettend gestructureerd. Je haalt eisen op, zet ze om naar ontwerpvarianten, discussieert met elkaar en maakt keuzes. In Chili werkt het anders. Er is meer hiërarchie: als ontwerpleider word je niet geacht om in discussie te gaan met de opdrachtgever. Daar heb je de projectmanager voor. Samenwerken betekent in Chili ook dat je de tijd voor elkaar neemt. Met elkaar lunchen en dineren is belangrijk. Iets samen bouwen is meer dan efficiënt je lijstjes afwerken.”

Chili is een goed georganiseerd land dat over zeer hoogwaardige kennis beschikt. Uiteraard waren er technische verschillen met Nederland. Van Gelder: “Wij kregen te maken met een constructie die de zwaarste aardbevingen moest kunnen doorstaan. Maar aan negen op de Schaal van Richter, hoef je in Nederland nooit te rekenen. Daarnaast werk je aan een beweegbare brug die qua omvang geen gelijke kent. Dit was technisch gezien een flinke uitdaging: denk alleen al aan de keuze voor het juiste bewegingswerk. Daar hebben we tot op ministerieel niveau overleg over gevoerd. En je hebt natuurlijk te maken met andere wet- en regelgeving.”

WAARDERING EN RESPECT

Er was veel waardering van de Chileenen voor de kennis die de Nederlanders meebrachten. Van Gelder: “Mensen stelden onze ideeën op

prijs. Vrijwel al onze voorstellen zijn opgenomen in het Voorlopig Ontwerp. Omdat het een project van nationaal belang was, zijn we uitgebreid getoetst door experts vanuit de universiteit van Santiago. Van werktuigbouwkundigen tot aardbevingsdeskundigen: het kennisniveau was hoog. Maar, ze vonden het lastig om al die kennis te verbinden tot één werkend systeem. Daar lag vooral onze meerwaarde.”

In de loop van 2018 is het Voorlopig Ontwerp opgesteld. Dit was meteen ook het laatste wapenfeit. Van Gelder: “In de loop van 2018 werd een nieuwe regering geïnstalleerd en hiermee ook een nieuw ambtelijk apparaat. De nieuwe regering had een andere visie op het herstel. Dit betekende voor ons dat het contract werd ontbonden. Ontzettend jammer. We hebben echt een hoogwaardige oplossing ontwikkeld. Dit hadden we graag tot uitvoering gebracht.”

Van Gelder volgt het nieuws rondom de Cau Caubrug nog altijd op de voet.

“Inmiddels ligt er een herstelplan klaar, echter de aanbesteding schijnt niet goed van de grond te komen.” Wellicht wordt, met nieuwe verkiezingen in zicht, het oude plan weer uit de la gehaald. Van Gelder: “Dat zou mooi zijn. Chili is in de basis een goed georganiseerd land dat over hoogwaardige kennis beschikt. Dat hun allereerste beweegbare brug zo mislukte, is wrang. Dit land verdient echt beter.”



Je hebt ook cultuurverschillen
te overbruggen

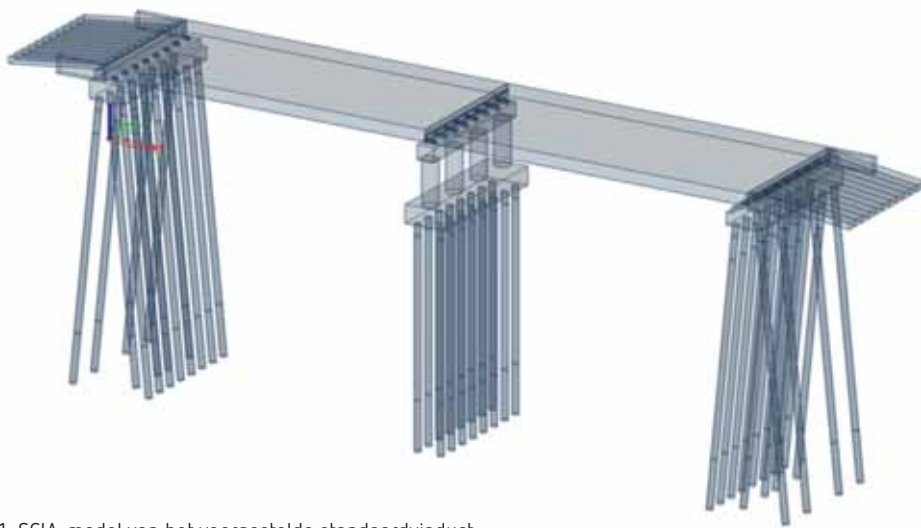


HET CIRCULAIRE BETONVIADUCT

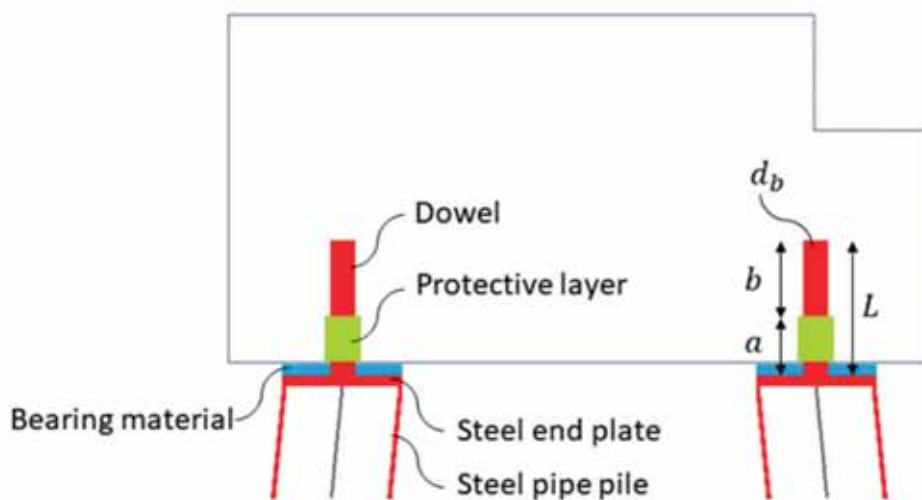
ir. Jaap-Willem Boersma | projectingenieur bij Witteveen+Bos

Ontwikkeling van het concept voor een demontabele
deuvelverbinding tussen landhoofd/poer en funderingspaal
voor toepassing in meerdere levenscycli

De huidige bouwsector wordt nog altijd grotendeels gekenmerkt door een lineair levenscyclus model ('cradle-to-gate'), wat naast vervuiling en verlies van geïnvesteerde energie resulteert in enorme hoeveelheden bouw- en sloopafval. Zo wordt bijvoorbeeld geschat dat de bouwsector wereldwijd 40% van alle CO₂-emissie veroorzaakt, en dat daarnaast in Nederland de bouwsector goed is voor naar schatting 50% van het primair grondstofverbruik. Alleen al hierom is duidelijk dat in de bouwsector grote stappen zijn te maken met betrekking tot duurzaamheid. Dit is terug te herkennen in het snel groeiende bewustzijn wereldwijd voor de noodzaak om het milieu te beschermen. Met betrekking tot de bouwsector vertaalt zich dit in het doel om over te gaan van een lineaire naar een circulaire bouwsector, welke gekenmerkt wordt door een circulair levenscyclusmodel ('cradle-to-cradle'). In een circulair levenscyclusmodel voor de bouw wordt o.a. de levensduur van zowel materialen en componenten als van gehele gebouwen en kunstwerken verlengd, en wordt de laatste fase van sloop en storten vervangen door een fase van demontage en hergebruik.



1 SCIA-model van het voorgestelde standaardviaduct



2 Impressie van globale lay-out van F2F-verbinding

De Nederlandse overheid heeft de ambitie uitgesproken om uiterlijk in 2050 een volledig circulaire economie te bereiken, wat ook een volledig circulaire bouwsector inhoudt. In lijn met deze ambitie heeft Rijkswaterstaat zich ten doel gesteld om al in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te gaan werken. Op dit moment ligt de focus o.a. op het ontwikkelen van gevalideerde oplossingen voor circulaire viaducten voor (rijks)wegen, aangezien een groot deel van de naar schatting 40.000 bruggen en (voornamelijk) viaducten in Nederland de komende decennia aan vervanging toe zijn. Deze concrete uitdaging is de voornaamste reden geweest voor een afstudeeronderzoek naar een circulair betonnen viaduct als onderdeel van de master Structural Engineering aan de TU Delft in samenwerking met Lieveense/WSP. Binnen dit onderwerp is er vervolgens specifiek gefocust op de ontwikkeling van een

constructieve, demontabele verbinding tussen landhoofd/poer en funderingspaal, aangezien dit als grootste knelpunt in het huidige ontwerp werd geïdentificeerd. Er is bewust gefocust op demontabele, in plaats

van bijvoorbeeld modulaire, oplossingen om standaardisering te vergroten en op die manier tot een circulair betonnen viaduct-concept te komen dat op grote schaal toepasbaar is.

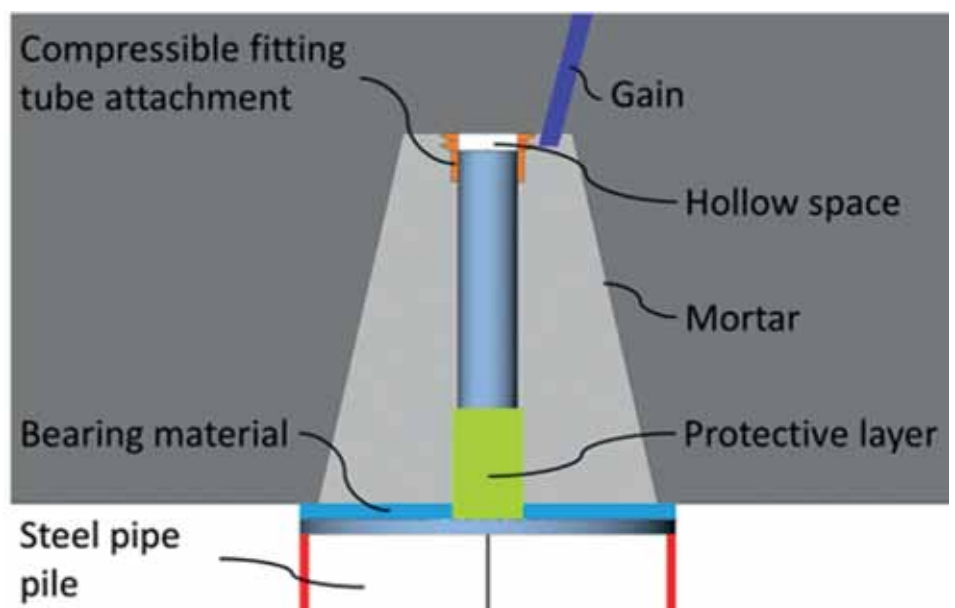
Om op een systematische manier demontabele oplossingen voor betonnen viaducten te ontwikkelen, zijn door middel van een literatuurstudie allereerst de drie belangrijkste technische actiepunten geïdentificeerd om tot de constructie van circulaire viaducten te komen.

Deze drie actiepunten zijn:

- 1 herdefinitie van het Stewart Brand's bouwlagenmodel, specifiek voor viaducten;
- 2 aanpassing van de DfD ('Design for Deconstruction') principes aan de specifieke behoeften en eisen voor viaducten;
- 3 ontwikkeling van een standaardisatie-schema zonder concessies te doen aan de architectonische vrijheid.

Het derde actiepunt is zonder twijfel de meest complexe opgave, aangezien het hierbij gaat om de ontwikkeling van een standaard (referentie)ontwerp voor een betonnen viaduct. Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in een vereenvoudigd ontwerp, waarin voornamelijk gefocust is op de componenten van de hoofdconstructie, met de volgende globale afmetingen en eigenschappen (zie figuur 1):

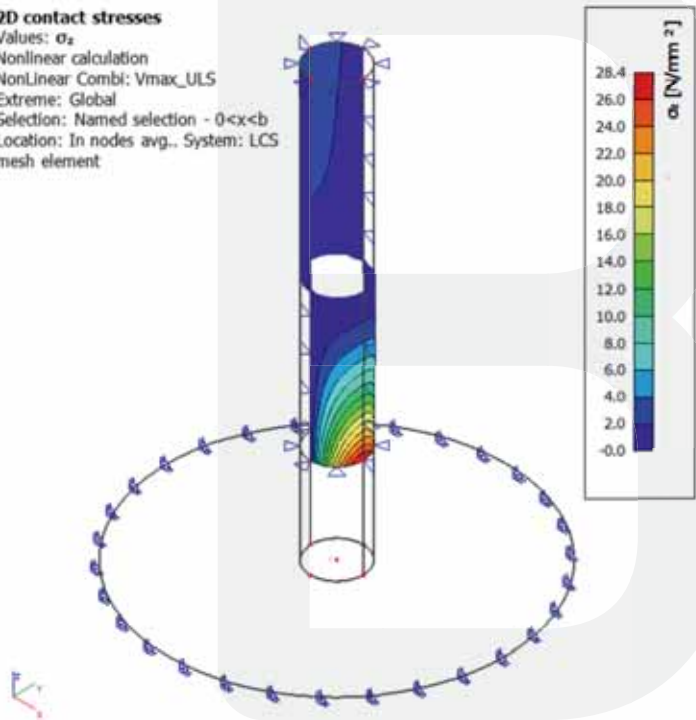
- prefab kokerliggenderdek;
- prefab onderbouw;
- overspanning 2x 27,25 m;
- dekbreedte: 12 m;
- vrije hoogte (PVR): 4,70 m;
- 90° kruisingshoek;
- hooggelegen landhoofden;
- fundatie op 3x16 stalen buispalen.



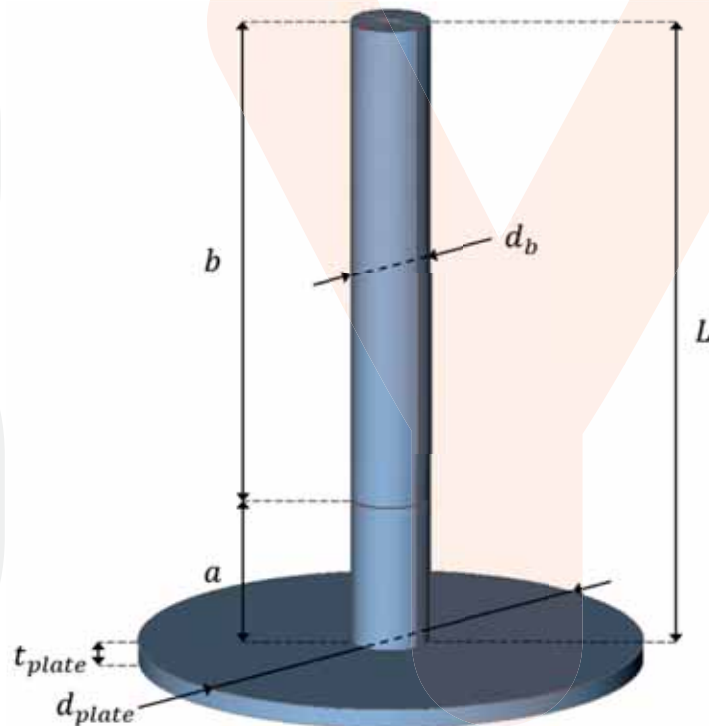
3 Detail van F2F-verbinding

2D contact stresses

Values: σ_z
Nonlinear calculation
NonLinear Comb: Vmax_ULS
Extreme: Global
Selection: Named selection - $0 < x < b$
Location: In nodes avg., System: LCS
mesh element



4a Overzicht van geometrische parameters van stalen deugel en kopplaat



4b Gemodelleerde contactspanning tussen deugel en omsluitend beton

Op basis van het ontwerp van dit zogenoemde 'standaard viaduct' is vervolgens het concept ontwikkeld voor een demontabele deugvelverbinding tussen landhoofd/poer en funderingspaal, kortweg aangeduid als 'F2F verbinding'. Het uiteindelijk voorgestelde ontwerp van de verbinding bestaat uit een stalen deugel en kopplaat, die aan elkaar gelast worden (zie figuur 2 en 3, blz 37). Vervolgens wordt de kopplaat met deugel aan de bovenkant van een stalen buispaal gelast. Het voorafvervaardigde landhoofd en idem poer, met overmaatse gaten, worden daarna over de deugels geplaatst en de resterende ruimte wordt opgevuld met betonspecie via ingestorte buizen. Aan het einde van een levenscyclus wordt het landhoofd/de poer weer van de deugels gehesen en blijft (als het goed is) de klomp beton achter rondom de deugel. Om dit te realiseren, is voorgesteld om de overmaatse gaten in het landhoofd/de poer vooraf in te smeren met ontkistingsolie, zoals ook toegepast is bij het ontwerp van de voegen van het eerste circulaire viaduct, gerealiseerd door Rijkswaterstaat, Spanbeton en Van Hattum en Blankevoort. Daarnaast wordt een beschermende laag (met bijvoorbeeld Densoband) toegepast rondom het onderste gedeelte van de deugel om te voorkomen dat de deugel direct contact kan maken met het beton buiten de

hoofdwapening, en op die manier de betondekking te beschermen. Een ander detail dat van belang is, betreft het feit dat er een holle ruimte tussen de bovenkant van de deugel en het beton moet worden gevormd, zodat er geen contact met het beton gemaakt kan worden. Zodoende wordt hier geen verticale (normaal)kracht overgebracht. Daarnaast is de belangrijkste voorwaarde voor de oplossing om toepasbaar te zijn dat er geen trek in de palen optreedt, aangezien de F2F verbinding geen trekkrachten over kan brengen. Het voorgestelde ontwerp van de F2F verbinding is ontwikkeld door middel van een iteratief ontwerpproces, waarbij gebruik gemaakt is van twee 2D FEM modellen in SCIA Engineer en van een 1D analytisch 'semi-oneindige staaf op een elastische bedding' model in Maple. Het eerste SCIA model betreft een model van het ontwikkelde standaardviaduct (zie figuur 1), en is gebruikt om de maatgevende snedekrachten ter plaatse van de F2F verbinding te bepalen. Het andere SCIA model betreft een non-lineair model van de demontabele F2F verbinding (zie figuur 4a). Dit model is gebruikt om verschillende geometrieën en eigenschappen van de verbinding te testen en te verifiëren op basis van de maximale deugvelvorming en de maximale contactspanning tussen de

deugel en het omsluitende beton (zie figuur 4b). Als laatste is het 1D analytische model (zie figuur 5) o.a. gebruikt voor enkele variantenstudies. Daarnaast is het gebruikt om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met betrekking tot de parameters waarmee de bedding van het omsluitende beton op de deugel is gemodelleerd ('*foundation modulus of concrete under dowel action*'; in figuur 5), aangezien dit de meest kritische parameter bleek te zijn, waarover tegelijkertijd ook de meeste onzekerheid bestond (en bestaat). De uiteindelijk bepaalde geometrie en aangehouden materiaaleigenschappen van de F2F verbinding zijn (zie figuur 4b):
 $a = 150 \text{ mm}$;
 $b = 500 \text{ mm}$;
 $L = a + b = 650 \text{ mm}$;
 $d_b = 80 \text{ mm}$;
 $d_{plate} = 508 \text{ mm}$;
 $t_{plate} = 50 \text{ mm}$;
Betonsterkteklasse C30/37;
Staalsoort S355.

Uiteindelijk heeft het onderzoek geresulteerd in een voorstel voor zowel een standaardisatieschema voor het ontwerp van een circulair betonnen viaduct als in het concept voor een demontabele F2F-deugvelverbinding voor toepassing in meerdere levenscycli. De conclusie is dat de



Voor ons
is geen brug
te ver



mobilis | TBI

SLIMMER VERBINDEN, BETER BOUWEN

Bekijk alle projecten
op onze website!



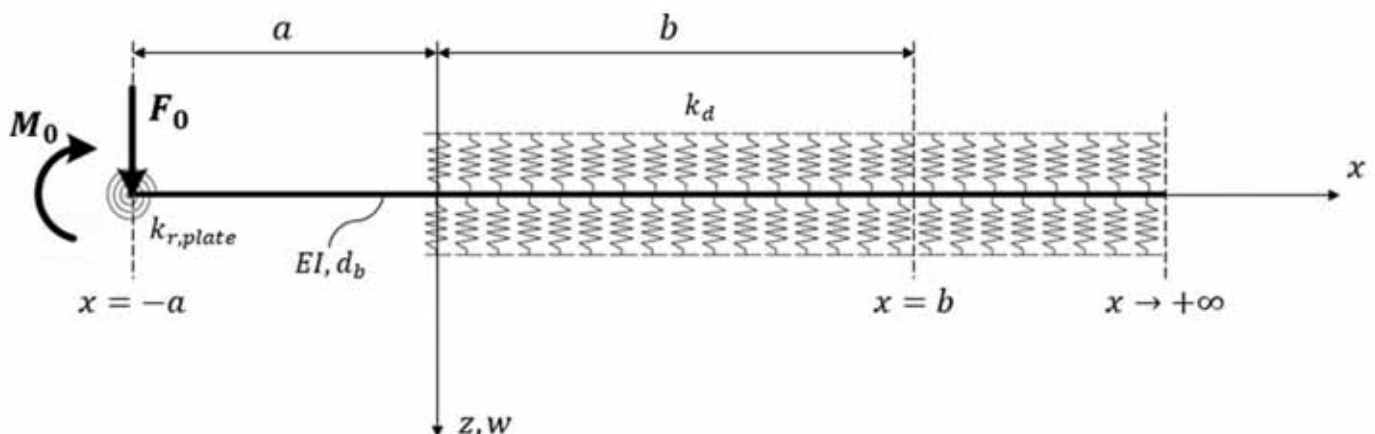
voorgestelde F2F verbinding een potentiële, circulaire oplossing kan zijn voor wat het grootste knelpunt in het huidige ontwerp wordt geacht te zijn. Echter, het is van belang zich ervan bewust te zijn dat het nog slechts gaat om een concept, en dat verdere doorontwikkeling noodzakelijk is. Met name wordt geadviseerd om een gedetailleerder 3D volumiek FEM model te ontwikkelen, en om parallel daaraan meer onderzoek te

verrichten naar de beddingsparameters van beton op de deuvel. Op die manier kan het constructieve gedrag van de F2F verbinding verder geverifieerd worden.

Tenslotte is de algemene conclusie getrokken dat het onderzoek concrete handvaten biedt om het huidige (lineaire) ontwerp van een betonnen viaduct te transformeren in een demontabel (circulair) ontwerp, en daarmee

bijdraagt aan een toekomst voor groot-schalige, circulaire viaductconstructies.

NB: voor referentie/bronvermelding (zowel tekstueel als figuren) wordt verwezen naar het afstudeerrapport, te verkrijgen via: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:78eb1842-968a-40cc-9756-3217ecb4cb94>



5 Schematisering van deuvel, omsloten door beton, als semi-oneindige staaf op een elastische bedding

DE TEES TRANSPORTER BRIDGE

DE LANGSTE ZWEEFBRUG TER WERELD

Elisabeth van Blankenstein

Het eerste concept voor een zweefbrug ontwikkelde Charles Smith (1843-1882) van Harltepool Ironworks in 1872. In dat jaar presenteerde hij de Middlesbrough Corporation met een plan voor een 'aerial ferry bridge' over de Tees. Zijn ontwerp bestond uit een hooggelegen portaal waaraan aan rails een gondel werd opgehangen dat horizontaal tussen de beide oevers heen en weer kon bewegen. Het hoge portaal moest ervoor zorgen dat grote schepen op de Tees ongehinderd er onderdoor konden varen. De gondel zou net iets boven het water hangen en geschikt zijn voor het transport van voertuigen en personen.



Het plan van Smith werd echter nooit gerealiseerd. Wel werd het verder uitgewerkt door de ingenieurs Ferdinand Joseph Arnodin (1845-1924) en Martin Alberto Palacio (1856-1939). In 1887 vroeg het stel patent aan voor de 'pont transbordeur'. Zes jaar later bouwden zij de Vizcayabrug over de Nervión in Spanje (1893), de eerste zweefbrug ter wereld. In de jaren daarop was Arnodin betrokken bij nog acht andere zweefbruggen waaronder die in Rouen (1898) en Newport in Wales, VK (1906).

Sommige kenners vragen zich af of zweefbruggen überhaupt wel tot het type bruggen moeten worden gerekend. 'Eerder horen zij thuis bij veerponten.' Zie: *Bruggen in Nederland 1800-1940 III* (Zutphen 1999) blz. 22. Ten opzichte van een veer heeft de zweefbrug echter het voordeel dat hij ongevoelig is voor golven en getijbewegingen.

Zweefbruggen zijn tamelijk zeldzaam. Wereldwijd zijn er ruim twintig gerealiseerd. Tien daarvan zijn bewaard gebleven en slechts zes zijn nog in bedrijf, waarvan drie in het VK. Eén van die Britse zweefbruggen is de Tees Transporter Bridge, in de volksmond aangeduid als *Tranny*, *the Blue Dragonfly of the Old Girl*. Anno 2021 vormt dit hoge bouwwerk bij Middlesbrough nog steeds een indrukwekkende blikvanger.

MIDDLESBROUGH

Middlesbrough is een postindustriële stad op de zuidoever van de rivier de Tees in Noordoost Engeland. Na de opkomst van de ijzerproductie en de spoorwegen ontwikkelde

de stad zich tot één van de grotere staalcentra in het VK. In 1907 werd besloten om de twee veerdiensten tussen Middlesbrough en Port Clarence te vervangen door een zweefbrug. Daarop ontwikkelde de Cleveland Bridge &

Engineering Co in samenwerking met zijn hoofdingenieur, Georges Camille Imbault (1877-1951), een Fransman die eerder met Arnodin bij de totstandkoming van de zweefbruggen in Tunesië (1898), in Rouen (1899) en Newport (1906) betrokken was, een plan voor een zweefbrug over de Tees. Het plan werd goedgekeurd waarna met de bouw van start kon gaan.

DE TEES TRANSPORTER BRIDGE

In juli 1909 ging de eerste schop in de grond en werden de eerste bouwputten gegraven. De officiële plaatsing van de eerste stenen van Aberdeen graniet voor de funderingen vond plaats op 3 augustus 1910. Op 19 april 1911 werden de twee uitkragende brugdelen op 49 meter boven de rivier samengevoegd tot één overspanning. Vijf maanden later kon de gondel worden beproefd door er een 14 tons stoomwals op en af te rijden. Tenslotte werd de brug op 17 oktober met de nodige ceremonie in gebruik genomen.





zuidoever bevinden zich de twee oorspronkelijke zestig pk Westinghouse elektromotoren die zorgen voor de aandrijving van de kabellieren.

VAN ROOD NAAR KORENBLAUW

Ten tijde van de openstelling in 1911 was de brug rood van kleur. In 1961, toen de brug verlicht werd, werd hij korenblauw geverfd. Deze kleur zou de vormen het mooist weergeven tijdens de verlichting van de brug. De verfbeurt vergde 20.000 liter verf.

TOEGANKELIJKHEID

Behalve bij slecht weer – de gondel is erg windgevoelig – kan de overtocht tussen Middlesbrough en Port Clarence zes dagen per week worden gemaakt. Op zondag is de gondel buiten bedrijf. Er moet wel tol worden betaald.

Sinds september 2015 is er een glazen lift geïnstalleerd waarmee belangstellenden naar boven kunnen voor een bezoek aan de wandelbrug boven op het portaal.

CULTUREEL ERFGOED

In de loop der jaren heeft de Tees Transporter Bridge een aantal onderscheidingen ontvangen voor de technische kwaliteiten en goed onderhoud. Ook kwamen steeds meer bezoekers naar Middlesbrough om de brug als voorbeeld van industriële engineering te bewonderen. In juni 2000 werd er een bezoekerscentrum gevestigd in de voormalige werkplaats van de brug. Om het honderdjarig bestaan in 2011 te vieren, stelde the Heritage Lottery Fund een bedrag van £ 2,6 miljoen beschikbaar voor verbeteringen zoals de installatie van een glazen lift naar de loopbrug over het portaal en een renovatie van de gondel. De brug bleek echter meer onderhoud te vergen. Na een flinke opknapbeurt voor een totaalbedrag van £ 4 miljoen kon de brug in maart 2015 weer voor het publiek worden opengesteld.



De totale lengte van de drie stalen overspanningen (het portaal in het midden en de twee eindoverspanningen) bedraagt 259,4 meter. Het geheel wordt gedragen door twee paar taps toelopende, asymmetrische stalen vakwerktorens. De strakke, verticale lijn aan de binnenkant van de torens betekent dat de kabels en gondel ongehinderd kunnen bewegen. De centrale overspanning boven water is 174 meter lang en de twee eindoverspanningen boven land zijn 42 meter elk. Beide eindoverspanningen zijn met stalen kabels in de grond verankerd.

GONDEL

De 14,7 meter brede gondel wordt door middel van dertig stalen kabels en zestig katrollen boven het water heen en weer bewogen. Binnen 90 seconden kunnen tot 200 personen of negen auto's de overtocht maken. Het bedieningshuis staat op het dak van de gondel. In het motorhuis op de

Wandelbrug op portaal





PROJECTGEGEVENS

Tees Transporter Bridge (Middlesbrough) (1911)	
Opdrachtgever in 1909-1911	Middlesbrough Corporation
Ontwerper	G.C. Imbault voor Cleveland Bridge & Engineering Co., Darlington
Uitvoerder	Sir William Arrol & Co., Glasgow
Kosten	£ 87.316
Totale lengte	259,4 meter
Doorvaarthoogte	49 meter
Huidige Beheerder	Middlesbrough Council
Openstelling	17 oktober 1911
Brugtype	Zweefbrug, de langste nog functionerende ter wereld

NEDERLANDSE TRANSBORDEUR VOOR AGRARISCH VERKEER

Nederland heeft nooit een echte zweefbrug gekend. Wel hing er tussen 1938 en 1959 een elektrisch aangedreven platform of transbordeur onder de Maarssebrug over het Amsterdam-Rijnkanaal. Boven het brugdek reed het wegverkeer terwijl eronder plaatselijke boeren met hun hooiwagens en vee met behulp van een platform het kanaal overstaken. Zo hoefden ze geen gebruik te maken van de steile oprit



van de verkeersbrug. Het platform werd bediend door een brugwachter die vlak bij de brug woonde. Met de komst van tractoren raakte het platform in onbruik en in 1959 werd de stellage ontmanteld.

BRONNEN

Informatie

<http://bruggenlexicon.nl>

<https://bruggenstichting.nl>

<https://en.m.wikipedia.org>

<https://issuu.com>

Zweefbrug onder de Maarssebrug
Zweefbruggen
Tees Transporter Bridge
Tees Transporter Bridge/2015 brochure
E. Denison & I. Stewart, How to read BRIDGES. A crash course spanning the centuries (London 2012) 162, 163

Afbeeldingen

<https://historicbridges.org>

<https://www.tripadvisor.nl>

Tees Transporter Bridge Photo Gallery
Tees Transporter Bridge - (Middlesbrough)

Fotogalerij

<https://youtu.be/3GzEwyfKsQg>

<https://youtu.be/4GF0-T3wucU>

<https://youtu.be/rjsMgjueumU>

Tees Transporter Bridge
Tees Transporter Bridge Opened in 1911
Opening of the Middlesbrough Transporter Bridge (1911) Britain on Film

NEDERLANDSE BRUGGENSTICHTING

BRUGGEN



WWW.BRUGGENSTICHTING.NL