



GENIALE BRUG IN ANTWERPEN

4



NIEUWE BRUGGENPOSTZEGELS

10

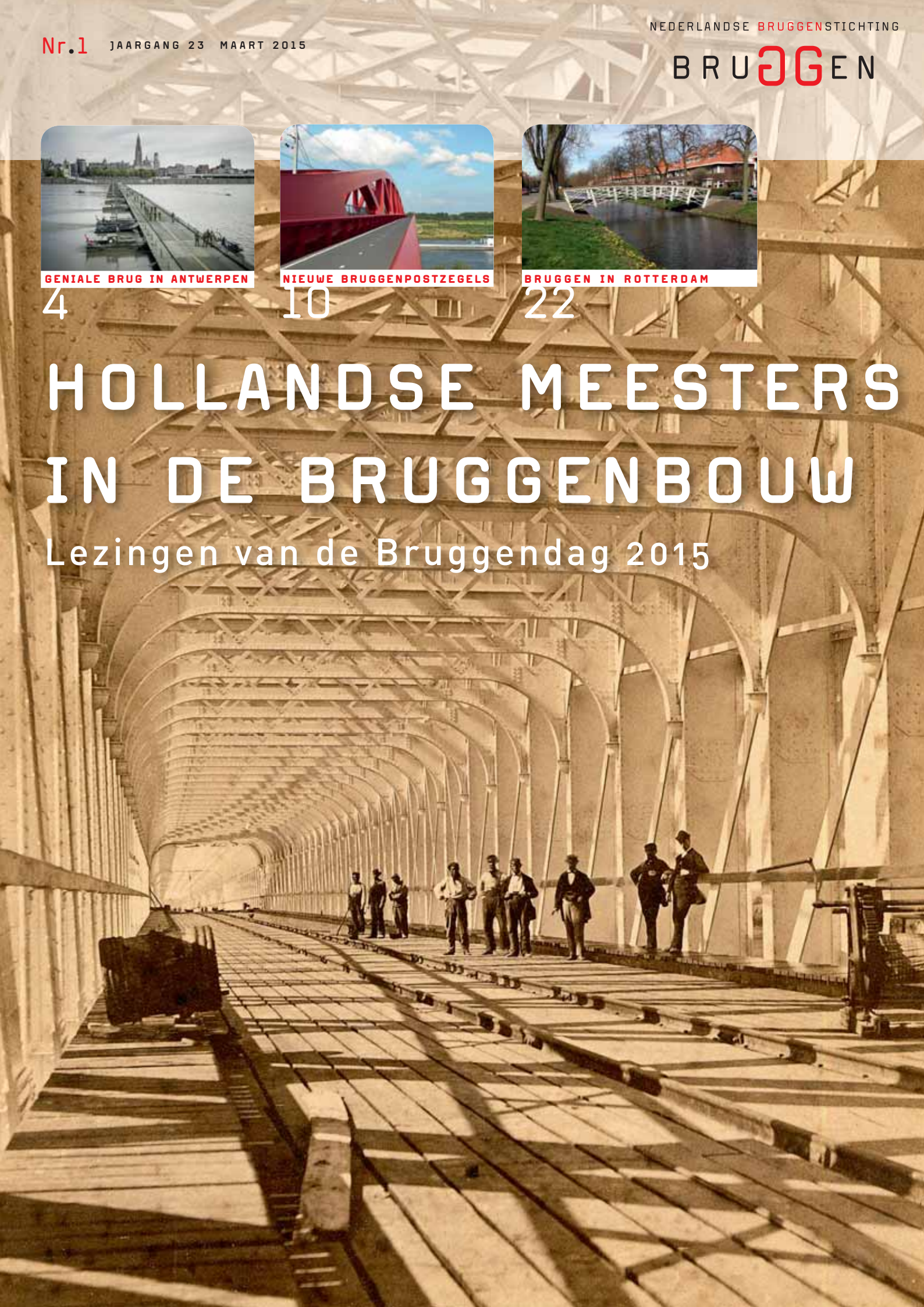


BRUGGEN IN ROTTERDAM

22

HOLLANDSE MEESTERS IN DE BRUGGENBOUW

Lezingen van de Bruggendag 2015



INHOUD

- 4 Brugslag en Waterbouwkunde bij de Genie



- 10 Postzegelserie
Bruggen in Nederland

- 14 'Beter dan door welke tekening dan ook'

- 18 Ontwerp nieuwe fiets-/ wandelbrug over de Karitaatmolen-slootbrug te Delft



- 22 De vervangen bruggen in de gemeente Rotterdam

- 26 Tegen welke cultuurverschillen loop je nu aan als je als Nederlander werkt in het buitenland?



- 29 Carolinabrug in Suriname

- 36 Uitbreiding van de sluizencomplexen in het Panamakanaal



- 40 Kuifje in China

- 46 Bouw je een brug in Panama, vergeet dan de planning maar

- 52 Bouw van de Dalsfjord Brua

COLOFON

Opgericht 10 april 1992

BESTUUR

Hans Binkhorst, Jan de Boer, Hans de Haan (voorzitter), Cees Heiden, Jan van den Hoonard, Hein Klooster (erelid), Gert-Jan Luijendijk, Dick Schaafsma, Joris Smits, Leo Wagemans.

RAAD VAN ADVIES

Arcadis Nederland, Antea Group, Arup Nederland, DIVV Amsterdam, Haasnoot Bruggen, IV-Infra, Janson Bridging, Mammoet, Mobilis TBI Infra, Movares, ProRail, Rijkswaterstaat, Spanbeton, Vereniging SNS Staalbouw, Ingenieursbureau Westenberg

BRUGGEN

Het tijdschrift BRUGGEN verschijnt vier maal per jaar. Abonnement € 35 per jaar. Gratis voor begunstigers van de Nederlandse Bruggen Stichting. Losse nummers: € 8,50, te bestellen via NL82 INGB 0000 0589 75

KOPIJ

Ingezonden bijdragen worden alleen in behandeling genomen als zij op cd-rom of per e-mail worden aangeleverd. Alle bijdragen dienen voorzien te zijn van naam, adres en telefoonnummer van de inzender. Inzendingen kunnen zonder opgave van redenen worden geweigerd.

ADVERTENTIES

Rob Lutke Schipholt (uitgever), renm-schipholt@planet.nl of 06 53 78 80 29

REDACTIE

Jan Arends, Michel Bakker, Elisabeth van Blankenstein, Fred van Geest, Boy Huisinga, Hein Klooster, Frans Remery, Hans Rhee, Wils van Soldt, Pieter Spits.

REDACTIEADRES

NBS p/a Rijkswaterstaat Gebouw Lange Kleiweg 34, 2288 GK, Rijswijk
Tel: 070-3366671
e-mail: redactie@bruggenstichting.nl

HOOFDREDACTEUR

Fred van Geest, Annaplaats 1, 2713 AK Zoetermeer, tel: 079 3160168
e-mail: redactie@bruggenstichting.nl

WEBSITE

<http://www.bruggenstichting.nl>

GRAFISCHE VORMGEVING

Ronald Boiten en Irene Mesu, Amersfoort

OPLAGE

1000
ISSN 1571-4586

DE BRUG IS OPEN

Hans de Haan • voorzitter

Er zijn situaties, waarin je met lege handen of met je mond vol tanden staat. Dat was het geval op dinsdag 18 november van het vorig jaar op Tasmanië, tijdens de intocht van Sinterklaas in Nederland, tijdens een Australië reis met mijn echtgenote. We waren met een SUV op weg naar Port Arthur, waar we zouden overnachten. Om op het schiereiland te komen waarop Port Arthur ligt, moesten we het in de 19^e eeuw door gevangenen gegraven Denison Canal bij Dunalley oversteken. We strandden voor dat kanaal, nota bene vlak bij het monument van de Nederlander Abel Tasman, de ontdekker van Tasmanië. De brug was open. Een bekend excuus in Nederland, waar immers vele bruggen zijn. Maar nu eens geen smoes. De 40 m lange draaibrug over het kanaal kon niet gesloten worden. De brug sloot niet en bleef half open staan. Het draaimechanisme weigerde blijkbaar dienst. We zagen mannen met veiligheidshesjes, in gele, oranje en witte pakken bezig bij het aan de overkant gelegen bedieningshuisje en de oplegging, maar ook bij de draaikrans. Met een vrachtautootje waaraan een touw was bevestigd werd geprobeerd de brug dicht te trekken. Die poging mislukte omdat het touw brak. Het oponthoud kon nog wel even duren. De rij wachtende voertuigen groeide ondertussen gestadig. De brug is de enige verbinding met het schiereiland waarop Port Arthur ligt. Wat nu? Als voorzitter van de Bruggenstichting sta je met je mond vol tanden. Ik ging eens een kijkje nemen. Een fietser vertelde spontaan, dat hij naar de overkant wilde gaan om daar een 'pint' te drinken. Hij wees naar een, nu onbereikbaar, Engels uitzienend etablissement. Hij had verstand van hydrauliek. Ik was en bleef incognito. Ik vroeg: hoe oud is de brug? De dorstige fietser antwoordde min of meer verontwaardigd: 'pas 4 jaar!' Hij liep naar de werkluik om te informeren hoe lang het nog zou duren. Ik liep hem achterna toen plotseling uit het niets een gele shovel of laadschop kwam aanrijden. Een in de bak van de shovel meegenomen ketting werd aan die bak en een stijl van de brugleuning vastgemaakt. Zo werd de draaibrug met eenvoudige middelen weer gesloten. Waarom zou je moeilijk doen als het makkelijk kan? Met een vertraging van een klein uur konden we onze reis voortzetten. De brug was weer dicht.



In memoriam Jan Kuipers

Afgelopen december op tweede kerstdag overleed professor ir. Jan Kuipers. Hij werd 89 jaar. Jan werd op 13 mei 1925 geboren in Ter Apel. Op jonge leeftijd verhuisde hij eerst naar Rottum en daarna naar Kantens, kleine dorpjes in het noorden van de provincie Groningen. In 1939 deed hij toelatingsexamen voor de HBS in Appingedam en verbleef gedurende zijn studie aan de HBS bij een oom en tante in Appingedam. Na zijn eindexamen in 1944 ging hij naar de sterklas van de MTS in Groningen¹, maar toen die sloot, moest hij naar de Duitse 'Organisation Todt'² om tankgrachten te graven. Na de bevrijding wilde hij in Delft gaan studeren. Vooruitlopend daarop werden in Groningen in samenwerking met de TH in Delft enkele colleges en oefeningen gegeven, die voor een latere studie in Delft van belang waren. In januari 1946 kon hij met de studie voor civiel ingenieur in Delft beginnen.

Na één jaar deed hij met succes zijn eerste propeudeutische examens. In 1947 begon ook de repatriëring van de mensen, die in Nederlands Indië in een kamp hadden gezeten en ook van de Indische Nederlanders. De Javaanse bedienden – djongossen – gingen in staking en er werden 'corveeërs' gevraagd. Hij is toen een maand of drie in Nederlands Indië geweest. In 1948 is hij bij TNO student-assistent geworden. Hij moest daar, samen met een wiskunde student uit Leiden, een TNO-rapport 'vertalen' tot een leesbaar geschrift. De schrijver daarvan – een ingenieur uit Nederlands Indië – had een nieuwe methode ontwikkeld voor het berekenen van schaaldaken, maar helaas kon niemand daar wijs uit. In 1952 is hij met als afstudeeronderwerp een strokartonfabriek bij professor Zweers afgestudeerd in de richting Utiliteitsbouw. Als hij uitstel van Militaire Dienst zou kunnen krijgen, kon hij op aanbeveling van professor Zweers bij de Rotterdamse aannemer J.P. van Eesteren als jong ingenieur in dienst komen. Omdat dit niet lukte solliciteerde hij met succes bij een hoogleraar in Bandoeng, waar hij de herbouw en inrichting van het vroeger door professor Vredenburg opgebouwde laboratorium verzorgde. Zodoende vertrok hij in 1952 – na veel betwijfel – met de 'Oranje' naar het inmiddels zelfstandige Indonesië. In 1955 ging hij – weer met de 'Oranje' – terug naar Nederland, waar hij bij de TH in Delft betrokken werd bij de berekening van het nieuw te bouwen laboratorium voor onderzoek naar constructies. Als eerste ingenieur bij dit laboratorium kreeg hij onder leiding van professor De Heer een opdracht voor onderzoek van dragende houtconstructies. Hij had liever staal of beton onderzocht, maar aimabel man als hij was, aanvaardde hij die opdracht wel. Het begon als een Nederlands onderzoek, maar allengs werd dit uitgebreid naar Duitsland en Engeland en nog later werd

het onderzoek van houtconstructies op mondiale schaal uitgevoerd. Jan Kuipers reisde daarvoor vele malen naar het buitenland. In 1966 werd hij gevraagd om opvolger te worden van lector Plaizier. Hij heeft het daar heel moeilijk mee gehad, omdat hij zichzelf niet echt geschikt vond. Hij moest colleges geven op het gebied van de eigenschappen van bouwmaterialen. Hij heeft dit toch circa 6 jaar gedaan. Eerst als lector, maar toen die functie werd afgeschaft werd hij hoogleraar en heeft toen ook de colleges Hout gegeven bij de afdeling Civiele Techniek. Hij heeft in het vak Hout wel veel erkenning gekregen in binnen- en buitenland. Na zijn pensionering heeft hij voor de UNESCO advies gegeven over de restauratie van een circa 200 jaar oude kerk in Kizhi. Ook in een openluchtmuseum in Rusland bleken twee houten kerken te staan, die aan restauratie toe waren. Dat betrof de Church of Transfiguration, gebouwd in 1713 tijdens Tsaar Peter de Grote, de andere uit 1764 de kerk van de Intercession. Zijn adviezen werden ook daar hogelijk gewaardeerd.

In 1992 werd hij door professor Jaap Oosterhoff aangezocht om met hem en een aantal technici zitting te nemen in het bestuur van een op te richten Bruggenstichting als deskundige op het gebied van houten bruggen, een benoeming, die hij graag aannam. De taak van deze stichting omvatte onder meer de beschrijving van de ontwikkeling van de bruggenbouw in Nederland, waarover tot dan vrijwel niets was vastgelegd. De aan hem toegevoerde functie als penningmeester was hem minder op het lijf geschreven, maar die taak heeft hij toch van 1992 tot 1997 tot een goed resultaat weten te brengen.

Hij was ook betrokken bij het werven, selecteren en aannemen van administratief personeel en het inrichten van een bibliotheek. Daarnaast schreef hij ook diverse artikelen over houten constructies en houten bruggen in dit blad. Begin januari 1999 nam hij afscheid van het bestuur van de NBS. Wij zijn hem veel dank verschuldigd voor alles wat hij voor de NBS heeft gedaan. Wij wensen zijn vrouw en kinderen veel sterkte toe.

Hein Klooster.

Noot van de Redactie

- 1 De MTS van die tijd is de HTS (ook wel TH genoemd) van nu. De sterklas was een instroom van leerlingen met een HBS-B vooropleiding, waarmee de eerste twee jaren in één jaar kon worden gevolgd. Dit in tegenstelling tot de UTS-ers (tegenwoordig MTS of BOL-4 opleiding Infratechniek genoemd), die de volledige opleiding moesten volgen.
- 2 Organisation Todt was een Duitse semi-militaire organisatie, opgericht in 1938 door Frans Todt in zijn hoedanigheid als Minister van Bewapening en Munitie, voor het bouwen van de Westwall, ook wel Siegfriedlinie genoemd. Deze organisatie werkte o.a. met dwangarbeiders.


BEGUNSTIGER

Belangstellenden voor het werk van de Bruggenstichting kunnen begunstiger worden, als particulier of als bedrijf/organisatie, of donateur. 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 culturele ANBI, wat staat voor Algemeen Nut Beogende Instelling. Dat betekent dat particulieren de jaarlijkse bijdrage voor de belasting kunnen aftrekken voor 125% en bedrijven/organisaties voor 150%. Voor 2014 is de

minimumbijdrage voor particulieren € 35,- en voor bedrijven en instellingen € 120,- per jaar. Donateurs Studenten betalen € 10,- (maximaal 2 jaar).

U kunt zich aanmelden door het overmaken van de bijdrage op onze rekening 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.





BRUGSLAG EN WATERBOUWKUNDE BIJ DE KONINKLIJKE LANDMACHT

PIETER SPITS (OUD DPL. SLD. DER GENIE IN 1966-4)



Wie vroeger als dienstplichtig militair in dienst ging en een MTS/HTS opleiding Weg en Waterbouwkunde op zak had, kwam in veel gevallen bij de Genie. Het constructieve wapen van de Koninklijke landmacht. Tijdens de opleiding of de plaatsing bij een van de parate Genie-eenheden, is men ongetwijfeld ook wel eens op de 'Bruggenschool' geweest. De Bruggenschool was en is nog steeds gevestigd op het Engelsche Gat in 's-Hertogenbosch. Bekend zijn onder meer de Baileybruggen die door de pontonniers met mankracht gemonteerd kunnen worden. In dit artikel kijken we naar het huidige InstructiePeloton Pontonniers en de bruggenbouwactiviteiten van de 105 Brugcompagnie die tegenwoordig ook gehuisvest is op het Engelsche Gat. Het werkveld is breed, aangezien tegenwoordig mede hand- en spandiensten worden verleend aan burgerlijke activiteiten en evenementen zoals de Vierdaagse van Nijmegen.

→ De bijzondere Baileybrug gebouwd op de Prinses Margriet Kazerne in Wezep.



De 'oude' Bruggenschool heet tegenwoordig het InstructiePeloton Pontonniers en maakt deel uit van het Opleidings- en Trainings Centrum Genie (OTCGenie).

Met adjudant Coert Langenhuijzen, commandant van het instructiepeloton, spraken we over het functioneren van het Instructie Peloton en de compagnie.

De vroegere 105 Brugcompagnie is eind 2012 uitgebreid met een ondersteuningsdetachement.

Hiermee wordt meer nadruk gelegd op de constructietaak, vooral op en rond het water. De naam van de compagnie is gewijzigd in 105 Geniecompagnie Waterbouw, de naam die we in dit artikel gebruiken.

BOUW EN INSTRUCTIE

Het instructiepeloton, acht man sterk, leert de pontonniers en andere Genisten hoe de bruggen te bouwen. Naast de theorie is het vooral de praktijk die in en op het Engelsche Gat wordt gegeven. Hier kan



↑ Baileybrug proefopstelling.

men zowel op het land als op en over het water werken. Alle instructeurs beschikken over een vaarbewijs. Adjudant Langenhuijzen vertelt dat er regelmatig grote oefeningen met rampenscenario's worden gehouden. Kennis en vaardigheid moeten optimaal zijn. Tot voor kort behoorde ook personeel van Rijkswaterstaat tot de cursisten, een bewijs van de integratie tussen het leger en de civiele praktijk, die vruchten afwerpt. Want in de toekomst zal bijvoorbeeld de Geniecompagnie Waterbouw meer werkzaamheden op waterbouwkundig gebied gaan uitvoeren, denk bijvoorbeeld aan een tijdelijke verbinding over het water of een afsluiting van een waterloop op verzoek van een waterschap. De opleidingen zoals het instructiepeloton Pontonniers die geeft, omvatten de hoofdelementen bruggenbouw, varen en duiken. Militairen met een kaderopleiding krijgen een langere opleiding dan onderofficieren en soldaten. De training behelst vaak 'je komt bij een hindernis en wat te doen'. Maak gebruik van je kennis, kies het juiste materieel en werk snel. Adjudant Langenhuijzen: meer en meer worden de trainingsprogramma's op maat gemaakt, waarbij het de 'klant' (de oefenende eenheid) is die bepaalt wat er geleerd of getraind moet worden.

BESCHIKBAAR MATERIEEL

Om te beginnen is er de alom bekende Baileybrug, die wordt opgebouwd uit panelen, dwarsdragers en het brugdek. De montage is zodanig dat, indien nodig, de bruggen met mankracht geassembleerd kunnen worden. Voor veel oud-pontonniers is dit bekend terrein. Een basispaneel weegt 260 kg en kan door zes mannen gedragen worden. Uiteraard worden de arbeidsomstandigheden in acht genomen en is er

→ Lanseren van een vouwbrugelement.

modern hefmaterieel aanwezig. De Baileybrug is in 1943 ontwikkeld en is door de jaren heen enorm veel toegepast. In principe voor tijdelijk gebruik, maar sommige bruggen zijn vele jaren meegegaan, zoals de hulpbrug tussen de bouwput in het Haringvliet waar de spuiscuizen werden gebouwd, en de kop van het eiland Goeree. Bij de bouw van verschillende Deltawerken, tot en met de stormvloedkering in de Oosterschelde, zijn Baileybruggen ingezet.

Het principe van de Baileybrug berust op een standaard-montage van de elementen: panelen, dwarsdragers, rijdek. Door panelen te koppelen dan wel op elkaar te plaatsen en het aantal dwarsdragers te vergroten, kunnen bruggen worden gebouwd met een groot draagvermogen. Verdere ontwikkelingen van dit type brug zijn bijvoorbeeld de Engelse Maybe Bridge en de Janson paneelbrug. Panelen, dwarsdragers en brugdek zijn wereldwijd verkrijgbaar.

Een ander belangrijk en modern type is de vouwbrug. Aangevoerd met grote vrachtwagens worden de elementen te water gelaten en vervolgens opengeklapt tot een brugdeel. Deze brugdelen kunnen aan elkaar gekoppeld worden tot een brug of veervlot en met vaartuigen op hun plaats gebracht. De vloten hebben een maximale laadcapaciteit van 40 of 70 ton, afhankelijk van de configuratie van de vloten. Dankzij de geringe diepgang van 50 cm kunnen de vloten vrijwel overal komen. Bij overstromingen kunnen ze worden ingezet om mensen en vee naar veiliger plaatsen te vervoeren. Ook noodhulp kan naar ondergelopen gebieden worden gebracht. Bij dit alles worden verschillende vaartuigen ingezet, waaronder grote rubberboten met buitenboordmotoren.

Verder wordt nog steeds instructie gegeven in het bouwen van Medium Girder Bruggen (MGB). Dit brugtype is al sinds de jaren '70 van de vorige eeuw in gebruik bij de Genie.

Tot slot zijn er de niet-standaard bruggen, ofwel bruggen die in een noodsituatie gebouwd moeten worden met de ter plaatse aanwezige materialen. Dat vereist een grondige kennis van de bruggenbouw naast improvisatietalent. Vooraf moet worden bekeken





↑ De brug(gen) voor de Vierdaagse

De eigenlijke taak van de Brugcie is 'de brugslag', ofwel het slaan van bruggen in uiteenlopende situaties, ongeacht terrein- en andere omstandigheden

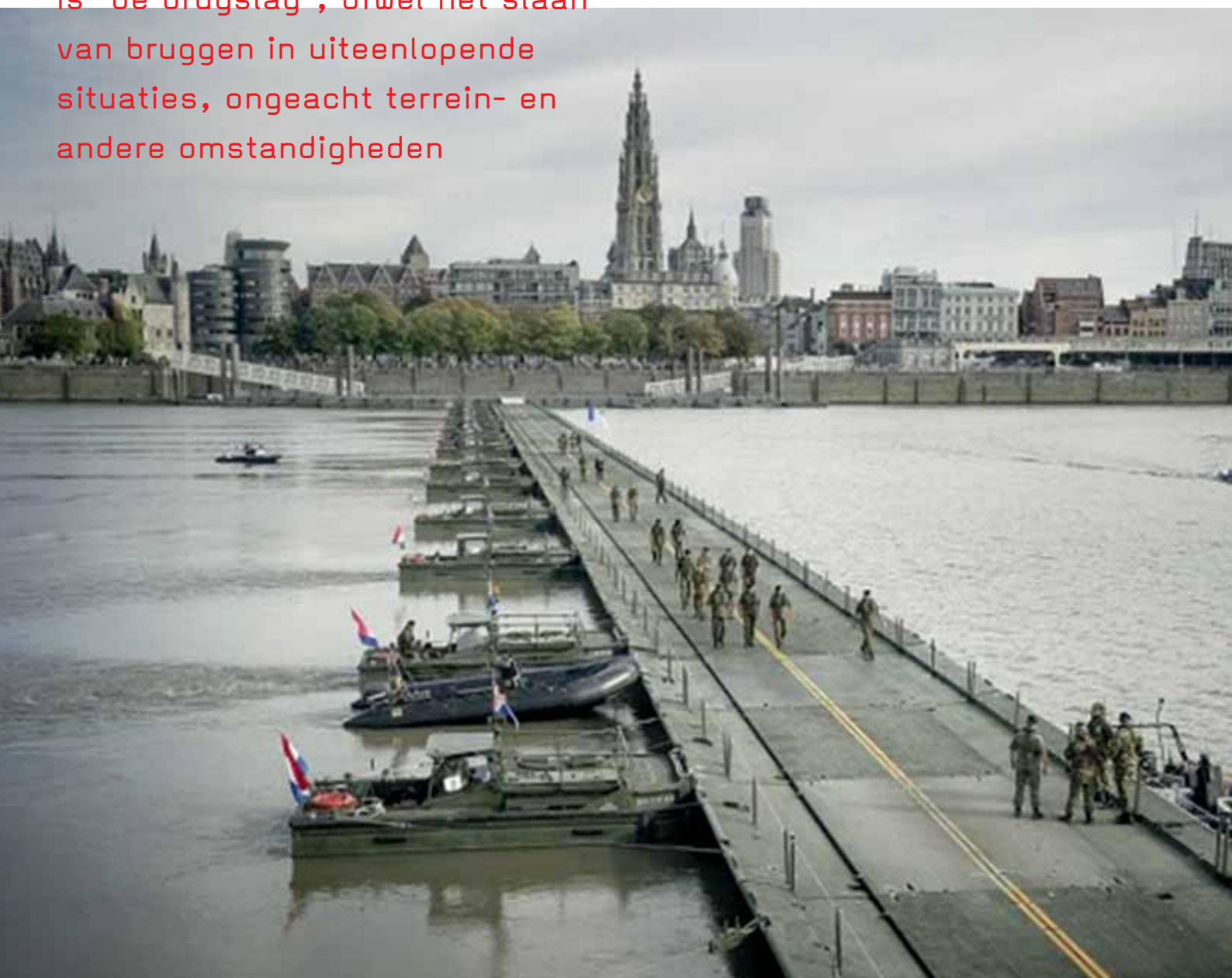
welke belastingen een brug zal moeten dragen en daarop wordt de niet-standaard brugconstructie afgestemd.

105 GENIECOMPAGNIE WATERBOUW

Adjutant Langenhuijzen vertelt dat de taak van de 105 Geniecompagnie de laatste jaren sterk is veranderd. Er is een integratie op gang gekomen tussen militaire en civiele taken. Zo is samenwerking ontstaan met waterschappen, maar ook met Rijkswaterstaat.

Defensie kan in geval van nood heel snel mensen mobiliseren en materieel inzetten. Voor alle duidelijkheid, de eigenlijke taak van de Geniecompagnie is de 'brugslag', ofwel het slaan van bruggen in heel uiteenlopende situaties, ongeacht terrein- en andere omstandigheden.

De eenheid bestaat uit ongeveer 150 pontonniers en omvat twee brugpelotons, een duikerspeloton, een ondersteuningspeloton en een staf/logistiekpeloton ter aansturing en ondersteuning. Elk brugpeloton beschikt over 24 grote Scania vrachtwagens, voor het vervoer van vouwbrugelmente



↑ De brug in Antwerpen bij de herdenking van WO I, motorboten houden de brug op zijn plaats, tegen de stroom in.



↑ model van een boogbrug, gemaakt van bamboe in 1934.

↑ → GENIEMUSEUM

Op de Van Brederode kazerne in Vught is het Geniemuseum gevestigd waar op aansprekende wijze aandacht wordt besteed aan oude en nieuwe constructies en materieeltoepassingen zoals de pontonplaatbrug (verouderd) en de eveneens verouderde tankbrug voor 60 ton zwaar materieel. Uit de vroegere koloniale tijd staat er een schitterend model van een bamboeboogbrug uit 1935. Uiteraard is er veel aandacht voor het moderne materieel, wat voor een groot deel in de buitenexpositie is ondergebracht. Een bezoek aan het Geniemuseum is zonder meer de moeite waard.



↑ Opstelling Baileybrug buitenterrein Geniemuseum

actie heel snel tot een brug of een veervlot kunnen worden opgebouwd. Elk peloton beschikt over 90 m pontonbrug of drie vloten van circa 30 m lengte voor het vervoer van mensen en materieel. Daarnaast beschikt de compagnie nog over Medium Girder Bridge (MGB) materiaal. Elk van de twee pelotons heeft de beschikking over 50 m MGB. Binnen de brugpelotons zijn verder mensen en middelen aanwezig op bouwkundig gebied, installatietechniek en elektrotechniek.



↑ Vaartuigen met pontons in actie

Regelmatig wordt de 105 Geniecompagnie Waterbouw voor civiele doeleinden ingezet, zoals bij de Vierdaagse in Nijmegen, en onlangs bij de bouw van een speciale brug in Antwerpen waar bepaalde gebeurtenissen uit de Eerste Wereldoorlog werden herdacht en nagespeeld. De oversteek van de Schelde was een kenmerkend onderdeel en omdat het Belgische leger geen eigen brugmaterieel meer bezit, is de Geniecompagnie van de Koninklijke Landmacht ingezet. Een jaarlijks terugkerende activiteit betreft het Bevrijdingsconcert op de Amstel in Amsterdam. Hier zorgt de Genie voor het 'podium'. Gekscherend zegt adjudant Langenhuijzen: het is niet langer het gevaar uit het oosten dat we het hoofd moeten bieden, het mogelijke gevaar ligt dichterbij. Door opwarming van de aarde krijgen we te maken met milieuveranderingen met als gevolg zeespiegelstijging en een grotere waterafvoer van de rivieren. Dit kan gevaren opleveren waarvoor de inzet van de 105 Geniecompagnie nodig zal zijn. Zo krijgt een militair onderdeel civiele taken.

Bruggen in Nederland

HSL-brug Moerdijk 2006



1

Nederland
2015
Nederland
510z



1

Eizerbrug Almen 1946

Kolenhavenbrug Delft 2004



1

Nederland
2015
Nederland
510z



1

Tuibrug Heusden 1989

Zouthavenbrug Amsterdam 2005



1

Nederland
2015
Nederland
510z



1

Jan Waaijbrug Zoetermeer 2013

De Oversteek Nijmegen 2013



1

Nederland
2015
Nederland
510z



1

Zeelandbrug Oosterschelde 1965

Hanzeboog Zwolle 2011



1

Nederland
2015
Nederland
510z



1

Nesciobrug Amsterdam 2006



Aanvang verkoop
30 maart 2015

Artikelnummer
351161



POSTZEGELSERIE

BRUGGEN IN

NEDERLAND

UITGIFTE 30 MAART 2015

HSL-brug Moerdijk, 2006,
stalen kokerbrug met betondek

Architect Benthem Crouwel, Amsterdam

Foto Luuk Kramer, Amsterdam

Ehzerbrug Almen, 1946,
stalen vakwerkbrug

Architect A.M. Hamilton

Foto Luuk Kramer, Amsterdam

Kolenhavenbrug Delft, 2004,
stalen ophaalbrug

Architect Joris Smits, Royal Haskoning DHV, Rotterdam

Foto Bart Nijs, Overasselt

Tuibrug Heusden, 1989,
betonnen tuibrug met
niet-omhulde staalkabels

Architect Rijkswaterstaat, Wim Snieder

Foto Michiel Verbeek, Arnhem.

Zouthavenbrug Amsterdam, 2005,
onderspannen stalen liggerbrug
voor voetgangers

Architect Hans van Heeswijk, Amsterdam

Foto Luuk Kramer, Amsterdam.

Jan Waaijerbrug Zoetermeer, 2014,
stalen fiets- en voetgangersbrug

Architect Syb van Breda, Leiden

Foto Foto Linthout, Zoetermeer

De Oversteek Nijmegen, 2013,
boogbrug

Architect Chris Poulissen, Antwerpen

Foto Hollandse Hoogte, Flip Franssen, Ubbergen.

Zeelandbrug Oosterschelde, 1965,
betonnen kokerbrug en stalen
basculebrug

Architect Combinatie Brug Oosterschelde

Foto Wim Denijs, Lommel.

Hanzeboog Zwolle, 2011,
stalen spoorbrug

Architect Quist Winterman Architecten, Rotterdam

Foto Stefan Verkerk, Wezep.

Nesciobrug Amsterdam, 2006,
stalen hangbrug

Architect Jim Eyre, Londen

Foto Luuk Kramer, Amsterdam

Het postzegelvel **Bruggen in Nederland** besteedt aandacht aan tien markante naoorlogse bruggen in Nederland: de HSL-brug Moerdijk, de Ehzerbrug in Almen, de Kolenhavenbrug in Delft, de Tuibrug in Heusden, de Zouthavenbrug in Amsterdam, de Jan Waaijerbrug in Zoetermeer, De Oversteek in Nijmegen, de Zeelandbrug over de Oosterschelde, de Hanzeboog in Zwolle en de Nesciobrug in Amsterdam, u wel bekend uit het boek 'De Nederlandse brug, 40 markante voorbeelden'. De uitgifte van het postzegelvel **Bruggen in Nederland** is een initiatief van PostNL in nauwe samenwerking met de Nederlandse Bruggenstichting.

HET ONTWERP

Het postzegelvel Bruggen in Nederland telt tien postzegels voor Nederland 1. Op het velletje staan tien bruggen op even zoveel postzegels beeldvullend afgebeeld. Negen van de gebruikte foto's zijn kleurenfoto's, de tiende is zwart-wit. Vijf van de afbeeldingen lopen door op de velrand. Op elke postzegel is in een hoek een rechthoekig wit vlak uitgespaard waarbij de naast elkaar liggende vlakken samen weer een nieuw rechthoekig vlak vormen. In deze witte vlakken is de aanduiding Nederland en het jaartal 2015 opgenomen, met de sorteerhaak. Op de velrand staat de naam van de brug vermeld, met het jaar waarin de brug in gebruik is genomen. Het gebruikte font is de DTL Prokyon Condensed van de Dutch Type Library, ontworpen door Erhard Kaiser (1997). De waarde-aanduiding 1 in diapositief is getekend door de ontwerpers. Het postzegelvel Bruggen in Nederland werd ontworpen door Bockting Ontwerpers uit Amsterdam.

DE ONTWERPERS

In de afgelopen jaren is Bockting Ontwerpers meermalen betrokken geweest bij het ontwerp van postzegels in samenwerking met andere kunstenaars. Het postzegelvel Bruggen in Nederland is hun eerste postzegelontwerp van geheel eigen hand. "Vanaf het begin was duidelijk dat we het ontwerp dienden te baseren op bestaand fotomateriaal van tien verschillende bruggen", aldus Hans Bockting. "Maar welke bruggen? En hoe geef je zulke grote, monumentale en complexe objecten op zo'n klein formaat weer? Hoe visualiseer je het meest essentiële aspect van een brug: de overbrugging? Van de Nederlandse Bruggenstichting ontvingen we twee lijstjes van elk twaalf bruggen. Op het ene lijstje

stonden bruggen die vooral constructietechnisch opvallend waren, op het andere lijstje was het historisch belang als uitgangspunt genomen. We zijn ons daarnaast zelf gaan verdiepen in wat voor bruggen er allemaal zijn."

Sabine Bockting Reinhardt: "Samen met de lijstjes ontvingen we een aantal beelden, maar ook zijn we zelf op zoek gegaan naar interessant bestaand fotomateriaal. Al doende ontstond een enorme verzameling beeldmateriaal. Toch zijn nog twee bruggen opnieuw gefotografeerd omdat het beeld niet aan de eisen voldeed. We zijn begonnen met te onderzoeken hoe de bruggen op de postzegels af te beelden. Eerst hebben we ons gefocust op details. Dat leverde fascinerende en monumentale beelden op met een grafisch interessant lijnenspel. Consequentie was wel dat de herkenbaarheid van de brug naar de achtergrond verdween. Niet erg voor de kenners, maar volgens onze opdrachtgever wel voor het grote publiek. Daarom zijn we gaan uitzoomen tot het punt waarop de brug wel herkenbaar werd. En dat je ook duidelijk ziet wat een brug allemaal overbruggt – dus water of land, met waar mogelijk een horizon." Door het verder uitzoomen konden beide ontwerpers zich richten op het repeterende effect door de herhaling van brugelementen zoals tuien, pijlers, bogen, enzovoort. "Overigens hebben we wel geprobeerd om het aanvankelijke idee overeind te houden om uitsluitend constructieve details van bruggen te tonen", vertelt Sabine. "Door bijvoorbeeld wel in te zoomen op details, maar dan met een verhaaltje over de brug erbij. Of een detail op de postzegel met een kleine afbeelding van de hele brug op de velrand ernaast. Dat oogde toch te veel als een noodoplossing en het leidde ook af van de essentie van een brug – de overbrugging."

NAAR DE OVERKANT BRUGGEN IN NEDERLAND



“Die essentie keert ook terug in andere aspecten van het ontwerp”, legt Hans uit. “Met het aflopende beeld hebben we op het vel letterlijk een overbrugging willen suggereren. Iets soortgelijks geldt voor het witte vlakje op iedere postzegel. Doordat die vlakjes weer op elkaar aansluiten, sla je een brug tussen de verschillende postzegels. Zo ontstond ook het effect dat vier sorteerkransen samen een pictogram van een kruispunt vormen, wat een brug per definitie altijd is. Het totale beeld van het velletje heeft uiteindelijk in belangrijke mate bepaald welke bruggen zijn afgebeeld en in welke positie ze op het postzegelvel staan. We zijn ook blij met de keuze van relatief onbekende nieuwe bruggen. Dus niet de Erasmusbrug, de Magere Brug, de Moerdijkbrug of de Sint Servaasbrug. Die kent iedereen en bovendien zijn ze soms al eerder op een postzegel afgebeeld.” De uitsneden van de foto’s zijn zodanig gemaakt dat

een evenwichtig totaalbeeld ontstaat, rekening houdend met het karakter en het ritme van elke brug. “Nogmaals”, zegt Hans, “door de juiste afstand te nemen zodat je de herkenbaarheid combineert met de kenmerkende vormen van de brug. Het zijn ook allemaal prachtige bruggen. De HSL-brug bijvoorbeeld met die knik naar beneden en de pijlers op een rij. De fraaie rondingen van de fietsbrug in Zoetermeer. Die brug uit Delft met de opvallende combinatie van een ouderwetse constructie met een eigentijdse vormgeving. De brug over de Waal bij Nijmegen die er als een spin uitziet, het grote gebaar van de Nesciobrug in Amsterdam. Bruggen met een heel mooi ritme. Tot slot hebben we, voor zover dat kon, geprobeerd om verschillende bruggen op elkaar aan te sluiten zodat het soms lijkt alsof de brug op de ene postzegel overgaat in de brug op de andere postzegel.”

NEDERLANDSE BRUGGENSTICHTING

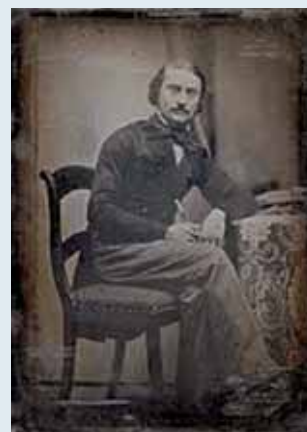
BRUGGEN

EEN BRUG TE VER? ADVERTEREN = BRUGGEN SLAAN!

INLICHTINGEN EN TARIEVEN

TE VERKRIJGEN BIJ ROB LUTKE SCHIPHOLT (UITGEVER),
RENM-SCHIPHOLT@PLANET.NL OF 0653788029

‘BETER DAN DOOR WELKE TEEKENING DAN OOK’



DE BRUGGEN VAN FOTOGRAAF

PIETER OOSTERHUIS / MICHEL BAKKER

LANGE TIJD WAS HET IN NEDERLAND GEBRUIKELIJK DAT FOTOGRAFEN OP GROTE SCHAAL DE TOTSTANDKOMING VAN WATERSTAATSWERKEN DOCUMENTEERDEN. JUWEELTJES VAN FOTOKUNST WAREN VAAK HET GEVOLG. **PIETER OOSTERHUIS** (1816-1885) WAS ÉÉN VAN DIE FOTOGRAFEN.

DE FOTOGRAAF

Hoewel opgeleid als kunstschilder, vestigde Oosterhuis zich in 1851 in Amsterdam als daguerreotypie-fotograaf. Naast portretten maakte hij, als één van de eerste in Nederland, stereofoto's en stadsgezichten voor de commerciële verkoop. Maar het beroemdst werd hij wel met opnames van waterbouwkundige werken en bruggen. Tevens beschouwt men hem als de eerste industriële fotograaf in Nederland. Voor zijn werken en inspanningen voor de fotografie kreeg hij op de Internationale Tentoonstelling der Amsterdamse Photographen Vereeniging in 1877 de Gouden Medaille van de stad Amsterdam toegekend. Na zijn

overlijden zette zijn zoon Gustaaf de fotografiefirma voort. Werken van Oosterhuis bevinden zich in diverse grote Nederlandse musea, waaronder het Rijksmuseum, het Scheepvaartmuseum en het Teylers Museum te Haarlem. In Amsterdam is een straat naar hem vernoemd.

ZIJN WERK

Aan de praktijk dat fotografen de wording van waterstaatswerken gingen vastleggen ligt een complex aan oorzaken ten grondslag. Waterstaat werd in de Grondwet van 1814 als een nationaal belang gezien: een centraal georganiseerd bestuursapparaat, direct onder koning Willem I en naar Frans model ingericht. Vanaf 1842 werden de ingenieurs opgeleid aan de Koninklijke Academie in Delft en sinds 1847 verenigde men zich in het KIVI. De beroepsgroep emancipeerde. De ingenieurs kregen met de aanleg van een landelijk netwerk van spoorwegen een nieuwe werkterrein: prestigieuze overbruggingen van de grote rivieren. Dit alles speelde een rol bij het besluit de aanleg van die grote werken te laten vastleggen met behulp van het toen nog prille medium fotografie. Het kwam voordien wel voor dat schilders een dergelijke opdracht kregen, maar dat had een verschillend doel. Schilders legden het uiteindelijke resultaat vast; fotografen richtten zich op het gehele bouwproces van eerste paal tot de feestelijke opening, van maand tot maand. Aan die wensen konden schilders uit de aard der zaak niet voldoen; het ging de waterstaatsingenieurs om een verslag van de



↑→ Johann Georg Hameter, de brug over de Nieuwe Maas, Rotterdam, 1876, Nationaal Archief, tentoonstelling *Blikvangers*.





werken *in uitvoering*. Bekendheid bij de ingenieurs van Waterstaat kreeg Oosterhuis bij het fotograferen van de aanleg van de Willemslus en het Kanaal door Zuid-Beveland. Het Tijdschrift voor Photographie (1864/1865) prees zijn 'artistiek gevoel' en wees op het belang van de foto's als bijlagen bij bouwkundige rapporten: "Beter dan door welke tekening dan ook, juister dan elke omschrijving, krijgt men door die beelden de voorstelling van den werkelijken stand van het werk." Hoofdingenieurs werden zelfs verplicht hun aannemers bij belangrijke waterstaatswerken opdracht te geven dergelijke fotografische vastleggingen aan te leveren. Een maatregel die pas in 1949 werd ingetrokken.

Generaties lang heeft het gespecialiseerde fotograferen van werk voorzien.

Oosterhuis nam onder de ingenieursfotografen een zeer voorname plaats in. Hij dankte dit aan zijn technische bekwaamheid en trefzekere beelden en toch ook aan zijn schitterende composities, een talent dat hij als schilder al had ontwikkeld. Er waren meer van dergelijke begaafde fotografen, bijvoorbeeld Julius Perger (1840-1924) en Johann Georg Hameter (1838-1885), maar geen had zo'n uitgestrekt werkterrein als Oosterhuis die in heel Nederland fotografeerde. Haakman, voorzitter van de Amsterdamsche Photographen Vereeniging, noemde hem in 1876 in een artikel in de *Moniteur de la Photographie* 'de eerste onder de landschapsfotografen'.

DE BRUG BIJ CULEMBORG

De aanleg van een aaneengesloten spoorwegnet in Nederland was pas op 18 augustus 1860 bij wet door het Ministerie Van Hall/Van Heemstra vastgelegd. Een tweede wetsontwerp voorzag in de totstandkoming van een lijn van 's-Hertogenbosch over Culemborg naar Utrecht. De overbrugging van de Lek bij Culemb-

rg werd ontworpen door G. van Dienen (1826-1916). Hij paste hier voor het eerst de paraboollijger met gebogen bovenrand toe. Met een lengte van 154 m behaalde de hoofdoverspanning een wereldrecord. Van Dienen kreeg voor dit 'staaltje van ingenieurskunst' in 1873 de gouden medaille op de Wereldtentoonstelling in Wenen. Pieter Oosterhuis maakte in drie achtereenvolgende jaren foto's van de bouw: eerste opname 28 juni 1865, laatste opname september 1868. Twee maanden later stelde men de brug open voor publiek verkeer van het baanvak Utrecht-Waardenburg. De spoorbrug werd in 1982-1983 afgebroken.

EEN TENTOONSTELLING

In het Nationaal Archief te Den Haag ligt de grootste fotocollectie van Nederland, met zo'n 15 miljoen foto's uit de afgelopen 170 jaar. In de tentoonstelling *Blikvangers* (20.02.2015 – 12.07.2015) wordt een deel van deze unieke collectie voor het eerst getoond. De originele foto's laten Nederland en de wereld zien door de ogen van bekende en minder bekende fotografen, zoals Robert Capa, Eva Besnyö, László Moholy-Nagy, Pieter Oosterhuis, Willem van de Poll, Cas Oorthuys en Ed van der Elsken. Eén van de thema's die uitvoerig aan bod komt, is de aanleg van de infrastructuur in de 19^{de} eeuw in Nederland, ook met bruggenfoto's van Pieter Oosterhuis en collega's. Later meer over deze tentoonstelling. Nu alvast enkele voorbeelden: Hameter (brug over de Nieuwe Maas) en Pistor (brug over de Oude Maas)

Met dank aan Elwin Hendrikse van het Nationaal Archief.

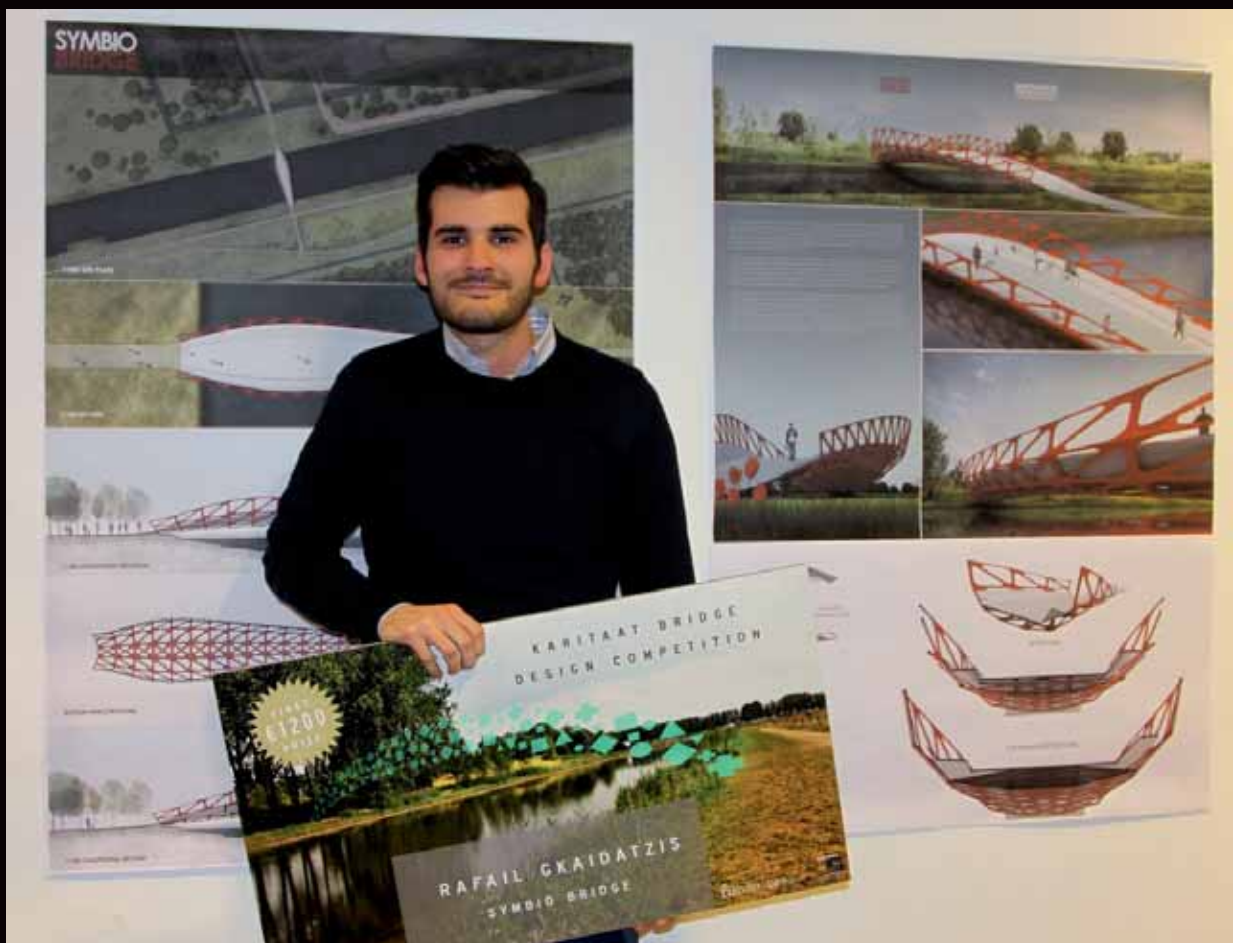
Literatuur

F. Bool, W. Diepraam, M. Haveman, A. Mastis (red.), *Pieter Oosterhuis (1816-1885)*, Amsterdam 1993, Monografieën van Nederlandse fotografen 3.



← ↗ Arnaud Pistor, de brug over de Oude Maas bij Spijkenisse, 1902, Nationaal Archief, tentoonstelling Blikvangers.

ONTWERP NIEUWE FIETS-/WANDELBRUG OVER DE KARITAATMOLEN- SLOOTBRUG TE DELFT



NATURE
ORGANIC SHAPE
STEEL STRUCTURE

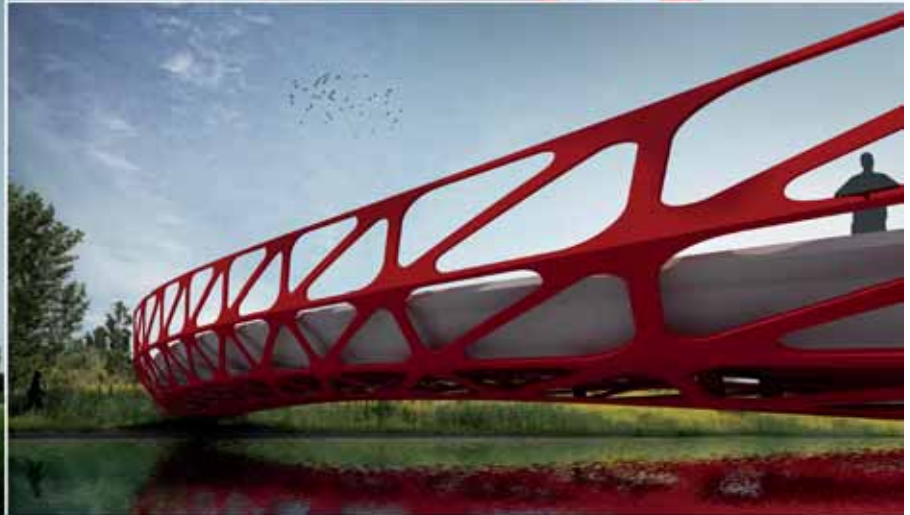
INNOVATION
FIBRE MOLDED SHAPE
COMPOSITE PLASTIC DECK



Being located between two areas with different character, 223800 bridge becomes and represents the visual interaction with the spirit of both of the two sites. It also provides the bridge with the organic shape. The organic shape is reflected by the curve shape of the bridge, which consists of a steel truss structure. The composite plastic deck with the fibre-reinforced plastic deck is applied to the steel structure to achieve the effect found in nature, such as a tree and a leaf.

On the contrary, innovative steel truss bridge of the Science Park Deck bridge also represents the spirit of the bridge. The deck, located in the Science Park Deck bridge, also represents the bridge. The bridge is designed to be a bridge with a curved shape. The bridge is designed to be a bridge with a curved shape. The bridge is designed to be a bridge with a curved shape.

The bridge is a steel truss, with a fibre-reinforced plastic deck. The bridge is a steel truss, with a fibre-reinforced plastic deck. The bridge is a steel truss, with a fibre-reinforced plastic deck. The bridge is a steel truss, with a fibre-reinforced plastic deck.



Eerste prijs



nature (polder) innovation (science park)



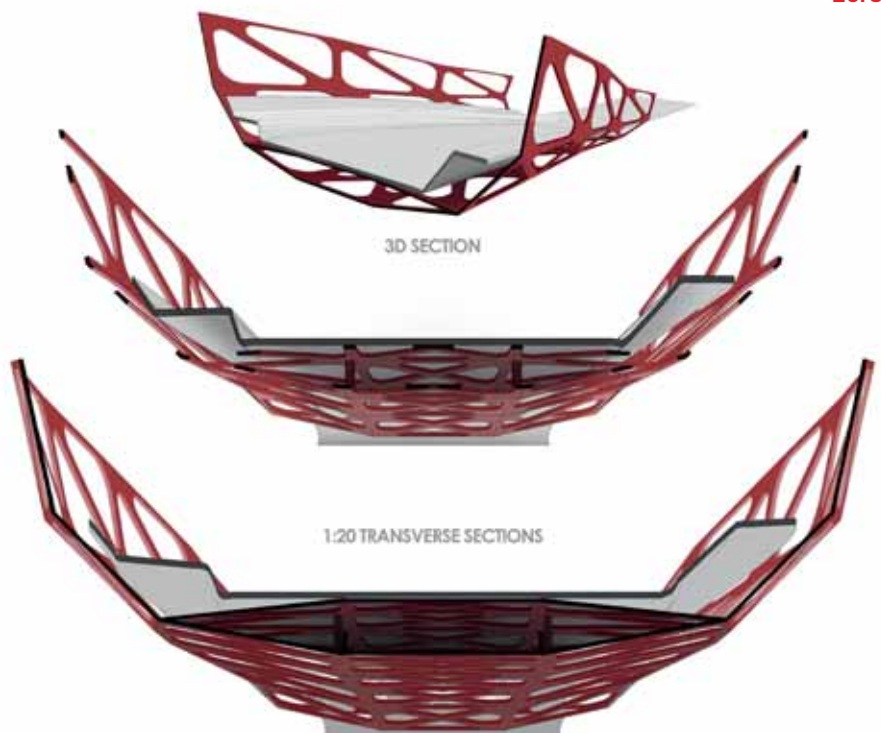
spatial arrangement



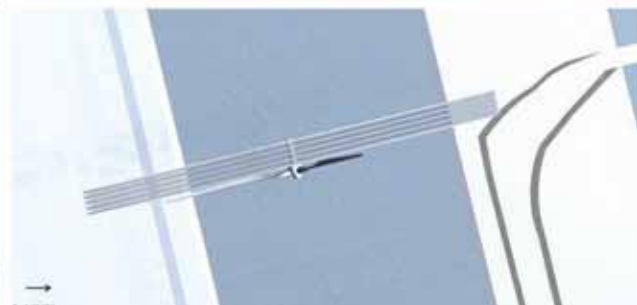
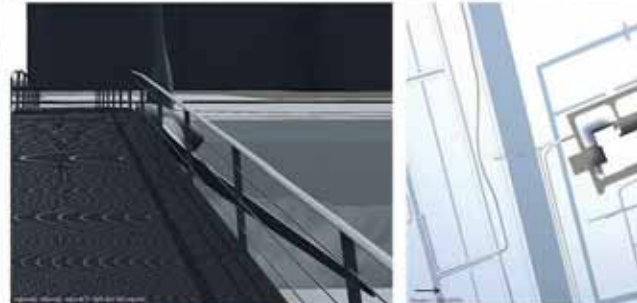
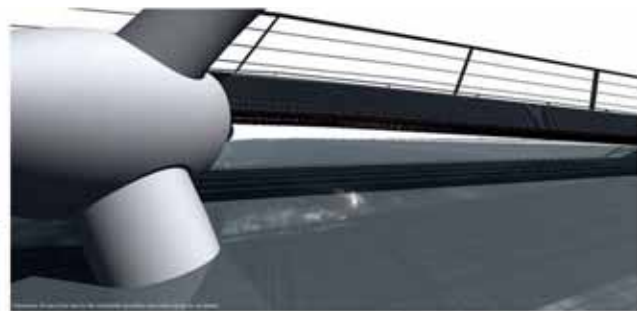
steel truss structure



fibre-reinforced plastic non-structural deck elements



The bridge is a part of a sustainable urban landscape, where the world lives. It's a place where people meet and where they can enjoy the view. The bridge will be a part of a sustainable urban landscape, where the world lives. It's a place where people meet and where they can enjoy the view. The bridge will be a part of a sustainable urban landscape, where the world lives. It's a place where people meet and where they can enjoy the view.



TIJDENS EEN SPANNENDE PRIJSUITREIKING BIJ LAND ART DELFT WERD 3 DECEMBER J.L. DE WINNAAR BEKEND GEMAAKT VAN DE ONTWERPWEDSTRIJD VOOR EEN NIEUWE FIETS-/WANDELBRUG OVER DE KARITAATMOLENSLOOTBRUG AAN DE ZUIDRAND VAN DELFT. DE GRIEKSE STUDENT BOUWKUNDE AAN DE TU-DELFT, RAFAIL GKAIIDATZIS WIST MET ZIJN BRUG 'SYMBIO' VAN STAAL EN VEZELVERSTERKT KUNSTOF DE JURY TE OVERTUIGEN. HET RECREATIESCHAP MIDDEN-DELFLAND EN DE GEMEENTE DELFT WILLEN DE NIEUWE BRUG BOUWEN ALS ONDERDEEL VAN EEN NIEUWE FIETSRUTE DIE SCIENCEPARK TECHNOPOLIS VERBINDT MET HET LANDELIJKE MIDDEN-DELFLAND. AAN DE PRIJS IS OOK EEN BEDRAG VAN € 1.200 VERBONDEN.

**Tweede prijs
Anti-cyclical Instrument.**

start van mijn carrière wensen. Het ontwerp van de brug is een statement dat we, ondanks de vooruitgang, niet moeten vergeten dat de natuur onze basis is. Daarom steunt het brugdek van vezelversterkt kunststof op een bladvormige structuur, gemaakt van staal.”

Ingrid de Bondt, gedeputeerde van de provincie Zuid-Holland, is zeer enthousiast over het resultaat. “De ontwerpwedstrijd is win-win. De studenten konden ontwerpervaring opdoen en een mooie prijs winnen. Bewoners en recreanten gaan straks gebruik maken van een prachtige verbinding tussen kennisstad Delft en het landelijke Midden-Delfland. De wedstrijd leverde bijzonder goede ontwerpen op. Ik kijk er nu al naar uit om het winnende ontwerp straks in het echt te bewonderen.”

SLAG OM DE ARM

Of de brug daadwerkelijk gerealiseerd gaat worden, is nog niet honderd procent zeker, ondanks het feit dat bij de beoordeling zorgvuldig is gekeken of de brug

De jury vond dat het ontwerp van Gkaidatzis goed slaagde in het verbinden van die twee werelden, dankzij de mooie asymmetrische, organische vorm en de toegepaste materialen. Het ontwerp is bovendien innovatief, duurzaam en elegant. Gkaidatzis (27): “Ik kan nauwelijks beschrijven hoe blij ik ben. Ik studeer nu af en kan me geen betere



Karilaat Brug

JA Design



De Karilaat brug vormt een nieuwe toegangsweg de stad Delft in. De brug vormt het verbindende elementen tussen de twee verschillende gebieden met aan de ene kant Technopolis en het natuurlandschap aan de andere kant. Vanaf de stad-kant ervaren de passanten de brug als een gesloten cilinder, die vervolgens langzaam open waaiert, het natuurlandschap in. Het open vouwen van de brug ervaar je als een vloeiende beweging wanneer je eroverheen fiets.



Zaaiwacht Tube Bridge Karilaat brug JA Design

Derde prijs
Tube Bridge.

technisch en financieel haalbaar is. Stephan Brandligt, wethouder van de gemeente Delft en bestuurslid van het Recreatieschap Midden-Delfland: “Het is onze intentie om de brug te bouwen. We moeten nog wel een aantal zaken rond krijgen, zoals de financiering en de aanleg van het fietspad over Technopolis. Maar de betrokken partijen zijn enthousiast, dus ik ga ervoor”.

SAMENWERKING

De brug wordt voor een flink deel gefinancierd door de provincie Zuid-Holland vanuit het gebiedsgerichte programma IODS, Integrale Ontwikkeling tussen Delft en Schiedam. Tegelijk met de aanleg van de A4 Delft-Schiedam wordt geïnvesteerd in de kwaliteit van Midden-Delfland en het stedelijk gebied tussen Schiedam en Vlaardingen. De provincie investeert in totaal ruim 40 miljoen euro in de Integrale Ontwikkeling tussen Delft en Schiedam.

HOOG NIVEAU VAN INZENDINGEN

De jury was onder de indruk van het hoge niveau van de inzendingen. Maar liefst 23 ontwerpen waren ingediend. De tweede plaats van € 800,- ging naar het conceptueel sterke Anti-cyclical instrument van Eli Dorsman en Nima Morkoç. Ate Snijder en Jelmer van Zalingen ontvingen de derde prijs van € 400,- voor hun JA Design Tube Bridge, een buis die openvouwt naar het landelijke gebied. Een eervolle vermelding was er voor Wouter van Faassen en Elmer Verhaak met hun ontwerp ‘Oversteken is (een) kunst’ vanwege de smaakvolle integratie van hun ontwerp in het omringende landschap.

De prijsvraag is georganiseerd door de TU Delft in opdracht van het Recreatieschap Midden-Delfland en de gemeente Delft. De prijsvraag is mede mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van Delft Infrastructures & Mobility Initiative (DIMI).

Bij de beoordeling is zorgvuldig gekeken of de brug technisch en financieel haalbaar is.



VERVANGEN BRUGGEN IN DE GEMEENTE ROTTERDAM

DE GEMEENTE ROTTERDAM (STADSBEHEER
OPENBARE WERKEN) BEHEERT EEN
KLEINE 800 BRUGGEN IN DE STAD.
HET GAAT IN DE MEESTE GEVALLEN OM
FIETS- EN VOETGANGERSBRUGGEN MET
EEN OVERSPANNING KLEINER DAN 15
METER. VANWEGE VEROUDERING HEEFT
DE GEMEENTE DE AFGELOPEN JAREN ZO'N
HONDERDTAL BRUGGEN VERVANGEN. EIND
2014 ZIJN ALLE BRUGGEN, DIE DAARVOOR
IN AANMERKING KWAMEN, VERVANGEN.

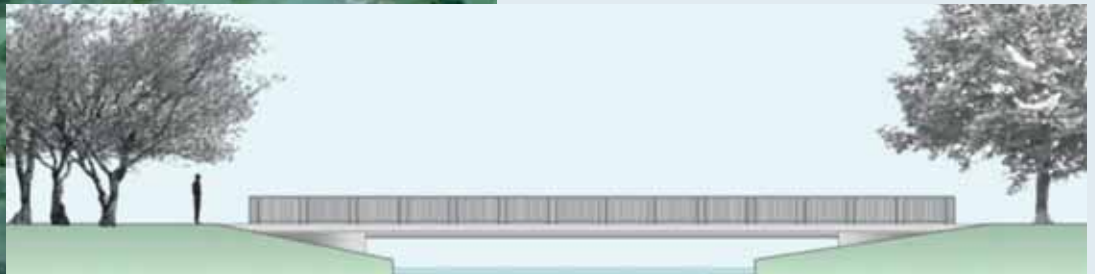


DE ONTWERPEN

De ontwerpers hebben bij het maken van de ontwerpen naar het karakter van de verschillende woonwijken gekeken. Dat onderzoek leverde vijf verschillende type bruggen op. Door het gebruik van deze vijf verschillende types komt er meer eenheid en samenhang in het straatbeeld van Rotterdam, ook wel de Rotterdamse Stijl genoemd. De vervangen bruggen zijn duurzaam, onderhoudsarm en gaan ongeveer 50 jaar mee. Hieronder staat in het kort vermeld over welke type ontwerpen het gaat.

DE BASISSTIJL VAN EEN ROTTERDAMSE BRUG

Architect Marc Verheijen heeft deze brug ontworpen. De brug heeft een brugdek van beton en de leuning komt rechtstreeks uit de Rotterdamse Stijl, namelijk het lage spijlen hekwerk. Deze brug wordt bijvoorbeeld bij Volkstuincomplexen geplaatst.



DE BRUG IN MODERNE STIJL

Dit type is door Marc Verheijen ontworpen. De brug is in beton en staal wat typisch is voor de jaren 50 architectuur. Deze brug is o.a. geplaatst in Ommoord.



DE NATUURPARKBRUG

De natuurparken liggen vaak aan de rand van een wijk. Schiemann Weyers architecten heeft, in combinatie met Haasnoot Bruggen, dit type

ontworpen met een dek van staal en vezelversterkt kunststof en een leuning van met bamboe versterkt kunststof. Deze bruggen zijn o.a. in Rozenburg geplaatst.



TYP E TUINDORP IDYLLE

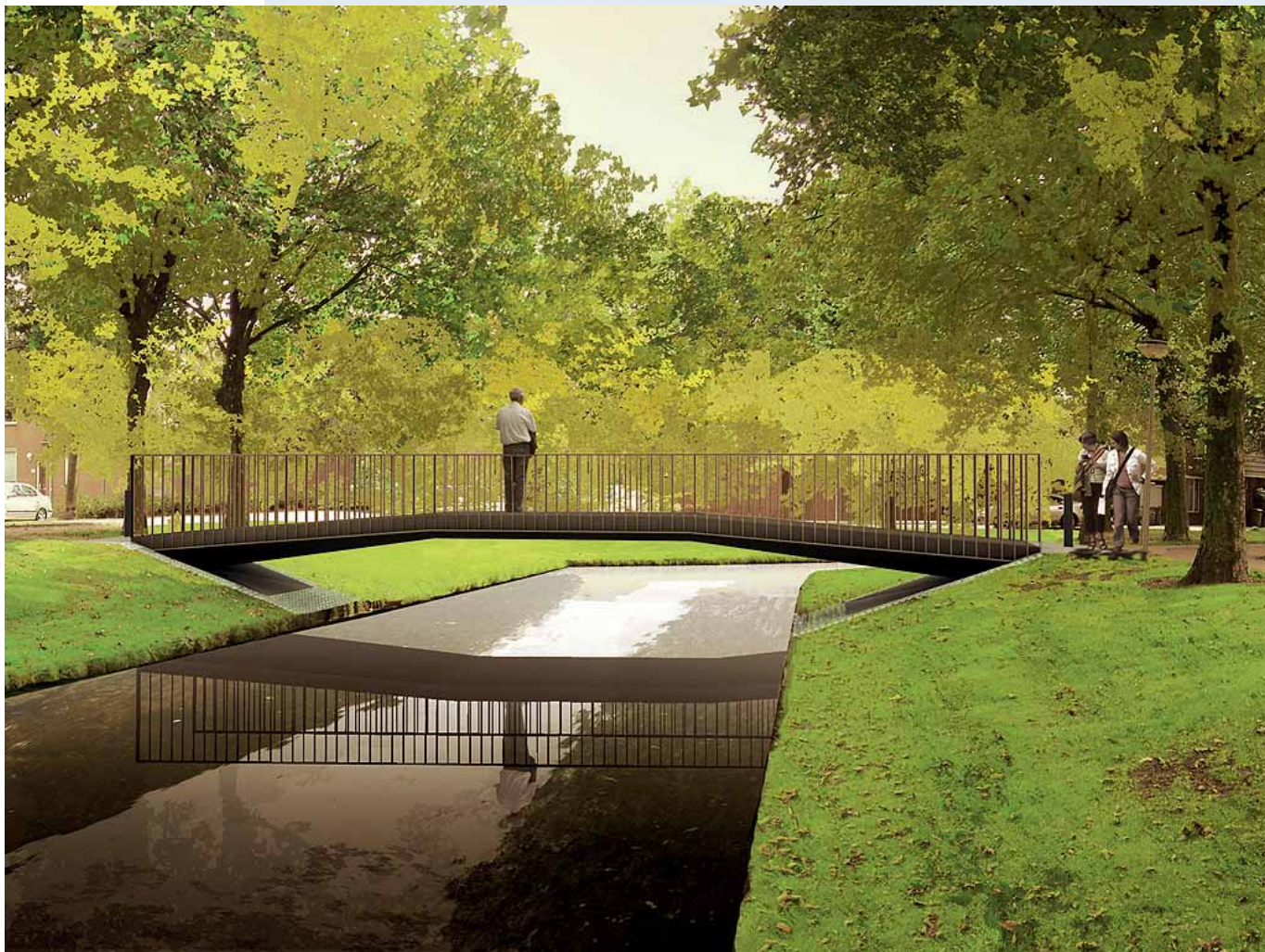
Deze brug is ontworpen voor singels uit de jaren '20 en '30. Geurst & Schulze architecten heeft een brug ontworpen waarvan de stalen leuning ook de draagconstructie is. De witte kleur en ambachtelijke detaillering verwijst naar de omliggende architectuur. Deze brug wordt o.a. geplaatst in Hillegersberg.



TYPE DE KLEINE MAAT

Voor de bruggen die in de jaren '70 en '80 zijn gebouwd, gelegen in de zogenaamde woonerfwijken, is een brug ontworpen van dit type. De ontwerpers

zijn Olaf Gipser Architects en Klaas Jan Wardenaar. De brug heeft een VVK-dek en een stalen leuning. Dit brugtype komt voor in onder andere de wijken Beverwaard en Zevenkamp.



Naast de vijf standaardtypen bruggen zijn er ook 'unica' benoemd. Dit zijn bruggen die niet passen binnen één van de genoemde wijktypes of bijvoorbeeld over een grotere waterweg gaan, zoals de Rotte of de Schie. Ook bruggen in het centrum, nabij begraafplaatsen of op andere, speciale locaties worden bestempeld als uniek. Een brug die tot de groep unica behoort, is apart bekeken. Voor elke brug is bepaald of de brug één-op-één vervangen moest worden of dat er heel nieuw ontwerp nodig was. Unica komen t.e.m. 2014 vooral voor in Hillegersberg-Schiebroek en in het centrum.

Door op www.rotterdam.nl te zoeken op *honderd nieuwe bruggen* kunnen in een plattegrond de vervangen bruggen worden aangeklikt waarmee tevens gegevens van de brug verschijnen.

LEZINGEN BRUGGENDAG 2015

MET ALS THEMA 'HOLLANDSE MEESTERS' ZIJN OP 19 MAART IN UTRECHT VIJF VOORDRACHTEN GEHOUDEN DIE IN DEZE UITGAVE WORDEN GEPUBLICEERD. RED.

CULTUURVERSCHILLEN

TEGEN WELKE CULTUURVERSCHILLEN LOOP JE NU AAN ALS JE ALS NEDERLANDER WERKT IN HET BUITENLAND?

EDO VONK (ARUP) ZAL ZIJN ERVARING UIT DE LANDEN FRANKRIJK, USA, MALEISIË, TAIWAN, VERENIGDE ARABISCHE EMIRATEN EN DE UK GEBRUIKEN OM HET THEMA VAN NEDERLANDSE BRUGGENBOUWERS IN HET BUITENLAND TOE TE LICHTEN.

Bij het bouwen van bruggen in het buitenland is de technische kennis dat ons onderscheidt. Dit betreft het kunnen en durven organiseren van grote, complexe en unieke projecten, het betreft het hebben of durven inzetten van groot materieel, waarbij je kan denken aan grote kranen en het betreft unieke ontwerp oplossingen zoals bijvoorbeeld de span-by-span bouwmethode van de Zeelandbrug die ook de brug van Prince Edward Island brug succesvol is toegepast.

Iedere markt heeft zijn eigen bouwcultuur, waarbij

bouwcultuur het geheel is van historisch gegroeide regels en gebruiken en het vormt een onderdeel van de algemene cultuur van een land. Bij het werken in het buitenland valt ook altijd op dat er hard wordt gewerkt met lange werktijden. Ik weet niet zeker of dit door de culturen van de landen komt, of dat dat vooral binnen de bouwcultuur geldt. In veel landen is het wel zo dat lokale ingenieurs ook veel meer uren maken doordat ze ver van hun werkplek wonen en dan ook vaak in hotels logeren. Een ander aspect van de bouwcultuur is het veiligheidsregime op de bouwplaats. Doordat er in landen vakbonden en verschillende ministeries bij betrokken zijn, ontstaan er grote verschillen. Bijvoorbeeld zijn er in Engeland heel strenge veiligheidseisen en wordt er naar ons inzicht erg moeilijk gedaan, waardoor je soms zelfs het gevoel hebt dat dat niet altijd bevorderlijk is voor de veiligheid. De inbreng van vakbonden in de veiligheidsdiscussie is er erg groot. In Amerika daarentegen willen ze bijvoorbeeld niet werken met steigers en leuning: dit wordt gezien als 'niet stoer'.

De technische kennis is natuurlijk essentieel, maar het werken met cultuurverschillen mag niet worden onderschat. Techniek is eigenlijk nooit het probleem, het gaat om de sociale aspecten. De kunst is om je in te leven in een nieuwe situatie, zonder je eigen normen en waarden te verloochenen. De Nederlandse nuchterheid helpt mogelijk in het omgaan met deze cultuurverschillen, maar tegen welke cultuurverschillen loop je nu aan als je als Nederlander werkt in het buitenland? Op basis van enkele voorbeelden zullen deze cultuurverschillen worden beschreven.

← De hogesnelheidslijn in de rijstvelden van Taiwan





↑ De Sheikh Zayed Bridge in Abu Dhabi

Belangrijk om hierbij op te merken is, dat dit onderwerp al snel leidt tot het maken van generalisaties en het behandelen van stereotypes. Ik vind dit eigenlijk niet goed, want essentieel bij het omgaan met andere culturen is wederzijds respect, individuele aandacht en het belang van een ontwapende glimlach. Deze glimlach opent bijna overal alle deuren.

FRANKRIJK

In Frankrijk kent men Grand Ecoles die het hoogst haalbaar zijn qua opleiding. De vertaling hiervan zegt al veel, namelijk de grote scholen. Er zijn grote scholen voor verschillende vakgebieden en er geldt een algemeen score lijstje van belangrijkste scholen. Voor civiele techniek is er de Grand Ecole des Ponts et

Chaussees (ENPC). Deze staat in de top drie van belangrijkste scholen in Frankrijk. Hierdoor kan een streng toegangsbeleid worden toegepast. Door Europese regels zijn er wel allerlei uitwisselingen mogelijk en op die manier ben ik toegelaten in het laatste jaar van de ENPC. Dan blijkt dat er veel leerlingen zijn die deze school hebben gekozen vanwege de ranglijst, en niet vanwege de liefde voor civiele techniek. Dat is van onderschikt belang. Ook blijkt dat mensen die eenmaal zijn toegelaten tot deze school, door het simpele feit dat ze een opleiding volgen op die school, verzekerd zijn van goede banen. Ook hier geldt wederom dat dat niet noodzakelijkerwijs binnen de civiele techniek hoeft te zijn, maar dat fenomeen is ook herkenbaar in Nederland. De Franse cultuur van goed onderwijs, een hiërarchische organisatiestructuur waarbij er veel macht ligt bij de hoogste baas en lef hebben, naar mijn mening, wel tot mooie bruggen geleid. Vandaar dat ik ook graag onderwijs wilde volgen in Frankrijk. Ook denk ik dat de aanwezige kennis bij de Franse Rijkswaterstaat hier ook een belangrijke rol bij heeft gespeeld. De terugtrekkende rol van de overheid op het gebied van techniek zal, ook in Frankrijk, zijn impact gaan hebben voor de bruggenbouw.

TAIWAN

Taiwan is een interessant land, omdat wij de historie slecht kennen, maar waar de onafhankelijkheid van China een belangrijke discussiepunt is. In 1949, na de nederlaag tegen de communisten, is de nationalistische Chinese overheid weggevlucht vanuit het vaste land naar het eiland, om zich daar te vestigen. Samen met de regering zijn ook twee miljoen Chinezen verhuisd naar het eiland. Op het eiland waren natuurlijk ook inheemse stammen aanwezig, maar de discussie gaat nu echter voornamelijk over de (on)afhankelijkheid met China. Cultureel gezien kom je vooral in aanraking met de Chinese cultuur. En die is dusdanig anders dan de westerse culturen dat je hier vooral van de ene verbazing in de andere valt. En dat het heel moeilijk is om de achtergrond en geschiedenis van de Chinese cultuur te begrijpen. Wat mij nog steeds het meest is opgevallen, is de ontzettende energie en vriendelijkheid die ik heb ervaren in Taiwan.

ENGELAND

In het samenwerken met Engelsen heb ik ooit een lijstje gekregen waarbij vertalingen van enkele uitdrukkingen werden gegeven en hoe deze door Nederlanders wordt bedoeld en hoe deze door de Engelsen worden opgevat. Bijvoorbeeld als een Engelsman zegt 'That's interesting', dan denken wij dat hij onder de indruk is van wat we voorstellen. Hij bedoelt echter dat het een onzinnig voorstel is. Als een Engelsman 'quite good' zegt, dan bedoelt hij dat het enigszins teleurstellend is, terwijl wij denken dat het quite good (tamelijk goed) is. 'With the greatest respect' betekent niet dat hij, zoals wij denken, ons hogelijk waardeert, maar hij bedoelt dat hij ons een idioot vindt. En zo is er dus een lange lijst van zulke uitdrukkingen waarmee we langs elkaar



← Bruggenbouw in Maleisië.

heen praten. Hieruit blijkt hoe cultuurverschillen kunnen leiden tot misverstanden. In het algemeen kan echter worden gezegd dat Nederlanders dichtbij de Engelse cultuur staan en dat het makkelijk samenwerken is.

VERENIGDE STATEN VAN AMERIKA

Het grootste verschil tussen Amerikanen en Nederlanders is de mentaliteit van de Amerikanen om te presteren en te willen winnen. Dit verschil wordt al van jongs af aan duidelijk: op de middelbare school worden leerlingen al gemotiveerd om te presteren, zowel op sportgebied als op het gebied van leren. Er worden overal scorelijstjes bijgehouden en prijzen gegeven aan de best presterende leerlingen. In dat licht kan ook de wens gezien worden om naar de beste universiteit te gaan. Ook in het werkende bestaan is het veel normaler om jezelf te presenteren en expliciet te zeggen dat je ergens goed in bent. Als nieuwkomer in een kantoor houden mensen een presentatie over zichzelf. Ze zijn gewend om zichzelf te presenteren, het is normaal om je op deze manier ook jezelf te verkopen binnen een bedrijf. In Nederland kennen we dit niet en ligt de nadruk toch meer op laten zien wat je waard bent door het waar te maken tijdens je werk. Verder communiceren Amerikanen iets minder direct dan Nederlanders. Het is niet zoals in Engeland waar soms het tegenovergestelde wordt gezegd als wat ze bedoelen maar het is wel normaal om voorzichtig te zijn met hoe je je uitdrukt. Amerikanen zijn ook erg enthousiast. Ze houden niet van een sobere toon en zijn soms zo uitbundig als je bij iemands bureau komt dat je ervan in verwarring raakt. Bij ons kan dit enthousiasme overkomen als nep; je ziet dit bijvoorbeeld ook bij de service in restaurants, maar dit komt dus voort uit een cultuurverschil.

VERENIGDE ARABISCHE EMIRATEN

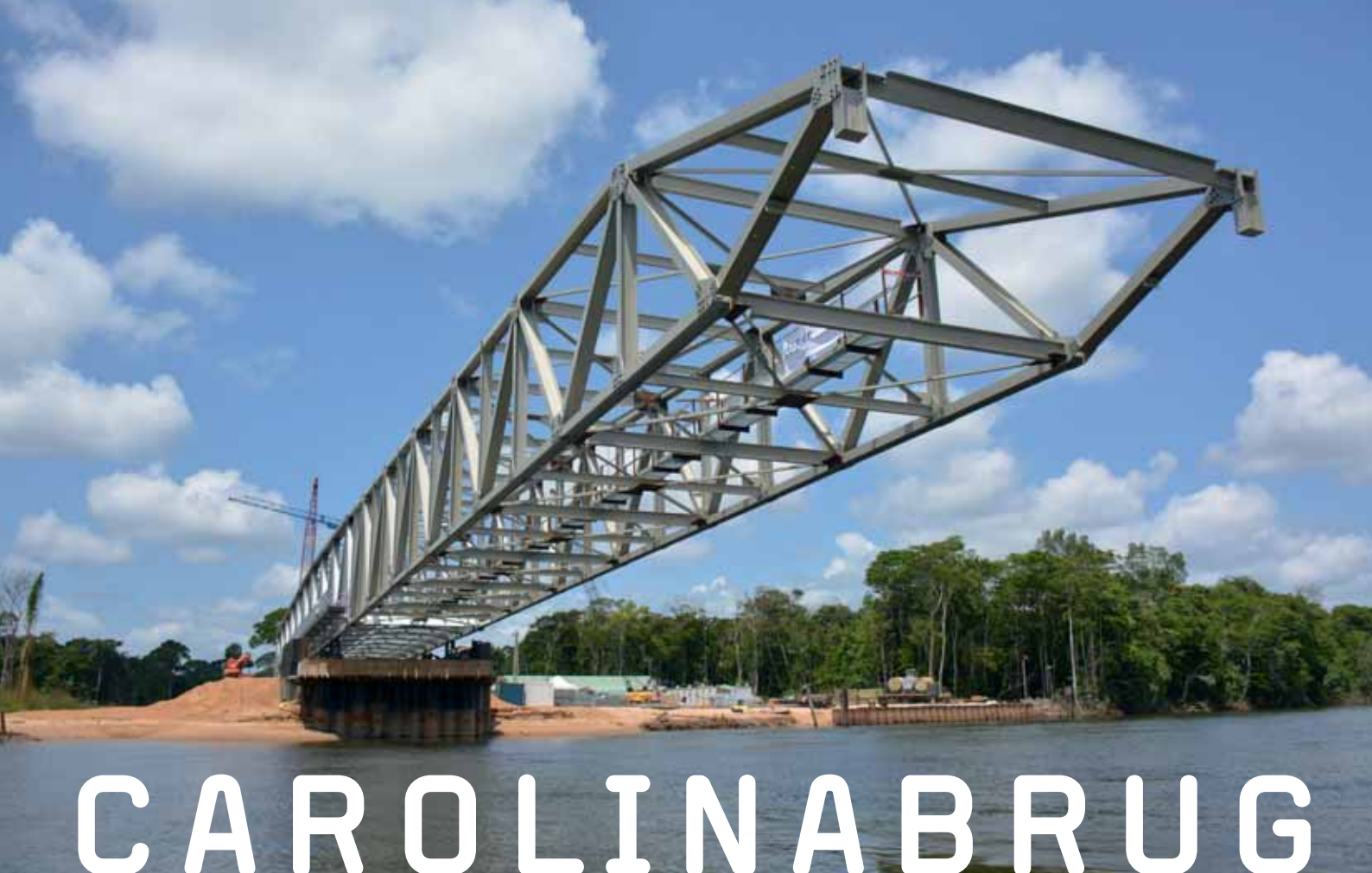
De cultuur die je ervaart op het Arabische continent begon ik pas goed te begrijpen na het lezen van het boek *Arabian Sands* van Wilfred Thesiger. Dit boek beschrijft zijn tocht door de Arabische woestijn en de ontwikkeling van de cultuur van de nomadische volken naar de moderne rijke Arabische landen. Uiteindelijk heb ik wel weinig van de Arabische cultuur meegereggen, want minder dan 20% van de bevolking is Emiraat, de rest zijn allemaal te gast. Het feit dat er zoveel buitenlanders zijn (om te werken) heeft natuurlijk ook al een impact op de cultuur, maar ik vond het vooral jammer dat het daarom moeilijk was om de lokale bevolking goed te leren kennen.

Tijdens mijn verblijf in Abu Dhabi heb ik ook de ervaring gekregen met het samenwerken met de Griekse cultuur. Ik was werkzaam bij een Griekse aannemer. Afgezien dat dit ook een goed voorbeeld was van het maken van lange dagen, waarbij de aanwezigheid be-

langrijker leek dan de effectiviteit, heb ik het verschil in het omgaan met emoties leren kennen. Het betrof een vergadering na een lang proces van het uitwerken van het ontwerp van een tijdelijke bouwvoorziening. Dit proces was gepaard gegaan zonder dat er, tot mijn frustratie, vaak een besluit genomen werd vanuit de uitvoering, iets wat vaker voorkwam. Uitvoering was vooral bezig met de orde van de dag, en leek nut en noodzaak van een gedegen voorbereiding niet in te zien. Er werden veel wijzigingen doorgevoerd tijdens de uitvoering, wat naar mijn mening tot veel vertraging heeft geleid. Tijdens het ontwerpproces ging het ook vaak niet om de grote lijn, maar werd er tot in de kleinste details bemoeid met de toepassing van bouten, terwijl de hoofdplossing nog niet akkoord was. Deze bemoeienis ging dan tot de projectdirecteur aan toe. Tijdens een overleg was mijn frustratie tot een kookpunt gestegen, en ben ik uit mijn slof geschoten. Ik werd ontzettend boos. Na de vergadering voelde ik me heel slecht en had ik het gevoel dat ik me had laten kennen. Na een nacht slecht slapen, moest ik me de volgende ochtend melden bij de projectdirecteur. Ik was meteen bang dat ik de les zou worden gelezen, en liep schoorvoetend door de gang naar de vergadering. Al snel werd duidelijk dat de man het over een ander onderwerp wilde hebben, maar zei terloops nog wel dat hij het zo'n goed overleg vond, gisteren. In de ogen van de Griekse cultuur had ik mijn emoties laten zien, en was hierdoor gestegen in hun achting.

TAAL

Taal speelt een belangrijke rol in het zichtbaar worden van cultuurverschillen. Het integreren gaat makkelijker in landen waar Engels wordt gesproken, zoals in Amerika, Engeland en Maleisië. Als je de taal machtig bent, is het gemakkelijker om gesprekken met elkaar aan te gaan, waarbij je meer begrip krijgt voor de cultuurverschillen. In de gesprekken kan het je tenslotte worden uitgelegd. In Frankrijk is dat bijvoorbeeld al anders door de Franse taal. Hoe vaak hoor je niet zeggen dat de Fransen zo arrogant zijn? Misschien wordt dat voornamelijk gezegd door mensen die weinig Frans spreken? Als het makkelijker zou zijn om in het Frans onder het genot van een wijntje in gesprek te gaan met de Fransen, zouden ze misschien minder arrogant zijn. Een echte uitdaging was het pas in Taiwan, waar het grootste gedeelte van de mensen alleen Chinees spreken. Het heeft me veel moeite gekost om Chinees te leren, maar door het leren van de taal heb ik wel veel meer begrip gekregen van de cultuur. Dat begrip kwam dit keer niet door het kunnen uitleggen in de Chinese taal, maar vooral door het besef dat deze taal heel oud is en een hele andere geschiedenis kent dan de Nederlandse taal. Het spreken in klanktonen, de zwierige manier van schrijven, de moeilijkheid om de taal überhaupt te leren, komt allemaal terug in de cultuur. Als je je dat begint te beseffen, leer je vanzelf de Chinezen beter kennen.



CAROLINABRUG IN SURINAME

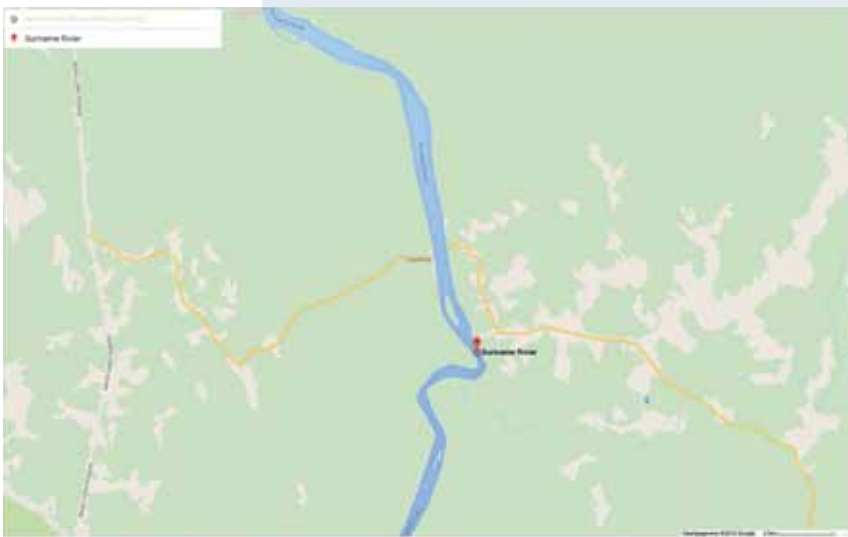
Frank van der Woerd – hoofd Civiele Constructies, Ballast Nedam Engineering

Niels Kuijpers – hoofd Engineering, Janson Bridging

Paul Manuels – projectmanager, Ballast Nedam Infra Suriname

Foto's **Paul Bakker**

In november 2005 werd door een lokale aannemer de eerste paal geslagen voor de bouw van de 556 m lange Carolinabrug tussen de plaatsen Carolina aan de westoever en Pierre Kondre aan de oostoever van de Suriname rivier. Al tijdens de bouw van de betonnen brug hadden verschillende aanvaringen plaats. Tijdens een donkere nacht in oktober 2007 werd de onvoltooide brug voor de 8e keer aangevaren door een op drift geraakte zandschuit. Eén van de pijlers van een nevenoverspanning werd geraakt, waardoor twee overspanningen op het schip en in het water vielen. De brug is nooit afgebouwd en de veerverbinding werd aangehouden. Deze onwenselijke situatie was de aanleiding voor het zoeken naar een nieuwe vaste oeververbinding.



↑ **Figuur 1-2** Situatiekaartjes van de locatie van de Carolinabrug

In de eerste plaats is gekeken naar nieuwe locaties voor de brug, die moesten passen in de plannen voor de nieuw aan te leggen oost-westverbinding. Na rijp beraad is gekozen voor een locatie op ongeveer 4 km ten zuiden van de oude brug. Daar is de rivier smaller en hoefde de oeververbinding maar 200 m te overbruggen.

Toen de locatie van de brug was vastgelegd, is een aantal brugvarianten bekeken, waaronder een betonnen variant met prefab liggers, bestaande uit vijf overspanningen en drie rivierpijlers, alsmede een stalen variant van twee overspanningen. Uiteindelijk heeft de opdrachtgever gekozen voor een stalen vakwerkbrug op de nieuwe locatie. Deze keuze werd mede gemaakt vanwege de geringere rivierbreedte van 200 m en vanwege de beschikbaarheid van gronden voor de aan te leggen toeleidende wegen.

Eind 2013 is gestart met de voorbereidende ontwerpwerkzaamheden. De brug moest er binnen een

jaar liggen. Dat was geen geringe uitdaging aangezien alle materialen over water moesten worden aangevoerd en ter plaatse nog geen toeleidende wegen zijn. Reden voor Ballast Nedam Infra Suriname om samen met Janson Bridging te bekijken hoe dit project aan te pakken.

ONTWERPUITGANGSPUNTEN

Voor dit brugproject werd gekozen voor een vakwerklijger vanwege de twee grote overspanningen van 102 m en de optredende belastingen. De ontwerpeisen voor de nieuwe Carolinabrug waren onder meer:

- ontwerplevensduur van 75 jaar;
- ontwerp en belastingen volgens de Eurocode, inclusief de Nederlandse nationale bijlage;
- overspanning van 204 m met één tussensteunpunt;
- wegdekbreedte van 7,2 m en twee voetpaden aan weerszijden van elk 1,2 m breed;
- het hoogteverschil tussen de twee landhoofden is ongeveer 7 m (helling van 3,4%);
- tijdens montage geen stremming van het scheepvaartverkeer.

UITWERKEN ONTWERP ONDERBOUW

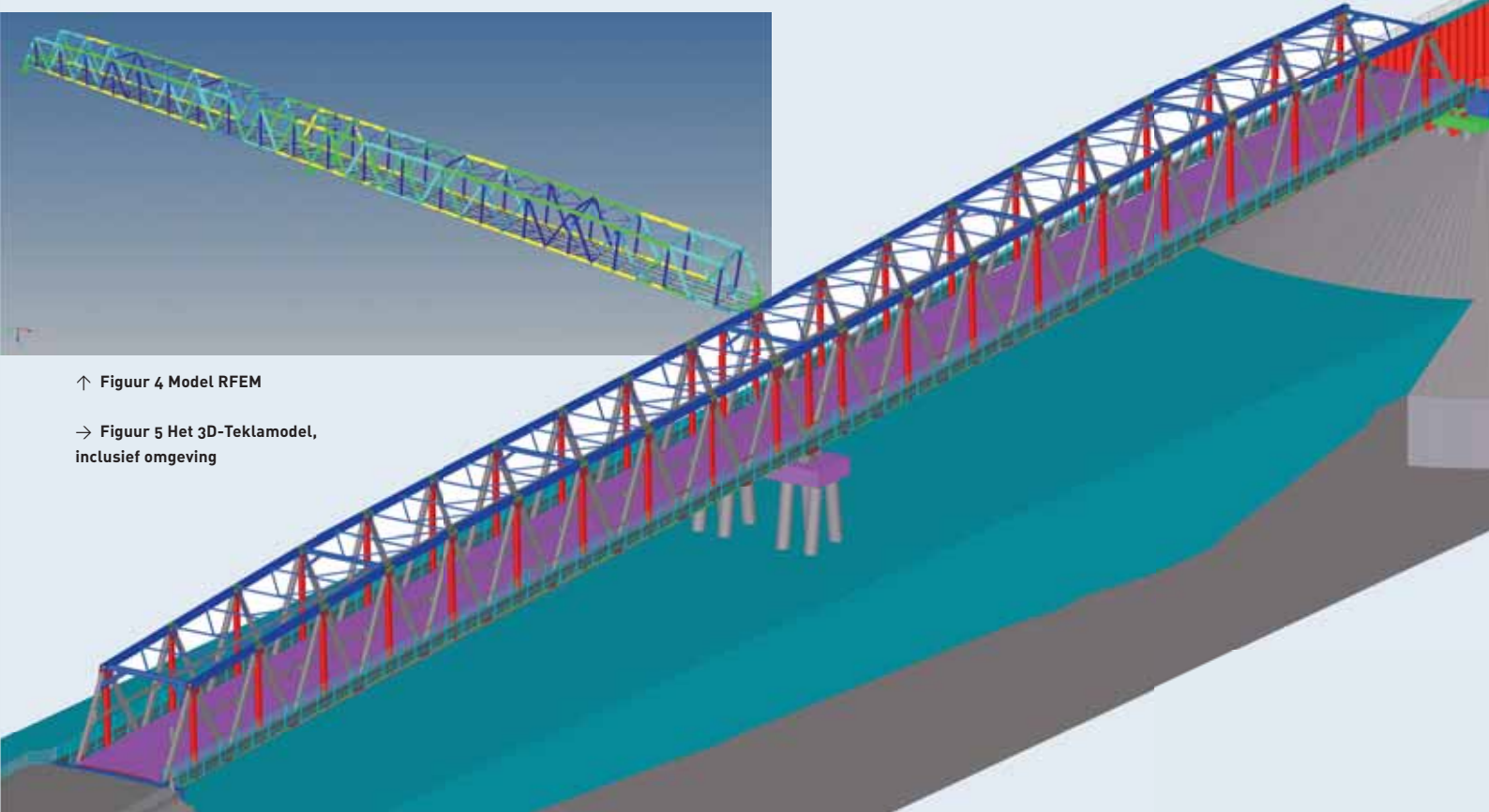
In verband met de beperkte voorbereidingstijd, zijn het ontwerp van de brug en van de onderbouw tegelijkertijd van start gegaan. Op basis van de eerste indicatieve en ervaringswaarden van de oplegreacties, is begonnen aan de onderbouw van de brug. De onderbouw bestaat uit twee landhoofden en een rivierpijler, voorzien van een beschermconstructie tegen aanvaringen.

Kijkend van west naar oost, leidt een als aardenbanen helling uitgevoerde weg van maaiveldniveau van 3,0 m boven NSP (Normaal Surinaams Peil) naar het landhoofd op deze westoever, op 8,23 m + NSP. Over de brug gaat het dan naar het landhoofd op de oostoever, dat ongeveer 7,40 m hoger ligt. De oostoever is steil en ligt dus zo'n 15,6 m boven NSP.

De landhoofden zijn uitgevoerd als kistdam, met een combiwand ter plaatse van de landhoofdbalk en damwanden voor de zijvleugels. De palen van de combiwand verzorgen –naast de grondkerende functie– tevens de opname van zowel de verticale als



↑ **Figuur 3** Aanvaarbescherming



↑ **Figuur 4 Model RFEM**

→ **Figuur 5 Het 3D-Teklamodel, inclusief omgeving**

horizontale belastingen uit de brug. Het vaste punt van de brug in langsrichting is gelegen op de westoever, dus het landhoofd aan de westzijde neemt alle horizontale langsbelasting op.

Het middensteunpunt bestaat uit een betonnen sloof, gefundeerd op stalen buispalen met een diameter van 1220 mm. Om tijdens de bouw het werken op het water tot een minimum te beperken, is de sloof met afmetingen van 14,0 m × 5,0 m × 1,6 m (l × b × h) als twee prefab bakken op de palen geïnstalleerd. Daarna is het insitu beton gestort.

Gezien de ervaringen uit het verleden en de locatie van de brug stroomafwaarts na een bocht in de rivier, was een aanvaarbescherming voor de middenpijler een must. De opdrachtgever gaf de voorkeur aan een op palen gefundeerde staal-betonbak die de pijler omsluit (figuur 3).

Deze beschermconstructie moet vier aanvaringen per jaar door een maatgevend schip (een duwbak-combinatie met 3100 ton waterverplaatsing) kunnen weerstaan. De constructie is vrijwel geheel op het water opgebouwd en bestaat uit een bak opgebouwd uit stalen platen met deuvels, die gevuld is met gewapend beton. De stalen platen zijn met lasverbindingen gekoppeld, met een waterdicht geheel als resultaat. Op deze manier ontstond een constructie waarin 800 ton beton, 100 ton staal en 111 ton wapeningsstaal is verwerkt. De stalen palen lopen in de bak over de volle hoogte door en zijn zo geheel

ingebod in het beton. Het inwendig overbrengen van de forse aanvaarkrachten op de bak naar de palen toe, heeft geleid tot een stevige wapening en vormt een niet-alledaagse oplossing.

UITWERKEN ONTWERP BOVENBOUW

Vooraf de twee eisen 'leveren en monteren binnen één jaar' en 'geen stremming voor de scheepvaart' waren zeer bepalend voor het maken van een ontwerp en het kiezen van de montagemethode.

Wat betreft de montage en de installatie, lag de lanceermethode voor de brug vanaf het landhoofd voor de hand. Uiteraard had deze keuze consequenties voor het brugontwerp.

Gezien de grote overspanningen en de wegdekafmetingen werden de maximale capaciteiten van (praktische) walsprofielen al snel bereikt. Daarom is voor veel profielen gekozen voor een uit platen samengestelde ligger. De vakwerkconstructie kreeg een hoogte van ongeveer 10 m. Voor de bovenranden bijvoorbeeld is gekozen voor een hoedligger en bijna alle I-liggers zijn samengesteld uit plaatmateriaal. Het bepalen van deze profielen is gedaan met behulp van een FEM software programma genaamd RSTAB/RFEM software (figuur 4 en 5).

Als bouwwijze is ervoor gekozen de brug in gedeelten voor te monteren aan de westelijke oever. Na gereedkomen van een brugdeel is de constructie in stappen gelanceerd waarbij er steeds een brugdeel

gemonteerd kon worden zonder extra grondwerk. Paneelconstructies worden meestal rollend gelanceerd, maar gezien de grootte van deze brug (204 m lang en een massa van meer dan 1000 ton) werd besloten de schuifmethode toe te passen om de brug te positioneren. Het grote voordeel van deze methode was de gecontroleerde (hydraulische) voortbeweging. Daarnaast kon met het aanwezige hydraulisch materieel niet alleen een horizontale verplaatsing gerealiseerd worden, maar ook een verticale (3,4% helling). Het principe van het schuiven bestaat uit het uitleggen van een baan met daarop een glijtafel die met een zo laag mogelijke weerstand over de glijbaan wordt verplaatst. Dit verplaatsen gebeurt met hydraulische vijzels en de lage wrijvingsweerstand wordt gerealiseerd door TEFLON/UHMWP platen te laten glijden over rvs-plaatmateriaal.

Een betonnen dek of constructie kan tijdens het lanceren op veel plaatsen worden ondersteund. Bij een vakwerkconstructie ligt hier een grotere uitdaging: deze brug kan namelijk alleen worden ondersteund onder de knooppunten van het vakwerk.

Samen met de firma De Boer is een schuifplan uitgewerkt, waarbij op verschillende plaatsen onder de brug schuifbanen werden geplaatst met een minimale lengte van 10,2 m, de afstand tussen de knopen. Schuiven kan het beste onder controle gehouden worden bij horizontaal bewegen. Daarom ging hiernaar de voorkeur uit. Voor het verplaatsen van de brug in een helling van 3,4%, werd bedacht na elke schuifstap van 10,2 m de brug in zijn geheel 0,34 m ($3,4\% \times 10,2\text{m}$) op te vijzelen. Zodoende liep de brug als het ware een trap op.

Op het westelijk landhoofd was het plaatsen van 10,2 m schuifbanen geen probleem, maar op de middenpijler van 5 m breed was dit niet mogelijk. De grote momenten op de betonnen sloof zouden te grote vervormingen van de sloof met daarop de schuifbalken tot gevolg hebben en daarom is de schuifbaan hier gehalveerd tot 5,1 m.

Hierdoor werd de brug niet alleen ondersteund onder de knooppunten, maar tevens onder de hangers (de verticale elementen die zich in de driehoeken van het vakwerk bevinden). Deze hangers zijn normaal gesproken alleen ontworpen om het dek (en belasting) te dragen, dat alleen een trekbelasting genereert. Door de schuifstaplengte van 5,1 m kwamen er nu dus ook grote drukkrachten op de hanger, die opliepen tot 3500 kN. De grote uitkraging van 102 m en de 5,1 m lange schuifstappen tijdens het lanceren, vormden een bepalende factor voor veel afmetingen van de profielen in de brug. Om voor de brug dit effect enigszins te beperken en de kosten te minimaliseren, was besloten een lanceerneus van 75 m lengte te ontwerpen (figuur 6). Deze lichtere constructie bood technisch en economisch de beste oplossing.

Om de aansluiting met de brugconstructie zo praktisch mogelijk te houden en het lanceerprincipe hetzelfde te



↑ Figuur 6 Brug met lanceerneus

Bij een vakwerkconstructie ligt hier een grotere uitdaging: deze brug kan namelijk alleen worden ondersteund onder de knooppunten van het vakwerk.



↑ Figuur 7 Topboor in werking

houden als voor de brug, is voor de lanceerneus-constructie gebruik gemaakt van standaard walsprofielen en eenzelfde systeemmaat van 10,2 m. Tijdens de montage moesten het middensteunpunt en de oostelijke oever toegankelijk worden gehouden, reden om in de lanceerneus een voetpad te plaatsen. Deze punten waren immers alleen via het water te bereiken.

Voor het bepalen van de interne krachten van elk profiel en elke knoop, is niet alleen de verkeersbelasting maar ook elke schuifstap nagerekend. Verder werd rekening gehouden met windsnelheden tot een maximum van 35 m/s.

REALISEREN ONDERBOUW

De brug ligt op zo'n 50 km afstand van Paramaribo in een ontoegankelijk bosrijk gebied. De bouwplaats was niet via de weg bereikbaar gedurende de uitvoering

van de onderbouw en de stalen bovenbouw van de brug. Alle materialen, materieel en personeel zijn via het water aangevoerd.

In combinatie met de ambitieus korte bouwtijd vormde dit een continue uitdaging voor de uitvoering op de site. Veelal is er in lange werkweken (6 tot 7 dagen per week) en dag- en nachtploegen gewerkt om binnen de planning te blijven.

De onderbouw is gefundeerd op stalen buispalen (diameter 1220 mm) en gedeeltelijk gebouwd vanaf het land. De middenpijler is vanaf het water gebouwd. De bodem bestaat uit zand / kleilagen aan het oppervlak, met daaronder een harde rotslaag, die met de diepte in sterkte toeneemt. Ideaal voor een goede draagkracht, maar het vergt wel een intensief hei- en boorproces om de stalen funderingspalen op diepte te krijgen.



De palen zijn gepositioneerd met een trilblok en geheid (Heihamer IHC S120) tot op stuit. De palen voor de middenpijler in de rivier zijn met een topboor (figuur 7) (reversed circulation drilling) door de stalen buispaal heen uitgeboord tot in de rotslaag, variërend van 8 tot 11 m onder de paalpunt, om daarna de paal – voor zover mogelijk – door te kunnen heien. Vervolgens is er een betonnen plug in de paalpunt / schacht gestort om de benodigde draagkracht te verkrijgen en ter voorkoming van inkalven of eroderen van de boorschacht.

Hierna kon met een 250 tons kraan de betonnen deksloof worden geplaatst en met beton worden afgestort. De betonspecie is geleverd door een lokale leverancier vanuit Paramaribo en de truckmixers zijn bij een tijdelijke, voor het project ingerichte, loswal op circa 4 km van de brug op een ponton geladen voor verder transport over het water tot de stortlocatie.

Een deel van de aanvaringsbescherming (de stalen onderbalk met stalen wanden en een eerste laag beton) is op hoogte geassembleerd, boven de hoogwaterlijn, aangezien de Surinamerivier een getijdenrivier is. Daarna is dit deel met jukken op de palen en trekstangen door de bodem van de constructie 2,6 m afgevizeld tot op de definitieve

hoogte in het water. Vervolgens is de constructie in drie fasen met beton volgestort voor de definitieve sterkte en aanhechting van de palen aan het beton.

REALISEREN/MONTAGE BOVENBOUW

Terwijl de afdeling engineering het ontwerp nog aan het uitwerken was, werd al materiaal besteld en de productie opgestart voor de eerste delen. Dit proces vroeg veel coördinatie tussen engineering, werkvoorbereiding en de verschillende constructiebedrijven. Al het tekenwerk werd gedaan in TEKLA, wat vooral voor het productie- en bouwproces goed heeft gewerkt. De stalen onderdelen van de brug werden door verschillende constructiebedrijven in Nederland geproduceerd en met behulp van de digitale output van Tekla kon direct op basis van deze bestanden materiaal worden gesneden en geboord, zonder fouten in de overdracht. Zeker voor de vele boutverbindingen in het ontwerp was dit erg belangrijk. Er zaten namelijk 45.000 bouten in de constructie waarvan 28.000 voorspanbouten. Figuur 8 geeft een goede indruk van de complexiteit van de verbindingen. Nadat de eerste onderdelen via de verschillende verzinkerijen bij Janson waren afgeleverd, werden deze zoveel mogelijk in containers verpakt. De langere elementen werden gebundeld en als deklading verscheept.



↑ Figuur 9 Bovenloopkraan

De beschikbare ruimte van de voormontage-locatie van de brug was ongeveer 100 m. Dit betekende dat de lanceer-
neus van 75m hier kon worden gemonteerd en drie brugvelden van $3 \times 10,2$ m.

Na aankomst in Paramaribo werden de brugdelen overgeladen op binnenvaartschepen en via de Surinamerivier naar de projectlocatie gebracht. Aan een tijdelijke aanlegplaats bij de projectlocatie werden alle delen gelost en op een voormontagelocatie geplaatst. Hier werden de onderdelen zoveel mogelijk voorgemonteerd, om in zo groot mogelijk delen met behulp van rupskranen in positie te worden gebracht. De beschikbare ruimte van de voormontagelocatie van de brug was ongeveer 100 m. Dit betekende dat de lanceer-
neus van 75 m hier kon worden gemonteerd en drie brugvelden van $3 \times 10,2$ m. De bouwsnelheid liep hierbij op tot 10,2 m per dag. Om dit te kunnen realiseren zijn de montageteams ondersteund door medewerkers van lokale bedrijven. De totale stalen brugconstructie van 1200 ton werd met een wisselende bezetting tussen 4 en 20 mensen gemonteerd en op zijn opleggingen geplaatst in drie maanden tijd. Al tijdens het afvrijelen werden de prefab betonnen dekplaten op de brug geplaatst met behulp van twee tijdelijke bovenloopkranen (figuur 9), die in de brug waren meegebouwd om het installatieproces te versnellen. Deze bovenloopkranen waren voorzien van extra sterke motoren om de helling van 3,4% aan te kunnen. Na het plaatsen van de prefab platen en het vlechten van de aanvullende wapening werd het dek afgestort.

OPENING

Op zondag 21 december 2014 is de brug met een feestelijke openingsceremonie officieel in gebruik genomen. Na jarenlang wachten op een aanvankelijk bijna gereed zijnde brug, bleek het enthousiasme onder de lokale bevolking zeer groot te zijn. Duizenden mensen waren van de partij en hebben op feestelijke wijze de brug in gebruik genomen (figuur 10).



↑ Figuur 8 complexiteit knooppunt



↑ Figuur 10 Feestelijke opening van de brug



UITBREIDING VAN DE SLUIZENCOMPLEXEN IN HET PANAMAKANAAL

JEREMY AUGUSTIJN

SENIOR PROJECT MANAGER, IV-INFRA BV

Iv-Groep heeft zestien sluisdeuren voor de uitbreiding van de sluiscomplexen in het Panamakanaal ontworpen, de scheepsdooorgang tussen de Atlantische Oceaan en de Stille Oceaan. In totaal investeert de Panamese overheid ruim 5,25 miljard dollar in de verbreding van het kanaal, met als doel de doorgang van bredere schepen mogelijk te maken en daarmee de economie van het land te stimuleren. Het kanaal is ruim 81 kilometer lang en loopt door het 27 meter hoger gelegen Gatún-meer, een zoetwatermerengebied dat het land voorziet van drinkwater en energie.

← Artist impression, deur opengewerkt; onderwagen op kolom zichtbaar

Met een breedte van 33,5 meter op het smalste punt is het Panamakanaal nu nog toegankelijk voor schepen die voldoen aan de zogenoemde Panamax, de maximale afmetingen van een schip waarmee het in de Panama-sluisen kan schutten. Post-Panamaxschepen zijn echter aanzienlijk breder en kunnen het kanaal daarom niet gebruiken, waardoor Panama aanzienlijke inkomsten misloopt. Op 22 oktober 2006 stemde de bevolking daarom door middel van een referendum massaal in met een verbreding van het Panamakanaal, waardoor schepen tot 55 meter breed de waterweg en de sluisen kunnen passeren. De verwachting is dat dit de economie een flinke impuls zal geven. Met de opening van het nieuwe sluiscomplex neemt de capaciteit van het Panamakanaal met ongeveer tachtig procent toe. In de nieuwe situatie is het kanaal toegankelijk voor schepen met een capaciteit van zo'n 14.500 containers. Deze schepen zijn nu nog veroordeeld tot een omweg van zeven à achtduizend kilometer via Kaap Hoorn, wat resulteert in het feit dat reders gedwongen zijn kleinere schepen in te zetten voor verkeer van de Atlantische Oceaan naar de Stille Oceaan en vice versa.

UITBREIDING SLUIZENCOMPLEXEN

Het project uitbreiding sluiscomplexen Panamakanaal voorziet in de aanleg van een derde set sluisen



naast de bestaande sluiscomplexen (de Gatún-sluisen aan de Atlantische kust en de Miraflores- en Pedro Miguel -sluisen aan de Stille Oceaan). Net als bij de bestaande sluisen zullen drie kamers achter elkaar worden aangelegd die de schepen van zeeniveau naar het 27 meter hoger gelegen Gatún-meer brengen. De sluisen zijn 60% breder en 40% langer dan de bestaande sluisen en bestaan elk uit drie schutkolken. Voor elke kering worden steeds dubbele deuren geplaatst. In totaal is er dus sprake van acht deuren per sluiscomplex. Deze deuren moeten bestand zijn tegen enorme waterdruk, tegen eventuele botsingen van schepen en tegen aardbevingen. Daarnaast moeten ze binnen vijf minuten open of dicht kunnen, mogen ze maar beperkt water doorlaten en moeten ze voor 99,6% van de tijd beschikbaar zijn, wat aanzienlijke gevolgen heeft voor het ontwerp en onderhoud. De enorme afmetingen van de deuren maken dat conventionele ontwerpmethoden niet langer toereikend zijn. Daarvoor moest er gezocht worden naar alternatieve methoden om te voldoen aan de eisen en de functies zoals als kernen en afdichten op deze schaal te kunnen vervullen.

De deuren van de sluisen zijn tussen de 22,5 en 33 meter hoog, ruim 57 meter breed en 10 meter dik. Ze zijn per stuk drieduizend ton en kunnen in een tijdsbestek van vijf minuten worden geopend of gesloten met een elektromechanisch aandrijfsysteem. De oude sluisen zijn voorzien van puntdeuren, maar de deuren in de nieuwe sluisen zijn roldeuren, die bij het openen en sluiten een horizontale beweging maken, loodrecht op de vaarrichting.

STRENGE EISEN EN OPLOSSINGEN 99,6% BESCHIKBAARHEID

Bij het ontwerp van de sluisdeuren speelt een aantal zeer strenge voorwaarden een rol. De intensieve scheepvaart maakt het nodig dat het nieuwe sluiscomplex 99,6% van de tijd beschikbaar moet zijn, inclusief gepland en ongepland onderhoud. Het aandrijfsysteem van de nieuwe sluisdeuren is daarom bestand tegen het enkelvoudig falen van kabels,

← Artist impression, bovenwagen en deur



↑ 3 Belastingbegrenzers (Load Limiting Devices) voor rotwagens

elektromotoren, tandwielkasten, koppelingen enzovoort. Voor het vervangen van (onderdelen van) de boven- en onderwagens van de sluisdeuren is per keer maar vier uur beschikbaar. Nu wordt er voor onderhoud bij de huidige sluisen met duikers gewerkt, maar in het nieuwe ontwerp kan de hele onderwagen van bovenaf door de sluisdeur uit het water worden gelicht. Hierdoor kunnen de wagens binnen de voorgeschreven vier uur, zonder stremming van het kanaal worden vervangen. Omdat de onderdelen een lange levensduur moeten hebben, is er veel aandacht besteed aan slijtage- en vermoeingsberekeningen.

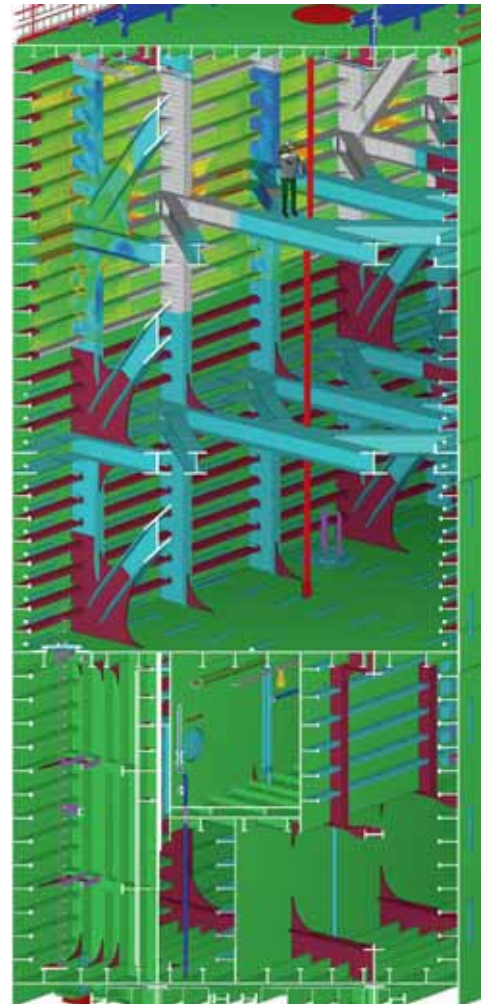
AARDBEVINGSBESTENDIGHEID

Een andere specifieke eis betreft de aardbevingen waartegen het ontwerp bestand moet zijn. Het sluisencomplex aan de kant van de Stille Oceaan ligt pal boven twee breuklijnen in de aardkorst die met zekere regelmaat lichte, maar ook zware aardbevingen kunnen



veroorzaken. Ook moet rekening worden gehouden met schepen die de sluisdeuren per ongeluk aanvaren. Als de deuren grote schade oplopen, bestaat de kans dat de in het kanaal gelegen zoetwatermeren leeglopen naar de oceaan. Het duurt dan vele jaren voordat het meer weer gevuld is. In het ontwerp zijn daarom dubbele deuren opgenomen: bij calamiteiten keert de eerste deur het schip, de tweede keert het water.

Bij een aardbeving of aanvaring kan de belasting op de roldeuren hoog oplopen. Om de boven- en onderwagens tegen overbelasting te beschermen, is een belastingbegrenzer ontwikkeld, een zogenaamde LLD: Load Limiting Device. Bij een te hoge belasting kan de LLD inveren en worden de verticale belastingen via de 'poten' van de deur doorgevoerd. Doordat de LLD bestaat uit een set voorgespannen schotelveren, zal compressie niet optreden tijdens normaal gebruik. Omdat de LLD zelfherstellend is, zal de deur na een aardbeving zijn originele positie weer innemen en kan de sluis direct in gebruik worden gesteld.



↑ Impressie Teken/FEM-rekenmodel deur

← Bouwput d.d. 11-2014

TEGENGAAN LEKKAGE ZOET WATER

Believe dat de sluisen dus vrijwel permanent beschikbaar moeten zijn en tegen flinke schokken van aardbevingen en schepen kunnen, mogen ze ook maar zeer beperkt zoet water naar de oceanen lekken. Dit water, afkomstig uit het 27 meter hoger gelegen zoetwatermerengebied Gatún, is van belang voor de drinkwater- en elektriciteitsvoorziening van het land. Lekkage van het zoete water door een sluisdeur is beperkt toegestaan: een gemiddelde lekkage van vijf liter per meter per minuut en een maximale lekkage voor enig punt op de deur van tien liter per meter. De afdichting die lekkage tegengaat moet vijftien jaar meegaan, wat inhoudt dat de deur in die tijd 135.000 maal geopend en gesloten wordt. Gedurende die tijd moeten de seals aan alle strenge eisen blijven voldoen en mogen ze dus niet te veel slijten. Hiertoe werd speciaal een door drukverschil geactiveerd afdichtings-/geleidingssysteem ontworpen, dat zorgt voor een soepele horizontale geleiding en een eenvoudige correcte installatie, terwijl wordt voldaan aan de strenge afdichtingseisen. Voor dit systeem is door Iv-Groep een patent aangevraagd.

Om zo min mogelijk zoet water verloren te laten gaan, wordt bij het schutten van de schepen gebruik gemaakt van spaarbekkens. Deze spaarbekkens, drie naast elke sluiskamer, beperken het waterverlies tijdens het schutten met 60%. Door een deel van het water tijdens het schutten via deze bekkens te laten lopen, kan het worden hergebruikt.

VERMOEIING

Elk uur staat er beurtelings 0 tot 18 meter waterhoogte verschil aan weerszijde van de deur. Dit betekent dat de deuren op vermoeiing worden belast en daar 250.000 cycli lang tegen moeten kunnen. In Ijmuiden is dit bijvoorbeeld 0 tot 5 meter, eens in de tien jaar. Door het grote verschil in verval tussen naast elkaar gelegen sluiskamers moesten de kamers die vereist zijn om het bedrijfsgewicht te reduceren, aan de onderzijde van de deuren worden geplaatst. Om te zorgen voor een efficiënte en veilige verplaatsing van de deuren werd een speciaal drijfmechanisme ontworpen. Dit mechanisme, dat bestaat uit verwijderbare schotten en



↑ 7 Vijf sluisdeuren gereed voor installatie in de sluis

tijdelijke vaste ballast, zorgt ervoor dat de deuren zelfstandig en stabiel en rechtopstaand drijven.

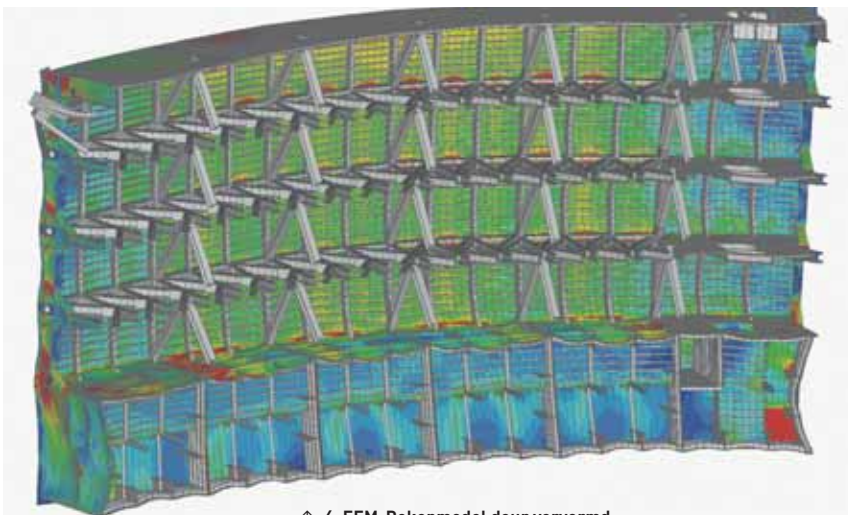
BRUGFUNCTIE

Per complex zijn vier van de sluisdeuren voorzien van een rijdek aan de bovenzijde, zodat motorvoertuigen de sluis kunnen passeren wanneer deze deuren gesloten zijn. Met name aan de zijde van de Atlantische oceaan is deze route belangrijk voor wegverkeer, omdat geen alternatief in de vorm van een brug aanwezig is. Aan de Pacific (zuid) zijde zijn deze wel aanwezig in de vorm van puentes de los Americas en puente Centenario. Toch zijn ook hier vier van de acht deuren voorzien van een rijdek voor de ontsluiting van het door de bouw van de nieuwe sluis ontstane eiland, waar de machinegebouwen en spaarbekkens van dit complex zich bevinden.

TOEKOMSTIGE UITBREIDING

Bijzonder is ook dat er in het ontwerp rekening is gehouden met toekomstige uitbreiding van de capaciteit van het kanaal. Zo is voldoende ruimte 'over' voor weer een nieuwe dubbele set sluisen. De deuren zijn ontworpen op een levensduur van 50 jaar en de betonconstructies op 100 jaar.

Het ontwerp van de zestien sluisdeuren is afgerond en de deuren zijn gebouwd in Italië en getransporteerd naar Panama. De deuren voldoen bovendien aan alle eisen die door de opdrachtgever zijn gesteld. Iv-Groep zet haar specialistische kennis op het gebied van uitdagende sluisconstructies ook in voor andere opdrachtgevers.



↑ 6 FEM-Rekenmodel deur vervormd



↑ 8 Artist impression overzicht toekomstig sluisencomplex

KUIFJE IN CHINA



‘HA BEN, (DHV) JA HET IS HIER FIJN EN HEBBEN HEERLIJK WEER. NATUURLIJK KAN JE EVEN STOREN. PRIJSVRAAG VOOR DE ‘TONG NAN BRIDGE’ IN CHINA MET JULLIE, IN TIANJIN VLAKBIJ BEIJING? WANNEER ER HEEN? WAT !!!, ZO SNEL, MAAR IK BEN PAS OVER EEN WEEK TERUG. ALVAST REGELEN, OK, IK ZAL HET BUREAU BELLEN. BRUG VAN 30 M IN CHINA !?’

THIJS VERBURG – ARCHITECT, VERBURG HOOGENDIJK ARCHITECTS, AMSTERDAM/SHANGHAI



↑ Van links naar rechts: Mr. Ruud Beekhuis DHV, Landscape Designer: Ms. Selina Yu DHV, Project Manager: Ms. Nancy Wang DHV, Local Architect: Mr. Jack Wang DHV, Mr. James Wu. Project Manager DHV, Mr. Pieter Salemink DHV, Chief Architect: Mr. Thijs Verburg Architect VHA, Mr. Eric Wu engineer DHV.

ZO BEGINT ONS AVONTUUR IN CHINA.

Na een hectische voorbereiding voor de reis naar Shanghai, in het vliegtuig naar het verre Azië: 12 uur vliegen, vol met boeiende vergezichten, rivieren slingerend door onbekende landschappen. We landen op het oude Shanghai International Airport, nu Pudong International Airport, nemen een taxi naar de stad aan de Huangpu River, naar het Jianguo Hotel, waar DHV zijn gasten onderbrengt. In 1999 werkten we samen met Ben Reeskamp (projectmanager) aan de Batavia Haven in Lelystad. Die bijzondere samenwerking tussen ingenieurs en architecten leidde ertoe dat beide bureaus nog steeds in binnen- en buitenland samenwerken. De volgende ochtend haalt Nancy Wang van DHV-Shanghai ons op voor de eerste meeting met het team dat ons gaat assisteren met het ontwerp en uitwerking van de Tong Nan Bridge in Tianjin. We worden voorgesteld aan Tim Jeanné, general manager DHV, hij brengt ons op naar onze Chinese collega's voor de komende tijd: Nancy-regelneef, Stella- landscape, Eric-

construction, Mahla-tekenaar en Jack-architect, allemaal chinezen met een Engelse naam, makkelijk als je bij zo'n internationale firma werkt, maar Jack bijvoorbeeld heet eigenlijk Wangxin. Ze spreken redelijk Engels, Nancy en Jack spreken uitstekend Engels, dus alles gaat van het Nederlands via deze Engelse vertaalmachine naar het Chinees. En dat geeft nogal eens verwarring.

“ Oh no, not a 30 m span bridge but a 300 m span bridge with 2x2 car lanes and extra bike and pedestrian lanes, crossing the Hai Her river in Tianjin!”
“Well this is quiet something else “, hoor ik mezelf zeggen waarna ze allemaal knikken.
Enthousiast wordt een grote kaart van Tianjin opgehangen en de plek aangewezen waar we morgen gaan kijken , 825 km noordelijk van Shanghai. Het is goed te weten dat alles in China niet zijnde ‘Markt’, via de overheid wordt verzorgd. Infrastructurele projecten worden per autonome regio (b.v. Xinjiang), provincie (b.v. Hainan) en stadsprovincie (b.v. Shanghai) volledig gepland en uitgewerkt door zogenaamde State-owned Local Design Institutes (LDI). Onze LDI in Tinanjin is gehuisvest in een gebouw van zeven verdiepingen vol met bazen, heel veel ingenieurs en tekenaars die in een kleine werkruimte al die plannen aan het uitwerken zijn. Veel van hen, met wie ik samenwerk, zijn geschoold met Russisch lesmateriaal waarin meer over beton dan over staal wordt onderwezen. Dit gegeven zal ons nog parten gaan spelen bij de latere discussies over het uitwerken en detailleren van het brugontwerp in staal.
De locatie van de nieuwe Tong Nan Bridge ligt in het hart van het centrum van de stad Tianjin. Het wordt één van de belangrijkste passages van oost naar west vanuit het centrum naar het nieuwe Central Retail District met zijn mengelmoes van traditionele en moderne bouwstijlen waaronder Oostenrijkse en Italiaanse invloeden die teruggaan naar de tijd van de concessies, rond 1900. De voetganger is de



↑ Locatie zonder brug



Locatie met brug ↑

belangrijkste gebruiker in de nieuwe plannen langs beide oevers van de rivier, die ingericht zal worden o.a. met bomen en zitbanken, gemaakt van hoogwaardige materialen zoals gebruikelijk in een moderne stad.

CONTEXT

Door de snelle economisch groei die China doormaakte, werden in en rond de steden enorme uitbreidingen gepland. Al deze nieuwe gebieden moesten door infrastructuur ontsloten worden. Nieuwe vliegvelden, spoorwegnetten en autosnelwegen om al deze ontwikkelingen met elkaar te verbinden en dit land omhoog te stuwen in de vaart der volkeren. En daarbij horen ook iconen. Door internationale prijsvragen uit te schrijven, bereikt China dat gebouwen, maar ook zeker bruggen, het liefst ontworpen worden door westerse architecten. Dus we bevinden ons opeens tussen de fine fleur van de internationale bruggenarchitecten zoals de Tongji University Shanghai, Hyder Engineering, Marc Mimram Architects en Atkins Architects.

De uitvraag voor de prijsvraag, verzorgd door de Tianjin Haihe Investment Co, Ltd en the Shanghai internationale Tender Co, Ltd, luidde: 'maak een ontwerp voor een stadsbrug over de Hai He River met een lengte, inclusief aanbruggen van ca. 200 m, een overspanning 130 m en een breedte, incl. voet- en fietspaden van 30 m. Voetgangers moeten via trappen gemakkelijk naar de promenades langs de oevers kunnen komen. De landhoofden moeten volledig worden geïntegreerd in het stadsbeeld aan beide zijden van de rivier. De nieuwe brug moet beide gebieden van de Centrale Historical District (CHD) en de Central Retail District (CRD) verbinden en het uiterlijk van de brug zal één van de iconen van architectuur en engineering zijn in Tianjin.

Direct na onze aankomst in Tianjin gaan we vanuit het hotel naar de plek aan de rivier waar de brug moet komen. Onderweg ervaren we de stad zoals die is: gewoon vies. In de stad wordt nog gestookt met een soort bruinkool, legt Jack uit, en daardoor is alles bedekt met een dun laagje grauw en ziet alles er een beetje treurig uit. Na een ochtend langs de rivier te hebben rondgelopen en vele foto's en video later gaan

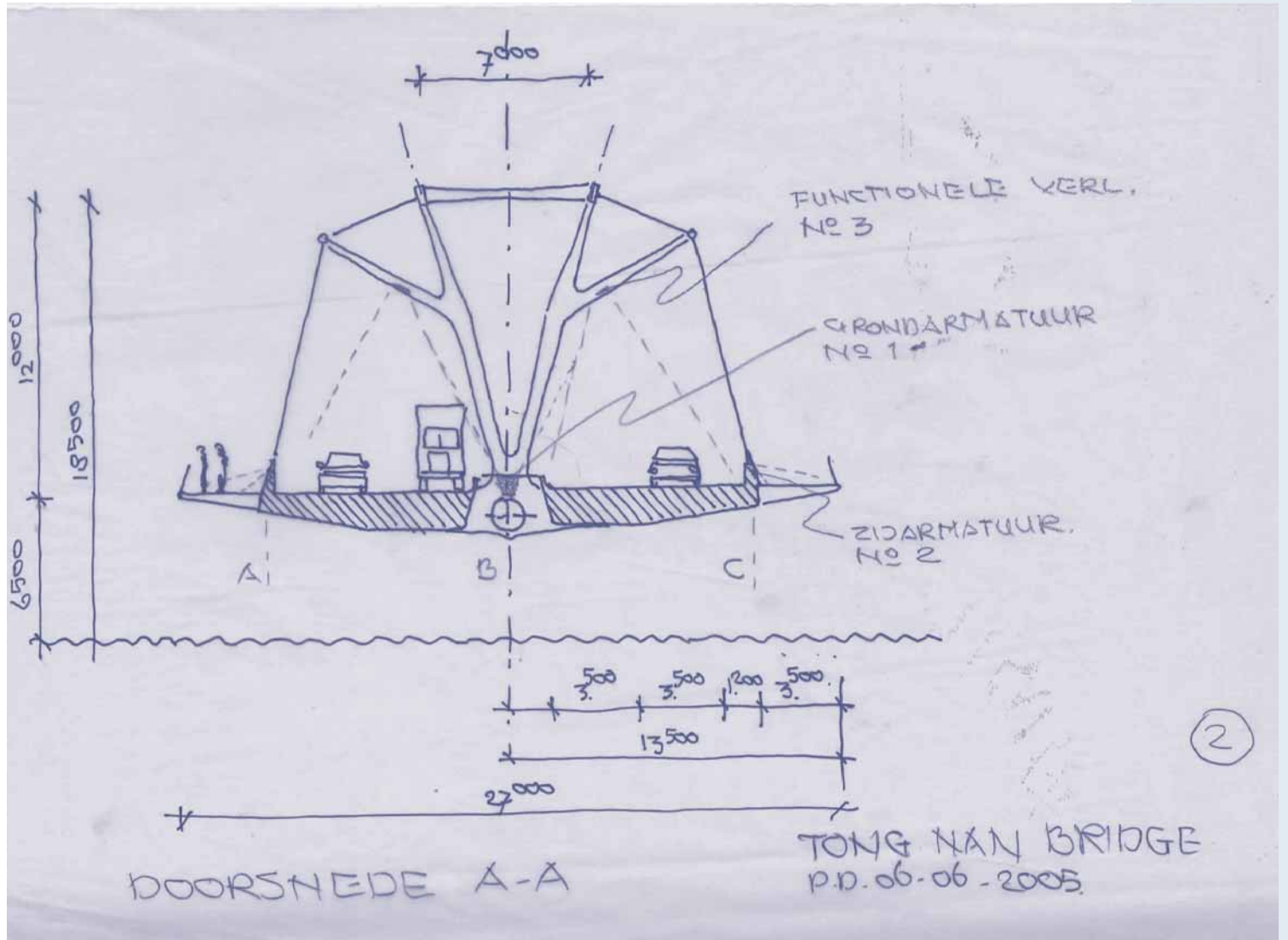
we retour naar de kantoren van de LDI voor een eerste bespreking met de ingenieurs.

Een bijzonder vervelend probleem is dat geen van de ingenieurs van deze LDI het Engels machtig is en ik tijdens deze sessies volledig op Jack en Nancy moet vertrouwen voor de nodige vertalingen. Een relatief korte vraag van mijn kant aan Jack wordt door hem minuten lang vertaald in het Chinees en als ik dan vraag waar het over gaat, komt er nog een korter antwoord: "Yes, they understand". Dus waar we snel op terugrijpen is: schetsen en nog eens schetsen. Dat blijkt ook de taal te zijn van mijn Chinese collega's waarmee we ideeën en gedachten aan elkaar overbrengen, problemen benoemen en oplossingen aandragen.

Sparren met Chinese constructeurs is niet eenvoudig vanwege het verschil in denken en bouwen van dit soort grote structuren. Zaken ter discussie stellen is bijna niet mogelijk omdat al heel vroeg door de LDI de te volgen bouwmethodieken, materiaalgebruik en de daarbij behorende detaillering is vastgesteld. Fijnheid in detailleren, zoals wij dat gewoonlijk doen, is een vrijwel kansloze zaak in China omdat de aannemers het niet kunnen/willen, zoals wij later ontdekken. 'Out of the box' denken en 'verder dan je neus lang is' kijken is 'not done'. Een goed voorbeeld hiervan is dat wij ons al in het ontwerpstadium afvragen hoe de brug te bouwen: in één keer in een tijdelijke loods bouwen en daarna over de rivier draaien en klaar, of in segmenten over het water aanvoeren en op de site afbouwen. Daar wordt niet over nagedacht, de aannemer zoekt het wel uit. Door dit verschil in denken en aanpak worden we gedwongen onze gebruikelijke manier van detailleren drastisch te vereenvoudigen.

ONTWERP

Na een week trekken en duwen met de ingenieurs in Tianjin, terug in Shanghai op bureau van DHV waar we hard doorwerken aan het ontwerp met ons team. Na twee weken ligt er, volgens ons, een kansrijk ontwerp bestaande uit een uitgebreid zogenaamd 'booklet' met daarin beschreven hoe dit ontwerp tot stand is gekomen plus een maquette. Tianjin is een stad met weinig parken en het weinige groen in de stad zijn de



↑ Figuur 4 Ontwerpschets doorsnede brug

→ Ontwerp Tong Nan Bridge



platanen en acacia's die langs de grote avenues en allee's zijn geplant. Als eerbetoon aan deze 'stadsbomen' ontstond het idee om voor de hoofdvorm van de draagstructuur een boomvorm te kiezen. Hierdoor sloot de maat van de draagstructuur goed aan bij de schaal van de omliggende bebouwing.

DE OPBOUW VAN DE BRUG IS ALS VOLGT:

- Een stalen torsie-buis van \varnothing ca. 2 m over de gehele lengte van de brug met daaraan ca. 8 m lange vinnen gelast die de autodekken (dik ca. 1,3 m) dragen. Via de bovenliggende 'boomlijger' lopen spankabels omlaag naar de eindpunten van deze vinnen. In het verlengde van deze vinnen worden de fiets/voetpaden aangebracht (figuur 4 ontwerpschets doorsnede brug).

- Om te voorkomen dat de torsie-buis met de dekken doorbuigt is deze gekoppeld met de bovenliggende 'boomlijger' met een hoogte van ca. 12 m.
- De opleggingen zijn gemaakt van betonnen steunpunten die de torsie-buis vastzetten en de dekken afsteunen.
- Aanbrengen van de trappen naar de promenades en afwerken voet- en fietsdekken met hardhout, de autodekken met een splitlaag.

Nadat het plan is ingediend bij de uitschrijvers, terug naar Amsterdam en dan begint het wachten op de uitslag. Eerst komen er aanvullende vragen en verzoeken om toelichtingen die Jack ons mailt, daarna nog meer vragen gevolgd door een oorverdovende stilte. Na ca. vier maanden komt een korte mail van Jack: "We won, the major wants our bridge". Dat vieren we. Maar weer wordt het opnieuw stil en dan komt opeens de vraag of we voor het eerste werkoverleg direct naar Tianjin kunnen komen. Wij laten alles uit onze handen vallen en stappen op het vliegtuig naar Shanghai, om daarna samen met Jack en Nancy door te reizen naar Tianjin. We eten uitgebreid met alle betrokkenen in een 'overheidsrestaurant, waar

↓ Bridge under construction



je van alles kunt aanwijzen dat loopt en zwemt en vervolgens op de draaischijf geserveerd wordt. Uiteraard wordt er dan ook stevig gedronken en halverwege het diner wordt door de gastheer de beroemde Moutai (53%, gemaakt op basis van sorghum-graan gemengd met water uit de rivier de Chishui River) op tafel gezet. Deze drank wordt geschonken om iets te vieren maar ook om te testen of je wel een beetje vent bent waar ze de opdracht aan gaan geven. Willekeurig staan onze tafelgenoten, steeds om een toast op ons uit te brengen onder het roepen van "cambe"! en heel langzaam worden we erg dronken en eindigt de avond met karaoke zingen of we nooit anders hebben gedaan. De volgende ochtend met een harde kop naar de eerste meeting met de opdrachtgever.

TECHNISCHE RANDVOORWAARDEN

De ontwerpautosnelheid is 30 – 60 km/h (volgens CJJ77-98).

HELLINGEN

Maximale hellingsgradiënt is 3,5%. Dwarshelling van autosnelwegen en fietspaden bedraagt 2%. De helling van de loopbrug 1,5%.

INDELING

Totale breedte van Guotai Bridge is 30 m met vier rijstroken.

Het gedetailleerde dwarsprofiel bestaat uit 0,5 m (leuning) + 3,3 m (loopbrug) + 0,6 m (kabelverankeringszone) + 0,8 m (vluchtstrook) + 7 m (2 rijstroken) + 3,5 m (centrale gedeelte) + 7 m (rijstroken) + 0,8 m (vluchtstrook) + 0,6 m (kabelverankeringszone) + 3,3 m (loopbrug) + 0,5 m (leuning).

VAARWEGEN

Hai-rivier is een 'type VI-kanaal' met een profiel van vrije doorvaart dat 4,5 m hoog en 30 m breed.

BELASTINGEN

Belasting voor snelwegen Urban-A rang en voor de fiets/wandelpaden is 3,5 kN/m².

KLIMAAT BIJ BRUGLOCATIES

Typisch voor het noorden van China:

Voor het windmilieu geldt een gemiddelde jaarlijkse windsnelheid, die varieert van 2 tot 5 m/s.

De maximale windsnelheid is groter dan 17 m/s.

De hoofdwindrichting in de zomer is zuidoostelijk, in de winter ongeveer noordelijk.

Gemiddelde jaarlijkse temperatuur varieert van +4,2 tot -27,4 °C.

AARDBEVING

Seismische fortificatie is gebaseerd op 7 graden en het beschermd ontwerp is gebaseerd op 8 graden.

GEOLOGISCHE GESTELDHEID

De basis bij de brugsite is 'zachte grond'. Verdere details zijn niet geleverd door de klant.

Al snel bij de eerste gesprekken met de opdrachtgever en de LDI (constructeurs) wordt duidelijk dat de ervaring van de LDI met stalen bruggen niet bijster groot is. De meeste energie gaat dan ook zitten in het overtuigen van onze ervaringen met staal. In het originele ontwerp van de brug zijn alle vloeiende overgangen en verbindingen bedacht in stalen gietstukken, onderling gekoppeld met ronde stalen buizen. Gietstalen onderdelen voor het verwerken van onze voorgestelde verbindingen is geen gangbare methode in China om staal te verwerken en de voorgestelde ronde buizen zijn niet op de Chinese markt te krijgen. Na een beetje rond-mailen zijn ze wel direct op de Taiwanese markt te verkrijgen, maar dit is echt een brug te ver. Als snel blijkt dat de geselecteerde aannemer voor deze brug wel ervaring heeft met recht toe recht aan staalwerk maar zeker niet met vloeiende vormen, laat staan gietstukken. Met deze wetenschap is de brug verder uitgewerkt en gedetailleerd waarbij we steeds afstemming zoeken met de manier van werken van deze aannemer. Niets

→ Maquette brugsegment



prefabriceren (op grove onderdelen na) maar alles in het werk bepalen en maken. Na veel discussie en overleg wordt besloten dan maar de vloeiende vormen te skippen en voor rechthoekige doorsneden te gaan op enkele uitzonderingen na, zoals de gebogen eindstukken. De gehele aanpak van het project door de aannemer bleef voor ons onduidelijk. Tekeningen die wij te zien kregen, bleken andere te zijn dan die we op de bouwplaats in de keet zagen hangen, net of ze met twee informatiestromen werkten. Herhaaldelijk vroeg ik hoe dit zat met als antwoord een lachend gezicht en de geruststellende woorden: "Everything will be o.k. and this is the way we do it in China".

De onderstaande werkvolgorde werd door de aannemer gehanteerd:

- In de rivier wordt een stalen bouwsteiger gebouwd met aan beide zijden een rail ten behoeve van een portaalkraan voor de aanvoer van allerlei onderdelen. Het is een stromende rivier die 's winters snel dicht vriest (-20 °C) zodat een dik pak ijs zich langzaam beweegt tussen de palen van de aangebrachte steiger. Om dit dichtvriezen en schade aan de steigerpalen tegen te gaan, worden elke ochtend door een Chinese familie, die deze klus heeft aangenomen, de steigerpalen ijsvrij gemaakt.
- Alle stalen (plaat)onderdelen worden door deze kraan aangevoerd, op z'n plaats gehesen en ter plekke in elkaar gelast. Langzaam ontstaat dan een brugdeksegment van ca. 16 m lang en 30 m breed dat via de rails aan beide zijden van de bouwsteiger op z'n plaats wordt geschoven en rondom aan z'n



↑ Gerealiseerde Tong Nan Bridge-2

Everything will be o.k. and this is the way we do it in China.

voorganger gelast, net zo lang totdat de gehele brug op de bouwsteiger klaar ligt.

- Op het dek wordt vervolgens de 'boomligger' in kleine onderdelen in elkaar gezet, onderling gekoppeld en van diagonalen voorzien. Op beide einden van de ligger worden dan de gebogen eindstukken aangebracht en afgelast.
- Nadat de hele brug klaar is, wordt deze geheel voorzien van een witte, drielaagse conservering, met de hand aangebracht. Hierna volgt de montage van de trappen en leuning en de voet-/fietsdekken.

Na duidelijke afspraken met de aannemers te hebben gemaakt, o.a. over de goedkeuringsprocedures van de uitvoeringstekeningen, gaan we na ruim twee weken ontwerpen, schetsen, overleggen, eten, reizen en stressen, weer retour naar het Amsterdam. Met Jack en

Nancy van DHV houden we steeds via de mail en skype contact over de voortgang van het werk. In het najaar van 2007 is de brug zo goed als klaar en nodigt de opdrachtgever ons uit in Tianjin, in zo'n overheidsrestaurant aan de rivier, voor de vooroplevering met bijbehorend diner, uitwisseling van beleefdheden en cadeaus.

Tijdens en na het diner wordt nog stevig gediscussieerd over onze vraag, waarom de Chinese staalwereld zo weinig kennis en durf tentoon spreidt bij de realisatie van grote staalconstructies. Het innemende antwoord luidt uiteindelijk: "This is a time for us to learn." En inderdaad, na de realisatie van de Tong Nan Bridge werken we nog steeds samen met DHV-Shanghai aan interessante projecten in het verre Azië en krijgen we door het Chinese avontuur ook toegang tot andere interessante en dynamische (buitenlandse) markten.





BOUW JE EEN BRUG IN PANAMA, VERGEET DAN DE PLANNING MAAR!



**EDWIN THIE – SENIOR BRIDGE
ENGINEER, ARUP AMSTERDAM**

HET LIJKT EEN EENVOUDIG KLUSJE, EEN HANGBRUG BOUWEN OVER EEN STROOMPJE DAT EEN DORPJE VAN DERTIG INWONERS SCHEIDT VAN DE BUITENWERELD. MAAR IN PANAMA GAAT ALLES ANDERS EN KUN JE VANAF DAG ÉÉN JE PLANNING WEL VERGETEN, ZO ONDERVOND EDWIN THIE VAN INGENIEURSBUREAU ARUP.



↑ Water in ankerbloksparing



Bij aankomst was het direct duidelijk. De fundering was nog lang niet klaar. Ja, het gat was al wel gegraven. Maar de wapening en het beton zaten er nog niet in. En door een tropische regenbui was het volgelopen met water. We hadden voor de bouw van de brug een planning gemaakt. Maar voor ons ingenieursteam was direct duidelijk dat die de prullenbak in kon.

De aankomst in Ciricito, een gehucht midden in het oerwoud zo'n twee-en-een-half uur rijden van Panama Stad, betekende voor ons de zoveelste tegenvaller. Zo'n tien dagen eerder, drie dagen voor vertrek, kreeg ik per telefoon te horen dat het project een week moest worden uitgesteld. De funderingen waren nog niet klaar, zo meldde de lokale projectmanager van 'Bridges to Prosperity' (B2P), de bij het project betrokken hulporganisatie. Het team van negen ingenieurs moest daarop agenda's aanpassen en tickets omboeken. De reis naar Panama die volgde verliep ook niet bepaald volgens plan. Ik vertrok op 4 september 2014 vanuit Amsterdam en vloog eerst naar Londen om daar na een overnachting aan te haken bij Arup-collega's uit Londen en Kopenhagen. Samen vlogen we in de ochtend naar Atlanta, de hoofdstad van de in het zuidoosten van de Verenigde Staten gelegen staat Georgia. Van daar zouden we doervliegen naar Panama Stad, de hoofdstad van het Midden-Amerikaanse land Panama. Door de krappe overstaptijd miste ik met nog twee collega's de vlucht omdat we bij de veiligheidschecks en de



↑ wapening in voldoende droog ankerbloksparing



↑ schaalmodel hangbrug als bouwpakket



↑ stalen pyloon

douane in de trage rij stonden. Gelukkig konden we via San Salvador vrij snel doorvliegen. Maar we kwamen wel pas om drie uur 's nachts lokale tijd aan in het hostel in Panama Stad. Ik had er toen een reis van zeker 24 uur opzitten. Om zes uur 's ochtends, amper drie uur later, moesten we al weer op om in een terreinwagen naar Ciricito te rijden.

'Jij wilt zeker dat wij je vakantie in Panama betalen', zeiden collega's pesterig tegen mij toen ik ze vroeg om het brugbouwplan in Panama te sponsoren. Zij dachten dat we als ontwerpers vanuit een comfortabele stoel de lokale bouwvakkers van aanwijzingen zouden voorzien. Zo ging het dus niet. Het hele team heeft samen met de lokale bewoners hard moeten werken om het project voor de deadline op te kunnen leveren. Het leegscheppen van het gat voor de laatste fundering, bestemd voor de verankering van de kabels van de hangbrug, was onze eerste klus. Het kleine pompje dat hiervoor beschikbaar was, had onvoldoende capaciteit om dat snel te doen. Daarom stonden wij, terwijl het zweet langs onze ruggen naar beneden liep, een minuut na aankomst in het gat om met emmers en bakjes het water er uit te halen. De wapening die er naast lag, hebben we vervolgens met een man of vijftien in het gat getild.

'Waarvoor was die hangbrug met een overspanning van 47 meter eigenlijk nodig?', vroegen wij ons af. Want er liep niet meer dan een flinke enkeldiepe sloot door de bedding. Pas na de eerste tropische regenbui werd ons dat duidelijk. Na een uur stond het water op borsthoogte en was oversteken onmogelijk. Eén van onze teamleden die een poging waagde, stond al gauw tot zijn oksels in het water. Daarmee was voor ons wel duidelijk dat de dertig inwoners van Ciricito echt een brug nodig hadden. Te meer omdat die eerste bui niet eens heel extreem was.

Het steile bospad tussen de verharde weg en de bouwlocatie onderging als gevolg van de tropische regenbui een ingrijpende transformatie. Het pad veranderde in een modderstroom waar zelfs een terreinwagen met vierwielaandrijving niet doorheen kwam. Wilden we aan het einde van de dag vermoeid en onder de modder terug kunnen keren naar onze eenvoudige slaapplekken in een verder op gelegen school, dan moesten we het weer dus goed in de gaten houden. We zouden anders een heel stuk moeten lopen, wat helaas ook regelmatig gebeurde.

BASALE INFRASTRUCTUUR

Waarom vertrekken negen drukke Arup-ingenieurs naar een gehucht in Panama om een brug te bouwen? Het antwoord is Bridges to Prosperity (B2P). Arup is met enkele andere internationale ingenieursbureaus partner van de organisatie die ingenieurs over de hele wereld inzet om voetgangersbruggen te bouwen. Met het realiseren van deze basale infrastructuur wil B2P bijdragen aan een beter leven voor mensen in afgelegen en geïsoleerde gebieden. Zo stelt de brug in Ciricito de kinderen van het dorp in staat om iedere dag veilig en ongehinderd naar school te lopen. En kunnen hun ouders dagelijks naar de markt gaan om



← A-frame

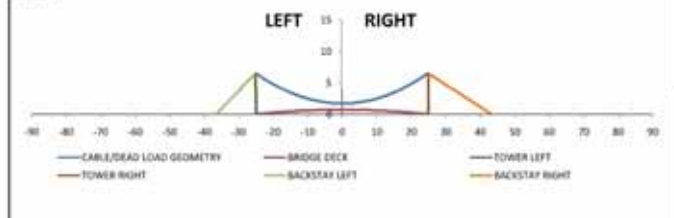
Information highlighted yellow should be checked and/or edited accordingly. Other data and formulae should not be changed, and as such, have been locked. (Example of a Yellow Highlighted Input)

A1. GEOMETRY INPUTS

Select span (L) (Select your span from between 30 m and 200 m, use whole numbers only)

Indicative Diagram of Bridge Geometry:

The diagram below updates in real-time as the variables on this "Inputs" worksheet are updated. (Note: The scale of the y-axis is double that of the x-axis, for clarity. This means the bridge elevation is twice as tall as it would be in reality.)



(Note: The diagram above has been created using variables calculated within this spreadsheet. The diagram is generated here to aid with the clarity of understanding the geometry design based on the inputs selected.)

Generic:		
Deck width (a _d)	1.06 m	(recommended transitable walkway width)
Override	<input type="text" value=""/>	(override)
Camber ratio (C _c)	0.015	(recommended = 0.02)
Override	<input type="text" value=""/>	
Cable sag ratio (f _d)	0.096	(recommended = 0.1)
Override	<input type="text" value=""/>	
Fence height (H _f)	1.00 m	(minimum deck to cable height at midspan for handrail)
Override	<input type="text" value=""/>	(override)
Recumbent tower embedment (E _t)	0.70 m	(varies from 0.7 m to 0.75 m)
Override	<input type="text" value=""/>	(to override the recommended tower embedment)

For information: Tower Steel Length (L_t) = (- C_c + H_f + fz + f_d), where f_d is the cable sag: 7.25 m
 For information: Tower Height (H_t) = (- C_c + H_f + f_d): 6.55 m

Backstays:		
Default backstay inclination =	25 °	(Rounded to nearest 5°, based on the frostyay inclination)
Left Backstay override (a _b)	<input type="text" value="35"/>	(Note: The backstay angles should be kept between 20° and 45°, to the horizontal, or this may adversely impact the size of the deadman foundation and/or the required tower steel section size)
Right Backstay override (a _b)	<input type="text" value="34"/>	

Cable geometry:		
Spare cable length (end-to-end)	5 m	(This is to ensure that sufficient cable length is cut and brought to site to account for contingency in constructability and anchor connections; recommended: 5.0m total or 2.5m at each end)
Override	<input type="text" value="6.00"/>	
Spare length at top of suspenders	0.5 m	(These are the additional spare lengths required to construct the joints at the top and bottom of the suspenders; recommended: 0.5m at each end)
Override	<input type="text" value=""/>	
Spare length at bottom of suspenders	0.5 m	
Override	<input type="text" value=""/>	

C1. TOWERS

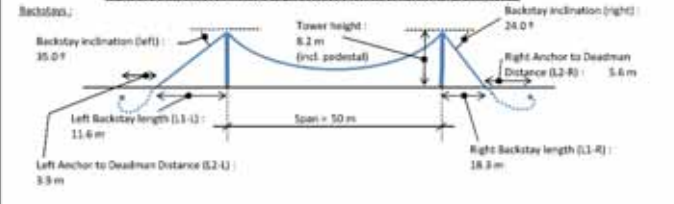
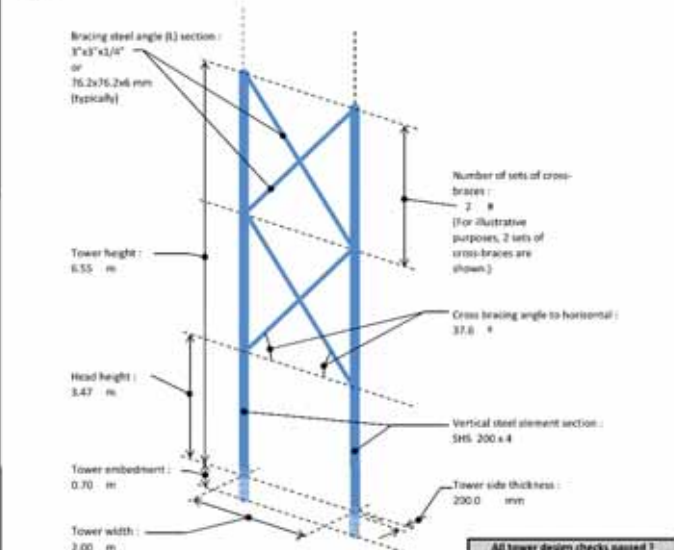


Diagram of Tower with Geometric Properties



All tower design checks passed!
OK

daar boodschappen te doen en hun zelf verbouwde fruit en groenten te verkopen.

De bij B2P betrokken ingenieursbureaus betalen ca. US\$ 50.000 per brug om zich aan de organisatie te verbinden, voldoende geld om de kosten te dekken voor de bouw van één hangbrug. Daarnaast stellen de ingenieursbureaus mensen en kennis ter beschikking en betalen geheel of gedeeltelijk de reis- en onkosten van hun medewerkers als zij op een B2P-missie gaan. De ingenieurs zelf dragen ook bij. Voor de twee weken die ik weg was, heb ik vakantiedagen opgenomen. En voor mijn reis- en onkosten, Arup vergoedde wel een groot deel maar niet alles, heb ik een inzamelingsactie gehouden onder mijn collega's. Hiervoor heb ik in hout een schaalmodel van de hangbrug gemaakt, dat er opgevouwen uitziet als een mooi houten doosje. De bouw pakketjes, die ik voor 30 euro per stuk verkocht, heb ik met een CAD-file en een laser gesneden uit een dunne triplexplaat. Met dank aan mijn collega's kon ik zo 600 euro ophalen.

OUDE KABELS EN 'BRIDGE DESIGN TOOL'

De meeste bruggen van B2P zijn hangbruggen over diep gelegen rivieren of tussen twee hoge rotsen. Hierbij worden kabels gespannen tussen de zijden van de kloof of de oevers van de rivier. Het brugdek wordt vervolgens direct op de draagkabels geplaatst. Om de kosten zo laag mogelijk te houden worden voor de bruggen oude kraankabels gebruikt. Havenbedrijven moeten die in verband met veiligheidsvoorschriften regelmatig vervangen. Zo waren de kabels in Panama gedoneerd door een havenbedrijf dat aan het Panamakanaal is gelegen. De tweedehands kabels worden conform de standaard procedure door B2P gekeurd en beoordeeld of ze geschikt zijn voor hergebruik.

Het eenvoudige brugconcept van B2P, kabels spannen en daarop het brugdek monteren, werkte niet in Ciricito. Het terrein was hiervoor te vlak. Er moesten om die reden twee pylonen worden gemaakt, één voor elke zijde van de oever. De stalen pylonen zijn door een lokaal bedrijf geproduceerd waarbij in het ontwerp rekening was gehouden met de profielen zoals die lokaal in Panama gangbaar zijn. Aan de gebruikte kraankabels, die door de pylonen omhoog worden gehouden, zijn vervolgens hangers met een dwarsbalk vastgemaakt waarop een houten brugdek is aangebracht.

Het hout voor het brugdek was afkomstig van de bomen uit het bos. De kabels die het looppad dragen, aan iedere kant twee, zijn met een lus en klemmen bevestigd aan een betonnen verankeringsblok; aan elke zijde één. Hiervoor zijn massieve betonblokken in de grond aangebracht met daarop boven maaiveld een bevestigingsblok.

De kennisbijdrage van Arup aan B2P bestaat uit een op Excel gebaseerd programma waarmee snel uitgerekend

kan worden hoeveel materiaal er nodig is voor de bouw van een hangbrug. B2P had hier behoefte aan. De Arup-vrijwilligers zijn daarom al in 2011 met de ontwikkeling van een 'Bridge Design Tool' begonnen. Hierbij hebben de ingenieurs bewust gekozen voor Excel als basis omdat het een veel gebruikt programma is dat op vrijwel iedere computer staat of makkelijk is te installeren. Momenteel wordt gewerkt aan een gebruiksaanwijzing voor het door de Arup-vrijwilligers ontwikkelde programma zodat de 'Bridge Design Tool' ook bij andere projecten kan worden gebruikt. In de 'Bridge Design Tool' wordt ingevoerd hoe lang de brug wordt, wat de positie van de kabelverankeringen is en hoe breed het brugdek moet zijn. Het programma rekent vervolgens de hoogte van de pylonen uit, welke profielen nodig zijn en wat de lengte en dikte van de kabels moet zijn. Ook geeft het programma aan hoe lang de hangers dienen te zijn en het aantal planken dat nodig is om het brugdek te maken. De lokale projectmanagers van B2P kunnen zo met behulp van het programma zelf een boodschappenlijstje maken voor iedere denkbare brug. De Bridge Design Tool hanteert conform de voorschriften van B2P een veiligheidsfactor van drie, wat inhoudt dat de minimum hoeveelheid materiaal die nodig is om de constructie te realiseren met drie wordt vermenigvuldigd. De gebruiker van de brug is er dan zeker van dat hij veilig de overkant haalt.

HANDMATIG TIL- EN SJOUWERK

De brug in Ciricito leverde heel wat handmatig til- en sjouwwerk op. De enige gemechaniseerde krachtbron die we daar hadden was een handlier, een aggregaat voor de betonmixer, een boor en een cirkelzaag. De onderdelen van de brug, van de wapening voor het beton tot aan de torens en kabels, moesten hierdoor met mankracht op hun plek worden gezet. Voor die klus hadden we de hulp van alle dorpsbewoners nodig. En dat was niet eens het enige sjouwwerk. Het bestelde bouw materiaal werd door het weer regelmatig niet door de leverancier op de bouwplaats bezorgd. Zo werd het zand, grind en cement voor de funderingen aan het einde van de verharde weg afgeleverd, omdat de chauffeur met zijn kleine vrachtwagen het modderpad niet op kon. Wij moesten hierdoor zelf deze materialen in de laadbak van de Nissan scheppen en over het glibberige pad naar beneden brengen. En aangezien het volume van de laadbak relatief beperkt was, moesten we vele tientallen ritjes maken. De Nissan kreeg het hierbij zwaar te verduren. De kabels op de bouwplaats krijgen was een nog iets grotere uitdaging. Die lagen niet alleen op een andere locatie, ongeveer een uur rijden van Ciricito. De kabels zaten ook nog op een rol die veel te zwaar was voor onze terreinwagen. Daarom moesten we de kabel eerst afrollen zodat we vier maal 95 meter af konden passen en zagen. Ieder kabel woog 300 kilo en moesten we zelf in de laadbak van de Nissan tillen. Niet eenvoudig, maar vele handen maakten licht werk.

INNOVATIE MET EEN A-FRAME

De bruggenbouwers van Arup hadden in 2013 bij de bouw van een B2P-brug in Rwanda ook al ondervonden dat vrijwel alles met menskracht moest worden gedaan. Voor Ciricito bedachten zij daarom een innovatie die B2P bij alle toekomstige bruggenbouwprojecten toe gaat passen.

Voor het rechtop zetten van de pylonen, dat net als alle werkzaamheden met menskracht moest gebeuren, bedachten we een A-frame. Het frame is nodig om een hefboom te maken voor het van de grond krijgen van de pylonen. B2P gebruikte voor deze toch wel spannende hijsoperatie, de pylonen kunnen tijdens het rechtop zetten omvallen, altijd een steiger. Die steiger kreeg het dan zwaar te verduren door de zijwaartse druk die er tijdens het hijsen van de pylonen op werd uitgevoerd.

Het A-frame, waarbij de hijskabels door de punt van het frame worden getrokken dat met de breed uitlopende poten op de grond wordt gezet, is hier veel beter op berekend. In Ciricito hadden we na een dag voorbereidingen in veertig minuten de pylonen overeind staan, die tijdens de hijsprocedure natuurlijk met veiligheidslijnen waren gezekeerd.

AMBASSADEUR

Op de voorlaatste dag kwam de Britse ambassadeur een kijkje nemen bij het project. Eerder was het hele Arup-team bij de ambassade op bezoek geweest voor een korte ontmoeting met de minister van Infrastructuur van Panama. We kwamen direct van het project en zelf met onze beste kleding waren helaas niet helemaal gekleed voor de gelegenheid. De airconditioned met dure meubels ingerichte Britse ambassade en het eenvoudige leven van de inwoners van Ciricito contrasteerden bovendien wel erg met elkaar. Het bezoek gaf wel aan dat hij dit werk erg kon waarderen. De ambassadeur verliet het bouwterrein na een kort bezoek weer om het modderpad op te rijden voor een zich aankondigende tropische regenbui dat onmogelijk zou maken.

Veel tijd was er helaas niet om de ambassadeur in een terreinwagen het pad op te zien glibberen. Het brugdek moest worden gemaakt. En dat verliep standaard niet volgens plan. De man die de planken had gemaakt had ze keurig alle negentig op dezelfde lengte gezaagd. Alleen waren ze zes centimeter te lang waardoor de planken niet aansloten op de afstand tussen de hangers. We moesten dus alle planken met de cirkelzaag op maat zagen. Dat leverde een lange werkdag op die tot diep in de avond doorging. En zonder elektriciteit werkte je dan door bij het licht van een aantal zaklampen.

Op de laatste dag moesten we in de ochtend nog het veiligheidsgaas aanbrengen dat voorkomt dat mensen van de brug vallen en nog wat details. Maar rond het middaguur was dan toch alles klaar. En dat was maar goed ook. Want op dat moment kwam tot onze verbazing een terreinwagen aanrijden met witte plastic stoelen. Die hadden wij in twee weken tijd nog nergens

Kunstwerken met de menselijke maat

Jaarlijks inspecteren wij circa 10.000 kunstwerken voor gemeenten, provincies, waterschappen, ProRail, Rijkswaterstaat, aannemers en ingenieursbureaus. Dat is echter niet wat ons bijzonder maakt. Onze kracht schuilt in het ontzorgen van onze opdrachtgevers. En dat is mensenwerk. Net als goed luisteren, dezelfde taal spreken en kritisch zijn als dat nodig is. Zo helpen we onze klanten om de vraag scherp te krijgen en zoeken we naar de beste oplossing. Van inspectie en advies tot het realiseren van bestekken en contracten. Op de meest persoonlijke manier.

www.westenberg.net



WESTENBERG

De kunst van het verdiepen

gezien. De stoelen werden onder een tentdoek geplaatst. De lokale hoogwaardigheidsbekleders, onder meer het stamhoofd en zijn vrouw, zaten zo tijdens de openingsceremonie in de schaduw en in geval van een onverwachte regenbui bleven zij droog. Na de speeches van het dorpshef en zijn vrouw, die van de bouw van de brug een lokaal politiek thema maakten, was er nog net tijd om samen met de bevolking de brug in gebruik te nemen en afscheid van ze te nemen. Daarna moesten we snel terug naar

Panama Stad. Want de volgende dag zouden we al weer vroeg terugvliegen. En we wilden de Nissan nog schoonmaken omdat we anders vreesden dat we onze borg kwijt zouden zijn. De terreinwagen zat namelijk niet alleen onder de modder. De cabine rook ook vreselijk naar het zweet dat wij er de afgelopen twee weken in hadden achtergelaten. Bij een wasstraat werd de auto van binnen en van buiten gereinigd. Op het vliegveld liep er iemand omheen. Geen kras of deuk te vinden om een punt van te maken. We konden gaan.

OVE ARUP'S KINGSGATE BRIDGE

Ove Arup (1895-1988), de Britse oprichter en naamgever van het ingenieursbureau Arup dat vanuit het hoofdkantoor in Londen met 11.000 mensen actief is in 42 landen, beschouwde de Kingsgate Bridge als zijn mooiste werk. De in de Engelse stad Durham gebouwde brug is 106,7 meter lang en 17 meter hoog. Arup was in 1963 nauw betrokken bij de bouw en oplevering van de brug, inclusief de ongebruikelijke bouwwijze. De brug werd vanaf beide oevers in beton geconstrueerd waarna de feitelijk in tweeën geknipte brugdelen naar elkaar toe werden gedraaid om boven de rivier in het midden samen te komen. Door deze werkwijze was de bouw van een steiger niet nodig. De brug, geroemd om

zijn elegantie, is een goed voorbeeld van Arup's visie op 'total design'; een vanzelfsprekende versmelting van architectuur en engineering. In opdracht van Rijkswaterstaat is Arup Amsterdam nauw betrokken bij de renovatie van acht stalen bruggen die onderdeel uitmaken van de Nederlandse hoofdinfrastructuur. Arup Amsterdam werkte verder onder meer mee aan het ontwerp en de bouw van de Nesciobrug over het Amsterdam-Rijnkanaal in Amsterdam, de eerste Nederlandse hangbrug. Meer informatie over Arup is te vinden via www.arup.com.

BRIDGES TO PROSPERITY

In de Amerikaanse stad Denver (Colorado) is in 2001 Bridges to Prosperity (B2P) opgericht. De

organisatie is het geesteskind van Ken Frantz, destijds eigenaar van een bouwbedrijf. Hij raakte geïnspireerd door een foto in het blad National Geographic waarop mannen elkaar met touwen over het gat in een kapotte brug trokken bij de Nijl in Ethiopië. Frantz mobiliseerde zijn familie, vrienden en Rotary Club en realiseerde het eerste bruggenproject van B2P. Inmiddels heeft de organisatie meer dan 140 bruggen gebouwd. Bij alle projecten wordt intensief samengewerkt met de lokale bevolking en gebruik gemaakt van ter plaatse beschikbare materialen. Daarnaast wordt bruggenbouwkennis overgedragen die makkelijk kan worden herhaald of gekopieerd. Meer informatie over B2P is te vinden via www.bridgestoprosperity.org.

BOUW VAN DE DALSFJORD BRUA

In april 2011 ontving HSM de opdracht van Statens Vegvesen voor de bouw van de Dalsfjordbrug in Noorwegen. Voor HSM is dit de vijfde hangbrug die voor de Noorse markt wordt gebouwd. Eind december 2013 is de brug in gebruik genomen.

JACO LEMMERZAAL
HSM STEEL STRUCTURES BV

HANGBUGGEN IN NOORWEGEN

HSM kent een rijke historie met de bouw van hangbruggen in Noorwegen. In 1996 is de eerste hangbrug gebouwd: de Kvisti Brua. Later is de naam gewijzigd in de Osterøy brua. Noorwegen is bij uitstek een land dat geschikt is voor de bouw van hangbruggen. Langs de Westkust zijn er veel fjorden waar meer en meer de bestaande ferries worden vervangen door hangbruggen. Door de grootte van de overspanning is de hangbrug als type brug de beste keus in economische zin. Natuurlijk past een hangbrug ook als landmark prachtig in het landschap, maar hier kunnen de meningen over verschillen. Aan vele investeringen is een lang traject vooraf gegaan voordat het definitieve besluit werd genomen, vooral ook vanwege de impact op het bestaande landschap.

De Noorse overheid heeft de ambitie om een goed wegennet zonder veerponten aan te leggen langs de westkust de E39, lopend van het zuidelijk gelegen Kristiansand tot aan Trondheim. Deze ambitie kan worden verwezenlijkt doordat er voldoende geld beschikbaar is om te investeren. Noorwegen is een rijk land, vooral vanwege de inkomsten uit de olie- en gaswinning.

De plaatsen waar de bruggen worden gebouwd, zijn afgelegen en moeilijk bereikbaar. De brug wordt vaak ontsloten door één of twee tunnels. Dit bemoeilijkt de bouw en verhoogt de investeringskosten. Daarentegen zorgt de rotsachtige ondergrond voor voldoende draagkracht en mogelijkheden voor verankering, die op natuurlijke wijze wordt gerealiseerd.

De Fykkesundbrug is de eerste hangbrug die in Noorwegen is gebouwd. Deze brug is in 1937



↑ Osterøybrua



↑ Stordabrua

Naam brug	Totale lengte [m]	Hoofdoverspanning [m]	Jaar van oplevering
Osterøy brua	1.065	595	1997
Storda brua	1.076	677	2000
Bomla brua	998	577	2000
Fedafjord brua	566	331	2006
Dalsfjord brua	619	523	2013

geopend. De brug ligt bij de Hardangerfjord, heeft een staalbetondek en heeft een hoofdoverspanning van 230 meter. Bij de openstelling was het de langste hangbrug van Noord Europa. Hierna zijn er nog circa 20 hangbruggen aangelegd. De langste brug is de Hardangerbrug met een overspanning van 1310 meter.

Op dit moment wordt de Hålogalandbrug gebouwd, bij Narvik. Wat de totale lengte betreft, is deze brug de langste; de hoofdoverspanning is echter korter dan die van de Hardangerbrug: 1145 meter. De brug wordt in 2016 opgeleverd.

HISTORIE VAN HANGBRUGGEN EN HSM

In 1996 werd door HSM het bestek aangeschaft voor de bouw van de Osterøybrug in Noorwegen. De bestekstekeningen waren ondanks de Noorse taal goed leesbaar en zeer interessant: plaatvelden met troggen als verstijvingsprofiel. Een type constructie waarmee HSM bij de bouw van de stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg veel ervaring heeft opgedaan. De andere onderdelen van het contract bezorgden de calculatieafdeling van HSM meer hoofdbrekens: nieuwe en afwijkende contractcondities, een onbekende methode van verrekening, alle documenten in de Noorse taal en behalve de bouw van de secties, moest ook de montage, inclusief de installatie van de hoofdkabels en hangkabels, worden aangeboden. Voor HSM echter geen reden om niet aan te bieden. Een deel van de documentatie werd vertaald, er werden partijen gezocht om mee samen te werken en Noorse expertise werd ingehuurd om een aanbidding op te stellen die volledig voldeed aan de Noorse regelgeving.

Bijzonder in de manier van aanbesteden is dat een ‘conform-aanbidding’ moet worden gemaakt. De aanbidding mag niet worden

geconditioneerd of gekwalificeerd. Simpel gezegd: alleen een prijs volstaat of is toegestaan. Vervolgens wordt bij de laagste aanbieder gecheckt of deze partij voldoet aan alle financiële en ervaringsvoorwaarden. In de regel zijn alle inschrijvende partijen aanwezig bij de opening van de enveloppen met de inschrijfstaten. Bij deze korte ceremonie wordt de uitslag direct bekend gemaakt.

HSM HEEFT DE VOLGENDE BRUGGEN GEBOUWD IN NOORWEGEN

WERKOMVANG VOOR HSM BIJ DE BOUW VAN DE HANGBRUGGEN

De Noorse overheid heeft geen eenduidige manier van aanbesteden: de werkomvang kan per keer verschillen. Bij de bruggen die HSM in opdracht heeft gekregen, zijn de bouw van de stalen ligger, de installatie van de brugelementen, de installatie van de hoofd- en hangkabels, het leveren en aanbrengen van de leuningen en de asfalt slijtlaag altijd onderdeel van de werkomvang. De levering van de hoofdkabels, de zadels op de pylonen en de levering van de hangkabels ligt soms bij de aannemer of wordt verzorgd door de opdrachtgever zelf. Naast het contract voor de bouw en installatie van de brug bestaat het complete project in de regel uit de volgende aparte contracten:



↑ Fedafjordbrug



↑ Dalsfjordbrug

- Aanleg tunnels van en naar de brug inclusief wegenbouwkundige werkzaamheden.(indien van toepassing);
- Bouw van de betonnen pylonen;
- Bouw van de betonnen aanbruggen.

De contracten kunnen per project worden gecombineerd. Voor de Storda- en de Bomlabrug heeft HSM een Joint Venture gesloten met een lokale Noorse aannemer om het totale project te kunnen aanbieden.

Het ontwerp wordt in de regel altijd gedaan door de opdrachtgever zelf. Alle ontwerpwerkzaamheden voor de tijdelijke constructies, de verschillende bouwfases en de kabelinstallatie behoren tot de werkomvang van de aannemer.

De hoofdcomponenten van de werkomvang voor HSM zijn:

- Levering materialen, fabricage en installatie stalen brug;
- Levering en installatie van de kabels;
- Levering zadels op de pylonen;
- Ontwerp en installatie van de tijdelijke constructie voor kabelinstallatie, de zogenaamde "catwalk";
- Conservering brug en kabels;
- Voegovergangen en opleggingen;
- Pyloontophuisjes;
- Tijdelijke constructies rondom de pylonen en aanbruggen en de pyloontopkranen;
- Asfaltering.

KENMERKEN EN BOUW VAN DE DALSFJORDBRUG

Sinds de jaren zeventig wordt er al gesproken over de bouw van de Dalsfjordbrug. Pas in 2010 is definitief besloten om tot de bouw over te gaan. De brug ligt tussen Askvoll en Dale, twee kleine plaatsjes, circa 100 km ten noorden van Bergen. Komend vanuit een tunnel rijdt men direct de brug op over de Dalsfjord om enkele ogenblikken later weer in de tunnel te verdwijnen. De brug komt in plaats van de veerdienst, die na ingebruikname van de brug is opgeheven.

De totale bruglengte is 619 meter, de hoofdoverspanning 523 meter. Hoogste punt boven het water is 34 meter. Het brugdek is 10 meter breed. De totale massa van de brug is 2400 ton.

De brug is in 11 delen variërend in lengte van 45 tot 48 meter, gefabriceerd in de fabriekshallen van HSM in Schiedam. De montagenaden zijn alle gepast op het fabrieksterrein in Schiedam om zeker te zijn dat tijdens de montage, met de brugdelen hangend boven het fjord, de delen exact zouden passen.

Alle delen zijn uitwendig gemetalliseerd en van een drie-laags verfsysteem voorzien. De binnenzijde is alleen voorzien van een 'cosmetische' laag door een shopprimer aan te brengen. Bescherming tegen roestvorming wordt verkregen door de luchtvochtigheid te conditioneren, wat mogelijk is bij een gesloten kokerconstructie.

HSM heeft de opdracht in mei 2011 ontvangen. Vanaf augustus 2012 zijn de brugelementen gefabriceerd. Eind 2012 zijn de activiteiten op de bouwplaats gestart. De brugelementen zijn in mei 2013 geïnstalleerd. In december 2013 heeft HSM het werk opgeleverd.



↑ Brugsecties gereed voor transport



↑ Dalsfjordbrug



↑ Catwalk constructie



↑ Catwalk Dalsfjordbrug met hoofdkabels en hangers

INSTALLATIE VAN DE KABELS

Voor de Dalsfjordbrug zijn door de Opdrachtgever de 'locked coil' hoofd- en hangkabels toegeleverd. De hoofdkabels bestaan uit 6 kabels per zijde, dus 12 kabels in totaal met een diameter van 110 mm.

HSM heeft ervaring met twee methoden voor het aanbrengen van de hoofdkabels. Voor de Dalsfjordbrug is er, evenals bij de Fedafjord- en Osteroybrug gebruik gemaakt van zogenaamde 'prefabricated locked coil cables'. Deze kabels zijn in een fabriek, onder geconditioneerde omstandigheden op de juiste lengte vervaardigd. De kabels zijn op grote haspels naar de bouwplaats getransporteerd.

De andere methode die HSM heeft gebruikt, is het ter plekke -op de uiteindelijke positie- spinnen van de kabels. De hoofdkabel bestaat uit vele dunne draden, die draad voor draad gesponnen worden. HSM heeft dit proces toegepast bij de Storda- en de Bomlabrug. Een hoofdkabel bestond uit circa 3000 thermisch verzinkte draden van \varnothing 5,5 mm, welke gezamenlijk een kabel met een diameter van circa 300 mm vormen.

Voor beide methodes wordt eerst tussen de beide pylonen een tijdelijke constructie geïnstalleerd: de 'catwalk'. De eerste draden (de pilot lines) worden overgevoerd of met behulp van een helikopter aangebracht. De catwalk bestaat uit een serie kabels die vanuit de ankerpunten over de pyloontoppen worden aangespannen. Met gaas en hout worden veilige constructies gebouwd die goed begaanbaar zijn.

'AERIAL SPINNING'

Bij het zogenaamde 'aerial spinning', waarbij de kabel ter plaatse wordt opgebouwd, is het equipment op de catwalk aanzienlijk complexer dan bij de 'prefabricated cables'. Er is een kabelbaan aanwezig met twee 'spinning wheels', waarmee de hoofdkabel draad voor draad wordt opgebouwd.

Als bij het spinnen alle draden zijn aangebracht, worden deze met behulp van hydraulische vijzels in de vorm van

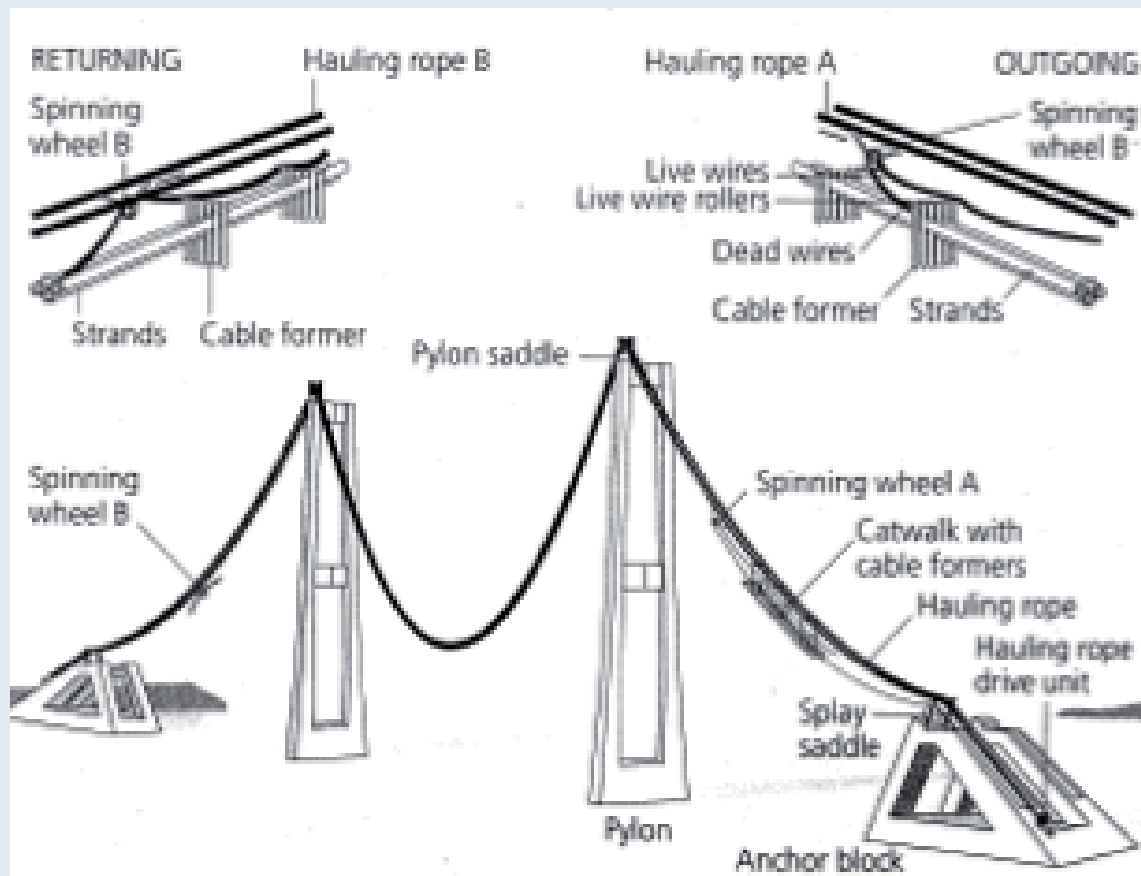


↑ Catwalk - Tramway voor het spinnen



↑ Spinning wheel over de pyloontop

→ Overzichtsschema bij 'aerial spinning'



een kabel samengedrukt ('compacting') en daarna met een draad, liggend in een laag zinkpasta, omwikkeld om de kabel tegen binnentredend vocht te beschermen ('wrapping').



↑ Cable compacting



↑ Cable wrapping

GEFABRICIEERDE KABELS

In het geval van 'prefabricated locked coil cable' maakt een railsysteem deel uit van de catwalk. Hierover is

het mogelijk om met behulp van een lier de haspels af te rollen en kabel voor kabel te installeren. De kabels lopen van ankerpunt tot ankerpunt.

INSTALLATIE HANGKABELS EN BRUGDELEN

Als de hoofdkabels gereed zijn, worden de kabelklemmen aangebracht. Hieraan worden de hangkabels bevestigd. HSM heeft waar mogelijk ervoor gekozen om deze activiteiten uit te voeren met een helikopter, fungerend als kraan.

Tijdens de installatie van de hoofdkabels, de hangkabels en de brugsegmenten wordt de positie van de pylons steeds aangepast. Er komt meer en meer gewicht tussen beide pylons te hangen waardoor deze naar elkaar toe bewegen. Met een zekere regelmaat wordt de stand van de pylons aangepast door de pylons onder



↑ Hangkabels worden met een helikopter gemonteerd



↑ Installatie met behulp van een drijvende kraan (sheerteg)

de zadels terug te vjzelen naar de oorspronkelijke positie. Tijdens de bouw bevindt zich een glijlaag tussen zadels en pyloon en pas aan het eind worden de zadels en pylons aan elkaar gefixeerd. Alle installatieberekeningen, inclusief het ontwerp van de catwalk, de tijdelijke bordessen om activiteiten rondom de pyloon mogelijk te maken en wanneer en hoe de pylons aangepast moeten worden, behoren tot de werkzaamheden en verantwoording van HSM.

Als alle hangkabels zijn geplaatst, kunnen de brugelementen worden geïnstalleerd. De lengte van de

brugelementen is afhankelijk van verschillende factoren zoals het maximum te hijsen gewicht, de afstand tussen de hangkabels en de totale bruglengte. In de regel is het uitgangspunt het aantal montagestuiken zo gering mogelijk te houden.

De installatie kan op twee manieren plaatsvinden, die beide door HSM zijn toegepast. De brugelementen kunnen met behulp van strandjacks (hijsvoorzieningen), die worden geplaatst op de hoofdkabel, van het ponton worden gehesen. Het ponton wordt met behulp van sleepboten en lieren exact op de juiste plaats onder de hoofdkabels gepositioneerd.

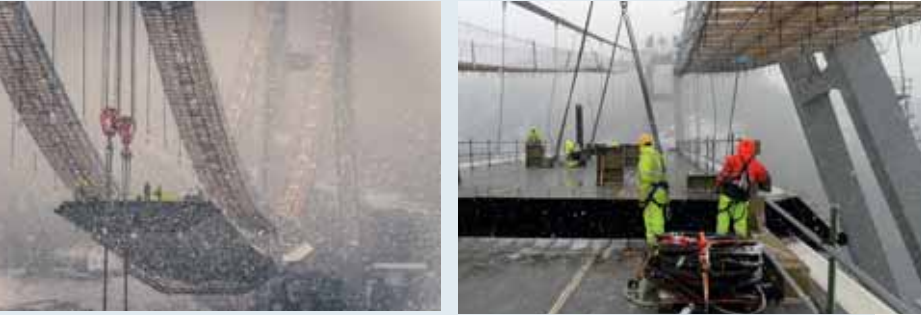
↓ Het trekken van de kabels met trolley en lier



↓ Prefab kabels



De andere methode is om met behulp van een drijvende kraan (sheerleg) de elementen één voor één op te pakken en te monteren. Door de beperkte hoogte in het midden van de brug worden door de sheerleg de brugelementen over de hoofdkabels heen vastgepakt. Op deze plaats is de afstand van brug tot hoofdkabel het



↑ ↗ Installatie onder soms barre weersomstandigheden

kleinst en heeft de sheerleg voldoende hoogte om over de hoofdkabels te kunnen komen. Aan de uiteinden is dit niet meer mogelijk en moet de sheerleg onder de hoofdkabels werken.

MONTAGE VAN DE BRUGDELEN

De brugdelen worden één voor één geplaatst, te beginnen in het midden. Vanuit het midden worden afwisselend links en rechts de brugelementen geplaatst. Tijdens het plaatsen wordt de positie van de pylons regelmatig aangepast. Bij installatie van de laatste delen rechts en links worden de brugdelen met lieren opzij getrokken om voldoende ruimte te maken voor de installatie van de tussenliggende delen. Tijdens de installatie worden de brugdelen tijdelijk onderling gefixeerd. Deze verbinding moet dusdanig stevig zijn dat stormen doorstaan kunnen worden. Pas wanneer alle secties gemonteerd zijn heeft de brug zijn definitieve vorm en kan worden begonnen met het stellen van de montagestuiken (10 stuks bij de Dalsfjordbrug) en het aflassen van de stuiknaden en alle pastroggen. Deze activiteiten duren enkele maanden alvorens de brug volledig is afgelast.

De montagestuiken zijn toegankelijk tijdens het lassen



↑ Montage van één van de brugsegmenten



↑ Montage laatste segment

middels aluminium hangsteigers waaraan ook de lastenten worden bevestigd, die later ook voor de conservering worden gebruikt. Deze tenten maken het mogelijk om onafhankelijk van de soms zeer barre weersomstandigheden te kunnen werken.

AFRONDEnde ACTIVITEITEN

Nadat alle stuiknaden zijn afgelast en de lassen non destructief zijn onderzocht, wordt het conserveringssysteem ter plaatse van de naden aangebracht. Ook de hoofdkabels en hangkabels worden ter plaatse geschilderd. Als dit gereed is kan de catwalk worden afgebroken en worden alle tijdelijke constructies rondom de pylons verwijderd.

Als laatste activiteit wordt het brugdek voorzien van een waterdicht membraan waarover een asfalt slijtlaag wordt aangebracht.

In december 2013 is de brug onder zeer grote belangstelling feestelijk geopend.

Voor Nederlandse en Europese staalbouwers zal het in de toekomst steeds moeilijker worden om deze grote contracten aan te nemen, ook in Noorwegen. Er is veel internationale concurrentie, waarbij Chinese, Japanse, Koreaanse en Amerikaanse bruggenbouwers steeds meer interesse tonen in de Noorse markt. Waar bij de Hardangerbrug nog sprake was van een Deense hoofaannemer met een Chinese onderaannemer voor de fabricage van de brugdelen, wordt de Hålogalandbrug al gebouwd door een Chinese hoofdaannemer SRBG.



↑ Vangrail en kabels geschilderd



↑ Afbreken van de catwalk

Movares

expert in stalen bruggen

Movares biedt u een totaalpakket op gebied van beweegbare en vaste stalen bruggen:

- **Engineering:** van specificatie tot ontwerp
- **Consultancy:** RAMS, LCC, D&C, vormgeving, contractadvisering, besteksvorbereiding
- **Bouwprocesmanagement:** van kwaliteitsborging en begeleiding t/m directievoering en omgevingsmanagement
- **Onderhoudsmanagement:** inspecties, beheer- en onderhoudadviezen, expertise bij o.a. schades

wij verbinden

BRUGGEN

