

Nr.2 Jaargang 26
juni 2018

Bruggen

VISIE EN MISSIE BRUGGENSTICHTING

Inhoud



- 4 **AANDACHTSPUNTEN BIJ
ONTWERP VAN BIJZONDERE
OPHAALBRUGGEN**



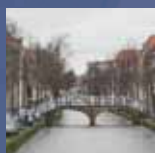
- 12 **BERT SWARTBRUG
SCHOONHEID EN TECHNIEK
VERENIGD**



- 20 **VISIE EN MISSIE
BRUGGENSTICHTING**



- 24 **RESTAURATIE VAN DE
3 BRUGGEN IN HARLINGEN**



- 34 **DE LEEUWEBRUG**



- 39 **VIERING 150 JAAR
SPOORBRUG OVER DE
LEK BIJ CULEMBORG**

COLOFON

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

Opgericht 10 april 1992

REDACTIE

Jan Arends, Michel Bakker, Elisabeth van Blankenstein, Fred van Geest, Frans Remery, Heico de Lange, Wils van Soldt en Pieter Spits.

BESTUUR

Jan de Boer, Bert Hesselink, Gert-Jan Luijendijk, Dick Schaafsma, Ton Schillemans, Joris Smits en Fred Westenberg (voorzitter).

RAAD VAN ADVIES

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

BRUGGEN

Het tijdschrift BRUGGEN verschijnt vier maal per jaar.

Abonnement € 37,50 per jaar. Gratis voor begunstigers van de Nederlandse Bruggenstichting.

Losse nummers: € 10,-, te bestellen via NL82 INGB 0000 0589 75

KOPIJ

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

ADVERTENTIES

Heico de Lange (uitgever),
heico.de.lange@rws.nl of 088 – 7970 727

REDACTIEADRES

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

HOOFDREDACTEUR

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

WEBSITE

<http://www.bruggenstichting.nl>

GRAFISCHE VORMGEVING

Ronald Boiten en Irene Mesu, Amersfoort

OMSLAGFOTO VOORZIJDE

Bewegingswerk Oosterbrug (© G. Jan Arends)

OMSLAGFOTO ACHTERZIJDE

Gerestaureerde Oosterbrug met op de achtergrond de Singelbrug. (© G. Jan Arends)

OPLAGE

1000

ISSN 1571-4586

VAN DE REDACTIE

Het verheugt de redactie dat ons blad dit keer als discussieplatform is gebruikt om meer recht te doen aan de discussie die op de jongstleden Bruggendag is gevoerd tussen Jaco Reusink en René van Zuuk na diens presentatie over de vormgeving van ophaalbruggen in de Blauwe As te Assen.

Zijn het wel 'zuivere' ophaalbruggen, of doet dat er niet toe, omdat de huidige bewegingsmechanismen meer vrijheid in de vormgeving bieden? De redactie vindt dat dit soort discussie in ons blad meer navolging verdient.

Waar koerst de Bruggenstichting de komende jaren op af? Onze voorzitter

Fred Westenberg onthult wat scenario's en kondigt concrete ontwikkelingen aan. Ontwikkelingen die noodzakelijk zijn om onze Bruggenstichting een actieve rol in de bruggenomgeving te laten spelen.

Het gereedkomen van de spoorbrug over het Van Starckenborchkanaal bij Zuidhorn in het tweede kwartaal van dit jaar is een mijlpaal waaraan we niet onopgemerkt voorbij kunnen gaan, temeer daar het resultaat een bijzondere combinatie is van vormgeving, constructie en uitvoering.

Het vormt een waardige tegenhanger voor de restauratie van drie bruggen in Harlingen en de Leeuwebrug in Delft.

Ten slotte aandacht voor de uitnodiging voor een actieve deelname aan het

Fiets*Voetbruggensymposium in november van dit jaar. Overweegt u zich als spreker te melden en noteer 1 november alvast in uw agenda?



IN MEMORIAM PIETER DOHÉ

Op 24 mei 2018 overleed Pieter Dohé, op een paar weken na, 82 jaar oud.

Tot voor kort was hij vrijwilliger bij de Nederlandse Bruggenstichting, waar hij jarenlang heeft gezorgd voor de ordening van het fotoarchief.

Pieter was, behalve een plezierige vriend, een bevlogen bruggenman. Hij paste dan ook goed in het team van vrijwilligers van de Nederlandse Bruggenstichting.

Hij studeerde weg- en waterbouw en trad in dienst bij de Directie Bruggen van Rijkswaterstaat voor het ontwerpen van betonnen bruggen. Later

werkte hij bij de dienst Gemeentewerken in Amstelveen en vervolgens in Leidschendam.

Na zijn pensionering op 58-jarige leeftijd begon voor hem geen periode van rust. Hij werd brugwachter. Brugwachter op afroep, wel te verstaan. Zelf noemde hij zich brugbediener.

Pieter kon humoristisch vertellen over zijn ervaringen op de verschillende bruggen in de regio. Toen bij de Provincie Zuid-Holland het initiatief werd genomen in een boek en op de website aandacht te besteden aan de wederwaardigheden van de brugwachters, werd Pieter als één

van de eersten over zijn werk geïnterviewd.

Als brugwachter was hij voor ons bij de Bruggenstichting een belangrijke bron van informatie.

Met een mooie, druk bezochte plechtigheid werd op 30 mei afscheid genomen van deze fijne man en vriend.

Wij wensen zijn echtgenote, kinderen en kleinkinderen veel sterkte met het verwerken van dit verlies.

Frans Remery

VAN DE VOORZITTER

De Bruggenstichting MOET veranderen.

Na 25 jaar van het beschrijven van het erfgoed aan bruggen in Nederland, kunnen we stellen dat die taak voor het overgrote deel afgerond is. Tijd voor het formuleren van een nieuwe missie en visie.

Voor het beschrijven van erfgoed en het vastleggen van de state of the art heb je mensen met kennis en ervaring nodig. Hierdoor is bij sommigen het beeld ontstaan van een club gepensioneerden die vooral de focus op de interne organisatie heeft liggen. Met in schril contrast het beeld van een gedegen kennisorganisatie die dat uitdraagt

door middel van de zeer succesvolle jaarlijkse Bruggendag en Fiets*Voetbruggensymposium. Dat laatste beeld willen we versterken: een naar buiten toe gerichte organisatie die verbindt en innovatie stimuleert.

Dat willen we bereiken met onder andere:

- het tijdschrift *Bruggen*,
- de Bruggendag;
- het Platform Fiets*Voetbruggen (met een jaarlijks symposium);
- het platform Brugbeheerders Ontmoeten Brugbeheerders (BBOBB) met wellicht ook een jaarlijkse bijeenkomst;
- een verjongd bestuur;
- nieuwe initiatieven die nodig zijn om onze nieuwe ambities waar te maken, en door samenwerking met onder andere Bouwagenda/Stroomversnelling Bruggen;

- Platform Voegovergangen en Opleggingen;
- CROW/WOW.

De tekst van de nieuwe visie en missie van de Bruggenstichting vindt u op bladzijde 20. Naar mijn mening een ambitie die we niet alleen kunnen én willen vormgeven. Niet bij het definitief vaststellen, maar ook niet bij het invullen ervan.

Ik nodig u hierbij dan ook van harte uit om commentaar te geven en met nieuwe ideeën te komen. Ook een simpele bevestiging waarderen we.

Mag ik op u rekenen?

Fred Westenberg, voorzitter

BEGUNSTIGER

Belangstellenden voor het werk van de Bruggenstichting kunnen begunstiger worden, als particulier of als bedrijf/organisatie.

U ontvangt dan viermaal per jaar het tijdschrift *BRUGGEN*. Begunstigers en donateurs kunnen advies krijgen van de Bruggenstichting en ontvangen korting op onze activiteiten en boekuitgaven.

De Bruggenstichting is door de Belastingdienst erkend als ANBI, wat staat voor Algemeen Nut Beogende Instelling. De minimumbijdrage voor particulieren is € 37,50 (incl. BTW) en voor bedrijven en instellingen vanaf € 130,- per jaar (excl. btw). Studenten betalen € 10,- (maximaal 2 jaar). U kunt zich aanmelden door het overmaken van de bijdrage op: IBAN NL82 INGB 0000 0589 75 t.n.v. de Nederlandse Bruggenstichting te Rijswijk.

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



AANDACHTS- PUNTEN BIJ ONTWERP VAN BIJZONDERE OPHAALBRUGGEN

Jaco Reusink



Op de Bruggendag van de Bruggenstichting in maart van dit jaar ontstond, na de presentatie van René van Zuuk van het ontwerp van de Weiersbrug in de Blauwe As in Assen, een discussie met Jaco Reusink over het principe van een ophaalbrug. De Weiersbrug zou hier niet aan voldoen. Omdat voor een discussie hierover op de dag zelf te weinig ruimte was, waarmee geen eer kon worden gedaan aan de betogen van beide heren, volgt hier eerst het betoog van Jaco Reusink en daarna het weerwoord van René van Zuuk.

Redactie



Verandering van functioneel gebruik, constructieve eisen en aandacht voor architectuur maakt dat de moderne ophaalbrug sterk afwijkt van zijn voorgangers. Dit betekent dat er ook nieuwe aandachtspunten zijn voor de constructief ontwerper. De praktijk wijst uit dat deze specifieke aandachtspunten niet altijd worden onderkend. Dit houdt in dat er in dat geval veelal niet voldaan wordt aan de constructieve eisen waardoor er functionele of veiligheidsrisico's optreden.

Voorbeelden van projecten waarbij de bijzondere aspecten van het bijzondere vormontwerp van de moderne ophaalbrug samenkomen, zijn de Groningerbrug en Weiersbrug in Assen. Tegen de achtergrond van deze projecten worden enkele aandachtspunten van de constructieve werking van de nieuwe generatie ophaalbruggen toegelicht.

De ophaalbrug is één van de oudste typen beweegbare bruggen en kan getypeerd worden als een doorontwikkeling van de hand-aangedreven middeleeuwse valbrug bij kastelen en stadsmuren. De ophaalbrug is nog steeds zeer populair. Dit komt vooral omdat dit brugtype geen kelder nodig heeft zoals de basculebrug en, belangrijker nog, dat de brug zich als geen ander brugtype leent voor bijzondere vormgeving, resulterend in een krachtige, locatie gebonden identiteit.

De ophaalbrug is één van de oudste typen beweegbare bruggen en kan getypeerd worden als een doorontwikkeling van de hand-aangedreven middeleeuwse valbrug.

Het brugtype zelf is in de loop der tijd sterk geëvolueerd.

- De aanrijdgevoelige balanspriemkoppelingen en ballastliggers zijn in de meeste gevallen vervallen en er is sprake van duurzame, onderhoudsvriendelijke ontwerpen.
- Houten en gestapelde dekken zijn vervangen door lichte, stalen, orthotrope rijdekken. Om weerstand te bieden aan zwaarder en intensiever wegverkeer worden deze dekken tegenwoordig echter weer zwaarder uitgevoerd.
- Bovenbouw (balans en hameistijl) zijn gewijzigd van samengestelde open constructies naar duurzame stalen kokerliggers. De balans wordt zwaarder uitgevoerd omdat deze maatgevend wordt belast door vermoeiing als gevolg van openen-sluiten.
- De capaciteit van bewegingswerken is verzwaard omdat beweegbare bruggen moeten voldoen aan de eisen van de VOBB, met hogere belastingen en strengere toetsingseisen in vergelijking met eerdere ontwerprichtlijnen voor bewegingswerken.
- Door toepassing van populaire elektro-hydraulische bewegingswerken zijn vergrendelingen van het val voor de vaste ligging overbodig omdat met grotere sluitende onbalans kan worden ontworpen. In sommige gevallen wordt de balans aangedreven waardoor de balans en hangstang zwaarder worden belast en geprofileerd.
- Verscherpte regelgeving vanuit de Machinerichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn resulteren onder meer in de definitie van Noodstop-categorieën waarbij de brug bij een incident snel en veilig gestopt moet kunnen worden. Dit stelt onder meer zwaardere eisen aan het remvermogen (krachtcapaciteit) en aan de overbrenging.
- Aanpassing van het draaipuntkwadrant-systeem van de brug. In het verleden werden balansliggers aan de voorzijde kort uitgevoerd waarbij de hangstang juist voorbij het midden op het val aangreep. Dit was optimaal omdat het gewichtsmoment van het val op het kwetsbare draaipunt op deze wijze werd beperkt. Aan de achterzijde werd de

balansligger lang uitgevoerd om de hoeveelheid balancerende ballast te beperken en daarmee de belasting op draaipunten en hamei. Met de opkomst van zwaar verkeer resulteerde deze opstelling in opgedrongen verkeers-trillingen in de bovenbouw en daarom werd de hangstang bij voorkeur op de voorhar van het val aangesloten, waar in principe geen sprake is van trillingen.

- Door vormgeving gedreven, wordt de ophaalbrug in toenemende mate uitgevoerd met een detaillering waarbij het draaipuntkwadrant geen zuiver parallellogram vormt. In dat geval treden de volgende wijzigingen op:
 - de draaihoek van de balans is ongelijk aan de draaihoek van het val;
 - de standhoek van de hangstang tijdens openen van de brug is niet constant;
 - de werkmarm van de hangstang om het hoofddraaipunt is afwijkend ten opzichte van een parallelsituatie waarbij deze gegeven wordt door de openingshoek en standhoek van de hangstang;
 - de balancering van de brug wijzigt continu bij het openen omdat het contragewicht een andere draaihoek maakt, dan het gewichtsmoment van het val (ontkoppelde, ongelijke werkarmen).

De constructieve opgave voor de Groningerbrug en Weiersbrug omvat de volgende facetten:

- de aangeboden vormkwaliteit is onderscheidend bij de gunning van het werk;
- een brugdek uitgevoerd als een dubbel gescheiden brugdek waarbij elk dek aan de buitenzijde gesteund wordt door een enkelvoudige bovenbouw (hangstang, balans, hamei);
- een brugdek met een slanke dekconstructie omdat onderdoorvaart in gesloten stand is vereist;
- een brug met een elektro-hydraulisch bewegingswerk, opgesteld in een kleine kelder. De horizontaal geplaatste cilinder grijpt aan op een koppelkoker tussen de beide hoofddraaipunten. De cilinder is uitgevoerd met een korte slag om

minimale vrijloop van de voorwand van de kelder te realiseren.

- het draaipuntkwadrant is sterk asymmetrisch waarbij de hangstanglengte sterk is ingekort ten opzichte van een zuiver parallellogram;
- de priem is gekromd waarmee het zwaartepunt van de ballast is vastgelegd.

1 CONSTRUCTIEVE AANDACHTSPUNTEN

Doorslag en dynamische stabiliteit

Het fenomeen van doorslag is vooral bekend van oude ophaalbruggen met dubbele dekken die onder een kleine hoek staan en die als driescharnierspant zijn uitgevoerd. Bij variabele belasting van het dek ontstaat een grote horizontale spatkracht die 5 tot 10 maal zo groot is als de verticale belasting. Als het landhoofdscharnier iets vervormt onder belasting, wordt de oploophoek van de dekken kleiner en daarmee de horizontale spatkracht groter en daarmee de vervorming in de wand van het landhoofd. Bij overschrijding van de kritische belasting ontstaat doorslaginstabiliteit. Hetzelfde fenomeen doet zich voor indien de ingesloten hoek tussen balans en hangstang te klein wordt. De hoek die de hangstang met de balans maakt, resulteert in een werkmarm van de hangstang (pendelstaaf) om het hamedraaipunt waarmee er momenten vanuit de balans kunnen worden afgedragen naar het val. Als de ingesloten hoek in geopende stand te klein is, ontstaan er grote spatkrachten in de hangstang en balansligger die vervolgens resulteren in tweede orde vervorming en mogelijk resulteren in doorslag (ingesloten hoek wordt kleiner dan 0°).

2 VORMGEVINGSASPECTEN

De vormgevingskeuze, waarbij de balans op een 'stokje' wordt geplaatst, en de gekromde vorm van de balansligger geven de visuele suggestie dat de ingesloten hoek tussen balans en hangstang relatief groot is. Deze is echter bij grote (84°) openingshoeken extreem klein. Een tweede effect is dat het contragewicht niet om het balansdraaipunt draait en zelfs bij grotere openingshoeken nog een openend moment genereert en geen evenwicht maakt met het sluitend gewichtsmoment van het val.

Het brugtype zelf is in de loop der tijd
sterk geëvolueerd.



↑ ↓ Brug Groningerstraat na aanpassing openingshoek van 84° naar 75°



3 DYNAMISCHE BELASTINGEN BEWEGINGSBEDRIJF

Ophaalbruggen worden constructief ontworpen voor de bedrijfssituaties 'brug buiten bewegingsbedrijf' vermenigvuldigd jF' en 'brug tijdens bewegingsbedrijf', waarbij quasi-statische evenwichtssituaties kunnen worden geschematiseerd en gemodelleerd met numerieke modellen (EEM). Dynamische effecten door verkeer worden rekenkundig verdisconteerd door dynamische factoren (stootfactor op ontwerpverkeerslasten en trillingsfactoren op massastraagheids-elementen). Echter, in geval van dynamische belastingen 'tijdens bewegingsbedrijf', (zoals bij een noodstop, waarbij de kleppen op een hydraulische cilinder abrupt sluiten, of het maximale remkoppel bij een elektro-mechanische aandrijving wordt geleverd) is er geen evenwichtssituatie. Dit betekent dat dynamische belastingssituaties uit het bewegingsbedrijf alleen dáár worden getoetst, waar ze ingeleid worden vanuit de bewegingswerkoverbrenging naar de staalconstructie. In werkelijkheid maken de dynamische krachten uit het bewegingswerk dynamisch evenwicht met massastraagheids-elementen van de brug: ze vertragen immers de hoeksnelheid van de brugmassa.

Bij een ophaalbrug zijn er twee dominante massastraagheids-elementen: het brugdek en het contragewicht. Niet ongebruikelijk bij moderne gebalanceerde ophaalbruggen is een massastraagheidsverhouding van 60% brugdek en 40% contragewicht. Voor de overstortkracht bij hydraulische aandrijvingen moet bij het ontwerp minimaal 1,5 maal de instelwaarde van de overstortkleppen op de cilinder worden aangenomen.

Het aandeel van de noodstopkracht voor het contragewicht in de balans $[F_{HS;s;d}]$ is nu gegeven door de rekenwaarde van de noodstopkracht vanuit de aandrijving $[F_{cil;ov;s;d}]$, te vermenigvuldigen met:

- de werkmarmverhouding van contragewicht tot aandrijvingen $[e_{cil;a} / e_{hs;a}]$ en
- het relatieve percentage van de massastraagheid van het ballastgewicht $[M_{ballast} / M_{brug}]$.

In formulevorm:

$$F_{HS;s;d} = F_{cil;ov;s;d} * [e_{cil;a} / e_{hs;a}] * [M_{ballast} / M_{brug}]$$

Dit betekent dat de hangstangkracht vanuit de noodstop situatie extreem sterk op kan lopen in de volgende gevallen:

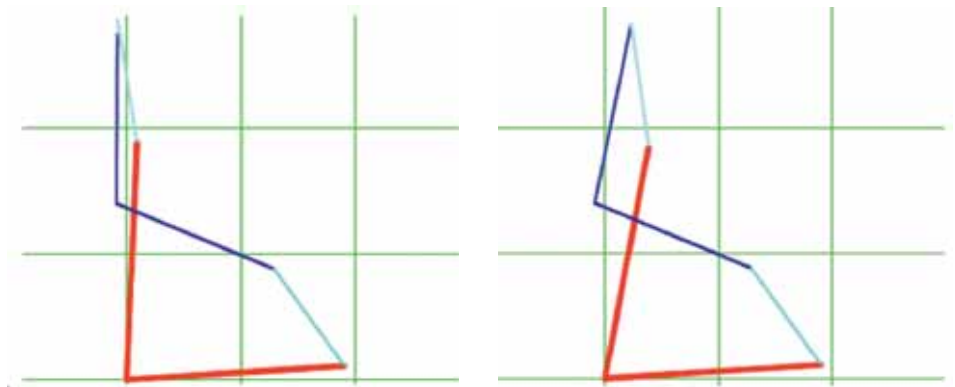
- hoge afstelwaarde van de overstortventielen;
- grote massastraagheid ballast;
- kleine werkmarm van de hangstang om het hameidraaipunt.

Omdat bij het voorbeeldproject de werkmarm ongunstig is door de grote openingshoek van het val en de afwijking van het parallellogram (korte hangstang) resulteert de toetsing aan de noodstop-situatie in een hogere trek/drukbelasting in de hangstang.

Deze dynamische drukbelasting in de hangstang vereist daarbij in de regel een aanvullende knikstabiliteitstoets waardoor de hangstang niet als slank trekelement kan worden uitgevoerd.

4 VERMOEIINGSANALYSE

De draaihoek van de hangstang ten opzichte van het val is veel groter dan de openingshoek van de brug. Dit betekent dat de vermoeiingsberekening van de hangstangconsole een complexer en ongunstiger verloop kent door de grotere draaihoek van de hangstang ten opzichte van het val. Ook de hangstangkracht kent een afwijkend verloop over de openingshoek van het val.



Situatie draaipuntkwadrant openingshoek 84° en openingshoek 75°

	Openingshoek 75°	Openingshoek 84°
Ingesloten hoek hangstang - balans	21,5°	10,1°
Werkarm val minimaal	3.344 mm	2.048 mm
Werkarm balans minimaal	3.477 mm	1.670 mm

GEKOZEN CONSTRUCTIEVE OPLOSSINGSRICHTINGEN BIJ DE OPHALBRUGGEN IN ASSEN

- 1 Optimalisatie (reductie) bruggewicht. Het bruggewicht is geoptimaliseerd door met het werkelijke aantal zware vrachtvoertuigen te rekenen in plaats van de tabelwaarden uit de verkeersbelastingennorm aan te houden.
- 2 De brug is overwegend ongebalanceerd uitgevoerd. Dit betekent dat de hoeveelheid ballast kon worden teruggebracht, wat mogelijk was door de toepassing van hydraulische cilinders met relatief grote krachtscapaciteit.
- 3 De openingshoek van de brug is teruggebracht van 84° naar 75°. Dit was mogelijk omdat de dagmaat van de brug tussen de pijlerwanden groter is dan de minimale functionele vaarwegbreedte.
- 4 De bovenbouw is ontworpen op de dynamische effecten van een noodstop. Omdat het aandeel massastraagheid van het contragewicht sterk is teruggebracht, wordt slechts een klein deel (ca. 20%) van het noodstopkoppel vanuit de aandrijving via de hangstang opgedrongen aan de balansligger.

CONCLUSIE

Vooral bij ophaalbruggen met een kleine werkarm tussen hangstang en hameidraaipunt of met een sterke afwijking van het parallellogram, moet specifieke aandacht gegeven worden aan dynamische evenwichtssituaties (bijv. categorie 0 noodstop en 'in de buffer lopen') en het tweede orde gedrag tijdens het bewegingsbedrijf van de brug. In het algemeen geldt dat een vereenvoudigde, quasi statische benadering mogelijk is, als voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:

- de ingesloten hoek tussen balans en hangstang is groter dan 20°;
- de werkarm van hangstang om het hameidraaipunt is groter dan 20% van de lengte van het val;
- de overbrenging van de aandrijving grijpt aan op het val.

Wordt hier niet aan voldaan, dan moet bijzondere aandacht worden gegeven aan dynamische evenwichtssituaties (noodstop: overstorten of maximaal remkoppel) In dit specifieke geval is er door een meewerkende houding van aannemer (grotere cilinderkrachten en zwaardere overbrenging) en opdrachtgever (beperking openingshoek) een object met een bijzondere verschijningsvorm gerealiseerd waarbij in uitwerking volledig aangesloten is bij enerzijds de wensen van de architect en anderzijds de constructieve eisen vanuit de regelgeving.

Reactie René van Zuuk

In het kader van het bevaarbaar maken van het kanaal in Assen moesten zes nieuwe bruggen gebouwd worden, drie fiets+voetgangersbruggen en drie fiets-voetgangers-autobruggen.

De drie fiets+voetgangersbruggen zijn als eerste aanbesteed, later volgden de drie autobruggen. Als eerste is het ontwerp van de autobrug, gewonnen door Zwarts & Jansma, vergeven. De aanbesteding van de brug in het verlengde van de Groningerstraat en de brug in het verlengde van de Weiersstraat zijn daarna gezamenlijk aanbesteed. Twee bruggen op verschillende locaties, die niet hetzelfde maar wel familie van elkaar moesten zijn. Beide locaties bevinden zich aan de rand van de binnenstad en bevinden zich op delicate locaties waarmee je zorgvuldig moet omgaan. Het ambitiedocument schreef voor dat de constructies van de bruggen slank, smal en transparant gedimensioneerd en uitgevoerd moesten worden. Met dekken van respectievelijk (2x) 8,5 en (2x) 10 meter breed was het ondoenlijk om winnende, volledig gebalanceerde bruggen te ontwerpen die aan de gestelde criteria voldeden. Het lag daarom voor de hand om slechts een gedeelte van het

valgewicht te balanceren. Daarmee volgden we de strategie van Zwarts & Jansma, voor wiens ontwerp van de brug aan de Industrieweg al een paar maanden eerder was gekozen.

Met de huidige techniek, waarbij ophaalbruggen niet meer door tandradheugels maar hydraulisch door een plunjerzuigerstang bewogen worden, is het niet meer noodzakelijk dat bruggen volledig gebalanceerd zijn. Dat geeft meer vrijheid aan de ontwerpende partijen.

Binnen een prijsvraag is het maken van een gebalanceerde brug niet noodzakelijk goedkoper. Het volledig balanceren van de meer dan 30 ton zware vallen van de Groningerbrug zou extra ballastgewicht vergen. De hiermee gepaard gaande extra kosten van het ballastdeel, de zwaardere constructie en draaipunten, wogen ruimschoots op tegen de extra kosten van een iets grotere hydraulische installatie. Daarnaast is de Groningerstraat zo breed dat we de brug moesten opdelen in twee afzonderlijke stukken waardoor elk val alleen



Ontwerp Zwarts & Jansma voor de brug aan de Industrieweg, Assen

gebalanceerd kan worden door één trekstang die aan de zijkant van elk dek bevestigd is. Een volledige balancerende zou erg veel torsie in het val opleveren. Met de keuze voor de balans op een 'stokje' is een brug gecreëerd met een solide oplegging die, naarmate de brug verder omhoog gaat, steeds verder gebalanceerd wordt zonder dat de torsie in het val toeneemt.

Een aandachtspunt bij zo'n uitvoering is, dat de verhouding tussen:

- de horizontale afstand van het zwaartepunt van de balans tot het balansdraaipunt, en
- de loodrechte afstand van de trekstang tot het balansdraaipunt, niet groter mag zijn dan 20% omdat dan de belasting op de trekstang te hoog kan oplopen.

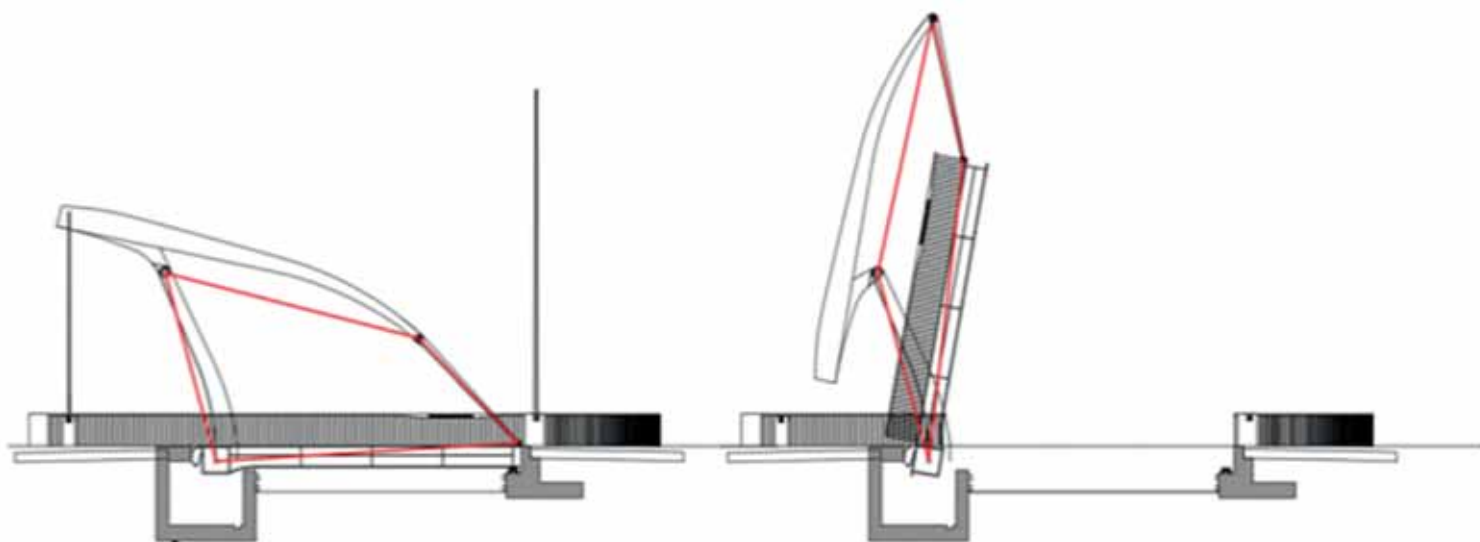
Ofschoon de Weiers- en Groningerbrug erg veel op elkaar lijken, zijn ze niet identiek. Bij de Weiersbrug, de brug die wij als eerste hadden ontworpen, buigt de hameistijl naar het water af. De hierboven aangegeven verhouding is kleiner dan de gestelde 20% en ook de hoek tussen de balansarm en de pendelstaaf is meer dan 20°.

Bij de Groningerstraat hadden wij stedenbouwkundig minder ruimte en als gevolg daarvan hebben wij de hameistijl naar het water gebogen. Daarmee komt het balansdraaipunt dichterbij het valdraaipunt te liggen waardoor het systeemlijnen-parallelogram meer geknepen wordt. Het feit dat de systeemlijnen bij de Groningerbrug en de Weiersbrug niet volgens een parallelogram verlopen, doet daar niets aan af. Ook bij de brug van Zwarts & Jansma zien we een geknepen parallelogram en zien we dat de hoek tussen de balansarm en de trekstang veel minder is dan de gewenste 20° (ongeveer 9°). Daarnaast zit de werkarm van hangstang om het hameidraaipunt ruim onder de 20% van de lengte van het val.

Aangezien bij de Groningerbrug de openingshelling niet maatgevend was, omdat de maximale doorvaartbreedte en doorvaarthoogte al met een opening van 75° bereikt werd, viel de brug sowieso al binnen de door Jaco Reusink gestelde normen.

Met de huidige diversiteit aan technieken moet elke brug op zichzelf bekeken worden. De moderne bewegingstechniek kan heel verfijnd ingesteld en gemonitord worden. De beweging van het val begint met een versnelling, verloopt dan eenparig en wordt vervolgens vertraagd. Tegen de tijd dat de balansarm en de trekstang de eindhoek naderen, staat het bewegingssysteem al nagenoeg stil en heeft een noodstop, die in drie seconden vertraagt, geen enkel nadelig effect meer. Daarnaast komt een noodstop voornamelijk voor aan het begin van de beweging en zelden aan het eind als de brug al nagenoeg open is.

Ondanks het feit dat bij de brug aan de Groningerstraat het krachtenverloop iets ongunstiger is, als gevolg van de stedenbouwkundige situatie, is de realiteit dat je niet simpelweg kan blindvaren op oude vuistregels die de laatste 100 jaar ontwikkeld zijn voor bruggen zoals die toen ontworpen werden. Met de huidige technieken ontstaan nieuwe mogelijkheden die een eigentijdse vormgeving mogelijk maken.



Weiersbrug in gesloten en in open stand

Met de huidige technieken ontstaan nieuwe mogelijkheden die een eigentijdse vormgeving mogelijk maken.



NEDERLANDSE BRUGGENSTICHTING

BRUGGEN

PLATFORM FIETS⁺VOETBRUGGEN

Call for Papers

voor het 4de Symposium
Fiets⁺Voetbruggen
op 1 november 2018 te
Amersfoort

Opzet van het symposium

- inhoudelijke presentaties van opdrachtgevers, architecten, constructeurs, aannemers, enz.
- na elke voordracht is er gelegenheid met elkaar van gedachten te wisselen
- elk onderwerp over Fiets⁺Voetbruggen mag aan bod komen, mits kennisoverdracht leidend is.

Het bijwonen van het symposium levert punten op voor het Constructeursregister: als toehoorder 2 KE's en als spreker 4 KE's.

Aanmelden als spreker vóór 15 juli a.s. Onderwerpen kunnen zijn:

- in aanbouw of gerealiseerde Fiets⁺Voetbruggen in binnen- of buitenland.
- specifieke oplossingen, vormgeving of detailleringen.
- toepassing van nieuwe materialen al dan niet in combinatie met bestaande constructiematerialen.
- uitkomsten van gerealiseerd of onderhanden onderzoek, normering, enz.

In principe kan elk relevant onderwerp worden ingebracht.

Uw voorstel (circa 150 woorden met een aantal afbeeldingen en graag voorzien van uw cv) kunt u sturen naar de secretaris van het Platform Fiets⁺Voetbruggen, Heico de Lange, info@bruggenstichting.nl.

Nadat de commissie de ingediende voorstellen heeft beoordeeld, krijgt u uiterlijk 1 september a.s. bericht of uw voorstel wel of niet is gehonoreerd.

Het symposium biedt ruimte voor 4 à 5 voordrachten met bijbehorende discussies.

BERT SWARTBRUG

SCHOONHEID EN TECHNIEK
VERENIGD!

Jeroen Eulderink



Het Van Starckenborghkanaal diende geschikt gemaakt te worden voor grotere schepen met meer lading (een 'CEMT Va-kanaal', geschikt voor tweebaks-duwvaart en vierlaagse containerbinnenschepen). Bij Zuidhorn kruist de spoorlijn Groningen - Leeuwarden deze hoofdvaarweg onder een hoek van 45° en ter plaatse van een bocht. De bestaande brug voldeed niet meer en moest worden gesloopt. Om voor de scheepvaart een veilige kruising te realiseren, waren een breder wateroppervlak en meer doorzicht noodzakelijk, alsmede een nieuwe brug.

Dit artikel is voor een deel een bewerking van de uitgebreide behandeling van ontwerp en uitvoering van deze spoorbrug in het tijdschrift Bouwen met Staal nr. 262 (04/2018), waarin dieper wordt ingegaan op de berekening en de optimalisatie van het ontwerp van de brug en de fundering.
Redactie

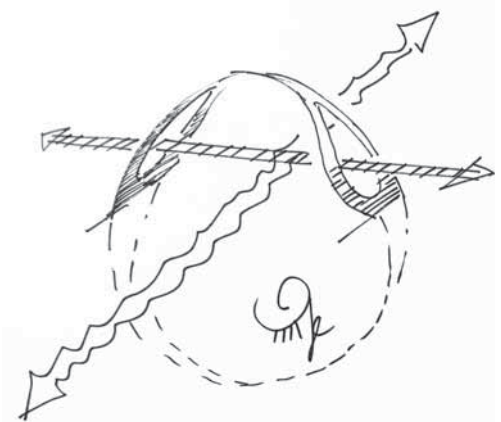
ONTWERP

Naast de functionele eisen hadden de opdrachtgevers Provincie Groningen en ProRail een andere belangrijke ambitie: de brug moest 'een schoonheid' worden. De keuze voor een boogbrug volgde uit de eisen, beschreven in het Masterplan Vormgeving, vergelijkbaar met een andere spoorbrug over het kanaal. De kleur wit voor de brug komt eveneens voort uit dit Masterplan.

Arcadis kreeg de opdracht hiervoor een aanbestedingsontwerp te maken. Het ontwerp van de brug is gebaseerd op een gedachtenexperiment van de architect: het combineren van ellipsen en cirkels tot een vorm die haast lichamelijke kwaliteiten krijgt, zoals een turner met een holle rug (fig. 2 en 3).

Dit leverde een sierlijke vorm op die door de opdrachtgevers enthousiast werd ontvangen omdat hij, naast zijn schoonheid, ook functioneel helemaal voldeed en de basis kon vormen voor verdere uitwerking.

ALGEMENE GEGEVENS	BERT SWARTBRUG
Type brug	Stalen boogbrug met tussengelegen rijdek en ingeklemde boogvoeten. Overspanning hoofdliggers: ca. 176 m; bogen: ca.144 m. Spoorbrug, enkel spoor.
Ligging	Van Starckenborghkanaal, ter hoogte van Zuidhorn.
Opdrachtgevers	Provincie Groningen, ProRail en Rijkswaterstaat.
Architectuur	ir. Jeroen Eulderink, Arcadis Amersfoort.
Aanbestedingsontwerp	ir Harmen van der Land, ir Loek Matheij en ir Raymond de Ridder, Arcadis.
Constructeurs in uitvoeringsfase	ir. Bert Lebbink en ing. Wilfred Visscher, ABT Velp, Dipl-Ing. Hans-Joachim Casper en Dipl-Ing. Dirk Fouquet SSF Ingenieure, München.
Uitvoering	Dipl-Ing. Phil Rickes, ir. Luke van der Steen en ing. Fedde Lingsma, Max Bögl.
Contractvorming en uitvoeringsbegeleiding	Sander van Rijn, ProRail, en ir. Wim Schiphorst, Arcadis.
Realisatie	Prefabricage: Max Bögl, Neumarkt/Sengenthal – Duitsland Buigwerk: Otto Klostermann, Castop-Rauxel - Duitsland Uitvoering ter plaatse: Max Bögl, Amsterdam



2 Ellipsen en cirkels krijgen haast lichamelijke vormen als die van een turner



4 Ranke staven verbinden boog en dek



3 Foto ter illustratie van schets figuur 2

VORMGEVINGSASPECTEN

Na goedkeuring van het ontwerp door de gemeentelijke Welstand, is het integrale aanbestedingsontwerp 'op de markt gezet' met een bindend vormgevingsdocument.

Het kanaal en het spoor zijn grootschalige structuren in het weidse landschap die elkaar bij Zuidhorn kruisen. De driedimensionale boogvorm markeert dit samenvallen, geeft ruimte aan het kanaal en tilt het spoordek over het water heen. De beide richtingen zijn in de geometrie van de boog gevangen. Het spoordek is vormgegeven als een doorgaande lijn om de eenvoud en leesbaarheid van de compositie te vergroten.

Ranke staven verbinden de boog met het dek dat door de ellipsvormige opening van de hoofddraagconstructie heen schiet (fig. 4). Het dek is ontworpen als twee hoofdliggers met daartussen dwarsliggers en daarop een betonvloer om er, in combinatie met het doorgaande ballastbed, een stille brug van te maken en de beschikbaarheid van de brug te vergroten (fig. 5). De onderzijde van het dek volgt het lijnenspel van bogen en cirkels en de flenzen van de hoofdliggers steken iets verder uit en worden daarmee de rails voor de inspectiewagen, die integraal met de brug is ontworpen.

De vorm van de boog bestaat uit enkelvoudig gebogen vlakken die zijn ontstaan door de uit cirkels opgebouwde langsdoorsnede te laten versnijden met de uit ellipsen opgebouwde dwarsdoorsnede (fig. 1 en 6). De eenvoudige geometrie van deze twee doorsneden is vertaald naar een geometrisch model, dat zich gedurende het ontwerpproces eenvoudig liet aanpassen aan veranderende uitgangspunten. De parameters van het geometrische model zijn zo gekozen, dat te sterk gebogen vlakken bij de benodigde staaldiktes zijn voorkomen, alsmede lijnen en lassen, die elkaar in een nulpunt zouden treffen. De geometrie uit het model is uiteindelijk gebruikt om de vorm te vertalen naar bouwplaten van gebogen plaatmateriaal.

Een belangrijke wijziging tijdens het ontwerp is de keuze voor massieve stangen als hangers, waardoor deze slanker konden worden uitgevoerd dan vóór de aanbesteding was voorzien, wat voor een minimalistische en onderhoudsvriendelijke oplossing zorgt (fig. 4). De hangers zijn bevestigd op de koker, waar-



5 Dwarsdragers en staal-betonvloer

door deze beter te inspecteren en te onderhouden is. Verder is er gekozen voor een luchtdichte koker om aantasting van het staal tegen te gaan. Door de bogen in te klemmen in de fundering, zijn geen onderhoudsgevoelige oplegconstructies benodigd (fig. 6). Om de CO₂-reductie te verhogen, zijn er onder meer in het beton voor de fundering staalvezels toegepast om de hoeveelheid wapening te reduceren, en is het verhardende beton gekoeld met water uit het kanaal in plaats van uit de kraan.

CONSTRUCTIEVE OVERWEGINGEN

Het brugdek bestaat uit twee, kokervormige hoofdliggers (circa 144 m lang met een doorsnede van 1,38 m bij 2,93 m), die ter plaatse van de boog aan één zijde zijn vastgelast en daarmee excentrisch zijn opgelegd (fig. 6).

Via een iteratief ontwerpproces is vervolgens de meest geschikte funderingswijze van landhoofden en boogvoeten nagegaan. Fundering op staal of op palen en een, al dan niet samenwerkende fundering tussen landhoofd en boogvoeten, zijn overwogen en doorgerekend.

Het beste resultaat gaf uiteindelijk een aparte landhoofd- en boogvoetfundering, waarbij de landhoofden op groutinjectiepalen en de boogvoeten op staal zijn gefundeerd. De boogfunderatie is een 9 m dikke betonpoer, waarvan 4 m als gewapend-onderwaterbetonvloer met staalvezels is uitgevoerd in een

bouwkuip. Daarop is in den droge een 5 m dikke, traditioneel gewapende betonpoer gestort. Het fundatieniveau ligt op 9 m - NAP. In langsrichting zijn op de landhoofden vier vrij beweegbare opleggingen toegepast, waarvan er twee ook in dwarsrichting vrij beweegbaar zijn. Het vaste punt van de brugligger bevindt zich in het midden, door twee symmetrische, ingeklemde boogvoeten. (fig. 6).

Een gevolg van de keuze voor een inklemming voor de bogen, is dat er geen onder een hoek te plaatsen opleggingen nodig zijn, die risicovol in de uitvoering zouden zijn en meer onderhoud zouden vergen. Verder bleek dat bij bepaalde belastingcombinaties er trek op de opleggingen zou optreden, wat de keuze voor een inklemming eenvoudiger maakte. Door het voorspannen van de aanvelden zijn deze trekkrachten echter voorkomen.

Het rijdek bestaat uit een staal-betonvloer van circa 5,5 m breed en 440 mm dik, die op dwarsdragers is opgelegd. De dwarsdragers liggen h.o.h. 3,75 m uit elkaar en verlopen in hoogte (zie fig. 5). Om de twee dwarsdragers bevindt zich een massieve, ronde hanger, die de belasting van de hoofdligger naar de boog overbrengt, in totaal 15 stuks per boog.



6 Inklemming boogvoeten

Voor de belastingen zijn, naast het eigen gewicht, de volgende belastingonderdelen bekeken:

- belastingmodellen LM71, SW/0 en SW/2 met bijbehorende horizontale belastingen;
- wind, temperatuur, verkeer op de dienstweg;
- inspectiewagen aan de onderkant van de brug.

De belastingnormen zijn NEN-EN 1991-2 en 1991-2, inclusief Nationale Bijlagen en aanvullingen, vanuit de ROK en OVS00030-6.

Detailberekeningen zijn onder meer gemaakt van de aansluiting hoofdligger en boog, de ontmoeting van de bogen bovenin en van de boogvoet ter plaatse van het funderingsblok om een zo goed mogelijk inzicht te krijgen in de krachtswerking in deze geometrisch ingewikkelde details.

De hangers zijn van massief staal Ø100 mm met uitzondering van de kortste hangers, die Ø120 mm zijn. Met deze slanke afmetingen

wordt voorkomen dat de hangers teveel moment naar zich toe trekken. Naast de normale toetsing op sterkte in de uiterste grenstoestand, zijn de hangers getoetst op vermoeiing, trillingen, breuktaaiheid en het kantelen van een trein tegen de hangers aan. Ook de windgerelateerde belastingen (vortex, flutter, galloping) zijn beschouwd en gecontroleerd.

Seismische belastingen zijn toegepast op aangeven van de opdrachtgever, omdat volgens de ontwerpversie van NPR 9998 uit 2015 de brug in het aardbevingsgevoelige gebied ligt. Berekeningen toonden aan dat de brug er niet gevoelig voor is. In de definitieve versie van de NPR uit 2017 bleek de brug overigens, op basis van nieuwe inzichten, toch niet in een bedreigd gebied te liggen.

UITVOERING

Als eerste was begonnen met de aanleg van de toeritten vanwege de aanwezigheid van slappere bodemlagen en de daardoor vereiste voorbelasting. Hiervoor werd 70.000 m³ zand

per schip aangevoerd en heeft de bodem zich in een periode van een klein jaar voldoende kunnen zetten.

Voordat met de bouw gestart kon worden, is een roekenkolonie verplaatst, is het bestaande kunstwerk gecheckt op de aanwezigheid van vleermuizen en zijn de mogelijke toegangen (voor vleermuizen) dichtgezet. Daarnaast moest ook het hoofdriool van de gemeente Zuidhorn verlegd worden en zijn er diverse kabels en leidingen omgelegd en gesaneerd. De oevers rond het kanaal zijn aangepast aan het nieuwe kanaalprofiel waarna de hooggelegen funderingen en de fundatiepoer voor de boog konden worden gemaakt.

Op de oostkant van de noordelijke toerit zijn een bijenhotel en een zwaluwenwand aangelegd.

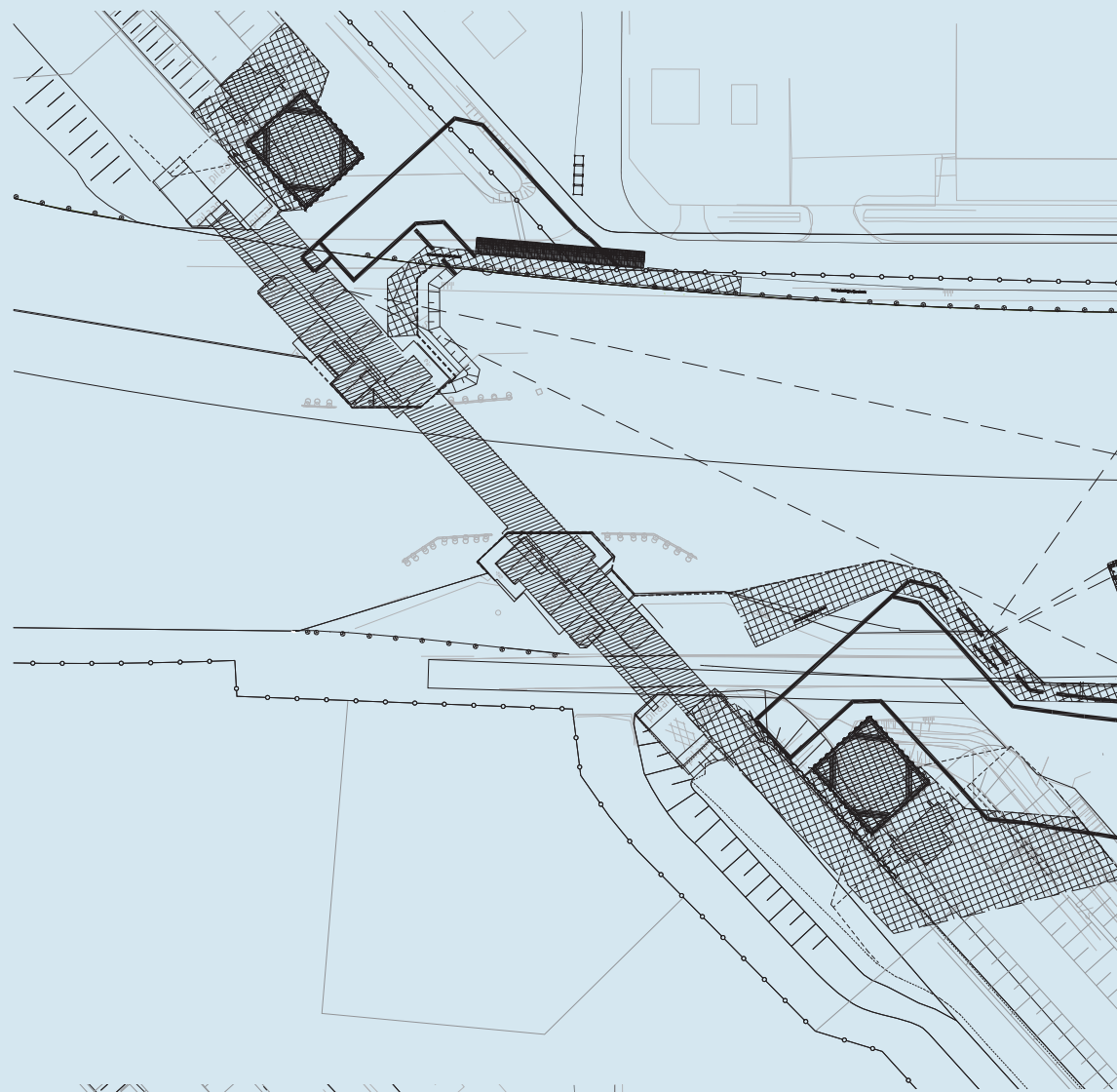
De stalen bovenbouw is in delen vervaardigd bij Max Bögl in Sengenthal, nabij Neumarkt tussen Neurenberg en Regensburg (fig. 7). Het buigen van de gebogen plaatdelen met diktes tot 55 mm binnen de strenge toleranties was in dit project een grote uitdaging. Er zijn maar weinig partijen in Europa die over de juiste kennis en machines beschikken om deze klus aan te kunnen. Gekozen is voor de firma Otto Klostermann in Castrop-Rauxel, in de buurt van Dortmund.

De hoofdligger bestaat uit 14 delen, 8 boogdelen, 30 hangers en 49 dwarsdraggers. In totaal zijn er dus 101 delen geprefabriceerd en per schip vanaf een havenlocatie tussen Nürnberg en München in een zeven à acht dagen durende reis naar Zuidhorn getransporteerd, waar ze in het najaar van 2016 arriveerden.

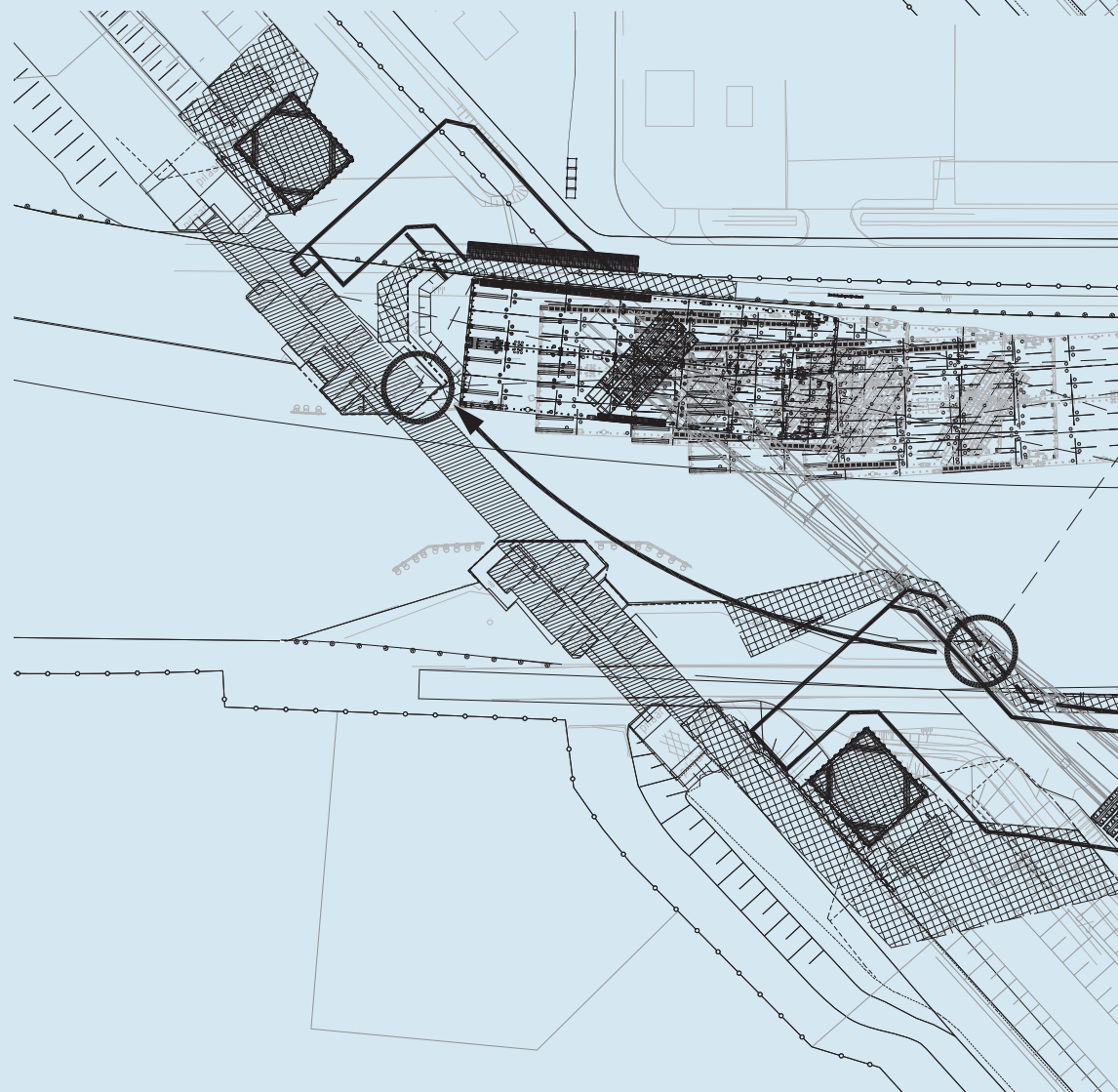


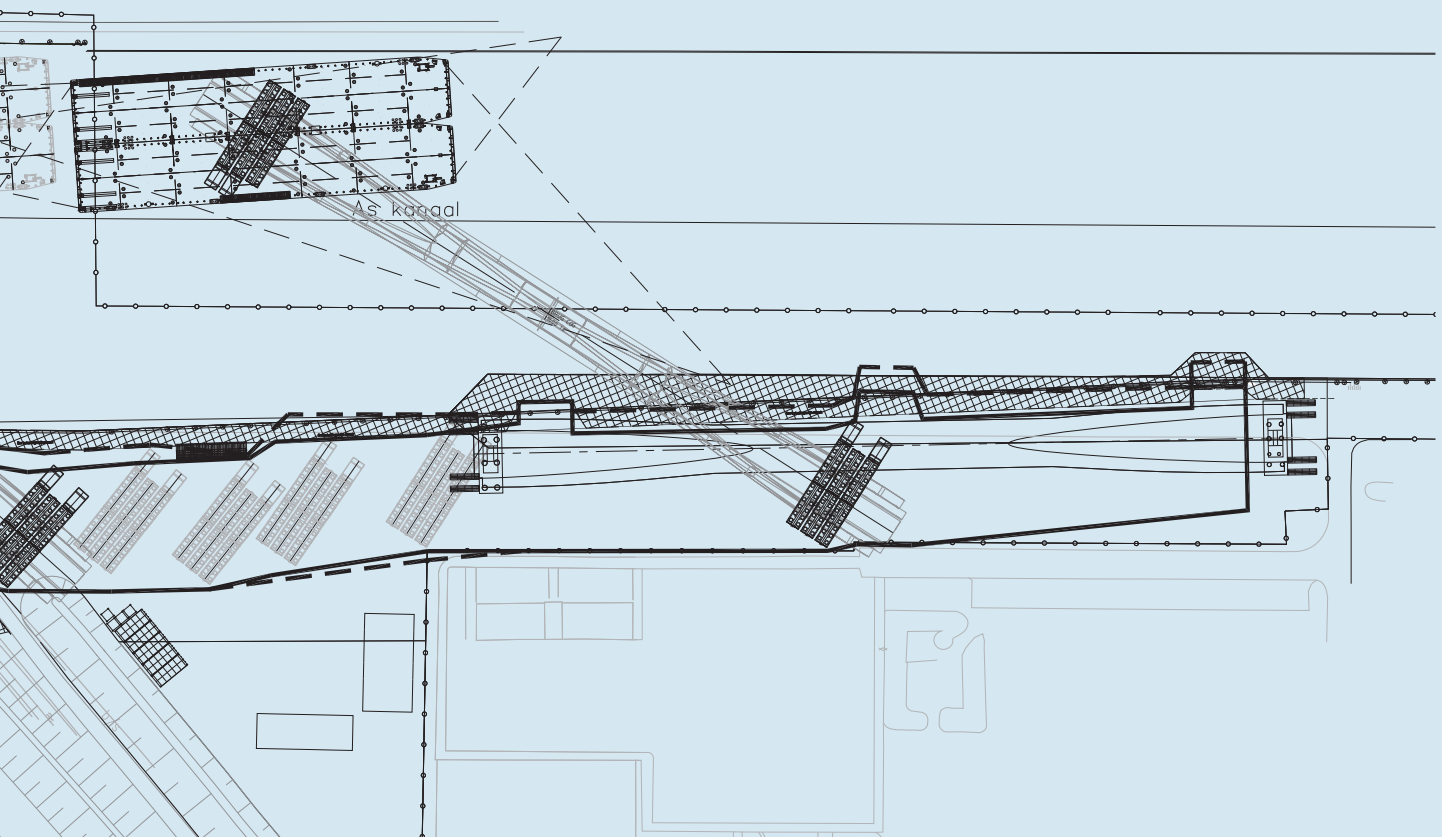
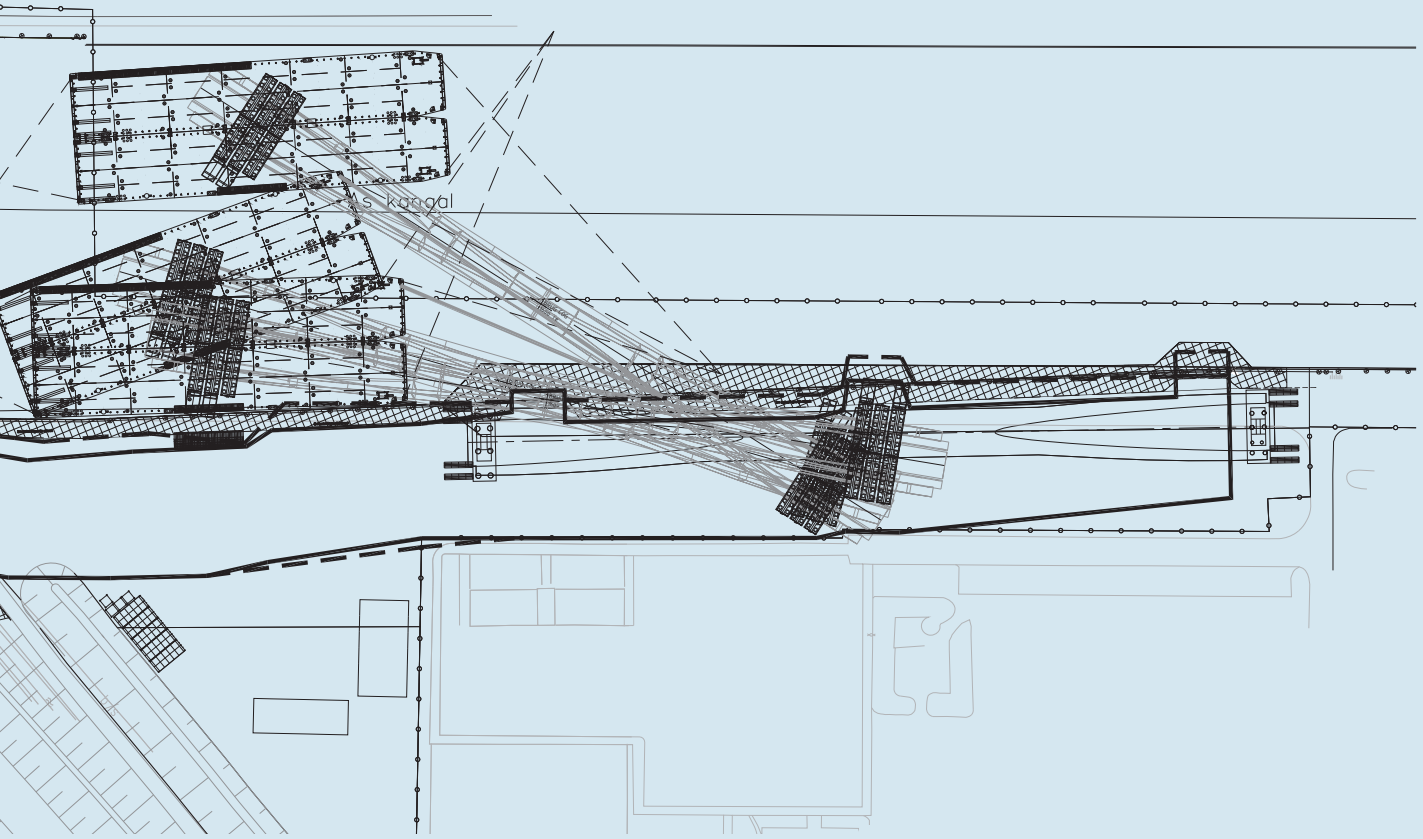
7 Stalen brugonderdelen

Transport van één uiteinde van de brug, geplaatst op een ponton, naar de overkant van het kanaal (fig. 8a)



waarna vervolgens beide uiteinden, één op de ponton en één op de wal naar hun definitieve plaats worden getransporteerd. (fig. 8b)







9 Brug op voorbouwlocatie

Op de voorbouwlocatie aan de zuidoever van het kanaal, zijn de aangevoerde stalen delen aan elkaar gelast (fig. 9).

In een tweedienst-shift werkten de lassers op de voorbouwlocatie van zeven uur 's-morgens tot drie uur 's-nachts om de delen aan elkaar te lassen. Daarbij waren in de drukste periode wel 55 lassers aan het werk! Deze werkzaamheden vonden plaats tussen december 2016 en mei 2017. Eind april 2017 is op de voorbouwlocatie, op de tijdelijke ondersteuning, de boogconstructie grotendeels geassembleerd. Hierna begon het aflassen en coaten van het staal.

Voor ProRail is het belangrijk dat de onderhoudskosten (die relatief erg hoog zijn en overlast geven voor de reizigers), zoveel mogelijk beperkt blijven. Daarom is extra aandacht aan de conservering besteed. De gehele staalconstructie is gemetalliseerd en voorzien van een vierlaags coatingsysteem.

In mei 2017 was de boogbrug zover gereed, dat de voorbouwlocatie kan worden ontmanteld. In het weekend van 8/9 juli 2017 is de

brug naar zijn definitieve locatie gereden met behulp van twaalf sets SPMT's (Self-Propelled Modular Transporters) met in totaal 288 wielen.

Het inrijden van de boogbrug was een heel karwei: de voorste SPMT reed op een ponton, waarna het ponton naar de beginpositie aan

de overkant van het kanaal werd getrokken. Vandaar uit bewogen het ponton in het kanaal en de SPMT op de oever zich stapsgewijs naar de uiteindelijke positie (fig. 8 / p.17-18). Al met al een langdurige operatie omdat in verband met de gewichtsverdeling het ponton telkens genivelleerd moest worden mid-



10 Ondersteuning boog op voorbouwlocatie



11 Brug gereed

dels het vullen en aflaten van de diverse aanwezige kamers in het ponton.

Op zijn plek aangekomen werd de brug gelift middels een cassettesysteem en op zijn fundering gelegd. In de aansluitende periode is de stalen brug aan de betonnen fundering bevestigd, waarna het storten van het brugdek en het aanbrengen van het ballastbed kon plaatsvinden, alsmede de verdere afbouw.

In oktober 2017 was er weer treinverkeer tussen Groningen en Leeuwarden mogelijk, over de nieuwe brug.

Na het in gebruik nemen van de nieuwe brug kon de oude brug gesloopt worden. Deze uit 1934 stammende brug, was degelijk gebouwd. Voorzien van 850 deels diepgelegen funderingspalen en met spoorstaven gewapend beton was de ontmanteling een lastige operatie, mede omdat de ruimte beperkt was, (de nieuwe brug lag h.o.h. 12 m van de oude brug) en de vaarweg bleef gewoon in

bedrijf. Maar in februari 2018 was de oude brug geheel verwijderd, vervolgens is het kanaal verder uitgebaggerd, de oeverbescherming aangebracht en de wegen hersteld.

Tijdens de gehele uitvoering heeft het treinverkeer tussen Groningen en Leeuwarden doorgang kunnen vinden, op één buitendienststelling na van 72 uur in oktober 2017. Toen werd de nieuwe brug aangesloten op het spoornet. In dat weekend is er dag en nacht gewerkt. Maandagochtend is het treinverkeer weer opgestart en werd de nieuwe brug in gebruik genomen. Tijdens het verplaatsen van de nieuwe brug is het scheepvaartverkeer 48 uur gestremd geweest. Ook tijdens het slopen van de oude brug, waarbij als eerste het vakwerkdeel met een drijvende bok is uitgetild, is de vaarweg nogmaals 24 uur gestremd geweest.

Bouwen zonder overlast bestaat niet. Het voorbouwen van de brug op de zuidoever in

twee shifts van 10 uur maakt dat er ook in de avonden en deels in de nacht gewerkt is.

De spoorbuitendienststelling en aanvullende werkzaamheden die in de avond- en nachtelijke uren noodzakelijk waren, hebben de nodige overlast gegeven.

Omgevingsmanagers van opdrachtgever en opdrachtnemer hebben hier zorgvuldig aandacht aan besteed. Mede door diverse informatiebrieven, het instellen van een vragen-uurtje, het houden van informatieavonden, het openstellen van het bouwterrein tijdens de dag van de bouw, het organiseren van een buurtbarbecue en het verrichten van een openingshandeling, is de omgeving op meerdere momenten geïnformeerd over en meegenomen in de uit te voeren werkzaamheden.

Het project is op 2 april 2018 opgeleverd en op 25 april heeft de openingshandeling plaats gevonden.



De brug is vernoemd naar Bert Swart, oud-burgemeester van Zuidhorn en Schiermonnikoog

VISIE EN MISSIE BRUGGEN- STICHTING

Fred Westenberg
Voorzitter



De Nederlandse Bruggenstichting heeft zich sinds haar oprichting in 1992 vooral beziggehouden met het beschrijven van het erfgoed aan bruggen in Nederland. Bruggen van verschillende materialen en voor verschillende functies. Een serie boekwerken zag als gevolg van die beschrijvingen het licht. In de loop der jaren zijn van een groot aantal bruggen allerlei gegevens verzameld en gearchiveerd, waarmee veel kennis over het ontwerpen en bouwen van bruggen is vastgelegd en in principe beschikbaar is voor geïnteresseerden. Een aantal gegevens kan online kosteloos worden geraadpleegd. Het voorgaande is tot stand gekomen door de niet aflatende ijver van bestuur en vrijwilligers van de Bruggenstichting die hun, in de beroepspraktijk opgedane ervaring, hebben ingebracht.



ACTUALITEIT

Eind 2016 heeft het kabinet ruim vijftig betrokken partijen uit alle onderdelen van de bouw aan het werk gezet, met de opdracht om de bouwsector te versterken en oplossingen te bieden voor maatschappelijke uitdagingen zoals verduurzaming en effectiever gebruik van grondstoffen. In een sfeer van grote ambitie en eensgezindheid is de groep aan de slag gegaan, met als resultaat: De Bouwagenda

Nederland wordt duurzaam, klimaatbestendig en circulair. De bouw speelt een sleutelrol in die opgave. Dit kan alleen als de bouw zichzelf opnieuw uitvindt. Een uniek samenwerkingsverband vanuit alle gelederen van de bouwsector: overheid, kennisinstellingen, markt en belangengroepen. Doelen zijn betere samenwerking, versnelling en opschaling, meer innovatie en productiviteit, gebruik van slimme ICT- en datatoepassingen en een excellente opleidings- en onderwijsinfrastructuur.

VERVANGINGSOPGAVE

De Bouwagenda heeft vastgesteld dat Nederland op dit moment veel verouderde infrastructuur kent. Een groot deel dateert van direct na de Tweede Wereldoorlog en deels nog van het Interbellum. In de periode 2025-2050 komt er een piek aan noodzakelijke vervangingsinvesteringen. Als we deze opgave aanpakken met de huidige technieken en werkwijze is dit een gemiste kans om toekomstbestendige infrastructuur neer te zetten. Maar het is vooral ook veel te kostbaar en tijdrovend.

De Bruggenstichting streeft er naar om een bijdrage te leveren aan deze uitdaging en om zich daarop voor te bereiden, is een beleidsplan opgesteld. Op basis van haar netwerk, de 'State of the Art' kennis en kunde en de technieken die beschreven en gekend zijn, is de Bruggenstichting in staat mensen te verbinden en stakeholders te koppelen. De stichting kan een platform bieden om plannen te toetsen of als sparring-partner op te treden bij ideevorming.

De Bruggenstichting wil starten met het deelgebied Bruggen, in de breedste zin van het woord. Verkeersbruggen, fiets*voetbruggen, spoorbruggen, viaducten, aquaducten en wildwissels, van welke bouwaard dan ook. Om het versnipperen van aandacht, geld en inspanningen zo veel mogelijk te voorkomen, streeft de Bruggenstichting echter naar een verbreding van Bruggen naar Kunstwerken, door samenwerking of samenvoeging.

MISSIE

'De Bruggenstichting is een **materiaal onafhankelijk en niet commercieel kenniscentrum dat zich richt op het vastleggen en uitdragen van kennis over bruggen, alsmede het stimuleren van innovatieve ontwikkelingen, mede op het gebied van duurzaamheid en circulariteit. Zowel voor wat betreft totstandkoming als instandhouding.'**

VISIE

'De Bruggenstichting wil vanuit haar missie bijdragen aan de ambitie die in de Bouwagenda is benoemd. De BV Nederland staat voor een immense opgave, die alleen door samenbundeling van alle beschikbare knowhow en beschikbare middelen succesvol kan worden vervuld. De Bruggenstichting streeft er naar om een bijdrage te leveren aan het komen tot oplossingen en de implementatie van die oplossingen van maatschappelijke, technische en organisatorische vraagstukken binnen het Kunstwerkdomein, waarbij gestart wordt met het deelgebied Bruggen.'

Zowel opdrachtgevers als de bouwsector als geheel staan voor grote maatschappelijke uitdagingen: energieneutraal bouwen, verbeteren van het hernieuwbare grondstoffenverbruik en stijgen van de productiviteit in de sector om er maar eens een paar te noemen. Deze uitdagingen vragen om een innovatieve aanpak en samenwerking.

De bouw is een conservatieve sector. De manier waarop het 'totstandkomingsproces' binnen de branche georganiseerd is, heeft samenwerking zeker niet gestimuleerd. Met als resultaat dat er een achterstand is ontstaan in het bundelen van krachten en 'State of the Art' produceren en functioneren. Voor een innovatieve uitvoering van complexe infrastructurele projecten is sector- en ketenbrede samenwerking en kennisdeling noodzakelijk.

Voor met name de elektrotechnische en werktuigbouwkundige onderdelen van beweegbare bruggen is er een grote behoefte aan standaardisatie. Standaardisatie van interfaces en deelcomponenten van bruggen



zou kunnen leiden tot kostenbesparing en reductie van de milieu impact. Draagvlak voor de standaarden is daarbij een voorwaarde.

Momenteel zien we veel initiatieven ontstaan waarbij het voor de opdrachtgevers (met name de lagere overheden) lastig is om 'door de bomen het bos te zien'. Dit is een onwenselijke ontwikkeling en er dient een platform te zijn waar centralisatie van initiatieven kan plaatsvinden, om van daaruit diensten aan te kunnen bieden die kunnen helpen bij besluitvorming, het vinden van oplossingen en het verbinden van partijen.

In het verleden werden bruggen in de meeste gevallen ontworpen, gebouwd en onderhouden door de eigenaar. Er was in ieder geval altijd een sterke betrokkenheid van de eigenaar bij de totstandkoming en de instandhouding van bruggen. Tegenwoordig manifesteren eigenaren zich meer en meer als regisseurs van deze processen en besteden de meeste stappen uit aan marktpartijen. Hierdoor is de terotechnologische cirkel niet meer gesloten (ervaringen tijdens het beheer en onderhoud worden niet meer automatisch teruggekoppeld naar het ontwerp).

Veel van de betrokkenen bij het ontwerp en bouwen van bruggen uit het nabije verleden hebben inmiddels de pensioengerechtigde leeftijd bereikt of zullen die vandaag of morgen bereiken, en verlaten daarmee het arbeidsproces. Daarmee dreigt een kennisdrain, vooral omdat de levensduur van de meeste bruggen de werkzame periode van mensen overtreft. De steeds vitaler wordende gepensioneerde vindt het waardevol om bij de nieuwe ontwikkelingen op het vakgebied betrokken te blijven. De Bruggenstichting blijft deze betrokkenheid faciliteren.

Het merendeel van de bruggen in Nederland van vóór 1980 is niet ontworpen voor de huidige belastingen.

Een groot deel daarvan is niet ontworpen voor de huidige belastingen. Goed assetmanagement is een voorwaarde om de werkelijke vervangingsopgave scherp te krijgen. Levensduur verlengende maatregelen kunnen de milieu impact van de instandhouding immers dramatisch verminderen.

De Bruggenstichting beschikt over een grote hoeveelheid informatie en kennis met betrekking tot bruggen. Deze informatie en kennis is nu nog op een 'ouderwetse' wijze ontsloten: op titel en trefwoorden. De aanstaande vervangingsopgave verhoogt de urgentie om deze informatie te digitaliseren en daarmee te bewerkstelligen dat de beschikbare informatie en kennis op eenvoudige wijze kan worden ontsloten.

De afgelopen jaren is het moeilijk gebleken om studenten te interesseren voor het vakgebied civiele techniek. Er dreigt/manifesteert zich hierdoor een personeels- en kwaliteitstekort in de branche. Momenteel worden goedkope arbeidskrachten uit het buitenland ingezet. Het is de vraag of dit als een duurzame en gewenste oplossing mag worden beschouwd. Er dient vanuit alle geledingen aandacht te worden geschonken, om branche onafhankelijk maximaal bij te dragen aan een positieve belangstelling voor het vakgebied.

TOEKOMST

De Bruggenstichting streeft naar één organisatie die door iedereen herkend en erkend wordt als de plek waar alle kennis beschikbaar is of beschikbaar gemaakt kan worden. Het betreft kennis die nodig is om innovaties succesvol te valideren en in te voeren, kennis

over (ver)nieuwbouw en instandhouding en het blijvend beschrijven van ons cultureel erfgoed voor wat betreft de bruggen in Nederland. En op de iets langere termijn, in meer bredere zin, van de kunstwerken in Nederland.

De donaties die zij daarvoor ontvangt wil de Bruggenstichting gebruiken om de innovaties verder aan te jagen. De Bruggenstichting streeft naar betere herkenbaarheid en verdere professionalisering, maar ook naar meer participatie van ook jongere deskundigen, die (nog) werkzaam zijn in de beroepspraktijk, in bestuur en in projecten.

De Bruggenstichting zal zich inzetten voor het vastleggen van kennis over het ontwerpen en bouwen van bruggen in de meest ruime zin, alsmede voor de overdracht van relevante en 'state of the art' kennis, op de daartoe geëigende wijze, ten behoeve van het onderwijs en/of de beroepspraktijk. Hedendaagse onderwerpen als duurzaamheid en circulariteit zullen daarbij een belangrijk thema zijn.

De Bruggenstichting wil een (onpartijdig) materiaalafhankelijk platform bieden voor de beroepspraktijk en andere belanghebbenden voor onderwerpen, inclusief huidige en toekomstige ontwikkelingen, op het gebied van het ontwerpen plus het bouwen en onderhouden van bruggen. Waar nodig zal worden samengewerkt met andere partijen.

De Bruggenstichting blijft zich inzetten voor het behoud van het bruggenerfgoed van cultuur- historische waarde inclusief de documentatie van dit erfgoed. Dit betekent ook dat adviezen gevraagd en ongevraagd kunnen worden gegeven aan belanghebbenden.



RESTAURATIE VAN DE 3 BRUGGEN IN HARLINGEN

G. Jan Arends en Lilian Fopma



Stadsplattegrond Harlingen uit 1664.



2 Paardenbrug rond 1900; houten draaibrug; voorganger van de Oosterbrug (bron: BiHms).

De oude binnenstad van Harlingen wordt aan de oostzijde begrensd door de Noordoostsingel en de Zuidoostersingel. Dit water aan de oostzijde van Harlingen wordt op sommige kaarten aangeduid als het noordelijke deel van de Harlingervaart. Beide singeldelen worden gescheiden door de Franekertrekvaart, in oude bronnen ook wel aangeduid met Harlingertrekvaart. Rond deze kruising van waterwegen liggen drie beweegbare bruggen. Alle drie de bruggen hebben de status van Rijksmonument.



1 Situatie rond de drie bruggen (bron: Google).

De twee bruggen over de singels zijn uitgevoerd als ophaalbrug. Ze zijn vrijwel identiek voor wat betreft de constructie. De noordelijke brug over de Noordoostersingel is de Singelbrug (fig. 1). Deze verbindt het Franekereind met de Noorderkade. De zuidelijke ophaalbrug over de Zuidoostersingel is de Oosterbrug, die het Franekereind met de Franekertrekvaart verbindt. Aan de stadszijde van de voormalige trekvaart ligt de Franekereindsbrug, uitgevoerd als draaibrug.

DE OOSTERBRUG

De brug over de Zuidoostersingel ontbreekt op kaarten van rond 1600 maar ook uit kaarten uit bijvoorbeeld 1664 en 1838. Om vanuit de stad op de Trekweg langs de zuidelijke zijde van de trekvaart naar Franeker te komen, moest men een brug passeren die over de ingang van de trekvaart lag. Deze brug is op genoemde kaarten weergegeven. Waarschijnlijk is er kort na 1838 alsnog een houten draaibrug over de Noordoostsingel gebouwd. Deze brug werd de Paardenbrug (fig. 2) genoemd en verbond het Franekereind met de Franekertrekvaart.

De Paardenbrug was erg smal en zorgde voor veel oponthoud. De brug werd daarom in 1908 vervangen door een geklonken stalen ophaalbrug. Deze brug is gemaakt door de firma W.F. Penning uit Kampen, zoals op een op de hameestijl bevestigde plaat te lezen is (fig. 3).



3 Oosterbrug voor de verbreding in 1952 met oorspronkelijk hekwerk. (© MSH)

HOLLANDSE TYPE

Beide ophaalbruggen zijn uitgevoerd als enkele ophaalbrug van het Hollandse type. Bij dit type ligt het draaipunt van de balans boven de hameipoort. Om de brug te kunnen bewegen moet het draaipunt tevens iets achter de hameipoort liggen, dat wil zeggen iets verschoven in de richting van het contragewicht. De twee hameistijlen van het portaal zijn verbonden door een tralieligger, eigenlijk een viervoudig vakwerk van slanke hoekprofielen, waarvan de knooppunten zijn verbonden met een klinknagel (fig. 4). De bovenregel van de tralieligger is ten opzichte van de hoekprofielen een veel zwaarder I-profiel.

De tralieligger inclusief de bovenregel is met bouten aan de hameistijlen verbonden. Blijkbaar zijn de twee geklonken hameistijlen en de tralieligger ter plaatse met bouten in

Ontwerper was de toenmalige gemeente-architect P. van der Werf Jzn. De nieuwe brug werd aangeduid met Zuidoostersingelbrug of kortweg Oosterbrug en wordt aan beide zijden geflankeerd door twee aanbruggen met in baksteen gemetselde togen. Opvallend zijn bij deze brug de afsluithekken.

DE SINGELBRUG

In de 17^{de} eeuw werd er een brug gebouwd tussen het Franekereind en de noordelijke kade van de Franekertrekvaart. Op de kaart uit 1664 is te zien dat de Singelbrug waarschijnlijk was uitgevoerd als twee houten ophaalbruggen achter elkaar. De bruggen lijken niet in de eerste plaats te zijn bedoeld voor het doorlaten van schepen, maar voor het afsluiten van de stad. Zij hadden dus vooral een defensieve, militaire functie. Ook een kaart van de Harlingertrekvaart uit 1838 laat iets zien wat op een ophaalbrug lijkt. Rond 1900 lag hier een vaste brug met wat grotere doorvaarthoogte, waardoor deze brug de Hoogbrug werd genoemd. In 1911 kwam hier de huidige stalen ophaalbrug, vrijwel gelijk aan die over de Zuidoostsingel (fig. 4). Ook deze werd vervaardigd door de firma W.F. Penning te Kampen naar een ontwerp van de gemeentearchitect P. van der Werf Jzn. Aan beide zijden kreeg de ophaalbrug een betonnen gewelfbrug als aanbrug.



4 Singelbrug in 2015. (© Ars)



Gesloten afsluithekken Oosterbrug. (Ars)



↑↓ 5 a en b Oosterbrug: detail hameipoort met vakwerk hameiregel en draaipunt balans. (© Ars)

elkaar gezet. De hameistijlen zijn samengesteld uit twee U-profielen, ruggelings geklonken aan de flenzen van een H-profiel. De stijlen worden elk geschoord door twee slanke T-profielen als schoorstaven. Boven aan de beide hameistijlen zijn twee consoles gemonteerd, waarop een lagerstoel is geplaatst (fig.5.a en b). De balanspriemen draaien tussen deze lagerstoelen. De priemen zijn samengesteld uit een lijf van plaatstaal, waarop als flenzen vier hoekstalen zijn geklonken. Aan de uiteinden zijn de priemen afgerond en de hoekstalen rondgebogen, zodat de hoekstalen als het ware een gesloten omtrek rond het plaatstaal vormen. De beide priemen zijn op drie plaatsen onderling verbonden: aan de beide uiteinden en in de nabijheid van de draaias (tussen de draaias en het contragewicht). Tussen het contragewicht en de verbindingsregel nabij de draaias is een stabiliteitsverband gemonteerd van twee maal twee diagonalen (fig. 6). Hiervoor zijn hoekprofielen gebruikt. De uiteinden van de balanspriemen boven het val zijn onderling verbonden door een ronde staaf. Bij dit uiteinde is een scharnierconstructie gemonteerd waarmee de hangstangen zijn verbonden. De hangstangen zijn met het andere uiteinde verbonden aan het val. Het contragewicht met de ballast bevindt zich aan het van de brug afgekeerde uiteinde van de balans. Deze bestaat uit gietijzeren elementen, die zijn ingeklemd tussen twee I-profielen.



→ 6 Hameipoort Oosterbrug met balans. (© Ars)

VERBREIDING OOSTERBRUG

In 1952 werd de Oosterbrug ingrijpend aangepast. Het stalen val werd vervangen waarbij aan weerszijden voetpaden werden toegevoegd. Hierdoor werd de constructie zwaarder en daarmee ook het contragewicht in de balans (fig. 6). Boven het bestaande contragewicht werden nog eens twee I-profielen gemonteerd, waartussen gietijzeren gewichten werden geplaatst. Daarnaast is achter de onderste rij als extra ballast ook nog een betonnen balk geplaatst. Blijkbaar was de hameipoort en de balans sterk genoeg om het hogere gewicht te kunnen dragen. De hangstangen zijn wel verzwaard.

Oorspronkelijk waren de aanbruggen uitgevoerd als een staalconstructie met houten dek en ondersteund door bakstenen pijlers. In 1952 is deze constructie vervangen door betonnen pijlers met daaroverheen een betonnen plaat. Deze constructie is aan weerszijden aan het oog onttrokken door gemetselde bogen. Van een afstand gezien lijken de aanbruggen te zijn uitgevoerd als gewelfbruggen.

BEWEGINGSMECHANISME OPHAALBRUGGEN

De beide ophaalbruggen werden met een handbediende slinger bewogen. In de zuidelijke hameestijl is een tandwielstelsel met ketting geplaatst dat een rondsel aandreef. Dit rondsel grijpt in een getand kwadrant dat op het val is gemonteerd. Het getand kwadrant van de Oosterbrug is waarschijnlijk in 1952 versterkt met een opgelaste rib en aan de buitenzijde een hoekprofiel. Omdat het bewegen van de brug een zwaar werk was en ook niet zonder gevaar voor plotselinge terugslag, is in 2009 een hydraulische motor toegevoegd, verbonden met een tandwielkast (fig. 7). De hydromotor wordt via een wiel met de hand aangedreven. Dankzij deze 'motor' gaat het bewegen van de brug een stuk lichter en bovendien veiliger.

DE FRANEKEREINDSBRUG

Waar nu de Franekereindsbrug ligt, lag vroeger de stadsmuur met een water- en landpoort. Op een kaart uit 1665 worden deze aangeduid als Franeker Pijp en Poortje (fig.8).

Aan de stadszijde lijkt een vaste brug te liggen. Bij het slopen van de stadsmuur en de poorten is ook de overbrugging gesloopt. Om het Franekereind te passeren moest men gebruik maken van de iets westelijker gelegen Lammertwarnderbrug. Deze brug was in de 19^{de} eeuw gebouwd als een ongelijkarmige draaibrug met een geklonken ijzerconstructie.

De huidige ongelijkarmige draaibrug dateert van 1914 en moest de Lammertwarnderbrug vervangen (fig. 9).

De brug heeft een geklonken staalconstructie. Het draaipunt bevindt zich aan de zuidzijde (fig. 9). De brug is vervaardigd door de firma R. Koster in Stadskanaal. Aan weerszijden van de brug is naast de naamplaat van de fabrikant ook het wapen van Harlingen aangebracht (fig. 10a+b). In 1964 is er een plan geweest om de draaibrug te vervangen door een brede basculebrug. Dit is echter niet gerealiseerd.

De geklonken stalen plaatliggers hebben ter plaatse van het draaipunt een grotere hoogte dan bij het uitkragende deel. De brug draait rond een spil die op het zuidelijke landhoofd is geplaatst (fig. 10a).

Rond deze spil bevindt zich een cirkelvormige tandbaar. Langs deze tandbaar kan een aan de brug gemonteerd rondsel worden bewogen waardoor de brug open of dicht



8 Detail stadsplattegrond Harlingen uit 1664.



7 Bewegingswerk Oosterbrug met hydraulische motor; de balustrade dateert uit 1952 (© Ars)



9 Franekerse brug in 1930. (© MSH)

➤ 10.a Gerestaureerde draaikrans met spil van de Franekerse brug. (© dBdG)

→ 10.b Detail draaipunt Franekerse brug met gerestaureerde naamplaat oorspronkelijke bouwer en het wapen van Harlingen. (Ars)





11 Gerestaureerde en geconserveerd loopwiel van de Franekereindsbrug. (© dBdG)

draait. In het brugdek is een afsluitbare opening uitgespaard, waardoor via een tandwieloverbrenging het rondsel en daarmee de brug kan worden bewogen. De brug is handbediend. Op het rondsel kan een bedieningskruk worden geplaatst. Rond de cirkelvormige tandbaar ligt tevens een rolbaan. Hierover lopen vier aan de brug gemonteerde stalen wielen (fig. 11). In gesloten stand kan de brug aan de noordzijde worden opgezet. Onder de brug is daarvoor een opzetwerk gemonteerd.

BALUSTRADE

Rond en op de drie bruggen is een hekwerk aangebracht. Die op en nabij de Singelbrug en die rond en op Franekereindsbrug hebben thans dezelfde uitvoering. De afstand tussen

de stijlen is beurtelings kort en lang. Bij de lange afstand zijn drie regels aangebracht. Door de onderste en middelste regel lopen verticale stijlen. Bij de korte afstand is de middelste regel wat naar boven geplaatst. Eronder bevindt zich een patroon van een onderverdeelde gotische boog met op de top een kruis. De ontwerptekening van de Singelbrug laat een iets ander beeld zien, maar de definitieve tekening toont de huidige configuratie.

De ontwerptekening van de Franekereindsbrug toont een balustrade met afwisselend korte en lange hekwerken (fig. 12). De korte hekwerken bevatten een 'romaanse' boog. Twee van de drie tussenstijlen zijn voorzien van twee stel 'uitsteeksels'. Onder de boog wordt daarmee een soort lelie gevormd en

boven de boog een kruis.

De lange hekwerken hebben negen stijlen. Tussen de derde en de vijfde stijl is een kleine boog gemaakt met daartussen aan de middelste stijl een 'lelie' en daarboven een kruis. Op oude foto's is dit leuningwerk te zien maar bij een latere restauratie is dit hekwerk vervangen door een hekwerk gelijk aan dat van de Singelbrug.

Bij de Oosterbrug was in 1908 een balustrade geplaatst waar tussen de hoofdstijlen vier regels met spijlen waren gemonteerd. Door de spijlen en tussenregels liep een boog. Dit hekwerk is na 1952 vervangen door een eenvoudige balustrade met beurtelings korte en langere afstanden tussen de hoofdstijlen. De spijlen liggen iets verder uit elkaar dan die bij de Singelbrug en de Franekereindsbrug. Bij de korte afstanden is de bovenregel evenals bij die bruggen iets naar boven geschoven.

RESTAURATIE

Harlingen bevindt zich als kustplaats in een gebied met Corrosieklasse C5M. De conservering heeft het hiermee zwaar te verduren en zal derhalve een zeer hoge prestatie moeten leveren. Decennia lang bijwerken, overlagen en noodreparaties hebben uiteindelijk geresulteerd in een onderhoudsachterstand van de drie bruggen. De bruggen verkeerden rond 2010 in een matige tot slechte staat van onderhoud. Er was veel roestvorming te zien. Een grondige restauratie was hiermee noodzakelijk geworden.

De bruggen waren eigendom van de



12 Oorspronkelijk leuningwerk Franekereindsbrug (1960). (© MSH)



13.a Aanbrengen klinknagel. (© dBdG)

gemeente Harlingen. Omdat restauratie van deze Rijksmonumenten een forse aanslag deed op het gemeentebudget, werd besloten de bruggen in een stichting onder te brengen: de Monumentenstichting Harlingen. Op deze wijze was het gemakkelijker subsidie te verkrijgen.

De drie bruggen werden grondig geïnspecteerd. Er werden rapportages opgesteld en bijbehorende plannen van aanpak geschreven. Omdat de Oosterbrug verzaamd en niet meer in verhouding was, kwam daar ook nog wat engineering bij. Het gehele voortraject heeft een aantal jaren in beslag genomen.

Een restauratie kan op verschillende manieren benaderd worden. Als leidraad is hier de zogenaamde 'restauratieladder' gebruikt. Deze bestaat uit:

1. conserveren,
2. repareren,
3. vernieuwen.

Bij vernieuwen wordt onderscheid gemaakt tussen kopiëren, imiteren en verbeteren. Als stelregel geldt: restaureren is de ingreep beperken tot zo weinig als mogelijk en zoveel als noodzakelijk is. Alles wat enigszins behouden kon blijven, is gehandhaafd.

Bij een restauratie is het van belang om gericht stil te staan bij hetgeen dat nog goed is. Als men zich hier serieus rekenschap van geeft, zal het menigeen verbazen hoeveel delen van een brug die er haveloos uitzien 'eigenlijk best wel goed zijn'. Ons oog wordt

automatisch getrokken naar de slechte delen en dit kan een vertekend beeld geven. Op voorhand, dus nog met de vele lagen verf en roest, moet al een inschatting van de werkzaamheden worden gemaakt. Dit is inherent aan het restaureren en vergt ervaring, kennis en kunde.

Om bruggen goed te kunnen restaureren, moeten deze uitgenomen worden. Daarmee kunnen onbereikbare plaatsen bereikbaar worden en kan de restauratie bovendien plaats vinden onder ideale omstandigheden. Er kan om hoekjes gekeken worden als de brug haar vertrouwde plekje heeft verruild voor een werkplaats.

Pas na uitname en schoonstralen wordt inzichtelijk hoe de brug er werkelijk aan toe is. Dan zal blijken of de inschatting overeenkomt met de werkelijkheid. Daar waar sprake was van ernstige roestvorming zijn dan mogelijk gaten zichtbaar. Spleet- en putcorrosiegebieden tekenen zich scherp af tegen het omliggende (gezonde) staal.

KLINKEN EN LASSEN

Bij de restauratie zijn de drie bruggen losgemaakt van de onderbouw en op een ponton gehesen. Vervolgens zijn ze naar de constructiewerkplaats van De Boer & De Groot gebracht, alwaar de bruggen op vakkundige wijze zijn gerestaureerd. Daarbij is zoveel mogelijk het oude karakter van de bruggen gehandhaafd. Ook is gebruik gemaakt van oude technieken, zoals het klinken van de verbindingen (fig. 13.a en 13.b). Slechte stukken staal, buiten de

klinkverbindingen om, zijn vervangen door middel van uitslijpen en vervolgens inlassen van nieuwe stukken. Over het algemeen wordt de stelregel gehanteerd dat een materiaalverlies van circa 30% is toegestaan. Bij constructieve delen gaat dit in samenspraak met de constructeur en worden zo nodig extra voorzieningen getroffen. De lasbaarheid van honderd jaar oud staal blijft een punt van zorg en aandacht. Alhoewel moderne technieken als materiaalonderzoek en oneindig veel soorten lasmateriaal en -methoden tot onze beschikking staan, is en blijft de praktijk allesbepalend. De kundigheid van de smids-bankwerker, zijn of haar beoordeling van het smeltbad gedurende het lassen en het uiterlijk van de las zijn doorslaggevend voor het inzicht of er een goede verbinding tot stand is gebracht. Door lasnaden voor te bewerken en de lassen na te bewerken kunnen dergelijke ingrepen nagenoeg onzichtbaar worden uitgevoerd.

VERSTERKING OOSTERBRUG

De restauratie van de Oosterbrug viel voor een groot deel in categorie 3: vernieuwen. Zowel de hamei als de balans moesten verstevigd worden. De hameistijlen moesten worden voorzien van extra verstijvingsstrippen op de flenzen van de UNP's. Bij de balans moesten extra strippen aan de boven- en onderzijde van de samengestelde priemen worden aangebracht. Op de hameistijlen waren ter plaatste van de vereiste verstevigingen geen klinknagels aanwezig maar bij de balans was dit wel het geval. Daarom zijn de strippen van de hamei gelast en die van de balans geklonken (fig. 5.a en b).

Voor de balans had dit verregaande consequenties. De bestaande geklonken strippen moesten eraf gehaald worden. Dit hield in dat alle klinknagels over een lengte van 8 meter moesten worden verwijderd. De bestaande strip werd vervangen door een twee keer zo dikke strip en na het overnemen van de gaten en het preconserveren ervan zijn de nieuwe strippen weer door middel van klinknagels vastgezet.



13.b klinken: op de gloeiend hete steel wordt een kop 'gestuikt' (© dBdG)



14 Verzwaard contragewicht Oosterbrug. (© Ars)

Ook bij het ontwerp van de nieuwe ballastkist, moesten er een aantal lastige afwegingen gemaakt worden (fig. 14). Naast constructieve veiligheid spelen esthetiek en de conservering een grote rol. Hoe zorg je dat de balans haar slanke silhouet weer terugkrijgt, passend in het geheel en zonder gekunsteld te zijn?

Door de kist niet rechtstreeks tegen de priemen aan te monteren maar op de oorspronkelijke wijze met hoeklijnen met daar tussenin de geklonken INP's en een gepaste afstand van de priemen werd een situatie verkregen die aan alle drie criteria voldeed. Bovendien geeft het resultaat het gevoel dat het nooit anders geweest is. Een minder geslaagde wijziging in het verleden is daarmee ongedaan gemaakt.

RESTAURATIE BEWEGINGSWERKEN

Bij een restauratie van een brug speelt het bewegingswerk en het eventuele opzetwerk een prominente rol. Het zijn allemaal gemonteerde en dus demontabele verbindingen en bijna vanzelfsprekend, op eventuele eerdere reparaties na, met uitsluitend Engelse maatvoering. Niet alles lijkt door de ogen van nu bekeken even logisch uitgevoerd in het verleden. Toch is er vroeger goed over nagedacht en komen we een aantal vernuftige systemen tegen. De deksels van de lagerhuizen zijn bijvoorbeeld gemonteerd met bouten met een vierkante kop die aan de onderzijde van het lagerhuis

ingestoken worden en deze vallen op hun beurt weer in een vierkante uitsparing, hiermee wordt simpelweg voorkomen dat de bouten meedraaien tijdens de bevestiging van het deksel. De bouten verwijderen is al een hele klus, maar nog belangrijker is dat de bouten op dezelfde plek en in dezelfde positie terug worden gemonteerd. Alles is letterlijk met de hand gemaakt en heeft zijn eigen unieke plekje. Vanwege het feit dat de bouten van staal zijn en de lagerhuizen van gietijzer, worden de bouten (op de schroefdraad na gestraald en geschoopeerd; ook de gaten in de huizen kunnen dan geconserveerd worden. Corrosie zal in de toekomst hierdoor weinig kans krijgen. Engelse bouten, moeren en schroeven zijn nog steeds in de handel verkrijgbaar. In de restauratie maken we hier dan ook dankbaar gebruik van.

Alle lagers van de bruggen bestaan uitsluitend uit bronzen glijlagers, vanzelfsprekend waren deze uitgesleten en moesten ze gereviseerd worden. Met vernuftige oplossingen konden alle lagers worden hergebruikt.

Een mooi voorbeeld van de hiervoor genoemde stelregel 'zo weinig als mogelijk en zoveel als noodzakelijk' is de draaikrans van de Franekereindsbrug (fig. 10.a, blz.29). Deze was plaatselijk uitgesleten. Door de positie van de kranen een derde te draaien, schoven de sterk versleten tanden op en konden de ongebruikte tanden benut worden. Hierdoor



↑ 16.a en b Bewegingswerk Singelbrug. (© dBdG)

kon de tandkrans behouden blijven en werd met machinaal nabewerken in combinatie met een nieuw rondsel feitelijk weer een 'nieuwe' situatie verkregen. De keuze om alle drie bruggen (semi) handbediend te laten, is een uitzonderlijke en verdient alle lof en respect. Het watererfgoed wordt op deze wijze ook werkelijk als zodanig beleefd. Brugwachters draaiend aan een handwiel of rondjes lopend achter een bedieningskruk doet menigeen stilstaan bij de tijd van toen. In het publieke domein wordt iets van nostalgie ervaren.

RESTAURATIE BALUSTRADE

Het hekwerk bij de Singelbrug heeft zijn oorspronkelijke vorm behouden. Bij de Franekereindsbrug is het bestaande hekwerk gelijk aan dat van de Singelbrug gehouden. Er is hier niet gekozen voor het terugbrengen van een hekwerk met de oorspronkelijke vormgeving.

Bij de Oosterbrug is er een keuze tussen:

1. handhaven van het bestaande hekwerk uit 1952,
2. terugbrengen van het hekwerk volgens de oorspronkelijke vormgeving uit 1908, of
3. plaatsen van een nieuw hekwerk met dezelfde vormgeving als dat van de Singelbrug en thans ook de Franekereindsbrug.

In het laatste geval zou de totale balustrade rond de drie bruggen één geheel vormen. Het bestaande hekwerk uit 1952 was duidelijk



17 Opnieuw gemaakte lantaarn en balustrade (rechts) bij de Oosterbrug volgens oorspronkelijk ontwerp. Rechts van de lantaarn, voor de balustrade een afsluithek aan de Franekereind zijde. (© Ars)

minder fraai dan de beide andere. Uiteindelijk is er voor gekozen om het uiterlijk van het oorspronkelijke hekwerk uit 1908 terug te brengen (fig. 17).

Datzelfde geldt voor de straatverlichting op de Oosterbrug. De oorspronkelijke verlichting was verdwenen, maar men heeft deze zo goed mogelijk nagemaakt vanaf oude tekeningen en foto's. De fraaie nieuwe lantaarnpalen op de Oosterbrug zijn van geklonken staal, die op de Singelbrug en de Franekereindsbrug zijn van gietijzer. Alle onderdelen zijn van een nieuwe, moderne conservering voorzien. In 1916 werd als eerste de Franekereindsbrug gerestaureerd (fig. 18). Het jaar daarop volgde de Oosterbrug en in 2018 de Singelbrug. Laatstgenoemde brug is onlangs teruggeplaatst.

Met de restauratie is het aanzien van dit stukje Harlingen aanzienlijk verbeterd. Waar tot voor kort de roest zich steeds meer door het wit kleurde, vertonen de bruggen nu een stralende schoonheid. Adequaat onderhoud moet echter voorkomen dat dit beeld te spoedig en te veel wordt aangetast.



18 Franekereindsbrug na de restauratie. (© dBdG)

VERANTWOORDING

Bij het schrijven van dit artikel is deels gebruik gemaakt van het boekje

- BiHms: A. Visser e.a. (red.), Bruggen in Harlingen mien stadsje, Harlingen 2011, ISBN: 978-94-91276-02-6.
De oude foto's zijn ter beschikking gesteld door
- MSH: de Monumentenstichting Harlingen, en
- RM: <https://www.rijksmuseum.nl/nl/mijn/verzamelingen/11713--anton-wegman/friesland/objecten#/RP-F-2001-17-12-90,2>.

De nieuwe foto's zijn deels van

- dBdG: De Boer & De Groot, en deels van
- Ars: G. Jan Arends.



DE

Geri van Itterum

LEEUEWBRUG

De Leeuwebrug aan de Koornmarkt te Delft bestaat 350 jaar. Althans als we uitgaan van het jaartal 1668 dat op de brug staat vermeld. Maar was dit wel het bouwjaar? Ook de naam lijkt voor de hand te liggen, getuige de leeuwenkoppen op de middenpijler van de brug. Toch zijn die er pas eind vorige eeuw aangebracht. De brug lag jarenlang in het economisch centrum van Delft tussen de bierbrouwerijen. Nu ligt hij in rustiger vaarwater en vormt met zijn twee fraaie bogen een inspiratiebron voor schilders en wordt daarom ook wel 'de Romeinse brug' genoemd.

De Leeuwebrug verbindt de beide zijden van de Koornmarkt. Ook de gracht die hij overspant heeft deze naam.

DELVEN, DELF, DELFT

De Leeuwebrug verbindt de beide zijden van de Koornmarkt. Ook de gracht die hij overspant heeft deze naam. Deze Koornmarkt maakt deel uit van een noord-zuid waterverbinding door het centrum van de stad die in de 12-de eeuw werd gedolven en de naam Nieuwe Delf kreeg. Hij lag parallel aan een al eerder gedolven afwateringssloot, nog geen 100 meter ten westen ervan, de Delf, die vervolgens Oude Delf ging heten. Tussen deze beide sloten ontstond de nederzetting Delf. De "t" werd er pas in de 16-de eeuw aan toegevoegd. De naam Nieuwe Delf raakte in onbruik. Het water kreeg van noord naar zuid achtereenvolgens de namen Voorstraat, Hypopolitusbuurt, Korenmarkt en Lange Geer.

DELFT AAN ZEE

Delft ontstond als veenontginnersdorp. Het lag logistiek ongelukkig midden in het veen zonder verbinding over water met andere plaatsen. Al vrij snel kwam daar verandering in. Er werd al in de 11-de eeuw een kanaal gegraven die de Delf met de Schie verbond aan de zuidzijde en eind 12-de eeuw een kanaal aan de noordzijde die het dorp met de Vliet bij Rijswijk verbond. Zo kon het dorp zich tot een handelscentrum ontwikkelen en kreeg het in 1246 stadsrechten. Maar Delft wilde meer.

Het hinderde de Delftenaren dat ze via de Schie tol moesten betalen aan Schiedam. Ze konden weliswaar via een verbindingskanaal, de Rotterdamse Schie, naar Rotterdam varen,

maar dan moesten ze tol aan de Rotterdammers betalen. Ze wilden daarom een eigen kanaal naar de Merwede. En dat kwam er in 1391, van Overschie naar wat Delfshaven zou worden. Er kwam zelfs een kantoor van de VOC in Delft en men liet tientallen schepen bouwen die naar de Oost voeren.

BIERSTAD

Terug naar de Koornmarkt en de Leeuwebrug. Die brug lag er toch al eerder dan 1668. Op de kaart van Blaeu uit 1652 staat hij aangegeven en ook op de oudst bekende kaart uit 1536 is al een brug getekend op dezelfde plek. Het kan ook haast niet anders of er waren meerdere bruggen over de gracht waar het bruide van de activiteiten. Zoals de naam van de gracht aangeeft, werd er graan verhandeld. De voornaamste bestemming was daar bier van te brouwen. Rond 1500 waren er circa 200 brouwerijen in Delft, waarvan tientallen aan de Koornmarkt. Delft was Gouda voorbijgestreefd als grootste bierproducent van Holland. De consumptie per hoofd van de bevolking bedroeg 200 liter per jaar (nu is die 70 liter). Bier was namelijk een alternatief voor water, waar je goed ziek van kon worden. Het alcoholpercentage was wel een stuk lager dan nu.

LEVEN IN DE BROUWERIJ

De bierbrouwers waren invloedrijke personen in Delft en zaten ook in het stadsbestuur. Ze deden er alles aan om het water zo schoon mogelijk te houden en wisten de vervuilende lakenindustrie in te tomen. De hausse in de bierindustrie trok ook avonturiers aan. De bekende schilder Jan Steen was er zo één. Hij woonde korte tijd in Delft, niet ver van de Koornmarkt (1654-1657) en bestierde daar een herberg annex brouwerij. De zaak liep niet goed en zijn vrouw klaagde dat het er zo stil was, waarop Jan Steen zei: ik zal wel wat leven in de brouwerij brengen en hij kocht een paar levende eenden en liet deze vervolgens rondzwemmen in de ketel van zijn brouwerij. Het gevolg laat zich raden. Zo zou de uitdrukking "leven in de brouwerij brengen" zijn ontstaan.



Zb de naamsteen in de kade aan de westzijde



3 De ligging van de brug (google earth), met midden onder de haven.

SCHEEPVAARTHINDERNISSEN

Delft had weliswaar een goede verbinding met Rotterdam, maar de doorgaande scheepvaart richting Den Haag en Leiden had wel een probleem. In de eerste plaats werd er tol geheven voor elk schip dat Delft binnenvoer. Daarnaast waren er fysieke hindernissen. Over de grachten in de stad lagen lage, vaste bruggen die de doorvaarthoogte beperkten. Rondom de stadsmuur lag weliswaar een bevaarbare gracht, maar die had een verdedigingsfunctie en het scheepvaartverkeer werd hier bemoeilijkt door palissades. Ook stuwen voor het regelen van het waterpeil zaten de scheepvaart in de weg. Zo lag er een hinderdam in de Vliet vlak ten noorden van Delft. De scheepvaart naar Leiden werd nagenoeg onmogelijk gemaakt door de Leidschendam. De concurrerende steden Gouda en Dordrecht wisten tot halverwege de 17-de eeuw, soms met geweld, te voorkomen dat hierin een sluis werd aangelegd (zie *BRUGGEN* nr.3 september 2017, pagina 18). De belemmeringen om over de stadssingels te varen werden geleidelijk aan verminderd, maar pas in de Franse tijd werd de tol opgeheven. Echte verbetering van de doorvaart kwam er pas met de aanleg van het Rijn-Schiekanaal in 1894.

DELFT, OVERSTAPPLAATS

In de 17-de eeuw kwam het openbaar vervoer met trekschuiten op gang. Vanuit Delft kwamen er lijndiensten op Rotterdam en Den Haag. Het waren drukke diensten. In 1639 reisden er circa 300 mensen per dag zowel naar Rotterdam (vanaf de haven aan de zuidzijde van de stad bij de Rotterdamse poort) als naar Den Haag (vanaf de kade aan de noordzijde bij de Haagse poort). Doorgaande passagiers moesten overstappen en dus door de hele stad lopen. Een deel van de passagiers zal dan ook over de Koorstraat gelopen zijn. Als dat lukte tenminste, want in de geschiedenis en verklaring van straatnamen in Delft staat bij Koorstraat het volgende citaat van Reinier Boitet uit 1729: 'dat het op de Koorenmarkt van allerlei kooplieden krioelden, want alle brouwers, koorenkoopers, koorenmouters, en makelaars plegen hier in zo grooten getal driemaal per week te vergaderen dat zij de geheele straat vulden en bijna ongangbaar maakten'.

VAN BROUWERIJ TOT HOTEL

Toen de trekvaart opkwam, was de bierproductie al over zijn hoogtepunt heen en in de

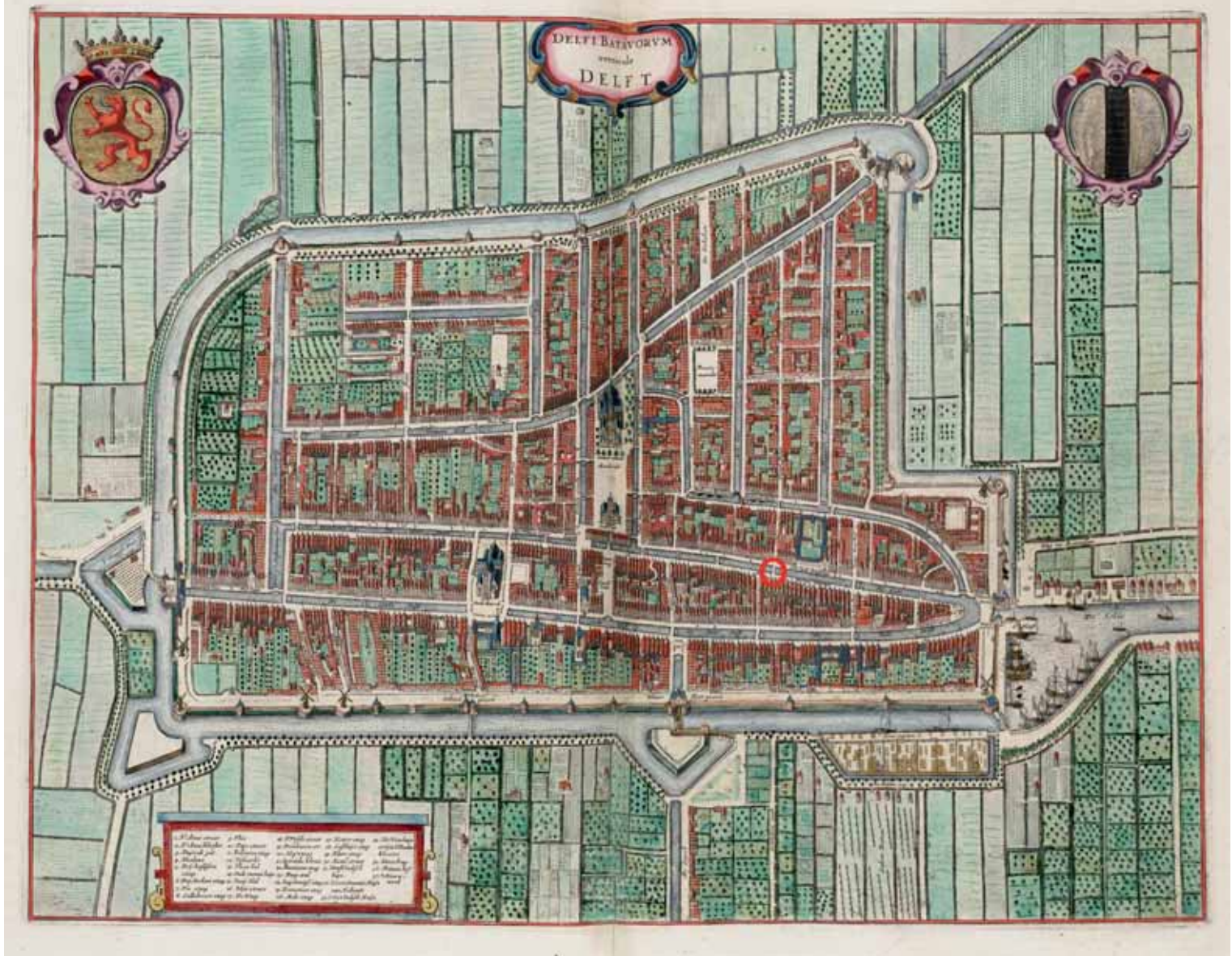
18-de eeuw waren er weinig brouwerijen meer over. De panden aan de Koorstraat kregen een andere bestemming. Dat kon van alles zijn. Op de website 'Achter de gevels van Delft' is de historie van veel panden in Delft nauwkeurig beschreven. We nemen als voorbeeld Koorstraat nummer 16 tegenover de brug aan de westkant. De panden van de voormalige brouwerij werden achtereenvolgens betrokken door een chirurgijn, waarschijnlijk werkzaam in het belendende gasthuis, meester Claes de 'taelspreker' (een advocaat), een kistenmaker, een zijdekoopman, een wijnkoper en een kruidenier. Eind 18-de eeuw kwam er een jeneverstokerij in. Die ging failliet. Het pand werd vervolgens een woonhuis, waar onder anderen kolonel Frederik Carel List woonde die later nog minister van oorlog zou worden. In 1838 kwam er korte tijd een kostschool annex school voor middelbaar onderwijs, gevolgd door een opleiding voor Indische ambtenaren. In 1875 trok er een fotostudio in, gevolgd door een schipperskantoor en later weer een boekhoudkantoor. In 1918 betrok een aannemer het pand, tot 1977, toen het verbouwd werd tot het huidige hotel Leeuwenbrug.

LEEUVENLOOS TIJDPERK

Het hotel noemde zich Leeuwenbrug, met een 'n', naar de naastliggende brug. Daarop waren echter op dat moment geen leeuwenkoppen te zien. In 1668 had de brug een gemetselde balustrade waar op elk van de kopse kanten een leeuwenkop was geplaatst. In de 18-de eeuw werd deze balustrade vervangen door een ijzeren hekwerk. De leeuwtjes verdwenen tijdens deze actie. De eigenaar van het hotel vond dit een gemis en ter gelegenheid van het tienjarig bestaan in 1989 schonk hij de brug twee leeuwtjes.

RUSTIG VAARWATER

De brug is in eigendom en beheer van de gemeente Delft en is een rijksmonument. Het is een trapjesbrug en daarmee alleen toegankelijk voor voetgangers. Het is er niet druk, want hij maakt geen onderdeel uit van een doorgaande weg. Hij ligt in het verlengde van de Huytersstraat, vernoemd naar een invloedrijke familie uit de 16-de eeuw. Het huidige scheepvaartverkeer bestaat vrijwel alleen uit rondvaartboten die een paar keer daags met toeristen een rondje door de grachten varen. Verder zijn alleen ongemotoriseerde vaartuigen toegestaan in het stadscentrum. Delft wil ook geen bierboten met feestgangers door de stad laten varen. Op zich merkwaardig voor een plaats die eens de grootste bierstad van Holland was.



4 Kaart van Delft uit 1649 van Blaeu



5 Kaart van de drie Schieën uit 1512, maker onbekend. Links beneden ligt Overschie. Van hieruit splitste de Schie, die van de linkerbenedenhoek uit de richting van Delft komt (achter de kijker dus) zich in drie takken. Linksaf naar Rotterdam, rechtsaf naar Schiedam en om Overschie heen rechtdoor naar Delfshaven.



BRONNEN

- Stef van der Gaag, 2015, Historische atlas van Delft
- Jaap Evert Abrahamse e.a., 2016, Atlas van de Schie
- P.C.J. van de Krogt, 1985, Geschiedenis en verklaring van straatnamen in Delft
- Egbert de Kuyper, 1996, wandelen door oud Delft
- Gerrit Verhoeven, 2015, De derde stad van Holland, geschiedenis van Delft tot 1795
- Ingrid van der Vlis, 2016, Vooruit met veel verleden, geschiedenis van Delft vanaf 1795
- Jos Hilkhuijsen e.a, Ach lieve tijd, 750 jaar Delft en de Delftenaren
- Wim Weve, 2009, Het water geblokkeerd, Delft 11-1
- www.achterdegevelsvandelft.nl
- www.wikidelft.nl
- Gertjan van der Harst, Monumentenzorg en bouwkwaliteit gemeente Delft

↑ 6 Gezicht op Delft van Johannes Vermeer (ca 1660). Te zien is hoe schepen aangemeerd liggen in de Stadscolk aan de zuidzijde van de stad. Deze kolk was als haven aangelegd in 1620. In het midden de Schiedamsche poort en rechts daarvan de Rotterdamse poort. Ertussen de doorgang naar onder meer de Koornmarkt. Op de achtergrond de toren van de Nieuwe kerk. Links op de voorgrond is een trekschuit te zien. De dienst op Rotterdam was enkele jaren eerder (in 1655) gestart. Aan de kade zogenaamde kromstevens. De lading van de VOC schepen werd op deze binnenvaartschepen overgeladen. Rechts een tweetal vissersschepen (zgn. haringbuizen).

→ 7 De Leeuwebrug geschilderd door J.J. van de Stap (1874-1940).



Raad van Advies

ARUP



ProRail





Bridge Techniek bemiddelt
werktuigbouwkundige en elektrotechnische
monteurs voor bruggen en sluisen

BRIDGE TECHNIEK: DE BRUG NAAR CONTINUÏTEIT

Plaza 24D | 4782 SK Moerdijk | T (078) 629 55 36 | E info@bridgebv.com | I www.bridgebv.com

VIERING 150 JAAR SPOORBRUG OVER DE LEK BIJ CULEMBORG

Vanaf 1860 kwam de spoorwegaanleg in staatshanden. De trajectkeuze was van belang voor de economische ontwikkeling van de aan de spoorlijn grenzende gebieden. In de lijn Utrecht – 's-Hertogenbosch werd één van de bruggen gebouwd bij Culemborg. Daar werd ook een locomotiefloods gebouwd. Die huisvestte een locomotief die de zware goederentreinen hielp om tegen de steile helling van de Lekbrug op te komen. De brug kreeg één overspanning van 157 meter met pijlers op de oevers. Op 11-8-1868 was de feestelijke opening van de brug.

De viering van het 150 jarig bestaan is in handen van de stichting 'De Gelderland'. Het programma bestaat uit een educatieweek die in mei jl. werd gehouden. In de zomermaanden worden de resultaten van verschillende gehouden wedstrijden in de Gelderlandfabriek



ten ton gesteld en er zijn bestaande kunstwerken van de spoorbrug te zien. Deze zijn geleend van verschillende eigenaars.

Tot slot is er een muzikaal weekend waarin een soundscape rond de thema's bruggen en treinen wordt gepresenteerd. Er zijn ook jam jazzconcerten, een masterclass, een concert

waarin proza, poëzie en muziek met elkaar samensmelten en zodoende een brug slaan tot het creëren van een nieuwe kunstvorm. Kortom, een verrassend gebeuren in Culemborg. Op de website van De Gelderlandfabriek is alle informatie over de verschillende activiteiten te vinden. www.degelderlandfabriek.nl

