

08117 258

BOUWEN MET

vakblad over staal en staalconstructies

STAAL



Zoekt u een betrouwbare partner op het gebied van werktuigbouwkundige werkzaamheden langs weg en water?

Dan bent u bij ons aan het juiste adres

Knook Staal en Machinebouw heeft decennialang ervaring op het gebied van staal- en werktuigbouwkundige installaties voor de Inframarkt, zoals vaste en beweegbare bruggen, sluizen, stuwen en verkeersportalen. De activiteiten die wij op dit gebied uitvoeren, zijn: Ontwerpen, Engineering, Fabricage, Montage, Renovatie, Restauratie, Onderhoud en het uitvoeren van inspecties met rapportages en verbetervoorstellen.

Vanzelfsprekend zijn wij ISO 9001-2008, NEN-EN 1090-1, executieklasse 4, NEN-EN 3834 en VCA** gecertificeerd



Knook Staal en Machinebouw

Appelweg 1, 4782 PX Moerdijk | Telefoon +31 (0)168 41 29 50 | Email info@knookstaal.nl

www.knookstaal.nl

SMART STEEL met TEKLA STRUCTURES

Ontwerp, robotisering en montage.

Door inzet van CAD, BIM en
CAM stroomlijnt u uw ontwerp,
detaillering, fabricage én montage.



Tekla Structures is BIM-ontwerpssoftware voor staalbouwers en ingenieurs. De software onderscheidt zich in snelheid, eenvoud én nauwkeurigheid op het gebied van het modelleren van staal, beton en hout.

0316 200 000
construsoft.com



CONSTRUSOFT

ISSN 0166-6363.

Uitgever Marco Pauw.

Redactie Paul van Deelen • Henk Orsel • Marco Pauw.

Medewerker Cor van Eldik • Hans Emeis.

Redactieraad dr.ir. R. Abspoel, TU Delft • W. Borgstein, Tata Steel • ir. M.F.I. Braem, Croes • M. Derks, Coatinc • ir. Y. van Diermen, Pieters Bouwtechniek • mw. E. Dolkemade, KOers/TU Eindhoven • P. ter Haar, Zinkinfo Benelux • ir. M. Horikx, Hogeschool van Amsterdam • G.J. Kannekens, Severfield • ir. F. Maatje (voorzitter), Bouwen met Staal • ir. K. Oosterman, ZJA • ing. R. Roef, Construsoft • ing. J. Seinen, Rijkswaterstaat • R. den Toom, SNS • mw. A. van Stiphout, Jack Muller • ir. L.I. Vákár, Movares • ing. F.E. Vasquez, DumeboDWS • T.S. Wolekamp MSc, BAM Infra Consult.

Redactie en administratie Bouwen met Staal • Louis Braillelaan 80 • 2719 EK • Zoetermeer • tel. (088) 353 12 12 • bms@bouwenmetstaal.nl.

Advertenties Advercom • Teding van Berkhoutstraat 88 zw • 2032 LN Haarlem • tel. (023) 737 07 96/06-24 68 52 25 • edejong@advercom.nl • www.advercom.nl.

Vormgeving Banee Design, Rotterdam • www.banee-design.nl.

Druk Veldhuis Media, Raalte • www.veldhuismedia.nl.

Vrijwaring Uitgever, redactie en samensteller verklaren dat de inhoud van dit vakblad zorgvuldig en naar beste weten is samengesteld. Zij aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, als gevolg van handelingen en/of beslissingen die zijn gebaseerd op de geboden informatie.

Abonnementen 2017 Binnenland € 66; buitenland € 91; studenten € 20 (via Staalkaarhouder); losse nummers € 21 (prijzen incl. btw). Annuleren voor 2018 is mogelijk tot 1 december 2017. Een abonnement is ook verkrijgbaar als onderdeel van het lidmaatschap van Bouwen met Staal. Abonnees hebben geen toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad.

Lidmaatschap Bouwen met Staal Het lidmaatschap geeft recht op één of meer abonnementen op het vakblad *Bouwen met Staal* en gratis deelname aan avondsessies. Als (bedrijfs)lid ontvangt u ook korting op studiedagen, excursies en op andere producten en diensten van Bouwen met Staal (zoals publicaties, cursussen, opleidingen en de Nationale Staalbouwdag). Bovendien krijgt elk lid toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad (online bladermodule en als App) en het archief (online) dat per artikel kan worden geraadpleegd via bijvoorbeeld auteur, onderwerp of trefwoord.

Meer informatie en aanmelding(en) www.vakbladbouwenmetstaal.nl.

Foto cover en p. 3 (links) Onbekend.

Foto p. 2 Mei architects and planners • www.mei-arch.eu.

Foto p. 3 (rechts) ndr/Hanse Staalbouw • www.ndrk.nl/www.hansestaalbouw.nl.

Foto p. 7 (Michiel Visscher) Laura Nieuwenhuis • www.lauranieuwenhuis.nl.



04 | RUBRIEKEN

04 NIEUWS

07 MICHIEL #2

Waartoe is de constructeur op aarde...?

52 JURIDISCHE ZAKEN (4): HET RETENTIERECHT
(On)handig retentierecht

R.J. Versteeg

56 IN MEMORIAM

Hans Elstgeest (1955-2017)

Jan Brekelmans (1951-2017)

**10 | ZANDHAZENBRUG****44 | PROJECTEN**

- 10 SPOORBRUG ZANDHAZENBRUG, MUIDERBERG
(1): ONTWERPOVERWEGING
Over een rivier van asfalt
M. Heesen en R. Top
- 14 (2): CONSTRUCTIEF ONTWERP
Geboorte van een boogbrug
P.J.C. van Lierop en W.P.J. Langedijk
- 22 (3): UITVOERING
Schip over het land
B. Cools en W. Hoeckman
- 34 (4): WINDDYNAMICA
Trilling in harmonie met demping
B.M.I. van Korten

- 40 BEDRIJFGEBOUW SIF GROUP,
TWEDE MAASVLAKTE, ROTTERDAM
Insteken op capaciteit
G.A.J.M. Meesters, M. Platje en A.A.J. Luiten
- 44 WONEN MET STAAL (68): WONING GEBRAAD,
MELISSANT
Beproefd basisprincipe
P.F. van Deelen
- 50 DUURZAAMHEID
**Gestandaardiseerde hal met terugkoop-
garantie**



Met een integraal ontwerpteam vanaf start project, waarin alle benodigde kennis (constructie, dynamica, spoor, architectuur, bouwmethode en geluidsemissie) wordt opgenomen, is het gelukt om één van de grootste stalen spoorboogbruggen in Europa te realiseren met minimale omgevingshinder.

ir. P.J.C. van Lierop en ir. W.P.J. Langedijk RO

Pieter van Lierop is ontwerp Leider SAAone en Walter Langedijk is hoofdconstructeur SAAone en werken beiden bij Ivi-Infra in Haarlem.

Het project SAA-A1/A6 Diemen-Almere Havendreef (SAA = Schiphol-Amsterdam-Almere) is onderdeel van de grootschalige verbreding van de corridor Schiphol-Amsterdam-Almere. Sinds een aantal jaar is Rijkswaterstaat de snelwegen in dit traject aan het uitbreiden met als doel om de verkeersdoorstroming te verbeteren. Tegelijkertijd verbetert Rijkswaterstaat de leefbaarheid van het gebied. De werkzaamheden van SAA worden uitgevoerd op basis van een DBFM-contract, door SAAone, een combinatie van Volker-

Wessels, Boskalis, Hochtief en DIF. Onderdeel van het project is de nieuwe spoorbrug over de A1, in de buurt van verkeersknooppunt Muiderberg. Omdat het aantal rijstroken op deze locatie zal worden verdubbeld, moet het bestaande betonnen spoorwegviaduct, die de weg onder een hoek van $\pm 27^\circ$ kruist, worden vervangen door een nieuwe stalen spoorbrug. Om aanpassing van de rijstroken in de toekomst mogelijk te maken, moet de brug met één enkele overspanning worden uitgevoerd.

De ligging van het spoor mag niet worden gewijzigd en tijdens de bouw van de brug moet hinder van het wegverkeer, alsmede het treinverkeer, worden teruggebracht tot een minimum. Er zijn slechts twee korte buitendienststellingen van het spoor (van maximaal 52 uur en 120 uur) en slechts één kortdurende afsluiting van de rijweg toegestaan. Om aan deze eisen te kunnen voldoen, ligt tijdens het ontwerpproces de focus op de assemblage- en montagemethode.

Bouwmethode

De aangewezen bouwmethode, conform het referentieontwerp van RWS, bestaat uit het bouwen van een tijdelijke bypass van de spoorlijn parallel aan de bestaande spoorbrug. Zo kan de bestaande brug worden afgebroken en de nieuwe brug op de bestaande positie worden gebouwd. Het nadeel is dat de treinen gedurende de bouw



Tijdelijke bypass van de spoorlijn parallel aan de bestaande spoorbrug.

met beperkte snelheid moeten rijden, wat leidt tot extra hinder van het treinverkeer. In de tenderfase leidt een variantenstudie tot een alternatieve bouwmethode met minder verkeershinder. Daarbij wordt de bestaande brug in bedrijf gehouden, terwijl de nieuwe brug wordt geassembleerd langs de snelweg en evenwijdig aan de spoorlijn. De brug (± 8.500 ton staal, met inbegrip van de wapening en bekisting van het betonnen dek) wordt met SPMT's in zijn geheel over de snelweg getransporteerd naar een tijdelijke positie parallel aan de huidige brug. Om de nieuwe landhoofden te kunnen bouwen onder de bestaande spoorlijn, moeten tijdelijke hulpbruggen worden geplaatst. Nadat de nieuwe stalen brug boven de snelweg is geplaatst, wordt het betonnen dek gestort en het ballastbed en alle spoorvoorzieningen aangebracht. In een buitendienststelling van een lang weekend wordt de oude brug gesloopt en de nieuwe brug (met een totaalgewicht van ± 15.000 ton) op een schuifbaan naar zijn definitieve positie verschoven. Het gevolg van deze methode is dat de brug een overspanningslengte van minimaal 255 m moet krijgen opdat de landhoofden van de nieuwe brug achter de bestaande landhoofden kunnen worden gebouwd. Vanwege de grote lengte in combinatie met de vereiste slankheid van de hoofdliggers en bogen worden deze vervaardigd uit S460.

Hierdoor kan het gewicht van de brug beperkt blijven en is het mogelijk om de brug over de snelweg te transporteren. De staalconstructie wordt in delen geprefabriceerd in België. Om de verkeershinder zoveel mogelijk te beperken, vindt het transport van de prefab delen naar de bouwplaats in de nacht plaats, zonder extra wegafsluitingen. Om dit mogelijk te maken, moet elk brugdeel passen in een envelop van $3 \times 4 \times 20$ m en niet meer wegen dan 100 ton. Alleen de booggeboortes worden vanwege hun gewicht en grootte via het water aangevoerd tot de Hollandse Brug en met een speciaal transport naar de bouwplaats gereden.

Geluidsafstraling

Omdat de brug direct naast een woongebied ligt, gelden strenge eisen aan de geluidafstraling van de brug. Mede daarom is besloten om de brug te voorzien van een geluiddempend staal-beton dek, met daarop een geluidsabsorberend ballastbed. Door de hoofdliggers ruim een meter boven het spoor uit te laten steken, wordt het luchtgeluid gedeeltelijk gereflecteerd. De buitenste lijfplaat van de hoofdliggers is geknikt, waardoor hinderlijke geluidfrequenties worden voorkomen. Om de effectiviteit van deze ontwerpkeuzen rekenkundig te onderbouwen, is reeds in de tenderfase adviesbureau Peutz betrokken. Op basis van FEM-berekeningen

is de trillingresponsie en het afgestraald geluidvermogen van de brug bepaald. Voor de invoering van de trillingsexcitatie door treinpassages is een tweede FEM-model opgesteld op basis van een referentiebrug, de IJsselspoorbrug tussen Zwolle en Hattem waaraan bij verschillende treintypen trillingen en geluidmetingen zijn verricht. De berekeningen tonen aan dat de brug zich in theorie stiller zal gedragen dan vereist, een conclusie die later met geluidmetingen ook daadwerkelijk kan worden geverifieerd.

S460

Zoals eerder aangegeven is toepassing van S460 voor de hoofdliggers en bogen noodzakelijk. De keuze voor S355 in combinatie met de vereiste slankheid van de brug zou leiden tot ontoelaatbare plaatdiktes en een te hoog transportgewicht. Volgens de huidige ontwerprichtlijn van ProRail is het echter niet toegestaan om staalsoorten hoger dan S355 toe te passen. Redenen hiervoor zijn de wens voor het verkrijgen van een robuuster brugontwerp en het beperken van het risico op lasfouten tijdens fabricage- en herstelwerkzaamheden van de brug. Laatstgenoemde heeft geleid tot het gebruik van S355 voor de relatief aanrijdgevoelige dwarsdragers van het dek. In overleg met ProRail is besloten om voor een betere lasbaarheid thermomechanisch gewalst staal S460M/ML toe te