LEIDINGENBRUG MOUNT COFFEE, LIBERIA

Klassieker met moderne middelen

Staalbouwer Dijkstaal uit Maassluis leverde aan DENYS Engineers & Contractors uit Moerdijk een compacte en strakke brug op voor een transportleiding in Liberia, West-Afrika. De brug is geheel geprefabriceerd en in containers vervoerd en ter plaatse in elkaar gebouwd met schroefbouten. Er is hier sprake van een samengaan van traditie in ontwerpprincipes en controle met de laatste stand van de techniek: een mix van oud en nieuw. Dit wordt allengs duidelijk als de auteur het ontwerp en de fabricage belicht.

ir. P.J.Th. Pollemans

Pieter Pollemans schreef dit artikel op persoonlijke titel, met dank aan Dijkstaal, Denys E&C, Seldenthuis Engineering en PT Structural.

Het in de westkust van Centraal Afrika gelegen land Liberia kent een bewogen geschiedenis. De naam bevat het woord voor vrijheid. Opgericht door mensen van Afrikaanse oorsprong die, van het slavenjuk bevrijd, uit Amerika afkomstig waren en in er 1847 officieel de Republiek Liberia stichtten. Daarvoor was het bekend als Peperkust, ook al zo'n veelzeggende naam. Voor meer politiek en sociale geschiedschrijving zijn diverse betrouwbare bronnen beschikbaar, zie onder andere wikipedia.

Het land is rijk aan water, circa 15% van de 111000 km^2 is nat. Regenval in hoofdstad Monrovia is berucht, tot 4,5 m (sic) per jaar is het gemiddelde. Dieper landinwaarts is het klimaat prettiger en daar is de locatie van dit project te vinden. Het betreft een onderdeel van een landelijke pijpleiding vanaf een waterkrachtinstallatie (Mount Coffee) naar een lagergelegen waterzuiveringsfabriek. Het ongezuiverde water wordt via een pijpleiding aangevoerd en deze leiding kruist een natuurwatergebied, waarbij de brug in dit artikel van dienst is. De totale lengte van de brug is 92 m en er zijn twee tussensteunpunten, die niet geheel symmetrisch zijn: 24,40 en 28 m.

Vormgeving

De brug is puur functioneel zoals zoveel bruggen in de wereld, gemaakt voor de functie van drager van mensen en middelen naar de overkant. Economie, bestandheid tegen de elementen, eenvoud van bouwen en mogelijkheden voor reparatie zijn maatgevende eigenschappen. In het geval van de leidingbrug is daar nog de afwezigheid van verkeer en daarmee samengaande variabele lasten aan toe te voegen; de leiding kan niet meer water bevatten dan erin past en er is alleen een smalle loopruimte als inspectiepad inbegrepen.
Met deze eisen, en een jarenlange ervaring, heeft de staalbouwer een ontwerp gemaakt als hier gepresenteerd.
Klassiek is de basisopzet met H-balken, L-staal en geboute verbindingen. Het laswerk, dat al weinig omvang heeft, is geheel in de

Kenmerkend is de afwezigheid van gesloten profielen van het type buis of koker.

De waterstroom koelt de buis...

...en de stalen draagconstructie staat grotendeels in de Afrikaanse zon.

***Bouwen met Staal* 282 | jaargang 54 | augustus 2021**

ISSN 0166-6363
Uitgever Marco Pauw.
Redactie Paul van Deelen • Henk Orsel • Marco Pauw.
Medewerkers Carla Banis • Bertine Colsen.
Redactieraad W. Borgstein, Tata Steel Europe • ir. M.F.I. Braem, Croes • ir. Y. van Diermen, Pieters Bouwtechniek • R.S. Dursin, Zinkinfo Benelux • A. Hagoort, SNS • ir. M. Horikx, Hogeschool van Amsterdam • ing. K. Flierman, Construsoft • G.J. Kannekens, Severfield • ir. F. Maatje (voorzitter), Bouwen met Staal • ir. H.J. van Lint, Movares • ing. I.B. van der Meer, Bam Infraconsult • ir. K. Oosterman, ZJA • ing. J. Seinen, Rijkswaterstaat • ing. F.E. Vasquez, Dumebo | DWS • T.S. Wolvekamp MSc, BAM Infraconsult.
Redactie en administratie Bouwen met Staal • Louis Braillelaan 80 • 2719 EK • Zoetermeer • tel. (088) 353 12 12 • bms@bouwenmetstaal.nl.
Advertenties Advercom • Dijkzichtlaan 2, 2071 EZ 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, auteurs en medewerkers 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 2021 Binnenland € 76; buitenland € 101; studenten € 20 (via Staalkaarthouder); losse nummers € 25 (prijzen incl. btw). Annuleren voor 2022 is mogelijk tot 1 december 2021. Een abonnement is ook verkrijgbaar als onderdeel van een lidmaatschap van Bouwen met Staal met exclusieve toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad.
Lidmaatschap Bouwen met Staal Een 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 het archief (eveneens online) dat per artikel kan worden geraadpleegd via bijvoorbeeld auteur, onderwerp of een trefwoord. Annuleren voor 2022 is mogelijk tot 1 december 2021.
Meer informatie en aanmelding(en) www.vakbladbouwenmetstaal.nl.
Cover en p. 3 ZJA • www.zja.nl.
Foto's pagina 2 en André Verschoor (p. 8) Vincent Basler • www.vincentbasler.com.

© Bouwen met Staal 2021. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, in enigerlei vorm, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

36 | RUBRIEKEN

4 NIEUWS

8 ANDRÉ #4
Rechte rug

30 WONEN MET STAAL (85): VILLA VENTURA, SINT-OEDENRODE
Meer dan de som der delen
P.F. van Deelen

36 DUO-INTERVIEW BESTUURSVOORZITTERS BOUWEN MET STAAL
Koppel met kennis

40 WET KWALITEITSBORGING VOOR HET BOUWEN: ANALYSE
Experimenteren met kwaliteitsborging

44 VAN EN VOOR STAALBOUWERS #2
UC < 0,7 alstublieft

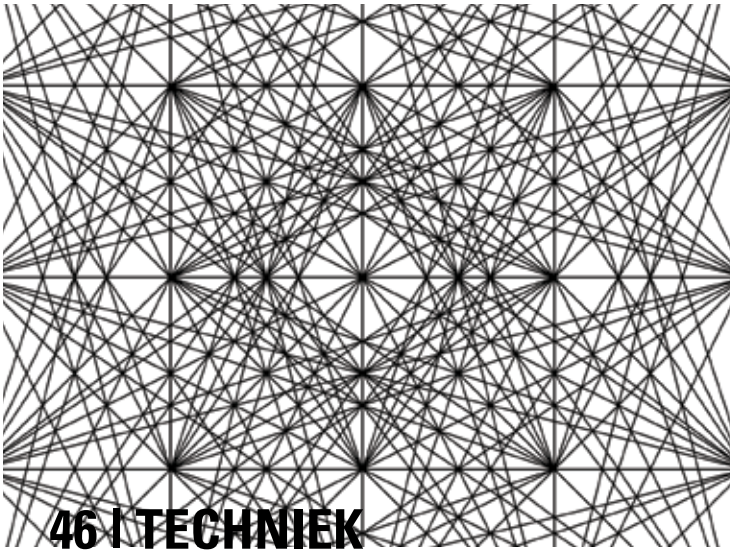
50 VRAAG & ANTWOORD 380-383

08 21 282

BOUWEN MET STAAL

vakblad over staal en staalconstructies

10 | PROJECTEN



46 | TECHNIEK

10 FIETS- EN VOETGANGERSBRUG, TESSENDERLO (B)
Boogpees
M.M. Teunissen

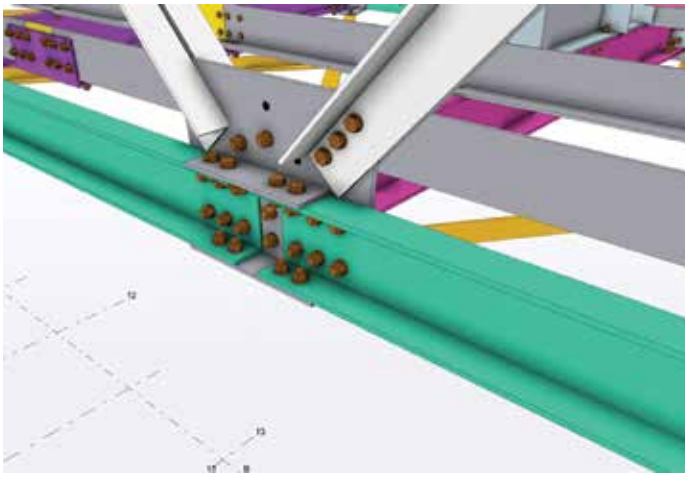
18 LEIDINGENBRUG MOUNT COFFEE, LIBERIA
Klassieker met moderne middelen
P.J.Th. Pollemans

46 VAKWERK TOPOLOGIE-OPTIMALISATIE MET HERGEBRUIKTE STALEN ELEMENTEN
Ontwerptool voor hegebruik componenten
T.P. van Gelderen, C.A. Slui en P. Lagendijk

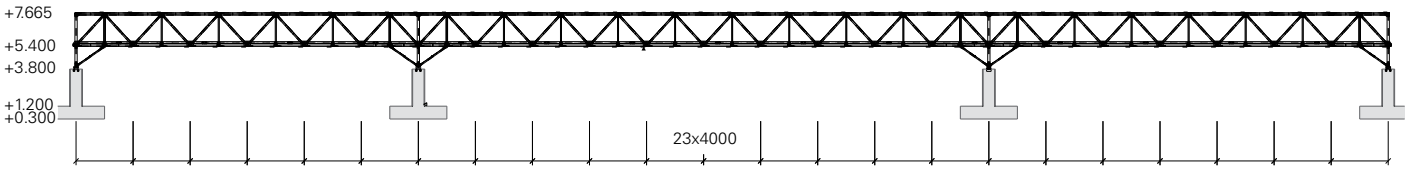
Biokool

ArcelorMittal Gent start een pilootproject op om biokool te gaan gebruiken als hoogwaardige gedeeltelijke vervanging van fossiele steenkool. De biokolen komen van het Nederlandse bedrijf Perpetual Next, dat de biokolen produceert met zijn gepatenteerde torrefactietechnologie op hoge temperatuur. De samenwerking met ArcelorMittal in Gent start met een eerste levering van 30.000 ton biokool voor de hoogoven in Gent, opschaalbaar naar 350.000 ton biokool op jaarbasis. In vergelijking met het gebruik van fossiele steenkool wordt er per ton biokool 2,5 ton CO_2 bespaard. De torrefactietechnologie zet biomassa, die afkomstig is uit door de Forest Steward Council (FSC) gecertificeerde bossen, om in biokool met dezelfde eigenschappen als fossiele steenkool. Bij deze technologie worden de grondstoffen via een thermisch raffinageproces omgezet in biokolen. Hierdoor ontstaat een relatief betaalbare en hernieuwbare grondstof met een hoge energiedichtheid. De technologie is ook gepatenteerd, met inbegrip van de torrefactiereactoren.

Liberia, aan de westkust van Centraal-Afrika.



Klassieke 'parallelle' flens-lijf verbinding.



De totale lengte van de brug is 92 m en er zijn twee tussensteunpunten, niet geheel symmetrisch: 24,40 en 28 m.

Nederlandse werkplaats uitgevoerd. De hoeveelheid laswerk is daarnaast beperkt, alleen schotten en lippen voor de verbindingen zijn aangebracht op de handelsprofielen. Elk onderdeel is thermisch verzinkt na het boor-, zaag- en laswerk. Een dergelijk principe leent zich uitstekend voor een optimalisatie van de materiaalkosten, immers elke balk en staaf kan precies worden afgestemd op de berekende belastingen die lokaal moeten worden weerstaan. In verband met vervoer kan geen (voor)assemblage worden uitgevoerd; elke staaf is apart genummerd voor vervoer in containers. Dus zijn er geen afwegingen als voorkomend bij plaatstalen bruggen, waar het leggen van een lasnaad kostentechnisch ongunstiger uitpakt in vergelijking met het doorzetten van een plaatdikte die eigenlijk te fors is voor het doel.

Het aanbod van balkprofielen is groot, op basis van wereldwijde levering is ook de Engelse range UB (*Universal Beams*) interessant. Deze is wat anders van afmetingen dan de in Nederland bekende HEA/B/M-serie. Zij kunnen onderling worden gemixt om voor elke balk de juiste doorsnede te verkrijgen. Ook samenstellingen zijn gebruikelijk, daardoor kunnen zeer starre profielen opgebouwd worden die in alle richtingen de gewenste eigenschappen hebben. In dit project ook van toepassing maar minder spectaculair dan in overige toepassingen gemaakt door Dijkstaal. Kenmerkend is de afwezigheid van gesloten profielen van het type buis of koker. Dit heeft met het verzinkproces te maken maar ook met de materiaalprijs. Strippen, L-vormen en U-vormen zijn het meest economisch en kunnen door slim samenstellen equivalent worden met gewalste kokers van elk formaat. Dit principe is al vanuit de vroegste toepassing van staal bekend.

Met een vergaand geautomatiseerde boor-/zaagstraat en een koppeling van tekenpakket naar machines is de fabricage conform de huidige normen en standaarden.

Berekening

Zo pragmatisch als de vormgeving, is ook de berekening. Op de bekende achterkant van een bierviltje kan een ervaren ontwerper de belangrijkste doorsnedegrootheden afleiden en een opgave doen voor de totale massa. Anno 2021 is een bewijsvoering van die keuzes een ander verhaal; er is voor de (internationaal samengestelde) controle- en managementgroep een serieus rapport gemaakt met daarin een verslaglegging van alle berekeningen. Ook daarvoor geldt: bekende principes, modern uitgevoerd. Een staafmodel voor de geometrie en de verwerking van de computerresultaten tot leesbare prints is minimaal vereist. Ook zijn de nodige handberekeningen en validatie uitgevoerd met *old school*-evenwichtsbeschouwingen. Juist doordat de materialisatie in optimale vorm gewenst was, is een nauwkeurige, staaf- voorstaaf en knoop-voor-knoop toets noodzaak. Dit houdt tevens een kniktoets in, zowel op systeemniveau (met Euler) als op staafniveau (met Eurocode en voorgeschreven kniklengten). Bijkomend is dat de modellering zodanig is dat de Eulerse toets zowel de lokale als de globale instabiliteit aantoont. Beide methode vullen elkaar dus aan en zijn deels overlappend.

Modellering

Elke staaf is als star verbonden beschouwd omdat de knoopverbinding praktisch gesproken spelingsvrij is, met heel nauwe toleranties, fors uitgevoerde schetsplaten en hoogwaardige bouten. Ook is de uitvoering zodanig dat de hartlijnen van de staven zoveel als mogelijk exact in de knopen snijden.